













ABHANDLUNGEN  
DER NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT ZU NÜRNBERG

XXIII. BAND  
UND  
SONDERBAND ZU BAND XXIV

12116  
NEW YORK  
BOTANICAL  
GARDEN

---

IM SELBSTVERLAG DER GESELLSCHAFT  
NÜRNBERG 1931



## INHALT.

1929. Wellhöfer B., Klufftektonische Untersuchungen in der nördlichen Frankenalb . . . . . S. 1—36
1930. Heß H., Dr. Franz Küspert † . . . . . S. 37—44
1930. Heller Fl., Geologische Untersuchungen im Bereiche des fränkischen Grundgipses; mit 6 Tafeln . . . . . S. 45—114
1931. Kirste H., Johann Karl Osterhausen, Lebensbild eines Nürnberger Arztes um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts; (S. 1—23) . . . . . S. 115—137
1930. Gaukler K., Das südlich-kontinentale Element in der Flora von Bayern mit besonderer Berücksichtigung des Fränkischen Stufenlandes; (S. 1—VI; S. 1—110); . . . . . S. 139—254



ABHANDLUNGEN  
DER  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT  
ZU  
NÜRNBERG

---

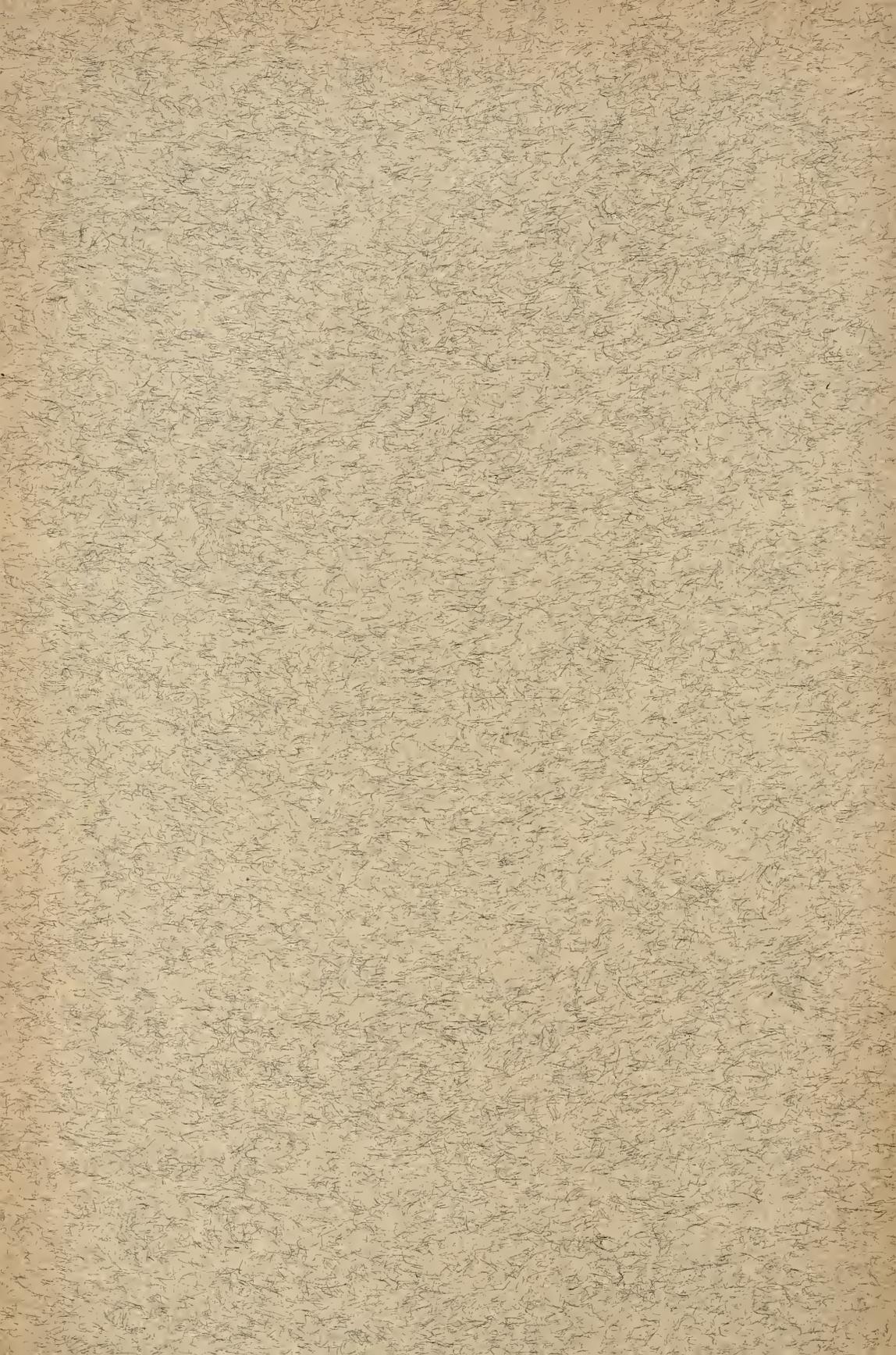
XXIII. Band  
1. Heft

Klufftektonische Untersuchungen in der  
nördlichen Frankenalb

von  
Bernhard Wellhöfer

1929

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG



Klufftektonische Untersuchungen  
in der nördlichen Frankenalb

von

BERNHARD WELLHOFER

1929

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG



## INHALTSVERZEICHNIS.

I. Einleitung . . . . .	5
II. Literaturverzeichnis . . . . .	6
III. Grenzen des Untersuchungsgebietes und morphologische Übersicht . . . . .	9
IV. Kurzer Überblick über die Formationen des Gebietes:	
1. Der Keuper . . . . .	9
2. Der Jura . . . . .	10
3. Die Kreide . . . . .	12
V. Kurzer Überblick über die tektonischen Verhältnisse der nördlichen Frankenalb:	
Die Verwerfungen . . . . .	12
VI. Einige Bemerkungen zur Arbeitsmethode . . . . .	14
VII. Die Kluftrichtungen:	
a) Die Kluftrichtungen im Burgsandstein . . . . .	15
b) Die Kluftrichtungen im Rhät . . . . .	18
c) Die Kluftrichtungen im Posidonienschiefer . . . . .	21
d) Die Kluftrichtungen im Doggersandstein . . . . .	21
e) Die Kluftrichtungen im Malm:	
A) Die Kluftrichtungen in der gebankten Fazies des Malm . . . . .	24
B) Die Kluftrichtungen in der massigen Fazies des Malm . . . . .	28
f) Die Kluftrichtungen in der Kreide . . . . .	31
VIII. Das Alter der Klüfte . . . . .	31
IX. Die Übersichtskarte . . . . .	36

---



## I. Einleitung.

---

In den letzten Jahren hat sich die Messung und Kartierung der gemeinen Klüfte zu einem wertvollen Hilfsmittel der Tektonik entwickelt. Sie umfaßt in gleicher Weise sowohl die Eruptivgesteine wie auch die kristallinen Schiefer und die Sedimentgesteine. Die Untersuchungen in letzteren beschränkten sich jedoch bisher – von einigen Ausnahmen abgesehen – auf tektonisch stark gestörte, aber in dieser Hinsicht schon ziemlich genau kartierte Gebiete, wobei die Klufftektonik vor allem zur Lösung bestimmter Probleme beitragen sollte. Ich denke hier besonders an die Arbeiten S a l o m o n s und seiner Schüler.

---

## II. Literaturverzeichnis.

- BRAND, H.: Die Kupfererzlagerstätte bei Kupferberg in Oberfranken mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zur Münchberger Gneismasse. I. Bericht über die Voruntersuchungen in den Jahren 1918—1920. Geogn. Jahreshfte. 34. Jahrg. 1921. München 1922.
- BRUNHUBER, A.: Die geologischen Verhältnisse von Regensburg und Umgebung. Regensburg 1917.
- BUBNOFF, S. v.: Studien im südwestdeutschen Grundgebirge. I Die tektonische Stellung des Triberger Granitmassives. II. Die tektonische Stellung des Böllsteiner Odenwaldes und des Vorspessarts. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. LV. Beil. Bd. Abt. B. Stuttgart 1926.
- CLOOS, H.: Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Braunschweig 1921.
- CZUBER, E.: Die statistischen Forschungsmethoden. Wien 1921.
- DAHLGRUEN, F.: Tektonische, insbesondere kimmerische Vorgänge im mittleren Leinegebiete. Jahrb. der Preuß. Geol. Landesanstalt zu Berlin für das Jahr 1921. Band XLII. Berlin 1922.
- DAUBRÉE, A.: Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. Autor. deutsche Ausgabe von A. Gurlt. Braunschweig 1880.
- DORN, Paul : Die Lagerungsverhältnisse des Hetzlasgebirges Erlanger Heimatbuch 1925. Erlangen 1925.
- DORN, Paul : Geologie des Wendelsteiner Höhenzuges bei Nürnberg. Zeitschr. d. Deutschen Geologischen Ges. Bd. 78. 1926. Abh.
- DORN, Paul : Geologischer Exkursionsführer durch die nördliche Frankenalb und einige angrenzende Gebiete. Nürnberg 1928.
- EBERT, A.: Beiträge zur analytischen Tektonik mit einem Beispiel aus dem östlichen Deister. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 75. Bd. 1923. Abh.
- FOEPPL, A.: Ueber die Abhängigkeit der Bruchgefahr von der Art des Spannungszustandes. Centralblatt der Bauverwaltung. XIX. Jahrg. Berlin 1899.
- FOEPPL, A.: Ueber die Abhängigkeit der Bruchgefahr von der Art des Spannungszustandes. Centralbl. der Bauverwaltung XX. Jahrg. Berlin 1900.
- FOEPPL, A.: Abhängigkeit des Bruches von der Art des Spannungszustandes. Mitteilungen aus dem Mechanisch-Technischen Laboratorium der Technischen Hochschule in München Bd. 27. München 1900.
- GUEMBEL, C. W. v.: Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Bamberg (Nr. XII) der geognostischen Karte des Königreiches Bayern. Cassel 1887.
- GUEMBEL, C. W. v.: Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Franken-jura) mit dem anstoßenden fränkischen Keupergebiete. Kassel 1891.
- GUEMBEL, C. W. v.: Geologie von Bayern 2. Bd. Geologische Beschreibung von Bayern. Cassel 1894.
- HERMANN, R.: Die östliche Randverwerfung des Fränkischen Jura. Ein neuer Beitrag zur Kenntnis ihres Verlaufes und ihres Alters. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 60. Bd. 1908. Berlin 1908. Abh.
- JAKUBOWSKJ, K.: Untersuchungen im Gebiet des Bodenwöhrer Beckens. Inaug.-Diss. Göttingen 1921. (Manuskript.)

- KÁRMÁN, Th. v.: Festigkeit. Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. 3. Jena 1913.
- KLUEPFEL, W.: Zur geologischen und paläogeographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg, zugleich von den Grundlagen ihrer Eisen- und Braunkohlenindustrie. Abh. der Gießener Hochschulgesellschaft III. Gießen 1923.
- KLUEPFEL, W.: Zur Gliederung der Amberger Kreide. Ein ergänzender Nachtrag. Gießen o. J. Verlag Töpelmann.
- KLUEPFEL, W.: Ueber Reliefmorphogenie und zyklische Landschaftsgenerationen. Geol. Rundschau Bd. XVII. Leipzig 1926.
- KOEHNE, W. und SCHULZ, F. C.: Ueber die Basaltvorkommnisse bei Heiligenstadt in Oberfranken nebst Bemerkungen über die Tektonik im nördlichen Frankenjura. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrgang 1906. Stuttgart 1906.
- KOHLER, E.: Die Amberger Erzlagerstätten. Geogn. Jahresh. 15. Jahrg. 1902. München 1903.
- KRANZ, W.: Die Ueberschiebung bei Straubing. Geogn. Jahresh. 25. Jahrg. 1912. München 1913.
- KRUMBECK, L.: Einige geologische Beobachtungen im Bodenwöhrer Becken. Sitz.-Ber. d. Phys.-Med. Soz. in Erlangen 46. Bd. 1914.
- LEHMANN, G.: Die Gesteinsklüfte des östlichen Harzvorlandes. Geol. Arch. Bd. I. 1923.
- LEHNER, L.: Die Gliederung der fränkischen albüberdeckenden Kreide. Centralbl. f. Min., Geol. und Pal. Jahrgang 1924. Stuttgart 1924.
- NEISCHL, A.: Die Höhlen der fränkischen Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Täler. Inaug.-Diss. Erlangen 1908.
- PANZER, W.: Talrichtung und Gesteinsklüfte. Petermanns Mitt. 69. Jahrgang 1923.
- PFANNENSTIEL, M.: Vergleichende Untersuchung der Grund- und Deckgebirgsklüfte im südlichen Odenwald. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. Bd. XXVII. Naumburg a. S. 1927.
- PICARD, L.: Die fränkische Alb von Weißenburg i. B. und Umgebung. Inaug.-Diss. Freiburg i. Br. 1923.
- POMPECKJ, J. F.: Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Regensburg (ein Beitrag zur Kenntnis der Ostgrenze des Fränkischen Jura). Geogn. Jahresh. 14. Jahrg. 1901. München 1901.
- RINNE, F.: Beitrag zur Kenntnis der Umformung von Kalkspatkrystallen und von Marmor unter allseitigem Druck. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. Jahrg. 1903. I. Bd. Stuttgart 1903.
- RINNE, F.: Vergleichende Untersuchungen über die Methoden zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Gesteinen. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1907 I. Bd. und Jahrg. 1909 II. Bd.
- ROEHRER, F.: Geologische Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im nördlichen Schwarzwald und dem südlichen Kraichgau. Jahresber. und Mitt. des Oberrh. Geol. Ver. N. F. Bd. VI. Jahrg. 1916 Heft 1 und N. F. Bd. XI. Jahrg. 1922.
- ROTHPLETZ, A.: Die ostbayerische Ueberschiebung und die Tiefbohrungen bei Straubing. Sitzungsber. der Kgl. Bayr. Akad. der Wiss. Math.-Phys. Kl. Jahrg. 1911. München 1911.
- ROTHPLETZ, A.: Die Amberger Erzformation. Zeitschr. für prakt. Geol. 21. Jahrg. 1913. Berlin 1913.
- SALOMON, W.: Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 63. Bd. 1911. Berlin 1912.

- SALOMON, W.: Neue Kluft- und Harnischmessungen im südlichen Odenwald. Berichte der Naturforsch. Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Bd. XXVII. Naumburg a. S. 1927.
- SCHMIDT, K. G.: Geologie von Neumarkt in der Oberpfalz. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Bd. XXVI. Naumburg a. S. 1926.
- SCHNITTMANN, F. X.: Beiträge zur Stratigraphie der Oberpfalz. Zeitschrift der Deutschen Geol. Ges. 74. Bd. 1922. Abh. Berlin 1923.
- SCHUSTER, M.: Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh. in sechs Abteilungen:  
 Abteilung III: Die geologischen Verhältnisse des bayrisch-böhmischen Waldgebirges und der vorgelagerten Schichtenlandschaft. München 1923.  
 Abteilung IV: Geologische Darstellung des schwäbisch-fränkischen Juras, seines triadischen Vorlandes und des südlich angrenzenden Molassegebietes. München 1927.  
 Abteilung V: Der geologische Aufbau des Fichtelgebirges und Oberpfälzer Waldes und der angrenzenden Gebiete. München 1924.
- SEEMANN, R.: Die geologischen Verhältnisse längs der Amberg—Sulzbacher und Auerbach—Pegnitzer Störung. Beitrag zur Entstehung der Amberger Erzlager. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg. XXII. Bd. Nürnberg 1925.
- STIELER, K.: Ein Beitrag zum Kapitel Klüfte. Centralbl. f. Min., Geol. und Pal. Jahrg. 1922. Stuttgart 1922.
- STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1924.
- STILLE, H.: Die saxonischen Brüche. Abhandlungen der Preuß. Geol. Landesanstalt. Neue Folge H. 95. Berlin 1923/25.
- STINY, J.: Gesteinsklüfte und alpine Aufnahmegeologie. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt LXXV. Bd. 1925. Wien 1925.
- STINY, J.: Die Ausführung der Kluftmessung. Der Geologe Nr. 38. Leipzig 1925.
- SUESS, E.: Ueber Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien. VI. Bd. 1913. Wien 1913.
- TEICHERT, C.: Die Klufttektonik der cambro-silurischen Schichtentafel Estlands. Geol. Rundschau Bd. XVIII. Berlin 1927.
- THUERACH, H.: Uebersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleich zu den benachbarten Gegenden. Geogn. Jahresh. 1. Jahrg. 1888. Cassel 1888. 2. Jahrg. 1889. Cassel 1889.
- VOELKER, I.: Untersuchungen über die Klüfte und Fluidalstrukturen der Porphyre im östlichen Odenwald und im mittleren Schwarzwald. Centralbl. f. Min., Geol. und Pal. Jahrg. 1927. Abt. B. Stuttgart 1927.
- WAGNER, G.: Aus der Geschichte der Altmühl. Fränkische Heimatschriften Nr. 2. Nürnberg 1923.
- WALTHER, J.: Ueber tektonische Druckspalten und Zugspalten. Zeitschrift der Deutschen Geol. Ges. 66. Bd. 1914. Mon.-Ber. Berlin 1914.
- WEBER, M.: Zum Problem der Grabenbildung. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 73. Bd. 1921. Abh. Berlin 1922.
- WEBER, M.: Bemerkungen zur Bruchtektonik. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 75. Bd. 1923. Abh. Berlin 1924.
- WEBER, M.: Faltengebirge und Vorlandsbrüche. Centralbl. f. Min., Geol. und Pal. Jahrg. 1927. Abt. B. Stuttgart 1927.
- WURM, A.: Geologie von Bayern 1. Teil. Nordbayern, Fichtelgebirge und Frankenwald. Berlin 1925.

### III. Grenzen des Untersuchungsgebietes und morphologische Übersicht.

Das in vorliegender Arbeit behandelte Gebiet umfaßt den größten Teil der nördlichen Frankenalb. Die Nordgrenze zieht ungefähr von Bamberg über Hollfeld bis gegen Bayreuth, die Ost-, Süd- und Westgrenze sind hydrographisch festgelegt: im Osten wird sie vom Tal der oberen Pegnitz und ihres hauptsächlich Quellbaches, der Fichtenohe, im Westen von der Regnitz und im Süden von der mittleren Pegnitz und der unteren Schwabach einschließlich der südlichen Talgehänge gebildet.

Morphologisch betrachtet stellt das Gebiet einen Ausschnitt aus dem schwäbisch-fränkischen Schichtstufenland dar. Aus dem Tal der Regnitz und der unteren Schwabach steigt als erste Steilstufe der obere Burgsandstein, der auch zusammen mit den darüber liegenden Feuerleiten die Stufenfläche bildet. Aus ihr, bzw. weiter flußabwärts direkt aus dem weiten Regnitztal erhebt sich die zweite Steilstufe, die durch den Rhätsandstein bedingt ist. Die zugehörige Stufenfläche läßt die tonigen und mergeligen Schichten des unteren und mittleren Lias zutage treten. Es ist dies das Gebiet des Albvorlandes, das bandartig die eigentliche Frankenalb umzieht. Eine kleine, oft kaum wahrnehmbare Geländestufe wird von den in den Posidonienschiefen enthaltenen Kalkbänken hervorgerufen. Die aus Tonen und Tonmergeln bestehenden Jurensismergel und der untere Dogger (Opalinuston) bewirken nur einen flachen Anstieg, aus dem steil und mächtig eine neue Stufe aufsteigt. Sie wird in ihren unteren Partien vom Doggersandstein gebildet, wird dann von dem schmalen Band des Ornamentons und der untersten Malm Schichten unterbrochen, deren Ton- und Mergelpartien eine kleine, jedoch sehr charakteristische Verebnung geschaffen haben, und setzt darüber seinen Steilanstieg, durch die dicken, harten Werkkalkbänke des Malm  $\beta$  bedingt, fort. Im mittleren Malm wechseln Steilstufen und Verebnungen miteinander ab, doch stets zeigt sich im Bereich der gebankten Fazies des Malm eine flachwellige, fast ebene Hochfläche. Anders sind die morphologischen Verhältnisse im Bereich der massigen Fazies, der Schwammkalke und des Frankendolomits; dort nämlich bildet die Albhochfläche eine überaus wellige und kuppige Landschaft, die dadurch in starkem morphologischen Gegensatz steht zu derjenigen im Gebiete der Bankkalke.

Im Bereich des Weißjura sind die Täler eng und tief eingeschnitten und von steilen Talhängen begleitet. Im Gebiete des Braunen und noch mehr des Schwarzen Jura hingegen, wo die hauptsächlich tonigen und sandigen Schichten im Gegensatz zu den Kalken und dem Dolomit des Malm als weniger widerstandsfähig sich erweisen, werden die Täler breit und die Talhänge steigen sanft an.

### IV. Kurzer Überblick über die Formationen des Gebietes.

#### 1. Der Keuper.

Die tiefste Keuperstufe, die wir in dem von mir bearbeiteten Gebiete antreffen, gehört der oberen Abteilung des mittleren Keupers an. Es ist der obere Burgsandstein, ein bis 30 m mächtiges, grobkörniges, zum Teil Gerölle führendes, weiß- bis rötlichbraunes Gestein, in das mehr oder weniger dicke Tonlagen eingeschaltet sind. In früheren Zeiten wurde der Burgsandstein in zahlreichen

Steinbrüchen zu Bauzwecken gebrochen. Jetzt sind diese ehemaligen Aufschlüsse zum größten Teil zugewachsen. Wie schon oben erwähnt, bildet der Burgsandstein die Talhänge der Schwabach von Erlangen bis ungefähr Weiher bei Dormitz.

Ueber ihm folgen in einer Mächtigkeit von 30 bis 60 m die charakteristischen, karminroten Feuerletten (Zanclodonletten, Knollenmergel). Trotz seines hohen Tongehaltes findet er nur verhältnismäßig selten in Ziegeleien (so bei Bayreuth und Lauf) Verwendung.

Der obere Keuper oder das Rhät wird von einem hellgelben bis weißen, grobkörnigen, durch toniges Bindemittel verkitteten Sandstein gebildet. Seine Mächtigkeit beträgt ungefähr 10 bis 15 m und ist, nach den vielen, in ihm angelegten Steinbrüchen zu schließen, ein sehr beliebter Baustein gewesen. Heute sind jedoch nur noch wenige Aufschlüsse in Betrieb. Die Geologische Landesuntersuchung von Bayern stellt das Rhät nicht mehr zum Keuper, sondern reiht es der Juraformation als unterste Abteilung ein.

## 2. Der Jura.

### a) Der Lias.

Die unterste Zone, die sogenannte Pylonotenzone (Lias  $\alpha_1$ ), die sich aus grauschwarzen Schiefer-tonen, feinkörnigen, dünn-schieferigen Sandsteinen und blaugrauen Kalksandsteinen zusammensetzt, ist in meinem Arbeitsgebiet nicht zur Ausbildung gelangt. Auch die Sandsteine der Angulatenzone (Lias  $\alpha_2$ ) sind nur ganz vereinzelt zur Ablagerung gekommen. So beginnt denn der untere Lias, soweit er für die vorliegende Untersuchung in Betracht kommt, mit dem grobkörnigen, wenig mächtigen (1 bis 2 m) Ariefensandstein (Lias  $\alpha_3$ ). Lias  $\beta$  ist nur stellenweise vorhanden und auch dann nur gering mächtig. Er besteht aus dünnen, zum Teil sandigen Mergelbänkchen (Raricostaten-Schicht). Darüber folgen blaugraue Schiefertone, gelbgraue Mergelkalke mit Kalk-konkretionen und bräunlichgelbe Kalkmergel mit Mergel-Einlagerungen. Diese Gesteine setzen die Numismalisschicht (Lias  $\gamma$ ) zusammen, die 1 bis 5 m mächtig wird. Der mittlere Lias (Lias  $\gamma$ ) ist vertreten durch die Amaltheenmergel mit *Amaltheus costatus*, die bis 40 m mächtig werden können. Es sind blaugraue, in frischem Zustande schieferige Mergel, die häufig lagenweise angeordnet Toneisensteinknollen, Kalkseptarien und Phosphoritgeoden enthalten. Zum oberen Lias gehört bereits die 4 bis 6 m mächtige, durch ihren Fossil-reichtum bekannte Posidonienzone (Lias  $\epsilon$ ). Sie besteht aus den stark bituminösen Posidonien-schiefern und mehreren eingelagerten Kalkbänken, von denen sich fünf über die ganze nördliche Frankenalb verfolgen lassen. Die oberste Stufe ( $\zeta$ ) des Lias nehmen dann noch die Jurensismergel (Radiansmergel) ein. Sie bestehen aus hell- bis dunkelgrauen, fossilreichen Mergeln, die eine Mächtigkeit von einigen Metern erreichen.

### b) Der Dogger.

Der untere Dogger, der Opalinumton (Dogger  $\alpha$ ) besteht aus tonig-mergeligen dunkelgrauen Schichten, die eine Mächtigkeit von 60 bis 80 m erreichen. Sandige Zwischenlagen in den hangenden Partien zeigen den Uebergang zum Doggersandstein (Personatensandstein, Dogger  $\beta$ ) an, der den mittleren Dogger repräsentiert<sup>1)</sup>. Es ist dies ein gelbbraunes bis rost-

<sup>1)</sup> Entgegen der paläontologischen Zoneneinteilung Quenstedts ( $\alpha$  und  $\beta$  = unterer,  $\gamma$  und  $\delta$  = mittlerer und  $\epsilon$  und  $\zeta$  = oberer Dogger) folge ich hier wegen der großen

braunes, feinkörniges Gestein, das am Westrand der Frankenalb eine Mächtigkeit von 45 bis 60 m, am Ostrand eine solche bis zu 100 m aufweist. Es ist in zahlreichen Steinbrüchen und Hohlwegen aufgeschlossen und wurde lange Zeit von den Albbewohnern als Baumaterial verwendet. Gegen das Hangende zu sind außer einigen Tonlagen häufig härtere Kalksandsteinbänke eingeschaltet.

Der obere Dogger ( $\gamma$ - $\zeta$ ) ist nur gering mächtig; er setzt sich zusammen aus den Eisenoolithkalken (einer ungefähr 5 m mächtigen Wechselfolge von oolithischen Kalkmergelbänken und mergeligen Zwischenlagen, Dogger  $\gamma$ - $\varepsilon_1$ ) und dem Ornatenton, einem grauen bis blaugrauen, mergeligen Ton (Dogger  $\varepsilon_2$ - $\zeta$ ), der 8 bis 10 m mächtig wird.

### c) Der Malm.

Der untere Malm beginnt mit den Unteren Mergelkalken Gumbels (Malm  $\alpha$ ), die aus grauen Mergelkalkbänken, gelblichen Mergelknollenlagen und grünlichgrauen Mergelschiefen bestehen. Ihre gesamte Mächtigkeit beträgt 10 bis 20 m. Darüber folgen die Werkkalke (Malm  $\beta$ ). Sie bestehen aus wohlgeschichteten, gelblichweißen und grauweißen, dickgebankten Kalken; ihre Mächtigkeit beträgt meist 16 bis 20 m, steigt aber im oberen Pegnitztal bei Vorra und Rupprechtstegen bis auf 40 m an. Wie keine zweite Stufe der Juraformation in Franken sind die Werkkalke in zahlreichen Steinbrüchen aufgeschlossen. Das dort gewonnene Gestein wird teils als Bau- und Schottermaterial verwendet, teils gebrannt.

Die nächst jüngere, bereits zum mittleren Malm zu stellende Stufe ist die der Oberen Mergelkalke (Malm  $\gamma$ ) mit einer Gesamtmächtigkeit von 30 bis 40 m. In den liegenden wie auch in den hangenden Partien setzt sie sich zusammen aus Mergelkalkknollen und Mergelschiefen, zwischen die eine mächtige Folge von dickgebankten Kalken eingelagert ist. Malm  $\delta$ , die Pseudomutabilisstufe, besteht aus dickbankigen, bis 35 m mächtigen Kalken, die in dieser gebankten Ausbildungsweise nur an einzelnen Stellen der nördlichen Frankenalb (z. B. bei Kasendorf und bei Wüstenstein) auftreten.

Außer dieser eben kurz beschriebenen gebankten Ausbildungsweise, der Normalfazies, finden sich in allen Stufen des Weißen Jura ruppige, ungebankte oder nur andeutungsweise gebankte Schwammbildungen, die sich infolge ihrer massigen Ausbildung meist nur schwer stratigraphisch gliedern lassen. Häufig sind die Gesteine, hauptsächlich die der zuletzt genannten massigen Fazies, vom Malm  $\beta$  an aufwärts bis ins  $\zeta$  sekundär dolomitisiert und haben so zur Bildung des Frankendolomits Anlaß gegeben, der mit seinen bizarren Felsformen der sogenannten „Fränkischen Schweiz“ ihre romanistischen Züge verleiht. An verschiedenen Stellen, wie z. B. bei Velden und Michelfeld, wird dieser Frankendolomit in Steinbrüchen abgebaut und als Zuschlag beim Kalkbrennen oder als Schottermaterial verwendet.

Von jüngeren Weißjuraablagerungen der nördlichen Frankenalb sind hier noch zu nennen dickbankige bis dünnplattige Kalke, die in einigen Steinbrüchen bei Bronn und Weidensees gewonnen werden. Zum größten Teil sind diese bereits zum Malm  $\zeta$  gehörenden Kalke dolomitisiert (Plattendolomit).

---

Mächtigkeiten von  $\alpha$  und  $\beta$  der petrographischen Gliederung Gumbels (1807), der den Opalinuston als unteren, den Doggersandstein als mittleren, Oolith und Ornatenton ( $\gamma$ - $\zeta$ ) als oberen Dogger betrachtet.

### 3. Die Kreide.

Ablagerungen der unteren Kreide fehlen vollständig; doch auch aus der Schichtenfolge der oberen Kreide sind in dem bearbeiteten Gebiet nur Sandsteine oberluronen Alters, die sog. Veldensteiner Sandsteine, von Bedeutung. Es ist dies ein grobkörniges, gelbbraunes bis rotbraunes Gestein, das meist undeutlich gebankt ist und infolge seiner mürben Beschaffenheit leicht zu Sand zerfällt. Festere Bänke werden als Bausteine verwendet.

Von diesen eben besprochenen Ablagerungen zeigen nur einige meßbare Zerklüftung. Es sind dies im Keuper der Burgsandstein und das Rhät, im Jura der Arietensandstein, der aber bei den folgenden Ausführungen wegen seiner fast ganz übergangslosen Verbundenheit mit dem Rhätsandstein nicht eigens ausgeschieden, sondern mit letzterem zusammen untersucht wurde, die Posidonienschiefer, der Doggersandstein und die Kalke und Dolomite der gebankten und der massigen Fazies des Malm. Auch der kretazische Veldensteiner Sandstein weist deutliche Klüftung auf.

### V. Kurzer Überblick über die tektonischen Verhältnisse der nördlichen Frankenalb.

Die Lagerungsform der Schichten zeigt eine weitspannige Faltung. Der nördliche Frankenjura selbst entspricht in der Hauptsache einer ausgedehnten, flachen, nordwest-südost streichenden Mulde. Die Muldenachse zieht etwa von Utzing bei Staffelstein an Rabeneck im Wiesental und Pottenstein vorbei gegen Fischstein an der oberen Pegnitz. Den die Mulde im Südwesten begrenzenden Sattel erwähnt bereits G ü m b e l (1891, p. 621). Der Verlauf seiner ebenfalls nordwest-südost streichenden Sattellinie wird angedeutet durch die Orte Hagenbüchach, Langenzenn im Zennthal, Cadolzburg, Heideck und Titting im Anlautertal.

Im Nordosten geht die Mulde über in den Thurnauer Sattel, der aus der Gegend von Thurnau an Bayreuth vorbei bis gegen Creußen sich erstreckt.

Dieses flach gefaltete Juragebiet wird durch eine Anzahl von Verwerfungen in einzelne Schollen zerlegt. Diese Störungslinien seien im folgenden kurz beschrieben.

#### Die Verwerfungen.

Eine Anzahl von Südost-Nordwest verlaufenden Verwerfungen durchziehen die nördliche Frankenalb und zerlegen sie in einzelne Schollen. Am weitesten im Nordosten, dort zugleich streckenweise die Grenze des bearbeiteten Gebietes bildend, befindet sich die Weißmain-Freihunger Verwerfung (Jurarandspalte R e u t e r s 1927). Sie betrifft unser Gebiet westlich von Neustädlein am Forst auf dem Pfarrhügel, auf dem sie Doggersandstein von den Werkkalcken des Malm  $\beta$  trennt, zieht sich herunter ins Liasgebiet von Mistelgau, wo es allerdings nicht möglich ist, sie genau festzulegen, und läßt sich wieder erkennen im Tal des obersten Roten Maines, der ihr bis Schnabelweid folgt. Der Südwestflügel ist gegenüber dem Nordostflügel bei Neustädlein a. F. um etwa 40 m abgesunken. Weiter im Südosten liegen an ihr die bekannten Eisenerzlagerstätten von Sassenreuth, Kirchenthumbach und am Schwarzenberg sowie das Bleierzrevier von Freihung. Morphologisch tritt die Verwerfung nicht hervor.

Aus dem Coburgischen kommt die sogenannte Pegnitzverwerfung (Ostrandverwerfung) und erscheint in unserem Gebiet östlich Holl-

feld. Sie zieht über Altneuwirtshaus, Zeubach, Schweinsmühle, südlich von Hohenmirsberg vorbei nach Pegnitz; ihr weiterer Verlauf führt sie an Auerbach und Vilseck vorüber bis Freudenberg unfern Amberg. Bis Altneuwirtshaus verläuft die Störungslinie im Malm, von da an bis zur Schweinsmühle trennt sie Malmsschichten von Doggersandstein, durchschneidet dann die Hohenmirsberger Platte, senkt sich bei Oberhauenstein in das Püttlachtal herab und bildet hier wiederum die Grenze zwischen Dogger und Malm. Zwischen Oberhauenstein und Pegnitz streicht sie durch Frankendolomit und Albüberdeckung und kann eigentlich nur dadurch erkannt werden, daß das Gelände nördlich der Spalte ungefähr 50 m höher gelegen ist als südlich davon. Eine ähnliche Erscheinung haben wir auch bei Plankenfels; östlich der Verwerfung besitzen die Erhebungen eine Mindesthöhe von 510 m, während der westliche Flügel keine über 470 m aufweist. Ein anderes morphologisches Kennzeichen dieser Verwerfung ist die plötzliche Aenderung des Landschaftsbildes namentlich bei Oberhauenstein im oberen Püttlachtal oder bei Rabenstein im Ailsbachtal. Solange das Tal sich durch den Doggersandstein erstreckt, ist es verhältnismäßig breit mit flachgeböschten Gehängen. Sobald es jedoch in den Frankendolomit eintritt, verengt es sich zur Schlucht mit steil aus dem Wasser aufsteigenden Felsbildungen. An mehreren Stellen teilt sich die Verwerfung in verschiedene Seitenäste, so vor allem bei Pegnitz und Altneuwirtshaus. Auch bei Zeubach zweigt eine Spalte nach Nordwesten ab, die jedoch im Dolomitgebiet bald nicht mehr erkennbar ist. Durch diese Zersplitterung der Pegnitzverwerfung kommt es zu keiner bedeutenden Sprunghöhe. Sie beträgt höchstens 30 m. Der südwestliche Flügel ist der abgesunkene.

Weiter nach Südwesten folgt dann die Staffelsteiner Verwerfung, die im Tal der Alster an der Grenze von Bayern und Thüringen beginnt und bei Staffelstein über den Main setzt. Hier besitzt sie eine Sprunghöhe von 30 m. Bei Königsfeld tritt sie in unser Gebiet ein, folgt dann von Aufseß abwärts dem Aufseßtal, wo sie an Lagerungsstörungen im Frankendolomit erkannt werden kann, und dem in seiner Verlängerung gelegenen Abschnitt des Wiesenttales bei Behringersmühle. Ihre südöstliche Fortsetzung verläuft ganz im Frankendolomit und in der Albüberdeckung, sodaß sich ihre weitere Verfolgung äußerst schwierig gestaltet. Erst bei Neuhaus an der Pegnitz ist sie wieder deutlicher zu erkennen, um jedoch jenseits des Pegnitztales von neuem im Frankendolomit zu verschwinden. Von Eschenfelden an trennt sie abwechselnd Frankendolomit, Malmkalke und Doggerschichten, birgt bei Sulzbach und Amberg bedeutende Eisenerzlager und mündet schließlich in die Pfahlspalte. Solange sie das Arbeitsgebiet durchsetzt, ist an ihr der Nordostflügel abgesunken; weiter im Südosten liegen die Verhältnisse umgekehrt. Dort ist der Nordostflügel der höhere. Morphologisch tritt die Verwerfung im nördlichen Frankenjura, wenn man von den durch die Spalte bedingten Talstücken der Aufseß und der Wiesent absieht, nicht hervor.

Als letzte der vier großen Verwerfungen, die unser Gebiet durchziehen, ist die „Walberle“-Verwerfung zu nennen. Sie kommt aus dem Keupergebiet nördlich von Pommersfelden, verläuft in West-Ostrichtung über Bammersdorf und an der Jägersburg vorbei nach Unterweilersbach, wo sie scharf nach Südosten umbiegt, am Walberle entlang durch das Ehrenbach- und obere Schwabachtal streicht und ihre Fortsetzung wahrscheinlich über Kirchröttenbach, Schnaittach und Hersbruck hinaus im Förrenbacher Tal findet. Ihr nordöstlicher Flügel ist bis zu 40 m abgesunken.

Weiterhin wäre noch zu erwähnen die Baader Verwerfung, die das Hetzlasgebiet im Süden und Westen begrenzt. Nach Paul Dorn (Erlanger Heimatbuch 1925) hat sie ungefähr folgenden Verlauf: Sie trennt sich im Schwabachtal bei Forth von der Walberleverwerfung, zieht in westnordwestlicher Richtung am Leyerberg entlang bis gegen Baad und geht in nordwest-südöstlichem Streichen über Langensendelbach in die Gegend von Baiersdorf. Auch bei dieser Verwerfung ist der nordöstliche Flügel gegenüber dem südwestlichen abgesunken. Die bedeutendste Sprunghöhe dürfte 35 m betragen.

Kleinere Störungen konnte Paul Dorn anlässlich der Kartierung von Blatt Erlangen - Süd der Gradabteilungskarte von Bayern M. = 1:25 000 feststellen, so solche von ost-westlichem Verlauf im Süden und Norden des das Schwabachtal im Süden begleitenden Höhenzuges.

Rückblickend sehen wir, daß die Scholle zwischen der Lichtenfelser und Staffelsteiner Verwerfung am tiefsten eingesunken ist; dieser tiefen Einsenkung ist es auch zu verdanken, daß sich auf ihr jüngste Malmkalke und Kreidesandsteine erhalten haben. Etwas höher liegen die im Südwesten und Nordosten anschließenden Schollen, deren obere Schichten aus Gesteinen des Malm und des Dogger bestehen. Am stärksten gehoben sind die äußeren Schollen, die bis auf den Lias, bzw. die Trias abgetragen sind.

## VI. Einige Bemerkungen zur Arbeitsmethode.

Das Streichen und Fallen der Klüfte wurde mit Hilfe eines Einheitskompasses von Breithaupt & Sohn, Cassel, der mit Klinometer und Dosenlibelle versehen war, gemessen. Die Deklination, die nach der Isogonenkarte vom Deutschen Reich nach den Ergebnissen der neueren magnetischen Messungen für die Epoche 1925 von K. Hausmann für das bearbeitete Gebiet und für die Jahre 1926 und 1927 zu ungefähr  $7^\circ$  westlich bestimmt wurde, wurde am Kompaß selbst berichtigt, so daß sofort die tatsächlichen Werte abgelesen werden konnten. Außerdem wurden die Klüfte je nach ihrer Ausdehnung, nach ihrem Klaffen, nach der Ausbildung der Kluffflächen und nach der Entfernung zweier Klüfte voneinander bewertet. Es wurde unterschieden zwischen Klüften von durchschnittlicher, solchen von besserer und solchen von geringerer Ausbildung. Aus dem Wunsche heraus, zu möglichst exakten Bewertungsziffern zu kommen, wurde teilweise jedes der oben angeführten Bewertungsmerkmale einzeln abgeschätzt und dann das arithmetische Mittel daraus gezogen; da jedoch auch diese Einzeleinschätzung nur gefühlsmäßig vorgenommen werden konnte, genügte meines Erachtens vollständig eine einfache Bewertung auf Grund eines allgemeinen Ueberblickes über die Klüfte eines Steinbruches vor der Aufnahmetätigkeit. Die am besten ausgebildeten Klüfte fielen sofort auf und zwischen den durchschnittlichen und den schlechter ausgebildeten Klüften war meist der Unterschied so groß, daß ihre Trennung keine weiteren Schwierigkeiten machte.

Die durch Messung und Schätzung erhaltenen Werte für Streichrichtung, Fallwinkel und Qualität der einzelnen Klüfte wurden in eine Liste („Urliste“) der Reihe nach eingetragen. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurden dann die Streichrichtungen von  $01^\circ$  bis zu  $180^\circ$  arithmetisch geordnet. Dadurch entstand eine Zahlenreihe, die sogenannte primäre Verteilungstafel, die einen klaren Ueberblick über die Verteilung der Streichrichtungen erlaubte. Gleichzeitig ließen sich alle gewünschten Mittelwerte rasch und bequem berechnen. Auch die oft mühselige und langwierige Arbeit des Zusammenziehens der

gemessenen Werte verschiedener Aufschlüsse wurde dadurch überaus erleichtert. Weiterhin mußten dann die Werte zu einzelnen Klassen zusammengefaßt werden, und zwar wurde ein Klassenintervall von  $10^\circ$  gewählt. Bei Unklarheiten wurde auf eine Zusammenfassung von  $5^\circ$  zurückgegangen, was ja mit Hilfe der primären Verteilungstafel nicht viel Mühe machte. Zu erwähnen wäre noch, daß ein Wert, der auf einen Grenzwert zwischen zwei Klassen (also z. B. auf  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$  usw.) fiel, halbiert und die eine Hälfte zur vorhergehenden, die andere zur folgenden Klasse addiert wurde.

Mit einigen Worten möchte ich noch auf die graphische Darstellung eingehen. In fast jeder klufftektonischen Arbeit finden wir eine andere Darstellungsmethode. Am häufigsten sind die sogenannten Kluffrosen oder Kluffsterne vertreten: von einem Mittelpunkt aus zieht man für je  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ , je nachdem, welche Klassengröße man gewählt hat, in gleichen Abständen eine Linie und trägt auf ihr die Anzahl der auf das Intervall treffenden Kluffrichtungen auf. Die so erhaltenen Punkte verbindet man und erhält ein Diagramm, das allerdings mehr einem Stern denn einer Rose ähnlich sieht, das aber sofort die bevorzugten Kluffrichtungen erkennen läßt. Neben diesem Vorteil der Anschaulichkeit hat diese Methode der Darstellung große Nachteile: Erstens muß man sich die Zeichenunterlage selbst schaffen, nachdem das käufliche Windrosenpapier von Schleicher & Schüll in Düren im Rheinland für die meisten Untersuchungen nicht genügend unterteilt ist und außerdem für die Dauer zu kostspielig wäre. Zweitens drängen sich, wenn man z. B. auf eine Einteilung von  $5^\circ$  zu  $5^\circ$  heruntergeht, die Linien um den Mittelpunkt so, daß ein exaktes Arbeiten kaum mehr möglich ist. Drittens müssen alle Werte auf den Gradlinien mit dem Maßstab aufgetragen werden. Dadurch ist beim Lesen des Diagrammes wiederum Maßstab und oft auch Winkelmesser nötig, da es meist sowohl an konzentrischer Unterteilung wie auch an einer Bezifferung der Gradlinien fehlt.

Alle diese Nachteile werden vermieden, wenn man sich der Darstellung mittels rechtwinkliger Koordinaten bedient. Auf der Abzissenachse trägt man die Gradeinteilung ab, auf der Ordinatenachse die Anzahl der gemessenen Kluffrichtungen, bzw. einer Verhältniszahl dafür, die man auf die Weise erhält, daß man die größte Anzahl einer Kluffrichtung gleich 100 setzt, was M. P f a n n e n s t i e l (1927) empfiehlt. Am besten eignet sich dazu das allgemein gebräuchliche Millimeterpapier. Da jede fünfte Linie durch stärkeren und jede zehnte durch noch stärkeren Druck hervorgehoben ist, kann man bequem alle Werte eintragen und ebenso bequem wieder ablesen. Der einzige Nachteil besteht darin, daß man die Richtung nur als Zahlenwert erkennen kann, ihren Verlauf sich also erst vorstellen muß. Doch ist man rasch eingearbeitet und bald verknüpft sich in der Vorstellung die Zahl mit der ihr zugehörigen Richtung. Dies alles gilt jedoch nur dann, wenn lediglich das Streichen der Klüfte zur Darstellung kommen soll, wie das ja in vorliegender Arbeit der Fall ist, da von einer Darstellung des Einfallens der Klüfte abgesehen werden kann, weil der Fallwinkel in den weitaus meisten Fällen zwischen  $80^\circ$  und  $90^\circ$  beträgt.

## VII. Die Kluffrichtungen.

In den folgenden Abschnitten soll auf die Untersuchungsergebnisse der Kluffmessungen in den einzelnen Formationsstufen näher eingegangen werden.

### a) Die Kluffrichtungen im Burgsandstein.

In seiner Geologie des Wendelsteiner Höhenzuges bei Nürnberg hat sich Paul D o r n (1926) eingehend mit den Klüften im unteren Burgsandstein befaßt.

Er konnte vier Maxima, bei  $10^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $105^\circ$  und  $125^\circ$  feststellen. Am stärksten waren die Klüfte in Richtung  $105^\circ$  und  $125^\circ$  ausgebildet. Letztere Klüfte faßte er zu einem herzynischen, die beiden anderen maximalen Richtungen zu einem varistischen System zusammen. Ich meinerseits würde die Klüfte in Richtung  $10^\circ$  (= rheinisch longitudinal – die Benennung der Richtungen geschieht nach dem Vorbilde Stillés –) und  $105^\circ$  (= rheinisch transversal) zu einem und die Richtungen  $30^\circ$  (= erzgebirgisch) und  $125^\circ$  (= herzynisch) zu einem zweiten System zusammennehmen. Leider ist das Feldbuch Dorns nicht mehr vorhanden; ich hätte sonst seine Werte in derselben Weise wie die meinigen zusammengestellt, um einen Vergleich mit meinen Ergebnissen zu erleichtern.

Unlerer Burgsandstein ist in meinem Gebiet nicht aufgeschlossen, doch begrenzen es im Südwesten zwei aus oberem Burgsandstein bestehende Höhenrücken südlich und nördlich der Schwabach, auf denen sich eine Anzahl von Steinbrüchen befinden, die aber, da kein Abbau mehr erfolgt, zum Teil schon stark verfallen sind. Dies gilt namentlich von den Brüchen im Tennenloher Forst, am Dorn- und Turmberg. Dort erhielt ich Maxima in den Richtungen  $10^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $110^\circ$  und  $150^\circ$ . Weitaus am stärksten ausgebildet ist dort die rheinisch longitudinale und die rheinisch transversale Richtung. Die anderen Kluftrichtungen treten sehr stark zurück.

Oestlich dieser eben genannten Aufschlüsse am Dorn- und Turmberg befindet sich ein größerer, heute allerdings auch aufgelassener Steinbruch an der Ohrwaschel. Die bevorzugten Kluftrichtungen sind dort  $10^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $130^\circ$  und  $160^\circ$ . Sonderbarer Weise ist hier das erzgebirgische und das herzynische Streichen der Klüfte viel stärker ausgebildet als das im rheinischen System. Auffällig sind weiterhin noch die beiden Maxima bei  $80^\circ$  und  $160^\circ$ , die zwar stark zurücktreten, aber doch auf keinen Fall vernachlässigt werden können. Auch in den Brüchen des Tennenloher Forstes sind diese beiden Richtungen schon andeutungsweise vertreten. Messen wir nun an dem nördlich der Schwabach gelegenen Höhenzuge die Klüfte, so erhalten wir am Burgberg in Erlangen als bevorzugte Richtungen  $50^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $110^\circ$ ,  $130^\circ$  und  $170^\circ$ . Dazu könnte man auch noch die Richtung von  $30^\circ$  angeben. Vergleicht man nun diese Messungen mit denjenigen aus den oben genannten Steinbrüchen südlich der Schwabach, so kann man leicht auf den Gedanken kommen, daß gegenüber jenen alle Kluftrichtungen um  $10^\circ$  im Uhrzeigersinn gedreht worden sind. Jedoch die östlich von Erlangen gelegenen Steinbrüche lassen deutlich wieder die maximalen Richtungen erkennen, wie ich sie ähnlich südlich der Schwabach angetroffen habe.

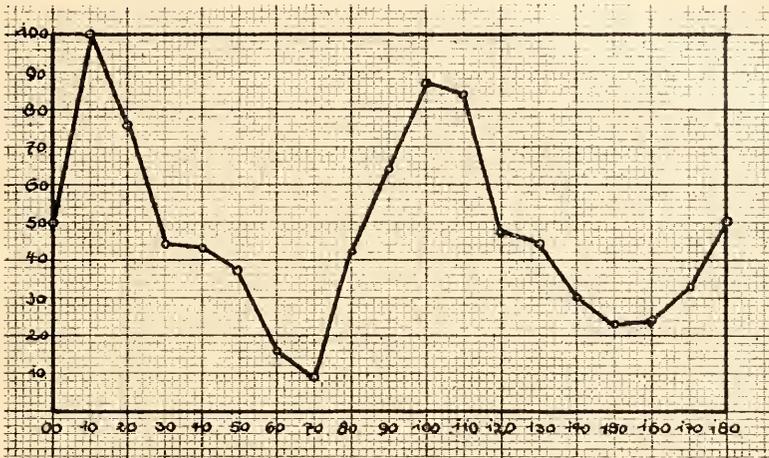
In den Steinbrüchen nahe der Haltestelle Spardorf nämlich sind die bevorzugten Richtungen  $10^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $130^\circ$ . Die Klüfte sind ziemlich gleichmäßig auf die verschiedenen Richtungen verteilt, nur die Richtung  $60^\circ$  tritt stärker zurück.

Bei Uttenreuth sind die maximalen Richtungen bei  $10^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $150^\circ$ . Die Richtungen  $10^\circ$  und  $100^\circ$  gehören zweifellos dem rheinischen System an,  $50^\circ$  entspricht dem erzgebirgischen,  $150^\circ$  wohl dem herzynischen Streichen.

Beim Orte Spardorf sind folgende Richtungen bevorzugt:  $10^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $110^\circ$ . Auf die Richtungen  $10^\circ$  und  $110^\circ$  trifft der Hauptanteil aller Kluftrichtungen, während die Richtung  $90^\circ$  stark zurücktritt. In der folgenden Tabelle seien die bevorzugten Kluftrichtungen der einzelnen Aufschlüsse noch einmal zusammengefaßt.

Nr. 1)	Burgsandstein									
—	Wendelstein	10°	30°					105°	125°	
1	Tennenloh. Forst	10°		50°		80°		100–110°		150°
2	Ohrwaschel . .	10°		40°		80°		100°	130°	160°
3	Burgb. Erlangen.		30°	50°			90°	110°	130°	170°
4	Haltest. Spardorf	10°		40°	60°		90°	100°	130°	
5	Uffenreuth . . .	10°			50°			100°		150°
6	Spardorf . . . .	10°					90°	110°		
	Zusammenfassg.	10°	40°					100°	130°	

Tabelle 1.



Figur 1.

Vorstehendes Diagramm, das für die Gesamtheit aller im Burgsandstein gemessenen Kluftrichtungen gilt, zeigt deutlich das starke Vorwiegen der rheinischen Richtungen. Die Richtungen 40° und 130° erzeugen einen deutlichen Knick in der absteigenden Kurve. Andere Richtungen kommen im Diagramm nicht zur Geltung, sind aber vorhanden, wie obenstehende Tabelle zeigt. Daß nicht in jedem Aufschluß die gleichen Kluftrichtungen ausgebildet sind, hängt wohl damit zusammen, daß, wie weiter unten gezeigt werden soll, nicht alle Klüfte zu gleicher Zeit entstanden sind, sondern daß zu verschiedenen Zeiten verschiedene Druckrichtungen herrschend waren. Jeder Druckrichtung würden nun besondere Kluftrichtungen entsprechen. In dem wenig spröden Material des Burgsandsteines kamen jedoch verschiedene Richtungen überhaupt nicht zur Ausbildung, andere, die in eine ähnliche, um wenige Grade verschiedene Richtung wie bereits vorhandene fallen würden, fallen mit jenen bereits ausgebildeten zusammen und verändern höchstens deren Qualität. Diese Erscheinungen werden uns immer wieder begegnen und wir können

1) Die in der ersten Rubrik dieser und der nachfolgenden Tabellen angeführte fortlaufende Numerierung der einzelnen Aufschlüsse verweist auf die beigegebene Uebersichtskarte, auf der durch gleiche Zahlen die Lage der genannten Oertlichkeiten bezeichnet ist.

daraus den Schluß ziehen, daß sämtliche durch die verschiedenen Druckrichtungen bedingten Klüfte, wenn überhaupt, dann nur im sprödesten Material, das im Arbeitsgebiet auftritt, das sind die gebankten Kalke der Normalfazies des Malm, uns entgegneten werden.

Hinzuweisen wäre noch darauf, daß die vier von mir für den oberen Burgsandstein gefundenen Werte (10°, 40°, 100° und 130°) ungefähr übereinstimmen mit den von Dorn in Wendelstein für den unteren Burgsandstein festgestellten Richtungen 10°, 30°, 105° und 125°.

### b) Die Kluftrichtungen im Rhät.

Der nördlichste von mir im Rhät untersuchte Steinbruch befindet sich bei Strullendorf. Festzustellen waren folgende Hauptrichtungen: 10°, 60°, 110°, 140° und 170°. Diejenigen von 10°, 110° und 170° gehören dem rheinischen System an; die Richtung 170° tritt ganz besonders hervor. Das erzgebirgisch-herzynische System liegt in den Streichrichtungen von 60° und 140°.

In einem Hohlweg westlich Bammersdorf ist der Rhätsandstein recht gut entblößt. Dort zeigten die Messungen Maxima bei 10°, 60°, 100° und 150°. Die Richtungen 10°, 80° und 150° sind in kleinen verfallenen Steinbrüchen westlich Bammersdorf deutlich ausgeprägt. Auffällig ist dort vor allem neben dem Fehlen der erzgebirgischen Richtung das starke Auftreten der Nord-nordwestrichtung, die fast die Hälfte aller Klüfte auf sich vereinigt.

Eigenartig sind auch die Verhältnisse in einem Steinbruch südlich Bammersdorf, in dem die Richtungen 10°, 60°, 80° und 140 bis 150° auftreten.

Die erzgebirgische Richtung ist diesmal hier vorhanden. Untersucht man die Werte zwischen 70° und 110° genauer, indem man die Messungen von 5° zu 5° zusammenfüßt, so zeigen sich für die rheinisch transversale Richtung zwei Maxima, bei 80° und 100°.

Die nächsten Aufschlüsse befinden sich in den durch ihre reiche Pflanzenausbeute bekannt gewordenen Steinbrüchen bei der Jägersburg unfern Forchheim. Dort ist im Gegensatz zu den Verhältnissen im vorhergehenden Bruch die rheinisch transversale und die herzynische Richtung besonders stark ausgeprägt. Die rheinisch longitudinale Richtung ist etwas schwächer ausgebildet, während die erzgebirgische ganz zurücktritt.

Wenn hier des öfteren gesagt wird, daß einzelne maximale Richtungen fehlen, so soll das nicht heißen, daß überhaupt keine Klüfte in diesen Richtungen streichen, was ja hin und wieder einmal vorkommt. Vielmehr verhält es sich meist so, daß infolge der Art der Zusammenfassung der Streichrichtungen in Gruppen von je 10 Grad die verhältnismäßig geringere Anzahl von Klüften eines schwach ausgebildeten Maximums in dem benachbarten stärkeren verschwindet. Manchmal gelingt es zwar durch Zusammenfassen in Gruppen von 5° zu 5° die beiden Maxima zu trennen, allein diese Fälle sind verhältnismäßig selten.

Ein weiterer Steinbruch befindet sich in der Ortschaft Serlbach. Die Kluftrichtungen ergaben wiederum nur vier Maxima: ein rheinisch longitudinales, ein rheinisch transversales, das erzgebirgische und das herzynische. Versuchen wir nun bei den hier gefundenen Messungswerten die oben angegebene Methode der Zusammenstellung in Gruppen von je 5°, so zeigt sich, daß in der rheinisch longitudinalen wie auch in rheinisch transversalen Richtung noch je ein Minimum eingeschaltet ist, woraus zu erkennen ist, daß auch hier das rheinische System in je zwei maximale Richtungen gespalten ist.

In einem verlassenen Steinbruch südwestlich Serlbach fanden sich bei den Messungen wieder alle sechs Maxima deutlich ausgebildet. Das rheinische System ist am stärksten ausgeprägt und zeigt wieder je zwei Maxima. Das erzgebirgisch-herzynische System tritt stärker zurück. Am Kellerberg bei Forchheim ist dagegen nur die Nordnordwestrichtung und die rheinisch transversale Richtung gut ausgebildet. Die erzgebirgische und die herzynische Richtung sind nur schwach angedeutet.

In einem verlassenen Bruch westlich Reuth bei Forchheim sind die rheinischen Richtungen nur durch je ein Maximum ausgezeichnet. Das erzgebirgisch-herzynische System ist gut entwickelt.

In einem anderen Rhätsandsteinbruch nördlich von Reuth treten die Richtungen  $10^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $130^\circ$  und  $170^\circ$  maximal hervor. An erster Stelle steht hier die herzynische Richtung. Ihr folgen sofort die Richtungen des rheinischen Systems, während fast keine Klüfte mit erzgebirgischem Streichen vorhanden sind. Ein kleiner, östlich davon gelegener Steinbruch zeigt eine besonders gute Entwicklung des rheinischen Systems; die anderen Richtungen treten dagegen stark zurück. In einem weiteren, Wiesent aufwärts gelegenen Bruch bei Unterweilersbach ist überhaupt nur das rheinische System ausgebildet. Die rheinisch transversale Richtung weist zwei Maxima auf. Südlich der Wiesent zwischen Wiesenlhau und Dobenreuth sind die Richtungen  $00^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $140^\circ$  bevorzugt. Das erzgebirgisch herzynische System ist am besten ausgebildet, während das rheinische etwas zurücktritt. Östlich Dobenreuth zeigen einige kleinere Aufschlüsse die Richtungen  $10^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $140^\circ$  und  $170^\circ$ . Am besten ausgebildet ist diesmal wieder das rheinische System. Auf das erzgebirgisch herzynische System fällt nur ein geringer Teil der Kluffrichtungen. Die Steinbrüche um Pinzberg herum weisen ein ziemlich gleichmäßig ausgebildetes Kluffnetz auf. Das rheinische System ist etwas besser ausgebildet als das erzgebirgisch-herzynische.

Am Rathberger Höhenzug nordöstlich Erlangen tritt ein starkes Maximum in der Richtung  $00^\circ$  auf. Auch die rheinisch transversale Richtung ist gut ausgebildet, während die anderen Richtungen stark zurücktreten.

Zwischen Neunkirchen a. B. und Steinbach befinden sich mehrere Rhätsandsteinbrüche mit vorwiegend rheinischem ( $00^\circ$  und  $90^\circ$ ) Streichen der Klüfte. Die erzgebirgische und herzynische Richtung sind fast nicht vorhanden.

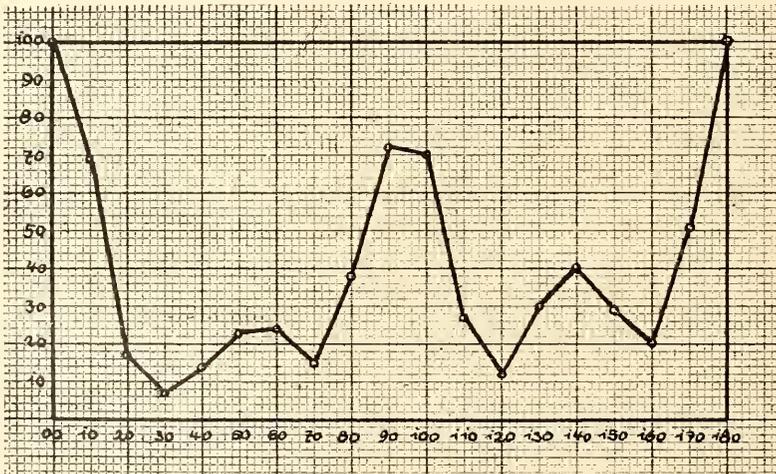
Südlich der Schwabach zeigen die Aufschlüsse westlich von Kalchreuth nur drei maximale Richtungen: die beiden rheinischen  $00^\circ$  und  $90^\circ$  und — sehr stark zurücktretend — die herzynische bei  $130^\circ$ . In der Käswasserschluft liegen die Verhältnisse ganz ähnlich: auch hier ist nur das rheinische System und die herzynische Richtung zur Ausbildung gekommen. Noch weiter östlich zwischen Eschenau und Schnaiffach tritt ebenfalls das rheinische System am stärksten hervor. Doch sind hier die beiden Richtungen des erzgebirgisch herzynischen Systems wieder ausgebildet.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der bei den Messungen im Rhätsandstein gefundenen Maxima (Tabelle und Diagramm s. nächste Seite):

Das Diagramm aller im Rhätsandstein gemessenen Kluffrichtungen zeigt extreme Maxima im Bereich der beiden rheinischen Richtungen, außerdem noch je ein Maximum in erzgebirgischer und herzynischer Richtung. Auch in diesem Diagramm zeigt sich ebenso wie in dem der Kluffrichtungen des Burgsand-

Nr.	Rhätssandstein												
7	Strullendorf . . .	10°								110°		140°	170°
8	Bammersdorf W.	10°								100°		140°	150°
9	" W.	10°							80°			140°	150°
10	" S.	10°							80°	100°		140°	150°
11	Jägersburg . . .	00°								90°		140°	170°
12	Serlbach . . . .	00°								90°	100°	140°	170°
13	SW. Serlbach . .	10°								80°	100°	140°	170°
14	Kellerberg . . .										100°	140°	170°
15	W. Reuth . . . .	00°									100°	130°	
16	N. " . . . .	10°									100°	130°	170°
17	Oe. " . . . .	00°									100°	130°	150°
18	Unterweilersbach	00°								70°	100°		
19	Wiesenthau . . .	00°									80°	100°	140°
20	Dobenreuth . . .	10°									80°	100°	140°
21	Pinzberg . . . .	00°	10°								80°	100°	140°
22	Rathsberg . . . .	00°									80°	110°	130°
23	Neunkirchen . . .	00°									90°		140°
24	Kalchreuth . . .	00°									90°	130°	
25	Käswasserschl. .	00°									90°	130°	
26	Eschenau . . . .	00°									90°	130°	150°

Tabelle 2.



Figur 2.

steins, daß in den rheinischen Richtungen nur je ein Maximum auftritt, während aus der Tabelle ersehen werden kann, daß in 50 % aller untersuchten Aufschlüsse entweder die rheinische longitudinale oder die rheinisch transversale Richtung oder gleich beide Richtungen je zwei Maximalwerte aufweisen. Daß diese einzelnen Werte im Diagramm nicht zum Ausdruck kommen, liegt lediglich an der Zusammenfassung sämtlicher im Rhätssandstein vorgenommenen Kluffrichtungsmessungen.

### c) Die Kluftrichtungen im Posidonienschiefer.

Im Verbreitungsgebiet der Posidonienschiefer standen mir nur zwei Aufschlüsse zur Verfügung, der eine in einem Hohlweg nördlich Hetzlas (auf der Uebersichts-Karte mit Nr. 27 bezeichnet), der andere gelegentlich eines Straßenumbaues bei Großgeschaid (Nr. 28). Bevorzugt sind in den beiden Aufschlüssen die Kluftrichtungen  $00^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $140^\circ$ .

### d) Die Kluftrichtungen im Doggersandstein.

Der Doggersandstein tritt in meinem Untersuchungsgebiet in zwei lokal getrennten Gebieten in größerer Verbreitung auf, einerseits im Westen der nördlichen Frankenalb entlang dem Albrande, andererseits im Nordosten derselben zwischen Pegnitz und Obernsees. Dort im Nordosten sehen wir in einem Steinbruch bei Zeubach das rheinische System nur ganz schwach entwickelt. Dagegen ist die herzynische Richtung sehr gut, die erzgebirgische etwas schwächer ausgebildet. Östlich des bei Kirchahorn gelegenen Poppendorf ist das rheinische System mit den Richtungen  $10^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $160^\circ$  am besten ausgebildet. Außerdem ist nur noch die herzynische Richtung vorhanden, die  $140^\circ$  streicht. Zwei Kilometer östlich Poppendorf liegt Vorderkleebach. Dort läßt sich sowohl das  $10^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $170^\circ$  streichende rheinische System als auch das bei  $50^\circ$  und  $150^\circ$  verlaufende erzgebirgisch herzynische feststellen. Wie im Steinbruch von Zeubach ist auch hier die rheinisch longitudinale Richtung nur sehr schwach ausgebildet; die rheinisch transversale Richtung, die dort ganz fehlt, ist jedoch hier am besten entwickelt.

Nördlich davon, in einem Steinbruch westlich Hinterkleebach scheinen die Richtungen um 10 Grad im Uhrzeigersinn verschoben:  $20^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $110^\circ$  und  $140^\circ$ . Die rheinisch longitudinale und die herzynische Richtung sind die am besten entwickelten Richtungen. In einem Steinbruch nördlich Trockau ist das rheinische System, zu dem die Richtungen  $10^\circ$ ,  $30^\circ$  und  $100^\circ$  gehören, das bedeutendste. Das erzgebirgisch herzynische System mit den Richtungen  $60^\circ$  und  $150^\circ$  kommt fast nicht zur Geltung.

In und bei Büchenbach endlich ist wiederum das rheinische System ( $10^\circ$ ,  $70^\circ$  und  $170^\circ$ ) am besten ausgebildet. Sonst ist nur noch die herzynische Richtung vertreten, die ungefähr  $140^\circ$  streicht.

Am Westrand der nördlichen Frankenalb zeigt ein Bruch nördlich Zeegendorf ein Ueberwiegen der rheinischen Richtungen  $10^\circ$ ,  $70^\circ$  und  $100^\circ$ ; vom erzgebirgisch herzynischen System tritt die erzgebirgische Richtung ( $45^\circ$ ) ganz zurück. Dafür ist die herzynische Richtung ( $145^\circ$ ) um so besser ausgebildet und steht nur wenig hinter der an erster Stelle sich befindenden rheinisch longitudinalen Richtung zurück. Ähnlich liegen die Verhältnisse südöstlich Zeegendorf. Auch dort herrscht die rheinisch longitudinale Richtung bei  $10^\circ$  und die herzynische Richtung bei  $130^\circ$  vor, während die beiden anderen Richtungen, die rheinisch transversale ( $100^\circ$ ) und die erzgebirgische ( $40^\circ$ ) Richtung wenig zur Geltung kommen.

In einem Aufschluß bei Oberweilersbach unfern Forchheim hat das erzgebirgisch herzynische System ( $40^\circ$  und  $140^\circ$ ) die Oberhand. Das rheinische System ist mit den Richtungen  $20^\circ$ ,  $70^\circ$  und  $90^\circ$  vertreten. In einigen Steinbrüchen oberhalb Ebermannstadt tritt das rheinische System  $00^\circ$ ,  $70^\circ$  und  $100^\circ$  wieder stark in den Vordergrund. Außerdem ist nur noch die erzgebirgische Richtung bei  $50^\circ$  ausgebildet.

Ganz ähnliche Verhältnisse treffen wir an der Waldlucke bei Regensberg unfern Erlangen an. Das rheinische System ist mit den Richtungen  $90^\circ$  und

170° vertreten, das erzgebirgisch herzynische System tritt fast überhaupt nicht in Erscheinung.

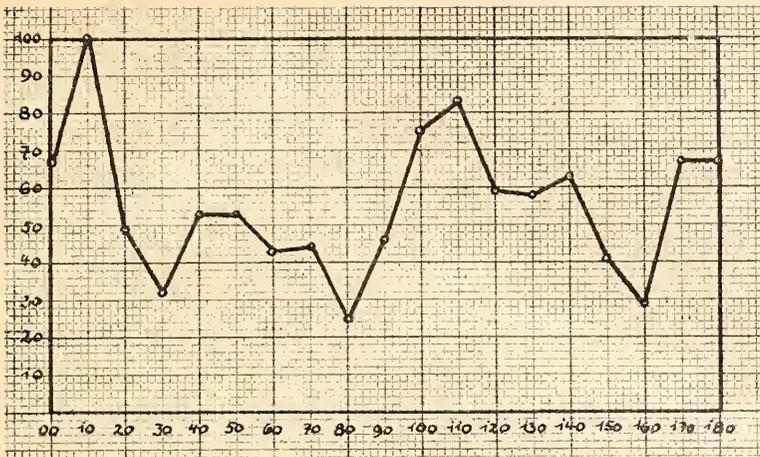
Kaum drei Kilometer südwestlich davon, in den Steinbrüchen nördlich des Dorfes Hetzles, haben wir ebenfalls das rheinische System als das herrschende; es verfügt über die Richtungen 10°, 65° und 110°. Das erzgebirgisch herzynische System (40° und 140°) tritt stark zurück. Bei dem einige Kilometer davon gelegenen Großenbuch ist vor allem die herzynische Richtung zur Ausbildung gekommen. An zweiter Stelle steht die rheinisch longitudinale Richtung. Die erzgebirgische Richtung ist nur schwach vertreten, während die rheinisch transversale Richtung fehlt. Dagegen ist die rheinisch transversale Richtung (70° und 90°) ganz hervorragend ausgebildet bei Walkersbrunn. Gut vertreten ist auch die rheinisch longitudinale Richtung. Dagegen tritt die erzgebirgische Richtung fast gar nicht hervor, während die herzynische ganz fehlt. In dem Tal, das von Gräfenberg zur Schwabach herunterzieht, finden sich sowohl am linken wie auch am rechten Talhang bei Weißenohre zwei Steinbrüche. In dem westlichen davon tritt nur das rheinische System mit den Richtungen 20°, 110° und 175° auf. Im östlichen ist das rheinische System (10° und 110°) etwas besser entwickelt als das erzgebirgisch herzynische (60° und 140°).

Im Pegnitztal zeigt sich in der Gegend von Eschenbach, daß alle sechs Richtungen entwickelt sind, und zwar bei 10°, 40°, 80°, 100°, 140° und 170°. Neben dem rheinischen System ist auch das erzgebirgisch herzynische gut entwickelt, nur zeigt sich sonderbarerweise die erzgebirgische Richtung besser ausgebildet als die herzynische, während sonst doch gewöhnlich das Umgekehrte der Fall ist.

In dem südlich der Pegnitz gelegenen Juragebiet hat K. G. S c h m i d t bei Neumarkt die Klüfte des Doggersandsteines gemessen. Er erhielt dort folgende Richtungen: 15°, 55°, 100° und 150°, die dem rheinischen und dem erzgebirgisch herzynischen System entsprechen.

Nr.	Doggersandstein											
29	Zeubach . . . .	10°		50°	70°					130°		160°
30	Poppendorf . . .	10°			70°		100°			140°		160°
31	Vorderkleebach	10°		50°	70°		100°				150°	170°
32	Hinterkleebach .		20°	50°				110°		140°		
33	Trockau . . . .	10°	30—40°						120°		150°	
34	Büchenbach . . .	10°			70°					140°		170°
35	Zeegendorf N. . .	10°		40°	70°		100°			140°		
36	„ O. . . . .	10°		40°				110°		130°		
37	Ober-Weilersbach		20°	40°	70°	90°				140°		
38	Ebermannstadt .	00°		50°	70°		100°					
39	Waldlucke . . . .			50°		90°				130°		170°
40	Hetzles . . . . .	10°		40°	70°			110°		140°		
41	Großenbuch . . .	00°			60°				120°		150°	
42	Walkersbrunn . .	10°		50°	70°	90°						
43	Weißenohre W. .		20°					110°				170°
44	„ O. . . . .	10°			60°			110°		140°		
45	Eschenbach . . .	10°		40°		80°	100°			140°		170°
	Zusammenfassung	10°		40—50°	70°			110°		140°		170°

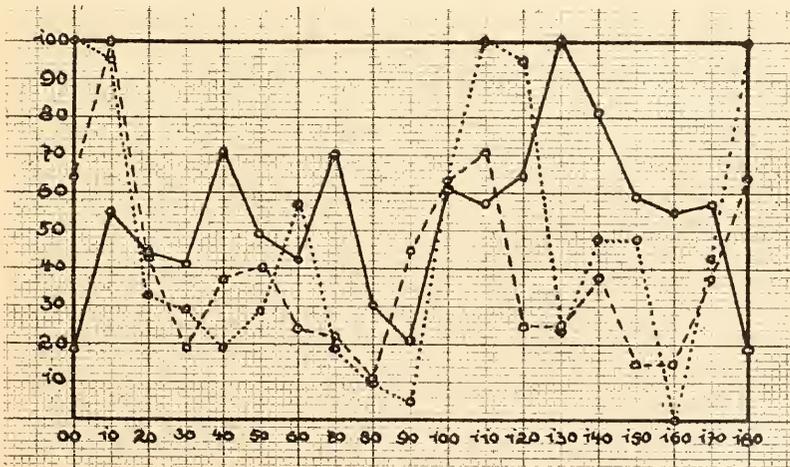
Tabelle 3.



Figur 3.

Bei der Betrachtung des Diagrammes fallen vor allem die sehr gut ausgebildeten Maxima in Richtung  $10^\circ$  und  $110^\circ$  auf. Weiterhin zeigen sich Maxima in erzgebirgscher Richtung zwischen  $40^\circ$  und  $50^\circ$  und in herzynischer Richtung bei  $140^\circ$ . Schließlich ist ein, wenn auch nur gering ausgebildetes Maximum bei  $70^\circ$  zu beobachten. Die zum rheinisch longitudinalen Maximum bei  $10^\circ$  ansteigende Kurve zeigt bei  $170^\circ$  einen deutlichen Knick, der ebenfalls als ein Maximum ausgelegt werden muß. Hier kommen also die sechs Maxima, mit denen wir es immer wieder zu tun haben, auch im Diagramm zum Ausdruck, während wir sie in den vorhergehenden Formationsstufen nur in den Tabellen erkennen konnten.

Auf eine eigenartige Erscheinung muß noch aufmerksam gemacht werden. Im folgenden Diagramm ist die Verteilung der Kluftrichtungen im Doggersandstein verschiedener, durch Verwerfungen begrenzter Schollen angegeben.



Figur 4.

Verteilung der Kluftrichtungen im Doggersandstein der Scholle östlich der Pegnitzverwerfung (ausgezogene Linie), der Scholle zwischen der Aufseßtal- und der Walberlevorverf. (gestrichelte Linie) und der Scholle westlich der Walberlevorverf. (punktierte Linie).

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß die rheinischen Richtungen, von unbedeutenden Abweichungen abgesehen, konstant bleiben. Die Richtungen des erzgebirgisch herzynischen Systems jedoch ändern sich von Nordosten gegen Südwesten zu je um  $10^\circ$  im Uhrzeigersinn. Oestlich der Pegnitzrandverwerfung liegen die Maxima bei  $40^\circ$  und  $130^\circ$ , die der Scholle zwischen Aufseßtal- und Walberleverwerfung streichen bei  $50^\circ$  und  $140^\circ$ , während die der westlich davon gelegenen Scholle bei  $60^\circ$  und  $150^\circ$  verlaufen. Ob dieses auffällige Wandern der erzgebirgischen und herzynischen Richtung bei Konstanz des rheinischen Systems rein zufällig ist oder ob eine gewisse Gesetzmäßigkeit darinnen verborgen liegt, kann heute noch nicht erkannt werden.

### e) Die Kluftrichtungen im Malm.

In den Malmablagerungen müssen wir zwischen zwei Ausbildungsarten unterscheiden: einerseits der Normalfazies, andererseits der massigen Fazies. Erstere umfaßt die gebankten Weißjurakalke und beschränkt sich bei uns im nördlichen Frankenjura im wesentlichen auf den unteren und mittleren Malm. Die massige Ausbildungsweise des Weißen Jura setzt sich zusammen aus den Schwammkalken sowie dem Frankendolomit. Die Schwammkalke finden sich sowohl im unteren wie im mittleren Malm. Der Frankendolomit, der aus jenen im wesentlichen durch Dolomitisierung entstanden ist, findet sich von Malm  $\beta$ , den Werkkalken, an aufwärts. Ueberlagert wird er an einigen Stellen (z. B. bei Bronn und Weidensees) wieder von Bankfazies, die stratigraphisch dem unteren  $\zeta$  entspricht und in der nördlichen Frankenalb nur eine geringe Verbreitung besitzt.

#### A. Kluftrichtungen in der gebankten Fazies des Malm.

Da für unsere Ueberlegungen eine Trennung der in der Bankfazies angetroffenen Steinbrüche nach stratigraphischen Gesichtspunkten keine besonderen Ergebnisse gezeitigt hat, so führe ich im Nachfolgenden die einzelnen Aufschlüsse rein geographisch an.

Beginnen wir bei der Betrachtung der einzelnen in der Normalfazies angelegten Steinbrüche wieder im Nordosten unseres Untersuchungsgebietes, so wären hier zunächst einige an der Straße Hollfeld – Schönfeld in nächster Nähe der Störungslinie gelegene Aufschlüsse zu nennen. Stratigraphisch befinden sie sich im unteren Malm. Die auftretenden Maxima liegen bei  $15^\circ$ ,  $55^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $145^\circ$  und  $170^\circ$ . Einige Kilometer südlich davon sind bei Planckenfels die Steinbrüche von Allneuwirtshaus angelegt. Dort sind die Maxima von  $15^\circ$  und  $100^\circ$  auf  $30^\circ$  und  $120^\circ$  verschoben; die anderen hingegen verlaufen ungefähr in derselben Richtung wie oben, nämlich bei  $50^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $140^\circ$  und  $170^\circ$ . In den in den Werkkalken angelegten Steinbrüchen des Zipser Berges bei Pegnitz häufen sich die Kluftrichtungen bei  $30^\circ$  und  $120^\circ$ . Ein drittes Maximum läßt sich noch bei  $50^\circ$  erkennen, während die übrigen nicht zur Geltung kommen.

Bei Zusammenfassung aller am Nordostrande unseres Untersuchungsgebietes in der Normalfazies des Malm gemessenen Kluftrichtungen ergeben sich sechs Maximumlagen bei  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$  und  $170^\circ$ . Die drei zuletzt genannten Richtungen zeigt auch die Lichtenfels – Pegnitzer Verwerfung, die von Pegnitz bis Oberhauenstein  $120^\circ$ , von Oberhauenstein bis zur Schweinsmühle im Ailsbachtal  $150^\circ$  und von da ab nordwärts  $170^\circ$  streicht. Man sollte nun annehmen, daß bei den Klüften diese Richtungen auch prozentual über den drei senkrecht zu ihnen verlaufenden stehen. Gerade das Gegen-

teil ist der Fall. Auf die Richtung bei  $30^\circ$  treffen 30 %, bei  $60^\circ$  18 %, bei  $120^\circ$  25 % und bei  $150^\circ$  nur 16 %. Auf die Richtungen  $80^\circ$  und  $170^\circ$ , auf die ohnehin nur wenige Klüfte entfallen, kommen 6 % und 5 %. Wir müssen allerdings das eine bedenken, daß, worauf in der Literatur zuletzt v. B u b n o f f aufmerksam gemacht hat, die Anzahl der in einer bestimmten Richtung gemessenen Klüfte ganz von den Aufschlußverhältnissen abhängt, mit anderen Worten, daß der jeweils angegebene Betrag der prozentualen Verteilung nur qualitativ, nicht quantitativ bewertet werden darf.

Am westlichen Albrand finden wir am weitesten im Norden die in der Werkkalkstufe gelegenen Steinbrüche zwischen Zeegendorf und Teuchatz. Die maximalen Richtungen streichen hier bei  $10^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $150^\circ$ . Die etwa 15 km südlich davon gelegenen Steinbrüche an der Südspitze der Langen Meile bei Oberweilersbach weisen die Richtungen  $10^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $130^\circ$  auf; die sechste Richtung, die dem Maximum bei  $80^\circ$  entspricht und ungefähr  $N 10^\circ W$  streichen müßte, ist nicht erkennbar.

In den Steinbrüchen nördlich von Ebermannstadt finden wir wieder etwas abgeänderte Maximalrichtungen, nämlich  $20^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $110^\circ$ ,  $140^\circ$  und  $160^\circ$ . Diese leichte Verdrehung der Richtungen scheint indessen nur lokaler Natur zu sein; denn in einigen Steinbrüchen Wiesen aufwärts zwischen Streilberg und Muggendorf finden wir wieder die obigen Richtungen  $10^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $165^\circ$ . Die ausgesprochen erzgebirgische Richtung fällt hier ebenso wie noch weiter talaufwärts zwischen Muggendorf und Stempfermühle, wo Maxima bei  $00^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $110^\circ$  und  $150^\circ$  ausgebildet sind, weg.

Kehren wir nun zum Albrande zurück, so finden wir im Ehrenbachtal bei Oberehrenbach, hoch oben am Hang, einen Steinbruch, in dem hauptsächlich die Richtungen bei  $30^\circ$  und  $120^\circ$  ausgebildet sind.

Am Leyerberg, einem Zeugenberg unweit Erlangen, sind wieder die Maxima bei  $10^\circ$  und  $100^\circ$  vorherrschend, weitere finden sich bei  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  und  $120^\circ$ . In den Brüchen um Gräfenberg scharen sich die Klüfte um die Maxima bei  $10^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $120^\circ$ . Doch schon 6 km südöstlich davon, bei Oberdorf, treten wieder sechs Maxima auf, und zwar bei  $10^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $150^\circ$ . Wenige Kilometer weiter östlich finden wir im Tal des Ifflinger Baches die maximalen Richtungen von  $00^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $140^\circ$ .

Sämtliche am Westrand der nördlichen Frankenalb in der Bankfazies des Malm gemessene Kluffrichtungen zeigen in einer Zusammenstellung deutliche Maxima bei  $10^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $150^\circ$  an. Die  $30^\circ$ -Richtung kommt dabei gar nicht zur Geltung, doch ist die um  $90^\circ$  von ihr verschiedene Richtung bei  $120^\circ$  am zweitbesten nach der Richtung bei  $10^\circ$  ausgebildet. Daß die  $30^\circ$ -Richtung nicht in Erscheinung tritt, ist nicht eine Folge der Art der Zusammenstellung, sondern sie ist tatsächlich in verschiedenen Steinbrüchen nicht ausgebildet, in anderen trifft sie, mit den übrigen Richtungen verglichen, sehr stark zurück.

Sehr gut aufgeschlossen ist die Normalfazies des Malm im oberen Pegnitztal. Die hier angelegten großen Steinbrüche ergaben eine stattliche Zahl von Kluffmessungen. Die nördlichsten Brüche befinden sich unterhalb Rupprechtslegen. Hier ließen sich maximale Richtungen bei  $00^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $110^\circ$  und  $160^\circ$  nachweisen: Dieselben Richtungen finden sich in den Aufschlüssen am östlichen Talhang bei Artelshofen; jedoch ist hier die Richtung  $00^\circ$  überhaupt nicht ausgebildet. In den Brüchen westlich Vorra dagegen häufen sich die Klüfte nur in vier Richtungen, und zwar bei  $00^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $115^\circ$ . Am Hohensfädter Fels, wo die Pegnitz aus ihrer Nordsüdrichtung in

die Ostwestrichtung umschwenkt, sind wiederum sechs maximale Kluftrichtungen ausgebildet. Sie liegen bei 10°, 30°, 50°, 100°, 120° und 140°. Wenige Kilometer westlich des Hohenstädter Felses zeigen die Steinbrüche am Steinberg bei Hersbruck Maxima bei 10°, 40°, 90°, 110°, 130° und 170°. Besonders zahlreich sind die Klüfte in der Ostwestrichtung (90°) und der fast senkrecht darauf stehenden (170°).

Zusammenfassend läßt sich also für die Brüche des Pegnitztales sagen, daß die Richtungen 00°, 40°, 90° und 110° maximal ausgebildet sind. Ein schwaches Maximum zeigt sich noch bei 140°.

Stellen wir sämtliche in der Normalfazies gemessenen Kluftrichtungen zusammen, so erhalten wir folgende Tabelle :

Malm Normalfaz.											
46	Hollfeld . . . . .	15°			55°	80°	100°			145°	170°
47	Altneuwirtshaus .		30°	50°	80°			120°	140°	170°	
48	Pegnitz . . . . .		30°	50°				120°			
49	Ebermannstadt .		20°	45°	80°		110°		140°	160°	
50	Zeegendorf . . .	10°	30°	60°		90°		120°		150°	
51	Ober-Weilersbach	10°		50°	80°	100°			130°		
52	Streitberg . . . .	10°	30°				90°	120°			165°
53	Muggendorf . . .	00°	30°				90°	110°		150°	
54	Ober-Ehrenbach .		30°					120°			
55	Leyerberg . . . .	10°	30°	60°		100°		120°			
56	Gräfenberg . . .	10°		40°			90°	120°			
57	Oberdorf . . . . .	10°	30°	50°			90°	120°		150°	
58	Ithling . . . . .	00°	30°	60°			90°	120°	140°		
	Westrand zus. . .	10°		50°			90°	120°		150°	
59	Rupprechtstegen.	00°	30°		70°	90°		110°			160°
60	Artelshofen . . .		30°		70°	90°		110°			160°
61	Vorra . . . . .	00°		40°		90°		115°			
62	Hohenstadt . . . .	10°	30°	50°		100°		120°		140°	
63	Hersbruck . . . .	10°		40°		90°		110°	130°		170°
	Pegnitztal zus. .	00°		40°		90°		110°		140°	
	Zusammenfassung	10°	30°			90°		120°			

Tabelle 4.

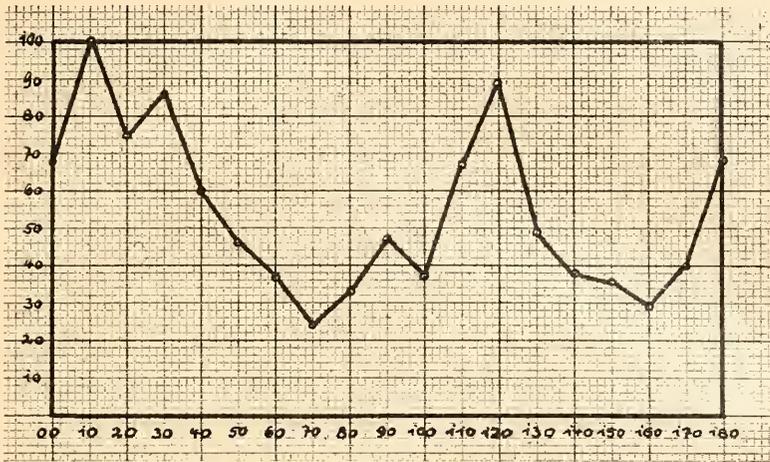
Das Diagramm der Kluftrichtungen sämtlicher Aufschlüsse in der gebankten Fazies des Malm sieht demnach folgendermaßen aus (siehe nächste Seite).

Uebersaus deutlich treten vier Maxima auf, zwei in rheinisch longitudinaler Richtung bei 10° und 30° und zwei in rheinisch transversaler Richtung bei 90° und 120°. Was nun das erzgebirgisch herzynische System betrifft, so können wir in den beiden absteigenden Aesten der Kurve zwischen 30° und 70° und zwischen 120° und 160° zwei schwache Knicke bei 60° und 150° bemerken, die wohl die erzgebirgische und die herzynische Richtung vorstellen können.

Die Diagramme der Kluftrichtungen in der Normalfazies des Malm, getrennt nach ihrem Auftreten in den einzelnen Schollen, zeigt Figur 6 auf der nächsten Seite.

Bei Betrachtung von Fig. 6 finden wir wiederum Verhältnisse ganz eigener Art, die leider ebenfalls noch nicht erklärt werden können (vielleicht überhaupt nie geklärt werden können, weil im nördlichen Frankenalb gerade diejenigen

Sedimente nicht zur Ablagerung gekommen sind, die zu einer genauen Feststellung der tektonischen Geschichte unbedingt nötig wären).



Figur 5.



Figur 6.

Verteilung der Kluftrichtungen in der Normalfazies des Malm der Scholle östlich der Pegnitzrandverwerfung (ausgezogene Linie), der Scholle zwischen der Pegnitzrand- und der Aufseßtalverwerfung (gestrichelte Linie), der Scholle zwischen der Aufseßtal- und der Walberleverwerfung (punktirierte Linie) und der Scholle westlich der Walberleverwerfung (strichpunktirierte Linie).

Eine dieser auffälligen Erscheinungen in den vorstehenden Diagrammen ist z. B. das Verhalten der rheinischen Richtungen. In den Schollen östlich der Walberleverwerfung liegen die Maxima der rheinischen longitudinalen Richtung bei  $10^{\circ}$  und  $30^{\circ}$ , die der rheinisch transversalen Richtung bei  $90^{\circ}$  bzw.  $100^{\circ}$  und  $120^{\circ}$ . In der Scholle westlich der Walberleverwerfung hingegen zeigt die rheinisch longitudinale Richtung Maxima bei  $170^{\circ}$  und  $30^{\circ}$ , die rheinisch transversale bei  $80^{\circ}$  und  $120^{\circ}$ .

Auch das Verhalten der herzynischen Richtung ist sehr sonderbar. Während die Schollen östlich der Walberleverwerfung kein Maximum in herzynischer Richtung erkennen lassen, tritt auf der Scholle westlich der Walberleverwerfung ein deutliches und ziemlich stark ausgebildetes Maximum bei  $150^\circ$  auf. Wie schon oben gesagt, konnte ich leider keine Erklärung für diese merkwürdigen Erscheinungen finden.

### B. Kluffrichtungen in der massigen Fazies des Malm.

Im Gegensatz zur gebankten Fazies des Malm finden wir im Bereich der massigen Ausbildungsweise fast keine künstlichen Aufschlüsse. Seinen Grund hat das darin, daß Steinbrucharbeiten in der massigen Fazies viel größeren Schwierigkeiten begegnen als in der gebankten und sich ihre Gesteine zu Bauzwecken auch meist wenig eignen. Ich mußte deshalb zu meinen Kluffmessungen hauptsächlich Felsbildungen heranziehen, die teilweise ja auch Klüftung aufweisen. Jedoch sind die Kluffflächen meist von der Verwitterung stark angegriffen, worunter die Genauigkeit der Messungen leiden mußte.

#### 1. Verschwammte Kalke des unteren und mittleren Malm.

Die meisten hier zu behandelnden Kluffrichtungen wurden an Felsbildungen im oberen Pegnitztal gemessen. Bei der Verarbeitung des angefallenen Materials erhielt ich Maxima in folgenden Richtungen: bei  $00^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $150^\circ$ . Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daß nicht an jeder einzelnen Felsbildung sämtliche sechs maximalen Richtungen festgestellt werden konnten; am häufigsten traten die Richtungen  $40^\circ$  und  $120^\circ$  auf, weniger oft die Richtungen  $00^\circ$  und  $90^\circ$ . Die Maxima  $60^\circ$  und  $150^\circ$  war nur schwach angedeutet.

#### 2. Frankendolomit.

Von zwei Steinbrüchen, bei Michelfeld in der Oberpfalz und Neuensorg unweit Velden, abgesehen, wurden auch hier sämtliche Kluffmessungen an Felsbildungen vorgenommen. Die Ungenauigkeit der Messungen an angewitterten Kluffflächen wird sicherlich ausgeglichen durch die große Zahl der Messungen, die ausgeführt werden konnten.

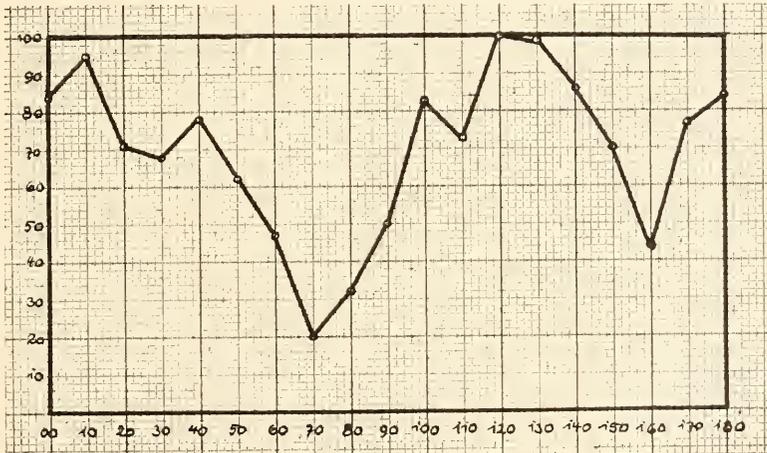
Die im oberen Pegnitztal gemessenen Kluffrichtungen weisen Maxima bei  $20^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $140^\circ$  und  $170^\circ$  auf. Um diese Zahlen in den beiden Systemen unterzubringen, sind vielleicht für das rheinische System  $170^\circ$  und  $20^\circ$  sowie  $100^\circ$  und  $120^\circ$  und für das erzgebirgisch herzynische  $60^\circ$  und  $140^\circ$  zusammenzunehmen. Die Winkeldifferenz beträgt zwar nirgends genau  $90^\circ$ . Zurückzuführen ist dies indessen wohl auf den geringen Genauigkeitsgrad der Messungen.

Südwestlich von Pegnitz ergaben sich Maxima bei  $10^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $120^\circ$  und  $170^\circ$ ; ganz ähnlich streichen die Werte nordwestlich Pegnitz, nämlich bei  $10^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $130^\circ$  und  $170^\circ$ . In den an Felsbildungen überaus reichen Tälern der Umgebung von Pottenstein lassen sich als Maxima die Richtungen bei  $10^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $140^\circ$  und  $170^\circ$  feststellen. Sowohl für diese Werte als auch für jene der Pegnitzer Gegend ergibt sich ohne weiteres die Einreihung der Richtungen  $170^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $80^\circ$  und  $100^\circ$  in das rheinische und der Richtungen  $40^\circ$  bzw.  $50^\circ$  und  $120^\circ$  bzw.  $130^\circ$  bzw.  $140^\circ$  in das erzgebirgisch herzynische System. Im oberen Wiesenttal zwischen Hollfeld und Waischenfeld weichen die maximalen Richtungen etwas von den bisher an-

geführten ab. Die Hauptstreichrichtungen sind nämlich auf vier dezimiert. Ihr Verlauf wird ausgedrückt durch die Werte  $00^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  und  $130^{\circ}$ .

Nr.	Malm mass. Faz.											
	Schwammkalke											
64	oberes Pegnitztal	$00^{\circ}$		$40^{\circ}$	$60^{\circ}$		$90^{\circ}$		$120^{\circ}$		$150^{\circ}$	
	Frankendolomit											
65	oberes Pegnitztal		$20^{\circ}$		$60^{\circ}$		$100^{\circ}$		$120^{\circ}$		$140^{\circ}$	$170^{\circ}$
66	SW. Pegnitz . . .	$10^{\circ}$		$40^{\circ}$		$80^{\circ}$	$100^{\circ}$		$120^{\circ}$		$170^{\circ}$	
67	NW. Pegnitz . . .	$10^{\circ}$		$50^{\circ}$		$80^{\circ}$	$100^{\circ}$		$130^{\circ}$		$170^{\circ}$	
68	Pottenstein . . .	$10^{\circ}$		$40^{\circ}$		$80^{\circ}$	$100^{\circ}$		$140^{\circ}$		$170^{\circ}$	
69	Waischenfeld . .	$00^{\circ}$		$40^{\circ}$		$90^{\circ}$			$130^{\circ}$		$170^{\circ}$	
	Zusammenfassung	$10^{\circ}$		$40^{\circ}$		$80^{\circ}$	$100^{\circ}$		$130^{\circ}$		$170^{\circ}$	

Tabelle 5.



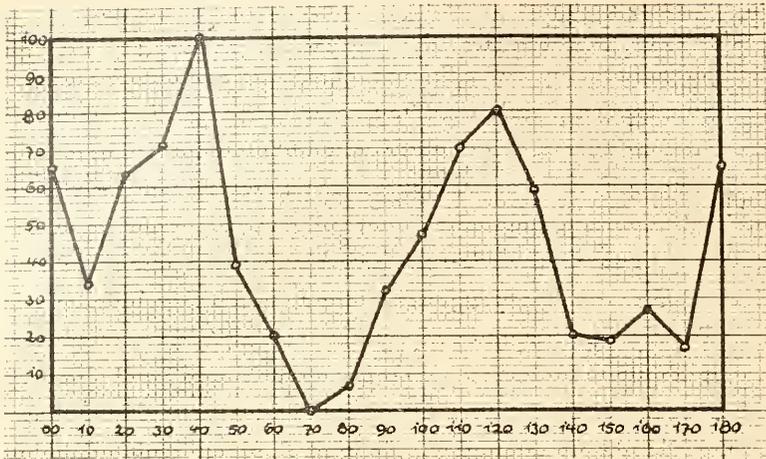
Figur 7.

Das Diagramm für alle in der massigen Fazies des Malm gemessenen Kluftrichtungen zeigt nur vier Maxima an, bei  $10^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $100^{\circ}$  und  $120^{\circ}$ . Vor allem vermissen wir die Maxima bei  $80^{\circ}$  und  $170^{\circ}$ , die im Frankendolomit, wie aus der vorstehenden Tabelle ersichtlich, so überaus häufig sind. Da aber gerade diese beiden Maxima in den Schwammkalken nicht ausgebildet sind, wird es zweckmäßig sein, wenn wir die Kluftrichtungen in den Schwammkalken und im Frankendolomit je in einem besonderen Diagramm untersuchen.

Das Diagramm der Kluftrichtungen in den Schwammkalken zeigt deutliche Maxima bei  $00^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$  und  $160^{\circ}$ . Außerdem ist noch je ein Maximum angedeutet bei  $20^{\circ}$  und bei  $90^{\circ}$ .

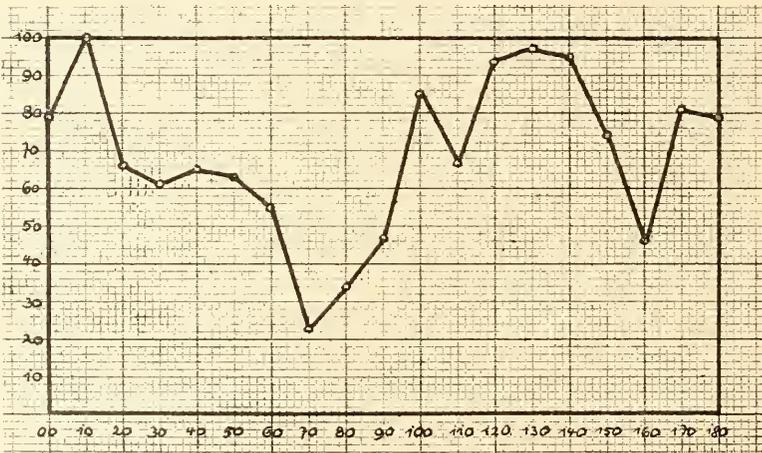
Etwas anders verlaufen die Maxima im Frankendolomit. Dort finden wir nämlich ausgeprägte Maxima bei  $10^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $100^{\circ}$ ,  $130^{\circ}$  und  $170^{\circ}$ . Das in der Tabelle so stark hervortretende Maximum bei  $80^{\circ}$  kommt in der Kurve nur

## I. Die Kluftrichtungen in den Schwammkalken.



Figur 8.

## II. Die Kluftrichtungen im Frankendolomit.

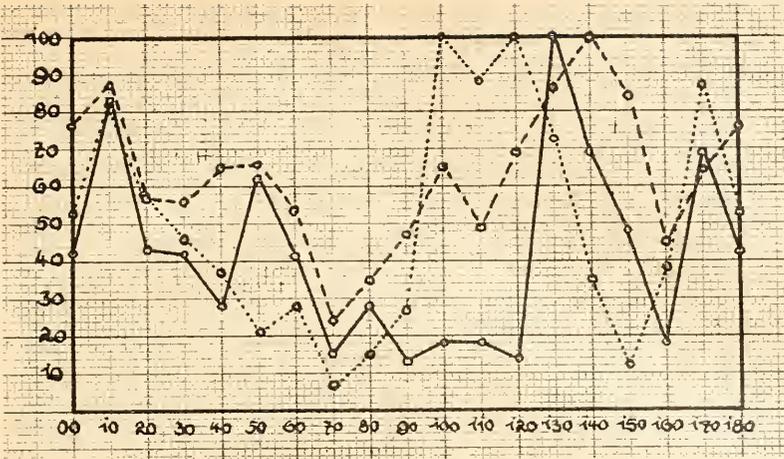


Figur 9.

insofern zum Ausdruck, daß der aufsteigende Ast der Kurve zwischen 70° und 100° nicht so stetig verläuft, wie es gewöhnlich der Fall ist, sondern gleich steil zu dem Werte für die Richtung 80° ansteigt, woraus auf ein Maximum in dieser Richtung geschlossen werden darf.

Die Kluftrichtungen im Frankendolomit der einzelnen Schollen sind in Fig. 10 dargestellt. (Siehe nächste Seite.)

Fig. 10 läßt deutlich die Maxima des rheinischen Systems in allen drei Schollen konstant bei 10°, 100° und 170° erkennen. Das Maximum der erzgebirgischen Richtung schwankt zwischen 40° und 50°, während das der herzynischen Richtung zwischen 120° und 140° verläuft.



Figur 10.

Verteilung der Kluftrichtungen im Frankendolomit der Scholle östlich der Pegnitzrandverwerfung (ausgezogene Linie), der Scholle zwischen der Pegnitzrand- und der Aufseßtalverwerfung (gestrichelte Linie) und der Scholle zwischen der Aufseßtal- und der Walberleverwerfung (punktierte Linie).

#### f) Die Kluftrichtungen in der Kreide.

Die Kreide ist in dem von mir bearbeiteten Gebiet nur durch den ober-  
turonen Veldensteiner Sandstein vertreten. Die wenigen Steinbrüche, die ehe-  
mals in ihm angelegt worden sind, sind heute fast alle verwachsen und werden  
bei der mürben Beschaffenheit des Gesteins meist nur noch zur Sandgewin-  
nung benutzt. Beim „Schutzengel“ im Veldensteiner Forst westlich Fisch-  
slein lassen sich noch die Richtungen  $30^\circ$  und  $130^\circ$  feststellen. Einige Kilo-  
meter weiter nördlich, am Kühkopf, scharen sich die Klüfte um die Richtungen  
 $10^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $130^\circ$ , während bei Auerbach in der Oberpfalz die Maxima  
bei den Richtungen  $00^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $130^\circ$  liegen. Wir können hier also  
wieder die beiden Klufsysteme erkennen, das rheinische mit den Höchst-  
beträgen bei  $00^\circ$ ,  $30^\circ$  und  $100^\circ$  und das erzgebirgisch herzynische mit solchen  
bei  $60^\circ$  sowie  $130^\circ$ .

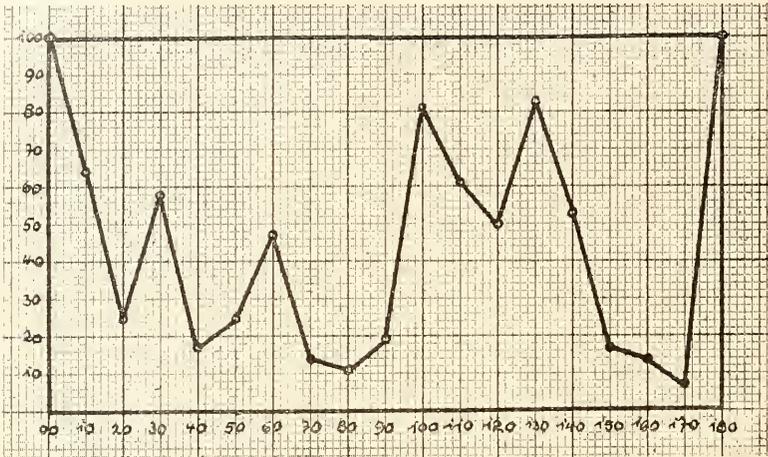
Nr.	Veldenst. Sdst.							
70	Schutzengel . . .		$30^\circ$					$130^\circ$
71	Kühkopf . . . . .	$10^\circ$		$50^\circ$		$90^\circ$		$130^\circ$
72	Auerbach i. O. . . .	$00^\circ$	$30^\circ$		$60^\circ$		$100^\circ$	$130^\circ$

Tabelle 6.

### VIII. Das Alter der Klüfte.

Bei der Frage nach dem Alter der Klüfte müssen wir von der Voraus-  
setzung ausgehen, daß die Klüfte entstanden sind durch die Ueberbeanspru-  
chung des Gesteinsmaterials, sei es durch Zug, durch Druck oder durch Schub.  
Bei der experimentellen Untersuchung hat sich nun ergeben, daß Probe-  
körper, die einer Druckbeanspruchung unterzogen werden, nach ganz bestimm-

ten Richtungen zerbrechen. Dabei entstehen je nach der Gestalt des Probekörpers entweder Kegel oder Pyramiden, die begrenzt werden durch die sogenannten Luedersschen oder Mohrschen Flächen. Die Grundflächen stehen dabei senkrecht zur Druckrichtung. Im Gegensatz dazu gelang es F o e p p l (1900), mit geschmierten Druckflächen Brüche in und senkrecht zur Druckrichtung zu erzielen, S t i e l e r hat (1923) dieses System das C l o o s s c h e genannt. Günstigenfalls können also vier verschiedene Zerbrechungsflächen auftreten. Im vorhergehenden Teil der Arbeit ist aber das Vorhandensein von sechs maximalen Kluftrichtungen festgestellt worden. Dies läßt die Annahme berechtigt erscheinen, daß die Klüfte nicht alle gleichzeitig entstanden sein können.



Figur 11.

Das Diagramm zeigt deutlich das Fehlen der Maxima bei  $80^\circ$  und  $170^\circ$ , worauf weiter unten noch näher eingegangen wird.

Im Folgenden sei es mir gestattet, die der nördlichen Frankenalb benachbarten Gebiete mit in den Kreis meiner Betrachtungen zu ziehen, da in ihnen schon manche tektonischen Einzelheiten genau untersucht worden sind — ich erinnere nur an die Arbeiten von K l ü p f e l und S e e m a n n für das östlich anschließende Gebiet — während die Tektonik der nördlichen Frankenalb nur im Großen geklärt ist und Spezialuntersuchungen fast ganz ausstehen.

Bereits der Altmeister der bayerischen Geologie, Wilhelm v. G ü m b e l, spricht in seiner Geognostischen Beschreibung der Frankenalb von zwei Gebirgsbildungsphasen, der präcenomanen und der tertiären. Daß bereits im Präcenoman eine Zerklüftung des Gebietes erfolgt sein muß, zeigt sehr deutlich die Gegend von Regensburg. Dort sind nämlich die stratigraphisch dem Malm angehörenden plumpen Felsenkalke stark zerklüftet und die Klüfte selbst mit den sogenannten Schulfelsschichten ausgefüllt, welche letztere cenomanen Alters sind.

In das Präcenoman fallen nun nach S t i l l e (1924) drei Gebirgsbildungen: die altkimmerische, die jungkimmerische und die austrische.

Die altkimmerische Faltung ist noch triadischen Alters und hat wohl kurz vor oder in der Rhätzeit stattgefunden. Nach R ü g e r (1924) fehlen nun in Elsaß-Lothringen ebenso wie in Teilen der Schweiz die Feuerletten. In der

nördlichen Frankenalb ist zwischen den Sandsteinen des nicht zu trennenden unteren und mittleren Rhät und den Schiefertönen des oberen Rhät eine deutliche Diskordanz zu sehen. Diese Tatsachen hat bereits *Beurlen* (1926 p. 204) mit der allkimmerischen Gebirgsbildung in Zusammenhang gebracht. Die vorliegenden Klufforschungen bringen darüber jedoch keine klare Entscheidung. Die Klüfte der Sandsteine des mittleren und oberen Keupers bevorzugen nämlich beinahe dieselben Richtungen wie etwa der Sandstein des Dogger. Wenn die Tatsache der gleichen Kluffrichtungen im Keuper wie im Dogger auch nicht den Schluß zuläßt, daß in der obersten Trias keine Gebirgsbildung in Franken stattgefunden hat — werden doch bereits einmal angelegte Klüfte ebenso wie viele Verwerfungen posthum wieder benützt werden —, so spricht doch diese Tatsache ebenso wenig für eine präjurassische Orogenese.

Die jungkimmerische Gebirgsbildung ist für Mitteleuropa die bedeutendste Phase der saxonischen Fallung. Sie fällt in die Zeit zwischen dem Kimmeridge und dem Obervalanginien. *F. D a h l g r ü n* (1921) konnte sie im mittleren Leinegebiet in drei Unterphasen zerlegen: die erste und zugleich die Hauptphase ist die Deisterphase, welche zwischen dem Kimmeridge und dem unteren Porlland stattgefunden hat. Die zweite Phase ist die Osterwaldphase; sie liegt im oberen Porlland zwischen Mündel Mergel und Serpulit. Die dritte oder Hilsphase gehört bereits der unteren Kreide an; ereignet hat sie sich zwischen dem Wealden-Ton und dem Obervalanginien.

Übertragen wir obige, von *Stille* und seinen Schülern durchgeführte Eingliederung der Gebirgsbildungsphasen in die nordwestdeutsche Schichtenfolge auf süddeutsche Verhältnisse, so erhalten wir die Deisterphase an der Grenze von Malm  $\epsilon$  zu Malm  $\zeta$ , also vor Ablagerung der Beckerizone; die Osterwaldphase hat nach Ablagerung der Reisbergkalke und vor der Sedimentation der Neuburger Bankkalke stattgefunden. Die Hilsphase fällt in die große Lücke der Unterkreide.

Bei Kleinziegenfeld zeigt sich nun nach *Paul Dorn* (1928) folgendes Profil: dickgebankter Frankendolomit, der dolomitisiertem Malm  $\delta$  entspricht, wird überlagert von massigem Frankendolomit (Malm  $\epsilon$ ). Diese massige Ausbildungsweise geht über in dünngebankten Frankendolomit, dessen mehr oder weniger dicke Platten durch Straßenbau aufgeschlossen sind. Nach oben zeigt dieser plattige Dolomit einen allmählichen Uebergang in die Plattenkalke, wie dies auch bei Weidensees zu beobachten ist. Plattendolomit und Plattenkalke entsprechen stratigraphisch der Beckerislufe (unteres  $\zeta$ ) *Schneid's* (1914—15). Den Solnhofer Plattenkalken gleich zu stellende Ablagerungen sind in der nördlichen Frankenalb nicht ausgebildet. Von einer Diskordanz, die auf eine Gebirgsbildung zur Zeit der Deisterphase schließen ließe, ist nach allen Geländebeobachtungen nichts zu bemerken.

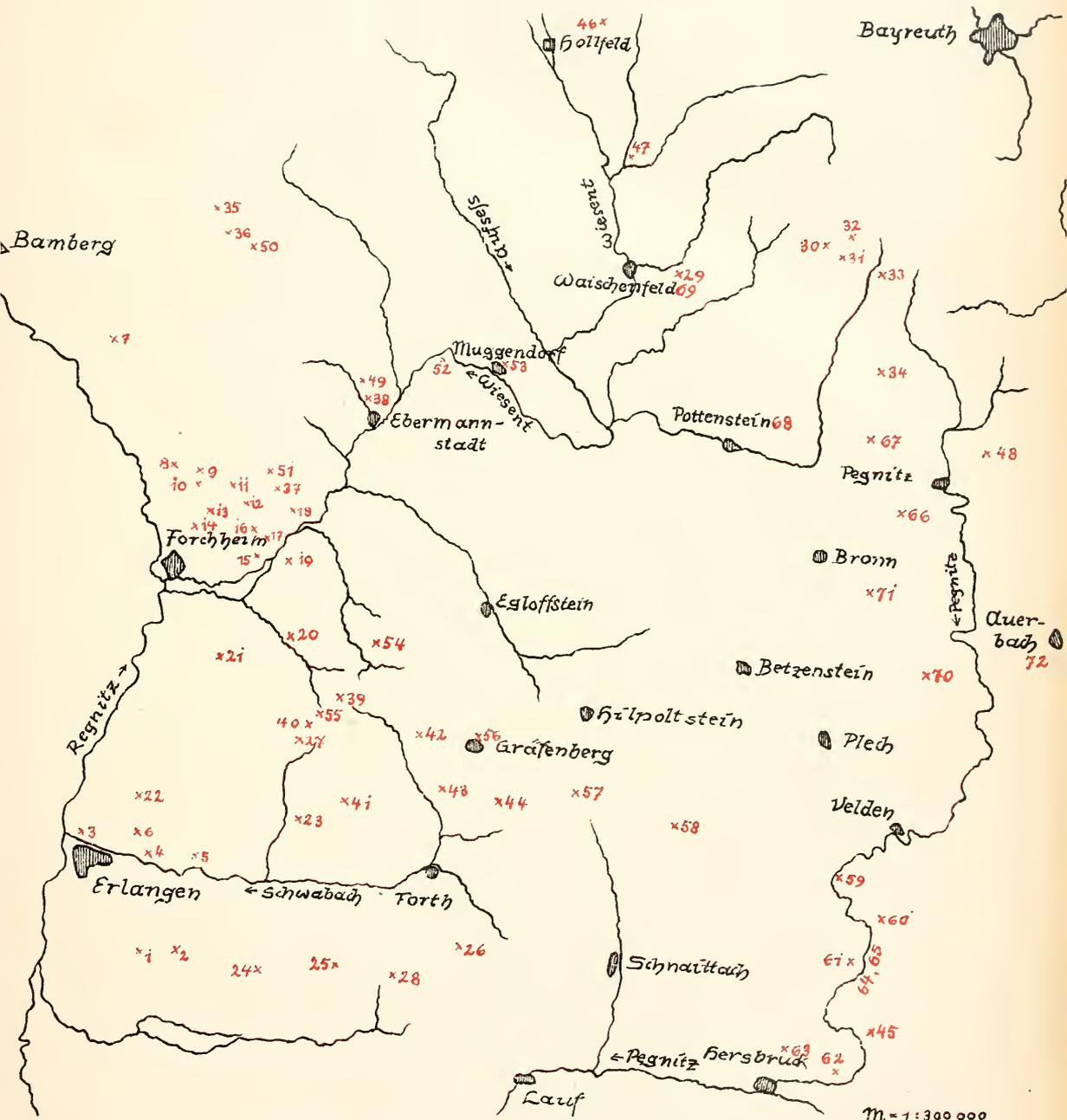
Auch die Osterwaldphase scheint auf unser Gebiet nicht eingewirkt zu haben. Zwar fehlen in der nördlichen Frankenalb die entsprechenden Ablagerungen, sie sind jedoch in der südlichen Frankenalb vorhanden. *Schneid* konnte a. a. O. dort konkordante Ablagerungen der obertithonischen Neuburger Kalke (Stufe der *Berriasella ciliata* Schneid) auf die blauen Bankkalke der Reisbergschichten feststellen. Schön ist dieser Uebergang bei Neuburg an der Donau aufgeschlossen, und zwar in den Steinbrüchen an der Donauwörther Straße, in den Steinbrüchen auf der Ostseite des Burgholzes und am Finkenstein.

Es bleibt sodann von den drei Phasen der jungkimmerischen Gebirgsbildung nur noch die letzte, die Hilsphase übrig. Nachdem im gesamten nördlichen Bayern jegliche Ablagerung der Unterkreide fehlt und Gebirgsbildung — wie oben erwähnt — unbedingt vor Ablagerung des Cenomans stattgefunden haben muß, so wäre der Nachweis für gebirgsbildende Tätigkeit der Hilsphase in unserem Gebiet nur dann erbracht, wenn im Präcenoman keine weitere orogenetische Phase in Erscheinung treten würde.

Jedoch konnte für diese Zeit in verschiedenen Teilen der Erde noch eine etwas jüngere Gebirgsbildungsphase bemerkt werden, die wegen ihrer besonderen Bedeutung für die östlichen Teile der nördlichen Kalkalpen von Stille als die austrische bezeichnet wurde. Im nördlichen Deutschland sind zwar nur ganz schwache, tektonische Bewegungen dieser Phase nachzuweisen, doch ist es immerhin möglich, daß die austrische Gebirgsbildung auf das viel näher gelegene Nordbayern ganz anders eingewirkt hat als auf das weit entfernte Norddeutschland. Es ist leider keinerlei Anhaltspunkt dafür zu finden, welche von diesen beiden in Betracht kommenden Gebirgsbildungsphasen der jungkimmerischen, genauer der Hilsphase, oder der austrischen Faltung tektonische Bedeutung für die nördliche Frankenalb zukommt. Infolge des völligen Fehlens der Unterkreide wird auch eine vollkommene und eindeutige Lösung des Problems der präcenomanen Gebirgsbildung kaum möglich sein.

In die Oberkreide fällt die subherzynische Faltung Stilles, welche die Aufrichtung und Ueberkipfung der mesozoischen Schichten am Nordrand des Harzes und die Heraushebung des Harzes selbst bewirkt hat. Es hat sich dort eine Teilung in zwei Phasen ermöglichen lassen: die eine, die sogenannte Ilse-Phase, ist die ältere und liegt zwischen unterem und oberem Emscher, die zweite ist Wernigeröder Phase genannt und hat zwischen den unteren und den oberen Granulatschichten stattgefunden. Da aber, vom Heldmannsberger Sandstein abgesehen, jüngere Kreideablagerungen als Overturon (Veldensteiner Sandstein) in Nordbayern nicht bekannt sind, kann nicht festgestellt werden, ob im Emscher oder im Senon gebirgsbildende Bewegungen sich vollzogen haben. Bei der evtl. Annahme von austrischer Faltung für unser Gebiet würde die subherzynische Gebirgsbildung nach Stille (1924 p. 154) schon deswegen kaum in Betracht zu ziehen sein, weil diese jüngere interkretazische Phase nur da tätig gewesen zu sein scheint, wo die ältere (austrische) nicht in Erscheinung getreten ist.

Ins Untersenon sind die jüngsten Kreideablagerungen im westlichen Randgebiet der böhmischen Masse zu stellen. Es sind dies blaugraue, weiche, tonige Mergel, die durch Tiefbohrungen im Liegenden von über 60 m mächtigen Tertiärablagerungen bei Moosham, Alt-Egloffstein und Hellkofen erschlossen wurden. Nach dem zuletzt genannten Fundort wurden sie Hellkofener Mergel genannt. Alle zum zeitlichen Fixieren der Gebirgsbildungsvorgänge geeigneten Ablagerungen fehlen von diesen senonen Hellkofener Mergeln an bis hinauf ins Obermiozän, der Entstehungszeit der Oberpfälzer Braunkohlenlager. Gerade in diese Zeit fallen aber bedeutende Erdkrustenbewegungen, so vor allem nach Klüpfel (1923 p. 32 f.) die Hauptbewegungen an den wahrscheinlich schon präcenoman angelegten Randspalten, welche die böhmische Masse und das Fichtelgebirge im Südwesten begrenzen. In diese Periode sind auch die Uberschiebungserscheinungen der böhmischen Masse auf das mesozoische bzw. neozoische Vorland bei Straubing und evtl. auch im Bodenwöhrer Becken bei Erzhäuser sowie die Uberschiebung von Diabas auf Keuper (Schilfsandstein) bei Ludwigschorgast am Südwestrand des



m = 1:300 000



Frankenwaldes einzureihen. In die gleiche Zeit muß auch die Entstehung der Donaurandspalte bei Straubing gesetzt werden.

Nach Stille finden wir nun für die Zeit vom Untermiozän bis zum Obermiozän vier Faltungsphasen. Die älteste ist die laramische Gebirgsbildung, die in den Ostalpen die bayerische genannt wird. Sie liegt an der Grenze von Kreide und Tertiär und ist in Mittel- und Nordwestdeutschland zeitlich ziemlich genau festzulegen; weniger gelingt dies in den Ostalpen, wo lediglich vorobermiozänes Alter bestimmt werden kann.

Als nächste jüngere Gebirgsbildung wäre die pyrenäische zu nennen. Sie kann wohl an die Grenze vom Eozän zum Unteroligozän gestellt werden. In den Ostalpen scheint sie von untergeordneter Bedeutung zu sein, ist aber für Mitteldeutschland deutlich im subherzynischen Becken und im Meißner Gebiet erkannt worden.

Die hier noch zu nennenden beiden letzten vorobermiozänen Gebirgsbildungen treten an Bedeutung hinter den beiden ersten, der laramischen und der pyrenäischen, zurück. Beide sind in den Ostalpen gut zu erkennen und haben ihre Namen von ostalpinen Gebieten. Die ältere davon fällt in die Grenze von Oligozän und Miozän und trägt nach ihrem Auftreten im Drausavegebiet die Bezeichnung savisch, während die jüngere intramiozänen Alters ist und nach der mittleren Steiermark, wo sie sich besonders geltend gemacht hat, als steirische bezeichnet wird. Von beiden Phasen sind auch Andeutungen im Bereich der saxonischen Gebirgsbildung zu finden.

In unserem Gebiet sind nach Klüpfel (1923 p. 32 f. und 1926 Tabelle) die Randspalten zur Zeit der Grenze Kreide — Tertiär entstanden, gehören also der laramischen Gebirgsbildung an; die Ueberschiebungen am Südwestrand des alten Gebirges wären eine Folge der pyrenäischen Faltung, während die Donaurandspalte bei Straubing intramiozänen Alters wäre: sie wäre damit zur steirischen Gebirgsbildung zu stellen.

Auf die postmiozänen Faltungsphasen noch einzugehen, erübrigt sich meines Erachtens; denn es ist kaum anzunehmen, daß diese im Wesentlichen doch sehr unbedeutenden und meist lokal ziemlich beschränkten Gebirgsbildungen noch besonders zur Entstehung von Klüften in dem bearbeiteten Gebiet beigetragen haben.

**Zusammenfassung:** Wenn wir die Hilfsphase der jungkimmerischen Faltung, über die weiter unten noch einiges gesagt sein muß, vorläufig außer Acht lassen, ergibt sich als wichtigste vorbenannte Gebirgsbildungsphase die austrische. Der Druck würde, von den Ostalpen kommend, ungefähr aus Südsüdosten gewirkt haben und die Klüfte  $170^\circ$  und  $80^\circ$ , die in und senkrecht zu der Druckrichtung verlaufen würden, gebildet haben (Cloosches System). Dazu kämen noch als Luedersche oder Mohrsche Flächen die Klüfte in den Richtungen  $40^\circ$  und  $130^\circ$ . Die Richtung  $170^\circ$  und somit die Druckrichtung aus Südsüdost muß deshalb gewählt werden, weil die Klüftung des oberturonen Veldensteiner Sandsteines sowohl diese Klüftungsrichtung wie auch die zu ihr senkrechte ( $80^\circ$ ) nicht aufweist. Diese beiden Richtungen müssen deshalb also prä-turon, das heißt kimmerisch oder austrisch ausgelegt sein.

Als zweite Klüftbildungsphase käme die laramische oder die pyrenäische Orogenese in Betracht. Hier ist uns die Klüftungsrichtung gegeben durch die Ueberschiebungen am Südwestrand der böhmischen Masse. Der Druck ist von Nordosten gekommen und hat als Cloosches System die Klüftungsrichtungen  $40^\circ$  und  $130^\circ$  ausgebildet, während die Klüfte in den Richtungen  $80^\circ$  und  $170^\circ$  als Mohrsche Flächen bezeichnet werden könnten.

Die dritte Kluffbildungsphase wäre die intramiozäne, die steirische. In ihr entstanden die Klüfte der Richtung  $10^\circ$  als die in der Druckrichtung gelegenen und die der Richtung  $100^\circ$  als die senkrecht zur Druckrichtung stehenden. Zu schließen ist daraus, daß in der Richtung  $10^\circ$  bei Oberleinleiter unfern Heiligenstadt in Oberfranken Basalt aufgestiegen ist. Man findet nämlich, worauf schon K o e h n e und S c h u l z (1906) hingewiesen haben, acht verschiedene, kleine, wenig voneinander entfernte Basaltvorkommen in einer geraden Linie angeordnet, die eben ungefähr  $N10^\circ O$  streicht. Wir haben es also in dieser Richtung mit einer Zerrungskluft zu tun, von der anzunehmen ist, daß sie in der Druckrichtung liegt. Als L u e d e r s c h e Flächen entstanden die Klüfte in den Richtungen  $50^\circ$  und  $140^\circ$ .

Dies wären somit etwa die Gebirgsbildungsphasen, die zu einer Zerstückelung der nördlichen Frankenalb in einzelne Schollen den Anlaß gegeben haben. Wie jedoch schon weiter oben erwähnt, ist unser Gebiet von weit gespannten flachen Mulden und breiten Sätteln durchsetzt. Da diese Faltung nordwest-südost streicht, ist anzunehmen, daß der Druck, der sie hervor gebracht hat, entweder aus Nordosten oder aus Südwesten gekommen ist. Nachdem jedoch die Faltung nicht nach der ersten tektonischen Zerrüttung des Gebietes, sondern spätestens gleichzeitig damit entstanden sein kann, muß sie also ebenfalls vorcenoman sein. Wegen der verschiedenen Druckrichtungen ist anzunehmen, daß die Faltung unseres Gebietes älter ist als seine erste Zerklüftung. Daraus ergibt sich, daß die beiden vorcenomanen Gebirgsbildungsphasen, die allein für uns in Betracht kommen, die jungkimmerische und die austrische Faltung, unser Gebiet tektonisch beeinflußt haben. Zu überlegen wäre dabei, ob nicht die Möglichkeit vorhanden wäre, daß das Gebiet bereits in der Zeit des oberen Malm subaquatisch (?) in flache Falten gelegt worden ist. Ein Nachweis dafür läßt sich aber schwer erbringen, da die Fallwinkel der Schichten nur wenige Grad betragen und die Aufschlußverhältnisse viel zu ungünstig sind. Vielleicht gelingt es der noch ausstehenden Spezialkartierung, Klarheit in diese Frage zu bringen.

### IX. Die Übersichtskarte.

In der Übersichtskarte sind, wie schon weiter oben erwähnt, nur diejenigen Stellen eingetragen und fortlaufend numeriert, an denen es möglich war, Kluffmessungen in größerer Zahl durchzuführen, und die auch in den Tabellen einzeln genannt sind. Da an Felsbildungen immer nur einige wenige Klüfte auftreten, mußten immer größere Gebiete zusammengenommen werden, um zu einer einigermaßen günstigen Aufstellung von Kluffrichtungsdiagrammen zu kommen. So wurden z. B. alle Messungen an den Felsen der Täler um Pottenstein und Gößweinstein bis herauf gegen Aufseß vereinigt und unter der Bezeichnung „Umgebung von Pottenstein“ aufgeführt. Die Folge davon ist, daß einzelne Gegenden der Karte, in denen nur Felsbildungen und keine künstlichen Aufschlüsse vorhanden sind, verhältnismäßig leer erscheinen.

ABHANDLUNGEN  
DER  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT  
ZU  
NÜRNBERG



XXIII. Band

2. Heft

Dr. Franz Küspert †

von

Dr. H. Heß

1930

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG



ABHANDLUNGEN  
DER  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT  
ZU  
NÜRNBERG



XXIII. Band

2. Heft

Dr. Franz Küspert †

von

Dr. H. Heß

1930

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG





phot. Dr. H. Dittmar

Dr. Franz Küspert †



## Dr. Franz Küspert †

1875—1929.

Am 10. März 1875 wurde Franz Küspert als Sohn eines Lehrers, in Wunsiedel geboren. Als Lateinschüler erhielt er dort durch den auch später von ihm hochverehrten, damaligen Reallehrer Dr. Chr. Kellermann die ersten naturkundlichen Unterweisungen. Diese wurden richtunggebend für den hochbegabten Jungen, der auch als Regensburger Gymnasiast in enger Verbindung mit Kellermann blieb und sich gründliche Kenntnis der Fichtelgebirgsmineralien aneignete. An der Hochschule widmete er sich dem Studium der Chemie und Biologie, das er durch eine ausgezeichnete Prüfung beendigte. Nach der Promotion (1898) kam er als Assistent für Chemie an die Industrieschule Nürnberg. Bald wurde er Reallehrer an der damals noch einzigen Nürnberger Realschule im Bauhof. Als 1903 die zweite Realschule unter Dr. Kellermanns Leitung ihre Pforten öffnete, wanderte auch Küspert mit in die Löbleinstraße. Hier konnte er schon regen Anteil nehmen an der mustergiltigen Ausgestaltung der biologischen und chemischen Sammlungs- und Laboratoriumseinrichtungen, die von vornherein für den Bedarf der 1907 ins Leben getretenen Alten Oberrealschule angelegt wurden. 1909 wurde er Professor am Realgymnasium; aber schon 1912 sehen wir ihn wieder an der Oberrealschule, bis er 1920 zum Konrektor an der Realschule I befördert wurde. 1925 wurde ihm das Direktorat der Alten Oberrealschule übertragen, das er fast 5 Jahre führen konnte, bis ein allzufrüher Tod ihn von der emsigen Arbeit riß. 31 Jahre konnte er, ein begeisterter Freund der realistischen und ausgesprochener Gegner der humanistischen Schule, eine erfolgreiche Tätigkeit als Lehrer und Erzieher in Nürnberg ausüben. Seinen Kenntnissen und Neigungen entsprach es, daß er auch über die Schule hinaus Tätigkeit suchte, welche ihn in den uneigennütigen Dienst der Gesamtheit führte. Mit Beginn seines Aufenthaltes in Nürnberg wurde er Mitglied der Naturhistorischen Gesellschaft, für die er mehr als 10 Jahre lang das Amt des Schriftführers versah, bis er 1912, nach dem Rücktritt Dr. Reh's und Dr. Bennett's als erster Vorsitzender gewählt wurde. Das blieb er bis zu seinem Ende. Vorbildlich, wie in seinem Beruf, hat er auch hier gearbeitet und die

Entwicklung, welche die Gesellschaft und ihre Sammlungen seit dem Einzug ins Luitpoldhaus genommen haben, trägt durchwegs den Stempel von Küsperts Leistung und Beratung. Seinem zur Sparsamkeit neigenden Sinn ist es zu verdanken, daß schon kurz nach dem Umzug die vorhandenen Schränke zur Aufnahme des größten Teils der ethnographischen Sammlung umgearbeitet waren und diese ein beachtenswertes Schaustück im Luitpoldhaus abgab. Die lehrhafte Aufstellung der Sammlungsgegenstände im Zoologiesaal, das Resultat eingehender Rücksprache mit den engeren Fachgenossen, hat er in ausgiebigster Weise gefördert und im Geologiesaal ist die Ordnung der Mineraliensammlung sein eigenstes Werk. Dafür hat er auch die Darstellung des chemischen Aufbaues der Mineralien bis ins Einzelne vorbereitet und im wesentlichen ist er nur durch die vielfache Beanspruchung, die ihn während der letzten Jahre traf, daran gehindert worden, eine der originellsten Schöpfungen ordnenden Verstandes noch selbst der Sammlung einzugliedern. Mit besonderem Eifer betrieb Küspert die Überführung der dem Kreis Mittelfranken gehörenden Vogelsammlung in die Obhut der Naturhistor. Ges. Im Wechsel mit anderen Teil-Sammlungen wird diese Vogelsammlung jährlich mehrere Wochen hindurch gezeigt.

Noch mehr als dem Vorsitzenden und Ordner haben wir dem Vortragenden Dr. Küspert zu danken. Er ließ uns teilnehmen an den Ergebnissen seines wissenschaftlichen Schaffens, das ihn in die Reihe der frühesten Kolloidforscher rückte und brachte durch vielfache Berichte über seine Literaturstudien und die pädagogischen Zusammenfassungen für Unterricht und Lehrbücher reges Interesse und Verständnis für die chemischen Vorgänge in unsere Reihen. Dabei kam ihm die Gewandtheit besonders zu statten, welche er sich in der einleuchtenden Gestaltung der Lehrversuche angeeignet hatte. Mehrfache Veröffentlichungen die er in der Zeitschr. f. d. phys. und chem. Unterr. brachte, zeugen von dieser Erfindungskunst, die es ihm ermöglichte sein auf dem Grundsatz der Arbeitsschule aufgebautes „Lehrbuch der Chemie und Mineralogie“ seinen Schülern in die Hand zu geben. Als Erster stellt er die Grundlehren der allgemeinen Chemie und damit den engen Zusammenhang mit der Physik an den Anfang des Chemieunterrichts in der höheren Schule, den er

in weit höherem Maße als seine Vorgänger zu einer Pflanzstätte eigener erarbeiteter Erfahrung, anstatt zu einer Tätigkeit des Abhörens auswendig gelernter und größtenteils nicht verstandener Sätze machte. Was er selbst an der Hochschule und durch seine wissenschaftliche Weiterarbeit zu klaren Vorstellungen für sich gestalten lernte, das verstand er in leichtfaßlicher Form den Jüngern seiner Wissenschaft als Unterlage ihres Studiums zu geben. Diese Eigenschaften befähigten Küspert dazu wie der Jugend, auch den Erwachsenen ein gern gehörter Berater zu sein und so sehen wir diese hervorragende Lehrerpersönlichkeit nicht nur in der N. H. G., sondern auch in den Handelshochschulkursen und später in der Volkshochschule mitwirken an der Entfaltung des geistigen Lebens in unserer Stadt. Daß der erfahrene Schulmann auch der städt. Schulverwaltung als maßgebender Berater bei Ausgestaltung des experimentellen chemischen Unterrichts an den Volksschulen mit besonderem Erfolge beistand, darf eigens betont werden. Das Staatsministerium für Unterricht und Kultus betonte die hohe Wertschätzung, welche Küspert an dieser Stelle genoß, durch Übertragung der Leitung eines Seminars für die Referendare der naturkundlichen und geographischen Unterrichtsfächer. Dadurch erwuchs ihm zwar neue Belastung, aber diese wirkte im Sinne der allgemein pädagogischen Tätigkeit, der er sich in den letzten Jahren immer stärker zugewandt hatte. Weil ihm dabei die Gelegenheit gegeben war, auf die wohl vorbereiteten jüngeren Fachgenossen in der von ihm bevorzugten Richtung als Lehrer und Wissenschaftler einzuwirken, wurde ihm die Arbeit am Seminar bald zur Hauptbeschäftigung, welche ihm ein Höchstmaß innerer Befriedigung brachte.

Die Sicherheit, mit der ihm das Wort zur Verfügung stand, seine Schlagfertigkeit und ein gesunder Mutterwitz, das waren neben der Freude an edler Geselligkeit die Grundeigenschaften auf denen sich Küsperts persönliches Wirken aufbaute. Daß von diesem ein beträchtlicher Anteil der Naturhistorischen Gesellschaft zu Gute kam, wird hier stets dankbar anerkannt und in dauernder Erinnerung gehalten werden.

Heß.

## Küsperts wichtigste Schriften:

## Chemie.

1. Verbindungen von Kohlenwasserstoffen mit Metallsalzen (Mit K. A. Hofmann) Zeitschr. f. anorg. Chem. XV. S. 204. 1897.
2. Versuche zur Darstellung neuer Metallverbindungen des Acetylens und Benzols. Münchener Dissertation; Zeitschr. f. anorg. Chem. XVI. S. 471. 1898.
3. Kolloidales Silber. Chem. Berichte XXXV. S. 281, 4066 und 4070. Zeitschr. f. d. physikal. und chem. Unterricht (Mach-Poske) XVI. S. 285. 1903. Natur und Schule 1903 S. 361.
4. Kolloidales Acetylenkupfer, Zeitschr. f. anorg. Chem. XXXIV. S. 453 1903.
5. Darstellung des Acetylen silbers. Mach-Poske Zeitschr. XVII. S. 292 1904.
6. Chem. Unterrichts-Versuche. Ebenda XIV. 1906.
7. Bemerkungen zum Allotropiebegriff Ebenda XXIV. S. S. 89 1911.
8. Versuche zur Umwandlung des gelben Phosphors in die rote Modifikation Ebenda XXVII S. 102. 1914.

## Unterricht.

9. Zur Frage nach dem Magnetismus des Schwefeleisens. Natur und Schule 1903. S. 59.
10. Wärmeentbindung beim Zerfall des Wasserstoffsperoxyds und des Acetylens in Gegenwart katalytischer Stoffe. Ebenda 1903. S. 171.
11. Zwei einfache Vorrichtungen zum Auffangen von Gasen. Ebenda 1904. S. 146. Über den Diamant. Ebenda 1904. S. 239 u. 292
12. Chemische Kleinigkeiten. Mach-Poske Zeitschr. XVII. 1904. S. 352 u. XVIII
13. Chemische Unterrichtsversuche. Ebenda XIX. 1906. [S. 20.
14. Lehrgang der Chemie und Mineralogie für höhere Schulen. I. II. III. Nbg. 1907 (2. Aufl. 1909).
15. Kleine Schulversuche. I. Der Arbeitsklotz; II. Das Cooper-Rohr; III. Das abgeänderte Voltmeter. Mach-Poske Zeitschr. 1914—16.
16. Vorstufe und Unterstufe des Lehrgangs der Chemie. Nbg. 1916 u. 1918. (2. Aufl. 1927).
17. Hilfsbuch und Merkbüchlein zum ersten Unterricht i. d. Chemie. Nbg. 1924.

## Pädagogik.

18. Chem. Unterricht und Sprachbildung. Wiss. Beil. z. Jahresbericht der Kreisoberrealschule Nbg. 1919.
19. Zum Neuaufbau der Oberstufe unseres Chemie-Unterr. B.-Zeitschr. Real-schulwesen 1921. S. 35.
20. Ein Wort zum Chemieunterricht a. d. höh. Schulen. Zeitschr. angew. Chem. 1922.
21. Zur Schulreform. Zur Lage d. chem. und naturkundl. Unterr. i. Bayern. Unterr. Blätter f. Math. u. Naturw. XXXIV. 1927. Berlin.

ABHANDLUNGEN  
DER  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT  
ZU  
NÜRNBERG

---

XXIII. Band

3. Heft

Geologische Untersuchungen im Bereiche  
des fränkischen Grundgipses

von

Florian Heller

Mit 6 Tafeln

1930

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG



GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN  
IM BEREICHE DES FRÄNKISCHEN  
GRUNDGIPSES

VON

FLORIAN HELLER

MIT 6 TAFELN

LIBRARY  
NEW YORK  
BOTANICAL  
GARDEN

1930

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG



## Vorwort

Die hier vorgelegte Arbeit entstand in den Jahren 1926—28 und ist das Ergebnis zahlreicher Untersuchungen, die ich im Bereiche des fränkischen Grundgipses anstellte. Die chemischen Analysen wurden im Laboratorium des Mineralogisch-geologischen Instituts der Universität Erlangen ausgeführt.

Meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Geheimen Rat Professor Dr. Hans Lenk, der mir bei meiner Arbeit vielseitige Unterstützung und Förderung zuteil werden ließ, gestatte ich mir auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank auszusprechen. Großen Dank schulde ich ferner Herrn Dr. Paul Dorn, der mir ebenfalls manche wertvolle Anregung gab.

## Erklärung der beigegebenen Abbildungen

- Fig. Nr. 1 und 2: Quellfalten des Gipses mit eingepreßter Mergelschieferunterlage. (Windsheim, Bruch Müller.)
- Fig. Nr. 3: Große Falte im Steinbruch Müller-Windsheim.
- Fig. Nr. 4: Kernstück der großen Falte mit zerbrochener Steinmergelbank.
- Fig. Nr. 5: Geologische Orgeln. (Windsheim, Bruch Haberstroh.)
- Fig. Nr. 6: Freigelegtes Orgelfeld. (Windsheim, Bruch Haberstroh.)
- Fig. Nr. 7: Nachgesackte Mergelschichten im Steinbruch Hellmitzheim. (Verkarstung des Gipses bis zur vollständigen Auflösung.)
- Fig. Nr. 8: Schichtfugenplatte mit Erosionsrillen. (Strudelform.)  $\frac{1}{3}$  nat. Gr.
- Fig. Nr. 9: Schichtfugenplatte mit Randlinie. (Durch Vereinigung zweier Strömungsrichtungen entstanden.)  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.
- Fig. Nr. 10: Schichtfugenplatte (Bodenplatte) mit Zerschneidungen und Pilzfelsenbildungen. Zirka  $\frac{1}{3}$  nat. Gr.
- Fig. Nr. 11: Schichtfugenplatte. Zirka  $\frac{1}{3}$  nat. Gr.
- Fig. Nr. 12: Verwitterte Keupermergel mit „Schwarzerde“-bändern im Steinbruch Weid-Windsheim. (Ausfüllung ehemaliger Schichtfugengerinne.)

Sämtliche Aufnahmen vom Verfasser.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort . . . . .	III
Erklärung der beigegebenen Abbildungen . . . . .	IV
Einleitung . . . . .	49
Fränkischer Grenzdolomit und Grundgips . . . . .	49
Profile . . . . .	51
Die Steinmergelbänke des Grundgipses . . . . .	58
Die Entstehung der dolomitischen Steinmergelbänke . . . . .	62
Die Gipsablagerungen . . . . .	64
Die Bildung des Anhydrits . . . . .	64
Die Entstehung der Gipslager . . . . .	65
Die Lagerungsverhältnisse des Grundgipses . . . . .	66
Petrogenese einiger Bänke . . . . .	67
Die Muschelgipse . . . . .	67
Der Flasergips . . . . .	68
Das Quarzitbänkchen von Windsheim . . . . .	69
Paläontologischer Teil . . . . .	69
Die Quellungserscheinungen im Gips . . . . .	76
Die Auslaugungsdiagenese im Grundgips . . . . .	79
Die Kristallisation des Gipses . . . . .	80
Mechanische Sprengwirkungen des sekundär kristallisierenden Gipses . . . . .	81
Die Karsterscheinungen im Grundgips . . . . .	82
Erosions- und Lösungserscheinungen in Schichtfugen . . . . .	89
Schwarzerdeähnliche Bildungen im Gipskeuper . . . . .	92
Die Seekreideablagerungen . . . . .	97
Zusammenfassung . . . . .	109
Literaturverzeichnis . . . . .	111

OKAYE  
NEW YORK  
BOTANICAL  
GARDEN

## EINLEITUNG

Mein Arbeitsgebiet umfaßt jenen Teil des fränkischen Gipskeupers, der von den Städten Neustadt a. A., Windsheim, Rothenburg, Uffenheim und Iphofen begrenzt wird. Als Kartenunterlage benützte ich den topographischen Atlas von Bayern 1: 50000, und zwar die Blätter Windsheim, Scheinfeld und Rothenburg. Meine Untersuchungen beschäftigten sich hauptsächlich mit dem Werden und Vergehen der Gipslager des Grundgipses. Über die Entstehung derselben konnte nur wenig Neues gesagt werden. Um so dankbarer war das Studium aller jener Erscheinungen, die mit der Abtragung und Zerstörung des Gipses in Zusammenhang stehen; denn auf diesem Gebiete wurde in Franken bisher wenig gearbeitet. Wenn im folgenden von Grundgips die Rede ist, so ist damit stets der Schichtenkomplex zwischen dem Grenzdolomit und der Bleiglanzbank gemeint.

### Fränkischer Grenzdolomit und Grundgips

Die Unterlage des Grundgipses bildet in unserem Arbeitsgebiet überall der gutentwickelte Fränkische Grenzdolomit, der den Lettenkohlenkeuper nach oben abschließt. Über dem Grenzdolomit liegen in der Regel bunte Mergel (Keuperletten) von mehreren Metern Mächtigkeit; dann erst folgen die Gipsablagerungen des Gipskeupers. Stellenweise fehlen die trennenden Mergel, so daß der Grundgips dem Grenzdolomit unmittelbar aufliegt. In diesem Falle zeigt der Grenzdolomit in seinen oberen Schichten eine deutliche Vergipsung, die zuweilen ziemlich tief hinuntergeht. Es besteht kein Zweifel, daß der Gips des Grenzdolomits aus dem Grundgips stammt. Gipshaltige Sickerwässer haben den porösen, luckigen, zelligen Grenzdolomit allmählich vergipst. Diese Vergipsung ist also keine primäre, sondern eine sekundäre Erscheinung. Eine Lösung des Dolomits und Verdrängung der schwer löslichen Karbonate durch Gips hat nicht stattgefunden; wir haben es nur mit einer Infiltration von Gips zu tun.

Über die Grenze zwischen Lettenkohle und Gipskeuper gehen die Ansichten stark auseinander. Die petrographischen Verhältnisse deuten darauf hin, daß sie zwischen dem weitverbreiteten Grenzdolomit und dem Grundgips bzw. dessen bunten Mergeln zu suchen ist. In paläontologischer Hinsicht freilich ist die Grenzführung etwas schwieriger; denn viele Fossilarten der Lettenkohle erscheinen bereits im Muschelkalk und gehen auch noch in den Grundgips und darüber hinauf. Auf Grund des Fossilinhaltes müßte die Grenze Lettenkohle-Gipskeuper in den Grundgips oder sogar noch etwas höher hinauf verlegt werden, wenn wir nicht die ganzen in Frage kommenden Ablagerungen überhaupt zum Muschelkalk stellen wollen. In Franken hat man aber seit Thürachs Zeiten den paläontologischen Funden im Gipskeuper keine so große Bedeutung beigemessen wie

AUG 15 1931

im benachbarten Württemberg. Hier legte man besonderes Gewicht auf das Auftreten der *Myophoria goldfussi*, die man als das wichtigste Leitfossil des Grenzdolomits ansah. Meines Erachtens hat *Myophoria goldfussi* als Leitfossil keinen besonders hohen Wert, da sie ja nicht auf den Grenzdolomit beschränkt bleibt, sondern wie bereits erwähnt auch im obersten Muschelkalk, in der unteren Lettenkohle, im Flammendolomit und in dem vielumstrittenen Grundgips auftritt.

Zeller (107 S. 43) leugnet das Vorkommen von *Myophoria goldfussi* im Grundgips, d. h. er will alle Schichten, welche dieses Fossil enthalten, insbesondere die Muschelbänke im Gips, zum Grenzdolomit gezählt wissen.

Auch die älteren württembergischen Autoren ziehen den fränkischen Grundgips wegen seiner fossilführenden Steinmergelbänke zum Grenzdolomit. Gegen diesen Versuch, den größten Teil der Gipsablagerungen Frankens zur Lettenkohle zu stellen, wandte sich bereits Thürach (88). Nach ihm ist der Gips, in dem die Muschelbänke liegen, eine primäre Bildung. In Württemberg dagegen vertrat man lange Zeit die Ansicht, daß er sekundär entstanden sein müsse durch nachträgliche Vergipsung des Grenzdolomits. Daß stellenweise eine Vergipsung stattgefunden hat, soll nicht geleugnet werden und wurde auch eingangs bereits erwähnt. Wo aber wasserundurchlässige Mergelschichten zwischen Grenzdolomit und Gips eingeschaltet sind — und das ist in Franken an vielen Stellen der Fall —, kann man von einer Vergipsung des unterlagernden Grenzdolomits nichts wahrnehmen. Der fränkische Grundgips mit seinen Muschelbänken dürfte also wirklich eine primäre Bildung sein.

Große Verwirrung entstand, als man im fränkischen Grundgips nach der in Baden und Südwürttemberg so charakteristischen Mauchach- oder *Myoconcha*-bank suchte. Über die Höhenlage dieser Bank wurden wiederholt abweichende Angaben gemacht. Nach Weigelin (100) und Pfeiffer (54) liegt sie 1,50—2 m über dem Grenzdolomit. Silber (80) gibt an, daß die Bank in einer zirka 1,50—2 m mächtigen Mergellage anzutreffen sei. Nach Frank (16) dagegen liegt die *Myoconchabank* 3,50 m über dem Grenzdolomit. Pfeiffer (54) wollte in Thürachs Profilen von Nordheim (III Nr. 14) und Windsheim (IV Nr. 11) die Mauchachbank wieder erkennen. Das war ein Irrtum, der dadurch entstand, daß man den schwäbischen oder Rottweiler Grenzdolomit dem fränkischen Grenzdolomit gleich erachtete. Als Klingler (38) behauptete, daß die Mauchachbank zwischen dem Rottweiler- und dem Fränkischen Grenzdolomit nach Norden zu auskeile, schloß Pfeiffer (56) sich dieser Ansicht an.

Erst Prosi<sup>1</sup> (60) hat durch seine Untersuchungen einwandfrei nachgewiesen, daß der Fränkische Grenzdolomit im Norden mit der Mauchach- (*Myoconcha*-)bank im Süden identisch ist. Die Mauchachbank liegt aber in Baden und Südwürttemberg schon mitten in Gipsablagerungen, während der ihr äquivalente Fränkische Grenzdolomit in Nordwürttemberg und Franken erst die Unterlage der mächtigen Gipsbänke bildet. Der Schwäbische und der Fränkische Grenz-

<sup>1</sup> Da mir die Arbeiten von Klingler und Prosi nicht zur Verfügung standen, mußte ich mich auf die Angaben von Hennig, Frank und andere stützen.

dolomit sind also streng auseinander zu halten. Der letztere ist wesentlich jünger als der erstere. Während im Süden bereits die Eindampfung der Meeresbecken und die Gipsausscheidung erfolgte, lagerten sich im Norden immer noch Sedimente der Lettenkohle ab.

Einen wichtigen stratigraphischen Horizont bilden die grünen oder grauen, auch gelbgrünen Mergel, die sowohl die Mauchach-(Myoconcha-)bank als auch den Fränkischen Grenzdolomit Nordwürttembergs unterlagern. Auch in unserem Arbeitsgebiete liegen unter dem Grenzdolomit mehrere Meter mächtige graugrüne bis gelbgrüne Mergelschichten. Diese Übereinstimmung im stratigraphischen Aufbau liefert wohl den besten Beweis, daß Fränkischer Grenzdolomit und südschwäbische Mauchachbank zur gleichen Zeit zur Ablagerung kamen und somit vollständig identisch sind.

Bisher wurde die Mauchachbank dem Grundgips zugerechnet, der Fränkische Grenzdolomit aber zur Lettenkohle gestellt. Nachdem beide Bildungen äquivalent sind, muß eine neue Grenzlinie zwischen Gipskeuper und Lettenkohle gezogen werden. Läßt man die Lettenkohle mit dem Rottweiler (schwäbischen) Grenzdolomit abschließen, so muß die Grenze in Franken nach unten verschoben und der Fränkische Grenzdolomit samt den darunter liegenden gelbgrünen Mergeln zum Gipskeuper gezogen werden. Will man aber weiterhin den Fränkischen Grenzdolomit als Abschluß der Lettenkohle gelten lassen, so muß in Baden und Südwürttemberg die Grenze so weit nach oben verlegt werden, daß die Mauchachbank noch in die Lettenkohle fällt.

Es läßt sich darüber streiten, welche Grenzführung die bessere ist. Frank (16) hat den Vorschlag gemacht, um eine Übereinstimmung mit den Verhältnissen in Baden und Südwürttemberg herbeizuführen, wo bereits unter der Mauchachbank Gips auftritt, die so viel umstrittene Zone des Fränkischen Grenzdolomits noch zum Grundgips zu stellen.

In Franken wird man sich dagegen sträuben, weil hier der Gips erst über dem Grenzdolomit auftritt und zudem, wie schon erwähnt, meist durch eine Mergelschicht von ihm scharf getrennt ist. Da wir in Franken eine dem schwäbischen Grenzdolomit vergleichbare leitende Schicht nicht haben, so wird man bei uns der bisherigen Grenzführung den Vorzug geben und auch weiterhin die Lettenkohle mit dem Grenzdolomit abschließen lassen.

Es folgen nunmehr die Profile der wichtigsten, in unserem Arbeitsgebiete beobachteten Aufschlüsse.

## Profile

### I. Windsheim (Bruch Haberstroh)

Hangendes: Rote, graue und grünliche Mergel

1. Gipsbank . . . . .	0,45 m
2. Graue Mergel . . . . .	1,25—1,30 m
3. Gipsbank . . . . .	0,45—0,50 m
4. Graue Mergel . . . . .	0,35—0,40 m

5. Gipsbank . . . . . 0,80—1,00 m
6. Graue Mergelschiefer . . . . . 1,00 m
7. Kristalline Gipslage . . . . . 0,13—0,14 m
8. Dünne Mergelschieferlage mit Fasergipsschnüren . . . . . 0,12 m
9. Dichter, hellgrauer Gips mit dünnen Mergelstreifen in den unteren Partien . . . . . 1,90 m
10. Graue, dolomitische Mergelschiefer, nach oben zu durch Gips mehr und mehr verfestigt . . . . . 0,06—0,07 m
- (f) 11. Grauer, braungefleckter, schwach toniger Steinmergel (fossilführend) . . . . . 0,06—0,08 m
12. Graue Mergelschiefer mit Fasergipsschnüren . . . . . 0,01—0,03 m
13. Dichter bis feinkörniger Gips, durchzogen von grauen Gipsspatschichten . . . . . 0,52—0,72 m
14. Gelbbrauner, überaus lockerer, oolithischer Steinmergel oder weißer Gips mit vielen kleinen, grauen, oolithischen Dolomitkörnchen und größeren, abgerundeten Dolomitstückchen (Muschelgips) . . . . . 0,07—0,23 m
- (e) 15. Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel, durch dünne Mergelzwischenlage geteilt (fossilführend) . . . . . 0,10—0,25 m  
(Obere harte Bank zirka 0,10 m, Mergelzwischenlage 0,03—0,07 m, untere harte Bank 0,07—0,08 m.) Die Mergellagen mit Fasergipsschnüren.
16. Flasergips . . . . . 0,00—0,37 m
- (b) 17. Hellgrauer, dichter bis körniger Felsengips mit Gipsspatlinsen 2,50—3,00 m
- (d) 18. Grauer, oft kristalliner Gips mit Mergel einlagerungen und Fasergipsschnüren, manchmal auch mit Steinmergelbänkchen. (Die unterste Lage stellenweise als oolithische Bank entwickelt.) . . . . . 0,20—0,30 m
- (c) 19. Gelblichgrauer Steinmergel, oft stark gebogen (fossilführend). Manchmal mit Fasergipsschnüren. Die Unterseite dieser Steinmergelbank mit eigenartigen Vertiefungen, in die sich zapfenförmige Gebilde der darunterliegenden kristallinen Gipsschicht einfügen . . . . . 0,10—0,13 m
20. Gips, kristallin mit eigenartigen Zapfen . . . . . 0,02—0,04 m
- (a) 21. Weißer, wenig grauer, dichter Gips (Felsengips) in mehreren Lagen. In den untersten Lagen vereinzelt gelbliche, dünne Dolomitbänkchen . . . . . 1,60—2,00 m  
Liegendes: Grauer Steinmergel.

## II. Windsheim (Bruch Müller)

Hangendes: Graue Mergel, nach oben mehr oder weniger in Humus übergehend

1. Dichter, hellgrauer bis weißer, gebankter Gips . . . . . 1,90—2,00 m
2. Graue, dolomitische Mergelschiefer, oben manchmal mit kleinen Gipsbänkchen (0,01—0,02 m mächtig). Darüber

- zuweilen weitere dünne Mergelschichten. Mergel mit Faser-  
gipsschnüren . . . . . 0,05—0,09 m
- (f) 3. Grauer, braungefleckter, schwach toniger Steinmergel (fos-  
silführend) . . . . . 0,05—0,07 m
4. Graue Mergelschiefer . . . . . 0,02—0,03 m
5. Dichter Gips . . . . . 0,70—0,77 m
- (e) 6. Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel, durch dünne Mergel-  
zwischenlage geteilt (fossilführend) . . . . . 0,20—0,25 m  
(Obere harte Bank zirka 0,08 m, Mergelzwischenlage 0,04—  
0,07 m, untere harte Bank 0,10—0,12 m.) Die Mergelzwi-  
schenlagen mit Fasergipsschnüren
7. Flasergips . . . . . 0,00—0,10 m  
(An einigen Stellen war der Übergang von Mergeln zum Fla-  
sergips besonders schön zu sehen.)
- (b) 8. Dichter Felsengips mit vereinzelt Gippsspatlinsen . . . . . 2,15—2,25 m
- (d) 9. Folge von oolithischem Gips, Steinmergeln; oder Mergeln  
(c) mit Fasergips und Gippsspatschichten, stark gewellt . . . . . 0,00—0,22 m
- (a) 10. Gips mit Gippsspatschichten, nicht weiter aufgeschlossen .

### III. Windsheim (Bruch Weid)

Hangendes: Keupermergel in Ackerboden übergehend

- (g) 1. Dolomitisches Quarzitbänkchen, mehr oder weniger zu-  
sammenhängend, mit Fischresten . . . . . 0,00—0,02 m
2. Graue Mergel, stark verwittert . . . . . 0,30—0,32 m
3. Vereinzelt Gipsblöcke, von Mergel umgeben (sog. „Hocker“) 0,62—0,80 m
4. Graue Mergel mit Fasergipsschnüren . . . . . 0,30—0,40 m
5. Gipsbänkchen . . . . . 0,02—0,04 m
6. Grauer Mergel mit gelblichen Flecken und Fasergips . . . . . 0,70—0,72 m
7. Gipsbänkchen . . . . . 0,08 m
8. Graue Mergelschiefer mit Fasergipsschnüren . . . . . 0,12 m
9. Dichter, weißer bis hellgrauer Gips mit dünnen Mergelstrei-  
fen in den unteren Partien . . . . . 1,86 m
10. Graue, dolomitische Mergelschiefer, nach oben Gips auf-  
nehmend . . . . . 0,07—0,08 m
- (f) 11. Grauer, braungefleckter, schwach toniger Steinmergel (fos-  
silführend) . . . . . 0,05—0,08 m
12. Graue Mergelschiefer mit Fasergipsschnüren . . . . . 0,01—0,03 m
13. Dichter, weißer bis grauer Gips mit Gippsspatlinsen . . . . . 0,74—0,76 m
- (e) 14. Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel, durch dünne Mergel-  
zwischenlage geteilt (fossilführend) . . . . . 0,21—0,22 m  
(Obere harte Bank 0,05—0,08 m, Mergelzwischenlage 0,03—  
0,04 m, untere harte Bank 0,10—0,12 m.)
15. Flasergips . . . . . 0,00—0,25 m
- (b) 16. Hellgrauer, dichter bis körniger Felsengips . . . . . 2,25 m

- (c) 17. Hell-dunkelgrauer Steinmergel oder Mergel mit Fasergips-schnüren, überaus unregelmäßig und stark gebogen . . . 0,00—0,05 m
- (a) 18. Weißer bis grauer, dichter Gips (Felsengips) in mehreren Lagen, mit auffallend vielen Gipsspatlinsen. Nach unten kristallin werdend . . . . . 1,90—2,00 m
19. Grauer Steinmergel (fossilführend).

#### IV. Windsheim (Steinbruch am Galgenberg)

- (e) 1. Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel, durch dünne Mergel-zwischenlage geteilt . . . . . 0,16—0,19 m  
(Obere harte Bank 0,06 m, Mergelzwischenlage 0,05 m, untere harte Bank 0,07 m)
2. Flaser-gips . . . . . 0,00—0,25 m
- (b) 3. Dichter, weißer Felsengips in mehreren Lagen . . . . . 2,25 m  
(Hier zur Gewinnung von Werksteinen ausgebeutet.)

#### V. (Burgbernheim)

Ackererde.

1. Gips mit Lösungserscheinungen, stellenweise gewellt . . . 1,10—1,30 m
2. Graue Mergelschiefer . . . . . 0,15—0,22 m
- (f) 3. Stark verwitterter Steinmergel . . . . . 0,12—0,17 m
4. Graue Mergelschiefer . . . . . 0,04—0,05 m
5. Gipslage . . . . . 0,15 m
6. Gelbliches Steinmergelbänkchen . . . . . 0,01 m
7. Gips, nach unten allmählich Bänder von Steinmergeln auf-nehmend . . . . . 0,23—0,25 m
- (e) { 8. Grauer Steinmergel, unten abschiefernd . . . . . 0,10 m
- { 9. Harter Steinmergel mit Spuren der Sprengwirkung durch auskristallisierten Gips . . . . . 0,21—0,25 m
- (b) { 10. Gips, plattig brechend . . . . . 1,50 m
- { 11. Felsengips . . . . . aufgeschlossen . . . . . 0,50 m

#### (VI. Nordheim (nach Thürach)

1. Weißer Gips mit grauen Mergelstreifen . . . . . 0,50 m
2. Graue schiefrige Mergel . . . . . 0,04 m
3. Weißes, stark gefaltetes Gipsbänkchen . . . . . 0,04 m
4. Graue, schiefrige, oft gipshaltige Mergel . . . . . 0,15—0,22 m
- (f) 5. Grauer, braun gefleckter, dolomitischer Steinmergel mit Fischschuppen . . . . . 0,08—0,11 m
6. Hellgrauer, gebänderter Gips, sehr stark gefaltet . . . . . 0,30—0,48 m
7. Gelblicher, wenig gefalteter Gips . . . . . 0,17—0,02 m
8. Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel in 0,01—0,03 m dicken Bänkchen mit *Myophoria goldfussi*; die Bank wechselt mit Nr. 7 in der Mächtigkeit ab. . . . . 0,03—0,12 m

9. Weißer bis hellbrauner Gips, gefaltet . . . . . 0,50—0,60 m  
 (e) 10. Grauer Steinmergel in 0,01—0,03 m dicken Bänkchen . . 0,08—0,12 m  
 11. Flasergips . . . . . 0,00—0,25 m  
 (b) 12. Weiß und grau gebänderter, dichter, geschlossener Gips,  
 etwas gefaltet . . . . . 2,25—2,30 m  
 (d) 13. Graue Bank, bestehend aus weißem Gips und vielen kleinen  
 0,2—1 mm großen, oolithischen Dolomitkörnern und ein-  
 zelnem 0,01—0,03 m dicken Steinmergelbänkchen mit Myo-  
 phoria goldfussi, Myophoria transversa und vielen Stein-  
 kernen kleiner Gastropoden . . . . . 0,40—0,50 m  
 (c) 14. Hellgraue, dolomitische Steinmergelbank mit Myophoria  
 goldfussi, die Unebenheiten der Unterlage ausfüllend . . . 0,08—0,16 m  
 (a) 15. Weißer, in schönen Quadern brechender Gips mit vielen  
 Gipsspatlinsen, nicht gefaltet . . . . . 1,95—2,00 m  
 16. Grauer und gelbbrauner Dolomit.

## VII. Hellmitzheim (Bahnhof)

Ackererde.

1. Mehrere Meter meist graue Mergelschiefer mit einzelnen  
 Gipsbänken.  
 2. Gipsbank (Plattengips) . . . . . 1,00 m  
 3. Gipsbänkchen (1 cm) mit dunkel gefärbten Mergelschiefer-  
 zwischenlagen wechsellagernd, leicht gewellt . . . . . 0,60 m  
 4. Graue Mergelschiefer . . . . . 0,50 m  
 5. Mergelschiefer und dünne Gipsbänkchen wechsellagernd . 0,50 m  
 6. Gipsbänkchen, unten allmählich Mergelschieferlagen auf-  
 nehmend . . . . . 0,15 m  
 7. Mergelschiefer mit Gipseinlagerungen. . . . . 0,20 m  
 8. Plattiger Gips . . . . . 0,30 m  
 9. Sehr harter, oolithischer Steinmergel oder Gips mit Stein-  
 mergeleinschlüssen (fossilführend) . . . . . 0,50—0,65 m  
 übergehend in  
 10. Grauer Steinmergel . . . . . 0,14—0,20 m  
 (stellenweise Einlagerungen von gewelltem Gips) . . . . 0,10 m  
 11. Gips mit Steinmergeleinschlüssen oder Steinmergel mit  
 Oolithen (fossilführend) . . . . . 0,20—0,30 m  
 12. Graue Mergelschiefer . . . . . 0,05 m  
 13. Graue Mergel einlagerungen, stellenweise Gips . . . . . 0,10 m  
 14. Grauer Steinmergel mit vielen dünnen Gipseinlagerungen,  
 unrein . . . . . 0,65—0,72 m  
 (Gips durch Sprengwirkung aufgenommen, splittrig zer-  
 fallend.)  
 15. Mergelschiefer . . . . . 0,02—0,03 m  
 (f?) 16. Steinmergel, stark zerklüftet . . . . . 0,12 m

17. Mergelschiefer . . . . .	0,04—0,05 m
18. Gips . . . . .	0,80—0,85 m
(e) 19. Steinmergel und Mergelschiefer . . . . .	0,04—0,11 m
20. Flasergips . . . . .	0,00—0,16 m
(b) 21. Felsengips . . . . . aufgeschlossen . . . . .	1,20 m

### VIII. Hellmitzheim (neuer Bruch)

1. Mergel, mehrere Meter mächtig.	
2. Plattengips . . . . .	0,90—1,00 m
übergehend in	
(f) 3. Grauer, stellenweise stark zerfressener Steinmergel . . . . .	0,10—0,15 m
4. Gips mit Mergellagen, leicht gewellt . . . . .	0,26—0,33 m
5. Stark verfestigter Mergel . . . . .	0,06—0,07 m
(Horizontale und vertikale Fasergipsschnüre.)	
(e) 6. Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel, oft stark oolithisch, durch dünne Mergelzwischenlage geteilt . . . . .	0,26—0,30 m
(Obere harte Bank 0,15—0,17 m, Mergelzwischenlage 0,04 bis 0,05 m, untere harte Bank 0,10—0,12 m. Stellenweise Aufteilung in obere und untere Steinmergelbank, mit Gips- schicht als Zwischenlage.)	
7. Gipslage, nur stellenweise vorhanden . . . . .	0,00—0,15 m
(Scharfe Grenze Mergel:: Gips.)	
8. Unreiner Gips . . . . .	0,32—0,40 m
9. Grauer Steinmergel . . . . .	0,12—0,16 m
10. Plattiger Gips, unten durch Aufnahme von Steinmergel- geröllen allmählich oolithisch werdend, stark gebogen . . . . .	0,90 m
11. Oolithische Lage und Steinmergel . . . . .	0,09—0,10 m
12. Grauer Steinmergel . . . . .	0,04—0,06 m
13. Flasergips . . . . .	0,00—0,21 m
(b) 14. Felsengips . . . . .	2,00—2,10 m
d?) 15. Steinmergel } ungenügend . . . . .	0,10 m
16. Gips } aufgeschlossen . . . . .	0,23 m
(c) 17. Steinmergel, mit schönen Erscheinungen der Sprengwir- kung durch auskristallisierten Gips . . . . .	0,23—0,50 m
(a) 18. Felsengips . . . . . aufgeschlossen . . . . .	1,50 m

### IX. (Markt Einersheim)

1. Mergel und Steinmergel, stark verwittert . . . . .	
(f) 2. Grauer Steinmergel . . . . .	0,08 m
3. Blaugraue Mergel . . . . .	0,25 m
4. Gips, unten oolithisch werdend . . . . .	0,10 m
5. Gips mit Steinmergeleinschlüssen oder oolithischer Stein- mergel mit viel Gips . . . . .	0,10 m
(e) 6. Grauer Steinmergel, nach unten Gips aufnehmend . . . . .	0,30 m

7. Mergelschieferlage . . . . . 0,05 m  
 (b) 8. Reiner Gips in mehreren Bänken . . . . . 2,40 m  
 9. Gips mit vielen Oolithen oder Steinmergel, oolithisch, mit  
 Gips, nach unten mehr und mehr in Steinmergel übergehend 0,68—0,70 m  
 (c) 10. Grauer Steinmergel, dicht, unregelmäßig auf dem Gips auf-  
 lagernd . . . . . 0,09—0,11 m  
 (a) 11. Felsengips . . . . . aufgeschlossen 1,68—1,70 m

#### X. Endsee (Bahnhof)

- |  |                          |                             |        |
|--|--------------------------|-----------------------------|--------|
| 1. Rote Mergelschiefer   | } stellenweise . . . . . | 2,00 m                      |        |
| 2. Rote und grüne Mergelschiefer   |                          | mit . . . . .               | 0,80 m |
| 3. Violette Mergel   |                          | Gipseinlagerungen . . . . . | 1,30 m |
| 4. Schieferiger Gips . . . . .   |                          | 0,30 m                      |        |
| 5. Rote, graue und andersfarbige, wenig feste Mergel . . . . .               |                          | 3,70 m                      |        |
| 6. Unreiner, rötlicher und bräunlicher Gips . . . . .                        |                          | 0,80 m                      |        |
| 7. Graugrüne, wenig feste Mergel . . . . .                                   |                          | 1,45 m                      |        |
| 8. Gipsbank . . . . .  |                          | 0,50 m                      |        |
| 9. Mergelschiefer mit Gipsschnüren . . . . .                                 |                          | 2,20—2,30 m                 |        |
| 10. Fester Gips in zwei Bänken . . . . .                                     |                          | 1,15—1,50 m                 |        |
| übergehend in  |                          |                             |        |
| 11. Gips mit Steinmergeleinschlüssen . . . . .                               |                          | 0,45—0,50 m                 |        |
| 12. Stark verfestigte Mergel mit Geröllen und Fischresten . . . . .          |                          | 0,04 m                      |        |
| 13. Graugrüne Mergel . . . . .   |                          | 0,15 m                      |        |
| (e?) 14. Steinmergel, stellenweise als Muschelgips (fossilführend) . . . . . |                          | 0,70 m                      |        |
| 15. Mergel und Gips . . . . .  |                          | 0,20 m                      |        |
| (b) 16. Felsengips in mehreren Lagen . . . . .                               |                          | 5,00—5,30 m                 |        |
| (davon 0,00—0,10 m Muschelgips)  |                          |                             |        |
| 17. Mergel . . . . .   |                          | 0,01—0,06 m                 |        |
| 18. Gips mit Gipskristallen . . . . .  |                          | 0,20—0,40 m                 |        |
| (a) 19. Felsengips . . . . .   |                          | mehrere m                   |        |

#### XI. (Gepsattel bei Rothenburg)

In Humus- und Schwarzerdeböden zirka 0,25 m Gips.

1. Graue Mergel . . . . . 0,17 m  
 (e) 2. Grauer Steinmergel . . . . . 0,11 m  
 3. Graue Mergel und Gips . . . . . 0,20—0,25 m  
 4. Graue Mergel . . . . . 0,10—0,12 m  
 (b) 5. Gips in mehreren Lagen . . . . . 3,50 m  
 (c) 6. Grauer Steinmergel, stark gebogen . . . . . 0,00—0,10 m  
 (a) 7. Gips in mehreren Lagen . . . . . 2,00 m

übergehend in Muschelgips  
 nicht weiter aufgeschlossen.

Die Aufschlüsse der eben gebrachten Profile haben verschiedene Höhenlage, sind aber in ihrer Gesteinsausbildung ziemlich gleichbleibend. Dagegen ist die

Mächtigkeit der Gips- und Mergelbänke äußerst wechselnd. Deshalb ist eine Parallelisierung mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Thürach hat versucht, alle von ihm gebrachten Gipskeuperprofile miteinander in Einklang zu bringen. Die einander entsprechenden Schichten hat er in seinen Profilen mit den gleichen Buchstaben versehen. Ich folge seinem Beispiel, wenn es auch schwer ist, in weit voneinander entfernten Aufschlüssen gleiche Schichten wieder zu erkennen. Wie sehr verschieden die Schichtenfolge selbst in benachbarten Aufschlüssen sein kann, zeigt ein Vergleich der beiden Hellmitzheimer Profile, die nur einige hundert Meter voneinander entfernt sind.

Gut brauchbar ist die von Schuster zuerst angewandte Gliederung in Platten- und Felsengips. In jedem tiefer aufgeschlossenen Gipsbruch fällt auf, daß massige Felsengipse von dünnen Bänken des Plattengipses überlagert werden. Erstere schimmern bläulich, letztere zeigen einen mehr grauen bis weißlichen Farbton. Beide werden durch Steinmergelbänke (Grind) geschieden. Der Felsengips bildet kompakte Massen, die nur selten von kleinen Steinmergelbänken unterbrochen werden.

### Die Steinmergelbänke des Grundgipses

Die Steinmergelbänke des oberen Gipskeupers wurden schon öfter chemisch und petrographisch untersucht, die fossilführenden Steinmergel des Grundgipses aber in dieser Beziehung stark vernachlässigt. Dies hat mich veranlaßt, den letzteren etwas mehr Aufmerksamkeit zu schenken und einige analytische Untersuchungen vorzunehmen. Dabei stellte sich heraus, daß die Steinmergelbänke stark mit sekundär ausgeschiedenem Gips durchsetzt sind, so daß nur verhältnismäßig wenige Steinmergel ein einigermaßen richtiges Bild der ursprünglichen chemischen Zusammensetzung geben können.

Zur Untersuchung wurden nur schwach vergipste bzw. gipsfreie Proben verwendet; beigemengte Gipsschüppchen und Fasergipsschnüre wurden nach Möglichkeit zuvor entfernt.

Die Analysen hatten folgendes Ergebnis:

#### Probe I

Mergelzwischenlage aus dem hellgrauen, dolomitischen Steinmergel,  
Profil III Nr. 14 (Windsheim, Bruch Weid)

Gewicht %		Umrechnung	
CaO . . . . .	15,50	CaCO <sub>3</sub> . . . . .	27,67
MgO . . . . .	9,68	CaSO <sub>4</sub> . . . . .	Spur
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,34	MgCO <sub>3</sub> . . . . .	20,32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,80	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,34
SO <sub>3</sub> . . . . .	Spur	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,80
SiO <sub>2</sub> . . . . .	24,08	SiO <sub>2</sub> . . . . .	24,08
Unlöslich . . . . .	14,75	Unlöslich . . . . .	14,75
Glühverlust . . . . .	25,71	H <sub>2</sub> O . . . . .	2,90
	99,86%		99,86%

## Probe II

Graue, dolomitische Mergelschiefer, Profil III Nr. 10  
(Windsheim, Bruch Weid)

Gewicht %	Umrechnung
CaO . . . . . 13,92	CaCO <sub>3</sub> . . . . . 24,85
MgO . . . . . 8,58	CaSO <sub>4</sub> . . . . . Spur
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 2,31	MgCO <sub>3</sub> . . . . . 18,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 3,78	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 2,31
SO <sub>3</sub> . . . . . Spur	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 3,78
SiO <sub>2</sub> . . . . . 33,30	SiO <sub>2</sub> . . . . . 33,30
Unlöslich . . . . . 17,71	Unlöslich . . . . . 17,71
Glühverlust . . . . . 21,06	H <sub>2</sub> O . . . . . 0,70
100,66%	100,66%

## Probe III

Grauer, braungefleckter, schwach toniger Steinmergel, Profil III Nr. 11  
(Windsheim, Bruch Weid)

Gewicht %	Umrechnung
CaO . . . . . 23,31	CaCO <sub>3</sub> . . . . . 41,62
MgO . . . . . 14,59	CaSO <sub>4</sub> . . . . . Spur
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 2,06	MgCO <sub>3</sub> . . . . . 30,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 3,10	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 2,06
SO <sub>3</sub> . . . . . Spur	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 3,10
Unlöslich . . . . . 20,40	Unlöslich . . . . . 20,40
Glühverlust . . . . . 35,69	H <sub>2</sub> O . . . . . 1,34
99,15%	99,15%

## Probe IV

Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel, Profil I Nr. 15, oberste Schicht  
(Windsheim, Bruch Haberstroh)

Gewicht %	Umrechnung
CaO . . . . . 24,18	CaCO <sub>3</sub> . . . . . 43,08
MgO . . . . . 16,54	CaSO <sub>4</sub> . . . . . Spur
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 1,82	MgCO <sub>3</sub> . . . . . 34,73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 1,58	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 1,82
SO <sub>3</sub> . . . . . Spur	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 1,58
SiO <sub>2</sub> . . . . . 11,16	SiO <sub>2</sub> . . . . . 11,16
Unlöslich . . . . . 5,69	Unlöslich . . . . . 5,69
Glühverlust . . . . . 38,45	H <sub>2</sub> O . . . . . 1,35
99,42%	99,42%

## Probe V

Hellgrauer, dolomitischer Steinmergel, Profil I Nr. 15, unterste Schicht  
(Windsheim, Bruch Haberstroh)

Gewicht %		Umrechnung	
CaO . . . . .	28,08	CaCO <sub>3</sub> . . . . .	47,50
MgO . . . . .	18,15	CaSO <sub>4</sub> . . . . .	3,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,33	MgCO <sub>3</sub> . . . . .	38,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,07	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,33
SO <sub>3</sub> . . . . .	2,12	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,07
SiO <sub>2</sub> . . . . .	5,68	SiO <sub>2</sub> . . . . .	5,68
Unlöslich . . . . .	2,59	Unlöslich . . . . .	2,59
Glühverlust . . . . .	40,93	H <sub>2</sub> O . . . . .	0,07
	<u>99,95%</u>		<u>99,95%</u>

## Probe VI

Gelblichgrauer Steinmergel Profil I Nr. 19 (Windsheim, Bruch Haberstroh)

Gewicht %		Umrechnung	
CaO . . . . .	26,64	CaCO <sub>3</sub> . . . . .	46,21
MgO . . . . .	18,19	CaSO <sub>4</sub> . . . . .	1,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,50	MgCO <sub>3</sub> . . . . .	38,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,50
SO <sub>3</sub> . . . . .	1,09	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,05
SiO <sub>2</sub> . . . . .	6,79	SiO <sub>2</sub> . . . . .	6,79
Unlöslich . . . . .	4,06	Unlöslich . . . . .	4,06
Glühverlust . . . . .	40,41	H <sub>2</sub> O . . . . .	0,08
	<u>99,73%</u>		<u>99,73%</u>

## Probe VII

Grauer Steinmergel Profil I Liegendes (Windsheim, Bruch Haberstroh)

Gewicht %		Umrechnung	
CaO . . . . .	27,72	CaCO <sub>3</sub> . . . . .	46,55
MgO . . . . .	17,90	CaSO <sub>4</sub> . . . . .	4,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,47	MgCO <sub>3</sub> . . . . .	37,59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,59	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,47
SO <sub>3</sub> . . . . .	2,36	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,59
SiO <sub>2</sub> . . . . .	5,40	SiO <sub>2</sub> . . . . .	5,40
Unlöslich . . . . .	3,67	Unlöslich . . . . .	3,67
Glühverlust . . . . .	40,45	H <sub>2</sub> O . . . . .	0,28
	<u>99,56%</u>		<u>99,56%</u>

Wie aus vorstehenden chemischen Analysen hervorgeht, handelt es sich bei unseren Mergeln und Steinmergeln durchweg um dolomitische Gesteine. Die

wesentlichen Komponenten sind  $MgCO_3$ ,  $CaCO_3$ , Tonerde und  $SiO_2$  (feinster Sand). Daneben enthalten sie noch kleinere Mengen von  $Fe_2O_3$  bzw.  $Fe(OH)_3$ ,  $Al(OH)_3$ , Phosphate und Sulfide. Einige Bänke enthalten auch etwas primären Anhydrit bzw. Gips.

Harte Steinmergelbänke und weiche, schüttige Mergel wechsellagern mit Gips. Die harten Steinmergel enthalten mehr Karbonate, die Mergel dagegen mehr tonige Bestandteile. Feinkörnige, dolomitische Gesteine mit 5—35% Tongehalt dürfen wir als Steinmergel bezeichnen. Überschreitet aber der Tongehalt 35%, so verliert das Gestein seine Festigkeit und geht in gewöhnliche Mergel über. Die weichen Schichten verwittern viel leichter als die harten Bänke, weshalb die letzteren im Steinbruch gewöhnlich gesimsartig hervortreten. Weiche Mergel zeigen schilferigen, harte Steinmergel dagegen glatten, oft muscheligen Bruch. Die Farbe ist meist grau bis grünlich, seltener sind rote und violette Mergel. Solche finden sich besonders in höheren Lagen und enthalten dann nur noch wenig Gipseinlagerungen.

Die feste Beschaffenheit der Steinmergel, das Fehlen aller Anzeichen einer nachträglichen mechanischen Sackung und von Schwundrissen verrät, daß der Dichtezustand sich nach der Ablagerung nur noch wenig geändert hat. Außer vereinzelt organischen Resten enthalten die Steinmergel Bleiglanz, Zinkblende und Zersetzungsprodukte von Eisenkies. Ferner zeigen manche Bänke kleine Einsprenglinge von grauem Anhydrit und Gips, die leicht auswittern, wodurch dem Gestein ein eigentümliches, löcheriges Aussehen verliehen wird. Besonders auffallend sind Oolithe, die in vielen Steinmergeln in großer Menge beobachtet werden können.

Unter dem Mikroskop erweisen sich die Steinmergel als äußerst feinkörnig. Die feinen Schüppchen und Körnchen sind nicht oder nur sehr wenig miteinander verwachsen. In der feinkörnigen Grundmasse liegen vereinzelte Erzkörner, hauptsächlich Bleiglanz und Zinkblende, aber auch Eisenerze, die von einem Oxydationshof umgeben sind. Die eingeschlossenen Muschelschalen sind sämtlich in Gips umgewandelt. Die Vergipsung kann ebensogut primär als sekundär erfolgt sein. Genaueres läßt sich hierüber nicht sagen. Die schon erwähnten kleinen, dunklen Einsprenglinge von Anhydrit und Gips dürfen wir aber sicher als primäre Bildung ansehen; denn sie sind so fest mit dem Steinmergel verzahnt, daß eine nachträgliche Ausfüllung von später entstandenen Hohlräumen wohl ausgeschlossen ist. Wahrscheinlich handelt es sich um Kristallisationen, die den Beginn der späteren Anhydritbildung andeuten.

Die bereits erwähnten Oolithe sind mehr oder weniger rund. Sie bestehen aus demselben feinkörnigen Material wie die Hauptmasse des Gesteins und müssen daher als Pseudo-Oolithe bezeichnet werden. Durch ihre dunklere Färbung heben sie sich aber deutlich ab. Wahrscheinlich sind sie bitumenreicher als das umgebende Gestein; damit kann auch die Tatsache erklärt werden, daß sie viel schwerer verwittern. Die Pseudo-Oolithe sind fast durchweg dicht. Eine dunklere Außenzone (Pigmenthülle) umschließt einen helleren Kern. Nur in den seltensten Fällen enthalten sie kleinere oder größere Körner von Anhydrit bzw. Gips. In

der Hauptsache dürften die Oolithe anorganische Bildungen sein. Die dunkle Färbung dürfte darauf hinweisen, daß die Bildung in einer an organischen Kolloiden reichen Masse erfolgte.

## Die Entstehung der dolomitischen Steinmergelbänke

Die Entstehung des Dolomits ist ein Problem, das trotz vieler Laboratoriumsversuche bis heute noch nicht restlos gelöst ist. Die älteren Autoren glaubten, daß zur Bildung des Dolomits hoher Druck bzw. hohe Temperaturen unbedingt erforderlich seien. Nach Pfaff (53) soll in Meerestiefen, die einem Druck von 40—200 Atmosphären entsprechen, durch die Einwirkung von Magnesiumsalzen auf kohlensauen Kalk bei gleichzeitiger Anwesenheit von NaCl eine Dolomitierung erfolgen, deren Intensität mit der Stärke der Konzentration des Meerewassers zunimmt. Alle dolomitischen Gesteine, die mit Gips und Steinsalz vergesellschaftet sind, sollen auf diese Weise entstanden sein. Dazu würden also auch die Steinmergelbänke des Grundgipses gehören. Die fossilen Einschlüsse lassen aber erkennen, daß wir es hier nicht mit der Bildung eines tiefen Meeres zu tun haben. Auch die neueren Meeresforschungen haben ergeben, daß Dolomit nur in Meeren mit geringer Tiefe sich bildet.

H. Fischer (12), Linck und seine Schüler (1) haben durch ihre Untersuchungen nachgewiesen, daß die allermeisten Dolomite keine primäre Bildung darstellen, sondern als Umwandlungsprodukte anderer Sedimente anzusprechen sind. H. Fischer (12) konnte feststellen, daß selbst unter extremsten Verhältnissen (stärkste Konzentration und höchste Temperatur) aus Meerwasser durch den Einfluß von Ammonkarbonat nur wenig  $MgCO_3$  primär ausgefällt werden kann. Auf diese Weise können also wohl schwach dolomitische Mergel entstehen, nicht aber Steinmergel und Dolomite.

Linck (44) erhielt aus einer Lösung  $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$  durch Vermischung mit einer Lösung von  $(NH_4)_2CO_3$  und Zugabe von gelöstem  $CaCl_2$  einen gallertigen Niederschlag, der beim Erwärmen kristallin wurde. Die chemische Analyse ergab eine ähnliche Zusammensetzung, wie sie der natürliche Dolomit zeigt. Trotzdem hatte Linck nicht Dolomit, sondern nur ein Mischsalz Calcium-Magnesiumkarbonat gewonnen, das ausschließlich aus runden oder ovalen, z. T. unvollkommen ausgebildeten Sphärolithen bestand. Dieselben erinnern uns an die bereits erwähnten Oolithe mancher Steinmergelbänke.

Klements Erklärungsversuch (37) setzt das Vorhandensein eines festen kalkreichen Bodenkörpers voraus. Nach ihm entsteht Dolomit durch Einwirkung konzentrierter Lösungen von  $MgSO_4$  auf Aragonit bei gleichzeitiger Anwesenheit von konzentriertem NaCl und hoher Temperatur. Diese Bedingungen sollen in der Natur gegeben sein, wenn vom offenen Meere abgeschnürte Wasserbecken sich stark erhitzen und konzentrieren. Für die Verhältnisse zur Zeit der Ablagerungen des Grundgipses wäre eine solche Erklärung wohl denkbar. Die Ausfällung von Gips bzw. Anhydrit beweist, daß eine erhebliche Konzentration der Salzlösungen stattgefunden hat. Der Ausscheidung des Gipses (Anhydrits) aber

muß die Ausfällung der Eisensalze und des kohlensauren Kalkes vorausgegangen sein. Dadurch wird der Bodenkörper geschaffen, auf den im Sinne Klements die konzentrierten Salzlösungen ( $MgSO_4$ ,  $NaCl$ ) einwirken könnten, um schließlich Dolomit zu erzeugen. Ob aber die hohen Wassertemperaturen (über 60°), die Klement zur Dolomitbildung benötigt, in der Natur ebenfalls gegeben waren, ist äußerst fraglich. Vielleicht spielt ein bisher wenig beachteter Faktor eine große Rolle, nämlich die Zeit.

Wie gesagt, die Entstehung des Dolomits ist noch nicht ganz geklärt. Jedenfalls wirken dabei die verschiedensten Faktoren zusammen:

Kalkhaltiger Bodenkörper,  
organische und anorganische Kolloide,  
große Mengen von Ammoniak und Ammonsalzen, sonstige organische Stoffe  
und Verbindungen,  
Konzentration der Salze, hauptsächlich der Mg-Salze,  
hohe Temperatur und hoher Druck.

Bei der Dolomitbildung der Steinmergel des Grundgipses spielen nach meinem Dafürhalten Ammoniak und Ammonsalze eine ganz besonders wichtige Rolle. Dies geht auch daraus hervor, daß alle Versuche Lincks, kalkige Bodenkörper durch Mg-Salze in Dolomit zu verwandeln, ergebnislos verliefen, sobald Ammoniak ausgeschaltet wurde.

Ammonsalze bilden sich bekanntlich bei der Verwesung organischer Stoffe. Solche müssen auch im Schlamm des Grundgipsmeeres in großer Menge vorhanden gewesen sein. In der Tat finden wir in den Steinmergeln Reste von Fischen und Bivalven. Die merkwürdigen, rhizocorallenähnlichen Wülste beweisen das Vorhandensein von Würmern, die im Schlamm ihre Gänge gegraben haben. Wie groß aber mag erst das Heer der Organismen gewesen sein, die ohne Hinterlassung von Resten oder Lebensspuren im Meere zugrunde gingen? Nicht zu unterschätzen ist vor allem auch die Tätigkeit der Bakterien, die selbst bei verhältnismäßig weit fortgeschrittener Konzentration des Meerwassers immer noch Kalk abscheiden können. Auch die Schwermetallsulfide: Bleiglanz, Zinkblende und die Zersetzungsprodukte des Eisenkieses, die wir in den Steinmergeln finden, beweisen, daß eine Verwesung organischer Körper stattgefunden haben muß, wodurch  $H_2S$ ,  $CO_2$ , Ammoniak und Ammonsalze in großen Mengen entstanden.

Der Schlamm des Meeresbodens, aus dem sich später die Steinmergelbänke bildeten, bestand wohl zu einem großen Teil aus organogenem Fällungskalk, der stark mit organischen Kolloiden und Ammonsalzen durchsetzt war. Möglicherweise enthielt er auch schon geringe Mengen von kohlensaurem Magnesium. Die eigentliche Dolomitisierung des Sediments dürfte aber erst begonnen haben, als mit der fortschreitenden Eindampfung des Meerwassers eine starke Konzentration der Salze eintrat. Dies scheinen mir auch die zahlreichen Gips- bzw. Anhydriteinsprenglinge zu beweisen, die in den Steinmergeln auftreten. Die durch die Verwesungsprozesse gebildeten Ammonsalze, insbesondere das Ammonkarbonat wirkten nun auf  $MgSO_4$  und  $MgCl_2$  zersetzend ein, es entstand  $MgCO_3$ ,

das als Bikarbonat in Lösung blieb. Durchtränkten nun diese Mg-Bikarbonatlösungen den organogenen Kalkschlamm, so mußten sie mit den Gelen und Kolloiden in Berührung kommen, worauf sie absorbiert wurden. Nach den Ergebnissen der kolloidchemischen Forschung gilt es als sicher, daß dort, wo Gele in Ablagerungen sich anreichern, basisches Magnesiumkarbonat dem Wasser entnommen wird.

In welcher der drei uns bekannten Modifikationen der kohlen saure Kalk in dem kalkigen Bodenkörper vorlag, läßt sich heute nicht mehr feststellen.

## Die Gipsablagerungen

Wie schon im stratigraphischen Teil ausgeführt wurde, zeigt der Gips der Grundgipsschichten eine zweifache Ausbildung. Die unteren, massigen Felsengipse sind ziemlich einheitlich in Farbe und Struktur. Die weniger mächtigen Lagen des Plattengipses zeigen eine Wechsellagerung vieler heller und dunkler Gipsbänder. Einige Gipsbänke enthalten als besonders auffällige Erscheinung große idiomorph ausgebildete Gipskristalle. Unter dem Mikroskop ist das Gefüge des Gipses grano-lepidoblastisch. Der Felsengips ist weniger grobkörnig als der Plattengips. Beim Anschliff des letzteren treten verschiedenfarbige kleine Bänder auf, die jedoch im Dünnschliff wieder verschwinden. Wahrscheinlich ist dies auf Unterschiede in der Dichte des Gesteines zurückzuführen. Auffallend sind die häufigen Einschlüsse von Anhydrit, die auch Thürach, Weigelin und Fischer aus dem Grundgips angeben. Hier handelt es sich offenbar um Reste, die bei der Umwandlung des Anhydrits in Gips übriggeblieben sind. Daß eine solche Umwandlung nachträglich stattgefunden hat, beweisen auch die häufigen, wellenförmigen Biegungen der Gipslager.

## Die Bildung des Anhydrits

Bis zum Jahre 1900 bestand allgemein die Anschauung, daß Anhydrit sich nur bei sehr hoher Temperatur bilden könne; denn künstliche Herstellung gelang nur, wenn die mit NaCl gesättigte Gipslösung einer stärkeren Erhitzung ausgesetzt wurde. Heute weiß man, daß die Natur solch hohe Wärmegrade nicht benötigt, um Anhydrit zu erzeugen. Die höchste Temperatur des Meeresswassers wird in der Gegenwart mit 35°C angegeben. Wir dürfen mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß diese Höchsttemperatur auch in der geologischen Vergangenheit nicht wesentlich überschritten wurde.

Nach Arrhenius und Lachmann (3) erreicht die Temperatur bei der Bildung der Salzlagerstätten niemals 25°, vermutlich sogar niemals 20°. Die Umwandlung primär ausgeschiedenen Gipses in Anhydrit vollzieht sich nach van't Hoff und Weigert (92) bei gleichzeitiger Anwesenheit konzentrierter Chlornatriumlösungen bei 25°. Bei einer Temperatur über 25° fällt CaSO<sub>4</sub> bei Anwesenheit von NaCl-Lösungen sofort als Anhydrit aus. Es steht fest, „daß man von 25° an bei der natürlichen Salzlagerbildung im wesentlichen mit Anhydrit zu tun hat und

das Auftreten von Gips unberücksichtigt bleiben kann. Wir haben deshalb mit einem Mittelwert  $30^{\circ}$  als Bildungstemperatur von Anhydrit bei Anwesenheit von Chlornatrium gerechnet.“

Wenn Kochsalz nicht vorhanden ist, so ist eine Temperatur von mindestens  $65^{\circ}$  erforderlich, um Gips in Anhydrit zu verwandeln.

Übertragen wir das auf den Grundgips, so folgt daraus, daß ohne Anwesenheit von NaCl eine Überlagerung mit mindestens 1500 m Deckschichten angenommen werden müßte, um die zur Umwandlung primär ausgeschiedenen Gipses notwendige Temperatur zu erzeugen. Wir dürfen aber annehmen, daß im Grundgipsmeer sich nicht nur Gips, sondern auch Chlornatrium ausgeschieden hat. Wenn auch jetzt der größte Teil des leicht löslichen Steinsalzes und der Kalisalze namentlich in den oberen Schichten nahezu vollständig verschwunden ist, so verrät sich doch der Salzgehalt des Bodens durch gelegentliche Salzausblühungen und salzhaltige Quellen. Wir wissen nun nach den Untersuchungen van't Hoff's und seiner Schule, daß bei Anwesenheit von Steinsalz eine Umwandlung des Gipses in Anhydrit schon bei  $30^{\circ}$  erfolgen kann. Das würde etwa einer Gesteinsdecke von 700 m Mächtigkeit entsprechen. Nies (51) hat die Anhydritbildung des Grundgipses auf ähnliche Weise zu erklären versucht; denn er spricht von einer Versenkung der Schichten bis zu der zur Erhöhung der Temperatur notwendigen Tiefe und hierdurch bedingten Umwandlung des Gipses in Anhydrit.

Meines Erachtens ist aber die Annahme einer so gewaltigen Schichtenfolge über dem Grundgips gar nicht notwendig. Wir können die Bildung des Anhydrits ja auf viel einfachere Weise erklären, wenn wir annehmen, daß im Grundgipsmeer bei einer Temperatur von  $25\text{--}30^{\circ}$  Anhydrit sich primär abgelagert hat. Daneben mag gleichzeitig eine Umwandlung des bereits vorhandenen wasserhaltigen Gipses, der bei tieferer Temperatur zur Ausscheidung kam, in Anhydrit stattgefunden haben, und zwar unter dem Einfluß konzentrierter NaCl-Lösungen, die sicher vorhanden waren.

## Die Entstehung der Gipslager

Über das Zustandekommen der mächtigen Gipslager im Grundgips gehen die Meinungen noch stark auseinander. Thürach (88) führt sie auf die Verdunstung eines Binnenmeeres zurück, in welches zeitweise der Ozean eindrang (Steinmergelbänke).<sup>1</sup> Auch Weigelin (100) vertritt eine solche Anschauung. Dem kann entgegengehalten werden, daß durch Eindampfung eines abgeschnürten Meeres unmöglich solch mächtige Gipsablagerungen erfolgen können; denn 1000 m Meerwasser würden heute beim Verdunsten erst 1 m Gips zurücklassen. Wir müßten also ungeheuerliche Tiefen annehmen, wenn wir die Entstehung der 6—8 m mächtigen Gipslager auf diese Weise erklären wollten.

Die eingeschlossene Fauna der Steinmergel zeigt aber, daß die Sedimente des Grundgipses Ablagerungen eines Flachmeeres sind. Deshalb erklären Fraas (15),

<sup>1</sup> Eine ständige Verbindung mit dem offenen Meere durch eine kleine Pforte wird von Thürach nicht angenommen.

Pfeiffer (54) und Silber (80) die Gipslager als Absätze großer Lagunen, in welche der Rest des Salzgehaltes des Muschelkalkmeeres, der noch im Boden steckte, zusammengeschwemmt wurde. Gips und Salz sollen durch Regenwasser im Boden gelöst, die Lösung kapillar an die Oberfläche gesaugt worden sein, wobei das verdunstende Wasser Gips und Steinsalz als Ausblühungen zurücklassen mußte, die bei neuen Regengüssen wiederum gelöst und schließlich in die germanische Senke verfrachtet wurden.

Gegen diese Art der Erklärung lassen sich ebenfalls verschiedene Einwände vorbringen; denn es tauchen Fragen auf, die schwer zu beantworten sind. Warum nahm der stark ausgetrocknete Boden mit den Niederschlägen nicht auch die ausgeblühten Salze wieder auf? Wie konnten die geringen Mengen von Gips und Salz, die das sich zurückziehende Muschelkalkmeer hinterließ, solche mächtigen Gipslager bilden?

Die beste Erklärung liefert nach meiner Meinung die Ochseniussche Barrentheorie und die Annahme der Existenz eines Unter- und Oberstroms. Nach dieser Theorie brachte ein Oberstrom von der Rhonesenke her das Meerwasser in die Becken, worin nach erfolgter Konzentration der Gips zur Ausfällung kam. Der Unterstrom dagegen führte die leichter löslichen Salze wieder dem offenen Meere zu. Ein Teil des Gipses mag allerdings auch vom Festlande stammen; denn sicher haben die Flüsse ebenfalls gelösten Gips in die Senken und Becken getragen.

Die zwischen den Gipslagern eingeschalteten Steinmergelbänke führe ich mit Thürach u. a. auf gelegentliche Einbrüche des Ozeans zurück.

Als die Abschnürung vom offenen Meere eine vollkommene wurde, zogen sich die salzhaltigen Wasser in die tiefsten Teile des großen Beckens zurück und wurden dort allmählich vollständig eingedampft. Es darf wohl angenommen werden, daß auch bei uns in Franken Kochsalz und vielleicht auch Kalisalz ausgeschieden wurde, wenn wir dieselben auch nicht mehr gut nachweisen können. Die Salzlager fielen einer späteren Auslaugung bis auf geringe Reste zum Opfer und nur einige salzhaltige Quellen verraten uns ihre ehemalige Existenz.

## Die Lagerungsverhältnisse des Grundgipses

Die Schichten des Grundgipses streichen in unserem Gebiet nicht überall gleichmäßig durch, sondern keilen oft plötzlich aus und werden durch Mergel ersetzt. Manche Autoren (Nies 51, Schuster 76) glauben deshalb, der Gips habe sich in Form von Linsen in Vertiefungen des Meeresbodens abgelagert. Andere (Thürach 87, Wagner 99 usw.) sind der Ansicht, daß die Gipsablagerungen erst nachträglich durch Verkarstung in einzelne Stöcke zerschnitten worden seien, so daß wir heute nur noch die Reste eines früher einheitlichen Gipsflözes vor uns hätten. Auch ich bin der Meinung, daß die sogenannten Gipslinsen oder Gipsstöcke ursprünglich unter sich zusammenhingen.<sup>1</sup> Sie bildeten einst die Ausfüllung der tiefsten Senke des ehemaligen abgeschnürten Meeresbeckens. Diese Senke hatte eine sehr unregelmäßige Form, war bald schmaler, bald breiter

<sup>1</sup> Vgl. die oben gegebenen Profile.

und besaß dementsprechend gewaltige Ein- und Ausbuchtungen. An den tiefsten Stellen (wohl in der Mitte des Beckens) mußten naturgemäß die mächtigsten Gipsablagerungen erfolgen. Gegen den Rand der großen Senke mußten die Gipsbänke immer schwächer werden. Wo aber Bodenschwellen (bestehend aus früher abgelagerten Mergelschichten) landzungenartig ins Beckeninnere vorsprangen, da konnte überhaupt keine Gipsausscheidung stattfinden. So lassen sich ganz ungezwungen die auffallenden Mächtigkeitsschwankungen, sowie das häufige Auskeilen und Wiederauftauchen der Gipsschichten erklären. Später kam dazu noch eine weitgehende Verkarstung, die einzelne Teile vom Hauptstock loslöste, so daß sie heute in Form von Linsen im Mergel eingesprenzt erscheinen.

Die mächtigsten Gipslager befinden sich bei Windsheim, Hellmitzheim und Endsee. In den dortigen Steinbrüchen lassen sich darum auch die eigenartigen Lagerungsverhältnisse des Grundgipses am besten studieren. In den dazwischen liegenden Gebieten ist der Gips nur geringmächtig entwickelt; an vielen Orten fehlt er vollständig. Der tiefste Punkt des alten Meeresbeckens dürfte bei Windsheim gewesen sein. Ganz zutreffend vergleicht Schuster die Form des in unserem Arbeitsgebiete abgelagerten Gipses mit einer Schaufel, deren Stielansatz bei Windsheim liegt.

## Petrogenese einiger Bänke

### Die Muschelgipse

Wegen ihres großen Fossilreichtums verdienen die sogenannten Muschelgipsbänke ganz besondere Beachtung. Sie treten stratigraphisch in verschiedenen Höhenlagen auf und lassen sich nicht auf große Entfernungen hin verfolgen, weil sie gewöhnlich sehr rasch wieder auskeilen. Während in den Steinmergeln Versteinerungen nur selten auftreten — eine Ausnahme bildet *Myophoria goldfussi* —, drängt sich in den Muschelgipsbänken fast die gesamte Fauna des Grundgipses auf engem Raume zusammen. Ihren Namen verdanken die Bänke den zahlreichen kleinen und aller kleinsten Schnecken, welche von den Steinbrucharbeitern als „Muscheln“ bezeichnet werden.

Der Muschelgips ist petrographisch keine einheitliche Bildung; denn bald setzt sich das Gestein aus mehr oder weniger stark gipshaltigen Steinmergeln zusammen, bald besteht es aus Gips, dem wechselnde Mengen von karbonatischen Bestandteilen in Form von Oolithen und kleinen, abgerundeten Steinmergelresten beigemischt sind. Zuweilen finden sich in diesem Gips auch größere Steinmergeltrümmer, die sich leicht herauslösen lassen.

Der typische Muschelgips zeigt unter dem Mikroskop in einer granoblastischen Gipsgrundmasse zahlreiche Dolomitmörnchen, Oolithe und Schnecken, vereinzelt auch Anhydritreste. Die Oolithe sind meist vollkommen rund und aus mehreren konzentrischen Schalen zusammengesetzt. Gewöhnlich umhüllt eine dunklere Zone einen helleren Kern, doch kommt zuweilen auch der umgekehrte Fall vor. Manchmal sind mehrere Oolithe zusammengewachsen und von einer gemeinsamen Hülle umschlossen. Nicht selten erscheinen kleine, längliche Stein-

mergelstückchen, die vollständig mit Gipskristallen erfüllt sind. Möglicherweise verdanken diese eigenartigen Gebilde ihre Entstehung kalkabscheidenden Algen. Ebenso häufig sind abgerundete Stückchen und Oolithe, die durchgehende Risse mit Gipsausfüllung zeigen. Wahrscheinlich handelt es sich hier um rein mechanische Sprengwirkung, hervorgerufen durch den Volumendruck des in feinen Spältchen auskristallisierenden Gipses. Die Karbonateinschlüsse sind in der Regel am Rande glatt und nur selten korrodiert. Mitunter besitzen sie eine Gips-hülle, welche aus senkrecht zur Oberfläche gestellten Kriställchen besteht.

Wie ist nun dieser Muschelgips entstanden?

G. Fischer (11) glaubt, daß eine metasomatische Verdrängung von Karbonat durch Gips stattgefunden habe. Wegen des Vorkommens von kleinen Anhydritresten nimmt er eine direkte Metasomatose Anhydrit-Erdalkalikonarbonate an. Diese Deutung scheint mir nicht richtig zu sein; denn wenn wirklich eine metasomatische Verdrängung vorläge, dürften die Steinmergeleinschlüsse sich nicht so leicht aus der Grundmasse herauslösen lassen als es tatsächlich der Fall ist. Sie müßten mit dem Gips viel fester verwachsen sein, ja sogar in ihn übergehen. Der Gips erscheint aber lediglich als Bindemittel, das die Steinmergelstückchen und Steinkerne der Fossilien zusammengekittet hat.

Man könnte auch annehmen, daß eine Vergipsung der Steinmergel durch eingedrungenes, gipshaltiges Wasser und eine mechanische Zerreißung und Lockerung des Gesteins durch die Ausdehnung des auskristallisierten Gipses stattgefunden habe. Am natürlichsten aber erscheint mir die Annahme, daß die fossilreichen gipsführenden Steinmergelbänke und die sogenannten Muschelgipse Strandbildungen darstellen. Die Brandung des Meeres (Einbruch einer neuen Meeres-transgression) mag an geeigneten Stellen abgerundete und leicht bewegliche Gesteinstrümmer (zerstörte Steinmergelbänke) und die mit Schlamm erfüllten Gehäuse abgestorbener Meerestiere in großen Mengen zusammengeschwemmt haben. Je nachdem nun diese lockeren Ablagerungen später mit Kalkschlamm zugedeckt oder durch Gips (Anhydrit) verkittet wurden, mußten daraus fossilreiche Steinmergelbänke oder Muschelgipse entstehen. Man kann also die Bildung dieser merkwürdigen Schichten auch ohne Zuhilfenahme einer Metasomatose erklären.

### Der Flasergips

Die durch die Mergelstreifen stark verunreinigten Gipsschichten hat Thürach mit dem Namen „Flasergips“ bezeichnet. Sie sind fast in jedem Steinbruch zu sehen; doch ist ihre Mächtigkeit großen Schwankungen unterworfen. Stellenweise sind sie überhaupt nicht zur Ausbildung gekommen. Die Struktur des Flaser-gipses ist pseudobrecciös. Die unregelmäßig geformten Gipstrümmer sind von einer Mergelhülle umgeben. Von Anhydrit ist im Dünnschliff keine Spur zu entdecken. Offenbar ist der primär abgeschiedene Anhydrit vollständig in Gips umgewandelt.

Nach Thürach sind die Flasergipse dadurch entstanden, daß heftig einströmendes Meerwasser die bereits gebildeten Gipsschichten aufwühlte und zerstörte

und die Trümmer mit Mergeln vermengte. Diese Deutung dürfte richtig sein; denn überall da, wo Flasergips auftritt, zeigen die unterlagernden Gipsschichten eine unregelmäßige Oberfläche. Über horizontal gelagertem, unversehrttem Gips treten dagegen keine Flasergipse auf.

### Das Quarzitbänkchen von Windsheim

In Profil III tritt ein gelbliches, grobkörniges, dolomitisches Sandsteinbänkchen auf, in dem vereinzelt Fischreste gefunden werden (Nr. 1). Dasselbe dürfte mit der Schicht übereinstimmen, die Thürach von den Gipsbrüchen bei Opferbaum und Bergtheim (Profil II Nr. 12) angibt. Das Bänkchen liegt in Mergel eingebettet und setzt sich aus vielen kleinen, meist bikonvexen Linsen zusammen. Das Material besteht, wie Dünnschliffe erkennen lassen, aus kleinen Mergelgeröllen und mehr oder weniger abgerundeten, kaum verzahnten Quarzkörnern, die durch mergeliges Zement fest verkittet sind. Wahrscheinlich handelt es sich um die Ausfüllungen ehemaliger Rippelmarken.

## Paläontologischer Teil

### Fossile Wurmrohren von Rhizocoralliden

Die Steinmergelbänke des Grundgipses sind manchmal (Profil III Nr. 11 und 14) auf der Unterseite mit eigenartigen Wülsten bedeckt, für die man keine andere Erklärung weiß, als daß es ausgefüllte Wurmrohren sein müssen. Diese Bildungen verlaufen ganz unregelmäßig und teilweise überlagern sie einander. Hebt man eine Platte des Gesteins von der Unterlage ab, so sieht man deutlich, wie die Wülste in den weichen Mergeln der liegenden Schicht eingebettet sind. Gewöhnlich sind sie fest mit dem Hangenden verwachsen und gehen ohne erkennbare Grenze in den Steinmergel über; zuweilen aber liegen sie frei und lassen sich dann leicht aus dem Liegenden herausnehmen.

Andere organische Reste sind in den Steinmergeln mit Rhizocoralliden-Wülsten selten; nur hier und da erscheint eine *Myophoria goldfussi* oder ein kleiner Knochenrest. Der größere Teil der Wülste ist unregelmäßig schlangenförmig gewunden, manchmal auch verzweigt. Andere sind so stark gekrümmt, daß die beiden Enden sich kreuzen und einander überlagern.

Seltener sind U-förmig gebogene Wülste mit einem Verbindungsstück, der sogenannten Spreite.

Die schlangenförmig gewundenen Wülste sind auf ihrer Oberfläche mit erhabenen Netzstreifen versehen, die bald größere, bald kleinere Maschen bilden. Ähnliche Bildungen sind in der Literatur beschrieben unter dem Namen: *Rhizocorallium jenense* Zenker. Ursprünglich als Hornschwämme gedeutet, erblickt man heute in ihnen fast allgemein die ausgefüllten Röhren eines wurmartigen Tieres.

Die Entstehung der netzigen Streifung ist noch nicht ganz geklärt. Die meisten Forscher halten die Netzskulptur, die nur oberflächlich ist und sich nicht ins Innere erstreckt, für Scharr- oder Kratzspuren (Fuchs 18 S. 421, Douvillé 10

S. 369—370). Reis (63) S. 249 glaubt, daß sie von den grabenden Tieren absichtlich hervorgerufen seien, um rauhe Stellen für den Einbau der anorganisch-organischen Röhrenhülle zu gewinnen.

Die rezenten Rhizocoralliden bohren sowohl im festen Gestein, als auch im weichen Schlamm und im lockeren Sand. Unsere Bildungen dürften wohl auf die wühlende Tätigkeit von Schlammbewohnern zurückzuführen sein. Im zähen plastischen Schlamm können sie bei ihrer Wühlarbeit wohl Kratzspuren hinterlassen haben; daß aber durch Kratzen die charakteristische Netzskulptur entstanden sein soll, das will doch nicht recht einleuchten. Wir müssen daher nach einer anderen Entstehungsmöglichkeit Ausschau halten. Bekanntlich kleiden viele rezente Rhizocoralliden ihre Röhren mit Schleimhäuten aus, um dem Bau eine gewisse Festigkeit zu verleihen. So erwähnt z. B. Richter (68) S. 206, daß *Polydora* im Sand schleimige Wohnungen baue und daß es ihm auch geglückt sei, Fetzen dieser schleimigen Bauten aus dem Sande auszuspülen. Auch die fossilen Rhizocoralliden dürften ihre Gänge und Röhren im zähen Schlamm mit Schleimhäuten versehen haben. Nach dem Trocknen werden solche Häute pergamentartig und schrumpfen ein, so daß Runzeln entstehen. Möglicherweise sind durch solche Runzeln der Röhrenhülle die Netzstreifen entstanden. Man könnte aber auch daran denken, daß die Tiere beim Bau der Hülle zunächst ein Netz von gröberen Schleimfäden gezogen und dann auf dieses Gerüst eine dünne Schleimschicht aufgetragen haben, so daß die Oberfläche eine netzige Skulptur erhalten mußte. Das eigentümliche Maschenwerk der Streifen findet sich zuweilen auch in den Zwischenräumen nicht zusammengehöriger Wülste. Hier dürfte es sich um losgerissene Fetzen der Schleimbauten handeln, die beim Ausräumen der Hohlräume mit ins Freie gelangten. Selbstverständlich läßt sich auch hierüber nichts Sicheres sagen. Das Rätsel der Netzstreifen bleibt vorläufig noch ungelöst und es müssen noch viel eingehendere Untersuchungen und Beobachtungen an lebenden Rhizocoralliden angestellt werden, um eine befriedigende Erklärung der Entstehung der merkwürdigen Netzstreifen geben zu können.

Die U-förmig gebogenen Wülste sind, wie gesagt, seltener. Der Bau bildete einst eine hufeisenförmige Tasche (Spreite) mit einer Erweiterung am Rande. Auf dieser Spreite fehlen an unseren Exemplaren die Netzstreifen, dagegen sind parallel laufende bogenförmige Linien vorhanden. Richter (68 S. 204, 207 und 211) erklärt diese Linien für Zuwachsstreifen, die beim fortgeschrittenen Bau der Höhlung als Reste früherer Scheitelbögen stehen geblieben sind. Unter der glatten Oberfläche der Schenkelwülste, manchmal auch unter der Spreite sind kleine elliptische Körperchen eingebaut, deren Größe ziemlich gleich bleibt (zirka 1 mm breit und 1—2 mm lang). Über diese Baukörperchen, die wohl auch zur Versteifung der Röhrenhülle dienten, hat Reis (63 S. 236) eingehende Untersuchungen angestellt; doch weiß man bis heute noch nichts Endgültiges über die Natur derselben.

Dünnschliffe, die ich anfertigte, zeigten nur, daß die Baukörperchen aus dem Material der Steinmergel zusammengesetzt sind. Manche Autoren glauben, daß es sich um Koprolithen handle, die von den Rhizocoralliden als Bausteine in

die schützende Hülle an besonders gefährdeten Stellen eingefügt worden seien. Andere (Reis 64 S. 628) dagegen sehen diese ovalen Körperchen als eigens zu Bauzwecken verfertigt an. Tatsächlich gibt es Würmer (*Terebella figulus* u. a.), die Schlamm verschlucken und denselben in geformten Partikelchen durch den Mund wieder ausscheiden, um sie als Bausteine zu verwenden.

Netzleisten und Baukörperchen scheinen sich gegenseitig auszuschließen. Jedenfalls ist auffallend, daß letztere überall da fehlen, wo die beschriebene Netzskulptur vorhanden ist.

## Brachiopoda

### *Lingula tenuissima* Bronn

Mit *Lingula tenuissima* Bronn muß *Lingula zenkeri* v. Alb. zu einer Gesamtart vereinigt werden, denn eine natürliche Trennung ist nicht gut möglich. Der Erhaltungszustand der Windsheimer Formen, die meist nicht die Größe typischer Exemplare erreichen, läßt leider etwas zu wünschen übrig.

Ihre Hauptverbreitung hat *Lingula tenuissima* in der Steinmergelbank Nr. 6 Profil II, wo sie massenhaft erscheint. Unmittelbar darüber beginnt sofort der Gips; damit erklärt sich auch das plötzliche Verschwinden der *Lingula*. In den tiefer gelegenen Schichten des Steinmergels tritt *Lingula* nur vereinzelt auf.

*Lingula tenuissima* fand sich ferner im Profil I Nr. 15, sowie Profil III Nr. 14 und 19. In der letztgenannten Bank hatten die Schälchen eine bläulich-weiße Färbung. Thürach erwähnt aus dem Grundgips nur einmal das Vorkommen der *Lingula tenuissima*, und zwar in seinem Profil II Nr. 18.

## Lamellibranchiata

Gervillien sind äußerst selten und befinden sich meist in einem derart schlechten Erhaltungszustand, daß eine Bestimmung mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Doch kann mit Sicherheit gesagt werden, daß alle bis jetzt beobachteten Formen der Gruppe der *Gervillia substriata* Credn. angehören. Zeller hat in der Lettenkohle drei Arten von Gervillien nachgewiesen, nämlich *Hoernesia (Gervillia) socialis* v. Schloth., *Gervillia subcostata* Goldf. und *Gervillia substriata* Credn. Die beiden erstgenannten kommen im Grundgips nicht vor, wenigstens sind sie bis heute noch nicht gefunden worden. Die beobachteten Formen zeigen einen Achsenwinkel von nur 30—35 Grad und damit kennzeichnen sie sich als zu *Gervillia substriata* gehörig.

Der Muschelgips (Nr. 14) des Profils I enthält zwei Varietäten der *Gervillia substriata*, nämlich eine etwas größere mit Radialstreifung, die durch die Umwandlung der Schale in Gips leider etwas an Deutlichkeit eingebüßt hat: *Gervillia substriata* Credn. var. *lineata* Goldf. und eine kleinere ohne Radialstreifung, mit konzentrischen Streifen versehene Form: *Gervillia substriata* var. *tenuicostata* Zeller.

Beide Varietäten nur im Windsheimer Profil I Nr. 14. Aus der gleichen Bank gibt auch Thürach eine *Gervillia lineata* Goldf. an.

*Pecten (Velopecten) albertii* Goldf.

Von dieser seltenen Art liegen einige gut erhaltene Stücke vor. Sie erreichen meist nicht 1 cm Durchmesser. An einem stark gewölbten Exemplar aus Profil I Nr. 14 ist am äußersten Rande noch etwas von einer feinen Radialstreifung zu erkennen. Ein weiterer Steinkern aus Profil I Nr. 11 zeigt die feine Radialstreifung sehr deutlich. Wieder andere dagegen besitzen nicht die geringste Spur von Streifung. Nach Alberti ist die Verschiedenheit der Radialstreifung auf die mehr oder weniger starke Abnützung der Schale zurückzuführen. Die Ausgangsform *Pecten inaequistriatus* Goldf. mit sehr deutlichen Streifen, läßt sich an Steinkernen nicht mehr erkennen. Dagegen kann man *Pecten albertii* Goldf. und den völlig streifenlosen *Pecten obliteratus* Schaur. auffinden. Verhältnismäßig zahlreich fand sich *Pecten albertii* im Profil VII Nr. 9. Thürach gibt diese Art an im Profil I Nr. 14.

*Nucula goldfussi* v. Alb.

Ein Dolomitsteinkern von 11 mm Länge und 9 mm Höhe dürfte zu dieser Art gehören.

Vorkommen: Profil I Nr. 14.

*Myophoria goldfussi* v. Alb.

Die häufigste Art im Grundgips. Sie tritt fast in sämtlichen Steinmergeln auf. Manche Schichten sind vollständig aus Myophorien aufgebaut. Die besterhaltenen Exemplare fanden sich im Profil I Nr. 14. Manche Stücke hatten auf den Rippen in der Nähe des Randes deutlich sichtbare konzentrische Linien und zeigten deshalb eine schöne Dornenbildung. Die Individuen aus dieser Schicht erreichen ganz besondere Größe (Länge bis 17 mm).

*Myophoria intermedia* Schaur., *vulgaris* Schloth., *transversa*  
Bornem.

Die Unterscheidung dieser drei einkantigen Arten bereitet oft große Schwierigkeiten, weil sie durch Übergänge miteinander verbunden sind. Größe, Art der Berippung, Schärfe der Kanten und Umriß geben kein brauchbares Unterscheidungsmerkmal. Am leichtesten noch läßt sich eine Trennung durchführen, wenn man den sog. Seebachschen Quotienten zu Hilfe nimmt (Verhältnis der Entfernung der Nebenkante von der Arealkante zur Länge der Arealkante). Doch auch dieses Unterscheidungsmerkmal ist nicht konstant, so daß es nach Rübenstrunk (69 S. 198) sehr fraglich ist, „ob die *Myophoria vulgaris*, *transversa* und *intermedia* weiterhin als selbständige Arten angesehen werden dürfen“. Wahrscheinlich handelt es sich um eine einzige Art, welche ihre Form je nach den Lebensbedingungen ändert. In brackischen Gewässern erscheint sie als *Myophoria transversa*, in marinen dagegen als *vulgaris* oder *intermedia*.

Im Grundgips findet sich *Myophoria intermedia* nicht häufig. Der Seebachsche Quotient beträgt bei typischen Stücken 1:4 bzw. 1:5. Zwischen den beiden Rippen befindet sich eine sanft ausgehöhlte Furche.

Vorkommen: Profil I Nr. 14 (von hier gibt sie auch Thürach an) und Profil X Nr. 14.

Die zweite Form des Grundgipses muß zu *Myophoria vulgaris* gestellt werden. Ihre Trennung von *Myophoria transversa* ist trotz der Beschreibungen von Bornemann, Seebach, Schauroth, Zeller u. a. überaus schwierig.

Der Seebachsche Quotient beträgt bei *Myophoria transversa* 1:1,8—1:2, bei *Myophoria vulgaris* 1:2,24—1:2,79. Außerdem soll sich *Myophoria transversa* durch die quer verlängerte Form, die abgerundete Hauptkante und die gestrecktere Gestalt von *Myophoria vulgaris* unterscheiden.

Die Windsheimer Form besitzt in ihren größten Exemplaren eine Länge von 42 mm und eine Breite von 34 mm. Die Hauptkante ist bald abgerundet, bald scharf. Der Seebachsche Quotient beträgt fast 1:3, nähert sich also ziemlich dem der *Myophoria vulgaris*. Nachdem dieser Quotient das Hauptunterscheidungsmerkmal bildet, müssen wir die Formen des Grundgipses zu *Myophoria vulgaris* stellen. Selbst die kleineren Exemplare neigen mehr zu *vulgaris* als zu *transversa*.

Ähnlich verhalten sich die Stücke, die aus den Steinmergelbänken stammen. Beim besterhaltenen Exemplar ist sogar eine, wenn auch schwach angedeutete dritte Kante zu erkennen, so daß man an *Myophoria raibliana* Boué et Desh. erinnert wird. Die meisten *Myophorien* des Grundgipses gehören also zu *Myophoria vulgaris*, wenn sie auch nicht immer in typischer Ausprägung vorkommen. Typische *Myophoria transversa* fehlt; einzelne stark abweichende Formen könnte man vielleicht als cfr. *transversa* bezeichnen.

*Myophoria vulgaris* ist eine marine, *Myophoria transversa* eine brackische Form. Das Fehlen der letzteren beweist, daß der Grundgips eine marine Ablagerung ist.

Vorkommen: Vergipste Schalen: Profil I Nr. 14; Profil X. Steinkerne: Profil III Nr. 11 und 14.

Auch in der Münchener Staatssammlung liegt eine *Myophoria* aus Windsheim, die als *Myophoria vulgaris* bestimmt wurde.

*Myophoria* cfr. *struckmanni* Stromb.

Zu dieser Art dürfte ein vergipstes Schalenexemplar aus Profil I Nr. 14 gehören.

## Gastropoden

Im sog. Muschelgips (Profil I Nr. 14) kommen winzige Schneckchen in ungeheurer Anzahl vor. Man gewinnt sie am leichtesten, wenn man einige Proben des Gesteins im Wasser auflöst. Die Steinkerne der Schneckchen, die fast durchweg in Dolomit umgewandelt sind, bleiben im Lösungsrückstand zurück und können dann ohne weitere Mühe ausgesucht werden.

Aus dem reichen Material konnten mit Sicherheit nachgewiesen werden:

*Rissosa gregaria* Schloth.

*Neritaria cognata* Gieb.

*Rissoa giebeli* Schauroth.  
*Omphaloptycha pusilla* Schmid.  
*Oonia minima* Schmid  
*Actaeonina* sp.

Aber auch größere Schnecken kommen in der gleichen Schicht vor.  
 Es seien erwähnt:

*Polygyrina gracilior* Schaur. = *Rissoa dubia* var. *gracilior* Schaur.  
 Ein schöner Steinkern von schlanker Form mit sieben Umgängen.

*Rissoa strombecki* var. *genuina* Schaur.

Wahrscheinlich synonym mit *Holopella multitorquata* Münst. Dazu gehört ein Gehäusefragment, das noch vier Umgänge aufweist.

*Undularia* (*Rissoa*) *scalata* var. *conica* Schaur.

Kegelförmige Schnecken mit fünf bis sechs vollständig ebenen Umgängen.  
 Von Thürach in derselben Schicht gefunden.

*Undularia* (*Rissoa*) cfr. *scalata* var. *genuina* Schaur.

Wahrscheinlich gehört dazu ein Steinkern von 15 mm Länge und sechs Umgängen. Von Thürach ebenfalls angegeben.

*Rissoa dubia* var. *subplicata* Schaur.

Zeigt eine deutliche Skulptur, bestehend aus kleinen Rippen.

## Vertebrata

### Pisces

*Hybodus* sp.

Hierher gehören verschiedene Zahnspitzen, die nicht näher bestimmt werden können (Profil I Nr.14).

*Acrodus minimus* Ag. bzw. *Acrodus lateralis* Ag.

Kleine Zahnchen mit durchlaufendem Querkiel, die Schmelzrippen der Oberfläche breit und deutlich. Mangels reicheren Materials läßt sich eine einwandfreie Bestimmung nicht vornehmen. Wahrscheinlich handelt es sich um *Acrodus minimus* Ag., der auch aus dem Lettenkohlenkeuper angegeben wird.

*Palaeobates angustissimus* Ag.

Ungekielte, flach gerundete Zähne mit punktierter Oberfläche (Profil I Nr.14 und Profil III Nr.14).

*Saurichthys* sp.

Nur ein winziger Zahn (Profil II Nr.6).

*Colobodus frequens* Dames

Verschiedene Schuppen und Zähne, die bisher unter den verschiedensten Namen beschrieben wurden, wie *Tetragonolepis triasicus* Winkler.

*Colobodus maximus* Qu.

Eine Schuppe mit sechs hinten in Spitzen ausgezogenen Rippen (Profil III Nr. 14).

**Reptilia***Nothosaurus* sp.

Einzelne Wirbel und Zähne. Die wenigen Reste genügen nicht zur genauen Bestimmung der Art.

(Profil I Nr.14, Profil II Nr.6, Profil III Nr.11 und 19.)

**Pflanzenreste**

Ziemlich selten werden Pflanzenreste im Gips gefunden. Vereinzelt tritt in den untersten Bänken eine Conifere auf mit nadelförmigen, oben abgerundeten oder auch schwach zugespitzten Blättern, die an der Basis lange am Stengel entlang laufen. Es handelt sich um *Voltzia fraasi* Schütze, die schon öfter mit *Widdringtonites keuperianus* Heer verwechselt wurde. Die Angabe Thürachs, daß auch *Widdringtonites* im Windsheimer Grundgips vorkomme, muß daher noch auf ihre Richtigkeit nachgeprüft werden.

**Verbreitung der Arten**

	Grundgips	Lettenkohlen- keuper	Oberer Muschelkalk
<i>Rhizocorallium</i> . . . . .	+	—	+
<i>Lingula tenuissima</i> Bronn. . . . .	+	+	+
<i>Gervillia substriata</i> Credn. var. <i>lineata</i> Goldf. . . . .	+	+	substriata
<i>Gervillia substriata</i> Cred. var. <i>tenuicostata</i> Zeller . . . . .	+	+	substriata
<i>Pecten (Velopecten) albertii</i> Goldf. . . .	+	+	+
<i>Nucula goldfussi</i> Alb. . . . .	+	+	+
<i>Myophoria goldfussi</i> Alb. . . . .	+	+	+
<i>Myophoria intermedia</i> Schaur. . . . .	+	+	+
<i>Myophoria vulgaris</i> Schloth. . . . .	+	+	+
<i>Myophoria transversa</i> Bornem., nicht typisch	+	+	+
<i>Myophoria</i> cfr. <i>struckmanni</i> Stromb. . .	+	+	+
<i>Rissoa gregaria</i> Schloth. . . . .	+	+	?
<i>Neritaria cognata</i> Gieb. . . . .	+	+	+

	Grundgips	Lettenkohlen- keuper	Oberer Muschelkalk
Rissoa giebeli Schaur. . . . .	+	+	—
Omphaloptycha pusilla Schmid. . . . .	+	+	—
Oonia minima Schmid. . . . .	+	+	—
Actaeonina sp. . . . .	+	—	—
Polygyrina gracilior Schaur. . . . .	+	+	+
Rissoa strombecki var. genuina Schaur. .	+	+	—
Undularia (Rissoa) scalata var. conica Schaur. . . . .	+	+	—
Undularia (Rissoa) scalata var. genuina Schaur. . . . .	+	+	—
Rissoa dubia var. subplicata Schaur. . . .	+	+	—
Hybodus sp. . . . .	+		
Acroodus minimus Ag. . . . .	+	+	+
Palaeobates angustissimus Ag. . . . .	+	+	+
Saurichthys . . . . .	+	—	—
Colobodus frequens Dames. . . . .	+	+	+
Colobodus maximus Qu. . . . .	+	—	+
Nothosaurus sp. . . . .	+	+	+
Voltzia fraasi Schütze . . . . .	+	+	—

Aus der vorstehenden Liste ist zu ersehen, daß sämtliche Arten des Grundgipses entweder schon im Muschelkalk oder wenigstens in der Lettenkohle auftreten. Auch geht daraus hervor, daß keine einzige nicht marine Art vorhanden ist. Gervillia substriata und Myophoria vulgaris haben zwar ganz nahe Verwandte in brackischen Ablagerungen, doch sucht man diese im Grundgips vergeblich. Myophoria goldfussi und Pecten albertii sind Bewohner des küstennahen Flachmeeres oder der Küste, desgleichen die zahllosen Gastropoden. Estheria, ein Vertreter der nicht mehr rein marinen Fauna, die im oberen Gipskeuper so überaus häufig auftritt, fehlt im Grundgips vollständig. Lingula tenuissima kommt sowohl in marinen als auch in brackischen Faunengesellschaften vor. Auch die meisten Wirbeltiere, z. B. Palaeobates angustissimus, Acroodus minimus, Nothosaurus, Colobodus tragen marinen Charakter. Fassen wir das alles zusammen, so ergibt sich, daß die Tierwelt des Grundgipsmeeres eine rein marine ist. Mit jeder neuen Transgression müssen marine Arten in die zeitweise vom offenen Ozean abgeschnürten Grundgipsseen eingewandert sein. Brackische und halbmarine Formen fehlen vollständig.

### Die Quellungserscheinungen im Gips

Die Grundgipsschichten zeigen vielfach Lagerungsstörungen, die sich als eigentümliche Verbiegungen und Stauchungen dünner Gipsbänder bemerkbar machen. Zweifellos handelt es sich um Quellungserscheinungen. Bekanntlich

findet bei der Umwandlung des Anhydrits in Gips durch Wasseraufnahme eine Volumvermehrung von ca. 33% statt. Durch die Auflockerung der Masse wird zugleich eine Änderung des spez. Gewichtes hervorgerufen (2,3 statt 2,9). Die Aufquellung des Gesteins löst einen gewaltigen Druck aus, dessen Wirkungen leichteren tektonischen Bewegungen gleichkommen.

Binder (5) konnte die Wirkungen dieses Druckes besonders gut beobachten beim Bau des Weinsberger Tunnels an der Bahnstrecke Crailsheim—Heilbronn. Die stärksten Tragbalken konnten dem Druck des aufquellenden Anhydrits nicht Widerstand leisten und knickten zusammen, so daß der Bau mit den denkbar größten Schwierigkeiten verbunden war.

Die Verbiegungen und Stauchungen im Grundgips werden heute fast allgemein auf solche Quellungen zurückgeführt. Anders verhält es sich mit den Faltungen im Gekröseanhydrit des Muschelkalks, die Reis in seiner Arbeit (62) beschreibt. Die Entstehungsursache dieser Verbiegungen ist nicht in Aufquellungen durch Wasseraufnahme, sondern in einfachen, primären Rutschungen des Anhydrits kurz nach der Sedimentation zu suchen.

Die Faltungserscheinungen im Grundgips treten immer wieder im Gips selbst auf. Anhydritbänder fehlen vollständig. Die letzten Zeugen des einstigen Vorhandenseins mächtiger Anhydritlager liegen nur noch in den Restvorkommen kleiner Anhydritkristalle im dichten Gips vor.

In den Windsheimer Gipsbrüchen lassen sich die Faltungserscheinungen des aufgequollenen Gipses besonders gut studieren, weniger allerdings im Felsengips als im Plattengips. Der tieferliegende Felsengips zeigt fast gar keine Faltung, was ich auf die größere Mächtigkeit der hangenden Schichten, auf eine dadurch bedingte langsamere Umwandlung des Anhydrits und auch auf die größere Geschlossenheit der Schichten zurückführen möchte. Die schwächeren, gebänderten Bänke des Plattengipses dagegen sind viel deutlicher gefaltet, namentlich dort, wo sie auf Steinmergelbänken und Mergelschichten aufruhon. Vermutlich bewirkten diese nahezu wasserundurchlässigen Schichten eine starke Ansammlung des Grundwassers. Dies aber hatte eine starke Quellung des Anhydrits zur Folge. Das sein Volumen vermehrende Gestein suchte sich nun nach allen Seiten hin auszudehnen, stieß aber überall auf großen Widerstand. Schließlich mußte es nach der Seite des geringsten Druckes (nach oben) ausweichen. An besonders schwachen Stellen erfolgte daher eine Aufwölbung der Schichten und es entstand die charakteristische Faltung und Stauchung, die sonst nur durch tektonische Vorgänge erzeugt wird. Die weichen Mergel der Unterlage wurden bei der Aufwölbung des Gipses infolge plötzlicher Entspannung in den entstandenen Hohlraum hineingepreßt und schwollen deshalb an solchen Stellen mächtig an (Fig. Nr.1/2).

Eine auffällige Erscheinung ist das allmähliche Ausklingen der Falten nach oben hin. Zuletzt verschwindet jede Faltung und die horizontale Lagerung ist wiederhergestellt. Um dies zu erklären, müssen wir annehmen, daß die unteren Anhydritschichten, die auf den wasserundurchlässigen Mergeln ruhten, viel rascher in Gips sich umwandelten als die höheren. Je weiter sich die Anhydrit-

schichten von den Mergelbänken entfernten, desto weniger kamen sie mit Wasser in Berührung und desto gleichmäßiger und langsamer mußte ihre Aufquellung und Hebung erfolgen.

Mit der Aufwölbung ging offenbar eine horizontale Bewegung der aufquellenden Schichten Hand in Hand. Dafür spricht die Erscheinung, daß der höchste Punkt der Falten gewöhnlich nicht in der Mitte liegt, sondern etwas seitlich verschoben ist. Die Wirkung zweier verschiedener Bewegungsrichtungen zeigt besonders schön die große Falte im Steinbruch Müller-Windsheim (Fig. Nr.3), wo es selbst zu Gekrösefaltung des Gipses gekommen ist. Auf dem gleichen Bilde sehen wir auch, wie durch die Gewalt eines plötzlich frei gewordenen Druckes eine nahezu senkrechte Stellung der Gipsschichten hervorgerufen worden ist. Das Kernstück der großen Falte enthielt eine zertrümmerte Steinmergelbank (Fig. Nr.4). Das läßt darauf schließen, daß gerade an jener Stelle ein ganz besonders starker Druck von unten her erfolgt sein muß, dem der feste Steinmergel nicht widerstehen konnte und deshalb zerbrach. Derartige Störungen sind ziemlich selten. Nur Nies (51) berichtet über eine ähnliche Beobachtung, die er in einem Steinbruch bei Hüttenheim machen konnte. Gewöhnlich sind die Steinmergelbänke nur ganz wenig in Mitleidenschaft gezogen und bilden die ungestörte Basis der Gipsfalten. Auf größeren, für den Abbau freigelegten Flächen kann man nicht selten über den Steinmergeln die Gipsfalten als Erhebungen beobachten. Die abgedeckte Fläche erinnert an eine flachwellige Hügellandschaft. Eine Abhängigkeit von tektonischen Störungslinien, denen die Falten folgen müßten, war nirgends festzustellen. Die Falten erheben sich ganz unregelmäßig und beweisen, daß hier Schwächezonen im Verband des Gipsflözes vorliegen.

Eine interessante Beobachtung, die ich im Steinbruch Weid-Windsheim machen konnte, gibt einigen Aufschluß über die Vorgänge bei der Quellung des Gipses. Über der Steinmergelbank Nr.14, die nicht von Mergelschichten überlagert ist, zeigte der noch flach auf dem Steinmergel aufruhende Gips vor der aufsteigenden Falte an einzelnen Stellen Rutschstreifen. Diese können nur durch den harten Steinmergel, über welchen der Gips hinweggleiten mußte, hervorgerufen worden sein. Die bandförmigen Rutschflächen verlaufen nicht gerade, sondern zeigen eine leichte Biegung. Dies läßt darauf schließen, daß die quellenden Gipsschichten so lange eine drehende und zerrende, horizontale Bewegung hatten, bis sie nach Überwindung des Gebirgsdruckes durch Zerreißung und Aufwölbung den Weg nach oben fanden. Wir verdanken die Rutschstreifen lediglich dem glücklichen Umstand, daß keine Mergelschichten vorhanden waren. In der Regel bilden aber weiche Mergel die Unterlage des Gipses und dann können Rutschspuren nicht erwartet werden. Aber auch zwischen den einzelnen Gipsbändern innerhalb der Falten sind kleine Rutschstreifen sichtbar. Diese Erscheinung beweist, daß bei der Aufquellung eine ungleichmäßige Bewegung der einzelnen Bänder stattgefunden hat.

Bruchlose Faltung kommt nur in beschränktem Maße vor. Fast stets ist die Faltung mit Bruch verbunden, so daß die Falten eigentlich aus mehreren ein-

zelenen Stücken zusammengesetzt sind. Die Bruchstellen häufen sich ganz besonders an den höchsten Erhebungen der Falten, am Scheitelpunkt. Hier sind die Falten außerdem noch von vielen kleinen, oft gleichgerichteten Rissen und Spältchen durchzogen, die sehr oft die großen Bruchspalten kreuzen. Fast immer sind die Spalten und Risse nachträglich mit großen Gipskristallen wieder ausgeheilt worden.

Die vielfachen Lagerungsstörungen im Bereiche des Grundgipses können also, wie die bisherigen Untersuchungen ergeben haben, nur auf die Volumvermehrung zurückgeführt werden, die das Gestein bei der Umwandlung des Anhydrits erfuhr. Von subaquatischen Rutschungen während oder kurz nach der Sedimentation kann nicht die Rede sein.

### Die Auslaugungsdiagenese im Grundgips

Das Problem der Auslaugungsdiagenese findet in letzter Zeit erhöhte Beachtung. Durch die verdienstvolle Arbeit Spitz' und Wepfers (101) wurde die Aufmerksamkeit darauf gelenkt und so sind bereits aus den verschiedensten Formationen Beispiele hierfür bekannt geworden.

Auch im Grundgips begegnen wir Erscheinungen, die auf Auslaugungsdiagenese zurückgeführt werden müssen. Die leichte Löslichkeit der Gesteine hat Stoffwanderungen zur Folge; was auf der einen Seite aufgelöst und weggeführt wird, wird an anderer Stelle wieder abgesetzt. Uns interessiert hier in erster Linie die Veränderung der Steinmergelbänke, welche, obwohl schwerer löslich als der Gips, ebenfalls angegriffen werden. Die Veränderung des Gesteins ist verschieden, je nachdem die Auslaugung flächenhaft oder räumlich arbeitet. Auf flächenhafte Auslaugung führe ich zurück die schwankende Mächtigkeit der Steinmergelbänke, ihre Stauchungen und Verbiegungen, sowie ihr stellenweise vollständiges Aussetzen. Die dunklen, tonigen Streifen, die das Gestein durchziehen, verraten, daß eine Auflösung und Wegführung stattgefunden hat. Die in ihrer Mächtigkeit reduzierten und ihres Bindemittels teilweise beraubten Bänke leisten quellendem Anhydrit keinen großen Widerstand und werden daher leicht verbogen und gestaucht.

Ähnliche Erscheinungen zeigt das Wellengebirge des Muschelkalks. Die wellige Struktur ist hier nach Spitz und Wepfer auf ein Zusammensacken bzw. Absacken des tonig mergeligen, ausgelaugten Gesteins zwischen den noch nicht ausgelaugten, festen Karbonatgesteinsresten zurückzuführen.

Auch die Wärme spielt bei den Lösungsvorgängen eine wichtige Rolle. Die durch den Druck der Deckschichten oder durch den Quellungsdruck erzeugte Wärme erhöht die Löslichkeit des Gesteins und beschleunigt die Auslaugungstätigkeit des CO<sub>2</sub>-haltigen Wassers.

Die Auslaugung der Steinmergel hinterläßt dunkel gefärbte Mergelschmitzen oder Schlieren. Im Dünnschliff zeigen sich rasch auskeilende, oft stark gewellte Tonhäutchen, die an Mikrostylolithen erinnern. Sie enthalten als Einlagerung Gips und zahlreiche Erzkörner. Gerade die letzteren kennzeichnen die Lösungs-

bahnen des Wassers in den unzähligen kleinen und größeren Spältchen des Gesteins. Ihre Anhäufung in den tonigen Flasern läßt erkennen, daß eine beträchtliche Menge des Gesteins aufgelöst und weggeführt wurde. Ob durch die Auflösung des Gesteins nur eine Anreicherung der Erze oder auch eine Vergrößerung der Erzkörner durch neu zugeführte Minerallösungen erfolgte, ist schwer zu entscheiden.

Durch Gabelung und Wiedervereinigung zweier Lösungsflächen werden Kerne unversehrten Gesteins von tonigen Häutchen eingeschlossen. Anschliffe lassen diese Erscheinung besonders deutlich hervortreten.

Seltener finden sich in den Steinmergeln echte Stylolithen und stylolithische Linien. Die Größe der Stylolithen erreicht meist nur 1 cm. Ihre Köpfe tragen eine dünne Kappe dunkler Auflösungsrückstände. Einzelne Stylolithen sind mit deutlichen Längsstreifen versehen. Die Stylolithen gehen, wie dies Wagner (98) besonders hervorhebt, aus den welligen, durch tonige Rückstände gekennzeichneten Lösungsbahnen (Drucksuturen) hervor. Sie sind weiter nichts als die zu Zapfen vergrößerten, unregelmäßigen Erhebungen der Lösungsflächen, die durch Druckwirkung bei den Lösungsvorgängen in die leichter angreifbare Gegenseite hineinwachsen.

Eine ganz merkwürdige Verzahnung von grobkristallinem Gips und Steinmergel konnte ich im Steinbruch Haberstroh-Windsheim beobachten (Profil I Nr. 19 und 20). Der Steinmergel ist stellenweise auf seiner Unterseite durch Auflösung stark reduziert und mit rundlichen, unregelmäßigen Vertiefungen versehen. Der kristalline Gips dagegen zeigt rundliche Erhebungen, die sich ganz genau in die Vertiefungen der darüberliegenden Steinmergelbank einfügen. Derartige Verzahnungen, die man nicht als Stylolithen bezeichnen kann, sind meines Wissens bisher noch nicht beschrieben worden. Die Erklärung ihrer Entstehung bereitet einige Schwierigkeiten. Wahrscheinlich hat durch die lösende Tätigkeit des Wassers eine starke Zerstörung der ursprünglich auf dichtem Gips aufruhenden Steinmergelbank stattgefunden, so daß zwischen Steinmergel und Gips eine klaffende Lücke entstand. Später dürfte der so entstandene Hohlraum mit allen Vertiefungen in den beiderseitigen Wänden mit kristallinem Gips ausgefüllt und ausgeheilt worden sein. Zu dieser Annahme berechtigt die Tatsache, daß überall da, wo kein kristalliner Gips auftritt, die Steinmergelbank viel mächtiger und vollständig unversehrt ist und direkt auf dichtem Gips aufliegt.

## Die Kristallisation des Gipses

Die leichte Löslichkeit des Gipses hat eine große Wanderungsfähigkeit desselben zur Folge. Der gelöste Gips wird vom Wasser weggeführt und kommt an anderen Stellen durch Auskristallisieren wieder zum Absatz. So werden Sprünge und Risse, die durch Quellung des Gipses oder infolge tektonischer Vorgänge entstanden sind, häufig mit Gipskristallen wieder ausgeheilt. Ebenso sind Schichtfugen nicht selten mit schönen Gipsrosetten bedeckt. Auch in Hohlräumen, die der Quellung und Lösung ihre Entstehung verdanken, werden zuweilen gut aus-

gebildete, prismatische Kristalle angetroffen. Besonders schöne Kristalle konnte ich in Profil III Nr. 16 beobachten. Diese Schicht wurde durch Lösungsvorgänge teilweise stark zerfressen. Die Folge ist eine Anhäufung toniger Lösungsrückstände, die sich später durch Auskristallisieren von Gips wieder verfestigten. In Vertiefungen liegen einzelne prismatische Kristalle von 2—3 cm Länge, sowie größere Kristallaggregate von ovalem Umriß. Die letzteren bestehen aus zahlreichen Einzelindividuen der bekannten dicktafeligen Ausbildung. Sie sind alle in gleicher Richtung angeordnet, so daß Längsfläche an Längsfläche und Prisma an Prisma zu liegen kommt. Dieser merkwürdige Bau legt die Vermutung nahe, daß es sich eigentlich nicht um Aggregate, sondern um größere Einzelkristalle handelt, die aus Subindividuen aufgebaut sind, aber wegen ungenügender Stoffzufuhr nicht zur vollen Raumerfüllung gelangten. (Daher die scheinbar ovale Form.)

Auffallend ist ferner das Vorkommen großer, dunkler, idiomorpher Kristalle, die allseitig von dichtem Gips eingeschlossen sind. Ihre Form ist bald kugelig, bald oval. Sie zeigen Risse und Sprünge, die mit hellfarbigen Gipskristallen wieder ausgeheilt wurden. Die Untersuchung dieser eigenartigen Kristalle hat ergeben, daß sie noch Reste von Anhydrit enthalten. Dies läßt darauf schließen, daß die Zerreißung der Kristalle auf nachträgliche Quellung der eingeschlossenen Anhydritreste zurückgeführt werden muß. Die Entstehung der Kristalle erfolgte sicher nicht auf Kosten der dichten Gipsgrundmasse. Wir müssen vielmehr annehmen, daß sich die Kristalleinschlüsse direkt aus dem Anhydrit bildeten.

### **Mechanische Sprengwirkungen des sekundär kristallisierenden Gipses**

Verschiedene Erscheinungen im Grundgips deuten darauf hin, daß eine Zersprengung des Gesteins durch sekundär auskristallisierten Gips stattgefunden hat. Am deutlichsten zeigen sich diese Sprengwirkungen in einzelnen Steinmergelbänken, die von zahlreichen unregelmäßigen, nahezu horizontal verlaufenden Rissen und Sprüngen durchzogen sind (z. B. Hellmitzheim). Auf tektonische Vorgänge können diese Risse nicht zurückgeführt werden; denn dazu sind sie viel zu unregelmäßig. Ebenso wenig kann der Druck, welcher bei der Umwandlung des Anhydrits in Gips auf die Steinmergelschichten ausgeübt wird, dafür verantwortlich gemacht werden; denn wo aufquellender Gips die darüberlagernden Steinmergel zerbricht, verlaufen die Sprünge mehr in vertikaler Richtung.

Die erwähnten Risse sind mit Gipskristallen ausgefüllt. Das läßt darauf schließen, daß durch Kristallisation und damit verbundener Ausdehnung des Gipses eine Zersprengung des Gesteins verursacht wurde. Gipshaltiges Wasser dringt durch haarfeine Spältchen ins Gestein und scheidet nach erfolgter Konzentration Gipskristalle aus. Diese bewirken durch Sprengung eine Erweiterung der Klüfte. Neue Gipszufuhr bewirkt weitere Aufspaltung und Zerreißung. So wird das ursprünglich feste Gestein immer mehr gelockert und zerspalten.<sup>1</sup> Der ausgeschiedene Gips kittet die einzelnen Trümmer wieder fest zusammen, so daß im Laufe

<sup>1</sup> Diese Kristallisationssprengungen erinnern an die Sprengwirkungen des Frostes.

der Zeit eine vollständige Ausheilung erfolgt. Viele Steinmergel zeigen diese interessante Erscheinung. Manche Sprünge sind noch nicht vollständig ausgeheilt, manche dagegen enthalten eine so regelmäßige Gipseinlagerung, daß Schichtung vorgetäuscht wird.

## Die Karsterscheinungen im Grundgips

Karstformen im Gips wurden bisher nur selten beschrieben. Dies hat seinen Grund hauptsächlich darin, daß große, ausgedehnte Gipsvorkommen in Deutschland verhältnismäßig nicht häufig sind. Am bekanntesten sind die Gipsablagerungen des Zechsteins am Harzrande, die wegen ihrer Verkarstungserscheinungen eine gewisse Berühmtheit erlangt haben.

Aus dem Grundgips des süddeutschen Keupers wurden wohl vereinzelte Lösungserscheinungen beschrieben, doch wurden keine eingehenderen Untersuchungen hierüber angestellt. Der Gipskarst des Grundgipses ist daher ein Neuland für die Karstforschung. Er fand bisher wenig Beachtung, weil er in der Landschaft nicht besonders auffällt und die unterirdischen Hohlräume nur schwer zugänglich sind. Auch erreicht er in keiner Weise die Großartigkeit der Karsterscheinungen im Harz.

An der Oberfläche macht sich die Verkarstung des Gipses nur wenig bemerkbar, wenn nicht zufällig Deckeneinstürze und Erdfälle vorhanden sind. Die zutage tretenden Gipsfelsen verwittern sehr rasch zu Scherben infolge ihrer feinen Schichtung, namentlich unter dem Einfluß der winterlichen Temperaturschwankungen. Man kann an diesen Gipsbrocken kleine Regenrillen beobachten, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll.

Viel großartiger sind die Phänomene der Verkarstung, die wir in den zahlreichen Steinbrüchen des Grundgipses beobachten können, wenn die deckenden Schichten der Keupermergel durch die Steinbrucharbeit entfernt sind.

Penck (52 S. 175) unterscheidet zwei Arten des unter Tage liegenden Karstphänomens. Wenn der Karst mit seinen Verwitterungsprodukten bedeckt ist, nennt man ihn „bedeckten Karst“ (Ed. Richter). Hat aber die Verkarstung unter einer unlöslichen Gesteinsdecke stattgefunden, so spricht man mit Katzer vom „unterirdischen Karst“. Letzteren bezeichnet Lozinski (47 S. 708) als „Kryptokarst“, Gradmann als „subkutanen Karst“. Beide Arten lassen sich jedoch nicht immer scharf trennen; denn sie gehen ineinander über.

Sämtliche Karsterscheinungen des Gipskeupers müssen dem unterirdischen Karst zugerechnet werden.

Meist sind die Gipslager von Keupermergeln und deren Verwitterungsprodukten bedeckt, die normalerweise wenig Wasser durchlassen. Während der warmen Jahreszeit trocknet aber der zähe Mergelboden sehr stark aus und bekommt breite Risse und Sprünge, die nicht selten bis zu einem Meter in die Tiefe gehen. In Regenzeiten schließen sie sich langsam, nachdem sie vorher ungeheure Mengen Wasser verschluckt haben. Das eingedrungene Wasser beginnt dann in der Tiefe seine zerstörende und auflösende Tätigkeit.

Wie schon erwähnt, hat der Gips bei seiner Entstehung aus Anhydrit durch Wasseraufnahme gewaltige Volumzunahme und als deren Folge eine starke Zerklüftung erfahren. Ein Teil der beobachteten Klüfte ist allerdings auch tektonisch bedingt, wie aus ihrer Streichrichtung ersichtlich ist. Die Sprengklüfte haben einen unregelmäßigen Verlauf. Bald sind es klaffende Risse, bald haarfeine Spältchen, die sich oft rasch wieder im Gestein verlieren. Diese unregelmäßige Klüftung ist charakteristisch für Gipslager, die erst nachträglich aus Anhydrit entstanden sind und unterscheidet sich ganz wesentlich von den Klüften der Kalkgesteine. Sie ist auch von größter Bedeutung für die Bildung der Karstformen; denn die zahlreichen Klüfte im Gipsgestein liefern dem eindringenden Wasser große Angriffsflächen und Abflußbahnen. Durch die lösende Tätigkeit des Wassers erweitern sich die Spalten zu trichter-, sack- oder schlotförmigen Vertiefungen, die man als Orgeln bezeichnet (Fig. Nr. 5). Diese Orgeln laufen in der Regel nach unten spitz zu und endigen schließlich in Klüften, wenn sie nicht direkt auf horizontale Schichtfugengerinne stoßen. Ist in einem Gipsbruch das Hangende, bestehend aus Keupermergel und Verwitterungsrückständen, beseitigt, so heben sich vom weißen Gipsgestein deutlich rundliche, dunkle Flecken ab. Es sind die noch zugeschütteten Orgeln, die mit Mergel und Verwitterungsschutt erfüllt sind. Nach Entfernung des lockeren Ausfüllungsmaterials erscheinen die Orgeln als unregelmäßige Trichter oder Röhren im Gips.

Unser Bild Fig. Nr. 6, das so lebhaft an die Karstlandschaft Istriens erinnert, stellt ein im Steinbruch Haberstroh-Windsheim freigelegtes Orgelfeld dar.

Die obersten Ränder der Röhren sind mit vertikalen Rillen bedeckt, die als kleinste Lösungsformen anzusprechen sind. Die Wände sind verhältnismäßig glatt. Die weniger widerstandsfähigen und mehr tonigen Schichten sind stärker angegriffen und zeigen zahlreiche Löcher und Buckel. Ist der Wechsel zwischen weichen und härteren Schichten besonders stark, so sind die Wände der Röhren mit ringartigen Wülsten versehen. Manchmal zeigen die Röhrenwandungen auch stärkere Korrosionserscheinungen. Sie fühlen sich dann rauh an und werden stellenweise von kleinen, senkrecht verlaufenden Rinnen zerfurcht. Während oben jede feinere Skulptur bereits verwischt ist, sind die unteren Partien der Orgelwände überaus unregelmäßig zerfressen. Jeder einzelne von oben herabsickernde Wassertropfen sucht sich seinen eigenen Weg. Dadurch entstehen zahlreiche wirr durcheinander laufende Rillen und Löcher. Besonders wirksam wird die zerstörende Tätigkeit des Wassers, wenn die senkrechten Röhren mit horizontal verlaufenden Höhlensträngen zusammentreffen. Die starke Wasserführung dieser Hohlräume begünstigt die Korrosion in besonders starkem Maße und es entstehen Zacken, Durchbohrungen und allerlei andere zierliche Filigranformen.

Die Orgeln sind überaus mannigfaltig nach Größe und Form. Die kleineren Röhren haben rundliche oder elliptische Öffnungen. Größere Röhren dagegen sind meist unregelmäßig und zweifellos durch Vereinigung mehrerer kleinerer Orgeln entstanden. Sie können bisweilen ganz beträchtliche Dimensionen annehmen. So beobachtete ich im Steinbruch Weid-Windsheim unter Steinmergel eine Riesenorgel mit einem Durchmesser von 5,30 m zu 2,50 m. Auch Tiefen bis

zu 3 m sind nicht selten. Das Wachstum nach der Tiefe wird, wie ich mich wiederholt überzeugen konnte, durch Steinmergel- und Mergelbänke, die als Zwischenlagen auftreten, auf die Dauer nicht aufgehalten. Sobald die Aushöhlung unterhalb der trennenden Mergelbank größere Fortschritte gemacht hat, stürzt das schwerer lösliche Gestein in die Tiefe, und die beiden bisher getrennten Orgeln vereinigen sich zu einer einzigen.

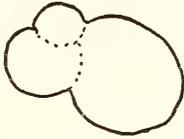
Wie erklärt sich nun die Ausfüllung der Gipsorgeln? Hoffmann (31) hält die Orgeln im Zechsteingebiet des Harzes für Karrenbildungen, die „im Diluvium durch lösende Tagewässer gebildet sind und deren Erhaltung wir nur der alsbaldigen Bedeckung durch den diluvialen Lehm verdanken“. Grewingk (25) sieht in den Orgeln des devonischen Gipses bei Riga Strudel- und Sickerwasserlöcher, die dem Schmelzwasser des Gletschereises ihre Entstehung verdanken und von diesem mit gelbem, geschiebeführendem Sand ausgefüllt wurden. Penck (52), der sich ebenfalls mit dem Karstphänomen des Harzes beschäftigte, unterscheidet zwischen Orgeln am Hang, die gleich nach der Entstehung von Gekriech zugeschüttet wurden, und Säcken auf der Hochfläche, die sich unter einer Decke bildeten, die sofort nachsackte.

Nach Haefke (27) sind sowohl die Orgeln des Harzes als auch die Säcke (zusammengewachsene Orgeln) der Hochfläche durch Nachsacken der Deckenschichten ausgefüllt worden. Meine Beobachtungen im fränkischen Gipskeuper lassen nur die eine Deutung zu, daß es sich hier um Nachsackungserscheinungen handelt. Bodengekriech und nachträgliche Einschwemmung scheiden aus. Die stehengebliebenen Gipsblöcke, welche die Steinbrecher „Hocker“ nennen, sitzen im Gipskeupermergel. Wenn die Mergel durch Wasser eingeschwemmt worden wären, müßte die Schichtung in den Orgeln nahezu horizontal verlaufen. Dies ist aber nicht der Fall. Überall, wo Vertiefungen im Gipsgestein sich bemerkbar machen, schmiegen sich die darüberliegenden Mergelschiefer mit ihrer ganzen Schichtung denselben eng an. Über den Hockern, den Resten des einst zusammenhängenden Gipsflözes, befinden sich die Mergel noch in horizontaler, ungestörter Lagerung. In den tiefen Orgeln aber ist das nachgesackte Deckengestein verbogen und teilweise zerrissen und zeigt eine auffallende Steilstellung. Noch merkwürdiger werden die Verhältnisse, wenn der Gips durch Auslaugung vollständig entfernt ist. Dann setzt sich das Deckengestein an die Stelle des aufgelösten Gipses, ist aber so unregelmäßig hin- und hergebogen, daß man an eine Faltung, hervorgerufen durch quellenden Gips, oder an subaquatische Rutschungen denken könnte (Fig. Nr. 7, aufgenommen in einem Steinbruch bei Hellmitzheim). Daß eine Aufquellung nicht stattgefunden hat, beweist die horizontale Lagerung der Mergel an jenen Stellen des Bruches, woselbst der Gips noch unverändert zwischen Mergelbänken eingebettet liegt und keinerlei Auslaugung erfahren hat. Es besteht somit kein Zweifel, daß lediglich durch langsames Nachsacken der Deckschichten die auffällige Lagerung der Mergel verursacht wurde.

Diese Nachsackungserscheinungen beweisen einwandfrei, daß die Orgeln unter einer zusammenhängenden Decke von Keupermergeln sich bildeten. Die Orgelfelder stellen keine fossilen Landoberflächen dar, die mit Verwitterungsschutt

zugedeckt wurden, sondern sind eine Bildung des sogenannten Kryptokarstes oder unterirdischen Karstes, der erst dann zutage tritt, wenn er durch Menschenhand seiner Decke beraubt wird. Trotz ihrer subterranean Entstehung gehören die Orgelfelder den Karrenformen an; sie sind weiter nichts als unterirdische Karrenoberflächen.

Wie schon erwähnt, setzt sich das Ausfüllungsmaterial der Orgeln in der Hauptsache aus Mergeln zusammen, die durch Beimengung zahlreicher Humusstoffe eine tiefschwarze Färbung annehmen. Sind die hangenden Mergelschichten nur von geringer Mächtigkeit, so besteht die Ausfüllung teilweise auch aus Ackererde.

Die Orgelbildung ist auch heute noch nicht zum Stillstand gekommen. In den stehengebliebenen Gipsblöcken werden durch die auflösende Tätigkeit des Wassers neue Vertiefungen, Näpfe und Röhren angelegt, bis schließlich nur noch schwache Pfeiler die zahlreichen Orgeln trennen. Zuletzt fallen auch diese trennenden Pfeiler; die Röhren wachsen zusammen und bilden ganz große Säcke, von den Steinbrucharbeitern „Erdlöcher“ genannt. Solch große Hohlformen konnten besonders schön im Steinbruch Haberstroh beobachtet werden. Des öfteren hatten sie nachstehende Form:  Man sieht deutlich,   
 Beren angeschnitten   
 sen. Meist sind die   
 undeutlich gewor-   
 vereinigten Orgeln   
 auch noch kleine scharfkantige Vorsprünge vorhanden.

Ganz große Hohlformen rufen schließlich an der Oberfläche der Landschaft gewisse Veränderungen hervor, weil das nachsackende Material der Deckschichten die Hohlformen nicht mehr ganz auszufüllen vermag. So entstehen Mulden und Schüsseln, dolinenartige Gebilde, die in der Landschaft wegen der geringen Mächtigkeit der Gipslager allerdings weniger auffallen als die Dolinen der Kalkgebirge.

Dolinen können auf zweierlei Weise entstehen, entweder durch allmähliche Auflösung des Tiefengesteins und gleichzeitiges Nachrutschen der hangenden Schichten oder durch plötzlichen Einsturz unterirdischer Hohlräume. Man spricht deshalb von Lösungsdolinen und Einsturzdolinen. Für die meisten Dolinen im Kalk wird heute die Einsturztheorie, die in Tietze ihren eifrigsten Vertreter hatte, abgelehnt. Dagegen bekennt man sich zur Ansicht Cujvics, der die überwiegende Mehrzahl der Kalkdolinen der Auslaugungstätigkeit des atmosphärischen Wassers zuschreibt und sie als Oberflächenerscheinungen betrachtet.

Unter den Begriff Lösungsdolinen fallen auch die bisher beschriebenen muldenförmigen Vertiefungen im Grundgips des Gipskeupers. Im Gipskarst kommen aber auch nicht selten echte Einsturzdolinen oder Erdfälle vor. Meyn bezweifelte die Möglichkeit solcher Erdfälle in Gipsgebieten, weil seiner Auffassung nach (48) die massige Natur des Gipses, die unregelmäßige Zerklüftung, sowie die weiche und zähe Beschaffenheit des Gesteins keinen Einsturz zulasse. Sollte sich wirklich einmal ein Einsturz ereignen, so könnte er sich nicht bis an die Oberfläche fortsetzen. Die neuere Forschung hat jedoch durch einwandfreie Beobachtungen

festgestellt, daß tatsächlich im Gips des öfteren Deckeneinstürze unterirdischer Hohlräume erfolgen, die zur Bildung von Erdfällen führen. Auch im Grundgips des Windsheimer Gebietes kommen gar nicht selten solche Einstürze mitten in der Ackerflur vor. Sogar Unglücksfälle haben sich dabei nach den Schilderungen der Grundstücksbesitzer zugetragen, indem Tiergespanne während des Pflügens mit in die Tiefe gerissen wurden. Die Erdfälle ereignen sich besonders häufig in der Gegend zwischen Nordheim und Herbolzheim. Unterirdische Wasserstränge haben dort ein ziemlich großes Gebiet durch Auflösung des Gipses unterhöhlt. In der Landschaft zeigen sich eigentümliche Mulden, die nur auf Einsturz unterirdischer Hohlräume zurückgeführt werden können. Die meisten Erdfälle mögen schon vor mehreren Jahrzehnten, ja vielleicht Jahrhunderten entstanden sein. Im Laufe der Zeit wurden sie wieder mit Schutt erfüllt, so daß nur noch kleine, flache Vertiefungen übrig geblieben sind. Im Jahre 1924 bildete sich in einem Acker bei Nordheim ganz plötzlich ein neuer Erdfall. Sein Umriß war fast kreisrund, der Durchmesser betrug zirka 5 m, die Tiefe zirka 3 m. Das Profil zeigte oben Ackererde, dann tiefgründigen Verwitterungsboden, aus welchem Gipsfelsen hervorragten. Der Schuttkegel war ebenfalls fast kreisrund, nach allen Seiten gleichmäßig abfallend und rings mit Wasser umgeben. Nach Lozinski (47 S. 717) ist die Form eines Erdfalls abhängig von der Mächtigkeit der darüberlagernden Lehm- oder Schuttdecke. Wenn das Lehmmaterial den ganzen Erdfall nicht auszukleiden vermag, so ist die Form assymetrisch, indem auf der einen Seite der entblößte Gips sehr steil oder senkrecht abfällt, auf der anderen dagegen der nachsinkende Lehm eine mäßig steile Neigung annimmt. Eine stärkere Lehmdecke hat nach demselben Autor einen kreisrunden Umriß und eine regelmäßige Trichterform zur Folge. . . . „Da der Lehm in der Regel eine gleichmäßig lockere Beschaffenheit besitzt, strebt er von allen Seiten der im Gewölbe des Hohlraums entstandenen Öffnung in demselben Maße zu und dadurch bildet sich auf der Lehmoberfläche — genau wie in einer Sanduhr — eine trichterförmige Bodensenkung.“

Der Nordheimer Erdfall gleicht keinem dieser beschriebenen morphologischen Typen. Trotz der geringen Schuttdecke hat er einen regelmäßigen Umriß. Das in die Tiefe gestürzte Material ist nicht trichterförmig, sondern kegelförmig angehäuft. Das dünne Gipsgestein, das die Last der Lehmdecke nicht mehr tragen konnte, ist an den Bruchstellen ringsum sichtbar. Beim Einsturz ist also die Gipsdecke des Hohlraums mit der Überlagerung gleichmäßig in die Tiefe gesunken. Der Erdfall stimmt vollständig überein mit einer Einsturzdoline, wie sie Knebel (39 S. 148) in seiner Höhlenkunde abgebildet hat.

Vom Schuttkegel aus konnte man ein Stück weit in die unterirdischen Hohlräume eindringen. Sie waren ziemlich hoch mit kristallklarem Wasser erfüllt, das keinerlei Fließbewegung erkennen ließ. In der Höhle ist offensichtlich der Grundwasserspiegel angeschnitten.

Wenige Meter von obigem Erdfall entfernt zieht eine längere, flußartig gewundene Mulde durch das Gelände, ein blindes Tälchen ohne oberirdischen Wasserlauf. Dasselbe kann ebenfalls nur durch Einsturz unterirdischer Hohl-

räume entstanden sein. Es handelt sich dabei um eine Reihenanordnung mehrerer Erdfälle über einem unterirdischen Wasserstrang. Besonders auffallend sind die stehengebliebenen abgerundeten Kuppen, die wie große Maulwurfshügel aus der Mulde aufragen. Diese Gipshügel sind nicht bloß geologisch, sondern auch botanisch interessant, weil hier das seltene Federgras *Stipa pennata*, ein Steppenrelikt, noch zahlreich vorkommt.

Der neu entstandene große Erdfall ist heute nicht mehr zugänglich. Er ist zum Teil verfallen und wegen der Gefahr des Hineinstürzens vom Grundstückbesitzer mit Reisig zugedeckt und eingeklankt worden. Es wurden aber zwei andere Eingänge entdeckt, die bequemer das unterirdische Höhlensystem befahren lassen. Möglicherweise waren sie einmal zugleich die Austrittsstellen des Grundwassers in früheren Zeiten. Beim ersten Besuch der Höhlen konnte wegen des hohen Standes des Grundwassers nicht weit vorgedrungen werden. Beim zweiten und dritten Besuch jedoch waren infolge langandauernder Trockenheit die Wasserverhältnisse günstiger geworden. Der Wasserspiegel hatte sich bedeutend gesenkt, so daß es an einigen Stellen sogar möglich war, die Höhlen trockenen Fußes zu begehen. Dabei konnte auch eine genauere Durchforschung der Hohlräume vorgenommen werden. Sie sind durchschnittlich nicht ganz 2 m hoch und ihr Verlauf (Hauptrichtungen: W-O, ferner NW-SO; im westlichen Teile der Höhle häufig NO-SW) läßt deutlich erkennen, daß sie auf mehrere tektonische Spalten zurückzuführen sind. Hinsichtlich ihrer Entstehung weichen sie von den bisher bekannt gewordenen wasserführenden Gipshöhlen des Harzes stark ab. Diese letzteren sind fast sämtlich durch unterirdische Flüsse gebildet. Nur die berühmten Mansfelder Schlotten, die erst durch Bergbau in großer Tiefe (zirka 600 m) erschlossen wurden, können nicht durch Flußläufe ausgewaschen sein. Freiesleben (17), der sich eingehend mit diesen Karsterscheinungen im Harz beschäftigt hat, kommt zu dem Schluß, daß die Mansfelder Schlotten durch Auslaugung der im Gips eingeschlossenen Salznester entstanden sein müssen. Penck (52 S. 183) vertritt die Anschauung, daß diese Tiefenhöhlen durch wenig bewegtes, zusammenhängendes Karstwasser infolge Auflösung des Gipses gebildet wurden. Auch die vielbesuchte, nur wenige Meter unter dem Talniveau liegende Barbarosahöhle am Fuße des Kyffhäuser, die ebenfalls erst durch Bergbau erschlossen wurde, soll nach Penck auf die gleiche Weise entstanden sein. Dies bestreitet Haefke (27 S. 121), der sämtliche Höhlen, die ans Talniveau gebunden sind, nicht mehr als Karstwasserhöhlen gelten läßt. Nach ihm ist die Barbarosahöhle ebenso wie die anderen Gipshöhlen des Harzes eine Flußwasserhöhle.

In den Nordheimer Schlotten wurde, wie bereits erwähnt, kein fließendes Wasser angetroffen, obwohl die Hohlräume ganz nahe an die Oberfläche heranreichen. Hier haben wir es mit Grundwasser in gewöhnlichem Sinne zu tun. Dieses Grundwasser erfüllt das ganze Gipskeupergebiet in zusammenhängender Weise. Seine Höhenlage, Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit ist wie überall so auch hier von der lokalen Austrittsstelle abhängig (Ehequellen bei Krautostheim). Es erstreckt sich auch durch die infolge ihrer starken Zer-

klüftung und Schichtung wasserdurchlässigen Gipsflöze. Im Niveau des Grundwasserspiegels und seiner negativen und positiven Schwankungswerte findet die relativ stärkste Zirkulation statt. Gleichzeitig erfolgt hier auch stärkste Auflösung. Das gewissermaßen in den Grundwasserspiegel hereinhängende, geringmächtige Gipsflöz bildet naturgemäß seichtesten Karst. Von einer Flußwasserhöhle könnte man sprechen, wenn das Wasser geschlossen als Bach den Gips jemals passiert hätte. Das war aber niemals der Fall. Die labyrinthartigen Verzweigungen der Gänge lassen deutlich genug erkennen, daß eine langsame Lösung und Auslaugung durch Grundwasser an sämtlichen Klüftfugen des Gipsgesteins stattgefunden haben muß. Flußhöhlen folgen immer einem Hauptspaltenzug. Die Nebenspalten werden gewöhnlich vom fließenden Wasser nicht zur Zirkulation benützt. Wenn eine Ausweitung derselben erfolgt, so kann sie nur auf die lösende Tätigkeit des Grundwassers zurückgeführt werden.

Wir kommen nun zu den Lösungserscheinungen, die das Grundwasser in den Schlotten schuf. Die unterirdischen Gänge zeigen oft schön gerundete Formen, die künstlich hergestellte Stollen vortäuschen. Wo mehrere solche Stränge zusammenlaufen, stehen Pfeiler, wie von Menschenhand gemeißelt. Man glaubt in einem unterirdischen Klosterkreuzgang sich zu befinden. Wände, Pfeiler und Decken sind mit den prächtigsten Korrosionsformen bedeckt. Nirgends aber zeigt sich der erodierende Einfluß fließenden Wassers. Die schalenförmigen Ausnagungen an den Wänden und die rundlichen Näpfchen an der Decke bilden Formen von wundervoller Reinheit. Die Lösungsformen an der Decke verraten uns, daß das Wasser bei sehr hohem Stand den Höhlenstrang vollständig erfüllt. An manchen Stellen sind Einstürze erfolgt und die Gänge haben dadurch eine wesentliche Verbreiterung erfahren. Die aus dem Wasser ragenden Gesteinstrümmer tragen ebenfalls die Spuren der Korrosion. Auf der Oberfläche sind sie flächenhaft angeätzt; die Unterseite dagegen weist wieder mehr oder weniger tiefe Näpfchen auf. Den Höhlenboden bedeckt eine tiefe Lehmschicht, die zum Teil von den tonigen Verwitterungsrückständen des Gipses gebildet wird, zum Teil aber auch Deckeneinstürzen und geologischen Orgeln, die in die unterirdischen Hohlräume einmünden, ihre Entstehung verdankt. Der Wasserstand ist starken Schwankungen unterworfen. Zu Zeiten starker Wasserführung füllt das Wasser den ganzen Hohlraum aus, wie die bereits beschriebenen Korrosionsformen an der Decke beweisen. In trockenen Perioden fällt der Wasserspiegel beträchtlich. Diese Schwankungen bilden m. E. eine Hauptursache der Deckeneinstürze. Solange das Wasser die Höhle vollständig ausfüllt, wird die Decke von den Wassermassen getragen und kann wegen des allseitig wirkenden Druckes kein Einsturz erfolgen. Wenn aber das Wasser sinkt und der Druck nach oben aufhört, kann infolge starker Belastung oder Erschütterung der Oberfläche die Decke zu Bruch gehen, namentlich wenn Sprünge und Risse im Gestein den Zusammenhang der Schichten bereits gelockert haben.

Etwa 1 km von unseren Höhlen entfernt befinden sich drei starke Quellen, deren Abfluß die Ehe bilden. Es sind klare Quelltöpfe von fast kreisrunder Form mit steil abfallenden Rändern und beträchtlicher Tiefe (1 Lotung ergab 2,20 m).

Ihre Gestaltung verdanken die Quelltöpfe der lösenden Tätigkeit des ausfließenden Wassers. Nach Form, Lage und Wasserspende handelt es sich um typische Karstquellen. Daß eine Verbindung mit unterirdischen Hohlräumen besteht, läßt sich deutlich an einigen seitlichen Löchern erkennen. Wahrscheinlich sind diese Quelltöpfe die Austrittsstellen des Grundwassers unseres Höhlensystems. Doch muß erst durch Färbungs- oder Salzungsversuche noch nachgewiesen werden, ob unsere Vermutung richtig ist.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß ähnliche Höhlenbildungen, wie sie der Karst des Gipskeupers zeigt, auch von Penck am Priesterstein im südlichen Harz beobachtet wurden. Die dortigen Höhlen liegen etwas tiefer unter der Erdoberfläche (zirka 15 m), haben aber keine so große Ausdehnung. Penck (52) führt sie ebenfalls auf Auslaugung durch Grundwasser zurück im Gegensatz zu Haefke (27), der ihnen den Charakter von Karstwasserhöhlen abspricht, weil seiner Meinung nach alle ans Talniveau gebundenen Höhlen als Flußwasserhöhlen angesehen werden müssen.

### **Erosions- und Lösungserscheinungen in Schichtfugen**

Zu den auffallendsten Kleinformen der Verkarstung gehören die Erosions- und Korrosionserscheinungen in den Schichtfugen. Die bereits beschriebenen Orgeln und Klüfte münden in horizontale Hohlräume des Gipses ein. Es sind dies die erweiterten Schichtfugen der Gipsflöze, zugleich die Abfuhrbahnen des durch die Orgeln und Vertikalklüfte eingedrungenen Sickerwassers. Sohle und Decke der Schichtfugen sind oft nur wenige cm voneinander entfernt; doch können auch Fugen bis zu 20 cm Höhe und darüber beobachtet werden. Das durchströmende Wasser hat in diesen Schichtfugen sowohl auf der Sohle als namentlich auch an der Decke eine Menge der schönsten Reliefbildungen geschaffen, die im nachfolgenden beschrieben werden sollen. Wir beobachten Rillen, Grate, Wirbelbildungen, Bohrungen, Überschneidungen, Verwischungen von Rillen neben besonders stark ausgeprägten Vertiefungen, Vereinigung zweier Systeme von Rillen, Grübchen und anderes mehr.

Diese interessanten Karstformen scheinen bisher noch wenig Beachtung gefunden zu haben; denn ich konnte in der Literatur hierüber nichts finden.

Wohl beschreibt Goldschmidt (24) ähnliche Figuren an den Küstensteinen aus kohlensaurem Kalk von Lovrana in Istrien, aber diese verdanken ihre Entstehung der erodierenden und lösenden Tätigkeit des bewegten Meereswassers und nicht unterirdischen Wasserläufen. Es fehlen darum die prächtigen Erosions- und Lösungserscheinungen, die sich nur an Höhlendecken bilden können, wenn die Hohlräume vollständig mit Wasser erfüllt sind. Das Sickerwasser, das durch die Klüfte und Orgeln des Gipses eindringt, trifft auf die Schichtfugen. Dieselben laufen meist nicht horizontal, sondern sind etwas geneigt und infolge der Aufquellung des Gesteins bei der Umwandlung des Anhydrits in Gips wellenförmig gebogen. In den engsten Schichtfugen arbeitet das lösende Wasser infolge der Adhäsion nur flächenhaft; es greift sowohl die Decke als auch die Sohle in gleicher

Weise an, vergrößert die Schichtfugen und gleicht kleine Unebenheiten aus. Sobald die Fugen etwas erweitert sind, gerät das Sickerwasser in eine langsame Fließbewegung. Die erodierende Tätigkeit des fließenden Wassers setzt ein und arbeitet zahlreiche parallelaufende Vertiefungen (Rillen) und Erhöhungen (Grate) heraus, eine Form, die wir als Rillenform bezeichnen möchten. Die Rillen können wir besonders schön und rein an der Decke beobachten. Bei der Bildung der Erosionsrinnen spielt die Härte des Gesteins eine große Rolle. Weiche Stellen fallen leichter der Zerstörung anheim als härtere und werden darum stärker ausgegabt. Letztere leisten dem Angriff des erodierenden Wassers länger Widerstand und verursachen wohl auch die Richtungsänderung der Rillen. Wenn mehrere Gerinne zusammenstoßen, bilden sich Wirbel und Strudel, die ganz eigenartige Erosionsformen herausmodellieren. Fig. Nr.8 zeigt solche Wirbelformen. An der Grenzlinie der Strömungen erfolgt eine Stauung und Ablenkung des Wassers; es bilden sich daher Grate. Treffen sich zwei Ströme in einem spitzen Winkel, so bleibt nicht selten vor der Vereinigung ein erhöhtes Stück stehen, das in eine zungenförmige Kante ausläuft. Goldschmidt (24) bezeichnet dieselbe Randleinie (Fig. Nr. 9). Solange die Ströme getrennt fließen, bildet jeder seine eigenen Rillen. Sofort nach der Vereinigung suchen sie sich gegenseitig zu beeinflussen. Der stärkere Strom trägt den Sieg davon und verwischt die Erosionsformen des schwächeren oder zerstört sie auch ganz. In größeren Schichtfugen finden, hervorgerufen durch die fortdauernde Tieferlegung der unterirdischen Gerinne, fortwährende Verlagerungen, Überschneidungen und Verwischungen der Rillen statt (Fig. Nr. 10). An der Decke erscheinen immer noch die schon erwähnten Rillen und Grate. Je größer die Fugen werden, um so ausgeglichener werden sie und desto langsamer fließt auch das Wasser, so daß schließlich gar keine Fließbewegung mehr zu beobachten ist. Die Erosion hört fast ganz auf; das stagnierende Wasser aber setzt seine lösende Tätigkeit fort. Die alten Rillen werden verwischt und zerstört, es bleiben kleine pilzförmige Inselchen stehen (Fig. Nr. 10 rechte Ecke). Bei fortschreitender Zerstörung lösen sich auch diese Inselflächen auf und es entstehen auf den Gipstafeln ähnliche Miniaturgebirge, wie sie Goldschmidt (24) an seinen bereits erwähnten Küstensteinen beschreibt.

Werden durch reiche Niederschläge oder durch Verstopfung einzelner Abzugsbahnen die großen Schichtfugen ganz mit Wasser erfüllt, so erscheinen neue Lösungsformen an der Decke. Die früher durch Erosion gebildeten Rillen lösen sich auf in rundliche oder eckige Grübchen. Nicht selten bilden sie unregelmäßige Sechsecke, die etwas an Bienenwaben erinnern.

An der Decke größerer Hohlräume zeigen sich ferner Verwitterungserscheinungen, die zum Teil auf die Wirkungen des Tropfwassers zurückgeführt werden müssen. Das aufgelöste Material wird mit dem fallenden Wassertropfen weggeführt. Es bleiben an der Decke wiederum kleine teils unregelmäßige geformte Inselchen, teils pilzförmige Hervorragungen stehen, die von einer aufgerauhten Zone umgeben sind. Während nämlich alle Erosions- und Korrosionsformen glatte Oberflächen besitzen, sind die Bildungen, die durch Tropfwasser geschaffen werden, rau und körnig.

Wie aus vorstehenden Ausführungen ersichtlich ist, läßt sich eine gewisse Abhängigkeit der Erosions- und Lösungsformen von der Weite der Schichtfugen feststellen.

Die schönsten und reinsten Formen erscheinen stets an der Decke. Auf der Sohle des Hohlraums sammeln sich stellenweise die Lösungsrückstände des Gipses, die mergeligen Beimengungen und die vom Wasser mitgeführten Verunreinigungen und bilden eine Schutzschicht für die darunter liegenden Lösungsformen des Gipses.

Nicht selten sind die Rillen der Bodenplatten mit neu ausgeschiedenen Gipskristallen ausgefüllt. Diese letzteren verdanken ihre Entstehung einer Konzentration des Sickerwassers. Teilweise sind die Kristalle bereits wieder zerstört oder nur noch durch kleine Reste angedeutet. Dies läßt darauf schließen, daß zu Zeiten starker Wasserführung eine Wiederauflösung erfolgte.

Die obersten Schichtfugen sind namentlich dort, wo Orgeln einmünden, mit „Gipsasche“ (Verwitterungsrückstände des Gipses) und humusreichem, schwarzem Ton erfüllt. Diese Stoffe können nur durch die Orgeln eingedrungen und vom Sickerwasser in die Tiefe geführt worden sein. Auch kompakte Gipsmassen, die auf weite Strecken hin keine Orgel aufweisen, enthalten mitunter derartige Einschwemmungen. Dies ist besonders schön zu sehen in einem Gipsbruch bei Hellmitzheim (Profil VIII). Dort tritt mehrere Meter unter der Ackererde in einer Gipswand plötzlich eine Schichtfuge (23 cm hoch) auf, die ganz mit tiefschwarz gefärbtem Ton und „Gipsaschestreifen“ erfüllt ist. Auch hier läßt sich einwandfrei nachweisen, daß das Ausfüllungsmaterial durch eine allerdings sehr weit entfernte Orgel eingeschwemmt worden ist.

Oft zeigt sich in den Schichtfugen eine Wechsellagerung von breiten „Schwarzerde“bändern und schmalen auskeilenden Streifen von gelblichweißer „Gipsasche“. Diese Bildung beruht wohl auf jahreszeitlichen Schwankungen der Wasserführung. Die starken Niederschläge der nassen Jahreszeit führten feinste Tonteilchen als Wassertrübe in die unterirdischen Gerinne, während in den trockenen Zeiten durch Gipsverwitterung eine Ansammlung von „Gipsasche“ stattfand, die später an manchen Stellen zusammengeschwemmt wurde, so daß sie sich als weißes Band über die schwarzen Tone legte.

Zuweilen treten auch in ungeschichteten Mergellagen schwarze Tonbänder auf. Sie keilen öfter aus, erscheinen jedoch immer wieder in der gleichen Höhe und bilden an manchen Stellen umgekehrt trichterförmige Verlängerungen nach oben (Fig. Nr. 12).

Diese schwarzen Bänder sind die Ausfüllungen ehemaliger Schichtfugen, die trichterförmigen Gebilde hingegen, die Ausfüllung kleiner Hohlräume zwischen Gipshockern und nachgesackten Mergeln. Durch die fortschreitende Verwitterung sind später auch die letzten Hocker verschwunden und an ihre Stelle die nachgesackten Mergel getreten. Die Unterbrechungen sind darauf zurückzuführen, daß die unterirdischen Gerinne nicht in schnurgerader Richtung verliefen, sondern wie ein oberirdischer Bach zahlreiche kleine Krümmungen im Gipsgestein machen mußten. Im Steinbruch wird daher nicht das ganze Gerinne freigelegt, sondern nur einzelne Teile desselben.

Die eingeschwemmten schwarzen Tonbänder aber haben sich als die Ausfüllung einstiger Hohlräume im Gips erhalten und sind so die Zeugen der ehemaligen Schichtfugengerinne. Die umgekehrten schwarzen Trichter im Mergel sind somit als Randklüfte zu bezeichnen. Die nachfolgende Skizze, die im Steinbruch Weid aufgenommen wurde, mag ihre Entstehung veranschaulichen.

Erklärungen: 1 = Gips, 2 = Nachgesackte Mergel, 3 = Humifizierte Mergel („Schwarzerde“).



### Schwarzerdeähnliche Bildungen im Gipskeuper

Eine besonders auffällige Erscheinung im Bereiche des Gipskeupers unseres Untersuchungsgebietes sind die an manchen Stellen auftretenden tiefschwarzen Böden. Merkwürdigerweise werden sie in der Literatur kaum erwähnt. Nur Schuster (76) kommt darauf zu sprechen. Er bezeichnet diese Bildung als schwarzen Lehm, der aus Mergelschiefern entstanden sei, und bemerkt darüber in einer Fußnote (S. 49): „Die Ursache der tiefen Schwarzfärbung der Mergelschiefer über von Wasser angegriffenen Gipslagern ist noch nicht bekannt. Der schwarze Boden, der offenbar nicht humos ist, ist für Gips im Untergrund geradezu bezeichnend.“

Wie ich mich überzeugen konnte, bildet dieser schwarze Boden über Gips keine zusammenhängende Decke. Wir finden ihn nur in Vertiefungen und Mulden, in geologischen Orgeln sowie in Erdfällen. Die Farbe schwankt zwischen tiefschwarz und grau. In gut aufgeschlossenen Profilen sieht man deutlich eine Abnahme der Schwarzfärbung nach unten zu. Nach oben geht der schwarze Boden allmählich in Ackererde über. Seine Struktur ist verschieden, bald bröckelig, bald prismatisch. Die oberen Schichten zerbröckeln leichter als die unteren, was wohl auf die weiter fortgeschrittene Verwitterung zurückzuführen ist.

In der Hauptsache besteht die schwarze Erde aus Ton. Beim Schlämmen finden sich kleinere Mengen von Quarz, sowie Zirkon und Anatas, also Mineralien die auch im Keupermergel angetroffen werden. Ferner sind vorhanden kleine Kalkkonkretionen und Gipskristalle. Durchzogen ist der schwarze Boden von Wurzelfasern.

Im Steinbruch bei Hellmitzheim konnte ich folgendes Profil aufnehmen:

1. Ackerboden . . . . .	1,20 m
2. Tiefschwarzer Ton . . . . .	0,40 m
3. Rotbraune Tonlage . . . . .	0—0,05 m
4. Weniger dunkler Ton . . . . .	1,60 m
Liegendes: Keupermergel.	

An anderen Stellen erreicht die Mächtigkeit der schwarzen Tone sogar 3—4 m.

Um festzustellen, ob der schwarze Boden wirklich nicht humos ist, wie Schuster glaubt, habe ich ihn eingehend chemisch untersucht. Er bildet festgefügte Brocken, die selbst beim Kochen und bei der Behandlung mit Wasserstoffsperoxyd nicht in ihre feinsten Bestandteile zerfallen wollen.

Eine Probe wurde der trockenen Destillation unterworfen. Dabei ergab sich ein Destillat, das in der Hauptsache aus Wasser bestand, aber auch organische Stoffe enthielt. Dieselben verbreiteten einen durchdringenden naphthalinähnlichen Geruch und zeigten alkalische Reaktion.

Weitere Proben wurden mit Kalilauge behandelt. Es stellte sich geringe Braunfärbung ein, die in ihrer Stärke wieder je nach der Färbung des untersuchten Materials wechselte. Im angesäuerten Filtrat erfolgte nach längerem Stehen eine Ausflockung der in Lösung gegangenen Humussäuren. Bei der Behandlung mit Ammoniak trat keine Verfärbung ein, Schwefelsäure färbte sich je nach dem wechselnden Humusgehalt mehr oder weniger schwarz.

Noch deutlicher waren die Reaktionen, wenn die zu untersuchenden Bodenproben vorher durch Salzsäure von karbonatischen Bestandteilen befreit und dann bis zum Verschwinden der Chloridreaktion mit Wasser ausgewaschen worden waren. Nun ergab eine Behandlung mit Kalilauge eine viel stärkere Braunfärbung der Lauge als vorher.

Auch durch Ammoniak konnte ein stark dunkelgefärbtes Filtrat gewonnen werden. In beiden Fällen wurde durch Ansäuern mit Salzsäure Ausflockung der Humusstoffe hervorgerufen. Das Ausziehen der Humusstoffe mit Ammoniak konnte so lange fortgesetzt werden, bis das Material eine graugrüne Färbung (ähnlich dem Mergelboden, aus dem es durch Verwitterung entstanden ist) zeigte. Es besteht also kein Zweifel, daß die Färbung der schwarzen Böden auf Humusstoffe zurückzuführen ist. Vielleicht hätte sich auf dem beschriebenen Wege auch eine quantitative Bestimmung des Humusgehaltes ermöglichen lassen (Methode Grandeau). Auf ihre Anwendung wurde verzichtet, weil sie allzu große Fehlerquellen in sich birgt. Ein Teil der Humusstoffe geht nämlich mit den Karbonaten und Sesquioxyden gleichzeitig in Lösung, so daß die Bestimmung ungenau wird.

Das Verhalten der mit Salzsäure vorbehandelten Bodenproben gegenüber Ammoniak läßt deutlich erkennen, daß die dunkle Färbung nur auf beigemengte organische Stoffe zurückgeführt werden kann. Eine rein mineralische Dunkel-färbung durch Manganverbindungen kommt nicht in Betracht; denn die chemische Analyse ließ nur Spuren von Mangan erkennen. Die Versuche, die mit karbonatfreien Proben durchgeführt wurden, zeigen, daß die Humusstoffe an Karbonate, besonders an kohlen-sauren Kalk, gebunden sind, daß demnach Kalkhumate vorliegen.

Adsorptiv nicht gebunden sind nur verhältnismäßig kleine Mengen von Humusstoffen, wie die leichte Braunfärbung der Kalilauge durch lufttrockene Bodenproben beweist.

Die chemische Analyse hatte folgendes Ergebnis:

## Gewicht %

	I	II	III	IV
CaO . . . . .	2,57	1,61	1,48	2,33
MgO . . . . .	4,10	0,93	2,59	3,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,79	3,98	4,77	3,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9,86	3,61	7,52	10,42
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	0,77	0,43	0,56	Spur
SO <sub>3</sub> . . . . .	Spur	Spur	—	0,14
Lösliche SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,28	0,32	—	—
Unlöslich . . . . .	62,86	80,46	75,69	68,96
Glühverlust . . . . .	13,94	8,19	7,37	10,66
	99,17%	99,53%	99,98%	99,26%

## Umrechnung

	I	II	III	IV
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	4,58	2,97	2,64	4,00
CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O . . . . .	Spur	Spur	—	0,29
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	8,61	1,95	5,43	7,24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,79	3,98	4,77	3,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9,86	3,61	7,52	10,42
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	0,77	0,43	0,56	Spur
Lösliche SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,28	0,32	—	—
Unlöslich . . . . .	62,86	80,46	75,69	68,96
Organische Substanz n. Knop	3,28	1,47	1,21	1,09
H <sub>2</sub> O . . . . .	4,14	4,44	2,16	3,96
	99,17%	99,53%	99,98%	99,26%

Nr. I: Von Hellmitzheim (bröckelig körnig; tiefschwarz).

Nr. II: Von Hellmitzheim aus ca. 3 m Tiefe (prismatisch).

Nr. III: Von Hellmitzheim aus obigem Profil Nr.2 (klumpig).

Nr. IV: Von Gebattel bei Rothenburg (körnig; tiefschwarz).

Wie läßt sich nun die Bildung dieser „Schwarzerde“ im Gipskeuper erklären?

Auffallend ist zunächst die Tatsache, daß alle schwarzen, humushaltigen Böden nur in muldenförmigen Vertiefungen angetroffen werden. Diese Erscheinung läßt vermuten, daß bei ihrer Bildung das Wasser eine hervorragende Rolle gespielt haben muß. Eine Anreicherung mit Humusstoffen ist nur möglich, wenn die Zersetzung der abgestorbenen Pflanzenreste langsam und unvollständig vor sich geht. Die Erfahrung lehrt, daß bei Trockenheit eine so rasche Zersetzung der Pflanzenreste erfolgt, daß nur ganz geringe Mengen von Humus übrigbleiben. Nur unter Wasser und unter teilweisem Luftabschluß können sich größere Mengen von Humusstoffen bilden, so daß eine Humifizierung des unterlagernden Gesteines erfolgen kann.

Daß im Windsheimer Gau einst große Wasseransammlungen (Seen) vorhanden waren, beweist das Auftreten der Seekreide, die im folgenden Kapitel zu behandeln ist. Auch der Grundwasserspiegel muß ehemals ein höheres Niveau eingenommen haben, wie die bereits besprochenen Karsterscheinungen in den Schichtfugen der Gipslager beweisen dürften. Ein Steigen des Grundwassers in Zeiten reicherer Niederschläge setzte wohl auch die unteren Teile der geologischen Orgeln, die mit den Schichtfugen in Verbindung standen, unter Wasser. Es bildeten sich tiefe Wasserlöcher im Gips, in denen sich Humusstoffe ansammelten, die dann die Humifizierung der Ausfüllungsprodukte (verwitterte Keupermergel) herbeiführten. In tieferen Lagen des Gipskeupers trifft man heute noch derartige Wasserlöcher gar nicht selten an. In kleinen Bodenvertiefungen der Keupermergel bildeten sich sumpfige Stellen, in denen ebenfalls die Humifizierung der Unterlage erfolgen konnte.

Die schwarzerdeähnlichen Bildungen des Gipskeupers sind nicht auf Gips allein beschränkt. Ganz ähnliche Ablagerungen treten über Seekreide auf und zwar in noch viel größerem Maßstabe. Hier dürfte es sich wohl um fossilen Faulschlamm (Sapropel, Detritusgyttja, Lebermudde) handeln, der sich im Postglazial bildete, nachdem die Seekreideablagerung zum Abschluß gekommen und bereits eine Verflachung der Seen eingetreten war. Der Faulschlamm leitete die allmähliche Verlandung der Seen ein, die heute sämtlich verschwunden sind. Zur Bildung von größeren Flachmooren scheint es nicht mehr gekommen zu sein, wenn auch vereinzelt Ansätze hierzu vorhanden sind, die sich durch kleine Torfeinstreuungen im Boden verraten.

Im folgenden gebe ich die Analyse eines Faulschlammbodens über Seekreide von Nordheim:

Gewicht %	Umrechnung
CaO . . . . . 4,26	CaCO <sub>3</sub> . . . . . 7,60
MgO . . . . . 3,58	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O . . . . . Spur
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 5,66	MgCO <sub>3</sub> . . . . . 7,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 9,67	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 5,66
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . . 0,25	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . 9,67
SO <sub>3</sub> . . . . . Spur	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . . 0,25
Unlöslich . . . . . 56,35	Unlöslich . . . . . 56,35
Glühverlust . . . . . 19,62	Organische Substanz
99,39%	(Elementaranalyse) . . . 4,00
	H <sub>2</sub> O . . . . . 8,35
	99,39%

Die Umsetzung der organischen Reste erfolgte in allen Fällen meist unter vollständiger Zerstörung der Struktur. Nur manchmal fanden sich kleinere oder größere Stückchen verkohlter Pflanzenteile. Das Bodenprofil im Hellmitzheimer Bruch zeigt eine dünne Schicht von rotbrauner Färbung mit zahlreichen eingeschlossenen Kohlenresten.

In welche Zeit die Entstehung der schwarzen, humosen Böden fällt, läßt sich nur vermuten. Es wird wohl eine Periode mit reichen Niederschlägen gewesen sein. Als solche kommt nur die sogenannte „Atlantische Zeit“<sup>1</sup> des Postglazials in Betracht. Die Bildung schwarzerdeähnlicher Böden hörte auf, als ein Klimawechsel eintrat, der die „Subboreale Zeit“<sup>1</sup> (trockene Steppenzeit) einleitete. Unter den heutigen klimatischen Verhältnissen bildet sich im fränkischen Gipskeuper wohl keine „Schwarzerde“ mehr.

Schwarzerde findet sich in Deutschland an vielen Orten, immer aber ist das Vorkommen an Niederungen gebunden. Es seien nur einige Fundstellen erwähnt. Stadler (82) beschreibt Schwarzerde aus der Passauer Gegend. Diese Schwarzerde ist humifizierter Löß, der unter dem Einfluß stagnierender Gewässer entstanden ist. Reis (65 S.167) erwähnt Schwarzerde aus der Umgegend von München, die ebenfalls ihre Entstehung dem Löß verdankt. Linstow (45 S.130) berichtet über Schwarzerde von Köthen in Anhalt, die entstanden ist durch Humifizierung von Löß und Geschiebemergel. Ich suchte diesen letztgenannten Fundort auf, um die mitteldeutsche Schwarzerde aus eigener Anschauung kennenzulernen. Sie weicht hinsichtlich ihrer Farbe und ihrer Struktur von der Windsheimer Schwarzerde ab; denn sie ist mehr braun und von viel lockerer, krümeliger Beschaffenheit. Zurückführen möchte ich dies auf die Eigenart des Muttergesteins, aus dem diese Schwarzerde sich gebildet hat. Die mitteldeutsche Schwarzerde lagert nämlich zumeist auf Geschiebelehm und Löß, die Windsheimer „Schwarzerde“ hingegen auf schwerem Keupermergel und Gips.

Die russischen Bodenforscher lassen die deutsche Schwarzerde nicht als typische Schwarzerde gelten; sie behaupten, daß in einem humiden Klima, wie es Deutschland gegenwärtig besitzt, die Schwarzerde eine Veränderung erfahren muß. Sie sprechen deshalb von veränderter Schwarzerde oder degradiertem Tschernosem. Nach den Anschauungen der Russen soll der echte Tschernosem nur in Ländern mit ausgesprochen kontinentalem Klima unter Beteiligung einer krautartigen Steppenvegetation entstehen. Wassermangel im Sommer und strenger Frost im Winter sollen einen völligen Abbau der Pflanzenreste verhindern, so daß Humus in reichen Mengen im Boden verbleibt. Diese Ansicht wird heute auch von vielen deutschen Forschern geteilt (Hohenstein 33, Ramann 61, Stremme 84). Andere namhafte Forscher aber bestreiten die Richtigkeit dieser Anschauung und verweisen auf die Tatsache, daß unter gewöhnlichen Bedingungen im trockenen Klima sich niemals so große Mengen von Humusstoffen ansammeln können, wie sie die stellenweise mehrere Meter mächtige russische Schwarzerde enthält (Lang 42, Linstow 45 u. a.). Sie sind der Ansicht, daß Schwarzerde sich nur unter Wasser bei teilweisem Abschluß der Luft gebildet haben kann. Die russische Steppe ist heute das Hauptverbreitungsgebiet der Schwarzerde und darum glauben die russischen Bodenforscher, daß eine reiche Steppenvegetation und ein ausgesprochenes Steppenklima notwendig ist zur Bildung der Schwarzerde. Sie übersehen dabei aber meiner Ansicht nach, daß

<sup>1</sup> Vgl. Gams-Nordhagen, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa (20).

die Schwarzerde eine fossile Bildung ist und eine Neubildung in den heutigen Steppenländern nicht mehr erfolgt.

Der Streit über die Entstehung der russischen Schwarzerde (Tschernosem) wird noch lange dauern. Für die fränkische „Schwarzerde“ im Bereich des Gipskeupers aber besteht wohl kein Zweifel mehr, daß sie in einer Zeit mit humidem Klima durch Humifizierung der verwitterten Keupermergel unter Wasser bei teilweisem Luftabschluß entstanden ist.

## Die Seekreideablagerungen

An mehreren Stellen unseres Arbeitsgebietes liegt unter dem tiefschwarzen Faulschlamm Boden eine feinerdige Kalkablagerung, die gewöhnlich erst beim Ausheben von Gräben zutage tritt. Die Untersuchung hat ergeben, daß es sich um sogenannte Seekreide handelt.

Über die Entstehung der Seekreide und ähnlicher Kalkablagerungen herrschen in der Literatur zahlreiche Unklarheiten und teilweise sogar Widersprüche, weshalb es notwendig erscheint, auf diese Bildungen etwas näher einzugehen und die Begriffe Kalktuff, Alm, Seekreide und Querkalk eindeutig festzulegen.

Gemeinsam ist allen diesen Ablagerungen der hohe Prozentsatz an kohlen-saurem Kalk. Der Wassergehalt ist starken Schwankungen unterworfen. Frischer Alm und Seekreide können 10—40% Wasser enthalten, während Kalktuff trotz seiner großen Porosität nur ganz geringe Wasseraufnahmefähigkeit besitzt.

Als weitere Beimengungen kommen in Betracht: Magnesium, Eisen, Alkalien, Kieselsäure und Tonerde. Doch sind diese nur von untergeordneter Bedeutung und lediglich als Verunreinigungen aufzufassen. Viel wichtiger ist der Gehalt an Humusstoffen, der manchmal bis zu 8% betragen kann. Durch chemische Analysen lassen sich Kalktuff, Seekreide und Alm in den meisten Fällen nicht unterscheiden. Von vielen Autoren wird als Unterscheidungsmerkmal der Gehalt an Magnesium angegeben. Alm und Seekreide sollen stets weniger als 1% Magnesiumoxyd enthalten. Größere Mengen als  $\frac{1}{2}\%$  sind nach Thurn (90) erst nachträglich als Magnesiumsilikate in die Ablagerungen gelangt. Nach Ansicht des Genannten rufen solche Magnesiumbeimengungen eine Veränderung des physikalischen Zustandes hervor, indem sie Verhärtung verursachen, wodurch lockere Kalkbildungen in Kalktuffe übergeführt werden. Somit wäre also ein Magnesiumgehalt bis zu  $\frac{1}{2}\%$  charakteristisch für Alm und Seekreide, ein höherer für Kalktuff. Wie jedoch Klähn (36 S. 390—340) an Kalktuffen aus dem fränkischen Jura zeigen konnte, kann der Magnesiumgehalt bis auf ganz geringe Spuren zurückgehen, ohne daß eine Änderung des physikalischen Zustandes eintritt. H. Fischer (13 S. 230) beschreibt eine magnesiumreiche Seekreide von Garbenteich im Vogelsberg, die ihren Magnesiumgehalt (21,80% MgO) der Zersetzung der Olivine im Basalt verdankt. Leider läßt sich aus der Beschreibung nichts über die physikalischen Eigenschaften dieser Seekreide in Erfahrung bringen. Ich glaube aber, daß es sich um einen Süßwasserdolomit handelt.

Ein Vergleich verschiedener Analysen von Alm (Seekreide hier inbegriffen) und Kalktuff zeigt deutlich, daß die Annahme, der Magnesiumgehalt bedinge die physikalischen Eigenschaften des Kalksediments, vollständig unbegründet ist. Kalktuff, der nur Spuren von Magnesium aufweist, kann trotzdem seine Härte behalten, während Seekreide (Alm) mit doppelt so viel Magnesium locker bleibt.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht also klar hervor, daß die chemische Untersuchung nicht ausreicht, wenn wir eine genaue Einteilung und Klassifizierung der Süßwasserkalkablagerungen vornehmen wollen. Insbesondere kann der schwankende Magnesiumgehalt nicht als brauchbares Einteilungsmoment benützt werden. Wir müssen neben den chemischen vor allem die physikalischen Eigenschaften berücksichtigen; denn sie allein liefern unseres Erachtens sichere Unterscheidungsmerkmale, die eine scharfe Trennung von Kalktuff, Alm und Seekreide ermöglichen.

Der Kalktuff kann in der verschiedensten Ausbildung auftreten. Bald ist er dicht und fest, bald porös und weniger zusammenhängend. Häufig sind Hohlräume anzutreffen, die von umkrusteten Pflanzenteilen herrühren. Auch Blattabdrücke kommen nicht selten vor. Nie läßt sich Kalktuff zwischen den Fingern zerreiben, auch nicht in den weichsten Varietäten; dies ist wohl das wichtigste Unterscheidungsmerkmal gegenüber allen Seekreiden und Almen. Die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen, fehlt dem Kalktuff fast vollständig. Beim Verwittern zerfällt er nicht, sondern löst sich nur allmählich wieder auf. Wegen seiner großen Wetterfestigkeit eignet er sich besonders gut als Bau- und Zierstein.

Alm und Seekreide, die sich in ihren physikalischen Eigenschaften nicht unterscheiden, bilden im frischen Zustand eine breiige, zähe Masse, die dem Wasser in hohem Grade die Durchlässigkeit versagt. Sobald sie aber durch Senkung des Grundwasserspiegels oder durch andere Vorgänge aus dem Bereich des Wassers kommen, trocknen sie allmählich aus und bekommen dadurch eine lockere und feinkörnige Beschaffenheit. In diesem Zustande lassen sie sich mühelos zwischen den Fingern zu feinstem Pulver zerreiben. Wegen der Feinheit des Kornes sind Alm und Seekreide befähigt, große Wassermengen aufzunehmen und lange Zeit zurückzuhalten. Den Atmosphärien gegenüber zeigen sie ein ganz anderes Verhalten als der Kalktuff. Wenn Alm und Seekreide verwittern, zerfallen sie vollständig und liefern deshalb einen vorzüglichen Kalkdünger. Eine wichtige Rolle spielt bei ihnen, wie schon erwähnt, der Humusgehalt. Durch die größere oder geringere Menge der humosen Stoffe lassen sich die physikalischen Verschiedenheiten vieler Alm- und Seekreidebildungen erklären. Die humusarmen oder humusfreien Varietäten sind in getrocknetem Zustande mürbe, zerreiblich und rau. Die humusreicheren dagegen gehen beim Trocknen aus einem weichen Brei unter starker Volumverminderung in eine knorpelige bis hornartige Substanz über. Die älteren Autoren, wie Sendtner (78), Senft (79) und andere, die einen Unterschied zwischen Alm und Seekreide noch nicht kannten, behaupteten, der Alm sei amorph. Unter dem Mikroskop zeigt aber die Seekreide wie der Alm eine mehr oder weniger gut ausgeprägte kristal-

line Beschaffenheit. Schon die gallertige oder schleimige Masse des Anfangsstadiums besteht in der Hauptsache aus Krümeln oder Klümpchen, die sich aus Sphäriten zusammensetzen. Manche Ablagerungen (z. B. die Seekreide von Nordheim) enthalten auch größere Körner, die aus kleinen Kalkspatrhomboidern aufgebaut sind. Seltener finden sich in der mikrokristallinen Grundmasse kleine, 1—2 mm große Einzelkristalle von Calcit (Seekreide von Grettstadt).

Auf Grund der physikalischen Eigenschaften können wir also typischen Alm und typischen Kalktuff leicht auseinanderhalten. Schwierigkeiten entstehen nur dann, wenn es sich darum handelt, Kalktuffe von sandig-körniger Beschaffenheit und Alme mit gröberem Gefüge zu trennen. Das beste Unterscheidungsmerkmal ist in diesem Falle das Verhalten des Gesteins beim Zerreiben zwischen den Fingern. Münchsdorfer (49) schlägt vor, den unzerreiblichen, feinkörnigen Kalktuff als „Tuffsand“ zu bezeichnen, den grobkörnigen, aber leicht zerreiblichen Alm dagegen mit dem Ausdruck „tuffiger Alm“ zu benennen. Seekreide und Alm zeigen hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften keine Unterschiede. Um sie trennen zu können, müssen wir uns noch etwas mit der Entstehungsweise der verschiedenen Kalkablagerungen beschäftigen.

Kalktuff bildet sich stets, wenn kalkhaltige Wässer als Quellen zutage treten und einen Teil ihrer Kohlensäure an die Luft abgeben, so daß das Calciumbikarbonat nicht mehr in Lösung bleiben kann und als kohlensaurer Kalk ausfallen muß. Dabei wirkt auch die Vegetation am Quellenrand mit, die ebenfalls durch Kohlensäureentzug bei der Assimilation eine Kalkausfällung verursacht. Die Kalkausscheidung kann sowohl subaerisch als auch subaquatisch erfolgen. Eine Fällung durch Humusstoffe scheint beim Kalktuff ausgeschlossen zu sein.

Alm entsteht in Mooren, wenn unter dem Einfluß von Humussolen kohlensaurer Kalk ausgeschieden wird. Er ist somit eine rein anorganische Bildung. Die hier und da eingeschlossenen Conchylien, meist Landschnecken, haben keinerlei Mitwirkung bei der Kalkabscheidung; denn sie sind erst nachträglich in die Almablagerung verfrachtet worden.

Seekreide ist eine Ablagerung offener, stagnierender Gewässer. Hier wird der Kalkabsatz durch die Lebenstätigkeit von Wasserpflanzen, hauptsächlich Characeen und Wassertieren (Conchylien) bewirkt. Die Ausscheidung erfolgt also zum größten Teil auf organischem Wege.

Nach den bisherigen Ausführungen ist also der Kalktuff ein Quellabsatz, der Alm eine Moorbildung und die Seekreide eine Ablagerung größerer stehender Gewässer.

Wenn Seekreide in einem Moorprofil vorkommt, so bildet sie die Unterlage der Torfschichten, und dies weist darauf hin, daß das Moor durch Verlandung eines ehemaligen Sees entstanden ist. Alle seekreideartigen Bildungen, die in Mooren als Zwischenlagen auftreten, sind nicht echte Seekreide, sondern Alm.

Die jeweilige Prüfung der physikalischen Eigenschaften der Kalkablagerun-

gen sowie die Untersuchung der eingeschlossenen Tier- und Pflanzenreste wird auch in zweifelhaften Fällen Aufschluß geben über die Art der Entstehung und so eine richtige Klassifikation ermöglichen.

Betrachten wir nunmehr das Vorkommen der Seekreide bei Nordheim am Fuße des Steigerwaldes. Durch die weite fruchtbare Ebene, die von Schilfsandstein- und Blasensandsteinhöhenzügen eingeschlossen wird, fließen heute nur noch einige armselige Wässerlein, die der Ehebach sammelt. Einige, wie der Irrbach, versiegen im Sommer fast ganz. Der größte Teil der Niederschläge gelangt nicht in diese Wasserläufe, sondern versickert im stark zerklüfteten Gips, der an vielen Stellen offen zutage tritt und der von zahlreichen unterirdischen Wassersträngen durchzogen wird. An den tiefstgelegenen Stellen treten wiesenmoorähnliche Bildungen auf, die von Entwässerungsgräben durchzogen sind. Bei der Anlage dieser Gräben kommt überall Seekreide zum Vorschein. Überlagert wird sie von einer mehr oder weniger mächtigen Humusablagerung von tiefschwarzer Farbe, die wir weiter vorne bereits als Faulschlammablagerung kennengelernt haben. Auch die tiefgelegenen Äcker, die ihre große Fruchtbarkeit diesem Faulschlamm Boden verdanken, enthalten Seekreide; durch die Wühlarbeit der Maulwürfe tritt sie überall zutage.

In einem frisch ausgehobenen Graben konnte ich folgendes Profil aufnehmen:

Wiesenboden (Humusdecke): 10 cm,  
schwarzer Faulschlamm Boden: 30 cm,  
Gelbliche Seekreide aufgeschlossen: 20 cm.

Durch eigene Grabung konnte ich eine Mächtigkeit der Seekreideablagerung bis zu 1,40 m feststellen. Doch scheint dieselbe noch tiefer hinabzugehen, da ich das Liegende mit dem Spaten nicht erreichen konnte. Bei dem Bau einer neuen Brücke über den Irrbach zwischen Krautostheim und Herbolzheim wurde ebenfalls Seekreide angeschnitten. Durch die Arbeiter erfuhr ich, daß in der weißen Erde, die sie „Schnallaputzi“, d. i. Putzmittel für Pferdegeschirr, nennen, ein Schacht von ca. 3 m Tiefe angelegt wurde, ohne daß es möglich war, einen festen Baugrund zu erreichen. Selbst die eingetriebenen Holzpfähle von 5 m Länge stießen noch auf keinen Widerstand. Wir dürfen also annehmen, daß die Gesamtmächtigkeit der Ablagerung mindestens über 3 m beträgt. Beim Graben in der Seekreide fiel mir ein starker Schwefelwasserstoffgeruch auf, der nach der Tiefe immer mehr zunahm. Die Farbe der frischen, schmierigen, stark mit Wasser durchsetzten Seekreide ist fast gelb, doch nimmt sie beim Abtrocknen einen mehr weißlichen Ton an. Die eingeschlossene Fauna und Flora beweist, daß die Ablagerung in einem größeren stehenden Gewässer zum Absatz kam. Stellenweise fanden sich fetzenartige Einlagerungen von Faulschlamm, die wohl erst nachträglich durch ihre Schwere in die noch weiche gallertige Seekreide einsanken.

An fossilen Einschlüssen fanden sich zahlreiche Reste von Characeen, insbesondere die hübschen spiralumwundenen Oogonien, ferner eine große Anzahl von Mollusken und Ostrakoden.

Die Mollusken, die nach Geyer (21) bestimmt wurden, setzen sich aus folgenden Arten zusammen:

*Bythinia tentaculata* L. s. h.,<sup>1</sup>  
*Radix ovata* Drap. s. h.,  
*Limnaea stagnalis* L. s. s.,  
*Valvata cristata* Müll. s. h.,  
*Planorbis planorbis* L. s. h.,  
*Paraspira spirorbis* L. n. h.,  
*Armiger crista f. nautilus* L. n. s.,  
*Physa fontinalis* L. n. h.  
*Pisidium personatum* Malm h.,  
*Pisidium casertanum* Poli h.,  
*Succinea pfeifferi* Rossm. h.,  
*Vertigo antivertigo* Drap. h.,  
*Pupilla muscorum* Müll. s. s.,  
*Euconulus trochiformis* Montagu s. s.,  
*Vallonia pulchella* Müll. s. s.,

Wie aus vorstehender Liste ersichtlich ist, bestehen die eingeschlossenen Reste in der Hauptsache aus Tieren, die im Wasser leben. Nur vereinzelt treten Landschnecken auf, wie *Succinea pfeifferi*, die bekanntlich aber auch auf Wasserpflanzen vorkommt, sowie *Vertigo antivertigo*, *Pupilla muscorum*, *Euconulus trochiformis* und *Vallonia pulchella*, die mit Vorliebe auf feuchten Wiesen oder an den Rändern von Seen sich aufhalten und daher leicht in die Ablagerungen der Seen eingeschwemmt werden können.

Ostrakoden, die bisher in Seekreide nur selten beobachtet wurden, fanden sich nach dem Schlämmen in zahllosen Mengen.

Herr Dr. K. Hücke-Templin hatte die große Güte, das gesammelte Ostrakodenmaterial in liebenswürdiger Weise zu bestimmen. Für seine Bemühungen sei ihm auch an dieser Stelle nochmals bestens gedankt.

Er konnte folgende Arten feststellen:

*Cyprinotus salina* Brady?,  
*Candona fabäeformis* Fischer,  
*Candona parallela* G. W. Müller,  
*Paracandona euplectella* Br. u. Norm.,  
*Notodromas monacha* O. F. Müller,  
*Cypridopsis aculeata* Lilljeborg.

Im Schlämmrückstand fanden sich ferner neben zahlreichen Oogonien von *Chara* ganz vereinzelt weiße rundliche Körnchen von kohlensaurem Kalk, die aus lauter winzig kleinen Kalkspatrhomboedern zusammengesetzt sind.

Um die Zusammensetzung der Seekreide genau kennenzulernen, wurde eine chemische Analyse angefertigt. Als Analysenmaterial benutzte ich eine mög-

<sup>1</sup> s. h. = sehr häufig, s. s. = sehr selten, n. h. = nicht häufig, n. s. = nicht selten, h. = häufig.

lichst reine, von allen Molluskenschalen und sonstigen Beimengungen befreite Probe. Die pulverisierte Substanz wurde bei etwas über  $100^{\circ}$  bis zur Entfernung des  $H_2O$  getrocknet.

Die Analyse ergab:

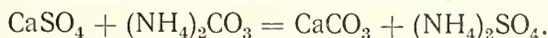
Gewicht %	Umrechnung
Glühverlust . . . . . 44,30	$CaCO_3$ . . . . . 91,50
Unlöslich . . . . . 0,24	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . . . . . 5,37
$SiO_2$ . . . . . 0,20	$MgCO_3$ . . . . . 0,25
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$ . . . . . 0,27	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$ . . . . . 0,27
$CaO$ . . . . . 52,99	Unlöslich . . . . . 0,24
$MgO$ . . . . . 0,12	$SiO_2$ . . . . . 0,20
$SO_3$ . . . . . 2,50	Organische Substanz . . . . . 1,08
100,62%	$H_2O$ (Rest) . . . . . 1,71
	100,62%

Der Glührückstand war vollständig weiß. Beim Erhitzen der Substanz im Glühröhrchen machte sich ein unangenehmer Geruch bemerkbar, der am besten mit dem Geruch kalter Zigarrenasche verglichen werden kann. Bei der Behandlung mit Salzsäure erfolgte eine Ausscheidung der organischen Bestandteile. Eine Schwefelwasserstoffentwicklung trat nicht ein; dies ist insofern auffallend, als bei der Entnahme der Proben aus dem Boden sich Schwefelwasserstoffgeruch deutlich bemerkbar machte. Offenbar ist das freigewordene Gas sofort in die Luft entwichen. Mit Kalilauge behandelt zeigte sich intensive Braunfärbung. Beim Ansäuern dieses Kalilaugenauszugs mit  $HCl$  erfolgte erst nach längerem Stehen eine Ausflockung der gelösten organischen Stoffe. Auch mit Ammoniak ließ sich die organische Substanz vollständig entfernen, so daß zur Bestimmung des Humusgehalts die Grandeausche Methode Anwendung finden konnte. Eine Ausflockung des Organischen beim Ansäuern mit Salzsäure fand hier jedoch nicht statt.

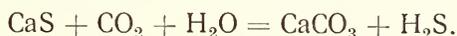
Woher stammt nun der kohlensaure Kalk unserer Seekreideablagerung? Der naheliegendste Gedanke ist wohl der, daß der kohlensaure Kalk durch Auslaugung der dolomitischen Gesteine des Gipskeupers gewonnen wurde. Bei dieser Auslaugung wird zunächst der leichter lösliche kohlensaure Kalk weggeführt; dann gehen aber auch größere oder geringere Mengen von Magnesiumkarbonat in Lösung, die in den Ablagerungen der Gewässer sich wieder finden müssen. Die chemische Analyse unserer Seekreide hat aber ergeben, daß nur ganz geringe Spuren von  $MgCO_3$  (0,25%) vorhanden sind. Ich glaube daher, daß dolomitische Gesteine bei der Lieferung des kohlensauren Kalkes nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Zwar hat Klähn in seiner Arbeit erwähnt (36), daß die aus magnesiumhaltigen Wässern hervorgegangenen Kalkablagerungen ebenfalls nur einen geringen Prozentsatz des ursprünglichen Magnesiumkarbonatgehaltes aufweisen. Doch handelt es sich hier um kalktuffähnliche Absätze, die sofort als feste Masse ausgefällt wurden. Die Seekreide hingegen wird als humose und organogene,

gelartige Masse ausgeschieden, die aus magnesiumhaltigem Wasser nicht unbeträchtliche Mengen von Magnesiumkarbonat aufnehmen kann.

Auffallend ist nun die Tatsache, daß die chemische Analyse der Seekreide neben 0,25%  $\text{MgCO}_3$  noch 2,50%  $\text{SO}_3$  (auf  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  umgerechnet = 5,37%) ergeben hat. Das läßt darauf schließen, daß die Seekreide nicht aus dolomitischen Gesteinen, sondern aus Gips hervorgegangen ist. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als rings um Nordheim Gips in großen Mengen auftritt und dortselbst das Hauptgestein des Bodens bildet. Das dortige Gipslager enthält zahlreiche vom Wasser ausgelaugte Höhlen, in denen sich wie schon erwähnt die interessantesten Karsterscheinungen studieren lassen. Das gipshaltige Wasser, das heute noch das weitverzweigte Höhlensystem durchzieht, mag einst in jenen großen See geflossen sein, in dem die Seekreide zur Ablagerung kam. Möglicherweise hat das durch Verwesung organischer Stoffe entstandene Ammonkarbonat Gips in kohlensauren Kalk übergeführt nach der Gleichung:



Eine Umwandlung des Gipses in kohlensauren Kalk kann aber auch dadurch erfolgt sein, daß durch die Zersetzung großer Mengen organischer Substanz zunächst eine Reduktion des gelösten Gipses zu Calciumsulfid stattfand. Das neu gebildete  $\text{CaS}$  wird bei Anwesenheit von Kohlensäure und Wasser schließlich in kohlensauren Kalk übergeführt:



Der dabei freiwerdende Schwefelwasserstoff entweicht zum Teil in die Luft, zum Teil aber wird er auch vom Wasser absorbiert und bleibt dann der Seekreideablagerung erhalten. Auf diesen Umstand ist auch der intensive Geruch, der sich beim Herausgraben der frischen Seekreide bemerklich macht, zurückzuführen.

Ein Teil des Gipses kann jedoch bereits im Innern der mit Wasser erfüllten Schloten des Gipslagers eine Umsetzung in kohlensauren Kalk erfahren haben. Zu dieser Annahme berechtigen gewisse Beobachtungen, die ich in allerjüngster Zeit in diesen Wasserhöhlen machte. Auf der Oberfläche des stagnierenden Wassers hatten sich zahlreiche kaum  $\frac{1}{4}$  mm dicke Kristallplättchen gebildet. Stellenweise bedeckten sie den Grund in 20—30 cm Mächtigkeit als geschichtete Ablagerungen. Außer geringen Mengen von Lehm und einigen Gipsbröckchen waren keine weiteren Verunreinigungen darin enthalten. Daß in einer nicht konzentrierten Lösung solche Mengen von Kristallen sich ausscheiden können, ist eine überaus merkwürdige Erscheinung. Unter das Mikroskop gebracht, erwiesen sich die Kristallplättchen als ein zierliches Haufwerk kleinster Skalenoeder. Die chemische Untersuchung dieser Plättchen ergab, daß sie nicht aus Gips bestanden, wie man wegen des überall vorhandenen Gipsgesteins vermuten könnte, sondern aus kohlensaurem Kalk. Schwefelsäure konnte nur in ganz geringen Spuren nachgewiesen werden, obwohl Gips im Wasser in größeren Mengen aufgelöst enthalten ist. Die leichte Löslichkeit des in großen Massen vorhandenen Gipses einerseits, die geringe Mächtigkeit der viel schwerer löslichen Steinmergelbänke des Grundgipses andererseits lassen nur die eine Deutung zu, daß die merkwürdigen Kristall-

plättchen aus Gips entstanden sein müssen. Die Reduktion des Gipses zu Calciumsulfid ( $\text{CaS}$ ) und die weitere Umwandlung in kohlensauren Kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) erfolgt wahrscheinlich durch organische Stoffe, die im Gips schon enthalten sind, oder mit dem durch die Orgeln eindringenden Wasser erst zugeführt werden. Der leichter lösliche Gips zwingt schließlich den kohlensauren Kalk, sich in Kristallplättchen auszuschcheiden.

Der bei den Umsetzungsprozessen freigewordene Schwefelwasserstoff wird zum Teil im Schlamm festgehalten, zum Teil entweicht er in die Luft. Der intensive Geruch nach Schwefelwasserstoff ist bei schönem Wetter gewöhnlich nicht wahrnehmbar, dagegen um so deutlicher bei Witterungsumschlag. Zuweilen erfolgen dann auch Gasaushauchungen, wie ich sie zum Beispiel im Oktober dieses Jahres besonders gut in den „Blautöpfen“ der Ehequellen beobachten konnte. Das sonst kristallklare Wasser erfuhr plötzlich eine milchige Trübung und gleichzeitig stiegen Gasblasen auf, die ein eigentümliches, schwaches Geräusch verursachten und einen deutlichen Schwefelwasserstoffgeruch verbreiteten. Die Gasentwicklung wiederholte sich mehrmals nach längeren oder kürzeren Pausen und fand stets an den gleichen Stellen statt. Jedesmal wurde durch die aufsteigenden Gasblasen grauweißer Schlamm mit heraufgerissen, der die Trübung des Wassers verursachte. Nach einigen Minuten hörten die Gaseruptionen auf und das Wasser wurde wieder vollständig klar. Auch beim Aufwühlen des Schlammes, der den Boden der Quellen bedeckt, machte sich der intensive Geruch des Schwefelwasserstoffes deutlich bemerkbar. Es ist wohl kaum daran zu zweifeln, daß die großen Mengen des Gases weniger durch Verwesung organischer Reste auf dem Grunde der Quellen, als vielmehr durch Reduktion des Gipses im Gips-lager selbst entstanden sind. Ähnliche Beobachtungen, nur noch in größerem Ausmaß, konnte auch Liebe (43) in den Geraer Schlottentümpeln anstellen.

Daß Seekreide aus Gips durch chemische Umsetzung entstehen kann, beweisen auch Beobachtungen, die in Livland gemacht wurden. Nach Doß (9) finden sich bei Dünhof und Pullandorf ausgedehnte Lager von Seekreide (Wiesenkalk) und Kalktuffen im Gebiete des devonischen Gipses. Die ganzen Lagerungsverhältnisse und der nachweisbare beträchtliche Gehalt an  $\text{SO}_3$  (0,91—1,83%) zwingen dort ebenfalls zu dem Schluß, daß diese Bildungen nur aus Gips entstanden sein können. Aus Deutschland sind derartige Seekreidebildungen meines Wissens noch nicht bekannt geworden.

Wenn wir nun die fränkischen und livländischen Seekreiden nach ihren Analyseergebnissen miteinander vergleichen, so zeigt sich eine merkwürdige Übereinstimmung. Nur der Gipsgehalt ist bei uns größer (2,50%) als in Livland (0,92—1,83%).

Doß nimmt an, daß eine Reduktion des festen Gipses zu Calciumsulfid schon im Gips-lager durch die darin vorhandenen Bitumina stattfindet. Ich selbst bin eher der Ansicht, daß diese Umwandlung erst den gelösten Gips betroffen hat.

Selbstverständlich können nicht alle Seekreideablagerungen, die etwas Sulfat enthalten, auf die gleiche Reduktion zurückgeführt werden; denn es bildet sich bekanntlich Schwefelsäure auch bei der Oxydation von Schwefelwasserstoff, be-

sonders in stagnierenden Gewässern, bei der Verwesung von Tierleichen und bei der Reduktion von Sulfiden. Es müssen also alle Verhältnisse, insbesondere die geologische Beschaffenheit der Umgebung, genau geprüft werden, wenn wir uns über die Entstehung einer solchen Ablagerung Klarheit verschaffen wollen.

Unter dem Mikroskop erscheint die Seekreide nicht als amorphes, sondern kristallinisches Gebilde. Die einzelnen Kristallindividuen bestehen aus Calcit, nicht aus Aragonit und sind vollkommen homogen. Von Gipskriställchen zeigte sich keine Spur. Auch beim Kochen mit Wasser konnte keine Schwefelsäurereaktion nachgewiesen werden. Daraus folgt, daß weder Verwachsungen von Gips mit Calcit vorliegen, noch Mutterlaugenreste vorhanden sind. So bleibt nur noch die eine Möglichkeit, die Kristalle als Mischungsanomalien zu erklären, wie das auch Doß (9) in seiner Arbeit über livländische Seekreiden tut.

H. Vater hat auf Grund zahlreicher Laboratoriumsversuche in seiner Schrift „Über den Einfluß der Lösungsgenossen auf die Kristallisation des Calciumkarbonates“ (95) nachgewiesen, daß Mischkristalle durch vollständige Vermischung zweier chemisch verschiedener, nicht isomorpher Stoffe entstehen können. Wie aus einer brieflichen Mitteilung Vaters an Doß (9 S. 135) hervorgeht, enthalten die bei Anwesenheit von  $\text{CaSO}_4$  künstlich hergestellten Calcitkristalle einen auffallend hohen Prozentsatz von schwefelsaurem Kalk, der nicht auf Einschlüsse von Mutterlaugen zurückgeführt werden kann. Sie gleichen also ganz den natürlichen Calcitkristallen der Nordheimer Seekreide. Darum glaube ich annehmen zu dürfen, daß die letzteren natürliche Mischkristalle sind, die nicht nur aus Calcit, sondern auch aus Gips aufgebaut sind, bzw. im Calcit molekulare Beimengungen von nicht umgesetztem  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  enthalten.

Auch die größeren Calcit„körner“, die zirka 3 mm Durchmesser erreichen, wurden einer Untersuchung unterzogen. Leider fanden sie sich nur selten. Durch die chemische Untersuchung dieser Körner hoffte ich Näheres über eine eventuelle Beimengung von schwefelsaurem Kalk zu erfahren. Deshalb wurden die ausgeschlammten Körner zunächst gründlich gereinigt, in Salzsäure gelöst und die Lösung mit Baryumchlorid versetzt. Es ergab sich aber keine Sulfatreaktion. Daraus schließe ich, daß diese Calcitkörner keine molekulare Beimengung von Gips enthalten und eine sekundäre Bildung sind, die erst nach der erfolgten Ablagerung der Seekreide entstanden, vielleicht auch heute noch entstehen.

Seekreide kommt nicht nur bei Nordheim vor, sondern auch an vielen anderen Stellen des Windsheimer Gaues. Vor mehreren Jahren stießen Arbeiter bei Flußregulierungsarbeiten an der Aisch auf eine „lößartige, sehr hell gefärbte Ablagerung mit vielen Schnecken“. Ich konnte diesen Aufschluß selbst nicht mehr sehen, doch erhielt ich einige der gesammelten Schnecken (*Bythinia tentaculata* L. und *Planorbis*) und konnte das anhaftende Gestein deutlich als Seekreide erkennen.

Später fand ich bei Windsheim Seekreide noch an mehreren Stellen, und zwar immer in frisch ausgehobenen Gräben unter schwarzer faulschlammähnlicher Decke.

Eine Analyse der Windsheimer Seekreide wurde schon früher von Wiesner (103) angefertigt.

Es wurde festgestellt:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	1,900%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,340%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,870%
CaO . . . . .	52,710%
SrO . . . . .	Spur
MgO . . . . .	0,640%
K <sub>2</sub> O . . . . .	Spur
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,066%
Cl . . . . .	0,075%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,095%
SO <sub>3</sub> . . . . .	1,660%
CO <sub>2</sub> . . . . .	39,865%
H <sub>2</sub> O . . . . .	1,210%
Organische Substanz . .	0,569%
	<hr/>
	100,000%

Berechnet auf:

CaCO <sub>3</sub> . . . . .	88,988%
CaO . . . . .	1,592%
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	1,350%
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	0,210%
CaSO <sub>4</sub> . . . . .	2,830%

Nach Wiesner war der Glührückstand dunkelgrau gefärbt. Beim Glühen ergab sich ein „penetranter“ Geruch unter gleichzeitiger Abgabe von alkalisch reagierendem Wasser. Es entwichen brennbare Gase und braune Teerkörper schieden sich ab. Beim Lösen in Salzsäure war Geruch nach Schwefelwasserstoff deutlich wahrnehmbar. In Salzsäure löste sich die Seekreide unter Abscheidung organischer Körper. Kalilauge färbte sich braun; nach dem Ansäuern des Filtrats entstand ein geringer, brauner, flockiger Niederschlag von Ulminsäure.

Leider hat Wiesner keine genaue Fundortsangabe gemacht und die Analyseergebnisse nicht weiter ausgewertet.

Wenn wir nun die Windsheimer und Nordheimer Seekreide miteinander vergleichen, so finden wir in beiden nur ganz geringe Mengen von MgCO<sub>3</sub> gegenüber einem viel größeren Gehalt an CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O. Die Entstehung muß also hier wie dort die gleiche gewesen sein. Die Seekreide bezog den kohlen-sauren Kalk in der Hauptsache durch chemische Umsetzung aus dem massenhaft vorhandenen Gips, während die dolomitischen Gesteine des Gipskeupers als Kalklieferanten nur eine nebensächliche Rolle spielten. Da die Umgebung von Nordheim und Windsheim fast die gleichen geologischen Verhältnisse aufweist, so kann uns die nahezu vollständige Übereinstimmung der beiden Seekreideablagerungen nicht weiter überraschen.

Über das Alter der Seekreide läßt sich nichts Bestimmtes sagen; denn die eingeschlossene Molluskenfauna enthält nur Arten, die auch heute noch leben. Ähnlich verhält es sich mit dem Ostrakodenmaterial. Herr Dr. Huckle teilte mir auf Anfrage ausdrücklich mit, daß sämtliche Arten auch noch rezent vorkommen. Wahrscheinlich bildete sich die Seekreide in jener feuchten Periode des Postglazials, die Blytt und Sernander mit dem Namen „Atlantische Zeit“ belegt haben. Die in jene Zeit fallende Senkung des Baltikums (Litorinasenkung) bewirkte ein Feuchterwerden des europäischen Klimas. Ein starkes Ansteigen des Grundwasser-

spiegels begünstigte die Bildung neuer Quellen und neuer Seen und schuf so die Vorbedingungen zur Entstehung gewaltiger Mengen von Seekreide und Kalktuff.

Am Ausgang der atlantischen Zeit scheint ein Rückgang der Seen und eine allmähliche Verlandung derselben stattgefunden zu haben; denn die Seekreidebildung hörte auf und Faulschlammablagerungen legten sich als schützende Decke darüber.

Im Bereiche des fränkischen Gipskeupers findet sich Seekreide auch noch an anderen Orten, so besonders südlich von Schweinfurt bei Grettstadt. Die Grettstädter Moorbiesen, die durch ihre eigenartige Flora eine gewisse Berühmtheit erlangt haben, sind durch Verlandung stehender Gewässer entstanden. Man nimmt an, daß diese die Reste des alten Mainlaufes darstellen, der einst viel weiter östlich floß. Besonders gut aufgeschlossen ist die Seekreide am Unkenbach nahe der Unkenmühle. Aber auch zahlreiche Maulwurfshügel und frisch angelegte Gräben fördern Seekreide ans Tageslicht und lassen erkennen, daß diese ein ziemlich großes Gebiet bedeckt. Wie bei Nordheim und Windsheim, wird auch hier die Seekreide von Faulschlamm Boden überlagert.

In der Literatur fand ich über die Grettstädter Seekreide nur eine kurze Notiz von Kittler. Derselbe erwähnt in seiner Arbeit „Zur Entstehungsgeschichte der Mainlandschaft um Schweinfurt“, daß unter Moorboden Kalktuffe vorkommen. Diese sogenannten „Kalktuffe“ sind aber nichts anderes als Seekreide, also keine Quellenbildungen, sondern Ablagerungen stagnierender Gewässer. Das beweisen am besten die Einschlüsse. Gelegentlich eines flüchtigen Besuches der interessanten Lokalität konnten folgende organische Reste nachgewiesen werden:

Ostrakoden: *Cypris reptans* Baird. *Candona parallela* G. W. Müller. *Cypridopsis aculeata* Lilljeborg. *Paracandona euplectella* Br. u. Norm.

Mollusken: *Bythinia tentaculata* L. s. h. *Radix ovata* Drap. s. h. *Bathymphalus contortus* L. s. s.

Zahlreiche Oogonien und Stengelteile von Characeen.

Die Bestimmung der Ostrakoden hat auch hier in liebenswürdiger Weise Herr Dr. Hücke-Templin vorgenommen.

Die Grettstädter Seekreide enthält außerdem vereinzelt Sandkörner und winzige, aber makroskopisch noch erkennbare, gelbgefärbte Calcitkonkretionen und wohlausgebildete Calcitkristalle. Unter dem Mikroskop zeigte die Seekreide von Grettstadt die kristalline Beschaffenheit noch viel deutlicher als die von Nordheim. Die Analyse ergab:

Gewicht %	Umrechnung
Glühverlust . . . . . 43,09	$\text{CaCO}_3$ . . . . . 92,82
Unlöslich . . . . . 0,17	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . . 5,32
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . . 0,21	$\text{MgCO}_3$ . . . . . 0,25
$\text{CaO}$ . . . . . 53,71	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . . 0,21
$\text{MgO}$ . . . . . 0,12	Unlöslich . . . . . 0,17
$\text{SO}_3$ . . . . . 2,48	Organische Substanz . . . 0,43
99,78%	$\text{H}_2\text{O}$ . . . . . 0,58
	99,78%

Vergleichen wir nun die beiden Vorkommen von Grettstadt und Nordheim, so ergibt sich hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung eine nahezu völlige Übereinstimmung. Insbesondere sind die Werte für  $\text{MgCO}_3$  vollständig gleich; der Gehalt an  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  zeigt nur ganz geringfügige Unterschiede. Bemerkenswert ist der geringe Prozentsatz von  $\text{MgCO}_3$  (nur 0,25%). Bei der Grettstädter Seekreide ist dies um so auffälliger, als in allernächster Nähe neben Gips auch Grenzdolomit auftritt, der an mehreren Stellen gut aufgeschlossen ist. Der Kalk der Seekreide stammt auch hier in der Hauptsache aus dem Gips, der durch organische Verbindungen in kohlensauren Kalk übergeführt und dann ausgefällt wurde. Dabei wurden in ähnlicher Weise wie beim Nordheimer Vorkommen beträchtliche Mengen nicht umgewandelten Gipses (5,32%) als molekulare Beimengungen aufgenommen.

Die fast reinweiße Grundmasse enthält, wie schon erwähnt, vereinzelte, gelbgefärbte Calcitkonkretionen und Kristalle, die bis zu 3 mm groß werden können. Die Einzelkristalle zeigen steile, negative Rhomboeder von zirka  $-5\frac{1}{2}$  R. Eine goniometrische Messung der Flächen war leider nicht möglich. Sämtliche Flächen sind nämlich aus kleinsten Subindividuen aufgebaut, die je nach der Erhaltung der Kristalle mehr oder weniger scharf hervortreten. Der Aufbau aus Subindividuen erinnert an die von mir beschriebenen Calcitkristalle aus fränkischen Höhlen (29). So liegt der Gedanke nahe, daß es sich auch hier um Kristalle handelt, die durch Lösungsgenossen beeinflußt sind. Der Lösungsgenosse kann aber nur Gips sein. Die mikrochemische Untersuchung der größeren Einzelkristalle ergab allerdings keinerlei Anhaltspunkt für die Richtigkeit unserer Annahme. Sulfatreaktion trat bei der Behandlung mit Baryumchlorid nicht ein. Vielleicht ist dies auf den verhältnismäßig geringen Gipsgehalt zurückzuführen. Woher rührt nun die auffällige Gelbfärbung der Calcitkristalle? Der Gehalt an Eisenoxyden ist viel zu gering, um eine solche Färbung hervorzurufen. So bleibt nur übrig, an eine Färbung durch organische Stoffe zu denken. Aus der Natur sind mehrere Beispiele bekannt, daß Minerallösungen mit geringen Mengen eines organischen Farbstoffes zu homogenen Gemischen kristallisieren können. Auch künstliche Kristalle zeigen mitunter eine gelbe bis braune Färbung, die durch organische Stoffe verursacht ist. So erhielt Vater (95, 1893, S. 450) bei der Herstellung künstlicher Calcitkristalle wiederholt neben farblosen auch dilut gefärbte Exemplare. Er führt diese Erscheinung ebenfalls auf organische Stoffe zurück.

Um nun den Nachweis zu erbringen, daß die Calcitkriställchen unserer Seekreide wirklich Humusstoffe enthalten, wurden einige derselben erhitzt. Sie verfärbten sich zunächst dunkelbraun bis schwarz; dann aber wurden sie rein weiß. Offenbar wurden die Humusstoffe durch das Erhitzen in Kohlenstoff verwandelt und dieser schließlich zu Kohlensäure oxydiert. Die mikroskopisch kleinen Kriställchen, die weniger deutlich gelb gefärbt sind, zeigten genau dasselbe Verhalten, woraus zu entnehmen ist, daß auch sie Humusstoffe aufgenommen haben. Unsere Untersuchung hat also ergeben, daß die Seekreide aus Mischkriställchen von Calcit und Gips besteht und daß dieselben auch kleine Mengen organischer Farbstoffe beigemischt enthalten.

## Zusammenfassung

Am Ende der Lettenkohlenzeit dringt das Meer in einem gewaltigen Vorstoß in die germanische Senke, in der bisher hauptsächlich brackische Sedimente zur Ablagerung kamen, ein. Es bildete sich die von Südbaden über Württemberg bis nach Franken und Thüringen verbreitete Myoconcha = Mauchachbank, die wir als Fränkischen Grenzdolomit bezeichnen. Später wurde durch eine auftauchende Barre das heutige Gipskeupergebiet vom offenen Meere abgeschnürt, doch blieb eine schmale Pforte bestehen, welche die Verbindung mit dem Meere aufrechterhielt. Unter dem Einfluß eines ariden Klimas erfolgte im abgeschnürten Becken eine Konzentration des Meerwassers. Es kam zu einer Ausscheidung von kalkigen Ablagerungen, die mit den bereits vorhandenen organogenen Kalken sich zu Dolomit umwandelten. Mit fortschreitender Eindampfung wurde Anhydrit ausgeschieden. Ein Oberstrom sorgte immer wieder für Zufuhr neuen Meereswassers, dem durch Konzentration weiterhin Anhydrit entzogen wurde. Ein Unterstrom schaffte das schwere, konzentrierte Salzwasser wieder ins offene Meer hinaus. Die fortgesetzte Ausscheidung von Anhydrit erzeugte im Laufe der Zeit die Bänke des Grundgipses, die erst später in Gips umgewandelt wurden. Immer wieder versuchte das Meer durch neue Einbrüche die Herrschaft an sich zu reißen. Bereits gebildeter Anhydrit (Gips) und dolomitische Steinmergel wurden von den Fluten zerstört und zertrümmert, an anderen Stellen wieder abgesetzt und vermengt (Flasergips, Muschelgips). Mit jedem Meereseinbruch kam neues Tierleben in die zeitenweise abgeschnürten Meeresbecken (fossilführende Steinmergelbänke). Durch weitere Hebung der Barre wurde das Becken vollständig vom Meere abgetrennt. Bei weiterer Konzentration des Wassers kam es zur Ausscheidung der leicht löslichen Steinsalze (salzhaltige Quellen). Mergelschiefer überdeckten die Ablagerungen des einstigen Meeres und schützten das Salz vor Auslaugung. Darüber lagerten sich in unendlich langen Zeiträumen die übrigen Schichten des Bunten Keupers.

Die Abtragung dieser Keuperschichten ist in unserem Arbeitsgebiet heute wieder soweit fortgeschritten, daß die ehemaligen Anhydritablagerungen des Gipskeupermeeres an vielen Stellen zutage treten. Durch Aufnahme von Wasser hat sich der Anhydrit zum weitaus größten Teile in Gips umgewandelt (Quellfaltung des Gipses). Anhydritreste sind nur noch in kleineren Mengen vorhanden. Der Gips wird gelöst, fortgeführt und stellenweise wieder abgesetzt. Quellfaltenrisse, tektonische Spalten und Schichtfugen werden mit Gipskristallen wieder ausgeheilt. Die leichte Löslichkeit des Gesteins hat eine starke unterirdische Verkarstung zur Folge. Es bilden sich geologische Orgeln, Schichtfugengerinne und unterirdische Hohlräume, in denen sich Grundwasser ansammelt. Durch Deckeneinstürze entstehen Erdfälle.

In niederschlagsreichen Perioden (atlantische Zeit?) erfolgten Grundwasser-  
 austritte. Die kesselartige Landschaft wurde an den tiefsten Stellen überflutet und bildete Seen, in welchen der aufgelöste Gips durch organische Stoffe in

kohlensauren Kalk umgewandelt und durch die Tätigkeit von Algen als Seekreide ausgeschieden wurde. Der Wasserreichtum bewirkte über Gips eine Humifizierung von Keupermergeln, wodurch die fruchtbaren, schwarzerdeähnlichen Böden des Windsheimer Gaues gebildet wurden. Eine Klimaänderung am Ausgang der atlantischen Zeit verursachte einen allgemeinen Rückgang der Seen und eine allmähliche Verlandung derselben. Faulschlammablagerungen legten sich als schützende Decke über die Seekreide. Stellenweise kam es auch zu kleinen Wiesenmoorbildungen.

## Literaturverzeichnis

1. *Adolf G., Pulfrich M., Linck G.*: Über die Darstellung des Dolomits und die Dolomite des Röt in der Umgebung von Jena. Centralbl. f. Min. usw. 1921.
2. *v. Alberti E.*: Überblick über die Trias. Stuttgart 1864.
3. *Arrhenius Svante, Lachmann R.*: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagerstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. Geol. Rundschau 3, 1912.
4. *Berg A.*: Führer durch die Barbarosahöhle im Kyffhäuser. Rottleben 1924.
5. *Binder*: Geologische Verhältnisse des Tunnels zwischen Heilbronn und Weinsberg. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. 18. Bd., 1862.
6. *Binder*: Geologisches Profil des Eisenbahntunnels bei Heilbronn. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. 20. Bd., 1864.
7. *Christa E.*: Der Schwanberg im Steigerwald. München 1925.
8. *Denninger E.*: Chemische und sedimentpetrographische Untersuchungen über die Keupermergel des Stromberges. Oberrhein. geol. Ver. N. F. Bd. XV, 1926.
9. *Doss Br.*: Über livländische durch Ausscheidung aus Gipsquellen entstandene Süßwasserkalke als neue Beispiele für „Mischungsanomalien“. N. Jahrb. f. Min. usw. 1897, I.
10. *Douvillé H.*: Perforations d'Annelides. Bull. de la Soc. Géol. de France, sér. 4, tome 7, 1907.
11. *Fischer G.*: Zur Kenntnis der Entstehung der Steinmergel im fränkischen bunten Keuper. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. LI, 1925.
12. *Fischer H.*: Über die Aufnahme von Magnesia in Kalksedimente. Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. 62. Bd. 1910.
13. *Fischer H.*: Über dolomitische Gesteine der unterfränkischen Trias. Geogn. Jahresh. 24. Jahrg. 1911.
14. *Fraas E.*: Über die natürliche Stellung und Begrenzung der Lettenkohle in Württemberg. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 44, 1892.
15. *Fraas E.*: Die Bildung der germanischen Trias, eine petrogenetische Studie. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. Bd. 55, 1899.
16. *Frank M.*: Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte der Lettenkohle zwischen Südwürttemberg und dem Kettenjura. Centralbl. f. Min. usw. 1928.
17. *Freiesleben Joh.*: Geognostische Arbeiten. Bd. II, 1809.
18. *Fuchs Th.*: Studien über Fukoiden und Hieroglyphen. Denkschr. d. K. K. Akad. d. Wiss. Wien 1895.
19. *Fulda E.*: Zur Entstehung der Hohlräume im Gips. Zeitschr. f. prakt. Geol. Bd. XXVII, 1909.
20. *Gams H./Nordhagen R.*: Postglaciale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Landeskundl. Forschungen, herausgegeben v. d. geogr. Ges. in München. H. 25. München 1923.
21. *Geyer D.*: Unsere Land- und Südwasser-Mollusken. Stuttgart 1927.
22. *Glinka K.*: Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung. Berlin 1914.
23. *Goetz C.*: Über die Entstehung des Dolomits der Muschelkalkschichten nördlich des Lothringer Hauptsattels und über den Einfluß von kolloiden Phasen auf die Bildung von Dolomit überhaupt. Geol. Rundschau Bd. 12, 1921/22.
24. *Goldschmidt V.*: Über Erosion und Lösung. Sep.-Abdr. Beiträge zur Krystallogr. u. Min. v. Goldschm. Bd. I, H. 4/5, 1918.
25. *Grewingk C.*: Über zylindrische Strudel- und Sickergruben im devonischen Gipslager bei Dünhof oberhalb Riga. Sitz.-Ber. d. Dorpater Naturf. Ges. v. 18. Sept. 1880 und Referat N. Jahrb. f. Min. usw. 1881/I.
26. *Grunert O.*: Die Scaphopoden und Gastropoden der deutschen Trias. Diss. Erlangen 1898.
27. *Haefke F.*: Karsterscheinungen im Gips am Südharz. Mitteil. über Höhlen- und Karstforschung 1926 Nr. 4.

28. *Heim A.*: Über rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. N. Jahrb. f. Min. usw. 1908/II.
29. *Heller Fl.*: Über Calcitkristalle aus fränkischen Höhlen. Festschrift zum 75. Geburtstag v. V. Goldschmidt. Heidelberg 1928.
30. *Hennig E.*: Geologie von Württemberg und Hohenzollern. Berlin 1923.
31. *Hoffmann W.*: Verwitterungserscheinungen am Zechsteingips bei Niedersachswerfen am Südharz. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt f. 1923. Bd. XLIV, 1924.
32. *Hohenstein V.*: Die ostdeutsche Schwarzerde (Tschernosem) mit kurzen Bemerkungen über die ostdeutsche Braunerde. Internat. Mitteil. f. Bodenk. Bd. 9, 1919.
33. *Hohenstein V.*: Die Löß- und Schwarzerdeböden Rheinhessens. Oberrhein. geol. Ver. N. F. Bd. IX, 1920.
34. *Keilhack K.*: Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin 1912.
35. *Kittler Chr.*: Zur Entstehungsgeschichte der Mainlandschaft um Schweinfurt. Wissenschaftl. Beil. z. Jahresber. d. Realschule Schweinfurt 1916/17.
36. *Klähn H.*: Über Kalk-Magnesia-Wässer der Umgegend von Streitberg und Muggendorf und ihre Ausscheidungsprodukte. Centralbl. f. Min. usw. 1926 B.
37. *Klement C.*: Über die Bildung des Dolomits. Tscherm. Min.-petr. Mitteil. 14. Bd., 1895.
38. *Klingler K.*: Die Lettenkohle im westlichen Württemberg. Manusk. Prüfungsarbeit 1914, Tübingen.
39. *v. Knebel W.*: Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphaenomene. Braunschweig 1906.
40. *Lang R.*: Der mittlere Keuper im südlichen Württemberg. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. Bd. 65 (1909) u. 66 (1910).
41. *Lang R.*: Das Vindelizische Gebirge zur mittleren Keuperzeit. Ein Beitrag zur Paläogeographie Süddeutschlands. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. Bd. 67, 1911.
42. *Lang R.*: Über die Bildung von Bodentypen. Geol. Rundschau. Bd. VI, 1915.
43. *Liebe K.*: Schwefelwasserstofferuptionen in den Geraer Schlotentümpeln. 21.—26. Jahresber. d. Ges. d. Freunde d. Naturw. in Gera 1884.
44. *Link G.*: Über die Entstehung der Dolomite. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 61. Bd., 1909, Monatsber.
45. *Linstow O.*: Löß und Schwarzerde in der Gegend von Köthen. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt 1908.
46. *Loretz*: Übersicht über die Schichtenfolge im Keuper von Koburg. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt 1894, Bd. XV.
47. *Lozinski W.*: Die Karsterscheinungen in Galizisch-Podolien. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanst. Wien. 57. Bd., 1907.
48. *Meyn L.*: Die Erdfälle. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. II, 1850.
49. *Münichsdorfer F.*: Über Almbildung und einen interglazialen Alm in Südbayern. Geogn. Jahresh. 40. Jahrg., 1927.
50. *Naumann E.*: Beitrag zur Gliederung des Mittleren Keupers im nördlichen Thüringen. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt. Bd. XXVIII, 1907.
51. *Nies F.*: Beiträge zur Kenntnis des Keupers im Steigerwald. Würzburg 1868.
52. *Penck A.*: Das unterirdische Karstphaenomen. Cvijic Festschrift 1924.
53. *Pfaff F.*: Über Dolomit und seine Entstehung. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. XXIII, 1907.
54. *Pfeiffer W.*: Über den Gipskeuper im nordöstlichen Württemberg. Diss. Tübingen 1915.
55. *Pfeiffer W.*: Über den Gipskeuper in Süddeutschland. Oberrhein. geol. Ver. N. F. Bd. VII, 1918.
56. *Pfeiffer W.*: Das Vindelizische Land. Beitrag zur Paläogeographie Süddeutschlands. Erdgesch. u. landesk. Abh. aus Schwaben und Franken. H. 5, 1923.
57. *Philippi E.*: Über Dolomitbildung und chemische Ausscheidung von Kalk im heutigen Meere. N. Jahrb. f. Min. usw. Festband, 1907.
58. *Prell H.*: Fossile Wurmrohren. Beitrag zur paläobiologischen Beurteilung der Polydorinenhorizonte. N. Jahrb. f. Min. usw. LIII Beil.-Bd. Abt. B, 1926.

59. *Pröscholdt*: Beitrag zur Kenntnis des Keupers im Grabfeld. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. 1883.
60. *Prosi A.*: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des untersten Gipskeupers in Schwaben. Diss. Tübingen 1922. Manuskri.
61. *Ramann E.*: Bodenbildung und Bodeneinteilung. Berlin 1918.
62. *Reis O.*: Der mittlere und untere Muschelkalk im Bereich der Tiefbohrungen in Franken. Geogn. Jahresh. 1901. Jahrg. 14.
63. *Reis O.*: Beobachtungen über Schichtenfolge und Gesteinsausbildungen in der fränkischen Unteren und Mittleren Trias. I. Muschelkalk und Untere Lettenkohle. Geogn. Jahresh. 1909.
64. *Reis O.*: Zur Fukoidenfrage. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanst. Wien 1909, Bd. LIX.
65. *Reis O.*: Über einzelne Beobachtungen im Diluvium der Umgegend von München. Geogn. Jahresh. 1921, H. 34.
66. *Reis O.*: Über Bohrröhren in fossilen Schalen und über Spongeliomorpha. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 73, 1921.
67. *Richter R.*: Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie. VII—XI. Senckenbergiana Bd. VI, H. 3/4, 1924.
68. *Richter R.*: Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie. XII—XIV. Senckenbergiana Bd. VIII, H. 3/4, 1926.
69. *Rübenstrunk E.*: Beitrag zur Kenntnis der deutschen Trias-Myophorien. Mitteil. d. Bad. geol. Landesanstalt. 6. Bd., 1910.
70. *Sandberger F.*: Gliederung der Würzburger Trias und ihrer Äquivalente. Würzb. Naturw. Zeitschr. 1866.
71. *Schalch F.*: Beiträge zur Kenntnis der Trias am südöstlichen Schwarzwald. Mitteil. d. Bad. geol. Landesanstalt. 5. Bd., 1. H., 1906.
72. *v. Schauroth*: Die Schaltierreste der Lettenkohlenformation des Herzogtums Coburg. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1857.
73. *Schmid E.*: Über den unteren Keuper des östlichen Thüringens. Abh. z. geol. Spezialkarte v. Preußen u. d. Thüringischen Staaten. Bd. 1, H. 2, 1874.
74. *Schmidt M.*: Die Lebewelt unserer Trias. Öhringen 1928.
75. *Schuster M.*: Die Werkgipseinlagerungen im fränkischen Keuper. Bayer. Industrie- und Handelsz. 1922, Nr. 15/16.
76. *Schuster M.*: Der geologische Aufbau des fränkischen Gäus zwischen Ochsenfurt und Uffenheim und des angrenzenden Keupersteilrandes. München 1926.
77. *Schütze E.*: Beiträge zur Kenntnis der triassischen Koniferengattungen *Pagiophyllum* und *Widdringtonites*. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. Bd. 57 (1901).
78. *Sendtner O.*: Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854.
79. *Senft F.*: Die Wanderungen und Wandelungen des kohlensäuren Kalkes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XIII, 1861.
80. *Silber E.*: Der Keuper im nordöstlichen Württemberg. Erdgesch. u. landeskundl. Abh. aus Schwaben u. Franken. H. 3, 1922.
81. *Spethmann H.*: Morphologische Studien am Gipszug von Osterode am Harz. N. Jahrb. f. Min. usw. 1910/11.
82. *Stadler J.*: Der Löß und sein Vorkommen um Passau. Passau 1916.
83. *Stolberg F.*: Die Höhlen des Harzes. Bd. I. Südharzer Zechsteinhöhlen. Sonderh. d. Monatsschr. „Der Harz“, II. Heft, 1926, Magdeburg.
84. *Stremme H.*: Zur Kenntnis der Bodentypen. Geol. Rundschau, 7. Bd., 1916.
85. *Tegetmeyer*: Beiträge zur Kenntnis des Keupers im nördlichen Thüringen. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 47, 1876.
86. *Thürach H.*: Über das Vorkommen mikroskopischer Zirkone und Titanminerale in den Gesteinen. Diss. Würzburg 1881.
87. *Thürach H.*: Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleich zu den benachbarten Gegenden. Geogn. Jahresh. 1888 u. 1889, Jahrg. 1 u. 2.

88. *Thürsch H.*: Beiträge zur Kenntnis des Keupers in Süddeutschland. Geogn. Jahresh. 1900, Jahrg. 13.
89. *Thürsch H.*: Über die mögliche Verbreitung von Steinsalzlagern im nördlichen Bayern. Geogn. Jahresh. 1900.
90. *Thurn-Valsassina O.*: Über den Alm, sein Auftreten in Südbayern, seine Zusammensetzung und Bedeutung für die Landwirtschaft. Diss. Techn. Hochsch. München 1921.
91. *Tornquist A.*: Der Gipskeuper in der Umgebung von Göttingen. Diss. Göttingen 1892.
92. *van't Hoff u. Weigert F.*: Gips und Anhydrit. Der natürliche Anhydrit und dessen Auftreten bei 25°. Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. Wiss, 1901. 2. Halbband.
93. *van't Hoff J. u. Farup F.*: Das Auftreten der Kalksalze Anhydrit, Glauberit, Syngenit und Polyhalit bei 25°. Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. Wiss. 1903. 2. Halbband.
94. *van't Hoff J.*: Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. H. 1 u. 2. Braunschweig 1905 u. 1909.
95. *Vater H.*: Über den Einfluß der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumkarbonates. Teil I, II, III u. IV, V, VI u. VII. Zeitschr. f. Kristallogr. u. Min. v. Groth. Bd. 21 (1893), Bd. 22 (1894), Bd. 24 (1895), Bd. 27 (1897), Bd. 30 (1899).
96. *Vater H.*: Einige Versuche über die Bildung des marinen Anhydrits. Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. Wiss. 1900. 1. Halbband.
97. *Wagner G.*: Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalks und der unteren Lettenkohle in Franken. Diss. Tübingen 1913.
98. *Wagner G.*: Stylolithen und Drucksuturen. Geol. u. pal. Abh. N. F. 11, H. 2, 1913.
99. *Wagner G.*: Das deutsche Salz. Aus der Heimat. 1926. Jahrg. 39.
100. *Weigel M.*: Der untere Keuper im westlichen Württemberg. Centralbl. f. Min. usw. 1912
101. *Wepfer E.*: Die Auslaugungs-Diagenese, ihre Wirkung auf Gesteine und Fossilinhalt. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. LIV B, 1926.
102. *v. Werveke L.*: Entstehung des Dolomits im Oberen Muschelkalk zwischen der deutschen Nied und dem Südrand der Ardennen. Oberrhein. geol. Ges. N. F. Bd. 5, 1915/16, H. 2
103. *Wiesner C.*: Beitrag zur Kenntnis der Seekreiden und des kalkigen Teichschlammes der jetzigen und früheren geologischen Perioden. Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. N. F. XXVI. Bd. 1891/92.
104. *Winkler F.*: Description de quelques restes de poissons fossiles des terrains triasiques des environs de Wurzburg. Extrait des Archives du Musée Teyler. Vol. V, livr. 2, 1880.
105. *Zelger K.*: Geognostische Wanderungen im Gebiete der Trias Frankens. Würzburg 1867.
- 106 u. 107. *Zeller F.*: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. Centralbl. f. Min. usw. 1907, Nr. 1 u. 2. Diss. Tübingen 1907. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. XXV, 1907.
108. *Zeller F.*: Über die Lettenkohle in Schwaben. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. Württ. Bd. 64 (1908).

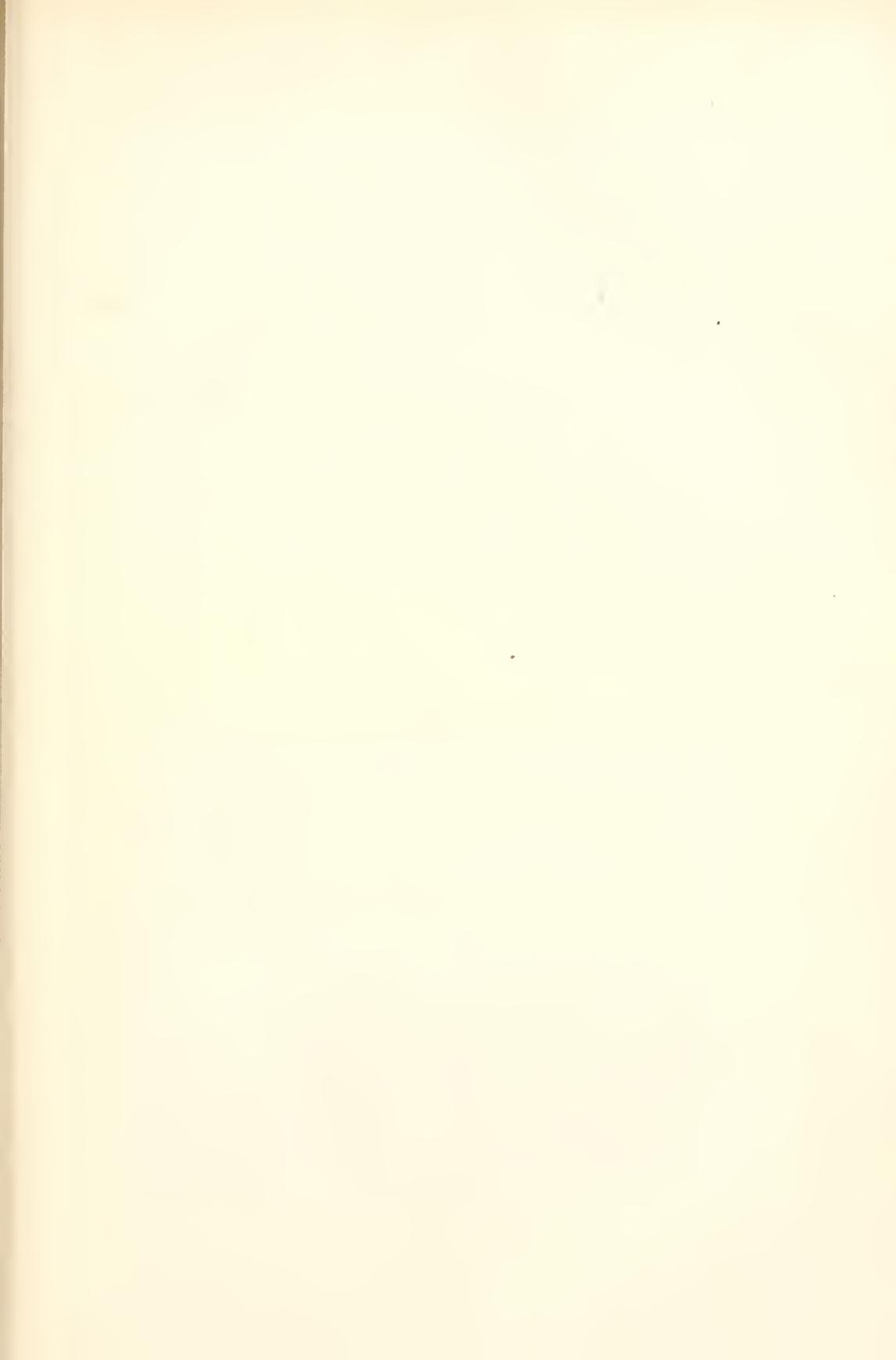






Fig. 1. Quellfalten des Gipses mit eingepreßter Mergelschieferunterlage



Fig. 2. Quellfalte im Gips mit eingepreßter Mergelschieferunterlage





Fig. 3. Große Quelfalte im Gips



Fig. 4. Kernstück der oben abgebildeten großen Falte  
mit zerbrochener Steinmergelbank





Fig.5. Geologische Orgeln



Fig.6. Freigelegtes Orgelfeld





Fig. 7. Nachgesackte Mergelschichten. Verkarstung des Gipses bis zur vollständigen Auflösung



Fig. 8. Schichtfugenplatte mit Erosionsrillen





Fig. 9. Schichtfugenplatte mit Randlinie



Fig. 10. Schichtfugenplatte (Bodenplatte)  
mit Zerschneidungen und Pilzfelsenbildungen





Fig. 11 Schichtfugenplatte



Fig. 12. Verwitterte Keupermergel mit Schwarzerdebändern  
(Ausfüllung ehemaliger Schichtfugengerinne)



ABHANDLUNGEN  
DER  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT  
ZU  
NÜRNBERG

XXIII. Band . 4. Heft

Johann Karl Osterhausen

Lebensbild eines Nürnberger Arztes

um die Wende

des 18. und 19. Jahrhunderts

Dargestellt von Dr. HANS KIRSTE

1931

Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg



# Johann Karl Osterhausen

Lebensbild  
eines Nürnberger Arztes  
um die Wende  
des 18. und 19. Jahrhunderts

Dargestellt  
von  
Dr. Hans Kirste

1931

Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg







**Dr. med. Johann Karl Osterhausen**  
**1765—1839**

Gründer der Naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, in kurzen Zügen die Lebensgeschichte des Nürnberger Arztes Johann Karl Osterhausen zu schildern. Dieser ausgezeichnete Arzt, der vor rund 92 Jahren in Nürnberg nach einem arbeitsreichen Leben verstarb, ist neben dem freilich nur verhältnismäßig kurze Zeit in Nürnberg tätigen Dr. von Hoven zweifellos die bedeutendste Ärztepersönlichkeit des damaligen Nürnbergs, in dem er 48 Jahre ärztlich wirkte, gewesen. Seit etwa 5 Jahren bin ich bemüht Quellenmaterial für eine Lebensgeschichte dieses Mannes zusammenzutragen. Als mein Ureltervater erweckte er von jeher in mir ein begreifliches, lebhaftes Interesse für seine Persönlichkeit, ein Interesse, das durch mündliche Erzählungen meines Großvaters Johann Merkel und meiner Mutter Helene Kirste gefördert wurde. Ich hoffe aber auch mit meiner Schilderung ein allgemeines Interesse erwecken zu können, weil wir bei dieser Lebensbeschreibung einen nicht uninteressanten Einblick in den Geist der Zeit um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts, der durch die Worte: „Aufklärung und Romantik“ kurz gekennzeichnet ist, gewinnen können.

Johann Karl Osterhausen wurde am 11. März 1765, an einem Montag, als der älteste Sohn des Pfarrers Samuel Osterhausen in Artelshofen im Pegnitztal geboren. In der lieblichen Gegend der Hersbrucker Berge verlebte J. K. Osterhausen seine Jugendjahre, erst in Artelshofen, dann in Happurg, bis der als tüchtiger Geistlicher geschätzte Vater im Jahre 1774 als Diakon an die Kirche von St. Lorenz berufen wurde. Das Aufwachsen auf dem Lande in seinen ersten 9 Lebensjahren war sicherlich für den hochbegabten Knaben nicht ohne Wirkung für seine spätere Entwicklung. Die Liebe zur Natur, die Osterhausen zeit lebens sich bewahrte, und die sein Streben nach Naturerkenntnis und sein nie erlahmendes Interesse für die Naturwissenschaften beseelte, wurde sicherlich bereits in jenen frühen Jahren durch die unmittelbare Berührung mit der Natur, wie sie das Landleben ermöglicht, erweckt. Als der Neunjährige dann nach Nürnberg kam, hatte er noch lange mit der Sehnsucht nach den Freuden der Natur zu kämpfen, wie uns berichtet wird. Der Vater unseres Osterhausen, der bisher ganz allein den Unterricht seines Sohnes in der Hand hatte, gab in Nürnberg diesen zunächst nicht in eine öffentliche Schule, sondern unterrichtete ihn bis zum 14. Lebensjahr gemeinsam mit Hauslehrern. Der Vater soll ein strenger Lehrer gewesen sein, der seinen Schüler zum Studium der lateinischen,

griechischen und hebräischen Sprache mit Ernst anhielt. Er muß aber auch ein sehr trefflicher Lehrer gewesen sein, denn er verstand es bei seinem Schüler großes Gefallen an den alten Sprachen zu erwecken und in ihm den Grund für die tiefen philologischen Kenntnisse zu legen, die den späteren Doktoranden befähigten, bei der Abfassung seiner geschichtlichen Dissertation über die antike Sekte der Pneumatiker eine sehr große Zahl antiker Autoren im Urtext zu lesen und durchzuarbeiten. Mit 14 Jahren trat Osterhausen in die Mittelschule ein, nicht in die obere Schule des Egidien-gymnasiums, sondern in die sogenannte Spitalschule, eine der drei in Nürnberg vorhandenen Trivialschulen, die zur damaligen Zeit in ihrem Lehrplan und mit ihrer Berechtigung zum Universitätsstudium sich kaum von dem von Melanchthon gegründeten Gymnasium unterschieden. Einen trefflichen Lehrer fand er hier in der Person des Rektors Johann Scheuber, dem Osterhausen, wie er sich ausdrückt, die Bildung und Richtung seines Geistes vornehmlich verdankte. Als Scheuber 1781 sein Rektorat mit der viel besser dotierten Pfarrstelle eines Landgeistlichen vertauschte, trat Osterhausen in die Lorenzerschule über, wo er wieder das Glück hatte, einen besonders tüchtigen Lehrer in der Person des dortigen Rektors, Georg Thomas Serz, zu finden. Auch Serz muß ein ausgezeichneter Schulmann gewesen sein. Seinen zahlreichen Schülern, die die Universität bezogen, wurde nachgerühmt, daß sie sich vor anderen durch gründliche Sprachkenntnisse auszeichneten. 1783 hatte Osterhausen die Lorenzerschule absolviert, und im September dieses Jahres schickte er sich an, die Nürnberger Universität Altdorf zu beziehen. Bevor wir jedoch Osterhausen auf die Hochschule begleiten, muß des 1781 geschlossenen Freundschaftsbundes mit dem fast gleichaltrigen Johann Benjamin Erhard Erwähnung getan werden. Diese Freundschaft war für Osterhausen sowohl, wie für Erhard von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die geistige Entwicklung beider; sie hat auch gedauert in unverminderter Treue bis zum Tode Erhards im Jahre 1828. Erhard hat dieser Freundschaft in seiner Selbstbiographie ein schönes Denkmal gesetzt, wenn er am Ende seines Lebens schreibt: „Keine Fügung des Schicksals hat je unsere Herzen getrennt, kein Schein von Glauben an Untreue uns in unserem Vertrauen irre gemacht und wenn wir auch einige Male miteinander unzufrieden waren, so war doch nie der leiseste Verdacht von Unredlichkeit in unsere Seele gekommen.“ Johann Benjamin Erhard war ein hochbegabter, origineller Mensch, dessen Persönlichkeit den bedeutendsten Zeitgenossen eindrucksvoll erschien, was am besten ersichtlich ist, wenn man das liebevolle Eingehen Varnhagens von Enses auf Erhards Leben berücksichtigt, dem dieser einen dicken Band seiner biographischen Denkmale in den „Denkwürdigkeiten des Philosophen und Arztes Johann Benjamin Erhard“ gewidmet hat. In diesem Werke sind 103 Briefe Erhards an Osterhausen, freilich leider nur ein Brief Osterhausens an Erhard abgedruckt. Diese Briefe gewähren einen recht interessanten, wertvollen Einblick in das Innenleben zweier hochbegabter, durch schwärmerische Freundschaft miteinander aufs innigste verbundenen Jünglinge. Erhard's Leben und Entwicklungsgang war in vieler Hinsicht ein außergewöhnlicher. 1766 geboren, also ein Jahr jünger wie Osterhausen,

war er der Sohn eines wohlhabenden, offenbar künstlerisch veranlagten Scheibenziehermeisters. Als Jüngling sollte er zunächst das Gewerbe des Vaters erlernen und betreiben. Erhard tat dies auch zunächst und fand in dem väterlichen Beruf Befriedigung. Daneben aber war der junge Mann von glühendem Interesse für die Wissenschaften, vor allem für Mathematik, Sprachen, Naturwissenschaften und Medizin erfüllt. In seinen Mußestunden gab er sich ernstem wissenschaftlichen Studium hin, einem Studium, das vorzugsweise philosophisch orientiert, eine uns unverständlich gewordene breite Unterlage anstrebte. Bei dieser unermüdlichen geistigen, vornehmlich autodidaktischen Fortbildung war ihm die Freundschaft Osterhausens, der ihm durch seine systematische geistige Erziehung wohl in mancher Beziehung ein willkommener Wegweiser sein konnte, von größtem Wert. Zur Medizin gelangte Erhard, der nach dem Erscheinen der Hauptwerke Immanuel Kants sich mit Begeisterung deren Studium widmete und zeitlebens ein begeisterter Anhänger des Königsberger Philosophen blieb, durch den älteren Siebold, damals Professor in Würzburg, der den begabten Jüngling bewog, in Würzburg das Studium der Medizin aufzunehmen. So verbrachten die beiden Freunde das Jahr 1788 als Medizinstudenten in Würzburg. Dann trennten sich aber ihre Wege. Während Osterhausen nach Berlin ging, zog Erhard nach Jena, dort die Wertschätzung eines Wieland, Herder, Schiller und Goethe findend. Danach folgten große Reisen nach Dänemark, Italien und in Deutschland. In Königsberg weilte er längere Zeit bei Kant und verkehrte mit ihm in so vertrautem Umgang, daß der große Philosoph einmal erklärte, daß er von allen Männern, die Königsberg besucht hätten, sich keinen besseren zum täglichen Umgang wünschte als Erhard. Als Erhard schließlich in die heimatliche Universität Altdorf zurückgekehrt war, promovierte er dort 1792 über ein philosophisch-medizinisches Thema: „Idea organi medici“ und hatte nun eigentlich vor, sich in der Vaterstadt als Arzt niederzulassen. Das damalige Collegium medicum machte ihm jedoch wegen des ungewöhnlichen, von dem Herkömmlichen stark abweichenden Ganges seines Studiums den Eintritt in die Nürnberger Ärzteschaft strittig und gab dadurch den Anlaß, daß Erhard bald Nürnberg den Rücken kehrte, um sich nach mancherlei Versuchen zur Gründung einer Existenz nach Berlin zu wenden, wo er einer der angesehensten praktischen Ärzte wurde und eine nicht unerhebliche Rolle in dem gebildeten Berlin zu Anfang des 19. Jahrhunderts spielte. Der philiströse kleinliche Kastengeist, der das Nürnberger Collegium medicum Ende des 18. Jahrhunderts kennzeichnete und der Nürnberg eines hochbedeutenden Sohnes beraubte, veranlaßte Osterhausen, seiner Empörung Ausdruck zu geben, indem er eine sehr witzige, beißende Satire gegen das Collegium medicum drucken ließ, betitelt: „Einige wohlgemeinte Vorschläge, wie ein medizinisches Collegium auf die zweckmäßigste und vollkommenste Weise einzurichten sei, eine Rede, gehalten in einer Versammlung rechtgläubiger Ärzte, von einem rechtgläubigen Arzt.“ Wie mannhaft hier Osterhausen öffentlich seiner Überzeugung Ausdruck verleiht und gegen die Zurücksetzung seines Freundes Stellung nimmt, verdient Anerkennung.

Nun zum weiteren Entwicklungsgang Osterhausens. Als Osterhausen 1783 als junger Student die heimatliche Universität Altdorf bezog, sollte er nach dem Wunsch des Vaters Theologie studieren. Ursprünglich schien er auch eine gewisse, durch die Tradition im Elternhaus genährte Neigung zur Theologie gehabt zu haben. Jedoch die mit dem Freunde Erhard getriebenen philosophischen Studien und die geringe Neigung, die Osterhausen exegetischen Schriften entgegenbringen konnte, veranlaßten ihn auf der Universität sich zunächst fast ausschließlich philosophisch-philologischen Studien hinzugeben. Er hörte philosophische Kollegien bei den Professoren Nagel, Will und Meyer und beschäftigte sich eingehend mit griechischer und hebräischer Sprache. Osterhausen war drauf und dran, Philologe zu werden, als welcher er in der damaligen Zeit freilich keine Aussicht zu einem Brotstudium gewinnen konnte. Seine Neigung zur Arzneiwissenschaft wurde geweckt, als er im Nürnberger Anatomischen Theater, in den Räumen des Katharinenklosters, einer Leichenzergliederung, wie sie jährlich einige Male für die Barbieri abgehalten zu werden pflegten, beiwohnte. Die Einblicke in den inneren Bau des menschlichen Körpers, die seinem nach Klarheit verlangenden Geist durch die Sektion gegeben wurden, begeisterten ihn außerordentlich, so daß er nunmehr nur den einzigen Wunsch kannte, Medizin zu studieren. Er widmete sich also im zweiten Altdorfer Studienjahr naturgeschichtlichen Studien und besonders anatomischen Demonstrationen. Der Vater wollte zwar zunächst nichts davon wissen, daß der Sohn der Theologie den Rücken kehren wollte, wohl aus dem Grunde, weil er keine Möglichkeit sah, bei seiner großen Familie (er hatte 4 Söhne und 4 Töchter) die nötigen Mittel für das schon damals kostspielige Medizinstudium aufzubringen. Als jedoch Professor Vogel und auch der Vater des Freundes Erhard bei Pfarrer Osterhausen sich für das Vorhaben des Studenten verwendeten und als es sich ermöglichen ließ, daß die theologischen Stipendien auch dem Mediziner gewährt wurden, da waren die Widerstände beseitigt und Osterhausen jun. konnte sich nun ausschließlich dem Medizinstudium zuwenden. Mit größtem Eifer arbeitete er bei den Medizinprofessoren Vogel, Hofmann, Wittwer und Ackermann, die dem strebsamen hochbegabten Jüngling ihre Freundschaft schenkten. Hofmann und Ackermann scheinen vor allem Einfluß auf Osterhausen gewonnen zu haben. Hofmann, ein praktischer Mediziner, der als Gründer einer Altdorfer Poliklinik sich ein besonderes Verdienst erwarb, wurde von Osterhausen auf allen seinen Krankenbesuchen begleitet. Durch Hofmann scheint Osterhausen für die praktische Medizin, der er ja sein späteres Leben widmete, gewonnen zu sein. Ackermann indessen, der zu seiner Zeit als einer der besten Medizinhistoriker galt und der heute noch in der Geschichte der Medizinhistorie als einer der ersten Ärzte gerühmt wird, die die medizinischen Quellen der Antike wissenschaftlich erschlossen, gewann naturgemäß auf den von der Philologie herkommenden Studenten einen großen Einfluß. Auf seine Anregung hin ist wohl eine Übersetzung der Diätetik des Galen im Jahre 1788 entstanden, ferner die Wahl der Osterhausenschen Doktorarbeit, die sich mit der antiken Sekte der Pneumatiker beschäftigte. Mit ungeheurem Fleiß hat Osterhausen die alten

Quellen in den Ursprachen studiert und eine historische Darstellung, die wohl auch heute noch Wert besitzt, gegeben. Bevor jedoch dies geschah, sah sich unser Student noch auf anderen Universitäten um. Wie schon erwähnt, finden wir ihn 1788 mit seinem Freunde Erhard in Würzburg. Dort wurde unter Siebolds Leitung eifrig Anatomie und Chirurgie getrieben und bei Wilhelmi im Julius-spital ein praktisches Klinikum gehört. Osterhausen und Erhard lebten in einem Kreise von begabten Jünglingen, die ernsthaft bestrebt waren, sich zu unterrichten, dabei aber fröhlicher Erholung nicht abgeneigt waren. 1789 ging es dann nach Berlin, das damals zwar noch keine Universität, aber bedeutende klinische Lehranstalten besaß. Hier fühlte sich Osterhausen nicht sonderlich wohl, so daß er 1790 im April Berlin wieder verließ, um das nördliche Deutschland und die Rheingegenden zu bereisen. Von Straßburg aus kehrte er nach Altdorf zurück. Daß die Wahl des Medizinstudiums für Osterhausen die richtige war und seiner Veranlagung am meisten entsprach, dafür zeugt ein Brief aus dem Jahre 1785, in dem er schreibt: „Ich habe wohl mit Grund jetzt Ursache mich für den Glücklichen der Sterblichen zu halten. Ich besitze die Liebe und das Vertrauen meiner Freunde, den Beifall und die Achtung meiner Lehrer.“

1790, nach sieben Universitätsjahren, schloß Osterhausen in Altdorf sein medizinisches Studium ab mit einem Examen rigorosum, wie es damals hieß, und mit seiner obenerwähnten Dissertation. Dieser Arbeit sind 8 Thesen beigelegt, die von dem Doktoranden ausgewählt und verteidigt werden mußten. Da sie einen Einblick in die medizinische Anschauungsweise des Verfassers und seiner Zeit gewähren, sind sie nicht ohne Interesse. Eine der Thesen lautet: „Ein Arzt mag noch so gute theoretische Anschauungen besitzen; Haupterfordernis ist, daß er ein Praktiker sei.“ Eine andere: „Ich halte es mit dem Grundsatz der Empiriker, der nach dem Bericht des Celsus lautet: Die Kenntnis der Ursache einer Krankheit ist weniger wichtig, als die Behebung einer Krankheit.“ Das praktische Können des Arztes erscheint dem jungen Mediziner also wichtiger, wie die wandelbaren, fast immer in Einseitigkeiten verstrickten Theorien, eine Anschauungsweise, die auch heute noch Geltung hat, wie damals. Über speziellere Fragen gehen folgende Thesen: „Die Entzündung der Leber bleibt oft unerkannt, da der an ihr Erkrankte nur wenig Schmerzen empfindet.“ Das klinische Bild der Lebercirrhose, das bekanntlich Laennec aufstellte, war damals noch unbekannt. Infolgedessen verstand man es noch nicht, die Wassersucht bei der chronischen Leberentzündung als Pfortaderstauung aufzufassen. Weiterhin: „Das Fehlen des Hymens ist kein absolut sicheres Zeigen der Entjungferung“ oder: „Nächtliche Pollutionen sind zu den natürlichen männlichen Ausscheidungen zu rechnen.“ Zum Aderlaß, der Ende des 18. Jahrhunderts noch eine überaus große Rolle spielt, nimmt Osterhausen Stellung, wenn er den Satz verteidigt: „Die Notwendigkeit einer Venäsektio wird nicht durch die Stadien der Schwangerschaft bestimmt, sondern ist allein gegeben, wenn eine Blutüberfüllung (Plethora) vorhanden ist.“ Auch mit der Krisenlehre setzt sich unser Doktorand auseinander, wenn er sagt: „Die Lehre von den kritischen Tagen gibt dem Praktiker bei der Therapie der Krankheiten das beste Licht.“

Der Gedanke, der aus diesem Satz spricht, daß die sorgsame Beobachtung des Krankheitsverlaufes dem Arzt die beste Richtschnur für seine Heiltätigkeit gebe, hat an Geltung auch heute nichts verloren.

Am ersten Juni 1791 zog Osterhausen in Nürnberg ein, um sich als praktischer Arzt niederzulassen. Nicht lange danach, im August, schreibt er an Erhard: „Ich fühle, daß mit den akademischen Jahren meine schönen Tage dahin sind und drückende Verhältnisse auf mich einströmen, wiewohl ich von Glück zu sagen habe, denn seit ich hier bin, habe ich immer Patienten gehabt, dafür schikanierten mich auch meine Herren Kollegen. Bis jetzt bin ich noch nicht in ihre Zunft aufgenommen und, Gott weiß, was geschieht und wie sauer sie mir es noch machen.“ Es dauerte jedoch nicht mehr lange, bis Osterhausen auch Mitglied des Kollegiums der Nürnberger Ärzte wurde. Am 9. November 1791 mußte er sich nach dem Brauch der damaligen Zeit noch einem Examen vor dem Nürnberger Ärztekollegium unterziehen. Er hatte die Brusteingeweide einer bei Lichtenhof auf der Straße verstorbenen fremden Weibsperson zu demonstrieren. Bei diesem specimen anatomicum sowohl, als bei dem am 12. Dezember 1791 gehaltenen collegium practicum hat er allen Erfordernissen dergestalt Genüge geleistet, daß er als künftiges Mitglied des Kollegiums aufs beste empfohlen werden konnte. Recht wohl scheint sich Osterhausen im Collegium medicum übrigens nicht gefühlt zu haben. Der enge Kastengeist, der hier herrschte, und die verknöcherte medizinische Dogmatik, die einer geistlosen Brech-, Purgier- und Aderlaßmethode huldigte, konnte den kritisch denkenden, nach neuen Gedanken Umschau haltenden jungen Arzt nicht befriedigen. Osterhausen hatte sich ebenso wie Erhard den als ketzerisch verschrienen Brownschen Lehren wohl als einer der ersten Ärzte in Nürnberg mit Entschiedenheit zugewendet. Mit der Brownschen Lehre hatte es folgende Bewandnis: Diese Doktrin, die im Anfang des 19. Jahrhunderts einen sehr großen Einfluß, vornehmlich auf die praktischen Mediziner in Deutschland ausübte, und die sogar heute noch in manchen medizinischen Begriffen und in der medizinischen Nomenklatur fortlebt (die Begriffe Atonie, Asthenie, Neurasthenie, reizbare Schwäche des Nervensystems gehören hierher), hatte in ihrer einfachen einleuchtenden Art, wie sie die Lebens- und Krankheitsvorgänge erklärte, etwas Bestechendes. Nach ihr ist das Leben kein spontaner, von selbst erfolgender, sondern ein nur durch Reize erzwungener und erhaltener Zustand. Die Reize sind entweder äußere, wie Wärme, Luft etc., oder innere, Muskelzusammenziehung, gemüthliche Erregung und ähnliches. Das Leben beruht auf der Fähigkeit des Organismus, auf diese Reize zu reagieren, auf der Erregbarkeit. Ein mittlerer Grad von Erregbarkeit bedeutet Gesundheit. Abweichungen nach der einen wie der anderen Seite sind krankhaft. Die Therapie hat das Ziel, die abnorme Erregbarkeit durch beruhigende oder stimulierende Mittel auf das Normalmaß zurückzuführen. Die rationelle Grundlage dieser uns heute primitiv anmutenden Lehre bildeten die Forschungsergebnisse des großen Physiologen Haller, der bekanntlich den Begriff Irritabilität, d. h. Erregbarkeit der lebendigen Substanz, prägte. Wenn Osterhausen sich auch als entschiedenem Anhänger des Brownschen

Systems bekannte, so gab er doch sicherlich der Erfahrung am Krankenbett ihr Recht. Möglichst unvoreingenommene Krankenbeobachtung und eine vernünftige Empirie leiteten wohl immer sein ärztliches Tun. Ob er sich später wie manche seiner Freunde und Zeitgenossen vom Brownismus abwandte, dafür konnte ich kein Zeugnis finden. Es erscheint mir aber wahrscheinlich. Interessant ist übrigens — und darum möge es hier angefügt sein — die Art, wie Erhard seine in späteren Jahren erfolgte Abkehr von der Brownschen Lehre motivierte. Er gab nicht zu, daß er den Sätzen Browns aus bloßem Irrtum angehangen sei, sondern er war der Meinung, die Stimmung des menschlichen Organismus und der Charakter der Krankheiten selbst verändere sich, und es sei daher anzunehmen, daß eine ärztliche Methode, die wir jetzt verwerfen müssen, zu ihrer Zeit vollkommen zweckmäßig gewesen sei. Diese maßlose Überschätzung der wandelbaren Theorie, gegenüber dem in kurzen Zeitspannen doch gewiß unwandelbaren Ablauf der Naturvorgänge, ist uns heute unverständlich. Daß Osterhausen die von Meßmer vertretenen Lehren des Magnetismus und Somnambulismus, ebenso die Hahnemannsche Homöopathie entschieden ablehnte, ist durch einen Zeitgenossen (Prof. Daumer) verbürgt. Wenn Osterhausen in seinen medizinischen Anschauungen von denen seiner Kollegen abwich, so trat er auch in anderer Beziehung in Gegensatz zu dem Collegium. Es handelte sich um eine an sich zwar ziemlich belanglose, aber doch für beide Teile recht bezeichnende Angelegenheit. Osterhausen hatte sich herbeigelassen, mit einem Wundarzt, namens Peller, ein Krankenkonzil abzuhalten. Die Wundärzte, die damals die praktische Chirurgie ausübten, galten als Heilbeflissene niederer Ordnung, denn die damaligen Doktoren der Medizin hielten es unter ihrer Würde praktische Chirurgie zu treiben. Infolgedessen vergab sich ein Doktor der Medizin etwas in seiner Standeswürde, wenn er mit einem Wundarzt sich beriet. Daß Osterhausen sich von dem Vorurteil des Kastengeistes der Ärzteschaft freimachte, wenn es die Umstände erforderten, zeugt von schöner, hoch anzurechnender Vorurteilslosigkeit. Die Folge dieses Streites war die, daß Osterhausen ein Jahr lang aus dem Collegium medicum ausschied, ob freiwillig oder gezwungen, kann ich nicht angeben. Jedenfalls gab der Ärger über diese Angelegenheit auch mit Veranlassung zu der vorhin bereits erwähnten Satire. Als schließlich 1808 das Medizinische Collegium aufgelöst wurde, was eine Folge der am 15. September 1806 erfolgten Einverleibung der ehemals freien Reichsstadt Nürnberg ins Königreich Bayern war, trauerte Osterhausen diesem Verlust nicht nach. Denn in der Tat war das Collegium medicum in den letzten Jahrzehnten seines Bestehens nur noch ein Schatten seiner ehemaligen Bedeutung. Man kann dies deutlich sehen, wenn man die Akten des Collegiums aus dieser letzten Zeit durchsieht und folgende Worte liest, die den spießbürgerlichen Geist des damaligen Nürnberger Ärztevereins kennzeichnen. Der Dekan P r e u läßt am 4. Januar 1792 seine Kollegen folgendermaßen zwecks Abhaltung wissenschaftlicher Sitzungen ein: „Lassen Sie uns einen simplen Club von Ärzten errichten, wobei man ohne allen Zwang monatlich zusammenkommt, an einem dritten Ort eine Pfeife Toback raucht, ein Glas Bier oder ein Schöppchen

Wein trinkt und etwas Kaltes ißt, von 5—8 Uhr, wo man aber zum Gesetz macht, kein Spiel zu spielen, sondern sich bloß zu unterreden, hauptsächlich von Sachen, welche unsere Kunst betreffen.“ Zu diesen Zusammenkünften scheint es jedoch nicht gekommen zu sein. Bei der Auflösung des Kollegs wurden die gesamten Akten dem Dr. Osterhausen überlassen, durch dessen Schwiegersohn, den praktischen Arzt Dr. Philipp Göschel, sie in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in den Besitz des ärztlichen Lokalvereins gelangten. Diese als geschichtliche Quelle überaus wichtigen Aufzeichnungen finden sich heute noch im Besitz des Nürnberger Ärztlichen Vereins.

Osterhausen scheint sich bald eine auskömmliche Praxis erworben zu haben, die er am Heumarkt alte Nr. S 568, dem heutigen Theresienplatz, ausübte, später von 1819 ab in der Adlerstraße, alte Nummer L 317.— Nach einer schriftlichen Mitteilung Johann Merkels soll Osterhausen in Nürnberg der erste Arzt gewesen sein, der regelmäßig mit eigener Kutsche und Pferden zu seinen Krankenbesuchen fuhr. Diese erste Doktorchaise wurde sogar im Bild von der Meisterhand Johann Adam Kleins festgehalten. Leider existiert das Bild nicht mehr. 1792 wurde Osterhausen die ärztliche Versorgung des Armen- und Waisenhauses übertragen, ferner der Unterricht am Anatomischen Theater für die Wundärzte. Geburtshilfe scheint er nicht ausgeübt zu haben, jedenfalls wird er in den Nürnberger Adreßbüchern nicht als Geburtshelfer geführt. Von 1823 an bis an sein Lebensende versah Osterhausen nebenamtlich die Stelle eines Anatomielehrers an der Kgl. Kunstschule zu Nürnberg. Der erste Direktor der Kunstschule, Reindel, hatte ihn bei der Regierung für diese Stelle vorgeschlagen als einen durch seine Gelehrsamkeit sowohl, als auch durch sein langjähriges segensreiches Wirken in Nürnberg in rühmlichem Andenken stehenden Mann. Gegen eine Vergütung von 100 Gulden hatte Osterhausen im Winter die Osteologie, im Sommer die Myologie zweimal wöchentlich, Dienstags und Freitags, vorzutragen. Oberhalb des Himmelstores an der Burg war ihm vom Magistrat ein Zimmer eingeräumt worden, in dem gelegentlich Sektionen und Demonstrationen an Leichen stattfanden. Zum Beweis, wie allgemein geschätzt das ärztliche Urteil Osterhausens war, diene noch die Tatsache, daß er im Jahre 1830 zusammen mit dem Stadtgerichtsarzt Dr. Preu aufgefordert wurde, über den rätselhaften Findling Kaspar Hauser ein ärztliches Gutachten abzugeben. Das Kgl. Kreis- und Stadtgericht Nürnberg, veranlaßt durch den höchsten richterlichen Beamten des Regierungsbezirks, den berühmten Kriminalisten Paul Anselm von Feuerbach, hatte sich an Preu und Osterhausen gewendet mit dem Ersuchen, den ungegründeten Verdacht des Polizeirates Merker, daß Kaspar Hauser ein Betrüger sei, durch ein medizinisch-wissenschaftliches Gutachten zu widerlegen. Das Ansinnen war insofern merkwürdig, als die geforderte Widerlegung eines Verdacht es ein objektives Gutachten von vornherein illusorisch machte. Das sehr ausführliche Gutachten Osterhausens ist im Druck erhalten und durch die Liebenswürdigkeit des bedeutenden Kaspar-Hauser-Kenners Prof. Dr. Ley mir zugänglich gemacht worden. Es ist abgedruckt in den authentischen Mitteilungen über Kaspar Hauser von Dr. Julius Meyer, Ansbach 1872. So interessant dieses

Gutachten bezüglich der subtilen Detailbeschreibung ist, so kann man sich beim Lesen doch des Eindrucks nicht erwehren, daß ihm der Charakter einer streng objektiven Schilderung fehlt. Die vorgefaßte Meinung, daß Kaspar Hauser das Opfer eines Verbrechens sei, beherrscht Osterhausen wie Preu und Feuerbach und viele andere vollkommen. Es ist eben für den Arzt ebenso schwierig wie für den Juristen, sich von gefühlsmäßigem Vorurteil völlig freizuhalten. In der Kaspar-Hauser-Literatur wird Osterhausens Gutachten von derjenigen Richtung, die in Kaspar Hauser einen Schwindler sieht, scharf kritisiert. Wer kann sagen mit Recht oder Unrecht? Kurios ist übrigens die im Kaspar-Hauser Schrifttum vertretene Meinung, daß alle in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts verstorbenen Männer, die, wie Feuerbach und Osterhausen, an ein an Hauser verübtes Verbrechen glaubten, einem Giftmord zum Opfer gefallen seien. Wer die näheren Umstände der letzten Krankheit und des Todes bei Feuerbach und Osterhausen kennt und nüchtern würdigt, muß von der vollkommenen Haltlosigkeit solcher verstiegenen Behauptungen überzeugt sein.

Bevor wir auf die literarischen Arbeiten Osterhausens und auf seine Beteiligung an der Gründung der Nürnberger Naturhistorischen Gesellschaft und an der Gründung der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen näher eingehen, noch ein paar kurze Worte über seine familiären Verhältnisse. 1795 heiratete Osterhausen die Tochter des Predigers Mörl, die geschiedene Frau des Hofrats Siebenkees, eines tüchtigen Juristen, der sich besondere Verdienste um die Erforschung der Geschichte Nürnbergs erworben hat. Diese Verbindung mit der nicht unbedeutenden Frau, die ihren Gatten und sieben Kinder verließ, um die Ehefrau Osterhausens zu werden, ist charakteristisch für die Auffassung, die die damalige Zeit sich über Liebe und Ehe bildete. Es galt zu jener Zeit, wie Varnhagen von Ense, der Romantiker, einmal schrieb, eine Religion der Liebe, in der jedes echte Gefühl für heilig angesehen wurde. Diesem Gefühl zu folgen, hielt man für Pflicht, ihm zu widerstreben, für Haß und Gemeinheit. Und dieses Gefühl wurde sogar von Siebenkees respektiert. Er blieb auch nach der Scheidung von seiner Frau der intime Freund Osterhausens, in dessen Haus er aus und ein ging bis zu seinem Tode. Auch zwischen den Familien Osterhausens und Siebenkees' bestanden weit über den Tod Osterhausens und Siebenkees' hinaus bei Kindern und Kindeskindern engste freundschaftliche Beziehungen, wie uns aus handschriftlichen Aufzeichnungen Johann Merckels überliefert wird. Wir Heutigen können für eine solche Auffassung, die in den Kreisen der Romantiker, wie bekannt, von vielen ausgezeichneten Männern und Frauen geteilt wurde, kein rechtes Verständnis aufbringen. Die oben angeführten Worte Varnhagens geben uns aber immerhin einen Schlüssel, um die Einstellung jener Menschen zu ihrem Gefühlsleben und um die praktischen Konsequenzen, die sie daraus zogen, würdigen zu können. Sie lehren uns diese Einstellung unserer Vorfahren nicht kurzerhand als unmoralisch zu verdammen. Die Ehe Osterhausens war eine sehr glückliche. Das gastliche Haus am Theresienplatz vereinigte oft geistreiche Männer, wie den Dichter und Theologen Witschel, den Maler Kreul, den witzigen Ministerialrat Brunner und andere. Leider

dauerte diese Ehe nur zehn Jahre. Im Jahre 1804 verstarb Susanne Marie Osterhausen an den Folgen eines Brustkrebses. Interessant ist, daß auch die beiden Töchter Osterhausens aus dieser Ehe in verhältnismäßig jungen Jahren an demselben Leiden zugrunde gingen. Erst spät, im Jahre 1813 konnte sich Osterhausen entschließen, eine zweite Ehe einzugehen, und zwar mit der Tuchhändlerstochter Wilhelmine K r i e g e r, verwitweter Förster, die ihm zwei Töchter schenkte, von denen die eine die Mutter des Dr. Karl G ö s c h e l, die andere die Mutter des Dr. Johann Merkel und des bedeutenden Anatomen, Professor Friedrich Merkel, in Göttingen wurde.

Im Jahre 1797 erlebte Osterhausen die Freude, Goethe in Nürnberg kennenzulernen, wie wir aus einem Brief Osterhausens an Erhard am 30. November 1797 erfahren. Da dieser Brief allgemeineres Interesse verdient, möchte ich ihn hier ohne Kürzung anführen. Er lautet: „Goethe war über 8 Tage hier. Ich sprach ihn und fand nichts von dem Stolz, den man ihm vorwirft. Wir sprachen von Schiller. Er sprach mit Enthusiasmus von ihm und seinen philosophischen Ideen, und bedauert, daß er sie nicht bekannt machte, hoffte aber, daß er noch im Stande sein würde ihn dazu zu überreden. Ob die Welt viel dabei gewinnen wird, wenn sie den Probestücken in den Horen gleichen? Ich sagte ihm, daß ich bedauere, Schiller nicht persönlich kennengelernt zu haben, indem er nicht zu Jena war, als ich da war, und als er zu Nürnberg war, wo er bei Dir war, wäre ich nicht hier gewesen. Als ich Deinen Namen nannte, fragte er mit Lebhaftigkeit: ‚Was macht Erhard? Ist er hier, das ist auch ein vortrefflicher Kopf.‘ Ich sagte ihm auch von Deiner Orts- und Geschäftsveränderung. Er entgegnete: ‚Ein so trefflicher Kopf, wie dieser, kann sich in alle Sättel werfen.‘ Daß ich mir gegen Goethe auf Deine Freundschaft viel zu Gute that, wirst Du mir nicht verdenken. Er sagte gleich Anfangs unserer Unterhaltung zu mir: ‚Sie finden wohl unter den Nürnberger Ärzten wenig Unterhaltung, denn sie scheinen sich nicht sonderlich mit Gelehrsamkeit und Literatur abzugeben;‘ worauf ich mich auch expektorierte und als wir von Dir sprachen, so sagte ich: ‚Sie können die hiesigen Ärzte daraus vollkommen kennen lernen, wenn ich Ihnen sage, daß sie den Dr. Erhard deswegen nicht in ihr Collegium aufnahmen, weil er nicht zum mindesten drei Jahre auf Universitäten war.“

Osterhausen lernte Goethe bei einem Mahl im Roten Roß kennen anlässlich Goethes dritten Aufenthaltes in Nürnberg, der sich über 9 Tage vom 6. bis 15. November 1797 erstreckte. An diesem Mahl nahmen außer Osterhausen mehrere Kaufleute, einige Grafen, Patrizier, Juristen, Offiziere und eine Reihe von Gesandten des Fränkischen Kreises teil. Von den zahlreichen Tischgenossen scheint der hochgebildete, gelehrte, damals 32 jährige Arzt einen besonderen Eindruck auf Goethe gemacht zu haben, da der Dichter in einem Brief vom 31. Januar 1798 an den Kaufmann Paul Wolfgang Merkel besondere Grüße an den heiteren Herrn Pestilenziarius aufträgt. Es ist mir nicht zweifelhaft, daß damit Osterhausen gemeint ist, der als Armenarzt die Infektionskranken des Nürnberger Schauhauses zu betreuen hatte und in dieser Eigenschaft den alten in den Akten des Collegium medicum überlieferten Titel eines Medicus Pestilen-

ziarius führte, einen Titel, der einer offiziellen Geltung allerdings entbehrte. Wir kommen nun zu den geistigen Bestrebungen und zur literarischen Tätigkeit Osterhausens. Osterhausen war der Typus eines gelehrten Arztes. Es war ihm innerstes Bedürfnis, ständig sich nicht nur fachwissenschaftlich weiterzubilden, sondern auch allen möglichen geistigen Strebungen seiner Zeit nachzugehen und durch ernstliches gründliches Studium sein Wissen zu erweitern und zu vervollkommen. Bis lange nach Mitternacht soll der strebsame Arzt täglich in seiner Bibliothek, die er sein Heiligtum nannte, geweiht haben, unter seinen geliebten Büchern oder mit der Gänsefeder in der Hand, mit schriftstellerischen Arbeiten beschäftigt. Zur damaligen Zeit, als es noch keine leicht zugänglichen öffentlichen Bibliotheken gab, war die eigene Bibliothek des Gelehrten ein treues Spiegelbild seiner geistigen Neigungen. Wenn auch die kostbare Büchersammlung Osterhausens nach seinem Tode leider in alle Winde verstreut worden ist, so radikal, daß es mir trotz langjährigen Suchens nicht gelungen ist, auch nur ein einziges Buch aus Osterhausens Besitz zu finden, so besitzen wir doch von einem Zeitgenossen, dem Pfarrer Wilder, aus dem Jahre 1827 eine uns interessierende Schilderung jener Bücherei. Wilder schreibt in seinem Handbüchlein: „Nürnberg für Fremde und Einheimische“ 1827: „Die bedeutendste Privatbibliothek ist die des ausübenden Arztes Dr. Osterhausens. Sie ist fast über alle Fächer verbreitet, Medizin, alte Literatur, Klassiker, Deutsche Literatur, alte und neue norische Schriften, alte und seltene Ausgaben früherer altdeutscher Gedichte, eine große Zahl von Autografen und Schriften Huttens und anderer aus dem Reformationszeitalter, Zeitschriften und viele andere ausgezeichnete Werke.“ Für die außerordentliche Teilnahme, die Osterhausen den literarischen Erzeugnissen seiner Zeit entgegenbrachte, ist uns ein hübsches Zeugnis in einer Druckschrift aus dem Jahre 1811 erhalten, in der Osterhausen sich eingehend mit dem Nürnberger Kunst- und Buchhandel seiner Zeit befaßt. Die Veranlassung zu dieser Schrift war dadurch gegeben, daß ein Reisender namens Nemlich in einer im Druck erschienenen „Reisebeschreibung durch die Schweiz und verschiedene Gegenden Deutschlands“ auf Grund falscher Informationen den Nürnberger Kunst- und Buchhandel in unverantwortlicher Weise verächtlich machte. Osterhausen hält es als Unparteiischer für seine Pflicht, gegen solche Verleumdungen energisch Front zu machen. Bei dieser Gelegenheit entrollt der Verfasser ein interessantes Bild des Nürnberger Verlagsbuchhandels seiner Zeit, der meines Erachtens nicht unerhebliches Interesse für die Geschichte des Nürnberger Buchhandels besitzen dürfte. Wie Osterhausen in seiner Satire gegen das Collegium medicum öffentlich gegen Ungerechtigkeit zu Felde zieht, so protestiert er hier gegen offensichtliche leichtfertige Verleumdung und gibt uns einen neuen Beweis seines Gerechtigkeitssinnes und seiner Wahrheitsliebe.

Auf literarischem Gebiet betätigte sich Osterhausen mit naturgeschichtlichen, philosophischen, ästhetischen und geschichtlichen Arbeiten, vornehmlich durch Rezensionen in der Jenaschen, Halleschen und anderen Literaturzeitingen.

Von Osterhausens medizinischen Schriften haben wir bereits seine Doktorarbeit, die sich mit der römischen Sekte der Pneumatiker beschäftigte, sowie seine Satire auf das Collegium medicum erwähnt. Eine Reihe kleinerer Abhandlungen sind zerstreut in fachwissenschaftlichen Zeitschriften niedergelegt, so eine Arbeit über das praktische Gefühl in Röschlaubs Magazin, eine treffliche Übersetzung der Galenischen Schrift von der Erhaltung der Gesundheit in Witwers Archiv für die Geschichte der Arzneikunde. Ferner verfaßte er kleinere Schriften, die sich in sehr klarer allgemeinverständlicher Sprache über das Verhalten bei Krankheiten und über den Bau des menschlichen Körpers ausließen. Sein medizinisches Hauptwerk erschien in Buchform und trug den Titel „Über medizinische Aufklärung“. Leider ist von diesem Werk nur der erste Band in Zürich 1798 bei Heinrich Gefner erschienen. Der zweite Band, der im Manuskript fertiggestellt war, ist nicht mehr im Druck erschienen. Leider ist diese Handschrift, in der Osterhausen sein medizinisches Glaubensbekenntnis abgelegt haben soll, verschollen. Mit diesem Werk, das auf diese Weise ein Torso geblieben ist, wollen wir uns näher beschäftigen, da es einerseits von erheblichem zeitgeschichtlichen Interesse ist und andererseits Gedanken enthält, die auch heute noch Geltung haben. Der erste Teil gibt eine ziemlich eingehende Darstellung der Geschichte des medizinischen Aberglaubens. Der zweite Teil sollte nach dem im Vorwort geschilderten Plan untersuchen, welche Ursachen es seien, welche die medizinische Aufklärung, d. h. die Bekämpfung des Aberglaubens in medizinischen Dingen verhinderten und wie dem entgegenzuarbeiten sei. Mit einer gewissen stolzen Freude bekennt sich Osterhausen als ein Sohn des 18. Jahrhunderts, des aufgeklärten, des philosophischen Säkulums. Osterhausen ist der Meinung, daß dieses Jahrhundert vor seinen Vorgängern einen Vorzug verdiene. Er schreibt: „Eine heitere Morgenröte hat die düsteren Schatten der finsternen Nacht des Aberglaubens und der Unwissenheit verdrängt und verkündet einen schönen Tag.“ Freilich führt er bescheidener fort: „Diese Morgendämmerung ist noch lange nicht das helle Tageslicht selbst. Wann aber der Tag anbrechen, ob nicht dieses heitere Morgenrot durch Nebel und Wolken wieder verdunkelt wird, wer vermag dies aus dem verwickelten Gang des Schicksals vorher zu verkünden.“ Unter Aufklärung versteht Osterhausen mit Kant, dessen Einfluß auch auf ihn, ähnlich wie bei seinem Freund Erhard, von größter Bedeutung war, das Heraustreten des Menschen aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit. Unmündigkeit ist das Unvermögen, sich seines Verstandes ohne Leitung eines andern zu bedienen. Selbstverschuldet ist diese Unmündigkeit, wenn die Ursachen derselben nicht am Mangel des Verstandes, sondern der Entschließung und des Mutes liegen, sich seiner ohne Leitung eines andern zu bedienen. Osterhausen unterscheidet zwischen wissenschaftlicher und Volksaufklärung. Unter wissenschaftlicher Aufklärung sei zu verstehen die Erwerbung so vieler Kenntnisse von einer Wissenschaft, als man nötig hat, um einen allgemeinen Überblick über dieselbe zu erlangen, ohne sie selbst zu erlernen oder auszuüben, wodurch man aber in den Stand gesetzt wird, zu wissen, wie man es anzufangen hat, wenn man sie selbst erlernen wollte, und

was man in ihr zu suchen hat. Sache des Gelehrten, dem die Aufgabe des Lehrers und Erziehers des Menschengeschlechtes zufällt, ist es, sich in diesem Sinn auszubilden, damit er dem Aberglauben im allgemeinen und dem Aberglauben in medizinischen Dingen steuern könne. Osterhausen verhehlt sich die Schwierigkeiten nicht, die einer wahrhaften wissenschaftlichen Aufklärung im Wege stehen. Pflicht der wissenschaftlich Aufgeklärten ist es, Volksaufklärung zu treiben. Die weltbürgerlich Unmündigen — so definiert Osterhausen den Begriff Volk — sollen dahin gebracht werden, daß sie vom Aberglauben im allgemeinen und von Vorurteilen in medizinischen Dingen befreit werden. Unbedingt erforderlich zur Beförderung der Aufklärung überhaupt sei Denk- und Pressefreiheit in weitestem Sinn. Und da Osterhausen wie Rousseau der Überzeugung ist, daß der junge Weltbürger gut und unverdorben aus den Händen der Natur käme, und nur durch den Einfluß der Menschen entarte, so habe bei der Jugend die rechte Erziehung und der rechte Unterricht im Sinne der Aufklärung einzusetzen. Osterhausen begrüßt daher den Gedanken, der zu seiner Zeit praktisch öfters verwirklicht wurde, den Kindern Gesundheitskatechismen in die Hand zu geben, in denen Diätetik in weitestem Sinne und Gymnastik gelehrt wurde. Die vorhandenen Lehrbücher dieser Art genügten allerdings, nach Osterhausens Meinung, ihrem Zweck nur ungenügend. Einmal rügt Osterhausen, daß die meisten derartigen Bücher von Nichtärzten geschrieben seien, die nicht tief genug Einsicht gewonnen hätten in die in Betracht kommenden Fragen. Weiter beleuchtet Osterhausen die Gefahr, die darin liege, daß die Verfasser, auch diejenigen aus ärztlichen Reihen, sich in Einzelheiten leicht zu sehr auf bestimmte dogmatische und einseitige Meinungen festlegten und damit manches Vorurteil verbreiteten. Der Gesundheitskatechismus, wie er ihn wünscht, soll vornehmlich hygienische Wahrheiten, die unbestreitbaren Wert besäßen, eindringlich vortragen. Nachdem die Naturgeschichte des Menschen behandelt sei, soll die Wichtigkeit der Reinlichkeit für die Erhaltung und Beschützung der Gesundheit aufs eindringlichste betont werden, und vor allem soll jenes Prinzip der Diätetik, das Osterhausen als das höchste einschätzt, in den Vordergrund der Lehre gerückt werden. Osterhausen formuliert dieses Prinzip folgendermaßen: „Man gewöhne den Menschen von der ersten Jugend an auf die Empfindungen zu achten, welche der Einfluß der von außen auf seinen Körper wirkenden Ursachen, wir könnten auch sagen Reize, in ihm hervorbringt. Man lehre den Menschen jeden Reiz, durch dessen Einwirkung auf seinen Körper er ein Mißbehagen oder eine unangenehme Empfindung bemerkt, sogleich zu vermeiden. Aus dieser Darstellung ist deutlich das Bekenntnis Osterhausen's zu den Lehren Browns erkennbar. Schließlich betont der Verfasser noch, daß ein solches Buch auch Regeln zu enthalten habe, wie man sich in Krankheiten verhalten müsse. Diese Vorschriften sollen aber weder therapeutische noch diätetische sein, denn diese zu besorgen, sei Geschäft des Arztes. Es sollen Klugheitsregeln sein, die vor allem darin gipfeln sollen, rechtzeitig den Arzt, den Fachmann für die Behebung der Krankheiten, zu Rate zu ziehen. Dies sind in kurzen Zügen dargestellt, die Gedankengänge des Einleitungskapitels. Wir sehen, wie Osterhausen unter dem

Einfluß Rousseauscher und Brownscher Ideen schreibt, wie er aber trotzdem in zweifellos origineller Weise zu dem Thema der medizinischen Aufklärung sich äußert. Es ist schade, daß Osterhausen nicht dazu kam, einen Gesundheitskatechismus, wie er ihm vorschwebt, zu verfassen. Die folgenden Kapitel des Buches geben eine Geschichte des Aberglaubens in der Medizin. Schonungslos verurteilt er die tausenderlei Formen des Aberglaubens, dem er mit großer Gelehrsamkeit überallhin nachgespürt hat. Da er rein verstandesmäßig den Maßstab der Vernunft anlegt, kann er natürlich nicht sagen, wie in dem Wust phantastischer Vorstellungen auch manches Goldkorn richtiger Erfahrung steckt. Ebenso bleibt ihm die hochinteressante psychologische Genese primitiver medizinischer Vorstellungen verborgen. Erst unsere neueste Zeit hat uns gelehrt den Aberglauben und das Vorurteil in anderem Lichte zu sehen, als wie es einer Zeit möglich war, die an alles den Maßstab der verstandesmäßigen Vernunft legte. Trotzdem aber ist die Lektüre sehr aufschlußreich, schon allein wegen der Fülle des dargebotenen Materials.

Bevor wir von den medizinischen Schriften Osterhausens, über die noch mancherlei zu sagen wäre, Abschied nehmen, müssen wir noch bei einer sehr bemerkenswerten, originelle Gedanken enthaltenden Arbeit verweilen. Sie trägt den Titel: „Einige Ideen über vergleichende Pathologie“ und wurde als Vortrag vorgelesen am 22. Juli 1809 in einer Sitzung der vor kurzem gegründeten Erlanger Physikalisch-medizinischen Sozietät. Bei dieser sehr interessanten Arbeit müssen wir noch ein wenig verweilen. Zwischen dem Buch über die medizinische Aufklärung und den Ideen über vergleichende Pathologie liegen 10 Jahre. Aber welcher Wandel in der Weltanschauung und demzufolge auch in der Stellungnahme zu medizinischen Problemen hatte sich in diesem Jahrzehnt vollzogen. Um 1800 etwa setzt in der Medizin jene geistige Bewegung ein, die man unter dem vieldeutigen Namen *Romantik* zu bezeichnen pflegt. Wie der Medizinhistoriker *Diepgen* trefflich ausführt, war es die Freude an der Spekulation, an historischen Studien und das Bedürfnis, Vergangenes für die Lösung von Gegenwartsfragen zu nützen, die der geistigen Einstellung der Medizin ein neues Gepräge gaben. Die Aufklärung mit ihrem nüchternen, wenig befriedigenden Materialismus hatte enttäuscht. Nun fällt man in das andere Extrem und setzt an die Stelle des kritischen Verstandes die, man kann wohl sagen, hemmungslose Spekulation. Man läßt, der Sehnsucht des Herzens folgend, die Phantasie schweifen, man hofft, die Probleme der Naturwissenschaften, die Rätsel des Krankheitsgeschehens, intuitiv, statt experimentell zu lösen. Der Gedanke drängt sich wohl uns allen auf, daß wir jetzt an einem ähnlichen Wendepunkt der geistigen Betrachtungsweise stehen, wie unsere Urelterväter um die Jahrhundertwende vom 18. zum 19. Jahrhundert. An allen Ecken und Enden wird von einer Krise in der Medizin gesprochen, die Intuition wird in den Himmel gehoben, und eine bedeutende Monographie aus dem Medizingeschichtlichen Institut in Leipzig, über romantische Medizin, die kürzlich erschien, spricht davon, daß der Medizinhistoriker jetzt erst imstande sei, die geistesgeschichtliche Bedeutung der romantischen Medizin vor 100 Jahren

zu würdigen, was den Medizinhistorikern noch der jüngeren Vergangenheit wegen ihrer materialistisch eingestellten Weltanschauung durchaus unmöglich gewesen sei. Wir sehen hier wieder einmal den höchstinteressanten Vorgang, daß die Wissenschaft, wie überhaupt das Geistesleben, in seiner Entwicklung nicht kontinuierlich fortschreitet, sondern bei ihrer Entwicklung in eigentümlich gesetzmäßiger Weise einem Phasenwechsel, vergleichbar der Ein- und Ausatmung, unterworfen ist. Als um das Jahr 1800 sich dieser geistige Umschwung in der Medizin vollzog, war Osterhausen 35 Jahre alt, zehn Jahre älter als Schelling und 14 Jahre älter als Oken, die in den Naturwissenschaften und der Medizin die sogenannte naturphilosophische Richtung inaugurierten und zu ihrer, freilich nur kurzen Blüte führten. Osterhausen steht den neuen Lehren kritisch gegenüber. In seiner Einleitung weist er mit Nachdruck darauf hin, daß die Arzneiwissenschaft eine Erfahrungswissenschaft sei, wenn auch in der heutigen Zeit die Führer der Medizin diese Wahrheit vergäßen. Die Erkenntnis des Wesens des Lebens liege außerhalb des menschlichen Wissens. Infolgedessen sei eine Erklärung des Lebens nicht möglich, nur durch die Anschauung können die Lebensäußerungen unserem Verständnis nähergebracht werden. Das Leben sei an Form gebunden, und gekettet an die Form, wirke es bereits in den Mineralien, augenscheinlicher mache es sich bemerkbar bei Pflanzen und Tieren. Wenn hier Osterhausen in den Mineralien Lebewesen erblickt, so hat er die Ansicht der Naturphilosophen sich zu eigen gemacht. Ebenso, wenn er davon redet, daß alle Lebewesen Teile des sogenannten Erdorganismus seien und allen Lebensformen eine gemeinsame Basis zugrunde läge. Die Idee der Goetheschen Urpflanze hat hier wohl Einfluß auf sein Denken geübt. Die Wissenschaft vom Leben wird nun nach Osterhausen nicht durch Spekulation, wie dies Schelling und Oken versuchen, gefördert, sondern durch vergleichende Anatomie, durch vergleichende Physiologie und vergleichende Pathologie. Osterhausen betont, daß an eine Wissenschaft der vergleichenden Pathologie noch gar nicht gedacht worden sei. Es ist interessant, daß Ludolf Krehl, der bedeutende jetzt noch in Heidelberg wirkende innere Kliniker, in dem Vorwort der neuesten Auflage seiner Pathologischen Physiologie ebenfalls von der Notwendigkeit einer vergleichenden Pathologie der Pflanzen und der Tiere spricht. Er spricht dieselben Gedankengänge wie Osterhausen, die ihm allerdings nicht bekannt gewesen sein dürften, aus. Bevor Osterhausen von vergleichender Pathologie handelt, definiert er den Begriff der Pathologie. Unter Pathologie, sagt Osterhausen, habe man die Abweichungen der Lebenserscheinungen von ihrer Norm zu verstehen. Die vergleichende Pathologie hat jene Abweichungen der Lebenserscheinungen bei sämtlichen Organismen zu beobachten, zu vergleichen, und sie hat festzustellen, was je der Form besonders und was allen gemeinsam zukommt. Für die Methodik der neuen Wissenschaft stellt Osterhausen folgende Gesichtspunkte auf: „Notwendig sei vor allem eine Materialsammlung auf breitester Basis.“ Der Einfluß der Kultur auf die Organismen — er denkt an Haustiere und Hauspflanzen — muß studiert werden, ebenso wie die Verschiedenheit der Lebensäußerungen derselben Gattung unter verschiedenen

Himmelsstrichen. Ferner der Einfluß der Witterung, der Jahreszeiten auf die Lebensäußerungen. Osterhausen stellt sich nun vor, daß man bei solchen Forschungen gemeinschaftliche Gesetze auffinden würde, und schließlich auf diese Weise, wie er sich ausdrückt, dem höchsten Prinzip der Pathologie auf die Spur käme. Es würde sich widerspiegeln im vegetativen Leben der Pflanze, im vegetativen und sensorischen Leben der Tiere. Ein solches höchstes Prinzip könnte nach seiner Meinung durch anhaltendes Forschen und vereinigt Bestreben gefunden werden. Ein solches Prinzip wäre imstande, der Arzneiwissenschaft ihren Rang als Wissenschaft zu begründen und zu sichern. Ich bin lange bei dieser Arbeit verweilt, weil sie mir als die bedeutendste literarische Schöpfung Osterhausens erscheint, die wohlthuend in ihrer Klarheit absticht von weitaus den meisten medizinischen Erzeugnissen der damaligen Zeit. Es sind zweifellos originelle Gedanken, die der Verfasser in diesem seinem Wissenschaftsprogramm ausspricht. Auch heute sind sie nur zum kleinsten Teil in Taten umgesetzt, so daß wir auch jetzt noch nicht im entferntesten von einer ausgebauten Wissenschaft der vergleichenden Pathologie, höchstens von Ansätzen hierzu reden können.

Wir verlassen jetzt den medizinischen Schriftsteller Osterhausen und wenden uns anderen Bestrebungen des vielseitigen Mannes zu. Osterhausens reger Geist beschränkte sich nicht nur auf rein medizinische Dinge, sondern zeitlich beschäftigte er sich eingehend mit naturwissenschaftlichen Fragen. Osterhausens Verdienste um die Naturwissenschaften bestehen nicht in literarischen Leistungen, sondern darin vor allem, daß es vornehmlich seinen Bemühungen zu danken war, daß in Nürnberg die Naturhistorische Gesellschaft, die heute nach 130 Jahren noch blüht, gegründet wurde. Wie Friedrich Knapp uns mitteilt, hatte Professor Johann Wolf, der ein ausgezeichnete Vogelkenner war, schon um 1800 den Gedanken geäußert, daß man eine Naturhistorische Gesellschaft errichten solle, welche aus hiesigen Ärzten, Forstmännern und anderen Freunden der Naturgeschichte bestehen sollte. Sein Plan kam aber erst zustande, als Osterhausen sich 1801 des Wolfschen Gedankens annahm und in eben diesem Jahr am 22. Oktober Johann Wolf und den gemeinschaftlichen Freund Jakob Sturm — er hat als Kupferstecher und Naturforscher die große Aufgabe, die deutsche Fauna und Flora in Bildern herauszugeben, durchgeführt — bei sich versammelte. Der 22. März 1802 kann als Gründungstag der Gesellschaft angesehen werden, da an diesem Tag der Plan zur Organisation der Gesellschaft entworfen und das erste Protokoll geführt wurde. Ein kleiner Kreis von begeisterten Liebhabern der Natur fand sich nun in regelmäßigen Zeitabständen, gar oft in Osterhausens Haus, zusammen, um sich durch Vorträge und Besprechungen gegenseitig Belehrung in naturgeschichtlichen Fragen zu spenden. Insonderheit war man darauf bedacht, die lokale Tier- und Pflanzenwelt zu studieren. Dieser Gedanke vor allem führte, wie Sie wissen, zu wertvoller wissenschaftlicher Arbeit, auch in der Folgezeit bis zum heutigen Tag. Wie aus den von Osterhausens Handgeführten Protokollen hervorgeht, scheint dieser nicht nur ein erfahrener Botaniker, sondern auch ein guter Fischkenner gewesen zu sein. Leider war die damalige Zeit den Bestrebungen der Naturfreunde nicht sonderlich günstig.

Der spekulativ gerichtete Geist der Zeit hatte nicht viel Sinn für schlichte Naturbeobachtung, und so kam es denn, daß die Gesellschaft nicht zu sonderlicher Blüte gelangte. Ja, in den dreißiger Jahren war es soweit, daß man sich gezwungen sah, die Gesellschaft aufzulösen. Es geschah dies am 28. April 1836, wohl sehr zum Schmerz des greisen, einzig noch lebenden Gründungsmitgliedes, Osterhausen. Der Keim aber, den die drei Naturfreunde gelegt hatten, erwachte 10 Jahre später im Jahre 1846 zu neuem Leben, als die fortschreitenden naturwissenschaftlichen Erkenntnisse wieder ein allgemeineres Interesse der Naturgeschichte wachriefen. Wenn wir heute dankbar uns erinnern, was die Naturhistorische Gesellschaft in den 130 Jahren ihres Bestehens an lokaler naturgeschichtlicher Erforschung und an Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse geleistet hat, so dürfen wir die Verdienste Osterhausens, der die Initiative zur Gründung dieser segensreichen Gesellschaft gab, nicht vergessen.

Die Frühzeit der Naturhistorischen Gesellschaft hat durch den Naturphilosophen Gotthilf Heinrich Schubert, den späteren Erlanger Professor für Naturgeschichte, der von 1809—1816 als Rektor des Realinstituts in Nürnberg lebte, eine reizvolle Schilderung erfahren. Als der bedeutendste Naturforscher des kleinen Kreises erschien ihm, der sogleich die freundlichste Aufnahme fand, J. Jakob Sturm. Osterhausen aber „sei der gelehrteste von allen Teilnehmern gewesen und durch seine Gelehrsamkeit sowie vielfache Belesenheit ein Orakel für die andern. Er brauchte nicht in seiner großen kostbaren Bibliothek das nachzuschlagen, was die Schriftsteller des klassischen Altertums oder des Mittelalters über einzelne, durch ihre Eigenschaften ausgezeichnete Pflanzen, oder über die ihnen bekannten Tiere oder Steine gesagt hatten, sondern er trug das meiste davon in dem sicheren Schatz seines Gedächtnisses. Bei diesem seinem seltenen Wissen war der Mann so bescheiden, daß er selber nicht zu wissen schien, wie so viel er wisse.“ Schubert schreibt über sein Verhältnis zum Verein: „Die Aufnahme in den Verein der Naturforscher zu Nürnberg ist für mich von wichtigeren Folgen gewesen, als es die Ernennung zum Mitglied einer der weltberühmtesten Akademien der Wissenschaft hätte sein können. Ich lernte mich dort begnügen ein Lehrling zu sein, der an dem aufmerksamen, gründlichen Betrachten der Elemente der Naturerkenntnis seine Lust findet und nicht mehr in Höhen mich versteigen wollte, für deren Durchflug meine wächsernen Flügel nicht geeignet waren.“

Auch an einer anderen wissenschaftlichen Gründung war Osterhausen beteiligt, nämlich an der Gründung der Physikalisch-medizinischen Sozietät in Erlangen. Im Jahre 1808 unter den drückenden Verhältnissen der französischen Okkupation, die seit 1806 auf den fränkischen Fürstentümern lastete und Erlangen unmittelbar unter französische Herrschaft gebracht hatte, wurde von Christian Friedrich Harless (1773—1853) der Plan zur Errichtung einer Medizinischen Gesellschaft in die Tat umgesetzt. Der Zweck der Sozietät sollte sein: „Gemeinschaftliche Beförderung und Erweiterung der Medizin und Physiologie in ihrem ganzen Umfang und mit Einschluß ihrer nächstverwandten Hilfswissenschaften, also mit Inbegriff der Anatomie sowohl, als der vorzugs-

weisen sogenannten Physik und der Chemie, in ordnungsmäßigen Versammlungen und Arbeiten der Mitglieder der Sozietät“ (so zu lesen im Statut von 1808 und 1809). In erster Linie sollte die Gesellschaft Ärzte und Chirurgen, daneben aber auch Physiker, Chemiker und Pharmazeuten zu ihren Mitgliedern zählen. Von den ordentlichen Mitgliedern wurde gefordert, daß sie „für den Zweck der Sozietät tätige und durch wissenschaftliche Bearbeitung ihrer Fächer verdiente Männer sein müssen“. Ernst Graser betonte bei der 100-Jahr-Feier der heute noch blühenden Sozietät, daß die Erlanger Gründung einer Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft eine der ältesten ihrer Art gewesen sei und, daß es eine rühmliche Tat der Gründer war, den ihrer Zeit voraus-eilenden Gedanken verfolgt zu haben, der wissenschaftlichen Medizin die sichere Grundlage der exakten Naturwissenschaften unter Verwertung ihrer Methoden zu geben. Eine Societas medico-philosophica hätte damals nähergelegen. Wenn auch die Naturphilosophie, dem Geist der Zeit entsprechend, eine gewisse Rolle in der Gesellschaft gespielt hat, so wurde doch, wie aus den interessanten Publikationen der Mitglieder in den ersten Abhandlungen ersichtlich ist, von Anfang an jener oben angeführte Grundgedanke einer Verknüpfung der Medizin mit den exakten Naturwissenschaften nicht außer acht gelassen. Der Denkungsart Osterhausens, der zu den 15 Gründungsmitgliedern zählte, mochten diese Grundsätze sehr wohl entsprochen haben. Wie wir gesehen haben, hat er sich auch aktiv an den Bestrebungen der Gesellschaft beteiligt. Übrigens war er der einzige Nürnberger Arzt unter den Gründern.

Osterhausen beschränkte sich jedoch nicht nur auf medizinisch-naturwissenschaftliches Gebiet. Seine Neigung zu den geschichtlichen Studien führte ihn zur eingehenden Beschäftigung mit der Geschichte Nürnbergs. Hier hat zweifellos sein Freund Siebenkees, der schätzenswerte Arbeit zur Erforschung der Geschichte Nürnbergs geleistet hat, anregend auf ihn eingewirkt. Einen Niederschlag fanden Osterhausens Studien über die Lokalgeschichte in einer in dem neuen Taschenbuch von Nürnberg 1819 niedergelegten Arbeit über die Geschichte Nürnbergs. In knapper, klarer, flüssiger Sprache schildert Osterhausen hier, was man zu seiner Zeit über Nürnbergs Geschichte wußte.

Noch eines Verdienstes Osterhausens, wieder auf einem anderen Gebiet gelegen, mag hier gedacht werden. Osterhausen war zusammen mit seinem Freund Witschel einer der ersten, der die Bedeutung des Nürnberger Volksdichters Grübels erkannt hat. In einem Brief an Pfarrer Witschel heißt es einmal: „Grübels war der Kundigste, der dem pegnesischem Blumenorden Ehre gemacht hat.“ Und wenn wir uns die Manuskripte der Grübelschen Gedichte, die sich im Germanischen Museum befinden, ansehen, so findet man häufig Änderungen und Streichungen, die größtenteils von der Hand Osterhausens herrühren. Es ist zwar mit Herrn Pfarrer Käppel, der in einem mir freundlichst zur Verfügung gestelltem Manuskript über seine Grübelsstudien berichtet, anzunehmen, daß Osterhausen nicht auf eigene Faust, sondern zusammen mit Witschel diese Änderungen vorgenommen hat, wir können aber hieraus ersehen, wie eingehend sich der Nürnberger Arzt mit Grübels Dichtkunst beschäftigt hat. In den letzten

Jahrzehnten seines Lebens scheint sich Osterhausen mit Vorliebe literaturgeschichtlichen Studien gewidmet zu haben. Die Zusammensetzung seiner Privatbibliothek, von der wir schon gehört haben, führt uns zu dieser Vermutung. Es ist rührend, wenn wir in den Aufzeichnungen seiner Tochter Wilhelmine G öschel lesen, wie der greise Osterhausen, dem nach seinem 70. Lebensjahr das Augenlicht fast gänzlich erloschen war, in seinem Lehnstuhl sitzend mit Vorliebe Gedichte zitierte, darunter besonders eindrucksvoll den Abschied des blinden Dichters Pfeffel an seine Familie mit der Strophe: „Nur sucht mich nicht in meinem Grabe, nein, mein Gedächtnistempel sei die Halle, wo ich sorgenfrei mich oft mit Euch gefreuet habe.“ Dieser Gedächtnistempel war für ihn seine Bibliothek und sein Studierzimmer.

Bis fast zu seinem 70. Lebensjahr erfreute sich Osterhausen einer dauerhaften, guten Gesundheit. In seinen letzten Lebensjahren hatte er fast ganz sein Augenlicht eingebüßt. Zu diesem Leiden gesellte sich in seinem 74. Jahr eine Wassersucht, die ihn in den letzten 4 Monaten seines Lebens ans Zimmer fesselte. Am 2. November 1839 erlöste den edlen Mann der Tod von den Qualen seines Herzleidens.

Osterhausens sterbliche Überreste wurden auf dem Johannisfriedhof im Grab Nr. 1629 beigesetzt, wo auch seine erste Gattin bestattet worden war. Der liegende Barockgrabstein zeigt ein schönes Bronzeepitaph mit dem Mörlschen Wappen und der Beschriftung: Gustav Philipp Mörls, Predigers bei St. Sebald wie auch seiner Frauen und Leibeserben Begräbnis 1744. Leider meldet keinerlei Inschrift, daß hier auch Osterhausens Grabstätte sich findet.

Der eingangs erwähnte Friedrich Wilhelm von Hoven, auf dessen eingehende, sehr lesenswerte Autobiographie ich hinweisen möchte, schreibt über Osterhausen: „Osterhausen ist mir unter den Nürnberger Ärzten der liebste, nicht nur weil ich ihn für den gelehrtesten unter ihnen halte, sondern weil ich an ihm einen der besten Menschen kennenlernte, die mir je vorgekommen sind.“ Der schöne Charakterzug echter Herzensgüte ist uns auch aus Familienbriefen und handschriftlichen Aufzeichnungen seiner Tochter und seiner zweiten Frau überliefert. Dieser Zug ist auch daraus ersichtlich, daß Osterhausen in den Jahren allgemeiner Not über ein Jahr lang täglich in seiner Küche die damals aufgekommene Rumfordsche Suppe in großen Mengen herstellen und an Arme der Stadt verteilen ließ.

Ich bin am Ende meiner Ausführungen angelangt. Ich habe das schlichte Leben eines gelehrten Arztes geschildert, das zwar arm an äußeren Ereignissen, aber reich an geistigem Inhalt ist. Die hohe geistige Kultur, die die Gebildeten der damaligen Zeit auszeichnete und von der unsere Zeit leider viel eingebüßt hat, spiegelt sich auch in der Persönlichkeit Osterhausens. Er war eine Zierde seiner Vaterstadt und seines Standes und darum schien es mir am Platze zu sein, zum erstenmal eine eingehendere Schilderung seines Lebens und Wirkens gegeben zu haben.

## Literatur über Osterhausen und seine Zeit

1. Acta collegii medici Bd. VI, Handschrift aufbewahrt im Nürnberger Ärztlichen Verein.
2. Will-Nopitsch: Nürnberger Gelehrtenlexikon. Nürnberg 1806.
3. Dechambre: Dictionaire encyclopédique des sciences medicales.
4. Callisen, Adolf Karl Peter: Medizinisches Schriftstellerlexikon der jetzt lebenden Ärzte. Band XIV. pag. 205. Band XXXI. pag. 109.
5. Hoven, Wilhelm von: Autobiographie. Nürnberg bei Schrag.
6. Varnhagen von Ense: Biographische Denkmale, 9. Teil: Denkwürdigkeiten des Philosophen und Arztes Johann Benjamin Erhard.
7. Wilder: Nürnberg für Fremde und Einheimische. Handbüchlein 1827.
8. Schubert, Gottlieb Heinrich: Der Erwerb aus einem vergangenen und die Erwartungen von einem zukünftigen Leben. 2. Bd. Erlangen 1855.
9. Gründungsprotokolle der Nürnberger Naturhistorischen Gesellschaft. Manuskript im Besitz der Naturhistorischen Gesellschaft.
10. Göschel, Wilhelmine: Erinnerungen aus meinem einfachen Leben. Manuskript.
11. Göschel, Wilhelmine: Tagebuch. Manuskript. Die beiden letzten Manuskripte befinden sich in Familienbesitz.
12. Gurlt-Hirsch. Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker. Wien 1888.
13. Festschrift der Nürnberger Naturhistorischen Gesellschaft zu ihrem 100jährigen Jubiläum 1901. Dort biographischer Abriss über Osterhausen von A. Heerwagen.
14. Festschrift der physikalisch-medizinischen Societät zu Erlangen zur Feier ihres 100jährigen Bestehens am 27. Juni 1908. Erlangen bei Menke 1908.
15. Hirschfeld, Ernst: Romantische Medizin, Kyklos Jahrbuch für Geschichte und Philosophie der Medizin, Band 3. 1930.
16. Diepgen, Paul: Deutsche Medizin vor 100 Jahren. 1923.

## Schriften Johann Karl Osterhausens

1. Galens Schrift von der Erhaltung der Gesundheit. Übersetzung Wittwers Archiv für die Geschichte der Arzneykunde. Bd. 1. Nürnberg 1790. Enthält das 7. bis 11. Kapitel.
2. Dissertatio exhibens Sectea Pneumaticorum medicorum historiam. Altdorf 1791.
3. Über medizinische Aufklärung, 1. Teil. Zürich bei Heinrich Geßner 1798.
4. Einige wohlgemeinte Vorschläge, wie ein medizinisches Kollegium auf die zweckmäßigste und vollkommenste Weise einzurichten sei. Eine Rede, gehalten in einer Versammlung rechtgläubiger Ärzte von einem rechtgläubigen Arzt. Herausgegeben, zum Druck befördert und also ans Licht gestellt von Simon Ratzenberger jun. Sulzbach 1798.
5. Über das praktische Gefühl. Röschlaubs Magazin zur Vervollkommnung der theoretischen und praktischen Heilkunde. Teil I. Frankfurt 1799.
6. Medizinische Beobachtungen über die zu Livorno anno 1804 herrschende Seuche von Gartan Palloni. Aus dem Italienischen übersetzt in Hufelands und Harleß' neuem Journal der ausländischen medizinisch-chirurgischen Literatur. Bd. 3. Nürnberg und Sulzbach 1805.

7. Recensionen in der Gothaischen, Würzburgischen gelehrten Zeitung sowie in der Erlanger Literatur-Zeitung.
8. Über vergleichende Pathologie. Vortrag, gehalten in der physikalisch-medizinischen Societät zu Erlangen am 22. Juni 1809. Gedruckt im 1. Band der Veröffentlichungen der Societät.
9. Abriß der Geschichte der Stadt Nürnberg, gedruckt im Taschenbuch der Stadt Nürnberg 1818. Ebenda: Topographische und statistische Mitteilungen über die Stadt Nürnberg.
10. Gutachtlicher Bericht des prakt. Arztes Dr. Osterhausen in Nürnberg vom 31. Dezember 1830 über Kaspar Hauser, dem Kreis- und Stadtgericht Nürnberg erstattet. Abgedruckt bei Dr. Julius Meyer: Authentische Mitteilungen über Kaspar Hauser. Ansbach bei Seybold 1872.
11. Einige Worte zur Widerlegung der Darstellung des Kunst- und Buchhandels zu Nürnberg in Nemnichs Reise durch die Schweiz und verschiedene Gegenden Deutschlands. Nürnberg 1811.
12. Briefe Osterhausens an seine Familie, an Erhard, Varnhagen von Ense, Witschel.







ABHANDLUNGEN  
DER  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT  
ZU  
NÜRNBERG

---

XXIV. Band  
(Sonderband)

Das südlich-kontinentale Element in der Flora von Bayern  
mit besonderer Berücksichtigung des Fränkischen  
Stufenlandes

von

Dr. Konrad Gauckler

1930

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG







DAS SÜDLICH-KONTINENTALE  
ELEMENT IN DER FLORA  
VON BAYERN

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES  
FRÄNKISCHEN STUFENLANDES

VON

KONRAD GAUCKLER

1 9 3 0

NATURHISTORISCHE GESELLSCHAFT NÜRNBERG



# INHALTSVERZEICHNIS.

Vorwort . . . . .	V
Einleitung:	
Das südlich-kontinentale und das atlantische Element in der Flora und Vegetation Europas . . . . .	1
Hauptteil:	
I. Begriffsbestimmung und Einteilung des südlich-kontinentalen Elementes nach Gesamtverbreitung und Formationsangehörigkeit . . . . .	4
II. Geographische Übersicht über das Untersuchungsgebiet und dessen Einzellandschaften . . . . .	6
III. Die einzelnen Arten des südlich-kontinentalen Elementes und ihre Verbreitung in den Landschaften des Untersuchungsgebietes . . . . .	8
a) Pflanzen der Steppenheide . . . . .	8
b) Pflanzen des Steppenheidewaldes . . . . .	37
c) Pflanzen des Auwaldes und des Klebwaldes . . . . .	52
d) Pflanzen der Flachmoore und Auwiesen . . . . .	54
Schlußteil:	
Zusammenfassende Betrachtung und Gesamtergebnisse . . . . .	59
I. Areal, Formationszugehörigkeit und Ökologie . . . . .	59
II. Übersicht über die Verbreitung der südlich-kontinentalen und der atlantisch-subatlantischen Arten in den Landschaften des Untersuchungs- gebietes (Tabellen und Kurventafeln) . . . . .	62
III. Die verschiedenartige Ausbildung des südlich-kontinentalen Elementes in den einzelnen Landschaften und die Bedingungen und Ursachen hierfür . . . . .	73
Literaturverzeichnis . . . . .	107



## VORWORT.

Bei der Wichtigkeit, welche das südlich-kontinentale Florenelement in der Pflanzengeographie Europas, in der Landschaftskunde und in der menschlichen Siedlungskunde besitzt, war eine zusammenfassende Bearbeitung dieser Pflanzen-Gruppe in Bayern schon längst eine dringende Forderung, die z. B. auch im Jubiläumsband der Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft<sup>1</sup> öffentlichen Ausdruck fand.

Die vorliegende Arbeit sucht nun die eigenartige Verbreitung der südlich-kontinentalen Pflanzen in Bayern darzustellen, die Gründe der Verbreitungstatsachen zu erörtern und schließlich in Kürze die Einwanderung dieser interessanten geographischen Gruppe der europäischen Flora in die zum rechtsrheinischen Bayern gehörigen Landschaften Süddeutschlands zu besprechen. In dem westlich angrenzenden, württembergischen und badischen Anteil Süddeutschlands ist jene Arbeit durch die Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern von J. Eichler, R. Gradmann und W. Meigen, die in ihren beiden letzten Heften (Stuttgart 1914 und 1926) die südlich-kontinentale Gruppe behandeln, bereits glänzend gelöst worden. Soweit die südlich-kontinentale, früher auch als pontisch-mediterran oder xerotherm bezeichnete Florengruppe in Frage kommt, soll vorliegende Abhandlung den bisher fehlenden Anschluß für das östliche Süddeutschland bilden.

Durch eine reiche Zahl sorgfältiger Florenwerke und floristischer Notizen (siehe Literaturübersicht und Inhaltsangaben der einzelnen Bände der Berichte und Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft) ist in Bayern bis in die jüngste Zeit wertvolles Material für pflanzengeographische Bearbeitung zusammengetragen worden. Geographische Betrachtungen über die südlich-kontinentalen Arten der heimischen, bayerischen Flora sind bisher nur teilweise angestellt worden und knüpfen sich an die Namen Sendtner, Gradmann, Drude, Hegi, Vollmann, Frickhinger, Süßenguth, Scherzer, Heller, Bauer und in neuester Zeit besonders K. Troll, W. Troll, Kaiser u. a. Es wurden aber hierbei stets nur einzelne Teilgebiete oder bestimmte Arten sehr summarisch und vielfach unter anderem Gesichtspunkt behandelt.

Ursprünglich war es die Absicht des Verfassers, lediglich das fränkische Stufenland mit dem mittelfränkischen Becken zu bearbeiten, da ihm dieses durch langjährige Begehung am besten bekannt ist. Doch wurden zum Zwecke des einheitlichen Gesamtüberblickes auch das ostbayerische Grenzgebirge und das südbayerische Alpenvorland von der Donau bis zum Fuß der Alpen in die Untersuchung mit einbezogen, obwohl dem Verfasser für letzterwähnte Land-

<sup>1</sup> Vollmann, Fr., Geschichte der Bayer. Bot. Ges. 1890—1915, in Berichte der Bayer. Bot. Ges. Bd. XV, München 1915 S. XXV.

schaften nicht so viele und ausgedehnte Eigenbeobachtungen zur Verfügung stehen wie für erstere. Jedoch glaubt der Verfasser auch hier eingreifen zu dürfen, da eine allgemeine Übersicht für die südlich-kontinentale Florengruppe in Bayern noch nicht vorliegt. Es sei aber an dieser Stelle zur Ergänzung für Südbayern auf die prächtigen, unlängst erschienenen vegetationskundlichen, pflanzengeographischen und geographischen Abhandlungen von K. Troll und W. Troll verwiesen, desgleichen auf manche Veröffentlichung der Bayerischen Botanischen Gesellschaft in München.

Mit großem Dank erinnert sich der Verfasser mancher Hilfe, die ihm bei seinen Untersuchungen zuteil wurden. Wertvolle Anregung, ideelle und praktische Unterstützung dankt er vor allem seinen verehrten Lehrern Herrn Prof. Dr. K. Noack, Vorstand des Botanischen Instituts der Universität Erlangen, und Herrn Prof. Dr. R. Gradmann, Vorstand des Geographischen Instituts der Universität Erlangen. Diesen beiden Herren, sowie der pekuniären Unterstützung durch die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und meiner Vaterstadt Nürnberg verdanke ich auch die Möglichkeit zu pflanzengeographischen Forschungsreisen nach Südosteuropa, sowie nach Süd-, West- und Nordeuropa. Mit Dankbarkeit gedenke ich ferner mancherlei Hilfe, die von der Botanischen Sektion der Naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg, vom Botanischen Verein in Nürnberg und von vielen hier ungenannten Einzelpersonen kam. Eine wertvolle, sachliche Förderung verdanke ich besonders dem Entgegenkommen der Naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg, die mir die in ihrem Besitz befindlichen, nachgelassenen Kartierungen des Nürnberg-Erlanger Florenggebietes durch den besten Kenner der mittelfränkischen Flora, den verstorbenen Korpsstabsveterinär A. Schwarz, zur Verfügung stellte.

Die Veröffentlichung der Arbeit, die — um Umfang und Druckkosten nicht allzu groß werden zu lassen — leider nur unter starker Kürzung der Verbreitungsangaben im Texte und unter Weglassung der Pflanzenverbreitungskarten erfolgen konnte, ermöglichten in dankenswerter Weise namhafte pekuniäre Zuschüsse von seiten der Stadt Nürnberg, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München und des Botanischen Vereins Nürnberg.

Es ist für den Verfasser eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle dem Stadtrat von Nürnberg, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München sowie dem Botanischen Verein zu Nürnberg seinen herzlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

## EINLEITUNG.

Ein höchst bemerkenswerter Zug in der Pflanzenwelt Europas ist die Veränderung, die sich beim Fortschreiten von Südosten nach Nordwesten zeigt. Im Artenbestand der Flora, wie in der von ihr gebildeten Vegetation tritt hierbei ein charakteristischer Wechsel ein.

Viele Pflanzen, die im südöstlichen, südlichen und zentralen, also im südlich-kontinentalen Europa verbreitet sind, schließen bei Annäherung an das nordwestliche, atlantische Europa ihr Verbreitungsgebiet in auffallender Häufigkeit mit Nordwestgrenzen ab. Umgekehrt finden viele in den atlantischen Küstländern Europas häufige Pflanzen vor Erreichung des kontinentalen Europa durch eine südöstlich gerichtete Verbreitungsgrenze das Ende ihres Areals.

Dieser Wechsel der Arten wirkt sich im äußersten Südosten wie im äußersten Nordwesten so stark aus, daß es zur Bildung ganz anderer Pflanzenbestände, ganz neuer Assoziationen und Formationen kommt. Es entstehen dadurch im atlantischen Gebiet die typisch atlantischen Ericaceen-Heiden und Hochmoore, während im südlich-kontinentalen Gebiet die echten, baumlosen, gras- und kräuterreichen Steppen erscheinen. Im mittleren Gebiet, das sich wie auch das atlantische Gebiet durch den Besitz der Wälder auszeichnet, findet je nach den örtlichen Bedingungen eine mehr oder weniger starke Abschwächung der beiden Gegensätze statt, es können eigenartige Übergänge, aber auch hochinteressante, durch besondere Umstände begünstigte Vorstöße der beiden Extreme beobachtet werden. Diese auffällige, von Südost nach Nordwest und umgekehrt erfolgende Veränderung im floristischen Artbestand und in der Vegetation Europas beeinflusst den botanischen und den allgemeinen Charakter ganzer Landschaften in bedeutsamer Weise. Es ist daher selbstverständlich, daß die Pflanzengeographie der Verbreitung der auf das südöstliche und südliche Europa beschränkten Pflanzen, eben der südlich-kontinentalen Florengruppe, wie auch der sich gegensätzlich verhaltenden, atlantischen Gruppe große Aufmerksamkeit zugewandt hat und sich ihrer bei der Gliederung des europäischen Florengebietes bedient.

Forschungen haben gezeigt, daß die geschilderte Verschiedenheit in der Flora und Vegetation Europas größtenteils direkt und indirekt klimatisch bedingt ist. Das Klima, das einen entscheidenden Einfluß auf Boden und Pflanzen ausübt, erfährt in Europa in Richtung von Nordwesten nach Südosten eine gesetzmäßige Änderung. Einerseits herrscht in den nordwestlichen, dem atlantischen Ozean benachbarten Ländern ein niederschlagreiches, sommerkühles und wintermildes Klima, während andererseits im Südosten, im Innern der europäisch-asiatischen Landmasse ein niederschlagarmes, sommerheißes und winterkaltes Klima sich auswirkt. Die direkten Wirkungen des atlantischen Klimas mit seiner Feuchtigkeit und dem Fehlen niedriger Winter- und hoher Sommertemperaturen zeigen sich vor allem im sehr reichlichen Vorkommen von immergrünen Pflanzen,

wie Ericaceen, *Ulex europaeus*, *Ilex aquifolium* und durch die Entstehung ausgedehnter Hochmoore. Auch gelangen in den Ländern mit ozeanischem Klima, abgesehen vom Bereich der eigentlichen Meeresküsten und der Erica-Ulex-Heiden und Hochmoorgebiete, schattige Laubwälder, die vornehmlich von *Fagus silvatica* gebildet werden, zu mächtiger Entfaltung. Dazu kommt als wichtige indirekte Wirkung für die Pflanzenwelt eine spezifische Beeinflussung der Bodenbildung durch das feuchte, atlantische Klima. Die reichlichen Niederschläge veranlassen eine Auslaugung der Nährstoffe im Boden, die mit der Zeit zu einer Nährstoffarmut des Wurzelstandortes der Pflanzen führt. Des weiteren erfährt — besonders in den kühleren, nördlichen Gegenden und in den montanen Regionen — der Rückstand abgestorbener Pflanzenteile eine ungenügende Zersetzung, die den stark sauren Rohhumus liefert. Gänzlich versauerte Podsolböden mit der wurzefeindlichen Ortsteinschicht, der ausgelaugten Bleicherde-schicht und der aufgelagerten, adsorptiv ungesättigten Rohhumusdecke, sowie die etwas weniger verarmten Braunerdeböden sind die Ergebnisse feucht-kühler Klimazonen in Nordwest-, Nord- und teilweise auch in Mitteleuropa. Die sauren Podsolböden sind die eigentlichen Wuchsgebiete der atlantischen Ericaceen-Sträucher, der Sphagnum-Arten, wie der übrigen Hochmoorpflanzen und der nordischen Nadelwälder. Die sich den podsoligen Bleicherden nach Südosten und Süden anschließenden Braunerdeböden sind die typischen Standorte der mesophytischen, sommergrünen, schattigen Laubwälder Nordwest- und Mitteleuropas.

Ganz anders sind die Auswirkungen des Kontinentalklimas Südosteuropas. Die zunehmende Winterkälte schließt immergrüne Pflanzen aus. Der steigende Mangel an Niederschlägen und ihre ungleiche Verteilung bei erhöhter Verdunstung infolge der sommerlichen Hitze und der trockenen Winde machen den Baumwuchs langsam unmöglich. Der Wald lichtet sich immer mehr; in seine Vorposten dringt die Steppe ein und schließlich herrscht durchwegs die baumlose, lichtüberflutete Steppe, deren xerophytische Gräser, Kräuter und Halbsträucher durch äußere und innere Anpassungen verschiedenster Art Sommer- und Winterdürre überstehen können. Da die Stärke der Verdunstung und die geringen Niederschläge ein tieferes Eindringen von Feuchtigkeit in den Boden verhindern, können die Produkte der Mineralverwitterung nicht mehr in die Tiefe und zum Grundwasser entführt werden; sie bleiben in den oberen Bodenschichten und reichern sich dort an. Die Humusstoffe solcher Böden werden durch Basenadsorption in einen gesättigten, neutralen, koagulierten Zustand übergeführt. Fast alle Böden in ausgeprägt südlich-kontinental gelegenen Gebieten sind daher mit wenigen Ausnahmen von neutraler bis alkalischer Reaktion. Auch kalkarme Silikatböden nehmen dort keine ungünstig hohen Säuregrade an. Dies bewirkt, daß die südöstlichen und südlichen Pflanzen vorzüglich an trockene, neutrale bis alkalische (meist kalkreiche) Böden und wegen des Mangels geschlossener dichter Wälder zugleich an sonnige, lichte Standorte in der Mehrzahl angepaßt sind, während die atlantischen Pflanzen zum großen Teil auf nährstoffarmen (kalkarmen), oft stark sauren und feuchten, beschatteten Böden erscheinen, ja dort geradezu am besten konkurrenzfähig sind.

Im mittleren Europa, dem breiten Übergangsgebiet zwischen den rein atlantischen und den ausgeprägt kontinentalen Ländern, herrscht ein bunter Wechsel in den klimatischen Werten, die bald mehr der einen, bald mehr der anderen Seite zuzuzählen sind. Orographische und edaphische Verhältnisse sind hier von sehr großem Einfluß auf lokale Klima- und Bodenbildung. Berggebiete, die sich den Westwinden entgegenstellen, können infolge der erhöhten Niederschläge und Temperaturmäßigung eine Klimaänderung zur atlantischen Seite hin erzeugen, während Beckenlage eine Verschiebung der Niederschlags- und Temperaturwerte in kontinentaler Richtung bewirkt. Die chemische und physikalische Beschaffenheit des anstehenden Gesteins (z. B. Silikatgestein oder Kalkstein, wasserhaltender Ton oder durchlässiger Sand) verstärkt oder schwächt die klimatische Tönung des engeren Standortes ab und beeinflusst sehr die Art der Bodenbildung. So kommt es, daß eine örtliche Änderung orographischer und edaphischer Verhältnisse auch eine Änderung in der Häufigkeit des Auftretens südlich-kontinentaler oder atlantischer Pflanzen zur Folge hat, die sich oft zu einer gesetzmäßigen Gegensätzlichkeit steigert und einzelnen Landschaften ein besonderes Gepräge gibt. Die historischen Rückwirkungen der Klimaänderungen der Glazial- und Postglazialzeit, Konkurrenzverhältnisse der Pflanzen untereinander, der Eingriff der menschlichen Kultur in die Natur sowie das Spiel des Zufalls vermehren noch weiter das Faktorengewirr. Die interessante Verbreitung des südlich-kontinentalen<sup>1</sup> Florenelementes in Bayern zu schildern, die Ursachen derselben soweit als möglich zu erklären, soll im folgenden versucht werden.

---

<sup>1</sup> Die Bearbeitung der atlantisch-subatlantischen Gruppe wird später nachfolgen.

## Begriffsbestimmung und Einteilung des südlich-kontinentalen Elementes.

Wie bereits aus der Einleitung hervorgeht, wird hier der Begriff „südlich-kontinentales Element“ in rein geographischem Sinn<sup>1</sup> gebraucht. Demzufolge umfaßt das südlich-kontinentale Element eine Gruppe von Pflanzen, deren Hauptverbreitungsgebiet im südöstlichen, südlichen und zentralen Europa liegt und die das nordwestliche und nördliche Europa meiden. Das Areal dieser Pflanzen schließt zum mindesten also Irland, Schottland, Mittel-, West- und Nordengland, Nordwestfrankreich, Nordwestdeutschland, West-, Mittel- und Nordskandinavien aus; es endet in Richtung gegen Nordwest- und Nordeuropa mit charakteristischen Nordwest- oder Nordgrenzen. Nach Süden und Osten gehen die südlich-kontinentalen Pflanzen verschieden weit. Soweit sie nicht über das Donaugebiet und über das nördliche Mittelmeergebiet hinausgehen, werden sie als „zentraleuropäisch“ bezeichnet. Reicht das Areal nach Osten bis nach Süd- und Mittelrußland oder gar bis Asien, so erhalten sie die Bezeichnung „südöstlich“. Oft ist dabei das Areal auch über die Mittelmeerländer ausgedehnt, doch liegt der Schwerpunkt der Gesamtverbreitung dieser Untergruppe stets im Südosten. Pflanzen, die in den Mittelmeerländern und in den südlichen Teilen des mittleren Europa verbreitet sind und noch diesseits der Nord- und Ostsee mit einer Nordgrenze endigen, werden der Untergruppe mit südlichem Verbreitungsgebiet zugerechnet. Vereinzelt erscheinen ihre Angehörigen auch im südlichsten England.

Die Ausdrücke „pontisch“, „pannonisch“, „sarmatisch“, „aquilonar“, „meridional“, „mediterran“, „submediterran“ werden von manchen Autoren<sup>2</sup> teilweise in obiger Bedeutung von südöstlicher und südlicher Verbreitung angewendet, teilweise sind sie aber mit genetischen und ökologischen Vorstellungen belastet worden, die eine rein geographische Auffassung dieser Begriffe verwischt haben, teilweise sind sie auch unzweckmäßig, wie z. B. „mediterran“, welches Wort doch am besten für die Charakterpflanzen des eigentlichen Mediterran-Gebietes vorbehalten bleibt. Deshalb wurden im Anschluß an R. Gradmann die nicht mißverständlichen Ausdrücke „südöstlich“, und „südlich verbreitet“ gewählt.

Was die vertikale Verbreitung anbelangt, so müssen alle in Betracht kommenden Pflanzen innerhalb der Stufe des Weinbaues verbreitet sein, wenn auch manche von ihnen bis in die Hochgebirgsstufe aufsteigen können. Reine Gebirgspflanzen sind von allen drei Untergruppen ausgeschlossen.

---

<sup>1</sup> Eichler, Gradmann, Meigen, Ergebnisse der pflanzengeogr. Durchforschung von Württemberg, Baden, Hohenzollern. 1914. H. 6 S. 323 Anm. 1. Sterner, The continental element in the flora of South Sweden. 1922. S. 229. Walter Hrch., Einführung in die allgem. Pflanzengeographie Deutschlands. 1927. S. 27, 35—40.

<sup>2</sup> S. z. B. Ludwig, O., Das pontische und aquilonare Element in der Flora Schlesiens. Englers Botan. Jahrbücher 58. 1923.

„Bei aller Verschiedenheit im einzelnen wird somit die südlich-kontinentale Gruppe doch von gewissen sehr charakteristischen gemeinsamen Zügen umschlossen. Dazu gehört die Verbreitung nach unten und nach Süden bis mindestens ins Weinbaugebiet und ganz besonders die Zurückhaltung gegenüber dem europäischen Nordwesten, Nordwestfrankreich, Irland, Schottland, Mittel-, West- und Nordengland, Mittel- und Nordskandinavien und auch Nordwestdeutschland; also ein südlicher und zugleich ein kontinentaler Zug, wodurch die gewählte Benennung ihre Rechtfertigung findet.“ (R. Gradmann.)

Im Hinblick auf ihre Stellung innerhalb der Vegetation müssen die Arten des südlich-kontinentalen Elements verschiedenen Pflanzenverbänden zugewiesen werden. Da nun für die topographische Verteilung der südlich-kontinentalen Pflanzen die Gebundenheit an bestimmte Formationen (Assoziationskomplexe) sehr wesentlich ist, soll nach der Formationszugehörigkeit die Gliederung der ganzen Gruppe vorgenommen werden.

Hiebei mag gleich bemerkt werden, daß Adventiv- und Ruderalpflanzen, sowie Ackerunkräuter nicht aufgenommen worden sind, da ihr Vorkommen viel zu vielen Zufälligkeiten ausgesetzt ist. Es sind nur Arten zur Untersuchung gelangt, die der heimischen Flora ursprünglich und ohne Zutun des Menschen angehören. Von diesen ist eine große Zahl der sonnigsten und trockensten Formation Mitteleuropas, der Steppenheide,<sup>1</sup> eigentümlich. Dieselbe stellt in ihrer typischsten Ausbildung, wie sie an einzelnen edaphisch und klimatisch besonders begünstigten Stellen des Untersuchungsgebietes sich vorfindet, nichts anderes dar als kleine, eng begrenzte und vom Hauptgebiet getrennte, mitteleuropäische Vorkommnisse (Exklaven) der echten Kraut-Gras-Steppen Südosteuropas. Ihre Charakterpflanzen, welche später ausführlich besprochen werden, sind die nämlichen Arten, die größtenteils auch in den eigentlichen Steppendistrikten Rußlands tonangebend sind. In ihrer reinsten Ausprägung ist die Steppenheide baumlos und aus einer reichen Mischung xerophytischer und meist südöstlich und südlich verbreiteter Arten zusammengesetzt. Die meisten ihrer Komponenten haben ein hohes Lichtbedürfnis und ertragen ausgezeichnet große Trockenheit. Vereinzelt vermag die Steppenheide auch in ganz lichte Eichen- und in sonnige Föhrenbestände einzudringen, eine Erscheinung, die im Waldsteppengebiet des Südostens häufig zu beobachten ist. Die Arten mit engstem Anschluß an die Steppenheide bilden ihre Leitpflanzen, die übrigen, weniger streng an die Steppenheide gebundenen Arten, die z. B. auch an Standorte wie Wald- und Wegränder oder an sonnige Raine übertreten, werden Steppenheidepflanzen mit freierem Anschluß genannt. Nicht wenige südlich-kontinental verbreitete Arten erscheinen vornehmlich in sonnigen Gebüsch von *Corylus Avellana*, *Cornus sanguinea*, *Cornus mas*, *Crataegus*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*, *Rosa spec. usw.*, in lichten Laubwäldern, gebildet zumeist

<sup>1</sup> Näheres über den Namen Steppenheide siehe Gradmann, R., in „Ergebnisse der pflanzengeogr. Durchforschung von Württemberg, Baden, Hohenzollern“; und Gams, H., in „Heide und Steppe“. Erschienen in Repert. spec. regni vegetabilis. Beiträge zur Systematik und Pflanzengeographie IV, 1927.

aus *Quercus Robur*, *Carpinus Betulus*, *Tilia*, seltener *Fagus* und in Föhrenwäldern mit grasigem Unterwuchs. Da diese Formationen in naher Beziehung zur Steppenheide stehen und manche Pflanze mit ihr gemeinsam haben, auch unter sich viele Mischungen eingehen, so erhalten sie nach Gradmann die Bezeichnung „Steppenheidewald“. Der Steppenheidewald erfährt in Form der lichten Eichenwälder mit Steppenunterwuchs in den Donauländern und im nördlichen Südrußland größte Verbreitung. Desgleichen besitzen die trockenen Föhrenwälder mit krautgrasigem Bodenwuchs eine weite Verbreitung in den Kontinentalgebieten. Lichte Eichenwälder, Föhrenwälder und auch Birkenwälder bilden ja die äußersten Vorposten der Wälder des mittleren Europas gegen die Steppen und mit Steppeninseln gemischt stellen sie die Waldsteppenzone des südöstlichen Rußlands dar. Die noch übrigen Arten des südlich-kontinentalen Elements — die also weder der Steppenheide noch dem Steppenheidewald zugehörig sind — verteilen sich auf die Formationen der schattigen, mesophytischen Laubwälder, auf die Talwiesen, auf die Wiesenmoore und feuchten Uferbestände. Ihre Bedeutung ist sowohl der Zahl als auch der topographischen Verbreitung nach geringfügig.

## **Geographische Übersicht über das Untersuchungsgebiet und dessen Einzellandschaften.**

Um die Verbreitung der südlich-kontinentalen Florengruppe im Untersuchungsgebiet am zweckmäßigsten darstellen zu können, wird jede hieher gehörige Art nach ihrem Vorkommen in den einzelnen natürlichen Landschaften, in die das rechtsrheinische Bayern zerfällt, besprochen werden. Zu diesem Zweck sei der Verbreitungsdarstellung eine geographische Übersicht über die unterschiedenen wichtigsten Einzellandschaften vorangestellt.

Politisch umfaßt das behandelte Gebiet Bayern rechts des Rheins, ohne sich jedoch streng an die Staatsgrenzen zu halten, da diese öfters natürlich Zusammengehöriges trennen oder neue, außerbayerische Landschaften eben noch anschneiden. So fällt die Aschaffener Untermainebene mit dem Westfuß des Spessarts weg, weil sie als Ausläufer des Mainzer Beckens der Oberrheinischen Tiefebene zugewiesen werden muß; desgleichen wird der bayerische Anteil an der Rhön, am Thüringer Wald, am Vogtland und der Frankwald nicht behandelt, da sie zu eng mit dem mitteldeutschen Gebirgsland verknüpft sind, um davon losgelöst zu werden. Unberücksichtigt blieb ferner Bayerns schmaler Besitz an den Alpen. Andererseits greift die Untersuchung auf das ganze Taubergebiet und damit auf den nordöstlichsten Teil von Württemberg und Baden über. Ebenso sind die südlichsten Teile der thüringischen Landkreise Meiningen und Hildburghausen, die noch in das Grabfeld oder in andere Teile der zum Main entwässerten Fränkischen Platte hereinragen, sowie das neubayerische Koburger Land in die Untersuchung einbezogen worden.

Bei landschaftsgeographischer Betrachtung lassen sich in dem umschriebenen Arbeitsgebiet drei Großlandschaften, nämlich das Fränkische Schichtstufenland, das Ostbayerische Grenzgebirge und das Bayerische Alpenvorland unterscheiden, die ihrerseits in eine Anzahl von gut charakterisierten Einzellandschaften zerfallen, welche für unseren Gebrauch, zur pflanzengeographischen Verbreitungsdarstellung, sehr zweckdienlich sind.

### 1. Das Fränkische Schichtstufenland.

Die Schichten des Buntsandsteins, des Muschelkalkes, des Keupers und des Jura beteiligen sich an seinem geologischen Aufbau; daneben gelangen auch Ablagerungen der Kreide, des Tertiärs und des Diluviums (Sand und Löß) zu örtlicher Bedeutung. Durch das allmähliche Einfallen der Trias- und Juraschichten nach Osten und Südosten sowie durch den regelmäßigen Wechsel von hartem und weichem Gestein, von Sandstein, Tonen, Mergel, Kalkstein usw., gaben diese geologischen Formationen nach teilweiser Abtragung im Laufe geologischer Zeiträume Anlaß zur Entstehung von äußerst verschiedenartigen Einzellandschaften, die sich mit scharfen Scheidelinien streifenförmig von West nach Ost ablösen. Es sind dies: der Spessart, die Fränkische Gäulandschaft, das Keuperbergland, das Mittelfränkische Becken, das Liasvorland der Fränkischen Alb, die Fränkische Alb selbst und schließlich die Oberfränkisch-Oberpfälzische Senke.

### 2. Das Ostbayerische Grenzgebirge.

Sein mächtiger Urgebirgswall grenzt Bayern und damit das Untersuchungsgebiet gegen Osten ab. Dieses waldbedeckte Mittelgebirge gliedert sich in das Fichtelgebirge und den Böhmerwald, dessen bayerischer Anteil als Oberpfälzer Wald und Bayerischer Wald unterschieden wird.

### 3. Das Bayerische Alpenvorland.

Es erstreckt sich vom Nordfuß der Alpen bis zum südlichsten Abbruch der Schwäbisch-Fränkischen Alb und zum Südfuß des Bayerischen Waldes und baut sich aus sandigen, kiesigen, tonigen und mergeligen Ablagerungen der Tertiärzeit auf, die aber — besonders in der Nähe der Alpen — von mächtigen Schuttmengen eiszeitlicher, alpiner Gletscher und Gletscherströme überschüttet und streckenweise auch mit Löß und Sanddünen bedeckt wurden. In langsamem Abfall senkt es sich vom Rand der Alpen zur Donau hin. Das Donautal selbst bildet nicht streng die Nordgrenze, da der Donaustrom wiederholt in Stromengen die Fränkische Alb (zwischen Stepperg—Neuburg und zwischen Neustadt—Regensburg) und das Urgebirge des Bayerischen Waldes (zwischen Vilsbiburg—Passau—Jochenstein) durchbricht und dadurch Teile der Fränkischen Alb und des Ostbayerischen Grenzgebirges auf die rechte Donauseite zu liegen kommen, während andererseits das Alpenvorland bei Dillingen und Ingolstadt auf die linke Donauseite übergreift.

Es lassen sich im Alpenvorland folgende Teillandschaften unterscheiden:

Die Moränenlandschaft im Süden in nächster Nachbarschaft der Alpen, gekennzeichnet durch den bunten Wechsel von Endmoränenwällen und Grundmoränenhügeln, von großen und kleinen, oft mit Seen gefüllten Mulden und Zungenbecken, die größtenteils ein Ergebnis der letzten Eiszeit sind.

Die Schotterlandschaft, deren ebene Flächen die Schmelzwasserablagerungen der einzelnen Eiszeiten darstellen, die durch die Flüsse während der Interglazial- und Postglazialzeiten wieder zerschnitten, in Terrassen verwandelt und auch teilweise umgelagert wurden, so daß Deckenschotterterrassen, Hochterrassen und jungglaziale Niederterrassen unterschieden werden.

Das Tertiärhügelland als dritte Teillandschaft des Alpenvorlandes ist ein flachhügeliges, einförmiges Gelände, das sich im Norden langsam zum Donautal absenkt und zungenartig von der Schotterlandschaft, die längs der Alpenflüsse bis in das Donautal vorstößt, durchdrungen wird.<sup>1</sup>

## Die einzelnen Arten des südlich-kontinentalen Elementes und ihre Verbreitung in den Landschaften des Untersuchungsgebietes.<sup>2</sup>

### Pflanzen der Steppenheide.

*Andropogon ischaemum* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Tropisch bis montan.

Spessart: im Inneren bis auf den Standort bei Frammersbach fehlend, vereinzelt im Maintal, von der Untermainebene her aufwärts bis Langenprozelten vordringend. — Fränkische Gäulandschaft: selten bei Wertheim, Karlstadt, Volkach, Eltmann. — Keuperland: im Bergland fehlend, tritt aber vereinzelt im Tal der Mittl. Ebrach bei Burgebrach und Burgwindheim auf. — Mittelfränkisches Becken: aus dem Maintal über Bamberg—Strullendorf—Hirschaid eindringend und zerstreut bis Zirndorf bei Fürth und Roßtal vordringend. — Fränkische Alb: im Donauzug ziemlich verbreitet, besonders in der Steppenheide sonniger Weißjurahänge des Donautales (vom Keilstein bei Regensburg bis Stepperg und Bertoldsheim aufwärts) und des Altmühltales (von Kelheim über Riedenburg, Beilngries, Kipfenberg bis Eichstätt); im Nordzug sehr selten an der Ehrenbürg bei Forchheim und bei Pottenstein. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erst am Südrand des Bayerischen Waldes längs der Donau am Walhallenberg und bei Passau auftretend. — Alpenvorland: zerstreut im donaanahen Teil des Tertiärhügellandes und auf den Niederterrassen der Schotterlandschaft

<sup>1</sup> Landschaftskundliche Charakterisierung und kartographische Darstellung der hier unterschiedenen Landschaften geben: Gradmann, R., „Süddeutschland“ in „E. v. Seydlitzsche Geographie“ Hundert-Jahr-Ausgabe I. Bd. Deutschland 1925. Troll, K.: Die natürlichen Landschaften des rechtsrheinischen Bayerns. (Geographischer Anzeiger Jahrg. 1926, Heft 1/2 mit Karte.)

<sup>2</sup> Die geographischen und topographischen Verbreitungsangaben konnten leider nur sehr gekürzt zum Abdruck kommen. Einzelheiten über die Verbreitung der Arten sind im Botan. Institut Erlangen, bzw. bei der Naturhistor. Gesellschaft Nürnberg hinterlegt.

längs Donau, Lech und Isar (z. B. bei Ulm, Rain, Unterhausen, Ingolstadt, Augsburg, Regensburg, Straubing, Landshut, Volkmannsdorf, Deggendorf usw., früher auch bei München); in der Jungmoränenlandschaft fehlend. —

*Stipa pennata* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut, meist in der Steppenheide sonniger Muschelkalk- und Lößhänge des Maintales und auf trockenen Gipsstöcken des Gipskeupergebietes (Triefenstein, Krainberg und Kalbenstein bei Karlstadt, Retzbach, Thünigersheim, Veitshöchheim, Würzburg, Randersacker, Sulzheim—Grettstadt, Nordheim bei Uffenheim, Kilsheim bei Windsheim). — Fränkische Alb: sehr zerstreut im südlichsten Teil des Donauzuges an felsigen Weißjurakalkhängen längs Donau- und unterem Altmühltal (Keilstein bei Regensburg, Mading, Kelheim, Weltenburg, Randeck bei Neuessing, Finkenstein bei Neuburg an der Donau). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern völlig fehlend, erst am Südfuß des Bayerischen Waldes gegen das Donautal bei Donaustauf erscheinend. — Alpenvorland: sehr selten und nur im trockensten Teil der Niederterrassen-Schotterlandschaft des unteren Isartales (Rosenau bei Dingolfing, Schwaigen bei Mamming, Obermoos bei Plattling).<sup>1</sup>

*Stipa capillata* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut an sonnigen Muschelkalk- und Lößhängen des Maintales vom Krainberg und Kalbenstein bei Karlstadt über Retzbach, Thünigersheim, Ravensberg, Ilb bis zum Stein bei Würzburg, ferner auf den trockensten Gipsstöcken des Gipskeupergebietes bei Unterspießheim-Grettstadt, Sulzheim, Nordheim bei Uffenheim und Kilsheim bei Windsheim. —

*Phleum Boehmeri* Wibel.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: noch nicht beobachtet. — Gäulandschaft: verbreitet. — Keuperland:<sup>2</sup> im Innern selten bis fehlend, erscheint meist nur an den Hängen der größeren Täler. — Mittelfränkisches Becken: selten. — Fränkische Alb: sehr verbreitet auf Jurakalk und Dolomit, seltener auf Doggersandstein und sandiger Über-

<sup>1</sup> An den meisten aufgeführten Standorten handelt es sich um die mehr südlich verbreitete ssp. *Stipa mediterranea* (var. *pulcherrima* C. Koch), doch kommen in der Fränk. Gäulandschaft öfters auch Formen vor, die sich sehr der ssp. *St. eupennata* Asch. et Gr. var. *Joannis* Cel. nähern.

<sup>2</sup> Der Ausdruck „Keuperland“ ist hier im geographischen (nicht im geologischen) Sinne gebraucht. Große Teile des unteren Gipskeupergebietes gehören infolgedessen der Fränk. Gäulandschaft an; die Keuperformationsanteile, welche das engere Regnitzbecken säumen, sind dem Mittelfränkischen Becken zugeteilt. So umgreift das Gebiet des „Keuperlandes“ im wesentlichen die Keuperhöhen der Haßberge, des Steigerwaldes und der Frankenhöhe. Daher wäre vielleicht der Ausdruck „Keuperbergland“ besser, wenn nur nicht die östliche Abdachung der Steilstufe der Keuperhöhen infolge der Flachheit und der geringen Höhe des Geländes größtenteils so wenig Berglandcharakter hätte.

deckung. — Oberfränkische-Oberpfälzische Senke: selten bis zerstreut, häufiger nur an den Hängen des Maintales und auf den Jura- und Muschelkalkschollen. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erst am Südfuß am Donauhang bei Tegernheim, Deggendorf usw. auftretend. — Alpenvorland: besonders im unteren Teil der Schotterlandschaft und des Tertiärhügellandes ziemlich verbreitet; in der Moränenlandschaft seltener. —

*Melica ciliata* L.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Gäulandschaft: zerstreut bis häufig, vornehmlich an steinigten Muschelkalkhängen des Main-, Tauber- und Fr. Saaletales; im Gipskeupergebiet vereinzelt. — Keuperland: fehlend bis auf einen Standort bei Haundorf bei Gunzenhausen. — Mittelfränkisches Becken: nur bei Eggolsheim. — Fränkische Alb: ziemlich häufig auf Kalk- und Dolomittfels. — Oberfränkische Senke: vereinzelt auf Muschelkalkschollen bei Bayreuth und Fechheim. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint am Südrand des Bayerischen Waldes längs der Donau und am äußersten Fichtelgebirgsrand bei Berneck. (Es handelt sich hierbei meist um die ssp. *Nebrodensis*; die stärker auf das südöstliche Europa beschränkte ssp. *Transsilvanica* kommt vereinzelt im Donauzug und im Nordzug der Fränkischen Alb vor.)

*Poa Badensis* Haenke.

Südliches Zentraleuropa. Submontan.

Gäulandschaft: Gipshügel bei Kilsheim-Windsheim. — Fränkische Alb: nur im Nordzug im Dolomitgebiet des Staffelberges bei Staffelstein.

*Festuca Vallesiaca* Schleich. ssp. *sulcata* Hackel.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: im Innern noch nicht beobachtet, erscheint erst am Maintalhang bei Lohr. — Gäulandschaft: zerstreut, stellenweise ziemlich häufig. — Keuperland: im eigentlichen Keuperbergland noch nicht beobachtet, dringt aber von dem Verbreitungsgebiet in der Gäulandschaft her durch das Grabfeld in das Tal der Hellinge vor. — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut von Bamberg bis Nürnberg. — Fränkische Alb: im Donauzug ziemlich verbreitet, im Nordzug mehr zerstreut. — Oberfränkisch-Oberpfälzische Senke: sehr selten im Mainbecken bei Bayreuth und im Nabbecken bei Klardorf-Loisnitz. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im tieferen Innern fehlend, erscheint erst am Südfuß des Bayerischen Waldes zum Donautal. — Alpenvorland: sehr zerstreut im Gebiet der Niederterrassen der Schotterlandschaft und am Rande des Tertiärhügellandes; im eigentlichen Jungmoränengebiet noch nicht festgestellt.

*Carex supina* Wahlb.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Gäulandschaft: in der Steppenheide (*Stipetum capillatae*, *Festucetum sulcatae* usw.) des Gipshügels bei Kilsheim im Windsheimer Gau.

*Carex humilis* Leys.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin (alpin).

Gäulandschaft: zerstreut, hauptsächlich an sonnigen Muschelkalktalhängen des Mains, der Fr. Saale und der Tauber, doch auch auf Gipsstöcken des Gipskeupergebietes vom Grabfeld bis zum Uffgau. — Fränkische Alb: zerstreut, stellenweise ziemlich häufig in der Steppenheide auf Jurakalk und Dolomit, besonders an sonnigen Talseiten der Donau und Altmühl, seltener im Mittelteil des Nordzuges (Pegnitzgebiet), zerstreut im Wiesentgebiet und am Nordabfall zum Maintal. — Alpenvorland: zerstreut, zumeist auf den Heidewiesen trockener Niederterrassenflächen, selten in der Jungmoränenlandschaft.

*Allium montanum* Schmidt (= *A. senescens* L.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis alpin.

Gäulandschaft: zerstreut auf Muschelkalk und Gipskeuper von Karlstadt bis in das Grabfeld und bis zum Windsheimer Gau, maintalaufwärts bis Oberhaid vordringend. — Fränkische Alb: zerstreut bis ziemlich häufig auf Kalk- und Dolomitmfels. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber am Südrand längs der Donau. — Alpenvorland: sehr zerstreut bis selten und meist nur auf den Heidewiesen der Niederterrassen längs Lech, Isar und Inn; sehr selten in der Jungmoränenlandschaft (einzig bei Gassenhofen).

*Thesium Linophyllum* L. (= *Th. intermedium* Schrad.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut auf Muschelkalk und Gipskeuper vom Ostrand des Spessarts bis zum West- und Nordwestfuß des Steigerwaldes und der Haßberge. — Keuperland: vereinzelt aus der Verbreitung in der Gäulandschaft bis zum Hohenstein bei Koburg, Bruderwald bei Bamberg und Feuchtwangen eindringend. — Fränkische Alb: zerstreut im Donauzug vom Ries bis Regensburg; im Nordzug selten und nur im nördlichsten Teil, meist in der Nähe des Abfalles zum Maintal. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten (bei Fechheim, Weidhausen, Hochstadt, Obristfeld, Amberg). — Alpenvorland: zerstreut, meist auf den Heidewiesen der Niederterrassen der Schotterlandschaft längs Donau, Lech und Isar; selten in der Jungmoränenlandschaft (Herrsching, Ellbach, Hechenberg und Wackersberg bei Tölz).

*Silene Otites* (L.) Wibel.

Südliches und östliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis subalpin.

Gäulandschaft: zerstreut, zumeist auf Sandterrassen und Sanddünen des Maintales, seltener auf Muschelkalk und Gips. — Mittelfränkisches Becken: zerstreut auf trockenen Sandterrassen der Regnitz zwischen Bamberg und Baiersdorf, früher auch bei Nürnberg. — Fränkische Alb: im Donauzug zerstreut auf Dolomit und Sandterrassen entlang dem Donautal (bis Neuburg aufwärts) und der unteren Altmühl (bis Dietfurt aufwärts), sowie an den Talhängen der Schwarzen Läber und des Nabgebietes (bis Deuerling, Hohenfels, Hohenburg, Traiden-dorf, Kallmünz), auch im Ries; im Nordzug nur am Staffelberg. — Alpenvorland: nur im Donaubecken (Regensburg).

*Tunica prolifera* (L.) Scop.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan, selten auch montan.

Spessart: im Innern sehr selten (Altenbuch), häufiger am Maintalhang des Außensaumes. — Gäulandschaft: zerstreut, am häufigsten auf Sandterrassen und Dünen des Maintales. — Keuperbergland: vereinzelt, größtenteils auf die größeren Täler beschränkt. — Mittelfränkisches Becken: ziemlich verbreitet, besonders auf den trockenen Sandterrassen der Regnitz und Pegnitz. — Fränkische Alb: ziemlich häufig im Dolomitgebiet und auf sandiger Überdeckung, sonst zerstreut. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: zerstreut im Mainbecken, sonst selten. — Ostbayerisches Grenzgebirge: sehr selten, im Innern fast völlig fehlend, vereinzelt am Süd- und Westfuß (z. B. bei Donaustauf, Regenstauf, Cham, Berneck). — Alpenvorland: sehr selten bei München und Augsburg.<sup>1</sup>

*Tunica saxifraga* (L.) Scop.

Südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Gäulandschaft, Mittelfränkisches Becken und Oberpfälzer Senke: je einmal adventiv aufgetreten. — Fränkische Alb: im Donauzug zerstreut, stellenweise wie in der Steppenheide sonniger Donautalhänge häufig; im Nordzug dagegen selten und oft nicht ursprünglich (Pegnitz, Pottenstein, Friesen, Banz). — Ostbayerisches Grenzgebirge: tritt vereinzelt im südlichen Teil am Abfall des Bayerischen Waldes zur Donau auf. — Alpenvorland: zerstreut, meist auf Heidewiesen der Niederterrassen und sonniger, sandiger Tertiärhügel; in der Jungmoränenlandschaft bis auf ganz vereinzelt Vorkommnisse längs der Alpenflüsse (Inn und Salzach) fehlend.

*Dianthus Carthusianorum* L. ssp. *eu-Carthusianorum* Hegi.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin (alpin).

Spessart: aus der Verbreitung im Maintal vereinzelt die größeren Täler entlang gegen das Innere vordringend. — Gäulandschaft: allenthalben sehr verbreitet. — Keuperland: zerstreut. — Mittelfränkisches Becken: verbreitet auf Diluvialsandterrassen. — Fränkische Alb: sehr verbreitet, besonders auf Dolomit. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: zerstreut, doch öfters auf große Strecken fehlend (w. z. B. im Buntsandsteingebiet bei Neustadt a. H. und im feuchten Keupersandgebiet zwischen Kemnath—Parkstein). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt mit Ausnahme des Abfalles zum Donautal. — Alpenvorland: verbreitet (vornehmlich auf Heidewiesen der Schotterlandschaft und an sonnigen, trockenen Tertiärhügeln).

*Cerastium brachypetalum* Desportes.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Gäulandschaft: zerstreut. — Keuperland: sehr selten (adventiv bei Ebern und bei Dinkelsbühl). — Mittelfränkisches Becken: vereinzelt und sehr zerstreut vom

<sup>1</sup> *T. prolifera* erscheint neben ihrem ursprünglichen Vorkommen in der Steppenheide nicht selten auch adventiv an Eisenbahndämmen, Wegrändern usw.

Maintal bei Bamberg bis Lauf bei Nürnberg und Reichelsdorf bei Schwabach-Fürth. — Fränkische Alb: sehr zerstreut vom südlichen Abfall zum Donautal bis zum nördlichen Abfall zum Maintal. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: vereinzelt in der Mainfurche von Obristfeld bis Mainklein. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südfuß von Donaustauf bis Passau. — Alpenvorland: zerstreut, gern auf Heidewiesen trockener Niederterrassen des Lech und der Isar; im Innern der Jungmoränenlandschaft bis jetzt sehr selten (bei Tettenhausen) beobachtet, erscheint erst häufiger am Übergang in die Schotterlandschaft längs der Isar.

*Alsine fasciculata* (L.) Wahlenb. (= *Minuartia fasciculata* Hiern).

Südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis subalpin.

Fränkische Alb: im Donauzug sehr zerstreut in der Steppenheide sonniger, felsiger und sandiger Hänge des Donautales, des untersten Regen- und Schwarzen Laabertals (vom Keilstein bei Regensburg bis Lappersdorf, Schönhofen, Kelheim—Weltenburg). — Alpenvorland: sehr zerstreut und zumeist auf den Heidewiesen der trockenen Niederterrassen längs Donau, Lech und Isar; fehlt der Moränenlandschaft.

*Alsine setacea* M. u. K. (= *Minuartia setacea* Hayek).

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: im Donauzug zerstreut und sprungweise an sonnigen Kalk- und Dolomithängen des Donau-, Altmühl- und Nabtales (bis Abbach-Weltenburg, Pfalzpoint bei Eichstätt, Kallmünz und Hohenburg aufwärts).

*Anemone Pulsatilla* L. ssp. *grandis* (Wender.) Gürke  
(= *Pulsatilla grandis* Wender.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan. (Das Areal dieser breitblättrigen Rasse der *Anemone Pulsatilla* s. l. erstreckt sich von Südrußland durch die Donauländer bis in das Bayerische Alpenvorland, bis zur Schwäb.-Fränk. Alb, zur Fränk. Gäulandschaft und zum Kyffhäuser.)

Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide auf Muschelkalk und Gipskeuper vom Kalmut bei Homburg und dem Kalbenstein bei Karlstadt bis zum Gips-  
hügel bei Kilsheim im Windsheimer Gau. — Fränkische Alb: im Donauzug zerstreut in der Steppenheide auf Jurakalk und Dolomit von Regensburg bis Eichstätt, Dollnstein, Hohenfels und Kallmünz; im Nordzug selten (bisher nur bei Sulzbach, Weigendorf und Hauritz festgestellt). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber sehr typisch an sonnigen Urgesteinshängen am Südfuß zum Donautal (z. B. am Bogenberg und bei Donaustauf). — Alpenvorland: auf den Heidewiesen der Niederterrassen der Schotterlandschaft der Isar (Rosenau bei Dingolfing, Garching Heide).

*Anemone Pulsatilla* L. s. str. (= *Pulsatilla vulgaris* Miller).

Mitteleuropäisches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan. (Das Areal dieser schmalblättrigen Rasse der *Anemone Pulsatilla* s. l. erstreckt sich von

Oberösterreich, Süddeutschland und der Nordschweiz bis Mittelfrankreich, Südostengland und Südschweden).

Spessart: sehr selten im Innern, häufiger am Rand (Übergang zur Untermainebene, Maintalhänge und Übergang zur Gäulandschaft). — Gäulandschaft: verbreitet vom Ostrand des Spessarts bis zum Fuß der Keuperberge; daneben auch viele Zwischenformen (*Pulsatilla Oenipontana*), die zur *Pulsatilla grandis* überleiten. — Keuperland: selten, häufiger nur am Rande und längs der größeren Täler (an mergeligen und dolomitischen Hängen des Main- und Itztales), im Keupersandsteingebiet ganz fehlend. — Mittelfränkisches Becken: selten, auf dolomitischer Arkose und Diluvialsand (Bamberg, Strullendorf, Erlenstegen bei Nürnberg). — Fränkische Alb: sehr häufig in der Steppenheide auf Jurakalk und Dolomit. Neben der typischen (schmalblättrigen) *Pulsatilla vulgaris* Miller kommen auch viele Übergangsformen zu der ebenfalls vorhandenen (siehe oben) *Pulsatilla grandis* Wender. vor. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten an den Keuperhängen des Maintals, häufiger auf Muschelkalk- und Weißjuraschollen (Bindlach, Kirchleus, Fechheim). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber am Südabfall zum Donautal (mit *Pulsatilla Oenipontana* und *Pulsatilla grandis*). — Alpenvorland: zerstreut, meist auf den Heide- wiesen der Niederterrassen längs Donau, Lech und Isar; vereinzelt auch bis in die Jungmoränenlandschaft vordringend.

#### *Anemone patens* L.

Südöstliches bis östliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Alpenvorland: selten und nur auf der Niederterrasse der Isar (Trudering, Garching, Eching) und der Donau (bei Neustadt a. D.).

#### *Anemone silvestris* L.

Südöstliches und östliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: fehlend mit Ausnahme eines vereinzelt Standortes in der östlichen Randzone (Marktheidenfeld-Rohrbrunn). — Gäulandschaft: zerstreut bis verbreitet, nur im Windsheim-Uffenheimer Gau noch nicht sicher festgestellt. — Keuperland: sehr selten und im größten Teil völlig fehlend, vereinzelt aus der Gäulandschaft längs Main- und Itztal eindringend. — Mittelfränkisches Becken: selten, einzig bei Forchheim, Ritzmannshof und Puschendorf. — Fränkische Alb: im Nordzug häufig und verbreitet, besonders in lichten Föhrenwäldern des Dolomitgebietes, die sandige Albüberdeckung meidend. Nach Süden nimmt die Verbreitung stark ab und im Donauzug ist *Anemone silvestris* nur noch selten (Hahnenkamm—Treuchtlingen, Ensfeld, Walting, Untermessing, Plankstetten, oberes Laaber- und Lauthtrachtal, Sinzing). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: fast nur im oberfränkischen Teil (als Einstrahlung aus der Gäulandschaft, dem Werra-Muschelkalkgebiet und der Fränkischen Alb), meist auf Muschelkalk- und Weißjuraschollen, seltener auf Buntsandstein und Keuper; in der oberpfälzischen Senke nur auf Basalt des Rauhen Kulm. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlend bis auf das isolierte Vorkommen auf Urkalk-Dolomit bei Wunsiedel

im Fichtelgebirge. — Bayerisches Alpenvorland: einzig bei Isarmünd (früher auch Hochdorf bei Augsburg).

*Adonis vernalis* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut und sprungweise in der Steppenheide auf Muschelkalk, Grenzdolomit und Gipsstöcken (Aschfeld bei Karlstadt, Neuenberg bei Thüngersheim, Sodenberg bei Obereschenbach, Diebach, Weikersgrüben, Aschenroth; Königshofen im Grabfeld, Unterspießheim—Grettstadt, Sulzheim—Gerolzhofen, Alitzheim, Nordheim bei Uffenheim. Kilsheim und Kaubenheim bei Windsheim). — Alpenvorland: einzig auf Heidewiesen der Niederterrassen-Schotterlandschaft der Isar bei Garching.<sup>1</sup>

*Sisymbrium Pyrenaicum* (L.) Vill. ssp. *Austriacum* (Jacq.) Schinz et Thellung  
(= *Sisymbrium Austriacum* Jacq.).

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin (alpin).

Gäulandschaft: sehr zerstreut an sonnigen Muschelkalk- und Gipskeuperhängen von Wertheim und Karlstadt bis zum Westfuß des Steigerwaldes. — Fränkische Alb: sehr zerstreut an Malmfelsen, nur am Nordabfall zum Maintal und am Südabfall zum Donautal. — Alpenvorland: vereinzelt adventiv (Ismaning, Chiemsee).

*Hutchinsia petraea* (L.) R. Br.

Südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis subalpin.

Gäulandschaft: vereinzelt an Muschelkalkhängen des Maintals (bei Veitshöchheim, Thüngersheim, Erlabrunn). — Fränkische Alb: einzig im Nordzug an Dolomitfelsen des Aufseßtales bei Neuhaus.

*Arabis auriculata* Lam.

Südliches Verbreitungsgebiet: Subtropisch bis montan.

Gäulandschaft: bisher nur bei Schweinfurt auf Muschelkalk beobachtet. — Fränkische Alb: sehr zerstreut auf Kalk- und Dolomitfels, im Donauzug (bei Hütting, Konstein, Eichstätt, Kelheim, Sinzing, Ebenwies) und im Nordzug (Wiesentfels bei Scheßlitz). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber am Südfuß am Winzerer Schloßberg bei Deggendorf a. D.

*Erysimum erysimoides* (L.) Fritsch (*Erysimum odoratum* Ehrh.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut bis verbreitet, meist an steinigem sonnigen Muschelkalkhängen (besonders längs des Maintales), auf Gipskeuper nur bei Gompertshausen. — Mittelfränkisches Becken: vereinzelt adventiv um Nürnberg. — Fränkische Alb: verbreitet im Nordzug wie im Donauzug an sonnigen Jurakalk- und Dolomitfeshängen, selten auf Eisensandstein, meidet die lehmige und sandige Albüberdeckung; im Liasvorland: selten adventiv. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: auf den Muschelkalkschollen zwischen Kronach—Kulmbach—

<sup>1</sup> Die Angaben in der „Flora von Bayern“ für Lauf bei Nürnberg und Ansbach sind unrichtig.

Bindlach häufig, desgleichen auf der Malmscholle bei Kirchleus, sonst selten und meist nur adventiv auf Keuper; am Rauhen Kulm auf Basalt. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber am Nordwestfuß bei Berneck und am Südfuß bei Donaustauf. — Alpenvorland: isoliert bei Puchheim (adventiv?).

*Erysimum crepidifolium* Rchb.

Zentraleuropäisches Verbreitungsgebiet. Submontan bis montan.

Gäulandschaft: selten an Muschelkalkhängen des Main- und Taubertales. — Fränkische Alb: zerstreut im Nordzug und im Donauzug, am häufigsten an kalk- und dolomittfelsigen Hängen des Donau- und Altmühltals, des Pegnitz- und Wiesentales; selten auf Eisensandstein. — Alpenvorland: nur selten adventiv.

*Alyssum montanum* L.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis subalpin.

Spessart: fehlt dem Innern, erscheint erst vereinzelt am Ost-, Süd- und Westrand längs des Maintals von Lohr bis Aschaffenburg. — Gäulandschaft: zerstreut an sonnigen Muschelkalkhängen, auf Löß und auf trockenen Sandterrassen und Dünen des Maintales und dessen nächster Umgebung von Wertheim bis Schweinfurt aufwärts und vereinzelt im Gipskeupergebiet südlich des Mains bis Windsheim. — Mittelfränkisches Becken: früher auf Sandterrassen des Regnitzbeckens bei Erlangen und Roth. — Fränkische Alb: im Donauzug zerstreut bis häufig an Jurakalk- und Dolomittelhängen des Donautales vom Keilstein bei Regensburg bis Bertoldsheim, ferner an den sonnigen Talhängen der Altmühl, Schwarzen Laaber, der unteren Vils und Nab. Vereinzelt auch im Ries; im Nordzug nur selten auf Dolomittelsen des Wiesentgebietes auftretend, im Pegnitzgebiet ganz fehlend. — Alpenvorland: sehr selten, nur einmal auf der Weißjurascholle bei Aichach im Donautal beobachtet.

*Alyssum saxatile* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: im Nordzug an sonnigen Kalk- und Dolomittelsen des Wiesentales ziemlich häufig von der Behringersmühle bei Gößweinstein bis zum Hummerstein bei Streitberg, sonst noch vereinzelt zwischen Kühlenfels und Brunn, Friesener Warte, Würgau; früher auch am Staffelberg. (Die früheren Angaben für Pappenheim, Nagelberg, Hesselberg sehr fraglich.)

*Potentilla rupestris* L.

Südöstliches und östliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: sehr zerstreut (von Wertheim bis zum Schwanberg und bis in das Grabfeld). — Keuperland: sehr selten (nur am Westrand bei Ebrach aus der Verbreitung in der Gäulandschaft eindringend). — Fränkische Alb: sehr selten und einzig im südlichsten Teil des Donauzuges bei Oberhausen—Stepperg a. D. — Alpenvorland: sehr zerstreut, meist auf Heidewiesen der Niederterrassen längs Donau, Iller, Isar; fehlt in der Jungmoränenlandschaft.

*Potentilla heptaphylla* L. ssp. *rubens* (Crantz)  
(= *P. rubens* Zimmeter).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: zerstreut von Würzburg und Münnerstadt bis zum Fuß der Keuperberge. — Fränkische Alb: im Donauzug ziemlich häufig vom Ries bis Regensburg (nördlich bis zum Hesselberg, Hofberg, Berching—Mühlhausen, Deining—Velburg, Illschwang bei Sulzbach); fehlt dann im ganzen Pegnitzgebiet des Nordzuges, desgleichen fast auch dem ganzen Wiesentgebiet und erscheint erst wieder im nordwestlichen Teil des Nordzuges (zwischen Wiesentfels, Scheßlitz, Vierzehnheiligen und Ziegenfelder Tal). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt dem Innern, erscheint aber am Südfuß längs der Donau. — Alpenvorland: verbreitet, besonders auch in den Heidewiesen der Schotterlandschaft.

*Potentilla verna* L. ssp. *arenaria* (Borkhausen)  
(= *Potentilla arenaria* Borkhausen).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide auf Muschelkalk, Löß und Gipskeuper (von Hammelburg und Karlstadt bis Irmelshausen—Königshofen i. Gr., Sulzheim bei Grettstadt, Nordheim bei Uffenheim. Kulsheim bei Windsheim). — Keuperland: im Innern völlig fehlend, dringt nur aus dem Windsheimer Gau über Westheim in das engbenachbarte oberste Zenngebiet ein; (für Dinkelsbühl sehr fraglich). — Mittelfränkisches Becken: in jüngster Zeit weder vom Verfasser noch vom Botanischen Verein Nürnberg beobachtet (vielleicht früher bei Neuhaus—Bamberg). — Fränkische Alb: zerstreut, stellenweise ziemlich verbreitet wie besonders in der Steppenheide auf Dolomit und Dolomitasche (vom Staffelberg bis Etterzhausen, Weltenburg, Riedenburg, Eichstätt, Dollnstein, Bertoldsheim). — Alpenvorland: sehr zerstreut, fast nur in den Heidewiesen trockener Niederterrassen der Schotterlandschaft und der angrenzenden Tertiärkalkhügel längs Lech und Isar (z. B. Lechfeld bei Augsburg, Garching Heide bei München); im Innern der Jungmoränenlandschaft fehlt *Pot. arenaria* völlig.

*Fragaria viridis* Duch. (*Fragaria collina* Ehrh.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis subalpin.

Gäulandschaft: verbreitet, besonders in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge und Gipshügel. — Keuperland: selten bis zerstreut, fast nur an sonnseitigen, mergeligen Talhängen der Itz, des Main, der Aurach, Ebrach, Aisch, Zenn, Bibert und Rezat, den dazwischenliegenden Sandsteinplatten fehlend. — Mittelfränkisches Becken: selten und nur auf besseren Keuperböden (bei Nürnberg, Zirndorf, Veitsbronn, Forchheim, Hirschaid). — Liasvorland: zerstreut (z. B. Eschenau, Altendorf, Großheirath). — Fränkische Alb: mit Ausnahme der Gebiete mit sandiger Überdeckung ziemlich verbreitet im Nordzug wie im Donauzug. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten bis zerstreut in der Maintalfurche; häufiger auf der Weißjurascholle bei Kirchleus und auf den Muschelkalkschollen zwischen Fehheim bei Koburg und Kulmbach. — Alpenvorland: zer-

streut, meist auf Heidewiesen der Schotterlandschaft, seltener in der Jungmoränenlandschaft.

*Cytisus Ratisbonensis* Schäffer.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und (selten) montan.

Fränkische Alb: im Donauzug im östlichen Teil ziemlich häufig in der Steppenheide sonniger Weißjurahänge, besonders längs Donau, unterer Altmühl, unterer Schwarz. Laaber und Nab (vom Keilstein bei Regensburg bis Abbach, Kelheimwinzer, Riedenburg, Kallmünz und Burglengenfeld); nach früheren Angaben auch Suffersheim bei Weißenburg. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt den nördlichen und zentralen Gebieten völlig, erscheint aber vereinzelt am unteren Teil des Südwest- und Südabfalles in lichten Föhrenwäldern (von Bogenberg über Donaustauf, Regensburg bis Regenstauf). — Alpenvorland: in der Schotterlandschaft (vornehmlich auf Heidewiesen der Niederterrassen) und im Tertiärhügelland östlich des Lechs ziemlich verbreitet; in der Moränenlandschaft selten.

*Medicago minima* (L.) Desr.

Südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch und submontan (selten auch montan).

Gäulandschaft: zerstreut bis ziemlich verbreitet vom Rande des Spessarts bis zum Fuß der Keuperberge. — Keuperland: nur vereinzelt im Bibert- und Wörnitztal. — Mittelfränkisches Becken: zerstreut auf Sandterrassen längs Regnitz und unterer Pegnitz von Bamberg bis ins Nürnberger Teilbecken aufwärts; öfters auch adventiv. — Fränkische Alb: zerstreut bis ziemlich verbreitet im Nordzug und Donauzug, zumeist in der Steppenheide der Dolomitgebiete der Altmühl-, Nab-, Pegnitz- und Wiesentalb. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten (bei Ludwigschorgast, Wirsberg, Amberg). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt im Innern völlig, erscheint erst am Südwestfuß (Regenstauf, Donaustauf). — Alpenvorland: nur im Donautal und am unteren Lech und an der unteren Isar vereinzelt.

*Dorycnium pentaphyllum* Scopoli ssp. *Germanicum* (Gremli) Rouy  
(*Dorycnium suffruticosum* auct. Germ. et Helv. non Vill.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Alpenvorland: von den Bayerischen Alpen her längs Isar und Loisach abwärts bis auf die Heidewiesen der Niederterrassen des mittleren und unteren Isarales (Garching Heide, Sempter Heide, Rosenau bei Dingolfing, Mamminger Schwaigen). Stadl bei Weilheim. (Neuerdings von Apotheker Th. Bauer ein völlig isoliertes Auftreten am Kreuzberg bei Hallstadt am Nordrand des Mittelfränkischen Beckens beobachtet.)

*Astragalus Cicer* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut vom Fuß der Rhön bis zum Westabfall der Keuperberge, vom Taubergebiet bis ins Werragebiet, teils in der Steppenheide und am Rande lichter Eichenniederwälder, teils als Kulturbegleiter in Getreideäckern und an Wegrändern. — Keuperland und Mittelfränkisches Becken: sehr vereinzelt und

nur vorübergehend adventiv. — Fränkische Alb und Liasvorland: zerstreut an Acker- und Wegrändern, in Hecken, Gebüsch und an sonnigen Abhängen im Nordzug wie im Donauzug. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: bisher nur im oberfränkischen Teil beobachtet und hier zumeist als Kulturbegleiter auf den Muschelkalkschollen, seltener auf Keuper und Buntsandstein. — Alpenvorland: zerstreut, als Kulturbegleiter und in natürlichen Formationen in der Schotterlandschaft (besonders längs Donau, Lech und Isar) und im Tertiärhügelland; sehr selten in der Moränenlandschaft.

*Astragalus Onobrychis* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Fränkische Alb: einzig im südöstlichen Teil des Donauzuges auf kretazischer Überdeckung der Winzerer Höhen bei Regensburg (jetzt nach Vollmann vielleicht durch Weganlagen vernichtet). — Alpenvorland: mit meist adventivem Charakter und teilweise nur vorübergehend (bei Plattling, Deggendorf, Bahnhof Wolnzach, Südbahnhof München).

*Astragalus pilosus* L. (*Oxytropis pilosa* D C.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis (selten) subalpin.

Gäulandschaft: zerstreut im Grabfeld in der Steppenheide der Gipshügel und Keupermergelhänge. — Keuperland: nur vereinzelt und adventiv am Nordostrand der Haßberge im Tal der Hellinge (aus dem eng benachbarten Grabfeld eingeschleppt). — Alpenvorland: nur herabgeschwenmt aus Tirol am Inn bei Rosenheim und Nußdorf.

*Astragalus arenarius* L.

Wurde nicht in die Liste aufgenommen, da sein Vorkommen im Untersuchungsgebiet nur adventiv ist. Seine Standorte im mittelfränkischen Becken sind meist sandige Eisenbahndämme, Wegränder, Brachfelder. Die Pflanze ist zurzeit wieder im Rückgang begriffen.

*Coronilla vaginalis* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: fehlt dem eigentlichen Gebiet, erscheint aber nicht selten an dessen Nordrand im Hennebergisch-Fränkischen Muschelkalkgebiet. — Fränkische Alb: sehr selten im Nordzug an Dolomithfelsen des oberen Wiesentales (bei Treunitz, Wiesentfels, Königsfeld). — Alpenvorland: auf den Heidewiesen der Niederterrassen der Schotterlandschaft längs Lech und Isar. Die Häufigkeit des Auftretens nimmt den Steilhängen der Alpenflüsse entlang nach Süden zu und erreicht in den Kalkalpen hohe Werte.

*Onobrychis viciifolia* Scop. ssp. *arenaria* Thellung.  
(*Onobrychis arenaria* Ser.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge des Maintals bei Veitshöchheim, am Krainberg bei Karlstadt, am Kalmut bei Homburg.

(Die Kulturrasse *Onobrychis viciifolia* Scop. ssp. *sativa* Thell. kommt angebaut und verwildert sehr häufig vor.) — Fränkische Alb: noch nicht sicher beobachtet, bis jetzt nur Annäherungsformen von *Onobrychis arenaria* zu *Onobrychis sativa* festgestellt, welche letztere häufig kultiviert wird und vielfach verwildert und eingebürgert in der Steppenheide sonniger Weißjurahänge erscheint.

*Linum flavum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Oberpfälzer Senke: sehr selten (bei Bodenwöhr früher). — Alpenvorland: auf Heidewiesen der Schotterlandschaft längs Iller und Lech (zwischen Memmingen und Fellheim und früher auf dem Lechfeld bei Augsburg); Ammersee? — Soll früher auch in der Fränkischen Alb (bei Dollnstein nach Schnizlein-Frickhinger) vorgekommen sein.

*Linum tenuifolium* L.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: ziemlich verbreitet vom Ostrand des Spessarts bis zum Westabfall der Keuperberge, meist in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge (besonders an den Talhängen des Mains, der Tauber und der Fränkischen Saale), im östlichen Teil der Gäulandschaft auf Gipskeuper seltener (vereinzelt vom Uffgau bis ins Grabfeld). — Keuperland: sehr selten und nur am Nordrand östlich der Haßberge bei Poppenhausen und Altenstein vereinzelt aus der Gäulandschaft eindringend. — Fränkische Alb: sehr selten im Donauzug (kalkfelsiger Donautalhang Sinzing gegenüber). — Alpenvorland: auf Heidewiesen der Niederterrassen der Schotterlandschaft längs der unteren und mittleren Isar (Gar-chinger Heide bis Schwaigen bei Dingolfing).

*Linum perenne* L. (*Linum Bavaricum* F. Schultz).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Gäulandschaft: selten im Gipskeupergebiet und auf sandiger Niederterrasse des Maintales von Kitzingen bis Schweinfurt und Königsberg i. Fr. — Keuperland: Schönbrunn (adventiv?). — Fränkische Alb: sehr selten im Nordzug (Gör-auer Anger bei Weismain), früher auch im Donauzug (Laabertal). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: nur im oberfränkischen Teil und auch hier selten und öfters vorübergehend adventiv (Maintal, Muschelkalkschollen). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, früher am Südfuß (bei Donaustauf und Passau) beobachtet worden. — Alpenvorland: auf Heidewiesen der Niederterrassen in der Schotterlandschaft längs Isar und Donau sehr zerstreut.

*Dictamnus alba* L.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Gäulandschaft: zerstreut vom Südostfuß des Spessarts bis zum Westfuß der Keuperberge (Kreuzwertheim bis zum Windsheimer Gau und ins Grabfeld). — Keuperland: sehr selten und ob ursprünglich? (Flachlanden und Heilsbronn). — Fränkische Alb: nur im Donauzug zerstreut vom Rand des Rieses (Kräuterranken) bis zum Keilstein bei Regensburg (nördlich bis zur Feldmühle bei Hütting,

Nagelberg bei Treuchtlingen, Wasserzell bei Eichstätt, Ottmaring bei Beilngries, Holnstein bei Berching, Duggendorf a. N.). — Alpenvorland: Eugenbach oberhalb Landshut (s. Hegi, Flora von Mitteleuropa Bd. V 1 p. 154).

*Polygala comosa* Schkuhr. (*Polygala vulgaris* L. ssp. *comosa* Chodat).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: sichere Angaben aus dem engeren Spessart nicht bekannt geworden. — Gäulandschaft: ziemlich verbreitet in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge und Gipshügel. — Keuperland: zerstreut, meist nur an sonnigen, mergeligen, tonigen Hängen der größeren Täler (z. B. Ebrach, Aisch, Bibert). — Mittelfränkisches Becken: zerstreut auf Ton- und Mergelböden. — Fränkische Alb: verbreitet in der Steppenheide auf Kalk- und Dolomitgestein der Weißjurastufe, seltener in der Eisensandsteinstufe und im Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr zerstreut (Bayreuth, Kemnath, Schwandorf). — Ostbayerisches Grenzgebirge: sehr selten und fast nur am Südabfall. — Alpenvorland: verbreitet in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland; in der Jungmoränenlandschaft scheint *Polygala comosa* viel seltener zu sein.

*Euphorbia Seguieriana* Neck. (*Euphorbia Gerardiana* Jacq.).

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge, der Gipshügel und der sandigen Niederterrassen (besonders im Maintal von Karlstadt bis Schweinfurt, doch auch im Windsheimer Gau und im Grabfeld). — Fränkische Alb: fehlt (die frühere Angabe für Mönchau bei Thurnau ist sehr fraglich und unzuverlässig).

*Helianthemum canum* (L.) Baumgart.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan (selten auch subalpin).

Gäulandschaft: selten in der Steppenheide sonniger Muschelkalk- und Lößhänge (zwischen Karlstadt und Gambach und bei Eußenheim).

*Fumana vulgaris* Spach (= *Helianthemum Fumana* Mill.).

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: sehr selten in der Steppenheide auf Dolomittfels im Nordzug bei Pegnitz und im Donauzug bei Riedenburg und Eichstätt. — Alpenvorland: sehr selten auf Heidewiesen der Niederterrassen der Schotterlandschaft längs Lech und Isar (Augsburg, Rosenau bei Dingolfing und (früher) Volkmannsdorfer Au bei Moosburg).

*Eryngium campestre* L.

Diese Art, die im südlichen Europa, mit Ausnahme der Gebirge, ziemlich verbreitet ist, dürfte besser aus der vorliegenden Liste, in der sie zuerst aufgenommen war, zu streichen sein. *Eryngium campestre* scheint in der Jetztzeit ihr Areal ruderal noch beträchtlich zu erweitern und vermag längs Wegrändern und Eisenbahndämmen und auf offenen Sandflächen adventiv sogar weit in die atlantischen Heidegebiete des ozeanischen Frankreichs und des

nordwestdeutschen Flachlandes vorzudringen. Auch im Untersuchungsgebiet zeigt ihr Vorkommen häufig adventiven Charakter; einzig in der Gäulandschaft erscheint *Eryngium campestre* außer an Ruderalstandorten auch als alter Bürger in der natürlichen Formation der Steppenheide auf Muschelkalk-, Löß- und Gipskeuperböden; in den übrigen Landschaften ist das Auftreten adventiv und vorübergehend.

*Bupleurum falcatum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: verbreitet (vom Rand des Spessarts bis zum Westabfall der Keuperberge). — Keuperland: zerstreut an mergeligen Talhängen der Baunach, der Aisch, Aurach, des Farnbachs, der Bibert usw.; den zwischen den Tälern liegenden Sandsteinrücken fehlend. — Mittelfränkisches Becken: fehlt (außer adventivem Erscheinen um Nürnberg). — Fränkische Alb: verbreitet in der Steppenheide besonders auf Weißjurakalk und Dolomit, seltener in der Eisensandsteinzone und im Liasvorland; scheint stellenweise im Süden des Donauzuges selten zu sein wie um Regensburg und Neuburg, fehlt auch im Gebiete der sandigen Albüberdeckung. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: auf den Muschelkalkschollen zwischen Korbach, Kronach, Kulmbach, Bindlach bei Bayreuth verbreitet, sonst sehr selten (Keuperhänge des Maintales) bis fehlend (Sandgebiete der oberpfälzischen Senke). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlend (Falkenstein?), erscheint isoliert am Südfuß bei Würth. — Alpenvorland: fehlend (früher adventiv bei Mering).

*Seseli annuum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: zerstreut, meist in der Steppenheide des Gipskeupergebietes, seltener im Muschelkalkdistrikt. — Keuperland: sehr zerstreut, meist am Übergang zum mittelfränkischen Becken und an sonnigen Keupertalhängen (Altmühltal, Biberttal, Kadolzburg, Aischtal usw.). — Mittelfränkisches Becken: selten (bei Zirndorf, Veitsbronn, Ritzmannshof, Untermichelbach, Frauenaaurach, Bruck, Kreuzberg bei Hallstadt). — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet im Donauzug wie im Nordzug, besonders häufig in der Steppenheide sonniger Dolomithänge längs Altmühl, Schwarzer Laaber, Pegnitz, Wiesent, Ziegenfelder Tal. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten (Markt Zeuln, Theisau, Bindlach, Amberg, Schwandorf). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlend, tritt erst am Südfuß bei Donau-  
stauf auf. — Alpenvorland: Charakterart der Heidewiesen auf den trockenen Niederterrassen der Schotterlandschaft längs Lech, Isar und Donau; dringt nur sehr selten (Moosach bei Kirchseeon) in die Jungmoränenlandschaft ein.

*Seseli Libanotis* (L.) Koch. (*Libanotis montana* Crantz).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis alpin.

Gäulandschaft: zerstreut auf Muschelkalk und Gipskeuper. — Keuperland und mittelfränkisches Becken: fehlend (nur früher vorübergehend adventiv aufgetreten). — Fränkische Alb: zerstreut bis stellenweise verbreitet an sonnigen Malmkalk- und Dolomithängen im Nordzug und Donauzug (vornehmlich an den Talhängen der

Wiesent, Pegnitz, Altmühl und Donau, scheint aber dem Nordabfall zum Maintal zu fehlen). — Ostbayerisches Grenzgebirge: Im Innern völlig fehlend, jedoch am Südfuß längs dem Donautal mehrfach erscheinend. — Alpenvorland: zerstreut bis in die Alpen, meist in der Schotterlandschaft, dagegen sehr selten in der Jungmoränenlandschaft.

#### Peucedanum Alsaticum L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut an sonnigen Muschelkalk- und Gipskeuperhängen des Main-, Tauber- und Fr. Saale-Tales und am Steilabfall des Steigerwaldes und der Haßberge. — Keuperland und mittelfränkisches Becken: im Innern fehlend, dringt aber aus der Gäulandschaft den Talhängen des Mains entlang bis zum Kreuzberg bei Hallstadt vor. — Fränkische Alb: selten, nur im westlichsten Teil des Donauzuges am Riesrand und im Ries.

#### Peucedanum Oreoselinum (L.) Mönch.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: selten, häufiger erst in der Nähe des Maintales. — Gäulandschaft: zerstreut, vornehmlich auf trockensandigen Niederterrassen des Maintales. — Keuperland: zerstreut, meist auf Sandterrassen der größeren Täler und in Richtung auf das mittlere und untere Regnitz-(Main-)becken an Häufigkeit zunehmend. — Mittelfränkisches Becken: ziemlich verbreitet, besonders auf den Sandterrassen der Regnitz zwischen Bamberg und Nürnberg-Fürth, weiter südlich und östlich seltener werdend. — Fränkische Alb: im Donauzug ziemlich verbreitet vom Ries bis Regensburg, im Nordzug sehr zerstreut. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: im oberpfälzischen Teil bei Schwandorf und Roding, im oberfränkischen fehlend. — Ostbayerisches Grenzgebirge: außer einem früheren Vorkommen bei Zwiesel dem Innern fehlend, sonst nur am Südwest- und Südfuß des Bayerischen Waldes längs Regen- und Donautal (von Regenstauf bis Passau-Obernzell). — Alpenvorland: verbreitet (Charakterpflanze der Heidewiesen auf trockener Niederterrasse); scheint aber nach K. Troll auf der oberen Hochebene, also besonders in der Jungmoränenlandschaft, nicht so allgemein verbreitet zu sein, wie nach der Angabe von Vollmann „Ho verbreitet“ zu schließen wäre.

#### Peucedanum Cervaria (L.) Lapeyr.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: verbreitet vom Südostfuß des Spessarts und der Rhön bis an den Westabfall der Keuperberge, häufig in der Steppenheide sonniger Muschelkalk- und Gipskeuperhänge. — Keuperland: sehr zerstreut. — Mittelfränkisches Becken: selten und nur an Örtlichkeiten mit Zutagetreten von Keupermergel und Keuperletten. — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet im Donauzug und im Nordzug, nur in der Pegnitzalb seltener. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr zerstreut im oberfränkischen Teil (meist auf Muschelkalkschollen), im oberpfälzischen Teil bis jetzt noch nicht festgestellt. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt im Innern, tritt erst am Donautalhang des Bayerischen Waldes (bei Tegernheim,

Bogenberg, Passau, Oberzell) auf. — Alpenvorland: zerstreut, vornehmlich auf der Niederterrasse und an Steilhängen der Deckenschotter in Heidewiesen und lichten Föhrenwäldern; aber auch in der Moränenlandschaft, doch hier seltener.

*Vincetoxicum officinale* Mönch.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis subalpin.

Spessart: im Innern nicht beobachtet. — Gäulandschaft: verbreitet vom Rand des Spessarts bis zum Westabfall der Keuperberge. — Keuperland: im Innern fast völlig fehlend (nur bei Roßtal und am Zeilberg bei Maroldsweisach, hier auf Basalt!), tritt aber zerstreut an der Randzone zur Gäulandschaft und, aus der Verbreitung in letzterer an den Talhängen des Mains vordringend, bei Staffelbach, Unterhaid, Kreuzberg, Distelberg und Altenburg bei Bamberg auf. — Mittelfränkisches Becken: fehlend. — Fränkische Alb: verbreitet an felsigen Weißjurakalk- und Dolomithängen, meidet sandige Überdeckung und ist sehr selten auf Doggersandstein und im Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: im oberfränkischen Teil sehr zerstreut, häufiger nur auf Muschelkalkschollen (bei Mödlitz, Fechheim, Plesten usw.), selten an Keuperhängen des Obermaingebietes. — Ostbayerisches Grenzgebirge: den höheren Gebieten des Innern völlig fehlend, aber in der unteren Randzone öfters an sonnigen Talhängen (Ölsnitztal-, Regental-, Donautalhäufe) erscheinend. — Alpenvorland: verbreitet, häufig auf den kiesigen Niederterrassen und an Steilhängen der Schotterlandschaft; im oberen Teil des südbayerischen Alpenvorlandes, also besonders im Gebiet der Jungmoränenlandschaft, scheint nach K. Troll (i. Mittlg. Bayer. Bot. Ges. 1925) die Verbreitung nicht mehr so allgemein zu sein, wie es nach Vollmann die „Flora von Bayern“ angibt.

*Prunella laciniata* L. (= *P. alba* Pallas).

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan, selten auch montan.

Gäulandschaft: zerstreut, meist in der Steppenheide des Gipskeupergebietes (vom Windsheimer Gau bis in das Grabfeld). — Keuperland: vereinzelt aus der Gäulandschaft in die Täler des Keuperberglandes eindringend (Talgebiete der mittleren Aisch, der oberen und mittleren Rauhen und Reichen Ebrach, der Itz). — Fränkische Alb: sehr selten, im größten Teil gänzlich fehlend (einzig bei Harlanden, Georgenbuch, früher auch Streitberg und Staffelberg). — Alpenvorland: einzig bei St. Gilla (ursprünglich?).

*Prunella grandiflora* (L.) Jacq.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: verbreitet in der Steppenheide auf Muschelkalk und Gipskeuper. — Keuperland: selten, dem größten Teil fehlend, dringt nur vereinzelt vom Rande der Gäulandschaft und der Fränkischen Alb in die Täler der oberen Itz, Rodach, Baunach, Ebrach und des Main ein. — Mittelfränkisches Becken: selten, nur auf dolomitischer Arkose des Keupers (Gerasmühle, Tennenlohe, Erlangen). — Fränkische Alb: verbreitet in der Steppenheide der Weißjurastufe, nur in der Pegnitzalb seltener; seltener auch in der ganzen Braunjura- (Eisensandstein-) Stufe

und im Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten, auf weite Strecken hin fehlend, häufiger nur auf den Muschelkalk- und Weißjuraschollen des oberfränkischen Teiles. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt, tritt erst am Donautalhang bei Passau auf. — Alpenvorland: verbreitet, häufig auf den Heidewiesen trockener Niederterrassenschotterflächen.

#### *Stachys rectus* L.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis subalpin.

Gäulandschaft: verbreitet, vornehmlich in der Steppenheide auf Muschelkalk und Gips. — Keuperland: im Innern sehr selten bis fehlend (Maintalhänge, Baunachtalhänge). — Mittelfränkisches Becken: mehrfach im unteren Teil des Regnitzbeckens (zwischen Bamberg und Buttenheim) auf Kalkgeröll führenden Sandterrassen. — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet in der Steppenheide und in lichten Föhrenwäldern auf Jurakalk und Dolomit; silikatsandiger Überdeckung fehlend. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten, auf Muschelkalkschollen zwischen Fechheim und Bindlach. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt dem Innern, erscheint erst am Südhang gegen das Donautal (Tegernheimer Berge, Bogenberg, Passau). — Alpenvorland: verbreitet im Tertiärhügelland und in der Schotterlandschaft, besonders auf den Heidewiesen trockener Niederterrassen; in der Moränenlandschaft viel seltener.

#### *Teucrium montanum* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: zerstreut an sonnigen Muschelkalkhängen des Maintales und des Taubertales. — Fränkische Alb: in der Steppenheide und in lichten Föhrenwäldern mit Steppenheideunterwuchs auf Jurakalk und Dolomit verbreitet im Donauzug; im Nordzug (nördlich Berching, Velburg, Kastl, Sulzbach) sehr zerstreut bis selten in der Pegnitzalb, Wiesentalb und am Nordabfall zum Maintal. — Alpenvorland: ziemlich verbreitet, besonders auf den Heidewiesen der Schotterlandschaft; im „oberen Teil der südbayerischen Hochebene“ nach K. Troll nicht mehr allgemein verbreitet.

#### *Teucrium Chamaedrys* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan (selten auch subalpin).

Gäulandschaft: ziemlich verbreitet, besonders in der Steppenheide auf Muschelkalk und Gips. — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet in der Steppenheide und in lichten Föhrenwäldern auf Dolomit und Jurakalk, meidet die silikatsandige Albüberdeckung (z. B. im Gebiet des Veldensteiner Forstes). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern völlig fehlend, in der Donauzone einmal bei Passau beobachtet. — Alpenvorland: zerstreut, meist auf trockenen Schotterterrassenböden, silikatsandigen Böden fehlend; in der Moränenlandschaft selten (nur bei Pähl, Tölz, Bergen, Waging, Laufen).

#### *Veronica spicata* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: zerstreut, vornehmlich in der Steppenheide auf Gipskeuper vom Windsheimer und Uffenheimer Gau bis in das Grabfeld, ferner auf den Sandterrassen und Dünen des Maintales zwischen Kitzingen und Schweinfurt und auf Muschelkalk zwischen Wertheim, Würzburg und Münnerstadt. — Keuperland: im Innern völlig fehlend, dringt einzig aus der Gäulandschaft-Verbreitung vom Grabfeld her in das engbenachbarte Tal der Hellinge ein. — Fränkische Alb: im Donauzug zerstreut bis streckenweise verbreitet vom Ries bis Regensburg, nördlich bis zum Hesselberg, Hahnenkamm, Treuchtlingen, Weißenburg, Beilngries, Dietfurt, Riedenburg, Kelheim, Sinzing, Regensburg; fehlt im Nordzug völlig. — Alpenvorland: zerstreut, stellenweise häufig in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland, besonders auf Heidewiesen der Niederterrassenschotterflächen längs Donau, Lech und Isar; in der Jungmoränenlandschaft fehlend bis auf den Standort bei Weilheim.

*Veronica prostrata* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: sehr zerstreut in der Steppenheide auf Muschelkalk und Sand, meist im Maintal von Kreuzwertheim bis Schweinfurt. — Mittelfränkisches Becken: selten und nur im untersten Regnitzbecken auf sandiger Niederterrasse am Rande des Hauptsmoorwaldes zwischen Bamberg und Strullendorf. — Fränkische Alb: selten und sehr zerstreut (Kanndorf, Gößweinstein, Pegnitz, [Neuburg a. D. ?], Ulm). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr selten, nur auf der Muschelkalkscholle des Oschenberges bei Bayreuth. — Alpenvorland: sehr selten auf Heidewiesen der Niederterrassen des unteren Isar-Donautales (Obermoos und Maxmühle bei Moos).

*Veronica Austriaca* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: selten im Donauzug (häufiger nur im Ries und am Riesrand bei Nördlingen, Hoppingen, Harburg, vereinzelt auch im Altmühlgebiet am Arzberg bei Beilngries und am Dieterzhöfener Berg bei Riedenburg). — Alpenvorland: selten, einzig auf Heidewiesen der Niederterrassen in der Schotterlandschaft des Lech und der Isar (Münster bei Rain, Garchinger Heide, Rosenau bei Dingolfing, Moos bei Plattling—Deggendorf).<sup>1</sup>

*Veronica Teucrium* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: scheint im Innern zu fehlen, vom Verfasser nicht beobachtet. — Gäulandschaft: von der Randzone des Spessarts bis an den Abfall der Keuperberge verbreitet (besonders in der Steppenheide und im lichten Steppenheidewald auf Muschelkalk und Gipskeuper). — Keuperland: zerstreut, auf weite Strecken hin (Sandsteinrücken zwischen den Talfurchen) fehlend (meist nur an den lehmig-mergeligen Talhängen der Baunach, Itz, des Main, der Aurach, Aisch, Zenn und

<sup>1</sup> *Veronica Austriaca* L. kommt im Gebiet nur in der ssp. *dentata* (Schmidt) Watzl vor. Die frühere Angabe „Seidelsdorf bei Dinkelsbühl“ bedarf neuer Bestätigung.

Bibert). — Mittelfränkisches Becken: zerstreut auf sonnigen Terrassen und an Talhängen (zwischen Bamberg, Forchheim, Erlangen, Nürnberg—Fürth, Katzwang). — Fränkische Alb: verbreitet in der Steppenheide und im lichten Steppenheidewald auf Jurakalk und Dolomit, seltener auf silikatsandiger Überdeckung, in der Eisensandsteinzone und im Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: zerstreut, auf weite Strecken hin (ebene, sandige Gebiete!) fehlend, erscheint vornehmlich auf Muschelkalkschollen (zwischen Mödlitz, Fehheim, Kulmbach, Bayreuth) und an sonnigen Keuperhängen des Maintales, ferner bei Amberg. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Donautalhang. — Alpenvorland: verbreitet im Tertiärhügelland und in der Schotterlandschaft; seltener in der Moränenlandschaft. —

#### *Odontites lutea* (L.) Rchb.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: sehr zerstreut in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge, vornehmlich längs des Maintales (zwischen Wertheim, Karlstadt, Veitshöchheim, Wipfeld), des unteren Taubergebietes (bis Tauberbischofsheim aufwärts) und der unteren Fr. Saale (z. B. bei Hammelburg); seltener im Gipskeupergebiet (Sulzheim, Schwanberg). — Fränkische Alb: stellenweise ziemlich verbreitet in der Steppenheide auf Jurakalk und Dolomit im Donauzug vom Keilstein bei Regensburg bis Neustadt a. d. D. (und Bertoldsheim?), nördlich bis Eichstätt, Riedenburger, Velburg, Kastl, Schmidtmühlen; im Nordzug nur in der Wiesentalb (bei Eglöfstein, Streitberg, Muggendorf, Pottenstein, Oberailsfeld, Waischenfeld, Loch bei Freienfels usw.). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: fehlt ursprünglich (nur adventiv auf Äckern bei Amberg).

#### *Orobanche purpurea* Jacq.

Südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Spessart: im Innern fehlend, erscheint am Rande im Maintal bei Lohr. — Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide des Muschelkalkgebietes (Gerlachsheim, Kalmut, Karlstadt, Veitshöchheim, Pfaffenhausen usw.). — Fränkische Alb: sehr zerstreut in der Steppenheide der Malmstufe im Nordzug und im Donauzug (z. B. Gößweinstein, Muggendorf, Rothenberg; Prunn bei Riedenburger, Kelheim, Weltenburger, Wennenberg und Appetshofen im Ries). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt im Innern, erscheint erst am Südfuß (am Donautalhang bei Donau-Staff). — Alpenvorland: selten in der Schotterlandschaft (Gauting, Gräfelting, München [früher], Kaufbeuren); sehr selten in der Moränenlandschaft (einzig bei Tölz).

#### *Orobanche arenaria* Borkh.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis boreal.

Gäulandschaft: sehr selten (Wertheim, Retzbach, Oberzell, früher auch Siechhaus bei Würzburg). — Fränkische Alb: sehr selten (bei Plech im Nordzug; früher auch im Donauzug am Keilstein bei Regensburg).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Die Angaben von Caflish für Erlangen und Hersbruck unbestätigt.

*Orobanche caerulescens* Stephan.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan. Subboreal und boreal.

Übergangsgebiet des Keuperlandes zum Mittelfränkischen Becken: früher bei Roßtal. — Fränkische Alb: zerstreut im Nordzug und im Donauzug (mit *Artemisia campestris* vornehmlich in der Steppenheide auf Dolomit und Dolomitasche von Regensburg, Kelheim und Kipfenberg bis Obertrubach, Hiltpoltstein und Pegnitz). — Oberpfälzische Senke: sehr selten (früher bei Schwandorf). — Alpenvorland: sehr selten und fast nur im Donaubecken (mehrfach bei Regensburg, früher auch Fürstenried bei München); (nach Ade in Ber. Bayer. Bot. Ges. 1902 auch mehrfach am Rande des nicht mehr in vorliegende Untersuchung einbezogenen Bodenseebeckens).

*Orobanche caryophyllacea* Smith.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: fehlend, doch am Rande des Odenwaldes bei Amorbach. — Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide auf Muschelkalk und Gipskeuper. — Keuperland: fraglich (nur ältere Angaben für Dinkelsbühl und Öttinger Forst, die der Nachprüfung bedürfen). — Fränkische Alb: zerstreut im Donauzug und im Nordzug, im letzteren aber in der Pegnitzalb noch nicht sicher beobachtet. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt im Innern, erscheint aber am Südrand zwischen Donaustauf und Passau. — Alpenvorland: zerstreut bis ziemlich verbreitet in Heidewiesen der Schotterlandschaft (z. B. häufig auf der Münchener Schotterzunge) und in der Tertiärhügellandschaft; in der Moränenlandschaft selten (z. B. Seeshaupt am Würmsee, Gaissach bei Tölz, Arlaching am Chiemsee).

*Orobanche Teucii* Holandre.

Zentraleuropäisches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: nur im Altmühlgebiet des Donauzuges (bei Kipfenberg, Staadorf, Dietfurt, Riedenburg, Kelheim, Weltenburg). — Alpenvorland: einzig bei Unterhausen—Weilheim.

*Orobanche lutea* Baumg.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut vom Ostrand des Odenwaldes, des Spessarts und der Rhön, bis zum Fuß der Frankenhöhe, des Steigerwaldes und der Haßberge. — Keuperland: sehr selten (Dinkelsbühl, Spalt, Altenburg bei Bamberg). — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut in Auwiesen und auf Niederterrassen des unteren Regnitztales (zwischen Bamberg und Buckenhofen). — Fränkische Alb: zerstreut bis ziemlich verbreitet im Nordzug und im Donauzug, meist auf Weißjura, seltener auf Braunjura und sandiger Überdeckung. — Oberfränkische Senke: sehr selten auf der Weißjurascholle bei Kirchleus, auf Keuper bei Seidmannsdorf. — Alpenvorland: ziemlich verbreitet auf Heidewiesen, Rainen und Äckern der Schotterlandschaft und des Tertiärhügellandes; selten in der Moränenlandschaft (in letzterer bei Tutzing, Starnberg, Pöcking, Tölz, Holzkirchen, Gelting, Schäftlarn, Ebersberg, Traunstein).

*Orobanche Alsatica* Kirschl.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: selten im Muschelkalkgebiet (Randersacker, Guttenberger Wald bei Würzburg, Münnerstadt). — Fränkische Alb: sehr selten im Dolomitgebiet des Nordzuges (bei Rupprechtsstegen in der Pegnitzalb).

*Orobanche gracilis* Sm.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: selten und fast nur im südlichsten Teil des Donauzuges (zerstreut um Neuburg und Regensburg); früher auch im Nordzug bei Streitberg. — Ostbayerisches Grenzgebirge: dem Innern fast völlig fehlend (nur eine Angabe für Mähring), doch mehrfach am Südabfall des Bayerischen Waldes (Bach, Falkenfels, Ascha, Mitterfels, Passau). — Alpenvorland: ziemlich verbreitet, besonders längs Donau, Lech und Isar.

*Globularia Willkommii* Nym.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: sehr selten (Staffelberg bei Kissingen; früher auch bei Veitshöchheim, Kalbenstein bei Karlstadt und Unkenmühle bei Grettstadt). — Fränkische Alb: zerstreut bis stellenweise (z. B. im Dolomitgebiet der Wiesentalb und der Altmühlalb) verbreitet in der Steppenheide und in lichten Föhrenwäldern auf Jurakalk und Dolomit. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt dem Inneren, tritt erst im südlichen Randgebiet bei Kloster Vornbach auf. — Alpenvorland: verbreitet, besonders auf Heidewiesen und in lichten Föhrenwäldern der Schotterlandschaft (z. B. Münchener Schotterzunge); scheint nach K. Troll auf der oberen Hochebene, also hauptsächlich in der Jungmoränenlandschaft, nicht mehr so allgemein verbreitet zu sein, wie Vollmann in der „Flora von Bayern“ angibt.

*Asperula glauca* (L.) Bess.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge (vornehmlich längs des Maintales und unteren Taubertales), auf Gipskeuper nur adventiv und wieder verschwunden (Dietersheim im Aischtal). — Fränkische Alb: im Donauzug ziemlich verbreitet in der Steppenheide auf Weißjurakalk und Dolomit, besonders an den Talhängen der Donau und Altmühl (von Regensburg bis Stepperg und von Eichstätt bis Kelheim), im Nordzug selten (Weidelwang, St. Helena, Wichsenstein, Ziegenfelder Tal). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südfuß an steilen, sonnigen Granit- und Gneishängen (z. B. bei Tegernheim, Donaustauf, Bach, Bogenberg, Pfetting, Vilshofen, Passau). — Alpenvorland: sehr selten und nur längs der mittleren und unteren Isar (Marzling, Moosburg, Landshut).

*Asperula tinctoria* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: selten (Wertheim?, Gochsheim, Grettstadt, Schweden-schanze). — Fränkische Alb: zerstreut in der Steppenheide und in lichten Föhrenwäldern auf Jurakalk und Dolomit im Donauzug und im Nordzug (von Stepperger am Donautalhang bis zum Kordigast am Abfall zum Maintal). — Alpenvorland: zerstreut auf Heidewiesen und in lichten Föhrenwäldern der Schotterlandschaft längs Donau, Lech und Isar (z. B. Lechfeld, Garchinger Heide, Obermoos bei Plattling, Isarmünd); in der Moränenlandschaft selten (Herrsching, Andechs, Tutzing, Tölz, Hechelberg, Geretsried).

*Scabiosa canescens* W. et K.

Zentraleuropäisches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide auf Muschelkalk, Gipskeuper und auf Sandterrassen und Dünen des Maintals (von Kreuzwertheim bis Schweinfurt, Schonungen). — Alpenvorland: sehr zerstreut, zumeist auf Heidewiesen der Niederterrassen in der Schotterlandschaft längs Lech, Isar und Donau (z. B. Kaufering, Augsburg, Thierhaupten, Bayerdilling, Holzheim, Staudheim, mehrfach auf der Münchener Schotterzunge); fehlt in der Moränenlandschaft.

*Scabiosa ochroleuca* L. (= *S. Columbaria* L. ssp. *ochroleuca*).

Südöstliches und östliches Verbreitungsgebiet.

Gäulandschaft: selten, früher häufiger (Karlstadt, Veitshöchheim, Randersacker, Schweinfurt). — Mittelfränkisches Becken: nur adventiv (Spalt). — Fränkische Alb: angeblich im Nordzug (Krögelstein und Tannfeld). — Oberfränkische Senke: auf der Muschelkalkscholle bei Lehental-Kulmbach. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Regental bei Cham (wohl nur adventiv). — Alpenvorland: in der Schotterlandschaft des unteren Inntales bei Pocking (häufig und ursprünglich in einer Heidewiese zwischen Haid und Talau); sonst nur vorübergehend adventiv zu Simbach und Sendling-München.

*Aster Linosyris* (L.) Bernhardi.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut, besonders in der Steppenheide auf Muschelkalk und Gipskeuper (von Hammelburg, vom Kalbenstein bei Karlstadt und vom Kalmut bei Lengfurt-Wertheim bis zum Anstieg der Frankenhöhe, des Steigerwaldes und der Haßberge). — Keuperland: im Innern völlig fehlend; dringt einzig im Osten der Haßberge aus der Verbreitung in der Gäulandschaft vom Grabfeld her in das benachbarte Tal der Hellinge ein. — Fränkische Alb: nur im Donauzug, in der Steppenheide sonniger Jurakalkhänge zerstreut vom Ries bis Regensburg, nordwärts bis Wemding, Dollnstein, Riedenburg, Schönhofen a. L., Duggendorf. — Alpenvorland: selten, nur auf den Heidewiesen der Niederterrassen der Schotterlandschaft längs Isar und Donau (Garchinger Heide, Lochhausen, Rosenau bei Dingtolfing, Deggendorfer Heide, Mühlhausen bei Ingolstadt).

*Aster Amellus* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: ziemlich verbreitet, vom Ostrand der Rhön und des Spessarts bis an den Westabfall der Keuperberge, meist in der Steppenheide sonniger Muschelkalk- und Gipskeuperhänge. — Keuperlandschaft: fehlt dem Innern des eigentlichen Keupergebietes (fast) völlig, macht nur aus der Verbreitung in der Gäulandschaft über Koburg, Ahorn, Grub a. F. einen Vorstoß in den Itzgrund, desgleichen bei Heldburg-Hellingen in das dem Grabfeld benachbarte Tal der Hellinge. — Mittelfränkisches Becken: nur einmal am Sandterrassenhang der Pegnitz bei Rückersdorf—Röthenbach beobachtet worden (wohl herabgeschwemmt aus der Pegnitzalb). — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet in der Steppenheide auf Weißjurakalk und Dolomit sowohl im Donauzug wie im Nordzug, am häufigsten an den Talhängen der Donau und Altmühl und am Nordabfall zum Maintal. Sehr selten im Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten und sehr vereinzelt auf der Muschelkalkscholle bei Oberrodach und bei Kirchleus, auf der Weißjurascholle westlich Kirchleus und am Keupertalhang des Maintals bei Neuses-Burgkundstadt. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlend (früher vielleicht auf Basalt des Ruhberges bei Marktredwitz, von Dr. H. Pöverlein aber nicht mehr angetroffen). — Alpenvorland: zerstreut auf Heidewiesen der Schotterlandschaft (besonders längs Lech und Isar) und im Tertiärhügelland; selten in der Moränenlandschaft (Wilzhofen-Weilheim, Hirschberg-Pähl, Andechs, Wolftratshausen).

*Helichrysum arenarium* (L.) DC.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Spessart: ursprünglich wohl nur in den Randgebieten (z. B. im Maintal), im Innern des Berglandes vom Verfasser nicht beobachtet. — Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide lößbedeckter Muschelkalkflächen und häufig auf den Sandterrassen und Dünen des Maintales in lichten Föhrenwäldern und am Rande derselben (von Wertheim bis über Haßfurt aufwärts und weiterhin bis ins Mittelfränkische Becken). — Keuperland: im engeren Steigerwald- und Haßberggebiet auf weite Strecken hin fehlend, höchstens ganz vereinzelt und mit adventivem Charakter an sandigen Wald- und Wegrändern der Täler (Ebrach, Ebersbrunn, Wasserberndorf, Geiselwind) erscheinend, doch im weiteren Verlauf der östlichen Abdachung des Keuperberglandes und besonders am Übergang der breiteren Täler zum Mittelfränkischen Becken häufiger werdend. — Mittelfränkisches Becken: verbreitet und häufig auf den Sandterrassen des Regnitztales und seiner Nebentäler (von Bamberg über Forchheim, Erlangen, Nürnberg—Fürth bis Roth usw.); doch dem Innern großer geschlossener Forste (z. B. Sebalder- und Lorenzer Reichswald bei Nürnberg) fehlend; sehr häufig wieder im Neumarkter Becken. — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet in der Steppenheide und lichten Föhrenwäldern des Dolomitgebietes und auf sandiger Überdeckung, vor allem im Nordzug und im nordöstlichen Teil des Donauzuges im Bereich des feinsandig verwitternden Frankendolomits des Wiesent-, Pegnitz-, Lauterach- und Nabgebietes häufig, im übrigen Teil der Fränkischen Alb meist sehr zerstreut bis fehlend; erscheint aber wieder häufig auf den mächtigen Sandschichten des östlichen Rieses, fehlt dagegen völlig dem Gebiet der lehmigen Albüberdeckung und

dem engeren Liasvorland, sowie im Inneren der geschlossenen Forste. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr zerstreut (z. B. Burgkundstadt, Mengersdorf, Creußen; Freihung, Schwandorf, Teublitz, Bodenwöhr, Roding). — Ostbayerisches Grenzgebirge: dem Bergland des Fichtelgebirges, des Bayerischen und Böhmer Waldes völlig fehlend erscheint *Helichrysum arenarium* erst im klimatisch begünstigten, unteren und mittleren Talgebiet des Regens von Cham abwärts, ferner vereinzelt bei Waldmünchen und zerstreut am Südfuß längs des Donautales zwischen Bogen und Metten a. d. D. — Alpenvorland: zerstreut auf postglazialen Flugsandhügeln am Rande des Donaubeckens und an sandigen Hängen der unteren Tertiärhügellandschaft (z. B. Straß und Sehensand bei Neuburg, Ried, Pöttmes, Pobenhausen, Schrobenhausen, Hieblingen bei Augsburg, Pfaffenhofen, Ingolstadt, Geisenfeld, Hollertau, Neustadt a. d. D., Abensberg, Geisenhausen, Aufhausen, Regensburg); fehlt in der Moränenlandschaft völlig.

#### *Inula Germanica* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Gäulandschaft: sehr selten in der Steppenheide auf Muschelkalk und Gipskeuper (Rothenburg o. d. T., Sulzheim-Grettstadt, früher auch angeblich bei Würzburg, Unfinden und Bettenburg). — Die Angaben für Neudorf im Donauzug der Fränkischen Alb sehr zweifelhaft; auch die Angabe für Natternberg bei Plattling im Donautal unsicher.

#### *Inula hirta* L.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide sonniger Muschelkalk-, Gipskeuper- und Röthänge vom Rande des Spessarts bis zum Anstieg der Keuperberge (vornehmlich an den Talhängen des Mains und der Tauber und im Windsheimer und Uffenheimer Gau, Haßgau und Grabfeld). — Keuperland: fehlt dem Innern völlig (dringt nur aus dem Verbreitungsgebiet in der Gäulandschaft (vom Grabfeld her) in das Tal der Hellinge (bis Poppenhausen) vor und (vom Haßgau her) den Maintalhängen über Zeil, Ziegelanger, Ebelsbach, Stettfeld, Staffebach, Ober- und Unterhaid entlang bis an den nordwestlichen Saum des Liasvorlandes der Fränkischen Alb südlich Ebensfeld). — Fränkische Alb: nur im Donauzug und hier meist ziemlich zerstreut in der Steppenheide auf Jurakalk (und Süßwasserkalk) des südlichen, Donau- und Altmühl-nahen Gebietes vom Ries bis Regensburg (nördlich bis Monheim, Konstein, Eichstätt, Mühlbach bei Dietfurt, Riedenburg, Duggendorf, früher auch Mühlhausen—Neumarkt). — Alpenvorland: zerstreut auf Heidewiesen der Schotterlandschaft und der Donau-nahen Tertiärhügellandschaft (Niederterrassen längs Lech und Isar); in der Moränenlandschaft seltener (Maising, Pöcking, Feldafing, Tutzing, Pähl, Wilzhofen).

#### *Inula ensifolia* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Einzig im Alpenvorland auf der Heidewiese der Schotterlandschaft an der unteren Isar und Donau bei Moos südlich Deggendorf (doch in letzter Zeit vergeblich gesucht).

*Artemisia campestris* L. ssp. *eu-campestris* Briquet et Cav.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis boreal und subalpin.

Spessart: nur in den Randgebieten, wie z. B. an den unteren sandigen Talhängen des Maintales bei Lohr—Gemünden ursprünglich vorkommend, im eigentlichen Bergland vom Verfasser nicht beobachtet, vielleicht hie und da in besiedelter Talzone adventiv. — Gäulandschaft: verbreitet, als ursprüngliche Pflanze in der Steppenheide sonniger Schaumkalk- und Lößhänge (z. B. Kalbenstein bei Karlstadt), auf Gipsstöcken und Keupersandstein (z. B. im Windsheimer Gau und im Grabfeld) und vor allem auf Diluvialsandterrassen und Dünen des Maintales in Grasheiden und am Rande lichter Föhrenwälder häufig (daneben oft auch adventiv an Wegrändern, Eisenbahndämmen, Weinbergsmauern usw.). — Keuperland: den geschlossenen Waldgebieten der Frankenhöhe, des Steigerwaldes und der Haßberge fehlend und nur ganz vereinzelt längs Straßen und Eisenbahndämmen in den oberen Tälern auftretend (z. B. bei Wasserberndorf, Manau usw.), doch im Verlauf der östlichen Abdachung des Keuperlandes zum Mittelfränkischen Becken hin nimmt die Häufigkeit des Auftretens der Pflanze bedeutend zu und sie findet sich vielfach in den breiten sandgefüllten Tälern der Wörnitz, Rezat, Aisch, Aurach, Main, Itz. — Mittelfränkisches Becken: verbreitet, als ursprüngliche Pflanze häufig in Grasheiden und am Rande lichter Föhrenwälder und oft auch adventiv an Wegrändern, Ackerrainen usw.; am häufigsten auf den Sandterrassen des Regnitz—Pegnitzbeckens zwischen Bamberg, Forchheim, Nürnberg—Fürth, Schwabach, Roth; selten aber im Innern der geschlossenen Waldgebiete (z. B. Reichswald). — Fränkische Alb: verbreitet, als ursprüngliche Pflanze häufig in der Felsenheide und Steppenheide auf Dolomit, Dolomitsand, Felsenkalk und sandiger Albüberdeckung; seltener in der Eisensandsteinzone; fehlt den großen Forstgebieten, den Flächen mit lehmiger Albüberdeckung und dem Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: zerstreut in trockenen Sanddistrikten (Mainfurche bei Burgkundstadt, Kulmbach, Bayreuth, Neustadt a. H.; Grafenwöhr, Freihung, Amberg, Schwandorf, Roding). — Ostbayerisches Grenzgebirge: dem Innern des Berglandes völlig fehlend, erscheint erst vereinzelt an den Randzonen (am Südfuß an sonnigen felsigen Talhängen zur Donau von Tegernheim bis Passau, im unteren Regental zwischen Zenzing und Regenstauf). — Alpenvorland: in der unteren Tertiärbügellandschaft und in der Schotterlandschaft zerstreut, besonders in Heide- wiesen und am Rande lichter Föhrenwälder trockener Niederterrassen des unteren Lech und der unteren Isar und auf den Sanddünen und an Ackerrainen der Lößgebiete an den Rändern der Donaubecken; fehlt dagegen völlig in der Moränenlandschaft.

*Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Gäulandschaft: zerstreut, vornehmlich auf Sandterrassen und Flugsanddünen des Maintales in Grasheiden und lichten Föhrenwäldern (Kreuzwertheim, Thün- gersheim, Würzburg, Randersacker, Sommershausen, Ochsenfurt, Erlach, Markt-

breit, Kitzingen, Großlangheim, Kleinlangheim, Rüdenhausen, Untersambach, Wiesentheid, Dettelbach, Fahr, Unterspießheim, Schwebheim, Gochsheim, Hühnerberg bei Römheld).

*Centaurea Triumphetti* All.

(= *C. axillaris* Willd. = *C. variegata* Lam.)

Südliches (und südöstliches) Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Alpenvorland: selten, in Heidewiesen und Kiesgruben der Niederterrassen der Schotterlandschaft der Isar (Garchinger Heide, Eching, Schleißheim, Moosach).<sup>1</sup>

*Centaurea maculosa* Lam. ssp. *Rhenana* Boreau.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: selten und wohl überall adventiv (früher Würzburg, Schweinfurt, Wertheim, Buchen). — Keuperland: sehr selten und nur adventiv bei Roßtal, Weißenburg, Feuchtwangen. — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut, eingeschleppt und eingebürgert auf Sandterrassen des Regnitz-Pegnitzbeckens um Nürnberg und Fürth. — Fränkische Alb: im Donauzug als zweifellos ursprüngliche Pflanze zerstreut bis streckenweise verbreitet vom Keilstein bei Regensburg bis zum Ries und bis Ulm (meist in der Steppenheide und Felsheide auf Jurakalk und Dolomit, doch auch auf sandiger Überdeckung), nördlich bis Wemding, Wellheim, Eichstätt, Laaber, Hohenfels, Lutzmannstein, Hohenburg, Schmidtmühlen, Amberg; im Nordzug mit Ausnahme des isolierten, in letzter Zeit nicht mehr feststellbaren und wohl nur adventiven Vorkommens auf der Friesener Warte fehlend. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr selten und sicher adventiv bei Dörlau und Schwandorf. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt dem Innern, erscheint erst am Südfuß (bei Donaustauf, Walhalla, Passau). — Alpenvorland: ziemlich verbreitet auf Heidewiesen der Schotterlandschaft und des donaanahen Tertiärhügellandes, auch adventiv an Wegrändern usw.; in der Jungmoränenlandschaft sehr selten (nur Mühlbach bei Aibling).

*Tragopogon dubius* Scop. ssp. *major* Jacq.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide und an Weinberggrändern auf Muschelkalk (besonders an den Talhängen des Mains und der unteren Tauber) und auf Gipskeuper (im Grabfeld und im Haßgau). — Keuperland: selten und auf weite Strecken hin fehlend (dringt aus der Gäulandschaft den Maintalhängen entlang über Zeil, Steinbach, Ebelsbach bis Bischofsheim vor und erscheint sonst nur ganz vereinzelt an den Talhängen der Ebrach, Zenn und Wörnitz). — Mittelfränkisches Becken: selten und meist adventiv (Bamberg, Erlangen, Nürnberg, Veitsbronn). — Fränkische Alb: zerstreut in der Steppenheide des Nordzuges und des Donauzuges, scheint aber um Neuburg und um Veldenstein, Hollfeld zu fehlen. — Ostbayerisches Grenzgebirge: dem Innern fehlend, erscheint erst vereinzelt am Donauhang des Südfußes des Bayerischen Waldes

<sup>1</sup> *C. Triumphetti* wird auch für den Schwanberg am Ostrand der Fränkischen Gäulandschaft angegeben, Verfasser hat die Pflanze bisher dort vergeblich gesucht.

(Mittelberg bei Tegernheim, Scheibelberg bei Donaustauf, Metten, Edenstetten). — Alpenvorland: fehlt mit Ausnahme eines adventiven Vorkommens bei München.

*Scorzonera purpurea* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Fränkische Gäulandschaft: selten, nur in der Steppenheide der Gipshügel bei Kilsheim—Windsheim und bei Nordheim—Uffenheim. — Alpenvorland: selten, einzig auf Heidewiesen und in lichten Föhrenwäldern trockener Niederterrassen der Schotterlandschaft (Lechfeld, Fröttmaninger Heide, Garchinger und Echinger Heide, Rosenau bei Dingolfing).

*Scorzonera Hispanica* L.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: sehr zerstreut, aber zweifellos ursprüngliche Standorte auf Gipskeuper (z. B. Windsheim, Oberntief, Nordheim bei Uffenheim, Grettstadt, Königshofen im Grabfeld). — In den übrigen Landschaften des Untersuchungsgebietes nur kulturflüchtig (z. B. um Nürnberg und Regensburg).

*Chondrilla juncea* L.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Spessart: selten im Innern an sandigen Talhängen (Burgsinn), häufiger erst am Rand (Maintal). — Gäulandschaft: zerstreut bis stellenweise verbreitet, meist in der Steppenheide auf sandigen, kiesigen Maintalterrassen, oft auch adventiv an Weinberg- und Ackerrändern. — Keuperland: sehr zerstreut, vorwiegend adventiv und größtenteils beschränkt auf die sandigen Terrassen der größeren, breitmündigen Keupertäler. — Mittelfränkisches Becken: ziemlich verbreitet in Grasheiden, auf Brachäckern und an Rainen auf den Sandterrassen der Regnitz und ihrer Nebentäler. — Fränkische Alb: vereinzelt bis zerstreut und meist adventiv in der Eisensandsteinzone und auf sandiger Überdeckung. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten im Mainbecken und im Nabbecken. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt im Innern, erscheint aber am Südwest- und Südfuß an sonnigen, steilen Urgebirgshängen des Bayerischen Waldes längs des unteren Regentales und des Donautales. — Alpenvorland: sehr zerstreut und nur in der Nähe der Donaufurche (von Neu-Ulm und Unterhausen bis Regensburg), fehlt den höher gelegenen Teilen der Schotterlandschaft und des Tertiärhügellandes, sowie der gesamten Moränenlandschaft.

*Lactuca perennis* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Fränkische Gäulandschaft: ziemlich verbreitet in der Steppenheide auf Muschelkalk (besonders an den Main- und Taubertalhängen), seltener auf Gipskeuper (im Grabfeld). — Fränkische Alb: zerstreut bis ziemlich verbreitet in der Steppenheide felsiger Jurakalk-, Dolomit- und Grünsandsteinhänge des Donauzuges (besonders an den sonnigen Steilhängen des Donautales, des Altmühltales und des Wellheimer Trockentales); im Nordzug sehr zerstreut auf Dolomithfelsen des

Pegnitz- und Wiesentgebietes und am Nordabfall zum Maintal (z. B. Staffelberg, Weismain). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern völlig fehlend, erst am Südrand des Bayerischen Waldes am unteren Steilabfall zur Donau an sonnigen, felsigen Urgebirgshängen auftretend (Tegernheim, Donaustauf, Kruckenberg).

*Crepis praemorsa* (L.) Tausch.

Östliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: im Innern selten bis fehlend (es liegen nur ältere, unsichere Angaben (Kittel M. B. Verzeichnis der Pflanzen der Umgebung von Aschaffenburg und des Spessarts. Progr. der Studienanstalt zu Aschaffenburg 1871/72) für Lohrhaupten und Frammersbach vor, die neuer Bestätigung bedürfen); sichere Standorte finden sich erst in der Randzone am Übergang in die Gäulandschaft (meist auf Röt). — Gäulandschaft: ziemlich verbreitet im Steppenheidewald und in der Steppenheide auf Röt, Muschelkalk und Gipskeuper. — Keuperland: sehr zerstreut, oft auf weite Strecken hin (auf den Sandsteintafeln zwischen den Tälern!) fehlend, meist nur an mergelig-lehmigen Talhängen der Hellinge, Bau-nach, Itz, des Mains, der Ebrach, Aisch). — Mittelfränkisches Becken: im engeren Regnitzbecken selten (Weinzierlein bei Fürth), tritt häufiger erst an den Keuperhängen des Main-Regnitzbeckens um Bamberg (z. B. am Kreuzbergabhang bei Hallstadt) auf. — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet in der Steppenheide, in lichten Föhren- und Laubwäldern auf Jurakalk und Dolomit; seltener auf kalkfreier, sandiger Überdeckung und in der Eisensandsteinzone, desgleichen im Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: zerstreut auf den Muschelkalkschollen zwischen Fechheim, Untersteinach, Döhlau-Bayreuth, auf der Weißjurascholle bei Kirchleus und auch an den Keuperhängen des Maintales bei Lichtenfels-Burgkundstadt, sonst sehr selten bis fehlend. — Ostbayerisches Grenzgebirge: scheint völlig zu fehlen (es liegen nur zwei ältere, sehr fragliche, seit 1854 unbestätigte Angaben für das Fichtelgebirge vor). — Alpenvorland: ziemlich verbreitet im Tertiärhügelland und in der Schotterlandschaft; in der Jungmoränenlandschaft scheint die Verbreitungsdichte abzunehmen, da nach K. Troll die Angabe einer allgemeinen Verbreitung in der oberen Hochebene, wie sie Vollmanns „Flora von Bayern“ verzeichnet, nicht zutrifft.

*Hieracium Bauhini* Besser.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch, submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut bis ziemlich verbreitet in der Steppenheide und an Weg- und Ackerrändern von Bad Kissingen und Karlstadt bis Zeil und Rothenburg o. T. — Keuperland: im Innern des Berglandes fehlend, sonst sehr zerstreut am Übergang in das Mittelfränkische Becken (Maintalhang bei Stettfeld, Hallstadt, Lonnerstadt). — Mittelfränkisches Becken: sehr selten (bei Speikern adventiv?). — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet bis zerstreut im Donauzug und im Nordzug, meist auf Jurakalk und Dolomit und kalkreichem Grünsandstein, seltener auf kalkarmem Silikatsandstein des Doggers usw. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten (Lichtenfels-Buch, Kronach). — Ostbayerisches

Grenzgebirge: fehlt mit Ausnahme des Südabfalles zum Donautal (z. B. an sonstigen Urgebirgshängen bei Tegernheim, Donaustauf, Wörth, Passau). — Alpenvorland: zerstreut in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland; fast völlig fehlend in der Jungmoränenlandschaft (bisher nur am Rande der Endmoräne des Isarvorlandgletschers bei Dingharting gefunden).

*Hieracium auriculoides* Lang (*Hieracium Bauhini-echioides* Zahn).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Fränkische Gäulandschaft: sehr selten (bis jetzt nur bei Kissingen von Touton in der ssp. *turrilacense* Zahn und von Kneucker am Apfelberg bei Hochhausen in der ssp. *parvicapitulum* N. P. b. *occidentale* Zahn gefunden).

*Hieracium fallax* Willd. (*Hieracium echioides-cymosum* N. P.).

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Fränkische Gäulandschaft: sehr selten in der ssp. *fallax* Willd. bei Kissingen und bei Großwalbur bei Koburg. — Fränkische Alb: sehr selten, nach Vollmann am Keilstein bei Regensburg und am anschließenden Südfuß des Bayerischen Waldes bei Tegernheim in der ssp. *durisetum* N. P. (die beiden letzten Fundorte werden von K. H. Zahn in Englers *Regni vegetabilis consp.* H. 82 S. 1388 mit (? ?) angeführt).

### Pflanzen des Steppenheidewaldes.

*Hierochloë australis* Roem. et Schult.

Zentraleuropäisch. Submontan und montan.

Mittelfränkisches Becken: isoliert am Schmausenbuck bei Nürnberg. — Fränkische Alb: zerstreut im Ostteil des Donauzuges (vom Keilstein bei Regensburg bis Kelheim, Riedenburg und Velburg, Amberg) und im Nordteil des Nordzuges (zwischen dem Kordigast am Nordabfall zum Maintal und Treunitz und Wiesentfels im obersten Wiesentgebiet). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber im lichten Niederwald am sonnigen Urgebirgshang des Südfußes des Bayerischen Waldes (Tegernheimer Berg).

*Melica picta* K. Koch.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut bis stellenweise ziemlich verbreitet in den Eichenniederwäldern, besonders im Gipskeupergebiet vom Windsheimer Gau bis in das Grabfeld. — Keuperland: sehr selten, einzig im oberen Baunachtal zwischen Ueschersdorf-Sulzbach, wohin aus dem Verbreitungszentrum in der nahen Gäulandschaft vorgedrungen. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst im südöstlichen Teil des Bayerischen Waldes in der tiefer gelegenen Donauzone zwischen Hals bei Passau und dem Durchbruch.

*Anthericum ramosum* L.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: selten im Innern (Mittelsinn), häufiger am Rande am Übergang in die Gäulandschaft und an den Hängen des Maintales. — Gäulandschaft: verbreitet

in der Steppenheide und im Steppenheidewald vom Ostfuß des Spessarts bis zum Anstieg der Keuperberge. — Keuperland: sehr zerstreut, im Innern oft auf weite Strecken hin fehlend, häufiger nur an den Hängen des Maintals und der Hellinge. — Mittelfränkisches Becken: selten (bei Möhrendorf, Tennenlohe, Ziegelstein, Schmausenbuck bei Nürnberg). — Fränkische Alb: verbreitet in der Steppenheide und im lichten Föhrenwald und Gebüschwald sonniger Jurakalk- und Dolomithänge, dagegen selten bis völlig fehlend im Bereich der kalkarmen Albüberdeckung, der Eisensandsteinzone und im Liasvorland. — Oberfränkische Senke: sehr selten (Burghaig bei Kulmbach). — Ostbayerisches Grenzgebirge: dem Innern völlig fehlend, erscheint erst am Donautalhang des Südabfalles des Bayerischen Waldes (Donaustauf, Scheibelberg, Passau). — Alpenvorland: ziemlich verbreitet, vielfach auf den Heidewiesen und in lichten Föhrenwäldern der Schotterlandschaft, auch im Tertiärhügelland und in der Jungmoränenlandschaft; doch bedarf die Einzelverbreitung in letzterer noch näherer Forschung (siehe auch Troll K. in Mittlg. Bayer. Bot. Ges. 1925 IV. Bd. Nr. 5 S. 60).

#### Anthericum liliago L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: zerstreut, jedoch zumeist am Rand an den Maintalhängen. — Fränkische Gäulandschaft: zerstreut in der Steppenheide und im Steppenheidewald auf Muschelkalk und an Gipskeuperhängen und auf Sandterrassen des Maintales (von Wertheim, Karlstadt und Nüdlingen bis in das Grabfeld). — Keuperland: selten, dem Innern des Berglandes fehlend, erscheint erst am Übergang in das östliche Beckengebiet (Zentbechhofen, Röttenbach-Hemhofen, Dinkelsbühl). — Mittelfränkisches Becken: zerstreut in lichten Föhrenwäldern, in trockenen Calluna- und Grasheiden auf Diluvialsandterrassen und Keuperhängen des Regnitz- und Pegnitztales. — Fränkische Alb: sehr zerstreut im Donauzug vom Ries bis Regensburg, im Nordzug sehr selten im Wiesengebiet. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südrand an sonnigen Urgesteinshängen (Regenstau, Tegernheim, Donaustauf, Sulzbach, Scheibelberg, Bach, Bogenberg). — Alpenvorland: zerstreut auf Heidewiesen und in lichten Föhrenwäldern der Schotter- und Tertiärhügellandschaft; in der Jungmoränenlandschaft sehr selten (nur Attenloh bei Tölz und zwischen Reutberg und Schafflach).

#### Muscari botryoides Mill.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut bis stellenweise häufig in lichten Eichen-niederwäldern; meist im Gipskeupergebiet (Grabfeld, Haßgau, Uffgau), etwas seltener im Muschelkalkgebiet. — Keuperland: fast völlig fehlend und an den ganz vereinzelt Standorten wohl kaum ursprünglich (vielleicht bei Rügland). — Fränkische Alb: ursprünglich nur im Donauzug (längs Donau und Altmühl und im Ries), im Nordzug ganz vereinzelt und wohl sicher adventiv (bei Wiesengeich). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südrand längs der Donau (Deggendorf, Passau). — Alpenvorland: zerstreut im Donau-

becken, in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland (mit dem Donautal von Ulm bis Vilshofen, ferner z. B. bei Memmingen, Kaufbeuren, Augsburg, Gauting usw.); in der Jungmoränenlandschaft sehr selten (einzig bei Weilheim).

*Muscari tenuiflorum* Tausch.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Fränkische Gäulandschaft: sehr selten (Kappelberg bei Marktbreit). — Keuperland: am Nordostrand bei Weidach—Koburg. — Alpenvorland: sehr selten in der Schotterlandschaft (Isarauen bei Unterföhring) und im Tertiärhügelland (Sandsbach bei Rottenburg); in der Jungmoränenlandschaft fehlend.

*Iris variegata* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Alpenvorland: selten auf Heidewiesen, in lichten Föhrenwäldern und Gebüsch der Niederterrassen der Schotterlandschaft der Isar und benachbarter Hügelhänge (Schwarzhözl, Allacher Forst und Kapuzinerhözl bei München, Eching, Hagrain und Prielfeld bei Landshut).

*Clematis recta* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan, selten auch montan.

Spessart: im Innern fehlend, erscheint erst am Rande an den Hängen des Maintals und am Übergang in die Gäulandschaft (nach älteren Angaben bei Lohr und Rieneck). — Fränkische Gäulandschaft: zerstreut im Steppenheidewald vom Rand des Spessarts bis zum Anstieg der Keuperberge (von Münnerstadt, Karlstadt und Kreuzwertheim bis Schweinfurt—Zell und bis zum Schwanberg). — Fränkische Alb: nur im Donauzug und hier im südöstlichen Teil ziemlich verbreitet im Steppenheidewald sonniger Weißjurahänge (vom Keilstein bei Regensburg bis Weltenburg, Kesseltal bei Magerbein, Dietfurt, Riedenburg, Parsberg-Luppburg, Kallmünz). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern völlig fehlend, erscheint erst am Südrand des Bayerischen Waldes an den Talhängen zur Donau (Bach, Bogenberg, Pfetting, Passau, Jochenstein). — Alpenvorland: auf Heidewiesen, in lichten Eichenwäldern und Auen der Schotterlandschaft (längs der Donau von Regensburg abwärts und der unteren Isar); in der Jungmoränenlandschaft fehlend.

*Thlaspi montanum* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut im Steppenheidewald sonniger Muschelkalkhänge (des Maintales, Fr. Saaleales und Taubertales), seltener auf Gipskeuper (zwischen Kilsheim und Kaubenheim im Windsheimer Gau). — Fränkische Alb: zerstreut, stellenweise häufig; meist in lichten Föhrenwäldern sonniger Dolomit- und Jurakalkhänge vom Donautalhang bis zum Abfall zum Maintal. — Alpenvorland: sehr selten, einzig bei Eggental—Kaufbeuren.

*Sisymbrium strictissimum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: im Innern fehlend, erscheint erst im Maintal. — Fränkische Gäuland-

schaft: zerstreut im Ufergebüsch längs des Mains und der unteren Tauber, auch an Muschelkalkhängen (Retzbach—Retzstadt). — Mittelfränkisches Becken: an Bach- und Flußufern im untersten Regnitzbecken (bei Hallstadt, Gundelsheim, Memmelsdorf, Drosendorf, Straßgiech usw.). — Fränkische Alb: zerstreut an buschigen Felshängen, seltener an Ufern (im maintalnahen Teil des Nordzuges, z. B. Staffelberg, Ziegenfelder Tal, Ruine Giech, Veilbrunn—Heiligenstadt; fehlt in der Pegnitzalb, erscheint wieder im Donauzug bei Sulzbürg, Greding, Treuchtlingen, Konstein, Mühlbach bei Beilngries, Bruckdorf a. d. Laaber, Postsaal—Abbach, Weltenburg).

*Rubus tomentosus* Borkhausen.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan, im Süden auch montan.

Fränkische Gäulandschaft: selten, wohl noch nicht genügend beobachtet (bis jetzt festgestellt bei Wertheim, Hofheim, Zeil, Schwanberg bei Iphofen). — Keuperland: selten (bei Oberschleichach, Zeilberg bei Maroldsweisach, Windberg). — Mittelfränkisches Becken: selten (das Maintal aufwärts über Ebelsbach und Stettfeld bis an die Keupertalhänge des Regnitzbeckens bei Bamberg, Stegaurach, Erlangen und Siegelsdorf vordringend). — Fränkische Alb: zerstreut, am häufigsten im Donauzug vom Ries bis Regensburg, im Nordzug seltener. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern noch nicht beobachtet, erscheint aber am Südfuß bei Donaustauf und Bogenberg. — Alpenvorland: Etting bei Neuburg a. d. D.

*Potentilla alba* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut bis ziemlich verbreitet in lichten Eichenwäldern (hauptsächlich im Gipskeupergebiet vom Grabfeld bis in den Uffgau, seltener im Muschelkalkgebiet [bei Sommerhausen—Eibelstadt—Randersacker, Würzburg, Thüngersheim, Karlstadt, Wertheim]). — Keuperland: selten, fast nur im Gebiet der Haßberge aus der Grabfeldverbreitung eindringend (in den dem Grabfeld eng benachbarten oberen Tälern der Rodach, Baunach, Kreck, Hellinge; ferner vom Haßgau her den Maintalhängen entlang über Ebelsbach, Staffelberg bis Unterhaid—Oberhaid vordringend und damit den Nordrand des Mittelfränkischen Beckens erreichend, doch im letzteren selbst fehlend; nach älteren Angaben im Innern des übrigen Keuperlandes nur noch bei Dürrwangen und Weidelbach). — Fränkische Alb: im Donauzuge zerstreut bis streckenweise verbreitet vom Ries bis zum Keilstein bei Regensburg (nördlich bis zum Hesselberg, Hahnenkamm, Böhmfeld bei Kipfenberg, Heuberg bei Riedenburg); im Nordzug fehlend (die früheren Angaben: Türkelstein, Biberbach sehr zweifelhaft und unbestätigt in neuerer Zeit). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am äußersten Südrand bei Tegernheim. — Alpenvorland: in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland ziemlich verbreitet; in der Jungmoränenlandschaft östlich des Inn noch nicht beobachtet, westlich davon z. B. im Würmgletscherbecken bei Starnberg auftretend. (Nähere Untersuchung über Einzelverbreitung im Alpenvorland erfolgt durch K. Troll [s. Mittlg. Bayer. Bot. Ges. München 1925 IV. Bd. S. 60].)

## Rosa Gallica L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch, submontan, südlich der Alpen auch montan.

Spessart: im Innern?; mit Sicherheit erst am Rande. — Fränkische Gäulandschaft: vom Ostrand des Spessarts und der Rhön bis zum Fuß der Keuperberge verbreitet, vornehmlich in lichten Eichenwäldern auf Röt, Muschelkalk und Gipskeuper; strahlt aus nach Norden noch vereinzelt in das Muschelkalkgebiet der oberen Werra (Nordgrenze bei Herpf-Meiningen und Hildburghausen erreichend) und dringt ostwärts mit abnehmender Häufigkeit in das Keuperland ein. — Keuperland: zerstreut, meist entlang den Talhängen (der Itz, Hellinge, Rodach, Baunach, des Mains, der Aurach, Ebrach, Aisch, Zenn, Altmühl) aus der Verbreitung in der Gäulandschaft vordringend und vereinzelt noch die Keupertalhäufe des unteren Regnitzbeckens und den Nordwestrand der Fränkischen Alb erreichend. — Mittelfränkisches Becken: selten und nur an der Randzone des unteren Regnitzbeckens (von Bamberg—Hallstadt bis Forchheim) und des Mainbeckens an den mergelig-lehmigen Keuperhängen, dagegen den Sandterrassen des eigentlichen Beckens völlig fehlend. — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet im Donauzug vom Ries bis Regensburg (nördlich bis zum Hesselberg, Eberswang bei Dollnstein, Eichstätt, Kipfenberg, Riedenburg, Laaber—Beratzhausen); fehlt im ganzen Nordzug bis auf den nordwestlichen Abfall zum Maintal (Staffelberg gegen Horsdorf und im Lias bei Döringstadt—Eggenbach), wohin die Pflanze maintalaufrwärts gelangt ist. — Oberfränkische Senke: sehr selten im nordwestlichen Teil als äußerste Vorposten der aus der Gäulandschaft in das nordwestliche Keuperland vordringenden Hauptverbreitung (Grub a. F., Ebersdorf, Sonnefeld). — Oberpfälzische Senke: fraglich (Nabeck bei Schwandorf?). — Ostbayerisches Grenzgebirge: dem Fichtelgebirge und dem größten Teil des Oberpfälzer Waldes wie auch des Böhmer Waldes und des Bayerischen Waldes fehlend; erscheint fast nur im südlichen Teil des Bayerischen Waldes am Donauhang von Tegernheim bis Passau, im Oberpfälzer Wald bei Herzogau. — Alpenvorland: zerstreut bis ziemlich verbreitet im unteren Tertiärhügelland und in der Schotterlandschaft, besonders längs der Donau, der unteren Isar und des Lech; in der Moränenlandschaft sehr selten (Kempton, Waltenhofen-Laufen, Kay bei Tittmoning).

## Rosa Jundzillii Besser.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: verbreitet auf Muschelkalk und Gipskeuper (von Stockheim, Münnerstadt, Karlstadt und vom Kalmut bei Wertheim bis in den Haßgau und in das Grabfeld). — Keuperland: zerstreut, häufiger bis jetzt nur für das Übergangsgebiet in das Mittelfränkische Becken festgestellt (so bei Weitramsdorf, Bischofsheim-Schönbach, Michaelsberg bei Bamberg, Höchststadt, Kirchfembach, Dornberg bei Ansbach, Abenberg). — Mittelfränkisches Becken: zerstreut, meist an den Talhängen der Regnitz und ihrer Nebentäler (Ebing, Altenburg-Wildensorg, Forchheim-Reuth, Rathsberg-Erlangen, Atzelsberg, Spardorf,

Veitsbronn, Siegeldorf, Ziegelstein bei Nürnberg, Zirndorf, Weinzierlein, Gutsberg bei Stein, Unterreichenbach bei Schwabach). — Fränkische Alb: zerstreut bis ziemlich verbreitet (vom Kordigast am Abfall in das Maintal bis zum Keilstein bei Regensburg und zum Kräuterranken im Ries; im Liasvorland bei Weismain, Scheßlitz, Buckenhof.) — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: häufiger bis jetzt nur (von Ade) im Maintal festgestellt (von Obersdorf bei Lichtenfels bis Mainklein), sonst sehr selten (Kemnath). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südrand längs des Donautales (Tegernheim, Mittelberg, Donaustauf, Deggendorf). — Alpenvorland: selten bis sehr zerstreut und nur im Gebiet des unteren Tertiärhügellandes und der Schotterlandschaft; in der Jungmoränenlandschaft fehlend.

*Prunus Mahaleb* L.

Südöstliches und südliches Verbreitungsgebiet. Submontan, im Süden auch montan.

Ursprünglich nur im Donauzug der Fränkischen Alb an kalk- und dolomitförmigen Steilhängen des Donau- und Altmühltales (z. B. Marxheim Stepperg, Weltenburg-Kelheim, Sinzing, Keilstein; Pappenheim, Eichstätt, Pfünz, Riedenburg, Neuessing).

*Cytisus nigricans* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: im größten Teil fehlend, erscheint aber vereinzelt im nordöstlichen Teil bei Gemünden und Lohr und dringt die Buntsandsteintäler der Lohr, Sinn, und Fränk. Saale aufwärts bis Partenstein, Frammersbach, Wiesthal, Obersinn und Gräfendorf. — Gäulandschaft: selten (bei Retzbach, Krainberg bei Karlstadt, Wernfeld). — Keuperland: fast völlig fehlend (früher Wolfertsbronn bei Dinkelsbühl). — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut auf Diluvialsand und Keupersandstein in lichten Föhrenwäldern (Gerasmühle und Ziegelstein bei Nürnberg, Tennenlohe, Erlangen, Dechsendorf). — Fränkische Alb: im Donauzug verbreitet auf Kalk- und Dolomitgestein, auf Eisensandstein, auf kretazischer und tertiärer Albüberdeckung, nach Osten an Häufigkeit zunehmend; im Nordzug großen Teilen der Westseite fehlend, im Osten in Föhrenwäldern mit *Calluna*-Unterwuchs zumeist auf Kreidesandstein und Doggersandstein (um Sulzbach, Neuhaus, Velden, Fischstein, Hohenmirsberg, Wohnsgehaig, Mengersdorf), im Westen bei Sulzbürg und am alten Rothenberg, am Nordrand bei Langheim und Weiden. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: in lichten Föhrenwäldern auf Sandböden zerstreut bis ziemlich verbreitet (von Schwandorf, Bodenwöhr und Roding über Amberg, Grafenwöhr, Creußen, Bayreuth und Kulmbach bis Mitwitz bei Kronach). — Ostbayerisches Grenzgebirge: in den höheren, feuchteren Lagen fehlend, in den tieferen (meist unter 600 m) Gebieten in lichten Kiefernwäldern auftretend, so am Südrand des Bayerischen Waldes von Regensburg bis über Passau hinaus nicht selten, desgleichen an Randzonen und auf der inneren Hochfläche des Fichtelgebirges. — Alpenvorland: in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland ziemlich verbreitet; in der Jungmoränen-

landschaft jedoch sehr selten (nur bei Tölz, Starnberg und das Isartal aufwärts bis Wolfratshausen).

*Cytisus supinus* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Keuperland: früher bei Hinterholz—Ansbach gefunden (ob ursprünglich?). — Fränkische Alb: selten und nur im südöstlichen Teil des Donauzuges (bei Altmannstein, Obereggersberg, Schambach und Tachenstein bei Riedenburg, Kelheim, Weltenburg, Mitterfecking bei Saal, Keilstein bei Regensburg). — Oberpfälzer Senke: selten (bei Roding, Bodenwöhr, Vilseck). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Fichtelgebirge ganz fehlend, im Oberpfälzer Wald und im Bayerischen Wald meist nur in der tieferen Randzone am Regentalhang und Donauhang unter 630 m erscheinend (Eschelmais, Stamsried; Cham, Roding, Falkenstein, Hauzenstein, Grünthal—Gonnarsdorf, Tegernheim, Donaustauf, Bach, Bremberg, Wörth, Saulburg). — Alpenvorland: sehr zerstreut, vorwiegend in Donautalnähe des Tertiärhügellandes und der Schotterlandschaft; in der Jungmoränenlandschaft einzig im Chiemgau. (Reit bei Otzing, Obertunding bei Dingolfing, Irlbach, Regensburg, Neustadt a. d. D., Abensberg, Altötting—Markt, Stein bei Trostberg; Frabertsham und Taubensee bei Obing, Seebruck am Chiemsee, Erlstätt bei Traunstein).

*Trifolium montanum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin, selten auch alpin.

Spessart: im Innern wohl selten, Einzelverbreitung noch festzustellen. — Gäulandschaft: verbreitet. — Keuperland: zerstreut, stellenweise wie z. B. an mergelig-lehmigen Talhängen häufig. — Mittelfränkisches Becken: zerstreut, hauptsächlich auf besseren Keupertonböden. — Fränkische Alb: vom Liasvorland bis in die Malmstufe verbreitet. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: zerstreut bis verbreitet. — Ostbayerisches Grenzgebirge: am Rande zerstreut, nach dem Innern zu seltener (doch z. B. noch bei Waldmünchen, Herzogau, Runding, Cham, Eschlkam, Mitterfels und mehrfach im Fichtelgebirge). — Alpenvorland: verbreitet.

*Trifolium alpestre* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan, selten auch subalpin.

Fränkische Gäulandschaft: ziemlich verbreitet vom Ostrand der Rhön und des Spessarts bis zu den Keuperbergen. — Keuperland: zerstreut (z. B. Zeilberg bei Maroldswisach, Lutzendorf-Kraisdorf, Schönbrunn, Zentbechhofen, mehrfach um Lonnerstadt-Höchstädt, Wassermungenau). — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut, auf Diluvialsandterrassen fast völlig fehlend, meist auf mergelig-dolomitischen Keuperarkosen (z. B. mehrfach um Bamberg, Forchheim, Tennenlohe, Veitsbronn, Ziegelstein bei Nürnberg, Katzwanger Keller). — Fränkische Alb: im Nordzug zerstreut, stellenweise aber fehlend (so in der Pegnitzalb noch nicht sicher festgestellt); im Donauzug häufiger und ziemlich verbreitet. — Oberfränkische Senke: zerstreut bis selten (z. B. Kirchleus, Burgkundstadt, Obristfeld, Maineck, Kulmbach, Creußen). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern

fehlend, erscheint erst am Südfuß bei Bach, Bogenberg und Metten. — Alpenvorland: verbreitet von der Donau bis in die Alpen.

*Trifolium rubens* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan, montan, selten auch subalpin.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut bis ziemlich verbreitet von Münnerstadt, Karlstadt und Wertheim bis in das Grabfeld und in den Windsheimer-Uffenheimer Gau. — Keuperland: im Innern selten, oft großen Gebieten ganz fehlend, meist nur am Rande vereinzelt aus der Gäulandschaft eindringend (z. B. bei Rieth-Hellingen, Einöd, Hohenstein, Maintalhang über Ziegelanger, Ebelsbach, Stettfeld bis zum Michaelsberg bei Bamberg, Neustadt a. Aisch, Ansbach, Gunzenhausen). — Mittelfränkisches Becken: dem eigentlichen Regnitzbecken fehlend, erreicht nur dessen Nord-, West- und Südrand (bei Bamberg, Lind und Pleinfeld). — Fränkische Alb: im Nordzug fehlend (die Angaben von Neustädtlein und Limmersdorf sehr fraglich und unbestätigt), im Donauzug zerstreut vom Ries bis Etterzhäusen bei Regensburg (nördlich bis zum Hesselberg, Treuchtlingen, Pappenheim, Beilngries, Velburg, St. Katharina bei Amberg). — Alpenvorland: sehr zerstreut in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland (Unterhausen bei Neuburg, Anwalding bei Augsburg, Memmingen, Perlach, Garching, Dachau-Freising usw.); in der Moränenlandschaft seltener und meist nur in den Becken (Weilheim, Pähl, Traubing, Tutzing, Pöcking, Maising, Schäftlarn, Tölz).

*Coronilla coronata* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut im Steppenheidewald und auch in der Steppenheide sonniger Muschelkalkhänge des Mains (vom Kalmut bei Homburg a. M. über Karlstadt bis Veitshöchheim aufwärts), der Tauber (von Wertheim bis Tauberbischofsheim) und der Fränk. Saale mit ihren Nebentälern (Hammelburg, Langendorf, Untererthal); auch im nördlich anschließenden hennebergisch-fränkischen Muschelkalkgebiet der Werra zerstreut. — Fränkische Alb: im westlichen und mittleren Teil des Donauzuges (z. B. um Neuburg und Eichstätt) ziemlich verbreitet, nach Osten stark abnehmend (Weltenburg, Mading, Regensburg), nordwärts bis zum Hahnenkamm, Nagelberg bei Treuchtlingen, Auerberg, Beilngries, Dietfurt a. d. Altm., Duggendorf a. N.; fehlt dem Nordzug völlig (nur früher im Liasvorland bei Wellucken und Marloffstein bei Erlangen beobachtet worden).

*Vicia pisiformis* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: vom Ostrand der Rhön und des Spessart bis zu den Keuperbergen in lichten Laubwäldern und Gebüschern ziemlich verbreitet. — Keuperland: selten, im Innern des Keuperlandes wie auch im eigentlichen Mittelfränkischen Becken fast völlig fehlend, die meisten Standorte finden sich in den der Gäulandschaft einerseits und in den der Fränkischen Alb andererseits benachbarten Randgebieten sowie an den — beide verbindenden — Maintalhängen (z. B. Rieth-Hellingen, Kreuzberg bei Hallstadt und Altenburg bei Bam-

berg, Breitengüßbach, Ebing, Zapfendorf, Jägersburg bei Forchheim, Ebrach, Urphertshofen bei Oberzenn, Dinkelsbühl, Ramsberg bei Pleinfeld). — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet, besonders am nördlichen, nordwestlichen und westlichen Steilabfall des Nordzuges und des Donauzuges; vornehmlich in der Malmzone, weniger in der Doggerzone und im Liasvorland; nach Südosten nimmt die Stärke der Verbreitung zusehends ab (bereits im zentralen Dolomitgebiet des Nordzuges sehr selten, erlischt das Vorkommen völlig in der Regensburger Alb, so daß *Vicia pisiformis* südöstlich von Ensfeld, Eichstätt, Beilngries, Berching, Holnstein, Schlüpfelberg bei Mühlhausen, Eschenbach-Pommelsbrunn noch nicht festgestellt werden konnte). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: nur im nordwestlichsten Teil des oberfränkischen Gebietes, meist auf Muschelkalk- und Juraschollen (Tiefenlauter, Plosenberg und Hummendorf bei Kulmbach, Kirchleus, Bucher Forst, Burgstall bei Burgkunstadt). — Ostbayerisches Grenzgebirge und Alpenvorland: fehlend (früher, zu Duvals Zeiten, vielleicht am Scheibelberg bei Donaustauf).

#### *Vicia dumetorum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut (z. B. Guttenberger Wald bei Würzburg, Kitzingen, Rothenburg, Burgbernheim, Bettwar, Schwanberg bei Iphofen, Kastell, Prichsenstadt, Holzhausen bei Schweinfurt, Gleichberg bei Römheld). — Keuperland: selten, großen Gebieten ganz fehlend (einzig bei Ebelsberg bei Ebelsbach, Michaelsberger Wald bei Bamberg, Burgtann, Grünsberg, Ansbach, Dinkelsbühl). — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet an buschigen Weiß- und Braunjurahängen, seltener im Liasvorland, meist an den nördlichen, westlichen und südlichen Außenrändern, dagegen selten in den zentralen und östlichen Dolomitgebieten und ganz fehlend im südöstlichen Teil der Regensburger Alb. — Oberfränkische Senke: selten (Forchheim, Hummendorf bei Stadtsteinach, Plosenberg bei Kulmbach, Ebersdorf bei Koburg, Großgarnstadt). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südfall längs der Donau (Stallwang, Niederaltaich, Hengersberg, Passau, Oberzell). — Alpenvorland: zerstreut von der Donau bis zum Alpensaum.

#### *Vicia Cassubica* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut, jedoch im westlichen Gebiet (westlich Ochsenfurt) fehlend; meist in den Eichenwäldern auf Gipskeuper vom Grabfeld bis in den Windsheimer Gau. — Keuperland: zerstreut, am häufigsten zwischen Main und Aisch. — Mittelfränkisches Becken: zerstreut, doch den Sandterrassen fehlend, nur auf tonig-lehmigen Keuperboden (Regnitz- und Maintalhänge der Keuperformation um Bamberg, Baunach, Ebing, Breitengüßbach, Gundelsheim-Weichendorf, Strullendorf, Neuses bei Eggolsheim, Poxdorf bei Baiersdorf, Stadtwald bei Erlangen, Brucker Lache, Tennenlohe, Ziegelstein und Schmausenbuck bei Nürnberg, Lind, Weinzierlein). — Fränkische Alb: sehr zerstreut und sprunghaft, meist nur in der Doggerzone und im Liasvorland des nördlichen und

westlichen Randes des Nordzuges; im Donauzug sehr vereinzelt (nur Holnstein, Hesselberg, Keilstein bei Regensburg). — Oberfränkische Senke: sehr zerstreut, meist auf Buntsandstein und Keuper (bei Ketschenbach-Höhn, mehrfach um Lichtenfels und Burgkundstadt, Woffendorf, Kulmbach, Bayreuth). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber isoliert am Südrand (bei Helfkam jüngst von L. Gerstlauer entdeckt).

*Vicia Cracca* L. ssp. *tenuifolia* (Roth) Gaudin.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut bis ziemlich verbreitet, besonders im Muschelkalkgebiet. — Keuperland: sehr selten, im größten Teil ganz fehlend (nur bei Ahorn und Hohenstein). — Mittelfränkisches Becken: nur adventiv bei Nürnberg, sonst fehlend. — Fränkische Alb: im Nordzug außer den sehr vereinzelt Standorten am Kordigast, Staffelberg und bei Eschenfelden fehlend, dagegen im Donauzug ziemlich verbreitet, nördlich bis in das oberste Laaber- und Lauterachgebiet. — Oberfränkische Senke: sehr selten, einzig im Maintal bei Obristfeld und Hochstadt. — Alpenvorland: ziemlich verbreitet, besonders in den Lößgebieten der donaunahen Gebiete, dagegen in der Jungmoränenlandschaft sehr selten bis völlig fehlend.

*Mercurialis ovata* Sternb. et Hoppe.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: selten, einzig im südöstlichsten und südlichsten Teil des Donauzuges an buschigen Weißjurahängen längs des Donau-, Nab-, Laaber- und Altmühltales (Keilstein bei Regensburg, Zeitlarn, Pielenhofen, Etterzhausen, Bruckdorf, Mading, Bittenbrunn bei Neuburg a. D., Eichstätt). — Alpenvorland: ? (Welchenberg bei Straubing?).

*Euphorbia polychroma* Kerner.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Alpenvorland: einzig im unterbayerischen Hügelland in nächster Nähe des Isartales bei Landshut (zwischen Altdorf und Eugenchbach).

*Euphorbia verrucosa* L.em. Jacq.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: im Innern?, vom Verfasser nicht beobachtet, ursprünglich wohl nur im südöstlichen Randgebiet auf Röt. — Fränkische Gäulandschaft: zerstreut, stellenweise ziemlich verbreitet vom Ostfuß der Rhön und des Spessarts bis zum Anstieg der Keuperberge, nordwärts noch etwas in das Muschelkalkgebiet der oberen Werra (Stillberg bei Maßfeld und St. Bernharder Platte) eindringend und die Nordgrenze des Gesamtareals erreichend. — Keuperland: im Innern fehlend, dringt nur vereinzelt aus der Gäulandschaft in die westlichsten und nördlichen Randgebiete ein (Rieth, Hellingen, Schweickershausen, Hohnhausen, Oberzenn, Oberdachstetten, Häslabronn). — Mittelfränkisches Becken: außer einem adventiven Vorkommnis bei Lauf völlig fehlend. — Fränkische Alb: im Nordzug

möglicherweise völlig fehlend (die früheren Angaben vom Staffelberg und von Neuhaus an der Aufseß unsicher und in jüngster Zeit nicht mehr bestätigt, doch kann es sich auch um vorübergehend adventives Auftreten — ähnlich wie bei Horb im oberfränk. Maintal — handeln, da *Euphorbia verrucosa* im Untersuchungsgebiet verschiedentlich aktives Ausbreitungsvermögen zeigt); im Donauzug verbreitet vom Ries bis zum Keilstein bei Regensburg, nördlich bis zum Hesselberg, Treuchtlingen, Wülzburg bei Weißenburg, Thalmässing, Auerberg, Hofberg, Greding, Berching, Beilngries, Dietfurt, Schöndorf bei Breitenbrunn, Endorf an der Laaber, Kallmünz. — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlend bis auf die Standorte am Donauhang des Südrandes (bei Wörth, Mitterfels, Bogenberg, Pfetting, Passau). — Alpenvorland: verbreitet in der Schotterlandschaft, im Tertiärhügelland und in den lößbedeckten Donaubecken (besonders längs Donau, Lech, Isar, Inn); in den Jungmoränenlandschaften anscheinend seltener, wie überhaupt gegen die Alpen hin die Häufigkeit des Auftretens stark abnimmt.

#### *Staphylea pinnata* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: sehr selten, in den Mainauen zwischen Untererheim und Horhausen bei Schweinfurt wild nach Ade, bei Münnerstadt nur angepflanzt. — Keuperland, Mittelfränkisches Becken und Oberfränkische Senke: kultiviert und vereinzelt verwildert. — Fränkische Alb: im Donauzug sehr selten an waldigen Weißjurahängen des Donautales (in der Nähe von Oberhausen und Stepperg bei Neuburg und Mading bei Abbach); im Nordzug sicher nur verwildert (bei Neumarkt, Muggendorf und Weismain). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst im südlichen Teil des Bayerischen Waldes (längs der Donau bei Passau, im Neuburger Wald und bei Oberzell). — Alpenvorland: sehr selten im Donaubecken bei Straubing und Irlbach, sowie in den Salzachauen unterhalb Burghausen; in der Moränenlandschaft fehlend.

#### *Rhamnus saxatilis* Jacq.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Alb: nur im Donauzug an sonnigen Dolomittelshängen des Altmühltals (von Eichstätt über Pfünz, Riedenburg bis Kelheim) und am felsigen Donautalhang (bei Weltenburg). — Alpenvorland: auf Heidewiesen der Schotterlandschaft längs Wertach und Lech (bei Augsburg) und der Isar (Garching und Sempter Heide, Erding, Freising); geht in lichten Föhrenwäldern des Isartales talaufwärts bis in die Alpen; vereinzelt an sonnigen Moränenhängen der Moränenlandschaft.

#### *Peucedanum officinale* L.

Südliches und östliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: zerstreut, meist im Steppenheidewald und in der Steppenheide des Muschelkalk- und Gipskeupergebietes (vom Kalmut bei Wertheim und vom Krainberg bei Karlstadt bis in das Grabfeld und in den Windsheimer Gau). — Mittelfränkisches Becken: früher bei Forchheim-Kersbach. — Fränkische Alb:

selten im Donauzug (im östlichen Ries auf feuchten Wiesen, bei der Feldmühle im Schuttertal auf Dolomittelsen, nach früheren Angaben auch zwischen Schambach und Suffersheim bei Treuchtlingen und bei Weltenburg und Mading). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südrand hinter dem Mittelberg bei Tegernheim. — Alpenvorland: nur im Donautal, zerstreut in Auwiesen und Heidewiesen vom schwäbischen Donauried bis zur Einmündung der Isar.

*Peucedanum Carvifolia* Vill.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Mittelfränkisches Becken: sehr selten an der Südgrenze (St. Veit bei Pleinfeld). — Fränkische Alb: im Donauzug zerstreut (Neuburg a. D., Eichstätt, Abbach, Deuerling, Endorf, Kallmünz, Penk, Tegernheim bei Regensburg usw.). — Alpenvorland: nur im Tertiärhügelland und in der Schotterlandschaft (z. B. bei Augsburg, Mering-Bergen, Neuburg a. D., Weichering bei Ingolstadt, Lengfeld bei Saal, Regensburg, Straubing, Irlbach, Stephansposching, Otzing, Halsbach bei Dingolfing, Simbach).

*Laser trilobum* (L.) Borkh.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Gäulandschaft: isolierter einziger Standort in einem Eichenmischwald auf Muschelkalk bei Buch-Haßfurt. Dasselbst wurde 1924 von Ade auch das ebenfalls südöstlich verbreitete *Cnidium silaifolium* (Jacq.) Simonkai gesammelt. Der Entdecker (siehe Hegi Bd. V<sub>2</sub> S. 1466 Anmerk. 3) hält die Pflanze für einheimisch. Es ist aber zu bedenken, daß früher beide Arten in Gärten gezogen und daß beide Arten in Mitteleuropa verwildert beobachtet wurden.

*Laserpitium latifolium* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Gäulandschaft: zerstreut, meist im lichten Laubwald an Muschelkalk- und Gipskeuperhängen vom Ostrand der Rhön und dem untersten Taubergebiet bis in den Windsheim-Uffenheimer Gau und in das Grabfeld. — Keuperland: dringt vereinzelt aus der Verbreitung am westlichen und nördlichen Abfall der Keuperberge in die westlichen und nördlichen Randgebiete ein (Poppenhausen, Bramberg, Maintalhang bei Stettfeld, Staffelbach, am Kreuzberg), fehlt aber im Innern völlig, desgleichen dem eigentlichen Mittelfränkischen Becken fehlend. — Fränkische Alb: zerstreut bis stellenweise verbreitet, in lichten Laubwäldern und Gebüsch, meist an den Hängen der Weißjurastufe, seltener auf Dogger. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint aber am Südrand des Bayerischen Waldes (am Scheibelberg bei Donaustauf). — Alpenvorland: zerstreut, von den Schotterterrassen der unteren Isar und des Lech bis in die Alpen (siehe auch K. Troll in Mittlg. Bayer. Bot. Ges. IV. Bd. H 5. 1925).

*Laserpitium Prutenicum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut, meist im Gipskeupergebiet in trockenen

bis feuchten Laubwäldern (im Grabfeld, Haßgau, Windsheimer Gau). — Keuperland und Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut und fast nur am Übergang in das Mittelfränkische Becken (Michaelsberger Wald und Erlau bei Bamberg, Mainberg westlich Hirschaid, Großneuses und Bürgerwald bei Höchstädt a. A., Bubenreuth-Atzelsberg bei Erlangen, Frauenaaurach, Kadolzburg, Dinkelsbühl, Feuchtwangen). — Fränkische Alb: sehr zerstreut im Nordzug und im Donauzug (z. B. Ziegenfelder Tal, Muggendorf, Großengsee; Stepperg bei Neuburg, Ries). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: selten (Metzdorf bei Kulmbach, Kirchleingrund, Theisau, Roding). — Ostbayerisches Grenzgebirge: selten (Waldmünchen, Hiltersried, Schöntal, Cham, Bogen, Passau). — Alpenvorland: in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland zerstreut, stellenweise häufig, erscheint meist im mäßig feuchten Molinietum coeruleae; in der Moränenlandschaft bedeutend seltener (nur Bergen, Waging, Ammergau).

#### *Cornus mas* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Ursprünglich nur im Donauzug der Fränkischen Alb an den kalkfelsigen Weißjurahängen des Donau-, Altmühl- und Schuttertales (Finkenstein und Ried bei Neuburg a. D., Bauchenberg- und Feldmühle an der Schutter, Eichstätt, Pfünz, Kachelfels bei Riedenburg, Haderfleck ob Weltenburg, Weltenburg-Kelheim). — Sonst nur kultiviert und verwildert.

#### *Gentiana Cruciata* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut auf Muschelkalk- und Gipskeuperböden vom Fuß der Rhön bis in die Keuperberge. — Keuperland: sehr zerstreut, meist an mergeligen und dolomitischen Keupertalhängen (z. B. Schlettach, Hohenstein, Kreuzberg bei Hallstadt, Kadolzburg, Ammerndorf, Roßtal, Heilsbronn usw.). — Mittelfränkisches Becken: dem Diluvialsandgebiet fehlend, erscheint sehr zerstreut auf dolomitisch-mergeliger Keuperarkose (Pillenreuth und Schmausenbuck bei Nürnberg, Tennenlohe-Erlangen, Linder Gruben bei Zirndorf, Strullendorf, Hauptsmoorwald bei Bamberg). — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet in der Jurakalk- und Dolomitstufe, seltener in der Doggerstufe und im Liasvorland. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr zerstreut, meist nur auf den Muschelkalk- und Weißjuraschollen und Gipskeuper (Plesten, Fecheim, Untersteinach, Ludwigschorgast, Kirchleus, Marktgraitz, Feilschnitz bei Kulmbach). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt. — Alpenvorland: vom Donautal bis in die Alpen verbreitet, vielfach auf den Heidewiesen der Schotterlandschaft.

#### *Gentiana ciliata* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin, selten auch alpin.

Fränkische Gäulandschaft: verbreitet auf Muschelkalk- und Gipskeuperböden. — Keuperland: zerstreut auf mergeligen, dolomitischen Keuperböden, so besonders an trockenen buschigen Abhängen des Itz-, Main-, Ebrach-, Aisch-, Zenn-, Bibert- und oberen Rezattales. — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut, auf Diluvial-

sand ganz fehlend, nur auf dolomitisch-mergeliger Keuperarkose (z. B. Schmausenbuck, Erlenstegen und Ziegelstein bei Nürnberg, Linder Gruben bei Zirndorf, Untermichelbach bei Vach, Tennenlohe-Erlangen usw.). — Fränkische Alb: verbreitet, auch im Liasvorland nicht selten. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: zerstreut, zumeist auf den Muschelkalkschollen östlich von Bayreuth, Kulmbach, Kronach usw., desgleichen auf der Weißjurascholle bei Kirchleus; auf Keuper bei Creußen, sonst den Sandgebieten fehlend. — Ostbayerisches Grenzgebirge: dem Bayerischen und dem Oberpfälzer Wald fehlend, erscheint im Fichtelgebirge einzig auf dem Urkalkstreifen bei Wunsiedel, Furthammer, Sinnatengrün, Leutendorf, Waltershof. — Alpenvorland: ziemlich verbreitet vom Donaubecken bis in die Alpen, auf den Heidewiesen der Schotterlandschaft nicht selten.

*Gentiana Austriaca* A. et J. Kerner.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Im Untersuchungsgebiet einzig im südöstlichsten Teil des Ostbayerischen Grenzgebirges auf Bergwiesen des oberen Ilzgebietes (Neuwelt am Blöckenstein, Bischofsreut, Kleinphilippsreut, Obergrainet bei Freyung).

*Lithospermum purpureo-caeruleum* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut, meist in lichten Eichenniederwäldern an sonnigen Muschelkalk- und Gipskeuperhängen (z. B. Mellrichstadt, Irmelshausen, Münnerstadt, Pfaffenhausen bei Hammelburg, Euerdorf, Krainberg bei Karlstadt, Veitshöchheim und Randersacker bei Würzburg, Kalmut bei Homburg-Wertheim, Ergersheim und Altheim bei Windsheim, Kitzingen, Sulzheim bei Schweinfurt, Gompertshausen usw.). — Keuperland: im Innern fehlend, dringt nur vereinzelt aus der Verbreitung in der Gäulandschaft dem Maintal- und dem Aischtalhang entlang bis zum Michaelsberg bei Bamberg und bis Neustadt a. Aisch vor. — Mittelfränkisches Becken: nur einmal verschleppt bei Nürnberg-Schniegling aufgetreten, sonst völlig fehlend. — Fränkische Alb: im maintalnahen Gebiet des Nordzuges an buschigen Weißjurahängen zerstreut (Kordigast, Staffelberg, Uetzing, Kemitzenstein, Oberküps, Serkendorf, Schwabtal, Hummerstein bei Streitberg), fehlt dann weiter südwärts im mittleren Teil der Frankenalb (-Pegnitzalb) völlig, und erscheint erst wieder im Donauzug zerstreut vom Riesrand bis Regensburg (z. B. Schwabelweiß bei Regensburg, Bruckdorf, Sinzing, Mading, Weltenburg, Finkenstein und Stepperg bei Neuburg a. D., Harburg, Kräuterranken bei Hoppingen, Wellheim, Ensfeld, Konstein, Treuchtlingen; nordwärts bis zum Hesselberg, Auerberg bei Thalmässing, Schlüpfelberg bei Mühlhausen, Berching, Holnstein, Dietfurt, Meihern bei Riedenburg, Haselmühle bei Amberg).

*Ajuga Genevensis* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

In der Fränkischen Gäulandschaft, in der Fränkischen Alb und im Alpenvorland im Steppenheidewald und in der Steppenheide häufig und verbreitet,

in den übrigen Gebieten zerstreut und wie z. B. in der Keuperlandschaft und im Mittelfränkischen Becken meist nur auf mergelig-lehmigen Böden, seltener auf Sand. Für die zentralen Teile des Ostbayerischen Grenzgebirges und des Spessarts sind noch genauere Feststellungen über das Auftreten bzw. Fehlen der Pflanze nötig.

*Melampyrum nemorosum* L.

Südöstliches und östliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis montan.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut im nördlichen Muschelkalk- und im nördlichen und mittleren Gipskeupergebiet; dringt aus dem Muschelkalkgebiet der Werra über Hennebergisch-Franken bis in die Rhön, bis Mellrichstadt und durch das Grabfeld und den Haßgau bis in das Maintal zwischen Schweinfurt-Kitzingen und an den Fuß des Steigerwaldes (Rüdenhausen) vor; fehlt dem Maintal von Kitzingen abwärts und dem ganzen Taubergebiet. — Keuperland: nur im nördlichsten Teil aus dem Grabfeld und dem Haßgau in die Haßberge eindringend (z. B. Naßlach, Büchelberg), doch auch hier nach Ade „insbesondere die höheren Lagen auf Sandstein meidend“; geht südlich und südöstlich bis an die Keupertalhänge des Mains (z. B. bei Hallstadt und Oberleiterbach) und erreicht, den Nordrand und Ostrand des Mittelfränkischen Beckens streifend, das Liasvorland und den Nordzug der Fränkischen Alb. — Fränkische Alb: im Nordzug zerstreut, stellenweise verbreitet, so besonders im Dolomitgebiet, seltener in der Doggerstufe und im Liasvorland; im Donauzug sehr selten und fast nur in Donaunähe (Zeitlarn bei Regensburg, Haderfleck bei Weltenburg, sonst für den Donauzug nur noch ältere, teilweise zweifelhafte Angaben [für Ingolstadt, Neudorf bei Pappenheim, Öttinger Wald]). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr zerstreut (Kulmbach-Plossenberg, Kirchleus-Gartenroth, Bayreuth-Destuben, Kemnath-Zinst, Vilseck-Gebenbach. Amberg-Raigering). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Fichtelgebirge fehlend; im Oberpfälzer und im Bayerischen Wald in tiefer gelegenen Teilen (bis 750 m aufwärts) zerstreut bis stellenweise (Südabfall zur Donau) verbreitet (z. B. Rieselwald und Herzogau bei Waldmünchen, Heilbrünnl bei Roding, Cham, Regen, Zwiesel, Wegscheid, Jochenstein, Passau, Pfetting, Falkenstein bei Regensburg). — Alpenvorland: sehr zerstreut in der Schotterlandschaft und im Tertiärhügelland (z. B. Graß und Karthaus bei Regensburg, Mitterfeckinger Tal bei Saal, Allach und Maria Einsiedel bei München, Gauting-Planegg, Baierbrunn, Gleissental); in der Jungmoränenlandschaft wohl fehlend (höchstens in den Salzachauen).

*Adenophora liliifolia* (L.) Fisch.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Im Untersuchungsgebiet einzig im Donaubecken des Alpenvorlandes bei Moosdeggendorf im Mündungsgebiet der Isar.

*Carpesium cernuum* L.

Südliches Verbreitungsgebiet. Submontan, selten auch montan.

Ostbayerisches Grenzgebirge: sehr selten und einzig im Donautal bei Jochenstein im südöstlichsten Teil des Bayerischen Waldes. — Alpenvorland: sehr selten im östlichen Teil bei Simbach und Laufen im Inntal.

*Chrysanthemum corymbosum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan, selten auch subalpin.

Fränkische Gäulandschaft: ziemlich verbreitet auf Muschelkalk und Gipskeuper vom Südostfuß der Rhön bis zum Anstieg der Keuperberge. — Keuperland: aus der starken Verbreitung am Westabfall der Haßberge, des Steigerwaldes und der Frankenhöhe vereinzelt bis zerstreut längs der mergeligen Keuperhänge der größeren Täler (z. B. Main-, Baunach-, Aisch-, Bibert-, Rezat-, Wörnitztal) ins Innere und bis an den Rand des Mittelfränkischen Beckens vordringend, den zwischen den Tälern liegenden Sandsteinhochflächen aber fehlend. — Fränkische Alb: verbreitet im Nordzug und im Donauzug, meist an buschigen Weißjurahängen, seltener auf Doggersandstein; im Veldensteiner Sandsteingebiet fehlend. — Oberfränkische Senke: selten (Maintalhänge). — Ostbayerisches Grenzgebirge: fehlt im Innern völlig, erscheint erst an den wärmsten und trockensten Gneis- und Granithängen am Südrand des Bayerischen Waldes längs des Donautales (z. B. bei Tegernheim, Bach, Bogenberg, Pfetting, Welchenberg, Geiersberg und Natternberg bei Deggendorf, Hengersberg, Passau). — Alpenvorland: im Tertiärhügelland und in der Schotterlandschaft ziemlich verbreitet, aber gegen die Alpen hin abnehmend und die bayerischen Alpen nicht mehr erreichend; scheint auch im Jungmoränengebiet nicht mehr allgemein verbreitet zu sein, doch sind hier zum Entscheid noch nähere Untersuchungen nötig (siehe Troll, K., Mittlg. Bayer. Bot. Ges. 1925 Bd. IV).

*Lactuca quercina* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan.

Fränkische Gäulandschaft: selten im lichten Gebüsch, in Eichenniederwäldern auf Wellenkalk am Kalbenstein bei Karlstadt; auf Gipskeuper bei Grettstadt, Unterspiessheim, Sulzheim, Mönchstockheim und vielleicht auch Feste Heldburg.

**Pflanzen des Auwaldes und Kleewaldes.***Gagea minima* Ker-Gawler.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Fr. Gäulandschaft: selten in Laubwäldern und Gebüsch des Maintales zwischen Untereuerheim und Weyer und um Schweinfurt; vielleicht auch bei Kissingen. — Mittelfränkisches Becken: selten bei Bamberg, Erlangen und Dinkelsbühl. — Fränkische Alb: selten und nur im Liasvorland bei Sulzbürg, Altdorf, Hirschaid; für Isling und Mönchkröttendorf fraglich. — Oberfränkische Senke: sehr selten bei Lichtenfels und Bayreuth. — Alpenvorland: selten und nur längs des Donautales (Ingolstadt, Isling bei Regensburg, Irlbach, Steinkirchen bei Deggendorf).

*Scilla bifolia* L.

Südliches und südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: im Innern fehlend, erscheint erst im Maintal (von Obernburg über Miltenberg, Kreuzwertheim bis Lohr und weiterhin in die Gäulandschaft vor-

dringend). — Fränkische Gäulandschaft: zerstreut, zumeist im Main-, Tauber- und Fränkischen Saaleetal (bis in das Grabfeld, in den Haßgau und Windsheimer Gau aufwärts). — Im Keuperland und im Mittelfränkischen Becken bis auf die Standorte im Wörnitz- und Altmühlgebiet (bei Gunzenhausen und im Öttinger Forst) fehlend. — Fränkische Alb: im Nordzug völlig fehlend, im Donauzug im Donautal und im unteren Altmühltal (Sinzing, Kelheim, Weltenburg, Donauwörth; Prunn-Riedenburg). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südrand des Bayerischen Waldes längs des Donautales (von Donaustauf bis Passau-Jochenstein). — Alpenvorland: im Donautal von Ulm bis zum Südrand des Bayerischen Waldes häufig, sonst auch bei Kaufbeuren, Augsburg, Planegg bei München und längs des Innates über Simbach und Altötting aufwärts bis in das Jungmoränengebiet des Inn- und Salzachgletschers vordringend (Prien bis Aschau, Grassau, Traunstein, Salzachgebiet).

#### *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: im Innern? — Gäulandschaft: vom Rande der Rhön und des Spessarts zerstreut bis zum Anstieg der Keuperberge. — Keuperland: sehr zerstreut, oft auf weite Strecken hin fehlend, meist nur längs der größeren Täler wie des Mains und der Itz. — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut längs der Regnitz (von Majach bei Nürnberg über Erlangen, Baiersdorf, Forchheim, Buttenheim, Strullendorf bis Bamberg und weiter maintalabwärts und maintalaufwärts). — Fränkische Alb: ziemlich verbreitet, besonders längs des Quellhorizontes des Ornatentones und auf den Quelltuffböden der Talhänge und am Steilabfall, vielfach auch im Liasvorland. — Oberfränkische-oberpfälzische Senke: zerstreut (bei Plesten, Gestungshausen, Stadtsteinach, Untersteinach, Rehberg bei Kulmbach, Burghaig, mehrfach um Burgkundstadt, Lichtenfels, Creußen, Amberg). — Ostbayerisches Grenzgebirge: sehr zerstreut, meist nur am Rande und längs der größeren Täler (Waldmünchen, Wörth, Mitterfels, Deggendorf, Hilgartsberg, Kalteneck, Waldkirchen, Riedlhütte, Neuburger Wald). — Alpenvorland: ziemlich verbreitet von der Donau bis in die Alpen.

#### *Corydalis solida* (Mill.) Sw.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Spessart: selten, fast nur im Sinn-, unteren Saale- und Maintal. — Gäulandschaft: zerstreut bis stellenweise verbreitet, besonders häufig im Main- und Saaleetal. — Keuperland: selten im Innern, fast nur längs des Mains und seiner Nebentäler eindringend (Stettfeld, Staffelbach, Oberhaid, Bruderwald und Michaelsberger Wald bei Bamberg, Großgessingen bei Ebrach, Frimmersdorf bei Lonnerstadt, Emskirchen). — Mittelfränkisches Becken: aus dem Maintal in großer Häufigkeit in das Regnitztal und in seine unteren Nebentäler eindringend (z. B. bei Bamberg, Strullendorf, Hirschaid, Buttenheim, Forchheim, Baiersdorf, Erlangen, Bruck, Fürth, Nürnberg, Zirndorf, Schwabach, Eichelberg bei Roth usw.). — Fränkische Alb: vereinzelte Ausläufer der Verbreitung im Regnitz-

und Mainbecken erreichen gerade noch den äußersten Westrand des westlichen Liasvorlandes bei Ober- und Unterseigendorf, Adlitz bei Erlangen, Kalchreuth, Röckingen beim Hesselsberg; in der eigentlichen Frankenalb völlig fehlend. — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: ein vereinzelter Ausläufer aus der Verbreitung im Bamberger Maintal erreicht Burghaig bei Kulmbach, sonst nur noch eine ältere fragliche Angabe für Bodenwöhr. — Alpenvorland: sehr selten und nur im engeren Donautalbereich (Jaging bei Ortenburg, Deggendorf, Vilstal).

*Omphalodes scorpioides* (Haenke) Schrank.

Südöstliches und östliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: selten, im feuchten Gebüsch und in Laubwäldern des Maintales und seiner nächsten Umgebung (Kreuzholz bei Horhausen, im Auwald des Maintales und im Gemeindewald bei Untereuerheim, Wehrwäldchen bei Schweinfurt, zwischen Schweinfurt und Schwebheim, in den „Lachen“ bei Grafenrheinfeld, Elmus bei Röthlein, Gemeindeholz bei Garstadt, Ludwigsbad bei Wipfeld).

*Symphytum tuberosum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan bis subalpin.

Fränkische Alb: im Nordzug fehlend, im Donauzug meist verbreitet von Regensburg über Riedenburg und Eichstätt bis Neuburg a. D. und bis zum Hahnenkamm (West- und Nordgrenze: Bittenbrunn, Bertoldsheim, Bergen, Konstein, Groppenhof bei Dollnstein, Solnhofen, Hahnenkamm, (Hesselberg?), Treuchtlingen, Weißenburg, Weiboldshausen, Beilngries, Dietfurt, Breitenbrunn, Parsberg, Velburg). — Ostbayerisches Grenzgebirge: nur im Bayerischen Wald und hier fast nur am Donauhang von Regensburg bis Jochenstein, im Innern des Bayerischen Waldes selten (Breitenberg). — Alpenvorland: von der Donau bis in die Alpen; östlich der Isar verbreitet, weiter westwärts zerstreut bis zum Lech.

**Pflanzen der Flachmoore (Wiesenmoore).**

*Juncus atratus* Krocker.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Fränkische Gäulandschaft: vereinzelt auf Wiesenmooren des Maintales bei Grettstadt-Schweinfurt und zwischen Großlangheim und Kitzingen. — Alpenvorland: fraglich (unsichere frühere, neuerdings nicht mehr bestätigte Angaben liegen z. B. für das Donaumoos bei Neuburg vor).

*Allium angulosum* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: sehr zerstreut, stellenweise aber häufig, zumeist in Wiesenmooren des Gipskeupergebietes (bei Oberlauter, Schwebheim, Grettstadt, Spießheim, Sulzheim, Siegendorf bei Gerolzhofen, Großlangheim-Kitzingen, Nordheim-Uffenheim, Windsheim). — Mittelfränkisches Becken: sehr selten im Regnitztal (Dambach-Fürth, Georgensgmünd). — Fränkische Alb: sehr zerstreut, meist im Donauzug, selten im Nordzug (Kirchhelrenbach, Pommelsbrunn; Haid-

hof-Burglengenfeld, Pielenhofen, Weltenburg, Trommetzheim-Weißenburg, Fessenheim, Schwörnsheim-Laub und Wemming im Ries). — Alpenvorland: zerstreut im Donautal und an feuchten Rändern der Niederterrassen des Lechs und der Isar (z. B. Oberndorf am Lech, Bertoldsheim, Oberhausen-Neuburg, Pürkelgut-Regensburg, Mintraching, Straubing, Deggendorf, Gottfrieding, Landshut, Sempeter Haide, Erding); in der Jungmoränenlandschaft sehr selten und nur im Becken des Isarvorlandgletschers (am Ammersee bei Diessen und bei Wielenbach).

#### Iris Sibirica L.

Südöstliches bis östliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Spessart: im bayerischen Anteil im Innern noch nicht beobachtet, nach älteren Angaben (Kittel) vielleicht bei Villbach-Lettgenbrunn in Hessen. — Gäulandschaft: zerstreut, meist in Wiesenmooren des Gipskeupergebietes des Grabfeldes und des Haßgaues und im Maintal zwischen Schweinfurt und Kitzingen. — Keuperland: selten und sehr zerstreut (bei Weitramsdorf, Bramberg, Hohnhausen, Ebern, Staffelbach, Geusfeld, Ebrach, Heglau-Gunzenhausen, Windsbach, Massendorf-Spalt). — Mittelfränkisches Becken: sehr zerstreut an feuchten, lichten Stellen (Molinieta) im Reichswald um Nürnberg. — Fränkische Alb: selten und nur im Donauzug auf feuchter, sandig-toniger Überdeckung und im Riesbecken (z. B. Frauenforst bei Kelheim, Weltenburg-Eining, Riedenburg-Weltenburg, Monheim, Nonnenholz im Ries). — Oberfränkisch-oberpfälzische Senke: sehr selten (bei Wildenhaid-Neustadt a. d. H., Bayreuth). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst am Südfluß längs der Donau bei Donaustauf und Passau. — Alpenvorland: zerstreut von der Donau bis in die Alpen, meist in Wiesenmooren des Donautales, an den feuchten, flachmoorigen Stellen der Niederterrassen und in den zentralen Becken der Moränenlandschaften.

#### Gladiolus paluster Gaud.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Submontan und montan.

Fränkische Gäulandschaft: sehr selten (Heringsgrund bei Erlach, Grettstadt; früher vielleicht auch zwischen Rimpar und Versbach bei Würzburg, Margethöchlheim, Heidenfeld). — Oberfränkische Senke: fehlend! (die frühere Angabe für Limmersdorf ist wie mancher andere Fund von Kaulfuß irrtümlich, es handelt sich nach Herbarbeleg um einen gartenflüchtigen *Gladiolus communis*). — Fränkische Alb: einzig im Ries (Lindig bei Schwörnsheim). — Alpenvorland: zerstreut von der Donau bis in die Täler der Alpen, zumeist in Wiesenmooren (Flachmooren) an feuchten Stellen der Niederterrassen längs Donau, Lech und Isar (z. B. bei Dillingen, Manching, Feldmoching, Garching Heide, Erdinger Moos, Moos bei Deggendorf usw.); selten auch innerhalb des Jungmoränengebietes (Aitrang, Füssen, Weilheim, Ostersee bei Staltach).

#### Thalictrum lucidum L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Alpenvorland und Südsaum des Ostbayerischen Grenzgebirges: sehr zerstreut (soweit nicht mit *Thalictrum galioides* Nestl. verwechselt!) im östlichen

Teil in den Tälern der Donau, der Isar, der Vils, des Inn, der Salzach, Saalach und Alz aufwärts vom Donaubecken bis in das Jungmoränengebiet und in die Alpen (z. B. Jochenstein, Passau, Deggendorf, Irlbach, Moosburg, Simbach, Neuburg a. I., Laufen, Petting, Schönram, Rosenheim).

*Euphorbia palustris* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut in der Talaue des Mains und in benachbarten Wiesenmooren vom Südostrand des Spessarts (Kreuzwertheim) bis in das Gipskeupergebiet am Westfuß der Keuperberge (Alitzheim, Spießheim, Sulzheim, Schwebheim, Gochsheim, Grettstadt). — Keuperland: ganz vereinzelt im Wörnitzgebiet an Weiherrändern bei Dinkelsbühl. — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern bis auf das isolierte Vorkommen bei Mähring im Oberpfälzer Wald fehlend und erst am Südrand im Donautal (z. B. bei Passau) regelmäßig erscheinend. — Alpenvorland: nur in den Auen des Donautales, am wiesenmoorigen Rand der Niederterrassen der Donaubecken und des unteren Isartales (z. B. Dillingen, Donauwörth, Staudheim, Bertoldsheim, Moos-Neuburg a. D., Ingolstadt, Regensburg, Bogen, Metten, Deggendorf-Isarmünd, Niederaltaich, Vilshofen, Lailling bei Landau, Rosenau bei Dingolfing, Landshut, Marzling bei Freising).

*Euphorbia lucida* Waldst. et Kit.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Alpenvorland: selten in Wiesenmooren des Donau- und unteren Isartales bei Isarmünd, Moos und Obermoos bei Plattling-Deggendorf, Landshut; vielleicht auch Sempter Heide.

*Viola persicifolia* Roth.

Südöstliches bis östliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Fränkische Gäulandschaft: selten bis zerstreut, meist nur in Wiesenmooren des Gipskeupergebiets (Dürrwiesental bei Unfinden, Augsfeld bei Haßfurt, Untereuerheim, Grettstadt, Schwebheim, Grafenrheinfeld, Sulzheim, Gerolzhofen, Volkach; der Standort bei Haßfurt infolge Entwässerung der Sumpfwiesen jedenfalls vernichtet). — Keuperland und Mittelfränkisches Becken: selten im mittleren Wörnitzgebiet bei Segringen-Dinkelsbühl und im Öttinger Forst; im unteren und mittleren Regnitztal bei Strullendorf und (früher!) in der Brucker Lache und bei Möhrendorf-Erlangen. — Fränkische Alb: selten und nur im Donauzug im Tal der Nab (Burglengenfeld-Kallmünz) und im Ries. — Alpenvorland: zerstreut, hauptsächlich in den Wiesenmooren, an den feuchten Rändern der Niederterrassen längs Donau, Isar und Lech (z. B. bei Dillingen, Zuchering bei Ingolstadt, Regensburg, Obermoos bei Plattling, Deggendorf, Pocking, Angerloh bei München); dringt nur selten bis in das Jungmoränengebiet aufwärts, so daß die Pflanze im letzteren fast (einzig bei Königsdorf!) völlig fehlt!

*Viola elatior* Fries.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Fränkische Gäulandschaft: in feuchten Gebüschern und in Wiesenmooren in der Nähe des Mains, vornehmlich im Gipskeupergebiet bei Randersacker, Großlangheim, Rüdenhausen, Heidenfeld, Sulzheim, Schwebheim, Schweinfurt; früher auch bei Haßfurt. — Fränkische Alb: nur im Donauzug bei Dietfurt a. d. Altmühl (und bei Weltenburg?). — Alpenvorland: zerstreut, hauptsächlich in den Auen der Donaubecken und an den feuchten Rändern der Niederterrassen der Isar und des Lechs (z. B. Ulm, Lechauen bei Münster und Thierhaupten, Pfersee bei Augsburg, Meringer Lechfeld, Burgheim, Bertoldsheim, Ingolstadt, Manching-Geisenfeld, Regensburg, Isarauen bei Garching, Inkofen bei Moosburg, Natternberg, Deggendorf, Isarmünd, Niederaltaich, Gundlau bei Winzer); in der Moränenlandschaft fehlend.

*Viola pumila* Chaix.

Südöstliches und östliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal (submontan und montan).

Fränkische Gäulandschaft: zerstreut, meist in anmoorigen Wiesen des Gipskeupergebietes und im Maintal (z. B. an der Altach bei Haßfurt, Dürrfeld bei Schweinfurt, Schwebheim, Sulzheim, Grettstadt, Heidenfeld, Gerolzhofen, Hallburg bei Volkach, Oberntief, Windsheim). — Mittelfränkisches Becken: einzig im unteren Regnitztal zwischen Strullendorf und Hirschaid; auf der Seewiese bei Strullendorf auch *Viola pumila* + *Viola persicifolia*. — Fränkische Alb: fehlt im Innern, erscheint erst am Südrand des Donauzuges im Donautal (bei Stepperg-Bittenbrunn-Neuburg). — Ostbayerisches Grenzgebirge: im Innern fehlend, erscheint erst im Donautal bei Passau. — Alpenvorland: zerstreut bis streckenweise ziemlich verbreitet, vornehmlich in den Wiesenmooren der Donaubecken und auf anmoorigen und trockenen Stellen der Niederterrassen längs der unteren und mittleren Isar wie des Lechs (z. B. Rain, Oberndorf, Münster, Thierhaupten, Augsburg, Schnöd bei Bertoldsheim, Grünau bei Neuburg a. D., Weicheering, Pobenhausen, Ingolstadt, Regensburg, Metten, Deggendorf, Plattling, Dingolfing, Landshut, Sempter Heide, Dachauer Moos bei München); fehlt dagegen fast völlig der Jungmoränenlandschaft, in der *Viola pumila* nur in der Randzone des ehemaligen Isarvorlandgletschers (bei Deining) beobachtet wurde.

*Scutellaria hastifolia* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Im Maingebiet der Fränkischen Stufenlandschaft nicht sicher festgestellt, nach alten Angaben (Heller, Fr. X.) und ohne Herbarbeleg bei Kloster Heidenfeld, im Bromberger Wald und bei Gemünden gefunden worden. Sichere Funde liegen nur für das Donaubecken vor und hier vor allem für das Donaubecken des Alpenvorlandes (Niederaltaich, Deggendorf, Wörth); sonst isoliert bei Kempfenhausen am Starnberger See, desgleichen an der Altmühl bei Mörsenheim und früher auch bei Dinkelsbühl und bei Augsburg.

*Veronica anagalloides* Guss.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis boreal.

Alpenvorland: selten im Donaubecken und im unteren Lechgebiet (in der Schütten bei Neuburg a. D. und bei Rohrenfeld, ferner bei Pfersee, Mering und Augsburg).

*Inula Britannica* L.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subtropisch bis boreal.

Fast nur längs des Maintales und im Donautal, im ersteren aufwärts bis Bayreuth und im unteren Teil der Nebentäler, wie im unteren Regnitz-, Bau-nach- und Fränkischen Saaletal; im Donautal von Jochenstein-Passau aufwärts bis Neuburg a. D. Sonst nur vereinzelt und meist vorübergehend eingeschleppt, z. B. um Nürnberg und München.

*Cirsium canum* (L.) All.

Südöstliches Verbreitungsgebiet. Subboreal und boreal.

Fränkische Gäulandschaft: selten am Übergang des Grabfeldgaves in das Keuperland im Nordosten der Haßberge (zwischen Gellershausen-Heldburg-Ein-öd und adventiv bei Koburg-Neuses); im Innern des Keuperlandes früher bei Burgwindheim im mittleren Ebrachtal. — Alpenvorland: adventiv Stierhof bei Augsburg (früher) und vielleicht auch Brühl bei Dillingen.

## Zusammenfassende Betrachtung und Gesamtergebnisse.

### I.

#### Areal und Ökologie.

Im vorgehenden Hauptteil wurden die in den verschiedenen Landschaften Bayerns (mit Ausnahme der Alpen) ursprünglichen Pflanzen von südlich-kontinentaler Gesamtverbreitung zusammengestellt und ihre topographische Verbreitung im Untersuchungsgebiet besprochen.

Das allen abgehandelten Arten in geographischer Hinsicht Gemeinsame ist, daß ihre Einzelareale das südöstliche bis östliche, südliche und zentrale Europa, d. h. das südlich-kontinentale Europa ganz oder teilweise umfassen und daß sie gleichzeitig auch die wärmsten Regionen dieser Areale bewohnen. Rein montane und alpine Arten blieben unberücksichtigt. Bei Annäherung gegen das westliche und nördliche Europa schließen die aufgenommenen Arten ihr Areal mit Nordwest- oder Nordgrenzen ab. Bei manchen von ihnen zieht ein Teil dieser westlichen bis nördlichen Arealgrenzen durch das Untersuchungsgebiet selbst (z. B. *Stipa capillata*, *Hierochloa australis*, *Melica picta*, *Juncus atratus*, *Gagea minima*, *Muscari tenuiflorum*, *Iris variegata*, *Gladiolus paluster*, *Alsine setacea*, *A. fasciculata*, *Clematis recta*, *Anemone Pulsatilla* ssp. *grandis*, *Potentilla arenaria*, *Cytisus nigricans*, *Cytisus supinus*, *C. Ratisbonensis*, *Astragalus pilosus*, *Mercurialis ovata*, *Euphorbia polychroma*, *E. verrucosa*, *E. lucida*, *Omphalodes scorpioides*, *Symphytum tuberosum*, *Veronica Austriaca*, *Melampyrum nemorosum*, *Orobanche coerulescens*, *Adenophora liliifolia*, *Jurinea cyanoides*, *Carpesium cernuum*). Bei den meisten reichen aber die Areale noch ein Stück west- und nordwärts über Bayern hinaus, um größtenteils in der Oberrheinischen Tiefebene, im Mittelrheingebiet, in Brandenburg und Südostschweden zu endigen. Ein kleiner Teil (z. B. *Phleum phleoides*, *Anemone Pulsatilla* ssp. *vulgaris*, *Veronica spicata*, *Crepis praemorsa*) geht noch in das zentrale und nördliche Frankreich, bis Südostengland und Südostnorwegen. In diesem verschieden weiten Vordringen nach Nordwesten und Norden kommt die abgestufte Empfindlichkeit gegen die eingangs besprochenen nordwesteuropäischen Einflüsse, vor allem gegen solche des atlantischen Klimas und der unter seiner Einwirkung stehenden Boden- und Vegetationsverhältnisse zum Ausdruck, wobei auch noch historische Klimaänderungen und Wanderungsbedingungen nachwirken.

Bei der Verteilung dieser auf Grund ihrer europäischen Arealerstreckung aus der Flora des Untersuchungsgebietes ausgelesenen 166 Arten auf Vegetationsformationen zeigt sich, daß weitaus der größte Teil, nämlich 100 Spezies und Subspezies, dersonnigen Steppenheide angehören. 46 Arten bewohnen vornehmlich den lichten Steppenheidewald, nur 6 Arten finden sich in schattigen Laubwäldern (meist in Auwäldern) und die übrigen 14 Arten sind den Wiesenmooren und den Auwiesen eigen. Es ergibt sich hieraus die interessante Tatsache, daß sich in der Vegetationszugehörigkeit dieser lediglich auf Grund ihrer Arealsähnlichkeit

aus der Flora des Untersuchungsgebietes herausgewählten Arten getreu die Vegetationsverhältnisse des südlich-kontinentalen Europa widerspiegeln. Das südöstliche Europa ist ja infolge seines waldfeindlichen Klimas, wie in der Einleitung dargelegt, charakterisiert durch die Herrschaft der Steppe, welche nach Nordwesten und Norden in die Zone der Steppenwälder, das sind lichte Eichen- und Föhrenwälder mit Steppenunterwuchs, übergeht, bevor im mittleren und gemäßigten und im südlich montanen Europa die Formationen der geschlossenen, schattigen Laub- und Nadelwälder, vornehmlich von *Fagus* bzw. von *Picea* und *Abies* gebildet, vorherrschen. Typische Hochmoore und Ericaceenheiden sind im südöstlichen Europa unbekannt; in feuchten Lagen der Flußtäler finden sich Wiesenmoore, Auenwiesen und Auenwälder. Den südosteuropäischen Grassteppen sowie den Strauchsteppen und den Steppenwäldern entsprechen in unserem mitteleuropäischen Gebiet räumlich begrenzte Exklaven dieser erwähnten Formationen, nämlich die sogenannte Steppenheide und der Steppenheidewald. In diesen später noch genauer floristisch und ökologisch zu bewertenden Pflanzengesellschaften drängt sich nun der Großteil der in Bayern noch heimischen Vertreter der südlich-kontinentalen Florengruppe zusammen, so daß sich in der Steppenheide 60% der Gesamtzahl und im Steppenheidewald 28% finden. Vom übrigen Restbestand gehören 8,4% den auch in Ost- und Südeuropa nicht seltenen Wiesenmooren und Flußauenwiesen an; die als Rest verbleibenden 3,6% lieben schattige, feuchte Laubwälder, besonders die der Flußtäler. Bezeichnenderweise ist unter den 166 südlich-kontinentalen Arten des Untersuchungsgebietes keine einzige, die typisch wäre für Pflanzengesellschaften, wie sie sich im feuchtkühlen nordwestlichen, nördlichen und montanen Europa finden. Arten, die kennzeichnend sind für nährstoffarme Hochmoore, für atlantische Ericaceenheiden, für schattige Buchenwälder und rohhumusreiche Fichtenwälder fehlen samt und sonders der südlich-kontinentalen Florengruppe. Diese (für den Pflanzengeographen selbstverständlichen) Ergebnisse sind ein Beleg dafür, daß die rein geographische Methode, die der Auswahl unserer Arten zugrunde lag, die richtige ist; denn die in engerer oder weiterer Arealverwandtschaft stehenden Arten lassen sich folgerichtig in pflanzensoziologischer Hinsicht restlos Pflanzengesellschaften zuordnen, die ebenfalls in geographischem Zusammenhang stehen. Doch muß hierbei bemerkt werden, daß die Bindung der südlich-kontinentalen Arten an geographisch ähnlich verbreitete Pflanzengesellschaften selten einseitig ist, sondern öfters durchbrochen wird, besonders dann, wenn das Areal der Art weit nach Nordwesten reicht. So können, um einen Extremfall namhaft zu machen, *Helichrysum arenarium* und *Artemisia campestris*, die beide häufig in russischen, rumänischen, serbischen, ungarischen und niederösterreichischen Steppen auf Sandboden erscheinen, im mittleren und im nordwestlichen Europa an den Grenzen ihrer Areale in *Calluna*- und *Sarothamnus*heiden eintreten unter der Voraussetzung, daß trockene, sandige, nicht zu stark versäuerte (rohhumusfreie!) Böden vorliegen. Ähnliches gilt von *Alyssum montanum*, *Potentilla arenaria*, *Veronica spicata* usw. Bei Betrachtung spezieller ökologischer Bedürfnisse der südlich-kontinentalen Arten fällt

die weitgehende Konzentrierung auf lichte, sonnige Standorte auf, die sich ja im größten Maßstabe im Bereich der Steppenheide und auch noch im Steppenheidewald und im Wiesenmoor darbieten. Der große Lichthunger der südlich-kontinentalen Arten tritt deutlich hervor. Weiterhin haben die Pflanzen der Steppenheide und auch größtenteils die des Steppenheidewaldes ein starkes Bedürfnis für Bodentrockenheit. Neben diesem Verlangen nach Sonne und Trockenheit muß dem größten Prozentsatz der Spezies der südlich-kontinentalen Gruppe — wie es aus den Verbreitungsangaben über ihr häufiges Vorkommen in den sommerheißesten Gebieten Europas hervorgeht — die Fähigkeit innewohnen, hohe Wärmegrade zu ertragen; doch wird andererseits durch die oft gemachten Feststellungen über das Ansteigen in subalpine Höhen und durch die Arealerstreckung in das winterkalte Osteuropa und Sibirien in vielen Fällen ebenso klar bewiesen, daß die meisten Vertreter auch tiefe Kältegrade ertragen können. Vielfach mußte bei den Standortsanführungen bei den einzelnen Arten hervorgehoben werden, daß die betreffenden Pflanzen im Untersuchungsgebiet Kalkboden (Muschelkalk oder Jurakalk, Keuper- oder Juradolomit, Gips, Löß, kalkreichen Schotter usw.), also neutrale bis basische und meist auch sehr trockene, wasserdurchlässige Böden deutlich bevorzugen, ja teilweise nur auf solchen erscheinen. Es hängt dies damit zusammen, daß die südlich-kontinentalen Pflanzen — entsprechend den Bedingungen ihrer Hauptverbreitungsgebiete, in denen infolge der dort herrschenden Niederschlagsarmut und der starken Sonnenbestrahlung geringe bis keine Bodenauslaugung<sup>1</sup> stattfindet — meist an neutrale bis basische, mineralreiche und zugleich kalkreiche<sup>2</sup> Böden angepaßt sind und deshalb die humussauren, mineralarmen Bodenbildungen feuchtkühler Klimate meiden. Die verhältnismäßig hohe Zahl von Arten, die in den nährstoffreichen Wiesenmooren heimisch sind, und das Fehlen von Hochmoorpflanzen weist in dieselbe Richtung. Doch ist die hervorgehobene Abhängigkeit von Kalkböden durchaus keine starre Regel. Viele der in die Untersuchung einbezogenen Pflanzen, die sich im Untersuchungsgebiet für gewöhnlich auf Kalkboden finden, vermögen im Gebiete selbst den Beweis zu erbringen, daß sie auf kalkarmem Granit und Gneis und auch auf fast kalkfreiem Sandstein und Silikatsandboden vorkommen können. Wenn die standörtlichen, klimatischen und physikalischen Bedingungen die Bodenbildung in nicht zu ungünstige Form lenken und wenn gleichzeitig die Konkurrenz anderer Arten (z. B. die der schattenden Waldbäume) infolge edaphischer oder anthropo-zoischer Faktoren nicht in ganzer Stärke einsetzen kann, dann treten sie zuweilen auch auf so beschaffenen silikatsandigen Böden auf. Solche Arten sind z. B. *Stipa pennata*, *Melica ciliata*, *Anthericum liliago*, *A. ramosum*, *Allium montanum*, *Silene Otites*, *Alyssum montanum*, *Pulsatilla grandis*, *Pulsatilla vulgaris*, *Cytisus nigricans*, *C. Ratisbonensis*, *Euphorbia verrucosa*, *E. Seguieriana*, *Peucedanum Oreoselinum*, *P. Cervaria*, *Asperula glauca*, *Inula hirta*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Artemisia campestris*, *Centaurea Rhenana*, *Lactuca perennis*.

<sup>1</sup> Lundegardh H., Klima und Boden, 1925, S. 247.

<sup>2</sup> Eichler, Gradmann, Meigen, Ergebnisse der pflanzengeogr. Durchforschung. . . S. 429.

In allem zusammen zeigt dieser gedrängte Überblick über das ökologische und soziologische Verhalten der südlich-kontinentalen Arten der Flora Bayerns die zu erwartende Übereinstimmung mit den Verhältnissen, die für das südlich-kontinentale Europa, das gemeinsame Hauptverbreitungsgebiet aller in dieser Abhandlung besprochenen Arten, charakteristisch sind, d. h. diese Pflanzen verlangen in mehr oder minder ausgeprägter Weise zu ihrem Gedeihen Bedingungen, wie sie in reinster Form der Südosten und auch teilweise noch der Süden Europas bietet. Diese Kenntnis wird uns bei der folgenden zusammenfassenden Betrachtung der Verteilung der südlich-kontinentalen Arten auf die verschiedenen Landschaften Bayerns und der Erklärung der Unterschiedlichkeiten hierin von Nutzen sein.

## II.

### a) Übersicht über die Verbreitung der südlich-kontinentalen Arten in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.

Zwecks rascher Erstorientierung über die topographische Verbreitung im Untersuchungsgebiet sind für die südlich-kontinentalen Arten der einzelnen Vegetationsformationen Übersichtstabellen auf Grund der im Hauptteil meist genauer dargelegten Feststellungen des Vorkommens der betreffenden Pflanze in Bayern beigefügt worden. Sie zeigen in summarischer Weise auch die Stärke des Auftretens jeder Art in den Einzellandschaften an. Dabei bedeutet die Ziffer I, daß die betreffende Art in der diesbezüglichen Landschaft nur einen oder höchstens zwei Standorte besitzt. Die Ziffer II zeigt an, daß die Pflanze 3—10 Standorte hat, III besagt, daß 10—100 Einzelvorkommnisse bisher beobachtet wurden. IV gibt an, daß über 100 bis näherungsweise 1000 Standorte bestehen und Ziffer V soll ausdrücken, daß die betreffende Spezies schätzungsweise wohl weit über 1000 Standorte besitzt, d. h. mehrmals in dem Flurbezirk einer jeden Ortschaft vorkommt, also überall in der Einzellandschaft zu finden ist (Zwischenwerte werden ausgedrückt z. B. mit II/III, was heißen soll, daß aus Erfahrung über 10 bis ungefähr 30 Standorte bekannt sind). Annähernd lassen sich diese Zahlenwerte parallelisieren mit den mehr gefühlsmäßig geschätzten Häufigkeitsbewertungen „sehr selten, selten, zerstreut, häufig, gemein“. Ein — bezeichnet das Fehlen. Kommt eine Art nur am Rande einer Landschaft vor und fehlt sie im Innern, so rückt die betreffende Zahl mit einem R versehen an den Rand der Spalte und zwar gewöhnlich an die Seite, die der benachbarten Landschaft mit häufigem Vorkommen dieser Art am nächsten entspricht. Wenn eine Pflanze in der Fränkischen Alb nur im Nordzug erscheint oder nur im Donauzug beobachtet wurde, so wird der Ziffer dieser Spalte ein N bzw. ein D vorgesetzt. Nicht ganz sichere Werte erhalten ein ?. Vorkommnisse in einer Landschaft, die vermutlich auf Einschleppung in historischer Zeit beruhen oder deren Vorhandensein nicht ganz sicher feststeht und noch nicht nachkontrolliert werden konnte, werden in Klammer gesetzt. Alle genaueren Einzelheiten, wie z. B. die Verbreitung in besonderen Teilen von Landschaften usw., müssen in den Detailbeschreibungen des Hauptteils nachgelesen werden.

## 1. Übersichtstabelle.

Die Verbreitung des südlich-kontinentalen Elementes in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.

Pflanzen der Steppenheide	Fränkisches Stufenland							Ostbayerisches Grenzgebirge	Alpenvorland	
	Spessart (Bunt- sandstein- landschaft)	Gäu- landschaft	Keuper- landschaft	Mittelfränk., Becken	Lias- landschaft	Fränkische Alb	Oberfränkische- Oberpfälzische Senke		Schotter- u. Fertürhügel- landschaft	Moränen- landschaft
<i>Andropogon ischaemum</i>	I RII	II	I	III	—	N I D III	—	— RI	II/III	—
<i>Stipa pennata</i>	—	II/III	—	—	—	D II	—	— RI	I	—
<i>Stipa capillata</i>	—	II/III	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Phleum Boehmeri</i>	?	IV/V	II/III	II	?	IV/V	II/III	— RII	IV	II/III
<i>Melica ciliata</i>	—	III/IV	IR	I	—	III/IV	II	— RII	—	—
<i>Melica Transsilvan.</i>	—	—	—	—	—	N I D II	—	—	—	—
<i>Poa Badensis</i>	—	I	—	—	—	N I	—	—	—	—
<i>Festuca sulcata</i>	— RI	III/IV	IR	II	—	N III D IV	I	— RII	II	—
<i>Carex supina</i>	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carex humilis</i>	—	III	—	—	—	III/IV	—	—	III	II
<i>Allium montanum</i>	—	III	—	—	—	III/IV	—	— RII	II/III	I
<i>Thesium Linophyllon</i>	—	III	I/II	—	—	III	II	—	III	II
<i>Silene Otites</i>	—	III	—	II/III	—	N I D III	—	—	I	—
<i>Tunica prolifera</i>	I RII	III	II	IV	—	IV	III	I RII	I	—
<i>Tunica saxifraga</i>	—	(I)	—	(I)	—	N II D III	—	— RII	III	I/II
<i>Dianthus Carthusian.</i>	I RIII	IV/V	III	IV	?	IV/V	III	— RIII	IV/V	III?
<i>Cerastium brachypetal.</i>	—	III	(I)	II	—	II/III	II	— RII	II/III	I/II
<i>Alsine fasciculata</i>	—	—	—	—	—	D II	—	—	II	—
<i>Alsine setacea</i>	—	—	—	—	—	D II	—	—	—	—
<i>Anemone Pulsat. ssp. grand.</i>	—	III	—	—	—	N II D III	—	— RI	II	—
<i>Anemone Pulsat. ssp. vulg.</i>	I RIII	IV/V	II	II	?	IV/V	II/III	— RII	III	II
<i>Anemone patens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	II	—
<i>Anemone silvestris</i>	— RI	III/IV	IR	I/II	—	N IV D II	II/III	I	I	—
<i>Adonis vernalis</i>	—	III	—	—	—	—	—	—	I	—
<i>Sisymbrium Austriac.</i>	—	II	—	—	—	II	—	—	(I)	(I)
<i>Hutchinsia petraea</i>	—	I/II	—	—	—	N I	—	—	—	—
<i>Arabis auriculata</i>	—	I	—	—	—	II	—	— RI	—	—
<i>Erysimum erysimoid.</i>	—	III	—	(I)	(I)	IV	II/III	— RI	(I)	—
<i>Erysimum crepidifol.</i>	—	I/II	—	—	—	III	—	—	(I)	—
<i>Alyssum montanum</i>	— RII	III	—	(I)	—	III	—	—	(I)	—
<i>Alyssum saxatile</i>	—	—	—	—	—	N I	—	—	—	—
<i>Potentilla rupestris</i>	—	II	IR	—	—	D I	—	—	—	—
<i>Potentilla rubens</i>	—	II/III	—	—	—	N II D III/IV	—	— RII	IV	IV?
<i>Potentilla arenaria</i>	—	III	IR	(I)	—	III/IV	—	—	II	—
<i>Fragaria viridis</i>	?	III/IV	II/III	II/III	II/III	III/IV	II/III	— ?	III	II
<i>Cytisus Ratisbonensis</i>	—	—	—	—	—	D III/IV	—	— RII	III/IV	II
<i>Medicago minima</i>	— ?	III/IV	I/II	III	—	III/IV	II	— RI	II	—
<i>Dorycnium Germanicum</i>	—	—	—	IR	—	—	—	—	II	II/III
<i>Astragalus Cicer</i>	—	III	(I)	(I)	II	III	II/III	—	III	I
<i>Astragalus Onobrychis</i>	—	—	—	—	—	D I	—	—	(I/II)	—
<i>Astragalus pilosus</i>	—	II/III	(IR)	—	—	—	—	—	—	(I)
<i>Coronilla vaginalis</i>	—	(R II)	—	—	—	N I/II	—	—	II	II/III
<i>Onobrychis arenaria</i>	—	I	—	—	—	?	—	—	—	—
<i>Linum flavum</i>	—	—	—	—	—	(D I)	I	—	I	I
<i>Linum tenuifolium</i>	—	III	IR	—	—	D I	—	—	II	—
<i>Linum perenne</i>	—	II	(I)	—	—	I/II	II	— R(I)	II/III	—
<i>Dictamnus alba</i>	—	III	(I)	—	—	D III	—	—	I	—
<i>Polygala comosa</i>	?	IV	III	II/III	II/III	IV	II	I RII	IV	III?
<i>Euphorbia Seguieriana</i>	— RI	III	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Helianthemum canum</i>	—	II	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fumana vulgaris</i>	—	—	—	—	—	I/II	—	—	I/II	—
<i>(Eryngium campestre)</i>	— RII	III/IV	(II)	(II)	—	(I/II)	—	—	(I)	—

Pflanzen der Steppenheide	Fränkisches Stufenland						Oberfränkisch- Oberpfälzische Senke	Ostbayerisches Grenzgebirge	Alpenvorland	
	Spessart (Bunt- sandstein- landschaft)	Gäu- landschaft	Keuper- landschaft	Mittelfränk. Becken	Lias- landschaft	Fränkische Alb			Schotter- u. Tertiärhügel- landschaft	Moränen- landschaft
<i>Bupleurum falcatum</i>	—	IV	II/III	(I)	II/III	IV	II/III	— RI	(I)	—
<i>Seseli annuum</i>	—	III	II/III	II	—	III/IV	II	— RI	III	I
<i>Seseli Libanotis</i>	—	III	(I)	(I)	—	III/IV	—	— RII	III	I
<i>Peucedanum Alsaticum</i>	—	III	IR	—	—	D II	—	—	—	—
<i>Peucedanum Oreoselinum</i>	1 RIII	III	II/III	III/IV	—	N II D III/IV	II	(I) RII	IV	III?
<i>Peucedanum Cervaria</i>	— RII	IV	II/III	II	II	III/IV	II/III	— RII	III	II
<i>Vincetoxicum officinale</i>	— RII	IV	III I	—	I/II	IV	II/III	— RIII	IV	III?
<i>Prunella laciniata</i>	—	III	III II	—	—	I/II	—	—	(I)	—
<i>Prunella grandiflora</i>	—	IV	III I	I/II	I/II	IV	II	— RI	IV	IV?
<i>Stachys rectus</i>	?	IV	III I	II	?	IV	II	— RII	IV	II
<i>Teucrium montanum</i>	—	III	—	—	—	N II/III D IV	—	—	IV	III?
<i>Teucrium Chamaedrys</i>	—	III/IV	—	—	—	III/IV	?	— RI	III	II
<i>Veronica spicata</i>	—	III	IR	—	—	D III/IV	—	—	III/IV	I
<i>Veronica prostrata</i>	—	II	—	I	—	I/II	I	— I	—	—
<i>Veronica Austriaca</i>	—	—	—	—	—	D II	—	—	II	—
<i>Veronica Teucrium</i>	? RII	IV	III II/III	III	III	IV	III	— RI	IV	III
<i>Odonites lutea</i>	—	III	—	—	—	III/IV	—	—	—	—
<i>Orobanche purpurea</i>	— RI	II	—	—	—	II	—	— RI	II	I
<i>Orobanche arenaria</i>	—	I/II	—	—	—	I	—	—	—	—
<i>Orobanche caerulescens</i>	—	—	—	(I) R—	—	III	(I)	—	I	—
<i>Orobanche caryophyllacea</i>	— RI	III	?	—	—	III	—	— RI	III/IV	II
<i>Orobanche Teucrii</i>	—	—	—	—	—	D II	—	—	—	I
<i>Orobanche lutea</i>	— RII	III	I/II	II	—	III/IV	I	—	III/IV	II
<i>Orobanche Alsatica</i>	—	I/II	—	—	—	N I	—	—	—	—
<i>Orobanche gracilis</i>	—	—	—	—	—	II	—	I RII	III/IV?	III/IV?
<i>Globularia Willkommii</i>	—	I	—	—	—	III/IV	—	— RI	IV	III?
<i>Asperula glauca</i>	—	III	—	—	—	N I D III/IV	—	— RII	I/II	—
<i>Asperula tinctoria</i>	—	I/II	—	—	—	III	—	—	III	II
<i>Scabiosa canescens</i>	—	III	—	—	—	—	—	—	III	—
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	—	(II)	—	(I)	—	(I)	(I)	— (I)	I	—
<i>Aster Linosyris</i>	—	III	IR	—	—	D III	—	—	II	—
<i>Aster Amellus</i>	—	III/IV	I/III—	(I)	I	III/IV	II	—	III	I/II
<i>Helichrysum arenarium</i>	? RII	III	II/III	IV	—	N IV D III	II/III	(I) RII	III	—
<i>Inula Germanica</i>	—	I	—	—	—	(I)	—	—	(I)	—
<i>Inula hirta</i>	— RI	III	III—	—	—	D III	—	—	III	II
<i>Inula ensifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	I	—
<i>Artemisia campestris</i>	? RIII	IV	II/III	IV/V	—	IV/V	III	— RIII	III	—
<i>Jurinea cyanoides</i>	—	III	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Centaurea Triumfetti</i>	—	(I)	—	—	—	—	—	—	II	—
<i>Centaurea Rhenana</i>	—	(I)	(I)	(II)	—	(N I) D III	(I)	— RI	III	(I)
<i>Tragopogon major</i>	—	III	II	(II)	—	III	—	— RII	(I)	—
<i>Scorzonera purpurea</i>	—	I	—	—	—	—	—	—	II	—
<i>Scorzonera Hispanica</i>	—	II	(I)	(I)	—	(I)	—	—	—	—
<i>Chondrilla juncea</i>	1 RIII	III	II/III	III	—	II/III	II	— RII	II/III	—
<i>Lactuca perennis</i>	—	III	—	—	—	III	—	— RII	—	—
<i>Crepis praemorsa</i>	1 RII	III/IV	II/III	II	II/III	III/IV	II/III	—	III/IV	III?
<i>Hieracium Bauhini</i>	—	III/IV	II	(I)	—	III/IV	I/II	— RII	III	IR
<i>Hieracium auriculooides</i>	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hieracium fallax</i>	—	I	—	—	—	(I)	—	— (R)	—	—

## 2. Übersichtstabelle.

Die Verbreitung des südlich-kontinentalen Elementes in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.

Pflanzen des Steppenheidewaldes	Fränkisches Stufenland							Ostbayerisches Grenzgebirge	Südbayerisches Alpenvorland		
	Spessart (Bunt- sandstein- landschaft)	Gäu- landschaft	Keuper- landschaft	Mittelfränk. Becken	Lias- landschaft	Fränkische Alb	Oberfränkisch- Oberpfälzische Senke		Schotter- u. Tertiär- hügel- landschaft	Moränen- landschaft	
Hierochloë australis . . . . .	—	—	—	I	—	III	—	—	RI	—	—
Melica picta . . . . .	—	III	IR	—	—	—	—	—	RI	—	—
Anthericum ramosum . . . . .	I RIII	IV	II/III	II	I/II	IV	I	—	RII	III/IV	III?
Anthericum liliago . . . . .	II RIII	III	— RII	III	—	N I D III	—	—	RII	III	I
Muscari botryoides . . . . .	—	III	(I)	—	—	(NDD)II/III	—	—	RI	III	I
Muscari tenuiflorum . . . . .	—	I	IR	—	—	—	—	—	—	I	—
Iris variegata . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	II	—
Clematis recta . . . . .	— RI	III	—	—	—	D III	—	—	R II	II/III	—
Thlaspi montanum . . . . .	—	III	—	—	—	III	—	—	—	I	—
Sisymbrium strictissimum . . . . .	— RI	II/III	—	II	—	III	—	—	—	—	—
Rubus tomentosus . . . . .	—	II	I/II	II	—	III	—	—	RI	I	—
Potentilla alba . . . . .	—	III/IV	III R II	—	—	D III/IV	—	—	RI	III/IV	II/III?
Rosa Gallica . . . . .	? RII	IV	III	IR—RI	I/II	NID III/IV	I	I	RII	II	I/II
Rosa Jundzillii . . . . .	—	IV	III	III	I/II	III/IV	II	—	RII	II/III	—
Prunus Mahaleb . . . . .	—	—	—	—	—	D II/III	—	—	—	—	—
Cytisus supinus . . . . .	—	—	(I)	—	—	D II	—	(II) RIII	—	II/III	I/II
Cytisus nigricans . . . . .	II RII	II	(I)	II	—	III/IV	III	(II/III) RIII	—	III/IV	I/II
Trifolium montanum . . . . .	II? RIII	IV/V	III/IV	III	IV?	IV	III/IV	II/III RIII	—	IV	IV
Trifolium alpestre . . . . .	— RII	III/IV	III	II/III	II	II/IV	II/III	—	RI/II	IV	IV
Trifolium rubens . . . . .	—	III/IV	II	IR—	—	D III	—	—	—	II/III	II
Coronilla coronata . . . . .	—	III	—	—	(I)	D III	—	—	—	—	—
Vicia pisiformis . . . . .	—	III/IV	III R II	RI—RI	II/III	III/IV	II/III	—	(R) D	—	—
Vicia dumetorum . . . . .	—	III	II	—	II/III	III/IV	II	—	RII	III	III?
Vicia Cassubica . . . . .	—	III	III	III	II/III	N III D II	II/III	—	RI	—	—
Vicia tenuifolia . . . . .	—	III/IV	I	(I)	—	N I D III/IV	I	—	—	II/IV	I
Mercurialis ovata . . . . .	—	—	—	—	—	D II	—	(I)	—	—	—
Euphorbia polychroma . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	—
Euphorbia verrucosa . . . . .	— RII	III/IV	IR—	(I)	—	N? D IV	(I)	—	RII	IV	III?
Staphylea pinnata . . . . .	—	I	(I)	(I)	—	D I	(I)	—	RI	I/II	—
Rhamnus saxatilis . . . . .	—	—	—	—	—	D II	—	—	—	II	II/III
Peucedanum officinale . . . . .	—	III	—	(I)	—	D II	—	—	RI	II/III	—
Peucedanum Carvifolia . . . . .	—	—	—	—	RI	D II/III	—	—	—	II/III	—
Laser trilobum . . . . .	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Laserpitium latifol. . . . .	—	III	IR—	—	—	III/IV	—	—	RI	III	III
Laserpitium Prutenic. . . . .	—	III	II/III	II R	—	III	II	I/II RI/II	—	III	II
Cornus mas . . . . .	—	—	—	—	—	D II	—	—	—	—	—
Gentiana ciliata . . . . .	? RII	IV/V	III	II/III	III	IV/V	III	(I) D	—	IV	IV
Gentiana cruciata . . . . .	? RII	III	II/III	II/III	II/III	III/IV	II/III	—	—	IV	IV
Gentiana Austriaca . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	I/II	—	—	—
Lithospermum purp.-caer. . . . .	—	III	I/IR—	(I)	—	III	—	—	—	—	—
Ajuga Genevensis . . . . .	III?	IV	III	III	IV?	IV	III	III?	—	IV	IV
Melampyrum nemoros. . . . .	—	III	III R II	I R	II	N III D I/II	II/III	III RIII/IV	—	III	(I)
Adenophora liliifolia . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	I	—
Carpesium cernuum . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	RI	I	I
Chrysanthemum corymbos. . . . .	— RII	IV	III	IR—	—?	IV	II	—	RII	IV	III?
Lactuca quercina . . . . .	—	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## 3. Übersichtstabelle.

Die Verbreitung des südlich-kontinentalen Elementes in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.

Pflanzen des Auwaldes und Kleewaldes	Fränkisches Stufenland							Oberfränkisch- Oberpfälzische Senke	Ostbayerisches Grenzgebirge	Südbayerisches Alpenvorland	
	Spessart (Bunt- sandstein- landschaft)	Gäu- landschaft	Keuper- landschaft	Mittelfränk. Becken	Lias- landschaft	Fränkische Alb	Schotter- u. Tertiär- hügel- landschaft			Moränen- landschaft	
<i>Gagea minima</i> . . . . .	—	I	—	I	I/II	—	I	—	I/II	—	
<i>Scilla bifolia</i> . . . . .	⊃ RIII	III	I	—	I	D II	—	— RII	III/IV	II	
( <i>Ranunculus Cassubicus</i> ) . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	II	I	
<i>Corydalis cava</i> . . . . .	⊃ RIII	III	II	II/III	III/IV	III/IV	III	II/III RIII	III/IV	III/IV	
<i>Corydalis solida</i> . . . . .	II/III	III/IV	III R II	III/IV	II/III	—	I	—	I/II	—	
<i>Omphalodes scorp.</i> . . . . .	—	II	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Symphytum tuberos.</i> . . . . .	I	—	—	—	—	D III, IV	—	II RIII	IV	IV	

## 4. Übersichtstabelle.

Die Verbreitung des südlich-kontinentalen Elementes in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.

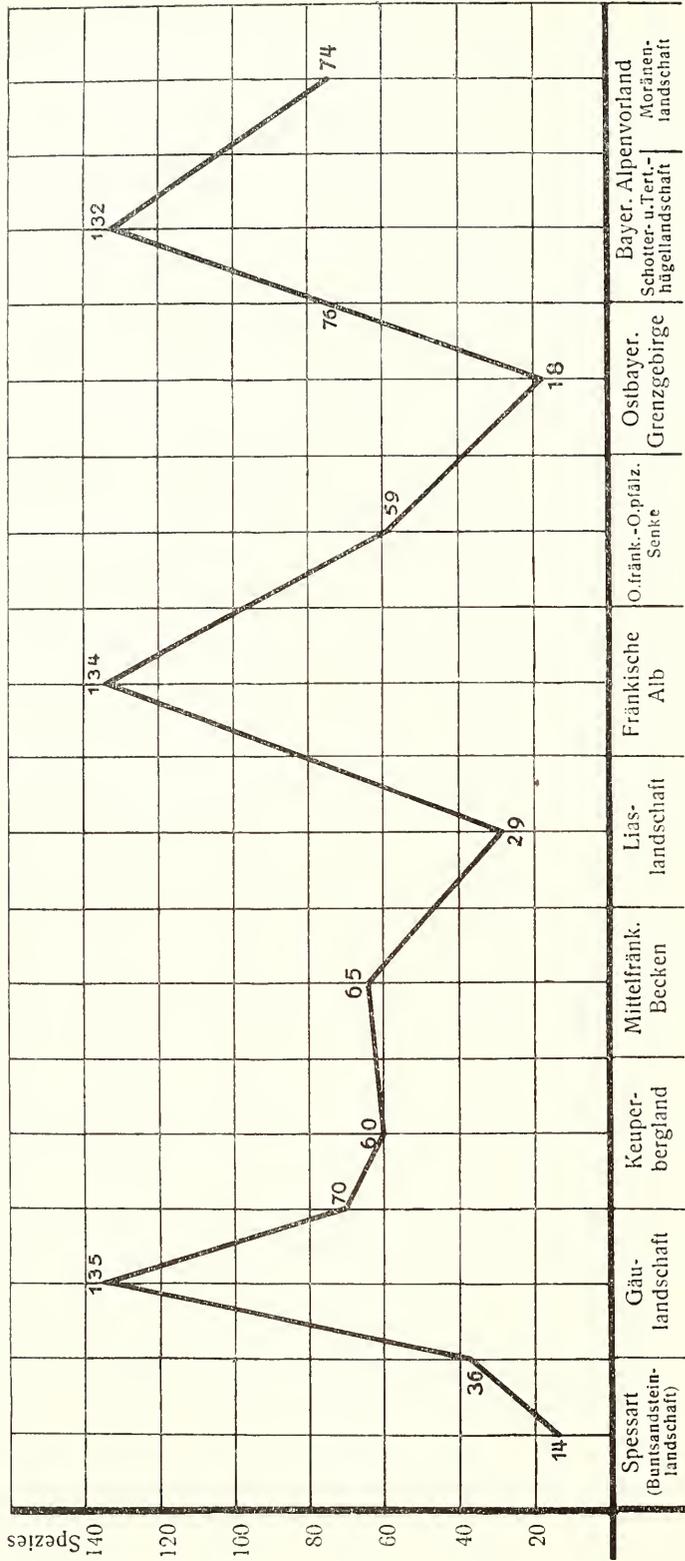
Pflanzen der Flachmoore usw.	Fränkisches Stufenland							Oberfränkisch- Oberpfälzische Senke	Ostbayerisches Grenzgebirge	Südbayerisches Alpenvorland	
	Spessart (Bunt- sandstein- landschaft)	Gäu- landschaft	Keuper- landschaft	Mittelfränk. Becken	Lias- landschaft	Fränkische Alb	Schotter- u. Tertiär- hügel- landschaft			Moränen- landschaft	
<i>Juncus atratus</i> . . . . .	—	I	—	—	—	—	—	—	(I)	—	
<i>Allium angulosum</i> . . . . .	—	II/III	—	I	—	II/III	—	—	III	I	
<i>Iris Sibirica</i> . . . . .	(I)	III	II/III	II	—	D II	I	— RI	III	II/III	
<i>Gladiolus paluster</i> . . . . .	—	I	—	—	—	D I	—	—	II/III	I/II	
<i>Thalictrum lucidum</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	— RI/II	II/III	II	
<i>Euphorbia palustris</i> . . . . .	— RI	II/III	— RI	—	—	—	—	I RII	III	—	
<i>Euphorbia lucida</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	II	—	
<i>Viola persicifolia</i> . . . . .	—	II/III	— RI	I	—	D I/II	—	—	III	I	
<i>Viola elatior</i> . . . . .	—	II	—	—	—	D I	—	—	III	—	
<i>Viola pumila</i> . . . . .	—	III	—	I	—	D I	—	— RI	III/IV	I	
<i>Scutellaria hastifolia</i> . . . . .	—	(I)	— (I)	—	—	D I	—	—	I/II	I	
<i>Veronica anagalloides</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	II	—	
<i>Inula Britannica</i> . . . . .	— RII	III	III R —	II	—	I	—	— RII	III	—	
<i>Cirsium canum</i> . . . . .	—	I	(I) R (I)	—	—	—	—	—	(C)	—	

Aus der im Hauptteil oft bis ins einzelne dargelegten topographischen Verbreitung der südlich-kontinentalen Arten im Untersuchungsgebiet und aus den vorgehenden Übersichtstabellen geht mit Deutlichkeit hervor, daß das südlich-kontinentale Element sowohl nach Artenzahl als auch nach Qualität und Quantität der verschiedenen Spezies und Subspezies sehr ungleichwertig in den einzelnen Landschaften Bayerns auftritt. Gewissen Landschaften mit einem Reichtum südlich-kontinentaler Arten an Zahl und Menge stehen andere Landschaftsgebiete gegenüber, in denen in jeder Hinsicht eine außergewöhnliche Armut herrscht.

Die beigelegten Artenzahlkurven (s. Kurventafel 1 u. 2 Seite 68 u. 69) mögen das An- und Abschwellen der Speziesstärke des südlich-kontinentalen Florenelementes in den Teillandschaften des Untersuchungsgebietes augenfällig demonstrieren. Doch muß bemerkt werden, daß solche Artenzahlkurven nur ein sehr unvollkommenes, rohes Bild über die Rolle, die ein Florenelement in einer bestimmten Landschaft spielt, liefern können, da der Charakterwert (Qualität) der speziellen Arten für die südlich-kontinentale Gruppe sehr ungleich ist (z. B. *Stipa capillata*-*Phleum Boehmeri*, *Adonis vernalis*-*Anemone Pulsatilla*) und in der Gesamtzahl nicht zum Ausdruck kommt. Auch die nicht minder wichtige Häufigkeitsstärke des Auftretens (Quantität) der einzelnen Arten innerhalb einer Landschaft, usw. wird durch eine einfache Artenzahlkurve unberücksichtigt gelassen. Derartige, unbedingt bemerkenswerte Tatsachen werden bei der folgenden Durchbesprechung der einzelnen Landschaften in bezug auf die Unterschiedlichkeit der Verbreitung der südlich-kontinentalen Arten in ihnen und der Klarlegung der Hauptgründe für diese Erscheinungen erörtert werden (s. S. 73—107).

1. Die Schwankungen der Artenzahl der südlich-kontinentalen Gruppe  
in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.

Gesamtzahl der Arten ———





## **b) Übersicht über die Verbreitung der atlantisch-subatlantischen Arten in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.**

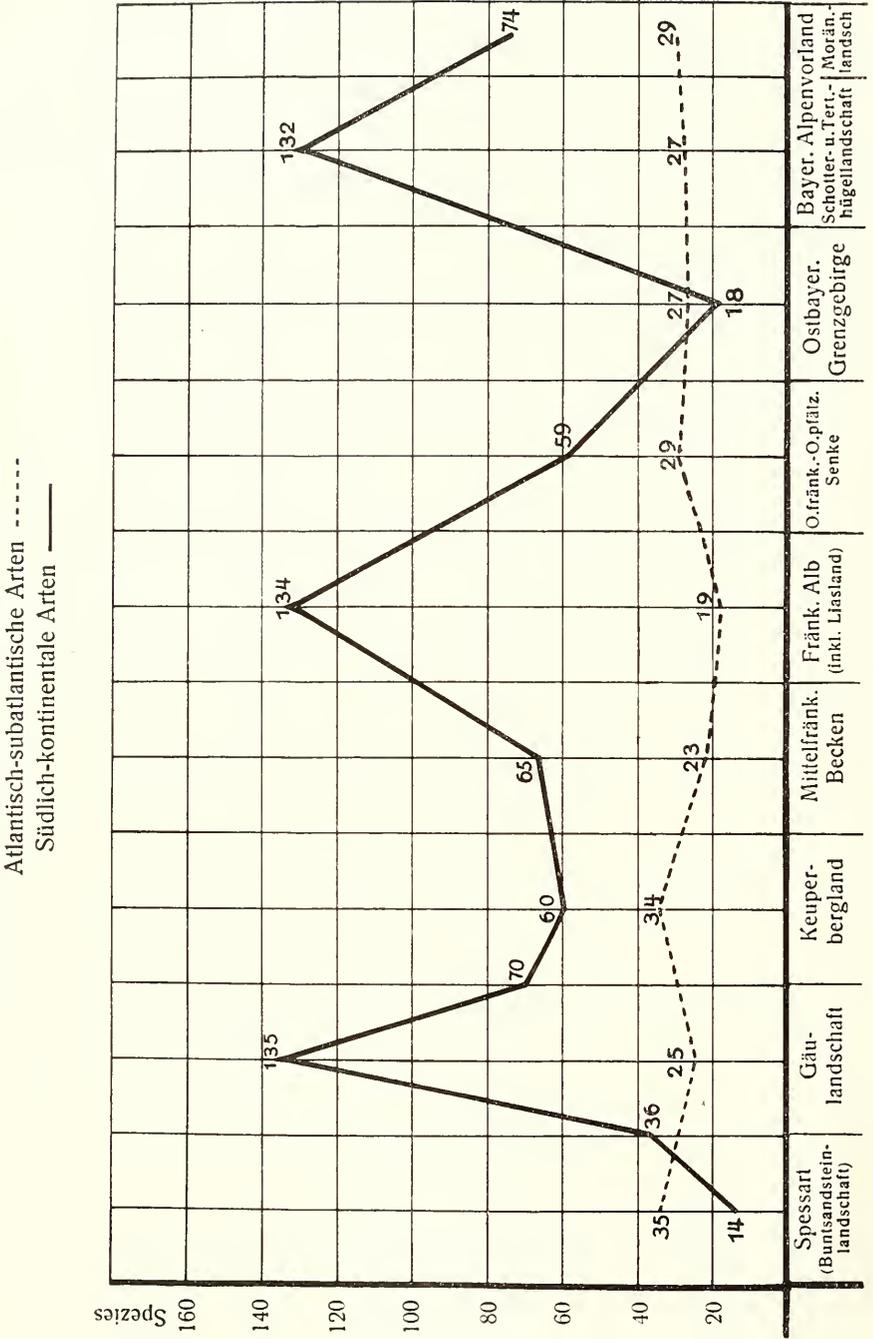
Um den sehr instruktiven Vergleich des Verhaltens der südlich-kontinentalen Gruppe mit dem der atlantisch-subatlantischen Florengruppe, welche letztere in pflanzengeographischer Hinsicht fast das vollkommene Gegenteil der ersteren ist, vorläufig durchzuführen, hat Verfasser aus seinen Vorarbeiten für die Verbreitung des atlantisch-subatlantischen Elements im Untersuchungsgebiet eine einstweilige (noch nicht genügend sorgfältig bereinigte) Übersichtstabelle (Seite 71) und eine Artenzahlkurve (Seite 72) anhangsweise beigelegt. Es ergibt sich schon jetzt aus dem ersten Vergleich, daß im allgemeinen die atlantisch-subatlantischen Arten — wie bereits analogisch nach ihren Arealerstreckungen anzunehmen ist — auch im Untersuchungsgebiet sich vielfach ökologisch und soziologisch gegensätzlich zu den südlich-kontinentalen Spezies verhalten. Die Betrachtung der topographischen Verbreitung des atlantisch-subatlantischen Elementes im Untersuchungsgebiet zeigt, daß die atlantisch-subatlantischen Pflanzen gerade in denjenigen Landschaften Bayerns, welche von den südlich-kontinentalen Arten gemieden werden, ihre stärkste Verbreitung besitzen. Umgekehrt tritt das atlantisch-subatlantische Element meist schon nach der Zahl der Arten und noch vielmehr nach der Häufigkeit des Auftretens (Quantität) und nach dem Charakterwert (Qualität) der einzelnen Arten in jenen Landschaften zurück, in denen das südlich-kontinentale Element seine größte Entfaltung aufweist. Die beiden Artenzahlkurven mögen ein erstes Bild hiervon geben (s. Kurventafel 3 Seite 72).

## 5. Übersichtstabelle.

Die Verbreitung des atlantisch-subatlantischen Elementes in den Landschaften des Untersuchungsgebietes.

Sumpf-, Moor-, Heide-, Waldpflanzen usw.	Fränkisches Stufenland							Südbayerisches Alpenvorland	
	Spessart (Bun- sandstein- landschaft)	Gäu- landschaft	Keuperland- schaft	Mittelfränk. Becken	Fränkische Alb mit Liasvorland	Oberfränkisch- Oberpfälzische Senke	Ostbayerisches Grenzgebirge		
	Schotter- u. Tertiär- hügel- landschaft	Moränen- landschaft							
<i>Pilularia globulifera</i> . . .	—	—	II/III	II R	—	II	—	—	(I)
<i>Isoëtes lacustre</i> . . .	—	—	—	—	—	—	(I)	—	I
<i>Lycopodium inundatum</i> . .	I	(I)	III	II	I	III	III	I	III/IV
<i>Sparganium affine</i> . . .	—	—	—	—	—	—	I	—	—
<i>Potamogeton polygonifol.</i>	—	—	—	—	—	—	I	—	—
<i>Aira praecox</i> . . .	II	II	II	II	—	I	—	—	—
<i>Rhynchospora fusca</i> . . .	?	I	II	—	—	II/III	II	—	III
<i>Juncus squarrosus</i> . . .	II	I	III/IV	III/IV	II	III/IV	III/IV	I/II	II/III
<i>Luzula Försteri</i> . . .	I	—	—	—	—	—	—	—	(I)
<i>Gagea spathacea</i> . . .	—	II	—	—	—	—	—	—	—
<i>Orchis maculatus</i> ssp. he- lodes . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	II
<i>Gymnadenia albida</i> . . .	I II	—	—	—	—	—	II	I	II
<i>Sagina subulata</i> . . .	—	—	III	I/II	—	—	—	—	—
<i>Illecebrum verticillatum</i> . .	—	—	—	—	—	I	—	—	(I)
<i>Teesdalea nudicaulis</i> . . .	III/IV	II	III/IV	IV	II	III	II	I	I
<i>Drosera intermedia</i> . . .	I	(I)	I/II	—	—	III	II	(I)	III/IV
<i>Chrysosplenium oppositifol.</i>	II, III	(I)	III	I	II	III	III/IV	I	(I)
<i>Rosa arvensis</i> . . .	III	III/IV	II	—	III/IV	—	— RI	III/IV	IV
<i>Potentilla sterilis</i> . . .	II/III	II/III	II/III	—	II/III	II	— RI	II	IV
<i>Genista pilosa</i> . . .	IV	II	II	—	—	II	(I)	(I)	—
<i>Sarothamnus scoparius</i> . . .	IV/V	II	IV/V	IV/V	II/III	III	(II)	III	II
<i>Ornithopus perpusillus</i> . . .	III/IV	I	II	II	—	II	—	II	—
<i>Vicia Orobus</i> . . .	II	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>(Radiola linoides)</i> . . .	III	II	III	III	—	III	II	I	—
<i>Polygala serpyllifolia</i> . . .	II/III	—	—	—	— RI	III	III/IV	(I)	III
<i>Ilex aquifolium</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	II/III
<i>Elatine hexandra</i> . . .	—	—	III	II	—	II	—	—	—
<i>Hypericum pulchrum</i> . . .	IV	II	III/IV	—	N II	III	—	I	II
<i>Hypericum Helodes</i> . . .	II	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Epilobium lanceolatum</i> . . .	I/II	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Myriophyllum alternifolium</i>	—	—	—	—	—	—	I	I	—
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> . . .	II/III	(I)	III	II	—	II	—	I	II/III
<i>Apium repens</i> . . .	I	I	RI	—	I	—	—	III	III
<i>Meum athamanticum</i> . . .	—	—	I	—	—	I	III	—	—
( <i>Erica Tetralix</i> , nur einge- schleppt) . . .	(I)	—	(II)	(I/II)	—	(I/II)	(I)	—	(I)
<i>Primula vulgaris</i> . . .	—	—	—	—	—	—	—	(I)	II
<i>Lysimachia nemorum</i> . . .	II/III	II	III	I	III	III	IV	III	IV
<i>Armeria elongata</i> . . .	III	III	III	IV/V	I	II	I	II	—
<i>Microcala filiformis</i> . . .	I	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Teucrium Scorodonia</i> . . .	IV	II	(II)	(II)	(II)	(I)	III	(II)	(II)
<i>Scutellaria minor</i> . . .	RI	(I)	II/III	—	—	—	—	—	—
<i>Galeopsis dubia</i> . . .	II/III	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Anarrhinum bellidifolium</i> . .	—	—	I	—	—	—	—	—	—
<i>Digitalis purpurea</i> . . .	II	—	(I)	(I)	(I)	II	II	(I)	(II)
<i>Euphrasia nemorosa</i> . . .	I	I	III	II	II/III	II/III	III	II	II
<i>Pedicularis silvatica</i> . . .	III/IV	II	III/IV	III	II	III/IV	III/IV	II/III	III/IV
<i>Utricularia ochroleuca</i> . . .	—	—	RI	—	—	—	—	I	I
<i>Litorea uniflora</i> . . .	I	—	III	I	—	II	—	—	—
<i>Galium Hercynicum</i> . . .	IV	—	RI	I	II	II	III/IV	—	—
<i>Senecio aquaticus</i> . . .	II	II	III	III	II/III	III	II	III/IV	III
<i>Centaurea nigra</i> . . .	III/IV	I/II	II/III	I	N I	I	—	I/II	—

3. Die Schwankungen der Artenzahl der atlantisch-subatlantischen Gruppe und der südlich-kontinentalen Gruppe in den einzelnen Landschaften des Untersuchungsgebietes.



## III.

## Die verschiedenartige Ausbildung des südlich-kontinentalen Elementes in den einzelnen Landschaften und die Bedingungen und Ursachen hierfür.

### Der Spessart (im weiteren Sinne).

Für diese westlichste Einzellandschaft des Fränkischen Schichtstufenlandes, die größtenteils ein dicht mit schattigem Laubwald bedecktes, flachrückiges Buntsandsteinbergland darstellt, haben unsere Zusammenstellungen eine erwartungsgemäß große Armut an südlich-kontinentalen Arten ergeben. Im Innern des Spessarts sind südlich-kontinental verbreitete Steppenheidepflanzen nur sehr vereinzelt und selten zu finden. Die wenigen vorhandenen und öfters dazu noch fraglichen Arten gehören zu den anspruchslosesten Vertretern unserer Gruppe. Sie treten mit ganz geringen Häufigkeitswerten auf und zeigen sich meist nur an sekundären Standorten (Weg-, Acker- und Waldrändern). Als solche Arten sind zu nennen: *Dianthus Carthusianorum*, *Tunica prolifera*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Artemisia campestris*, *Chondrilla juncea*. Auch Steppenheidewaldpflanzen sind überaus dürftig vorhanden. Vereinzelt erscheint *Anthericum liliago* und *A. ramosum*; *Cytisus nigricans* tritt sehr zerstreut im Nordosten auf, wo oft streckenweise der durch früheren Raubbau vernichtete Buchenhochwald von der Forstkultur durch ortsfremden Föhrenwald ersetzt wurde. Sonst mögen noch ziemlich vulgäre Spezies, wie *Trifolium montanum*, *Ajuga Genevensis*, *Gentiana ciliata* und die Laubwaldschatten liebenden *Corydalis*-Arten dazukommen. Für das außerordentlich starke Zurücktreten des südlich-kontinentalen Elementes im Innern des Spessarts sind Klima und Boden und letzten Endes die von beiden Faktoren bedingte, mächtige Entwicklung tiefschattenden Laubwaldes, in dem die vorherrschenden Buchen die beigemischten Eichen ohne die ständige Begünstigung<sup>1</sup> der letzteren durch den Menschen an den meisten Stellen wohl schon längst verdrängt hätten, verantwortlich zu machen. Kalkarmer Sandstein, schwach-lehmige Sandböden, 800—1000 mm Jahresniederschlag, milde Winter, nur mäßig warme Sommer und Buchenwaldschatten sind alle gleich ungünstig für den Großteil der südlich-kontinentalen Arten. Diese Verhältnisse mögen schon seit frühen Zeiten das südlich-kontinentale Element in weitgehendem Maße vom Innern des Spessartberglandes, dessen flache Bundsandsteinrücken sich bei einer durchschnittlichen Höhe von 500—550 m den regenbringenden West- und Nordwestwinden entgegenstellen, ferngehalten haben. Dafür haben atlantisch-subatlantische Pflanzen eine desto bessere Förderung erfahren (siehe Kurventafel 3 und Übersichtstabelle 5). Erst die spät einsetzende menschliche Siedlung hat junghistorisches Vorrücken von bereits erwähnten südlich-kontinentalen Arten, wie *Dianthus Carthusianorum*, *Tunica prolifera*, *Artemisia campestris*, *Chondrilla juncea* und wohl auch von *Andropogon ischaemum* und *Cytisus nigricans* ermöglicht. Mit Annäherung an den Ost-, Süd- und Westrand des Spessarts, vor allem in nächster Nachbarschaft des tief eingeschnittenen Maintales, das den

<sup>1</sup> Rebel K., Waldbauliches aus Bayern, 1926, Bd. I S. 143.

südlichen Spessart vom landschaftlich gleichgearteten Odenwald trennt und ein trockeneres, wärmeres Klima mit nur 600—700 mm Jahresniederschlag hat, gibt sich eine langsame Verstärkung der südlich-kontinentalen Florengruppe zu erkennen. Die vorhin genannten Arten werden häufiger und ursprünglicher und dazu gesellen sich neue, wie: *Alyssum montanum*, *Rosa Gallica*, *Medicago minima*, *Dictamnus alba*, *Euphorbia Segueriana*, *E. verrucosa*, *Eryngium campestre*, *Peucedanum Cervaria*, *Helichrysum arenarium*, *Inula hirta*, *Chrysanthemum corymbosum*; *Scilla bifolia*, *Inula Britannica*. Besonders sind es die sonnigen Hänge des Maintales und die trockenen Sandterrassen desselben, die vereinzelt jene Arten zeigen. Dadurch erweist sich das den Spessartrand umziehende Maintal als eine Wanderstraße, welche die am Westfuß von Spessart und Odenwald sich ausdehnende, steppenpflanzenreiche Oberrheinisch-untermainische Tiefebene verbindet mit der im Osten jener Waldgebirge gelegenen zweiten Landschaft des Untersuchungsgebietes, nämlich mit der Fränkischen Gäulandschaft.

### Die Fränkische Gäulandschaft.

Die Schichten des Muschelkalkes, des Lettenkohlenkeupers und des unteren Gipskeupers bilden hier eine flache, leicht gewellte Stufenfläche von wesentlich tieferer Lage als das im Westen vorgelagerte Buntsandsteinland des Odenwaldes und Spessarts, dem sich im Nordosten das Basaltgebirge der Rhön anschließt. Zum Main hin entwässert reicht die Fränkische Gäulandschaft — auch als Fränkische Platte bezeichnet — im Norden bis zum Fuße der Rhön und zur Wasserscheide der oberen Werra, im Süden bis zur Wasserscheide des Neckars und im Osten bis zum Anstieg der Keuperberge. Die durchschnittliche Höhe beträgt nur 250—350 m; dazu haben sich die Täler des Mains, der Tauber und der Fränkischen Saale bis über 150 m tief in das harte Gestein des Muschelkalks eingeschnitten und steilwandige, kalkfelsige Talhänge geschaffen. Die Gäuebenen, das sind die Hochflächen zwischen den Tälern, wie auch häufig die Talflanken sind mit dicken Lagen von Lößlehm und Löß überdeckt. Im östlichen Teil treten die kalkreichen Mergel, die Grenzdolomitlagen, die verkarsteten Gipsstöcke und die im Sommer trockenrissigen Tonschichten des unteren Gipskeupers zutage. Selten sind sandige Böden; doch kommen solche in einiger Ausdehnung, herbeigeschafft durch glazialen und postglazialen Wasser- und Windtransport, als Niederterrassen und Dünenzüge im breiten Maintal bei Schweinfurt, Grettstadt, Langheim, Kitzingen usw. vor. Im Gegensatz zu dem feuchteren, subozeanischen Klima des Spessarts herrscht in der Gäulandschaft ein deutlich kontinentaler Klimacharakter, der sich besonders in einer Niederschlagsarmut äußert. In großen Teilen der Gäulandschaft fallen im langjährigen Durchschnitt nur mehr 500—600 mm Niederschlag (Näheres s. S. 77 und Hellmann, Klimaatlas von Deutschland). Auch Bewaldungsstärke, Besiedlung und Kultivierung stehen in größter Gegensätzlichkeit zum Spessart. In der alt und gut besiedelten Gäulandschaft breitet sich allenthalben eine weite Kultursteppe mit fruchtbaren Weizenfeldern usw. aus. Windsheimer Gau, Uffenheimer Gau, Ochsenfurter Gau, der

Haßgau und der Grabfeldgau sind die Kornkammern Nordbayerns. An heißen Talhängen reift die Weintraube. Die zerstreuten und selten im größeren Umfang auftretenden Wälder sind meist aus Eichen gebildet; auf gehobenen Muschelkalkflächen tritt die Buche dazu, doch hat diese der Eiche gegenüber nicht mehr die hohe Konkurrenzkraft<sup>1</sup> wie im feuchteren Spessart. Auf kalkarmen Sandterrassen und Flugsanddünen des Maintales kommen auch lichte Föhrenwälder vor. Wiesenmoore finden sich vereinzelt im Maintal und in flachen Bachmulden des Gipskeupergebietes.

In dieser typisch „fränkischen“ Gäulandschaft ist es — im scharfen Kontrast zum Spessart — zu einer ungewöhnlich breiten Entwicklung der südlich-kontinentalen Florengruppe sowohl der Gesamtzahl der Arten als auch ihrer Qualität und Quantität nach gekommen. Wir finden hier Arten, welche sonst im ganzen Untersuchungsgebiet nicht mehr anzutreffen sind und die teilweise den Charakter ihrer Florengruppe besonders gut zum Ausdruck bringen, wie z. B. *Stipa capillata*, *Carex supina*, *Onobrychis arenaria*, *Helianthemum canum*, *Jurinea cyanoides*, *Lactuca quercina*. Dazu kommen noch viele weitere spezifische Vertreter, die sich auch in der einen oder der anderen bevorzugten Landschaft Bayerns wieder zeigen. Aus ihrer Reihe mögen folgende genannt sein: *Stipa pennata*, *Poa Badensis*, *Allium montanum*, *Silene Otites*, *Anemone silvestris*, *Anemone Pulsatilla* ssp. *grandis*, *Adonis vernalis*, *Potentilla arenaria*, *Astragalus pilosus*, *Odontites lutea*, *Aster Linosyris*, *Inula hirta*, *Scorzonera purpurea*, *Lactuca perennis*; *Clematis recta*, *Coronilla coronata*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*; *Juncus atratus*, *Viola pumila*, *Gladiolus paluster*. Und was das wichtigste ist: die Pflanzen stehen nicht mehr hier und dort vereinzelt in wenig typischer Umgebung, sondern sie scharen sich an günstigen Plätzen in Häufigkeit mit noch anderen südöstlich und südlich und mit auch allgemeiner verbreiteten Genossen von ähnlichen ökologischen und soziologischen Bedürfnissen zusammen und bilden höchst charakteristische Pflanzengemeinschaften. So vergesellschaften sich an geeigneten Stellen die vorgenannten Steppenheidepflanzen des südlich-kontinentalen Elements wie *Stipa capillata*, *St. pennata*, *Poa Badensis*, *Carex supina*, *Allium montanum*, *Alyssum montanum*, *Silene Otites*, *Adonis vernalis*, *Anemone silvestris*, *Potentilla arenaria*, *Onobrychis arenaria*, *Astragalus pilosus*, *Helianthemum canum*, *Odontites lutea*, *Aster Linosyris*, *Inula hirta*, *Scorzonera purpurea* mit *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Phleum phleoides*, *Brachypodium pinnatum*, *Avena pratensis*, *Bromus erectus*, *Poa pratensis*, *Melica ciliata*, *Carex humilis*, *Anthericum ramosum*, *Thesium linophyllum*, *Anemone Pulsatilla* s. l., *Thalictrum minus*, *Erysimum erysimoides*, *Filipendula hexapetala*, *Fragaria viridis*, *Potentilla rubens*, *Medicago falcata*, *M. minima*, *Trifolium alpestre*, *T. montanum*, *Anthyllis vulneraria*, *Astragalus Cicer*, *A. Danicus*, *Hippocrepis comosa*, *Geranium sanguineum*, *Linum tenuifolium*, *Polygala comosa*, *Dictamnus alba*, *Euphorbia Seguieriana*, *E. cyparissias*, *Helianthemum nummularium*, *Eryngium campestre*, *Bupleurum falcatum*, *Seseli annuum*, *S. Libanotis*, *Peucedanum*

<sup>1</sup> Rebel K., Waldbauliches aus Bayern, 1926, Bd. I S. 223.

Cervaria, *P. Oreoselinum*, *Vincetoxicum officinale*, *Teucrium Chamaedrys*, *T. montanum*, *Brunella grandiflora*, *B. laciniata*, *Stachys rectus*, *Salvia pratensis*, *Veronica spicata*, *Veronica Teucrium*, *Orobanche caryophyllacea*, *Asperula glauca*, *A. tinctoria*, *A. cynanchica*, *Scabiosa canescens*, *Aster Amellus*, *Helichrysum arenarium*, *Artemisia campestris*, *Scorzonera Hispanica*, *Crepis praemorsa* usw. Dazu mischen sich einige Moose und Flechten, hauptsächlich *Thuidium abietinum*, *Hylocomium rugosum* und verschiedene *Cladonia* Spezies. Durch die Vergesellschaftung obiger und anderer Arten, durch ihr gehäuftes Auftreten an besonderen, in edaphischer und klimatischer Hinsicht noch näher zu besprechenden Örtlichkeiten entsteht in der Fränkischen Gäulandschaft die typische Pflanzengemeinschaft der Steppenheide und zwar in einer floristischen und soziologischen Ausprägung, die uns das Recht gibt, sie in Beziehung mit den in Südosteuropa regional herrschenden Steppen zu bringen. Eine genauere soziologische Analyse läßt in unserem Pflanzenverband der Steppenheideformation meist noch verschiedene floristische Einzelgesellschaften (Assoziationen), die sich durch das ständige Vorkommen und teilweise auch durch das Vorherrschen bestimmter Pflanzenarten kennzeichnen, unterscheiden. Es sind vielfach xerophile Gräser, welche in den Vordergrund treten und wir können daher nach den vorherrschenden Einzelarten in der Steppenheide der Fränkischen Gäulandschaft z. B. ein *Stipetum capillatae*, ein *Stipetum pennatae*, ein *Festucetum sulcatae*, *Brometum erecti*, *Brachypodietum pinnati*, *Sesslerietum coeruleae*, *Caricetum humilis* unterscheiden, in die sich dann die Krautpflanzen, Halbsträucher, Frühjahrsannuellen, Moose und Flechten einmischen. Doch muß betont werden, daß vielfach Übergänge und Mischungen dieser Assoziationen auf engem Raume eintreten. Im allgemeinen genügt es für unseren augenblicklichen Bedarf zwecks einfacherer Übersicht die ökologisch und floristisch nahe verwandten Assoziationen mit ihren vielen Übergängen in den übergeordneten Begriff eines Pflanzenverbandes, nämlich der (mehr physiognomisch bestimmten) Formation, zusammenzufassen. Wenn auch unsere Steppenheideformation für den detaillierenden Pflanzensoziologen ein Assoziationskomplex ist, so kann sie dennoch als eine echte Pflanzengemeinschaft im weiteren Sinne aufgefaßt werden. In ihr drängt sich der Hauptteil des südlich-kontinentalen Elementes, die Gruppe der Steppenheidepflanzen, zusammen.

Ebenso wie die Steppenheide der Fränkischen Gäulandschaft ist auch der Steppenheidewald dieser sonnig-hellen Landschaft durch einen Reichtum südöstlicher und südlicher Pflanzen ausgezeichnet. In lichten Eichengebüschen, im Strauchwerk von *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare* usw. finden sich vielerorts *Muscari* und *Anthericum* Spezies, *Clematis recta*, *Rosa Gallica*, *Potentilla alba*, *Trifolium rubens*, *T. alpestre*, *Coronilla coronata*, *Vicia pisiiformis*, *Dictamnus alba*, *Peucedanum officinale*, *Gentiana cruciata*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Chrysanthemum corymbosum* und vereinzelt auch *Lactuca quercina*. Zu ihnen gesellen sich oft noch Steppenheidepflanzen. Ebenso wie in der Steppenheide können im Steppenheidewald nach ständig erscheinenden und nach vorwiegenden Pflanzenarten verschiedene Assoziationen herausgeschält werden, doch ist dies mehr Sache einer speziellen soziologischen

Beschreibung, die z. B. E. Kaiser, a. a. O., für die Nordgrenze und A. Kneucker für die Westgrenze der Fränkischen Gäulandschaft vorgenommen haben.

In den dichten, etwas feuchten Laubwäldern, besonders in der Nähe des Maines und seiner Nebenflüsse stellen sich die Auwaldpflanzen *Scilla bifolia* und *Corydalis solida* oft in großen Scharen ein, bei Schweinfurt zeigt sich dazu *Omphalodes scorpioides*. Die Wiesenmoore, welche sich vielfach im Maintal und in den Mulden des Gipskeupergebietes mit seinen kalkreichen, langsam fließenden Gewässern entwickeln konnten (ihre weitere Bildung ist jetzt durch Entwässerungsanlagen allgemein unterbunden), erhalten durch *Juncus atratus*, *Allium angulosum*, *Gladiolus paluster*, *Thalictrum galioides*, *Viola elatior*, *Viola stagnina*, *V. pumila*, *Inula Britannica* ebenfalls einen südöstlichen und durch *Iris Sibirica* und *Cnidium venosum* einen östlichen bis nordöstlichen Floreneinschlag. Die Ursachen der starken Vertretung des südlich-kontinentalen Elementes in der Fränkischen Gäulandschaft liegen zum größten Teil in dem Zusammenwirken der für diese Pflanzen günstigen Boden- und Klimaverhältnisse begründet. Extrem trockene, sonnige Muschelkalkhänge,<sup>1</sup> wie sie besonders an den steilen, sonnenseitigen Hängen der stark eingetieften Täler des Mains, der Tauber und der Fränkischen Saale sich finden, verkarstete Gipsstöcke und Keuperdolomite im östlichen Gipskeupergebiet, aber auch aufgelagerte Lößdecken, Keupermergel und postglaziale Sanddünen des Mainbeckens ermöglichen bei hohen sommerlichen Wärmegraden und bei geringen Niederschlägen die Existenz seltener, anspruchsvoller, südost- und südeuropäischer Steppenheide- und Steppenheidewaldpflanzen und verhelfen den anderen, weniger empfindlichen zu einer großen Verbreitung. Da die Fränkische Gäulandschaft im Regenschatten der ihr westlich und nordwestlich vorgelagerten Bergrücken des Odenwaldes, des Spessarts und der Rhön liegt, resultiert daraus ein kontinentaler Klimacharakter, der sich besonders durch eine bemerkenswerte Niederschlagsarmut kennzeichnet. Die jährliche Niederschlagsmenge erreicht z. B. im Grabfeld, Haßgau, Uffgau und im Maintal von Haßfurt bis kurz vor Karlstadt nicht einmal mehr 600 mm, ja sie sinkt bei Schweinfurt sogar unter 500 mm im langjährigen Mittel.<sup>2</sup> Einzelne Werte sind: Schweinfurt 490 mm, Uffenheim 530 mm, Würzburg 550 mm, Arnstein 550 mm, Kitzingen 580 mm, Wertheim 590 mm, Mergentheim 630 mm. Dazu vermag die sommerliche Hitze hohe Grade zu erreichen. Es wurden als absolutes Maximum der Lufttemperatur in Würzburg + 36° und in Wertheim + 37,5° gemessen, während im Winter als absolutes Minimum der Lufttemperatur in Wertheim — 30,3° und in Würzburg — 26,5° beobachtet wurden. Sommerliche Trockenperioden und die Wasserdurchlässigkeit des Kalkgesteins verstärken noch die Trockenheit. An den heißbesonnten, steilen und felsigen Talhängen im Muschelkalkgebiet und auf verkarsteten Gipsstöcken der östlichen Gipskeuperflächen wird der Waldwuchs von Natur aus unterdrückt und menschliche Eingriffe in den natürlichen, steppenartigen Pflanzenbestand infolge

<sup>1</sup> s. Kraus Gr., Boden und Klima auf kleinstem Raum, Versuch einer exakten Behandlung des Standorts auf Wellenkalk. Jena 1911.

<sup>2</sup> s. Hellmann G., Klimaatlas von Deutschland.

der Ungeeignetheit solcher Stellen für Kultivierung weitgehend hintangehalten. Hier kann die ursprüngliche Steppenheide in ausgezeichneter Weise gedeihen und in der weiten Kultursteppe der Gäulandschaft als Restbestand ursprünglicher Vegetation bis in die heutige Zeit erhalten bleiben. Weniger stark geneigte Muschelkalk- und Keupermergelhänge tragen, soweit sie nicht von Weingärten usw. eingenommen sind, lichten Laubwald, der zumeist von Eichen gebildet wird. Hier entwickelt sich bei dem günstigen Schälwaldbetrieb, der durch den alle paar Jahrzehnt erfolgenden Umtrieb der jungen Eichen gute Lichtverhältnisse schafft, eine vielgestaltige Steppenheidewaldvegetation, die besonders an strauchsteppenartigen Übergängen zur Steppenheide artenreichsten Florenbestand zeigt. Aber auch sonnige Hänge der Schilfsandsteinstufe am Westabfall der Keuperberge sowie die trocknen Diluvialsandterrassen und Sanddünen des Maintales lassen bei lichtstehender Föhren- und Eichenbestockung den Eintritt vieler südlich-kontinentaler Steppenheidepflanzen zu. So finden sich im Festucetum ovinae solcher Steppenheiden, die den Bodenwuchs lichter *Pinus silvestris*- und *Quercus Robur*-Wälder auf den postglazialen Sanddünen des breiten Maintales zwischen Schweinfurt und Kitzingen bilden, aus der behandelten Florengruppe: *Phleum Boehmeri*, *Silene Otites*, *Dianthus Carthusianorum*, *Alyssum montanum*, *Eryngium campestre*, *Seseli annuum*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Euphorbia Seguieriana*, *Veronica spicata*, *V. prostrata*, *Helichrysum arenarium*, *Jurinea cyanoides*, *Artemisia campestris* usw. Trotz des ausgesprochen kalkarmen Silikatsandbodens sind infolge der geringen Niederschläge in diesem Teil des Untersuchungsgebietes *Calluna*- und *Vaccinium*-Zwergstrauchheiden auf besonnten und der Grundwassereinwirkung entzogenen Sandflächen nicht mehr genug konkurrenzfähig gegenüber der Steppenheide. Man kann an sandigen, trockenen, stark besonnten Stellen gut beobachten, wie die vereinzelt *Calluna*-Rasen kümmerlichste Entwicklung zeigen und oft von der Steppenheide ganz erdrückt werden. Es liegen ähnliche Verhältnisse vor wie in den sandigen Föhrensteppenwäldern des Mainzerbeckens, wie auf dem Marchfeld oder wie im östlichen Südschweden,<sup>1</sup> wo ebenfalls die *Calluna*heide auf trockenem (kalkarmem) Sandboden infolge der Kontinentalität des Klimas der Steppenheide nicht mehr gewachsen ist.

Das gute Gedeihen der südlich-kontinentalen Arten an bevorzugten Stellen der Fränkischen Gäulandschaft läßt sich also aus der Gunst des Klimas erklären, das in Verbindung mit besonders geeigneten Standorten gute Existenzmöglichkeit den Vertretern unserer Florengruppe gewährt. Fassen wir aber das sehr isolierte Auftreten solcher Steppenheide- und Steppenheidewaldpflanzen näher ins Auge, deren Standorte selbst in der Gäulandschaft sehr vereinzelt sind, wie es z. B. der Fall ist bei *Stipa capillata*, *Stipa pennata*, *Poa Badensis*, *Carex supina*, *Adonis vernalis*, *Astragalus pilosus*, *Helianthemum canum*, *Jurinea cyanoides*, *Scorzonera purpurea*, *Lactuca quercina*. Ziehen wir ferner in Betracht, daß deren nächstgelegene Standorte in anderen Landschaften oft über 100 Kilometer entfernt sind, und berücksichtigen wir gleichzeitig, daß manche der obigen Arten

<sup>1</sup> Sterner R., The continental element in the flora of South Sweden, S. 300.

noch dazu schlechte Verbreitungsmittel besitzen und heutzutage im Untersuchungsgebiet (bis auf *Astragalus pilosus*) kein aktives Ausbreitungsvermögen zeigen, so drängt sich uns unwillkürlich die Vermutung auf, daß es sich hier um Relikte einer ehemals viel weiteren Verbreitung handelt. Diese Vermutung wird zur Überzeugung, wenn man auf ausgedehnten botanischen Exkursionen durch die Fränkische Gäulandschaft Gelegenheit hat, beobachten zu können, in welcher typischer Verbindung und Häufung mit anderen Pflanzen von gleichem geographischen Reliktcharakter die einzelnen Reliktarten erscheinen und zwar immer nur an eng begrenzten, lokal begünstigten Orten, die voneinander viele Wegstunden weit entfernt und gegenseitig völlig isoliert liegen. So finden sich in der Steppenheide der Gipshügel bei Külshcim—Windsheim in typischen Assoziationen beisammen: *Stipa capillata*, *Stipa pennata*, *Festuca sulcata*, *Koeleria gracilis*, *Carex supina*, *Carex humilis*, *Silene Otites*, *Adonis vernalis*, *Potentilla arenaria*, *P. rubens*, *Euphorbia Seguieriana*, *Veronica spicata*, *Aster Linosyris*, *Scorzonera purpurea* und noch viele andere typische Steppenheidepflanzen.<sup>1</sup> Fast dieselben Arten finden sich in gleicher Assoziierung zehn Kilometer nordwärts auf verkarsteten Gipshügeln bei Nordheim. Es fehlen nur *Carex supina*, *Silene Otites* und *Euphorbia Seguieriana*; dafür haben sich aber *Inula hirta*, *Aster Amellus*, *Scorzonera Hispanica* usw. eingestellt. Dieselbe Pflanzengesellschaft zeigt sich — fast ohne jede Zwischenstation — erst wieder annähernd 50 km nordwärts bei Sulzheim-Gerolzhofen erneut auf Gipshügeln und bei Spießheim-Grettstadt auf Grenzdolomit, um dann in ähnlicher Zusammensetzung und bereichert mit mancher sehr bemerkenswerten Art (z. B. *Anemone silvestris*, *Clematis recta*, *Alyssum montanum*, *Linum tenuifolium*, *Helianthemum canum*, *Trinia glauca*, *Odontites lutea*, *Asperula glauca*, *Lactuca perennis*) 30 km westwärts an den sonnigen Muschelkalk- und Lößhängen des Maintales zwischen Würzburg und dem Krainberg bei Karlstadt zu erscheinen. Voneinander völlig getrennt liegen besonders die erstgenannten charakteristischen Steppenheidevorkommnisse der Fränkischen Gäulandschaft wie Inseln inmitten von weitgedehnten Kultursteppen. Dank der extrem trocknen Bodenbeschaffenheit und der geringen bis fehlenden Bodenkrume, die allenthalben das nackte Gips-, Kalk- oder Dolomitgestein hervortreten läßt, wurde hier seit Jahrtausenden der Wald und auch die Kultivierungstätigkeit des Menschen ferngehalten. Nicht zuletzt hat die verhältnismäßige Regenarmut der Fränkischen Gäulandschaft in ähnlich fördernder Weise eingewirkt, um an all den erwähnten Stellen Reste einer ursprünglichen Vegetation zu erhalten, in deren floristischen Bestandteilen wir nicht nur Einzelrelikte erkennen, sondern die wir als Ganzes selbst wegen ihrer Isolierung und Beschränkung an kleinste edaphisch bevorzugte Stellen als Vegetationsrelikte erklären müssen. Die Steppenheiden jener Plätze stellen die letzten pflanzlichen Denkmäler der vorgeschichtlichen Trockenzeiten dar, in denen die südosteuropäischen Steppen (besonders wohl in ihrer gemäßigten Form als Waldsteppen) tief in das zentrale Europa vordrangen. Wir brauchen dazu keine allzu

<sup>1</sup> s. Scherzer Chr., Die Flora des Windsheimer Gaus; S. 12 (Denkschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens des Bot. Ver. Nürnberg, 1912).

weitgehenden Klimaänderungen anzunehmen. Eine geringe Verminderung der Niederschlagsmenge würde auch heute noch genügen, um die klimatischen Verhältnisse der Fränk. Gäulandschaft auf ein Maß zu bringen, das heute in den pontischen und pannonischen Tieflandsdistrikten die Waldsteppen- und Wiesensteppenzonen aufweisen. Die ebenso sicher wie die postglaziale Trockenzeit (durch Moorforschung, Siedlungsgeographie, Pflanzenverbreitung) nachgewiesene weitere postglaziale Klimaänderung, die besonders größere Feuchtigkeit mit sich brachte, wird die mitteleuropäischen Steppenlandschaften mit Ausnahme der Gebiete, die der steinzeitliche Mensch bewohnte und durch seine Viehherden und durch Ackerbau dauernd offen hielt, wieder aus dem lichten Waldsteppencharakter in den Zustand dichter Bewaldung versetzt haben. Erhalten blieben aber an edaphisch besonders begünstigten Örtlichkeiten, an denen das subkontinentale Klima der Gäulandschaft sich auch heute noch am stärksten auswirkt, die in der postglazialen Trockenperiode weiter und allgemeiner verbreiteten Steppenheiden und Steppenheidewälder. In diesen beiden Formationen müssen wir heute stark isolierte Exklaven der im südöstlichen Europa zonal herrschenden Waldsteppen erblicken. Es sei hier noch erwähnt, daß die Steppenheiden in der relativ niederschlagsarmen Fränk. Gäulandschaft je nach den herrschenden orographischen, edaphischen und mikroklimatischen Standortverhältnissen auch verschieden stark xerophytische Steppenassoziationen erkennen lassen, so daß unsere Steppenheiden bald mehr den Charakter der „dichtrasigen und kräuterreichen Wiesensteppen“, bald mehr das Aussehen der stärker trockenheitsangepaßten „Stipasteppen“ besitzen. Weniger extrem sonnige und trockene Stellen tragen z. B. kräuterreiche *Brachypodieta pinnati*, *Brometa erecti* und *Festuceta ovinae*. An mehr südwärts geneigten Kalk-, Gips- und Lößhängen finden sich *Cari-ceta humilis*, *Festuceta sulcatae* und *Stipeta pennatae*, während die aridesten Kuppen verkarsteter Gipsstöcke und die stärkst besonnten Muschelkalk- und Lößhänge die ausgesprochen xerophytischen *Stipeta capillatae*-Steppenassoziationen aufweisen.<sup>1</sup> Gleiche Erscheinungen können in den niederschlagsarmen Zentralalpentälern, wie z. B. im Walliser Rhonetal nachgewiesen werden (siehe Gams, H., Von den Follatères zur Dent de Morcles, 1927, S. 574. „Das *Stipetum capillatae* bildet somit den südlichsten Typus der nur schwach beweideten extrazonalen, an die wärmsten Südhänge gebundenen Steppen, ganz wie z. B. in den Gouv. Kursk und Tambow“). Die Fränkische Gäulandschaft bietet demnach sowohl der Artenzahl als auch ganz besonders der Ausprägung der Vegetation nach ausgezeichnete Entwicklungs- und Erhaltungsmöglichkeiten für das südlichkontinentale Element und zwar am besten dort, wo Klima und Boden sich gegenseitig in der Wirkung verstärken.

<sup>1</sup> Im südöstlichen Rußland lösen sich ähnliche Steppentypen mit der entsprechenden Änderung des Klimas und der Bodenbildung zonal von Nordwest gegen Südost ab und sind also weitgehend makroklimatisch bedingt. Doch wird die Zonengliederung der russischen Steppen durch edaphische und orographische Faktoren oft stark geändert, so daß nördliche Steppentypen weit in die südliche Steppenzone und südliche Steppentypen in die nördliche Steppenzone vordringen können.

### Das Keuperland<sup>1</sup> (Keuperbergland).

Diese dritte Einzellandschaft des fränkischen Schichtstufenlandes erhebt sich im Osten der Gäuebene in Form einer deutlichen 150—200 m hohen Stufe. Es ist der Steilanstieg der Haßberge, des Steigerwaldes und der Frankenhöhe, der durch starke Keupersandsteinlagen, die mit Tonen und Mergeln abwechseln, verursacht wird. Die Höhe, zu der diese Schichtstufen emporführen, beträgt 500—550 m. Den Sockel und den mittleren Teil bilden die Mergel und Tone des Gipskeupers sowie der Schilfsandstein und die Lehrbergtone. Gegen die Oberkante hin treten immer stärker grobkörnige und silikatreiche Sandsteine auf, die schließlich eine nach Osten sich sanft abdachende Sandsteintafel erzeugen. Durch die breiten Täler der meist ostwärts fließenden Bäche und Flüsse, die teilweise ohne Talschluß bis in die Gäulandschaft reichen, werden jene Tafeln aus Blasen- und Burgsandstein in große Platten zerlegt. Während der westliche Teil, vor allem der Steilabfall, meist schöne Laubwälder aus Buchen und Eichen trägt, ändert sich die Zusammensetzung des Waldes auf den sandigen, kalkarmen Verwitterungsböden der östlichen Abdachung völlig. Es tritt Nadelwald aus Föhren in den Vordergrund. Einförmige Föhrenwälder mit einem Zwergstrauchunterwuchs von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis idaea*, untermischt mit *Pteris aquilina*, *Sarothamnus scoparius*, *Aira flexuosa*, *Festuca ovina* ssp. *vulgaris* erstrecken sich meilenweit. Sie werden nur unterbrochen durch Kartoffel- und Roggenfelder. Gleichzeitig erleidet das südlich-kontinentale Element einen außerordentlich starken Rückgang. Seine Artenzahl (s. Kurventafel S. 68/69) sinkt im Keuperland im Verhältnis zu jener der Gäulandschaft tief herab. Noch größer ist der Rückgang in der Häufigkeit des Auftretens der noch vorhandenen Arten. Stundenlang, ja tagelang kann man auf den ostwärts geneigten Sandsteintafeln wandern, ohne eine der in die Untersuchung aufgenommenen südöstlichen und südlichen Arten zu finden. Assoziationen mit dem ausgeprägt südosteuropäischen Florencharakter, wie sie die Fränk. Gäulandschaft so schön ausgebildet zeigt, sind überhaupt nicht vorhanden. Erst an den Hängen der in die Schichten eingeschnittenen Flußtäler (besonders wenn mergelige oder dolomitische Schichten entblößt sind) zeigen sich vereinzelt Vertreter unserer Florengruppe. Doch sind es fast stets nur die auch sonst weit verbreiteten, weniger anspruchsvollen Spezies, wie *Phleum Boehmeri*, *Anthericum ramosum*, *Dianthus Carthusianorum*, *Fragaria viridis*, *Rosa Gallica*, *Trifolium alpestre*, *T. montanum*, *Vicia Cassubica*, *Polygala comosa*, *Bupleurum falcatum*, *Seseli annuum*, *Peucedanum Cervaria*, *Gentiana ciliata*, *G. cruciata*, *Ajuga Genevensis*, *Veronica Teucrium*, *Crepis praemorsa*. In breiten, mit trockenen Diluvialsandterrassen versehenen Tälern erscheinen sehr zerstreut an sandigen Acker-, Weg- und Waldrändern, oft mit *Calluna* und *Sarothamnus* zusammen und mit meist deutlich adventivem Charakter: *Tunica prolifera*, *Medicago minima*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Helichrysum arenarium*

<sup>1</sup> Hier ist der Ausdruck „Keuperland“ im geographischen (nicht im geologischen) Sinn gebraucht. Siehe dazu S. 9 Anmerkung 2.

und *Artemisia campestris*. Die übrigen, in den Tabellen und im Verzeichnis aufgeführten Arten sind zu selten, um für den Florencharakter des Keuperlandes bedeutsam zu sein. Die Ursachen solcher Armut liegen zuvorderst in der Ungunst des Bodens. Der vorherrschende, in einförmiger Lagerung sich erstreckende und zu nährstoffarmen Sand zerfallende Keupersandstein gibt Wachstumsbedingungen, die bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 700—800 mm<sup>1</sup> am ehesten Wäldern mit dominierender *Pinus silvestris* und einem Zwergstrauchunterwuchs von *Calluna* und *Vaccinien* genügen. Diese ausgedehnten Wälder der Keuperlandschaft wurden erst durch mittelalterliche Rodung dezimiert. Durch übermäßiges, bis auf den heutigen Tag ausgeübtes Streurechen verarmten sie weitgehend. Auf dem bereits primär des Kalkes ermangelnden Silikatboden entsteht leicht Rohhumus und das mineralarme Bodenwasser gibt, wenn durchziehende Tonschichten und Aufstauungen oberflächliche Vernässungen hervorrufen, Anlaß zu infraquatischen Hochmooranflügen (*Sphagneta*). Letztere vermögen aber nicht über den Bereich der Bodenwasserwirkung hinauszuwachsen, da die jährlichen Niederschlagsmengen nicht mehr ausreichend sind. Vornehmlich edaphische Verhältnisse bewirken also einerseits den starken Abfall der Artenzahlkurve der südlich-kontinentalen Gruppe und erzeugen andererseits den Anstieg der Kurve der atlantisch-subatlantischen Arten, wie aus der beigelegten Kurventafel 3 (S. 72) zu ersehen ist. Das Zurücktreten der südlich-kontinentalen Florengruppe würde noch intensiver sein, wenn nicht durch die Abtragung — besonders an den Hängen größerer Täler — öfters die kalkreichen Mergel-, Gips- und Dolomitzwischenlagen der unteren und oberen Gipskeuper- und Lehrbergstufen usw. entblößt würden. Dadurch wird eine Änderung der Standortsverhältnisse geschaffen, die ein vermehrtes Erscheinen von Steppenheide- und Steppenheidewaldpflanzen ermöglicht. Einzelne Täler, die durch ihr Einschneiden die westliche und nördliche Keuperstufe völlig oder fast völlig durchbrochen haben und dadurch in eine direkte oder sehr nahe Verbindung mit der Gipskeuperzone der Fränk. Gäulandschaft geraten sind, erhalten an diesen Übergangsstellen (z. B. Itz-, Rodach-, Kreck-, Hellinge-, Baunach-, Main-, Aisch- und Zenntal) eine mehr oder weniger beträchtliche Einstrahlung von südöstlichen und südlichen Arten, die ihre Hauptverbreitung in der Fränk. Gäulandschaft haben. Solche Eindringlinge sind: *Festuca sulcata*, *Melica picta*, *Muscari tenuiflorum*, *Thesium Linophyllon*, *Anemone silvestris*, *A. Pulsatilla*, *Potentilla arenaria*, *P. rubens*, *P. alba*, *Rosa Gallica*, *Trifolium rubens*, *Vicia pisiformis*, *Astragalus pilosus*, *Linum tenuifolium*, *Euphorbia verrucosa*, *Eryngium campestre*, *Laserpitium latifolium*, *Prunella grandiflora*, *Stachys rectus*, *Veronica spicata*, *Melampyrum nemorosum*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Inula hirta*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Cirsium canum*. Manche von ihnen vermögen nicht weit vorzudringen (Näheres siehe Hauptteil), einige aber wie

<sup>1</sup> Dinkelsbühl 760 mm; Höchststadt a. A. 640 mm, Ansbach 630 mm. Die Niederschlagsmengen nehmen vom westlichen Steilrand gegen Osten und Nordosten ab und sinken, gleichwie in den Tälern, unter 700 mm im Jahr. Die Jahrestemperaturen der Lufttemperatur sind für Ansbach im Maximum + 37,4°, im Minimum — 29,5°.

z. B. *Anemone silvestris*, *Vicia pisiformis*, *Laserpitium latifolium*, *Melampyrum nemorosum*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Chrysanthemum corymbosum* konnten an solchen günstigen Talhängen entlang bis zum Rand des Mittelfränkischen Beckens und bis zur Fränkischen Alb (und umgekehrt) gelangen.

Abgesehen von derartigen Talhängen herrscht aber im Bereich der langgestreckten, flachen Ostabdachung der Keuperstufe die geschilderte, größtenteils in den edaphischen Verhältnissen begründete Siedlungsunfreundlichkeit im Hinblick auf die Bedürfnisse des südlich-kontinentalen Elements.

### Das Mittelfränkische Becken.

Es ist die breite, sanderfüllte Mulde, zu der sich die Keuperstufe im flachen Fallen ihrer Schichten gegen Osten abgesenkt hat. In dieser beckenartigen Mulde, in welcher die Städte Bamberg, Erlangen, Nürnberg-Fürth, Schwabach liegen, führt die Rednitz-Regnitz von Süd nach Nord die Wasser der Keuperflüsse dem Main zu. Bei der Einmündung in das Bamberger Maintal nur mehr 230 m hoch gelegen, steigt sie gegen Süden langsam auf über 350 m an. Infolge stattgefundener Senkung ist die Regnitzfurche samt ihren Nebentälern mit herbeigeschwemmten Keupersanden hoch aufgefüllt worden. Diese im höchsten Grade nährstoffarmen Silikatsande sind teilweise zu Dünen umgeformt worden, teilweise bedecken sie in ebenen Flächen kilometerweit und bis zu 30 m tief den Boden des Beckens. Die Flüsse haben sich aber im Laufe der Zeit wieder mehrere Meter tief eingegraben und fließen heute zwischen trockenen Sandterrassen dahin. Die meist nur an den Beckenrändern aus dem Diluvialsand herausragenden Keuperformationsschichten sind ebenfalls vorwiegend silikatsandiger Natur (Blasensandstein, Burgsandstein). Tonige und lehmige Lagen sind spärlich; ganz selten und sehr vereinzelt erscheinen in diesem für die Landwirtschaft edaphisch ungünstigen Sandgebiet die kalkreichen, dolomitischen Arkosen des Keupers. Das Klima des Mittelfränkischen Beckens ist gekennzeichnet durch eine (verhältnismäßige) Regenarmut, sowie durch sommerliche Wärme und winterliche Kälte. Im Regenschatten von Steigerwald und Frankenhöhe gelegen, empfängt es nur 560—630 mm Jahresniederschlag im Durchschnitt. (Nürnberg 560 mm, Erlangen 630 mm, Bamberg 620 mm.) Die absoluten Jahresextreme der Lufttemperatur sind für Nürnberg  $+37,2^{\circ}$  und  $-27,8^{\circ}$ ; für Erlangen  $+38,1^{\circ}$  und  $-31,0^{\circ}$ ; für Bamberg  $+38,3^{\circ}$  und  $-29,7^{\circ}$ .

Die bereits bei der Besprechung der eng-benachbarten Keuperlandschaft geschilderte Einförmigkeit des Vegetationscharakters, der im wesentlichen durch eintönige, sandige, zwergstrauchreiche Föhrenwälder bestimmt wird, bleibt auch im Mittelfränkischen Becken erhalten. Beim sorgfältigen Prüfen des floristischen Bestandes des Mittelfränkischen Beckens macht sich aber im Florenbild und auch in feineren physiognomischen Einzelzügen der Vegetationsdecke eine Änderung bemerkbar, die um so interessanter ist, als sie — da der Boden vorwiegend aus den gleichen mineralarmen Silikatsanden wie im eigentlichen Keuperland besteht — fast einzig auf Rechnung klimatischer (und migratorischer) Bedingungen zu setzen ist. Mußte für die engere Keuperlandschaft das Vorkommen

von *Helichrysum arenarium*, *Artemisia campestris*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Tunica prolifera* usw. als sehr sporadisch und meist beschränkt auf junghistorisches und adventives Erscheinen notiert werden, so ändert sich dies bei der Annäherung an das Mittelfränkische Becken dergestalt, daß die eben genannten Pflanzen zusehends in immer reicheren Mengen sich einfinden, bis endlich auf den Sandterrassen und Sanddünen des engeren Beckengebietes zwischen Nürnberg-Fürth, Erlangen, Forchheim, Eggolsheim, Strullendorf, Bamberg sich Standort an Standort reiht und im steigenden Maße neue südöstliche und südliche Arten hinzutreten, soweit das eben die Nährstoffarmut des Bodens zuläßt. In den lichten, trocknen Föhrenwäldern und an ihren Rändern nimmt dazu die bisher unbestrittene Vorherrschaft der *Calluna*- und *Vaccinium*-Zwergstrauchheiden ab. Neben sie und zwischen sie und teilweise an ihre Stelle tritt im Bereich der trockensten Beckengebiete mit wachsender Konkurrenzkraft die Kraut-Grasheide auf Sandboden, d. h. die Sandfazies der Steppenheide. Diesselbe besteht auf lockerem, noch bewegtem Quarzsand vornehmlich aus *Weingartneria canescens*; auf gefestigtem Sandboden wird *Festuca ovina* herrschend, wobei neben der verbreiteten *ssp. vulgaris* auch die südlich-kontinentale *ssp. Festuca sulcata* auftritt. Dazu gesellen sich an günstig gelegenen, trockensandigen, sonnigen Stellen aus der behandelten Florengruppe: *Artemisia campestris*, *Helichrysum arenarium*, *Chondrilla juncea*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Seseli annuum*, *Medicago minima*, *Dianthus Carthusianorum*, *Tunica prolifera*, *Silene Otites*, *Cerastium brachypetalum*, *Anthericum Liliago*, *Carex ericetorum*, *Andropogon ischaemum*. (*Centaurea Rhenana* tritt nur adventiv auf; der früher verschiedentlich für das Mittelfränkische Becken angegebene *Astragalus arenarius* ist ebenfalls eine adventive Erscheinung, die in den letzten Jahren wieder fast völlig verschwunden ist.) Die übrigen mehr oder weniger konstanten Bestandteile der Sandfazies der Steppenheide des Mittelfränkischen Beckens sind: *Poa pratensis*, *Briza media*, *Agrostis vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex caryophylla*, *Luzula campestris*, *Rumex acetosella*, *Holosteum umbellatum*, *Herniaria glabra*, *Scleranthus perennis*, *Cerastium arvense*, *C. semidecandrum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Dianthus deltoides*, *Silene inflata*, *S. nutans*, *Draba verna*, *Alyssum alyssoides*, *Teesdalia nudicaulis*, *Sedum acre*, *S. mite*, *S. reflexum*, *Potentilla verna ssp. vulgaris*, *P. argentea*, *Trifolium arvense*, *Lotus corniculatus*, *Coronilla varia*, *Vicia lathyroides*, *Erodium cicutarium*, *Euphorbia Cyparissias*, *Hypericum perforatum*, *Pimpinella saxifraga*, *Statice Armeria var. elongata*, *Myosotis micrantha*, *Satureja Acinos*, *Thymus Serpyllum*, *Veronica verna*, *V. Chamaedrys*, *Plantago lanceolata*, *Galium verum*, *Scabiosa Columbaria*, *Jasione montana*, *Campanula rotundifolia*, *Achillea Millefolium*, *Centaurea Jacea*, *Hypochoeris radicata*, *Hieracium Pilosella*, *Polytrichum piliferum*, *Tortula ruralis*, *Thuidium abietinum*, *Cladonia spec.* Auf vereinzelt aus dem Sandmeer des Mittelfränkischen Beckens auftauchenden dolomitischen Keuperarkosen, an mergelig-lehmigen Keuperhängen usw. finden sich von den Vertretern des südlich-kontinentalen Elementes: *Hierochloë australis*, *Anthericum ramosum*, *Anemone Pulsatilla*, *Anemone silvestris*, *Fragaria viridis*, *Trifolium alpestre*, *T. montanum*, *Cytisus nigricans*, *Vicia Cassubica*, *Polygala comosa*,

*Prunella grandiflora*, *Ajuga Genevensis*, *Stachys rectus*, *Gentiana ciliata*, *G. cruciata*, *Veronica Teucrium*. In feuchten, Kiefernwäldern erscheint im Molinietum *Iris Sibirica*; im feuchten Gebüsch der Regnitzauen usw. tritt häufig *Corydalis solida* auf, seltener ist *C. cava*. In einigen Wiesenmooren der Regnitzfurche, die jetzt meist trocken gelegt sind, wurden früher *Viola persicifolia*, *V. pumila* und *Inula Britannica* gefunden.

Soweit also die Ungunst der vorherrschend einseitigen und extrem dürrtigen Bodenverhältnisse des Mittelfränkischen Beckens es zuläßt, hat sich nach vorstehender Zusammenfassung ein verhältnismäßig beachtenswertes Vorkommen von südlich-kontinentalen Pflanzen feststellen lassen. Besonders ist darauf hinzuweisen, daß im Mittelfränkischen Becken auf dem im höchsten Grad kalk- und nährstoffarmen Silikatsandboden, der sonst in Mitteleuropa gewöhnlich ein unbeschränktes Dominieren der *Calluna*-Zwergstrauchheide mit *Vaccinien* und *Sarothamnus* als Unterwuchs lichter Föhrenwälder hervorruft, eine Sandfazies der Steppenheide mit verschiedenen gesellschaftsteten, südöstlichen und südlichen Arten sich ausbilden und sich im Kampfe gegen die *Calluna*-Heide halten konnte. Die Ursachen hierfür liegen vor allem in der durch die Lage des Mittelfränkischen Beckens erzeugten Kontinentalität des Klimas, die sich wie eingangs ausgeführt in Niederschlagsarmut (teilweise nur noch 560 mm Jahresniederschlag im Durchschnitt) und in heißen Sommern (mit Maximalextem der Lufttemperatur von +38,3°) und kalten Wintern (mit Minimumextrem der Lufttemperatur von -31,0°) äußert. Die Auswirkung dieses kontinentalen Klimas läßt sich am besten durch die Beobachtung des Verfassers illustrieren, der in den letzten Jahren feststellen konnte, daß *Calluna vulgaris* in den wärmsten Lagen des Mittelfränkischen Beckens (zwischen Nürnberg-Fürth und Bamberg) auf trocken-sonniger Niederterrasse durch Sommerhitze total versengt wurde, vertrocknete und abstarb, und daß andererseits *Sarothamnus scoparius* wiederholt in kalten Wintern (das letzte Mal 1927/28) durch Frost bei scharfem Ostwind oberirdisch völlig zum Absterben gebracht wurde. Dies bewirkte, daß auf trocken-sandiger Niederterrasse stellenweise am Rande der Föhrenwälder die krautgrasige Steppenheide mit *Artemisia campestris* und *Helichrysum arenarium* als Halbstrauchbeimischung allein völlig lebensfähig blieb. Feuchte Sommer und milde Winter haben aber wieder ein — edaphisch sehr begünstigtes! — Vordringen von *Calluna* und *Sarothamnus* zur Folge. Dauernd bleibt überhaupt *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Vitis-Idaea* usw. als geschlossene Zwergstrauchschicht mit Rohhumusbildung auf den kalkfreien Sandböden im Innern der großen Föhrenwaldgebiete des Mittelfränkischen Beckens (z. B. im Nürnberger Reichswald und Bamberger Hauptmoorwald) in unumschränkter Herrschaft. Dort tritt auch häufig das Grundwasser in Bodenmulden an die Oberfläche und es kommt dann auf den feuchten Silikatsandböden oder in dem ausgesprochen kalkarmen Grundwasser selbst zur Bildung von Molinieta und Sphagneta. Letztere können sich zu örtlich beschränkten Hochmooranflügen entwickeln, die auf und zwischen den Polstern von *Sphagnum acutifolium*, *Sph. cymbifolium*, *Sp. recurvum* z. B. *Eriophorum vaginatum*, *Juncus squarrosus*, *Drosera rotundifolia*, *Calluna vul-*

garis, *Vaccinium Oxycoccus*, *V. uliginosum* und vereinzelt sogar *Andromeda polifolia* zeigen. Doch vermögen diese kleinen, edaphisch bedingten Hochmoore der feuchten Föhrenwaldstellen des Mittelfränkischen Beckens nicht über die Reichweite des Grundwassers hinauszuwachsen, da die herrschende Niederschlagsarmut und die Lufttrockenheit dies verhindert (s. Jäger, H., Die Hochmoorvorkommnisse in der Umgebung von Nürnberg. Ersch. in Abhandlg. der Naturhist. Gesellsch. zu Nürnberg Bd. XXII. 5. H. 1927). Es ist das die gleiche Ursache, die — wie vorseitig dargelegt — in den wärmsten und trockensten Teilen des Mittelfränkischen Beckens (auf den der Grundwasserwirkung mehrere Meter hoch entrückten Sandterrassen der mittleren und unteren Regnitzmulde) die *Calluna-Sarothamnus-Heide* nicht mehr in voller Konkurrenzkraft erscheinen läßt, so daß in der *Calluna*-armen bis *Calluna*-freien Steppenheide bei fehlender Rohhumuslage südlich-kontinentale Arten in verhältnismäßig großer Speziesanzahl und in ziemlich starker Individuen- und Standortshäufigkeit auftreten können.

Menschliche Einwirkung hat teilweise — besonders durch das übertriebene und sogar den Föhrenwaldbestand gefährdende Streurechen — die ursprüngliche Flora und damit sicher auch die südlich-kontinentale Gruppe im Mittelfränkischen Becken verarmen lassen, teilweise sind aber auch durch Rodung der ehemals ausgedehnteren Forste vermehrte Ansiedlungsmöglichkeiten für Arten, wie *Artemisia campestris*, *Helichrysum arenarium*, *Medicago minima*, *Tunica prolifera*, *Holosteum umbellatum* usw. geschaffen worden. Vollkommen auf Rechnung menschlicher Tätigkeit ist die Einschleppung von *Centaurea Rhenana* und *Astragalus arenarius* zu setzen, ganz abgesehen von den vielen um Nürnberg und Bamberg ruderal auftretenden Pflanzen, die als bekannte reine Adventivpflanzen nicht in die Untersuchung aufgenommen wurden, auch wenn sie südöstlichen Arealcharakter hatten. Zu bemerken ist noch, daß im floristischen Bestand des Mittelfränkischen Beckens an alt eingesessenen südlich-kontinentalen Arten ein Florengefälle von Bamberg über Forchheim aufwärts gegen Nürnberg-Fürth zu besteht, so daß südlich des Nürnberger Teilbeckens eine deutliche Verarmung in der Sandfazies der Steppenheide erkennbar ist. Es fehlen bis jetzt z. B. südlich von Stein bei Nürnberg: *Andropogon ischaemum*, *Festuca sulcata*, *Anthericum ramosum*, *Silene Otites*, *Medicago minima*, *Peucedanum Cervaria*, *Veronica prostrata*; die anderen Spezies wie z. B. *Helichrysum arenarium*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Tunica prolifera* werden weniger häufig.

### Lias-Landschaft.

Über den im Osten und Süden des Mittelfränkischen Beckens nochmals schwach ansteigenden, bewaldeten Keuperstufen des Burgsandsteins, Feuerletens und Rhätsandsteins breitet sich das Schwarzjuravorland der Fränkischen Alb aus. Es ist ein kissenförmiges, aus den Ton- und Mergelschichten des Lias bestehendes, quellenreiches Gebiet, das in wechselnd breiter Zone und zwischen 350—450 m hoch gelegen den Nord- und Westfuß der Fränkischen Alb umzieht. Obwohl diese sanftwellige Teillandschaft des Fränkischen Schichtstufenlandes heutzutage fast völlig waldfrei ist — die fetten Liaston- und Mergelböden

geben ein gutes Acker- und Kulturwiesenland —, so zeigt sich doch trotz der jetzigen Offenheit der Landschaft die für den ersten Blick überraschende Tatsache einer recht spärlichen Vertretung des südlich-kontinentalen Elementes. Es sind nur wenige und dazu meist weitverbreitete Arten aus dem Pflanzenverband der Steppenheide, die sich mit Sicherheit häufiger zeigen, wie z. B. *Fragaria viridis*, *Astragalus Cicer*, *Polygala comosa*, *Bupleurum falcatum*, *Peucedanum Cervaria*, *Prunella grandiflora*, *Veronica Teucrium*, *Crepis praemorsa*. Etwas zahlreicher erscheinen die Arten lichter Wälder, besonders die der Laubwälder und Gebüsche: *Anthericum ramosum*, (*Trifolium alpestre*, *T. montanum*), *Vicia dumetorum*, *Vicia pisiformis*, *Vicia Cassubica*, *Gentiana ciliata*, *G. cruciata*, *Ajuga Genevensis* und die Bewohner des feucht-schattigen Laubwaldes, wie *Corydalis cava* und *C. solida*. Die Hauptursache hierfür liegt wohl in der physikalischen Beschaffenheit und in der Lagerung der Schwarzjuraschichten begründet. Indem nämlich die lehmig-tonigen Schichten des Lias und des Opalinostones infolge ihrer Undurchlässigkeit für Wasser einen ausgeprägten Quellhorizont unter der darüber sich aufbauenden, wasserdurchlässigen Doggersandsteinstufe der Fränkischen Alb bilden, kommt es fast durchwegs zu einem großen Wasserreichtum, der in Form von unzähligen Quellen und Rinnsalen das Liasland überrieselt und zumeist die wasserbindenden Tone und Mergel zu einem feuchtkühlen Wurzelstandort macht. Gleichzeitig erfährt auch hier am West- und Nordwestrand der Fränkischen Alb die jährliche Jahresniederschlagsmenge eine Steigerung auf über 700 mm im Durchschnitt. Es wird nach alledem das flachwellige Liasland vor der menschlichen Besitznahme — besonders in der feuchteren Klimaphase des Postglazials — ein mehr oder weniger dichtes Laubwaldkleid getragen haben, welches zwischendurch (wie auch heute noch) durch lokale Erlensümpfe ausgezeichnet war. Erst die im Mittelalter erfolgte Rodung hat hier tiefgehende Änderung gebracht. Die fetten Ton- und Mergelböden trockener Lagen wurden unter den Pflug genommen und die feuchten, quelligen Stellen wurden meist in ein tüppiges Kulturwiesenland umgewandelt, wodurch der ursprüngliche Pflanzenbestand weitgehend verarmte.

### Die Fränkische Alb.

Sie ist die zuerst ostnordöstlich und dann nordnordwestlich verlaufende Fortsetzung der Schwäbischen Alb. Gebildet von den Schichten des Braunen und Weißen Jura (Dogger und Malm) weist die Fränkische Alb im wesentlichen die gleichen Eigenschaften wie die Schwäbische Alb auf. Doch unterscheidet sie sich von letzterer durch die geringere Höhe, die nur mehr 500—600 m statt 800—1000 m beträgt, sowie durch den Besitz verbreiteter Sandböden und des Dolomitgesteins. Die Trennungsstelle zwischen der Schwäbischen und der Fränkischen Alb ist der 25 km breite, vulkanische Einbruchskessel des Rieses, dessen größtenteils ebene Innenfläche (mit Ausnahme des sandigen östlichen Teils) Löß- und Lehmböden mit reich und altkultivierten Ackerflächen decken.

Der südliche Teil der Fränkischen Alb, der dem Einzugsgebiet der Donau angehört und besonders durch Altmühl, Schwarze Laaber, Vils und Nab zu der

am Südrand entlang fließenden Donau hin entwässert wird, sei Donauzug genannt. Der ganze nördliche Teil, der dem Main-Rheinsystem tributpflichtig ist und vor allem durch Pegnitz und Wiesent seine Gewässer dem am nördlichsten Rand entlang ziehenden Main zuführt, wird als Nordzug bezeichnet.

Über das an ihrem Nord- und Westfuß vorgelagerte Liasland erhebt sich die Fränkische Alb mit doppeltem Steilanstieg. Die erste Steilstufe bildet der kalkarme, feinkörnige Eisensandstein des Braunen Jura, die zweite Steilstufe erzeugen die widerstandsfähigen Werk- und Schwammkalke des Weißen Jura, die oft als weiße Felsenmauern in das Keuperland hinausleuchten. Auf die meist geschichteten Kalkbänke des unteren und mittleren Weißjura bauen sich in einiger Entfernung von ihren äußeren, oberen Verebnungsflächen im südlichsten Teil der Frankenalb die Felsenkalke, Marmorkalke und Solnhofener Plattenkalke auf, während im mittleren und nördlichen Teil sich in großartiger Weise der Frankendolomit entwickelt. Alle diese Schichten der Fränkischen Alb fallen — als Teilgebilde des Fränkischen Schichtstufenlandes — gegen Osten und Südosten ein. Dieses östliche bis südöstliche Einsinken hat zur Folge, daß im Verlauf der Hochfläche in Ost- und Südrichtung immer jüngere Schichten auftreten. So lagern sich im Ost- und Südostgebiet der Fränkischen Alb in wachsender Ausdehnung und Tiefe sandige Kreide- und sandig-tonige, mergelige Tertiärschichten auf. Daneben sind allenthalben auf der Hochfläche die lehmigen und streckenweise auch sandigen Restprodukte einer bis in das Tertiär reichenden Verwitterung verbreitet, zu denen sich am Westrand auch noch sandige Aufwehungen aus dem Vorland gesellen. Durch die verschiedenen Auflagerungen ragt aber im Nordzug der Frankendolomit in zahlreichen Kuppen empor.

Für die landschaftliche Ausbildung der Fränkischen Alb sind tertiäre und diluviale Hebungsvorgänge bedeutsam geworden. Durch Hebung erneuerte sich die Erosionstätigkeit der Flüsse. Dabei konnten in dem durchlässigen Kalkgestein nur die stärksten Wasserläufe Schritt halten mit der Hebung und ihr Bett entsprechend vertiefen. Die schwächeren verloren in dem verkarsteten Kalk- und Dolomitgestein ihren Grundwasserspiegel und ihr Lauf wurde zum Trockental. So blieb auf der Hochfläche die im Tertiär ausgereifte und jetzt von vielen toten Tälern durchzogene Landschaft erhalten, während sich die verjüngte Abtragungskraft der Flüsse vornehmlich auf das Eintiefen der Haupttäler beschränkte, die heute mit schroffen, felsengeschmückten Talwänden 100—200 m tief eingesenkt die Fränkische Alb durchschneiden. Über den jungen, lebendigen, kantig einbrechenden Tälern liegt also die alte verkarstete Landschaft des Hochlandes (zwischen 500—600 m hoch) mit ihren Trockentälern, Dolinen, Höhlen und anderen Karsterscheinungen im wasserdurchlässigen Kalk- und Dolomitgestein. Bei der Gestaltung des Hochlandes im einzelnen herrscht aber insofern eine gewisse Verschiedenheit, als im westlichen und südwestlichen Teil der Fränkischen Alb infolge der flachgelagerten Weißjuraschichten leichtgewellte bis fast ebene Oberflächenformen herrschen, während im östlichen und nördlichen Teil — abgesehen von den Kreidesandsteinplatten am Ostrand — infolge des

ungleich und klotzig verwitternden Frankendolomits eine unruhige, vielkuppige Landschaft mit unzähligen Trockentälern entstand.

Die Böden der Fränkischen Alb sind überall da, wo an Steilabfällen, an Talhängen und an den Stellen der Hochfläche der Weißjura als Werkkalk, Schwammkalk, Felsenkalk, Dolomit usw. zutage tritt, von sehr kalkreicher Beschaffenheit und ergeben infolge ihres zerklüfteten, steinigen bis felsigen Zustandes äußerst trockene Standorte. Die Verwitterung des Dolomits führt zu einem feinkörnigen, kalk- und magnesiumkarbonat-reichen Sand, der sog. Dolomit- asche. Die lehmige Albüberdeckung, die hauptsächlich im Donauzug und am westlichen Rande des Nordzuges die Hochfläche überlagert, ist meist ihres Kalkes beraubt und gibt, da sie die Trockenheit des verkarsteten Kalkgesteins bedeutend mildert, einen guten Ackerboden für die Landwirtschaft ab. Die kretazischen Sandsteinlagen um Hollfeld und zwischen Auerbach und Betzenstein verwittern zu einem kalkfreien, grobkörnigen Silikatsand. Sandige und lehmig-tonige Böden ergeben die Kreide- und Tertiärüberdeckungen zwischen Amberg, Regensburg und Kelheim. Ausgesprochenen Quarzsandboden liefert der Eisensandstein des Braunen Jura. Das im allgemeinen nach Osten hin zunehmende Auftreten von Sandböden drückt sich in der Art und in der Stärke der Bewaldung aus. Im Gegensatz zur buchenwaldreichen Schwäbischen Alb herrscht vielfach im Nordzug der Fränkischen Alb der Nadelwald; vor allem die Föhre, seltener die Fichte tritt bestandbildend auf und zeigt auf kalkarmen Böden Calluna- und Vaccinium-Unterwuchs. Auch im kalkreichen, wasserarmen Dolomitgebiet erscheint die Föhre in lichten Beständen, doch hier mit Steppenheideunterwuchs. Der Buchenwald ist mehr auf den südwestlichen Teil der Frankenalb beschränkt, im Nordzug tritt er meist nur an Talhängen, im Westen auch auf lehmiger Albüberdeckung auf, soweit letztere heutzutage nicht Ackerland geworden ist. Größere Waldgebiete stellen dar: der Veldensteiner Forst, der Rafa, Schwaighauser und Ponholzer Forst, der Hirschwald bei Amberg, der Frauen- und Hienheimer Forst bei Kelheim, sowie der Köschinger und Weißenburger Forst. Wiesenmoore finden sich nur in sehr beschränktem Ausmaß in den tiefeingeschnittenen Tälern der Altmühl, der Laaber, Nab, Pegnitz und Schutter. Die sonnenseitigen, trockensten Dolomit- und Kalkfelshänge des Weißen Jura sind vielfach waldlos und tragen eine steppenartige Vegetation (Steppenheide und Felsheide). Vom Klima der Fränkischen Alb ist zu sagen, daß nur mäßige Niederschlagsmengen fallen. Sie sind entsprechend der geringeren Höhe der Fränkischen Alb zum Teil beträchtlich geringer als in der Schwäbischen Alb. Die höheren Teile empfangen durchschnittlich 700—800 mm Jahresniederschlag, die tiefer gelegenen 600—700 mm. Nur ganz vereinzelt fallen im Nordzug Niederschläge von 800—900 mm im Jahr. In engen, gegen Westwinde geschützten Tälern der Fränkischen Alb und im Südosten und Süden macht sich eine beachtenswerte Erniedrigung der Niederschlagsmengen geltend. So erhält die Südabdachung der Alb gegen die Donau zwischen Dillingen, Donauwörth, Stepperg bei Neuburg unter 600 mm, desgleichen fallen im südöstlichen Teil zwischen Regensburg und Regenstauf unter 600 mm. Einzelne Werte sind nach

Hellmann: Weißenburg 670 mm, Eichstätt 660 mm, Amberg 660 mm, Kelheim 650 mm, Neuburg a. D. 630 mm, Regenstauf 530 mm. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Wasserhaushalt sehr durch die Durchlässigkeit des Kalk- und Dolomitgesteins und den durch die Verkarstung tiefgelegten Grundwasserspiegel beeinflußt wird. Die absoluten Jahresextreme der Lufttemperatur sind für Weißenburg + 35,4° und — 31,4°; für Amberg + 39,8° und — 24,0°.

Für das südlich-kontinentale Element hat die Fränkische Alb als ein sehr bevorzugtes Siedlungsland zu gelten. Die Artenzahl steigt fast bis zur Höhe derjenigen der Gäulandschaft an (siehe Kurvenzeichnung und Übersichtstabellen). Auch die Menge der beobachteten Standorte ist beträchtlich. Die im Verlauf dieses Abschnittes noch zu besprechende Ausprägung der Pflanzenverbände, in denen sich die südlich-kontinentalen Arten vornehmlich zusammenfinden, weist in gleiche Richtung. Im umgekehrten Verhältnis dazu erreicht die atlantisch-subatlantische Gruppe im Bereich der Fränkischen Alb und ihres Lias-Vorlandes den tiefsten Stand im ganzen Untersuchungsgebiet. (Siehe Kurventafel 3 Seite 72.)

Der erste Steilanstieg der Frankenalb, der durch die Eisensandsteinstufe gebildet wird, läßt zwar noch nicht viel von dem Aufschwung des südlich-kontinentalen Elementes erkennen. Hier herrscht auf den silikatsandigen Böden noch zu sehr der Wald vor, und zwar im Donauzug meist Buchenwald, im Nordzug dagegen in steigendem Maß Föhrenwald mit *Calluna-Vaccinium*-Zwergstrauchunterwuchs. Erst die kalk- und dolomittfelsige Weißjurastufe (Malmstufe) schafft in Verbindung mit den mäßigen jährlichen Niederschlagsmengen die günstigen Ansiedlungsbedingungen, die zu dem so starken Anschwellen der Art- und Individuenwerte innerhalb der südlich-kontinentalen Gruppe führen. In erster Linie sind es die sonnigen, steilen, kalk- und dolomittfelsigen Hänge der lebenden und toten Täler, die schroffen Steilstufen der Außenränder und die verkarsteten Felsen der Hochfläche, welche von den Vertretern der südlich-kontinentalen Gruppe besiedelt werden. Besonders auf der Südseite wird hier infolge der physikalischen und chemischen Eigenschaften des anstehenden Kalkgesteins und der nicht allzu hohen Niederschläge der geschlossene Wald ferngehalten. Höchstens vermögen xerophile Bäume und Sträucher wie *Pinus silvestris*, *Juniperus communis*, *Betula verrucosa*, *Quercus Robur*, *Sorbus Aria*, *Acer campestre*, *Berberis vulgaris*, *Prunus spinosa*, *P. Mahaleb*, *Rhamnus cathartica*, *Rh. saxatilis*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus spec.* usw. sich in lichtem Stand zu halten. *Fagus silvatica* ist hier fehlend oder nur noch in Zwergformen ausgebildet. Gleichzeitig wird durch die widrigen Bodenverhältnisse die menschliche Kultivierungstätigkeit weitgehend hintangehalten. Dadurch sind beste ursprüngliche Standorte für die Steppenheide- und Steppenheidewaldpflanzen der südlich-kontinentalen Gruppe geschaffen, die denn auch, wie unsere Zusammenstellungen zeigen, in hohem Maße davon Nutzen zogen.

Doch lassen unsere Verbreitungsangaben für den Bereich der Frankenalb andererseits auch größere Gebiete erkennen, die spärliche bis gar keine Besiedlung durch das südlich-kontinentale Element erfahren haben. So sind die

Teile der Albhochfläche, welche die sog. lehmige Albüberdeckung aufweisen, sehr arm an ursprünglichen, südlich-kontinentalen Arten. Hier dehnen sich heute weite Ackerflächen aus, die selten von Wäldern unterbrochen werden. Gemiedene Distrikte sind ferner die im östlichen Teil der Fränkischen Albhochfläche aufgelagerten kretazischen und tertiären Sandsteindecken bei Hollfeld, Auerbach, Amberg, Schweighausen, wo die auf silikatsandigen Böden stockenden geschlossenen Forste und die rohhumuserzeugenden Bestände von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* und *Vacc. Vitis-Idaea* sehr ungünstige Lagen geschaffen haben. Ähnliches wurde bereits von der Eisensandsteinzone erwähnt. Aber überall, wo Jurakalk und Dolomit in günstiger, offener, besonnter Lage auftritt, namentlich an Steilrändern, an den Hängen der tief eingegagten Täler und auf den der Hochfläche aufgesetzten Dolomittuppen, erhält Steppenheide und Steppenheidewald und damit auch der größte Teil unserer Florengruppe gute Existenzbedingungen.

Innerhalb des Artenbestandes des südlich-kontinentalen Elementes macht sich jedoch im Verlauf der langgestreckten Fränkischen Alb eine auffällige Veränderung bemerkbar. Abgesehen von der in allen Teilen der Frankenalb auftretenden und für die augenblickliche Betrachtung weniger wichtigen örtlichen Abänderung der floristischen Gruppierung innerhalb der Pflanzenverbände an den einzelnen Standorten durch edaphisch-topographische Ursachen (z. B. Standortfazies der Steppenheide auf Kalkfels, Dolomittfels oder auf Dolomitsand) zeigt sich beim Vergleich des Artenbestandes des Donauzuges mit dem des Nordzuges der Fränkischen Alb in allen Pflanzenverbänden eine auffallende Verschiebung im Besitze südlich-kontinentaler Spezies. Diese sogen. geographische Fazies, die in der Verschiedenheit des floristischen Artenbestandes der nördlichen, mainnahen Frankenalb und der südlichen, donaunahen Frankenalb besteht, ist näherer Betrachtung wert, da sie uns die Möglichkeit gibt, Schlüsse zu ziehen im Hinblick auf Einwanderungswege und spezielle Klimabedürfnisse einzelner südlich-kontinentaler Arten.

Unsere Feststellungen zeigen, daß sich folgende südöstliche und südliche Spezies im Bereich der Fränkischen Alb einzig im Donauzug finden: *Stipa pennata*, *Alsine setacea*, *A. fasciculata*, *Potentilla rupestris*, *Cytisus Ratisbonensis*, *Astragalus Onobrychis*, *Linum tenuifolium*, *Dictamnus alba*, *Peucedanum Alsaticum*, *Veronica Austriaca*, *V. spicata*, *Orobanche Teucree*, *Aster Linosyris*, *Inula hirta*; *Clematis recta*, *Potentilla alba*, *Prunus Mahaleb*, *Cytisus supinus*, *Trifolium rubens*, *Coronilla coronata*, *Mercurialis ovata*, *Staphylea pinnata*, *Rhamnus saxatilis*, *Peucedanum officinale*, *P. carvifolium*, *Cornus mas*; *Scilla bifolia*, *Symphytum tuberosum*; *Iris Sibirica*, *Gladiolus paluster*, *Viola persicifolia*, *V. pumila*, *Scutellaria hastifolia*, *Veronica longifolia*. Ferner sind hierher zu zählen: *Tunica saxifraga*, *Centaurea Rhenana*; *Muscari botryoides*, da diese nur im Donauzug mit Sicherheit als ursprüngliche Pflanzen anzutreffen sind, während ihre ganz vereinzelt Standorte im Nordzug adventiven Charakter besitzen und teilweise (s. Hauptteil) überhaupt wieder eingegangen zu sein scheinen. Diesem starken Sondergut des Donauzuges der Fränkischen Alb hat der Nord-

zug außer dem sehr isolierten Auftreten von *Poa Badensis*, *Hutchinsia petraea*, *Alyssum saxatile*, *Coronilla vaginalis* und *Orobanche Alsatica*, die nicht im Donauzug vorkommen, nichts gegenüberzustellen. Die dargelegten Tatsachen beweisen, daß der Donauzug der Fränkischen Alb gegenüber dem Nordzug (und auch im Verhältnis zur Schwäbischen Alb!) deutlich begünstigt ist. Die Ursachen hierfür liegen zum Teil unzweifelhaft in der ausgeprägteren Kontinentalität des Klimas im Donauzug begründet, die durch die niedrigere Lage seiner südlichen Teile und durch seine südöstliche Abdachung zum regenärmeren Donaubecken bedingt ist. Die stärkere klimatische Kontinentalität der südlichen Frankenalb drückt sich schon in der viel schwächeren jährlichen Regenmenge aus, welche besonders in den südlichen und südöstlichen Teilen des Donauzuges bis auf 600 mm sinkt. Es liegen also im Donauzug der Frankenalb klimatische Faktoren vor, die besonders zu Zeiten postglazialer Klimaverschlechterungen manches zur Erhaltung exponierter, gefährdeter südlich-kontinentaler Florenelemente beitragen konnten. Auch die breiteren und tieferen Täler der ost-, südost- und südwärts strömenden Altmühl, der Laaber, Nab und Donau, deren steile Hänge durch den nördlichen und westlichen Steilrand vor nördlichen und westlichen Einflüssen besser geschützt sind als die der meist nach Westen und Norden geöffneten Täler des Nordzuges, mögen im gleichen Sinn gewirkt haben. Für manche südlich-kontinentale Wiesenmoorpflanze, wie für *Viola persicifolia* und *Viola pumila* erzeugte sicher auch der sehr langsame, träge, seine breite Talaue oft überflutende und versumpfende Lauf der Wörnitz, Altmühl und Nab viele geeignete Standorte, während das bei der meist raschen, gefällreicheren Talführung der Bäche und Flüsse des Nordzuges selten der Fall ist. Da aber im übrigen die edaphischen Verhältnisse im Nordzug wie im Donauzug die gleichen sind und da die meisten genannten Pflanzen, die auf den Donauzug im Bereich der Fränkischen Alb beschränkt erscheinen, in anderen Gebieten ihres Gesamtareales unter noch ungünstigeren Klima- und Standortsverhältnissen vorkommen, als sie der nördliche Teil der Frankenalb mit seinen vielen trocken-sonnigen, südexponierten, kalk- und dolomitifelsigen Talhängen bietet, so müssen für diese Spezies noch andere Ursachen die Konzentrierung und das Zurückbleiben im Süden und Südosten der Fränkischen Alb verschuldet haben. Der Hauptgrund für das Fehlen aller der Arten im Nordzug, die nicht wegen der etwas weniger günstigen Klimalage der nördlichen Frankenalb im Donauzug zurückbleiben mußten, dürfte wohl migratorischer Natur sein, d. h.: es müssen Verbreitungshindernisse bestehen, welche manche Pflanze bei ihrer Wanderung aufgehalten haben und sie nicht zu den ebenfalls noch für sie in klimatischer und edaphischer Hinsicht besiedlungsfähigen Standorten im Nordzug der Fränkischen Alb gelangen ließen. Da der Nordzug der Frankenalb durch den für unsere Pflanzen unübersteigbaren Waldgebirgswall des Ostbayerischen Grenzgebirges direkt von Osten und Nordosten her nicht besiedelt werden konnte, so kommt in den jetzt zu besprechenden Fällen nur Einwanderung aus dem Südosten, Süden und Südwesten in Betracht. Die meisten der heute im Donauzug der Fränkischen Alb vorkommenden südlich-kontinentalen Arten sind aus

ihren südöstlichen Arealgebieten vom Südosten her die Donaudepression<sup>1</sup> aufwärtsgezogen und haben auf diesem natürlich vorgezeichneten Weg das Bayerische Alpenvorland und die Fränkische Alb erreicht (z. B. *Stipa pennata* var. *pulcherrima*, *Cytisus Ratisbonensis*, *Astragalus Onobrychis*, *Veronica Austriaca*, *Inula hirta*; *Clematis recta*, *Cytisus supinus*, *Mercurialis ovata*; *Symphytum tuberosum*; *Viola pumila* usw.). Einige Arten mit mehr südlicher Hauptverbreitung sind wohl auch von Süden und Südwesten her (längs des Schweizerischen Jura, der Schwäbischen Alb oder durch die Alpentäler und durch das Alpenvorland) zur südlichen Frankenalb gelangt (z. B. *Prunus Mahaleb*, *Coronilla coronata*). Alle diese aus Südosten und Süden eingewanderten Arten benutzten im Donauzug der Frankenalb als geeignetste Wege zum tieferen Ein- und Vordringen fast ausnahmslos die viele günstige Standorte bietenden Täler der Donau, der Nab, der Schwarzen Laaber, der Altmühl usw. Daß dem so ist, beweisen einwandfrei die heutigen Verbreitungsbilder: vom Tal der Donau ausgehend zieht sich — oft perlschnurartig aneinandergereiht — Standort an Standort die linksseitigen Nebentäler (Nab, Laaber, Altmühl) aufwärts, um dann in mehr oder weniger großer Entfernung vom Südost- und Südrand der Frankenalb immer spärlicher zu werden. Die südwestlichen Einwanderer, wie *Prunus Mahaleb* und *Coronilla coronata*, wanderten vornehmlich längs der Altmühl- und Donautalhänge ost- und nordostwärts. Die 34 (36)<sup>2</sup> auf den Donauzug beschränkten Arten vermochten aber nicht im Gebiet der Frankenalb über den Talbereich der Donau und ihrer Nebentäler hinauszugehen und in das Main-Rhein-Talsystem des Nordzuges der Frankenalb (Pegnitzalb, Wiesentalb, Nordabfall und Westabfall der Fränkischen Alb zum Regnitz- und Maintal) einzudringen. Sie blieben meistens weniger aus klimatischen Ursachen an den Donauzug der Fränkischen Alb gebunden als vielmehr wegen fehlender bis mangelnder Verbreitungsfähigkeit. Sie vermochten nicht über die verhältnismäßig kurze, edaphisch aber wenig günstige (teilweise lehmbedeckte und früher wohl auch waldbedeckte) Strecke der Albhochfläche, die zwischen dem oberen Altmühl-, Laaber-, Lauterach-, Vils-, Nabtalgebiet einerseits und Pegnitztalgebiet andererseits liegt, hinwegzuwandern, obwohl dieses den Donauzug vom Nordzug trennende Stück der Albhochfläche nur zwischen 10—50 km breit ist und kaum nennenswerte Höhenunterschiede aufweist. Seit langer Zeit<sup>3</sup> (siehe Kräuterbücher des 16. Jahrhunderts; Lokalfloren des 17. Jahrhunderts von Hoffmann M., Jungermann L., Menzel A.; des 19. Jahrhunderts von Fürnrohr A. E., Schnizlein-Frickhinger, Hoffmann Ph. und des beginnenden 20. Jahrhunderts von Schwarz, Erdner, Vollmann usw.) wird das Vorkommen einzelner dieser Pflanzen wie *Stipa pennata*, *Alsine setacea*, *A. fasciculata*, *Cytisus Ratisbonensis*, *C. supinus*, *Veronica spicata*, *Aster Linosyris*, *Inula hirta*; *Clematis recta*, *Potentilla alba*, *Symphytum*

<sup>1</sup> Siehe auch: Walter, H., Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands, 1927 S. 67.

<sup>2</sup> Siehe S. 91

<sup>3</sup> s. Süßenguth, A., Die Veränderungen des Florenbildes von Bayern in historischer Zeit, in Ber. Bayer. Bot. Gesellsch. XVII. 1922.

tuberosum; *Gladiolus paluster* usw. für den Donauzug namentlich belegt und trotz jahrzehntelanger intensiver floristischer Durchforschung des Nordzuges konnte keine von diesen südlich-kontinentalen Arten im Pegnitz-Wiesent-Maingebiet der nördlichen Frankenalb festgestellt werden. Einzig die gesondert aufgeführte *Centaurea Rhenana* und *Tunica saxifraga* haben sich ganz vereinzelt neue Standorte und diese wohl nur durch menschliche Verschleppung im Nordzug erworben.

Aus vorstehenden Tatsachen läßt sich die große Konstanz der Standorte und das mangelnde bis heutzutage fast völlig fehlende Ausbreitungsvermögen vieler Arten des südlich-kontinentalen Elementes beweisen. Ferner wird für eine große Zahl der südöstlichen und südlichen Spezies die Einwanderung aus dem südöstlichen Donauebiet, bzw. aus der südwestlich gelegenen Schwäbischen Alb erhärtet und gleichzeitig festgestellt, daß die Wanderung meist nur schrittweise längs geeigneter Täler erfolgte. Die gleiche Einwanderungsrichtung läßt sich aber auch noch für manche andere Arten (außer den vorseitig besprochenen, einseitig auf den Donauzug konzentrierten) infolge eines mehr oder weniger starken Häufigkeitsgefälles von Süd nach Nord nicht nur vermuten, sondern auch beweisen. Als solche wären z. B. zu nennen: *Festuca sulcata*, *Melica Transsilvanica*, *Carex humilis*, *Anemone grandis*, *Rubus tomentosus*, *Cytisus nigricans*, *Fumana vulgaris*, *Teucrium montanum*, *Orobanche coerulescens*, *Asperula glauca*. Daß aber ferner außer den südöstlichen und südlichen Einwanderungswegen, die stets über den Donauzug der Frankenalb führten, noch eine ganz anders orientierte Einstrahlungsrichtung für das südlich-kontinentale Element zur Besiedlung des Nordzuges der Fränkischen Alb gangbar war und ist, zeigt folgende Tatsache: *Andropogon ischaemum*, *Silene Otites*, *Sisymbrium Austriacum*, *S. strictissimum*, *Arabis auriculata*, *Potentilla rubens*, *Rosa Gallica*, *Vicia tenuifolia* und *Lithospermum purpureo-coeruleum* finden sich in der Fränkischen Alb das eine Mal mit verschiedenen Häufigkeitswerten im Donauzug der Frankenalb verbreitet; sie beschränken sich meist auf das Donautal, Altmühl-, Laaber- und Nabtal und nehmen nach Norden mehr oder weniger stark ab, ganz als ob sie zu den — infolge klimatischer und migratorischer Ursachen — auf den Donauzug selbst beschränkten Spezies gehörten. Sie fehlen dann weiter nördlich im mittleren Teil des Fränkischen Jura, in der Pegnitzalb, völlig und erscheinen auch im mittleren Teil des Nordzuges, in der Wiesentalb, nur ganz vereinzelt oder gar nicht. Aber plötzlich im äußersten Nordteil des Nordzuges, oft erst am nördlichen und nordwestlichen Abfall der Fränkischen Alb zum Maintal und zum unteren Regnitztal, sind sie wieder da. Dabei sind jene Vorkommnisse am Nordwestrande des Nordzuges der Fränkischen Alb nicht isoliert, sondern stehen durch mehr oder weniger häufige Standorte, die längs des unteren Regnitzbeckens, des Maintales, des Baunach-Itztales sich aneinanderreihen und diesen Keupertalhängen entlang das der Fränkischen Alb westlich vorgelagerte Keuperland in nordwestlicher Richtung durchqueren, mit der von den gleichen Arten oft stark besiedelten Fränkischen Gäulandschaft in Verbindung. Die nächstliegende Erklärung für das Auftreten von *Andropogon ischaemum*,

Silene Otites, Sisymbrium Austriacum, *S. strictissimum*, Arabis auriculata, Potentilla rubens, Rosa Gallica, Vicia tenuifolia und Lithospermum purpureo-coeruleum am Nordwestrand der Fränkischen Alb ist wohl die, daß diese Arten als nordwestliche Einstrahlung aus dem großen Reservat der Fränkischen Gäulandschaft und der Oberrheinisch-Untermainischen Tiefebene anzusprechen sind. Letztere Gebiete stehen selbst wieder mit den südeuropäischen und den mittel- und nordostdeutschen Teilarealen der südlich-kontinentalen Florengruppe in Verbindung. Die auf den Donauzug beschränkten Standorte derselben Arten müssen aber als südöstliche und südliche Einstrahlung bezeichnet werden. Neben den auf zwei Wegen in die Frankenalb eingewanderten Arten wären schließlich noch als dritte Gruppe jene südlich kontinentalen Arten zu nennen, die allem Anschein nach nur von Nordwesten und Norden her die Fränkische Alb besiedelt haben. Es scheint dies der Fall zu sein bei Anemone silvestris, Vicia Cassubica (und Bupleurum falcatum?). Ihre starke Konzentrierung auf den Nordzug, ihre deutliche Abnahme in Richtung gegen den Donauzug der Fränkischen Alb und gegen die Schwäbische Alb und ihre Seltenheit im Alpenvorland lassen das vermuten. Bei allen anderen Arten, die das südlich-kontinentale Element in der Fränkischen Alb vertreten, läßt sich wegen allgemeiner Verbreitung (oder in seltenen Fällen wegen zu großer Isolierung wie z. B. bei Alyssum saxatile, Hutchinsia petraea, Coronilla vaginalis, Orobanche Alsatica, Poa Badensis) keine sichere Vermutung aussprechen, welche Einwanderungswege im einzelnen benutzt wurden, um an die heutigen Standorte zu gelangen. Jedenfalls muß für die meisten der südlich-kontinentalen Arten eine südöstliche bzw. südwestliche Einstrahlung angenommen werden, während die Einwanderung aus Nordwesten oder gar aus Norden und Nordosten immer zu den Ausnahmen gehört. Sicherer Entscheid über die Wanderwege im einzelnen zu treffen, ist überhaupt auch deswegen schwer möglich, weil mit Bestimmtheit angenommen werden muß, daß das früher viel mehr zusammenhängende Verbreitungsgebiet des südlich-kontinentalen Elementes durch vorgeschichtliche Klimaverschlechterungen sehr zerstückelt wurde, so daß viele Arten in Deutschland nur noch kleine, relikartige Teilareale oder gar nur noch einzelne, isolierte Reliktstandorte besitzen.<sup>1</sup> Solche Teilareale und Reliktstandorte südlich-kontinentaler Pflanzen finden sich in Mitteleuropa vor allem in den klimatisch begünstigten Beckenlandschaften wie sie z. B. das Thüringer Becken, die Oberrheinisch-Untermainische Tiefebene, das Böhmisches Becken, das Wiener Becken usw. darstellen. Auch die Fränkische Gäulandschaft, die Donauabdachung der Schwäbisch-Fränkischen Alb, der donauernahe Teil des Bayerischen Alpenvorlandes dürften dazuzurechnen sein. In diesen Gebieten drängte sich — wie teilweise für die in das Untersuchungsgebiet fallenden Landschaften bereits gezeigt wurde — das südlich-kontinentale Element zusammen, blieb während ungünstiger Klimaperioden erhalten und strahlte bei Besserung der klimatischen und allgemeinen Verhältnisse von solchen Konzentrationspunkten nach allen Seiten wieder aus. So mögen manche der nachgewiesenen Einstrahlungen nur solche zweiter Ordnung

<sup>1</sup> Walter H., Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands, 1927, S. 63—67.

sein, d. h. die Pflanzen sind aus ihren Teilarealen nachträglich wieder sogar auf umgekehrten Wegen (z. B. von West nach Ost wie aus der Gäulandschaft in den Nordzug der Fränkischen Alb) eingewandert in Landschaften, in denen sie sich während der schlechtesten (feuchtesten!) Zeiten nicht mehr halten können. Dabei muß berücksichtigt werden, daß trotz der vielen gemeinsamen ökologischen Bedürfnisse der südlich-kontinentalen Pflanzen, selbst bei gleicher Formationszugehörigkeit, doch jede einzelne Spezies ihre besondere ökologische Amplitude hat, die sich schon darin zeigt, daß einzelne Arten sich trotz guter Verbreitungsmittel nur noch an wenigen eng begrenzten Plätzen halten können (z. B. *Stipa pennata*), während andere in der vom Menschen geschaffenen Kultursteppe sich energisch ausbreiten (z. B. *Artemisia campestris*). Nicht zu vergessen ist schließlich das Spiel des Zufalls, das sich besonders bei einer etwaigen Ausbreitung oder bei der Erhaltung einzelner Standorte auswirkt, oder unter Umständen auch Fernverbreitung einer Art ermöglicht, wie sie vielleicht bei den isolierten Vorkommnissen von *Hutchinsia petraea*, *Alyssum saxatile*, *Coronilla vaginalis* in Erwägung zu ziehen ist, welche Arten in der Fränkischen Alb im Wiesengebiet des Nordzuges erscheinen, aber an ebenso gut geeigneten Plätzen im Donauzug gänzlich fehlen.

Vermochte die Einzelbetrachtung der Verbreitungstatsachen, die sich aus unseren Zusammenstellungen für die südlich-kontinentale Florengruppe im Bereich der Fränkischen Alb ergaben, nicht in allen Fällen klaren Entscheid liefern, so geht doch so viel mit Bestimmtheit hervor, daß der Donauzug dem Nordzug im Besitz an südlichen und südöstlichen Arten beträchtlich überlegen ist und daß diese Überlegenheit sich im großen und ganzen durch ein Zusammenwirken von Faktoren, die teils außerhalb, teils innerhalb der Pflanzen liegen, weitgehend erklären läßt. Günstigere klimatische und im minderen Maße auch edaphische Verhältnisse des Donauzuges in Jetzt- und Vorzeit sowie die der Richtung der stärksten Einwanderung zugekehrte Lage seiner Täler ermöglichten den südlich-kontinentalen Arten gutes Ansiedeln, leichtes Vordringen und besseres Ausharren. Zu dem weniger bevorzugten Nordzug, dessen Talöffnungen von der Haupteinwanderungsrichtung abgekehrt liegen, konnten nur die widerstandsfähigeren und stärker beweglichen Spezies vordringen und sich in ihm erhalten. Durch den nordwestlichen Einwanderungsweg, der dem Nordzug maintalaufrwärts durch das westlich und nordwestlich vorgelagerte Keuperland einige Arten aus der Fränkischen Gäulandschaft zukommen ließ, gelangten jedoch fast nur solche südlich-kontinentale Spezies in die nördliche Fränkische Alb, die im Donauzug — von Südosten her eingedrungen — meist viel reichlicher vorhanden sind.

Es bedarf daher nach all dem Gesagten keiner weiteren Aufklärung, daß auch die für das südlich-kontinentale Element typischsten Pflanzenverbände, nämlich die der Steppenheide und des Steppenheidewaldes sowohl nach ihrem Artbestand als auch nach ihrem Assoziationsreichtum einen viel ausgeprägteren südlich-kontinentalen Charakter im Donauzug der Fränkischen Alb aufweisen als im Nordzug. So bildet sich im Donauzug an den trockenen, sonnigen Weiß-

juratalhängen der Donau, Altmühl, Laaber und Nab eine sehr typische Steppenheide aus, welche bei näherer soziologisch-floristischer Analyse sich als ein reiches Gemisch von mehr oder weniger extremen Steppenassoziationen und Assoziationsfragmenten darstellt. Große Verbreitung gewinnen hier *Festuceta sulcatae*, *Festuceta glaucae*, *Brometa erecti*, *Andropogoneta ischaemi*, *Brachypodieta pinnati*, *Seslerieta coeruleae*, *Cariceta humilis*. Nur im regenärmsten Teil, entlang dem Südrand der Alb längs der Donau erscheinen bezeichnenderweise auch Assoziationsfragmente des *Stipetum pennatae* (*pulcherrimae*). In diesem Assoziationskomplex der Steppenheide der Fränkischen Donaualb finden sich an bemerkenswerten Arten mehr oder weniger häufig: *Phleum Boehmeri*, *Avena pratensis*, *Koeleria gracilis*, *Melica ciliata*, *Anthericum ramosum*, *Allium montanum*, *Silene Otites*, *Dianthus Carthusianorum*, *Tunica saxifraga*, *T. prolifera*, *Holosteum umbellatum*, *Alsine fasciculata*, *A. setacea*, *Anemone Pulsatilla* ssp. *grandis* und ssp. *vulgaris*, *Erysimum erysimoides*, *E. crepidifolium*, *Alyssum montanum*, *Sedum album*, *Fragaria viridis*, *Potentilla rubens*, *P. arenaria*, *P. verna* s. str., *Cytisus Ratisbonensis*, *Medicago minima*, *Hippocrepis comosa*, *Polygala comosa*, *P. chamaebuxus*, *Fumana vulgaris*, *Dictamnus alba*, *Viola rupestris*, *Seseli annuum*, *Peucedanum Oreoselinum*, *P. Cervaria*, *Teucrium Chamaedryas*, *T. montanum*, *Veronica Austriaca*, *V. Teucrium*, *V. spicata*, *Odontites lutea*, *Orobanche caryophyllacea*, *O. coerulescens*, *Globularia vulgaris*, *Asperula glauca*, *A. cynanchica*, *Aster Linosyris*, *A. Amellus*, *Inula hirta*, *Buphthalmum salicifolium*, *Helichrysum arenarium*, *Artemisia campestris*, *Carlina acaulis*, *Centaurea Rhenana*, *Leontodon incanus*, *Lactuca perennis*, *Hieracium Bauhini*, *Thuidium abietinum*, *Hylocomium rugosum*, *Cladonia spec.*

Der lichte Steppenheidewald sonniger Weißjurahänge der Fränkischen Donaualb ist charakterisiert durch: *Pinus silvestris*, *Quercus Robur*, *Q. sessiliflora*, *Ulmus campestris*, *Pirus piraster*, *Crataegus*, *Corylus*, *Prunus spinosa*, *P. Mahaleb*, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus Cathartica*, *Rh. saxatilis*, *Cornus mas*, *C. sanguinea*, *Rubus tomentosus*, *Anthericum liliago*, *Clematis recta*, *Thlaspi montanum*, *Rosa Gallica*, *Potentilla alba*, *Cytisus nigricans*, *C. supinus*, *Trifolium alpestre*, *Coronilla coronata*, *Mercurialis ovata*, *Euphorbia verrucosa*, *Laserpitium latifolium*, *Gentiana ciliata*, *G. cruciata*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Chrysanthemum corymbosum*.

Im Nordzug der Frankenalb ist dagegen die Steppenheide und der Steppenheidewald merklich an Arten und Assoziationen ärmer. Auf dem vorherrschenden Dolomifels und Dolomitsand stehen meist Föhren in lichtem Stand, zwischen die sich *Betula verrucosa* und *Juniperus communis* mengen. Im lichten Föhrenwalde und an freien Stellen dehnt sich eine Steppenheide aus, welche an Assoziationen fast nur noch das *Festucetum ovinae-duriusculae*, *Festucetum sulcatae*, *Festucetum glaucae*, *Brachypodietum pinnati* und das *Seslerietum coeruleae* aufweist; das *Caricetum humilis* tritt nur noch selten auf, das *Brometum erecti* sehr selten, das *Andropogonetum ischaemi* ist höchstens an zwei Stellen der Wiesentalb kümmerlich entwickelt, das *Stipetum pennatae* fehlt völlig. Die Steppenheide der nördlichen Fränkischen Alb besitzt also kaum mehr Steppenassozia-

tionen vom südlicheren Typ. Einziger ausdrucksvoller Gewinn gegenüber der Abwesenheit vieler südlich-kontinentaler Steppenpflanzen ist das häufige herdenweise Auftreten von *Anemone silvestris*, *Helichrysum arenarium* und *Potentilla arenaria*. Im übrigen erscheinen wieder z. B. *Koeleria gracilis*, *Avena pratensis* (in der Pegnitzalb fast fehlend!), *Phleum Boehmeri*, *Melica ciliata*, *Allium montanum*, *Anthericum ramosum*, *Dianthus Carthusianorum*, *Tunica prolifera*, *Anemone Pulsatilla* (meist ssp. *vulgaris*), *Erysimum erysimoides*, *E. crepidifolium*, *Sedum album*, *Medicago minima*, *Polygala chamaebuxus*, *P. comosa*, *Bupleurum falcatum*, *Peucedanum Cervaria*, *Seseli annuum*, *Gentiana ciliata*, *G. cruciata*, *Teucrium Chamaedrys*, *Vincetoxicum officinale*, *Veronica Teucrium*, *Orobanche coerulescens*, *Globularia vulgaris*, *Asperula cynanchica*, *Aster Amellus*, *Buphthalmum salicifolium*, *Artemisia campestris*, *Carlina acaulis*, *Leontodon incanus*, *Crepis praemorsa*, *Chrysanthemum corymbosum*. Selten bis sehr zerstreut finden sich *Alyssum montanum*, *A. saxatile*, *Coronilla vaginalis*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Teucrium montanum*, *Odontites lutea*, *Asperula glauca*, *A. tinctoria*, und *Lactuca perennis*. Die Bereicherung der Steppenheide und des Steppenheidewaldes im Nordzug der Fränkischen Alb tritt dazu meist erst im nördlichen Teil (in der Wiesentalb und am Nordabfall zum Maintal) auf. Die geringste Artenzahl und die größte Einförmigkeit im Assoziationsverband ist in der Pegnitzalb zu verzeichnen, die auch innerhalb der gesamten Frankenalb als mittlere Zone die schlechtesten Verbindungen zu den Hauptausstrahlungsgebieten des südlich-kontinentalen Elementes besitzt. Es geht daraus erneut hervor, daß neben günstigen klimatischen und edaphischen Bedingungen bei der meist schrittweise erfolgenden Wanderung auch eine günstige Lage zu den Hauptwanderwegen erforderlich ist, um eine möglichst starke Ausprägung der südlich-kontinentalen Florengruppe zu gewährleisten. Aus der zur Verfügung stehenden, beschränkten Anzahl von Arten wird dann erst das floristische Bild der Assoziationen und Formationen gewoben, das je nach den Bedingungen hier reicher, dort ärmer ausfällt und nicht einmal in den Teildistrikten einer Landschaft sich völlig gleich bleibt.

### **Die Oberfränkisch-Oberpfälzische Senke.**

Bevor im Osten der Fränkischen Alb der Urgebirgswall des Ostbayerischen Grenzgebirges emporsteigt, schiebt sich zwischen beide die Oberfränkisch-Oberpfälzische Senke.

Tektonisch ein Bruchschollenland, das zumeist aus zerbrochenen und verworfenen Trias- und Juraschichten besteht, wurde es orographisch durch Abtragung größtenteils in eine Senke verwandelt, die im oberfränkischen Teil vom Main nebst Nebenflüssen und im oberpfälzischen Teil von der Nab nebst Nebenflüssen durchzogen wird. Staffelbrüche haben vorwiegend lang gestreckte, herzynisch verlaufende Schollen erzeugt, die je nach dem Ausmaß der bisherigen Abtragung mit den verschiedensten Schichten der Trias und des Jura anstehen. Dazu finden sich besonders im flacheren oberpfälzischen Gebiet Ablagerungen der Kreide, des Tertiärs und des Diluviums. Infolge der großen physikalischen

und chemischen Verschiedenheiten der anstehenden Trias- und Juragesteine ist es vor allem im wenig einheitlichen oberfränkischen Teil zu einem bunten Wechsel von Kleinlandschaften gekommen. So lösen sich in der Oberfränkischen Senke, die sich zwischen Kronach—Burgkundstadt—Bayreuth—Creußen hinzieht, in rascher Folge (vom Südwestrand der Senke zum Nordostrand hin) ab: eine trocken-sandige, Föhrenwaldreiche Keupersandsteinzone, die in ihrer Mitte vom Main durchflossen wird, eine kleine Jurascholle mit allen typischen Eigenschaften, nämlich mit dem sanftgewellten, acker- und wiesenbedeckten Liasvorland und dem Steilanstieg der Föhrenwaldtragenden Eisensandsteinstufe, der Kalksteinmauer des Malm und der Hochflächenverebnung; es wechselt ein breiter, mit Föhrenwald und Callunaheide überzogener Buntsandsteinrücken mit einer langgestreckten, waldarmen, sonnigen Muschelkalkplatte, der sich schließlich eine flache Gipskeupermulde anschließt, deren fruchtbare Acker- und Wiesenflächen mit scharfer Grenzlinie an die aufsteigenden, dunklen Nadelwaldhöhen des Fichtelgebirges und des Frankenwaldes stoßen. In der Oberpfälzischen Senke, die vom Südwestfuß des Fichtelgebirges über Kemnath, Grafenwöhr, Vilseck, Amberg, Schwandorf und Teublitz sich erstreckt und in den Buchten von Weiden und Roding tief in das Urgebirge eingreift, überwiegen durchwegs sandige Keuper-, Kreide-, Tertiär- und Diluvialschichten, auf denen ausgedehnte Föhrenwälder mit Callunaunterwuchs stehen. Häufig sind in dem flachen Gelände nährstoffarme, moorige Wasserflächen.

Das Klima ist in der Oberfränkisch-Oberpfälzischen Senke nicht sehr einheitlich. Es ist aber im allgemeinen infolge seiner eingesenkten Lage durch eine Mäßigung der Niederschlagsmengen auf 700–600 mm im jährlichen Durchschnitt ausgezeichnet. In den tiefsten Teilen der Senke, in der Furche des Roten Mains und der Nab, sinkt die jährliche Niederschlagsmenge stellenweise sogar unter 600 mm, steigt aber in den östlichen und nordöstlichen, höher gelegenen Randgebieten bis auf 800 mm an. Einzelne Werte sind: Bayreuth 550 mm, Kulmbach 620 mm, Weiden 650 mm, Neustadt a. d. WN. 790 mm, Kronach 800 mm. Die absoluten Jahresextreme der Lufttemperatur betragen für Bayreuth im Maximum + 36,2°; im Minimum — 28,3°. Die menschliche Besiedlung ist spät, erst während der mittelalterlichen Rodeperioden erfolgt. Heutzutage sind die Gebiete mit den besseren Böden des Lias, Gipskeupers, Muschelkalks usw. gut besiedelt. Die nährstoffarmen Sandstein- und Sanddistrikte tragen noch heute große Föhrenforste mit Calluna- und Vaccinium Vitis Idaea-Zwergstrauchheide.

Für das südlich-kontinentale Element ist im Bereich der Oberfränkischen-Oberpfälzischen Senke ein sehr merklicher Rückgang zu verzeichnen. Die Artenzahl sinkt sogar unter die der Keuperlandschaft herab. Dazu drängen sich die vorhandenen südöstlichen und südlichen Spezies meist in edaphisch oder in klimatisch begünstigten Einzeldistrikten zusammen, wie sie einerseits die kalkreichen Muschelkalk- und Jurakalkschollen im oberfränkischen Teil und andererseits die regenarmen Talfurden des Mains und der unteren Nab darstellen.

Doch tritt selbst auf den deutlich bevorzugten Muschelkalk- und Jurakalkplatten das südlich-kontinentale Element in qualitativ und quantitativ meist recht

bescheidener Form auf und die hier vorkommenden Steppenheide- und Steppenheidewaldformationen zeigen eine ziemlich verarmte Ausgestaltung. Sie beherbergen nur noch folgende südlich-kontinentale Arten, von denen einige dazu sehr selten sind: *Melica ciliata*, *Phleum Boehmeri*, *Thesium linophyllum*, *Dianthus Carthusianorum*, *Anemone silvestris*, *Erysimum erysimoides*, *Fragaria viridis*, *Medicago minima*, *Polygala comosa*, *Bupleurum falcatum*, *Brunella grandiflora*, *Stachys rectus*, *Veronica Teucrium*, *Aster Amellus*, *Crepis praemorsa*, *Anthericum ramosum*, *Rosa Gallica*, *Cytisus nigricans*, *Trifolium alpestre*, *T. montanum*, *Vicia pisiformis*, *Gentiana ciliata*, *G. cruciata*, *Melampyrum nemorosum*, *Chrysanthemum corymbosum*. Die besonders in der Oberpfälzischen, aber teilweise auch in der Oberfränkischen Senke verbreiteten silikatsandigen Buntsandstein-, Keuper-, Kreide- und Tertiärflächen zeigen größte Armut an Vertretern der südlich-kontinentalen Gruppe. Die ausgedehnten Föhrenforste besitzen hier auf den kalkarmen und oft sehr flach gelagerten Böden als Unterwuchs einförmige Zwergstrauchheiden von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Vitis Idaea* und *V. myrtillus*. Nur das zerstreute bis häufige Auftreten von *Cytisus nigricans* gibt den trocken gelegenen Föhrenwalddistrikten ein schwaches, floristisch nach Südost und Süden weisendes Sondergepräge, das durch *Erica carnea* und im südlichsten Oberpfälzer Teil auch durch *Cytisus supinus* verstärkt wird.

Die flachen Senken, in denen das kalkarme Grundwasser in Form von Bodenvernässungen und vielen Weihern zutage tritt, ermöglichen die Ausbildung von in erster Linie edaphisch bedingten Hochmooren und Zwischenmooren, deren Sphagneta sich meist im Schatten der Föhrenwälder und infraquatich in den mineralarmen, vermoorenden Wasseransammlungen ausbreiten. Der kalkarme Silikat- und Tonboden mit dem oft oberflächlich aufgestauten, nährstoffarmen Grundwasser verursacht auch das Ansteigen der Artenzahlkurve der atlantisch-subatlantischen Gruppe im Bereich der Oberfränkisch-Oberpfälzischen Senke. Weniger ist in dieser Hinsicht das Klima der Oberfränkisch-Oberpfälzischen Senke zur Erklärung letzterwähnter Tatsachen heranzuziehen, da dieses teilweise sogar durch eine verhältnismäßige Niederschlagsarmut ausgezeichnet ist. Liegt doch der größte Teil dieser Landschaft in der Zone mit einem jährlichen Niederschlag von nur 600—700 mm. In den tiefsten Lagen der Oberfränkisch-Oberpfälzischen Senke, in den Becken des nordwestwärts fließenden Maines und der südwärts strömenden Nab sinkt, wie vorseitig näher belegt, die Niederschlagsmenge sogar unter 600 mm. In diesen klimatisch-kontinental begünstigten Talfurchen erscheinen auch häufiger *Artemisia campestris* und *Helichrysum arenarium*, die im übrigen Sandgebiet der Oberfränkisch-Oberpfälzischen Senke nur sehr sporadisch und mit stark adventivem Charakter auftreten.

Aus unseren Zusammenstellungen der Verbreitung der einzelnen südlich-kontinentalen Arten (siehe Hauptteil) läßt sich schließlich noch herauslesen, daß in der Oberfränkisch-Oberpfälzischen Senke sowohl ein Florengefälle von Nord nach Süd als auch ein solches von Süd nach Nord besteht. Es hängt

dies damit zusammen, daß die Oberfränkische Senke dem Mainsystem zugekehrt ist, während die Oberpfälzer Senke dem Donaubecken zugewandt ist. Von Westen und Nordwesten her sind dem heutigen Verbreitungsbild nach *Anemone silvestris* und *Vicia Cassubica* zugewandert, während *Cytisus nigricans*<sup>1</sup> und *Cytisus supinus* ohne Zweifel von Südosten und Süden her aus dem Donaugebiet kamen.

### Das Ostbayerische Grenzgebirge.

Der die Ostgrenze Bayerns bildende Urgebirgswall des Fichtelgebirges, des Oberpfälzer Waldes und Bayerischen Waldes stellt die zweite Großlandschaft des Untersuchungsgebietes dar. Größtenteils aus mächtigen Gneis- und Granitrücken aufgebaut, erreichen das Fichtelgebirge und der Oberpfälzer Wald eine durchschnittliche Höhe von 600—900 m, der Bayerische Wald im Mittel 700 bis 1000 m. Vereinzelt erheben sich die Berge im Norden etwas über 1000 m, während im Südosten Höhen von 1000—1400 m keine Seltenheit sind. Den regenbringenden Westwinden sich entgegenstellend, erhält das Ostbayerische Grenzgebirge im Sommer viel Regen und Nebel, im Winter gewaltige Mengen Schnee. Je höher das Gebirge ansteigt, desto größer werden die Niederschlagsmengen, so daß am Hauptkamm bis über 1600 mm im Jahresdurchschnitt gemessen werden können. Erwähnt muß aber noch werden, daß im breiten Tal des Regen und am unteren Hang zur Oberpfälzer Senke und zur Donau bei Regensburg die jährlichen Niederschlagsmengen bis unter 700 mm sinken und gleichzeitig sehr extreme Temperaturgrade auftreten (Cham +36,1° und —34,5°; Passau +34,0° und —28,2°). Einzelne Jahresniederschlagswerte sind im Fichtelgebirge: Wunsiedel 810 mm, Gefrees 900 mm, Bischofsgrün 1160 mm; im Bayerischen Wald: Cham 670 mm, Viechtach 770 mm, Regen 780 mm, Passau 840 mm, Oberzell 960 mm, Bayerisch Eisenstein 1180 mm, Rabenstein 1210 mm. Dem kühlen, feuchten Klima der höheren Lagen entsprechend herrschen dort allenthalben moos- und zwergstrauchreiche, schattige Fichtenwälder, in die sich unter der 1000-m-Linie auch Buchen und Tannen einmischen. Der Boden wird durch die hohen Niederschläge ausgelaugt und versauert unter starken Rohhumuslagen. Auf den breiten Bergrücken und Hochflächen zeigen sich häufig Hochmoore, die mit Legföhren bestanden sind. Bis in das Mittelalter war das ganze Ostbayerische Grenzgebirge ein unbesiedeltes Waldgebiet. Erst im 10.—13. Jahrhundert erfolgte eine teilweise Rodung. Aber auch heute noch deckt die höheren Teile ein geschlossenes Waldmeer, dem die vorherrschenden Fichten einen dunkeln, düsteren Anstrich geben.

Unsere Zusammenstellungen zeigen, daß die Kernmasse des Ostbayerischen Grenzgebirges von der südlich-kontinentalen Florenggruppe ganz gemieden wird. Nur in den mittleren Lagen der engeren Waldgebirgslandschaften treten vereinzelt Vertreter des südlich-kontinentalen Elementes auf (im ganzen nur 18 Spezies). Das Vorkommen dieser Arten ist aber so gering an Standortswerten, oft rein zufällig und meist den — nicht mehr als typische Waldgebirgslandschaften

<sup>1</sup> Die Standorte von *Cyt. nigric.* im nördl. Teil d. O.fränk.-O.pfälz. Senke und im Fichtelgebirge lassen sich auch ostwärts über das Egerland mit dem böhmischen Teilareal in Beziehung bringen.

aufzufassenden — unteren Randpartien so genähert, daß die Besprechung bei der gesondert zu betrachtenden Randzone erfolgen kann. Ähnlich wie im Innern der Buntsandsteinlandschaft des Spessarts wird auch — bezeichnenderweise — im Ostbayerischen Grenzgebirge der noch vorhandene dürftige Artbestand des südlich-kontinentalen Elementes bereits der Zahl nach von dem Bestand an atlantisch-subatlantischen Spezies übertroffen. Kurventafel 3 (Seite 72) gibt ein deutliches Bild von der Übergipfelung der Artenzahlkurve unserer Florengruppe durch ihr geographisch-ökologisches Widerspiel, eben der atlantisch-subatlantischen Gruppe. Noch mehr als der Zahl der Arten nach ist dies bei der Qualität und Quantität<sup>1</sup> der einzelnen Spezies der Fall. Es ist sehr instruktiv, die Ursachen in Kürze zu streifen, die den südlich-kontinentalen Arten den Eintritt in das Innere des Ostbayerischen Grenzgebirges verwehren. Zuvorderst ist das Klima zu nennen: Feuchte, regen- und nebelreiche Sommer und schneereiche Winter ergeben eine jährliche Niederschlagsmenge, die von außen nach innen von 800 bis über 1600 mm steigt. Das vorherrschende Gestein ist kalkarmer Granit und Gneis. Darüber lagern stark ausgelaugte Verwitterungsschichten. Auf ihnen stehen tiefschattige Fichten- und Fichten-Tannen-Buchenmischwälder mit dicken, sauren Rohhumuslagen und Ericaceen-Zwergstrauchunterwuchs. Das ist alles das völlige Gegenteil von dem, was die licht- und trockenheitsbedürftigen an neutrale bis basische Böden angepaßten südlich-kontinentalen Pflanzen in der Mehrzahl benötigen, wogegen der in Hochmooren und schattigen Wäldern vorkommende Anteil atlantisch-subatlantischer Pflanzen eine entsprechende Förderung erfährt. Doppelt interessant ist es aber zu sehen, wie allein das feuchtkühle Klima der mittleren und hohen Berglagen die Ungunst für das südlich-kontinentale Element schafft. Denn es gibt keine andere Erklärung für jene Tatsachen, welche der Verfasser oft in seinen Verbreitungsangaben mitteilen mußte und auch in den Tabellen ausgedrückt hat, daß nämlich am unteren Rande des Ostbayerischen Grenzgebirges, besonders am Südhang längs der Donau, doch auch an den unteren Hängen des tief eingegrabenen Regentales und teilweise noch am Westfuß des Oberpfälzer Waldes und des Fichtelgebirges auf demselben Granit- und Gneisgestein usw. häufig sich südlich-kontinentale Spezies einstellen, die den mittleren Lagen bereits fast gänzlich und den höheren Lagen völlig fehlen. Es sind dies: *Andropogon ischaemum*, *Festuca sulcata*, *Stipa pennata*, *Melica ciliata*, *Phleum Boehmeri*, *Allium montanum*, *Tunica saxifraga*, *T. prolifera*, *Dianthus Carthusianorum*, *Cerastium brachypetalum*, *Anemone Pulsatilla* ssp. *grandis* und ssp. *vulgaris*, *Arabis auriculata*, *Erysimum erysimoides*, *Potentilla rubens*, *Cytisus Ratisbonensis*, *Medicago minima*, *Polygala comosa*, *Bupleurum falcatum*, *Seseli annuum*, *Seseli Libanotis*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Peucedanum Cervaria*, *Vincetoxicum officinale*, *Teucrium Chamaedrys*, *Prunella grandiflora*, *Stachys rectus*, *Veronica Teucrium*, *Orobanche purpurea*, *O. caryophylla*, *O. gracilis*, *Globularia vulgaris*, *Asperula glauca*, *Helichrysum arenarium*, *Inula hirta*?, *Artemisia campestris*, *A. scoparia*, *Centaurea Rhenana*, *Tragopogon major*, *Chondrilla juncea*, *Lactuca perennis*, *Hieracium Bauhini*; *Hierochloë*

<sup>1</sup> Siehe Übersichtstabellen, Seite 63—71

australis, *Melica picta*, *Anthericum liliago*, *A. ramosum*, *Clematis recta*, *Rubus tomentosus*, *Rosa Gallica*, *R. Jundzilli*, *Potentilla alba*, *Cytisus supinus*, *C. nigricans*, *Trifolium alpestre*, *T. montanum*, *Vicia dumetorum*, *V. Cassubica*, *Euphorbia verrucosa*, *Staphylea pinnata*, *Peucedanum officinale*, *Laserpitium latifolium*, *L. Prutenicum*, *Ajuga Genevensis*, *Melampyrum nemorosum*, *Chrysanthemum corymbosum*; *Symphytum tuberosum*. Zugleich mit dem Auftreten obiger Arten wird der allgemeine Vegetationscharakter an bevorzugt sonnseitigen Lagen lichter und heller, wie z. B. an steilen, sonnigen Urgebirgshängen am Südabfall des Bayerischen Waldes zum Donautal. An Stelle des geschlossenen schattigen Fichten-Buchenwaldes mit *Vaccinium myrtillus* und *Calluna vulgaris* tritt *Pinus silvestris* mit *Quercus Robur* und *Quercus sessiliflora* in lichtem Stand, zwischen denen sich Steppenheidewaldpflanzen wie *Cytisus nigricans*, *Cytisus supinus*, *Clematis recta*, *Rosa Gallica*, *Chrysanthemum corymbosum* einfinden. An sonnigen, steilen, mehr oder weniger waldfreien Stellen beginnt sich auch die Steppenheide in Form von *Festuceta sulcatae* und *Brometa erecti* zu bilden, die auf Granitboden fußend bereits südlich-kontinentale Arten wie *Anemone grandis*, *Cytisus Ratisbonensis*, *Peucedanum Oreoselinum* und *Lactuca perennis* enthalten. Dieses auffällige Einsetzen südlich-kontinentaler Floren- und Assoziationsbilder am unteren Südhang des Ostbayerischen Grenzgebirges ist verursacht durch die Änderung des Klimacharakters in kontinentaler Richtung. Am besten läßt sich die klimatische Besserung am Sinken der Niederschlagswerte ermessen, die am Südwestrand des Bayerischen Waldes bis auf 600 mm im jährlichen Durchschnitt abgemindert sind.

### Das Bayerische Alpenvorland.

In dieser südbayerischen Großlandschaft, die sich vom Nordfuß der Alpen in langsamer Abdachung bis zu dem vom Donautal gesäumten Südabfall der Schwäbisch-Fränkischen Alb und dem des Ostbayerischen Grenzgebirges erstreckt, weist das südlich-kontinentale Element nochmals einen Artenreichtum auf, welcher demjenigen der Fränkischen Alb oder dem der Fränkischen Gäulandschaft wenig nachsteht, ja was den Charakterwert der Arten anbetrifft, wenigstens in mancher Beziehung die Fränkische Alb noch übertrifft. Zugleich ist auch hier wieder zu beobachten, mit welcher feiner Empfindlichkeit die Vertreter der südlich-kontinentalen Gruppe auf klimatische und edaphische Verhältnisse reagieren. Von den verschiedenen Teillandschaften des Alpenvorlandes (Näheres siehe Troll, K., Die natürlichen Landschaften des rechtsrheinischen Bayerns. Geographischer Anzeiger 1926, Heft 1/2) sind es nämlich nur die Schotterlandschaft mit dem Donaubecken und die benachbarte Tertiärhügellandschaft, die das Gros unserer Pflanzen beherbergen. Speziell das Donaubecken mit seinen Terrassenflächen, den angrenzenden Tertiärhügeln und den Wiesenmoorsenken, sowie die damit in Verbindung stehenden Niederterrassen längs der unteren und mittleren Isar<sup>1</sup> und des unteren und mittleren Lech<sup>2</sup> sind stellenweise wahre Kon-

<sup>1</sup> Z. B. bei Garching und Dingolfing-Memming.

<sup>2</sup> Z. B. Lechfeld bei Augsburg.

zentrationsherde für das südlich-kontinentale Element in qualitativer und quantitativer Hinsicht (siehe Tabellen, Kurventafel, Hauptteil). Hier ist auch das Klima am kontinentalsten. Von München abwärts sinken in Richtung zur Donau die jährlichen Niederschläge in rascher Folge von 900 auf 600 mm, so daß bereits von Landshut und Augsburg abwärts das ganze donaunahe Alpenvorland der Zone mit 600—700 mm Jahresniederschlag angehört. Zugleich wird die sommerliche Hitze größer und die winterliche Kälte stärker. Dazu zeigen die Böden auf große Strecken hin für die trockenheit- und kalkliebenden Steppenheide- und Steppenheidewaldpflanzen günstigste Beschaffenheit in Form von kalkreichen Schotterterrassen und Lößdecken. Besonders die Niederterrassen mit ihren jungglazialen Neuaufschüttungen, welche durch ihren tiefgelegten Grundwasserspiegel an verkarstete Jurakalkschichten erinnern, geben geeignete Standorte für Steppenheidevegetation. Während nun die tiefgründigen Löß- und Lößlehmflächen Südbayerns ein reich kultiviertes Ackerland darstellen, hat sich auf den mit nur geringmächtiger Verwitterungsschicht bedeckten, wasserdurchlässigen Kalkschotterfluren der Niederterrassen, die sich weniger für den Ackerbau eignen, eine ursprüngliche Pflanzendecke stellenweise bis auf den heutigen Tag erhalten können. Auf den trockensten Standorten, die nach K. Troll durch jungglaziale Aufschotterungen geschaffen wurden, findet sich eine fast unangestastete Steppenheide, Sendtners südbayerische Heidewiese. Teilweise ist die Steppenheide ähnlich wie im Dolomitgebiet der Fränkischen Alb mit xerophytem Föhrenwald bestockt, dessen geringer Schatten den Steppenheideunterwuchs nur wenig beeinträchtigt. Der floristische Bestand der Steppenheide auf den Niederterrassen und an ähnlich beschaffenen anderen Lokalitäten von der Donau bis München und über Augsburg aufwärts zeigt (z. B. auf den Niederterrassen der Donau bei Ingolstadt und Deggendorf, auf der Rosenau bei Dingolfing an der unteren Isar, auf der Garchinger Heide bei München und auf dem Lechfeld bei Augsburg) höchst bemerkenswerte Vertreter des südlich-kontinentalen Florenelements. Es finden sich hier südöstliche und südliche Spezies von hohem Charakterwert in großer Zahl. Die wichtigsten seien genannt: *Andropogon Ischaemum*, *Stipa pennata*, *Festuca sulcata*, *Carex humilis*, *Allium montanum*, *Thesium linophyllum*, *Tunica saxifraga*, *Alsine fasciculata*, *Anemone Pulsatilla* ssp. *grandis*, *Anemone patens*, *Adonis vernalis*, *Potentilla arenaria*, *P. rubens*, *P. rupestris*, *Cytisus Ratisbonensis*, *Dorycnium Germanicum*, *Astragalus Cicer*, *Coronilla vaginalis*, *Linum perenne*, *L. tenuifolium*, *Fumana vulgaris*, (*Viola rupestris*), *Seseli annuum*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Teucrium montanum*, *Veronica Austriaca*, *V. spicata*, *Orobanche caryophyllea*, *Globularia vulgaris*, *Asperula tinctoria*, *Scabiosa canescens*, *Sc. ochroleuca*, *Aster Lino-syris*, *A. Amellus*, *Inula hirta*, *I. ensifolia*, *Artemisia campestris*, *Centaurea Rhenana*, *C. Triumfetti*, *Scorzonera purpurea*, *Hieracium Bauhini*. Die herrschenden Assoziationen der südbayerischen Steppenheide sind das *Brometum erecti*, das *Brachypodietum pinnati*, das *Festucetum ovinae* s. l. und das *Caricetum humilis*, in die sich mit noch einigen anderen xerophytem Gräsern wie *Avena pratensis* und *Koeleria gracilis* die obigen südlichen und südöstlichen Arten in bunterster

Mischung und in verschiedensten Häufigkeitsgraden einmischen. Interessant ist, daß die südlicheren Steppenassoziationen wie das *Stipetum pennatae* und das *Andropogonetum Ischaemi* — ähnlich wie in der Fränkischen Alb — sich nur in den regenärmsten Teilen des Alpenvorlandes zeigen. Nach des Verfassers Beobachtungen (s. auch Vollmann a. a. O.) finden sich Assoziationsfragmente des *Stipetum pennatae* in der Steppenheide der linken Niederterrasse der unteren Isar zwischen Dingolfing und Landau, wo die jährliche Niederschlagsmenge bloß mehr 640 mm beträgt, und *Andropogoneta Ischaemi* stehen auf der Terrasse des Donaubeckens bei Ingolstadt (mit 650 mm Niederschlags-höhe). [In umgekehrter Richtung, alpenzuwäts, macht sich immer stärker eine andere floristische Eigenart der südbayerischen Steppenheide geltend, nämlich ein mit der Annäherung an die Alpen zunehmendes Auftreten von alpinen und präalpinen Arten (z. B. *Carex sempervirens*, *Polygonum viviparum*, *Polygala Chamaebuxus*, *Daphne Cneorum*, *Erica carnea*, *Gentiana acaulis*, *Calamintha alpina*, *Bartschia alpina*, *Globularia cordifolia*, *Leontodon incanus*, *Crepis alpestris* usw.).] Für Steppenheidewaldpflanzen des südlich-kontinentalen Elementes geben — neben den Föhrenwäldern — besonders die auf weniger extrem trockenen Böden der Niederterrassen stockenden Eichenwaldreste, die nach K. und W. Troll früher weiter verbreitet waren, gute Standortsbedingungen ab. Hier finden sich an südlich-kontinentalen Arten u. a. *Iris variegata*, *Clematis recta*, *Rosa Gallica*, *Potentilla alba*, *Cytisus nigricans*, *Cytisus supinus*, *Euphorbia verrucosa*, *Laserpitium latifolium*, *Chrysanthemum corymbosum*. Die Auwälder und die vielen Flachmoore des Alpenvorlandes, welche, von kalkreichem Wasser gespeist, sich hauptsächlich in der Schotterlandschaft an den tieferen, quelligen Stellen der Niederterrassen längs Donau, Lech und Isar entwickeln, beherbergen ebenfalls manche südlich-kontinentale Art, deren Auftreten im unteren Donaubecken am häufigsten zu verzeichnen ist, während sie aufwärts gegen die Alpen hin abnehmen (*Scilla bifolia*, *Symphytum tuberosum*, *Allium angulosum*, *Gladiolus paluster*, *Euphorbia palustris*, *Viola elatior*, *V. stagnina*, *V. pumila*, *Scutellaria hastifolia* u. a.). Alles in allem haben also die Landschaften des donau-nahen und mittleren Alpenvorlandes infolge günstiger edaphischer und klimatischer Verhältnisse eine relativ starke Besiedlung durch das südlich-kontinentale Element erfahren. Diese Tatsache ändert sich aber in der alpennahen Moränenlandschaft fast grundlegend. Allein schon die Artenzahl des südlich-kontinentalen Elementes fällt fast auf die Hälfte herab. Noch stärker hat die Qualität und die Quantität der südlichen und südöstlichen Spezies abgenommen. Die charakteristischen Arten für unsere Gruppe wie *Andropogon Ischaemum*, *Stipa pennata*, *Alsine fasciculata*, *Anemone Pulsatilla* ssp. *grandis*, *Anemone patens*, *Adonis vernalis*, *Potentilla arenaria*, *Fumana vulgaris*, *Veronica Austriaca*, *Aster Linosyris*, *Scorzonera purpurea*, *Iris variegata*, *Clematis recta* usw. fehlen völlig. Die noch vorhandenen (siehe Tabellen) erreichen meist nur noch geringe Häufigkeitswerte und sind — mit Ausnahme der auch sonst in den übrigen Landschaften des Untersuchungsgebietes allgemeiner verbreiteten und weniger empfindlichen Spezies — fast stets auf die klimatisch günstigeren Becken ( c e

ehemaligen Gletscherzungen) oder auf die Steilhänge der Täler beschränkt (z. B. *Cytisus nigricans*, *C. supinus*, *Aster Amellus*, *Inula hirta*). Der Grund dieses Rückganges ist die allgemeine Verschlechterung der für das südlich-kontinentale Element erforderlichen Bedingungen. Das Klima ist in der Jungmoränenlandschaft bedeutend feuchter und kühler geworden (Niederschlagsmengen im Jahr zwischen 900 und 1400! mm). Statt lichter Föhren- und Eichenwälder treten tiefschattige Buchen-Tannenwälder auf, statt sonniger Weizenäcker und trockner Steppenheide erscheinen üppige, saftige Futterwiesen. Die artenreichen Wiesenmoore müssen Platz machen artenarmen Hochmooren, die sich infolge der reichlichen Niederschläge und der kühlen Temperaturen gut entwickeln können. Dies alles hat einen auffallenden Rückgang des südlich-kontinentalen Elementes zur Folge, während die atlantisch-subatlantische Gruppe — zwar weniger der reinen Artenzahl als besonders den Häufigkeitswerten nach — an Boden gewinnt.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß auch im Alpenvorland das südlich-kontinentale Element nur solche Teillandschaften in typischer Weise besiedelt hat, die ihm die geeigneten edaphischen und klimatischen Bedingungen bieten. Man ist berechtigt anzunehmen, daß an den meisten Standorten die vorhandenen südöstlichen und südlichen Arten ihren ökologischen Erfordernissen nach noch in mehr oder weniger starker Harmonie mit den gegenwärtig gebotenen Daseinsbedingungen stehen.

Aber doch nötigt uns die genaue Betrachtung der heutigen Verbreitung der südlich-kontinentalen Arten im Untersuchungsgebiet infolge der Erkenntnis der Tatsache einer großen räumlichen Isoliertheit vieler und gerade der bezeichnendsten Arten wie *Stipa pennata*, *Alsine fasciculata*, *Anemone patens*, *Adonis vernalis*, *Fumana vulgaris*, *Veronica Austriaca*, *Scabiosa canescens*, *Scorzonera purpurea* zur Annahme, daß es sich um Relikte handeln muß. Es ist kein Zweifel, daß jene Charakterarten und mit ihnen viele der assoziierten Begleiter von ähnlicher Verbreitung und mit gleichen ökologischen Bedürfnissen einst viel weiter im Untersuchungsgebiet verbreitet waren, in viel engerer Verbindung standen und dabei eine bedeutend stärkere und wirksamere Verbreitungsenergie besaßen als es heutzutage der Fall ist. Die Möglichkeit der einstigen stärkeren Verbreitung, die uns erst das Rätsel der jetzigen Isoliertheit — bei gleichzeitiger staunenerregender Konzentriertheit solcher Arten in engster Standorts- und Assoziationsgemeinschaft mit anderen südlich-kontinentalen Spezies — in befriedigender Weise zu lösen vermöchte, ist in den jetzt sicher nachgewiesenen glazialen und postglazialen Trockenperioden gegeben gewesen. Und zwar genügt es für die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet, die Zeit jener großen Ausbreitung des südlich-kontinentalen Elementes in der borealen Trockenperiode des Postglazials zu sehen, da ja typische südlich-kontinentale Steppenpflanzen und Steppenassoziationen sich im Alpenvorland vielfach auf den Niederterrassen und besonders auf ihren jungglazialen Aufschotterungsflächen finden. Daß der Weg, den damals das südlich-kontinentale Element bei der Einwanderung ins Untersuchungsgebiet benutzte, vornehmlich die

Donaudpression war, zeigt nicht nur die besprochene Verbreitung in der Fränkischen Alb, sondern es wird dies auch durch das Florengefälle der südlich-kontinentalen Gruppe im Alpenvorland bewiesen, das deutlich Donau-, Isar-, Lechtal usw. aufwärts zunimmt und daher größtenteils nach Südosten weist. In dieser Richtung, in Südost- und in Südeuropa, haben wir aus pflanzen-geographischen, systematischen und ökologischen Gründen wohl auch den Entstehungsherd, die Heimat, der meisten südlich-kontinentalen Arten zu suchen.

## LITERATURVERZEICHNIS.

- Adamovic, L.*, Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. Vegetation der Erde, herausgegeben von Engler-Drude, Bd. XI. 1909.
- Arrhenius, O.*, Bodenreaktion, Kalkfrage, Pflanzenwuchs. Leipzig 1926.
- Asherson, P., und Graebner, P.*, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. (Soweit erschienen.) Leipzig 1896—1929.
- Flora des Nordostdeutschen Flachlandes. Berlin 1898, 99.
- Bauer, Th.*, Der Staffelberg. Fürth i. B. 1922.
- Bayerische Botanische Gesellschaft München*, Berichte der, München 1891—1927, Bd. I—XIX.
- Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft, 1892—1928, Bd. I—IV.
- Becherer, A.*, Beiträge zur Pflanzengeographie der Nordschweiz mit besonderer Berücksichtigung der oberrheinischen Floreneinstrahlungen. Dissertation. Basel 1925.
- Zur Pflanzengeographie des nordschweizerischen Rheingebietes. Verhandlungen der Naturforsch. Gesellschaft Basel 1926, Bd. XXXVII.
- Beck von Managetta und Lerchenau, G.*, Flora von Niederösterreich, Wien 1890—1893.
- Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. Vegetation der Erde, Engler-Drude, Bd. IV, 1901.
- Bottler, M.*, Exkursionsflora von Unterfranken, Kissingen 1882.
- Braun-Blanquet, J.*, Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, insbesondere Graubündens, in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. Verhandlungen der Schweizer Naturforsch. Gesellschaft 98. 1916.
- Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens. Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellschaft Zürich, Bd. LXII. 1917.
- Pflanzensoziologie. Biologische Studienbücher, Berlin 1928, VII.
- Drude, O.*, Die Verteilung und Zusammensetzung östlicher Pflanzengenossenschaften in der Umgebung von Dresden. Festschrift der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden. 1885.
- Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890.
- Deutschlands Pflanzengeographie. Stuttgart 1896.
- Der herzynische Florenbezirk. Die Vegetation der Erde, herausg. v. Engler-Drude, VI 1902.
- Die floristische Fazies in der Assoziationsbildung. Repertor. spec. nov. regni veget., herausgegeben von Fedde, Beiheft Bd. XLI. 1926, Beiträge zur Systematik und Pflanzengeographie III.
- Eichler, J., Gradmann, R., und Meigen, W.*, Ergebnisse der Pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. Beilage zu den Jahresheften des Ver. f. vaterl. Naturkunde i. Württemberg u. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz, 1905—1926, H. I—VII.
- Ellrodt-Koelle*, Flora des Fürstentums Bayreuth. 1798.
- Emmert, Fr., und Segnitz, Gottfr. v.*, Flora von Schweinfurt. 1852.
- Erdner, Eug.*, Flora von Neuburg a. D. Augsburg 1911.
- Frickhinger, E.*, Die Gefäßpflanzen des Rieses. Dissertat. Erlangen 1904.
- Frickhinger, H.*, Flora des Rieses. Nördlingen 1911.

- Fürnrohr, A. E.*, Flora Ratisbonensis. Regensburg 1839.
- Gams, H.*, Von den Follatères zur Dent de Morcles. Vegetationsmonographie aus dem Wallis. Pflanzengeographische Kommission der Schweizerischen Naturforsch. Gesellschaft; Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 15. 1927.
- Heide und Steppe. Repert. spec. nov. regni veget. Beiheft Bd. XLVI, 1927, Beiträge zur Systematik und Pflanzengeographie IV.
- Gams, H., und Nordhagen, R.*, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Mitteilung. der Geographischen Gesellschaft in München, 1923, Bd. XVI H. 2.
- Gradmann, R.*, Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb mit Berücksichtigung der angrenzenden Gebiete Süddeutschlands. 2. Aufl., Bd. I u. II, Tübingen 1900.
- Vorschläge zu einer planmäßigen geographischen Durchforschung Württembergs. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 1899.
- Vorschläge zur pflanzengeographischen Durchforschung Bayerns. Mitteilung. der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 16. 1900.
- Die postglazialen Klimaschwankungen Mitteleuropas. Geographische Zeitschrift 1924, H. 4.
- Süddeutschland. In E. v. Seydlitzsche Geographie, Hundert-Jahr-Ausg. 1925. Bd. I, Deutschland.
- Hanemann, Flora* der Umgebung Rothenburgs o. T. Rothenburg o. T.
- Harz, K. E.*, Flora von Kulmbach. 25. Bericht der Naturforsch. Gesellschaft Bamberg. 1907.
- Flora der Gefäßpflanzen von Bamberg. 1914.
- Hegi, G.*, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1906—28, Bd. I—VI 2.
- Mediterrane Einstrahlungen in Bayern. Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. 1904. Bd. XLVI.
- Beiträge zur Pflanzengeographie der bayerischen Alpenflora. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft. Bd. X. München 1905.
- Heller, Fr. X.*, Flora Wirceburgensis. Wirceburgi 1810/11.
- Heller, St.*, *Carex supina* auf dem Gipshügel bei Kilsheim. Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft. Bd. III. München 1920.
- Hellmann, G.*, Klimaatlas von Deutschland. Berlin 1921.
- Hoffmann, Ph.*, Exkursionsflora für die Flußgebiete der Altmühl und Rezat. Eichstätt 1879.
- Hofmann, J.*, Flora des Isargebietes von Wolfratshausen bis Deggendorf. Landshut 1883.
- Jäger, H.*, Die Hochmoorvorkommnisse in der Umgebung von Nürnberg. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg. 1927, Bd. XXII.
- Jännike, W.*, Die Sandflora von Mainz ein Relikt aus der Steppenzeit. Habil.Schrift. Darmstadt 1892.
- Kaiser, E.*, Die Pflanzenwelt des Hennebergisch-Fränkischen Muschelkalkgebietes. Repert. spec. nov. regni veget. Beiheft Bd. XLIV. 1926.
- Südhüringen. Das obere Werra- u. Itzgebiet u. das Grabfeld. Gotha 1928. Geograph. Bausteine.
- Keller, Boris*, Die Grassteppen im Gouvernement Woronesh (Rußland). (Vegetationsbilder von Karsten-Schenk 17. R. 2. H.). Jena 1926.
- Kittler, Chr.*, Flora des Regnitzgebietes. Nürnberg 1896.
- Kneucker, A.*, Die Vegetationsformationen unserer fränkischen Wellenkalkhügel. Jahrbücher des Historischen Vereines Alt-Wertheim 1921 und 1925. Wertheim a. M. 1921 und 1926.
- Kraus, Greg.*, Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911.
- Kudorfer, Franz X.*, Flora Riedenburgensis. Riedenburg 1919.
- Lederer, Mich.*, Flora der Umgebung von Amberg. Programm der Kgl. Realschule Amberg. 1906/07.
- Ludwig, Osk.*, Das pontische und aquilonare Element in der Flora Schlesiens. Englers Botanische Jahrbücher. 58, 1923.
- Lundegardh, H.*, Klima und Boden. Jena 1925.
- Meyer, J. C., und Schmidt, Fr.*, Flora des Fichtelgebirges. Augsburg 1854.
- Nehring, Alfr.*, Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. Berlin 1890.
- Nymann, C. Fr.*, Conspectus Florae Europaeae. Oerebro 1878/82.
- Palmgren, Alv.*, Die Artenzahl als pflanzengeographischer Faktor, sowie der Zufall und die säkulare Landhebung als pflanzengeograph. Faktoren. Acta Botan. Fennica I. Helsingfors 1925.

- Paul, H.*, Zur Pflanzenwelt des Fichtelgebirges und des angrenz. oberpfälz. Keupers. Mitteilung. Bayer. Bot. Ges. Bd. II. 1912 (Vortrag).
- Podpera, J.*, Studien über die thermophile Vegetation Böhmens. Englers Botanische Jahrbücher 34. 1905. Beiblatt 76.
- Poevlerin, H.*, Zur Gefäßpflanzenflora des südlichen Fichtelgebirges und des Rauhen Kulm. Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft. Bd. III Nr. 21.
- Prantl, K.*, Exkursionsflora für das Königreich Bayern. Stuttgart 1884.  
— Beiträge zur Flora von Aschaffenburg.
- Progel, Aug.*, Flora des Amtsbezirkes Waldmünchen. 1882.
- Ramann*, Bodenbildung und Bodeneinteilung. Berlin 1918.
- Rebel, K.*, Waldbauliches aus Bayern. Bd. I u. II, 2. Aufl. 1926.
- Rubner, K.*, Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. 1925. 2. Aufl.
- Schack, H., Brückner, Kükenthal, Ruppert, Siegel*: Flora der Gefäßpflanzen von Koburg und Umgebung, Koburg 1925.
- Schenk, Aug.*, Flora der Umgebung von Würzburg. Regensburg 1848.
- Scherzer, Chr.*, Die Flora des Windsheimer Gaues. Denkschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens des Botanischen Vereins Nürnberg. Nürnberg 1912.
- Scherzer, H.*, Erdgeschichtliche und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland I. Wunsiedel 1920. II. Nürnberg 1922.
- Schnizlein, Ad., und Fricklinger, Alb.*, Die Vegetationsverhältnisse der Jura- und Keuperformation in den Flußgebieten der Wörnitz und Altmühl. Nördlingen 1848.
- Schröter, C., Rübél, Rikli*, Geographie der Pflanzen. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 1913.
- Schröter, C.*, Das Pflanzenleben der Alpen. 1926.
- Schwarz, A. Frdh.*, Flora der Umgegend von Nürnberg-Erlangen und des angrenzenden Teiles des Fränkischen Jura. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg. Nürnberg 1892/1912.
- Sendtner, O.*, Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854.  
— Die Vegetationsverhältnisse des Bayerischen Waldes. München 1860.
- Steier, Aug.*, Neue Ergebnisse der Erforschung der Flora von Würzburg und Umgebung. Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft München. Bd. III 1913.
- Sternner, R.*, The continental element in the Flora of South Sweden. Geografiska Annaler XVI, 3, 4. Stockholm 1922.
- Süßenguth, A.*, Ideen zur Pflanzengeographie Unterfrankens. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft. München 1914.  
— Veränderungen des Florenbildes von Bayern in historischer Zeit. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft XVII, 1922.
- Troll, K.*, Ozeanische Züge im Pflanzenkleid von Mitteleuropa. Festschrift für E. v. Drygalski. Freie Wege vergleichender Erdkunde. München 1925.  
— Die Jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 24 H. 4 1926.  
— Die natürlichen Landschaften des rechtsrheinischen Bayerns (mit Karte). Geographischer Anzeiger. Jahrgang 1926 H. 1/2.
- Troll, W.*, Xerotherme Einwanderer in die Münchener Flora. Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft. Bd. III. 1920.  
— Die natürlichen Wälder im Gebiet des Isarvorlandgletschers. Der pflanzengeographische Typus einer nordalpinen Glaziallandschaft. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München. Bd. 19 H. 1. 1926.
- Vierhapper, Frd.*, Die Pflanzendecke Niederösterreichs. Ersch. in „Heimatkunde von Niederösterreich“. H. 6. Wien 1921 (1923).
- Volkamer, J. G.*, Flora Noribergensis. Noribergae 1700.
- Vollmann, Fr.*, Flora von Bayern. Stuttgart 1914.
- Wahle, E.*, Die Besiedlung Südwestdeutschlands in vorrömischer Zeit nach ihren natürlichen Grundlagen. XII. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission. 1920.

- Wagensohn und Meindl*, Flora des Amtsgerichtsbezirks Mitterfels. 1882.
- Walter, Hrch.*, Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1927.
- Wangerin, Walther*, Beiträge zur Frage pflanzengeographischer Relikte unter besonderer Berücksichtigung des norddeutschen Flachlandes. Abhandlungen der Naturforsch. Gesellschaft Danzig. 1924. Bd. I.
- Neuere Beiträge zur Kenntnis der nacheiszeitlichen Florentwicklungsgeschichte Mitteleuropas. Die Naturwissenschaften. 1925. H. 38/39.
- Warming-Graebner*, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1918.
- Weiß, J. E.*, Schul- und Exkursionsflora von Bayern. 1894.
- Werth, E.*, Florenelemente und Temperaturverteilung in Deutschland. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. XLV. 1927.
- Woerlein, G.*, Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Flora der Münchener Talebene. München 1893.
- Zamels, A.*, Beiträge zur Kenntnis des Formenkreises der *Pulsatilla patens* (L) Mill. Acta Horti botan. Univers. Latviensis. 2. Riga 1926.





ABHANDLUNGEN  
DER NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT ZU NÜRNBERG

XXIV. BAND

LIBRARY  
NEW YORK  
BOTANICAL  
GARDEN

---

IM SELBSTVERLAG DER GESELLSCHAFT  
NÜRNBERG 1933



## INHALT.

1931. Hornung H., Ein Hügelgrab der Späthallstattzeit bei Kriegensbrunn, Bez.-Amt Erlangen, Mittelfranken ; mit 6 Tafeln . . . . . S. 1—10
1933. Hörmann K., Die Petershöhle bei Velden in Mittelfranken, eine altpaläolithische Station ; mit 29 Tafeln und 1 Porträt S. 11—90



ABHANDLUNGEN  
DER  
NATURHISTORISCHEN  
GESELLSCHAFT  
ZU  
NÜRNBERG

XXIV. Band . 1. Heft

Ein Hügelgrab  
der Späthallstattzeit

bei Kriegenbrunn, Bezirksamt Erlangen  
Mittelfranken

von Studienprofessor Hermann Hornung, Erlangen

Mit 6 Tafeln

1931

Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg



# Ein Hügelgrab der Späthallstattzeit

bei Kriegenbrunn  
Bezirksamt Erlangen  
Mittelfranken

von Studienprofessor Hermann Hornung, Erlangen

Mit 6 Tafeln

---

1931

Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg

Die Arbeitsgebiete der Naturhistorischen Gesellschaft und des Heimatvereins grenzen aneinander und wurden bis jetzt von ersterer mit versehen. Da nun ein Heimatmuseum Erlangen entstanden ist, das eigene Sammlungen anlegt, werden wir zunächst unsere Veröffentlichungen gemeinsam herausgeben.

Nürnberg, den 26. Mai 1931.

Naturhistorische Gesellschaft

1. Vorsitzender: Oberstudienrat Dr. Hans Heß

Heimatverein Erlangen

1. Vorsitzender: Studienrat Dr. Eduard Rühl

# Ein Hügelgrab der Späthallstattzeit bei Kriegenbrunn, Bezirksamt Erlangen, Mittelfranken

Von Studienprofessor Hermann Hornung, Erlangen

Am 20. März 1930 wurden von Hauptlehrer Konrad in Kriegenbrunn Scherben, Bronzefunde und Skelettreste eingeliefert, die er von einem Grabhügel geborgen hatte.

Die Besichtigung der Fundstelle ergab: im Regnitzwald, U. A. Krähenholz, Plan Nr. 681 befand sich ein einzelner Grabhügel mit einem Durchmesser von 11m in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung, 1,00 bis 1,20 m hoch. Die Örtlichkeit liegt auf einer Niederterrasse der Regnitz, gegenüber von Eltersdorf. Der Untergrund ist Burgsandstein, Keuper mit dem üblichen durchziehenden Keuperletten. Die Umgebung trägt eine dürftige Walddecke, Föhrenwald.

In den Hügel war ein Loch von 5,60m Länge und 3,40m Breite bis auf den gewachsenen Boden eingegraben. Da sich in dem Boden ringsherum noch Scherben und Bronzen fanden, war eine Grabung notwendig geworden; sie wurde von dem Heimatverein Erlangen unter Leitung des Verfassers und des jungen Prähistorikers Walther Kersten der Universität Marburg im Mai des vergangenen Jahres durchgeführt.

Während der Grabung wurde quadrantenweise vorgegangen, wobei sämtliche Steinsetzungen stehen blieben, so daß sich zum Schluß der Freilegung folgendes klare Bild ergab: die Steinsetzungen gingen weit über den Umfang des sichtbaren Hügels hinaus, vor allem im Norden und Süden. Überhaupt bot die Anlage zunächst ein völlig unregelmäßiges Bild. Im S. S. O. fand sich ein Steinpflaster von etwa rechteckiger Form, ganz schwere Steinquadern waren ziemlich regelmäßig dicht nebeneinander gelegen. Am Südende fand sich sowohl nach Osten als auch vor allem nach Westen konzentrisch zum Hauptgrab eine Steinsetzung aus immer kleiner werdenden Steinen, die schließlich aufhörten. Nach Wegnahme des Steinpflasters wurden unter den Steinen geringe Brandflecke entdeckt. Im Norden ergaben sich unregelmäßige Steinschüttungen, die wohl lediglich Deckung des Hügels bildeten, sie waren zum Teil ebenfalls recht groß. Siehe Tafel 1. Der Grabungsbefund ergab folgendes:

Der Entdecker hatte die höchste Stelle zum Angriff gewählt und war dabei auf das **Hauptgrab** geraten, von dem ein schöner, festgebauter Steinkranz sich erhalten zeigte, **Tafel 1, 2**. Die Beigaben, welche sich bei der Abgrabung teils an Ort und Stelle fanden, teils aus dem Abraum auflesen und mit Sicherheit dem Hauptgrab zuweisen ließen, bestanden aus Fund **121** stark fragmentierte

Reste (65 Teile) von zwei bronzenen Halshohlringen mit offenen verdickten Enden mit quergestricheltem Ornament, das wegen schlechter Erhaltung nicht ganz klar erkenntlich ist. Unterseite glatt. Durchmesser des größeren Halsringes 16,20 cm, innen 15 cm, nicht abgebildet.

Fund 127 und 128, zwei offene Steigbügelarmringe, einer unverziert, Durchmesser 6,50 zu 6,20 cm; der andere zusammengebogen mit Querstrichen und Riefen verziert, jetziger Durchmesser 4,20×3,90 cm, nicht abgebildet.

Fund 127 zwei roh gegossene bronzene offene Armringe von rundem Querschnitt und verdickten Enden, Durchmesser 5,70×5,30 und 4,90×4,70 cm, nicht abgebildet.

Fund 124 drei geschlossene vierkantige Bronzeringelchen, Durchmesser 2,30×2,10 bis 2,10×1,80 cm, nicht abgebildet.

Fund 124a, ein offenes Bronzeringelchen runden Querschnittes, Durchmesser 1,50×1,35 cm, nicht abgebildet.

Fund 123, vier geschmolzene Bronzeklumpen von 2,20 bis 1,50×0,60 cm Durchmesser, nicht abgebildet.

Fund 122, eine bronzene Bogenfibel mit langem, spitzzulaufendem Nadelhalter, vierkantigem Bügel, Spirale mit eiserner Achse. Länge 6,70 cm, Nadelschaft 4,60 cm. Tafel 2.

Fund 125, 126, zwei offene Bronzeohrgehänge, bestehend aus je 2 offenen in eine nach innen eingebogene Nadel verlaufenden Blechringen, 0,65 cm Breite, 1,80 cm Durchmesser; einem fragmentierten Bronzeringchen runden Querschnitts und einem dreieckigen 2,40 cm langen, unten 1,40 cm breiten aus Blech gebogenen bommelartigen Anhänger; an der spitz zulaufenden oberen Ecke durchbohrt; war mit dem Bronzeringchen an dem blechförmigen längsgerieften Ohrring befestigt. Tafel 3 oben.

Fund 125a ein gleicher Bronzeblechohrring, ebenso ein zweiter, nicht abgebildet.

Fund 126a eine Bronzeniete mit Spuren von Eisenrost, nicht abgebildet.

Fund 129 eine gebrochene Bronzenadel ohne Kopf, Stiellänge 14,10 cm, nicht abgebildet.

Fund 143 fünf Feuersteinabsplisse von 4,20 bis 2,70 cm Länge; einer als Schaber zugerichtet. Abbildung Tafel 3 oben.

Fund 145 Bronzefibel mit Fußzier, Spirale und Verschlussnadel fehlen, Nadelhalter erhalten. Dem zurückgebogenen Fuß ein profilierter Knopf aufgenietet, Größe 2,40 cm. Tafel 2.

**Skelettreste**, Schädelfragmente, Teile des Beckens, Zahnkieferfragmente eines männlichen und eines weiblichen Individuums (festgestellt von Dr. Hasselwander, Direktor des anatomischen Instituts Erlangen).

**Gefäße**. Tafel 2.

Aus Scherben von Fund Nr. 130 ließ sich wiederherstellen ein schwarz-braunes Gefäß ohne Ornament, oberer Durchmesser 17,50 cm, Bodendurchmesser 5,50 cm, Höhe 8 cm. Der profilierte Rand ist etwas eingezogen, oben nach innen abgeschrägt.

Fund Nr. 131 ein steilrandiger hoher Napf ohne Ornament, oberer Durchmesser 23,60 cm, Boden 10,20 cm, Höhe 12,40 cm.

Fund Nr. 133 Fragment einer schmucklosen, grauschwarzen Tasse.

Fund Nr. 134 kleine ergänzte Schale rötlich-braun, oberer Durchmesser 13,30 cm, Bodendurchmesser 5,70 cm, Höhe 5,90 cm.

Fund Nr. 135 ergänzte, dunkelbraune Schale, oberer Durchmesser 23,80 cm, Bodendurchmesser 7 cm, Höhe 9,80 cm.

Fund Nr. 136 schwarzfarbiges Gefäß mit unebener, buckeliger Oberfläche, unter dem Rande etwas eingezogen; oberer Durchmesser 21,60 cm, Durchmesser am Bauch 23,70 cm, Boden 7,20 cm, Höhe 11,20 cm.

Fund Nr. 140 schalenförmiges Gefäß, z. T. ergänzt, außen semmelfarbig bis grauschwarz, innen gelbbraun, Höhe 6 cm, oberer Durchmesser 16,50 cm, Bodendurchmesser 6 cm.

Fund Nr. 134 eine Schale, rötlich-grau, Bauchwand stark gewölbt, größte Weite 15,70 cm, Höhe 11,60 cm, oberer Durchmesser 13 cm, Boden 6 cm.

Fund Nr. 137 Fragment einer stark gebrannten grauschwarzen Schale, oberer Durchmesser 15,20 cm, Boden 5,20 cm, Höhe 8 cm.

Fund 138, 139 Scherben von 2 gelbrotbraunen Gefäßen, einer Henkeltasse und einem bauchigen Gefäß mit starkabgesetztem Randansatz und steilem Rand. (Fehlbrand.) Nicht abgebildet.

Fund 141 schwarzbrauner hoher Napf mit senkrechtem Rand; oberer Durchmesser 19,20 cm, Boden 7,40 cm.

Fund 149 kesselförmiges Gefäß, tiefschwarz bis zum Schulteransatz, Körper semmelfarben, innen tiefschwarz; oberer Durchmesser 23 cm, Boden 8 cm, Höhe 22,20 cm, größter Durchmesser 35 cm.

Fund 144 schwarze, henkellose Tasse, nicht wiederherstellbar, nicht abgebildet.

Um diese Hauptbestattung herum lagen noch mehrere Nebengräber verschiedener Bauart, die im folgenden mit den Buchstaben A bis F bezeichnet sind.

Auf der Süd- und Südwestseite waren zwei Steinbauten gleicher Anlage. Hier lagen dicht nebeneinander Steine, die am Rande bis 50 cm höher standen, als in der Mitte. Die Steine waren nach innen geneigt. Die völlige Aufdeckung ergab folgenden Bau: Ein Holzсарg oder Holzgerüst war eingeschüttet bis zum Deckel oder zum oberen Gerüstbalken; darüber mußte ein Steinpflaster gelegen haben, das nach Einsturz der Holzunterlage in der beschriebenen Form nach unten stürzte. Der Inhalt beider Steinbauten war folgender:

Unter den in der Mitte tiefer liegenden Steinen fanden sich die größtenteils vermoderten Skelette. Die Beigaben waren z. T. durch die Steine stark zerdrückt. Sie bestanden bei

### Nebenbestattung A. Tafel 3

Funde Nr. 20 bis 37 45 cm unter der Horizontalen:

Fund 21, 23, 24 drei Toilettenstäbchen (Kopfkratzer) aus Bronze mit ringförmigem, oberem Ende, vierkantig gedrehtem (tordiertem) Schaft und stumpfem, unterem Ende. Länge 3,40, 4,10 und 4,50 cm, nicht abgebildet.

Fund **25** Spitzpaukenfibel aus Bronze, Länge 4,10 cm; der auf der Spitzpaukenfibel aufgegossene Bronzeknopf ist mit einer weißen Einlage geziert, welche nach dankenswerter Feststellung im chemischen Institut Erlangen aus gebleichter Koralle besteht, wie dies nach Reineckes Angaben in dieser Periode üblich ist. Der Nadelfuß verläuft knopfförmig, Spirale mit eiserner Achse.

Fund **27** und **31** zwei offene Steigbügelringe, mit Querriefen verziert, nicht abgebildet.

Fund **29**, drei offene, kleine, vierkantige Bronzeringchen, nicht abgebildet.

Fund **38** ein bandförmiger Bronzeohrring mit Querriefelung, Durchmesser 1,70 cm, nicht abgebildet.

Fund **33** Bronzener Halsringkragen, bestehend aus 2 Hohlingen mit Gruppen von Quer- und Schrägstrichelung, mit offenen verdickten Enden, zusammengedrückt. Äußerer Durchmesser 16,50 cm, innerer 14 cm, größte Dicke 1,80 cm, nicht abgebildet.

Funde **34** bis **36** Reste von Bronzehohlohringen, nicht abgebildet.

Fund **37** Streuscherben und ein Stückchen kalzinierter Knochen.

Fund **39** eine gelbe Glasperle von ovaler Form aus gelbem und undurchsichtigem Glas mit weißer Wellenlinie im Glasfluß.

Fund **22**, **26**, **28**, **30**, **32** Skelettreste.

### Nebenbestattung B. Tafel 3

Fund **100** Fragmente von Bronzehohlohringen und ein Stück Schädeldecke mit Schädelhaut, nicht abgebildet.

Fund **101** drei Bronzehohlohringe mit einem Stück Felsenbein, nicht abgebildet.

Fund **102** und **103** auf beiden Seiten des Schädels je 6 Bronzehohlohringe, ein Felsenbein und ein linker Oberkiefer.

Fund **104** Ringhalskragen aus Bronze, bestehend aus 2 offenen, massiven Halsringen mit vierkantigen, verdickten Enden, verziert mit Gruppen von Querriefen und Schrägstrichen. Durchmesser 14,50 und 13,60 cm, 13,00 und 12,40 cm.

Funde **105** und **106** zwei offene Steigbügelringe wie **128** mit Knochenrest vom Unterarm, nicht abgebildet.

Fund **107** eiserner Gürtelhaken von rhombischer Form, Länge 11,30 cm, größte Breite 4,50 cm, nicht abgebildet.

Funde **108** bis **110** vier tordierte Toilettenstäbchen mit je 2 kleinen Ringchen, nicht abgebildet.

Fund **111** Teile eines sehr porösen, hellziegelroten Gefäßes, nicht wiederherstellbar, 66 cm unter der Horizontalen.

Fund **56** Scherben eines nicht wiederherstellbaren Gefäßes, 23 cm tief, desgleichen Fund **54** Streuscherben **58**, **62**.

Auf der Ostseite unter einer Steinüberdeckung ein Kindergrab,

### Nebenbestattung C. Tafel 4

aus rechteckigen, senkrechten Steinplatten. Fund 113 in 89 cm Tiefe ein ziegelbraunes Gefäß, Höhe 5,80 cm, Durchmesser 7,60 cm; Fund 112 in 45 cm Tiefe, rotfarbiges, napfförmiges Gefäß, Höhe 11,30 cm, Durchmesser 15,20 cm.

### Nebenbestattung D. Tafel 4

Im Südosten zwischen Hauptgrab und Steinpflaster auf dem gewachsenen Boden, nur an der Färbung des Bodens kennbar, ein Skelett.

Fund 4 Gefäßscherben, 5 Scherben einer roten Schale, Höhe 8,60 cm, Standfläche 6,30 cm, Mündung 22,40 cm, Breite 23,00 cm.

Fund 6 bronzener Halsringkragen, bestehend aus 2 offenen Hohlringen und Zapfenverschluß, einer 18,50 cm, der andere 15,80 cm Durchmesser.

Fund 7 bronzener Hohlohring, nicht abgebildet.

Fund 8 eisernes Messer, 6 cm lang, Griffzunge abgebrochen, nicht abgebildet.

Fund 9 Scherben zu Gefäß 3.

Fund 13 gelbbraunes Gefäß, Höhe 12,00 cm, Standfläche 7,10 cm, Mündung 11,60 cm, Breite 14,80 cm. Auf den Scherben lag eine profilierte Bronzebommel, durchlocht, 3,30 cm lang.

Fund 14, 15, 16 Streuscherben

Fund 17 Schädelknochen

Fund 18 bandförmiger Bronzering wie 38

Fund 19 zwei bandförmige Bronzeohrringe, 15 cm über dem Halsringkragen, nicht abgebildet.

Über dieser Bestattung Scherben mehrerer Gefäße in verschiedenen Höhen.

Fund 2, 20 cm tief, Scherben eines außen braungelben, innen grauen Gefäßes.

Fund 3, 25 cm tief, ein gelbbrauner Napf, Standfläche 10 cm, Höhe 13 cm, Mündung 24,20 cm; dabei ein anderes Gefäß, braungelb, 13 cm hoch, Mündung 11,90 cm, Breite 15 cm, Standfläche 7,80 cm.

Fund 11, 47 cm tief, Scherben einer henkellosen, schwarzbraunen Tasse. Höhe 7 cm, Mündung 14,60 cm, Standfläche 6,50 cm.

### Nebenbestattung E. Tafel 5

mehrere Bestattungen neben- und übereinander, Knochen von 3 bis 5 Leichen.

Fund 78, Tiefe 52 cm, drei gleiche offene Steigbügelarmringe mit Querprofilierung, abwechselnd Gruppen von Längs- und Querstrichen, nicht abgebildet.

Fund 96, Tiefe 61 cm, ein Bronzehohlohring, nicht abgebildet.

Fund 97 eine Bronzenadel mit profiliertem Kopf

Fund 98, Tiefe 58 cm, sechs bronzene Hohlohringe, nicht abgebildet.

Fund 99, Tiefe 48 cm, vier offene Bronzesteigbügelarmringe, wie 78, am Unterarmknochen.

Fund 88, Tiefe 47 cm, offener Steigbügelarmring mit Gruppen von Querstrichen. Durchmesser 6,70 bis 5,80 cm, Dicke 0,50 cm, nicht abgebildet.

Fund 89, Tiefe 49 cm, Unterschenkelknochen, nicht abgebildet.

Fund 90, Tiefe 47 cm, Bronzenadel mit profiliertem Kopf. Länge 14,60 cm.

Fund 91, Tiefe 54 cm, Schädelteile mit vier Bronzehohlohringen mit von innen herausgetriebener Verzierung, drei Längsriefen, dazwischen Querriefelung.

Fund 92 zwei senkrecht im Boden stehende, 3 cm lange, 0,80 bzw. 0,40 cm starke Eisenstifte; Zweck und Bestimmung unklar, nicht abgebildet.

Fund 93 und 94 zwei gleiche Bronzefibeln mit Fußzier; der vasenartig gebildete Fuß ist senkrecht auf den Nadelhalter aufgenietet; er trägt eine weiße Einlage (gebleichte Koralle). Die Spirale hat Bronzeachse, Höhe 2,20 cm, Länge 6 cm.

Fund 79, Tiefe 55 cm, Spitzpaukenfibel aus Bronze mit eiserner Spiralachse, Höhe 2,70 cm, Länge 5 cm.

Funde 80 bis 82 (Tiefe 48 cm) Knochenreste, nicht abgebildet.

Fund 83 Bronzetoilettenstäbchen an Ringchen wie 49.

Funde 84 bis 86 Oberschenkelreste, nicht abgebildet.

Fund 87 (Tiefe 57 cm) offener Bronzesteigbügelarmring wie 88, nicht abgebildet.

Fund 95 (Tiefe 54 cm) Reste von 2 Bronzehohlohringen, nicht abgebildet.

Fund 114 Hohlohring aus Bronze, nicht abgebildet.

115, 116 zwei Armringe mit Querstrichelung, nicht abgebildet.

117 bis 119 Ober- und Unterschenkelknochen, nicht abgebildet.

Im nordöstlichen Teil der Grabanlage fand sich, etwa 40 cm über dem gewachsenen Boden

### Nebenbestattung F. Tafel 6

Dabei 63 (Tiefe 57 cm) ein massiver steigbügelartiger Bronzearmring mit Querstrichen und Längspunktreihen.

64 (Tiefe 30 cm), nicht abgebildet, drei bronzene Hohlohringe wie 114.

65 (Tiefe 41 cm) Bronzenadel mit profiliertem Kopf: sie lag unter dem Schädeldach, also Haarnadel, 25,60 cm lang.

66 (Tiefe 42,50 cm) Schädeldach und linker Unterkiefer mit 2 Prämolaren; nach freundlicher Mitteilung des Herrn Dr. Sehring, Erlangen, im Alter von über 40 Jahren, nicht abgebildet.

67 bandartiger, mit Längsriefen verzierter Ohrring (Fragment), nicht abgebildet.

68 (Tiefe 41 cm) zwei vollständige und viele Fragmente von mindestens vier gleichen Bronzeohrringen.

69 Rest eines bronzenen Halshohlringes, zu dem Fragment von 55 gehörig, nicht abgebildet.

70, 71 zwei bronzene Paukenfibeln mit großer Blechpauke, zweiseitiger 6facher Spirale, bronzene Spiralachse. Beide gut erhaltenen Prachtstücke lagen aufrecht nebeneinander am Boden (Tiefe 44 cm).

72 (Tiefe 38 cm) gelbbraunes Gefäß, Höhe 11,70 cm, Standfläche 6,50 cm, Mündung 12,80 cm, größte Breite 17,30 cm.

**73** Knochenreste (Unterarmknochen), nicht abgebildet.

**74** (Tiefe 38 cm) Fragmente eines offenen Bronzehohlartringes, nicht abgebildet.

**75** (Tiefe 34 cm) rotfarbige Schale, Höhe 8,60 cm, Standfläche 9,50 cm, Mündung 20,70 cm, größte Breite 24,50 cm.

**76** Rest eines offenen, bronzenen Hohlartringes, nicht abgebildet.

**77** (Tiefe 32 cm) graufarbige Schale, Höhe 8,50 cm, Standfläche 7,50 cm. Mündung 24 cm.

Im Süden dieser Nebenbestattung bei **1** (Tiefe 20 cm) lag ein ganz erhaltener Henkelkrug von grauer Färbung, 16 cm Höhe, oben 11,50 cm, Standfläche 6,90 cm.

**142.** Zu dieser Bestattung kann gehören eine Perlenkette, bestehend aus **31** kleinen, dunkelblauen Glasperlen, Durchmesser 0,70 cm, ein offener Steigbügelarmring, ornamentiert, sowie Knochenreste, nicht abgebildet.

Im Gelände außerhalb dieser Bestattungen fanden sich:

**10** auf dem Steinpflaster Scherben, desgl. **41** bis **48**, **50** bis **62**, nicht abgebildet.

**12** Scherben eines großen rotbraunen Kessels mit rauher Oberfläche, nicht abgebildet.

**40** Fragment eines verzierten Armhohlrings und Reste von Bronzehohlarohrringen, nicht abgebildet.

**49** ein wohlerhaltenes Toilettenstäbchen mit oberen Ringende, tordiert Tafel 3.

**60** Feuersteinfeilspitze mit konkavem Ausschnitt an der Basis, Tafel 3.

## Zeitstellung

Sämtliche Funde des reich ausgestatteten Grabes gehören der bei uns zu Lande so häufigen letzten Stufe der Hallstattzeit D an, welche nach Reinecke etwa von 700 bis 550 v. Chr. reicht. Eine Zeitfolge der einzelnen Bestattungen läßt sich nicht wohl feststellen; es scheint nur, daß die Bestattungen E und F etwas jünger sind, als die anderen. Die ungewöhnliche Grabanlage ist vielleicht als ein Sippenbegräbnis zu denken.

## Skelettreste

Die Skelettreste rechtfertigen einige Bemerkungen. Sie sind in dem bekanntesten Zustand, den man bisher als „bestattete Leichen“ bezeichnete, Trümmer und Stücke.

K. Hörmann, Nürnberg, hinsichtlich der Knochen noch befragt, antwortet mir: „Seitdem die Untersuchung der Knochen mit der Quarzlampe bekannt geworden ist, tut man besser, sie als Reste gerösteter Toten zu bezeichnen. „Geröstete Tote“ wird man schauernd fragen und an dem Zustand dessen zweifeln, der sich so äußert. Das ist offenbar die Verfassung unserer meisten Kollegen, die, wenn sie von der Sache auch schon gehört haben, doch zu feinfühlig sind, um den Vorfahren solche Schändlichkeiten zuzutrauen. Es ist die alte, von Prof. W. Dörpfeld schon vor Jahren (1912) aufgebrachte Geschichte, daß die Hellenen während der Metallzeiten ihre Toten nicht einfach begruben

oder verbrannten, sondern sie vor der Beisetzung erst **rösteten**. Das läßt sich jetzt vermittelt der Hanauer analytischen Quarzlampe spielend leicht nachprüfen, worauf ich kürzlich aufmerksam gemacht habe \*). Nun kann man ja mich leicht ignorieren, indem man mich reden läßt und nichts darauf gibt. Aber die Quarzlampe kann man nicht ignorieren, sie schwindelt nicht und lügt nicht, ihr **muß** man einfach glauben, sonst kommt man ins Hintertreffen. Also, die Kriegenbrunner Toten sind, wie die meisten Toten der frühen Metallzeiten; vor der Beerdigung geröstet worden, da ihre Leichen nur auf diese Weise die lange Dauer der Zeremonien aushalten konnten, ohne gänzlich in Verwesung zu zerfallen“. Das hat denn auch noch teilweise Erhaltung der Schädelhaut auf uns kommen lassen. Außerdem konnte auf diese Art festgestellt werden, daß die sog. Haarhohlringe als Haarschmuck benützt worden sind, während man sie bisher lediglich als Ohrringe betrachtet hat.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Kriegenbrunner Grabung für die Kenntnis der ausgehenden Hallstatt-Kultur ein sehr reiches und wissenschaftlich bedeutsames Ergebnis gezeitigt hat.

Erlangen, im Januar 1931.

Hermann Hornung

---

\*) Hörmann: „Vorgeschichtliche Leichendörrung, als Mittelstufe zwischen Bestatten und Verbrennen“, Schumacher-Festschrift Mainz 1930 S. 77—79 mit Tafel VI.

STEINSETZUNG

Maßstab = 1 : 20



Nr. 100-109, 111,  
Niveau -66,  
110 etwas tiefer darunter

Hauptgrab  
(zerstört)  
Fundnummern 121-141, 143-150

Bestattung A

Bestattung B

Bestattung E

Bestattung F

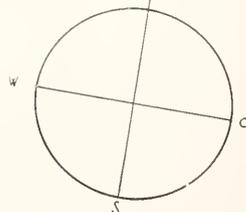
Bestattung C  
(Kindergrab)

Bestattung D

Steinpflaster

Profil

Nor den



30. Kriegenbrunn, Lageplan





140



137



149



145



131



141



130



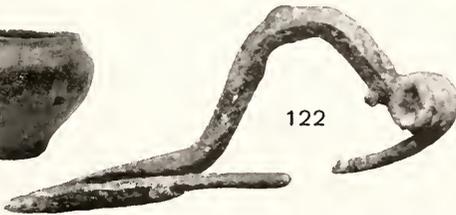
135



134



132



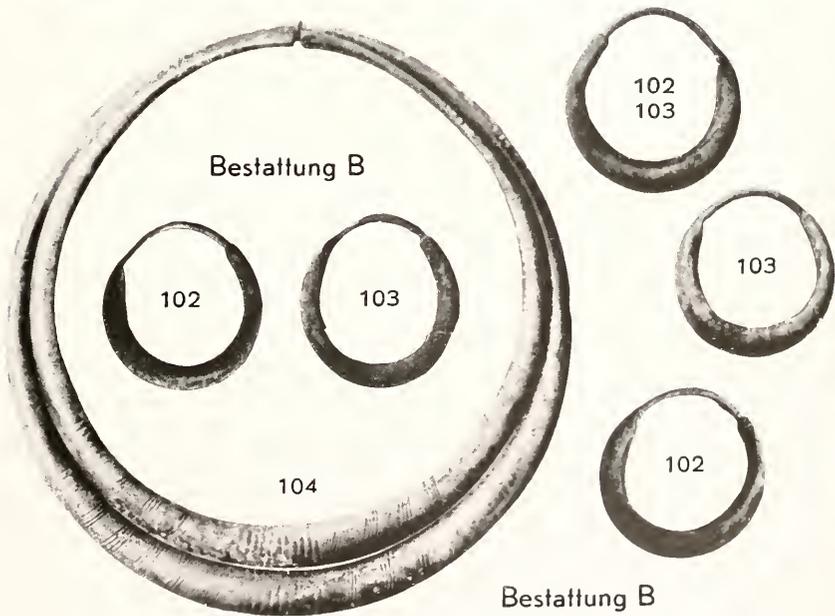
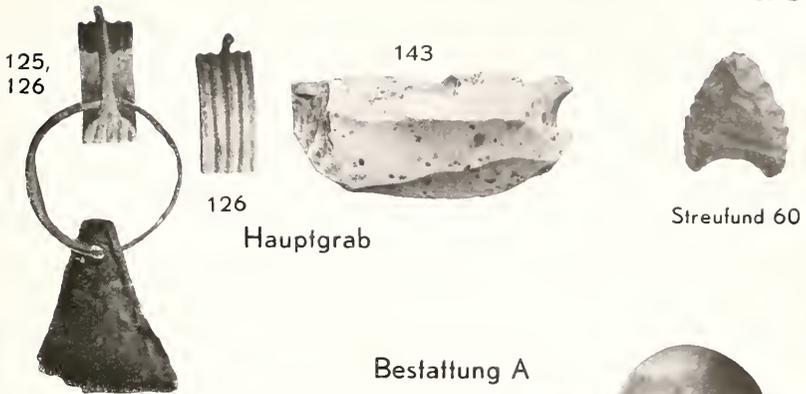
122



136

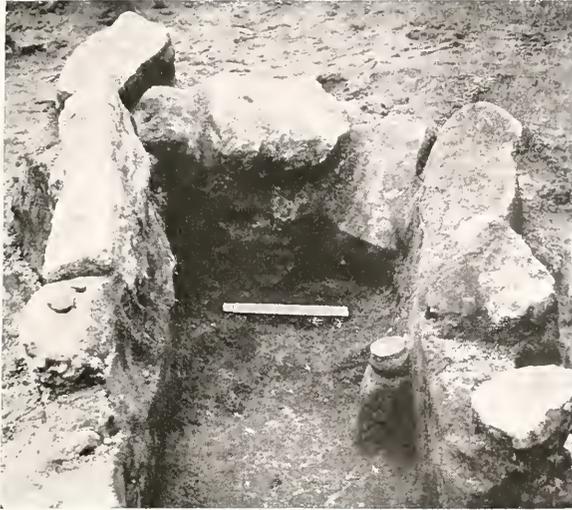
30. Kriegenbrunn, Hauptgrab





30. Kriegenbrunn, Hauptgrab, Bestattung A, B





112



113

Bestattung C Kindergrab

Bestattung D



11



3



3



5



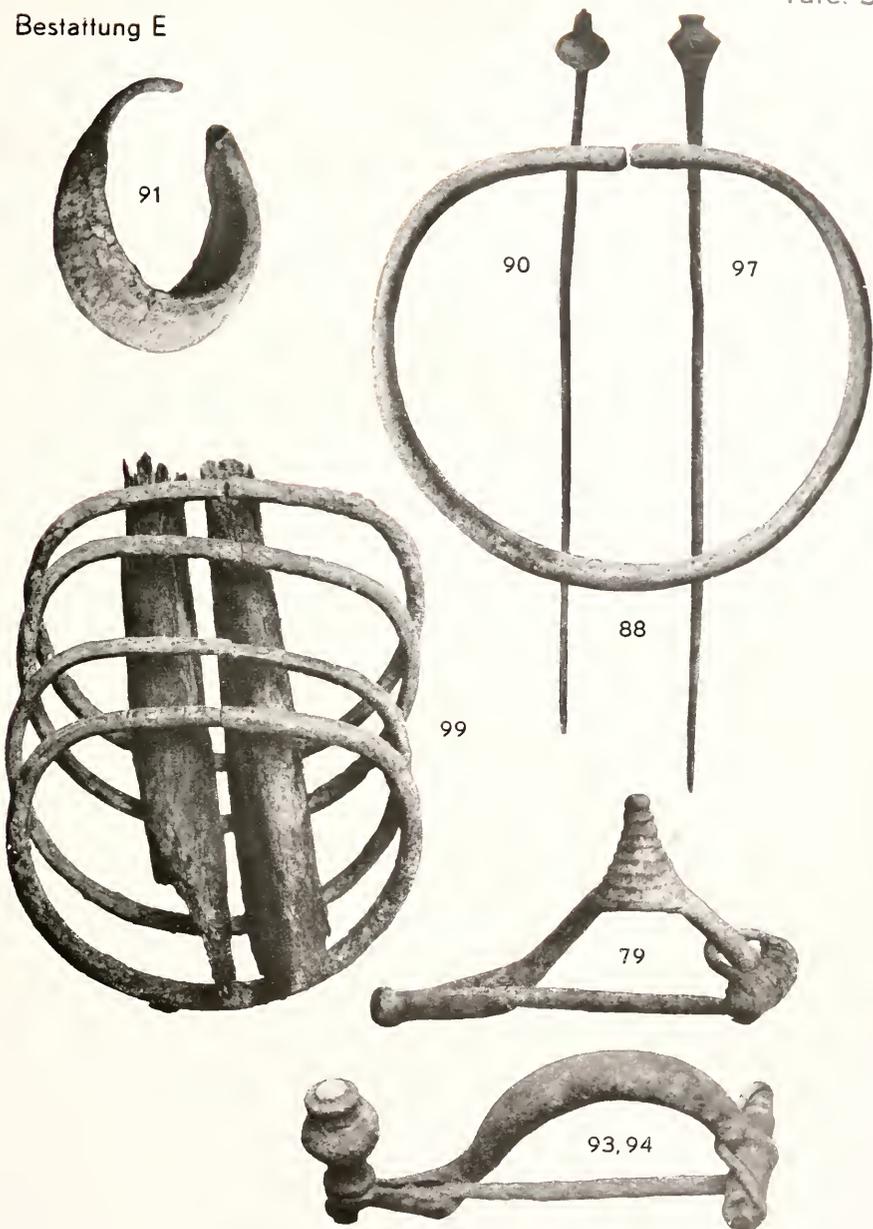
13

6

30. Kriegenbrunn, Hauptgrab, Bestattung C, D

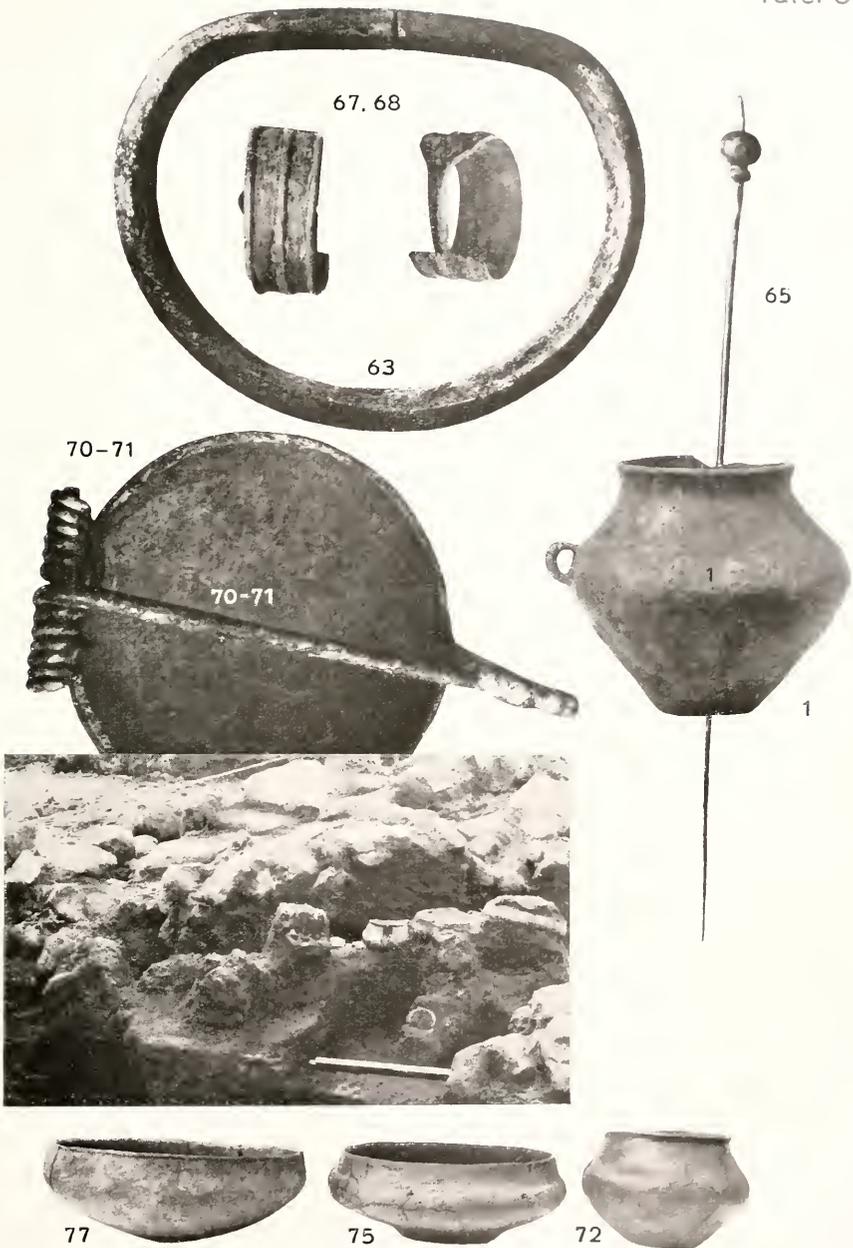


Bestattung E



30. Kriegenbrunn, Bestattung E





30. Kriegenbrunn, Bestattung F



Abhandlungen  
der  
**Naturhistorischen Gesellschaft**  
zu  
Nürnberg

XXIV. Band · 2. Heft (Schlußheft).

**Die Petershöhle**  
bei Velden in Mittelfranken,  
eine altpaläolithische Station.

Die Grabungen der anthropologischen Sektion  
der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg  
von 1914 bis 1928

Von Konrad Hörmann  
mit Beiträgen von Dr. Elise Hofmann-Wien  
und Oberstleutnant Franz Mühlhofer-Wien  
sowie  
Nachruf auf K. Hörmann  
von  
Dr. Alfred Schmidt.

Mit 29 Tafeln, 1 Porträt,  
Abbildungen und Zeichnungen im Text.

1933  
Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg.



# Die Petershöhle

bei Velden in Mittelfranken,  
eine altpaläolithische Station.

Die Grabungen der anthropologischen Sektion  
der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg  
von 1914 bis 1928

von Konrad Hörmann

mit Beiträgen von Fräulein Dr. Elise Hofmann-Wien  
und Oberstleutnant Franz Mühlhofer-Wien  
sowie Nachruf auf K. Hörmann von Dr. Alfr. Schmidt.

Mit 29 Tafeln, 1 Porträt  
und 5 Zeichnungen im Text.

---

Nürnberg 1933. Naturhistorische Gesellschaft.



## Inhaltsangabe.

Vorwort . . . . .	15
Nachruf . . . . .	17
Lage und Entdeckung der Höhle . . . . .	21
Geologische Geschichte der Umgebung . . . . .	23
Vorgeschichte der Grabung . . . . .	26
Die Grabung; die schon bekannten und die „Neuen Räume“ . . . . .	28
Die Schichten . . . . .	30
Schicht I . . . . .	31
Schicht II . . . . .	33
Schicht III . . . . .	35
Die Schichten in der Südkammer . . . . .	35
Die „Neuen Räume“ . . . . .	36
Die Herkunft der Sandeinlagerungen . . . . .	40
Das Kontrollprofil und der alte Eingang . . . . .	42
Die Grabungstechnik . . . . .	43
Die Steingeräte . . . . .	45
Die Feuerstellen . . . . .	49
Paläolithische Pflanzenreste aus der Petershöhle von Dr. Elise Hofmann-Wien . . . . .	51
Das Knochenmaterial . . . . .	53
Knochentypus B Tafel 26 . . . . .	57
Knochentypus C Tafel 27 . . . . .	58
Knochentypus D Tafel 27 . . . . .	59
Knochentypus E Tafel 28 . . . . .	60
Knochentypus F Tafel 28 . . . . .	61
Knochentypus G Tafel 29 . . . . .	61
Knochentypus H Tafel 29 . . . . .	61
Knochentypus A Tafel 25 . . . . .	62
Pseudo-Knöpfe A <sub>1</sub> Tafel 25 . . . . .	64
Knochentypus J Tafel 30 . . . . .	64
Knochentypus K Tafel 30 . . . . .	65
Knochentypus L Tafel 31 . . . . .	65
Knochentypus M Tafel 32 . . . . .	65
Knochentypus N Tafel 32 . . . . .	66
Knochentypus O Tafel 32 . . . . .	66
Knochentypus P Tafel 33 . . . . .	68
Allgemeines über die Knochengeräte . . . . .	69
Die Tierreste . . . . .	70
Der Höhlenbär, <i>Ursus spelaeus</i> Bl. . . . .	70
Mühlhofers Anthropogeograph. Beitrag zur Höhlenfauna . . . . .	72
Der Höhlenlöwe, <i>Felis spelaeus</i> . . . . .	73
Das Nashorn, <i>Rhinoceros antiquitatis</i> . . . . .	74
Der Höhlenpanther, <i>Felis pardus</i> . . . . .	74
Die Höhlenhyäne, <i>Hyaena spelaea</i> . . . . .	75
Der Wolf, <i>Canis lupus</i> . . . . .	75
Der Hirsch, <i>Cervus elaphus</i> . . . . .	75
Das Reh, <i>Cervus capreolus</i> . . . . .	75
Der Ur, <i>Bos primigenius</i> . . . . .	76
Das Wisent, <i>Bison priscus</i> . . . . .	76
Wild- und Hausschwein . . . . .	76
Das Mammut <i>Elephas primigenius</i> . . . . .	76
Die rezente Fauna . . . . .	76
Die Schädelsetzungen . . . . .	77
Ethnologische Vergleiche . . . . .	82
Nachträge . . . . .	87
Schlagwortverzeichnis . . . . .	89



## Vorwort.

Es ist ein tragisches Geschick, daß Hörmann die Veröffentlichung seiner bedeutendsten Arbeit nicht mehr erleben sollte; aber widrige Verhältnisse, vor allem finanzieller Natur, schoben die Drucklegung seines bereits 1930 fertig vorliegenden Manuskriptes immer wieder hinaus, wiewohl die Stadtverwaltung durch gütige Vermittlung von Herrn Stadtrat J. Rühm einen Teil der Tafeln und die „Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft“ einen Teil der Druckkosten in entgegenkommendster Weise übernommen hatten. Als wir dann in der zweiten Hälfte des Jahres 1933 endlich an den Druck herangehen konnten, stellte sich heraus, daß Hörmann selbst in der letzten Zeit seines Lebens noch Umgruppierungen sowohl des Stoffes als vor allem der Bildtafeln vorgenommen hatte, sodaß besonders in den Tafeln weite Lücken klafften. Unter tatkräftiger Unterstützung der Sekretärin der Gesellschaft, Frä. S. Liegel, konnten diese aus den seinerzeit von ihr in vorsorglicher Weise gesammelten Streichungen, die Hörmann ohne zwingenden Grund vorzunehmen angefangen hatte, so ziemlich wieder ergänzt werden. Nur diesem Umstand ist es zu danken, daß die Tafeln nun in der von Hörmann gegebenen Anordnung erscheinen können.

Am Texte wurde mit Ausnahme geringfügiger Aenderungen und einiger Umstellungen, die Hörmann bei einer nochmaligen Lesung wahrscheinlich selbst vorgenommen hätte, nichts geändert, um die Eigenart Hörmanns, die zugleich aus der Arbeit sprechen soll, zu wahren.

Außer Unterzeichnetem haben sich in dankenswerter Weise Herr Studienprofessor Dr. H. Dittmar als 1. Vorsitzender der Gesellschaft, und Herr Privatdozent Dr. Rudolf Paulsen - Erlangen an der Lesung der Korrektur beteiligt. Dank gebührt aber auch Herrn Oberstudienrat Dr. H. Heß und Herrn Studienprofessor Hornung-Erlangen, die sich neben anderen Freunden Hörmanns sowie der Anthropologischen Abteilung der Naturhistorischen Gesellschaft besonders warm für die baldige Drucklegung der Arbeit eingesetzt.

So möge diese letzte Arbeit unseres verstorbenen Kustos zugleich Gedenkstein für ihn und Markstein in der Geschichte unserer Gesellschaft sein, der ihr Ansehen und ihre Bedeutung wieder um ein Stück vermehrt im Interesse der deutschen Wissenschaft.

Nürnberg, im Januar 1934.

Dr. Alfred Schmidt,  
Kustos der Naturhistorischen Gesellschaft.







Dr. h. c. Konrad Hörmann †.

## Nachruf.

Konrad Hörmann wurde am 25. Oktober 1859 zu Nürnberg geboren. Nach dem Besuch der Dorfschule zu Eibach b. Nbg. und der Volksschule in Nürnberg lernte er, seinem großen Zeichentalente folgend, als Lithographenlehrling und wurde Schüler der Nürnberger Kunstgewerbeschule. 1878 bis 1880 finden wir ihn als Lithographengehilfen in Altenburg, Leipzig und Gotha tätig. 1881 verließ er Deutschland, um zunächst in der Staatsdruckerei in Belgrad und von 1882 bis 1887 in der bulgarischen Staatsdruckerei in Sofia sein Brot zu verdienen. Wie aus Tagebuchaufzeichnungen und einigen vorhandenen Bleistift- und Aquarellskizzen hervorgeht, scheint Hörmann sich während seines Balkanaufenthaltes erstmalig mit Völkerkunde beschäftigt zu haben, besonders eine Reise nach Konstantinopel gab ihm vielerlei Anregung dazu. Ende 1887 kehrte er nach Nürnberg zurück und betrieb in den folgenden zehn Jahren ein selbständiges lithographisches Geschäft. Nachdem die ersten schwierigen Jahre der Neugründung überwunden waren, hatte er wieder mehr Muße sich seiner Lieblingsbeschäftigung, der Ethnologie, zu widmen. „Wissenschaftlich, aber durchaus autodidaktisch, habe ich mich seit 1892 beschäftigt“, sagt er in seinem kurzen, selbst verfaßten Lebenslauf, „zunächst mit ethnologischen Studien über die Soziologie und die primitiven Religionen der Naturvölker.“ Aus Randbemerkungen und Notizen in Büchern seiner nachgelassenen Bibliothek, die aus dieser Zeit stammen, ist zu ersehen, wie ernst er es mit seinen Studien nahm. 1894 wurde er Mitglied der Naturhistorischen Gesellschaft und ihrer Anthropologischen Sektion. Auf Anregung des Anthropologen Johannes R a n k e, München, sammelte und bearbeitete er die Ornamente der Hirten im Jura und in Thüringen und dehnte diese Studien im Laufe der Jahre auch auf den sonstigen ethnographischen Besitz des Hirtenstandes aus. 1897 gab er sein Lithographengeschäft auf und betätigte sich von da ab bis 1903 als kunstgewerblicher Zeichner und Maler. Das Jahr 1904 brachte seine Anstellung als Kustos und Sekretär der Naturhistorischen Gesellschaft, nachdem von ihm ehrenamtlich schon einige Jahre vorher die Bibliothek der

Gesellschaft betreut worden war. Hatte ihn von jeher die klassische Archäologie und Ägyptologie angezogen, so schuf ihm in seinem neuen Wirkungskreis „die Beschäftigung mit der heimischen Prähistorie ganz besondere Befriedigung“. 1906 wurde ihm vom Landesamt für Denkmalpflege die Grabungserlaubnis bei der Naturhistorischen Gesellschaft erteilt und er hat bis wenige Jahre vor seinem Tode wesentlich dazu beigetragen, daß die weißen Stellen in der prähistorischen Landkarte Nordbayerns, von denen J. Ranke im Jahre 1887 auf dem 18. Anthropologen-Kongreß zu Nürnberg noch sprechen konnte, zum Verschwinden kamen.

Als die Naturhistorische Gesellschaft im Jahre 1911 in ihr neues Heim übersiedelt, war es Hörmann, der die reichen Sammlungen der Gesellschaft, in Sonderheit das ethnographische und prähistorische Schaugut, zur Aufstellung brachte. Hier zeigte sich neben dem Wissenschaftler auch der Künstler Hörmann, der die oft allzu leicht nüchtern wirkenden Ergebnisse der Forschung in gefälliger, anziehender Form darzustellen verstand. Monate reiner Museumstätigkeit wechselten mit Wochen intensiver Grabungsarbeit, durch Kriegs- und Inflationszeit steuerte er zu seinem Teil das Schifflein der Gesellschaft unter manchem persönlichen Opfer. Die Jahre nach der Inflation bis zu seinem im Juli 1932 erfolgten Eintritt in den wohlverdienten Ruhestand waren angefüllt mit umfangreichen Grabungen in unserer engeren und weiteren Heimat, wobei er oft selbst, einfach und anspruchslos, beinahe wie ein Mensch der Vorzeit lebte, mit stiller Gelehrtenarbeit, die in Fachzeitschriften und in den Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft ihren Niederschlag gefunden, mit volkstümlichen Vorträgen, in denen er seinen Zuhörern Kenntnisse von unseren fernen Vorfahren zu vermitteln suchte. Vorgeschichtliches Material, meist von ihm selbst mit treuen Mitarbeitern ergraben, füllt heute einen großen Ausstellungssaal und ebensoviel befindet sich noch in den Stapelräumen des Museums.

Kein Wunder, daß Ehrungen aller Art nicht ausblieben, wenn er ihnen auch im tiefsten Herzensgrunde abhold war. Es entsprach einfach nicht seinem schlichten Wesen, von sich und

seiner Arbeit viel Aufhebens gemacht zu sehen. Sie haben ihn wohl erfreut und von dem Tage seiner Ernennung zum Dr. honoris causa durch die Philosophische Fakultät der Universität Erlangen, welche die Ehrung damit begründet, daß Hörmann „die urgeschichtlichen Altertümer seiner Heimat in vorbildlicher Weise methodisch erforscht, unsere Kenntnis der ältesten menschlichen Kultur wesentlich gefördert, sich aus eigener Kraft eine angesehene Stellung in der wissenschaftlichen Welt errungen hat“, meinte er, es sei der schönste seines Lebens gewesen, aber gerne ging er immer wieder über alle Anerkennungen zur gewohnten Tagesordnung hinweg. Heldenhaft ertrug der Siebenundsechzigjährige den Verlust seines linken Armes infolge eines Unfalles auf der Wiener Straßenbahn, ungleich schwerer lastete auf ihm das Gefühl der Untätigkeit in den ersten Monaten seines Ruhestandes. Zunehmende Altersschwäche machte schließlich seine Ueberführung in das städt. Krankenhaus nötig, wo er am 2. Mai 1933 einem Schlaganfall erlegen.

Ein stets hilfsbereiter Mensch war mit Hörmann von uns gegangen, der sich aus kleinen Anfängen durch eigene Kraft zu beachtenswerter wissenschaftlicher Höhe heraufgearbeitet hatte. Was sterblich an ihm, ruht auf dem Südfriedhofe zu Nürnberg; sein Geist aber wird in vielem, was die Vorgeschichte unserer nordbayerischen Heimat betrifft, wird in des Mannes Taten und Werken weiterleben, an denen sich, fern alles gleisenden Scheines, das Wort des Dichters aus dem Vorspiel zum „Faust“ erfüllen möge:

„Was glänzt, ist für den Augenblick geboren;  
Das Echte bleibt der Nachwelt unverloren.“

Dr. Alfred Schmidt.



# Die Petershöhle

bei Velden in Mittelfranken,

eine altpaläolithische Station.

V O N K O N R A D H Ö R M A N N .

## Lage und Entdeckung der Höhle.

Die große vieljährige Arbeit in und an der „Höhle in der Viehtrift“, wie sie forstamtlich benannt war, ehe wir sie nach ihrem Entdecker Petershöhle taufte, ist im Sommer 1928 zum Abschluß gelangt. Ueber die Grabungen der ersten Jahre konnte in einer kleinen Veröffentlichung 1923 in den Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft 21. Band Seite 121 bis Seite 153 berichtet werden. Es schien damals, als wäre die Höhle so gut wie erledigt; nur kleine Aufräumarbeiten standen noch bevor. Man konnte nicht ahnen, daß nur erst der Anfang hinter uns lag und daß noch Jahre harter Anstrengung bevorstanden, bis der Spaten zur Ruhe kam. Nachdem dies erreicht ist, soll im Folgenden über die weiteren Schicksale der Grabung und das Gesamtergebnis Rechenschaft abgelegt werden.

Die sogenannte „Hersbrucker Schweiz“ ist die südliche Fortsetzung der „Fränkischen Schweiz“, jenes Teils der jurassischen Frankenalb, der sich zu beiden Seiten des Oberlaufes der Pegnitz in hügeligem, waldbedecktem Gelände erstreckt. Von Neuhaus an tritt der Dolomit als ansehnliches Hochplateau allmählich näher an die linke Seite der Pegnitz heran, um von Velden an beiderseits des Flusses ein schmales Felsental, einen Cañon, mit Steilabfällen und malerischer Landschaft zu bilden. Schon bald hinter Rupprechtstegen verläßt die Pegnitz das dolomitische Hochplateau, dessen Steilrand sie noch eine Strecke weit südwärts folgt, um dann gemächlich durch die Schichten des braunen und schwarzen Jura hindurch Hersbruck zu gewinnen, und von hier aus in ununterbrochen westlicher Richtung nach Nürnberg und bei Fürth, dem Ende ihres Laufes, der Vereinigung mit der Rednitz, zuzustreben.

Gegenüber Velden, südöstlich des Städtchens, erhebt sich der Gottshardsberg hoch und plötzlich empor, um eben so rasch auf der anderen Seite wieder zum Talboden abzufallen. Dann geht es ebenso schnell und ebenso steil wieder hinauf, denn ein schmaler Höhenzug erhebt sich abermals unvermittelt aus dem Talboden und zieht stundenlang weiter südwärts, Ausläufer bald nach rechts bald nach links entsendend, bis er jenseits des Forsthauses Rinnenbrunn in den allseitigen Erhebungen des Jura-Hochplateaus nach und nach verschwindet. Auf diesem Höhenkamm verläuft ein schmaler Fußpfad immer auf der Kammhöhe, und wer wegekundig ist, kann hier im herrlichsten, tiefen Buchenwald verschiedenen Zielen zustreben.

NOV 20 1934

Ersteigt man diesen Höhenzug unmittelbar gegenüber dem Gott-hardsberg, dann steht man nach wenigen Minuten an der Stelle unserer Petershöhe und wird sie jetzt, nachdem durch die Grabungen allerhand verändert wurde, auch bald finden. Vorher aber lief man mit Sicherheit daran vorüber und vor Beendigung der Grabung wurde auch alles unterlassen, was die Auffindung erleichtert hätte. Willkommene und geladene Besucher erhielten sichere Führung gestellt, unbetene aber sollten so viel wie möglich ferngehalten werden.

Aus dieser Schilderung geht hervor, daß die Höhle nicht leicht auffindbar war, selbst als wir schon jahrelang da gearbeitet hatten. Sie zu entdecken bedurfte es deshalb besonderen Spürsines, umsomehr als die nächste Umgebung vor der Höhle und der zugängliche Teil ihres Inneren ein völlig anderes Aussehen hatten, als jetzt nach der vollendeten Ausräumung.

Die Entdeckung der Höhle ist in der genannten Abhandlung S. 121 mit ein paar Worten gestreift worden. Ihre Bedeutung erfordert aber, den Hergang etwas ausführlicher zu schildern, und ich benütze hierzu gern einige Angaben, die von beteiligter Seite freundlichst zur Verfügung gestellt wurden.

Der Ausflügler- und Touristenstrom, der in jährlich steigendem Maße das Pegnitztal aufwärts flutet, hat dazu geführt, daß zahlreiche Sommerfrischler und auswärtige Gäste in den Dörfern des Gebietes und in den Städtchen Velden und Neuhaus zu ständigem Ferienaufenthalt längere Zeit verweilen, obwohl die Unterkunftsverhältnisse mancherorts viel zu wünschen übrig lassen. Zu solchen auswärtigen Gästen gehörte Jahre vor Beginn des Weltkrieges Dr. Rudolf Peters mit Familie aus Hamburg, Pfarrer in Böhlen am Thüringer Wald. Er wohnte in Velden. Bei den täglichen Streifen durch die Wälder und Berge der Nachbarschaft fanden er und sein Sohn Dr. Kuno Peters, Chemiker-Ingenieur an der Bayerischen Landesgewerbeanstalt in Nürnberg, auch den Felsen über der Höhle, von dem aus man eine selten schöne Rundschau über die weiten Gelände des Veldensteiner Forstes ins Herz der Fränkischen Schweiz nach Norden und ostwärts fast bis zur böhmischen Grenze genießt. „Bei meinem Sommeraufenthalt in Velden habe ich jedes Jahr auf den Felsen gegenüber der Höhle fast alle Morgen Waldhorn geblasen, zuweilen auch auf dem Höhlenfels selbst“, schrieb mir der Vater.

Unterdessen kletterte der Sohn in dem Stein- und Felsgewirr unter dem Felsen herum und entdeckte den niederen Einschlupf zu einer Höhle, die im Innern etwas geräumiger wurde, so daß man aufrecht stehen konnte. Im hintersten Winkel der Höhle machte er auch Schürf- und Grabungsversuche und fand in geringer Tiefe den Schädel eines riesigen Höhlenbären und viele Teile des sonstigen Skelettes. Beiläufig gesagt das einzige Skelett, von dem man annehmen kann, daß das Tier an Ort und Stelle verendet war.

Mit diesem Fund kam er zu uns und regte an, zunächst einmal die Stelle zu besichtigen und seiner Entdeckung weiter nachzugehen. Es ergaben sich dabei vielversprechende Aussichten; die Einlagerungen schienen tief und sie waren vor allem ganz unberührt von früheren Wühlereien. Das ist eine so seltene Erscheinung in unserem vieldurchwanderten Gebiet, daß es für uns der Hauptgrund wurde, der Anregung Folge zu geben und die Erschließung der Höhle in Angriff zu nehmen.

Die Oeffnung der Höhle schaut gegen Nordost. Sie hat jetzt, nach vollendeter Ausgrabung, einen Vorplatz vor sich, der 17 Meter lang und etwa 6 Meter breit ist. Seine Ostseite begrenzt jäh die steilabfallende Dolomitwand des Berges; an der nördlichen führt ein ganz schmaler Steig aufwärts und an steilaufragender Felswand einige Schritte westwärts vorbei erreicht er 12 Meter über dem jetzigen Höhlenboden den schmalen Saumpfad, der hier von der anderen Bergseite im Buchenjungwald aus dem Tal heraufkommt und von da mit weiteren Steigungen ostwärts weiter über den Kamm des ganzen Berges führt. Die über dem Steig aufragende Felswand bietet in 16 Meter über dem Vorplatz eine, wenn auch nicht ebene, aber doch mehrere Quadratmeter große Standfläche, auf der es sich im Sonnenschein wundervoll lagern läßt.

Von hier aus schweift der Blick frei über das Land; nur gegen Süd ist der Blick durch den höheren Rücken unseres Berges gehemmt. In Südwest hat man über Berg und tiefe Täler hinweg die Aussicht auf das eine halbe Stunde entfernte Dörfchen Hartenstein, das sich malerisch um die hochragende Burg Hartenstein gruppiert. In weiter Ferne im West grüßt die alte Hohenstaufenburg Hohenstein herüber. Wendet man sich nordwärts, so hat man vor sich und unter sich den 527 Meter hohen Gotthardsberg, über den hochgelegene Häuser des Städtchens Velden gerade noch herüberspißen. Dahinter und darüber die weiten Waldflächen und Höhen der Fränkischen Schweiz. Hier und noch etwas weiter nach rechts erreicht das Auge keine Ortschaft mehr, man hat nur den Blick auf das große, leicht gewellte Waldland des Veldensteiner Forstes, oder, wie er im Volksmund nach seinem ehemaligen Besitzer, dem Domkapitel in Bamberg, heißt, des **B a m b e r g e r W a l d e s**, der scheinbar tief zu Füßen liegt, ein gutes Hirschrevier mit einem Stand von 5–600 Köpfen. Noch etwas weiter rechts kann man in der Ferne den Weg von Pegnitz über Hollenstein ins Püttlachtal verfolgen, wo der Blick durch die schräg ansteigende Hohenmirsberger Platte begrenzt wird. Bei einer nochmaligen Drehung nach rechts und gegen Osten zu, sieht man ins Städtchen Neuhaus hinein, das eine Wegstunde entfernt ist und mit der großen malerischen Burg Veldenstein hoch über der Pegnitz einen herzerfreuenden Anblick gewährt. Südlich des Flusses setzt sich das wellige, nunmehr auch dorffreie Waldland fort; im Osten, gerade gegenüber, blickt man in das der Luftlinie nach 8 Kilometer entfernte Städtchen Auerbach hinein und darüber im Hintergrunde erscheinen die hohen Bergrücken des Fichtelgebirges und des Oberpfälzer Grenzgebirges gegen Böhmen. Im Süd kann man gerade noch die Kirchturmspitze von Königsstein den Wald überragen sehen und mit dem höchsten Berg der näheren Umgebung, dem 653 Meter hohen Ossinger, schließt der bezaubernde Rundblick.

### Geologische Geschichte der Umgebung.

Der geologische Rückblick entrollt eine sehr bewegte Vergangenheit, die den Geologen vielfache Rätsel aufgegeben hat. Ich folge in ihrer Darstellung, vielfach wörtlich, den Arbeiten von R. Seemann, W. Klüpfel, P. Dorn, L. Lehner, W. Koehne, H. Cramer, die in neuerer Zeit viel dazu beigetragen haben, die Einsicht in die Verhältnisse zu klären.

Die Geburtsstunde des Fränkischen Jura fällt ins Ende der Jurazeit, als das aus horizontal gelagerten Schichten bestehende Tafelland

durch Hebung der Formation aus dem Meere emportauchte. Die Heraushebung erfolgte nicht gleichmäßig und endete auch nicht mit einmal, sondern setzte sich noch in die nächste Erdepoeche fort, ins Untercenoman der Kreidezeit. Als die Störungen zur Ruhe kamen, begann eine lebhaft abtragung, die eine ausgedehnte Verebnung schuf. Eine abermalige Heraushebung des Jurablockes folgte, wahrscheinlich mit gelegentlichen sonstigen Störungen verknüpft. Doch blieben größere Teile der Verebnungsfläche in ihrer fast horizontalen Lage erhalten. Die Hebung scheint ziemlich rasch vor sich gegangen zu sein und hatte eine lebhaft flußerosion zur Folge. Es war die Zeit der ersten Talbildung.

In diese Periode der Unterkreide fällt ein kurzer, aber ausgedehnter Vorstoß des Meeres. Von wo er ausging, ist noch nicht ermittelt. Die Ausdehnung dieser Ueberflutung ergibt sich aus der Verbreitung der Urtäler, in denen zuströmende Flüsse reichlich Sand und Lehm absetzten. Dadurch wurden sie allmählich ausgefüllt und eingedeckt. Eine erneute mäßige Hebung drängte das Meer zurück und die Flüsse süßten mit der Zeit das Salzwasser aus. Die Flüsse der aufgestiegenen Landmasse benützten großenteils die vorhandenen Urtäler, wuschen die vom Meere abgelagerten marinen Tone in den Talsohlen aus und häuften teil- und stellenweise Hornsteinschotter an oder füllten sie mit eingeschwemmten Sandmassen wieder auf. Während der Bewegungsvorgänge waren Spalten im Untergrund entstanden, in denen Eisenlösungen aus den unterliegenden Doggerschichten emporquollen und aus denen sich nach und nach die Erzlagerstätten der Amberger Erzformation bildeten, nesterweise ins Gelände eingestreut.

Im oberen Cenoman trat neuerlich eine Senkung ein, von Süden her stieß abermals das Meer vor und überflutete wieder die sinkende Landschaft. In der oberen Kreidezeit, im Senon, erfolgte eine allgemeine Hebung und diese hatte den vollständigen und endgültigen Rückzug des Meeres zur Folge.

Die mannigfachen tektonischen Vorgänge während der Kreidezeit bewirkten verschiedene Störungslinien, große Schollenbrüche, welche das Gebiet von SO nach NW durchziehen. Die westlichste dieser Störungslinien zieht, wie aus Seemanns Uebersichtskärtchen <sup>1)</sup> ersichtlich ist, unmittelbar östlich vor unserem Viehtriftberg durch. Richtungsgebend für diese Störungslinien ist die große Pfahlspalte, die in SO in weiter Entfernung zu Tage tritt, aber weit nach NW nachwirkt und es wahrscheinlich macht, daß hier eine alte Schwächungszone der Erdrinde liegt.

Für die nächstfolgende Erdepoeche, das Tertiär, fehlt es zunächst an Anhaltspunkten. Doch schließt man aus Klein- und Säugetierresten, die in Bohnerzschlotten des unteren Tertiärs, des Eocän, gefunden wurden, auf ein Bild des bewaldeten Karstes: Wald, Freiflächen, dazwischen nackter Kalkfels.

Der Ruhe während des Tertiärbeginnes machte um die Mitte der Tertiärzeit eine umso lebhaftere Tätigkeit Plaß. Die nun im Oligocän einsetzenden Schollenbewegungen schufen im wesentlichen das heutige Landschaftsbild. Längs einer SO – NW strei-

<sup>1)</sup> Abhdlgn. d. Naturh. Ges. S. 117, XXII. Band.

chenden Linie sank die südliche Scholle in die Tiefe, wobei die Schichten an der Verwerfung entweder geschleppt oder zerrissen wurden. Bei späteren Schollenbewegungen wurde längs der alten Störungslinien der nördliche Teil des ursprünglich horizontal liegenden Lagers samt Dogger und Malm über den südlichen geschoben. Dadurch war letzterer vor der späteren Abtragung geschützt, während der nördliche, höher liegende, meist vollständig abgetragen wurde oder verkarstete.

Die muldenförmige Zentralscholle Auerbach — Krottensee — Eschenfelden ging unter Bildung steilgestellter Staffelbrüche und Uberschiebungen in ein breites, flaches Gewölbe über, dessen Scheitel auf der Linie Hahnbach — Edelsfeld streicht. Nördlich und südlich der alten Streichrichtung liegt der Dolomit ungefähr auf gleicher Höhe, aber umgekehrt ist bei Neuhaus die nördliche Scholle gegen die südliche abgesunken.

Während dieser alttertiären Festlandszeit dehnte sich weit im Süd längs des heutigen Alpenrandes, also im Süden des oberdanubischen Beckens das Meer der unteren Meeresmolasse aus. Dieses südliche Oberoligocänmeer bildete die Entwässerungsbasis, indem es die Zuflüsse aus unserem nördlichen Festland aufnahm.

Wenn auch das Flußsystem unserer Frankenalb im Präcenoman und dem späteren Tertiär sich einigermaßen gleichblieb, so sind doch in diluvialer und jüngster Zeit darin große Änderungen eingetreten. Das immer weitere Sinken der Entwässerungsbasis brachte eine gewisse Sammlung des weit verzweigten Flußnetzes. Viele Flußläufe versiegten infolge der Verkarstung des Jura und es entstanden die zahlreichen Trockentäler. Dazu kam noch der Kampf um die Wasserscheide zwischen Rhein und Donau; ein sicher in tertiärer, vielleicht noch in fröhiluvialer Zeit aus NW nach SO fließender Strom wurde bei Neuhaus von der Pegnitz weiter südlich von anderen Flüssen abgezapft und heute beweisen nur breite Täler und hochliegende Schotter des südlichen Gebietes, daß früher hier ein mächtiger Wasserlauf durchkam.

Der schöne Rundblick von unserem hochgelegenen Petersfels läßt einige dieser grandiosen Vorgänge, die Schollensenkungen und Aufwölbungen in der Nachbarschaft, erkennen.

Während der Diluvialzeit wurde bekanntlich Norddeutschland von Skandinavien aus tief unter Eis begraben und in Süddeutschland rückten die Gletscher von den Alpen her nach Norden vor. Zwischen den beiden vereisten Gebieten blieb ein eisfreier Streifen, durch den über die Frankenalb hinweg Ost- und Westeuropa miteinander in ungehinderter Verbindung standen. Freilich befand sich aber auch die Alb unter anderen von den heutigen weit abweichenden klimatischen Verhältnissen. Der strenge Winter von 1928 auf 29 konnte wenigstens in klimatischer Hinsicht eine schwache Vorstellung damaliger Verhältnisse erwecken.

In die Diluvialzeit fällt wahrscheinlich auch die Entstehung der meisten Höhlen in Franken, welche hauptsächlich im Dolomit vorkommen und sich nur ausnahmsweise in tieferen Schichten finden. Aber auch im Tertiär war die Verkarstung schon möglich, sobald das Land vom Meer freigegeben war, mit Kohlensäure beladenes Wasser in die Klüfte des Gesteins eindringen konnte und dieses auflöste. Die Tierreste konnten zum Teil dadurch in die Höhlen gelangen, daß diese von Tieren

bewohnt wurden, welche ihre Beute hineinschleppten und auch selbst darin verendeten. Mitunter waren aber auch Höhlen von Menschen besiedelt, wie wir es nun von der Petershöhle wissen, und da sich Menschen und Bären nicht als gleichzeitige Bewohner derselben Räume lassen, sind viele der zahlreichen Bärenreste sichere Ueberbleibsel menschlicher Mahlzeiten. Noch eine andere Möglichkeit nimmt Professor Max Schlosser - München an, daß nämlich die Tierreste vom Wasser verschwemmt wurden, was durch ein Steigen der Flüsse bis an den Höhleneingang während der letzten Eiszeit erklärt wird, wobei alle außerhalb der Höhlen vorhandenen Knochenreste entfernt wurden.

Die nächste Umgebung der Petershöhle ist geologisch leider noch nicht eingehender bearbeitet. Die Trockentäler, große Auswaschungen im Gelände östlich und westlich vom Viehtriftberg, sind wahrscheinlich erst im jüngsten Diluvium oder der ältesten Epoche der geologischen Gegenwart, dem Alluvium, zustande gekommen und seit jener Zeit ragt der Viehtriftberg in seiner heutigen Gestalt als völlig isolierter, vielfach angenagter und zerfressener Dolomithorst unmittelbar aus der Umgebung empor. Gewaltige Felsblöcke zu Füßen seiner Ostseite bezeugen, daß ihm die Zeit scharf zugeseht hat, seit seine Flanken freiliegen. Die Westseite steckt noch heute tief in ihrer sandigen Umhüllung.

Unser Berg besteht aus reinem Dolomit, der allerdings sehr verschiedene Härtegrade besitzt. Sandig leicht verwitternde Partien wechseln mit Stellen härtesten kristallinen Gesteins. Weiter westlich und flugabwärts schließt sich dann die Zone der Schwammkalke an.

### Die Vorgeschichte der Grabung.

Die Höhle befindet sich im Kreitsberg, der im Staatswald liegt, und, wie es anfänglich hieß, zum Regierungsbezirk Oberpfalz und Regensburg gehört; später stellte sich heraus, daß unser Berg dem Regierungsbezirk Mittelfranken zuzählt. Das Forstamt Neuhaus, das dies Waldgebiet mitverwaltet, ist der Forstkammer in Regensburg unterstellt, und so wurde unser Ersuchen um die Erlaubnis zur Grabung dorthin geleitet. Erfreulicherweise traf auch bald die Erlaubnis ein.

Inzwischen aber war der Krieg ausgebrochen und so zog sich unser Vorhaben begreiflicher Weise in die Länge. Des öfteren wurden uns Meldungen überbracht, daß trotz der hereingebrochenen ersten Zeit Unberufene in der Höhle wühlten, so daß wir das Forstamt Neuhaus bitten mußten sie in primitiver Weise zu verschließen. Nachdem sich die erste Aufregung über die Ereignisse etwas gelegt hatte, konnte vom 1. bis zum 10. Oktober 1914 mit der Probeuntersuchung begonnen werden, wovon wir in üblicher Weise das Generalkonservatorium in München benachrichtigten. Das Recht auf Grabungen in staatlichem Grund und Boden ist der Staatssammlung in München vorbehalten. Sie mußte deshalb von unserem Vorhaben in Kenntnis gesetzt werden und sie beschloß, die Ausgrabung selbst vorzunehmen. Die Arbeit in der Höhle wurde uns deshalb untersagt. Dieser Entscheid erreichte uns aber erst, als die Probeuntersuchung schon beendet war. Nun liegt die Höhle aber durchaus in unserem Arbeitsgebiet und so erhoben wir gegen diesen Bescheid Einspruch, riefen die Vermittlung des Verbandes

bayerischer Geschichts- und Urgeschichtsvereine an und fanden auch die Unterstützung des Generalkonservatoriums. Dank der geschickten Leitung der Unterhandlungen durch den Verbandsvorsitzenden Dr. Sigmund von Forster und dem persönlichen Eingreifen des Generalkonservators Dr. G. Hager konnte uns dieser unterm 22. Dezember 1915 die erfreuliche Mitteilung machen, daß der Leiter der Staatssammlung weiland Professor Dr. Johannes Ranke in dankenswertester Weise seine Ansprüche an die Anthropologische Sektion der Naturhistorischen Gesellschaft abgetreten habe und ihr auch alle etwaigen Funde überlassen wolle. Damit war die Angelegenheit in befriedigender Weise erledigt und der Weiterarbeit stand bis zum Ende nichts mehr im Wege.

Die Gelder zu den ziemlich kostspieligen Grabungen wurden teils aus Spenden interessierter Freunde, vor allem unseres lieben Freundes Rehlen, Frau Major Neischl u. a. aufgebracht, zum Teil aus Beiträgen des Landesamts für Denkmalpflege oder aus Mitteln des Kreisrats von Mittelfranken. Allen Geldgebern herzlichen Dank!

Ehe wir an der Höhle zu arbeiten begannen, konnte man vom Sattel des Berges unmittelbar unter das Felsendach kriechend in ihr Inneres gelangen (Tafel 9 a). Hinter dem Dach wölbt sich die Höhle kuppelartig, man konnte aufrecht stehen und sich einige Schritte bewegen. Es war ein kleiner kammerartiger Raum, der Tageslicht empfing und im Südwesteck eine schlauchartige Fortsetzung hatte, welche man kriechend passieren konnte. Man befand sich dann in vollkommener Finsternis in einem Raum, der weit kleiner war wie der äußere, wir nannten ihn in der Folge die Südkammer; rühren konnte man sich aber nicht, denn er war bis zur Decke mit Sand und Steinen gefüllt. Nur an der vorderen Stelle, wo der Schlauch endete, war ein Loch in den Sand gewühlt. Es war der Pfatz, an dem Dr. Peters den erwähnten großen Höhlenbären hervorgeholt hatte.

Außen vor der Höhle war der Boden unter dem Felsendach tief mit vermodertem Laub bedeckt. Das wurde zunächst etwas abgehoben und über das Steingewirr hinweg der Weg für einen Schubkarren gebahnt, mit dem der Abraum aus der Höhle nach dem Bergesrand und von da in den Abgrund befördert werden konnte.

Die Versuchsgrabung hatten wir absichtlich in den Herbst verlegt (1. bis 10. Oktober 1914), da erfahrungsgemäß die Temperatur in Höhlen im Herbst und Winter höher ist als die Außentemperatur. Wir hatten uns aber verrechnet. Das verhältnismäßig hohe Gewölbe ließ nicht nur dem Tageslicht, sondern auch der Außenluft ungehindert Zutritt, so daß wir ziemlich unter Kälte zu leiden hatten. In den folgenden Jahren arbeiteten wir deshalb im Hochsommer.

Der  $1\frac{1}{2}$  Meter breite Versuchsgraben wurde N-S mitten durch die Höhle gelegt bis zur Südwand; an dieser rechtwinklig umbiegend noch drei Meter weit in Richtung W-O. Nachdem die Oberfläche gereinigt war, wurde schichtenweise abgehoben. Es zeigte sich, daß der Boden nicht aus Höhlenlehm bestand, sondern aus einem nur ganz wenig feuchten Sand, der sich leicht graben ließ. In 65 bis 120 cm wurde er sehr fest, durch abgerieseltes Kalkwasser zusammengebacken. Von 120 bis 225 cm lag er dagegen wieder lose und ließ sich ohne Mühe herausschaufeln. Funde ergaben sich nur sehr wenige, einige Knochen-trümmer von Höhlenbären, ohne alle Spuren menschlicher Beeinflussung,

kein Feuerstein, keine Kohle. Nachdem wir die Tiefe von 224 cm erreicht hatten, ohne das Ende der Einlagerung gefunden zu haben, wurde der Versuch aufgegeben, um nicht durch Einsturz der Grabenwand Menschenleben zu gefährden.

Der Versuch war nicht sehr zur Weiterarbeit ermutigend; aber zwei Umstände machten doch Mut: die Einlagerung hatte sich als vollständig ungestört erwiesen und von 175 cm ab war der Boden nach unten ganz merklich dunkler und Kulturschichtförmlich geworden. Es konnten allerdings mineralische Beimengungen die Dunkelfärbung verursacht haben, denn Manganbußen fanden sich häufig. Eine von Oberstudienrat Dr. K e l l e r m a n n zu Hause vorgenommene Bodenanalyse ließ jedoch erkennen, daß es sich um Beimengungen organischer Natur handelte, die auf Kohlenteilchen zurückzuführen waren und somit eine Kulturschicht wahrscheinlich machten. Die Weiterführung der Arbeit wurde deshalb beschlossen. Von nun an wurde Jahr für Jahr im Sommer jeweils vier bis sieben Wochen bis zum Jahr 1928 an der Grabung gearbeitet.

Im Jahre 1923 erschien der kurze Bericht über das bis dahin Erreichte in den Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft und wir glaubten, daß die Beendigung unserer Tätigkeit unmittelbar bevorstehe. Ganz unerwarteter Weise wurde aber bei der Grabung im gleichen Jahr eine südliche Fortsetzung der Höhle entdeckt, die zur Freilegung neuer großer Räume führte. Die speläologische Beschaffenheit derselben war aber gegenüber den bisher bearbeiteten so sehr verschieden, daß sie getrennt besprochen werden müssen. Für den bis 1922 angetroffenen Befund kann das dort Gesagte als zutreffend gelten und wird daher hier nur als Wiederholung zu betrachten sein. In den neuen Räumen aber trafen wir andere Verhältnisse an.

### Die Grabung.

Die schon bekannten und die „Neuen Räume“.

Sie sind durch Eigentümlichkeiten charakterisiert, die beiden gemeinsam sind, und durch andere, in denen sie sich voneinander unterscheiden.

Alle gehören sie dem Typus der Zerklüftungshöhlen an, wie ihn Neischl auf seiner Tafel I als Typus 6 abbildet<sup>2)</sup> und im Text S. 9 und 10 beschreibt, wo er erläuternd ausführt, daß der Typus an Dolomit gebunden ist, der entweder keine oder nur in geringem Maße Schichtung aufweist. Als Zerklüftungshöhlen besonders begünstigend führt er die unmittelbare Umgebung der Verwerfungslinien an, weil sie für die Höhlenbildung hervorragend qualifizierte Zerrüttungszonen darstellen. Diese Voraussetzungen sind bei der Petershöhle durchaus gegeben.

Uebereinstimmung herrscht weiter darin, daß alle Räume gleichmäßig bis obenhin mit Lehmsanden gefüllt waren und gar keinen Höhlenlehm führten. Weiter ist allen gemeinsam, daß sich der Boden, das Liegende, in ganzer Ausdehnung durch die Höhle nahezu wagrecht erstreckt, was den Gedanken nahe legen mußte, daß die Höhle der Rückstand eines alten Flußlaufes ist. Solche Bildungen finden sich

<sup>2)</sup> Dr. Adalb. Neischl, Die Höhlen der Fränk. Schweiz 1904.

in der Nähe; anderthalb Kilometer südöstlich davon, in der Hainkirche, durchschneidet in gleicher Bergeshöhe ein tunnelartiger Gang den Berg, der wohl nur einem Flußlauf seine Entstehung verdanken kann. Er zeigt deutliche Wassermarken und Strudellöcher, der Felsboden ist durchaus freigelegt, als wäre er von fließendem Wasser ausgewaschen worden. Dies alles fehlt aber in der Petershöhle vollständig. Es kann sich also auch nicht um ein altes Flußbett handeln. Die heutige ganz isolierte Lage des schmalen Bergrückens, durch den die Höhle verläuft, wäre für sich allein vielleicht kein Grund, einen Flußlauf glatt abzulehnen, angesichts der großen tektonischen Veränderungen in der Umgebung. Die menschlichen Kulturreste reichten übereinstimmend in allen Räumen direkt bis zum Liegenden, bzw. zum anstehenden Fels. Ein solcher Fluß müßte also dagewesen sein, lange ehe sich die Menschen hier niederließen. Das wäre natürlich denkbar. Es ist aber nicht ersichtlich, wie ein Fluß wieder hinausgekommen wäre, denn die Höhle endet in Süd im massiven Fels. An einen Flußlauf als Gestalter der Höhle ist also nicht zu denken, obwohl alle sonstigen Anzeichen dafür sprechen, daß Wasser an der gleichmäßigen Verteilung der Einlagerungen beteiligt war. Man kann demnach wohl nur annehmen, daß die Höhle in einem Gestein entstanden ist, das im Bodenhorizont zufällig wagerecht geschichtet war.

Nachdem das beiden Räumen Gemeinsame aufgezählt ist, sind nun auch die unterscheidenden Merkmale zu nennen. Was am meisten in die Augen springt, ist, daß in der Haupthöhle, in der wir bis zum Jahre 1922 arbeiteten, keinerlei Kalksinterbildungen angetroffen wurden, obwohl sich gar nicht selten in der Erde mit den anderen Steinen Stücke von 4 bis 5 cm starken Sinterplatten fanden, deren Herkunft ich mir in keiner Weise erklären konnte. Die Felswände lassen eine ehemalige teilweise schwache Versinterung erkennen, es sind Sickerwässer an ihnen abgelaufen, haben das Gestein traubig ausgelaugt und teilweise mit Sinterkrusten überzogen, die nun auch schon wieder zerfallen und zerfressen sind. Der Prozeß einer im allgemeinen geringfügigen Versinterung muß sehr weit zurückliegen, die Höhle ist trocken und von den Wänden rieselt nichts ab.

Im vollen Gegensatz hierzu stehen die neu erschlossenen Räume. Hier sind Sinterbildungen von gewaltiger Mächtigkeit, 60, 80, 100 und mehr cm stark, mehrfach übereinander, Stalagmiten, Stalaktiten, Vorhänge, und die Bildung ist noch ungehemmt in Gang. Die Wände sind auf große Flächen mit Bergmilch überzogen und überall tropft und klatscht es.

In der Deutung derartigen Erscheinungen sind sich alle speleologischen Autoritäten einig: der Reichtum an Tropfsteinen zeigt eine gute Ventilation der Räume an, während Mangel an Tropfstein auf nur geringen Luftwechsel hinweist (Neischl). Die Verdunstung der Sickerwässer ermöglicht die Tropfsteinbildung, sie kann also nur dann eintreten, wenn eine kräftige Ventilation, ein starker Luftwechsel, vorhanden ist. Den umgekehrten Einfluß drückt die Eisbildung aus. Wir konnten in der Haupthöhle während des Winters 1917/18 massenhafte Eisbildung in der halbausgegrabenen Höhle feststellen. Kolossale Eisstalagmiten hatten sich gebildet (s. Tafel XLIV, 2 der Abhdlg. von 1923), ein förmlicher Eiswasserfall war an einer der hohen Lehmsandwände vorhanden, die ganze Höhle war vereist und das hielt bis in den Früh-

ling hinein an. Daß sie zustande kommen konnte, ist dem Mangel an Ventilation in diesem Raum zuzuschreiben, durch welche der Temperatureausgleich zwischen Innen- und Außenluft verhindert war. Nach völliger Ausräumung und besonders nach dem Durchstich an der Westwand (dem sogen. alten Zugang) hat dieser Zustand eine Aenderung erfahren. Die starke Ventilation macht den Aufenthalt jetzt unangenehm, und wenn nicht ein sonstiger Hinderungsgrund vorhanden sein sollte, ist auch für die Haupthöhle eine Periode stärkerer Tropfsteinbildung vorauszusehen.

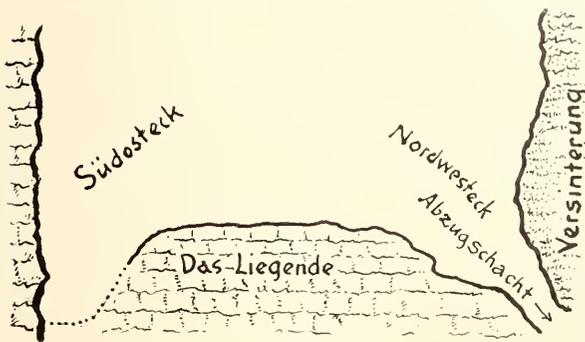
Der verschiedene Zustand in den beiden Höhlenräumen weist somit deutlich darauf hin, daß die vorderen und die hinteren Räume unter ganz verschiedenen Bedingungen ihre Ausgestaltung erfahren haben. Die Haupthöhle mit ihren Nebengrotten hatte nur mäßigen Luftwechsel, die neuen Räume dagegen standen seit undenklichen Zeiten dem Luftzug offen, wengleich tatsächliche Beweise — Verbindung mit der Außenwelt — nicht angetroffen wurden. Daß sich beide Höhlenteile so ganz verschieden entwickeln konnten, muß dem Umstand zugeschrieben werden, daß die Südkammer von den „Neuen Räumen“ mit Lehm-sandmauern fast hermetisch verlagert war. Auch wir lernten erst infolge der Ausräumung das Vorhandensein der „Neuen Räume“ kennen. Daß dieser Zustand kein ursprünglicher war, ist sicher. Er kann sich erst herausgebildet haben, als die eingelagerten Erdmassen die Verbindung zwischen vorderem und hinterem Höhlenteil vollständig unterbunden hatten. Dafür spricht auch, daß die gesamte Höhle in ihrem untersten Horizont über dem Liegenden in ganzer Ausdehnung vom Menschen in Beschlag genommen wurde. Denn nur in dieser Zeit der frühen Besiedelung können u. a. die S. 29 erwähnten 4 bis 5 cm starken Sinterplatten aus den hinteren Räumen vom Menschen in die Haupthöhle gebracht worden sein. Es muß also eine Zeit der ungehemmten Zirkulation für Mensch und Tier gegeben haben. Dieser Zeitpunkt dürfte zwar weit zurückliegen, die tektonischen Störungen in der Nachbarschaft legen jedoch den Gedanken nahe, daß auch unsere Höhle nicht unberührt davon blieb, daß sie vielmehr ihre letzte Ausgestaltung und damit die Eignung zur Wohnhöhle erst bei diesen Anlässen erhielt, die sich in jungdiluvialer Zeit abgespielt haben müssen.

### Die Schichten.

Mächtige Sandeinlagerungen, durchschnittlich von 3 Meter Höhe, waren in allen Teilen der Höhle vorhanden. Sie ließen sich unschwer in drei Schichten gliedern, die sich meist ziemlich deutlich in der Färbung unterschieden, wenigstens in den vorderen Räumen, der Haupthöhle, den Nebengrotten und der Südkammer. In den hinteren, den „Neuen Räumen“ („neu“, weil erst von 1924 an erschlossen), waren zwar die beiden unteren Schichten mehr oder weniger deutlich auseinanderzuhalten, aber die dritte obere Schicht fehlte entweder ganz oder war fast bis zur Unkenntlichkeit mit der zweiten Schicht vereinigt.

Das Liegende bildete teils der anstehende Dolomiffels, z. B. in den vorderen Nebengrotten. In der Haupthöhle und den „Neuen Räumen“ war es ein weißgelblicher Sand, Dolomitasche, Rückstand zerfallenen und ausgelaugten Dolomits, der sich beinahe eben durch die ganze Höhle bis in die hintersten Winkel zog. Wir hoben

selbstverständlich an den verschiedensten Stellen Gräben darin aus; aber schon in geringen Tiefen ging er in festes Gesteinsmaterial und in größeren Tiefen in den anstehenden Fels über. Nur an zwei Stellen der Haupthöhle war das anders. Im südöstlichen Eck, bis wohin von den Nebengrotten her anstehender Fels das Liegende bildete, senkte sich der Fels in die Tiefe (s. Tafel II a bei I) und wir konnten ihn bis in 5,70 m unter Null auch nicht wieder erreichen. Ebenso war es im entgegengesetzten, nordwestlichen Eck bei der Stelle „der alte Zugang“ des Grundrisses (Tafel 8). Hier öffnete sich in etwa 5,40 m unter Null ein seitlicher Abzugsschacht, in den man sich bis auf halbe Körperlänge hinablassen konnte, der auch noch viel weiter abwärts führen wird, aber nicht zugänglich ist. Das Liegende zeigt also hier einen hochsteigenden



Figur 1.

Rücken in der Mitte und beiderseits tief abfallende Schachte. Sie unterscheiden sich aber insofern grundsätzlich, als im südöstlichen Eck von 3,24 bis 5,70 m unter Null nur die weiß-gelbliche Dolomitasche ohne irgendwelche Einschlüsse angetroffen wurde, während im nordwestlichen Eck die Kulturschicht sich bis in den Schacht hinein zog und

Reste großer Tiere, Rhinoceros, den zertrümmerten Schädel einer Bisonkuh und werkzeugartige Knochen aufwies. In diesem Winkel hat also abfließendes Wasser Teile der Kulturschicht mitgenommen.

Die weißgelbliche Dolomitasche des Liegenden führte in der ganzen Höhle nur da, wo sie in nächster Berührung mit Schicht I stand, einige Knochenfragmente, war aber sonst ganz leer. Sie wurde daher nur an einigen Stellen, wie schon erwähnt, probeweise angegraben; sonst beendeten wir die Grabung überall, wo wir sie erreichten.

### Schicht I.

Schicht I. Von 315 und 300 cm bis 170 cm unter Nullmeter. Unmittelbar auf dem Liegenden hatte die Besiedlung der Höhle durch den Menschen eingeseßt. Er muß also die Höhle in ganz sauberen, wohnlichen Verhältnissen angetroffen haben. Das gilt für die Höhle in ihrer gesamten Ausdehnung. Schicht I hatte eine sehr dunkle Färbung, so daß sie sich allenthalben fast schwarz und leicht kenntlich von dem weißlichen Liegenden abhob. Nach oben hellte sie sich überall auf, war aber doch meist deutlich von Schicht II zu unterscheiden. Doch gab es auch Stellen, wo es Mühe machte, beide auseinanderzuhalten. Sie war, ebenso wie die überlagernde Schicht, nicht überall gleich stark; im Durchschnitt hatte sie beiläufig 1,45 m Tiefe. Die Zusammensetzung war nicht ganz gleichmäßig, manchmal machte sie infolge verwester Tierkadaver, die aber nie von zusammenhängenden Skeletten begleitet waren, geradézu den Eindruck einer Dungstätte.

Schicht I war die eigentliche Kulturschicht, obwohl auch Schicht II ähnlichen Charakter hatte. Nicht nur bearbeitete Feuersteine und benützte

Knochen führte sie, die beiden großen Feuerherde, alle Schädelseßungen, von denen noch die Rede sein wird, gehörten ihr ausschließlich an. Steine jeder Größe waren reichlich eingestreut. Zahlreich entnommene Proben und aufmerksame Beobachtung auch durch die zahlreichen Besucher ließen alle Steine als rundlich verwittert erkennen, wenn auch mitunter einige scharfkantige vorkamen, deren Entstehung Franz Mühlhofer erklärlich macht. In der Haupthöhle sowohl wie in der Südkammer führte Schicht I außerordentlich viele Knochentrümmer, Splitter, aber selten ganze Extremitätenknochen. Nur an gewissen Stellen häuften sie sich besonders in Verbindung mit den Schädelseßungen. In beiden genannten Räumen fanden sich außerhalb der Schädelseßungen sehr selten Höhlenbärenschädel und dann nur in Trümmern, fern von den Wänden und Nischen. Höhlenbärenunterkiefer waren dagegen häufig und zuweilen tauchte auch ein Löwenunterkiefer auf. Ein sehr großer Teil der Knochenfragmente war morsch und zum Splintern in längliche Spreißeln geneigt, wie es beim Mazerieren von Tierknochen eintritt, die übermäßig lange im Wasser gelegen haben. Dies kann als ein Beweis dafür gelten, daß der Höhleninhalt zeitweise unter Wasser stand, wenngleich auch die Frostwirkung in Betracht zu ziehen ist. Denn im Lauf der Jahrtausende kann der Fall nicht selten gewesen sein, daß der gesamte Inhalt während des Winters zu einer kompakten Masse zusammengefroren war.

Die Verteilung der Funde war durchaus regellos innerhalb der Schicht; es gab zwar Plätze, die etwas ergiebiger waren als andere, z. B. das Nordwesteck der Haupthöhle, wo ein Verschwenmen der Schichten nach unten möglich war. Im ganzen genommen aber war die Schicht arm und die Funde hielten sich an keinen besonderen Horizont innerhalb der Schicht.

Im August des Jahres 1924 fand eine Tagung des Verbandes der deutschen und österreichischen Höhlenforscher in Nürnberg statt, die erfreulicher Weise einen gemeinsamen Besuch der Petershöhle ins Programm einschloß. Damals war die Haupthöhle ganz und die Südkammer von oben bis zur Schicht I ausgeräumt, in der sich Spuren eines großen Feuerherdes erkennen ließen; außerdem war eben die Entdeckung gemacht worden, daß sich südlich der Südkammer neue große Höhlenräume ausdehnten, bis obenauf mit Sand gefüllt. Der I. Vorsitzende des Verbandes, Oberstleutnant Franz Mühlhofer-Wiener Neustadt, wurde von der Oertlichkeit und der Grabung so sehr angeregt, daß er sofort die Weiterreise unterbrach und eine Woche lang in angestrebter Weise sich an den Aufdeckungsarbeiten beteiligte. Ueber seine Beobachtungen hat Mühlhofer in den Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung berichtet, wodurch unsere eigenen Wahrnehmungen in erwünschter Weise ergänzt werden<sup>3)</sup>.

Mühlhofers Betrachtungen gehen vom Studium der Speleostratigraphie aus und beruhen auf Teilbeobachtungen, da seine Teilnahme an der Grabung nur eine Woche währte. Umso erfreulicher ist es, daß er ebenso wie ich (S. 147 in meiner Abhandlung von 1923) dazu gelangt, die Entstehung der Schicht I in eine Zwischeneiszeit zu setzen, welche nach Lage der Sache nur die letzte gewesen sein kann.

<sup>3)</sup> Mittlgn. ü. Höhlen- u. Karstforschung J. 8. 1924 S. 33.

## Schicht II.

Schicht II, von 45 bis 170 cm unter Nullmeter, bestand aus gelbbraunem Lehmsand, der nur in ganz geringem Grad mit Kohlenpartikeln durchsetzt war. Er war leicht bearbeitbar, trockener als Schicht I, mit Ausnahme der Partien, die durch Sickerwasser zusammengesintert waren. Die Schicht lag im allgemeinen ziemlich ebenmäßig, aber doch in verschiedener Mächtigkeit, die von 60 bis 125 cm wechselte. In der Haupthöhle, z. T. noch in der oberen Schicht III, lagen große, von der Decke abgestürzte Felsblöcke, deren Beseitigung durch Zerklopfen geschehen mußte. Sprengen schien mir wegen der Gefahr des Nachsturzes von Deckensteinen zu gefährlich. Die durch das Zerklopfen entstehenden Steintrümmerfelder, das Aufwühlen der Umgebung der Felsblöcke machten an solchen Stellen ein genaues Auseinanderhalten der Schichten unmöglich. Von der Mitte der Haupthöhle nach rückwärts waren Schichtenunterschiede überhaupt nicht mehr wahrnehmbar. Die geringen Farbverschiedenheiten wechselten und es konnte nur mehr nach dem Abhub, von oben bis unten sechsmalig, geschieden werden.

Der größte Teil der zahlreichen dolomitischen Gesteine war auch hier rundlich verwittert, doch mehrten sich nach oben die scharfkantigen Steine. Ortsfremde Gesteine, Reste der Albüberdeckung, kamen auch hier nicht vor. Dagegen zeigte sich nicht selten Manganmulmerz und ockeriger Brauneisenstein, zu Klumpen verfestigt. Dies war besonders der Fall unterhalb einer kleinen Feuerstelle inmitten der Haupthöhle.

In der vorderen Hälfte der Haupthöhle ging eine verfestigte, schwarze Bodenfärbung 130 cm unter Null horizontal quer durch die Schicht von der West- zur Ostwand. Von der darüber liegenden Erde hob sie sich scharf ab, nach unten aber war sie verschwommen und verwaschen. Sie bestand aus einem feinverteilten Kohlenbelag, wie ein Boden, der durch häufiges Betreten festgestampft worden war. Sowohl an der West- wie spärlicher auch an der Ostwand traten kleine Kohlennester auf, die mehrere Zentimeter hoch, aber nicht mit Steinen durchsetzt waren. In und unter dieser Bodenfärbung fand sich nichts als zwei Knochengeräte, von denen eines einem gut bearbeiteten Pfriem oder Dolch gleicht, der aber sehr viel jünger sein muß als die übrigen Knochengeräte der Höhle.

Er gleicht den guten Knochensachen der Fränkischen Schweiz, ist aber, wie diese zumeist, zeitlich nicht zu bestimmen. Das andere Stück ist das Griffelbein eines Pferdes, wie solche im Neolithikum als Dolche häufig sind.

Schicht II enthielt in ihrer ganzen Ausdehnung keine direkten Hinweise auf den Menschen, keinen Feuerherd, keine Schädelsetzung; auffallenderweise unterschied sie sich aber in der Knochenführung nicht sonderlich von Schicht I, sowohl was Knochen mit Benützungsspuren, als Knochensplitter und die spärlichen ganzen Knochen anbelangt. Auch die sogenannten „Knöpfe“ und Flintgeräte waren fast ebenso zahlreich oder ebenso selten wie in Schicht I. Die Fauna war fast ausschließlich vom Höhlenbären, in geringerem Maße auch vom Höhlenlöwen bestritten. Seltener waren Edelhirsch (unten), Wolf, Bison und das Ren (gegen oben) vertreten. In den „neuen Räumen“ waren die Verhältnisse ganz gleich, nur waren ganze Knochen und zertrümmerte Schädel häufiger und die Färbung mehr der Oberflächenschicht III genähert.

In der Haupthöhle machten sich im Schichtenaufbau an vielen Stellen Unregelmäßigkeiten bemerkbar. In den Grabungsprotokollen kehrt vielfach die Wahrnehmung wieder, daß im oberen Teil der Schicht I und in Schicht II das nesterartige, einmal auch flußbettartige Aussehen der Einlagerungen auffiel. Das nesterartige Aussehen erinnerte an Strudelwirkung in einem Flußbett. In der Südkammer und den neuen Räumen fand sich davon keine Spur, und so kam ich schon auf die Vermutung, daß ich in die Schicht Dinge hineingesehen hätte, die gar nicht da waren. Als ich aber nach Durchgrabung der ganzen Höhle auch das „Kontrollprofil“ abhob, wofür S. 42 der Grund angegeben wird, stieß ich wieder auf die nesterartigen Umlagerungen, die auf Strudelvorgänge hinwiesen: die Knochensplitter lagen wie in einem Kreis gedreht. Da ich dann etwas später auch noch auf den in die Tiefe führenden Abzugsschacht stieß, der Wasser und Schlamm in die Tiefe geleitet hat, darf die Richtigkeit der Beobachtung als erwiesen gelten. Es sind sicherlich größere Schlamm- und Wassermassen abgeflossen, die bei ihrem langsamen Abzug die Umlagerungen bewirkt hatten. Dadurch war das Durcheinander hervorgerufen, das manchmal, wie in meinem vorausgegangenen Bericht S. 143 gesagt wurde, bei gleichartigen Funden Höhenunterschiede bis zu 2 Meter bewirkt hatte. Diese zeitweisen Überflutungen sind wahrscheinlich erst spät eingetreten, vielleicht in einer Pluvialzeit, die im Ablauf der Eiszeit oder im beginnenden Alluvium eingesetzt haben mag.

Vor der Höhle, auf dem Vorplatz, hatten wir etwas andere Verhältnisse angetroffen. An der schmalsten Stelle des Höhlentores hatte die Forstbehörde auf unsere Bitte und unsere Kosten vor Beginn der Arbeiten einen Holzverschlag, ein Gatter (s. auf dem Plan „Gatter“ Taf. 8) anbringen lassen, das bequemen Rückhalt für die Vermessungen bot. Fünf Meter vor dem Gatter steigt der Felsboden etwas an, er bildet eine Mulde und eine Barre davor, die auf eine mächtige Spalte in der nordwestlichen Felswand hinführt. Die Felswand dieser Spalte ist teilweise glatt gescheuert, ein Beweis dafür, daß hier vom oberen Berg herab Wasser, Schlamm und Sande oder Geröll den Weg in die Höhle genommen haben. Daher auch die muldenförmige Auswaschung des Felsbodens zwischen dem Gatter und der erwähnten Barre.

Beim Durchgraben der Lehmsandschicht unter dem Steingewirr des Vorplatzes trat eine Erscheinung zu Tage, deren Spuren jetzt fast ganz geschwunden sind. Wir stießen auf einen bis zu 40 cm mächtigen Letten von rötlicher Farbe und gut meßbarer Ausdehnung, der bei seiner Auffindung, namentlich in der Mitte der Anhäufung noch feucht und durchaus knetbar war. Er enthielt weder tierische Reste, noch weniger Artefakte. Seine untere Grenze hob sich nicht horizontal vom Lehm-sand ab, sondern reichte zungenförmig in ihn hinein. An den Verbreiterungs-rändern keilte er aus bis zum völligen Verschwinden. Diese Bildung fehlte im Innern der Höhle, war aber auch in der Nebengrotte in 173 cm Tiefe in geringer Ausdehnung vorhanden; hier war die schwächste Stelle der Einlagerungen, 275 cm unter Nullmeter; sie waren also nur 255 cm stark.

Zur Zeit der Entstehung dieser Einlagerung muß die Höhle schon eingestürzt gewesen sein, sonst hätte sie sich nicht über einen Höhlenteil und zugleich über den Vorplatz verbreiten können. Es war ersichtlich, daß der Letten der Niederschlag eines Höhlenteiches war, der

lange Zeiträume hindurch bestanden hat. Die Rotfärbung des Lettens ist durch Eisenhydroxyd herbeigeführt worden. Das zeigte auch den Weg, auf dem Wasser durch die Nebengrotten in die Haupthöhle gelangt war.

### Schicht III.

Schicht III, die Oberflächenschicht, 45 bis 15 cm unter Nullmeter, war in der Haupthöhle wie übersät mit scharfkantigen, großen und kleinen Dolomitscherben; besonders in den Nebengrotten war der Boden mit diesen Trümmern ganz durchsetzt, weißlich und ganz mit Kalkmilch erfüllt. An der Ostwand der Höhle waren die Gesteinscherben total mit dem anstehenden Gestein versintert und nur schwer von diesem loszutrennen. An der Westseite dagegen war der Boden leicht bearbeitbar, staubig und dumpfig von vermodertem Laub.

Die Einschlüsse waren etwas verändert, Höhlenbär noch vorhanden, aber weniger zahlreich, Haustierreste häufig, auch Wolf und brauner Bär fehlten nicht. Ur und Bison kamen gelegentlich vor. Von Diluvialtieren wurden nur einige Rentierreste angetroffen.

Der jetzige ebene Vorplatz vor der Höhle hat eine Nordostausdehnung von 17 m bis zum Abgrund. Seit Beginn unserer Arbeiten war die Höhle vom Vorplatz durch ein versperrbares Holzgatter abgetrennt (s. o.). In der Entfernung von 5,80 m vor dem Gatter streicht die erwähnte niedere Felsenbarre querüber und bis hierher hat ehemals die Höhle und ihre Schichtenführung gereicht. Von hier bis zum Abgrund war der Raum mit riesigen Felsentrümmern in gleicher Höhe wie die bergige Umgebung, manche 3 bis 4 Meter hoch überdeckt. Zur Entfernung dieses Trümmerberges waren nicht weniger als vier Wochen Sprengarbeiten nötig, die unter der dankenswerten Leitung des Herrn C. E. Schramm jr. - Hersbruck durchgeführt wurden. Zwischen und unter den Steinen lagerte vermodertes Laub und Mulm, darunter kam sandig-verwitterter Dolomit ohne jeden fremden Inhalt und dann der Fels. In 10 bis 12 Meter vom Gatter fanden sich zwischen dem oberen Felsgewirr vorgeschichtliche Scherben, Knochen einer Wildkatze und etwas Kohle. Die Scherben gehören einer halben Tasse der Hallstattstufe A an, weisen also schematisch in die Jahre 1200—1000 v. Chr. Zu jener Zeit muß also dieser Höhlenteil schon eingestürzt gewesen sein und das Bild dem Zustand vor unseren Sprengungen geglichen haben.

Vor dem Gatter war das Felsgewirr weniger mächtig, unter dem vermoderten Laub zeigte sich ein gewaltiger Kohlenhaufen und benachbart mittelalterliche Scherben, die sich auch auf einige Schritte in die Höhle hinein erstreckten.

In den „Neuen Räumen“, die wahrscheinlich in diesen Zeiten auch für Tiere nicht mehr zugänglich waren, fand sich in Schicht III fast nur der Höhlenbär, doch spärlich. Schicht III reichte nicht weit in die „Neuen Räume“ hinein, an vielen Stellen war sie vom Sinter glatt überdeckt, an anderen kaum feststellbar. Diluvialtiere, z. B. das Ren, kamen hier nicht mehr vor.

### Die Schichten in der Südkammer.

Die Südkammer war nahezu in ihrer ganzen Höhe mit Lehmsand angefüllt, aber obenauf stark durchwühlt; wie schon erwähnt, hatte hier vor Beginn unserer Grabungen Dr. Peters nach Bärenknochen gesucht.

Troß der Durchwühlung war aber doch immer nur die gelbe obere Schicht III zu sehen, und so rechnete ich damit, daß die Grabung sich rasch dem Ende nähere. Mit einmal aber tauchte die dunkle Kulturschicht I wieder auf in derselben Tiefe, wie wir sie in der Haupthöhle angetroffen hatten, und nachdem die Erde bis 1,10 m abgehoben war, öffnete sich torähnlich die südliche Felsenwand. Statt des mit aller Sicherheit vorausgesetzten Schlusses der Grabung, blickte man, sobald man den Kopf durch die Oeffnung stecken konnte, in einen gewaltigen neuen Hohlenraum, bis nahezu obenauf mit Erde gefüllt, Arbeitsaussichten auf mehrere Jahre.

Die Funde unterschieden sich kaum von denen der Haupthöhle, die Knochen waren weniger stark zersplittert und unversehrte Extremitätenknochen waren häufiger. Bearbeitete Knochen und einige schlechte Silexgeräte bildeten wie bisher die dürftigen Funde. Die hier sehr dunkel gefärbte Kulturschicht bescherte uns dann den schönen großen Feuerherd, um dessen Bergung sich Franz Mühlhofer erfolgreich bemühte und wovon er auch eine Schilderung gegeben hat (s. Fußnote 3, S. 32).

Während Schicht- und Fundverhältnisse die gleichen blieben, wie sie in der Haupthöhle gewesen waren, stellten sich an der Decke mächtige Sinterbildungen ein (s. Tafel 13 a), die eine Ahnung davon hätten geben können, was in den „Neuen Räumen“ auf uns wartete.

Bei Beginn der Grabung in der Südkammer machte sie einen sehr wenig versprechenden Eindruck. Je höher sie aber aus den Einlagerungen herauswuchs, umso imponierender wurde sie, insbesondere nachdem der Felsen gesprengt war, der Südkammer und Haupthöhle trennte. Als sie ganz ausgeräumt war, erschien sie als ein schöner, runder, hochgewölbter, durchaus trockener Raum, den das Tageslicht nicht mehr erreichte. Eine beinahe feierliche, andächtige Stimmung bemächtigte sich des Eintretenden. „Man hat das Gefühl, in einem Heiligtum zu sein“, sagte mir ein Besucher, und in der Tat war der Raum in seiner mysteriösen Heimlichkeit überaus stimmungsvoll.

### Die „Neuen Räume“.

Von dem Augenblick an, wo wir Einblick in eine neue große Halle hatten, die allorten mit Sanden gleichmäßig gefüllt war, bestand der erklärliche Wunsch, die Ausdehnung kennen zu lernen. Unsere jungen Herren bemühten sich, die Sandwüste zu überqueren und es gelang ihnen auch bis zu einem gewissen Grad. Denn die Sande lagen nicht völlig eben, sondern muldenförmige Vertiefungen ermöglichten ein stellenweises Eindringen, das aber bald an Sinterdecken und den Felswänden ein Ende fand. Sie brachten die Nachricht zurück, daß nach hinten alles versintert sei, daß der Sand sich unter Sinterdecken hinziehe, Stalaktiten, Stalagmiten überall, hie und da ein Wasserbecken im Sinter.

Nun ging es an die Abgrabung, zunächst in der Voraussetzung, daß die bisherigen Schichtenfolgen sich fortsetzten. Das traf auch fürs Erste zu. Bald aber verlor sich Schicht III und war von Schicht II nicht mehr zu trennen. Im weiteren Verlauf traten Sinterdecken an ihre Stelle, unter denen sich die Sande fortsetzten. Schicht II und I verliefen in der bisherigen Mächtigkeit und ließen sich auch der Färbung nach einigermaßen unterscheiden. Schicht I aber konnte mit Bestimmtheit nicht mehr in

zwei Hälften getrennt werden. Wir hoben schichtenweise ab und alles wurde sorgfältig durchsucht.

Gleich hinter dem Torpfeiler links zwischen der Südkammer und dem „Neuen Raum“ lag der schöne Hyänenschädel ganz isoliert frei auf dem Liegenden.

Sonst waren die Fundverhältnisse denen der Haupthöhle gleich, nur mit dem Unterschied, daß Extremitätenknochen in allen Teilen der Schichten zahlreich und auch zertrümmerte nicht selten waren. An zweifellosen Knochenwerkzeugen waren die „Neuen Räume“ viel ergiebiger, Feuersteingeräte jedoch noch seltener als in der Haupthöhle. Besonders ergiebig an Knochenwerkzeugen und reich an anderer als Höhlenbärenfauna, namentlich an Hirsch und Wolf, war das Nord-Westeck (Tafel 16b), wo Schicht I sich unter den Felsen hinzog und verlor.

Ortsfremde Gesteine, Reste der Albüberdeckung fanden sich auch hier nirgends. Dagegen waren an einzelnen Stellen rötliche Phosphatperlen und -knäuel bis zu Faustgröße häufig, oft auch die Knochen mit ihnen bedeckt. Petrefakten kamen nirgends zum Vorschein, das Dolomitgestein des Berges ist völlig fossilieer.

Wir arbeiteten zunächst geradlinig weiter nach Süd, etwa 10 Meter weit. Dann fielen die Sande gegen die westliche Felswand zu merklich ab, sodaß wie schließlich nur noch Schicht I in mäßiger Stärke vor uns hatten. Sie zog sich weit nach West unter die hier dem Boden sehr genäherte Felsdecke zurück, unter der sie nicht weiter verfolgt werden konnte, weil nicht mehr beizukommen war.

Bis zu 14 Meter vom inneren Tor der Südkammer lagen die Sande offen, ungedeckt vom Sinter. Dann tauchten sie, an Höhe sich gleichbleibend, unter die dem Sand direkt aufliegende Sinterdecke, über der sich Hohlräume mit Tropfsteingebilden öffneten. Darüber bauten sich abermals andere auf (Tafel 17 b).

Aber auch, wenn wir den Weg nach der Südkammer zurückblickten, den wir durchgraben hatten, wölbten sich die Tropfsteinmassen hoch hinauf, nur daß die Sande sie nicht mehr erreicht hatten (Tafel 17 a).

Bei 18 Meter von der Südkammer waren in einer mehrere Meter langen Nische in der Westwand ungewöhnlich viele Höhlenbärenknochen an der Wand angesintert, die kaum entfernt werden konnten, ohne alles zu zerstören. Die Aufnahmen Tafel 22 b geben nur ein sehr unvollkommenes Bild dieses Befundes, denn es ist nicht erkennbar, daß es durchaus nur ein Knochenaufbau war, der sich felsenhart dem Gestein angliederte. Auf der Abbildung scheint alles nur Sinterbildung zu sein. Den Knochen waren Höhlenbärenschädel beigemischt und viele Knochengerate der auf Tafel 29, 8 – 12 abgebildeten Art <sup>4)</sup>.

Noch ein paar Meter weiter deckten wir mitten im Bauen eine Gruppe von nicht weniger als 10 Schädeln auf, Tafel 22 b. Dahinter hatten wir das Südende des Raumes erreicht. In seinem Südosteck,

---

<sup>4)</sup> Von diesen großen Massen konnte nicht viel mitgenommen werden, sie ließen sich nicht herausnehmen, ohne alles zu zertrümmern, da sie ganz und gar eingesintert und wie ineinander verbacken waren. Sie bildeten in ihrer Massenhaftigkeit lange Zeit eine besondere Anziehung für die Besucher. Jetzt (1931) ist alles vollständig verschwunden, da die zahlreichen ungebetenen Sonntagsgäste, die immer wieder durch Zertrümmern der Verschlüsse sich Einlaß verschafften, nicht eher zufrieden waren, bis alles heruntergeschlagen und zertrümmert war.

unter dem Felsen verstaüt, fanden sich abermals riesige Knochenmengen mit Schädeln vermischt, aber es war nichts Ganzes herauszubringen.

In diesem hinteren Teil der Höhle arbeiteten wir immer unter den mächtigen Sinterüberwölbungen, von denen die Tafeln einige Abbildungen zeigen, und holten darunter den Sand hervor. An der linken, der Ostseite, hatten wir die Felswand noch nicht erreicht, sondern die Sande als feste Mauern stehen lassen. Es galt nun, auch hier vorzudringen, um zu sehen, ob sich nicht weitere Verzweigungen der Höhle öffnen würden.

Wir begannen also wieder vorn bei der Südkammer und legten einen Raum frei. Das Liegende in diesem Raum war 50 bis 60 cm höher als das in der Haupthöhle, die Sande waren außerordentlich stark zu einem Konglomerat versintert, das schwer zu bearbeiten war. Der Raum enthielt viele als Werkzeuge anzusprechende Knochen und in allen Wandlöchern, bzw. Nischen verstaute Schädel, oft drei übereinander, ohne daß sich genauere Feststellungen in der breccienartigen Masse hätten machen lassen.

Neben dieser Kammer setzten sich breccienartige Sandmassen und Sande unter dem obenaufliegenden Sinter fort. Es bestand die Gefahr, daß die Sinterdecke abbrechen könnte, wenn wir den Sand darunter fortnahmen, und gerade hier war die Sinterüberlagerung überaus wuchtig. Ich ließ also einen bergmännischen Stollen in den Sand gegen die Ostwand treiben, um nach einer etwaigen Fortsetzung des Raumes weiter zu suchen. Wir erreichten die Ostwand ohne einen Durchbruch zu finden, zum Glück ohne Unfall. Aber kaum waren wir fertig, als mit ungeheuerem Krachen der ganze Stollen zusammenbrach.

Im Großen und Ganzen war nun die neue Halle freigelegt. Nur unmittelbar neben der Südkammer in dem vorhin erwähnten Raum war noch ein ganz schmaler Schließ in der Felswand mit Sandausfüllung. So viel sich erkennen ließ, war der Sand hier von irgendwelchen Einschlüssen vollkommen frei; es konnte also nicht viel Zweck haben weiter vorzudringen. Aber vielleicht erreichten wir hier endlich das Einzugsgebiet der unendlichen Sande. Wir zwängten uns also durch den Spalt hindurch, aber es kostete eine Woche Zeit. Der Sand war ohne Schichtung und fast durchaus leer an Knochen und Funden. Je weiter wir in dem Schließ vorwärts kamen, desto mehr Sandmassen drängten nach. Aber schließlich hatten wir uns doch einen neuen Raum erkämpft. Das Liegende war einen Meter höher als in der Haupthöhle und stieg noch etwas aufwärts. Troß der Sterilität des Sandes kam aber gegen den Boden zu die dunkler gefärbte Kulturschicht wieder zum Vorschein und ergab auch Funde, sogar „Knöpfe“ und Werkzeugknochen. Allerdings war die Schicht merklich heller als in den anderen Räumen, sie entsprach etwa der Schicht II.

Nun stand uns aber noch eine Ueberraschung speläologischer Art bevor. Der Raum war, wie gesagt, bis zur Decke mit Sanden vollgepreßt, die aus flachgewölbtem, nicht sehr starkem Sinter bestand. Wir untersuchten die Decke an einer ungefährlichen Stelle. Und siehe da, sie ließ sich durchstoßen.

Als wir den Kopf durch das Loch steckten und hineinleuchteten, sahen wir Hohlräume mit Tropfsteinen gefüllt (Fig. 2). Wir stiegen in

den niederen Raum, den II. Stock hinauf, die ansteigende Sinterdecke hinan, auf dem Bauch durch ein Wasserbecken hindurch, das wunderbare

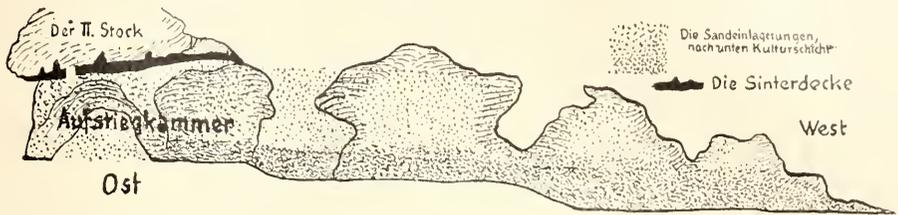


Fig. 2.

Querprofil durch die Neuen Räume.

Sintermuscheln bildete. Schließlich landet man nach einigen Metern Aufstieg in einer Halle, einem hohen gewölbtem Raum mit zahlreichen Grotten, Nischen, Schließen; Schloten führen auch nach abwärts. Der Boden ist Fels, nicht Sinter. Die Höhendifferenz zwischen dem Liegenden der Haupthöhle und diesem Boden mag 8 bis 10 Meter betragen.

In der Halle liegen riesige Felsblöcke, abgestürzt von oben und von den Seiten, sie haben Sinterdecken durchschlagen und Tropfsteine umgeworfen, aber über den Trümmern sind neue gewachsen. Ein großes Stück versinterter Decke liegt hochkant durch die Mitte. Ringsherum sind Schächte nach abwärts, Grotten, Nischen, die wieder gekammert sind; nach oben Tropfsteingebilde aller Art. Man hat das Gefühl sich in verschiedenen Etagen zu befinden, die nach unten in Verbindung stehen. Funde irgendwelcher Art konnten in diesen Räumen des II. Stockes nicht gemacht werden; wenn überhaupt je vom Menschen betreten, so muß das viele Tausend Jahre her sein, aber Anzeichen dafür fanden sich nicht.

Währenddem war das Wegräumen der Sande in der Aufstiegskammer fortgesetzt worden, die Massen wollten kein Ende nehmen. Die Sande mußten von oben gekommen sein und ich war immer der Meinung, ihr Einzugsgebiet müßte uns erreichbar und nicht mehr fern sein. In der Tat zog sich im hintersten Südosteck der Aufstiegskammer eine Felsenspalte (Tafel 18 a) aufwärts, die nicht von der Sinterdecke, welche den ganzen Raum nach oben abschloß, überzogen war. Sie war mit Felsenschutt und Sanden gefüllt und es gelang, sie auszuräumen und zu säubern. Wir krochen auch da hinauf, es war zwar kein angenehmer Weg, aber es ging doch etwas besser als bei dem erst entdeckten Aufstiegloch. Man landete jetzt wenigstens gleich direkt in der oberen Halle.

Es gelang, von hier aus einige Aufnahmen zu machen; der Blick nach Südost (Tafel 19 b) endete in einer Nische, die mit Steinen, Geröll und Sanden halbgefüllt war, aber keine Möglichkeit des weiteren Vordringens bot. Ähnlich ist der Blick nach der entgegengesetzten Seite, dem Südwesteck (Tafel 19 a), aus dem wahrscheinlich die Sandmassen hervorgequollen waren, die ihren Abzug durch den Schacht genommen hatten, aus dem wir zuletzt heraufgestiegen waren (Tafel 18 a).

Von weiteren Grabungen konnte hier keine Rede mehr sein, die Untersuchungen hatten ihr natürliches Ende gefunden. Die Höhle war in allen ihren Teilen vollständig entleert.

## Die Herkunft der Sandeinlagerungen.

Die Entstehung und Herkunft der sandigen Einlagerungen in allen Höhlenräumen bildeten immer und immer wieder den Gegenstand zahlreicher Besprechungen in den Sitzungen der Naturhistorischen Gesellschaft, ihrer geologischen, höhlenkundlichen und anthropologischen Sektionen, ohne daß ein abschließendes Urteil herbeigeführt werden konnte. Das ist ein Thema, das auch den alten Esper bei seiner Gailenreuther Höhle schon ausgiebig beschäftigt hatte.

Den Bestandteilen nach waren alle Einlagerungen einheitlich von dolomitisch-sandiger Art. In allen Räumen muß Wasser zeitweise an der Schichtenbildung beteiligt gewesen sein. Der Anteil des Wassers war aber keineswegs gleichartig, sondern äußerte sich in jedem Raume anders.

Die Haupthöhle, in die man jetzt unmittelbar vom Vorplatz eintritt, war ursprünglich vor dem Einsturz des Höhlendaches von der jetzt offenen Seite kaum zugänglich; aber einige Spalten im Fels an der Nordwestseite auf dem Vorplatz mit glattgescheuerten Wänden zeigen doch an, daß Wasser und Sand von oben herab einen Weg in die Höhle finden konnten. Ebenso wird der sogenannte „alte Zugang“ im West der Haupthöhle vor seiner Vermurung oft genug Schlamm und Wasser hereinbefördert haben. Hier mußten sie sich stauen, bis das Wasser verdunstet oder der Schlamm durch den bei der letzten Grabung entdeckten Schlund abgeflossen war.

Ueber die anderen Räume konnte sich das Wasser aus der Haupthöhle nicht verbreiten, denn eine hohe Felsenbarre in dem schlauchartigen Verbindungsweg nach der Südkammer versperrte hier den Weg. Diese Barre ging bis 1,40 m über das Liegende herauf und bildete ein absolutes Hindernis für die Verbindung zwischen beiden Räumen. Da sich die Felsendecke an dieser Stelle gleichfalls bis 1,10 m unter Normalnull senkte, so konnte man nur kriechend die Stelle überqueren. Noch bei Ausräumung der Südkammer buckelten sich die Arbeiter über dieses Hindernis hinweg; als aber die neuen Räume mit ihren Erdmassen auftauchten, die alle darüber hinweg nach außen zu schaffen waren, mußte ich ihrem Drängen nachgeben und die Einwilligung zum Sprengen der Barre geben (Tafel 11 b). Dabei zeigte sich, daß sie nicht durchaus aus Fels, sondern zum Teil aus einem granithart versinterten Gesteinskonglomerat bestand.

Die erwähnten nesterartigen Einlagerungen in der Haupthöhle, die auf Strahlungsvorgänge hinwiesen, hatten weder in der Südkammer noch in den „Neuen Räumen“ ihresgleichen. In der Südkammer machten sich Wasserwirkungen überhaupt nicht bemerkbar.

In den „Neuen Räumen“ zeigte sich nur ganz allgemein, daß Wasser in Mengen aus dem zweiten Stock herabgekommen war und die Sande mit gewaltigem Druck in alle Fugen und Rissen des Gesteins gepreßt hatte.

Die Deckengewölbe aller Räume lassen keine Veränderung durch Verwitterung oder Abbröckelung erkennen. In den „Neuen Räumen“ sind sie versintert bis zu völliger Ruhe und in der Haupthöhle scheint es auch so zu sein. Aber es scheint nur so, in Wirklichkeit gehen hier dauernd Veränderungen vor sich. Alljährlich stellte ich bei Beginn der Arbeiten fest, daß in unserer Abwesenheit große, oft zentnerschwere Deckensteine

abgestürzt waren. Dieses Loslösen großer Platten mag seine Ursache in mechanischer Zerklüftung infolge der Kälte haben. Aber nebenher geht in der Haupthöhle eine unausgesezte Veränderung durch die chemische Auflösung des Gesteins. Die jahrelange Beobachtung gestattet mir zu sagen, daß die am Boden und in der Schicht liegenden Gesteine an ihrer Oberfläche zumeist von einer Zone hellen Sandes umgeben sind, daß sie eine erweichte Oberfläche haben, die sich mit dem Fingernagel entfernen läßt, bis der harte Kern des Steines zum Vorschein kommt. Bröselig und mürb fassen sich die Steine meist an und lassen Sand in der Hand zurück. Die großen Steine, welche des Abtransportes halber zerkleinert werden mußten, zeigten deutlich die verschiedene Beschaffenheit des Gesteins. An einer Stelle granitharter Dolomit, bröselte er sich gleich daneben wie Sand. Beim Bohren der Sprenglöcher hatten wir hinreichend Gelegenheit, die Verschiedenheit in der Gesteinszusammensetzung kennen zu lernen.

Die Herkunft der Sandeinlagerungen erklärt sich also wohl so, daß sie in der Haupthöhle zu einem Teil von außen und oben gekommen waren, seitdem der Felseinsturz den Weg dazu gewiesen hatte. Wasserwirkung macht sich z. T. auch an Kohlen- und Holzproben bemerkbar, die nicht alle durch Verbrennen in offenem Feuer verkohlt, d. h. in Kohlenstoff umgewandelt sein können, sondern häufig auch durch sog. Inkohlung entstanden sind, denn die innere Struktur dieser Produkte ist oft noch scharf zu erkennen. Es sind Pflanzenteile, die verhältnismäßig rasch unter Mithilfe von Wasser in ein vor dem Verwesen schützendes, luftabschließendes Sediment eingehüllt wurden. Zum anderen Teil aber sind sie an Ort und Stelle durch Verwitterung entstanden. Dies setzt voraus, daß die Höhle von unten nach oben gewachsen ist, d. h. während die Decke abbröselte und höher wuchs, füllte sich der Boden auf und rückte der Decke nach.

Doch gilt auch hier, was Kyrle S. 87 von der endochtonen Verwitterung sagt, die bei ruhigem und allmählichem Verlauf gewöhnlich nur pulverige Produkte entstehen läßt. Inwieweit der autochthone Höhleninhalt, insbesondere die erdigen und lehmigen Stoffe auf die Höhlenverwitterung zurückgehen, ist bisher noch ein recht strittiges Kapitel<sup>5)</sup> (bei Kyrle nicht gesperrt).

In den „Neuen Räumen“ dürften die Einlagerungen im allgemeinen in ähnlicher Weise zustande gekommen sein, einmal durch Einschwemmungen von oben, zum andern durch Zersekung des Gesteins an Ort und Stelle. Letzteres kann aber nicht in dem gegenwärtigen, vollkommen versinterten Zustand, sondern muß in einem vor der Versinterung liegenden Zeitraum geschehen sein. Bei großen Regengüssen, für die wiederum eine Pluvialzeit der letzten Eis- oder Nacheiszeit angenommen werden darf, mögen vom II. Stock herab große Wassermassen eingedrungen sein, welche die Sande in alle Fugen und Rissen des Felsgesteins preßten. Seit die Versinterung eingesezt hat, vor ungemessener Zeit also, kann sich am Sandinhalt des Inneren nicht mehr viel geändert haben. Dies geht auch daraus hervor, daß sowohl in der Schicht II wie auf dem Sinter Höhlenbärenknochen herumlagen wie vor kurzem erst hingelegt. Wenn die Annahme zutrifft, daß vor der Ver-

<sup>5)</sup> Kyrle, Grundriß der theoretischen Speläologie, Wien 1923.

sinterung der „Neuen Räume“ hier ähnliche Verhältnisse herrschten wie derzeit in der Haupthöhle, dann gibt die Stärke der Oberschicht III in der Haupthöhle den Maßstab dafür, wie lange diese Zeit zurückliegt, denn in diesem Raume hat die Verwitterung seitdem ihren Fortgang genommen. Daraus geht hervor, daß der Eintritt der letzten Eiszeit und die sich anschließende Nacheiszeit die Bedingungen für das Anwachsen der Sandmassen in den Neuen Räumen so gut wie ganz unterbunden haben, weshalb wir dort auch nur Spuren der III. Schicht und gar keine rein eiszeitlichen Tierreste finden konnten.

### Das Kontrollprofil.

Als die Durchgrabung der Höhle vollendet war, stand in der Haupthöhle noch das „Kontrollprofil“, das ich erhalten wissen wollte, um eventuell einer späteren Zeit Gelegenheit zu geben, meine Wahrnehmungen zu prüfen. Von dem ursprünglich geradewandigen Profil war aber bis 1928 nur noch eine Pyramide vorhanden, so sehr hatten Eindringlinge daran herumgewühlt. Es war also vor auszusehen, daß es der völligen Zerstörung anheimfällt, sobald wir die Höhle aufgeben würden. So entschloß ich mich denn nach Beendigung der Grabung das Profil ganz abzuheben, um unter schärfsten Kontrollmaßnahmen meine früheren Wahrnehmungen einer jetzt durch die Erfahrung geschärften Prüfung zu unterziehen.

Es wurde wiederum in sechs Schichten zu je 50 cm abgegraben; nach jedem Abhub eine photographische Aufnahme gemacht und aus dem Inhalt alles mit nach Haus genommen, was nicht Stein oder Sand war, insbesondere auch alle Knochenspreißel. Wieder stieß ich dabei auf einige der nesterartigen Umlagerungen, die auf einen Strudel hinviesen, mit ihren wie in einem Kreis gedrehten Lagen der Knochensplitter, wie sie oben S. 34 beschrieben sind.

Als das Profil entfernt war und das Liegende der Höhle zum Vorschein kam, entdeckte ich zu unterst in Schicht I in den Felsenischen am Boden die schöne Schädelsetzung und konnte sie photographieren (Tafel 23 a, b). Es wäre schade gewesen, wenn dies schöne Objekt den planlosen Wühlereien der großstädtischen Sonntags-„forscher“ zum Opfer gefallen wäre.

### Der alte Eingang.

Nachdem das Profil beseitigt war, galt es noch zu untersuchen, ob der große Verstoß in der Westwand der Haupthöhle, von dem das Kontrollprofil noch einen kleinen Teil verdeckt hatte (die Abbildung a auf Tafel 10 gibt einen Einblick in diesen Verstoß) wirklich der vermutete, ursprüngliche Zugang war, den jene Menschen benützt hatten, um in der Höhle ein- und auszugehen. Unter großen, für die Arbeiter lebensgefährlichen Schwierigkeiten wurden die riesigen, von der Decke gelöst und ineinander verkeilten Platten gesprengt und ihre Reste entfernt.

Nun standen wir vor Mauern versinterten Konglomerats und großen Gesteinsblöcken, die mühsam zerklopft werden mußten. Links und rechts stand der massive Fels an und tatsächlich führte ein Gang hindurch. Wir suchten uns von beiden Seiten aus durchzuarbeiten, innen von der Höhle aus und von der anderen Bergseite her, wo eine alte

Oeffnung mündete (Tafel 10 b), die immer schon die Vermutung be-  
stärkt hatte, daß hier Aus- und Eingang sein mußten.

Es gelang auch schließlich, eine Verbindung zwischen beiden Sei-  
ten wirklich herzustellen, und freudig begrüßten wir den Ersten, der von  
der Westseite her zu uns durch das Loch herniederstieg. Der Höhen-  
unterschied war ungefähr 5 Meter. Diesen zu überwinden und den Gang  
ganz freizulegen war uns unmöglich. Nach tagelangem Bemühen mußten  
wir die Arbeit aufgeben. Ohne ausgiebige Sprengungen oder Bohrun-  
gen in den versinterten Einsturzbrocken hätte der alte Eingang nicht  
wieder hergestellt werden können. Diese Arbeit hätte nur ein im Tunnel-  
bau geübter Ingenieur mit geschulten Arbeitern und den nötigen Hilfs-  
maschinen bewerkstelligen können. Auf Fundbeobachtungen, für welche  
die Umstände günstig zu sein schienen, hätte dabei verzichtet werden  
müssen.

Die Schwierigkeiten zu überwinden, sahen wir uns außerstande,  
und so begnügten wir uns mit der Feststellung, daß die von An-  
fang an gehegte Vermutung, hier den alten Eingang zu haben,  
durchaus richtig war. Wir stellten also die Arbeiten ein, froh und dank-  
bar, daß in den langen Jahren unserer mitunter sehr schwierigen Grab-  
ung nicht der geringste Unfall vorgekommen war.

### Die Grabungstechnik.

Vom ersten Spatenstich bis zum letzten Grabungstag habe ich an  
allen Arbeiten teilgenommen und sie geleitet. Vielfach wurde ich von  
freiwilligen Mitarbeitern und Besuchern unterstützt, die ich nicht alle ein-  
zeln aufzählen kann, sondern denen ich insgesamt den Dank aussprechen  
muß.

Verschiedene Arten der Grabungstechnik wurden durchprobiert.  
Nach dem oberflächlichen Ausräumen der Haupthöhle hatten wir das  
übliche Grabungssystem befolgt, bei dem man auf dem Boden auf  
Säcken kniet, die mit Waldstreu oder trockenem Moos gefüllt sind, einen  
freien ebenen Platz tischartig vor sich legt und nun mit einer Spachtel  
bald von rechts, bald von links die Sande auf die ebene Fläche ver-  
streut. Das ermöglicht ein sehr genaues Durchsuchen.

Da wir aber schon von Anfang an auf monatelange Arbeit rechnen  
mußten, die Beleuchtung Schwierigkeiten machte, die Funde sehr spär-  
lich waren, so daß den freiwilligen Mitarbeitern bald die Lust ausging,  
gaben wir diese Art des Suchens bald auf. Wir gingen zum Sieben  
über, das ich schon einmal vor Jahren am Hohlen Fels probiert hatte.  
Es wurde ein viereckiger Kasten gezimmert, statt des Bodens ein Sieb  
eingesetzt, die Erde kübelweise hineingeschüttet. Wir hatten nun eine  
Schaukel, die wir im Tageslicht vor der Höhle in Betrieb setzten. Die  
Sande aus der Höhle waren zwar nicht feucht, aber doch nicht so trocken,  
daß die Sieblöcher sich nicht fortgesetzt und schon nach kurzer Zeit  
verlagert hätten. An den Funden, meist unwesentliche Knochensplitter,  
setzte sich der Sand fest, bildete würstchenartige Formen, die immer  
dicker wurden und nur mit Hilfe von Wasser beseitigt werden konnten.  
Wasser war aber sehr kostbar in unserer gesamten Umgebung. Von die-  
sem Verfahren kamen wir also ebenso wie ehemals am Hohlen Fels sehr  
bald wieder ab.

Wir schickten uns daher an, wieder zum Suchen auf den Knien zurückzukehren. Unseren rührigen Freund C. F. Schramm-Hersbruck, der uns ebenso wie sein Sohn C. E. Schramm und Keyßner jr. von Hersbruck stets mit Rat und Tat zur Hand waren, erbatte es aber, uns im Zeitalter der Technik auf so vorsintflutliche Art beschäftigt zu sehen. Er konstruierte uns also einen großen Tisch, auf dem sich vor der Höhle nahe dem Abgrund das Suchen abspielen konnte. Bald aber genügte auch das seinem erfinderischen Geist nicht mehr. Er schuf uns eine Plattform in gleicher Höhe mit dem ebenen Boden unmittelbar auf der Erde, mit doppelseitiger Sitzgelegenheit, zum Schuß gegen Sonne und Regen mit einer Zeltplane überdeckt, s. Tafel 14, Abb. a und b. Hierher wurde Schubkarren auf Schubkarren, nach Schichten gesondert transportiert, aus dem Karren auf die Plattform entleert, alles durchsucht, die Spreu vom Weizen gesondert und der Abraum unmittelbar in die Tiefe befördert.

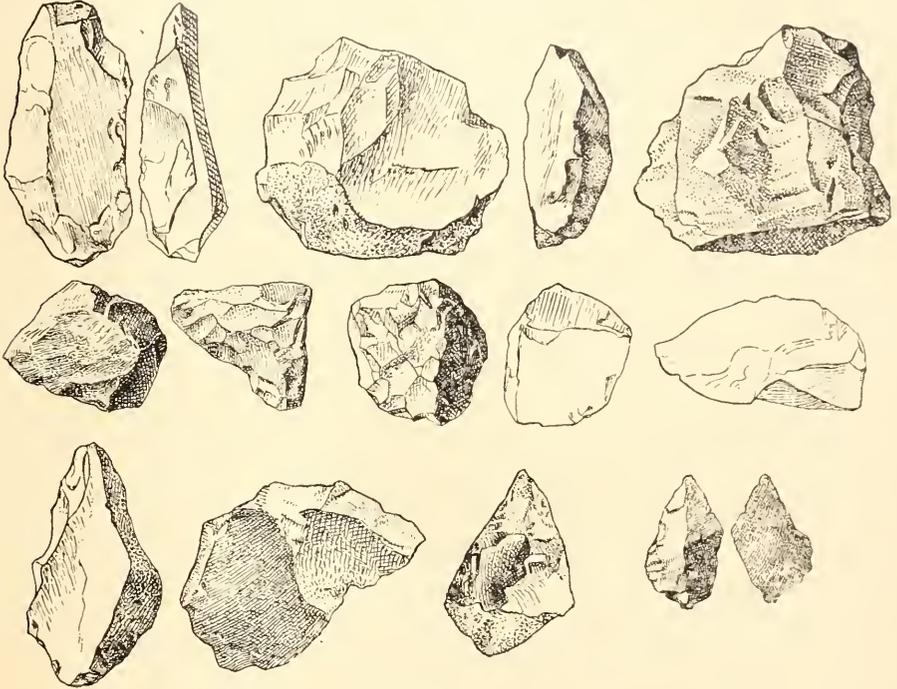
Diese Einrichtung hat sich während der ganzen Dauer der Grabung vortrefflich bewährt. Sie ermöglichte eine genaue Durchsicht der gesamten Erdmassen, und so hat sich Herr C. F. Schramm ein dauerndes Verdienst um die gelungene Durchführung des Unternehmens erworben. Nicht zu unterschätzen ist aber auch, daß die Oertlichkeit und der tiefe Abgrund uns jeder Sorge um die Wegschaffung des Abraumes enthoben. Der lichte Wald unterhalb des Abgrundes nahm den entstehenden Berg von Sanden und Steinen auf, ohne Schaden zu leiden, so daß die Forstbehörde in Neuhaus, voran Herr Oberforstmeister Gottschalk, keinen Anlaß zu Beanstandungen hatte. Es sei hiermit ihm und allen seinen Beamten, Herrn Förster Richter, dem Forstwart Kipfer und nicht zuletzt auch meinen treuen, fleißigen und umsichtigen Waldarbeitern der herzlichste Dank ausgesprochen.

Die Silexwerkzeuge sind im Verhältnis zur Ausdehnung der Höhle und des gewaltigen Zeitraums, in dem sie von der Horde oder den Horden besucht war, sehr wenig zahlreich. In der Haupthöhle mit ihren Nebengrotten fanden sich etwa 27 sicher bearbeitete Stücke und 10 zweifelhafte; in den „Neuen Räumen“ etwa 9. Rohes, formloses Silexmaterial ohne jede Retusche kam in der ganzen Höhle vor, aber auch nur 30 im ganzen, in der Haupthöhle mit den Nebengrotten 19, 11 in den „Neuen Räumen“. Sein Vorhandensein läßt aber immerhin darauf schließen, daß sie der Mensch hereingetragen hat, denn dem anstehenden Dolomit sind sie fremd. Sie bestehen durchweg aus jurassischem Hornstein, der in der Höhle vollständig fehlt, in ihrer Nähe selten ist, in nicht allzugroßer Entfernung aber reichlich vorkommt. Nur ein Stück, ein bläulich-grauer richtiger Feuerstein ohne jede Bearbeitung, kann nordischer Herkunft sein.

Den Formen nach schließen sie sich nicht den westeuropäischen Paläolithypen an, wenngleich einige Stücke darunter sind, welche unverkennbar Moustériencharakter tragen und die Staffelretusche einiger anderer nicht gegen diese Stufe sprechen. Auffallend sind zwei Stücke aus den „Neuen Räumen“, die man nicht als gemuscheit und nicht als retuschiert bezeichnen kann, sondern facettiert nennen muß. Von einheitlicher, gleichgearteter Technik ist keine Rede, meist handelt es sich um eine systemlose, man könnte fast sagen um eine Zufallstechnik. Sie erscheinen als Vorläufer des Moustérien, als Prämoustérien also.

Das reißt sie in die untere Sirgensteiner Stufe ein, welche sich neuerdings als in Deutschland weitverbreitet erweist. Man betrachtet sie als Anfangs- und Vorbereitungsstadium der höheren, eben der Moustérienkultur; ich schließe mich Jul. Andree an, der sie als eine selbständige Kultur von ausgedehnter Verbreitung bezeichnet<sup>6)</sup>, umsomehr, als sie auch, wie man weiterhin sehen wird, über eine ganz eigenartige, umfangreiche Knochenindustrie verfügt.

### Die Steingeräte.



Figur 3.

Moustériencharakter läßt sich auch darin erkennen, daß sich eine unregelmäßige Flächenbearbeitung über die Vorderseite erstreckt, während die Rückseite den flachen glatten Abschlag zeigt und ganz unbeeinträchtigt geblieben ist. Nur wenige Stücke haben eine Randretusche von kurzer Ausdehnung, meist sind es nur ungleichmäßige Gebrauchsretuschen oder zufällige Verletzungen. Vielfach fehlen auch hiervon alle Andeutungen, und man kann zweifeln, ob das Stück überhaupt benützt ist. Es wiederholt sich hier in Stein dieselbe Erscheinung, die bei den Knochengewerten so häufig ist. Und wie bei deren verschiedenen Typen läßt sich auch von den Steingeräten sagen, daß fast jedes Stück einen anderen Arbeitscharakter besitzt.

Die Typen sind zumeist klein, Kernstücke, Nuklei, sind nicht darunter, nur das Rohmaterial weist auch größere Stücke auf. Es sind in der Regel Breitklingen-Absplisse, die von einem Kernstück abgeschlagen

<sup>6)</sup> Jul. Andree, Zur Charakteristik der Sirgensteiner Stufe in Westfalen, Mannus VII. Ergänzungsband 1929 S. 68 Anm. 1.

und gelegentlich leicht überarbeitet sind. Was E. Beninger von der Krapinakultur berichtet, gilt auch hier: „bezüglich der Steinbearbeitung muß man sich im klaren sein, welche Merkmale die Genetik der Stücke klarlegen und welche andererseits nur Belege für Beeinflussungen bilden. Grundlegend ist der Umstand, daß die Haupttypen der Faustkeil-Kultur aus einem Kernstück gearbeitet sind, während die Breitklingen-Kultur von dem Kernstück breite Klingen abschlägt und dann erst bearbeitet. In zweiter Linie bezüglich der Bestimmung der genetischen Zugehörigkeit steht erst die Retusche“<sup>7)</sup>.

Wendet man diese Definition auf unser Material an, dann besteht es aus mehr oder weniger breiten, von Kernstücken abgeschlagenen Klingen, die gelegentlich und einseitig so etwas wie Uebermuschelung, also schwache Anklänge an die Faustkeil-Kultur zeigen. Diese Kultur ist auch Westeuropa nicht fremd. H. Obermaier sagt dazu<sup>8)</sup>: „Aus dem noch unvollständig bekannten Prämoustérien hat sich, wohl im nördlichen Europa, allmählich das Kleinmoustérien entwickelt, und sich von da, sicher in verschiedenaltigen Wellen, über das Nachbargebiet ausgebreitet. In Frankreich findet sich an dem . . . . ., in mehrere Siedlungsplätze zerfallenden Fundort von Le Moustier eine tiefste Siedlungsschicht mit sehr primitiven Moustérien. Mit den Resten von Edelhirsch (nicht Rentier)<sup>9)</sup>, Pferd und Bison lagern archaische Kleintypen (schlechte Klingen, Schaber, Spitzen, Kraßer u. ähnl.) mit rohen Retuschen; Fäustel fehlen.“

Es findet sich also dort eine ähnlich beschriebene Kulturstufe, die als Prämoustérien bezeichnet wird. Andererseits sind unter den Flintgeräten der Petershöhle einige, welche in das französische Moustérien eingereiht werden können. Das erweckt den Anschein, als wäre in unserer Höhle eine Weiterentwicklung vom Prämoustérien zum Moustérien feststellbar, umso mehr als die genannten sich noch dazu in der oberen Hälfte der alten Kulturschicht fanden, also 1 Meter und mehr über dem Niveau der ursprünglichen Besiedlung. Ich scheue mich aber doch etwas darauf zu geben, weil in allen Teilen der Höhle trotz der mitunter ganz klaren Schichtenrennung in den Funden sowohl der unteren, wie der oberen Horizonte jedes Merkmal fehlt, das eine Weiterentwicklung von Älterem zu Jüngerem anzunehmen gestattet. Das ist eine Tatsache, auf welche auch bei den Knochensachen hingewiesen werden muß. Die primitiven Formen kehren über dem vermeintlichen Moustérienhorizont immer wieder und diese Erscheinung geht durch die ganze Höhle. Die hier hausende Horde kannte eben während der ganzen Dauer ihrer Anwesenheit nur ein faustkeillooses Prämoustérien, sie war aber nicht so hermetisch von der Außenwelt getrennt, daß sie nicht gelegentlich auf Jagdzügen oder sonst bei Begegnungen mit anderen Horden Kenntnis von fortgeschrittenen Formen hätte erlangen können. Mit anderen Worten: die Menschen müssen in die Zeit hineingewachsen sein, in der anderwärts das Moustérien schon üblich war.

Mit den Moustériengeräten aus dem Schulerloch besteht nur geringe Ähnlichkeit. Sehr gut stimmen aber unsere Silexgeräte mit

<sup>7)</sup> E. Beninger, Die Stellung Krapinas in der Breitklingen-Kultur, Die Eiszeit IV 1927 S. 86. —

<sup>8)</sup> H. Obermaier, Moustérien in Eberts Reallexikon VIII S. 317 § 3.

<sup>9)</sup> Also wie in der Petershöhle!

denen der Volkringhauser und anderer Höhlen in Westfalen überein, die gleich rohe Formen und eine ebenso rohe Technik haben<sup>10)</sup>.

Bei der allgemeinen Wertung der Silexgeräte muß sich der Blick auch nach dem Osten wenden. Die reichen Funde des Frühaurignaciens in Mähren legen den Gedanken nahe, daß auch unsere Kultur nach Osten orientiert sein könnte. Die dortigen Funde kenne ich nicht aus eigener Anschauung und in der Literatur findet sich darüber nicht allzuviel oder es ist mir entgangen. Das Wenige, was ich davon weiß, scheint unserem Material sehr nahe zu kommen, nur daß dort die Werkzeuge meist größer sind als die unseren. Was Absolon-Czižek<sup>11)</sup> auf ihrer Tafel IV als unteres Aurignacien abbilden, könnte ebenso gut in der Petershöhle gefunden sein. Prof. Absolon zögert daher auch nicht, die Petershöhlenfunde seinem unteren, primitiven Aurignacien zuzuzählen. Ehe ich dieses jedoch nicht selbst gesehen habe, möchte ich mich nicht so positiv aussprechen, zumal mir über die Knochenindustrie, die für unsere Stufe so außerordentlich wichtig ist, so gut wie gar nichts bekannt ist.

Bei Materialien, die in Höhlen abgelagert sind, ist in der Regel die geologische Eingliederung schwierig, weil sich die Einlagerung mit der Umgebung nur schwer in Verbindung bringen läßt. In meiner ersten Besprechung der Petershöhle 1923 habe ich daher die von Schlosser untersuchte benachbarte Finstermühlhöhle vergleichsweise herangezogen. Die Verhältnisse lagen dort ähnlich. Zwar fehlte damals in der Petershöhle, bezw. in der Haupthöhle und den Nebengrotten, die obere feste Sinterdecke der Finstermühlhöhle. Die „Neuen Räume“ haben inzwischen diesem Mangel reichlich abgeholfen. Ich halte daher an der damals aufgestellten Chronologie fest: Schicht III in den vorderen Räumen, in den hinteren nur teilweise vorhanden und zum größeren Teil von mächtigen Sinterbildungen und -decken ersetzt, repräsentieren ein Postglazial und den Uebergang in die Würmeiszeit; die Schicht II gehört ihr an und geht mit Schicht I über in ein Spätinterglazial. Damit stehe ich auch im Einklang mit Mühlhofs Ergebnissen.

Diese chronologische Gliederung erhält durch die Fauna eine starke Stütze, die vielleicht eine noch genauere Einstellung erlaubt. Die untere Sirgensteiner Stufe geht im Sirgenstein und in den westfälischen Höhlen mit echter Eiszeitfauna zusammen, Ursus spel., Rangifer tar., Elephas, Equus häufig, weisen auf vorgeschrittene Eiszeit hin. Die unterste Schicht der Petershöhle setzt dagegen anders zusammen: Hirsch ziemlich zahlreich, Reh, Wolf zahlreich, Rhinoceros nicht selten, Bison neben dem allgegenwärtigen Ursus spel., eine Waldfauna also, zwar kein ausgesprochenes Interglazial, aber doch nicht rein eiszeitlich, sondern die Ausgangsphasen des Riß-Würm-Interglazials anzeigend. Nach Soergels Gliederung des Eiszeitalters würde unsere Schicht I mit ihren Industrien in seine „Riß II - Präwürm - Zwischeneiszeit“ fallen, während Schicht II in den Kälteaufakt „Prä-Würm“ und in die wieder etwas wärmere „Prä“ - Würm - Würm I - Zwischenzeit“ zu setzen wäre. In absoluten Zahlen ausgedrückt, hätte demnach Schicht I zu ihrer Bildung die Jahre 183 000 bis 144 000 gebraucht, denen der Kälterückfall bis

<sup>10)</sup> Jul. Andree, Ein neuer Fund der Sirgensteiner Stufe in Westfalen; Mannus VI. Ergänzungsband Abb. 2 und 3 S. 162/3.

<sup>11)</sup> K. Absolon u. R. Czižek, Die paläolith. Erforschung der Pekárna-Höhle in Mähren, Brünn 1927.

139 000 folgte, um dann wieder etwas höheren Temperaturen Platz zu machen.

Mit diesen Zahlen als mit ganz sicheren Ansätzen zu rechnen, wird man sich aber vorläufig noch hüten müssen. Die Paläolithforschung wenigstens hält den hohen Zahlen Soergels gegenüber noch sehr zurück, obwohl sie von den Geologen als richtig bestätigt werden, da sie auf sicheren Grundlagen errechnet sind. Die vorsichtigen, auf Schätzungen beruhenden Annahmen Schlossers lauteten auf ein Minimum von 74 000 und ein Maximum von 100 000 Jahren. Doch sind für J. Bayer auch diese Zahlen noch viel zu hoch. So lange die Fachgelehrten über die Zeitlänge nicht einig sind, müssen wir notgedrungen im Dunkel tappen.

Die Beobachtungen an den Dolomitsteinen in den beiden Schichten I und II während der Grabung und die vielen Proben, die ich mit nach Hause nahm, lassen nur die eine Tatsache hervortreten, daß sie samt und sonders gerundet sind, kaum jemals kommt ein scharfkantiges Stück vor. Meist ist die Oberfläche durch chemische Einflüsse sandig verwittert.

Wenn auch nicht in so ausgesprochenem Maße trifft dies auch bei den Dolomitsteinen des Liegenden zu, die nach Mühlhofer als riß-eiszeitliche Hinterlassenschaft zu betrachten sind und demgemäß scharfkantig sein sollten. Es ist aber nicht verwunderlich, wenn sie dieselbe Erscheinung rundlicher Verwitterung aufweisen, wie die Steine der darüber liegenden Schichten I und II, denn sie bestehen aus demselben Material und haben alle Schicksale und die etwas höheren Temperaturen der Schwankungen gerade so mitgemacht, wie diese Schichten selbst, sind also in diesen Zeiten auch der rundlichen Verwitterung anheimgefallen.

Einige größere Stücke von unzweifelhaftem Dolomit haben so geglättete Oberflächen, als wären sie durch häufiges Berühren mit weichen Gegenständen beeinflußt worden und das Gleiche ist manchmal an rohen Knochen der Fall. Dabei unterscheiden sie sich aber doch merkbar von den Rutschflächen, die in Höhlen häufig sind und davon herrühren, daß sich Pelztiere, besonders die Höhlenbären, daran gescheuert haben.

An Plätzen mit so dürftigem Silexmaterial kann ich mich des Gedankens nicht erwehren, daß man sich gelegentlich und von Fall zu Fall der umherliegenden scharfen Dolomit- und Kalksteinscherben bedient habe, die man nach Gebrauch fortwarf. Der Beweis für eine solche Annahme ist begreiflicher Weise schwer zu erbringen; aber ein lehmfarbig angereichertes Stück Pseudomutabiliskalk in Handspißensform mit völlig glatter Unterseite, an der verdickten Basis sogar mit dem bei Acheul- und Moustierbeilen häufigen Schrägabschlag macht den Gedanken nicht unwahrscheinlich. Ebenso läßt sich auf ein anderes Stückchen aus Kalksinter in Keilchenform hinweisen, das eine solche Verwendung gefunden haben könnte.

Unter den unbearbeiteten Hornsteinen fallen zwei durch ihre rotbraune Farbe auf, eine Färbung, die der Hornstein niemals im anstehenden Gestein aufweist, eine Anreicherung mit Eisenoxyd, die sie also erst an sekundärer Lagerstätte erfahren haben. Einer davon ist

sehr handlich länglich oval und eines der Schmalenden zeigt sehr deutliche Abnutzungsspuren, denen zufolge er als Schlagstein oft und häufig benützt worden ist. Ein fast kugelig allseitig bearbeiteter Kalkstein muß von weiterher gebracht sein, denn nach K. Fickenscher besteht er nicht aus Dolomit, sondern aus Pseudomutabiliskalk, der viel weiter unten an der Pegniß vorkommt und hierher gebracht worden sein muß.

### Die Feuerstellen.

Feuer ist in der Höhle nicht viel gebrannt worden, immerhin fanden sich zwei große Herde. Schon in den Anfängen der Grabung, 1916, stießen wir in der Mitte der Haupthöhle 2,24 m unter der Oberfläche in der dunklen Kulturschicht I auf Kohlenspurten, die einen Herd vermuten ließen. Sie zogen sich aber in den Teil der Erdanhäufung hinein, der von oben noch nicht abgehoben war, so daß die Aufdeckung der ganzen Fläche nicht möglich war (Tafel 12 b). Sie wurde also säuberlich wieder eingedeckt und konnte erst 1922 untersucht werden, als der Gesamtaushub bis zu dieser Tiefe niedergebracht war. Die Kohlen erwiesen sich dann aber nicht als zu einem Herd gehörig; es hatte an der Stelle nur ein mäßiges Feuer gebrannt, von dem Kohlenreste ohne sonstige Funde zurückgeblieben waren.

Bei der Ausräumung der ersten Nebengrotte im Jahre 1921 wurde auf dem gewachsenen Felsboden zu unterst der schwärzlichen Kulturschicht I ein großer Feuerherd aufgedeckt, eine unregelmäßige Setzung von faust- bis kinderkopfgroßen Steinen im Durchmesser von rund 75 cm und 15 cm Stärke, 206 cm unter der Oberfläche und 235 cm unter der Höhlendecke, unmittelbar auf dem liegenden Fels. Er enthielt beträchtliche Kohlenhaufen, verbrannte und angebrannte Höhlenbärenknochen, besonders Phalangen. Unmittelbar daneben drei Knochen-, „knöpfe“ und in nächster Nähe drei gut bearbeitete Feuersteine. Eine von der Decke abgestürzte flache Steinplatte, etwas größer als die Herdstelle, lag unmittelbar auf dem Herd, muß also noch zur Zeit der Besiedlung abgestürzt sein und hatte ihn dadurch in seinem ursprünglichen Zustand auf uns überliefert. Er wurde ins Luitpoldhaus überführt, die photographische Aufnahme an Ort und Stelle ist aber leider mißlungen, weil das Blißlicht Feuchtigkeit angezogen hatte. Die von Hand nachgebesserte Aufnahme gibt Tafel 12, Abb. a, wieder.

Die von Prof. Dr. W. Gothan-Berlin in dankenswerter Weise unternommene Bestimmung der Kohlenreste ließ auf *Pinus silvestris*, die Kiefer, schließen, doch könnte es sich auch um *Picea excelsa*, die Fichte, handeln. Beide Baumarten beherrschen neben *Fagus silvatica* noch heute die Umgebung der Höhle.

Die erwähnte Kohlenschwärzung im oberen Teil der Einlagerung in der Haupthöhle, im Mittel 130 cm unter dem Nullmeter, verdichtete sich an den Höhlenwänden in Ost und West stellenweise zu kleinen Kohlennestern, etwa 10 bis 12. Die Schwärzung bedeckte im genannten Horizont einen Teil der Oberfläche, als wäre die Kohle durch Herumtrampeln oder aus anderen Ursachen über die Fläche vertreten oder verschwemmt worden. Unmittelbar darunter fand sich ein schön-geglätteter, vielleicht neolithischer oder noch jüngerer Knochenpfriem.

Die Entdeckung eines zweiten Herdes war gerade zu dem Zeitpunkt erfolgt, als die Teilnehmer an der Nürnberger Höhlentagung 1924 die Grabungsstelle mit ihrem Besuch beehrten, wie oben S. 32 gesagt wurde. Oberstleutnant Mühlhofer widmete sich sofort mit der ihm eigenen Energie der völligen Freilegung und dem Herauspräparieren des Herdes. Ich gebe ihm selbst das Wort über seine Beobachtungen.

„Im basalen Teile der Schicht I der Südkammer wurde eine paläolithische Herdstelle aufgedeckt. Seine Ausdehnung ist aus der Planskizze zu entnehmen. Die Herdstelle zeigt uns die Tafel 13 b.

„Der Herd bestand aus verschiedenen großen dolomitischen Steinen, die alle mehr oder weniger kantenrund, teilweise sogar geröllähnlich waren. Die Masse des Horizontes bestand größtenteils aus sandartigem Material mit zahlreich eingelagerten vorwiegend kleineren scharfkantigen und kantengerollten Dolomitgesteinen. Zwischen den Steinen und um die Steinsetzung lagen verkohlte und angebrannte Knochen vom Höhlenbären. Obwohl die ganze Herdoberfläche deutliche Brandspuren zeigte, fanden sich doch nur wenige vegetabilische Brandreste (Holzkohle).

„Die Tafel 13 b soll uns über die Technik der Freilegung der Herdstelle Aufschluß geben, diese Einschaltung die notwendige Orientierung erleichtern. Durch einen, im Prospekt von vorne (Mitte) nach hinten verlaufenden Graben strebten wir zunächst einen vertikalen Aufschluß des südlichen Herdrandes an. Der Vertikalschnitt zeigt im Horizonte der Herdstelle eine schwarze, 5 bis 10 cm mächtige Schicht, die sich auch durch ihre speckige Konsistenz markant vom Ueber- und Unterlagernden abhob. Unmittelbar am Herde war sie am deutlichsten, setzte sich vom Herde aus nach allen Richtungen fort und keilte erst gegen die Höhlenwände aufsteigend aus. Nach ihrer gänzlichen Abdeckung erwies sie sich im allgemeinen horizontal verlaufend und verschnitt dadurch schon an der östlichen (im Prospekt hinteren) Wand mit dem nach dieser Richtung hin steil ansteigenden Liegenden. Um den Herd lagen vier große Steine. Auf der Tafel 12 a ist der nördlichste nicht mehr sichtbar. Der am Grabenende befindliche Stein lag über einem anderen, zwischenhindurch zog sich die erwähnte Schicht. Eine Verschneidung des um den Herd selbst so gut markierten Horizontes mit den Höhlenwänden konnte an keiner Stelle einwandfrei konstatiert werden, dafür aber lag er allseits im Niveau von Wandnischen, die vorwiegend mit Knochen des Höhlenbären ausgefüllt waren. In der südlichen Nische fanden sich zahlreiche Schädelreste. Der Herd wurde in situ zur musealen Auswertung vergipst und gehoben.“

Der sorgfältigen und mühevollen Arbeit Mühlhofers war ein glücklicher Erfolg bescheert; die Naturhistorische Gesellschaft, die sich nun des schönen Stückes erfreut, ist ihm dankbar für seine Umsicht und Ausdauer.

Die beiden, in der untersten Kulturschicht I aufgedeckten Herde waren die einzigen Feuerzeugen, welche die Bewohner der Höhle hinterlassen haben. Der erwähnte obere Horizont mit Kohlenresten in der Haupthöhle gehört einer weit jüngeren Periode an und ist mit den ursprünglichen Besiedlern nicht in Verbindung zu bringen. Die ausgedehnten „Neuen Räume“ ließen an keiner Stelle Anzeichen erkennen, daß irgendwo Feuer gebrannt hätten.

## Die Flora.

Die heutige Flora der nächsten Umgebung der Petershöhle unterscheidet sich in nichts von derjenigen anderer Standplätze auf jurassischen Kalkböden, sie hat auch keine botanischen Besonderheiten aufzuweisen. Der Waldbestand ist aus Kiefern (*Pinus silvestris*), Fichten (*Picea excelsa*) und Buchen (*Fagus sylvatica*) gemischt, stellenweise und vereinzelt treten auch Lärche, Eiche, Linde, Esche auf. In den Rißen und Löchern der Dolomiffelsen wächst zahlreich der gelbe Fingerhut *Digitalis ambigua* Murray, der Schwingel (*Festuca ovina* L.), das weidenblättrige Ochsenauge (*Bupthalmum salicifolium* L.), die Steingänsekresse (*Arabis petraea* Lamarck), die rauhaarige Gänsekresse (*Arabis hirsuta* Scopoli), das ausdauernde Bingelkraut (*Mercurialis perennis* L.), die ästige Gras- oder Zaunlilie (*Anthericus ramosus* L.), die Cypressen-Wolfsmilch (*Tithymalus Cyparissias* Scopoli), der Fichtenspargel (*Monotropa Hipopitys* L.), die Nestwurz (*Neottia Nidus avis* Richard), die Sumpfwurz (*Epipactis rubiginosa* Gaud), die Kreuzblume (*Polygala amarella* Crank), die pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula persicifolia* L.), der Milzfarne (*Asplenium Trichomanes* L.).

## Paläolithische Pflanzenreste.

In den „Mitteilungen über Höhlen- und Karstforschung“ Jhrg. 1925 S. 46 hat Dr. Elise Hofmann-Wien über die bis dahin vorgelegenen Kohlenreste bereits berichtet. Ueber das nach Beendigung der Grabung angefallene Gesamtmaterial läßt sie sich nunmehr wie folgt vernehmen:

„Die mir vorliegenden Proben pflanzlicher Relikte, welche einer Opferstelle der Petershöhle entstammen — der Schädel eines Höhlenbären war ganz von Kohle umgeben — bestehen aus braunen Holzsplittern, sowie einer großen Masse leicht zerreiblicher kleinerer und größerer Kohlenstückchen.

Die Holzsplitter zeigen auch im Mikroskop nur mehr undeutliche Struktur (Tafel 24). An der Hand zahlreicher Präparate dieses Holzes konnte ich feststellen, daß in den Längstracheiden, den Bauelementen des Koniferenholzes, noch die für die Nadelhölzer so charakteristischen Hoflüpfel sichtbar sind, wenn auch durch den Vermorschungsprozeß oft nur spurenweise angedeutet. In den Radialschnitten durch das Holz fanden sich in den Markstrahlen die charakteristischen augenlidförmigen Tüpfel in den parenchymatischen Markstrahlzellen, während die kleinen behöftten Tüpfel der tracheidalen Markstrahlzellen nicht mehr sichtbar waren. Aus der Mikroskopie der Holzsplitter ergibt sich, daß *Pinus silvestris*, die Rottföhre, vorliegt, die ich schon in einem früheren Funde der Petershöhle feststellen konnte<sup>12)</sup>, Tafel 24 Abb. 2. Ein Präparat dieses früheren Materiales zeigt den charakteristischen Markstrahlbau von *Pinus silvestris* mit den großen, augenlidförmigen Poren und den kleinen behöftten Tüpfeln.

Außer diesen Holzsplittern finden sich noch zahlreiche Proben mehr oder weniger zerreiblicher Kohlenreste, die häufig Steinen aufliegen, häufig mit Sand und Erde vermischt sind und sich im Mikroskop ebenfalls als *Pinus silvestris* zu erkennen geben. Sie lassen sich

<sup>12)</sup> Mittlgn. über Höhlen- und Karstforschung, Berlin 1925, Heft 2.

nur schwer aufhellen, was dafür spricht, daß die Kohlenproben Reste einer unvollständigen Verbrennung darstellen. Tafel 24 Abb. 2 zeigt die für *Pinus* charakteristischen großen Lochporen in einem solchen Kohlenpräparat. Es ist ein mikroskopischer Radialschnitt mit quer verlaufendem Markstrahl. Oberhalb der großen Lochporen erscheinen kleine, behöfte Tüpfel, sowie Hoftüpfel der Längstracheiden, wie sie in der Zeichnung Tafel 24 Abb. 1 dargestellt sind. Dieser Kohlenschnitt lag einige Tage in Eau de Javelle, wurde aber von diesem nur stellenweise aufgehellt. Eine solche braune Stelle ist im Photo festgehalten. Außer Eau de Javelle wurde auch noch das viel heftiger wirkende Diaphanol zur Aufhellung der Reste verwendet.

Unter den Kohlenproben fanden sich auch noch Reste einer anderen Konifere. Mikroskopische Querschnitte dieser Kohle ergaben ein überaus fein gewachsenes Holz mit sehr engen Jahresringen. An den radialen Längsschnitten sind noch sehr deutlich die Hoftüpfel der Längstracheiden sichtbar, sowie in diesen auch Spiralverdickungen, welche für *Taxus baccata*, die Eibe, Tafel 24 Abb. 7, charakteristisch sind. Auch die Kohle von *Taxus* setzte der Aufhellung durch chemische Mittel großen Widerstand entgegen. Das erklärt sich ebenfalls durch die plötzliche Verkohlung an einer Opferstelle, wodurch die Gewebelemente stärker in Angriff genommen wurden und daher in ihrer Skulpturierung leiden, gegenüber einem natürlichen, langsam fortschreitenden Inkohlungsprozeß, der die Skulptur in ihren Einzelheiten schont.

Die bisher besprochenen Reste entstammen alle dem umfangreichen Bette der „Opferstelle mit dem Höhlenbärenschild“ und umfassen Kohlen- und Holzreste von *Pinus silvestris*, sowie Kohlenreste von *Taxus baccata*. Die erdigen Verunreinigungen der Proben wurden durch Behandlung mit Salzsäure unter heftigem Aufbrausen zerstört, was auf Kalk deutet. Vielleicht sind unter diesen Kalkstückchen auch Knochenreste.

Die Grabung ergab aus Schicht I der Haupthöhle, aus 235 cm Tiefe, ebenfalls Reste von *Pinus silvestris* (7806<sup>124</sup> untere Schicht des „Kontrollprofils“). Im allgemeinen sind diese, sowie auch die oben erwähnten Reste von *Pinus* in ihrem Gewebebau sehr zerstört. In dieser Probe finden sich auch einige verkalkte Stäbchen dieser Konifere. Sie sind gelblich-weiß bis bräunlich.

Gleichfalls verkalkte Reste der gleichen Konifere entstammen der Schicht II der Haupthöhle. Unter diesen Resten befindet sich ein kleines braunes Holzstückchen. An seinem Querschnitt sind deutlich Jahresringe sichtbar. Die mikroskopische Analyse ergibt ebenfalls ein Koniferenholz mit Harzgängen im Querschnitt. Tafel 24 Abb. 3 ist ein solcher Harzgang inmitten eines Jahresringes photographiert. Es lassen sich in diesem Präparat sogar noch die den Harzgang verkleidenden Epithelzellen beobachten. In den mikroskopischen Radialschnitten zeigen die Markstrahlen parenchymatische Zellen mit kleinen einfachen Tüpfeln, sowie an den Markstrahlrändern tracheidale Zellen mit kleinen, behöften Tüpfeln. Es ist dies der für *Picea excelsa*, Fichte, typische Markstrahlbau. Das Holz weist bereits deutliche Vermorschung auf, denn die Längstracheiden zeigen im Mikroskop spiralförmige Streifung, längs derer die Tracheidenwand zerreißt, was an einigen Stellen im

Holz bereits sichtbar ist. Hier und da finden sich auch Reste von *Picea excelsa* den Pinuskohlen untermischt, doch in sehr geringfügiger Menge und meist sehr stark im Gewebebau zerstört.

Aus Schicht II wurde in 140 cm Tiefe noch ein vorzüglich erhaltenes Holzstück (7806<sup>37</sup> „Kontrollprofil obere Schichten“) gehoben. In der Mitte des Bildes verläuft ein sehr breiter, echter Markstrahl, kenntlich an den vielen schmalen, prismatischen Zellen; links und rechts davon sind die quergeschnittenen Gefäße als Poren sichtbar, welche gleichmäßig über den ganzen Jahresring verstreut erscheinen. Demnach liegt ein zerstreuporiges Holz mit sehr breiten und feinen Markstrahlen vor. Die Erhaltung des Holzes ist so vorzüglich, daß man noch im Längsschnitt in den Gefäßen die Tüpfelstruktur der Gefäßwand an mehreren Stellen sehen kann, ebenso wie die Querwände der Gefäßglieder, Tafel 24 Abb. 4 und 5.

Nach all dem haben wir es mit einem sehr gut erhaltenen Rest von *Fagus sylvatica*, Rotbuche, zu tun.

Uebersichten wir die aus der Petershöhle vorliegenden pflanzlichen Reste, so können wir feststellen, daß am häufigsten Reste von *Pinus silvestris* vertreten sind, welche mit Sand und erdigen Bestandteilen vermischt, das ganze Bett der Schädelsetzung erfüllen. Die Erhaltung ihrer Skulptur ist mehr oder weniger gut, ziemlich deutlich an den Tracheiden der verkalkten Stückchen. *Pinus silvestris* spielt bei der Opferung die größte Rolle im Vergleich zu den anderen dabei vertretenen Hölzern. In bedeutend geringerer Anzahl sind Reste von *Taxus baccata* vorhanden.

*Picea excelsa* findet sich als einzelner Holzrest, sowie in ganz geringfügiger Menge den Resten von *Pinus* untermischt.

Erwähnt sei hier auch der einmalige Fund von *Abies alba*, der Tanne, welche in einem Holzkohlenstückchen vorhanden ist. Der Markstrahl von *Abies alba* baut sich nur aus parenchymatischen Zellen auf, welche kleine einfache Tüpfel zeigen. Im Querschnitt dieser Konifere finden sich keine Harzgänge. In Tafel 24 Abb. 6 sind die kleinen, einfachen Tüpfel im Markstrahlparenchym sichtbar, sowie die regelmäßig verdickten Zellwände, wie dies für *Abies alba* charakteristisch ist. Ein ebensolcher Einzelfund ist *Fagus sylvatica*, die Rotbuche.

Somit stellen die Koniferen den Hauptanteil dieser Höhlenfunde dar, während nur ein einziges Laubholz vertreten ist. Allerdings fand ich in einer einzigen Probe von *Pinus*-Resten untermischt winzige, nicht mehr bestimmbare Splitter von Laubhölzern, welche wahrscheinlich zufällig mit den Koniferenhölzern in die Höhle gebracht wurden.

Da auch heute der baltische Mischwald die Höhle umgibt, wird dies wahrscheinlich auch in paläolithischer Zeit so gewesen sein, da die zur Feuerung verwendeten Hölzer, wie die mikroskopische Analyse lehrt, Elemente dieser Waldform darstellen.

Außer den besprochenen Holzkohlenresten finden sich keine anderen pflanzlichen Relikte in den Proben aus der Petershöhle.“

### Das Knochenmaterial.

Das ungeheuerere Knochenmaterial aus der Petershöhle war nicht in allen Höhlenräumen gleichgerichtet. In der Haupthöhle und ihren bei-

den Nebenräumen fanden sich verhältnismäßig wenig vollständige (unversehrte) Knochen, wenn man die Stellen mit Schädelsetzungen und die Knochenhaufen unberücksichtigt läßt. Die Mehrzahl aller Funde bestand aus Splintern, die meist klein und scharfkantig, vielfach aber auch mehr oder weniger kantenrund waren, eine Erscheinung, die auch häufig an unversehrten fossilen Knochen der Petershöhle wiederkehrt<sup>13)</sup>. Es besteht kein äußerer Anlaß für die Annahme, daß sie sekundär umgelagert waren, sie fanden sich in primärer Lagerung, und so läßt es sich nur dadurch erklären, daß der Rundschliff mancher Knochen durch örtlich begrenzte Bewegungen innerhalb der Schicht an Ort und Stelle entstanden ist, daß die immer feuchten Erdmassen in der Eis- und Nacheiszeit stellenweise zu kompakten Klumpen gefroren waren, die beim Gefrieren und Auftauen ungleichmäßig schleifende Bewegungen innerhalb der Schicht verursachten.

Knochengeräte, die mit bekannten jungpaläolithischen Werkzeugformen vergleichbar oder identisch gewesen wären, wollten sich nirgends zeigen, wenn auch immer wieder der Verdacht aufstieg, daß man es mit Geräten zu tun habe, die zu irgend einer Benützung bestimmt waren. Schließlich aber, ich glaube nach der Grabung von 1926, unterzog ich das gesamte, bis dahin heimgebrachte Material einer eingehenden Durchsicht. Dabei mußte ich feststellen, daß eine große Zahl zertrümmerter Knochen, die gar nicht auf Werkzeugformen, sondern nur auf einfache Zertrümmerung schließen ließen, ganz gleichgestaltig immer wiederkehrten. Das machte mich stußig und ich sammelte sie zu Haufen. Darunter befanden sich manche, die ich seit langem als vom Menschen benützt betrachtet hatte, die aber nicht als zum Inventar des Menschen gehörig anzuerkennen waren, weil sie „kantengerollt“ oder durch sonstige natürliche Einflüsse entstanden sein konnten. Meine Arbeit von 1923 spiegelt noch deutlich den Kampf wider, den ich mit mir selbst ausfechten mußte, ob sie als „gewollte“ Formen oder als natürlich gewordene zu betrachten seien. Dort sind auch die Versuche geschildert, die ich ausführte, um auf experimentellem Weg hinter das Geheimnis dieser sonderbaren, manchmal recht auffälligen Formen zu kommen. In der Mehrzahl aber bestanden die Stücke aus Knochenrümmern, die ich nicht als absichtlich hergestellt zu bezeichnen mir gefraut hätte. Nun, als sie sich lediglich nach dem Gesichtspunkt der Häufigkeit ohne Rücksicht auf natürliche oder absichtliche Zurichtung zusammenfanden, ergab sich ein anderes Bild. Wenn das Stück vom osteologisch gleichen Knochen stammte und dieselbe Form hatte, dann kam es gar nicht so sehr darauf an, daß es glatt, sauber, kantenrund hergerichtet war oder splinterig, rau, abgebrochen, anscheinend ein Zufallsprodukt, sondern die immer wiederkehrende Form wies ihm seinen Platz an in dem Haufen der Gleichgestalteten. Daran ist gar kein Zweifel möglich. So lange jedes Stück für sich als Einzelobjekt betrachtet und von allen Gesichtspunkten aus geprüft wurde, kam man aus den Zweifeln gar nicht heraus. In der Masse, im Haufen, sprachen sie für sich selber. Die weitere und nächst-

<sup>13)</sup> In einer vorläufigen Mitteilung von 1923 habe ich den Prozentsatz der einer Rollung verdächtigen im Verhältnis zu den scharfkantigen in einer Fußnote S. 133<sup>1)</sup> angegeben. Auf 300 Kilo Knochen kamen 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Kilo gerundete oder teilweise gerundete, das sind 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> %. Für die verschiedenen Grabungsstellen war der Prozentsatz aber sehr verschieden; von 11<sup>1</sup>/<sub>2</sub> % wechselte er auf 6 – 3 – 2 bis 0 %. Bei den späteren Grabungen habe ich auf diese Feststellungen verzichtet. In den „Neuen Räumen“ waren alle nicht als Werkzeuge verdächtigen Knochen ohne Rundung.

liegende Frage, zu welchem Zweck sie angefertigt wurden, ob sie längere Zeit als Werkzeuge gedient hatten, oder überhaupt nicht benützt oder nach einmaligem Gebrauch fortgeworfen wurden, ob sie nur einen spielerischen Tätigkeitstrieb anzeigen, das alles tritt ganz in den Hintergrund. Man könnte auch daran denken, daß sie bei der Verteilung der Fleischbeute nach einem bestimmten Modus, der diese Formen bewirkt hätte, entstanden sind. Bei manchen Naturvölkern werden die Mahlzeiten bekanntlich nicht nach dem Zufall den Anteilberechtigten überlassen, sondern Männer, Weiber, Kinder erhalten ihre Anteile in einer sich immer gleichbleibenden Auswahl gereicht. Sehr wahrscheinlich ist diese Annahme für die Petershöhle ja nicht. Denn die Teilung eines Knochens, der noch im Fleisch steckt, ist jedenfalls sehr viel schwieriger, als wenn er vom Fleisch befreit ist, und viele dieser Knochen tragen doch wirkliche Benützungsspuren. Aber man muß auch diese Annahme mit in Rechnung ziehen.

Sobald wir das einzelne Stück herausgreifen, es isoliert betrachten und prüfend hin- und herwenden, treten die Zweifel sogleich wieder in den Vordergrund. Wir sind deshalb auch gar nicht in der Lage und werden es auf lange hinaus nicht sein, bei den ganz primitiven Stücken zu sagen, ob wir es mit Werkzeugen oder mit etwas anderem zu tun haben. Nur das steht fest, daß wir sie zum Inventar dieser Horde rechnen müssen.

Die so oft in der Literatur angeführte Aufspaltung der Röhrenknochen zur Gewinnung des leckeren Markes konnte ich niemals feststellen. Unsere Höhlenmenschen waren Rohfleischesser, was natürlich keinen Verzicht auf das Mark bedeutet. Sie kannten wohl das Feuer, unsere Feuerherde beweisen es, und auch Licht bzw. Feuer müssen sie zur Beleuchtung der Höhlenräume gehabt haben. Wenn aber auch nur ein kleiner Teil der Jagdbeute mit dem Feuer in Berührung gekommen wäre, dann müßten wir in der großen Höhle auf ganz andere und mehr Herde gekommen sein. Nein, sie haben das Fleisch roh verzehrt, wie noch heute oder fast bis zur Gegenwart die Eskimo das Fleisch der Beutetiere roh essen und daher auch ihren Namen haben, der in der Sprache eines Algonkinstammes „Rohfleischesser“ bedeutet. Knud Rasmussen, der während seiner Thulefahrt sich gewöhnt hatte, nach Eskimoart zu leben, sagt: „Während rohes Fleisch sehr wohlschmeckend ist, gewöhnte ich mich nie daran, rohen frisch gefangenen Fisch zu essen.“ Und weiter unten sagt er: „Kein Markknochen durfte gegessen werden.“

Es gibt aber noch andere Beweise für das Rohfleischessen. Fürs erste haben sich in der ganzen Höhle keine angebrannten Knochen gefunden, außer den paar Phalangen in den Feuerherden. Zum zweiten setzt uns die „Hanauer Quarzlampe“ in den Stand bei jedem beliebigen Knochen, ob fossil oder nicht, mit aller Sicherheit zu entscheiden, ob er einem Feuer ausgesetzt war oder nicht. Rohe Knochen büßen merkwürdiger Weise ihren Leim- oder Eiweißgehalt durch Jahrtausende, ja Jahrmillionen nicht ein und leuchten im ultravioletten Licht auf. Nun haben aber alle Versuche ergeben, bei denen ich die Höhlenknochen durch die Lampe laufen ließ, daß sie in bläulich-grünem Licht lumineszieren, also nie ein Feuer gesehen hatten.

Freilich mit einer Einschränkung. Fossilisierte Knochen fluoreszieren nicht. Sind sie vollständig versintert oder verkalkt, also versteinert, dann sind sie endgültig tot. Aber das macht sich auch an anderen Anzeichen bemerkbar, ob die Fossilisierung erreicht ist oder nicht, im Aussehen, im Gewicht. Tatsächlich ist das aber nur bei einem kleinen Prozentsatz der Fall und man sieht es dann den Knochen ohnehin an, daß sie nie eine Bekanntschaft mit Feuer machten. Wir sind also vollkommen berechtigt zu sagen, daß unsere Petershöhlenmenschen das Fleisch roh verzehrten.

Noch eine andere Beobachtung drängt sich an dieser Stelle auf. Es ist befremdlich, daß an den vielen Bärenknochen, deren Fleisch, wie wir annehmen dürfen, gegessen wurde, keine Nagespuren weder vom Menschen- noch von Tierzähnen gefunden wurden. Greifen wir nochmal auf Rasmussen zurück, so erhalten wir Andeutungen, die eine Erklärung ermöglichen. „Man muß peinlich dafür Sorge tragen, daß die Hunde während der Jagdzeit nicht an Rentierknochen nagen. Es würde die Seele des Rentiers schmerzen und man würde keine Rentiere mehr bekommen.“ Diese Beobachtung paßt ganz zu dem Schädel- und Knochenkult, von dem weiter unten zu reden ist; man darf sie unbedenklich auf den Menschen der Petershöhle übertragen, dem aus ähnlicher Geistesverfassung heraus ähnliche Verhaltensmaßregeln gemäß sind.

Noch ein Wahrzeichen altpaläolithischer Kultur fehlt in der Petershöhle vollständig. In der Station von La Quina in der Charente hat Henri Martin in großer Zahl Knochen mit eingehämmerten Tellen gefunden, durch welche die Oberfläche der Knochen bis zu beträchtlicher Tiefe zerstört war, und andere große Rinder- und Renknochen, die über und über mit kreuz und queren tiefen Schnitten übersät waren. Ersteres rührt davon her, daß die Knochen als Ambos gedient haben, auf dem die Feuersteine zurecht gehämmert und retuschiert wurden; das letztere gilt als durch das Ablösen der Sehnen und Flechsen mit Feuersteinen, sowie beim Abziehen des Felles verursacht. Im Schulerloch bei Kelheim hat Frdch. Birkner die gleichen Vorkommnisse festgestellt, in der Petershöhle fand sich nichts dergleichen. La Quina sowohl wie das Schulerloch gehören beide dem Hochmoustérien an, eine Stufe, die in der Petershöhle noch nicht erreicht war. Beide verfügten über ein reiches, schönes Silexmaterial in großen Typen, dem aus unserer Grabung nichts ähnliches an die Seite gesetzt werden kann. Beim Abstreifen der Felle und beim Abtrennen des Fleisches von den Knochen muß dieses Fehlen eines scharfschneidenden Gerätes von den Siedlern recht unangenehm empfunden worden sein, und so mußten sie das Ablösen wohl oder übel mit Knochentrümmern besorgen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß wir unter diesen Umständen ähnliche Spuren nicht auffinden konnten.

Wie schon oben bemerkt, waren die Funde an keinen bestimmten Horizont gebunden. Es kamen sichere Knochenwerkzeuge ganz unten, aber auch in den oberen Schichtteilen vor, und umgekehrt war es bei den rohen Stücken auch nicht anders. Auf eine Entwicklung von schlechter zu besserer Technik läßt die Fundverteilung gar keinen Schluß zu, was auch von den Steingeräten gesagt werden mußte.

Es sei zunächst mit den Knochen begonnen, welche allein und einzeln betrachtet nur als Trümmer, niemals als absichtlich hergestellt

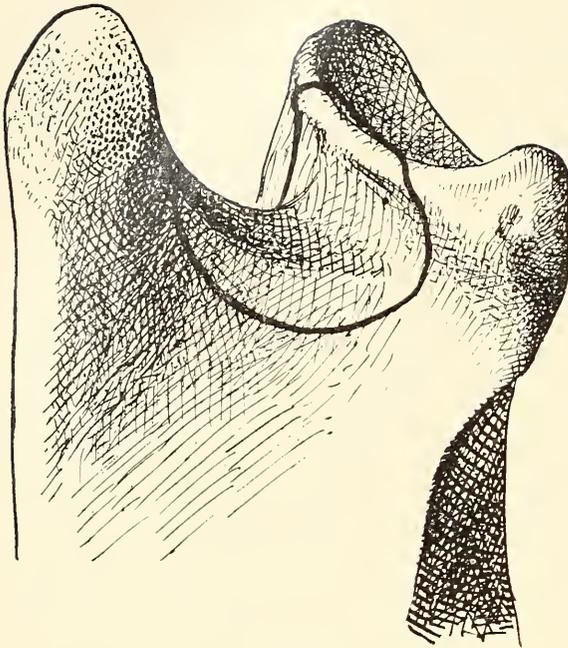
erscheinen würden. Wer die Gegenstände nur oberflächlich betrachtet und sich nur von seinem Gefühl leiten läßt, wird manche Typen ohne Zweifel ganz ablehnen und sie nur als Trümmer und Splitter bezeichnen. Wer aber sorgfältig den Veränderungen nachgeht, welche die Knochenform zu Typen umgestaltet haben, um sie handlich zu machen, wird überraschenderweise bemerken, daß jeder Typus nach einem immer wiederkehrenden Prinzip beeinflusst ist. Das kann die Natur und der Zufall nicht machen.

Die Urgeschichtsforscher schenken dem Knochenmaterial vielfach nur eine geringe Beachtung, wenn es sich nicht um die hochwertigen Kunst-erzeugnisse der jüngeren Paläolithik handelt oder um die plastischen Darstellungen von Menschen- und Tierfiguren. Sie werden deshalb mit einigem Mißbehagen die folgenden Ausführungen über eine rohe Knochenbearbeitung entgegennehmen, die im Begriffe ist, einer ungewohnt frühen Knochenindustrie das Leben zu schenken. Vielfach mögen anderwärts schon ähnliche unvollkommene Geräte angetroffen, aber unbeachtet geblieben sein, weil sie nicht in solchen Massen aufgetreten sind, wie in unserer Höhle. Wenn ich mich nun auch nicht der Hoffnung hingebe, daß das mit einem Schlag anders wird, so kann ich doch die Bitte nicht unterdrücken, daß das in der Sammlung der Naturhistorischen Gesellschaft aufgespeicherte Material von den Interessenten recht fleißig eingesehen und studiert werden möge, damit einmal eine gerechtere Würdigung Platz greifen kann.

Welch eine eigenartige Stellung unter den altpaläolithischen Fundplätzen der Petershöhle zukommt, kennzeichnet am besten die Tatsache, daß sie über 2000 zwar primitive, aber doch als Werkzeuge erkennbare Knochen geliefert hat. Da alle sonstigen Fundplätze des Alt-paläolithikums kaum ein Duzend Stücke ergeben haben, die als absichtlich hergestellt allgemein anerkannt sind, so ist die Bedeutung des hier vorhandenen reichen Formenschatzes nicht zu verkennen.

#### Knochentypus B. (Tafel 26 und Textfigur 4.)

Zu diesem ganz ungewöhnlichen Typus liefern die Schulterblattgelenke des Höhlenbären das Material, und zwar ist der Höcker unterhalb der Gelenkpfanne verwendet. Schon die Auswahl gerade dieses Teiles ist ungewöhnlich, denn es ist nicht etwa die Gelenkpfanne selbst, sondern der nach dem Processus coracoideus führende Höcker oder Hals ausgewählt und in gleichmäßig wiederkehrender Weise herausgeschlagen, was sicher auf ganz bestimmten Absichten beruhen mußte. Die eigentliche Gelenkpfanne, *cavitas glenoidalis*, ist entfernt und nur eine Art Halskrause davon stehen geblieben. Der etwas überkragende Teil der Gelenkpfanne ist abgenommen. Das eigentliche Instrument bildet der schmale Rücken des Höckers oder Halses unterhalb der Gelenkpfanne, der auf einer Seite ein schmales, auf der anderen ein breiteres Stück des Schulterblattkörpers mit umfaßt, was besonders gut an den Abb. 9 ~ 11 hervortritt. An den Knochenrändern ist die kom-



Figur 4.

pakte Knochensubstanz durchweg gerundet, die spongiöse innere aufgebraucht als wäre damit geraspelt worden. So ist ein mit voller Ueberlegung angefertigtes, immer ungleichschenkliges Werkzeug oder Spielzeug entstanden, dessen Bestimmung nicht näher zu deuten ist. Von mechanischer Verwitterung kann keine Rede sein, sie wäre niemals im Stande, so einheitlich zu wirken. Man könnte allenfalls auf die Idee kommen, sie Knochenschaber zu nennen.

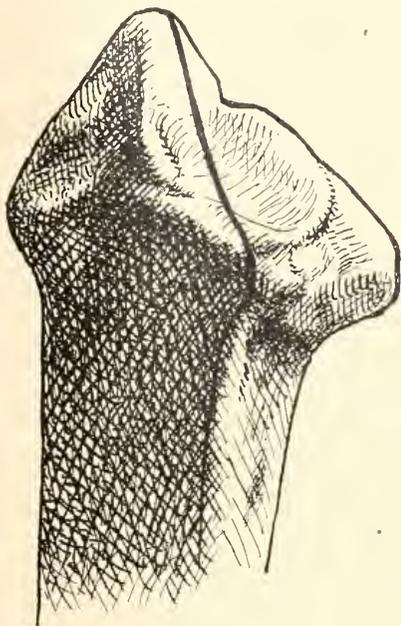
Vorhanden sind 55 Stück vom linken, 54 vom rechten Schulterblatt. Von diesen insgesamt 109 Stücken entfallen 49 auf Schicht I, 55 auf Schicht II,

von 5 Stücken ist die Schicht nicht mehr feststellbar. Mit Ausnahme des Vorplatzes vor der Höhle, der kein Stück geliefert hat, sind sämtliche Höhlenräume beteiligt. Während aber in den „Neuen Räumen“ Schicht I allein 25 Stück, Schicht II ihrer 31 ergab, verteilt sich der Rest auf die vier anderen Räume. Danach scheint es, als wären die „Neuen Räume“ besonders bevorzugt. Es sind mir jedoch in den Jahren vor der eingehenden Durchsicht des Knochenmaterials sicherlich schon viele solcher Stücke in den vorderen Höhlenräumen vorgekommen, ich habe sie aber nicht erkannt und sie als Knochenrümmel dem Abraum zugeführt. Man kann demnach nur sagen, daß sie in beiden Schichten aller Räume vertreten waren. Da dies auch für die nachfolgend zu besprechenden Typen gilt, ist die Annahme einer einheitlich und gleichmäßig über alle Räume sich erstreckenden Verteilung der Funde gerechtfertigt.

#### Knochentypus C. (Tafel 27, Abb. 1–4, und Textfigur 5.)

In sehr großer Zahl ist ein Instrument vertreten, das man seiner Form nach als Spatel bezeichnen kann. Es ist ausschließlich die immer in gleicher Art gespaltene Speiche des Höhlenbären, der Radius des Unterarmes, dazu verwendet. Die Spaltung des Knochens muß durch einen kräftigen Schlag, vielleicht unter Zuhilfenahme eines Steines geschehen sein, der die große Gelenkpfanne am distalen Ende in der Mitte halbierte und dabei eine verschieden lange Klinge — 12 bis 22 cm — vom Knochen löste. An der Umrandung der Pfanne wurde der dorsale Gelenkhöcker in derselben Weise entfernt wie beim vorigen Typus B der überkragende Teil der Gelenkpfanne, damit der spatelähnliche Gegenstand gut in der Hand lag. Die falzbeinartige Klinge

verschmälert sich nach unten und endet mit abgerundeter oder annähernd gleichschenkeliger Spitze, wenn sie nicht verlegt oder abgebrochen ist.



Figur 5.

Das Gerät weist auf eine glättende, scheuernde Tätigkeit hin; die beiden Ränder des kompakten Knochens sind fast durchweg uneben und rau, mit Buckeln und seichten Vertiefungen, wie eben der rohe Knochen beim Abschlagen gesprungen ist. Die höheren, der Reibung mehr ausgesetzten Partien sind gerundet, glatt und glänzend. Nach der Spitze zu ist nicht selten eine stärkere, einseitige Beanspruchung festzustellen. Dem Anschein nach ist die Mehrzahl wenig benutzt worden, viele sind abgebrochen. Die Klingen verschmälern sich nach unten zu und nehmen an Körper ab, sodaß die Klinge, das Blatt, nach unten bedeutend dünner wird, was durch eine glättende, scheuernde Tätigkeit bewirkt sein dürfte. Während der Knochenrand am Handansatz einmal z. B. 11 cm Durchmesser hat, vermindert er sich gegen das Ende auf beispielsweise 7 cm.

Vorhanden sind 282 Stück, alles Speichen. Nur ein einziges Mal ist der proximale Teil einer Höhlenbärentibia in gleicher Weise geschlagen worden und einmal der proximale Teil des Mittelfußknochens eines großen Rindes, Tafel 34, Abb. 6. Der größere Teil entfällt auch hier auf Schicht I, nämlich 155, auf Schicht II 106; eine größere Anzahl ist ohne Schichtangaben geblieben. Sie kamen gleichfalls in allen Räumen zum Vorschein, aber aus der in den ersten Grabungsjahren bearbeiteten Haupthöhle und ihren Nebengrotten sind, wahrscheinlich aus den schon angeführten Gründen, weit weniger vorhanden.

Seitdem ich diesen Gerätetypus erkannt habe, ist er mir auch im Inventar anderer bisher unbeachtet gebliebener Höhlen unseres Gebietes zu Gesicht gekommen. Er war also sicher ein allgemein gebräuchliches Hilfsmittel derartiger feuersteinarmer Horden.

Wir haben Versuche gemacht, Tiere mit solchen Knochen abzuhäuten. Es hat sich herausgestellt, daß sie hierzu vollkommen geeignet sind.

#### Knochentypus D. (Tafel 27, Abb. 5—8.)

Die Elle des Höhlenbären, die Ulna, hat ebenfalls eine öfter wiederkehrende Verwendung gefunden, und zwar in einer Form, die wohl kaum anders denn als Knochendolch zu bezeichnen ist. Auch hier ist der Knochenkörper der Länge nach gespalten, indem die rückwärtige Hälfte des Olecranon als Handgriff, die dorsale Rückwand des Körpers als Klinge verwendet ist. Der entgegengesetzte ventrale Knochenteil

ist gänzlich entfernt. Die Knochenränder sind auch hier stark gerundet und abgegriffen, die Spongiosa stark verschliffen und geglättet. Der Processus coronoideus, der beim rohen Knochen stark übergreift, ist in derselben Weise beseitigt, wie bei den Spateln die Gelenkhöcker um die Pfanne.

Vorhanden sind 24 Stücke, manche allerdings von stark beschädigter Erhaltung. Aus Schicht I stammen 10 Stück, 14 aus Schicht II; 4 sind in den vorderen Räumen, der Rest ist in den hinteren Räumen gefunden.

Mag es sich nun um eine dolchartige Waffe oder um sonst etwas handeln, immer wird man die Ueberlegung bewundern, mit welcher auf die einfachste Weise das Olecranon in einen äußerst praktischen Handgriff umgewandelt wurde. Er sitzt in der Hand wie angegossen. Es zeigt sich jedoch, daß eine Knochenwaffe ein sehr unzuverlässiges Hilfsmittel ist, was jeder probieren kann, der mit einem längeren Knochen einen Stoßversuch macht. Meist sind die Klingen abgebrochen, zersplittert; nur wenige sind in einem noch gebrauchsfähigen Zustand. In diesem Falle endet die Klinge entweder zugespitzt oder gerundet. Die Knochenstärke der Klinge verjüngt sich nach unten und nimmt ab, von etwa 20 bis 18 mm unterhalb des Gelenkkopfes, bis auf etwa 8 mm nahe der Spitze. Sicherlich wird man auch bei diesen Gegenständen, dem ersten Eindruck folgend, geneigt sein, sie rundweg als Artefakte abzulehnen. Es muß also dringend verlangt werden, daß derjenige, der ein Urteil darüber abgeben will, sich die Mühe nimmt, sie eingehend zu betrachten und zu untersuchen.

#### Knochentypus E. (Tafel 28, Abb. 1–7)

Die Fibulae, Wadenbeine, des Höhlenbären waren ein viel und gern benütztes Material zu allerlei Verrichtungen. E. Bächler hat sie in großer Zahl im Wildkirchli und in völliger Uebereinstimmung auch im Drachenloch gefunden. Er nennt sie „Fellablöser“. Den beiden Fundstellen gesellt sich nun die Petershöhle zu. Ebenso wie im Drachenloch war in unserer Höhle die geringe Zahl der vollständigen, ganz erhaltenen Wadenbeine auffallend; der von Bächler gefundene Prozentsatz der ganzen zu den geknickten Wadenbeinen von 1 : 10 besteht auch bei uns zu Recht. Sie erfreuten sich also der Wertschätzung des Höhlenmenschen in hohem Grad und wurden offenbar ebenso verwendet wie in den Schweizer Höhlen, nur trafen wir sie nicht serienweise gehäuft wie Bächler, sondern verstreut in den Schichten. Das zur Arbeit gebrauchte Ende bildet eine länglich ovale, oft schnabelähnliche, auch schaufelähnliche Spitze, deren scharfe Kanten durchweg gerundet sind, was meinen Versuchen zufolge ohne weiteres Zutun allein die Benützung bewirkt. Nur ein einziges Mal ist eine solche Spitze mit Feuerstein zugeknappert, was sich an den Facetten und den gleichmäßig verlaufenden kleinen Rikern ersehen läßt. Wie bei Bächler ist auch bei uns das proximale Ende des Wadenbeines als Handgriff benützt, mit Ausnahme der abgebrochenen Stücke, an denen sich diese Feststellung nicht mehr vornehmen läßt.

Vorhanden sind über 300 Stück ganz gleichartiger Geräte.

Zum gleichen oder einem ähnlichen Zweck wurden aber auch die Rippen des Höhlenbären benützt, nur enden sie spitziger als die Wadenbeingeräte. Auch von diesen sind 105 Stücke vorhanden.

Nicht genug damit hat man auch die Höhlenbären-Penisknochen in gleicher oder ähnlicher Weise verwendet. Es sind allerdings nicht viele, und einige davon sind abgebrochen, aber sie zählen doch 8 Stück.

Einmal fand sich ein solcher Schaber in der Hirnkapsel eines Höhlenbären liegend, als wäre das Hirn mit ihm herausgelöffelt worden. Selbstverständlich kann er auch zufällig dahin gelangt sein.

Im ganzen ist also dieser Typus mit mehr als 400 Stück vertreten.

#### Knochentypus F. (Tafel 28, Abb. 8—12.)

Lange, völlig gerade Knochen, bisweilen in der Form neuzeitlicher Schuhlöffel sind in großer Zahl vorhanden. Es sind halbierte Langknochen, mit unregelmäßig gebrochenen oder schaufelförmigen oder zugespitzten Enden, 15 bis 20 cm lang. Die beiden Kanten der Knochenwand liegen sich in einer Ebene gegenüber und sind häufig glatt wie poliert. Wo Spongia im Innern des Knochens vorhanden waren, sind sie entfernt, bzw. durch den Gebrauch abgestoßen worden. Einmal ist auch der Metacarpalknochen eines großen Rindes verwendet worden und hat ein Gerät geliefert, das man ebensogut bei Typus E unterbringen könnte. Ein anderes Stück ist aus der Stange eines kräftigen Hirschgeweihes gearbeitet und ist deshalb besonders merkwürdig, Tafel 34, Abb. 1. Denn das Geweih stellt einen massiven Knochen dar, der im Innern keinen Hohlraum besitzt. Die kompakte innere Knochenmasse muß also entfernt worden sein, nur die Rinde, die äußere Schale ist stehen geblieben. Was das heißen will, das kann jeder ermessen, der schon einmal versucht hat an einem massiven Geweihknochen innenwandig herumzuschneiden. Es wird mir aber gesagt, daß Hirschhorn sich leichter schneiden läßt, wenn es lange Zeit im Wasser gelegen hat.

Die vorhandenen Stücke zählen nach Hunderten, 322; sie gehören beiden Schichten und allen Räumen an. Kürzere derartige Knochen sind es noch viel mehr.

#### Knochentypus G. (Tafel 29, Abb. 1—8.)

Dreieckige, flache Knochenplatten, wenn sie aus einem flachen Knochenstück, oder muldenförmig, wenn sie aus dem geeigneten Teil eines großen Röhrenknochens gewonnen sind, kommen öfter vor. Es wurde damit ersichtlich eine einseitige Schabefähigkeit ausgeübt, welche das Instrument so in Anspruch genommen hat, daß es an der benützten Stelle durchscheinend dünn geworden ist. Etwa 100 Stück.

#### Knochentypus H. (Tafel 29, Abb. 9—13.)

Mannigfaltig ist die Zahl der pfriemen- oder stichelartigen Knochen und manche zeigen zuweilen eine so gute Ausführung, daß man versucht sein könnte, sie für jungpaläolithisch zu halten, wenn dazu eine Möglichkeit in der Höhle gegeben wäre. Ihre Zahl dürfte 100 erreichen, aber die Form wechselt öfter, so daß es schwer ist, sie typologisch unter einen Hut zu bringen, was sich übrigens auch von einigen der vorausgegangenen und auch der noch nachfolgenden Typen sagen läßt. Den unsrigen annähernd ähnliche Geräte hat E. Pittard schon 1907 gelegentlich der Eröffnung des Anthropologischen Museums

in Köln aus einer Moustérien-Station nördlich von Périgueux in der Dordogne vorgelegt und besprochen <sup>14)</sup>. Zu der sehr vollkommenen und gut zu handhabenden Spitze ist ein Stück der Unterkante eines Höhlenbären-Unterkiefers verwendet.

#### Knochentypus A. (Tafel 25, Abb. 1–37.)

Die von Beginn unserer Grabung am sichersten als Artefakte erkannten Gegenstände waren die vom † Oberstudienrat Dr. Kellermann, der sie aus anderen Fundstellen zuerst beschrieben hat, sogenannten „Knöpfe“. Sie fanden sich, wenn auch nicht gerade zahlreich, in allen Höhlenräumen bis in den allerletzten.

Sie haben alle so ziemlich eine Form, die je nach Art des verwendeten Rohmaterials etwas verschieden ist. Die vollkommensten und dem Ideal „Knopf“ am nächsten kommenden stammen von Wadenbeinen des Höhlenbären. Die Fibula hat einen runden, offenen Markkanal. Meist ist er natürlich mit Sand ausgefüllt und wohl auch etwas versintert. Entfernt man die Füllung vorsichtig (der Steg des Knopfes bricht an dieser Stelle gerne durch), dann sieht man, daß die Oeffnung niemals glatt oder rundgescheuert ist, wie es der Fall sein müßte, wenn eine Sehne zum Befestigen des „Knopfes“ durchgeführt gewesen wäre. Sie ist immer scharfrandig und die Spongiosa ist es auch im Bereich der Oeffnung. Spricht schon dies gegen die Verwendung als Knöpfe, so zeigt sich an anderem Rohmaterial ganz deutlich, daß sie nicht in der uns nahe liegenden Weise benützt worden sein können. Manchmal kommen gleichartige Stücke vor, zu denen ein beliebiger anderer Knochen teil verwendet ist, der keinen Markkanal hat und infolgedessen auch keine Durchlochung.

Die Herstellung \*) der kleinen Geräte erscheint ebenso rätselhaft, wie ihre Bestimmung. Die gleichmäßig bei allen wiederkehrende Ausführung läßt erkennen, daß sie nur mit ein paar virtuos geführten Schlägen erfolgt sein kann; gekünstelt ist nichts daran. Nur bei 2 oder 3 Stücken erkennt man unter der Lupe, daß an kleinen Stellen mit Feuerstein nachgeholfen ist.

Das Gerät ist an der Unterseite vollkommen glatt oder nur ganz leicht konkav gewölbt, je nach dem Knochen, von dem es genommen ist. An der Oberseite besteht es aus zwei annähernd gleichen Hälften, denen in der Mitte ein dachförmiger Steg oder Kamm aufsitzt. Der Steg vom Wadenbein ist seiner Herkunft gemäß immer etwas höher als bei anderem Material. Die Dachkante des Steges ist mitunter ganz scharf, meist aber mehr oder weniger stark abgeschweert und dadurch verbreitert.

Der die ursprüngliche Dicke des Knochens anzeigende Steg befindet sich bei den besseren Stücken in der Mitte des Gegenstandes, und mit gleichmäßigen Abschlagen ist nach beiden Seiten die Abdachung erzielt. Daß sie durch je einen Schlag und nicht etwa durch Schleifen hergestellt ist, ergibt sich aus dem längs des ganzen Markkanals erhaltenen Periost und aus der langfaserigen Oberfläche des beiderseitigen kompakten Knochenrandes, der den Markkanal einschließt. Der Steg

<sup>14)</sup> Bericht über die Prähistoriker-Versammlung am 23.–31. Juli 1907, Figur 20 bis 31 S. 107.

\*) siehe Nachträge!

ist häufig abgeschuert, glatt und glänzend. Die Form beiderseits des Steges ist durchweg regelmäßig und verläuft immer parallel mit der Unterseite. Der längste „Knopf“ ist 55 mm lang bei einer Breite von 13 mm, der Steg 12 mm hoch. Das schmalste Stück hat eine Breite von 9 mm bei einer Länge von 33 mm, der Steg 7 mm. Die „Knöpfe“ sind also samt und sonders von bescheidener Größe.

Vorhanden sind 58 Wadenbein-„knöpfe“, dazu 11 unvollkommene und 20 anscheinend mißratene (Tafel 25, Abb. 8–12). Man sollte denken, daß sich aus einer so großen Zahl die Art der Anfertigung erkennen ließe. Ich vermag aber daran weder Klopfspuren noch sonstige Andeutungen zu finden. Nur bei einem zeigt die Lupe eine teilweise Uebearbeitung oder Nachhilfe durch Silex.

Zu „Knöpfen“ haben aber auch die Rippen des Höhlenbären Verwendung gefunden. Letztere haben in der Nähe des Wirbelkörpers, an dem sie ihre natürliche Verbindung mit dem Tierskelett haben, im Innern des Knochens auch eine kleine Oeffnung, die sich aber, wenn die Rippe an Körper abnimmt und flacher wird, rasch in Spongiosa verläuft.

Die aus Rippenstückchen hergestellten Geräte, von denen etliche zwanzig vorhanden sind, gleichen zwar völlig den aus Wadenbeinen gefertigten, scheinen aber mangelhafter ausgeführt, weil das Rohmaterial mangelhafter ist. Die spongiöse Substanz, welche zum großen Teil das Innere der Rippe ausmacht, ist in der Regel über den ganzen Gegenstand hinweg so scharfkantig ohne irgend eine Abnützung erhalten, als wäre das Stück eben erst frisch aus dem Knochen gebrochen worden. Diese Wahrnehmung hat seinerzeit wahrscheinlich Bayer in seiner Besprechung meiner kleinen Arbeit von 1923 in der „Eiszeit“ I. Bd. 1924 veranlaßt, die „Knöpfe“ für natürliche Knochensplitter zu erklären, was nun und nimmer der Fall ist.

Einen etwas abweichenden Charakter tragen die schon früher, in unserer Festschrift von 1913, dem 20. Band unserer Abhandlungen, von Oberstudienrat Dr. Kellermann veröffentlichten zwei „Knöpfe“ aus anderen Fundstellen unserer Gegend. Den am frühesten uns bekannt gewordenen „Knopf“ habe ich im Jahre 1904 in einer durchwühlten Höhle bei Tüchersfeld in der Fränkischen Schweiz vom Boden aufgelesen. Er ist 55 mm lang, 16 mm breit, der Steg 17 mm hoch, aus einem Wadenbein gefertigt. Er ist lebhaft orangerot mit Eisenhydroxyd gebeizt, wie die Knochenwerkzeuge von Schussenried (wenn ich nicht irre). Der scharfe, dachkantige Steg ist nicht, wie bei den „Knöpfen“ der Petershöhle, rechtwinklich quer zur Breite, sondern etwas seitlich gestellt, so daß die beiden Abschlagflächen nicht völlig in einer Ebene verlaufen, daher etwas divergieren. Die Enden sind altabgebrochen.

Der andere „Knopf“ ist gleicher Art; er gelangte 1907 mit einer Schenkung des Geh. Kommerzienrats J. Bing aus einer Grabung im Kummetsloch bei Streitberg zu uns. Er ist aus einem Wadenbein gefertigt, 37 mm lang, 13 mm breit, der Steg 12 mm hoch. Der Knochen ist, wahrscheinlich durch Lagerung in manganhaltiger Umgebung, schwärzlich gefärbt. Der Steg ist nur einseitig dachartig und schräg nach dem Ende verlaufend. Er ist ziemlich breit und rundlich, so daß er mehr das Aussehen eines Topfhenkels en miniature hat, was bei den Petershöhlen-„knöpfen“ nie der Fall ist. Die andere Seite des Steges ist rechtwinklich, nicht dachartig, sie ist auch nicht durch einen Abschlag, sondern durch

ein mühsames Abknappern mit Feuerstein erzielt, das vielfache Facetten hinterlassen hat. Sie verläuft auch nicht parallel zur Unterseite, sondern fällt schräg seitwärts ab. Die andere, abgeschlagene Seite dagegen geht parallel mit der Unterseite. Der „Knopf“ steht also auch dadurch ziemlich allein, daß er unregelmäßig geformt ist.

In seiner Publikation „Die ältesten Knochenwerkzeuge, insbesondere des alpinen Paläolithikums“ im 20. Jhrsber. d. Schweiz. Ges. f. Urgeschichte 1928 sagt Bächler S. 131 von diesen „Knöpfen“: „Völlig gleichartige Stücke sind vom Wildkirchli bekannt.“

#### Knochentypus A<sub>1</sub>. (Tafel 25, Abb. 38–72.)

Außer den hier beschriebenen ist noch eine andere Art vertreten, A<sub>1</sub>, die man Pseudoknöpfe nennen könnte. Nach Material zum Teil Wadenbein, zum Teil Rippen, und Herstellungsweise stimmen sie mit den „Knöpfen“ überein. Der Steg ist jedoch von Knochenrand zu Knochenrand nicht geschlossen, sondern in der Mitte, im Bereich der Markhöhle offen. Die komplette Knochenwand bildet zwar auf jeder Seite eine dachförmige Erhöhung für sich und jede ist auch anscheinend auf einen Schlag hergestellt, aber beide Kamm- oder Stegspitzen liegen nicht in einer zur Längsachse des „Knopfes“ senkrechten, sondern in einer zu dieser Achse geneigten Ebene. Die beiden Dachfirste haben hie und da einen scharfen Grad, zumeist sind sie jedoch an der Spitze abgeschweert und abgenutzt, auch wenn sie im übrigen keine Abnutzung aufweisen. Die aus Rippen hergestellten Exemplare haben ein weit roheres Aussehen als diejenigen, zu welchen eine Fibula verwendet wurde, man kann sie bei oberflächlicher Betrachtung für Splitter halten; das wird durch die scharfkantigen, die Mitte des Gegenstandes füllenden spongiösen Gewebe verursacht. Bei näherer Untersuchung erweist sich ihre Herstellung ebenso sorgfältig wie die der anderen Art.

Vorhanden sind 176 Stück, die sich zum größeren Teil in den „Neuen Räumen“ fanden, zu zwei Drittel in Schicht I, ein Drittel in Schicht II. Einmal ist ein solcher Pseudoknopf auch aus Hirschhorn geschnitten; er hat größere Ausmaße.

Was sich weiterhin in bunter Folge anschließt, sind Knochengeräte vielfacher Art und meist in großer Zahl. Ob man sie Löser, Schab- und Stoßknochen, Glätter oder sonstwie benennen will, mag dahingestellt sein, ihren Zweck und ihre Verwendung kennen wir eben nicht.

#### Knochentypus J. (Tafel 30, Abb. 1–10.)

Eine Sonderstellung nehmen lange, gerade oder halbgekrümmte Spitzen ein, 7 bis 10 cm lang; sie sind in mehreren 100 Exemplaren vorhanden. Sie zeigen meist nur nach der Spitze hin eine sorgfältige Zurechtung, mitunter selbst durch Anschleifen einer glatten Fläche, die sich manchmal auch an der Basis des Stückes vorfindet. Von diesen Spitzen, die in den besseren Exemplaren sehr auffällig sind, ich nenne sie Widerhaken-Pfeilspitzen<sup>15)</sup>, obwohl sie ebensogut etwas anderes sein können, pflegt man in der Regel keine Notiz zu nehmen, man betrachtet sie als „gewöhnliche Knochensplitter“, obwohl sie sich von

<sup>15)</sup> Deshalb, weil sie bei Schäftungsversuchen keine anderen als nur Widerhakenpfeile ergeben, wie der Versuch Tafel 30 Abb. 10 ausweist.

solchen unterscheiden wie ein Spazierstock von einem Baumast. Sie haben — und darin unterscheiden sie sich von Splintern — zum mindesten im Verwendungsteil, sorgfältig zugerichtete, glatte Kanten, die Knochendicke ist nach der Spitze um ein Beträchtliches verringert, was auf den Abbildungen allerdings kaum oder gar nicht zu sehen ist. Die Spitze hat regelrechten symmetrischen Zuschnitt. Der basale Teil ist mehr oder weniger vernachlässigt, was ja bei urgeschichtlichen Knochengerten nicht weiter auffällt.

#### Knochentypus K. (Tafel 30, Abb. 11–18.)

Unter diesem Typus fasse ich alle die Spitzen zusammen, die sich als „Pfeilspitzen“ bezeichnen lassen. Es ist mir wohlbekannt, daß es im Altpaläolithikum vermeintlich weder Bogen noch Pfeile gibt. Wenn ich sie trotzdem so nenne, so geschieht es in der Annahme, daß die Ergebnisse unserer Grabung in dieser Auffassung eine Änderung herbeiführen werden, es sei denn, daß man für diese zweifellos mit Absicht und oft sehr sorgfältig hergestellten Geräte eine andere als diese naheliegende Verwendung ausfindig macht. Zum Teil trifft das auf sie zu, was schon bei Typus J angeführt wurde, zum Teil haben sie eigene, manchmal recht künstlich ausgeklügelte, aus flachen Knochen geschnittene oder geschlagene Formen.

Vorhanden sind sie nach Hunderten.

#### Knochentypus L. (Tafel 31.)

Hierher gehören m. E. alle die aus Röhrenknochen, Oberarm-, Oberschenkelknochen usw., mit schnabel-, pfriemenartigen oder sonstigen Ausladungen versehenen Geräte, für welche eine Verwendungsmöglichkeit nicht angegeben werden kann. Manche dieser ausgehöhlten Röhrenknochen mögen auch zu einer Schäftung verwendet worden sein. Bei den meisten ist eine praktische Nutzbarkeit zum mindesten sehr wahrscheinlich.

Vorhanden sind, gute und schlechte gerechnet, 187 Stück.

#### Knochentypus M. (Tafel 32, Abb. 1–3.)

Es gibt am Skelett des Höhlenbären wohl kaum einen Knochen, der nicht gelegentlich technisch genützt worden wäre, man kann behaupten, daß die Menschen sehr intelligent sich die Verwendungsmöglichkeiten überlegten. Auch die Hilfsmittel, mit denen sie das Ziel zu erreichen suchten, müssen oft sehr raffiniert ausgeklügelt gewesen sein. Selbst das Schleifen der Knochen kam gelegentlich in Anwendung. Dies hat schon Verworn in einem seiner geistvollen Bonner Vorträge hervorgehoben, allerdings mehr das Jungpaläolithikum damit gemeint. Neuerdings hat A. Götz die Knochenschleiftechnik für das Aurignacien in Anspruch genommen und selbst Henri Martin hat ein eigenes Kapitel den traces de polissage sur les os gewidmet<sup>16)</sup>. Er meint damit freilich mehr das Abschaben mit Silex, welches auf der Oberfläche des Knochens immer Rißspuren hinterläßt.

Gerne verwendet wurde der Schläfenfortsatz am Unterkiefer, der Processus coronoideus, mit oder ohne Condylus; wo letzterer erhalten

<sup>16)</sup> Recherches sur l'évolution du Moustérien dans le gisement de la Quina (Charente) T. I S.120.

ist, bildet er einen sehr gut in der Hand liegenden Griff, eine gute Handhabe, und ist deshalb in gleicher Art abgeraspelt, wie die Pfannränder an den Schulterblattgelenken. Der Schläfenfortsatz endet in einer löffelartigen Blatt- oder Schaufelform. Die den Muskelansätzen dienenden Wülste, Leisten, Furchen sind bis auf geringe Anklänge durch Schleifen entfernt, die Knochenfläche ist vollkommen glatt, etwas speckig glänzend, die Außenkanten sind rundlich abgeschrägt. Man hat vollkommen den Eindruck, als wäre die Fläche abgeschliffen und das Ganze wiederholt sich an vielen Bruchstücken. Vom Schleifen herrührende Rißer sind auch mit der Lupe nicht zu sehen, das Ganze ist eine glatte, glänzende Fläche. Um zu sehen, wie eine solche zustande kommen kann, habe ich den Versuch unternommen, einen Schläfenfortsatz zu schleifen. Ein Gestein von auch nur einigermaßen kristalliner Zusammensetzung, Dolomit z. B., würde Rißer hinterlassen. Aber mit einem beliebigen, feinkörnigen Kalkstein aus dem Bodengeröll ohne Zuhilfenahme von Sand und Wasser entstand durch einfaches Hin- und Herreiben eine glatte, rißerlose, leicht glänzende, mit den Stücken aus der Höhle ganz und gar übereinstimmende Oberfläche.

Vorhanden sind 54 Stücke, manche von fragwürdiger Erhaltung. Sie gehören zumeist den neuen Räumen, und zwar beiden Schichten, an. Auf die Haupthöhle entfallen 15 Stück.

Anzeichen von Knochenpolitur findet man überhaupt recht allgemein, insbesondere sind die sich gegenüberliegenden Bruchränder massiver Röhrenknochen oft ganz gleichgeschliffen, wie die als Schlittschuhe verwendeten Röhrenknochen bei manchen Nordländern, glatt wie poliert, ohne daß ein Zweck ersichtlich ist. Von Schlittschuhen kann aber keine Rede sein. Vielleicht war das Schleifen und Glätten der Knochen eine Beschäftigung, mit der man sich gelegentlich die Langleweile vertrieb.

#### Knochentypus N. (Tafel 32, Abb. 4–6.)

Zu nicht vielen, aber doch bemerkenswerten Geräten hat ein Teil des Hüftbeines Verwendung gefunden. Welcher Art diese gewesen ist, läßt sich allerdings nicht sagen.

Es handelt sich um ein schmales Stück des unteren Endes des Acetabulums, der Gelenkpfanne für den Oberschenkelkopf, in Verbindung mit einem Stück des Schambeins, des Os pubis. Von der Unterseite gesehen, gleicht dieser Teil einem Schuhlöffel. Die Gelenkpfanne ist nur mit einem Teil vom Corpus ossis ischii und der daneben einmündenden tiefen Furche in Mitleidenschaft gezogen.

Im allgemeinen ähnelt dieses Gerät den aus dem Schulterblattgelenk hergestellten Schabern und darf ihnen vielleicht auch hinsichtlich der Verwendung an die Seite gestellt werden. Auch darin gleicht es allen vorbeschriebenen, daß sämtliche Knochenkanten gerundet und die spongiösen Knochenpartien abgeraspelt sind.

Rechte und linke Seiten sind verwendet; vorhanden 14 Stück.

#### Knochentypus O. (Tafel 32, Abb. 11–14.)

Zu sehr seltsamen Gegenständen sind die Alveolen der Schneidezähne des Höhlenbären-Oberkiefers sowohl der rechten, wie der linken Schädelhälfte verwendet. In der Regel sind die nur durch eine sehr

dünne Scheidewand getrennten drei Schneidezahn-Alveolen einer Seite beisammen belassen und ein Stückchen des Zwischenkieferbeines verbindet sie. Die eine Seite endet mit der Wandung der Alveole des großen Eckzahnes, auf der anderen entgegengesetzten bildet die *Sutura palatina mediana* die Begrenzung des Gegenstandes. Scharfe Kanten sind auch an diesen Gegenständen nicht vorhanden, alle Knochenränder sind mit Ausnahme von zwei Stücken rundlich abgenüßt.

Vorhanden sind 12 Stück.

In Bächlers Sammlung aus dem Wildkirchli in St. Gallen habe ich ein den unsrigen vollkommen gleiches Stück gesehen. Es ist nicht anzunehmen, daß die Gegenstände als Werkzeuge gedient haben, da sie der dünnen Knochenwände wegen sehr zerbrechlich sind. Man wird sie wohl als Spielzeug zu betrachten haben.

Zwei kleine durchlochte Gegenstände sind als Anhänger zu bezeichnen, Tafel 32, Abb. 8, 9. Es ist der durchlochte Teil des IV. oder V. Halswirbels dazu verwendet, den das Foramen transversarium und ein Teil des Processus costarius bildet. Die angrenzenden Knochenteile sind in derselben Weise durch Schaben oder Raspeln sauber entfernt, wie bei den vorbeschriebenen. Wo Knochenkanten anstehen, sind sie gerundet. Eines der beiden Objekte hat Hochglanz.

Als Anhänger und als Schmuck sind auch die beiden Höhlenbären-Incisiven mit eingeschnittenen Rillen unter der Zahnkrone zu betrachten, Tafel 32, Abb. 7, 10. Es scheint dies eine beliebte Art des Schmuckes gewesen zu sein. C. Struckmann hat schon 1882 in der Einhornhöhle bei Scharzfeld am Harz mehrere derartige Zähne in einer diluvialen Schicht im Höhlenlehm gefunden und bildet sie 1884<sup>17)</sup> ab. Er sagt dazu: „Ich habe diese merkwürdigen Zähne auf der Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft, welche vom 20. bis 24. August 1882 in Meiningen tagte, vorgelegt, und es wurde von keiner Seite ein Zweifel darüber laut, daß diese Zähne in der Tat künstlich bearbeitet sind.“

In der trockenen Luft des Luitpoldhauses reißen fossile Knochen gern und so ist auch an unseren Zähnen der um das Zahnbein liegende Zement schon teilweise abgesprungen. Einer der Zähne ist in Schicht II, der andere in Schicht III gefunden.

Eine Erscheinung, die Bächler charakteristisch für Drachenloch und Wildkirchli hervorhebt, kehrt auch in der Petershöhle wieder. Es sind dies Schädelknochenstücke des Scheitelbeins von jungen Höhlenbären, etwa in der Größe eines Handtellers. Die Ränder sind abgeschliffen oder gerundet, manchmal auch abgeschrägt, als wäre damit geschabt worden. Der Knochen selbst ist über die konvexe Außenfläche dem Ansehen nach abgerieben und häufig muß das auch innen-seits der Fall sein. Sie sind nach hunderten vorhanden und ebensoviele habe ich fortgeworfen, da ich mir von ihrer Verwendung durchaus kein Bild machen konnte.

Der größte Teil oder alle bisher besprochenen Knochengeräte lassen sich als vom Menschen hergestellt dadurch erkennen, daß sie aus einem bestimmten Knochen gebrochen und in eine mehrmals oder oft wiederkehrende Form gebracht wurden, wenn wir auch nichts mit ihnen

<sup>17)</sup> Arch. f. Anthropologie XV. Bd. 1884 Taf. VIII Fig. 11–13, Text S. 403.

anzufangen wissen. Es gibt aber auch andere, Zufallsstücke sozusagen, die nach Gutdünken gebraucht wurden und nicht erst eine bestimmte Form erhielten. Sie alle zu beschreiben oder gar abzubilden ist unmöglich. Es gilt für sie all das, was B ä c h l e r (s. o. S. 64) von diesen Instrumenten in zutreffender Weise gesagt hat. Ich müßte ihn geradezu abschreiben, um die Übereinstimmung zwischen seinen und meinen Funden und unserer beider Auffassung darüber zu dokumentieren.

Knochen mit Einschnitten kommen mehrfach vor, Tafel 34, 3, 5, 7; einmal ist ein Knochenbruchstück gezähnelte, ebenda Abb. 4. Ein innen-seitig ausgehöhltes Hirschgeweih-Buchstück ist nach unten löffelartig zugerichtet, Tafel 34, 1.

#### Knochentypus P. (Tafel 33.)

In großer Zahl sind Knochen mit gleichschenkeliger Spitze vorhanden, weit über 100 Stück. Sie mögen zu verschiedenen, uns unbekanntem Zwecken gedient haben, ihre Form ist auch nicht einheitlich, manchmal die Spitze abgerundet. Die Stücke sind durch die Benützung häufig wie poliert.

Interessant ist, daß bei einer amerikanischen Grabung ganz ähnliche Geräte gefunden wurden, bei der Ausgrabung der Potter Creek Cave durch die University of California 1902. In der unten zitierten Veröffentlichung<sup>18)</sup> sind auf Tafel 7 unter Nr. 1, 1 a, 2, 2 a, 3, 3 a einige Stücke abgebildet, die eine frappante Ähnlichkeit mit unserem Typus P haben, und einige weitere hat Prof. F. W. P u t n a m im Amer. Anthropologist (N. S.) Vol. 8, Nr. 2 1906 gegeben: „Evidence of the Work of Man on Objects from Quaternary Caves in California“ Tafel XVI und XVII. Die Knochen der Potter Creek Cave stammen von einem im Diluvium ausgestorbenen großen, schafähnlichen Tier, das dem Moschusochsen verwandt ist, dem Genus *Euceratherium collinum* n. gen. et sp. angehörig. Sie fanden sich vergesellschaftet mit *Ursus* n. sp., *Felis* n. sp., *Mastodon americanus* Kerr., *Elephas primigenius* Blumb., *Equus occidentalis* Leidy, *Equus pacificus* Leidy und vielen anderen. Viele der anscheinend bearbeiteten Knochen glichen den häufig in den späten Shell-mounds, den Muschelwällen, Muschelhaufen anzutreffenden Instrumenten. Die Frage der Entstehung der Knochengeräte in der Potter Creek Cave hat die amerikanischen Gelehrten lebhaft beschäftigt. „Sie wurden sorgfältigen Prüfungen im Laboratorium unterzogen, um den Spuren von Politur, den Schnitten, den Reibungen, der Entstehung der abgeschrägten Ecken und Spitzen auf den Grund zu kommen. Das Resultat war, daß eine beträchtliche Anzahl Exemplare gefunden wurden, welche bei großer Formverschiedenheit alle Stufen einer Politur aufweisen. Manche der Fragmente zeigen keine Beziehungen zu irgendwelchen Werkzeugformen, und es ist schwer zu sagen, wozu sie gedient haben könnten. Zwischen den unregelmäßigen Formen mit Politur und den werkzeugartigen Stücken gibt es viele Abstufungen.“

Die Fragen, ob die Gegenstände zufällig und auf natürliche Weise oder durch den Menschen in Form gebracht wurden, wird eingehend erörtert und mit den Worten geschlossen: „Zur Zeit läßt sich keine Erklärung für die Entstehung dieser Geräte finden, welche allen beobachte-

<sup>18)</sup> Veröffentlicht als Univ. of California Public. American Archaeology and Ethnology Vol. 2 Nr. 1 William J. Sinclair, The Exploration of de Potter Creek Cave, Berkeley 1904.

ten Tatsachen gerecht wird; indessen scheint es, als ob die Annahme, daß sie vom Menschen hergestellt sind, den wenigsten Einwendungen begegnet.“<sup>19)</sup>

Es sind also dort dieselben Schwierigkeiten an den Tag getreten, die auch wir zu überwinden hatten, bis die reichen Funde in der Petershöhle und den Alpenhöhlen eine Entscheidung zu Gunsten der absichtlichen Herstellung durch den Menschen erlaubten.

Bei den total verschiedenen Verhältnissen zwischen der alten und der neuen Welt kann dieser Hinweis keine andere Bedeutung haben, als daß unter gleichartigen primitiven Lebensbedingungen sich da und dort, ganz unabhängig voneinander, die gleichen Erscheinungen zeigen.

Die große Mehrheit der Knochengeräte in der Petershöhle hat nur rohe, kaum entwickelte Formen, wie es mit denen der Alpenhöhlen oder der Volkringhauser Höhle, über die Jul. A n d r e e berichtet hat<sup>20)</sup>, auch der Fall ist. Bei uns im Gebiet der Fränkischen Schweiz ist Ähnliches schon vorgekommen, war aber in keiner Kultur recht unterzubringen, weil man den rohen Formen nicht traute. Die von Chr. Kellermann im 20. Band unserer Abhandlungen, der Festschrift von 1913, abgebildeten Geräte stellen sich jetzt denen der Petershöhle an die Seite, ebenso wie im Zahnloch bei Steifling sich vereinzelt ebenfalls Anklänge gefunden haben. Aus Höhlen mit Hochmoustérien-Kultur sind nur vereinzelt ähnliche primitive Formen bekannt, ein Stück vom Schulerloch bei Kelheim<sup>21)</sup>, Fig. 1 S. 17, läßt sich zitieren, und in H. Martins La Quina - Prachtwerk im 1. Band sind auf Taf. 26 und 27 ähnliche rohe Formen wiedergegeben. Neben den primitiven Stücken sind aber für die Petershöhle die gar nicht geringe Anzahl Zeugen einer vorgeschrittenen Stufe der Technik charakteristisch, welche Neigung zur Bildung von Waffen- oder Werkzeugtypen erkennen lassen. Das beweisen nicht nur die „Knöpfe“ und Pseudo„knöpfe“, sondern die Anwendung des Schliffes, die vielen Beispiele von Annäherungen an Meißel-, Stichel-, Dolch-, Speer- und Pfeilspitzenformen. Gerade in dieser unausgesetzten Mischung von primitiven und besseren Typen ist die Eigenart der Petershöhle begründet, ein Kulturzustand, den man dem Altpaläolithikum bisher absprechen mußte. Es ist ja möglich, daß zwischen der Besiedlung der Alpenhöhlen und der Petershöhle eine Zeitspanne liegt, in der eine Weiterentwicklung der Knochentechnik Platz gegriffen hat. War sie auch nicht so weitgehend, daß feste Formen exakter Werkzeuge sich herauskristallisieren konnten, so liegt ein dahingehendes Bestreben doch unverkennbar vor. Es gibt im gesamten Moustérien kaum ein Duzend Knochenwerkzeuge, die als solche anerkannt sind. Hier aber sind sie in Massen vertreten, beiläufig 2400 Stück, und haben auch bereits die Anerkennung der Fachleute gefunden.

Die Ähnlichkeit der Knochengeräte aus der Petershöhle mit den oben angeführten anderer europäischer Fundstellen erstreckt sich nur auf die ganz primitiven Gegenstände. Die vorgeschrittenere Technik des Schleifens, Polierens, die Fähigkeit zur Schaffung von immer-

<sup>19)</sup> W. J. Sinclair S. 13.

<sup>20)</sup> Mannus 21. Bd. S. 113.

<sup>21)</sup> F. Birkner, d. eiszeitl. Besiedlg. d. Schulerloches, Abh. d. B. Akad. d. W. math.-phys. Kl. XXVIII. Bd., 5. 1916.

wiederkehrenden, werkzeugähnlichen Formen ist eine Eigentümlichkeit der Petershöhle, die es gerechtfertigt erscheinen läßt, sie um einige Grade vorgeschrittener einzuschätzen. Es fragt sich, ob diese Fähigkeit nicht auch auf einen anderen Menschenstamm als den alteingesessenen Europäer hinweist, der dann wohl nur der Aurignacmensch gewesen sein könnte. Seine Silexindustrie stellt ihn auf eine Stufe mit den Primitiv-Moustérienmenschen, aber in der Knochenbearbeitung darf man ihn als einen überlegenen Konkurrenten anerkennen.

### Die Tierreste.

Die zahlreichen Faunenreste aus der Höhle hat Max Schlo - ser - München durchgesehen und bestimmt. Für diese große Mühe - waltung sei auch hier der Dank ausgesprochen.

Zu den Schichtangaben der folgenden Aufzählung sei daran erinnert, daß für die erste Hälfte der Grabung, also Vorplatz, Haupthöhle mit Nebengrotten und Südkammer, die unterste Kulturschicht in eine untere und obere Hälfte mit einiger Sicherheit getrennt werden konnte. Ebenso waren Schicht II und III in ihrem gegenseitigen Verhältnis leidlich gut zu unterscheiden, wenn auch nicht an jeder Stelle.

Anders war es aber in den „Neuen Räumen“ und deren Anhängeln. Ich behielt zwar anfänglich die gleichen Schichtangaben bei, mußte aber bald erkennen, daß damit nicht durchzukommen war. Schicht I und II glaubte ich noch auseinander halten zu können; aber Schicht I in eine untere und obere Hälfte durch die Färbung getrennt zu unterscheiden, war nicht mehr angängig. Ich half mir in der Weise, daß ich bis zu 90 cm oder 1 m die untere Hälfte, von da bis 1,50 m die obere Hälfte reichen ließ.

Schicht III war in den Neuen Räumen nicht mehr vorhanden oder wenigstens nicht mehr konstatierbar. Die wenigen Fälle, in denen die Bezeichnung Schicht III noch beibehalten ist, haben nur die Bedeutung von Schicht II hoch oben. (Tabelle nebenstehend)

Gefunden wurden Fuß- und Handknochen, einzelne Zähne, seltener ganze Arm- oder Fußknochen, Geweihstücke u. dgl.

Der Höhlenbär, *Ursus spelaeus*. In dem vorläufigen Bericht von 1923 war schon davon die Rede, daß der Höhlenbär reichlich und überall vertreten war. Was wir aber bis dahin gefunden hatten, war beinahe unbedeutend gegen die Unmassen von Knochen, die in den „Neuen Räumen“ zum Vorschein kamen. Die Zahl der Höhlenbären, denen wir begegnet sind, läßt sich einigermaßen schätzen. Gegen 3000 Eckzähne des Bären haben wir heimgebracht; zerbrochene haben wir mindestens 1000 in den Abraum geworfen und von den zahlreichen Besuchern während der vierzehn Arbeitsjahre haben sich viele beim Weggehen Andenken ausgebeten, die sich insgesamt auf viele hunderte belaufen. Alles in Allem glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich nach den Eckzähnen die Individuenzahl der Höhlenbären in unserer Höhle auf 1500 bis 2000 schätze.

Das heimgebrachte Knochenmaterial ist ungeheuer und jedes Körperglied ist vertreten. Die Schädel sind zwar meist mehr oder weniger beschädigt, es sind etwa 70 vorhanden. In meinem ersten Bericht über die Grabung konnte ich nur drei Schädel anführen als annähernd

	Haupthöhle mit Nebengrotte und Vorplatz			Süd- kammer			Neue Räume			Aufstieg- kammer			Lagerung nicht mehr feststellbar	
	Schicht	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II		III
Ursus spelaeus		sehr häufig	selten		sehr häufig	selten		sehr häufig			häufig	selten		
Ursus arctos		7	6	5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Hyaena spelaea		1	—	—	1	1	—	19	6	—	—	—	—	—
Felis spelaea		34	24	6	25	11	—	94	92	—	3	—	—	12
Felis pardus		2	3	—	3	—	—	2	1	—	—	—	—	—
Felis caesus		1	3	8	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2
Felis domestica		—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Canis lupus		42	21	5	12	8	—	31	63	—	12	—	—	—
Canis vulpes		3	4	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Canis familiaris		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepus timidus		17	15	29	11	6	—	2	—	—	—	—	—	—
Lepus variabilis		—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sus scrofa et Sus domesticus		1	5	7	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Meles taxus		1	1	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ovis aries		4	17	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Capra hircus		1	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Mustela martes		1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Equus caballus		—	—	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Equus germanicus		9	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Talpa europaea		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arvicola agrestis		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Myoxus glis		12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mus silvaticus		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Arvicola campestris		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sciurus		—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Vespertilio		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Anser domesticus		—	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gallus domesticus		—	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tetrao tetrix		—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rebhuhn		3	3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Corvus		—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dohle		—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rhinoceros antiquitalis		10	3	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
Bos primigenius		1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bison priscus		13	10	2	1	2	—	4	6	1	—	—	—	7
Bos taurus		4	15	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cervus capreolus		9	9	7	—	3	2	1	1	—	—	—	—	—
Cervus elaphus		22	18	8	6	—	—	19	5	—	1	—	—	14
Cervus tarandus		1	7	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3*)

ganz geborgen. Der neue Zuwachs ist lediglich der Ergiebigkeit der „Neuen Räume“ zuzuschreiben.

Bei einem so reichen Material sind natürlich alle individuellen und Artverschiedenheiten zu beobachten, die das Genus *Ursus spelaeus* im Laufe der Jahrtausende hervorbrachte. Es wäre sehr zu wünschen, daß sich jemand fände, der das Material in seiner Gesamtheit bearbeiten könnte. Hierzu würden auch die zahlreichen Zeichen krankhafter Veränderungen der Knochen gehören, die oft sehr kompliziert sind und wohl als ein Zeichen aufgefaßt werden dürfen, daß die Art dem Artentod entgegenging.

\*) Die Namengebung wurde von Hörmann nach dem Buche: „Blasius, Fauna der Wirbeltiere Deutschlands und der angrenzenden Länder von Mitteleuropa. I. Bd.: Säugetiere. Braunschweig 1857 durchgeführt und von uns nicht geändert.

Auch in den neuen Höhlenräumen waren junge Tiere häufig, aber sie spielten doch keine so große Rolle mehr, wie seinerzeit in der Haupthöhle. Anzeichen, daß Tiere an Ort und Stelle verendet waren, fanden sich auch diesmal nicht. Einmal lagen allerdings 8 oder 9 Knochen der Wirbelsäule in einem anscheinenden Zusammenhang, aber Schädel und alle Extremitätenknochen fehlten.

Während in der Haupthöhle unversehrte Knochen nur eine untergeordnete Rolle, gerundete Knochensplinter dagegen eine Hauptrolle spielten, ohne daß ihnen ein Werkzeugcharakter beigelegt werden konnte, war es in den „Neuen Räumen“ gerade umgekehrt. Hier dominierten die ganz erhaltenen Knochen weitaus und die Knochensplinter waren zumeist scharfkantig. Wo sie aber Rundungen zeigten, überwog der Verdacht, daß sie durch den Gebrauch entstanden waren.

Franz Mühlhofer hat in seiner kurzen Veröffentlichung sich auch ausgiebig mit den Tierresten unserer Höhle befaßt. Seine sehr beachtenswerten Ausführungen lenken die Aufmerksamkeit auf die anthropogeographische Einstellung des parasitischen Jägers zu seinem Wohngebiet, wobei sich freilich nur die Winter der Gegenwart vergleichsweise zugrunde legen lassen; sie ermöglichen aber vielleicht doch einigermaßen einen Vergleich mit denen der letzten Zwischeneiszeit.

Der Boden unserer Höhle liegt 491 m über dem Meer, den Alpenhöhlen gegenüber nur eine minimale Erhöhung. Die Talsohle um die Höhle senkt sich nach der Pegnitz zu auf 378 m. Das dortige Waldgebiet hat nach Dr. H. Heß eine mittlere Niederschlagsmenge von 850 mm oder 850 Liter für den qm Bodenfläche. Demgegenüber hat das Nürnberger Stadtgebiet eine Erhebung von 294 bis 398 m über dem Meeresspiegel und nach dem sechsendreißigjährigen Mittel eine jährliche Niederschlagsmenge von 607 mm, eine höchste Luftwärme von 37,2°, eine tiefste — 27,8, im Mittel 0,4° C., 65 Frosttage und eine Schneedecke an 25 Tagen (Rudel).

Für unser Höhlengebiet liegen Beobachtungen dieser Art nicht vor; es läßt sich nur ganz allgemein sagen, daß der Winter 14 Tage länger dauert und alle Temperaturen um einige Grade niedriger sind. Dementsprechend ist im Winter der Berg tief verschneit, das Innere der Höhle vereist. In den Talregionen um die Höhle sind die Verhältnisse nicht viel anders. Ob sich die Höhlensiedler während des Winters in der Höhle oder außerhalb aufgehalten haben, ist eine müßige Frage, denn über die Verhältnisse, unter denen sie die Winter verbrachten, wissen wir nichts. Die Eingeborenen warmer Gegenden suchen die Höhlen nur während des Sommers auf. Es ist denkbar, daß die Horde sich in der kalten Jahreszeit mit Schneehütten außerhalb der Höhle beholfen hat. Die Schneedecke, wechselnd nach Temperatur und Niederschlagsmenge, würde dies in manchem Jahr auch in der Gegenwart zulassen. Die wenigen Feuerstellen in der Höhle lassen annehmen, daß sie im Winter verlassen war, doch könnte man auch Bärenfett zu Beleuchtungs- und Heizzwecken verwendet haben.

Anhaltspunkte für ganzjährige Besiedlung haben sich nicht ergeben und waren auch nicht zu erwarten. Dauernde Seßhaftigkeit war jenen Zeiten unangemessen, man wird sich immer nur zeitweise in der Höhle wieder zusammengefunden haben. Die mächtigen Kulturschichtanhäufungen beweisen nur, daß die Höhle während langer Zeit-

räume aufgesucht worden ist und daß sich währenddem in der Lebensweise der Besucher nicht allzuviel geändert haben kann. Sicher haben sie sich während länger andauernder Regenzeiten in die Höhle geflüchtet, wenn die eindringenden Wasser dies zuließen. Die eigene Unstetigkeit und die Wanderungen der Nahrungstiere werden sie aber oft zu langwierigen Streifzügen weit in die Ferne geführt haben. Nicht immer werden sie dabei mit Kind und Kegel ausgerückt sein; ein Rest von Weibern, Kindern und Alten kann sich in der Nähe aufgehalten und die Rückkehr der Jäger erwartet haben. Kleinwild war in dem dichten Wald immer reichlich vorhanden, aber recht weit scheinen sie hier nicht gekommen zu sein. Denn in dem großen Bamberger Wald, dem Veldensteiner Forst, allerdings jenseits der Pegnitz, hätten sie Kreidehornstein in großen, zur Verarbeitung einladenden Stücken in Menge gefunden und ihn gewiß auch nutzbar gemacht. In Südwest, in etwas weiterer Entfernung, hätten sie ebenso günstige Verhältnisse angetroffen. Daraus läßt sich schließen, daß sie vollkommene Fremdlinge im Land waren und daß sie auch die Wildverfolgung nicht dahin, sondern eher talauf- oder abwärts geführt hat. Die in großen Rudeln lebenden und wandernden Rentiere kamen für ihre Jagd nicht in Betracht, sie waren, wie die Zusammensetzung unserer Höhlenfauna ausweist, zu jener Zeit noch nicht vorhanden.

Man hat nicht selten die Jagd des Vorzeitemenschen für das Verschwinden der heute ausgestorbenen Tierarten verantwortlich gemacht und er hat ja auch weder trüchtige, noch Muttertiere, noch Junge geschont. Daraus hat man geschlossen, daß er ebenso blindwütig und sinnlos wie der moderne Mensch nur vernichtet hat. Er war aber in steter Angst und Sorge, daß die Nahrung einmal zu Ende sehen könnte. Der Wunsch, dies zu verhindern, ließ ihn dabei auf Mittel verfallen, deren Naivität uns freilich ein Lächeln abnötigt, aber es muß ihm zugestanden werden, daß er weiter dachte als der Mensch der Neuzeit, der nur durch strenge Gesetze davon abgehalten werden kann, alles niederzuknallen, was vor das Rohr kommt.

Der Höhlenlöwe, *Felis spelaea*. Mit den gewaltigen Mägen der Höhlenbärenreste hält keine andere in der Höhle vertretene Tierart einen Verbleich aus. Immerhin ist doch die Zahl der Löwenreste verhältnismäßig groß, über 300 Einzelteile und Teile aller Gliedmaßen sind darunter vertreten, leider kein einziger ganzer Schädel. Beim Loslösen eines Sinterklokes in den „Neuen Räumen“ zeigten sich wohl Teile eines Löwenschädels darin eingeschlossen, aber er war nicht ganz und die Teile waren nicht herauszubringen. Unterkiefer kamen dagegen mehrfach vor, im ganzen 4 Stück, einmal auch ein Stück vom Oberkiefer eines jungen Löwen.

Wie beim Bären fand sich auch beim Löwen kein Anzeichen dafür, daß ein Tier in der Höhle verendet wäre, alle Teile waren durch die ganze Höhle verstreut und immer isoliert. Wie diese Zerstreung und Verfrachtung durch alle Höhlenräume und beinahe alle Schichten zustande gekommen sein kann, ist ein Rätsel; selbst im hintersten Raum, in der Aufstiegschammer, fanden sich noch drei Teile und das Gleiche gilt für die weit spärlicheren Reste anderer Großtiere, die lebend niemals in die hinteren Räume gelangt sein konnten. Die Schicht I führte in den drei Haupträumen (Haupthöhle, Südkammer, „Neue Räume“) zusammen 133 Reste.

Aber auch Schicht II wies noch 127 Teile auf, von denen 92 allein auf die „Neuen Räume“ entfallen. Nur im vorderen Raum enthielt auch die obere Schicht III einige Reste, 6 Teile. Aber merkwürdigerweise fanden sich auf der obersten Sinterdecke in den „Neuen Räumen“, die nur mit Schicht III gleichgesetzt werden kann, ganz frei obenauf liegend, ein Löwen- und ein Bärenoberarm, beide zusammen- und am Sinter angesintert, s. Tafel 35, Abb. 7.

Viele ganze Knochen und große Eckzähne weisen auf alte, sehr große Tiere hin. Ein linker oberer Molar hat eine Länge von 42 mm, gegen 31 des gleichen Zahnes vom rezenten Löwen. Ein vollständiger Femur mißt vom oberen Gelenkkopf bis zum äußeren Ende der distalen Rollen 45 cm gegen 36,5 beim rezenten. Die großen Metatarsus- und Metacarpusknochen, insgesamt 98 Stück, stellen nahezu die Gesamtheit aller großen Fußknochen dar und erlauben die Feststellung, daß neun Löwenexemplare vorhanden waren.

Krankhafte Veränderungen, wie sie an den Bärenknochen so häufig sind, weisen die Löwenknochen nicht auf, aber eine gewisse, individuelle Variabilität ist auch an ihnen wahrzunehmen. Es scheint, daß es sich um eine größere und eine kleinere Form handelt, wie sie Soergel aus dem Elsaß und aus französischen Höhlen erwähnt. So mißt der III. Metacarpus der einen Form 12,7, der der anderen 14,1 cm; ein II. Metatarsus 14,2, der gleiche der größeren Form 15,9 cm.

Ob auch der Löwe gleich dem Bären vom Menschen verzehrt wurde, ist aus den Resten nicht zu erschließen, da es sich aber zumeist um alte und sehr alte Tiere handelt, wohl kaum anzunehmen.

Das Nashorn, *Rhinoceros antiquitatis*, ist zwar nur mit wenigen, aber z. T. sehr ansehnlichen Resten vertreten. Es muß im Pegnitztal ein häufiges Tier gewesen sein, von dem auch in der benachbarten Finstermühlhöhle viele Reste zeugen. Wir haben aus der Petershöhle ein ganzes, wenn auch beschädigtes Becken, s. Tafel 35, Abb. 5, ein weiteres halbes Becken, einen Oberkieferrest mit vier annähernd gut erhaltenen Molaren und einen halben Oberarmknochen, Tafel 35, Abb. 4 und 6.

Nach Soergel tritt das Nashorn in der zweiten Zwischeneiszeit auf und geht noch mit dem Primitivmoustérien zusammen. Es paßt also gut in den Rahmen unseres Zeitalters. Die erwähnten Teile fanden sich in der Haupthöhle und zum Teil in dem Abzugsschacht, der an der Westseite unter dem alten Eingang die Höhle nach unten entwässert hat. Aber auch in den „Neuen Räumen“ fanden sich drei Teile, die nur durch Verschleppung dahin gelangt sein können. Ob es Tiere oder Menschen gewesen sind, die dies bewerkstelligt haben, bleibt unaufgeklärt.

Der Höhlenpanther, *Felis pardus*. Die Anwesenheit des Höhlenpanthers, eines in Höhlen sonst seltenen Tieres, sowie des Höhlenlöwen erklärt Bächler damit, daß die großen Katzen als Räuber ihren Beutetieren nachgezogen sind. Wir werden das wohl auch für die Petershöhle annehmen dürfen, wengleich nicht recht einzusehen ist, warum sich wenigstens vom Panther nur so verschwindend wenig Knochenreste (12 Teile) vorgefunden haben. Die Knochen aller Katzentiere gleichen sich so vollständig, daß man sie nur nach der Größe unterscheiden kann. Man könnte daher geneigt sein, die Pantherreste jungen Löwen zuzuschreiben, wovon ja auch ein Exemplar in die Höhle gelangt ist. Die

Knochen (5 Wirbel, 3 Fersenbeine, Zähne) gehören aber sämtlich alten Tieren an, denn die Epiphysen sind alle fest verwachsen.

Vier von den 12 angetroffenen Teilen entfallen auf die Schicht II, welche in die Uebergangszeit zur letzten eiszeitlichen Kälteperiode zu setzen ist. Das ist nicht weiter befremdlich, denn der Panther bzw. der Leopard ist ebensowenig wie der Löwe ein ausgesprochen wärme liebendes Tier. Immerhin ist nicht außer Acht zu lassen, daß die paar Teile in die II. Schicht durch Umlagerungen gelangt sein könnten.

Die Höhlenhyäne, *Hyaena spelaea*. Sie hat nicht sehr viele Reste hinterlassen, darunter aber doch ein sehr bemerkenswertes Stück, einen prachtvoll erhaltenen Schädel (s. Tafel 35, Abb. 2). Er weist auf ein Tier von großem Wuchs hin, weit größer als die heutige *Hyaena crocuta* es ist, die der Höhlenhyäne am nächsten steht. Der Schädel hat eine Gesamtlänge von 31 cm, denen der rezente mit 24 cm gegenübersteht; Höhe 15 gegen 10,5 cm; Jochbogenbreite 20 gegen 17 cm.

Der Wolf, *Canis lupus*, ist auffallend häufig und in nahezu allen Räumen vertreten: 68 Teile in der Haupthöhle, 94 in den „Neuen Räumen“ und selbst noch in der Aufstiegschamber 12 Teile. In der oberen Schicht der Haupthöhle ist er rezent, aber im übrigen fossil.

Der Hirsch, *Cervus elaphus*, von dem sich 41 Teile allein in der untersten Kulturschicht der Haupthöhle und den „Neuen Räumen“ fanden, ist mit tonangebend für die Interlazialnähe dieser Siedlungsschicht, der das Rentier vollkommen fehlt. Es befinden sich darunter Geweihstücke mit starken Rosenstöcken und ein solches befand sich auch bei einer der Schädelsetzungen (Tafel 23 b). Auch schalen- oder schuhlöffelartige Stücke sind aus Geweih gefertigt. Dabei wurde die innere Knochensubstanz entfernt, was sich nicht auf natürliche Vorgänge zurückführen läßt. Soergel sagt vom Hirsch, daß er für die Jagd des Taubachjägers nur eine geringe Rolle gespielt hat, „man erhält den bestimmten Eindruck, daß er den Hirsch planmäßig nicht gejagt hat“. Das schöne Geweihstück, das, wie erwähnt, einer der Schädelsetzungen beilag, deutet an, daß in der Petershöhle der Hirsch als Jagdbeute betrachtet und geschächt wurde. Geweihstücke fanden sich vielfach. Bei einem hat die Rose einen Durchmesser von 9 zu 7 cm.

Das Reh, *Cervus capreolus*, ist in den Schichten, die als fossilführend anzusprechen sind, nur selten zu finden und das ist auch in anderen Höhlen ähnlich. Ein Schädelstück mit Gehörn und schöner Rose ist aber an tiefster Stelle, 324 cm unter Nullmeter, in der Haupthöhle im weißen Dolomitsand des Liegenden gefunden worden.

Das Reh scheint kleiner gewesen zu sein als das heutige, aber viel stämmiger.

Das eiszeitliche Rentier, *Cervus tarandus*, ist nur in die Haupthöhle gelangt und nur in beiden oberen Schichten vertreten. Es ist zwar in meiner Aufzählung einmal auch in Schicht I angeführt, die zwischeneiszeitlich ist. Aber das kleine Stückchen — ein Scaphoideum, Kahnbein der Handwurzelknochen — lag an der Westseite der Haupthöhle unter dem „alten Eingang“ in dem Schlund, der die Höhle nach unten entwässert hat. Es ist wohl von den hier abfließenden Schlamm- und Wassermassen aus den oberen Schichten nach unten mitgerissen

worden und wird diesen angehören. Auf keinen Fall kommt es für Schicht I in Betracht, in der es gefunden wurde.

Vom Ur, *Bos primigenius*, ist nichts weiter zum Vorschein gekommen, als was schon 1923 erwähnt werden konnte.

Etwas reichlicher als damals ist jetzt das *Wisent*, *Bison priscus*, vertreten, das selbst aus den „Neuen Räumen“ nicht fehlt. Das Schädelstück einer Wisentkuh mit den Hörnern (Tafel 35, 1) fand sich in der Haupthöhle unter dem alten Eingang in dem Schlund, durch den die Wasser den Weg in die Tiefe gefunden haben, die sicherlich auch manch anderes schöne Stück mit hinabnahmen.

Die Wild- und Hauschweinreste sind wenig zahlreich und würden wohl kaum einer Erwähnung bedürfen, wenn sich nicht ein Zahn darunter befinden würde, der seit seiner Entdeckung viel auf Reisen war und manchem Gelehrten vorgelegen hat. Beim ersten Anblick ist man geneigt, ihn für einen Menschenzahn zu halten. „Es ist auf jeden Fall eine Mißbildung, ob jedoch Mensch, wage ich nicht zu entscheiden, ich möchte fast eher an Schwein denken“, äußerte sich M. Schlosser, und er hat Recht behalten. Mühlhofer hat sich in dankenswertester Weise bemüht den Zahn zu meistern, und es ist ihm schließlich auch gelungen; er konnte ihn nach einem Eberkopf als zweiten Prämolare des Oberkiefers eines jungen Wildschweins, *Sus scrofa*, bestimmen, doch kann es sich möglicherweise auch um einen anormalen ersten Molaren handeln; vom Schwein stammt er aber sicher. Wir haben ihn in dreifacher Vergrößerung photographiert (Tafel 35, 3); an seiner Bestimmung ist nun kein Zweifel mehr.

Das *Mammut*, *Elephas primigenius*, ist in der Höhle nicht vertreten, man darf aber aus diesem Fehlen nicht den Schluß ziehen, daß es zu jener Zeit in der Gegend nicht existierte. Knochen von ihm haben sich im oberen Pegnitztal verschiedentlich gefunden, insbesondere in der drei Kilometer Luftlinie entfernten, etwas tiefer gelegenen Finsterrühlhöhle kamen Mammutreste reichlich zum Vorschein. Sie lagen hier unter einer Sinterdecke von ansehnlicher Stärke, die Schlosser der Würmeiszeit zuschreibt, in Höhlenlehm, den er für spätinterglazial erklärt. Das würde also der oberen Hälfte unserer Kulturschicht I, bzw. der Schicht II der Petershöhle entsprechen.

Zu den übrigen, größtenteils rezenten Tieren erübrigen sich Bemerkungen. Nagetierreste haben sich nur verschwindend wenige in den „Neuen Räumen“ gefunden; das ist nicht weiter verwunderlich. Denn da, wo heute der Eingang zur Höhle ist, war sie ehemals durch massive Felsen, deren Trümmer wir entfernen mußten, verschlossen, und so konnten auch die Raubvögel ihre Gewölle nicht hier ablagern. Die geringfügigen Mäusereste, die sich in den „Neuen Räumen“ fanden, mögen dadurch ihre Erklärung finden, daß doch ab und zu ein kleiner Spalt in der Felswand sich findet, den die Kleintiere passieren konnten, wie wir ja auch weit im Innern der „Neuen Räume“ meterlange dünne Wurzeln der Waldbäume antrafen, die vom äußeren Berg den Weg herein gefunden hatten.

Wie schon in der Abhandlung von 1923 habe ich auch diesmal wieder meiner Faunenliste die rezenten und Haustiere angefügt, obwohl

eine Besprechung jener Arbeit die ungewohnte Faunengesellschaft gerügt hat und gesagt worden war, es wäre wünschenswert, die rezenten Beimengungen aus der Liste der diluvialen Tiere herauszunehmen. Ich halte mich aber nicht für berechtigt, an dem Tatbestand etwas zu ändern. Wo findet sich denn die Grenze, von der an Änderungen erlaubt sind? Sie können immer nur subjektiv sein, und wenn das Schichtenbild nicht ganz reinlich zu sein scheint, so wird sich eine Ursache hierfür ergeben. In unserem Fall hat sich unzweideutig gezeigt, daß durch Wühlereien in der Haupthöhle die Schichten II und III etwas durcheinander gemengt waren, zum Glück nicht durch raubgrabende Forscher. Ein Fuchsbau, den wir im „alten Eingang“ 2,50 m über dem Boden der Höhle antrafen, läßt den Störenfried klar erkennen. Diese Stelle konnte seit Jahrtausenden kein Mensch erschaut oder gefunden haben, und nirgends ließ sich eine Störung durch den Menschen feststellen. Für Störungen durch natürliche Vorgänge aber gibt es Erklärungen und eine solche ist hier gegeben.

Ueberblickt man die sehr mannigfaltige Fauna, so zeigt sich, daß in der untersten Schicht, abgesehen von dem in allen Schichten anzutreffenden Höhlenbären, der Hirsch mit 47 Anteilen, Reh mit 10, Wisent mit 18, Rhinoceros mit 10, Ur mit 1, Wildpferd mit 9, Wildschwein mit 3, Wolf mit 97, Panther mit 7, Löwe (oder Tiger) mit 153, brauner Bär mit 8, Hyäne mit 21 Anteilen vertreten sind. Rhinoceros, Löwe, Hyäne stehen der Annahme einer Waldfauna nicht im Wege, die zudem nur den Schluß auf eine Zwischeneiszeit zuläßt. Das steht auch mit den Kohleuntersuchungen E. H o f m a n n s in vollem Einklang. Das Florenbild ist gleichfalls nicht eiszeitlich.

### Die Schädelseßungen.

Durch alle Befunde ist die Besiedlung der Höhle durch Menschen einer späten Zwischeneiszeit gesichert. Es ergaben sich aber im Verlauf der Grabung Anhaltspunkte, welche auf bestimmte menschliche Handlungen hinwiesen. Das sind die an verschiedenen Stellen zum Vorschein gekommenen Schädel- und Knochenbeiseßungen.

Schon als wir vom Vorplatz nach den Nebengrotten vordrangen, zeigten sich in einer linken Seitennische massenhafte Ansammlungen von Höhlenbärenknochen und in jeder kleineren Nische verstaute Schädel. Ich stand damals ganz unter der Annahme, daß häufige Ergüsse von Schlamm- und Wassermassen von obenher die Knochen und Schädel herausgewirbelt und in die von der Strömung weniger berührten Winkel gedrückt hätten. Das ging fort bis zur zweiten Nebenrotte, die sich nach Beendigung der Grabung als ein Teil der Haupthöhle erwies.

Hier kamen wir an eine wandschrankartige Nische in der Felswand, 1,20 m über dem Boden. Aus dieser Nische holte mir der Arbeiter nach und nach fünf Höhlenbärenschädel, zwei Oberschenkel- und einen Oberarmknochen hervor. Sie steckten nicht in dem stein- und geröllreichen Sand, aus dem die Schicht in der Umgebung der Nische und überall sonst bestand, sondern waren in einen mulmartigen Staub gehüllt, der völlig ohne Gerölle und Steine war. Es machte den Eindruck, als wären einst die Schädel in die leere Nische gelegt worden und als hätte sie der Staub im Lauf der Jahrtausende zugedeckt. Die Schädel waren mürbe und zerfielen beim Herausnehmen.

Meine Annahme, daß in den Höhlenklüftungen aus durchströmenden Schlamm die Schädel und Knochen hängen geblieben seien und sich abgelagert hätten, reichte hier zur Erklärung nicht mehr aus. Nur Menschenhand konnte die Knochen in die Nische gelegt haben. Und nun erschienen mir die bisher schon in Winkeln verstaubten Schädel und die Knochenhäufung in anderem Licht. Es stieg der Verdacht in mir auf, daß auch sie vom Menschen niedergelegt worden seien; aber es ließ sich nichts mehr feststellen, weil im Verlauf der Grabung alles entfernt worden war. Erst im späteren Ablauf wiederholte sich Ähnliches. Zunächst aber ergaben sich keine Vergleiche mehr zu der befremdenden Beobachtung.

Die Haupthöhle war ausgeräumt bis zu dem Durchschluß nach der Südkammer, der Steinbarre, welche später gesprengt wurde. Von der Südkammer, die vor der Abgrabung nur leeren, durchwühlten Sand zu enthalten schien, versprach ich mir gar nichts, und so kamen eigentlich nur die paar Meter Lehmsand vor der Barre als mutmaßlicher Abschluß der ganzen Arbeit, von der sich keine großen Erwartungen mehr hegen ließen, in Betracht.

Ich machte mich allein — es waren Inflationsjahre — an die Arbeit, den kleinen Rest durchzugraben.

Die ersten paar Meter entsprachen meinen niedergestellten Erwartungen. Plötzlich stieß ich auf Holzkohle. Sie lag nicht unmittelbar auf dem zur Barre ansteigenden Fels, sondern zwischen Fels und Kohlenbett waren etwa 10 cm Kulturschicht, die dem nach vorn abfallenden Felsen auflag. Die Kohle lag hier in Stärke von 10 cm, endete aber nach unten 2 bis 3 cm stark.

Von oben herab arbeitend, deckte ich einige Lagen flacher Kalkplatten auf, die bis zu 4 cm stark und unregelmäßig geschichtet waren. Zwischen den Platten hindurch ging die Kohlschicht. Unter den Kalkplatten kam weißes Kalkmehl oder Kalksand zum Vorschein, 9 cm stark, dem Aussehen nach vom Feuer zerstörter Kalk. Ob der Kalk wirklich durch Feuer in Staub und Grus verwandelt worden war, ist nicht mehr feststellbar.

Darunter folgten wieder eine dicke Lage Kohle, einige flache Steine, abermals Kalkgrus und dann erstreckte sich ein tiefes Kohlenbett nach rechts über eine größere 55 cm lange Steinplatte von 12 cm Stärke. Seitlich links lagen noch einige dünnere Kalksteinplatten und einige größere, runde Kalksteine stützten sie.

Es war also nicht eigentlich eine Steinkiste, wie E. Bächler sie angetroffen hatte. Es war eine unregelmäßige Steinsetzung von Platten und kopfgroßen, sie stützenden Knollen in losem Sand. Nur die große Deckplatte erinnerte an eine „Steinkiste“.

Nun hob ich die lange Platte ab: zu meinem Erstaunen lag darunter ein großer Höhlenbärenschädel. Das Innere des Schädels war mit Kohle gefüllt und er lag oder stand auch in einer Kohlschicht. Rechts lagen neben ihm ein paar knollige Steine an und davor waren ebensolche gesetzt. Der Schnauzenteil des Schädels war nach Ost, das Hinterhaupt nach West gerichtet. Vor dem Schädel außerhalb der Steinsetzung lag der Oberschenkel eines halb erwachsenen Höhlenbären. Photographieren konnte ich die Gruppe nicht, ich habe also den Befund skizziert (Tafel 21 a).

Auf den ersten Blick schien es mir, als ob der Schädel im offenen Feuer gelegen hätte und die großen Kohlenmengen der Rückstand des Feuers gewesen wären, das um ihn und über ihm gelobt hatte. Nach langen Untersuchungen stellte sich mir die Sachlage aber doch anders dar. Der Schädel war vom Feuer ganz unberührt, er war aber innen und darüber mit viel Kohle bestreut. Im Feuer kann er also nicht gelegen haben. Man ging vielleicht folgendermaßen vor: erst weihte man am Platz der Setzung die Erde in größerer Ausdehnung mit Feuer. Nachdem das Feuer niedergebrannt war, wird man Steine in die Kohle gelegt und nun nochmal ein lebhaftes Feuer entfacht haben. Lebhaft muß es gewesen sein, das beweisen die zu weißem Mehl und Grus umgewandelten Kalkpartien zwischen den Steinen, wenn sie wirklich von Brand herrühren<sup>22)</sup>. Als auch das zweite Feuer niedergebrannt war, hat man den Schädel eingesezt, innen mit Kohle gefüllt und auch noch Kohle darüber geschüttet. Schließlich deckte man die Steinplatte darüber, die auch noch zur Hälfte dick mit Kohle bestreut wurde.

Ob dieser Erklärungsversuch den Hergang in richtiger Weise schildert, muß ich dahingestellt sein lassen. Natürlich wurde auch die Möglichkeit ins Auge gefaßt, daß der Schädel die Feuerprozedur an Ort und Stelle durchgemacht hat, was ja als das Natürlichste erscheint. Aber selbst wenn er im Fleisch niedergelegt worden wäre, das ihn vor der direkten Feuerwirkung hätte etwas schützen können, müßte sich an den nicht mit Fleisch, sondern nur mit Haut bedeckten Stellen ein Ansetzen bemerkbar machen. Er ist aber an keinem Teil mit Feuer in Berührung gekommen, es ist nicht die geringste Ankohlung bemerkbar; unter der Quarzlampe luminisiert er in allen seinen Teilen, ebenso wie der davor gelegene Oberschenkelknochen. Das Hinterhaupt ist übrigens gespalten und einige Teile, sowie das Hinterhauptslloch fehlen ganz.

In der von B ä c h l e r ausgegrabenen Drachenlochlöhle wurden die Bärenschädel samt Fleisch und Haut hinterlegt, wenigstens schließt dies O. M e n g h i n aus dem dabei befindlichen ersten Halswirbel. Es ist wichtig zu wissen, ob das auch bei unserem Schädel der Fall war. Das läßt sich aber mit Bestimmtheit verneinen. Erste Halswirbel waren überhaupt bei keinem Schädel irgend einer unserer Setzungen vorhanden. Ebenso fehlte der Unterkiefer und auch bei allen anderen Schädeln war kein Unterkiefer vom gleichen Tier dabei, was der Fall sein müßte, wenn der Kopf mit Fleisch und Haut hinterlegt worden wäre. Auch Kohle ist bei keinem der zahlreich deponierten Schädel wieder zum Vorschein gekommen.

Dagegen war zu erkennen, wie der Bär getötet worden war. Mit einem mächtigen Schlag war ihm der Schädel zerschmetterert worden. Das war ersichtlich aus dem faustgroßen Loch auf der Stirn, von dem aus die Knochenrisse excentrisch ausstrahlen. Leider wurde das schöne Schaustück, noch ehe ich es photographieren konnte, insoferne zerstört, als die nur lose noch haftenden Trümmer von roher Hand ausgebrochen und fortgeworfen wurden.

Die Weiterarbeit förderte zunächst keine Schädelsetzungen mehr. Es staken zwar auch in der Südkammer da und dort Schädel in einer Wandnische, und es ist möglich, daß sie die gleiche Bedeutung hatten.

---

<sup>22)</sup> Auffällig ist, daß nur unter den oberen Steinplättchen sich solche Kalkmehlpartien befanden, nicht aber unter den anderen Steinen der Setzung.

Lange oder sonstige Knochen befanden sich jedoch nicht dabei, und so läßt sich auch nicht sagen, ob sie mit Bestimmtheit den absichtlichen Setzungen beizuzählen sind.

Es ging dann weiter durch die „Neuen Räume“, wo vereinzelt oftmals Schädel angetroffen wurden, die meist nur lose in der Erde lagen. Weit hinten, 15 m vom Eingangstor in die „Neuen Räume“ nach Süd, stießen wir mitten in der Höhle wieder auf mehrere Schädel, wie das bis dahin öfter schon vorgekommen war. Nachdem ich drei Schädel entfernt hatte, bemerkte ich, daß darunter noch mehrere zum Vorschein kamen. Ich ließ sie zum Photographieren freilegen, wobei ich feststellte, daß sie auf größeren Steinen lagen und in weitem Umkreis von Steinen umgeben waren. Die Gruppe nahm eine Fläche ein von Nord nach Süd 1,60 m und von Ost nach West 2,50 m. Nach ihrer Wegnahme zeigte sich, daß sie aus 10 ganzen und 4 zertrümmerten Schädeln bestanden hatte; lange und ganze Knochen fehlten aber auch hier. Dagegen kamen unter der Gruppe eine Anzahl plumper Werkzeuge und einige gute „Knöpfe“ zum Vorschein.

Ganz nahe dieser Gruppe befand sich an der Westwand der Höhle (14,40 m vom Eingang) die erwähnte große, zusammengesinterte Knochenmasse und gleich daneben eine zweite an derselben Wand. Sie bildeten in ihrer Massenhaftigkeit lange Zeit eine besondere Anziehung für die Besucher. Jetzt ist alles vollständig verschwunden, da die zahlreichen ungebetenen Sonntagsgäste, die immer wieder durch Zertrümmern der Verschlüsse sich Einlaß verschafften, nicht eher zufrieden waren, bis alles heruntergeschlagen und zertrümmert war.

Wir gelangten sodann ins hinterste Eck des „Neuen Raumes“ im Süden, das sackartig nach Osten ausbuchtet. Auch dieses Eck war angefüllt mit Knochen, unter denen sich auch eine Anzahl von Schädeln befanden.

Diese drei nahe beieinander am Ende der Höhle befindlichen Knochen- und Schädelansammlungen können nur vom Menschen hingebracht worden sein. Jede andere Möglichkeit ist nach Lage der Sache ausgeschlossen. Wenn sie sich auch anders darstellen, als die sonstigen Schädelsetzungen, so zeugen sie doch gleicherweise für die geistig-kultische Ideenwelt dieser Leute.

Damit waren auch die „Neuen Räume“ abgetan. Zum Schluß fand sich in der Aufstiegschammer der isolierte Schädel eines jungen Höhlenbären, der in recht auffälliger Weise derart frei auf ein hohes Felsensims gestellt war, wie ihn etwa ein moderner Mensch postiert haben würde, quer zur Felswand, die Schnauze mit den beiden Eckzähnen das Sims überragend (Tafel 20 b).

Nachdem die Höhle vollständig entleert war, ging ich daran, das Kontrollprofil in der Haupthöhle abzutragen. Daß sich dabei dieselben Beobachtungen wiederholten, die bei der Hauptausgrabung festgestellt worden waren, wurde oben schon gesagt.

Als das Profil bis zum gewachsenen Boden bzw. bis zum weißen Liegenden entfernt war, hatten wir das Glück, noch einmal auf eine regelrechte Schädelsetzung mit Knochen zu stoßen, die nach sorgfältiger Freilegung im Tageslicht photographiert werden konnte (Tafel 23 a und b).

Sie bestand aus einem sehr großen Höhlenbärenschädel, aus Trümmern und Eckzähnen eines zweiten, aus zwei Stücken einer Geweihstange vom Hirsch, die zusammenpaßten und 38 cm Gesamtlänge hatten, dem Oberarmknochen eines schwachen Höhlenbären, dem zweiten Halswirbel (Epistropheus) vom Höhlenbären, einigen losen Zähnen aus dem Höhlenbärenschädel und drei oder vier Knocheninstrumenten, davon eines flach und glatt geschliffen. Nur bei dieser Sezung fanden sich Bestandteile einer anderen Tiergattung, des Hirsches.

Bei den Versuchen, den vermuteten alten Eingang freizulegen, stand uns abermals eine Ueberraschung bevor. Den Fuchsbau habe ich bereits erwähnt, den wir 2,50 m über dem Boden im Innern des Versturzes antrafen und beseitigten. Als alles weggeschafft war — er war nach hinten durch versinterte Kalkbrocken und Felstrümmer abgeschlossen, eine kleine Höhle für sich bildend — zeigte sich in der Felswand dahinter eine Nische, die vorher nicht zu sehen war, 115 cm über dem Boden. Bei näherem Zusehen steckte darin wieder ein Höhlenbärenschädel — Hinterhaupt nach Ost, Schnauzenteil nach West gerichtet — und er konnte mit Bliclight photographiert werden (Tafel 22 a). Nachdem dies geschehen und der Schädel herausgenommen war, kamen unter ihm noch ein zweiter und dazu einige Langknochen zum Vorschein.

So hatte uns also der Abschluß der Grabung noch einige sehr erfreuliche Ergebnisse gebracht und mit Befriedigung konnten wir uns von der Höhle verabschieden.

### Die verschiedenen Arten der Schädeldepos.

Die auffällige Art des Unterbringens von Schädeln und Knochen des Höhlenbären in der Petershöhle hatten mich schon 1923 in meiner ersten Benachrichtigung ebenso wie E. B ä c h l e r auf den Gedanken gebracht, daß hierfür bestimmte Absichten der Höhlenbewohner maßgebend gewesen sein mußten, die den Motiven vergleichbar sind, welche bis vor kurzem und selbst in der Gegenwart noch die Polarvölker zu ähnlichen Handlungen veranlassen.

Zählen wir die verschiedenen Arten der Schädel- und Knochenansammlungen nochmal auf:

1. Schädel, die in den „Neuen Räumen“ unterschiedslos mit den sonstigen Knochen in den Sanden steckten. Ob dieser Art der Unterbringung irgend eine Bedeutung zukommt, kann sehr fraglich sein, vielleicht liegt ihr nur Nachlässigkeit zugrunde, welche Gegenstände dort liegen läßt, wo sie gerade hinfallen, wie dies ohne Ueberlegung Tiere tun.
2. Große Ansammlungen ganzer Knochen aller Skeletteile und auch Schädel in seitlichen Nischen im untersten Teil der Schicht I auf dem Liegenden. Der erste dieser Knochenhaufen kam bei der Grabung des Jahres 1919 in der ersten Nebengrotte der Haupthöhle zum Vorschein. Andere solcher Knochenhaufen wurden 1926 in den hinteren Teilen der „Neuen Räume“ angetroffen. Von diesen großen Massen konnte nicht viel mitgenommen werden; sie ließen sich nicht herausnehmen, ohne alles zu zertrümmern, da sie ganz und gar eingesintert waren.

Solcher Anhäufungen waren in diesem Teil der Höhle drei vorhanden, Nischen und Vertiefungen der Felswand füllend. Soweit sie der Untersuchung zugänglich waren, bestanden sie nur aus Bärenresten, enthielten aber auch ganze Schädel. Obwohl sonst Knochen sämtlicher Skeletteile vertreten waren, wurden Rippen doch nur selten beobachtet. Primitive, grobe Knochenwerkzeuge fanden sich öfter darunter.

3. Einzelschädel, meist von jüngeren Tieren, waren häufig in Löcher und Unebenheiten der Höhlenwände geklemmt 1 bis 1 $\frac{1}{2}$  m über dem Liegenden ohne sonstige Begleitknochen. In der unter 2. erwähnten ersten Nebengrotte waren außer dem Knochenhaufen 10 bis 12 solcher Schädel verstaubt. Die Haupthöhle hatte keine aufzuweisen. Dagegen fanden sich einige in der Südkammer. Reichlich waren sie in den „Neuen Räumen“ vertreten, aber nur selten ganz herauszubringen. Besonders die eine Abteilung, in welche Tafel 22 b einen Einblick gewährt, war reich an derart untergebrachten Schädeln. Selbst im leßtaufgefundenen Raum, der Aufstiegs-kammer, fand sich noch ein frei im Sand auf einem Sims liegender jugendlicher Höhlenbärenschaedel (Tafel 20 b).
4. Schädelsetzungen mit Lang- und anderen Knochen. Hierher gehören vor allem die fünf Schädel in der Nische der zweiten Nebengrotte mit den Langknochen. Die Schädel zerfielen beim Herausnehmen. Weiter zählen hierher der zwischen Steinen in Kohle gebettete Schädel des großen Höhlenbären in der Haupthöhle, sodann die unter dem Kontrollprofil aufgedeckte Schädelgruppe mit Lang- und anderen Knochen, sowie dem Hirschgeweih (Tafel 23 b). Endlich noch die zuletzt gefundene Gruppe von zwei Schädeln und Langknochen im alten Zugang der Haupthöhle (Tafel 22 a).
5. Die große Schädelanhäufung, 10 Stück, im hinteren Teil der „Neuen Räume“ ohne Langknochen auf einer Art von Plattform, von Steinen umgeben (Tafel 22 b).

#### Ethnologische Vergleiche.

Die verschiedenen Arten der Bergung von Schädeln und Knochen in der Petershöhle lassen sich in Vergleich setzen mit verschiedenen Arten der Tierverehrung und der Tiermagie bei Eismeervölkern, wenn man es überhaupt für zulässig hält, aus analogen Vorgängen bei heutigen Naturvölkern auf gleichartige Gedankengänge des Urzeitmenschen zu schließen.

Die hierher gehörigen Handlungen der Eismeervölker beruhen auf dem Gedanken, daß den getöteten Tieren die Fähigkeit innewohnt, ins Leben zurückzukehren. Damit sie dies aber gerne tun, muß das tote Tier, dessen Fleisch der Jäger zum Leben braucht und das ohnehin ver-gänglich ist, wenigstens in seinen unvergänglichen Skelettresten pietät-voll behandelt werden. Strenge Taburegeln sorgen dafür, daß dies geschieht: „Ihr Bruch könnte nach Ansicht der Eingeborenen von ver-hängnisvollen Einfluß auf die Beschaffung der Nahrung in der ganzen zukünftigen Zeit sein. Kein Markknochen durfte gegessen werden. Kein

Feinschmecker durfte sich an frischem Rentierhirn delectieren, sondern die Köpfe mußten, sobald das Fleisch abgelöst war, sorgfältig in einen benachbarten kleinen Fluß versenkt werden, der ohne Fische war.“ „Wenn ein Rentier getötet worden ist, muß man wohl darauf achten, daß kein Knochen zerbrochen wird. . . . Man muß peinlich dafür Sorge tragen, daß die Hunde während der Jagdzeit nicht an Rentierknochen nagen. Es würde die Seele des Rentieres schmerzen und man würde keine Rentiere mehr bekommen“ (K. Rasmussen).

Oder Kagarow<sup>23)</sup>: „Bei den Ostjaken, Wogulen und anderen Völkern werden zur Zeit des Bärenfestes die Knochen niemals zerstückelt. . . . Diesen Bräuchen liegt das Bestreben zu Grunde, den Knochen des toten Tieres die Möglichkeit zu geben, sich wieder mit Fleisch zu bedecken und zu neuem Leben aufzuerstehen; durch die Aufbewahrung der Knochen sichert sich der primitive Mensch eine neue Seeleninkarnation der getöteten Tiere, Vögel oder Fische und verhindert dadurch die quantitative Abnahme des vorhandenen Wildbestandes.“ „Denn nichts, was einmal gelebt hat, kann wieder vernichtet werden oder verloren gehen“, belehrt der Schamane Ijugarjuk bei den Rentiernomaden Rasmussen<sup>24)</sup>.

Aehnliches gilt von allen eßbaren Beutetieren; bei den Jassatschnaja-Jukagiren werden die nicht eßbaren Teile des Fischskeletts wieder in den Fluß zurückgeworfen, denn man nimmt an, daß die so behandelten Fische wieder lebendig würden. Der Jukagire empfindet sich den Beutetieren gegenüber gar nicht als Feind und Zerstörer ihres Lebens, sondern als guter Freund, denen er noch verschiedene Ehren erweist, weshalb die Tiere ihn auch lieben und sich gerne von ihm töten lassen, damit er sie aufesse, zumal die Knochen ja sowieso wieder lebendig werden (Jochelson<sup>25)</sup>).

Dies gilt nicht nur für alle Tiere, die gejagt oder geschlachtet und gegessen werden, es gilt auch ebenso für die pflanzlichen Lebensmittel; bei den Ainu z. B. werden die Erstlingsfrüchte gleichfalls unter bestimmten Zeremonien und Voraussetzungen verzehrt, wie der aufschlußreichen Arbeit von Willy Krimp zu entnehmen ist, welche Carl Clemen-Bonn mir gütigst zugänglich gemacht hat: „Beiträge zur Religion der Ainu“<sup>26)</sup>. Wie in seinen Schlußworten gesagt ist „beeindruckt den Betrachter aufs stärkste das Bewußtsein von der Erfülltheit aller Dinge mit lebendigen Kräften. Alles und jedes ist von ihnen durchwoben, alles ist lebendig und in innerer Bewegung, es gibt keinen Tod, keine gnostisch-statische ewige Scheidung in Geist und Materie, wie auch keine Grenze zwischen göttlich und menschlich mitten durch die Welt geht. Ein Gesetz nur beherrscht die Natur: das Gesetz von der Erhaltung der ‚Kraft‘“. Die Absicht, den Nährtieren und -pflanzen die Kraft und die Lust zur Wiederkehr zu erhalten, in ihnen den Glauben zu erwecken, daß man sie ehrt, indem man sie verspeist, sie mit dem Schicksal zu versöhnen, das ihnen der Mensch durch die Tötung zugefügt hat, das

<sup>23)</sup> Kagarow, Ein Hühnerfest bei den Frauen in Rußland; Heftische Blätter f. Volkskunde Bd. 27 1928 S. 69.

<sup>24)</sup> K. Rasmussen, Thulefahrt S. 169.

<sup>25)</sup> Nach Findeisen, Die Fischerei im Leben der altsibir Volksstämme. Ztschr. f. Ethnol. 60. Jahrg. 1928 S. 49/50.

<sup>26)</sup> Inaug. Dissert. Bonn 1928 S. 91.

ist letzten Endes die Triebfeder dieser uns befremdenden Handlungen und Taburegeln.

In der Festschrift für Prof. W. Schmidt hat A. Gahs-Zagreb<sup>27)</sup> verschiedene Arten der bei Eismeervölkern üblichen Aufbewahrung und Bergung von Schädeln und Knochen der Beuteiere zusammengestellt; sie lassen sich mit den in der Petershöhle angetroffenen vergleichen.

Die oben unter 2. und 5. angeführten großen Ansammlungen von Knochen aller Skeletteile oder Schädel finden sich, ebenso bei den Jurak-Samojeden, für welche Gahs viele Beispiele anführt: „. . . . Mr. Jackson berichtet von verschiedenen solcher Plätze an der Süd-, West- und Nordküste der den Samojeden heiligen Insel Waigaj und einen im Innern. Sie sind ihrem Charakter nach nicht einheitlich, meist sind es rohgeschichtete Haufen von Geweihenden und Knochen. Sie sind errichtet auf niederen, natürlichen Anhöhen und das wird noch hervorgehoben durch eine untergelegte Schicht von Steinen und Treibholz, eine Art Plattform. Auf dieser Erhöhung sind ohne irgend welchen Anspruch auf Anordnung die Knochen von Bären und Hirschen, besonders die Schädel und Markknochen niedergelegt.“

Wenn von Geweihenden der Rentiere abgesehen wird, die in einer Zwischeneiszeit nicht zu erwarten sind, finden sich in der Petershöhle dieselben rohgeschichteten Knochen- und Schädelhaufen auf Steinplattformen oder von Steinen umgeben.

Unter 3. wurden Einzelschädel angeführt, meist von jüngeren Tieren, die in einiger Höhe in Klusen und Löcher der Höhlenwände eingeklemmt waren.

Dies kann an die längs der ganzen Eismeerküste einzeln oder zu mehreren auf Pfählen oder an Baumstämmen aufgehängten oder angebundenen Bären- oder Rentierschädeln erinnern. Von den Jurak-Samojeden weiß Gahs nach Lehstalo anzuführen<sup>28)</sup>: „Die heiligen Stätten der Tundra-Juraken sind nach meinen Nachrichten meist hohe Stellen an Ufern, nach Osten gekehrte Landzungenrücken. Opfern kann man stets, wenn ein Bedürfnis vorliegt. . . . Heilige Stätten gibt es von allerhand Aussehen. Charakteristisch sind für sie im Boden angelehnte rohe behauene Holzfiguren, sjaadaï's, die „Schatten“ des Geistes und seiner Gehilfen. . . . In der Tundra sind die Bäume zum Aufhängen der Opfer aus dem Waldgebiete herbeigeschafft. Auf ihnen befinden sich oft Anbindeopfer, Rentierschädel mit Geweihen und Schädel gefangener Tiere; bringt man diese Schädel nicht an eine heilige Stätte, so bekommt man keine Beute mehr. An einer solchen Stätte standen zwei Lärchen: an die eine war eine lange Stange mit sieben Kerben angelehnt; an den Zweigen der anderen hingen Tierschädel von verschiedener Größe.“

Holzreste haben sich außerhalb der Herdstellen mehrfach gefunden (s. den Bericht von Dr. Elise Hofmann), aber irgendwelche Rückschlüsse auf Holzfiguren lassen sich naturgemäß nicht daraus ziehen, ebensowenig wie die vielfachen Beziehungen der Eismeervölker zu Geistern und religiösen Vorstellungen in der Jetztzeit sich ohne weiteres auf die Petershöhlenleute des Diluviums ausdehnen lassen. Sieht man

<sup>27)</sup> Kopf-, Schädel- und Langknochenopfer bei Rentiervölkern S. 231.

<sup>28)</sup> A. Gahs, S. 232.

aber von diesen neuzeitlichen kultischen Begleiterscheinungen ab, so sind die einzeln oder zu mehreren in Felsennischen und Klüften der Höhlenwände gezwängten Bärenschädel Darbringungen gleicher Art, wie die an der flachen Eismeerküste auf Pfähle gesteckten oder an Bäumen aufgehängten Schädel der Beutetiere. „Der Grund dafür ist klar“, sagt G a h s, „man wollte den frischen Kopf vor Raubtieren und Hunden schützen“<sup>29)</sup>. Diese Maßregel war in der Höhle nicht nötig; die meist einen oder anderthalb Meter hoch versteckten Schädel waren ebenfalls annähernd geschützt.

Am meisten in die Augen springend ist die Aehnlichkeit der unter 4. aufgezählten Schädel- und Langknochenopfer mit den gleichen Zusammenstellungen der Polarvölker. Dort „reichen sie über die Tundra-Juraken hinaus, bei welchen sie ihren eigentlichen Herd haben . . . , über die Zentraleskimo hinaus bis an die arktische Küste, also bis in den äußersten Norden, sich erstreckend über zwei Gebiete, die von der Behringstraße, d. h. dem Hauptwege und dem Einfallstor zwischen Asien und Amerika am weitesten nach Osten und Westen abliegen“. Diese außerordentlich weite Verbreitung über die verschiedensten Völkerschaften ist zugleich ein Beweis für das hohe Alter solcher Opfer.

Zieht man nun in Betracht, daß es in der Petershöhle von derartigen Opfern geradezu gewimmelt hat, so liegt der Gedanke nahe, daß sie keine eigentliche Wohnhöhle, sondern ein Heiligtum für die Horde oder für mehrere Horden gewesen ist. Für eine solche Annahme sprechen noch andere Gründe: vor allem die geringe Anzahl von Silexwerkzeugen und das Fehlen von Anzeichen, daß sie in der Höhle selbst hergestellt worden sind; ferner, worauf A. G a h s mich persönlich aufmerksam zu machen die Güte hatte, das Fehlen jeglicher menschlicher Skelettreste, die an einer solchen heiligen Stelle nicht niedergelegt werden. Außerdem darf auf die große Entfernung vom Wasser hingewiesen werden. Siedlungen bedurften immer des Wassers in nächster Nähe, aber nur die in einiger Entfernung vorüberfließende Pegniß konnte es bieten. Um sie zu erreichen, muß man aber unter Ueberwindung eines Höhenunterschiedes von über 100 m etwa 1 km weit laufen. In einer von großen Raubtieren reich bevölkerten Gegend fällt dieser Umstand sicherlich ins Gewicht.

Es erscheint nun auch wenig wahrscheinlich, daß die unter 1. erwähnten, namentlich in den „Neuen Räumen“ unterschiedslos herumliegenden ganzen Schädel und Knochen nur als Mahlzeitreste wie in sonstigen Siedlungen zu betrachten sind. Es mögen Reste von Mahlzeiten sein, die gelegentlich bei Festen abgehalten wurden, daß man sie aber einfach liegen ließ und darauf herumtrampelte, Reste derselben Tiere, die sonst sorgfältig und geschützt untergebracht wurden, ist doch wenig wahrscheinlich. Es würde sich aber einigermaßen erklären, wenn die ganze Höhle ein angesehenes Heiligtum war, in dem auch die Mahlzeitreste unbedenklich im Boden ruhen konnten, umso mehr als sie im Laufe langer Zeiten allmählich sich mit Sand überdeckten. Diese Sandanhäufungen, die während der Benützung der Höhle angedauert haben müssen und gelegentliche Wassereinbrüche, deren Spuren unverkennbar waren, obwohl sie so schwer mit einem ständigen Aufenthalt des

---

<sup>29)</sup> A. G a h s, S. 239.

Menschen zu vereinbaren sind, finden durch diese Annahme eine befriedigende Erklärung.

Die Deutung der Höhle als ein Heiligtum altpaläolithischer Horden ist aus den dargelegten Gründen daher wahrscheinlicher als die dauernde Benützung als Wohnhöhle durch lange Zeiträume.

Die neuzeitlichen Schädel- und Langknochenopfer der Polarvölker beschränken sich nicht auf diese Aeüßerlichkeiten, sondern sind mehr oder weniger mit Zeremonien von kultischer Bedeutung verknüpft, Verehrung und Anrufung von Geistern, Blutopfern und dgl., von denen sich in der vor vielen tausend Jahren besiedelten Petershöhle nichts nachweisen läßt. Es wird der vergleichenden religionsgeschichtlich-ethnologischen Forschung anheimzustellen sein, ob und inwieweit sie aus den angeführten Tatsachen verwertbares Material gewinnen kann.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich gelegentlich in der alten Literatur Bemerkungen finden, die sich nach der jetzigen Kenntnis der Vorgänge in Höhlen als hierhergehörig deuten lassen. San.-R. Dr. E. Enslin macht mich in liebenswürdiger Weise auf eine solche Andeutung aufmerksam: Sömmering, Einfluß der Bestimmung auf die Geschichte des Menschen im Magazin für die Naturgeschichte des Menschen von Grosse, Bd. 3, Stück 1 Nr. 4 p. 45. Diese Abhandlung besitze ich jedoch nicht selbst, sondern habe das Zitat gelesen bei Rosenmüller, *Quaedam de ossibus fossilibus animalis cuiusdam, historiam ejus et cognitionem accuratorem illustrantis*. In.-Diss. Lipsiae 1794. Dort wird aus Sömmering auf p. 31 zitiert: „Ich habe daher schon längst die Vermutung gehabt, daß vielleicht durch Menschenhände diese Bärenknochen in dergleichen Höhlen gekommen sind, da man sie gewöhnlich nicht weit vom Eingange antrifft; und es gewinnt diese Vermutung noch mehr Wahrscheinlichkeit, da mir ein Augenzeuge, Herr Kriegsrat Menken versicherte, daß diese Bärenköpfe in Gailenreuth, gar wie in einer gewissen Ordnung gereiht, angetroffen würden.“ — Sömmering ist also der erste, dem diese Vermutung aufgestoßen ist.

---

## NACHTRÄGE.

Seit dem Abschluß meiner Monographie über die Petershöhle haben sich gelehrte Kreise vielfach mit den Ergebnissen und der Bedeutung der Grabung beschäftigt; es gibt also einiges nachzutragen.

Da ist zunächst Menghins großangelegten Werkes zu gedenken „Weltgeschichte der Steinzeit“<sup>30)</sup>. Von S. 113 ab gibt er eine Gliederung der Faustkeilkulturen, d. h. eine Aufzählung aller jener protolithischen Fazies, in denen zweiseitig bearbeitete Steingeräte eine wesentliche Rolle spielen. Er nennt es einen erheblichen Fortschritt, daß Obermayer die älterprotolithischen Klingenindustrien Mitteleuropas als eine selbständige Kultur erkannte und unter dem Namen „Prämoustérien“ zusammenfaßte. Er selbst geht einen Schritt weiter und scheidet eine andere Gruppe aus, die er „protolithische Knochenkulturen“ nennt. Er unterscheidet je nach ihrer geographischen Verteilung eine europäische, eine südasiatische und eine amerikanische Gruppe. Die europäische dürfte in zwei Fazies zerfallen, eine alpine, deren Verbreitungsgebiet das Innere der Alpen darstellt und die er nach dem erstentdeckten Fundplatz Bächlers „Wildkirchlikultur“ nennt. Die zweite ist in der Nähe von Nürnberg festgestellt; er bezeichnet sie nach der Petershöhle bei Velden als „Veldener Kultur“.

Der Menghin'sche Ansaß der Veldener Kultur ist besonders bedeutungsvoll, weil er sie fast an den Anfang des allgemeinen Kulturverlaufes noch vor die Ausbildung bestimmt geformter Steingeräte setzt. Es ist dies auch insoferne besonders wahrscheinlich, weil die Petershöhle während langer Zeiträume nur einmal bewohnt war und ein besonders reiches Material in einheitlicher Schichtenfolge geliefert hat, wenn auch gelegentliche oder häufige Wassereinbrüche hie und da Umlagerungen bewirkt haben.

Das vom Speläologischen Institut beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft herausgegebene überaus sorgfältig verfaßte Quellenwerk „Die Drachenhöhle bei Mixniß“ hat sich gleichfalls mit dem Versuch einer Gliederung des alpinen Paläolithikums befaßt (S. 859). Im Text ist dazu ausgeführt „das Klima von Mixniß und der ersten Schicht von Velden dürfte annähernd dasselbe gewesen sein, wengleich die Lage von Velden mit etwa 500 m über dem Meere bei ähnlicher Faunenliste auf eine etwas niedrigere Jahrestemperatur deutet, als sie in Mixniß geherrscht hat. Das würde heißen, daß Velden etwas näher an der Eiszeit liegt, also etwas jünger ist. Diese Unterschiede sind aber so gering, daß man nicht irre geht, wenn man die beiden Kulturen sowohl typologisch als auch auf Grund der Faunenliste im wesentlichen für gleichzeitig annimmt“.

<sup>30)</sup> Wien 1931.

Am 25. März 1931 hat Ä. P e n k, Berlin, einen Aufenthalt in den Sammlungen der Naturhistorischen Gesellschaft dazu benützt, die Petershöhlenfunde zu besichtigen. Er bestätigte ihre große, wissenschaftliche Bedeutung.

Aus meinen Ausführungen über die Velden'schen Funde ist zu erkennen, daß die ethnologischen Vergleiche vielfach auf Völker von der Eismeerküste verweisen, obgleich es sich bei uns niemals um eine Küstenbevölkerung oder Meeranwohner gehandelt haben kann, sondern immer nur um Binnenlandbewohner. Nun hat kürzlich Kai Birket - Smith - Kopenhagen, der Begleiter Knud Rasmussens auf der 5. Thule - Fahrt, die Sammlung besichtigt. Er hat mehrjährige Ausgrabungen im Lande der Binneneskimo westlich der Hudsonbay ausgeführt und ist deshalb über die Kultur dieser Bevölkerung gut unterrichtet; aber kein einziger unserer mannigfachen Gerätetypen erinnerte ihn an nordische Typen, wenn auch gelegentlich kleine technische Kunstgriffe Aehnlichkeit zeigten. Das gänzlich negative Resultat erwies die Aussichtslosigkeit von Vergleichen nach dieser Richtung.

Wie es nach einem Sonderdruck der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1931 neuerdings heißt, sind bei Ausgrabungen in der Bärenhöhle bei Winden im Burgenland durch Kurt Ehrenberg nicht nur eine ähnliche Fauna, sondern ganz besonders Knochengeräte in großer Zahl gefunden worden, „die durchaus den ‚Knöpfen‘ Kellermanns entsprechen, die pfriemen- oder schaberartige Formen aufweisen und weitgehend an die ‚Artefakte‘ aus der Petershöhle bei Velden, der Drachenhöhle bei Mixniß usw. erinnern“.

---

Einer zufälligen Beobachtung unseres Präparators Joh. L u ß nachgehend, fand ich bei der Beschäftigung mit den Knochentypen der Petershöhle, leider erst nach dem Tode Hörmanns, einen Weg, auf dem möglicherweise die „Knöpfe“ und „Fellablöser“ (Knochentypus A und E) entstanden sein können. Meine diesbezügliche Arbeit wird im 26. Bande (1934) des Mannus, Zeitschrift für Vorgeschichte, erscheinen.

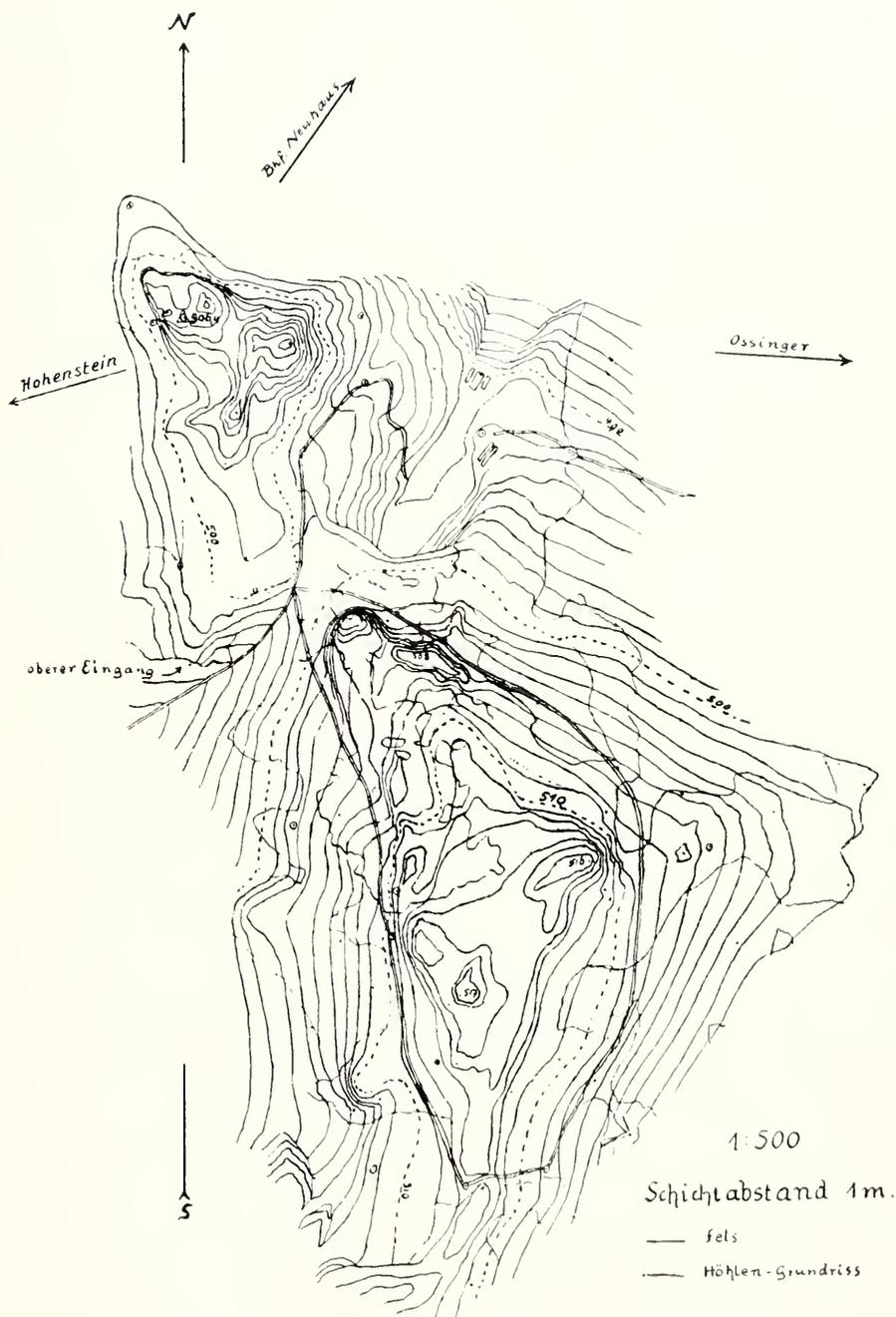
Dr. Alfred Schmidt.

---

## Namen- und Sachregister.

- Abies alba 53  
 Absalon Prof. K., 47  
 Abzugsschacht 31  
 Acetabulum 66  
 Albüberdeckung 33, 37  
 Alpenhöhlen 69  
 Alter Zugang 40, 42  
 Alveolen 66, 67  
 Amboß 56  
 Amberger Erzform 24  
 Andree Jul., 45, 69  
 Anhänger 67  
 Auerbach 23  
 Aufstiegsloch 39  
 Aurignacemensch 70  
 Autochthone Verwitterung  
 41  
  
 Bächler Dir., 60, 79, 87  
 Bärenfest 83  
 Bärenhöhle 88  
 Bamberger Wald 23  
 Barre 40  
 Bayer Jos., 48, 63  
 Beninger Ed., 46  
 Besucher 22  
 Bing J., Geh.Rat, 63  
 Birket-Smith Kai 88  
 Birkner Prof., 56  
 Breitklingenabspolisse 45  
 Breitklingenkultur 46  
  
 Cenoman 24  
 Chronologische Daten 47  
 Clemen Prof., 83  
 Czižek 47  
 Cramer H. 23  
  
 Dolomit 26, 48  
 Dolomitscherben 35  
 Dorn P. 23  
  
 Ehrenberg Prof. K., 88  
 Eibe 52  
 Einzugsgebiet d. Sande 38  
 Eisbildung 29  
 Eismeeervölker 82  
 Elle 59  
 Endochthone Verwitterung 41  
 Enslin E., San.-Rat, 86  
 Entstehung der Höhlen 25  
 Eskimo 55  
 Esper 40  
 Extremitätenknochen 37  
  
 Fäustel 46  
 Fagus silvatica 53  
 Fellablöser 60, 88  
 Felsblöcke 33  
 Felnsischen 77  
 Feuer 49  
 Feuerherd 32  
 Feuerstein nordischer 44  
 Fibula 60, 62  
 Fichte 52  
 Fickenscher K., 49  
 Finstermühlhöhle 47, 74, 76  
 Forstamt Neuhaus 26  
 Forster von, 27  
 Fossilisierung 56  
 Fränkische Schweiz 21  
 Frostwirkung 32  
 Frühaurignacien 47  
 Fuchsbau 77, 81  
  
 Gahs Prof. A., 84, 85  
 Gatter 34  
 Generalkonservatorium 26  
 Geweihknochen 61  
 Gewölle 76  
 Gletscher 25  
 Göbe Prof. A., 65  
 Gotthard Prof. W., 49  
 Gotthardsberg 21  
 Gottschalk Ob.Forstmslr., 44  
 Grabungstechnik 43  
 Griffelbein 33  
  
 Hager G., 27  
 Hainkirche 29  
 Handspitzenform 48  
 Hartenstein 23  
 Haustierreste 35  
 Heiligtum 85, 86  
 Herdstelle 49, 50  
 Hersbrucker Schweiz 21  
 Heß H., 72  
 Hirnkapsel 61  
 Hirsch 75  
 Höhlenbär 70  
 Höhlenhyäne 75  
 Höhlenlöwe 73  
 Höhlenpanther 74  
 Höhlenteich 34  
 Hofmann Elise 51  
 Holzkohlenreste 51, 52, 53  
 Hornstein 44  
 Hudsonbai 88  
 Hüftbein 66  
 Hyänenschädel 37  
  
 Jagd 73  
 Jurazeit 24  
  
 Kagarow 83  
 Kayssner jr. 44  
 Kellermann 28, 62, 69, 88  
 Kiefer 51  
 Kipfer, Forstwart, 44  
 Klingenkultur 46  
 Klüpfel W. 23  
 Knochenansammlungen 81  
 Knochenbearbeitung 57 u. f.  
 Knochen, ganze 33  
 Knochenmaterial 53  
 Knochenmazerierung 32  
 Knöpfe 33, 38, 62, 88  
 Kochne W. 23  
 Königstein 23  
 Kohlenbelag 33  
 Kohlenester 33  
 Kohlen Schwärzung 49  
 Kontrollprofil 34, 42 80  
 Krapinakultur 46  
 Kreidezeit 24  
 Kremp Willy 83  
 Kryptogamenflora 51  
 Kummetsloch 63  
 Kyrle Prof. 41  
  
 La Quina 56  
 Lehner L. 23  
 Lehtisalo 84  
 Letten 34  
 Luß Joh. 88  
  
 Mahlzeitreste 85  
 Mammul 76  
 Manganmulmerz 33  
 Markknochen 55  
 Menghin Prof., 79, 87  
 Menken, Kriegsral, 86  
 Mixniß 87  
 Mühlhofer Franz 32, 50, 72, 76  
  
 Nagespuren 56  
 Nagetierreste 76  
 Nashorn 74  
 Neischl A. 28  
 Neuhaus 21  
 Nische 37  
  
 Obermaier Prof. 46, 87  
 Oligocän 24  
 Os pubis 66

- Degniß 23  
 Penisknochen 61  
 Penk A., Prof., 88  
 Périgueux 62  
 Peters, Chemiker, 22  
 Peters Rud. 22  
 Petersfels 25  
 Pfeilspitzen 64, 65  
 Pfiemen 61  
 Phosphat 37  
 Picea excelsa 52  
 Pinus silvestris 51  
 Piffart E. 61  
 Pluvialzeit 34  
 Politur 66  
 Potter Creek Cave 68  
 Prämousterien 44, 46  
 Protolithikum 87  
 Pseudoknöpfe 64  
 Pseudomutabiliskalk 48  
 Putnam F. W., Prof., 68
- Quarzlampe 55
- Radius 58  
 Ranke, Prof., 27  
 Rasmussen Knud 55, 56, 83, 88  
 Reh 75  
 Rehlen W., 27  
 Renier 75  
 Richter, Förster, 44  
 Rinnenbrunner Forst 21  
 Rippen 61, 63  
 Rohfleischer 55  
 Rollung 54  
 Rosenmüller 86  
 Rotbuche 53  
 Rudel Prof. 72  
 Rutschflächen 48
- Sandeinlagerung 41  
 Sandwüste 36  
 Schädelgruppe 37
- Schädelsetzungen 32, 78, 80, 81  
 Schäflung 65  
 Schambein 66  
 Scheitelbein 67  
 Schlagstein 49  
 Schicht I 31  
 Schicht II 33  
 Schläfenfortsatz 65  
 Schleifen 64, 65, 69  
 Schlittschuhe 66  
 Schlosser Prof., 26, 47, 48, 76  
 Schmidt Alfr. 88  
 Schmidt W., Prof., 84  
 Schneehütten 72  
 Schollenbewegungen 24  
 Schramm C. F. 44  
 Schramm C. J. 44  
 Schuhlöffel 61  
 Schulterloch 46, 56  
 Schulterblattgelenke 57  
 Schwammkalk 26  
 Seemann R. 23  
 Senon 24  
 Sickerwässer 29  
 Sieben 43  
 Sinclair Will. J. 69  
 Sinterbildungen 29  
 Sinterdecke 36  
 Sirgenstein 45  
 Sömmering 86  
 Soergel 47, 48, 74  
 Speiche 58  
 Speläostratigraphie 32  
 Sprengungen 35  
 Staatssammlung München 26  
 Steingeräte 45  
 Steinkiste 78  
 Steg 62  
 Stichel 61  
 Stockwerke 39  
 Störungslinien 24  
 Stollen 38  
 Struckmann C. 67  
 Strudelwirkungen 34, 40
- Tagung der Höhlenforscher 32  
 Terliär 24  
 Tanne 53  
 Tasse 35  
 Taxus baccala 52  
 Tierreste 70  
 Tropfstein 38
- Ueberflutungen 34  
 Ulna 59  
 Unterkreide 24  
 Unterkiefer 62  
 Ur 76  
 Urtäler 24
- Velden 21  
 Veldener Kultur 87  
 Veldensteiner Forst 23  
 Ventilation 29  
 Verband bay. Geschichts- u. Urgeschichtsvereine 27  
 Verwitterung d. Gesteins 33  
 Verworn 65  
 Volkringhauserhöhle 47  
 Vorplatz 34, 35
- Wadenbein 60, 62  
 Waldarbeiter 44  
 Wasserbecken 36, 39  
 Wassereinbrüche 85  
 Wasserscheide 25  
 Weiterentwicklung 46  
 Werkzeuge 38  
 Wildkirchli-Kultur 87  
 Wildschwein 76  
 Wisent 76  
 Wolf 75
- Zähne 67  
 Zerklüftungshöhlen 28











a) Der Höhlenzugang vor Beginn der Grabung 1914.



b) Der Höhlenzugang nach beendeter Grabung 1928.





a) Der alte Eingang, Haupthöhle-West.



b) Der alte Eingang, andere Berg-(West-)seite, nach Ost gerichtet.





a) Die halbausgeräumte Haupthöhle.







a) Der Feuerherd vor der völligen Abdeckung.  
(Photographie stark überarbeitet.)

Ursprüngliche Höhe  
der Einlagerung, →  
alte Oberfläche

Von der Decke  
abgestürzte  
Felsblöcke →

Die kleine  
Feuerstelle 224 cm →  
unter  
der Oberfläche



← Der  
„alte Eingang“

b) Kontrollprofil 1918, Westwand der Haupthöhle.





a) Südkammer mit Sinterdecke.



b) Südkammer ; der große Feuerherd.





a) Durchsuchen der Erde auf dem Vorplatz.



b) Durchsuchen der Erde auf dem Vorplatz.



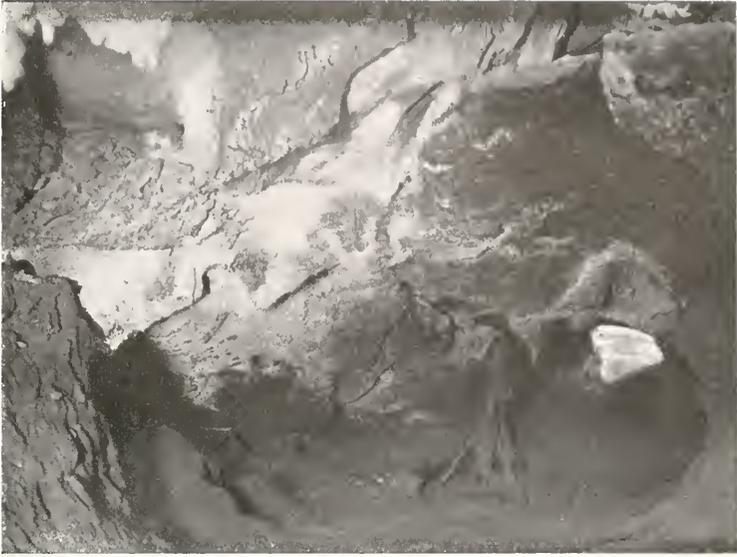


a) Die Sinterdecke über dem Eingang zu den „Neuen Räumen“.



b) Tropfsteindecke inmitten der Schädelkammer.





a) Blick von Süd nach Nord durch die „Neuen Räume“.



b) Ergiebige Fundstelle im Nordwesteck der „Neuen Räume“.



Höhe der Sand-  
einlagerung →



a) „Neue Räume“, Sandeinlagerung unter der Sinterdecke.



b) „Neue Räume“, Sandeinlagerung unter der Sinterdecke





a) Aufstiegsloch Nr. 2 zum II. Stock.



b) Angesinterter Bärenschädel, Südwesteck „Neue Räume“.





a) Der II. Stock, Blick nach West.



b) Der II. Stock, Blick nach Ost.





a) Das Tor zwischen Südkammer und den „Neuen Räumen“.



b) Aufstiegs-kammer, der isolierte Höhlenbärenschädel.





a) Steinkiste mit Schädel und Langknochen ; Haupthöhle.



b) „Neue Räume“, nordwestl. Nische mit Knochen- und Schädelhaufen.





a) Die Nische mit zwei Schädeln im alten Durchgang.



b) „Neue Räume“; der 10 Schädelhaufen.





a) Haupthöhle ; die Schädelsektion unter dem Kontrollprofil.



b) dasselbe wie a) aus der Nähe.



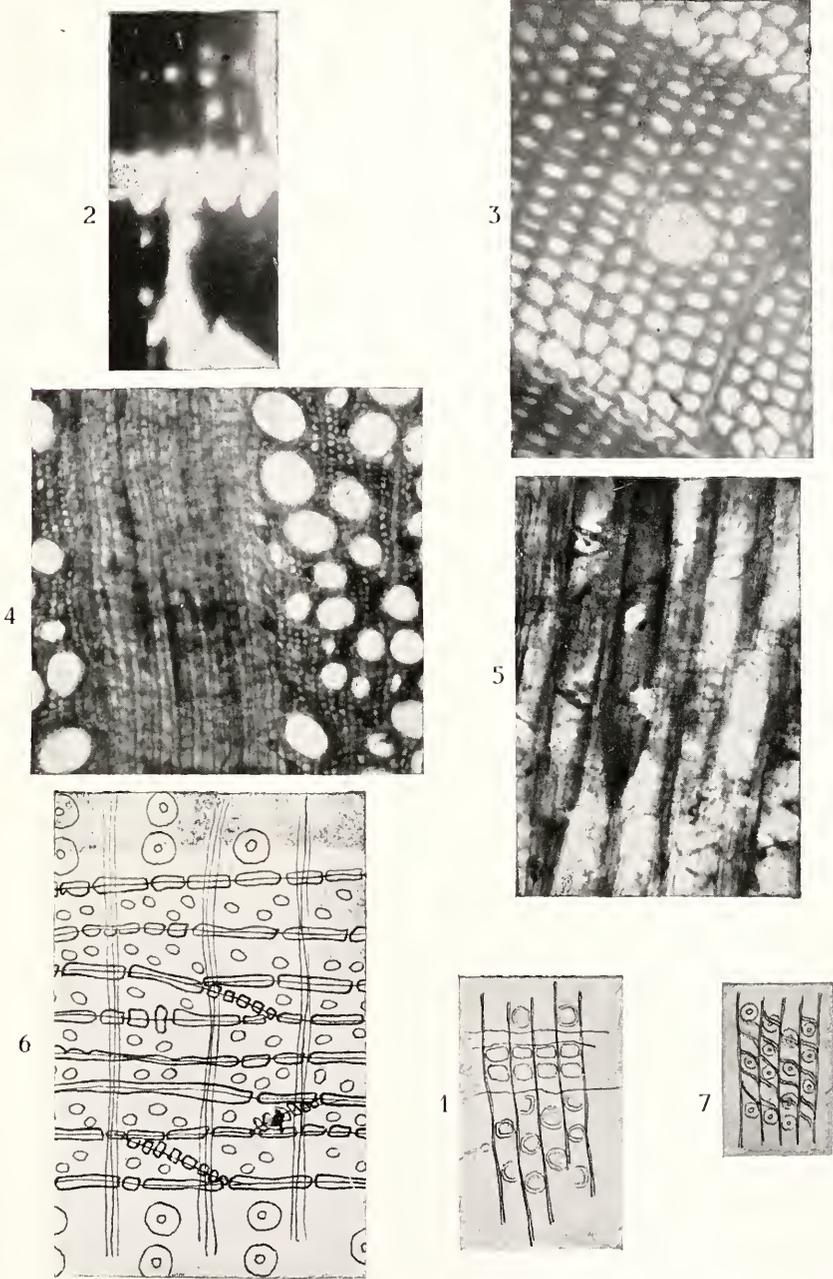
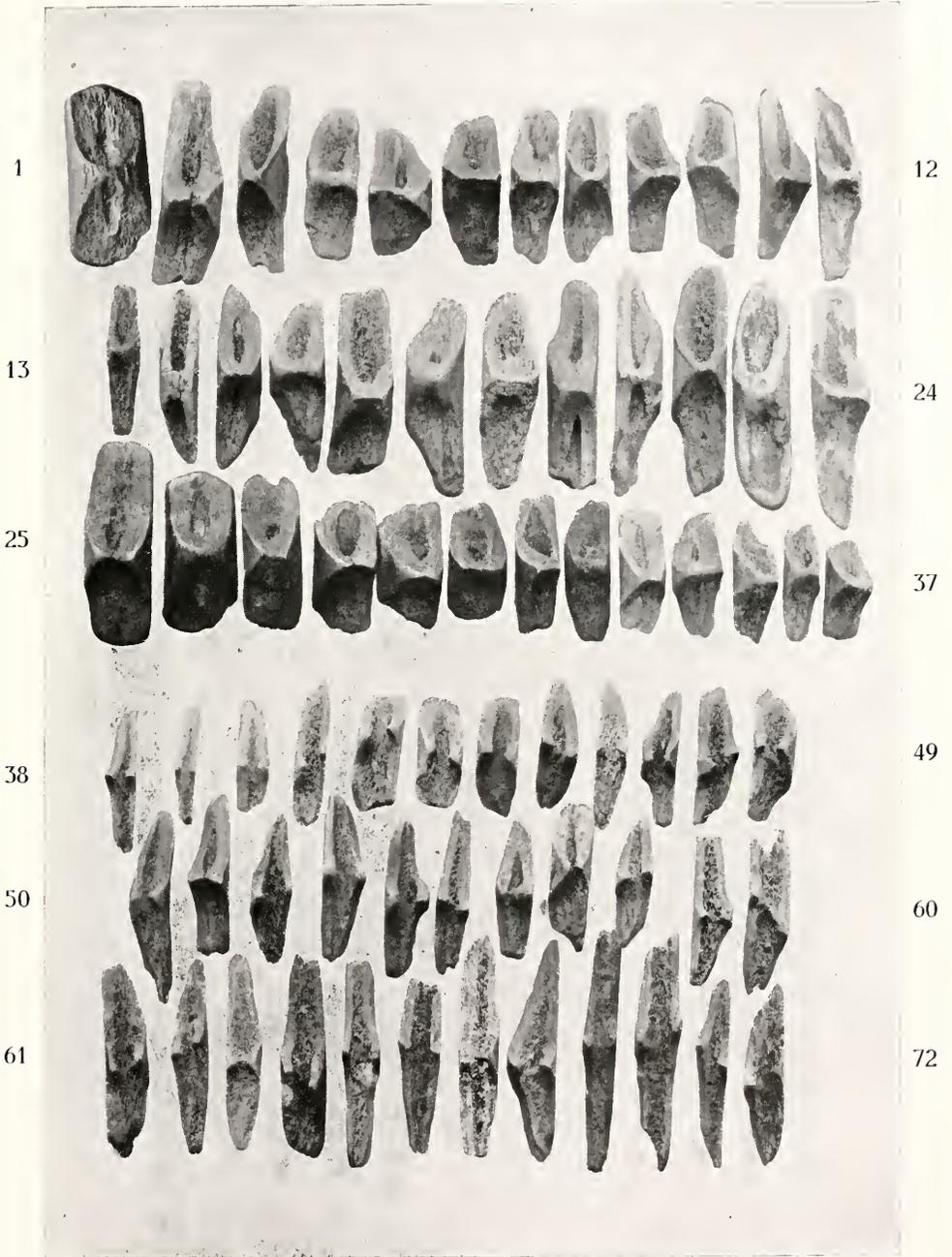


Abb. 1 = *Pinus silvestris*, Radialschnitt (Zeichnung)  
Abb. 2 = *Pinus silvestris*, Radialschnitt (Mikrophotographie)  
Abb. 3 = *Picea excelsa*, Querschnitt mit Harzgang (Mikrophotographie)  
Abb. 4 = *Fagus silvatica*, Querschnitt (Mikrophotographie)  
Abb. 5 = *Fagus silvatica*, Radialschnitt (Mikrophotographie)  
Abb. 6 = *Abies alba*, Radialschnitt (Zeichnung)  
Abb. 7 = *Taxus baccata* (Zeichnung)  
(Sämtlich Originale)

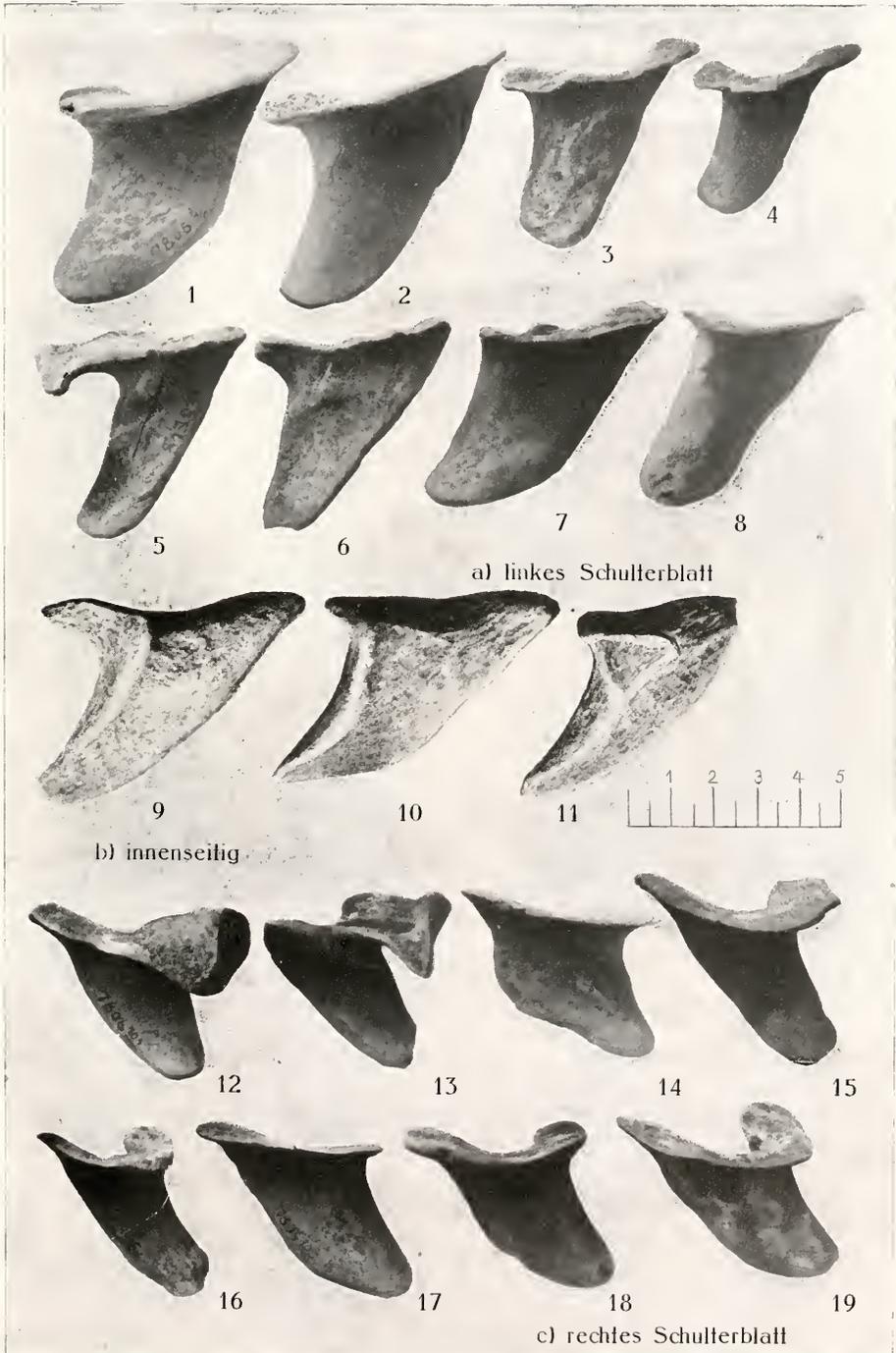




Knochentypus A (1-37)

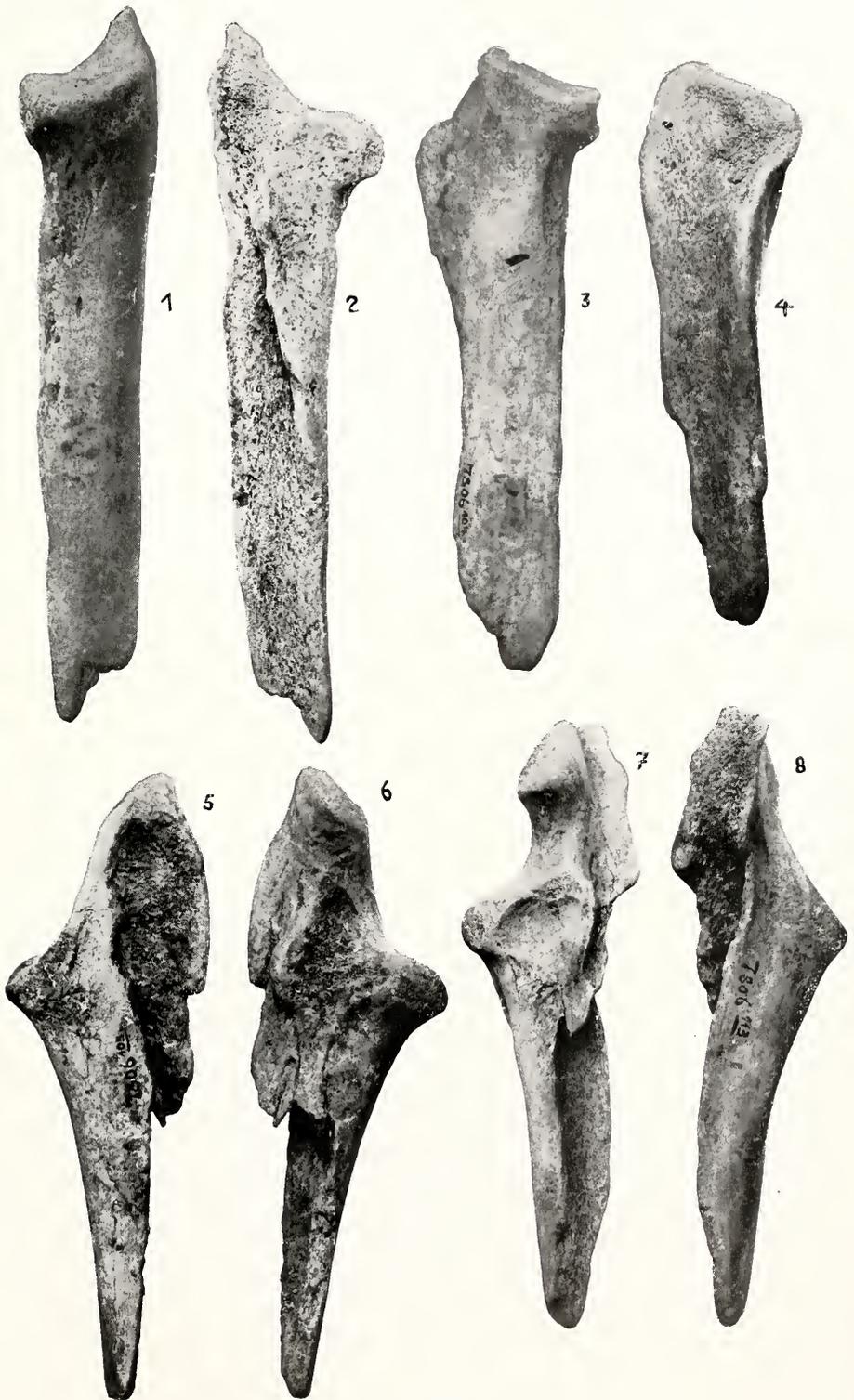
Knochentypus A<sub>1</sub> (38-72)





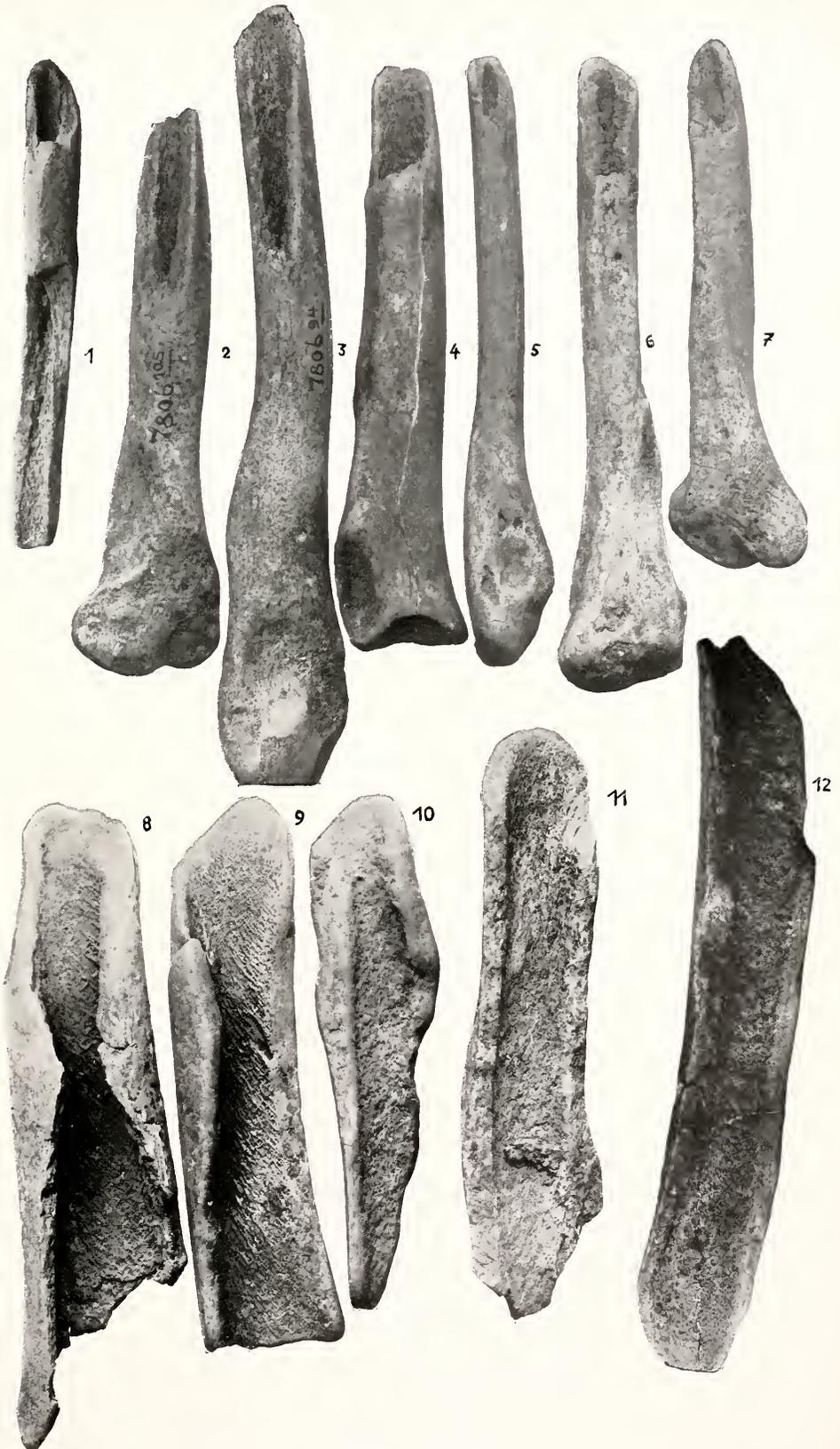
Knochentypus B. Schulterblattausschnitte.





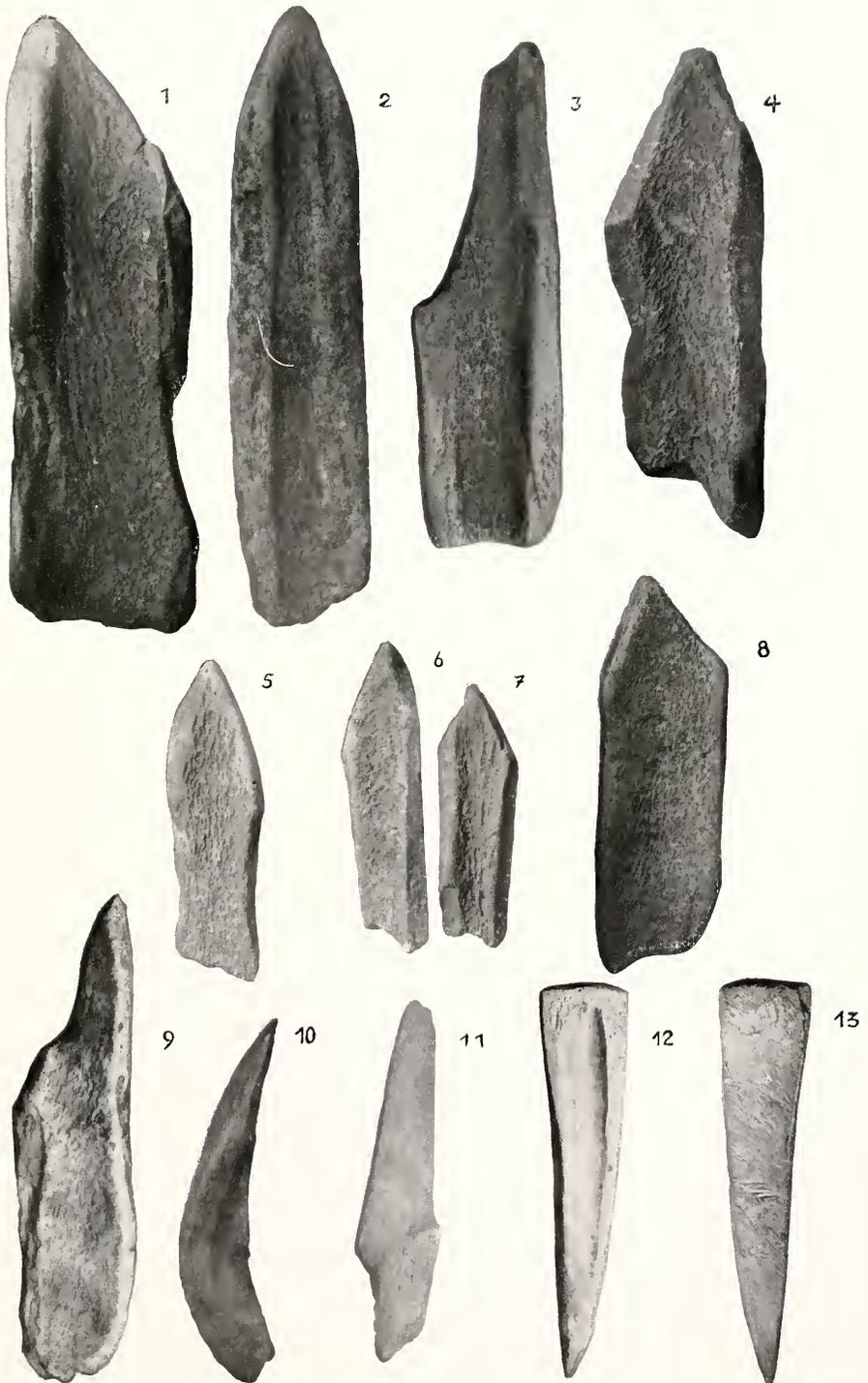
Knochenlypus C (1—4)  
Knochenlypus D (5—8)





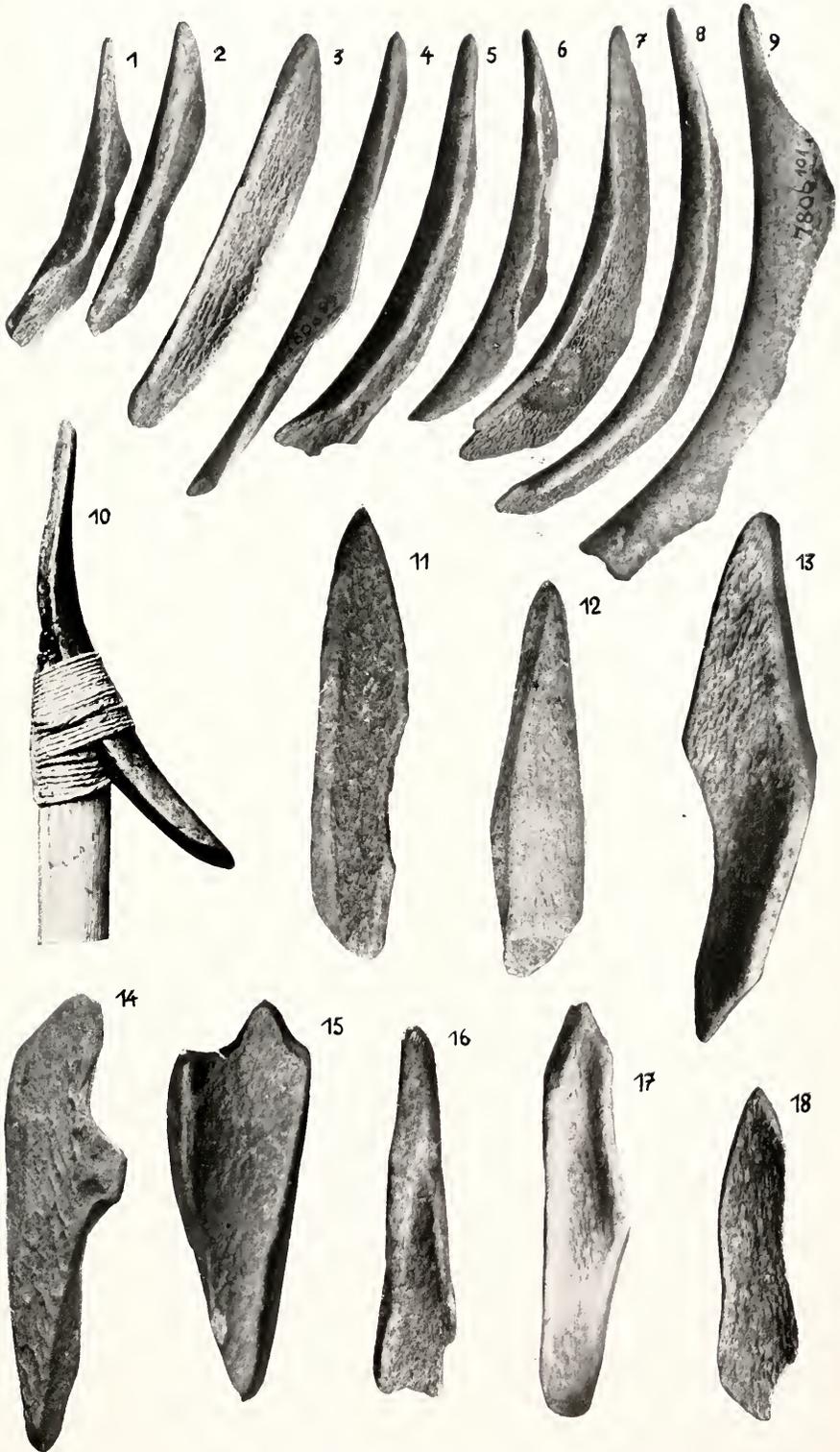
Knochentypus E (1-7)  
Knochentypus F (8-12)





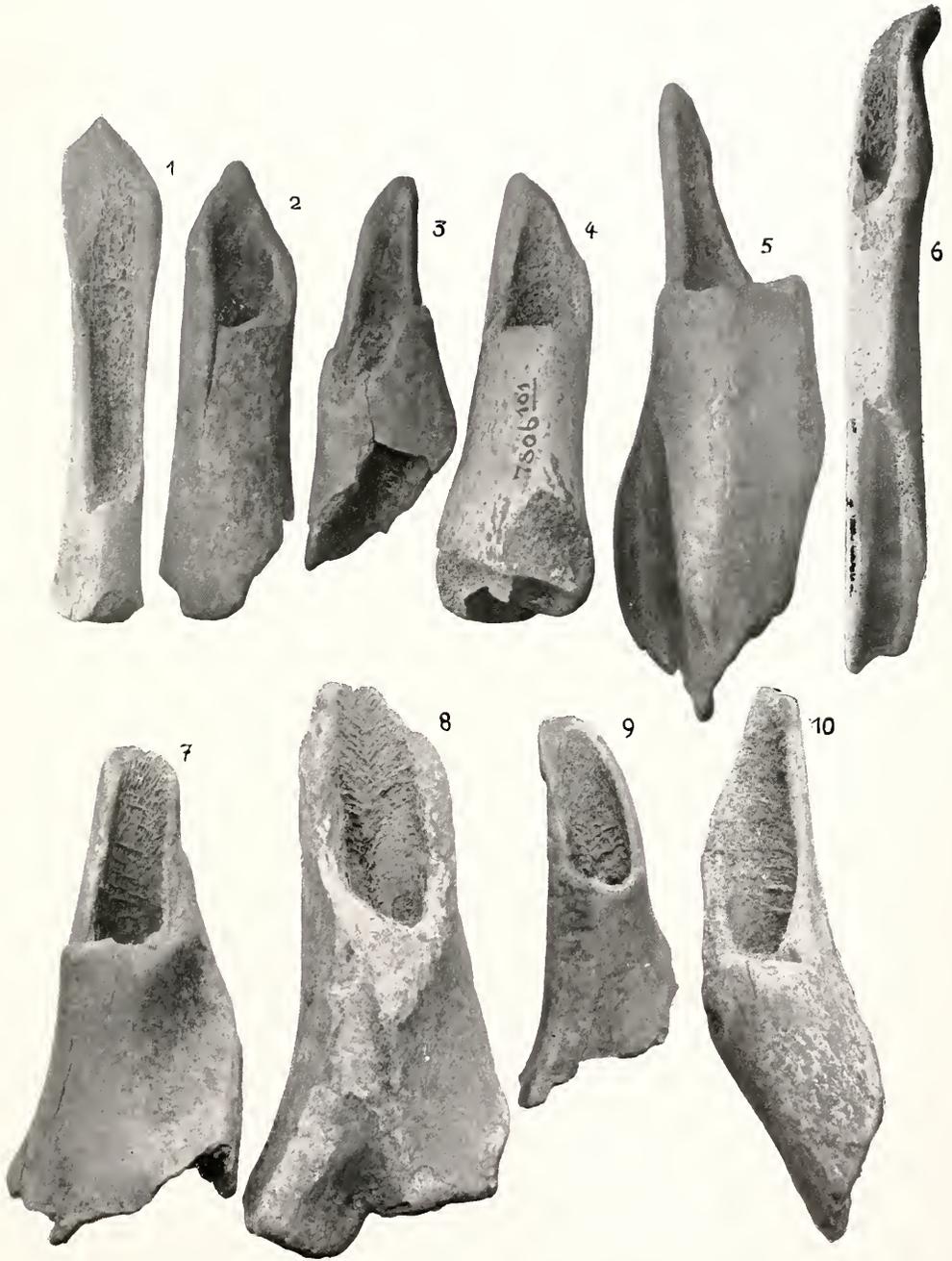
Knochenlypus G (1-8)  
Knochenlypus H (9-13)





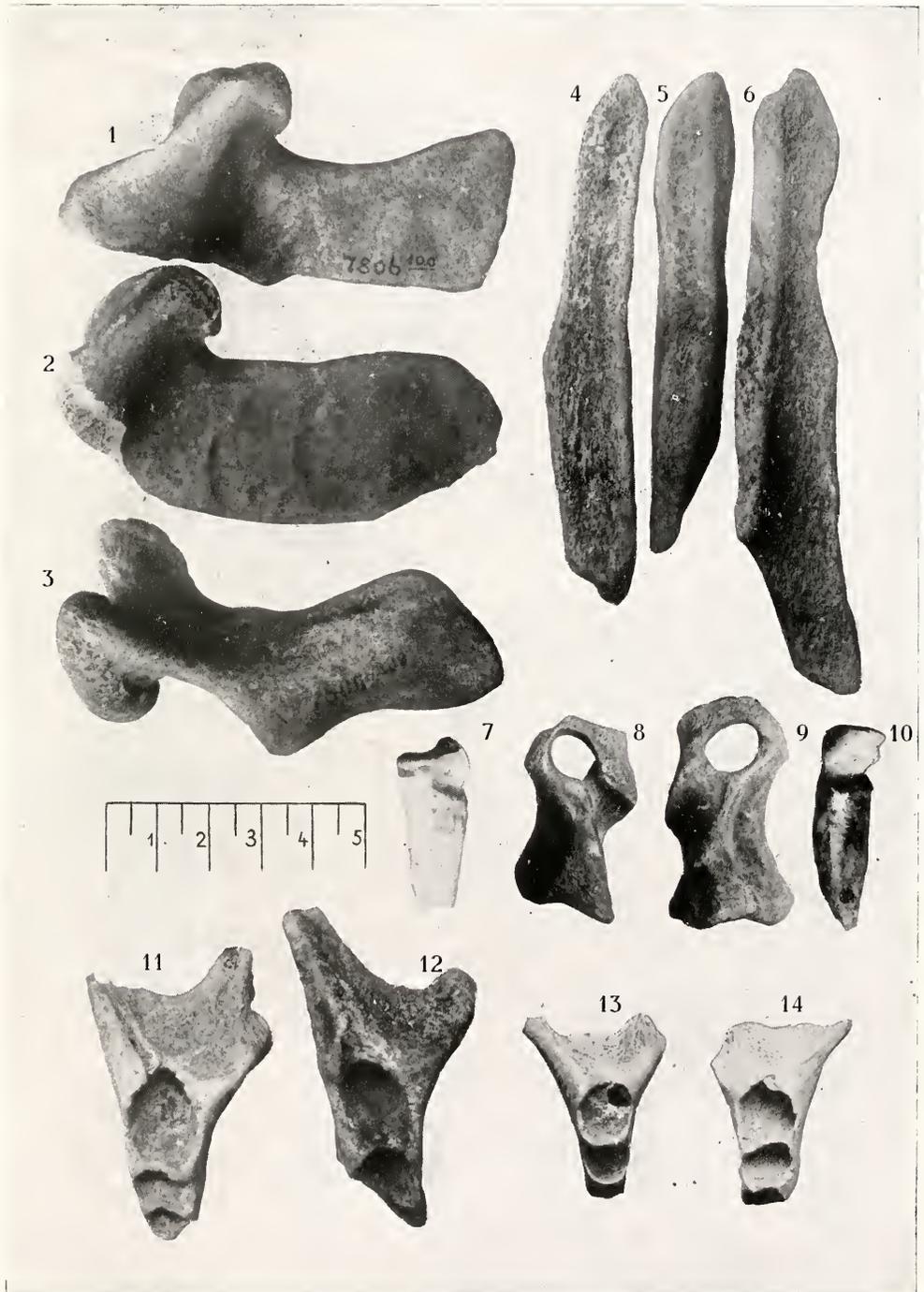
Knochenlypus I (1-10)  
Knochenlypus K (11-18)





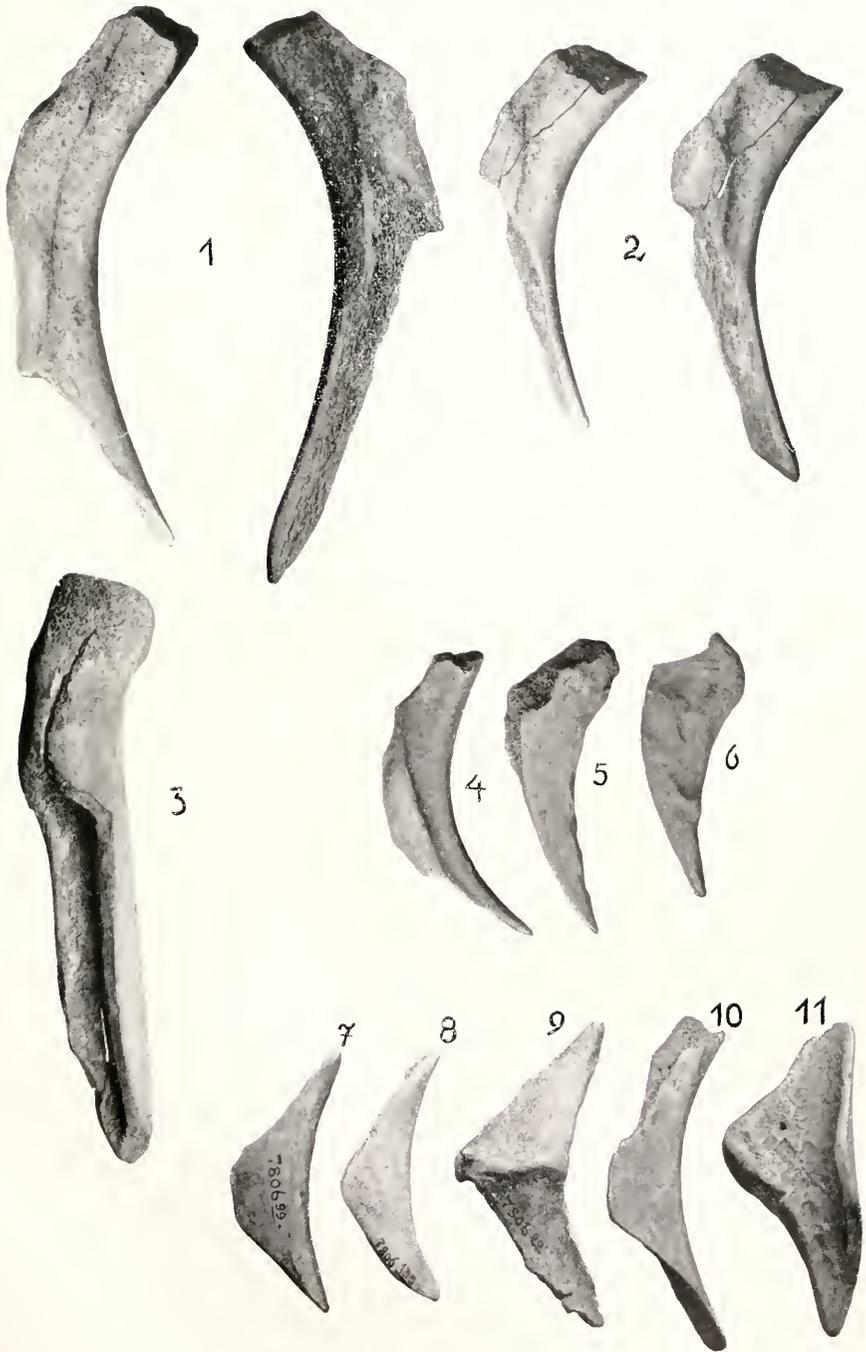
Knochenlypus L.





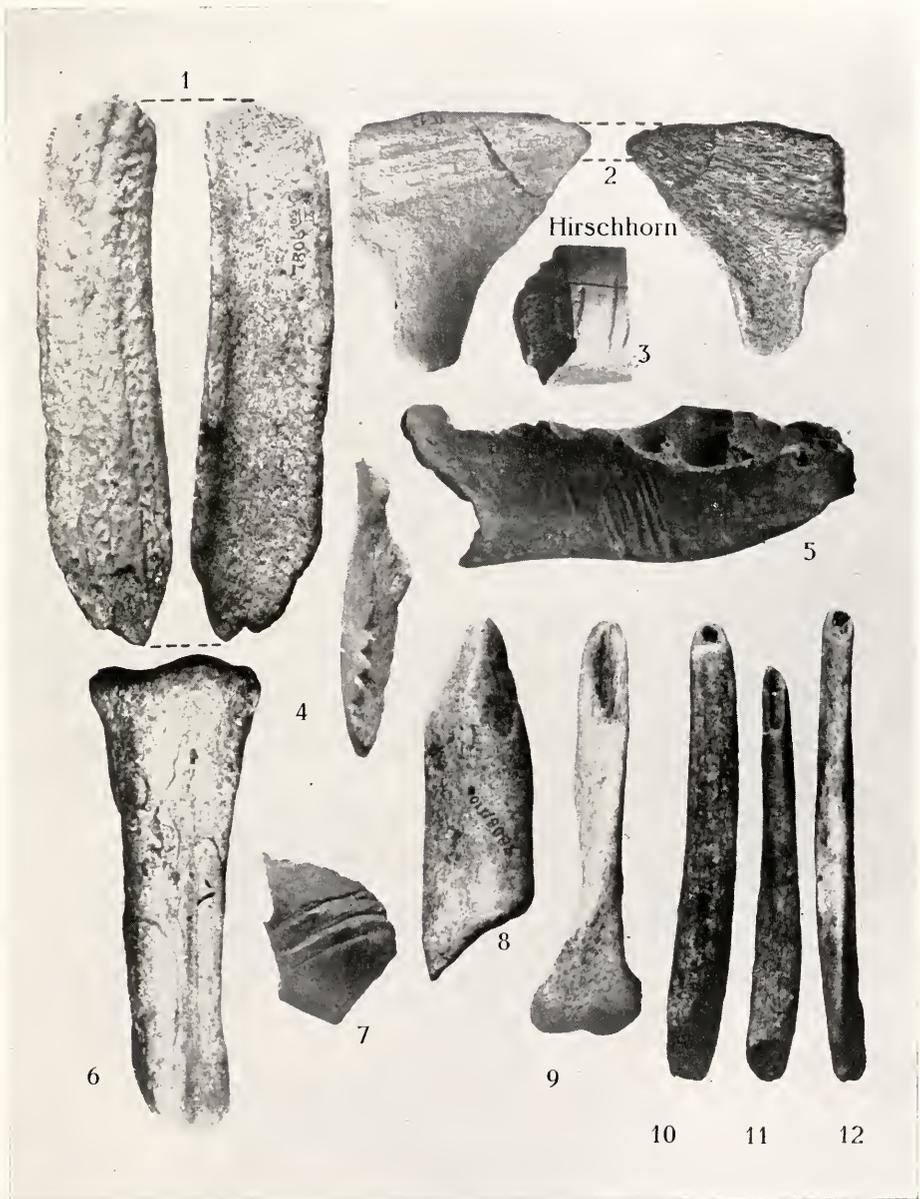
Knochentypus M (1-3)  
Knochentypus N (4-6)  
Knochentypus O (11-14)





Knochentypus P.





Verschiedenes.





Verschiedenes.















