

- 1931a CREDNER, W., Yünnanreise des Geographischen Instituts der Sun Yatsen Universität, Teil II, Geologische und morphologische Beobachtungen. — Mitt. Geogr. Inst. Sun Yatsen Univ. Kanton, **1**, Heft 2, Kanton 1931.
- 1931b —, —, Über das Kräfteverhältnis morphogenetischer Faktoren und ihren Ausdruck im Formenbild Süd-Ostasiens. — Bull. Geol. Surv. of China, **11**, Nr. 1, Peiping 1931.
- 1928 FONG KIN LAN and CHANG HUI JE, Preliminary Report on the Geology along the Yueh Han Railroad in Kwangtung. — Ann. Rep. Geol. Surv. of Kwangtung and Kwangsi, **1**, Canton 1928.
- 1930 HEIM, ARN. and KREJCI-GRAF, K., Geology of Canton. — Spec. Publ. Geol. Surv. of Kwangtung and Kwangsi, Nr. VII, 1930.
- 1910 RICHTHOFEN, F. v., China, 3, Berlin 1910.
- 1926 WEGENER, G., Ins Innerste China. Berlin 1926.

Wannen-, schüssel-, napf- und kesselförmige Verwitterungserscheinungen im Buntsandsteingebiet des Pfälzerwaldes.

Von Daniel Häberle (Heidelberg).

(Mit 13 Textabbildungen.)

Durch die Arbeiten von E. BLANCK, G. GÜRICH, P. KESSLER, J. PARTSCH u. a. ist das Interesse auf die wannen-, schalen-, schüssel-, becken-, napf-, topf- und kesselförmigen Vertiefungen gelenkt worden, die in verschiedener Größe und Ausbildung auf der Oberfläche horizontaler Felsplatten und auch auf einzelnen Felsblöcken vorkommen. Hinsichtlich ihres Auftretens stehen sie im Gegensatz zu den Formen der netz- und gitterförmigen Verwitterung, die in Fortentwicklung lediglich an senkrechten Wänden und an Überhängen gefunden werden, und zwar nur dann, wenn diese eine entsprechende Niederschlagsfläche besitzen; an einzelstehenden Felsfeilern sind sie fossil.

Diese eigentümlichen Gebilde sind nach Angaben in der Literatur in den verschiedensten Gegenden beobachtet worden, so im Riesengebirge, Böhmerwald, Fichtelgebirge, Elbsandsteingebirge, Harz und Schwarzwald, ferner in Niederösterreich, Cornwall, Devonshire, Spanien und Portugal, auf Korsika¹⁾, bei Jekaterinburg, in Kordofan und auch in der Arktis und Antarktis. In allen diesen Gebieten sind sie, wie P. KESSLER hervorhebt, am besten im Granit ausgeprägt, doch kommen sie auch in anderen Gesteinen, z. B. im Sandstein vor. Nach demselben Forscher sind Wannengebilde auch im Hauptkonglomerat

¹⁾ Der örtliche Name für diese Erscheinungen auf Korsika ist „Tafoni“. A. PENCK hat für derartige durch Verwitterung bzw. Ausbröckelung entstehende, horizontal oder vertikal sich in das Gestein erstreckende Höhlungen die generelle Benennung Tafoni vorgeschlagen (Morphologie der Erdoberfläche **1**, S. 214). Dagegen weist P. KESSLER (S. 237) darauf hin, daß eigentlich gar nicht feststeht, was unter Tafoni zu verstehen ist.

und in den Zwischenschichten des Buntsandsteins der Saargegend und des Elsaß nicht selten; für den Pfälzerwald konnte ich schon früher hierfür einige Belege beibringen.

Diese eigenartigen, manchmal sogar kreisrunden Hohlformen, die alle Abstufungen von ganz flachen Wannen bis zu tiefen Kesseln zeigen und namentlich im Granit des Riesengebirges eine wohlbekanntere und oft beschriebene Erscheinung darstellen, erwecken durch ihre oft ganz regelmäßige Ausbildung und die Vielgestaltigkeit der Formen die Aufmerksamkeit auch der nicht geologisch interessierten Kreise. Lange gingen die Ansichten über die Entstehungsursache dieser eigentümlichen, oft tiefen und umfangreichen Aushöhlungen und über die dabei tätigen Kräfte auseinander. Im Volksmund werden sie vielfach als Riesenkessel, Schalen-, Opfer- und Teufelssteine bezeichnet und als Erzeugnis von Menschenhand angesehen. Archäologische Forscher wollten in ihnen heidnische Opfersteine erkennen und deuteten die manchmal an den Rändern auftretenden rinnenförmigen Vertiefungen als Blutrinnen, so z. B. beim Teufelsstein auf dem Kästenberg bei Bad Dürkheim, bei dem Opferstein auf dem Maimont²⁾ (Abb. 1) an der pfälzisch-elsässischen Grenze und bei anderen Schalensteinen auf den Höhen der Vogesen, z. B. bei Niederbronn. Ferner wurden die mehr kesselförmigen Austiefungen auch als Erzeugnisse des Windes oder als Gletschertöpfe und Strudellöcher beschrieben, obwohl für eine solche Entstehungsmöglichkeit die entsprechenden Voraussetzungen fehlen. So war es bei der näheren Untersuchung der mir als „Strudellöcher“ von verschiedenen Örtlichkeiten gemeldeten Hohlformen sofort klar, daß es sich hier um verstürzte bzw. umgekippte Blöcke aus dem Kugelhorizont handelte, bei denen die durch Herauswittern der manchmal recht ansehnlichen Kugeln entstandenen Höhlungen infolge der veränderten Lage nach oben zeigten und so napfförmig in den Fels vertiefte Formen vortäuschten.

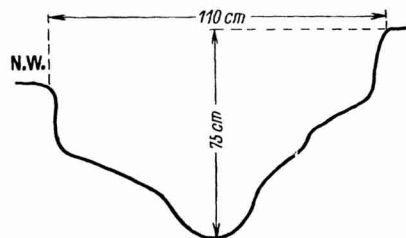
Heute wissen wir, daß solche manchmal weit hergeholte Erklärungsversuche nicht mehr nötig sind, sondern daß die Entstehung der bereits von GÜRICH als „Witterlöcher“ bezeichneten Gebilde sich auf einen, auf Schaffung von Hohlformen gerichteten, allerdings nach Ursachen und Umständen verschiedenen Zerstörungsvorgang zurückführen läßt. Als Beitrag zur weiteren Klärung dieser Frage mögen nachstehende Beobachtungen aus meiner pfälzischen Heimat dienen.

²⁾ Von der „Opferschale“ auf der elsässischen Seite des Maimont (512 m) bei Schönau im südlichen Pfälzerwald, den ich unter Führung von Herrn Kommerzienrat H. KOHL zusammen mit Herrn Prof. Dr. L. RÜGER im Oktober 1924 besuchte, hat letzterer eine durch den hier beigefügten Querschnitt erläuterte Beschreibung gegeben. Der durch eine Kluft in zwei Teile zerlegte Felsblock ist jetzt durch Untermauerung gestützt. Er gehört, wie noch einige andere der später zu erwähnenden derartigen Vorkommen, der Felszone der Rehbergschichten des Mittleren Buntsandsteins an.

In der Literatur wurden diese im Pfälzer Buntsandstein an mehreren Stellen vorkommenden, aber erst nach und nach bekannt gewordenen Gebilde bisher noch wenig gewürdigt, da die Fundstellen meist schwer zugänglich und den gewöhnlichen Wanderpfaden entlegen sind, ja sogar von Einheimischen nur unter ortskundiger Führung aufgesucht werden können. Allerdings waren bisher nur wenige dieser Formen einer unmittelbaren Beobachtung zugänglich; denn vielfach befinden sie sich im dichten Unterholz oder sie sind unter Moospolster oder Humusschicht versteckt, so daß erst nach deren zufälliger Abräumung die Vertiefungen zum Vorschein kommen. Ich bin aber überzeugt, daß man im Laufe der Zeit noch von mehreren derartigen unter Humus verborgenen Hohlformen Kenntnis erhalten wird, wenn erst einmal das Auge der Waldbesucher darauf eingestellt ist.

Schon im Jahre 1911 hatte ich bei Besprechung der Verwitterungserscheinungen im Pfälzer Buntsandstein auf das Vorkommen von

Abb. 1. Querschnitt der „Opferschale“ auf dem Maimont. Gegen Nordwesten verläuft eine schmale „Blutrinne“. (Nach L. RÜGER.)



wannenförmigen Hohlformen hingewiesen, aber von einer besonderen Darstellung abgesehen, da mir damals noch nicht genügend Beobachtungsmaterial zur Verfügung stand. Die karrenähnlichen Gebilde hatte ich dann 1917 beschrieben und dabei drei, immer wiederkehrende, durch Übergänge miteinander verbundene Typen festgestellt:

1. Wannens- und schüsselförmige Vertiefungen.
2. Höcker und abgestumpfte Kegel.
3. Wülste und Polster mit wurmförmig gekrümmten Rillen, welche außerordentlich an die allerdings unter anderen Bedingungen entstandenen Karren und Schratzen im Kalkstein erinnern.

Von diesen verschiedenen Gebilden wollen wir die erste Gruppe, nämlich die wannenförmigen Vertiefungen betrachten und später auch auf die komplizierteren Formen eingehen.

Bestimmte Schichten des Mittleren Buntsandsteines im Pfälzerwald sind besonders widerstandsfähig gegen gesteinszerstörende Kräfte und haben dabei die Neigung, ausgedehnte flache Verebnungen (Landterrassen) und an deren Rändern simsartig vorspringende Leisten, weit ausladende Bastionen und hier und da auch Felsenmeere zu entwickeln, da sie vielfach von weniger widerstandsfähigen und daher

rascher verwitternden schieferigen Schichten unterlagert werden. Es sind dies in der Reihenfolge von oben nach unten:

- das Hauptkonglomerat,
- die Felszone der Trippstadt- oder Karlsthalschichten,
- die Felsbänke der Rehbergschichten,
- die Trifelsschichten.

Diese Felszonen bestehen aus grobkörnigem und porösem, durch kieseliges Bindemittel verkittetem Material, gröbere Lagen wechseln mit feineren Lagen. Die verschiedene Korngröße bewirkt eine verschiedenstarke Verkieselung und Verkittung, so daß bei diesen Bänken die gesteinszerstörenden Kräfte auch in verschiedener Weise wirksam werden müssen.

An diese Felszonen ist nun das Vorkommen der verschieden geformten Vertiefungen geknüpft, doch treten sie nicht nur auf anstehenden oder durch Klüftung bzw. Verwitterung aus dem Verband gelösten, aber noch horizontal gelagerten Felsplatten, sondern auch auf vereinzelt Blöcken auf, sowohl in der Mitte als auch an deren Rändern; auf größeren freiliegenden nackten Felsplatten erscheinen sie, vielfach vergesellschaftet mit Rinnen, in verschiedener Ausbildung und in mannigfachem Wechsel, so daß ein ganz eigenartiges Bild entsteht. Bei näherer Untersuchung der verschiedenen Vorkommen bin ich aber genau auf dieselben Formen gestoßen, wie sie im Granit des Riesengebirges und im Quadersandstein der Sächsischen Schweiz auftreten und mir von früheren Wanderungen in jenen Gegenden aus eigener Anschauung bekannt sind. Anscheinend hatten die gesteinszerstörenden Kräfte in dem grobkörnigen und porösen pfälzischen Buntsandstein bei der Herausbildung der Vertiefungen nach der Vielgestaltigkeit der Formen noch ein leichteres Spiel als im Granit.

Im allgemeinen lassen sich bei diesen eingesenkten Hohlformen nach meinen Beobachtungen im Pfälzerwald zwei große Gruppen unterscheiden, die durch zahlreiche Übergänge miteinander verbunden sind und zwar:

1. die mehr flachen und verhältnismäßig weit verbreiteten Wannen und Schalen, die auch größere Ausmaße erreichen können,
2. die mehr eingesenkten und kleineren, aber besonders charakteristischen schüssel-, napf- und kesselförmigen Vertiefungen.

Da bei ihrer Herausbildung nicht immer die gleichen Kräfte tätig waren, sollen die beiden Gruppen auch besonders behandelt werden.

Wannen.

Wie oben erwähnt, dehnen sich auf den verschiedenen Felszonen des Pfälzerwaldes weiträumige, deutlich ausgeprägte Verebnungen aus. W. SALOMON-CALVI schildert einen Teil dieser alten Abtragungslandschaft zwischen Johanniskreuz und Eschkopf durchaus zutreffend folgendermaßen: „Auf der Hochfläche selbst ist alles tot und ruhig.

Wo überhaupt oberflächlich fließendes Wasser vorhanden ist, statt in den porösen und klüftigen Sandstein zu versinken, da schleicht es träge dahin. Eine dichte Verwitterungsdecke verhüllt das Gestein.“ Auch sonst ist auf den Verebnungen bei der geringen Neigung des Geländes fließendes Wasser kaum vorhanden, da die geschlossene Waldbedeckung jede kräftige Abspülung auf weite Strecken hin unmöglich macht. Solche Ebenheiten kommen auch in den Waldabteilungsnamen wie z. B. „auf dem Gleichen“, „Platte“, „Ebning“ usw. zur Geltung. In diese Verebnungsflächen, wo das Wasser nicht oberflächlich abfließen kann, sind kleinere und größere schüsselförmige Mulden an zahlreichen Stellen eingetieft, die durchweg an flachliegende Gesteine anknüpfen. In ihnen sammelt sich nach längeren Regenperioden oder Schneeschmelze das Wasser, das dann vielfach zur Versumpfung dieser abflußlosen Wannens führt. Schon äußerlich treten sie durch den von der Umgebung abweichenden Pflanzenwuchs in Erscheinung, obwohl der Forstmann sie durch Abzugsgräben zu entwässern sucht. Auch für diese Hohlformen hat der Volksmund besondere Namen geprägt z. B. „Muhl“ (Mulde), „Wanne“, „Suppenkar“, „Suppenschüssel“ (vgl. TH. ZINK, Pfälzische Flurnamen S. 142).

Bei diesen Wannens können einerseits Groß- und Kleinformen, andererseits auch solche im anstehenden Fels und im Verwitterungsboden unterschieden werden. Trotz ihrer ganz verschiedenen Form und Ausbildung lassen sie sich dennoch auf eine gemeinsame Ursache zurückführen: sie sind Zerstörungsformen der Abtragung und Verwitterung, zu deren Entstehung und allmählichen Vertiefung wohl Gesteinsunterschiede den ersten Anstoß gegeben haben werden. Mit Recht weist E. BLANCK darauf hin, daß jede Verwitterungsart Hohlformen erzeugen muß; glaziale Ausschürfung und Ausräumung sind in unserem Falle von vornherein ausgeschlossen.

Ich vermute, daß die Mehrzahl dieser großen jetzt mit Humus ausgefüllten Wannens bereits aus der Diluvialzeit, vielleicht auch aus einer Trockenzeit des Alluviums, stammt und der Wind des Steppenklimas, der auch bei der Ausgestaltung der Großformen im Felsenland des südlichen Pfälzerwaldes wohl nicht ganz ohne Einfluß war, bei ihrer Ausräumung mitgewirkt haben wird. Die damals kahlen und allen Witterungseinflüssen ausgesetzten Höhen des Pfälzerwaldes, der ja nicht an die Schneegrenze heranreichte, waren stärkeren Temperaturschwankungen ausgesetzt. Die freiliegende Gesteinsoberfläche unterlag einem dauernden Wechsel von Ausdehnung und Zusammenziehung, der zur Zermürbung, Lockerung des Gefüges, Ablösung und Zerbröckelung des Gesteins führte. Ungehindert konnte der über die Hochflächen fortgehende Wind seine volle Kraft entfalten, die Abwitterungsteilchen aufwirbeln und fortführen und der Verwitterung immer größere Angriffsflächen schaffen. Auch das darunterliegende, noch unverwitterte Gestein wurde seiner schützenden Hülle beraubt

und der Verwitterung zugänglich gemacht: Auswitterung, Auswehung und Ausweitung arbeiteten Hand in Hand.

Es ist eine bekannte und aus den verschiedensten Trockengebieten der Erde vielfach beschriebene Tatsache, daß der flächenhaft arbeitende Wind durch seine abtragende Tätigkeit (Deflation und Korrasion) flache, abflußlose Wannens schaffen kann, indem er die aufgelockerten Verwitterungsprodukte ausweht und fortführt; geschlossene Wannensbildungen sind nach Literaturangaben in Trockengebieten ein charakteristisches Formenelement³⁾.

Die ersten Anfänge der großen Wannens beruhen wohl auf Strukturunterschieden im Gestein, da bei homogenem Material eine flächenhafte Abtragung stattfinden würde; meist wird eine linsenförmig eingelagerte und durch die Verwitterung freigelegte Tonschicht dazu den Anstoß gegeben haben. Auch an anderen weniger widerstandsfähigen Stellen oder Lockerungen durch Klüfte und Verwerfungsspalten mußte infolge dieser Unterschiede der Verwitterbarkeit anstatt der flächenhaften eine austiefende Wirkung eintreten und durch Ausräumen und Ausblasen eine geschlossene Hohlform, eine Wanne entstehen, deren Größe allerdings weniger durch die Lagerung als durch die Verwitterbarkeit des Gesteins bestimmt war.

Beweiskräftig für diese Annahme sind die von zahlreichen Stellen im Pfälzerwald bekannten Dünenbildungen, deren Material nachgewiesenermaßen nicht aus den ausgewaschenen Sanden diluvialer Talzüge, sondern aus ortsnaher mechanischer Gesteinsaufbereitung durch den unmittelbaren Einfluß der Atmosphärrilien (Insolation, Spaltenfrost) stammt. Erst neuerdings wurden z. B. beim Bau der neuen Kalmitstraße im Windschatten des südlich an die Kalmit gelehnten und von der Felszone der Rehbergsschichten abgeschlossenen Breitenberges (550 m), in dessen Oberfläche eine solche jetzt teilweise von der Vegetation bedeckte größere Wanne eingetieft ist, äolische Sandablagerungen angeschnitten.

Die alte Landschaftsform der Diluvialzeit ist jetzt als Stätte der Ruhe mit Verwitterungsboden bedeckt und durch die Vegetation verhüllt, so daß sich ihre Tiefe wegen der Humusdecke nicht ohne weiteres bestimmen läßt. In den Wannens hatte sich zunächst nach Wiedereintritt der Niederschläge das Wasser gesammelt; es durchfeuchtete den Boden, wirkte durch seinen Kohlensäuregehalt auflösend und auslaugend und lockerte das Gestein durch ablösendes Frieren

³⁾ Rezente äolische Hohlformen (Deflationswannens) hat neuerdings J. F. GELLERT aus dem mittelleozänen Dikilitas-Sandstein in Nordost-Bulgarien beschrieben und abgebildet. — Geol. Rundsch. 1932, 23, Heft 3/4, S. 176—177. — Die mit zahlreichen Literaturnachweisen versehene Abhandlung von R. UHLEN, Beckenformen und Dünengebiete der Libyschen Wüste (Festschrift für Carl Uhlig, S. 106—128, Öhringen, Verlag F. Rau 1932) ist mir leider erst nach bereits erfolgtem Satz meiner Arbeit bekannt geworden.

und Tauen. Es drang auch auf Spalten, Klüften und Schichtfugen weiter in das durchlässige Gestein ein und öffnete der Verwitterung neue Wege: die Aufbereitung arbeitete jetzt aber mehr in die Tiefe. Nach und nach füllte feiner Gesteinsgrus die Wannens und bot Pflanzen die Existenzmöglichkeit; bei ihrem Absterben bildete sich eine von Feuchtigkeit durchtränkte halborganische Masse. Schließlich entwickelte sich durch dauernde Anreicherung eine Rohhumusschicht mit Pflanzenwuchs, die eine weitere Zersetzung der Unterlage, nach den Untersuchungen von E. BLANCK namentlich unter Mitwirkung der aus Pflanzeneiweiß gebildeten Schwefelsäure, zur Folge hatte.

Auf diese Weise geht noch jetzt die Verwitterung in die Tiefe schneller vor sich als an den Rändern, zumal auch das Wurzelwerk auf die Unterlage mechanisch und chemisch einwirkt. Ferner ruft das Sinkwasser auf seinem Wege in die Tiefe durch Lösung von Humussäure aus den oberen Bodenschichten auch Umlagerungen der darunter befindlichen Gesteinspartien hervor, die sich durch Lockerung oder auch durch Festigung des Korngefüges, Bleichsand- und Ortsteinbildungen bemerkbar machen. Die Entstehung der gebleichten Böden unter der Rohhumusschicht auf dem oben erwähnten Breitenberg ist auf diese Weise zu erklären. Als typisches Beispiel für eine solche durch äolische Wirkung entstandene und jetzt mit Humus ausgefüllte Wanne kann die zwischen dem Peterskopf bei Dürkheim und dem Heidenfels südlich der Lindemannsruhe gelegene Mulde gelten, die sich über den harten Bänken des Hauptkonglomerats ausdehnt (498 m). Eine dichte, mit zersetztem Laub und Kiefernadeln untermischte Verwitterungsdecke verhüllt jetzt das Gestein; der Boden ist reich an Tonbestandteilen, daher nur wenig wasserdurchlässig und fast immer feucht; üppiger als sonst wuchern hier Farne, Binsen, saure Gräser und Moose.

Hier ist auch der Sohle (Suhle) zu gedenken, die ähnlich wie die sogenannten Maren im Muschelkalkgebiet der Südwestpfälzer Hochfläche und Lothringens, abflußlose Ansammlungen von Oberflächenwasser bzw. morastige Tümpel auf undurchlässigen Schichten darstellen. Ihre Entstehung verdanken sie lediglich den Niederschlägen, mit deren Wechsel sie sich mehr oder weniger füllen; im Sommer fallen sie deshalb vielfach trocken. Ebenso sind die Sohle flache, muldenförmige, bis über 100 m lange Vertiefungen auf den ausgedehnten Verebnungsflächen des Pfälzerwaldes, bei denen eine Ausräumung durch spülendes Wasser nicht in Betracht kommt. In ihnen häuft sich verwehtes Laub, das zusammen mit abgestorbenen Gräsern und Moosen bei der Zersetzung einen schwarzen, den Untergrund bedeckenden und ihn auch abdichtenden zähen Schlamm liefert. Wahrscheinlich sind diese ohne sichtbare Veranlassung in den ebenen Boden eingesenkten Mulden in ihren ersten Anfängen als sich vertiefende Versinkungsstellen der Niederschläge und der durch sie

gelösten feinerdigen Bodenteile in dem porösen, zerklüfteten und von zahlreichen Verwerfungen durchsetzten Sandstein zu deuten⁴⁾. Damit war an dieser Konzentrationsstelle eine fortschreitende Auflösung des Gesteins durch Erweiterung von Klüften und Schichtfugen, soweit nicht bereits eine Abdichtung stattgefunden hatte, und eine Vertiefung gegen die Umgebung verbunden. Ähnliche Vorgänge beschreiben auch H. KAUFMANN (S. 303) und J. SÖLCH (S. 149) von den Dolinen im Kalkstein. Hinzugefügt sei noch, daß nur der Laubwald für die Sohle geeignete Bedingungen bietet und mit der Umwandlung von Laub- in Nadelwald nach meinen Beobachtungen deren Rückgang, ja sogar gänzliches Verschwinden verknüpft ist⁵⁾.

Zu den Kleinformen der Wannenbildung gehören die schüssel- und schalenförmigen Vertiefungen, die eine Länge bis zu 2 m und eine Tiefe bis zu 15 cm erreichen; meist sind sie länglichrund bis ellipsoidisch. Wir finden sie fast überall dort, wo im Bereich der gegen die Verwitterung widerstandsfähigen Felszonen nacktes Gestein ansteht, das einem öfteren Wechsel von Austrocknung und Durchfeuchtung unterliegt. Auf der Oberfläche freiliegender Felsen haben sie einen glatten Boden: der Wind sorgt hier dafür, daß jedes losgelöste und zunächst in der Vertiefung ruhende Sandkörnchen wieder weggeführt wird; dabei wirkt er aufwirbelnd, auf seinem Wege abschleifend, verbreiternd und vertiefend. Auch schweifender Regen kann zur Auskolkung beitragen. Durch diese Einflüsse erhält die Gesteinsoberfläche manchmal eine an alpine Karren und Schratzen erinnerndes Aussehen.

Solche Wannen und Schüsseln sind die Ergebnisse selektiver Verwitterung (im Sinne von SALOMON-CALVI); sie wird an einzelnen Punkten und Linien dort ansetzen, wo Unterschiede in der Struktur und stofflichen Zusammensetzung vorhanden sind: sie beruht also auf der örtlich wechselnden Widerstandsfähigkeit des Gesteins. An solchen Stellen bilden sich dann durch Lockerung des Gesteinsgefüges auf mechanischem und chemischem Wege Vertiefungen. Den ersten Anstoß zur Entstehung einer solchen Schale mag ein zufälliger äußerer Einfluß, z. B. ein herausgewittertes Geröll, eine Tongalle oder eine

⁴⁾ Einzelne im Verbreitungsgebiet der Sohle am Gehänge aus Klüften austretende Quellen (z. B. der Christelsbrunnen und der Husarenbrunnen im Forstamt Merzalben) besitzen eine so starke Sandführung, daß der Genuß ihres Wassers von den Waldarbeitern vermieden wird. Sie gehören zu den sogenannten „Sandbrünneln“.

⁵⁾ Auf meine Anregung hin hat Herr cand. nat. W. BERTRAM der Entstehung und Verbreitung der Sohle im Pfälzerwald eine besondere Untersuchung gewidmet, die zur Lösung dieser Frage beitragen und in der Zeitschrift „Pfälzisches Museum — Pfälzische Heimatkunde“ erscheinen wird. — Im Buntsandstein-Odenwald treten nach freundl. Mitteilung von Herrn Oberforstrat KRUTINA in Heidelberg die Sohle an Zahl, namentlich aber an Ausdehnung zurück.

Konkretion, ein Karneol- oder Dolomitknauer⁶⁾, ein Manganbutzen gegeben und den gesteinszerstörenden Kräften den Weg gewiesen haben. Grübchen können auch durch die Tätigkeit der das Gestein bedeckenden Flechten entstehen. Unter diesen spielt namentlich die auf Silikaten heimische und weit verbreitete Nabelflechte (*Umbilicaria pustulata*) eine wichtige Rolle. Dieses Flechtengekrust scheidet nicht allein Kohlensäure aus und wirkt dadurch zerstörend auf die Unterlage, sondern frißt sich sogar, wie z. B. die Nabelflechte, an ihrer etwa linsengroßen Ansatzstelle mit ihren feinen Haftorganen in die von feinen Haarrissen durchzogene Gesteinsoberfläche ein und wirkt damit auflockernd. Auch dadurch, daß diese Flechtendecken ihre Unterlage länger feucht halten, wird deren Zersetzung beschleunigt. In noch erhöhtem Maße gilt dies für die das Wasser wie ein Schwamm aufsaugenden Moospolster, unter denen die Gesteinsoberfläche meist eine unebene, löcherige Beschaffenheit aufweist. Von diesen Angriffspunkten aus schreitet dann die Verwitterung in das Gestein vor.

Da ich die weitere Entwicklung solcher Wannens bereits früher beschrieben habe, will ich hier nur noch kurz darauf hinweisen, daß sich darin an weniger den Winden ausgesetzten Stellen auch Humus ansiedeln kann, der einen Nährboden für Pflanzen bietet, das Gestein länger feucht erhält und dadurch auch zu dessen rascherer Zersetzung beiträgt. Eine gut ausgebildete Wanne von 60 cm Breite und 1 m Länge befindet sich auf dem östlichen Ausläufer des Staufelberges (553 m) südlich vom Hermersbergerhof, der von der Felszone der Trippstadtschichten eingenommen wird. Der sonst nackte Boden der Wanne war bei meinem Besuch im August 1931 unter Führung von Herrn Förster Hess vom Forsthaus Meiserhalde mit kleinen Quarzkörnern bedeckt, denen man ohne weiteres ansah, daß sie vom Wind herumgewirbelt wurden.

Hier sind auch die sogenannten „Wassersteine“ zu erwähnen, nämlich schüsselförmige Hohlformen, in denen sich bei größerer Tiefe die Niederschläge sammeln und länger halten, während sie in flachen Schüsseln rasch verdunsten. Sie kommen sowohl auf horizontal liegenden Felsplatten, als auch auf der kahlen Oberfläche einzelner Felspfeiler und -türme vor. Mit am bekanntesten ist der „Wasserstein“ auf dem Höhenrücken hinter der Burg Frankenstein, der eine etwa tischgroße, eingetiefte Steinplatte darstellt. Auf ihr befindet sich ein ungefähr 15 cm tiefer Wassertümpel, der nach Mitteilung von Herrn Forstmeister Haupt selbst in der trockenen Jahreszeit noch Wasser führt und deshalb viel von Wildtauben aufgesucht

⁶⁾ Derartige rundliche Löcher, welche durch Herauswittern von massenhaften, kalkig gebundenen Konkretionen von Dolomit und Karneolknauern entstanden sind, finden sich namentlich in gewissen Schichten des Oberen Buntsandsteins. Vgl. O. M. REIS, Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken S. 159, Fußnote.

wird. Zahlreich sind, wie in der Sächsischen Schweiz (Lilienstein, Großer Zschirnstein), die Wassersteine auf den Felstürmen des südlichen Pfälzerwaldes. Nach den auf meine Veranlassung hin von der Vereinigung der pfälzischen Kletterer angestellten Erhebungen treten solche mehr lochartige Vertiefungen in rundlicher Form an der Oberfläche folgender, nur geübten Kletterern zugänglichen Felsen auf: Hundsfels, Büttelfels, Taubenfels, Pferchfeldfels, Durstein, Großer Fladenstein und Habichtsfels; auf dem zuletzt genannten Felsen sollen sie am ausgeprägtesten sein und einen Durchmesser von 30 cm und eine Tiefe von 20 cm erreichen.

Näpfe, Töpfe und Kessel.

Diese eigenartigen, mehr vertieften Hohlformen bedürfen einer besonderen Betrachtung, da bei ihrer Herausbildung verschiedene Kräfte tätig gewesen sind. Zunächst mögen einige Angaben über deren Vorkommen folgen. Am bekanntesten und auch am leichtesten zu erreichen und aufzufinden sind die erstmalig von Herrn Kommerzienrat H. KOHL von Neustadt beobachteten Gebilde dieser Art auf dem Gipfel des Kesselberges (662 m) bei Edenkoben, dessen schmaler Grat von der Felszone der Rehbergschichten eingenommen wird; möglicherweise hat der Berg sogar seinen Namen von den hier auftretenden Kesselbildungen erhalten. Von C. MEHLIS wurden sie 1923 in verschiedenen Tageszeitungen als Glazialerscheinungen („Gletschermühlen“) gedeutet und als Beweis für die ehemalige Vergletscherung des Pfälzerwaldes ins Feld geführt. Ich verdanke die genauere Kenntnis dieses Vorkommens Herrn KOHL, unter dessen Führung Herr Prof. Dr. L. RÜGER und ich den Kesselberg im Oktober 1924 besuchten. Zahlreiche lose, mit Moosen und Flechten bedeckte Blöcke verschiedener Größe bedecken den Gipfel; in ihnen sind kleine und große Hohlformen eingetieft. Ihr Auffinden ist verhältnismäßig leicht, da sie meist in der über den Gipfel verlaufenden Schneise liegen, einige davon, z. T. die schönsten, auch im Wald auf dem südlichen Hang des Berges, nur wenige Meter von der Schneise entfernt. Eine sorgfältige, durch zahlreiche Zeichnungen erläuterte Beschreibung dieser eigenartigen schüssel-, napf- und kesselförmigen Gebilde hat L. RÜGER gegeben, so daß ich auf dessen Untersuchungen hier verweisen kann; mit seinem Einverständnis gebe ich einige seiner aufgenommenen Querschnitte, die das Historische Museum der Pfalz zu Speyer in entgegenkommender Weise leihweise zur Verfügung gestellt hat, hier wieder. Schon damals hatte er sie als unzweifelhafte Verwitterungserscheinungen erkannt. Zu demselben Ergebnis kam um dieselbe Zeit auch G. J. LEHR, der noch darauf hinweist, daß auch auf dem benachbarten Querenberg (568 m) und auf dem Hohen Schwarzwald am Höhenweg Pforzheim—Basel, etwa

1½ Stunden von der Alexander-Schanze in der Richtung gegen Basel, ähnliche Gebilde auftreten.

Ein anderes Vorkommen dieser Art, auf das mich H. KOHL ebenfalls aufmerksam machte, befindet sich in der Waldabteilung Christeleck südlich der Hochstraße Johanniskreuz—Leimen auf zwei von Flechten und Moosen bedeckten und von schieferigen Schichten unterlagerten Felsplatten der dort gesimsartig vorspringenden Felszone der Trippstadtschichten am äußersten südöstlichen Steilabfall gegen die Christelwieseralde (etwa 530 m). Beim Volk geht die Sage, daß es sich bei diesen nicht leicht zu übersehenden Vertiefungen



Liesel Staehler phot.

Abb. 2. Kreisrundes, auf dem Boden mehr ovales Becken (Durchmesser 73 cm, Tiefe 35 cm) auf einer Felsplatte an der Christelwieseralde nach Entfernung des humosen Wassers. Das Becken besitzt fast rundum eine scharfe Kante.

um heidnische Opferaltäre handele. Ich habe am 24. Juli die verkehrsentlegene Stelle unter Führung von Herrn Regierungsforststrat Staehler aus Leimen in Begleitung seiner Gattin, der ich auch die nicht leichten photographischen Aufnahmen zu verdanken habe, aufgesucht. Auf dem einen Felsen sind mehrere Vertiefungen eingesenkt, deren Anordnung teilweise in Beziehung zu den die Platte nach verschiedenen Richtungen durchsetzenden Spalten steht. Zunächst in der Mitte eine solche von ellipsoider Form (80 cm lang, 35 cm breit und 35 cm tief), die seitlich sich verbreiternd der Längsspalte folgt und eine gewundene, einer anderen Klufttrichtung folgende Abflußrinne zeigt. Daneben befinden sich drei etagenweise übereinander angeordnete, an Größe abnehmende und durch niedrige Wülste voneinander getrennte flache Schüsseln (etwa 35 cm breit), die in ihren

Abstufungen an Tiefe abnehmen und mit einem flachen Auslauf gegen den Rand der Platte endigen. Auf deren nördlichem Teil sind drei kleinere Hohlformen eingesenkt, und zwar eine mit steilen Rändern (12 cm breit, 6 cm tief), eine flachere (10 cm breit) und eine dritte noch flachere ohne ausgeprägten Rand gegen die Felskante. Die nur wenige Meter davon entfernte zweite Platte zeigt in der Mitte eine kreisrunde, an der Basis etwas ovale Vertiefung (73 cm Durchmesser, 35 cm Tiefe, Abb. 2); auf ihrem Boden befindet sich



Liesel Staehler phot.

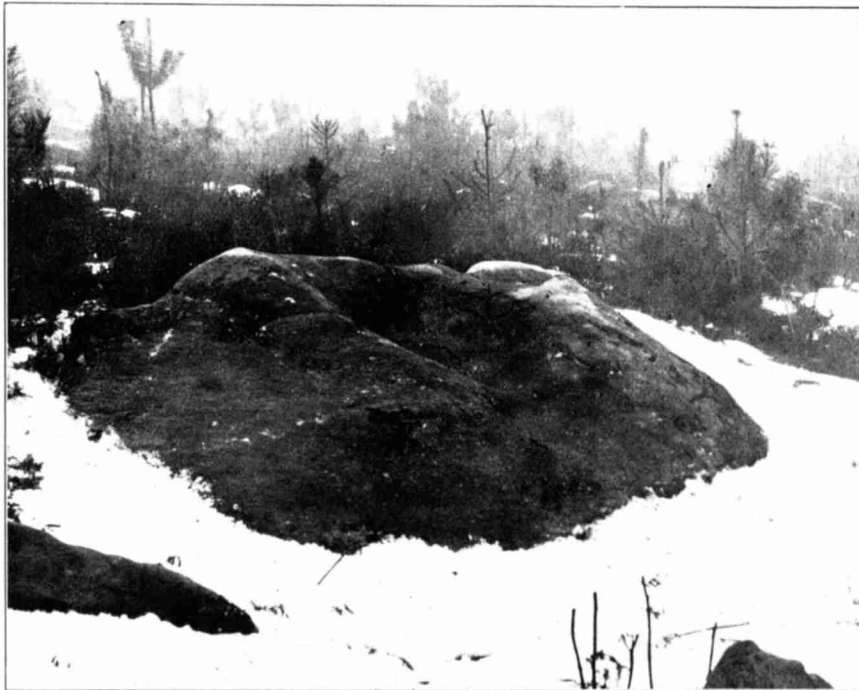
Abb. 3. Kreisrundes Becken (Durchmesser 43 cm, Tiefe 25 cm) auf einer mit Moosen und Flechten bedeckten Felsplatte auf dem Kirchberg. Rechts vorspringende Leiste, auf dem Boden napfförmige Vertiefung nach Entfernung des humosen Wassers.

noch eine kleinere napfförmige Vertiefung. Außerdem treten am Rande des Blockes noch zwei weitere Einbuchtungen auf.

Unweit von dieser Örtlichkeit auf dem breiten Rücken des nördlich davon gelegenen Kirchberges, Waldabteilung Oberes Ramschel, stieß Herr Staehler, unter dessen Führung ich diese Stelle ebenfalls aufsuchte, auf einem Jagdweg im dichten Unterholz auf drei vereinzelte Platten der gleichen Felszone (etwa 550 m), die ebenfalls die eigenartigen, hier nach Aufnahme seiner Gattin im Bilde wiedergegebenen Vertiefungen zeigen, und zwar die erste Felsplatte ein kreisrundes Becken von 43 cm Durchmesser und 25 cm Tiefe mit einer kleinen, in ihren Boden napfförmig eingesenkten Vertiefung (Abb. 3). Die zweite Platte weist eine 52 cm breite und 23 cm tiefe,

am Rande ebenfalls runde, am Grunde mehr ovale Schüssel mit einer ähnlichen, in den Boden eingesenkten Vertiefung auf. Die dritte Platte besitzt am Rande eine sesselförmige Ausbuchtung von 50 cm Breite mit scharf ausgeprägter Rückwand.

Auf ein viertes Vorkommen bin ich selbst gestoßen, als ich im August 1931 auf der Höhe der Bloskülb (544 m), die ebenfalls



Forstmeister Haupt phot.

Abb. 4. Der „Kurfürstenthrone“ auf der Bloskülb mit zwei übereinander angeordneten, durch einen Wulst getrennten Vertiefungen (die obere 48 cm breit, 32 cm tief). Typischer „Armsessel“.

von der Felszone der Trippstadtschichten eingenommen wird, den sagenumwobenen „Kurfürstenthrone“ aufsuchte. Zu diesem zweigt von dem gelbrot markierten Weg von Elmstein zum Eschkopf auf der Höhe der Bloskülb ein von Forstmeister Haupt, früher Vorstand des Forstamtes Elmstein-Süd, angelegter schmaler Pfad rechts durch einen jungen Kiefernbestand ab, auf dem man den in einer Lichtung gelegenen „Kurfürstenthrone“ erreicht. Es ist dies ein vereinzelter, unregelmäßig gestalteter, aus dem Boden hervorragender Felsblock, der zwei übereinander angeordnete, durch einen flachen Wulst getrennte Vertiefungen und somit tatsächlich die Form eines Armsessels zeigt

(Abb. 4). Die obere Hohlform ist etwa 48 cm breit und 32 cm tief mit einer weiteren kleinen Vertiefung auf ihrem Boden. Bei Anlage des Pfades kamen am Rande der Lichtung durch Entfernung des Moospolsters auf zwei geneigten Felsplatten, durch welche jetzt der Pfad mitten hindurchführt, ebenfalls je eine rundliche, nach der Seite offene Vertiefung (30 bzw. 45 cm Durchmesser, 20 cm Tiefe) zum Vorschein. Ungefähr 5 m östlich davon liegt am Rande des jungen Tannenschlages noch eine weitere geneigte Platte mit einer 50 cm



Forstmeister Haupt phot.

Abb. 5. „Armsessel“ auf der Bloskülb (auf den Felsblöcken im Vordergrund und Hintergrund).

breiten und 17 cm tiefen Schüssel, die in ihrer Längserstreckung (85 cm) nach dem Rande zu offen ist (Abb. 5); ein Teil der Lehne ist zurzeit durch Loswittern in Ablösung begriffen. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Forstmeister Haupt sollen in dem anstoßenden jungen Kiefernbestand noch weitere Schalensteine liegen.

Andere Fundstellen dieser Gebilde als die vorstehend genannten sind mir bis jetzt noch nicht bekannt geworden, werden aber, wie oben bereits angedeutet, im Laufe der Zeit unter dem sie verhüllenden Humus sicher noch aufgedeckt werden, zumal sie, wie wir gesehen haben, in Gruppen aufzutreten pflegen; allerdings scheint hierfür die Verbreitung der Felszonen und eine Meereshöhe von etwa 500 m bis 600 m Voraussetzung zu sein. Ich habe diese verschiedenen Vor-

kommen nach ihrer örtlichen Lage absichtlich etwas ausführlicher beschrieben, um auch Ortsfremden deren Aufsuchen zu ermöglichen. Am ehesten empfiehlt sich der Besuch des verkehrsnahen Kesselberges, da das dortige ausgedehnte Vorkommen von Edenkoben aus durch das Triefenbachtal ohne Gefahr des Irregehens in etwa 2¹/₂ Stunden erreicht werden kann⁷⁾.

Von der Einzelbeschreibung dieser vielgestaltigen Gebilde kann ich absehen, da eine solche von BLANCK, GÜRICH, KESSLER und PARTSCH gegeben worden ist und sich die aus dem Riesengebirge und der Sächsischen Schweiz in ausführlicher Weise beschriebenen und auch mir aus persönlicher Anschauung bekannten Formen in unserem Gebiet trotz der abweichenden Gesteinsbeschaffenheit wiederholen. Ich kann mich deshalb auf eine Zusammenfassung meiner Beobachtungen beschränken.

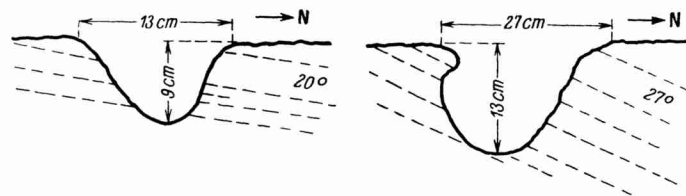


Abb. 6 und 7. Topf und Kessel auf dem Kesselberg; der Kessel zeigt auf der einen Seite einen unterkolkten Rand. (Nach L. RÜGER.)

Infolge der reichlichen Niederschläge des letzten Sommers waren bei meinem letzten Besuch am 24. Juli 1932 die größeren und tieferen, in horizontal liegende Felsplatten eingesenkten Hohlformen bis zum Überlaufen mit kaffeebraun gefärbtem, humosem Wasser gefüllt. Beim Abtasten und Umrühren ergab sich ein dünnflüssiger Humusbrei und ganz unten auf dem Boden ein Verwitterungsrückstand in Gestalt von chemisch wenig angreifbaren Quarzkörnern. Die flachen Vertiefungen waren trocken; ihr Inhalt bestand hauptsächlich aus braungefärbtem Humus, der für Moose den Nährboden abgab; beim Zerreiben machten sich die darin eingebetteten Quarzkörnchen bemerkbar. Die auf geneigten Flächen auftretenden Vertiefungen,

⁷⁾ Wie mir Herr Regierungsforststrat Staehler nachträglich mitteilte, hat er inzwischen noch eine weitere große, etwas flachere Verwitterungsschüssel in der Waldabteilung Schmidtenbrüchel nördlich von Leimen auf dem zum Schwarzbachtal abfallenden Höhenzug gefunden. Ihre Form ist fast kreisrund, ihr Durchmesser 110—120 cm, ihre Tiefe 23 cm. Sie ist in eine horizontale, über den Steilabfall vorspringende, jedoch im Zuge der oberen Felszone des Hauptbuntsandsteins liegende Felsplatte eingetieft. Durch eine kurze, schmale Rinne steht sie mit einer zweiten kleineren und mehr ovalen Schüssel von 80 und 60 cm Durchmesser und 14 cm Tiefe in Verbindung.

z. B. auf der Bloskülb, zeigten wegen ihrer Wind und Sonne ausgesetzten Lage nur nackten Boden.

Fast alle Hohlformen sind rundlich, einzelne geradezu kreisförmig entwickelt, andere auch oval gestaltet. Manche Ränder besitzen eine auffallend scharfe Kante mit Unterschneidung (Abb. 6 und 7). Ihre Tiefe zeigt, vielleicht in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer und der Intensität der Verwitterung, alle Abstufungen von ganz flachen Schüsseln und Pfannen zu Näpfen, Töpfen und bauchigen Kesseln, die wohl das Endstadium darstellen. Bei letzteren ist das Volumen an der Oberfläche der Felsen sogar kleiner als am Boden, ein Beweis für die verbreiternde und seitlich ausweitende Tätigkeit der Verwitterung, in erster Linie wohl der gesteinszerstörenden Sprengwirkung

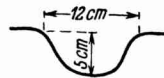


Abb. 8. Kleine topfförmige Einsenkung. (Nach L. RÜGER.)

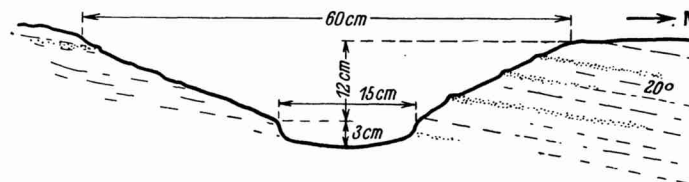


Abb. 9. Flachere Schüssel auf dem Kesselberg mit durch Brauneisensteinanreicherungen bewirkten Leisten an den Rändern und einer weiteren napfförmigen Vertiefung auf dem Boden. (Nach L. RÜGER.)

des im Innern des Kessels zu Eis gefrierenden Wassers. Am Christel-eck treten neben größeren Vertiefungen auch nur faustgroße Töpfe (Abb. 8) mit steilen Rändern auf, die im Vergleich zu den benachbarten größeren Hohlformen anscheinend nicht weiter entwickelt oder in ihrer Ausbildung gestört sind; auf manchen Blöcken treten auch nur Ansätze zu Aushöhlungen auf. Alle diese Gebilde sind durch Übergänge miteinander verbunden. Im allgemeinen ist aber die Tiefe geringer als Länge und Breite. Die Wände der größeren Vertiefungen sind, entsprechend der verschiedenen Verwitterbarkeit und der verschieden großen und wechselnd geformten Gemengteile des Buntsandsteins, rau, und vorspringende Leisten im Wechsel mit hohlkehlenförmigen Ausfurchungen beweisen, daß die Verwitterung auch seitlich wirksam gewesen und, aus der Beschaffenheit der Wände nach Entfernung des Wassers aus den Vertiefungen zu schließen, auch jetzt noch wirksam ist, ferner, daß eine Verfestigung der umlaufenden Leisten durch Verkieselung oder Brauneisenanreicherung stattgefunden

hat. Der Boden ist meist flach gewölbt; in mehreren Fällen konnte ich in den Boden eingesenkt noch eine weitere kleinere napfförmige Vertiefung beobachten, wie sie auch aus dem Granit beschrieben wird (Abb. 3 und 9). Auf geneigten Felsblöcken weisen die Hohlformen manchmal Ablaufrinnen („Blutrinnen“) auf. Hier und da stehen sie auch durch Furchen miteinander in Verbindung oder sind etagenweise hintereinander angeordnet (Abb. 10 und 11), in anderen

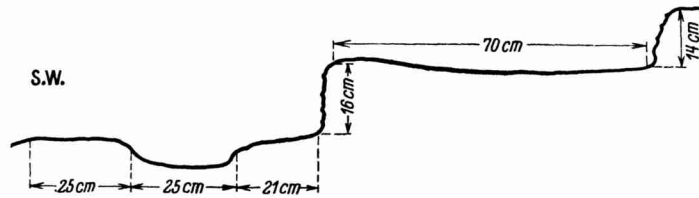


Abb. 10. Längsprofil durch etagenweise übereinander angeordnete Vertiefungen, die obere durch Unterschneidung ihrer Rückwand, die untere mit einer zweiten napfförmigen Aushöhlung auf dem Boden. Die widerstandsfähigeren Brauneisensteinlagen sind in Form von schmalen, untereinander parallelen Leisten erkennbar. (Nach L. RÜGER.)

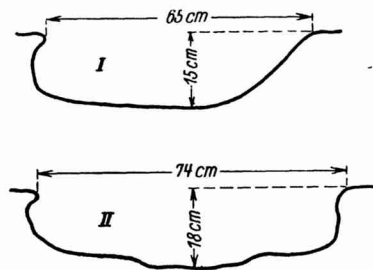


Abb. 11 und 12. Querschnitt der beiden etagenweise übereinander angeordneten Vertiefungen in Abb. 10. (Nach L. RÜGER.)

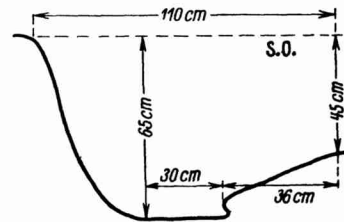


Abb. 13. Nach dem Rande des Felsens offene Schüssel („Armsessel“) mit Unterschneidung der Eintiefung auf dem Boden. (Nach L. RÜGER.)

Fällen greifen sie sogar ineinander über, wodurch ganz unregelmäßige Formen entstehen können. Einzelnen Rinnen ist ihr Verlauf durch Klüfte vorgezeichnet, da an ihnen die Verwitterung mit Vorliebe fortschreitet; besonders deutlich läßt sich dies auf dem oben beschriebenen Blocke am Christeleck beobachten. Die aus dem Granit und Quadersandstein beschriebenen, nicht allseitig geschlossenen Formen, die sogenannten Armsessel, bei denen der Rand der Schüssel, entsprechend der Neigungsrichtung des Felsens, nach dessen Kante fehlt, so daß sie nur noch einen Halbkreis bildet, konnte ich an sämt-

lichen vier Vorkommen beobachten, namentlich auf der Bloskülb (Abb. 4 und 13).

Für die Entstehung dieser Hohlformen waren ursprünglich wohl dieselben Bedingungen, nämlich durch irgendeine Ursache entstandene kleine Gruben, maßgebend, wie sie oben für die Entwicklung der Wannsen geschildert worden sind. Diese Vertiefungen erleichterten die Feuchtigkeitsaufnahme und die Besiedlung durch organisches Leben und wurden so für die weitere Einwirkung der physikalischen, chemischen und biologischen Tiefenverwitterung, die ja im Sandstein viel leichteres Spiel hat als z. B. im Granit, die gegebenen Angriffspunkte, wobei die Art des Angriffes durch die verschiedene Gesteinsbeschaffenheit vorgezeichnet war. Eine anschauliche Darstellung, wie wir uns die Entstehung dieser Hohlformen im Granit und Sandstein und die Tätigkeit der dabei wirksamen Kräfte während der einzelnen Stadien, insbesondere den Einfluß der Humusverwitterung, zu denken haben, gibt E. BLANCK im Handbuch der Bodenkunde, Bd. II, S. 266—272. Nach meinen im Pfälzer Buntsandstein gemachten Beobachtungen kann ich seinen Ausführungen nur zustimmen. Von manchen Autoren wird auch dem auf freiliegende Felsplatten auftreffenden Regenwasser eine aushöhlende Wirkung zugeschrieben, ebenso dem Tropfwasser. Eine Bestätigung hierfür habe ich in meinem Untersuchungsgebiet nicht finden können, zumal die mechanische Kraft eines Regentropfens doch zu geringfügig sein dürfte, um Spuren zu hinterlassen. Da die mit Höhlungen besetzten Steinplatten nicht von höheren Felswänden überragt werden, kommt auch Tropfwasser ebensowenig wie Ausstrudlung in Betracht.

BLANCK (S. 275) hält es nicht für ausgeschlossen, daß diese Gebilde eng mit regional-klimatischen Verhältnissen in Zusammenhang stehen dürften. Ihr Verbreitungsgebiet im Pfälzerwald fällt mit einer Regenhöhe von 900 bis 925 mm zusammen. Infolge dieser durch die Höhenlage bedingten stärkeren und ziemlich gleichmäßig über das ganze Jahr verteilten Niederschläge treten Flechten und Moose reichlich auf, die dann durch die von ihnen aufgenommene Feuchtigkeit den Eintiefungsvorgang fördern. Auch der stärkere Frost in diesen Höhenlagen wird nicht ganz ohne Einfluß sein. Die bis jetzt bekannten typischen Hohlformen liegen, entsprechend der Verbreitung der Felszonen, vorwiegend in einer Meereshöhe zwischen 500 bis 660 m, also fast 200 m unter der diluvialen Schneegrenze, so daß schon aus diesem Grunde ihr glazialer Ursprung ausgeschlossen ist.

Zusammenfassung.

Aus vorstehenden Ausführungen ergibt sich, daß im Granit, Quadersandstein und Buntsandstein, die nicht nur verschiedene Strukturverhältnisse, sondern auch verschiedene stoffliche Beschaffenheit besitzen, dieselben oder doch wenigstens sehr ähnliche Hohlformen auf-

treten: für Granit und Buntsandstein ist diese Übereinstimmung geradezu verblüffend. Dies beweist, daß durch die Tätigkeit gleicher, unter ähnlichen klimatischen Bedingungen von außen wirkender Kräfte auf verschiedenen Gesteinen dieselben Hohlformen zur Entwicklung gelangen können. Sie vereinigen in sich das Zusammenwirken der physikalischen, chemischen und biologischen Verwitterung in ganz hervorragendem Maße und bilden sich auch noch jetzt weiter, wenn man auch den Eintiefungsvorgang im einzelnen nicht messend verfolgen kann.

Schriftennachweis.

Wegen des eng bemessenen Raumes kann ich hier nur die wichtigeren Arbeiten aufführen und muß wegen weiterer Angaben auf die in diesen enthaltenen Literaturzusammenstellungen verweisen.

- BLANCK, E., Verwitterungskundliche Studien zum Tafoni- und Karrenproblem im Mittelgebirge. Internat. Mitt. f. Bodenkunde 1919, 9, S. 32—71 und 179—234.
- , —, Handbuch der Bodenkunde, besonders Bd. II: Die Verwitterungslehre und ihre klimatischen Grundlagen. Berlin 1929 bis 1932.
- , — und H. EVLIA, Ein Beitrag zur Frage der Herkunft der im Gestein und Boden zirkulierenden sulfathaltigen Lösungen, sowie zum Kreislauf des Schwefels in der Natur. Chemie der Erde, 1932, 7, S. 298—319.
- ENQUIST, F., The relation between duneform and wind-direction. — Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar Januar—Februar 1932, S. 19—59.
- V. GUMBEL, C. W., Blatt Speyer der geognostischen Karte von Bayern (Nr. XVIII). Mit Erläuterungen. Cassel 1897.
- GÜRICH, G., Die geologischen Naturdenkmäler des Riesengebirges. Beiträge zur Naturdenkmalpflege, 4, Heft 3, S. 141—324. Berlin 1914.
- V. GUTBIER, A., Geognostische Skizze aus der Sächsischen Schweiz. Leipzig 1858.
- HÄBERLE, D., Die gitter-, netz- und wabenförmige Verwitterung der Sandsteine. Geol. Rundsch., 1915, 6, S. 264—285.
- , —, Über das Vorkommen karrenähnlicher Gebilde im Buntsandstein. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. geol. Vereins, 1917, N. F. 6, Heft 2, S. 159—167.
- , —, Groß- und Kleinverwitterungsformen im Buntsandsteingebiet des südlichen Pfälzerwaldes. Festschrift zur 55. Tagung des Oberrhein. Geol. Vereins zu Saarbrücken 1927, S. 28—38. Saarbrücken 1927.
- , —, Zur Kenntnis der Maren (Mardelle, Pfühle) Südwestdeutschlands und Lothringens. Geograph. Zeitschr., 1928, S. 260—270.
- , —, Über Flugsandbildungen in der Rheinpfalz. Verh. d. Naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, 1930, N. F. 17, Heft 2, S. 85—103.
- KAUFMANN, H., Rhythmische Phänomene der Erdoberfläche (S. 299 ff.). Braunschweig 1929.
- KESSLER, P., Über Lochverwitterung und ihre Beziehungen zur Metharmose (Umbildung) der Gesteine. Geol. Rundsch., 1922, 12, S. 237—270.
- LANG, R., Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. Stuttgart 1920.
- LEHR, G. J., Der Kesselberg bei Edenkoben und seine „Gletschermühlen“. Pfälzer Heimat, Beil. z. Pfälz. Kurier vom 15. u. 22. November 1924, Nr. 166 u. 171.
- PARTSCH, J., Die Vergletscherung des Riesengebirges zur Eiszeit (S. 65—78). Stuttgart 1894.

- PASSARGE, S., Verwitterung und Abtragung in den Steppen und Wüsten Algeriens. Verh. d. XVII. Deutschen Geographentages, Lübeck 1909.
- RAMANN, E., Bodenkunde. 3. Auflage. Berlin 1911.
- RÜGER, L., „Gletschermühlen“ im Pfälzerwald. Pfälz. Museum — Pfälz. Heimatkunde, 1924, S. 155—159. Mit 9 Textfiguren, die zum größten Teil hier wiedergegeben sind.
- SALOMON-CALVI, W., Die Bedeutung des Pliozäns für die Morphologie Südwestdeutschlands. Sitz.-Ber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., 1919.
- SÖLCH, J., Die Formung der Landoberfläche. In: KENDE, Handbuch der Geographie, 1, S. 130—227, 1914.
- STARKE, P., Die sogenannten Opferkessel des Riesengebirges. Ungedruckte geographische Dissertation, Leipzig 1919. (Nur nachrichtlich hier erwähnt, da die Handschrift weder von der Universitätsbibliothek noch vom Geographischen Institut in Leipzig zu erhalten war.)
- WEISS, G., Verwitterungserscheinungen an Buntsandsteinsedimenten. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. geol. Vereins, 1916, 6, Heft 1, S. 87—99.
- WERNER, L. G., Megalithische Denkmäler in Oberelsaß (Ringwälle, Schalensteine, Menhirs usw.). Globus, 1909, 95, S. 53—58.

Schicht, Bank, Lager.

Von A. Kumm (Braunschweig).

(Mit 1 Textabbildung.)

In neuerer Zeit macht sich in der Allgemeinen Geologie, in der Lagerstättenlehre und in der Sedimentpetrographie mehr und mehr das Bestreben geltend, die Resultate der Untersuchungen über die Entstehungsweise der geologischen Erscheinungen und Körper sowie deren Gefüge auch für die Klassifikation dieser Erscheinungen nutzbar zu machen. Schon 1915 wies W. SALOMON-CALVI darauf hin, daß man für die Bezeichnungen Arkose und Grauwacke „mit einer genetischen Auffassung eine bessere Definition erzielen könne, als mit der bei ihnen bisher meist üblichen, ganz oder z. T. beschreibenden Art der Definition“. In der Lagerstättenlehre war es vor allen Dingen H. SCHNEIDERHÖHN, der die Gliederung der Lagerstätten nach petrogenetischen Gesichtspunkten durchführte, wobei er mit Recht betonte, daß wir im wesentlichen nur Vorgänge zu klassifizieren hätten. Ich selbst habe 1926 die sphäritischen Gebilde der Gesteine nach ihrer Genese zu gliedern versucht und 1931 die Gliederung des Lithosphärenwassers nach gleichen Grundsätzen durchgeführt. R. BRINKMANN stellte 1925 der größtenteils morphologischen Klassifikation der verschiedenen Erscheinungsformen geschichteter Sedimentgesteine von K. ANDREE eine rein genetische gegenüber, indem er den Gedanken E. PHILIPPIS wieder aufgriff, „daß gleiche Schichtungen nicht gleichartig entstanden zu sein brauchen“. In diesen Worten ist die Notwendigkeit der genetischen Klassifikation ausgedrückt, wie ich sie auch in einer andern Arbeit (Geol. Rundsch. 1928, S. 462) dargestellt habe.