

Oberleitungsbus

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie

Ein **Oberleitungsbus** - auch **Oberleitungsomnibus**, **Obus**, **O-Bus**, **Trolleybus**, **Trolley** oder veraltet **gleislose Bahn** genannt - ist ein elektrisches Verkehrsmittel im öffentlichen Personennahverkehr. Er ist wie ein klassischer Stadtlinienbus aufgebaut, wird jedoch im Gegensatz zu diesem nicht von einem Verbrennungsmotor, sondern von einem oder mehreren Elektromotoren angetrieben. Seinen Fahrstrom bezieht er - ähnlich einer Straßenbahn - mittels Stromabnehmern aus einer über der Fahrbahn gespannten Oberleitung. O-Busse sind somit spurgebunden, aber nicht spurgeführt.

Die ersten Anlagen wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts eröffnet, weltweit existieren derzeit 323 Oberleitungsbus-Betriebe in 47 Staaten. Überwiegend sind sie in Mitteleuropa, den Nachfolgestaaten der Sowjetunion, China, Nordkorea, Italien und der Schweiz anzutreffen. Um die 550 Netze wurden wieder stillgelegt, überwiegend in der westlichen Welt, wo der Oberleitungsbus in den 1950er- und 1960er-Jahren seine Blütezeit erlebte. In 29 Ländern verkehren heute gar keine Oberleitungsbusse mehr.



Oberleitungsbus Landskrona in Schweden



Das Elektromote von 1882 gilt als erster Obus-Vortäufel

Inhaltsverzeichnis

- 1 Definition und Rechtslage
- 2 Etymologie
 - 2.1 Deutschland und Österreich
 - 2.2 Weltweit
- 3 Funktionsprinzip
 - 3.1 Fahrzeug
 - 3.1.1 Aufbau
 - 3.1.2 Antrieb, elektrische Ausrüstung, Steuerung und Hilfsaggregate
 - 3.1.3 Stromabnehmer
 - 3.1.4 Fangseile und Retriever
 - 3.1.5 An- und Abdrahten
 - 3.2 Oberleitung und sonstige Infrastruktur
 - 3.2.1 Standardoberleitung
 - 3.2.2 Polarität
 - 3.2.3 Kurvenschienen und Deckenstromschienen
 - 3.2.4 Wendeanlagen
 - 3.2.5 Luftweichen
 - 3.2.6 Kreuzungen
 - 3.2.7 Kreuzungsweichen
 - 3.2.8 Fahrspannung
 - 3.2.9 Unterwerke, Speisebereiche, Streckentrenner und Querkupplungen
 - 3.2.10 Signalisierung
 - 3.2.11 Wartungsfahrzeuge und Fahrleitungsenteisung
- 4 Wirtschaftliche Aspekte
 - 4.1 Allgemeine Betrachtungen und Vorteile
 - 4.2 Investitionskosten Fahrzeug
 - 4.3 Investitionskosten Infrastruktur
 - 4.4 Betriebskosten, Energieverbrauch und Rekuperation
 - 4.5 Fahrgastzuspruch und Sympathiebonus
- 5 Ökologische Aspekte
 - 5.1 Geräuscharmer Betrieb
 - 5.2 Emissionsfreiheit
- 6 Unfallhäufigkeit
- 7 Kritik und Nachteile
- 8 Ergänzende Antriebskonzepte
 - 8.1 Zusätzlicher Verbrennungsmotor als Hilfsantrieb
 - 8.2 Generatoranhänger
 - 8.3 Zusätzlicher Verbrennungsmotor als vollwertiger Zweittrieb
 - 8.3.1 All-Service Vehicle in New Jersey (1935 bis 1948)
 - 8.3.2 Zweikraftwagen in Basel, Luzern und Oldenburg (1941 bis 1975)
 - 8.3.3 Duo-Bus (seit 1979)
 - 8.4 Zusätzlicher Batterieantrieb
 - 8.4.1 Erste Versuche durch Siemens & Halske (1898 bis 1900)
 - 8.4.2 Notfahreinrichtungen
 - 8.4.3 Kriegsbetrieb in Salzburg und Klagenfurt
 - 8.4.4 Duo-Busse in Esslingen (1975 bis 1981)
 - 8.4.5 Batterieanhänger
 - 8.4.6 Gegenwärtige Entwicklungen
 - 8.5 Verwandte Systeme - Abgrenzung und Gemeinsamkeiten
- 9 Sonderformen
 - 9.1 Einstangenkontaktsystem
 - 9.2 Fortbewegung mittels Straßenbahnoberleitung
 - 9.3 Doppeltraktionen
 - 9.4 Anhängerbetrieb
 - 9.5 Doppeldecker
 - 9.6 Spurgeführte Oberleitungsbusse
 - 9.7 Doppelgelenkwagen ohne Spurführung
 - 9.8 Tunnelstrecken
 - 9.9 Bussteige
 - 9.10 Einspurige Strecken
 - 9.11 Rollenstromabnehmer
- 10 Geschichte

- 10.1 Ausgangslage und Vorgeschichte
- 10.2 Erste Überlegungen der Gebrüder Siemens
- 10.3 Die Anfänge
 - 10.3.1 Versuchsbetrieb in Halensee bei Berlin (1882)
 - 10.3.2 Frühe Versuchsbetriebe in den Vereinigten Staaten (1887)
 - 10.3.3 Das System Lombard-Guérin (1899)
 - 10.3.4 Das System Schiemann (1901)
 - 10.3.5 Das System Stoll (1901)
 - 10.3.6 Das System Nithard (1901)
 - 10.3.7 Das System Cantono-Frigerio (1906)
 - 10.3.8 Das System Mercédès-Électrique-Stoll (1907)
 - 10.3.9 Das System Lloyd-Köhler (1910)
 - 10.3.10 Erster Regelbetrieb in den Vereinigten Staaten (1910)
- 10.4 Zäsur durch den Ersten Weltkrieg
 - 10.4.1 Stagnation in Kontinentaleuropa
 - 10.4.2 Weltweiter Durchbruch im British Empire
- 10.5 Die Jahre der größten Verbreitung
 - 10.5.1 Weltweite Entwicklung
 - 10.5.2 Renaissance und erneuter Niedergang in Deutschland und Österreich
 - 10.5.2.1 Deutsches Reich
 - 10.5.2.2 Bundesrepublik Deutschland und Saarland bis 1990
 - 10.5.2.2.1 Aufschwung
 - 10.5.2.2.2 Niedergang
 - 10.5.2.3 DDR
 - 10.5.2.4 Österreich
- 11 Gegenwart
 - 11.1 Weltweiter Überblick
 - 11.2 Europa
 - 11.3 Außerhalb Europas
- 12 Statistik
 - 12.1 Größte Betriebe
 - 12.2 Älteste Betriebe
 - 12.3 Häufigster Typ
- 13 Besonderheiten
 - 13.1 Gesonderte Tarife im Oberleitungsbusverkehr
- 14 Erhaltung und Betrieb historischer Anlagen und Fahrzeuge
- 15 Hersteller (Auswahl)
- 16 Siehe auch
- 17 Literatur
- 18 Weblinks
- 19 Einzelnachweise

Definition und Rechtslage

Der Oberleitungsbus ist eine Mischform zwischen einer spurgebundenen Bahn, das heißt einer Eisenbahn oder Straßenbahn, und einem Omnibus. Dies macht sich auch juristisch bemerkbar - in den nationalen Rechtsgebungen wird er zumeist als Eisenbahn behandelt.^[1] Dies gilt insbesondere dann, wenn juristisch nicht zwischen Eisenbahnen und Straßenbahnen unterschieden wird, wie dies in den meisten Ländern üblich ist. Andernfalls gilt der Oberleitungsbus rechtlich als Straßenbahn.

In Deutschland gilt beispielsweise für den Betrieb von Oberleitungsbusen sowohl die Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab) als auch die Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft), ferner außerdem das Personenbeförderungsgesetz (PBefG) sowie die *Verordnung über die Allgemeinen Beförderungsbedingungen für den Straßenbahn- und Obusverkehr sowie den Linienverkehr mit Kraftfahrzeugen*.^[2] In beiden wird der Obus gesondert erwähnt. Er wird in Deutschland wie folgt definiert:

„Obusse im Sinne dieses Gesetzes sind elektrisch angetriebene, nicht an Schienen gebundene Straßenfahrzeuge, die ihre Antriebsenergie einer Fahrleitung entnehmen.“

- § 4 (3) PERSONENBEFÖRDERUNGSGESETZ

In Österreich ist er, wie Straßenbahnen, dem Österreichischen Eisenbahngesetz (EisbG) unterstellt. Dort heißt es unter § 5:^[3]

„Oberleitungs-Omnibusse gelten als Straßenbahnen, sofern es sich nicht um die Haftung für Schäden beim Betrieb eines Oberleitungs-Kraftfahrzeuges, wenn auch in Verbindung mit ortsfesten eisenbahntechnischen Einrichtungen, handelt.“

- ÖSTERREICHISCHES EISENBAHNGESETZ VON 1957

In der Schweiz gilt hierzu entsprechend das Schweizer Eisenbahngesetz, ergänzend dazu das *Bundesgesetz über die Trolleybusunternehmen*, kurz Trolleybusgesetz (TrG). Es definiert das Verkehrsmittel wie folgt:^[4]

„Trolleybus im Sinne dieses Gesetzes ist das motorisch angetriebene Fahrzeug, welches die zur Bewegung benötigte elektrische Energie aus einer Fahrleitung entnimmt und auf öffentlichen **Strassen** verkehrt, ohne an Schienen gebunden zu sein.“

- BUNDESGESETZ ÜBER DIE TROLLEYBUSUNTERNEHMUNGEN VON 1950, IN KRAFT GETRETEN AM 20. JULI 1951

Außerdem verkehren Trolleybusse in der Schweiz auf der Basis einer Bundes-Konzession des Unternehmens und nicht wie Autobusse mit kantonalen Bewilligungen je Fahrzeug. Daraus ergeben sich ferner auch Abweichungen bei der Haftpflichtversicherung.^[5]

Weiter findet sich die rechtliche Einordnung als Eisenbahn zum Teil auch im Arbeitsrecht und im Arbeitnehmerschutz wieder. So sind beispielsweise die Mitarbeiter eines österreichischen Obus-Betriebs automatisch Mitglied im Eisenbahner-Kollektivvertrag.^[1] Ebenso erfolgt die technische Abnahme neuer Oberleitungsbusse häufig durch die entsprechende Eisenbahnaufsichtsbehörde, so etwa in Tschechien durch die *Drážní úřad*.^[6]

Die Klassifizierung als Bahn macht sich mitunter auch äußerlich bemerkbar, so ist für Trolleybusse in 29 von 47 Staaten kein Kraftfahrzeugkennzeichen vorgeschrieben. Dies ist unter anderem in der Schweiz der Fall, nicht jedoch in Deutschland und Österreich:

ohne Kennzeichen in Europa	BG	BY	CH	CZ	EST	GR	H	LT	LV	MD	P	RO	RUS	SK	SRB	UA
mit Kennzeichen in Europa	A	BIH	D	E	F ^x	I ^x	N	NL	PL	S						




ohne Kennzeichen außerhalb Europas	ARM	GE	IR	J	KP	KS	KZ	MEX	MGL	RA	TJ	TM	UZ				
mit Kennzeichen außerhalb Europas	BR	CDN	EC	NZ	RC ^x	RCH	USA	YV									

x = ausgenommen spurgeführte Oberleitungsbusse nach dem System Translohr

Für das Führen eines Oberleitungsbusse muss zusätzlich zum regulären Omnibusführerschein eine innerbetriebliche Zusatzausbildung absolviert werden. Darin werden die betreffenden Berufskraftfahrern/fahrerinnen über die technische Beschaffenheit der Fahrzeuge und der elektrischen Anlagen sowie über die technischen Besonderheiten des Betriebes unterrichtet.^[7] Beim Trolleybus Schaffhausen wird dafür beispielsweise ein Zeitaufwand von circa 20 Stunden veranschlagt, beim kleinen Betrieb im schwedischen Landskrona sind es mindestens acht Stunden.^{[8][9]} Die Zusatzqualifikation wird beispielsweise in der Schweiz auch im Führerausweis eingetragen. Dort bescheinigt der Code 110 dem Inhaber *zum Führen von Trolleybussen berechtigt* zu sein.^[10] Zuvor benötigten Schweizer Trolleybuschauffeure gar keinen Führerausweis, die Berechtigung zum Steuern einer Straßenbahn reichte aus.

Eng mit dem Oberleitungsbus verwandt ist der Oberleitungslastkraftwagen, der jedoch ausschließlich dem Güterverkehr dient. Dieser wird deshalb häufig auch *Güter-Obus* genannt. Diese Bezeichnung ist jedoch sachlich falsch, weil O-Busse Personenverkehrsmittel sind. Die Bezeichnung *-Obus* basiert in diesem Fall lediglich auf der Gleichartigkeit des Antriebssystems. Unabhängig davon gab es in den Anfangsjahren des Systems auch einige wenige Obus-Anlagen, auf welchen sowohl Güter- als auch Personenverkehr stattfand, allerdings mit jeweils eigenen Fahrzeugen. Die veraltete Bezeichnung *gleislose Bahn* wurde dabei synonym sowohl für Oberleitungsbusse als auch für Oberleitungslastkraftwagen verwendet. In Russland und der Ukraine nutzen außerdem einige Betriebe Oberleitungslastkraftwagen als Arbeitswagen für Reparatur- und Wartungsarbeiten städtischer Obusnetze. Ferner beförderten manche O-Busse früher auch Postsendungen, insbesondere dann, wenn sie zuvor Postkutschen-Verbindungen ablösten.

Typisch für Obus-Linien ist ferner die besondere Kennzeichnung der Haltestellen. Auch in Deutschland und Österreich waren früher Haltestellenfahnen mit der Aufschrift Obus üblich. Mitunter werden beziehungsweise wurden Obus-Linien auch durch ein der Liniennummer vorangestelltes "O" (Berlin, Graz, Linz und München) oder ein vorangestelltes "T" (Medias, Satu Mare und Sibiu) differenziert. Weiterhin ist es üblich, Trolleybuslinien auf Liniennetzplänen eine eigenständige Kennfarbe zuzuweisen.

 <p>Haltestellenzeichen in Polen</p>	 <p>Haltestellenzeichen in Tschechien</p>	 <p>Differenzierung zwischen Obus- und Autobuslinien in Tschechien</p>	 <p>Ukrainische Obus-Haltestelle in Sewastopol</p>	 <p>Esslinger Obus mit Behördenkennzeichen</p>	 <p>Schweiz: Tr Kennzeichen Autobus mit</p>
 <p>Auch in Rumänien benötigen Obusse keine Nummernschilder</p>	 <p>Spezieller Fahrschulwagen bei den Verkehrsbetrieben Luzern</p>	 <p>Ein Arbeitswagen des Typs KTG-1 im ukrainischen Donezk</p>	 <p>Ein früher österreichischer Obus mit K.u.k.-Postabteil</p>		

Etymologie

Deutschland und Österreich

Die Begriffe Oberleitungsbus oder Oberleitungsomnibus beziehungsweise die daraus abgeleiteten Kurzformen O-Bus oder Obus werden heute meistens in Deutschland und Österreich, nicht jedoch in der Schweiz - auch nicht in den deutschsprachigen Gebieten - verwendet.

In seiner Frühzeit wurde der Oberleitungsbus hingegen noch anders benannt. Das 1882 von Werner Siemens vorgestellte Versuchsfahrzeug hieß *Elektromote*, abgeleitet aus dem englischen Begriff *electric motion* für elektrische Bewegung. Als Oberbegriff für derartige Fahrzeuge waren elektrische Kutsche oder elektrische Droschke gängig. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde der Obus als *gleislose Bahn* oder *gleislose Straßenbahn* bezeichnet. Meyers Großes Konversations-Lexikon beschreibt diese 1905 wie folgt:^[11]

„Straßenbahnen, gleislose; elektrische Omnibusse mit oberirdischer Stromzuführung, die ohne Schienen laufen.“

Weniger verbreitete Bezeichnungen waren gleislose elektrische Bahn, elektrische gleislose Bahn, gleislose elektrische Stadtbahn, elektrische gleislose Motorbahn, gleislose Motorbahn mit elektrischer Oberleitung, gleislose elektrische Personenbahn, Oberleitungsbahn, gleislose Oberleitungsbahn, elektrische Oberleitungsbahn, gleisloser Spurwagen, elektrischer Kraftwagenbetrieb mit Oberleitung, Oberleitungs-Kraftwagen, Oberleitungs-Kraftfahrzeug oder elektrisches Oberleitungs-Automobil. Der von 1912 bis 1914 bestehende Obus-Betrieb in Steglitz bei Berlin wurde im Volksmund als Gleislobus bezeichnet, abgeleitet von *Gleisloser Omnibus*.^[12]

Anlässlich der 1930 erfolgten Eröffnung der Linie zwischen Mettmann und Gruiten, dem ersten neuzeitlichen Betrieb Deutschlands, einigte man sich schließlich auf die Bezeichnung *Fahrdrabtbus*. In Berlin sprach man abweichend davon vom *Drahtbus*.^[13] In beiden Fällen sollte klargestellt werden, dass es sich um Straßenfahrzeuge und nicht um klassische Bahnen handelt. Außerdem wurde somit gewährleistet, dass das Preußische Kleinbahngesetz für Oberleitungsbusse nicht gilt. Der Hersteller Siemens-Schuckert bezeichnete die Fahrzeuge in den 1930er-Jahren hingegen als Elbus, abgeleitet von *Elektrischer Omnibus*.^[14] Eine frühere österreichische Alternativbezeichnung ist *Oberleitungs-Autobus*.

Die bis heute gebräuchlichen Begriffe Oberleitungsomnibus beziehungsweise Oberleitungsbus wurden erst im September 1937 durch den Bahnausschuss des Verbands deutscher Verkehrsverwaltungen offiziell eingeführt. Diese Vereinheitlichung der Bezeichnung geschah im Hinblick auf die im April 1938 in Kraft getretene BOStrab, welche seither auch für Oberleitungsbusse maßgeblich ist. Die daraus abgeleitete Abkürzung lautete zunächst *Obbus*, später dann zu den heute gängigen Schreibweisen O-Bus oder Obus vereinfacht.

In Solingen ist heute ferner die scherzhafte Bezeichnung *Stangentaxi* verbreitet,^[15] in Eberswalde ist der Obus als *Strippenbus* bekannt und in München wurde er seinerzeit als *Stangeribus* bezeichnet. Analog dazu in Berlin als *Stangenbus*. In Berlin und Leipzig verwendete man außerdem den belustigenden Ausdruck *Drahtesel*.^{[16][17]}

Die doppelstöckigen O-Busse in Hamburg-Harburg, sie waren dort von 1953 bis 1957 im Einsatz, wurden seinerzeit *Dobus* für *doppelstöckiger Obus* genannt.^[18] Die projektierten Doppelstock-Busse für Berlin, sie wurden 1941 bestellt jedoch kriegsbedingt nie geliefert, wurden in der Planungsphase als *Odobus* für *Oberleitungs-Doppeldeck-Omnibus* bezeichnet.^[19]

Immer wieder tauchen im Zusammenhang mit Oberleitungsbusen außerdem die Bezeichnungen *Elektrobus* oder *Strombus* auf, diese sind jedoch fachlich nicht ausreichend präzise. Sie umfassen nämlich auch andere elektrisch betriebene Omnibusse, die ihre Energie nicht über Oberleitungen zugeführt bekommen - siehe Unterkapitel Verwandte Systeme - Abgrenzung und Gemeinsamkeiten.

Weltweit

Außerhalb von Deutschland und Österreich wird hingegen fast ausschließlich der Begriff *Trolleybus* - manchmal auch zu *Trolley* vereinfacht - oder dessen Transkriptionen verwendet. So beispielsweise in der Schweiz (alle Sprachgebiete), in Ost- und Südosteuropa, in den Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion sowie generell im englischen (außer in den Vereinigten Staaten und in Kanada), französischen, spanischen und portugiesischen Sprachraum.

Das englische Wort *trolley* steht im Deutschen für *Rollwagen*, *Einkaufswagen*, *Handwagen*, *Karre*, *Krankkatze*, *Transportwagen* oder *Laufkatze*. Als Trolley wurde das Kontaktwägelchen bezeichnet, das bei den ersten Fahrzeugen dieser Art auf der Oberleitung fuhr und mit dem Verbindungskabel hinterhergezogen wurde, das heißt bevor die Stromabnahme über Stangen erfolgte.

Der Begriff Trolleybus kam allerdings erst in den 1920er-Jahren auf, das heißt zu einer Zeit als die anfänglichen Systeme mit Kontaktwägelchen technisch längst überholt und größtenteils wieder stillgelegt worden waren. Davor wurde das System auch im englischen Sprachraum als *railless car*, *railless trolley*, *trackless trolley* oder *trackless tram* bezeichnet. *Trolley* ist eigentlich eine Kurzform für *trolley car* und somit die Bezeichnung für einen Straßenbahnwagen. Die vorgenannten Begriffe lassen sich demnach mit *gleisloser Wagen* oder *gleislose Straßenbahn* übersetzen.

Obwohl der Oberleitungsbus eine deutsche Erfindung ist, konnte sich die Bezeichnung Trolleybus in den 1920er-Jahren vor allem deshalb weltweit verbreiten, weil die Weiterentwicklung des Systems in Deutschland mit dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs weitgehend aufgegeben wurde. Im Gegensatz dazu wurde es insbesondere in Großbritannien auch währenddessen und danach stetig weiterentwickelt.

In den Vereinigten Staaten und in Kanada wird der Oberleitungsbus hingegen nicht als Trolleybus, sondern abweichend davon überwiegend als *electric trolleybus* (ETB), *electric bus* oder seltener als *trolley coach* bezeichnet. Weitere abweichende Bezeichnungen existieren beispielsweise in folgenden Sprachen:

schwedisch	<i>trådbuss</i>	Schnurbus, Drahtbus
finnisch	<i>johdinauto</i> <i>trollikka</i>	Drahtbus, alternative Bezeichnung zu <i>trolleybussi</i> alternative Bezeichnung zu <i>trolleybussi</i> beziehungsweise <i>johdinauto</i>
italienisch, außer italienischsprachige Schweiz	<i>filobus</i> <i>filovia</i>	Drahtbus (für das Fahrzeug) Drahtweg (für die Strecke)
indonesisch	<i>bus listrik</i>	elektrischer Bus
estnisch	<i>Troll</i>	Kurzform für <i>Trollibuss</i>
europäisches Portugiesisch	<i>troleicarro</i>	alternative Bezeichnung zu <i>trólebus</i>
brasilianisches Portugiesisch	<i>ônibus elétrico</i> <i>elétrobus</i>	alternative Bezeichnungen zu <i>trólebus</i>

Eine Besonderheit ist die ausschließlich in der rumänischen Stadt Timișoara gebräuchliche Bezeichnung *firobus*, *fir* steht in der rumänischen Sprache für Faden beziehungsweise Draht. Hierbei handelt es sich um eine Ableitung vom italienischen Begriff *filobus*, die ersten O-Busse für Timișoara wurden in Italien produziert. Im Gegensatz dazu werden Oberleitungsbusse in allen anderen rumänischen Städten als *troleibus* bezeichnet.^[20]

Nichtsdestotrotz wird der Begriff Trolleybus mitunter auch in Deutschland verwendet, insbesondere in Nordrhein-Westfalen. Belege hierfür sind etwa die Typenbezeichnung Trolleybus Solingen oder das Volkslied *Trolleybus von Mettmann bis nach Gruiten*.^[21] Eine Oldenburger Spezialität waren die eingedeutschten Bezeichnungen *Trollibus* beziehungsweise *Trolli*.^[22]

Funktionsprinzip

Fahrzeug

Aufbau

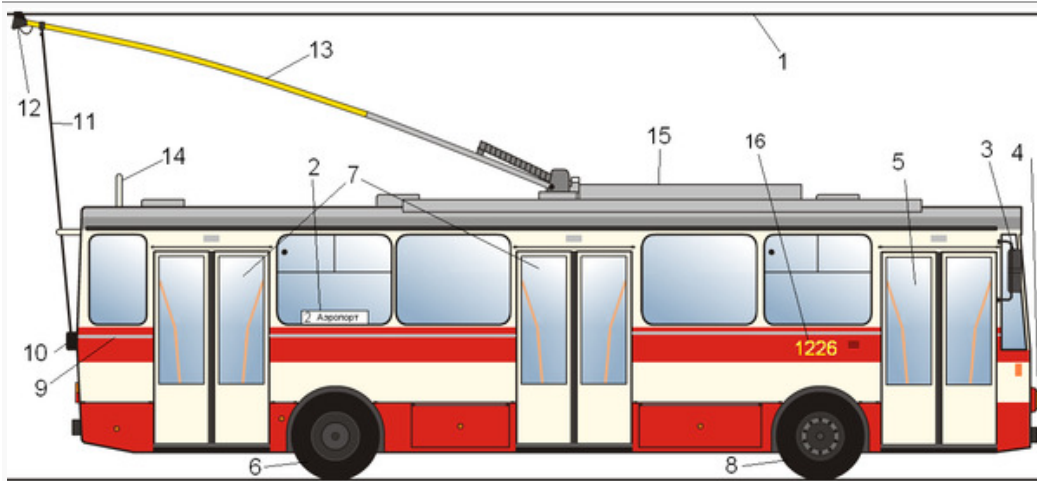
Schematische Darstellung anhand des tschechoslowakischen Typs Škoda 14 Tr aus den 1980er-Jahren, für den Oberleitungsbus relevante Teile sind fett markiert:



Historischer Fahrschein mit der Bezeichnung Elektrischer Oberleitungs-Automobil-Verkehr



Trolejbus lautet die tschechische und slowakische Transkription, hier auf einem historischen Haltestellenschild aus Prag



1. Oberleitung
2. Linienverlaufsanzeige
3. Rückspiegel
4. Scheinwerfer
5. vordere Tür
6. angetriebene Hinterachse
7. zweite und dritte Tür
8. lenkbare Vorderachse
9. Zierleiste (ohne Funktion)
10. Trolley-Retriever
11. gespannte Fangseile
12. Schleifschuhe
13. Stangenstromabnehmer
14. Haken zur Verriegelung der Stangen
15. Dachaufbauten / Elektrik
16. Fahrzeugnummer

(UTF8!)

Markantes Unterscheidungsmerkmal eines Oberleitungsbus sind die beiden drehbaren Stangenstromabnehmer, manchmal auch Kontaktstangen oder - vor allem in der Schweiz - Stromabnehmerrollen genannt. Von gewöhnlichen Omnibussen unterscheidet er sich äußerlich außerdem durch die Aufbauten auf dem Dach. Sie beinhalten Teile der elektrischen Ausrüstung die unter dem Wagenboden oder im Fahrgastraum keinen Platz mehr finden. Dort sind sie ferner besser vor äußeren Einflüssen wie Spritzwasser geschützt. Bei modernen Niederflurfahrzeugen ist die Unterbringung der Elektrik auf dem Dach aus Platzgründen unverzichtbar, häufig wird dabei ein sogenannter *Dachcontainer* verwendet. Im Vergleich zu konventionellen Dieselnissen ist die Dachkonstruktion bei O-Bussen konstruktiv verstärkt um das zusätzliche Gewicht der elektrischen Komponenten und der Stromabnehmer tragen zu können. Ein besonderes Augenmerk gilt dem Korrosionsschutz der Karosserie, aufgrund der längeren Lebensdauer eines O-Busses muss diese besser gegen Durchrostung geschützt werden als bei Dieselnissen.

Im Allgemeinen benötigen die elektrischen Antriebsaggregate eines Oberleitungsbus weniger Platz als ein Dieselmotor mit Dieselmotpartikelfilter oder ein Gasmotor mit Katalysator. Dies ermöglicht einen tiefen Wagenboden über die gesamten Fahrzeuglänge und eine niedrige Einstiegshöhe auch bei der hintersten Tür.^[23] Dennoch ist ein Oberleitungsbus, bezogen auf einen Gelenkwagen, fast zwei Tonnen schwerer als ein Dieselniss.^[24]

Weiterhin typisch für viele Oberleitungsbusse sind am Heck angebrachte Leitern, sie ermöglichen es dem Wartungspersonal zu den Stromabnehmern und den Dachaufbauten hinaufzusteigen. Alternativ dazu werden ausklappbare Leitersprossen verwendet, in der Regel findet man sie auf der rechten Wagenseite, neben einer Einstiegstür. Ebenso besitzen fast alle Obus-Typen im hinteren Dachbereich Halterungen zum Arretieren der Stromabnehmer. Ein weiteres typisches Unterscheidungsmerkmal: O-Busse kommen ohne einen Kühlergrill aus, stattdessen findet man dort meistens eine Wartungsklappe.

Ähnlich wie elektrisch angetriebene Schienenfahrzeuge entstehen O-Busse in den meisten Fällen als Gemeinschaftsunternehmen, die elektrische Ausrüstung wird dabei von einem anderen Hersteller produziert als die Karosserie und die Innenausstattung. Mitunter teilen sich die Zulieferer auch Aufträge. Bei den 211 Wagen des Typs ÚHlls kamen beispielsweise gleich vier - eigentlich miteinander konkurrierende - elektrische Ausrüster zum Zug. Unabhängig davon gibt es auch Kompletthersteller, ein klassisches Beispiel hierfür war viele Jahre lang die Firma Škoda.

Teilweise sind Oberleitungsbusse Adaptionen herkömmlicher Omnibustypen, insbesondere gilt dies für Kleinserien. Ein klassisches Beispiel dafür sind die vom in Deutschland entwickelten Standard-Bus abgeleiteten O-Busse. Im Gegensatz dazu sind viele Obus-Karosserien jedoch Sonderkonstruktionen, die nicht für konventionelle Dieselnisse verwendet werden - dies betrifft insbesondere Großserien. In früheren Jahren typisch waren außerdem O-Busse, deren Konstruktion sich an Schienenfahrzeuge anlehnte - Vorbilder waren beispielsweise der PCC-Wagen und der Uerdinger Schienenbus.



Markante Dachaufbauten beim Typ MAN SG 200 HO, der ansonsten auf dem Standard-Bus II basiert



Der Solinger Typ MAN SL 172 HO basiert auf dem Standard-Bus II



Dachaufbauten von oben betrachtet



Solaris Trollino 12 mit und ohne Dachcontainer



Aufstiegsleiter am Heck



Wichtig ist! O-Bussen de Durchrostun



Typisches Beispiel einer Adaption: Omnibus Karosa ŠM 11...



...und Obus Škoda T 11



Der PCC-Wagen diente als Vorbild...



...zahlreicher US-amerikanischer Trolleybusse

Antrieb, elektrische Ausrüstung, Steuerung und Hilfsaggregate

Wie bei Omnibussen erfolgt auch bei Oberleitungsbusen der Antrieb über ein Differentialgetriebe auf die Hinterachse, bei Gelenkwagen entweder auf die zweite oder die dritte Achse, teilweise werden sowohl die zweite, wie auch die dritte Achse angetrieben. Da Gleichstrom-Reihenschlussmotoren, beziehungsweise die heute üblichen Drehstrom-Asynchronmotoren, unter Last anlaufen können - und dabei zugleich ihr höchstes Drehmoment entwickeln - ist keine trennende Kupplung erforderlich. Auch ein Wechselgetriebe mit mehreren Gängen wird nicht benötigt, da Elektromotoren alle erforderlichen Drehzahlen mit einer festen Zahnradübersetzung bewältigen können. Im Gegensatz zum Verbrennungsmotor können sie nicht unterhalb einer bestimmten Drehzahl abgewürgt werden. Der Umstand, dass die vorteilhaften kurzzeitigen Überlastungen

des Motors zu sehr hohen Drehmomenten führen, erfordert für Oberleitungsbusse einen weitaus robusteren Achsantrieb als bei Dieseln mit gleich großer Leistung.^[25]

Die elektrische Ausrüstung von Oberleitungsbussen entspricht weitgehend derjenigen von Straßen- und Stadtbahnen, unterliegt allerdings zusätzlichen Anforderungen. So muss sie beispielsweise aufgrund der fehlenden Schutzerdung über die Schienen - die Bereifung ist im Gegensatz dazu nichtleitend - besser elektrisch isoliert werden. Insbesondere betrifft dies die Karosserie in den Türbereichen um beim Ein- oder Ausstieg die Gefahr einer Schrittspannung zu vermeiden. Dies geschieht zum Beispiel durch die Verwendung von Trittstufen und Handläufen aus glasfaserverstärktem Kunststoff. Darüber hinaus wird die korrekte Trennung durch die isolierte Aufstellung der Schaltschränke, regelmäßige Isolationskontrollen und einen Isolationswächter gewährleistet. Teilweise wird aber auch eine am Boden schleifende Kette als zusätzliche Schutzerdung benutzt, etwa in Budapest.^[26]

Ebenso muss die Elektrotechnik eines O-Busses sorgfältiger gegen witterungsbedingte Überspannungen in der Oberleitung geschützt werden als bei Schienenfahrzeugen. Bedingt durch die in Folge von Straßenschäden oft unebene Fahrbahnoberfläche sind die elektrischen Baugruppen und ihre Befestigungen außerdem stärker durch Schwingungen beziehungsweise Vibrationen belastet.^[27]

Ein weiteres spezifisches Obus-Bauteil ist die sogenannte Isolierkupplung. Hierbei handelt es sich um ein elastisches Gummi- oder Kunststoffelement das zwischen Motor und Antriebswelle angeordnet ist. Es dient dazu die Antriebsachse - gemäß den gesetzlichen Vorschriften - doppelt vom Stromkreis zu isolieren.^[25]

Gesteuert wurden der oder die Motoren eines Oberleitungsbusse früher über einen Controller. Ursprünglich waren dies Hand-Fahrschalter mit wenigen Stufen, später Steuerschalter die mit Fußpedalen bedient wurden. Noch später setzten sich pneumatische beziehungsweise magnetische Schützensteuerungen durch. In den 1970er-Jahren kamen schließlich elektronische Gleichstromsteller auf (Chopper-Steuerungen). Heutzutage sind Drehstrom-Steuerungen mit Leistungstransistoren üblich (Insulated Gate Bipolar Transistor).^[27]

Außerdem besitzen O-Busse Kompressoren die als zusätzliche Hilfsaggregate dienen. Diese erzeugen die nötige Druckluft zum Betrieb bestimmter Komponenten, darunter Bremsen, Kneeling, Servolenkung und Türen. Weitere Nebenaggregate sind die Klimaanlage, rotierende Umformer und Ventilatoren zur Kühlung der elektrischen Anlagenteile. Hilfsaggregate arbeiten teilweise auch wenn das Fahrzeug steht und sind dann als einzige Betriebsgeräusche wahrnehmbar.

 <p>Schaltschrank im Inneren eines Škoda 17 Tr</p>	 <p>Blick auf die Steuerung eines Tatra T 401</p>	 <p>Verkabelung einer lighTram</p>	 <p>Obus-Trittstufen müssen besonders isoliert sein</p>
---	--	---	---

Stromabnehmer

Die beiden Stromabnehmerstangen sind jeweils circa sechs Meter lang und stehen im angehobenen Zustand in einem Winkel von circa 30° - abhängig von der jeweiligen Höhe der Oberleitung - vom Fahrzeugdach ab. Vereinzelt sind sie im oberen Bereich zur Oberleitung hin gewinkelt. Die zwei Stangen sind mechanisch unabhängig voneinander, das heißt sie können einzeln abgezogen oder angelegt werden. Die Stromabnehmer stehen ferner hinten etwas über das Heck des Fahrzeugs hinaus, insbesondere im gesenkten Zustand. Oft sind sie deshalb in einer auffälligen Farbe - wie zum Beispiel gelb - lackiert oder mit einer weiß-rot schraffierten Warnmarkierung versehen. Anders als bei Solowagen sind die Stromabnehmer bei Gelenkwagen grundsätzlich auf dem Nachläufer montiert, bei Doppelgelenkwagen entsprechend auf dem letzten der drei Fahrzeugglieder.



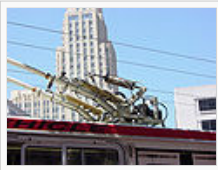











Die Stangen bestehen aus Stahl, Aluminium, glasfaserverstärktem Kunststoff oder glasfaserverstärktem Kunststoff mit Aluminium-Innenrohr. Die Übertragung der Spannung erfolgt mit oder ohne innengeführtem Kabel, bei letzterer Variante stehen die Stangen unter Spannung. Die Stromabnehmer werden durch starke Zug-Schraubenfedern an die Oberleitungen gepresst, diese Federn sind wie die Stangen selbst direkt auf dem sogenannten Stromabnehmerbock befestigt. Am oberen Ende der Stromabnehmerstangen beträgt der Anpressdruck bei fünf Metern Fahrleitungshöhe zwischen 8 und 15 Kilopond.^[28]

Wichtigster Bestandteil eines Obus-Stromabnehmers ist der circa zehn Zentimeter lange Stromabnehmerkopf, seltener auch als Schleifschuhträger bezeichnet. Die beiden Köpfe beziehungsweise Träger beinhalten wiederum die sogenannten Schleifschuhe, auch Gleiteinsätze oder Kohlschleifstücke genannt. Die Schleifschuhe bestehen aus Schleifkohle und müssen aufgrund des starken Abriebs nach ein paar Tagen ausgewechselt werden. Der Verschleiß der Einsätze ist dabei witterungsabhängig. Bei trockenem Wetter erfolgt der Austausch nach 700 bis 1000 Kilometern, bei regnerischem Wetter schon nach 300 bis 400 Kilometern.^[29]

Die Stromabnehmerköpfe sind ebenfalls drehbar ausgeführt, dadurch ist es den Fahrzeugen möglich nach links oder rechts mehrere Meter von der durch die Oberleitung bedingten Ideallinie abzuweichen. Die maximal mögliche Abweichung hängt dabei von der Länge der Stromabnehmer ab. Mit 6200 mm langen Stangen kann bis zu 4.500 mm abgewichen werden, mit 5500 mm langen Stangen immer noch 4.000 mm.^[30] Diese Werte gelten für gerade Strecken, in Kurven ist die mögliche Abweichung entsprechend geringer. Zudem gilt: je weiter ein Obus von der Ideallinie abweicht, desto langsamer muss er fahren damit die Stangen an der Leitung bleiben. Außerdem sind die Köpfe auch horizontal beweglich ausgeführt, das heißt sie sind kippbar.

Durch die seitliche Abweichung können einerseits Haltestellenbuchten angefahren werden, andererseits Hindernisse wie Taxis, Müllwagen, Radfahrer, Unfallstellen^{BKL}, kleinere Baustellen oder Falschparker problemlos passiert werden. Gleiches gilt für andere Oberleitungsbusse die auf Grund von Defekten oder Unfällen liegen geblieben sind, vorausgesetzt diese haben ihre Stromabnehmer abgezogen. Ebenso können O-Busse entgegenkommenden Fahrzeugen ausweichen. Weiter ist es möglich, mit nur einer Oberleitung zwei oder in Ausnahmefällen auch drei parallel verlaufende Fahrstreifen abzudecken. Ferner können auf diese Weise O-Busse in den Depots platzsparend abgestellt werden, das heißt leicht versetzt nebeneinander statt hintereinander.

 <p>Ein Stromabnehmerkopf mit Schleifschuh im Detail</p>	 <p>Stange mit innengeführtem Kabel</p>	 <p>Der Stromabnehmerbock mit den Schraubenfedern</p>	 <p>Gewinkelte Stangen bei einem Luzerner Trolleybus</p>	 <p>Seitliche Abweichung auf mehrspuriger Straße</p>
---	--	--	--	---











				
Seitliche Abweichung an einer Haltestellenbuch	Umfahrung von Falschparkern	Seitliche Abweichung aufgrund einer Baustelle	Platzsparende Abstellung im Depot	Abgedrahteter Unfallwagen
				
Die Stangen stehen über das Heck hinaus	Stromabnehmer mit gelber Warnmarkierung			

Fangseile und Retriever

Sehr selten passiert es noch heute, dass die Stromabnehmer aus den Leitungen springen, diesen Fall nennt man umgangssprachlich *Stangenentgleisung*. Der fachlich korrekte Begriff dafür lautet *Entdrahtung*. Mit der zunehmenden Verbesserung der Straßenverhältnisse und der Oberleitungstechnik sind diese Vorfälle selten geworden, in früheren Jahren geschah dies im Fahrbetrieb hingegen regelmäßig. Der Spannungsabfall in Folge einer solchen Entdrahtung wird dem Fahrer unverzüglich mittels eines akustischen oder optischen Signals im Führerstand mitgeteilt. Diesfalls muss der Fahrer oder - falls vorhanden - der Schaffner aussteigen und die Stromabnehmer mit den am Heck des O-Busses angebrachten Fangseilen wieder in die Fahrleitung einfädeln. Diese bestehen aus Flachfasern und werden deshalb manchmal auch Leinenfänger oder Abzugsleinen genannt. Sind keine Fangseile vorhanden, so wird in der Regel eine mitgeführte Teleskopstange oder eine zusammensteckbare Stange verwendet.

Die Fangseile verhindern außerdem, dass die Stangen bei einer Entdrahtung nach oben ausbrechen und die Oberleitung oder sonstige Leitungen beschädigen. Sie sind dabei meistens in Stahlbehältern aufgerollt, diese sind außen am Wagenkasten montiert und werden *Trolley-Retriever*, *Trolley-Catcher* oder *Trolley-Fänger* genannt. Bei modernen Typen sind diese in den Wagenkasten integriert und von außen nicht sichtbar. Einige Betriebe verzichten jedoch auch auf die Verwendung von Retrievern. Werden Retriever verwendet sind die Fangseile vorgespannt, werden keine verwendet so hängen sie lose herunter.

Bei neueren Obussen werden die Stromabnehmer pneumatisch in eine definierte Position gedrückt. Die Erkennung erfolgt meist über einen induktiven Näherungssensor, welcher die Stangen ab einer bestimmten eingestellten Höhe in die gewünschte Position zurück holt. Hierbei spricht man von einer pneumatischen *Schnellabsenkung*. Eine weitere Erkennungsmöglichkeit besteht über Beschleunigungssensoren. Sie erkennen eine anormale Beschleunigung und führen die Stromabnehmer ebenfalls in die gewünschte Position zurück.

					
Stangenentdrahtung ohne Fangseile, die Stangen stehen fast senkrecht	Stangenentdrahtung mit Fangseilen, die Stange wurde zurückgehalten	Maximale Entfaltung nach oben	Gespannte Fangseile mit Retrievern in Qingdao	Seitlich herabhängende, lose Fangseile ohne Retriever in Kostroma	Ein spezielle Heckscheibe seitliche Auf Fangseile
					
Ein Trolley-Retriever im Detail	Typische Anordnung der beiden Retriever	In den Wagenkasten integrierte Retriever, der rechte ist durch die geöffnete Klappe sichtbar	Nicht mehr verwendete Retriever in Wladikawkas		

An- und Abdrahten

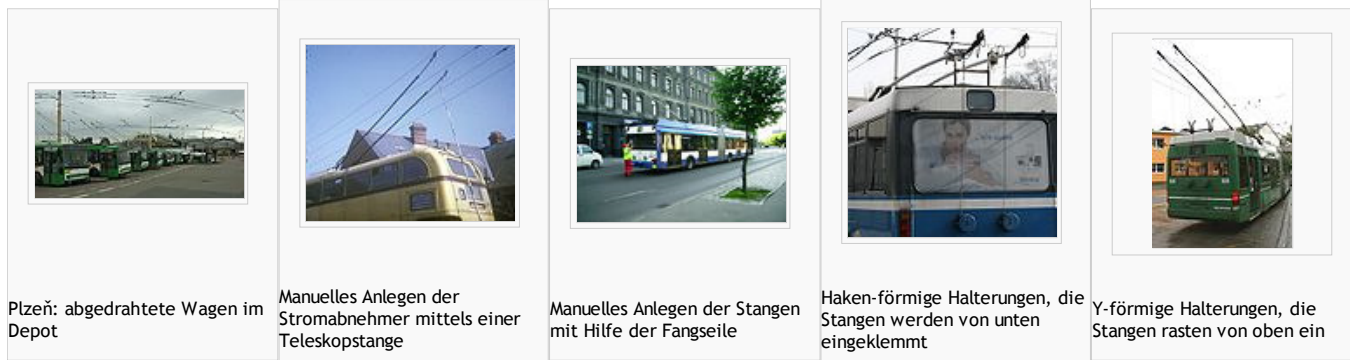
Traditionell erfolgt das Abziehen und Anlegen der Stromabnehmer manuell, das Personal benutzt dazu wie bei einer Stangenentdrahtung die Fangseile beziehungsweise die mitgeführte Hilfsstange. Die Stromabnehmerstangen werden im gesenkten Zustand in die Halterungen im hinteren Dachbereich arretiert. Man unterscheidet dabei zwischen Haken-förmigen Halterungen in welche die Stangen von unten eingeklemmt werden (die Haken zeigen dabei meistens nach außen, seltener nach innen) und Y-förmigen Halterungen in welche die Stangen von oben einrasten.

Bei moderneren Typen können die Stromabnehmer auch vom Fahrerplatz her automatisch abgesenkt werden. Es existieren Systeme mit beiden Varianten der oben

beschriebenen Halterungen. Bei den Haken-förmigen Halterungen ist der Absenkvorgang dabei komplizierter, die Halterungen müssen dabei während des Absenkvorganges seitlich weggedreht werden. Sind die Stromabnehmer abgebügelt, werden sie dann wieder zurückgedreht.

Bei einigen Betrieben gibt es an bestimmten Stellen im Netz außerdem so genannte *Einfädungstrichter*, auch *Eindrahttrichter* genannt. In diesem Fall können die Stromabnehmer auch automatisch, das heißt vom Fahrerplatz aus, angelegt werden. Der Fahrer richtet dabei die Stromabnehmer meist mit einer Art Joystick aus. Diese automatischen Eindrahtsysteme kommen jedoch nur in Verbindung mit alternativen Fortbewegungsmethoden zur Anwendung, siehe Unterkapitel ergänzende Antriebskonzepte.

Erfolgt das Abziehen automatisch, das Anlegen jedoch manuell, so spricht man von einem halbautomatischen Stromabnehmersystem. Erfolgt beides automatisch, so handelt es sich um ein vollautomatisches System. Planmäßig abgedrahtet werden Oberleitungsbusse beispielsweise in vielen Depots, dadurch müssen nicht alle Abstellplätze mit einer Oberleitung überspannt werden. Ebenso drahten pausierende Kurse häufig ab um andere Wagen passieren zu lassen, typischerweise an Endhaltestellen ohne Überholmöglichkeit. Ebenfalls notwendig war das Abdrahten, falls es auf den früher üblichen einspurigen Strecken zu Begegnungen kam.



Oberleitung und sonstige Infrastruktur

Standardoberleitung

Die Trolleybus-Oberleitung - auch Fahrleitung, Fahrdraht oder bildhaft *Schienen am Himmel* genannt - ist zweipolig und führt Gleichstrom. Ein Draht dient der Stromzufuhr, der andere übernimmt die Funktion der Rückleitung, das heißt, die Aufgabe, welche bei Straßenbahnen oder anderen Gleichstrombahnen die Schienen übernehmen.

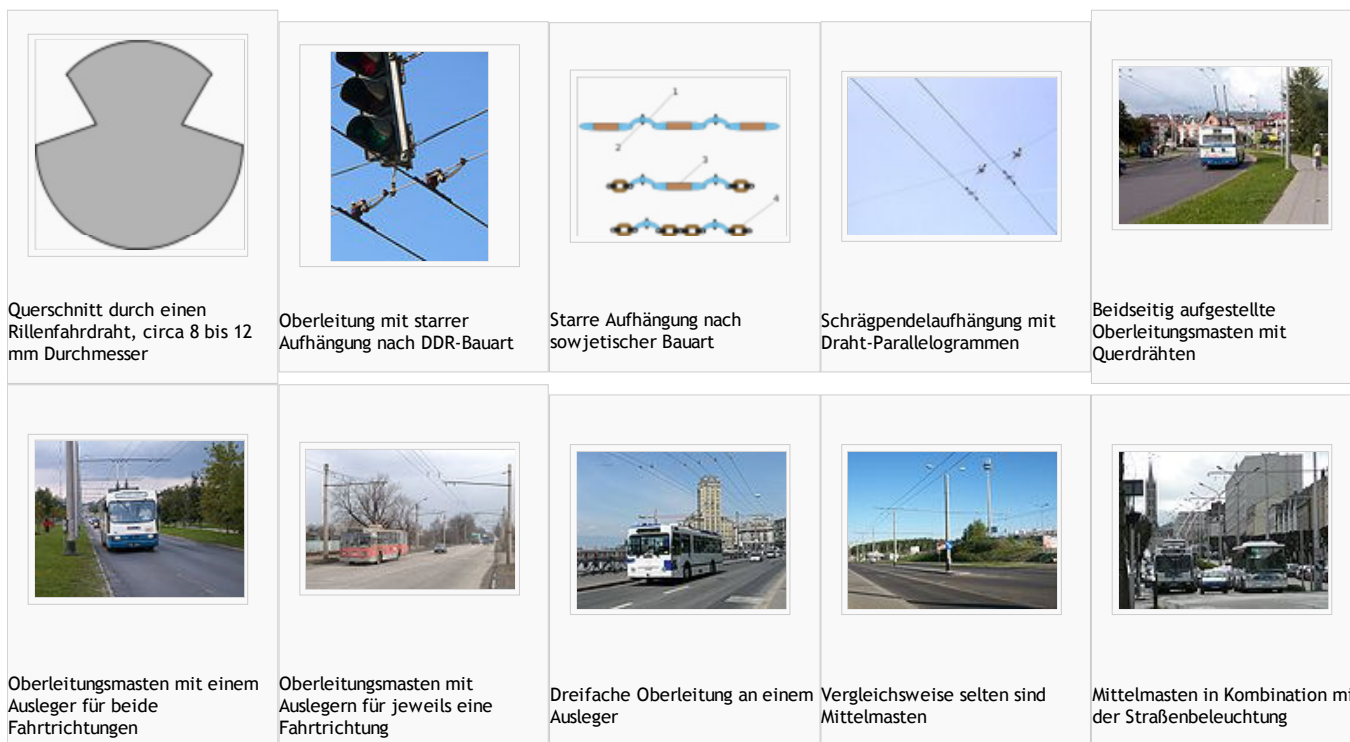
Die Oberleitung ist in einer Höhe von fünf bis sechs Metern über der Fahrbahn angebracht, in Ausnahmefällen, wie beispielsweise bei Unterführungen, Hausdurchfahrten oder Tunnelstrecken, teilweise tiefer. Die benötigte Mindesthöhe liegt dabei gemäß dem Lichtraumprofil der **Strassenverkehrs-Ordnung**^{BKL} bei 4,50 Metern.

Die beiden Rillenfahrdrähte sind aus Kupfer und verlaufen bei den meisten Betrieben in einem Abstand von 60 Zentimetern parallel zueinander. Sie haben einen Durchmesser von acht bis zwölf Millimetern, die beiden Rillen (Einkerbungen) dienen der Aufhängung mittels Fahrdrathaltern (Halteklappen). Im Normalfall werden die Leitungen an Oberleitungsmasten aus Stahl, Beton oder früher auch Holz abgespannt. Dies erfolgt entweder mit Auslegern vom Straßenrand aus, oder mit Hilfe von Querdrähten. Bei letzteren sind auf beiden Straßenseiten Masten erforderlich, diese Ausführung kommt überwiegend auf breiteren Straßen zur Anwendung. Selten sind Mittelmasten mit Auslegern. Diese können nur verwendet werden, wenn die Richtungsfahrbahnen einer Straße baulich voneinander getrennt sind, beispielsweise durch einen schmalen Mittelstreifen. Mittelmasten sind günstiger im Bau, weil deutlich weniger Fundamente erforderlich sind.

In dichter bebauten Straßenzügen wird die Oberleitung aus räumlichen Gründen (kein Platz zur Aufstellung von Masten) oder aus optischen Gründen (Masten werden als unästhetisch empfunden) meist mit Hilfe von Wandrossetten an den umliegenden Gebäuden befestigt.

Ähnlich der Oberleitung bei schienengebundenen Bahnen sind auch Obus-Fahrleitungen meistens in einem leichten Zick-Zack verlegt. Anders als bei Bahnen hat dies jedoch nichts mit der gleichmäßigeren Abnutzung der Schleifstücke zu tun. Bei Oberleitungsbussen dient diese Bauweise vielmehr dazu, die Wärmeausdehnung in Folge von Temperaturschwankungen zu kompensieren. Wird hingegen auf die Zick-Zack-Aufhängung verzichtet, so muss die Fahrleitung wie bei schienengebundenen Bahnen mittels Gewichten nachgespannt werden.

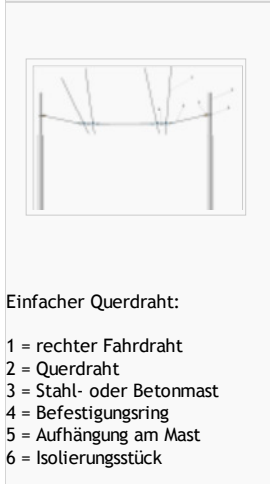
Durch den Anpressdruck des Schleifkontaktes und durch das seitliche Abschwanken des Trolleybusses wird die Fahrleitung in Schwingungen versetzt, das Fahrzeug schiebt dabei immer eine Welle vor sich her. Um dies auszugleichen werden Obus-Fahrleitungen teilweise flexibel montiert. Hierbei handelt es sich um die sogenannte *vollelastische Schrägpendelaufhängung* nach dem System der Schweizer Firma Kümmler & Matter. Der Vorteil der elastischen Fahrdrachtaufhängung gegenüber der starren besteht im Auf- und Abschwängen der pendelnden Stützpunkte in Abhängigkeit vom Anpressdruck. Es muss deshalb mittels eines Draht-Parallelogramms dafür gesorgt werden, dass der Fahrdracht in jeder Pendellage senkrecht steht. Ferner ermöglicht die Schrägpendelaufhängung höhere Fahrgeschwindigkeiten in Kurven.^[31]





Aufhängung mittels Wandrosetten und Querdrähten

Ebenfalls selten sind Ausleger an Gebäuden



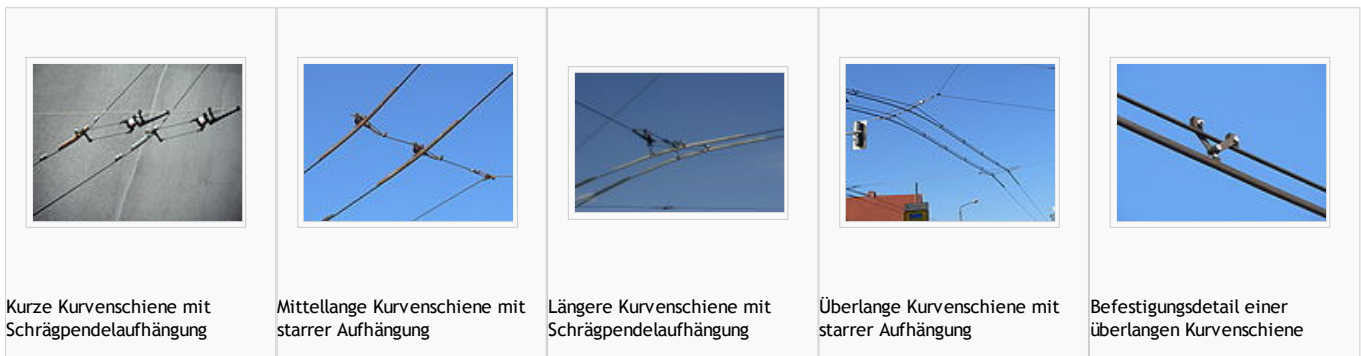
Polarität

In der Regel ist der in Fahrtrichtung gesehen linke Fahrdraht der Plusleiter, der rechte Fahrdraht übernimmt die Funktion des Minusleiters. In manchen Städten ist die Polarität jedoch auch umgekehrt. Falls Teile der elektrischen Infrastruktur - zum Beispiel Gleichstromsteller oder Umrichter - auf die Polarität empfindlich sind, erfolgt fahrzeugseitig der Anschluss des Motors in der Regel über eine Gleichrichterbrücke, auch Eingangsgleichrichter genannt. Somit kann sich die Verpolung nicht negativ auswirken, Schäden durch falsches Anlegen der Stromabnehmer werden verhindert.^[32] Bei älteren Fahrzeugen mit Widerstandssteuerung und Reihenschlussmotor ist hingegen keine Umschaltung erforderlich. Bei ihnen ändern Feld- und Ankerstrom die Polarität womit die Drehrichtung gleich bleibt, ein Eingangsgleichrichter wird nicht benötigt.

Somit ist es bei Oberleitungsbussen prinzipiell möglich, anlässlich von Betriebsstörungen ausnahmsweise die Fahrleitung der Gegenrichtung zu benutzen. Etwa wenn die Regelfahrleitung beschädigt ist oder bedingt durch Hindernisse nicht benutzt werden kann.

Kurvenschienen und Deckenstromschienen

In Kurven werden sogenannte *Kurvenschienen* verwendet. Ein längerer Bogen ist dabei in mehrere abrupte Fahrtrichtungsänderungen unterteilt, das heißt einer vergleichsweise kurzen Kurvenschiene folgt stets ein längeres Stück Standardoberleitung. Solche festen Schienen kommen mitunter ebenso in niedrigen Unterführungen oder Tunnelstrecken zur Anwendung. Das heißt überall dort wo nach oben hin kein Raum zur Aufhängung der Oberleitung zur Verfügung steht, ähnlich der Deckenstromschiene im Bahnverkehr.



Kurze Kurvenschiene mit Schrägpendelaufhängung

Mittellange Kurvenschiene mit starrer Aufhängung

Längere Kurvenschiene mit Schrägpendelaufhängung

Überlange Kurvenschiene mit starrer Aufhängung








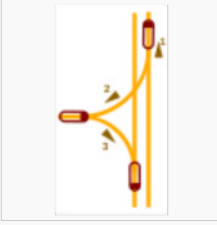
Befestigungsdetail einer überlangen Kurvenschiene

Wendeanlagen

Oberleitungsbusse sind grundsätzlich Einrichtungsfahrzeuge, an den Linienendpunkten stehen daher meistens Wendeschleifen zur Verfügung, auch Kehrschleifen, Endschleifen oder Fahrleitungsschleifen genannt. Man unterscheidet dabei zwischen rechtsdrehenden Schleifen im Uhrzeigersinn (mit Fahrleitungskreuzung) und linksdrehenden Schleifen entgegen dem Uhrzeigersinn (ohne Fahrleitungskreuzung). Wird eine Schleife von mehreren Linien benutzt, so ist diese häufig zweispurig ausgeführt oder besitzt zumindest partiell eine zusätzliche Abstellspur. Dadurch können an den Linienendpunkten pausierende Kurse überholt werden. Eine Obus-typische Besonderheit sind Wendeschleifen die ähnlich einer Wäschespinne um einen einzigen Oberleitungsmast herum geführt werden. Auch Kreisverkehre eignen sich als Wendemöglichkeit für O-Busse. Führt eine Schleifenfahrt durch mehrere Straßenzüge, so spricht man von einer Häuserblockschleife.

Seltener wurden früher Wendedreiecke verwendet, auch *Y-Kehre*, *Dreieckskehre* oder *Fahrleitungsdreieck* genannt. Sie waren überwiegend in Großbritannien, Portugal und in den USA gebräuchlich. Bei diesen Anlagen mussten die O-Busse zweimal die Fahrtrichtung wechseln und zudem ein kurzes Stück rückwärts fahren. Als weitere Besonderheit wurden dabei ausnahmsweise auch Luftweichen im Rückwärtsgang passiert. Y-Kehren wurden überall dort angelegt wo kein Platz zur Errichtung normaler Kehrschleifen war.

Eine Kuriosität des Solinger Betriebs ist die planmäßig von 1959 bis 2009 betriebene Drehscheibe Unterburg. Sie ist die letzte von weltweit drei Obus-Drehscheiben. In Folge der Verlängerung der Linie 683 wird die Drehscheibe seit Mitte November 2009 nicht mehr benötigt, soll jedoch dauerhaft museal erhalten bleiben. Die anderen beiden Anlagen dieser Art befanden sich in Großbritannien. Hierbei handelte es sich zum einen um die Drehscheibe in Christchurch (1936 bis 1969), zum anderen um die Drehscheibe Longwood bei Huddersfield (1939 bis 1940).^{[33][34]}

 <p>Einfache Wendeschleife im polnischen Tychy</p>	 <p>Ostrava: Wendeschleife mit Überholmöglichkeit im Schleifeninneren</p>	 <p>Riga: Wendeschleife mit zusätzlicher Abstellspur im Inneren</p>	 <p>Wendeschleife nach Art einer Wäschespinnne beim Oberleitungsbus Arnhem</p>	 <p>Reading, Großbritannien: Wendeschleife auf einer Straßenkreuzung (1966)</p>
 <p>Solingen: ein MAN SL 172 HO auf der Drehscheibe Unterburg</p>	 <p>Hradec Králové: Wendeschleife im Zuge eines Kreisverkehrs</p>	 <p>Funktionsprinzip eines Wendedreiecks, hier als Zwischenendstelle</p>		





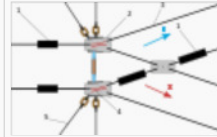





Luftweichen

Die Weichen der Obus-Oberleitung werden als *Luftweichen* bezeichnet, seltener auch als Oberleitungsweichen oder Fahrdrathweichen. Es wird dabei zwischen spitz befahrenen Auslaufweichen (bei welchen sich die Oberleitung aufteilt) und stumpf befahrenen Einlaufweichen (mit deren Hilfe zwei Oberleitungen zusammengeführt werden) unterschieden. Die Auslaufweichen werden entweder automatisch oder per Fernsteuerung vom Fahrersitz aus gestellt. Dies geschieht per Funksignalübertragung oder einer induktiven Weichensteuerung, letztere manchmal auch unter Zuhilfenahme von im Boden eingelassenen Induktionsschleifen. Früher konnte dies ebenso über einen vom Fahrer ausgelösten veränderlichen Stromverbrauch erfolgen, ähnlich dem System der Oberleitungskontakte bei der Straßenbahn. Die Einlaufweichen werden hingegen in aller Regel gar nicht gestellt, sie funktionieren nach dem Prinzip der Rückfallweiche oder aber besitzen keinerlei bewegliche Teile.

Außerdem differenziert man zwischen Weichen mit beweglichem, polarisierbarem Herzstück (in diesem Fall ist in beiden Fahrtrichtungen ein durchgehender Fahrstrom gewährleistet) und solchen ohne bewegliches Herzstück (hierbei ist der Fahrstrom in beiden Fahrtrichtungen jeweils kurz unterbrochen).

Ferner unterscheidet man bei Obus-Weichen zwischen konventionellen *symmetrischen Weichen* und den etwas moderneren *Schnellfahrweichen*. Bei ersteren wird in beiden Fahrtrichtungen eine Ablenkung der Stromabnehmer verursacht, um Stangenentgleisungen zu vermeiden werden sie deshalb in der Regel mit geringerer Geschwindigkeit befahren. In Esslingen ist für symmetrische Weichen beispielsweise eine Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h vorgeschrieben.^[35]

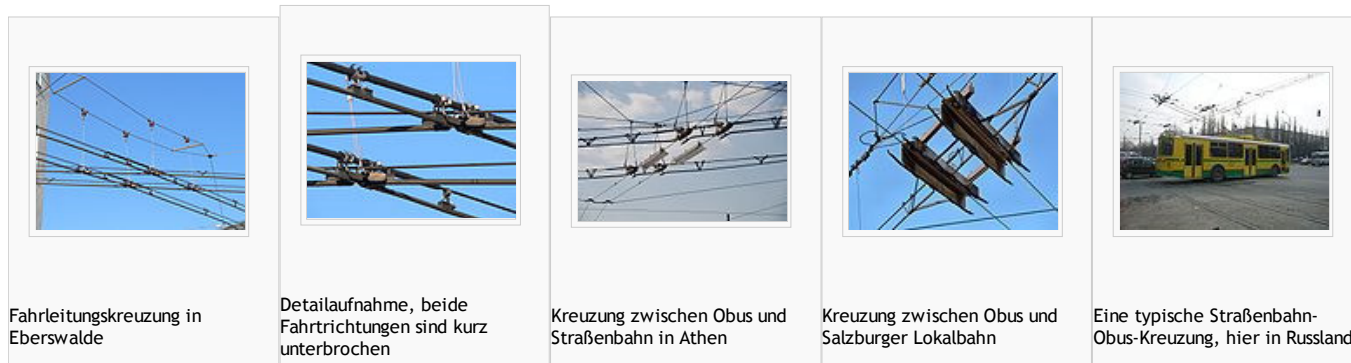
Die besonders konstruierten Schnellfahrweichen können hingegen mit Geschwindigkeiten von bis zu 60 km/h passiert werden. Dies gilt allerdings nur für die sogenannte Vorzugsrichtung, in dieser wird der Stromabnehmer nicht abgelenkt. Im Gegensatz zu den symmetrischen Weichen unterscheidet man bei Schnellfahrweichen zwischen Rechtsfahr- und Linksfahrweichen.

 <p>Auslaufweiche (Spurtrennung)</p>	 <p>Auslaufweiche russischer Bauart, symmetrisch</p>	 <p>Einlaufweiche ohne bewegliche Teile (Spurzusammenführung)</p>	 <p>Der Einlaufweiche (vorne) folgt unmittelbar eine Auslaufweiche</p>	 <p>Schema einer symmetrischen Auslaufweiche, Stellrichtung nach B</p>	 <p>Die beiden Auslaufweichen</p>
 <p>Die Weichenzunge einer Auslaufweiche im Detail</p>	 <p>Einlaufweiche ohne Weichenzungen</p>	 <p>Bewegliches Herzstück einer Auslaufweiche</p>	 <p>Starres Herzstück einer Einlaufweiche</p>		

Kreuzungen

Vergleichsweise kompliziert aufgebaut sind Obus-Obus-Kreuzungen beziehungsweise Obus-Straßenbahn-Kreuzungen, problematisch ist hierbei die elektrische Isolation zwischen Plus- und Minuspol. Ähnlich wie bei einer Trennstelle zwischen zwei Speisebereichen beziehungsweise beim Herzstück einer Weiche sind die beiden kreuzenden Oberleitungen jeweils zweimal kurz unterbrochen, das heißt der Kreuzungsbereich muss mit Schwung überwunden werden. Ferner sind solche Kreuzungen anfällig für Stangenentdraltungen, insbesondere wenn die zu querenden Schienenköpfe nicht plan mit der Straßenoberfläche liegen.

Weitgehend unbekannt sind hingegen Kreuzungen zwischen Oberleitungsbussen und mit Einphasenwechselstrom betriebenen Eisenbahnstrecken. Aufgrund der bei der Eisenbahn üblichen hohen Spannungen ist eine gegenseitige Isolation nur bedingt möglich. Eine der wenigen Kreuzungen dieser Art existierte früher in Innsbruck. Dort kreuzten die O-Busse in der Bienerstraße das Gleis der mit 15.000 Volt elektrifizierten Schlachthof-Schleppbahn. Häufig führte daher in der Vergangenheit die Elektrifizierung von Bahnstrecken zur Einstellung von Obus-Linien oder ganzen Betrieben. Darunter beispielsweise das Potsdamer Obus-Netz Mitte der 1990er-Jahre, es fiel dem Ausbau der Berlin-Blankenheimer Eisenbahn zum Opfer.



Fahrleitungskreuzung in Eberswalde

Detailaufnahme, beide Fahrrichtungen sind kurz unterbrochen

Kreuzung zwischen Obus und Straßenbahn in Athen

Kreuzung zwischen Obus und Salzburger Lokalbahn

Eine typische Straßenbahn-Obus-Kreuzung, hier in Russland

Kreuzungsweichen

Eine Mischung aus Weichen und Kreuzungen sind die sogenannten Kreuzungsweichen, bei ihnen werden Weichen und Kreuzungen auf engstem Raum miteinander kombiniert. Man unterscheidet zwischen einfachen Kreuzungsweichen (EKW) mit zwei Weichenzungen und doppelten Kreuzungsweichen (DKW) mit vier Weichenzungen. Eine einfache Kreuzungsweiche besteht aus einer Auslaufweiche, einer Kreuzung und einer Einlaufweiche. Eine doppelte Kreuzungsweiche entsprechend aus zwei Auslaufweichen, einer Kreuzung und zwei Einlaufweichen. Kreuzungsweichen sind zwar teurer als die entsprechende Kombination aus Einzelelementen, bringen aber eine erhöhte Betriebssicherheit weil sie einen dynamischeren Lauf der Stromabnehmer ermöglichen.^[36]

Eine besonders aufwändige Kreuzungsanlage existiert beispielsweise seit dem 2. Mai 2006 in Salzburg. Bei der Anlage an der Kreuzung Sterneckstraße/Linzer Bundesstraße handelt es sich um eine so genannte Vollkreuzung, im englischen Sprachraum als *grand union* bekannt. Diese ermöglicht es, aus allen vier Zufahrten in drei Richtungen weiterzufahren. Für ihren Betrieb sind acht Einlaufweichen sowie 16 Kreuzungsweichen notwendig.



Einfache Kreuzungsweiche (EKW) mit zwei Herzstücken

Doppelte Kreuzungsweiche (DKW) mit vier Herzstücken

Fahrspannung

Als Fahrspannung ist bei Oberleitungsbussen - wie bei vielen Straßenbahn- oder Stadtbahnssystemen - traditionell eine Gleichspannung von 600 Volt üblich. Ende der 1980er-Jahre ging man dazu über, bei Neuanlagen die höhere Fahrspannung von 750 Volt zu verwenden. In den Anfangsjahren wurden ebenso geringere Spannungen gewählt, so kam die Gleislose Bahn Blankenese-Marienhöhe beispielsweise mit nur 440 Volt aus. Selten anzutreffen sind hingegen höhere Spannungen. So ist in Rumänien - mit Ausnahme des älteren Betriebs in Timișoara - eine Spannung von 850 Volt üblich.

Ebenso konnte man solche hohen Spannungen bei Überlandlinien in der Schweiz anzutreffen. So verwendeten die Rheintalischen Verkehrsbetriebe von 1940 bis 1977 eine Spannung von 1000 Volt, dies war der weltweit erste Obusbetrieb mit einer derart hohen Spannung.^[37]

Die Überlandlinie Thun-Beatenbucht verwendete von 1952 bis 1982 sogar eine Spannung von 1100 Volt. Aus Sicherheitsgründen besaßen die dort eingesetzten Wagen eine Erdungskralle, diese senkte man vor der Türöffnung auf die Straße. Wie im Rheintal resultierte die ungewöhnlich hohe Spannung auch in diesem Fall aus der Übernahme der elektrischen Anlagen der zuvor dort verkehrenden Bahnen.

Eine weitere diesbezügliche Ausnahme stellte der Betrieb in Lugano dar, er verwendete von 1954 bis 2001 ebenfalls 1000 Volt Fahrspannung. Ursächlich hierfür waren die elektrifizierten Kreuzungen mit der Ferrovia Lugano-Tesserete und der Ferrovia Lugano-Cadro-Dino, dadurch vermied man Spannungsprobleme.

Und auch in Norditalien gab es früher Überlandstrecken mit einer Spannung von 1100 Volt, diese gingen von Turin (1951 bis 1979) und Verona (1958 bis 1980) aus.^[38]

Unterwerke, Speisebereiche, Streckentrenner und Querkupplungen

Obus-Netze sind wie elektrische Bahnen in verschiedene *Speisebereiche* aufgeteilt, auch *Speiseabschnitt* oder *Speisebezirk* genannt. Jedem dieser Teilbereiche ist ein Unterwerk, auch Gleichrichterwerk oder Gleichrichterunterwerk (GUW) genannt, als einspeisende Stromversorgungsquelle zugeordnet. Ein Unterwerk kann dabei aus Kostengründen mehrere Speisebereiche versorgen, im Regelfall steht es deshalb an der Grenze zweier Speisebereiche und versorgt dadurch zwei benachbarte Abschnitte auf einmal. Bei zweispurigen Strecken gehören die beiden Richtungsfahrleitungen dabei grundsätzlich zum gleichen Speisebereich. Typischerweise stellt auch der Depotbereich einen eigenen Speisebereich dar. Die Stelle an welcher die vom Unterwerk kommenden Kabel an die Oberleitung angeschlossen sind nennt man *Speisepunkt*. Die Verbindung zwischen Unterwerk und Speisepunkt nennt man Speiseleitung, mitunter muss eine solche Leitung auch größere Entfernungen überwinden. Sogenannte Überspannungsableiter - Metalloxid-Ableiter oder Varistoren - schützen die Unterwerke ferner vor Schäden durch Blitzeinschläge.

Die Länge der Speiseabschnitte variiert dabei von Netz zu Netz, sie ist abhängig von der Bauart und der Leistungsfähigkeit der zugeordneten Unterwerke. In Solingen wird das 98,7 Kilometer lange Fahrleitungsnetz von 20 Unterwerken gespeist, in Esslingen sind es fünf Unterwerke für 27,1 Fahrleitungskilometer, in Eberswalde drei Unterwerke für 44,6 Kilometer Fahrleitung. Heutige Obus-Unterwerke leisten Dauerstromstärken von 1000 bis 1500 Ampere.



Ein Obus-Unterwerk in Gdynia

Die einzelnen Speisebereiche müssen dabei durch kurze Phasentrennstellen in der Oberleitung voneinander abgegrenzt werden, diese stromlosen Schutzstrecken bestehen aus austauschbaren Holz- oder Kunststoffstäben. Die Isolierstäbe sind in der Regel etwa 300 Millimeter lang und helfen Kurzschlüsse zwischen zwei Leitungsabschnitten zu vermeiden. Sie werden beim Oberleitungsbuss *Streckentrenner* oder kurz *Trenner* genannt und sind so angeordnet, dass sie an Stellen liegen, an denen ein Halten der Fahrzeuge unwahrscheinlich ist. Ungeeignet ist beispielsweise der Stauraum vor einer Ampel. Um zu vermeiden dass ein liegende Obus eine Kreuzung blockiert, sollten sie gleichfalls nicht in Kreuzungsbereichen liegen. Die Trenner müssen stromlos passiert werden, weil sie sonst verzundern. Das heißt es entsteht eine leitfähige Oberfläche die zu Bränden führen kann. Aus dem gleichen Grund müssen die Isolierstäbe von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden.

Da die Oberleitung eine Plus- und eine Minusleitung hat, kommt es außerdem vor, dass auf dem selben Fahrdrat ein Polwechsel eintritt. Hierfür sind ebenfalls Streckentrenner notwendig.

Eine modernere Variante der Streckentrenner sind die sogenannten *Diodentrenner*. Bei ihnen ermöglichen über Dioden gespeiste Kontaktflächen eine Passage ohne Fahrstromunterbrechung, der Stromabnehmer erhält den Strom von einem der beiden Speiseabschnitte. Befährt der Stromabnehmerschuh die Mitte des Trenners, sind kurzzeitig beide Speiseabschnitte galvanisch verbunden. Es fließt dabei jedoch kein Kreisstrom, da die Dioden in den Plus- und Minuspolen der Spannungsquellen gegenseitig in Reihe geschaltet sind. Der Fahrstrom fließt während dieses kurzen Moments vom Unterwerk mit der höheren Speisespannung.^[39]

An bestimmten Stellen sind die beiden nach Fahrtrichtung getrennten Oberleitungen außerdem durch sogenannte Querkupplungen miteinander verbunden. Sie verbinden jeweils den Pluspol mit dem gegenüberliegenden Pluspol beziehungsweise den Minuspol mit dem gegenüberliegenden Minuspol. Dies dient dem Potentialausgleich der unterschiedlichen elektrischen Belastungen der Fahrleitung zwischen Hin- und Gegenrichtung. Somit kann der Strom einen kürzeren Rückweg zum Unterwerk nehmen, dadurch werden zu starke Spannungsabfälle vermieden.^[40] Leichtere Spannungsschwankungen lassen sich jedoch nicht vermeiden, so können bei einer Nennspannung von 600 Volt in der Praxis Spannungsschwankungen im Bereich zwischen 450 Volt und 750 Volt auftreten.^[41]



Gdynia: Speisepunkt an einem Oberleitungsmasten



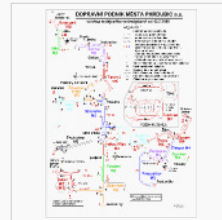
Eberswalde: Stromzuführung am Speisepunkt im Detail



Trennung zweier Speisebereiche mittels kurzer Plastikschiene, Einspeisung kurz vor und nach dem Trenner



Eine Querkupplung



Die verschiedenen Speisebereiche im Netz von Pardubice

Signalisierung

Die für Oberleitungsbusse relevanten Sondersignale werden in der Regel direkt an den Querdrähten der Oberleitung befestigt, alternativ auch als Bodenmarkierung. In Deutschland und Österreich werden beispielsweise Besonderheiten im Fahrleitungsnetz auf blauen Tafeln mit weißer Schrift angezeigt. Geschwindigkeitsbeschränkungen, sofern diese unter dem jeweils gültigen Tempolimit liegen, werden durch gelbe Tafeln mit schwarzer Schrift signalisiert. Die Zeichen in Deutschland sind dabei der BÖStrab entnommen, sie sind in gleicher Weise auch bei den meisten deutschen Straßenbahnbetrieben zu finden. Im Gegensatz zu diesen wird jedoch bei Obussen beispielsweise auf die Vorankündigung beziehungsweise das Ende einer Geschwindigkeitsbeschränkung verzichtet. Auf die Stellrichtung einer Luftweiche wird mit LED-Lichtsignalen hingewiesen.

In der Schweiz hat jeder Betrieb eigene Signalisierungen. Einige Städte sind dabei nahe am deutschen System, sie verwenden gelbe Signaltafeln mit schwarzer Schrift. Andere Städte wiederum kennen für die stromlos zu befahrenden Stellen der Fahrleitung und die Weichenkontakte nur Bodenmarkierungen. Geschwindigkeitssignale sind bei letzteren Betrieben hingegen nicht bekannt.

Bezeichnung	Bild	Beschreibung	Bedeutung
St 1		Signalkontakt	Am Signal St 1 ist ein Signalkontakt zu betätigen
St 2		Weichenkontakt	Am Signal St 2 ist die Weichensteuerung zu betätigen
St 3		Ausschalten	Vom Signal St 3 an muss der Fahrstrom ausgeschaltet sein
St 5		Stromabnehmer herunternehmen	Vom Signal St 5 ab muss der Stromabnehmer abgezogen sein
St 6		Stromabnehmer ausfahren	Vom Signal St 6 ab darf der Stromabnehmer wieder angelegt sein
St 7		Streckentrenner	Am Signal St 7 ist der Fahrstrom kurz abzuschalten
G2a		Geschwindigkeitssignal G2a	Beginn der Geschwindigkeitsbeschränkung auf 25 km/h
TR04 (Tschechien)		Stromabnehmer herunternehmen	Vom Signal TR04 ab muss der Stromabnehmer abgezogen sein
TR05 (Tschechien)		Stromabnehmer ausfahren	Vom Signal TR05 ab darf der Stromabnehmer wieder angelegt sein
TR11 (Tschechien)		Streckentrenner	Am Signal TR11 ist der Fahrstrom kurz abzuschalten



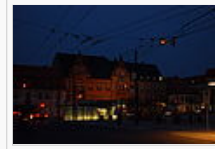
St 3: Ankündigung einer Fahrleitungsunterbrechung in Folge einer Kreuzung



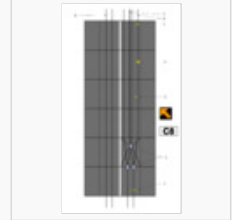
Ankündigung der Stellrichtung einer Weiche (Vorwegweiser)



Luftweiche mit Fahrrichtungsanzeige



Fahrrichtungsanzeige bei Dunkelheit



Luzern: Darstellung der Signalisierung einer Weiche mittels Bodenmarkierungen

Wartungsfahrzeuge und Fahrleitungsenteisung

Für die Wartung der Oberleitung werden in der Regel sogenannte Turmwagen verwendet, auch Oberleitungswagen genannt. Meistens handelt es sich dabei um selbstfahrende Lastkraftwagen mit speziellen Aufbauten, den sogenannten Hubarbeitsbühnen, seltener um Anhänger. Die isolierte Plattform dieser Sonderfahrzeuge erlaubt es, Arbeiten an der Oberleitung durchzuführen, ohne diese abschalten zu müssen. Ein weiteres Spezialgerät dieser Art ist die Anhängelleiter. Manche Betriebe verwenden zudem spezielle Fahrleitungsschmierwagen. Unverzichtbar ist außerdem ein Abschleppwagen, diese Aufgabe kann jedoch auch ein ausreichend motorisierter Turmwagen übernehmen. Die Obus-Wartungsfahrzeuge übernehmen teilweise auch andere kommunale Aufgaben, so helfen sie beispielsweise bei der Schneeräumung.

Probleme bereiten die Oberleitungen mitunter im Winter, wenn durch die Vereisung ein hoher Ohmscher Widerstand entsteht. Schwierigkeiten entstehen dabei insbesondere beim Einsatz modernerer O-Busse mit empfindlicher Steuerungselektronik. Diese sind anfälliger gegenüber Spannungsunterbrechungen und der daraus resultierenden Lichtbogenbildung.^[42] Viele Betriebe benutzen daher Sonderfahrzeuge zum Enteisen der Fahrleitung, beispielsweise Lastkraftwagen mit Spezialstromabnehmern. Mit ihnen wird bei Minusgraden ein Enteisungsgemisch in Form eines Frostschutzmittels auf die Fahrleitung gesprüht. In der Regel erfolgt der Einsatz dieser Arbeitswagen in der nächtlichen Betriebspause beziehungsweise morgens vor den ersten planmäßigen Fahrten.

In Luzern verwendet man einen ausgemusterten Trolleybus als Reifwagen, beim ehemaligen Oberleitungsbus Gent wurde dafür ein ausgemustertes Dieselbus verwendet.^[43] Alternativ rüsten manche Betriebe die Stromabnehmer bestimmter regulärer Oberleitungsbusse mit speziellen Fahrdrachtsprüh-Einrichtungen aus. Die Bostoner Verkehrsgesellschaft MBTA hat zum gleichen Zweck drei im Normalbetrieb eingesetzte Dieselbusse mit solchen Enteisungsstromabnehmern im Bestand.^[44] In früheren Jahren experimentierte man ferner mit beheizbaren Fahrdrähten, so beispielsweise in Nürnberg, Berlin und Eberswalde in den 1930er- und 1940er-Jahren.^{[45][46][47]}



Gdynia: Turmwagen im Einsatz bei einer Stangenentgleisung



Luzern: Turmwagen bei der Reparatur einer Weiche



Älterer Škoda-Turmwagen in Brno



Gdynia: stationäre Wartungsbühnen im neuen Obus-Depot



Im Winter bereiten vereiste Fahrleitungen mitunter Probleme

Wirtschaftliche Aspekte

Allgemeine Betrachtungen und Vorteile

Moderne Obusse haben eine maximale Leistungsaufnahme von über 700 Kilowatt und erreichen Beschleunigungen, die teilweise über denen von Personenkraftwagen liegen. Dies wirkt sich positiv auf die Umlaufplanung aus, es können kürzere Fahrzeiten erzielt werden.^[48] Auf langen Linien mit vielen Haltestellen- beziehungsweise Ampel-Aufenthalten können im Vergleich zum Dieselbusbetrieb mitunter Kurse eingespart werden. Sind die Fahrpläne auf langsamere Dieselbusse ausgelegt, ermöglichen Oberleitungsbusse einen pünktlicheren und somit stabileren Betrieb. Weiter erlaubt die hohe Anfahrtschwindigkeit Oberleitungsbusse ein problemloseres und somit sichereres Einfädeln in den fließenden Verkehr als dies bei Dieselbussen der Fall ist. Dies ist insbesondere beim Anfahren aus Bushaldebuchten aber auch an Vorfahrtsstellen der Fall.

Ebenso sind Oberleitungsbusse problemlos in topografisch schwierigen Gegenden einsetzbar und bieten auch dort Vorteile gegenüber Dieselbussen. Gleiches gilt für den Einsatz bei winterlichen Straßenverhältnissen, insbesondere zweimotorige Obusse sind hierbei im Vorteil. Zudem ermöglichen Obusse auch auf sehr steilen Streckenabschnitten einen elektrischen Betrieb, während Adhäsionsbahnen nur selten Steigungen höher als 100 Promille überwinden. So befährt der Oberleitungsbus Quito beispielsweise eine 157 Promille steile Passage.^[27]

Ein weiterer Vorteil gegenüber schienenengebundenen Nahverkehrssystemen ist die schnellere Realisierungszeit. Während beim Trolleybus für Planung und Bau einer neuen Route zwischen zwei und vier Jahren veranschlagt werden, vergehen beim Bau einer Straßenbahnstrecke zwischen den ersten Voruntersuchungen und der Fertigstellung in der Regel zehn bis zwanzig Jahre.^[49] Der Oberleitungsbus Landskrona wurde beispielsweise in nur sechs Monaten errichtet.

Ferner ergeben sich für Oberleitungsbusse Vorteile bei der Besteuerung. So beträgt etwa in Schweden der jährliche Steuersatz für einen Dieselbus 20.400 Schwedische Kronen, während für einen Obus nur 930 Schwedische Kronen anfallen.^[50] In Deutschland sind O-Busse schon seit dem 1. Mai 1955 gänzlich von der Kraftfahrzeugsteuer befreit.^[18]

Investitionskosten Fahrzeug



Vorteile bieten Trolleybusse auf topografisch anspruchsvollen Strecken, hier auf den steilen Straßen San Franciscos



Obusse können Bushaldebuchten zügiger verlassen als Omnibusse



Dieser ehemals Winterthurer Wagen war 37 Jahre lang im Einsatz, danach wurde er noch an die R.A.T.T. in Rumänien verkauft



Die 9,6 Meter langen Midi-Obusse in Lyon sind Sonderanfertigungen

Im Gegensatz zu einem Dieselbus sind die Anschaffungskosten bei Oberleitungsbussen deutlich höher. So ist der Neupreis eines O-Busses etwa doppelt so hoch wie der eines vergleichbaren Standardlinienbusses.^[27]^[1] Bei Solowagen ist dieser Faktor tendenziell höher als bei Gelenkwagen, weil die elektrische Ausrüstung - bis auf den stärkeren Motor - weitgehend identisch ist. So wurde in Landskrona im Vorfeld der Obus-Einführung ermittelt, dass ein Solo-Obus 2,4 mal teurer ist als ein Solo-Dieselbus.^[50] In Winterthur kam man sogar auf einen Faktor von 3,0.^[51] Erschwerend hinzu kommen bei den Fahrzeugkosten die typischerweise kleineren Stückzahlen bei Obus-Serien, nicht selten handelt es sich dabei um Sonderanfertigungen für bestimmte Betriebe.

Jedoch variieren die Kaufpreise für neue Trolleybusse - je nach gewählter Ausstattung, anvisierter Lebensdauer und dem Produktionsland - erheblich. Die Bandbreite für einen Gelenkwagen liegt dabei zwischen 400.000 und 750.000 Euro.^[49] Für Salzburg wird der Preis eines Gelenkwagens mit 550.000 Euro angegeben, davon entfallen 50.000 Euro auf den optionalen Hilfsmotor.^[52] In St. Gallen wurden die Kosten für einen neuen Gelenktrolley 2007 sogar mit 1,2 Mio. Schweizer Franken angegeben, das heißt knapp 800.000 Euro.^[53]

Ausgleichend zu den erhöhten Investitionskosten liegen die Laufleistung und die Lebensdauer eines O-Busses jedoch deutlich über denen von Dieseln. Ursächlich hierfür ist in erster Linie der geringere Verschleiß beim Antriebssystem. So wird ein Dieselbus im Regelfall bereits nach zehn bis 14 Jahren ausgemustert, während ein Trolleybus im Normalfall eine Abschreibungsdauer von 15 bis 20 Jahren erreicht.^[27]^[1]^[8] Oft bleiben sie sogar 30 Jahre und länger im Einsatz, dabei sind Laufleistungen von über 1.000.000 Kilometer keine Seltenheit. Besonders bemerkenswert ist diesbezüglich der Oberleitungsbus Valparaiso in Chile, dort stehen bis heute Wagen aus den 1950er-Jahren im täglichen Planeinsatz. Mitunter werden außerdem die elektrischen Komponenten eines O-Busses noch in nachfolgende Fahrzeuggenerationen eingebaut. So beispielsweise beim Oberleitungsbus Wellington wo bei der neuesten Wagengeneration 25 Jahre alte E-Ausrüstungen erneut verwendet wurden.^[54]

Aufgrund der sehr unterschiedlichen technischen Parameter der einzelnen Netze - darunter Fahrleitungsspannung, Polarität, Weichensteuerung und Nutzbremmung - können die Fahrzeughalterungen nicht beliebig zwischen den einzelnen Städten ausgetauscht werden. Aus diesem Grund besteht beim Oberleitungsbus nur ein beschränkter Markt für Gebrauchtfahrzeuge.^[1] Oft sind ausgemusterte Wagen unverkäuflich, finden sie dennoch einen Abnehmer ist der erlöste Verkaufspreis vergleichsweise gering. Nichtsdestotrotz wurden seit 1990 zahlreiche Wagen aus Westeuropa nach Osteuropa abgegeben, insbesondere nach Bulgarien und Rumänien.

Investitionskosten Infrastruktur

Die Investitionskosten für die Oberleitung sind abhängig von den jeweiligen topografischen und städtebaulichen Bedingungen. Am günstigsten sind dabei Fahrleitungen in geraden Häuserschluchten, wo Wandbefestigungen statt Oberleitungsmasten verwendet werden können. Am kostspieligsten sind kurvige und Strecken in coupiertem freiem Gelände. Bei entsprechender Planung können jedoch beispielsweise die Laternenmasten der öffentlichen Straßenbeleuchtung mitbenutzt werden. Ein weiterer variabler Kostenfaktor ist die Länge der Speiseleitungen - nicht immer können die Unterwerke dort errichtet werden, wo dies aus elektrischen Gesichtspunkten sinnvoll wäre. Neue Obus-Fahrleitungen amortisieren sich dabei im Durchschnitt erst nach 22 Jahren.^[55] Buchhalterisch wird eine Fahrleitung über 25 Jahre linear abgeschrieben.^[51]

Ein großer Vorteil ergibt sich jedoch im Vergleich zur Straßenbahn. So belaufen sich die Investitionskosten einer Obus-Linie nur auf 10 bis 15 Prozent der Kosten für eine Straßen- oder Stadtbahnlinie.^[56] Im einzelnen fallen bei der Neuerrichtung eines Trolleybusbetriebs Kosten in folgender Größenordnung an, die Angaben sind als Richtwerte zu verstehen. Davon entfallen etwa zwei Drittel auf die Arbeitskosten und ein Drittel auf die Materialkosten:^[1]

zweispurige Fahrleitung je Kilometer	210.000 €
Kreuzung	20.700 €
Auslaufweiche (elektrisch)	55.000 €
Einlaufweiche (mechanisch)	20.100 €
Streckentrenner	14.800 €
Speisepunkt	6.400 €
Fahrleitungsmast	3.500 €
Gleichrichterstation	430.000 €

Betriebskosten, Energieverbrauch und Rekuperation

Ebenfalls höher als bei Dieseln sind die Betriebskosten bei Oberleitungsbussen, diese liegen um etwa 10 bis 20 % über denen beim reinen Dieselbetrieb. Lässt man die Personalkosten unbetrachtet - sie sind bei beiden Systemen identisch, machen aber mit circa drei Vierteln den größten Anteil bei den Betriebskosten aus - so ist der Obus-Betrieb sogar um 50 bis 100 % teurer als der Dieselbus-Betrieb.

Ursächlich für diese höheren Kosten sind in erster Linie die Oberleitungen und Unterwerke, deren Instandhaltung und sukzessive Erneuerung einen zusätzlichen Ausgabenfaktor darstellt. Darin inbegriffen unter anderem auch die Vorhaltung von Turmwagen samt Mannschaft im Bereitschaftsdienst, den permanenten Austausch der Schleifkohle-Einsätze sowie die aufwändige Fahrleistungsenteisung im Winter.

Darüber hinaus ist die Wartung der Fahrzeuge teurer als bei herkömmlichen Omnibussen. Zwar ist ein Trolleybusmotor prinzipiell wartungsfreundlicher als derjenige eines Dieselbusses, unter anderem weil der Aufwand für die Wartung der Abgasfilter entfällt. Ebenso kommt der Antriebsstrang mit weniger mechanischen Teilen aus. Jedoch ist im Gegenzug der Aufwand für die Wartung der Elektronik und der Mechanik der Stromabnehmer größer.^[51] Zudem ist im Störfall die Fehlerdiagnose bei Elektromotoren deutlich aufwändiger als bei Dieselmotoren.^[8] Aus diesen Gründen können Wartungs- und Reparaturarbeiten in der Regel nicht an externe Werkstätten ausgelagert werden, wie dies bei Dieseln teilweise üblich ist. Zudem können Oberleitungsbusse ohne Hilfsmotor auswärtige Werkstätten nicht aus eigener Kraft erreichen.

Hingegen ist der reine Energieverbrauch beim Oberleitungsbus - trotz des höheren Fahrzeuggewichts - deutlich geringer als beim Dieseln. Ursächlich hierfür ist der bessere Wirkungsgrad von Elektromotoren. Anders hingegen der direkte Vergleich mit Schienenfahrzeugen. Weil der Oberleitungsbus einen deutlich größeren Rollwiderstand hat, ist sein Energieverbrauch - bezogen auf den Personenkilometer - um etwa ein Drittel höher als bei einer Straßenbahn.

Insbesondere auf Linien mit langen Gefällstrecken oder einer Vielzahl von Bremsvorgängen können moderne O-Busse außerdem ihre Bremsenergie - analog zu elektrisch betriebenen Bahnen - in die Oberleitung zurückspeisen. Hierbei spricht man von einer Nutzbremse beziehungsweise einer elektromotorischen Bremse, beide basieren auf dem Rekuperationsprinzip. Diese Methode wird bei Oberleitungsbussen seit den 1980er-Jahren angewandt und wurde seither stetig verbessert. Bei heutigen Antrieben liegt der Rückspeisegrad bei bis zu 30 % der aufgenommenen Energie.^[27] Durch die Stromrückspeisung können in Einzelfällen sogar Kostenvorteile gegenüber dem Dieselnbetrieb erzielt werden.^[49]

Ein Forschungsbericht der Fachhochschule Köln kam in der ersten Hälfte der 1990er-Jahre - bezogen auf die vergleichsweise hügelige Stadt Solingen - zu folgenden Ergebnissen beim Energieverbrauch der damals dort eingesetzten Oberleitungsbusse:^[57]

	tatsächlicher Verbrauch je km	Verbrauch abzüglich Rekuperation je km	Einsparung durch Rekuperation
Solowagen MAN SL 172 HO	2,47 kWh	1,87 kWh	- 24,3 %
Gelenkwagen MAN SG 200 HO	3,21 kWh	2,43 kWh	- 24,3 %



Die Wartung ist teurer als bei Dieseln und erfolgt in der Regel in den eigenen Werkstätten

Modernere Typen verfügen zwar über energieeffizientere Motoren, die heute aus Kundensicht geforderte Klimatisierung kompensiert diesen Effekt jedoch wieder.^[8] Prinzipiell sind die Verbrauchswerte zwischen einzelnen Typen beziehungsweise Betrieben nur bedingt miteinander vergleichbar. Sie werden durch verschiedenste Faktoren wie der Topografie der jeweiligen Linien, dem Haltestellenabstand, der Verkehrsdichte, Tempolimits, der Art des Motors, dem Masse-Leistungs-Verhältnis, dem Besetzungsgrad, dem Gewicht des Hilfsantriebs, der Fahrplankalkulation und nicht zuletzt durch den Fahrstil des Personals beeinflusst.

Auch der Rekuperationsgrad ist naturgemäß sehr stark von den topografischen Verhältnissen abhängig, so speisen die O-Busse auf der durchgehend flachen Strecke in Landskrona nur 16 % der aufgenommenen Energie wieder in die Oberleitung zurück.^[50] Weitere Einflussgrößen sind die Aufnahmefähigkeit des Fahrleitungsnetzes, die Länge der Speisebezirke und die Anzahl der Querkupplungen. Zudem ist die Rekuperation auch fahrplanabhängig, denn die Bremsenergie eines talwärts fahrenden Wagens kann nur dann genutzt werden, wenn sich im gleichen Speisebezirk zur selben Zeit ein Obus auf Fahrgang befindet.

Die aus dem Energieverbrauch resultierenden tatsächlichen Energiekosten sind sowohl beim Oberleitungsbus als auch beim Dieselbus vom jeweiligen Strom- oder Ölpreis abhängig und unterliegen daher ständigen Schwankungen. Prinzipiell ist der Obus jedoch deutlich weniger von den jeweils geltenden Rohstoffpreisen abhängig als der Dieselbus.^[58] Zudem ist der Dieselpreis seit 1991 um ein Vielfaches stärker gestiegen als die Strompreise.^[49]

Beispielhaft für die Obus-Betriebskosten in ihrer Gesamtheit (jedoch ohne Personalkosten) eine Analyse der Innsbrucker Verkehrsbetriebe aus dem Geschäftsjahr 2003. Sie gingen bei den Betriebskosten ihrer Oberleitungsbusse von folgenden Kostensätzen aus, die Angaben beziehen sich je gefahrenen Betriebskilometer:^[59]

	Gelenk-Dieselbus	Gelenk-Obus	Differenz
Instandhaltung Fahrzeuge	0,52 €	0,70 €	+ 35 %
Instandhaltung Oberleitung und Unterwerke	-	0,16 €	kein Vergleich möglich
Energiekosten	0,30 €	0,19 €	- 37 %
Gesamtbetrachtung	0,82 €	1,05 €	+ 28 %

Ein weiterer Kostenfaktor: Aufgrund des höheren Fahrzeuggewichts von Oberleitungsbusen, ist auch die Straßenunterhaltung teurer als bei Dieselbussen.^[32] Im Gegensatz dazu können die Zusatzkosten bei der Ausbildung des Fahrpersonals weitgehend vernachlässigt werden, sie fallen im Verhältnis zu den übrigen Betriebskosten nicht weiter ins Gewicht.^[8]

Fahrgastzuspruch und Sympathiebonus

Positiv auf die Wirtschaftlichkeit wirkt sich der höhere Fahrgastzuspruch im Vergleich zu Dieselbussen aus, die Passagiere schätzen dabei vor allem die ruck- und vibrationsarme Fahrweise eines Oberleitungsbusse. Infolge der Bindung an die Oberleitung ergibt sich zwangsläufig ein Fahrstil mit geringeren Querbeschleunigungen in Kurven. Zudem erlaubt die Elektrotraktion feinere Bremsmanöver.^[60]

In diesem Zusammenhang stellte man beispielsweise im französischen Lyon fest, dass - bei freier Auswahl des Fahrzeugs und gleichen Voraussetzungen bezüglich Linienführung und Fahrplan - 60 Prozent der Fahrgäste den Trolleybus statt dem Omnibus wählen.^[61] Statistiken verschiedener Verkehrsbetriebe zeigen, dass der Auslastungsgrad auf Trolleybuslinien zwischen 10 und 20 % höher ist als auf vergleichbaren reinen Dieselbuslinien.^[62] So stiegen etwa im niederländischen Arnhem die Passagierzahlen nach der 1998 erfolgten Umstellung der Linie 7 um rund zehn Prozent.^[63] Im schwedischen Landskrona wurde im Vorfeld der Umstellung auf Obus-Betrieb sogar ein Fahrgastzuwachs von 25 % prognostiziert.^[64]

Ferner ist in diesem Zusammenhang auch die sichtbare Linienführung bei Oberleitungsbusen von Vorteil: So ist für Fahrgäste stets ersichtlich wo eine Linie verläuft und in welcher Richtung sie die nächste ÖPNV-Haltestelle finden. Man spricht hierbei von einer ständigen visuellen Präsenz im öffentlichen Raum.^[55] Schließlich zeichnen sich Oberleitungsbusse durch ihre klare Linienstruktur aus, während die Fahrroute bei Omnibuslinien im Tagesverlauf oder von Kurs zu Kurs typischerweise oft wechselt.

Der sogenannte *Trolleybus-Bonus* gilt jedoch - im Gegensatz zum Schienenbonus - als umstritten beziehungsweise ist statistisch nicht nachweisbar. So wird er in Salzburg mit nur fünf Prozent angegeben, bei den Betrieben in Innsbruck, Kapfenberg und Linz konnte hingegen gar kein derartiger Effekt nachgewiesen werden.^[59]

Darüber hinaus gilt der Oberleitungsbus vielerorts als Sympathieträger in der Bevölkerung. Viele Städte versuchen außerdem mit dem Betrieb eines Obus-Netzes ihren Charakter als ökologisch und nachhaltig handelnde Gemeinde hervorzuheben. Insbesondere in Ländern mit wenigen Obus-Betrieben gilt ein solcher deshalb häufig als werbewirksames Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Städten.



Fahrgäste schätzen die Laufruhe eines Trolleybusses, hier in Lyon



Eigenwerbung für den Obus in Salzburg: Wer mit dem Obus fährt hat ein Herz für Bäume

Ökologische Aspekte

Geräuscharmer Betrieb

Der geräuscharme Betrieb ist ein wichtiges ökologisches Argument für den Trolleybus. In einer 1997 erschienenen Studie des Schweizer Dienstes für Gesamtverkehrsfragen (GVF) wird beispielsweise von einer Verringerung der Schallemissionen um 55% gesprochen. In Arnhem wurden beim Trolleybus 72 dB gemessen, bei einem gleich schnell fahrenden Dieselbus hingegen 78 dB.^[65] In Esslingen am Neckar ermittelte man beim Obus sogar einen um 9 dB tieferer Lärmwert.^[8] Darüber hinaus sind auch die Innengeräusche eines Oberleitungsbusse geringer, ursächlich hierfür ist vor allem die schwächere Vibration der Inneneinrichtung.

Trotz des weitgehend geräuscharmen Betriebs können - abhängig vom jeweiligen Obus-Typ - die Nebenaggregate auch im Stand für eine permanente Geräuscentwicklung sorgen. Darunter beispielsweise die verwendeten Druckluftkompressoren (das heißt Kolben- oder Schraubenkompressoren), die Klimaanlage und insbesondere auch die Ventilatoren zur Kühlung der elektrischen Anlagenteile. Anders als bei Dieselbussen - die ihre Motoren bei längeren Aufenthalten abschalten - kann sich dies insbesondere an Obus-Endhaltestellen in Wohngebieten negativ bemerkbar machen. Der Lärmpegel variiert dabei von Typ zu Typ und sorgt mitunter für Beschwerden der betroffenen Anwohner.^[66] In Deutschland unterliegen O-Busse als einziges Straßenfahrzeug im Zulassungsverfahren nach Kraftfahrt-Bundesamt nicht der Standgeräuschs-Messung und entsprechender Begrenzung. Nach der geltenden Rechtsprechung sind bei Aufenthalten an Endhaltestellen die in der TA Lärm festgelegten Grenzwerte anzuwenden, sie können je nach Hersteller des Fahrzeugs fallweise deutlich überschritten werden.

Emissionsfreiheit

Ebenso gilt der abgasfreie Betrieb als entscheidender Vorteil von Oberleitungsbusen. Lässt man die Schallemission, den Reifenabrieb und den Schleifkohlenverschleiß außer Acht, so gilt der Oberleitungsbus als emissionsfreies Fahrzeug. In einem Forschungsbericht der Fachhochschule Köln über die Energie-, Kosten- und Emissionsbilanz von Oberleitungsbusen wurde zusammenfassend festgestellt, dass moderne Oberleitungsbusse „die Atmosphäre mit erheblich geringeren Schadstoffen als eine gleichgelagerte Dieselbusflotte belasten“. ^[67] Besonders bei lokal und emissionsfrei erzeugtem Strom ist der Neubau von Obus-Strecken eine geeignete Maßnahme zur Verbesserung der Luftqualität.

Im Vergleich zu schienengebundenen Bahnen entfällt beim Obus der bei Glätte und starken Bremsungen gestreute Bremsand, der von den Rädern zermahlen wird. Laut einer Studie der Technischen Universität Wien produziert beispielsweise der Wiener Straßenbahnbetrieb bei einer Linienlänge von 227,3 Kilometern jährlich 417 Tonnen Feinstaub. Hinzu kommen 85 Tonnen Räder-, Schienen- und Bremsverschleiß.^[68] Im Gegensatz dazu kann der Fahrleitungs- und Schleifkohlenverschleiß bei Oberleitungsbusen weitgehend vernachlässigt werden, die daraus resultierenden Partikelemissionen sind deutlich weniger gesundheitsgefährdend als Auspuffpartikel aus Verbrennungsmotoren.^[8]

Laut der Schweizer Studie *Umweltverträglichkeit und Energieeffizienz des Trolleybusses - externe Kosten* schneidet der Oberleitungsbus im Vergleich mit den konkurrierenden Verkehrsmitteln Dieselbus und Straßenbahn wie folgt ab:^[69]

	Obus um ca. x % besser als Dieselbus	Obus um ca. x % besser als Straßenbahn
--	--------------------------------------	--

Energieverbrauch	+ 40	- 30
Klimagase (CH-Strommix)	+ 75	+/- 0
Stickoxide (ohne / mit Euro IV)	+ 90 / 80	+ 40
Kohlenwasserstoffe (ohne / mit Euro IV)	+ 70 / 55	+ 75
Feinpartikel (ohne / mit Filter)	+ 70 / 20	+ 40
Grobpartikel	+ 25	+ 60
Lärm	+ 90	+ 25
Landverbrauch	+/- 0	- 25
Unfälle ^{BKL}	+/- 0	- 65

Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt Dr. Hendlmeier von der Universität München. Laut seinen Angaben spart der Oberleitungsbus - verglichen mit einem herkömmlichen Dieselsbus - auf je 100 Platzkilometern folgende Umweltbelastungen ein:^[1]

- 4,8 Gramm Kohlenstoffmonoxid (CO)
- 17,9 Gramm Stickoxide (NOx)
- 3,3 Gramm Schwefeldioxid (SO2)
- 11,1 Gramm Kohlenwasserstoff (CH)
- 0,68 Liter Dieselkraftstoff

Unfallhäufigkeit

Bedingt durch seine Fahrleitung und die Stromabnehmer sind Oberleitungsbusse auch im dichten Stadtverkehr für alle Verkehrsteilnehmer gut erkennbar. Dies führt - verglichen mit gewöhnlichen Dieselsbussen - zu einer niedrigeren Unfallhäufigkeit^{BKL}.^[61] In der Schweiz wurde statistisch nachgewiesen, dass es bei Trolleybussen je Personenkilometer weniger Verletzte als im Verkehr mit Dieselsbussen gibt, zudem fallen die Verletzungen leichter aus.^[8] Die Verkehrsgesellschaft StadtBus Salzburg geht sogar von einer im Schnitt fünfmal niedrigeren Unfallhäufigkeit von Trolleybussen gegenüber Dieselfahrzeugen aus.^[62]

Im Gegensatz dazu gilt der Obus bei Fußgängern oder Radfahrern aufgrund seines geräuscharmen Betriebs als Gefahr im Straßenverkehr, weil er von diesen mitunter nicht rechtzeitig wahrgenommen wird. In Australien war er deshalb früher beispielsweise unter dem Spitznamen *whispering death* für *flüsternder Tod* bekannt.

Kritik und Nachteile

Bereits seit seiner Einführung steht der Oberleitungsbus in direkter Konkurrenz zu konventionellen Omnibussen einerseits sowie zu Straßenbahnen andererseits. Häufig wird in diesem Zusammenhang kritisiert, dass der Obus die Nachteile beider Systeme miteinander verbindet.

Mit Bussen gemeinsam hat er dabei die geringe Beförderungskapazität, so kann selbst ein Gelenkwagen nur circa 150 Personen befördern. Im Gegensatz dazu kann eine 75 Meter lange Straßenbahn- oder Stadtbahn-Mehrfachtraktion bis zu 500 Passagiere gleichzeitig transportieren. Beim Oberleitungsbus sind Mehrfachtraktionen hingegen nur sehr eingeschränkt möglich, in einigen Ländern, beispielsweise in Deutschland, sind sie unzulässig. Dies erhöht im Vergleich zu Bahnen den Personalbedarf.

Mit Bahnen teilt sich der Oberleitungsbus die Abhängigkeit von einer fest definierten Streckenführung. Dadurch sind Umleitungen und kurzfristige Linienänderungen nicht möglich. Ebenso ausgeschlossen sind abweichende oder verkürzte Linienführungen in Nebenverkehrszeiten, so wie dies etwa im Nachtbusverkehr weithin üblich ist. Ein weiterer Nachteil der Spurbundenheit: O-Busse können einander im laufenden Betrieb nicht überholen wie dies bei gewöhnlichen Omnibussen üblich ist.

Hauptkritikpunkt am Obus sind jedoch die höheren betriebswirtschaftlichen Kosten gegenüber diesel- oder gasbetriebenen Omnibussen, insbesondere weil der öffentliche Personennahverkehr traditionell als stark defizitär gilt. Vor allem in kleineren Städten wird außerdem der Betrieb zweier elektrischer Verkehrsmittel - in der Regel Obus und Straßenbahn - häufig als unwirtschaftlich kritisiert.

Viele Verkehrsunternehmen müssen zudem eine gewisse Zahl an Dieselsbussen als Betriebsreserve vorhalten, um bei störungsbedingten Streckenunterbrechungen auf Obus-Linien zumindest einen Notbetrieb aufrecht erhalten zu können. Typische Beispiele für solche Störungen sind größere Baustellen, Bau- und Revisionsarbeiten an der Oberleitung, Verkehrsunfälle, Stromausfälle oder Blitzeinschläge. Ferner Beschädigungen der Fahrleitung durch Bäume die in Folge von Sturmsauswirkungen umfallen, unaufmerksame Baggerführer oder Lastwagen mit Lademaßüberschreitung.

Häufig wird außerdem bemängelt, Oberleitungsbusse seien nur dann umweltfreundlich, wenn der verwendete Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Wird er hingegen von Kohlekraftwerken, Dampfkraftwerken, Ölkraftwerken, Gasturbinenkraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen bezogen, so werden die Emissionen lediglich an andere Stelle verlagert. Bei Strom aus Kernenergie fallen andernorts radioaktive Abfälle an. Maßgeblich für den Aspekt der Umweltfreundlichkeit ist somit der jeweils gültige Energiemix.

Subjektiv werden außerdem die Oberleitung manchmal als unästhetisch empfunden, vor allem in historischen Ortskernen. Dies gilt insbesondere für komplizierte Oberleitungsanlagen im Bereich von Verzweigungen oder Kreuzungen und für die oft massiven Oberleitungsmasten. Feuerwehren kritisieren mitunter, dass aufgrund der Fahrdrähte in engen Häuserschluchten keine Drehleitern verwendet werden können.

Aufgrund der höheren Lebensdauer von Oberleitungsbussen können Innovationen im Fahrzeugbau nicht so schnell umgesetzt werden wie bei Dieselsbussen. So verkehren in vielen Städten beispielsweise noch veraltete Hochflur-Oberleitungsbusse, während die jeweilige Omnibusflotte schon längst auf die in den 1990er-Jahren aufgekommenen Niederflurwagen umgestellt wurde. Ein weiteres Beispiel ist die Weiterentwicklung der Fahrgastinformation, so gelten beispielsweise Rollbandanzeigen mittlerweile als veraltet. Um den veränderten Anforderungen von Fahrgästen und Verkehrsbetrieben gerecht zu werden, müssen O-Busse daher häufig für ihre letzten Einsatzjahre modernisiert werden, auch Retrofit genannt. Dies wiederum verursacht zusätzliche Kosten.

Bedingt durch die hohen Spannungen und Ströme, die für den Antrieb des O-Busses notwendig sind, kann es zu Bränden in der elektrischen Anlage kommen. Eine gewisse Gefährdung besteht auch durch Überspannung infolge von Blitzeinschlägen in die Oberleitung. Dafür ist die vom Motor ausgehende Brandgefahr deutlich geringer als bei einem Dieselfahrzeug.



Trolleybus-Stau in Kiev, Überholungen sind im regulären Betrieb nicht möglich



Die Oberleitungen werden mitunter als unästhetisch empfunden, hier in Luzern



Hochflurfahrzeuge gelten mittlerweile als veraltet, ebenso Rollbandanzeigen



Die Wartung der Oberleitung verursacht Kosten, z. B. den Betrieb von Turmwagen

Ergänzende Antriebskonzepte

Zusätzlicher Verbrennungsmotor als Hilfsantrieb

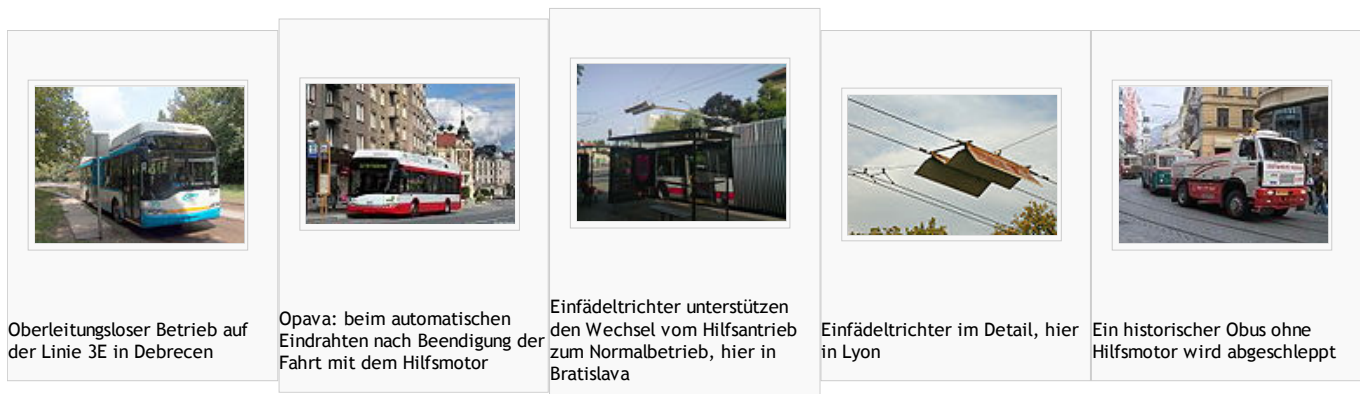
Um die infrastrukturell bedingte Unflexibilität eines Oberleitungsbusses etwas zu kompensieren, besitzen die meisten Obus-Typen heute zusätzlich einen Verbrennungsmotor als Hilfsantrieb, auch Notfahraggregate genannt. Er wird meistens mit Dieseldieselkraftstoff betrieben und ermöglicht es, mit verminderter Geschwindigkeit sowie mit begrenzter Reichweite - das heißt mit einem vergleichsweise kleinem Kraftstofftank - ohne den Strom aus der Oberleitung weiterzufahren. In aller Regel wirkt dieser Zusatzantrieb dabei als Stromerzeugungsaggregat für den regulären Elektromotor, das heißt er funktioniert nach dem dieselektrischen Prinzip. Selten sind hingegen Hilfsantriebe, die per Getriebe direkt auf eine der Achsen wirken. Noch weniger verbreitet sind mit Benzin betriebene Ottomotoren als Hilfsantrieb. Benutzt wird der Hilfsmotor vor allem:

- beim Rangieren im Depot, wo ansonsten besonders aufwändige Fahrleitungsanlagen benötigt würden
- bei Fahrten vom und zum Depot, sofern dieses nicht an einer elektrifizierten Strecke liegt
- bei Umleitungen aufgrund von Baustellen, Verkehrsunfällen oder Hochwasser
- falls bei Bauarbeiten die Oberleitung aus Sicherheitsgründen abgeschaltet werden muss
- bei Schäden an der Oberleitung
- im Falle eines Stromausfalls
- im Falle des Liegenbleibens an einer stromlosen Stelle wie Trenner, Weiche oder Kreuzung
- bei Störungen der Elektrik am Fahrzeug
- bei Überführungsfahrten

Zu den ersten Obussen mit Hilfsmotor gehörten die Wagen des Typs ÜHIII die ab 1952 in Rheydt eingesetzt wurden, zum Einsatz kam ein 24 PS starker Volkswagen-Motor.^[70] Zuvor wurden O-Busse im Rahmen der oben geschilderten Fälle häufig mit Pferden, Traktoren, Elektrokarren, Lastkraftwagen, Straßenbahnen, Dieselnissen, per Schleppkabel oder mit Muskelkraft fortbewegt, so wie dies bei Typen ohne Hilfsmotor bis heute der Fall ist. Selbst auf ebenen Strecken erreichen die O-Busse mit dem vergleichsweise leistungsschwachen Hilfsantrieb jedoch nur geringe Geschwindigkeiten, weshalb Einsätze im Fahrgastbetrieb eher selten sind. Beispielsweise leistet der Hilfsmotor beim Typ O 405 GTZ - das Z in der Typenbezeichnung steht für Zusatzantrieb - nur 72 Kilowatt, gegenüber 205 Kilowatt beim Serienmotor.^[71] Zudem sind Hilfsmotoren typischerweise sehr laut.

In den letzten Jahren geht der Trend jedoch immer mehr dazu, den Hilfsantrieb abschnittsweise auch im regulären Fahrgastbetrieb einzusetzen. Auf diese Weise sind Linienerweiterungen möglich, ohne dass neue Fahrleitungsanlagen installiert werden müssen. Dies wird vorrangig bei selten bedienten Liniensegmenten praktiziert. Eine Vorreiterrolle in diesem Zusammenhang spielte wiederum Rheydt, wegen der Elektrifizierung der Bahnstrecke Mönchengladbach-Geneicken mussten die Obusse dort ab 1968 die Bahnübergänge Kabelwerk und Düsseldorfer Straße mit dem Hilfsmotor überqueren.^[70] Ebenso die Müritzer Verkehrs Gesellschaft - sie betrieb bereits von 1986 bis 2000 ihre Linie nach Winkl planmäßig unter Zuhilfenahme 55 Kilowatt starker Hilfsantriebe.

Insbesondere in Mittelosteuropa erfreut sich diese Betriebsform in jüngster Zeit zunehmender Beliebtheit, wobei tendenziell immer stärkere Hilfsmotoren verwendet werden. Bei Gelenkwagen leisten diese Zusatzantriebe dabei mittlerweile bis zu 100 Kilowatt. Diesel-Hilfsmotoren im planmäßigen Einsatz findet man aktuell in Hradec Králové (Linie 1 seit 2001), in Debrecen (Linie 3E seit 2005), Plzeň (Linie 13 seit 2005 und Linie 12 seit 2006),^[72] Bratislava (Linie 33 seit 2006), Opava (Linie 221 seit 2006),^[73] Mariánské Lázně (Linien 6 und 7 seit 2007),^[74] Riga (Linien 8 und 9 seit 2009) sowie in Solingen (Linie 683 seit Mitte November 2009).



Oberleitungsloser Betrieb auf der Linie 3E in Debrecen

Opava: beim automatischen Eindrahten nach Beendigung der Fahrt mit dem Hilfsmotor

Einfädeltrolley unterstützen den Wechsel vom Hilfsantrieb zum Normalbetrieb, hier in Bratislava

Einfädeltrolley im Detail, hier in Lyon

Ein historischer Obus ohne Hilfsmotor wird abgeschleppt

Generatoranhänger

Eine weitere Möglichkeit O-Busse ohne Hilfsantrieb und ohne Oberleitung fortzubewegen sind sogenannte Generator-Anhänger. Die einachsigen Fahrzeuge werden am Heck angekuppelt und versorgen den Obus-Motor über ein Verbindungskabel mit Strom. Bleibt ein Wagen beispielsweise aufgrund eines Stromabnehmerschadens irgendwo im Netz liegen, so kann er auf diese Weise selbstständig ins Depot fahren ohne umständlich abgeschleppt werden zu müssen. Zum Einsatz kamen sie unter anderem in Basel und Baden-Baden, in Hradec Králové wurde die Linie 1 nach Kluky von 1986 bis 2001 sogar im planmäßigen Fahrgastbetrieb mit einem Generatoranhänger bedient.^[75]

Zusätzlicher Verbrennungsmotor als vollwertiger Zweittrieb

All-Service Vehicle in New Jersey (1935 bis 1948)

In den Vereinigten Staaten verkehrten bereits ab 1935 in Newark (bis 1948) und Camden (bis 1947) sogenannte All-Service Vehicle (ASV) im planmäßigen Fahrgastbetrieb. Hierbei handelte es sich um Oberleitungsbusse mit einem zusätzlichen Propangas-Antrieb, dieser diente als Generator für den Elektromotor. Dieses System galt als ausgesprochen fortschrittlich für die damalige Zeit, unter anderem benützte man bereits ein automatisches Eindrahtsystem.^[76]

Zweikraftwagen in Basel, Luzern und Oldenburg (1941 bis 1975)

Als weitere Vorläufer heutiger moderner Duo-Busse gelten die sogenannten *Zweikraftwagen* aus der Schweiz und Deutschland. In Luzern waren von Betriebsbeginn des Netzes 1941 bis 1966 zwei Fahrzeuge des Typs FBW/SWS/BBC 1 MHe im Einsatz, sie hatten eine Leistung von 74 Kilowatt. Dabei handelte es sich um zwei 1939 gebaute ehemalige Dieselnisse mit dieselektrischem Antrieb, die in der eigenen Werkstatt umgerüstet wurden, da kriegsbedingt die erste Luzerner Trolleybusserie erst mit Verzögerung geliefert werden konnte.^[77] Die beiden Baseler Wagen ähnelten dem Luzerner Typ und waren von 1941 bis 1975 im Einsatz. Sie wurden ebenfalls in Eigenregie der Verkehrsbetriebe umgebaut und bedienten meistens Trolleybus- und nur ausnahmsweise Autobuslinien.^[78]

In Deutschland konstruierte der Oldenburger Privatunternehmer Theodor Pekol 1948 in eigener Werkstatt zwei derartige Zweikraftwagen. Die beiden Fahrzeuge mit den Betriebsnummern 98 und 99 bewährten sich jedoch nicht, sie wurden deshalb bereits zu Beginn der 1950er-Jahre in reine Dieselnisse umgebaut.^[79]

Duo-Bus (seit 1979)

→ *Hauptartikel Duo-Bus*

Der Duo-Bus moderner Prägung, auch bimodaler Bus genannt, ist eine Weiterentwicklung des Hilfsantriebs. Im Gegensatz zum leistungsschwachen Hilfsmotor bei konventionellen O-Bussen fungiert der dieselelektrische Antrieb bei Duo-Bussen als vollwertiger Alternativmotor. Mit diesem können sie mit gleicher Geschwindigkeit wie im elektrischen Betrieb fahren und ebenso längere Strecken problemlos zurücklegen, das heißt mit gleicher Reichweite wie bei konventionellen Dieselsebussen. In der Regel bedienen Duo-Busse dabei fahrleitungslose Abschnitte mit Fahrgästen, manche Betriebe nutzen sie jedoch auch als flexibel einsetzbare Reservefahrzeuge welche mal einen Obus und mal einen Dieselsebus ersetzen.



Duo-Bus O 405 GTD in Esslingen

Aktuell kommen Duo-Busse beispielsweise in Fribourg (seit 1987) und in Boston (seit 2004) zum Einsatz. In Deutschland sammelte man vor allem in Esslingen (1979 bis 2008) und in Essen (1983 bis 1995) ausgiebig Erfahrungen mit dieselsebetriebenen Duo-Bussen. Auch Nancy (1982 bis 1999), die Müritzer Verkehrs Gesellschaft (1992 bis 2002), Seattle (1990 bis 2005), der Verkehrsbetrieb Potsdam (1993 bis 1995) sowie die Betriebe in Bergen (1992 bis 2009), Kopenhagen (1993 bis 1998), Lausanne (2002 bis 2005), Grenoble und St. Etienne setzten eine Zeit lang auf dieses Prinzip.

Das Konzept erfüllt die ursprünglich gestellten Erwartungen jedoch nur bedingt. Problematisch ist beim Duo-Bus insbesondere das hohe Fahrzeuggewicht - verursacht durch das Mitführen der alternativen Antriebsmodule - und der damit verbundene erhöhte Energieverbrauch. Ebenfalls negative Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Duo-Bussen verursachen die hohen Anschaffungskosten, die aufwändigere Wartung und die damit verbundene höhere Ausfallquote dieser Spezialfahrzeuge. Im Gegensatz dazu ist die Lebensdauer kürzer als bei einem reinen Oberleitungsbus. Ferner nachteilig ist der höhere Platzbedarf der technischen Ausrüstung - dieser wiederum führt mitunter zu einer geringeren Beförderungskapazität und geht damit ebenfalls zu Lasten der Wirtschaftlichkeit.

Serienmäßig wurden bisher etwas mehr als 400 Duo-Busse gebaut, darunter die Baureihen ADPB 350 von Breda (236 Exemplare), PER180 von Renault (64 Exemplare), O 405 GTD von Daimler-Benz (47 Exemplare), AN 460 LF (32 Exemplare) und N 6121 (27 Exemplare) von Neoplan sowie NGT 204 F (neun Exemplare) von Neoman/Hess.

Zusätzlicher Batterieantrieb

Erste Versuche durch Siemens & Halske (1898 bis 1900)

Bereits 1898 führte die Firma Siemens & Halske bei Berlin Versuche mit batteriebetriebenen Zusatzantrieben durch, das heißt noch bevor 1900 in Paris der weltweit erste Oberleitungsbus im Fahrgastbetrieb verkehrte. Sie versah damals einen Omnibus mit einer Speicherbatterie, einem Stromabnehmerbügel und einem Leitradpaar. Dieses Fahrzeug, *Elektrischer Straßen-Omnibus* oder *halbgleislose Bahn* genannt, lief mit gesenkten Leiträdern und gehobenem Stromabnehmer auf einem Straßenbahngleis, dabei lud es seine Batterie auf. Der Wagen zweigte anschließend mit angehobenen Leiträdern und gesenktem Bügel im Batteriebetrieb von der Straßenbahnstrecke ab. Im September 1899 stellte man das Prinzip auf der *Ersten internationalen Motorwagen-Ausstellung* einem breiteren Publikum vor, jedoch kam es über Versuchsfahrten nie hinaus. Gedacht war es ursprünglich für die direkte Verbindung kleiner Villenkolonien mit Großstädten.^{[80][81]} 1900 stellte man das Projekt schließlich ein.

Notfahreinrichtungen

Aus Italien stammte die erstmalige Ausstattung von Obussen mit einer Batterie-Notfahreinrichtung ab den 1930er-Jahren, italienisch *marcia di emergenza ad accumulatore* genannt. Vor allem die großen dreiachsigen Obusse der Typen Alfa Romeo 110AF, Alfa Romeo 140AF und Fiat 672 waren serienmäßig mit einer dieser speziellen aus Akkumulatoren gespeisten Anlagen ausgestattet - ganz gleich ob die elektrische Ausrüstung von der Compagnia Generale di Eletticità (CGE), der Tecnomasio Italiano Brown Boveri (TIBB), von Magneti Marelli oder von Ansaldo stammte.

Hierbei handelt es sich um eine in Reihe geschaltete Gruppe von sechs Blei-Säure-Akkus mit einer Spannung von je 12 V (zusammen 72 V) und einer Nennladung - auch *ungenau* als Kapazität bezeichnet - von 120 Ah. Mit ihr konnten die entsprechend ausgerüsteten Obusse im Notfall beziehungsweise bei Störungen wie Stromausfall oder Schaden an der Oberleitung bei reduzierter Geschwindigkeit noch etwa 500 bis 750 Meter aus eigener Kraft zurücklegen. Fortschrittlich war auch die weitere Ausstattung mit einem Ladeumformer (LOV) für eine konstante Ladespannung von 14,2 V und eine Prüfeinrichtung für den Isolationswiderstand.

Solche oder ganz ähnliche Notfahreinrichtungen waren zum Teil auch bei kleineren zweiachsigen Obussen aus italienischer Herstellung auf Wunsch lieferbar und waren daher auch zum Teil bei diesen zu finden. Einige Obus-Betriebe in Italien verzichteten jedoch in den 1950er-Jahren auf diese Notfahrlilfe, so dass sie in manchen Fällen wieder entfernt wurde.

Das Konzept der Batterie-notfahrt wurde später auch andernorts aufgegriffen. So statteten beispielsweise die Berliner Verkehrs-Betriebe ihre sieben Mitte der 1950er-Jahre beschafften Gaubschat-Obusse mit einer solchen Einrichtung aus.^[82] Noch heute werden Oberleitungsbusse mit Batterie-notfahreinrichtung hergestellt, etwa durch die russische Firma Trolza. Deren Batterien ermöglichen es, 800 Meter ohne den Strom aus der Fahrleitung weiterzufahren.^[83]

Kriegsbetrieb in Salzburg und Klagenfurt

Im Zweiten Weltkrieg dienten in Österreich O-Busse im Batteriebetrieb als Zugmaschinen für jeweils mehrere Lastwagenanhänger. Diese Betriebsform war durch den kriegstypischen Treibstoffmangel bedingt und konnte in Salzburg und Klagenfurt beobachtet werden.^[84]

Duo-Busse in Esslingen (1975 bis 1981)

Noch vor den oben erwähnten Netz-/Diesel-Duo-Bussen wurde in Esslingen von 1975 an mit batteriebetriebenen Fahrzeugen experimentiert, diese bezeichnete man ebenfalls als Duo-Bus. Das Projekt war eine direkte Folge der Ölkrise des Jahres 1973 und geht auf eine Initiative des damaligen Bundesministers für Forschung und Technologie, dem Esslinger SPD-Abgeordneten Dr. Volker Hauff zurück. Er forcierte die Entwicklung des Duo-Busses und schlug Esslingen für einen Referenzbetrieb vor.^{[85][86]}

Die Fahrmotoren der Duo-Busse wurden im oberleitungslosen Betrieb von einem Akkumulator gespeist, diese so genannte Traktionsbatterie wurde aufgeladen, sobald wieder eine Oberleitung zur Verfügung stand. Federführend beim Versuch war Daimler-Benz, es existierten drei Fahrzeuge, darunter ein OE 302 und zwei O 305 B/E. Schon 1981 wurde der Versuch mit den Batteriefahrzeugen jedoch wieder beendet, nur das Konzept der dieselsebetriebenen Duo-Busse wurde weiter verfolgt. Die Batterien hatten nur eine geringe Lebensdauer von 15 Monaten und erwiesen sich zudem als wartungsintensiv.^[85] Die Instandhaltungskosten waren eineinhalb so hoch, die Investitionskosten lagen 90 % über denen vergleichbarer Dieselsebuse.^[87]

Batterieanhänger

In der ersten Hälfte der 1980er-Jahre experimentierte die Firma Škoda mit einachsigen Batterieanhängern. Diese konnten die voluminösen Batterien aufnehmen, ohne dass am Oberleitungsbus selbst größere bauliche Veränderungen vorgenommen werden mussten. Die verwendeten Akkus stammten von der Firma VARTA, das Aufladen erfolgte über ein spezielles Netz mit 380 Volt, 50 Hz. Weil die Verkehrsbetriebe nur wenig Interesse an dieser Lösung zeigten, verfolgte man das Konzept der Batterieanhänger für Oberleitungsbusse nicht weiter.^[88]

Jedoch sind solche Batterieanhänger keine Erfindung der Firma Škoda, bereits von 1975 bis 1988 verkehrten in Mönchengladbach und Düsseldorf zusammen 22 Elektrobusse mit solchen Anhängern. Allerdings waren diese Wagen des Typs MAN SL-E 200 keine Oberleitungsbusse. Dennoch rüstete man sie nachträglich mit Stromabnehmern aus, um an der Endstation elektrische Energie aufnehmen zu können. Das zeitaufwändige Tauschen des Batteriesatzes im Betriebshof entfiel somit.^[89]

Gegenwärtige Entwicklungen

In jüngster Zeit wurde die Idee batteriebetriebener Oberleitungsbusse wieder aufgegriffen, insbesondere der polnische Hersteller Solaris spielte hierbei eine Vorreiterrolle. Ursächlich für diese Renaissance ist vor allem die Fortentwicklung der Batterietechnik in den vergangenen Jahren. Allerdings fungieren die heutigen Batterie-Zusatzantriebe - anders als bei den erfolglosen Duo-Bussen in Esslingen - lediglich als ergänzender Hilfsantrieb, so zum Beispiel in Landskrona. Dort erreichen die O-Busse schon seit 2003 ihr abseits der Strecke gelegenes Depot im Batteriemodus, die Reichweite der dort verwendeten Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren beträgt - bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h und ohne Passagiere - vier Kilometer.^[50] Mittlerweile sind batteriegepeiste Hilfsantriebe in vielen Städten verbreitet.



Rom: Batteriebetrieb vor dem Bahnhof Termini

Teilweise werden sie auch im regulären Fahrgastbetrieb verwendet. So verkehrt die 2005 eröffnete Expresslinie 90 in Rom auf einem Teilstück im Batteriemodus. Der fahrleitunglose Abschnitt zwischen der Endstation Termini und der *Porta Pia* ist dabei rund 1,5 Kilometer lang.^[90] Grund für diese Lösung ist eine anstehende Großbaustelle in diesem Bereich, sie hätte häufige Änderungen der Fahrleitung zur Folge. In der chinesischen Hauptstadt Peking überqueren O-Busse den fahrleitunglosen Platz des himmlischen Friedens im Batteriebetrieb.^[91] Ebenso in der kasachischen Stadt Petropawl, dort wird die im März 2009 eröffnete Linie 6t abschnittsweise im Akkubetrieb bedient.^[92]

Verwandte Systeme - Abgrenzung und Gemeinsamkeiten



Der Gyrobus ist eng mit dem Obus verwandt, kommt allerdings ohne Fahrleitungen aus

Eng mit dem Oberleitungsbus verwandt sind zahlreiche weitere Systeme bei welchen ebenfalls Busse mittels Elektromotoren angetrieben werden. Die größte Verwandtschaft besteht dabei zum Gyrobus, er bezieht seinen Strom ebenfalls über Stromabnehmer, die Stromabnahme erfolgt jedoch nur stationär bei Aufhalten an bestimmten Haltestellen. Zwischen den Aufladepunkten erhält er seine Energie von einem Schwungrad zugeführt. Gyrobusse werden manchmal ebenfalls den Oberleitungsbusen zugerechnet, der Begriff der Fahrleitung ist dabei weiter zu verstehen.^[93] In jüngerer Zeit wurde die Idee des Gyrobusses in modifizierter Form beim Konzept AutoTram wieder aufgegriffen.

Alternativ dazu existieren mit Akkumulatoren beziehungsweise Batterien betriebene Busse nach dem Prinzip des Elektroautos, hierbei erfolgt die Stromabnahme ebenfalls stationär. Zum Teil verwendet man dabei sogenannte Supercaps, hierbei kann die Stromzuführung ebenfalls unterwegs bei Haltestellenaufhalten erfolgen - auch diese Fahrzeuge besitzen Stromabnehmer. In Shanghai wurde kürzlich die Obus-Linie 11 auf Supercap-Betrieb umgestellt, die Umstellung der Linie 26 befindet sich in Vorbereitung.^[94]

Im Versuchsbetrieb werden seit 1979 Hybridantriebe für Busse getestet. Ähnlich den Duo-Bussen mit vollwertigem Dieselantrieb werden auch Hybridbusse dieselekttrisch betrieben. Sie sind jedoch komplett unabhängig von Oberleitungen, der oder die Elektromotoren werden ausschließlich vom Stromerzeugungsaggregat gespeist. Dieses Prinzip wird serieller Hybrid genannt. Typisch ist bei Hybridbussen vor allem auch die Speicherung der Bremsenergie in Supercaps oder Batterien, dadurch kann der Schadstoffausstoß der Fahrzeuge noch weiter gesenkt werden.^[95] Weiter können manche Hybridbusse kürzere Strecken ausschließlich im elektrischen Betrieb zurückzulegen. Alternativ zum seriellen Hybrid gibt es auch die Variante des parallelen Hybrids, der zum Beispiel im Solaris Urbino 18 Hybrid Verwendung findet. Dabei wirken Elektromotor und Dieselmotor gleichzeitig auf den Antriebsstrang.

Theoretisch ist es möglich, den oder die Elektromotoren eines solchen Hybridbusses - alternativ zum Stromerzeugungsaggregat - gleichfalls über Oberleitungen zu speisen. Idealerweise könnte dies im Bereich von steigungsreichen Streckenabschnitten erfolgen, die einen hohen Energieverbrauch verursachen. Dieses Konzept hat bisher allerdings keine moderne Verwendung gefunden, die damit verbundenen Nachteile bezüglich Fahrzeuggewicht, Energieverbrauch und Komplexität gleichen jenen der Duo-Busse.

Die Unterscheidung zwischen einem Oberleitungsbus mit starkem Hilfsmotor, einem Duo-Bus und einem Hybridbus ist nicht immer eindeutig möglich, denn bei allen drei Systemen wird hauptsächlich auf einen Antrieb nach dieselekttrischem Prinzip gesetzt. Was heute von den Herstellern Hybridbus genannt wird, ist in einigen Fällen eine Weiterentwicklung von Oberleitungsbusstechnik. Darunter beispielsweise die Möglichkeit, mit der beim Brennen entstehenden Energie die Stromspeicher aufzuladen statt sie ins Fahrleitungsnetz zu rekuperieren. Die jüngste Entwicklung im Bereich dieser alternativen Antriebstechnologien für Omnibusse sind Brennstoffzellenbusse, deren Brennstoffzellen-Elektroantrieb basiert dabei auf dem Wasserstoffantrieb.

Sonderformen

Einstangenkontaktsystem

Immer wieder experimentierte man im Laufe der Obus-Entwicklung mit verschiedenen Einstangenkontaktsystemen, sie konnten sich jedoch auf Dauer nicht durchsetzen. Wie das Zweistangenkontaktsystem ist auch das Einstangenkontaktsystem eine Erfindung des deutschen Obus-Pioniers Max Schiemann. Er stattete ab 1908 alle von seiner Gesellschaft für gleislose Bahnen Max Schiemann & Co. neu eröffneten Strecken damit aus, dies waren die Gleislose Stadtbahn Mülhausen, die Strecke von Pirano nach Portorose, die Drammens Elektriske Bane und die Gleislose Bahn Blankenese-Marienhöhe.

Auch beim Einstangenkontaktsystem ist die Fahrleitung zweipolig, die beiden Oberleitungs-Drähte sind jedoch mit einem Abstand von nur 15 Zentimetern deutlich näher zueinander angeordnet, als dies bei den ersten Schiemann-Anlagen üblich war (50 Zentimeter) beziehungsweise bei heutigen Anlagen üblich ist (60 Zentimeter). Die dabei verwendeten Fahrzeuge verfügen jedoch nur über eine statt wie üblich zwei Stromabnehmerstangen. Diese ist mit einem doppelpoligen Stromabnehmerkopf ausgestattet, Plus- und Minus-Pol wurden gemeinsam innerhalb der Einzelstange zum Fahrzeug geführt.

Später wurde die Idee in modifizierter Form noch einmal von der Firma BBC aus Mannheim aufgegriffen, beim System der BBC waren die beiden Drähte jedoch 20 Zentimeter voneinander entfernt.^[96] Einer Obus-Anlage mit Einstangenkontaktsystem wurden Vorteile wie ein eleganteres Aussehen, Gewichtsersparnis und größere Wendigkeit zugeschrieben.^[97] Als besonderer Vorteil wurde die außerplanmäßige Wendemöglichkeit an jeder beliebigen Straßenkreuzung gepriesen, auch an den Streckenendpunkten konnte auf Wendeschleifen verzichtet werden. Beim Befahren von Weichen übernahm ein mittig am Stromabnehmerkopf angebrachter Knopf die Führung in einer U-förmigen, spannungslosen Schiene.^[96] Damit ausgerüstet waren drei deutsche Obus-Betriebe, das weiterentwickelte System bewährte sich aber ebenfalls nicht:

- Zwickau - 1938 eröffnet, 1941/42 auf reguläres System umgebaut
- Gera - 1939 eröffnet, 1943 auf reguläres System umgebaut
- Eberswalde - 1940 eröffnet, 1951 auf reguläres System umgebaut

Weitere Einstangenkontaktsysteme existierten kurzzeitig in Großbritannien. Hierbei handelte es sich um Nottingham Mitte der 1930er-Jahre und Glasgow in den späten 1940er-Jahren. Die Fahrdrähte waren dort jeweils 6,1 Zoll voneinander entfernt gespannt, das heißt 15,5 Zentimeter.^[98] Ebenso wurden die O-Busse in Shanghai (ab 1914) und Penang (ab 1924) anfangs nach diesem Prinzip betrieben.

Außerdem verwendete Philadelphia in den Anfangsjahren ein Einstangenkontaktsystem, das Netz dort wurde 1923 eröffnet. Dabei waren die Drähte jedoch im Normalabstand zueinander aufgehängt, der Stromabnehmer gabelte sich im oberen Bereich auf. Auch dieses Prinzip bewährte sich nicht. Die weltweit letzte Anlage mit einem Einstangenkontaktsystem war schließlich der seinerzeit von Schiemann angelegte Betrieb im norwegischen Drammen, dieser wurde 1967 gänzlich eingestellt.



Blankenese-Marienhöhe (1911 bis 1914) war die letzte von Schiemann angelegte Strecke



1920er-Jahre: ein früher Einstangen-Trolleybus britischer Provenienz in Shanghai



1923: Einstangensystem bei einem Brill-Obus in Philadelphia



1940: Obus des Typs MPE 1 in Eberswalde, ausgestattet mit dem BBC-Einstangensystem

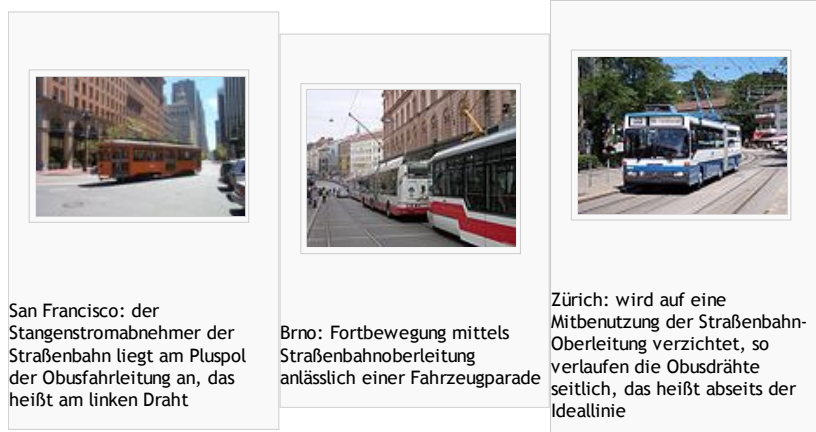
Fortbewegung mittels Straßenbahnoberleitung

In bestimmten Fällen können Oberleitungsbusse auch mit Hilfe einer gewöhnlichen Straßenbahnoberleitung fortbewegt werden, vorausgesetzt es handelt sich um einen Streckenabschnitt mit in der Straßenfahrbahn verlegten Rillenschienen. In Brüssel und in Groningen wurde hierfür früher der linke Stromabnehmer an den Straßenbahnfahrdrähten angelegt (Pluspol), die Ableitung erfolgte über eine spezielle Kontaktvorrichtung die in der Rille der linken Straßenbahnschiene hinterhergezogen wurde (Minuspol).^[99]

In Bremen, Stockholm, Zürich und beim Oberleitungsbus Ulm verwendete man zu diesem Zweck früher speziell angefertigte *Bügelwagen*.^{[100][101][102]} Hierbei handelte es sich um ein- oder zweiachsige Schienenanhänger mit einem Bügel- beziehungsweise Scherenstromabnehmer. In Bremen verwendete man hierzu beispielsweise einen ehemaligen Schienenturmwagen. Diese Wagen wurden vom Obus hinterhergezogen und versorgten ihn mittels einer Kabelsteckverbindung mit dem benötigten Fahrstrom. In den genannten Städten konnten die Fahrzeuge auf diese Weise ihr abseits der eigentlichen Trolleybusstrecken gelegenes Depot beziehungsweise die Hauptwerkstätte mit eigener Kraft erreichen. Die Stadtwerke Münster verwendeten zum gleichen Zweck eine Zeit lang einen ausgemusterten Straßenbahntriebwagen als Kontaktwagen, dieser wurde ebenfalls von den O-Bussen hinterhergezogen.^[103]

Vereinzelt gibt es auch Fahrleitungsstrukturen, bei welchen sich Oberleitungsbus und Straßenbahn einen Fahrdrabt teilen (den Plusleiter), während der zweite Fahrdrabt (der Minusleiter) nur durch den Oberleitungsbus benützt wird. So beispielsweise in San Francisco. Voraussetzung dafür ist, dass entweder der Minusleiter etwas höher liegt als der Plusleiter damit er nicht vom Schleifbügel der Straßenbahn berührt wird oder die Straßenbahn nur mit Stangenstromabnehmern fährt.

Alternativ dazu wurde in Erfurt seinerzeit zwischen die beiden Richtungsfahrdrähte der Straßenbahnlinie 4 ein geerdeter Zusatzfahrdrabt für den Obus gespannt. Durch diese 2,5 Kilometer lange Sonderkonstruktion konnten die Erfurter O-Busse ihren Betriebshof an der heutigen Magdeburger Allee erreichen.^[104] Eine gleichartige Anlage, das heißt ebenfalls mit zusätzlichem Minusdraht, existierte in Berlin-Spandau. Dort konnten aus- und einrückende O-Busse in der Klosterstraße und in der Pichelsdorfer Straße die Fahrleitungen der Straßenbahn mitbenutzen.^[105] In Kiel wurde der Minusdraht seitlich zur eingleisigen Straßenbahnstrecke durch die Kaistraße und die Bahnhofstraße montiert. So konnte dieser Abschnitt gemeinsam mit der Straßenbahnlinie 7 benutzt werden.^[106]



San Francisco: der Stangenstromabnehmer der Straßenbahn liegt am Pluspol der Obusfahrleitung an, das heißt am linken Draht

Brno: Fortbewegung mittels Straßenbahnoberleitung anlässlich einer Fahrzeugparade

Zürich: wird auf eine Mitbenutzung der Straßenbahnoberleitung verzichtet, so verlaufen die Obusdrähte seitlich, das heißt abseits der Ideallinie

Doppeltraktionen

In der Sowjetunion beziehungsweise in ihren Nachfolgestaaten verkehren seit 1966 Doppeltraktionen bestehend aus jeweils zwei angetriebenen Solo-Obussen. Diese permanent miteinander gekuppelten Obus-Züge wurden aus drei verschiedenen Typen gebildet, zusammen existierten etwa 1250 Einheiten:

MTB-82D	Kiew ab 1966, Moskau ab 1970
Škoda 12 Tr	Kiew ab 1968, Sewastopol und Riga ab 1976, Tallinn ab 1981
SiU-9	Moskau ab 1972, Odessa ab den 1980er-Jahren, Almaty und Sankt Petersburg ab 1981, Nischni Nowgorod ab 1983, Altschewsk ab 1985, Samara, Omsk und Tschita ab 1986, Nowosibirsk, Donezk und Charkiw ab 1989, Cherson und Mykolajiw ab 1990, Togliatti, Kemerowo, Krasnodar und Tscheljabinsk ab 1991

In den meisten Städten wurde der Einsatz gekuppelter Obusse in den 1990er Jahren aufgegeben, in Krasnodar waren hingegen auch 2008 noch Doppeltraktionen im Einsatz.

Als Besonderheit sind bei diesen Doppeltraktionen aus fahrdynamischen Gründen nur die Stromabnehmer des hinteren Wagens angelegt. Das führende Fahrzeug bezieht seinen Fahrstrom aus einem Verbindungskabel zwischen den beiden Wagen. Die Sollwertgeber beider Obusse sind parallel geschaltet, die Lenkung des geführten Fahrzeugs erfolgt im Gegensatz dazu rein mechanisch. Die Züge besitzen jedoch keine Druckluft-Verbindung, die Bremsen des hinteren Wagens werden deshalb über Magnetventile elektrisch angesteuert. Scherengitter oder Seile zwischen den beiden Wagen verhindern, dass Passanten unbefugt die Kuppelstange übersteigen oder an den Haltestellen zwischen die Fahrzeuge gedrängt werden. Die für den Einsatz in Doppeltraktionen modifizierten Obusse können nicht einzeln eingesetzt werden, ähnlich den Zwillingstriebwagen bei der Straßenbahn. Unter anderem wurden bei den geführten Wagen in der Regel die Führerstandseinrichtungen entfernt.



SiU-9-Doppeltraktion in Krasnodar (2008)

Der Vorteil der Doppeltraktionen liegt in der höheren Beförderungskapazität gegenüber einem Gelenkfahrzeug sowie dem geringeren Personalbedarf gegenüber zwei einzeln fahrenden Wagen. Zudem wurden in der UdSSR von 1964 bis 1986 keine Gelenkbusse produziert, auch in den RGW-Partnerstaaten waren solche erst mit Beginn der 1980er-Jahre erhältlich. Im Gegenzug müssen die Gespanne aus Sicherheitsgründen jedoch mit gedrosselter Geschwindigkeit verkehren, unter anderem weil bei einer etwaigen Zugtrennung keine Zwangsbremung erfolgen kann.

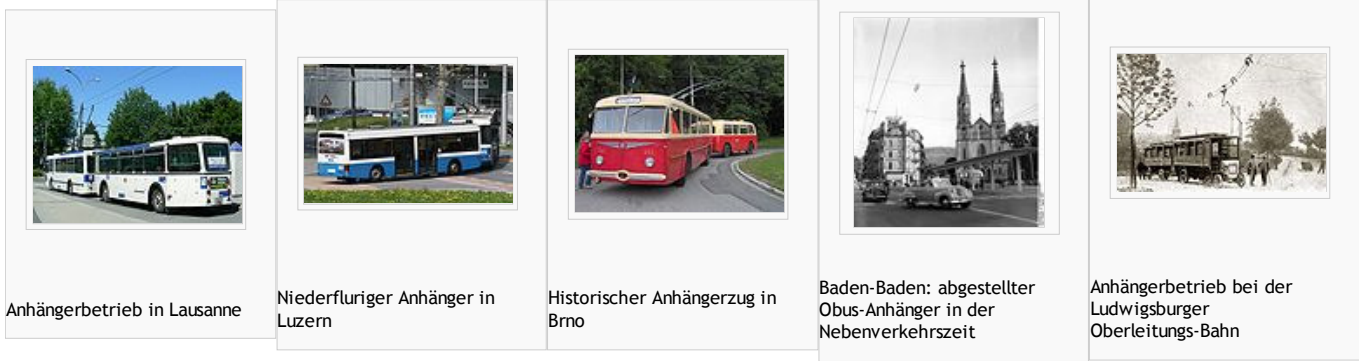
Außerhalb der ehemaligen Sowjetunion verkehrten nur in der bulgarischen Hauptstadt Sofia kurzzeitig drei solcher Obus-Doppeltraktionen. Diesbezügliche Testreihen führte man darüber hinaus in Hradec Králové mit einem Škoda 14 Tr-Zug durch.

Anhängerbetrieb

In den beiden Schweizer Städten Luzern und Lausanne werden bis heute Busanhänger hinter Trolleybussen verwendet. Die Verkehrsbetriebe Luzern setzen 16 Niederfluranhänger ein, die Verkehrsgesellschaft Transports publics de la région Lausannoise besitzt 54 Anhänger, davon sind 31 niederflurig. Die Anhänger erlauben einen wirtschaftlicheren Betrieb, weil sie - im Gegensatz zu Gelenkwagen - bedarfsgerecht eingesetzt werden können, das heißt nur in den Hauptverkehrszeiten. Ferner ist die Gesamtkapazität eines solchen Gespanns höher als bei einem Gelenkwagen. Außerdem wird auf diese Weise auch im Zusammenspiel mit älteren Hochflur-Obussen ein barrierefreier Einstieg gewährleistet.

Beiwagen waren sowohl bei Oberleitungsbusen als auch bei Dieselbussen bis in die 1960er-Jahre in vielen Staaten verbreitet. Manche Verkehrsunternehmen verwendeten die gleichen Fahrzeuge mal hinter O-Bussen und mal hinter Dieselbussen. Später gab man den Anhängerbetrieb zugunsten von Gelenkfahrzeugen auf. Teilweise ist die Personenbeförderung mit Anhängern auch gesetzlich verboten, so beispielsweise in Westdeutschland gemäß der StVZO seit dem 1. Juli 1960. In der DDR hingegen waren sie bis zuletzt erlaubt, wenngleich der letzte schon 1985 in Eberswalde verkehrte.

Die Anhänger werden analog zur Straßenbahn manchmal auch als Beiwagen bezeichnet, im Gegensatz dazu nannte man die eigentlichen O-Busse früher oft Triebwagen oder Motorwagen. Zusammen bildete ein solches Gespann einen sogenannten Obus-Zug. Bei den Rheintalischen Verkehrsbetrieben verkehrten bis 1977 sogar Dreiwagenzüge, bestehend aus einem Trolleybus, einem Beiwagen und einem einachsigen Gepäckanhänger.^[107]



Anhängerbetrieb in Lausanne

Niederfluriger Anhänger in Luzern

Historischer Anhängerzug in Brno

Baden-Baden: abgestellter Obus-Anhänger in der Nebenverkehrszeit

Anhängerbetrieb bei der Ludwigsburger Oberleitungs-Bahn

Doppeldecker

Eine weitere Möglichkeit der Kapazitätssteigerung sind doppelstöckige Oberleitungsbusse, zur Zeit verkehren solche jedoch nirgendwo auf der Welt. Sie waren in erster Linie eine großbritannische Spezialität, insbesondere die Fahrzeuge der Associated Equipment Company die auf dem berühmten Londoner Routemaster basierten. Der erste Doppeldecker-Obus verkehrte bereits 1914 in Hove. Hierbei handelte es sich um ein Exemplar mit offenem Oberdeck - fachlich korrekt Decksitzwagen genannt - und Stromabnahme per Kontaktwägelchen. Später verkehrten in Bournemouth und Hastings auch Decksitzwagen mit Stangenstromabnehmern, diese waren auf einer speziellen Dachkonstruktion befestigt. Außerhalb Großbritanniens konnte man doppelstöckige O-Busse nur sehr selten antreffen, weitere Einsatzstädte waren:

- Moskau - dort verkehrten zehn 1938/39 produzierte Wagen des Typs YaTB-3
- Hamburg - dort verkehrten fünf 1953 produzierte Wagen des Typs 562 DD
- Porto - dort verkehrten sechszwanzig 1958 bei British United Traction (BUT) produzierte Wagen

In gewisser Weise problematisch ist bei dieser Bauform der geringe Abstand zwischen Fahrzeugdach und Oberleitung, er erfordert speziell entwickelte Stromabnehmer. Ferner die maximale Höhe - inklusive Stromabnehmern - gemäß dem Lichtraumprofil der Straßenverkehrsordnung. Danach sind für Fahrzeuge höher als 4,0 Meter Ausnahmegenehmigungen erforderlich. Eine Sonderform doppelstöckiger Oberleitungsbusse waren die 30 Anderthalbdecker der Hersteller Ludwig und Vetter, sie wurden für Aachen, Hildesheim, Osnabrück und Wuppertal produziert. Ferner der ES6, ein in der DDR entwickelter Prototyp eines doppelstöckigen Sattelzugoberleitungsbusse.

In jüngerer Zeit testete die Verkehrsgesellschaft Citybus in Hongkong einen doppelstöckigen Oberleitungsbus auf Basis des Typs Dennis Dragon. Der Versuchsbetrieb fand ohne Fahrgäste auf einer Teststrecke im Betriebshof in Wong Chuk Hang statt und dauerte von 2001 bis 2004.^[108]



1914: ein früher Obus-Decksitzwagen in Hove

Typische britische Doppeldecker im Black Country Living Museum

Decksitzwagen aus Bournemouth im East Anglia Transport Museum

Doppeldecker aus Porto und Anderthalbdecker aus Aachen im Trolleybus Museum Sandtoft

Ein Doppeldecker des Typs YaTB-3 in Moskau, Ende der 1930er-Jahre

Spurgeführte Oberleitungsbusse

→ *Hauptartikel Spurbus*

Spurgeführte O-Busse sind mit einer automatischen Spurführung ausgerüstet und können daher auf einer vom allgemeinen Straßenverkehr abgetrennten Sondertrasse fahren, beispielsweise in engen U-Bahn-Tunnelstrecken. Ferner ermöglichen sie den reibungslosen Einsatz längerer Einheiten, darunter mehrgliedrige Gelenkwagen beziehungsweise Mehrfachtraktionen.

Vorreiter war hier die Firma Daimler-Benz, sie unterhielt bereits Anfang der 1980er-Jahre bei Rastatt unter Ausschluss der Öffentlichkeit eine elektrifizierte Spurbus-Versuchsanlage. Dort verkehrten auf gleicher Strecke sowohl reguläre Einrichtungen-Oberleitungsbusse mit zwei Stromabnehmerstangen, als auch ein Zweirichtungs-Versuchsfahrzeug mit Straßenbahn-typischen Einholmstromabnehmern. Bei letzterem Wagen floss Rückstrom über die seitliche Spurführung ab. Die zweipolige Hochketten-Oberleitung war höhenversetzt ausgeführt, der Einholmstromabnehmer des Zweirichtungsfahrzeugs berührte somit den Minusdraht der Einrichtungsfahrzeuge nicht. Ferner war dieses Zweirichtungs-Versuchsfahrzeug der weltweit erste Doppelgelenk-Oberleitungsbus. Der 24 Meter lange Wagen mit frei schwebendem Mittelteil wurde als Typ O 305 GG bezeichnet, er basierte auf dem einfachen Gelenkbus O 305 G.^[109]

Auf die Rastatter Versuche aufbauend verkehrten dann ab Mai 1983 in Essen zunächst zwei spurgeführte Duo-Busse. Ab 1986 erweiterte man diesen Betrieb zu einem Großversuch im planmäßigen Fahrgastbetrieb, hierzu beschaffte man 18 weitere Duo-Busse. Das Essener Konzept bewährte sich jedoch nicht, der elektrische Betrieb wurde im September 1995 aufgegeben. Spurgeführte Dieselbusse werden in Essen jedoch bis heute eingesetzt.

Einige Jahre später wurde die Idee spurgeführter und mehrteiliger Oberleitungsbusse in Frankreich wieder aufgegriffen und modifiziert, jetzt allerdings mit mittiger statt seitlicher Spurführung. Maßgeblich hierfür waren die Firmen Bombardier mit dem System *Transport sur Voie Réservée* (TVR) und in Konkurrenz dazu Lohr Industrie mit dem System *Translohr*. Derartige Systeme werden aktuell bei der Tramway de Nancy (seit 2001), bei der Tramway de Caen (seit 2002), bei der Tramway de Clermont-Ferrand (seit 2006), in Tianjin (seit 2006), in Padua (seit 2007) und in Shanghai (seit Juli 2009) angewandt. Weitere Systeme befinden sich in L'Aquila und in Mestre im Aufbau.

Ähnlich wie das Daimler-Benz-Versuchsfahrzeug O 305 GG auf der Rastatter Versuchsanlage verkehren auch die TVR- und Translohr-Obusse - ausgenommen in Nancy - ausschließlich spurgeführt. Es kommen dabei ebenfalls einpolige Oberleitungen und Einholmstromabnehmer zur Anwendung, der Rückstrom fließt in die mittige Führungsschiene. Die Definition dieser Systeme als Oberleitungsbus ist jedoch umstritten, insbesondere gilt dies für das System Translohr. Vielfach werden sie deshalb auch als *Straßenbahn auf Gummirädern* klassifiziert. Die französische Originalbezeichnung dafür lautet *tramway sur pneumatiques*, in der Schweiz spricht man von einer **Pneu-Tram^{BKL}**.

	TVR in Nancy	TVR in Caen	Translohr
Spurführung	partiell	durchgehend (außer Zufahrt zum Depot)	durchgehend
Oberleitung	zweipolig	einpolig	einpolig
Rückstrom über Führungsschiene	nein	ja	ja

Stromabnehmer	zwei Stangen	Einholm	Einholm
Betriebsform	Einrichtungswagen	Einrichtungswagen	Zweirichtungswagen
Gliederung	dreiteilig	dreiteilig	drei- bis sechsteilig
Portallaufwerk	nein	nein	ja
Mehrfachtraktion möglich	nein	nein	ja, Doppeltraktion
Kraftfahrzeugkennzeichen	ja	ja	nein
Hilfsantrieb	Diesel	Diesel	Batterie
Einsatz ohne Führungsschiene	ja, frei lenkbar (mit Oberleitung oder Hilfsantrieb)	ja, frei lenkbar (nur mit Hilfsantrieb)	nein, nicht frei lenkbar

Ebenfalls spurgeführt verkehrt der 2008 eröffnete Oberleitungsbus Castellón de la Plana; dort kommt jedoch ein optisches System in Form von auf die Fahrbahn aufgemalten Leitlinien zur Anwendung. Diese werden von einer Kamera über der Frontscheibe der Wagen gescannt, das Prinzip wird unter der Bezeichnung CiVis vermarktet.

				
Tramway de Nancy: Spurführung in der Innenstadt...	...und Betrieb ohne Führungsschiene in den Außenbezirken	Die Tramway de Caen verkehrt dagegen ausschließlich spurgeführt	System Translohr in Clermont-Ferrand, ebenso ausschließlich spurgeführt	Translohr-Gleiswechsel, die Reifenspuren sind deutlich zu erkennen

Doppelgelenkwagen ohne Spurführung

Auf der Basis konventioneller Doppelgelenkbusse entstanden vereinzelt auch dreiteilige Oberleitungsbusse ohne Spurführung. Wichtigster Vertreter dieser Gattung ist die Schweizer Hess-Vossloh Kiepe lighTram, insgesamt 37 Wagen dieses Typs verkehren aktuell in Genf, Luzern, St. Gallen und Zürich. Zwei diesbezügliche Versuchsfahrzeuge auf Basis älterer Hochflur-Gelenktrolleys existierten zuvor bereits in St. Gallen und Genf. Größter Vorteil dieses Konzepts ist die höhere Kapazität bei gleichbleibendem Personalbedarf, Investitionen in die Spurführung entfallen. Problematisch ist bei Doppelgelenkwagen ohne Spurführung hingegen die Wendigkeit und die Länge der Fahrzeuge, für den planmäßigen Einsatz mussten beispielsweise in Zürich einzelne Haltestellen umgebaut werden.

Zuvor testete bereits die Verkehrsgesellschaft RATB in der rumänischen Hauptstadt București einen Doppelgelenk-Obus, hierbei handelte es sich um den Anfang der 1990er-Jahre gebauten Prototyp mit der Betriebsnummer 7091.^[10] Entsprechende Pläne der Firma Škoda - die Arbeitstitel dieser Projektstudien lauteten 19 Tr, 20 Tr und 23 Tr - wurden hingegen bisher nicht verwirklicht.




Tunnelstrecken

In manchen Städten verkehren Oberleitungsbusse im Tunnel, ähnlich einer U-Bahn beziehungsweise Unterpflasterstraßenbahn. Von Vorteil ist hierbei insbesondere der abgasfreie Betrieb im Vergleich zu Dieselmotoren. So beispielsweise bei der Essener Verkehrs-AG, bei welcher die Duo-Busse auf den beiden CityExpress-Linien 45 und 47 vom 9. November 1991 bis 1995 spurgeführt durch die unterirdische Ost-West-Spange verkehrten und dort auch die vier Zwischenhaltestellen bedienten. Der Gleiskörper war entsprechend mit Holzbohlen ausgestattet. Das System erwies sich jedoch als anfällig für Betriebsstörungen, immer wieder übertrugen sich die durch die Belastung der Bohlen hervorgerufenen Schwingungen auf die Stromabnehmer. Dies wiederum führte zum Abreißen der Fahrdrabt-Aufhängungen, damit war der Tunnel auch für die dort verkehrenden Bahnen unpassierbar.^[11]

In Boston befährt die sogenannte *Silver Line* - die einzige Busway-Linie der Massachusetts Bay Transportation Authority (MBTA) - im Vorort Cambridge ebenfalls eine unterirdische Strecke. Bei diesem sogenannten *Harvard Bus Tunnel* handelt es sich um einen ehemaligen Straßenbahntunnel, er wird heute gemeinsam von O-Bussen und Dieselmotoren befahren.

Und auch in Seattle existierte von 1990 bis 2005 eine 2,1 Kilometer lange Obus-Tunnelstrecke, *Downtown Seattle Transit Tunnel* genannt. Dieser wird aktuell nur noch von Dieselmotoren und Stadtbahnen passiert. Im Gegensatz zum Essener Spurbus-Tunnel setzte man in Seattle jedoch auf Rillenschienen die eine geschlossene Fahrbahndecke für die O-Busse ermöglichten.

Ferner verkehren die einzigen beiden japanischen Obus-Linien unterirdisch - der Kanden Tunnel Trolleybus teilweise und der Tateyama Tunnel Trolleybus komplett. Bei letzteren beiden Strecken handelt es sich allerdings um bergmännisch aufgefahrene Tunnel im Gebirge.

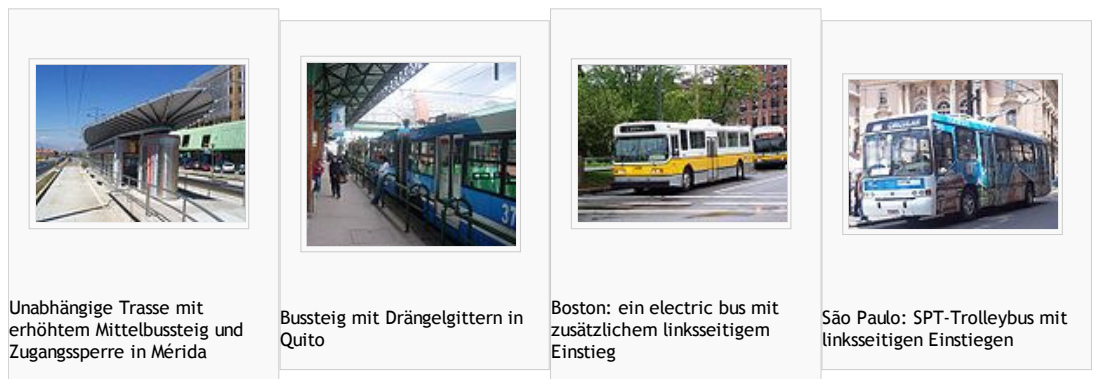
				
Boston: ein Obus im <i>Harvard Bus Tunnel</i>	2004 verkehrten durch den <i>Downtown Seattle Transit Tunnel</i> noch O-Busse	Kurobe-Talsperre: drei O-Busse in der unterirdischen Endstation	Signalisierte Ausweiche beim Tateyama Tunnel Trolleybus	Essen: an diesem Bahnsteig hielten früher auch O-Busse

Bussteige

Einige Obus-Betriebe setzen auf erhöhte Bussteige, diese ermöglichen - analog zu den Hochbahnsteigen im Schienenverkehr - einen barrierefreien Einstieg. Der Einstieg in die Wagen erfolgt somit ähnlich wie bei einer Stadtbahn stufenlos. So beispielsweise beim Oberleitungsbus Quito sowie beim Trolleybus in Mérida, beide Systeme verwenden ausschließlich erhöhte Bussteige. Auch beim im Aufbau befindlichen System in Barquisimeto wird dies der Fall sein. Da es sich dabei teilweise auch um Mittelbussteige handelt, verkehren die Trolleybusse dort abschnittsweise entgegen der üblichen Fahrordnung im Linksverkehr, allerdings auf einer eigenen Sonderspur und somit unabhängig

vom übrigen Straßenverkehr. Ferner verfügen die Haltestellen bei diesen drei südamerikanischen Systemen über spezielle Zugangssperren.

Darüber hinaus bedienten früher auch die O-Busse der SPT in São Paulo und der EVAG in Essen vereinzelt erhöhte Mittelbussteige, bei der MBTA in Boston ist dies bis heute der Fall. Hierzu besaß beziehungsweise besitzt ein Teil der Wagen in diesen drei Städten zusätzliche linksseitige Einstiege ohne Trittstufen.



Einspurige Strecken

Bei modernen Obus-Systemen steht jeder Fahrtrichtung eine Oberleitung zur Verfügung. In den Anfangsjahren dieses Verkehrsmittels war hingegen oft nur eine Oberleitung für beide Fahrtrichtungen üblich. Begegneten sich zwei Kurse, musste einer von ihnen die Stromabnehmerstangen abziehen. Auf manchen wenig frequentierten Außenästen - in der Regel Überlandabschnitte - waren einspurige Strecken noch in jüngerer Zeit anzutreffen, beispielsweise im tschechischen Hradec Králové bis Mitte der 1990er-Jahre.^[75] Die letzte einspurige Obus-Strecke Deutschlands war Teil des Zwickauer Netzes und führte von Lichtentanne nach Stenn. Sie wurde 1977 gemeinsam mit dem restlichen Zwickauer Obusverkehr aufgelassen. Die letzte einspurige Strecke in der Schweiz führte - ebenfalls bis 1977 - von Heerbrugg nach Berneck.

Rollenstromabnehmer

In den 1930er-Jahren experimentierte die Firma Siemens in Deutschland mit den von der Straßenbahn bekannten Dickinson-Rollenstromabnehmern statt der beim Obus allgemein üblichen Schleifschuhe. Allerdings modifizierte man das Prinzip etwas, zwischen Rollenkopf und Stromabnehmerstange war außer einer zweiten Isolation ein federndes Verbindungsglied montiert. Es diente dazu, auf die Rolle wirkende Stöße abzufangen.^[112]

Diese Versuche fanden unter anderem in Berlin und auf der Überlandlinie von Mettmann nach Gruiten statt. Das Rollenstromabnehmer-Prinzip bewährte sich jedoch beim Obus nicht, die Kontaktrollen führten zu einer starken Lichtbogenbildung und damit fallweise zum Abbrand der Kupferoberleitung. Im Gegensatz dazu ermöglichen die bewährten Schleifschuhe eine größere Kontaktfläche und somit eine geringere Stromdichte und Funkenbildung.^[27]

Geschichte

Ausgangslage und Vorgeschichte

Die fortschreitende Industrialisierung machte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Entwicklung alternativer und leistungsfähigerer Verkehrsmittel notwendig. Die Dampftraktion, - das heißt Dampflokomotive, Dampfstraßenbahn, Dampfomnibus oder Dampfwagen - sowie das Pferd - das heißt Pferdebahn, Pferdeomnibus, Pferdekutsche oder Pferdekarren - galten bereits damals als nicht mehr zeitgemäß. Besonders dringend benötigt wurden neue Verkehrsmittel für Relationen auf welchen eine Eisenbahn oder Straßenbahn auf Grund des geringen Transportaufkommens bei vergleichsweise hohen Investitionskosten nicht rentabel war, wo aber dennoch leistungsfähigere Verkehrsmittel benötigt wurden. Das fortschreitende Wachstum der Städte spielte eine ebenso entscheidende Rolle.

Um die Jahrhundertwende und zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde der elektrische Antrieb trotz der damit verbundenen Probleme als besonders attraktiv empfunden, da die Leistungsfähigkeit der damaligen Verbrennungsmotoren im Omnibus vergleichsweise gering war. Typischerweise wurden daher später vorwiegend steigungsreiche Strecken elektrifiziert, die gewöhnliche Omnibusse vor enorme Probleme stellten.

Erste Überlegungen der Gebrüder Siemens

Bereits früh beschäftigte sich Werner Siemens mit dem Gedanken an elektrisch betriebene Straßenfahrzeuge. Schon 1847, dem Gründungsjahr der Firma Siemens & Halske, erwähnte er in einem Brief den Wunsch:^[113]

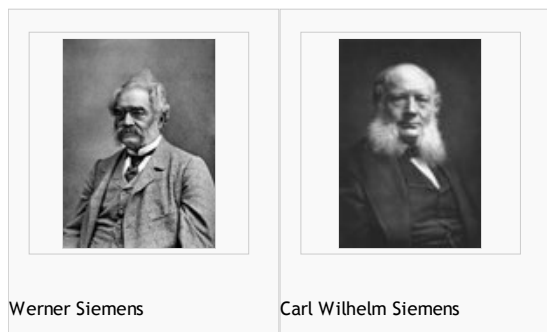
„Wenn ich mal Muße und Geld habe, will ich mir eine elektromagnetische Droschke bauen, die mich gewiss nicht im Dreck sitzen lässt...“

- WERNER SIEMENS, 1847

Bei der Entwicklung des neuen Systems stand Werner Siemens in engem Kontakt mit seinem nach England ausgewanderten Bruder Carl Wilhelm Siemens, auch er beschäftigte sich mit dieser Idee. 1880 schrieb Carl Wilhelm Siemens:^[114]

„Another arrangement by which an ordinary omnibus might be run upon the street would have a suspender thrown at intervals from one side of the street to the other, and two wires hanging from these suspenders; allowing contact-rollers to run on these two wires, the current could be conveyed to the tram-car, and back again to the dynamo machine at the station, without the necessity of running upon rails at all.“

- CARL WILHELM SIEMENS, 1880



Die Anfänge

Versuchsbetrieb in Halensee bei Berlin (1882)

→ *Hauptartikel Elektromote*

Nur ein Jahr nach der Vorstellung der ersten elektrischen Straßenbahn der Welt präsentierte Werner Siemens beziehungsweise die Firma Siemens & Halske - ebenfalls bei Berlin - eine elektrisch betriebene Wagonette. Das System wurde als *Elektromote* bezeichnet und gilt als erster Obus-Vorläufer der Welt. Die 540 Meter lange Elektromote-Versuchsstrecke in Halensee bei Berlin wurde am 29. April 1882 eröffnet und schon am 20. Juni 1882 wieder eingestellt. Das Elektromote ist damit älter als der erste kraftstoffbetriebene Omnibus der Welt, dieser wurde erst 1895 von Carl Benz gebaut.

Beim Elektromote wurde der Strom der zweipoligen Oberleitung durch einen achtradrigen Kontaktwagen entnommen, der auf den Fahrleitungsdrähten fuhr und hinter dem Fahrzeug hergezogen wurde. Das Elektromote hatte zwei Elektromotoren mit je 2,2 Kilowatt Leistung, die über ein Kettengetriebe auf die Hinterräder wirkten. Der Wagen wurde mit 550 Volt Gleichstrom betrieben und hatte stahlbereifte Holzräder. Das System erwies sich zwar prinzipiell als geeignet, wurde jedoch auf Grund der damals allgemein schlechten Straßenverhältnisse, die einen ruhigen Lauf des Stromabnehmers verhinderten, nicht weiter entwickelt.



Das Elektromote verkehrte 1882 nordöstlich des Bahnhofs Halensee

Frühe Versuchsbetriebe in den Vereinigten Staaten (1887)

Während die Idee eines Oberleitungsbusses in Deutschland für knapp 20 Jahre in der Versenkung verschwand, wurde sie in den USA aufgegriffen und weiterentwickelt. 1887 existierten zwei Versuchsbetriebe im Bundesstaat Massachusetts zum einen in Boston und zum anderen beim Nantasket Beach. 1889 ließ sich schließlich Harvey D. Dibble ein vierrädriges Kontaktwägelchen auf Basis des Elektromote patentieren, hierzu bestand ein Versuchsbetrieb in Hill City, South Dakota.

Eine weitere Obus-Anlage errichtete der amerikanische Obus-Pionier Willis G. Caffrey 1898 in Reno, Nevada. Er experimentierte mit einem weit unterhalb des Kontaktwägelchens angebrachtem Gewicht, dieses diente der Erhöhung der Stabilität und sollte einen möglichst ruhigen Lauf des Stromabnehmers gewährleisten.^[80]

Es blieb jedoch zunächst bei diesen Versuchsanlagen; für den Einsatz im regulären Fahrgastbetrieb war die Zeit auch in den USA damals noch nicht reif. Generell ist über diese US-amerikanischen Versuchsbetriebe der 1880er-Jahre nur sehr wenig überliefert.

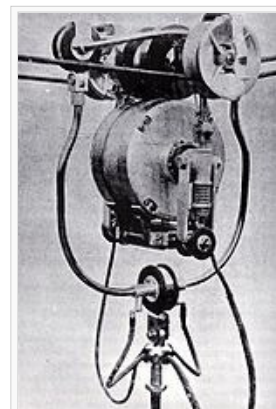


1889 in Hill City (South Dakota): Versuchs-Obus nach dem Patent von Harvey D. Dibble

Ein weiterer früher Versuchsbetrieb mit einer "elektrischen Kutsche", Aufnahmeort unbekannt

Das System Lombard-Guérin (1899)

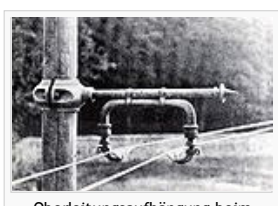
Die französischen Ingenieure Lombard und Guérin - nach anderen Quellen Génin geschrieben - stellten 1899 das nach ihnen benannte System *Lombard-Guérin* vor. Hierbei fuhr ein elektrisch angetriebener Stromabnehmerwagen synchron auf der Fahrleitung vor dem Wagen her, wodurch das zehn Meter lange Übertragungskabel - anders als bei den bisher bekannten Schleppkabeln - vom mechanischem Zug entlastet wurde. Der Kontaktwagen selbst war 18 Kilogramm schwer und wurde mit Drehstrom betrieben. Seine Antriebsenergie erhielt er dabei nicht direkt per Kontakt aus der Fahrleitung, sondern mittels elektromagnetischer Induktion von den Antriebsmotoren des Wagens. Dazu waren sechs beziehungsweise sieben Leitungen im Verbindungskabel nötig. Der für den Kontaktwagen benötigte Drehstrom wurde aus dem Wechselstromkreis eines der Reihenschlussmotoren erzeugt und war somit von der Fahrgeschwindigkeit abhängig. Außerdem besaß das Wägelchen eine eigene Bremse die über einen Kontakt am Fahrschalter betätigt wurde, dadurch war auch an Steigungen beziehungsweise Gefällstrecken ein synchroner Betrieb möglich. Der Abstand zwischen den beiden Fahrleitungsdrähten betrug beim System Lombard-Guérin 30 Zentimeter, die Oberleitung wurde an sieben Meter hohen Masten aufgehängt. Die beiden Drähte aus hartgezogenem Kupfer hatten einen Durchmesser von jeweils 8,25 Millimeter.^{[80][119][116]}



Der angetriebene Kontaktwagen mit dem Drehstrommotor



Weltausstellung 1900: die ersten O-Busse im Fahrgastbetrieb



Oberleitungsaufhängung beim System Lombard-Guérin

Erstmals angewandt wurde das System auf einer 900 Meter langen Versuchsstrecke im 15. Pariser Arrondissement auf dem *Quai d'Issy-les-Moulineaux* entlang der Seine. Vom 15. April 1900 bis zum 12. November 1900 präsentierten Lombard und Guérin ihr System auf der Weltausstellung in Saint-Mandé bei Paris einer breiten Öffentlichkeit. Die Pilotstrecke der *Compagnie de Traction par Trolley Automoteur* führte durch das Ausstellungsgelände im Bois de Vincennes, sie verband die Métro-Station *Porte de Vincennes* mit dem *Lac Daumesnil* und war 2,5 Kilometer lang. Diese Anlage war der weltweit erste Oberleitungsbus im regelmäßigen Linienbetrieb mit Fahrgästen. Auf ihr verkehrten fünf Wagen. Für ihre Erfindung erhielten Lombard und Guérin von der Ausstellungsjury der Pariser Weltausstellung eine Goldmedaille verliehen.^[117]

Nach dem Ende der Weltausstellung wurde die Anlage auf der Schweizer Seite des Genfer Sees wieder aufgebaut, wo sie ab dem 17. Dezember 1900 das Hotel Byron in Villeneuve mit dem Schloss Chillon verband. Dies war die erste Obus-Anlage in der Schweiz. Bald darauf wurde außerdem mit der Gleislosen Bahn Eberswalde am 22. März 1901 auch in Deutschland eine Lombard-Guérin-Anlage eröffnet. Der Betrieb musste jedoch schon nach drei Monaten wieder eingestellt werden, weil die Straßen zu schlecht waren und die Räder - sie besaßen zunächst eine Hartgummibereifung und wurden später auf Eisenbereifung umgestellt - deshalb zu schnell verschlissen. Auch der O-Bus-Betrieb von Villeneuve zum Schloss Chillon hatte keinen langen Bestand, er wurde bereits 1903 durch eine Straßenbahn ersetzt.

Weitere Betriebe nach dem System Lombard-Guérin bestanden in Fontainebleau (acht Kilometer lange Überlandlinie nach Samois-sur-Seine, 1901 bis 1913), in Kopenhagen (1902), in Montauban (1903 bis 1904), in Marseille (Überlandlinie zwischen dem Stadtteil La Rose und dem Vorort Allauch, 1903 bis 1905) und in Saint-Malo (1906 bis 1907).

Das System Schiemann (1901)

→ Hauptartikel *Gesellschaft für gleislose Bahnen Max Schiemann & Co.*

In Deutschland hatte insbesondere der sächsische Ingenieur Max Schiemann (1866-1933) und seine Gesellschaft für gleislose Bahnen Max Schiemann & Co. Pionierbedeutung für die weitere Entwicklung des Oberleitungsbusses. Schiemann gelang es, das bei der Stromabnahme relativ sichere und bis in die Gegenwart gebräuchliche Kontaktstangen-System bei O-Bussen einzuführen. Hierbei bediente er sich einer Erfindung des Amerikaners Frank Julian Sprague, der diese sogenannten Stangen- oder Rollenstromabnehmer erstmals 1889 bei einer Straßenbahn verwendete. Sie wurden durch Federkraft an die Leitung gepresst und besaßen an ihrem Ende eine Kontaktrolle.

Jedoch ersetzte Schiemann die Kontaktrolle durch die bis heute verwendeten Schleifschuhe. Zudem passte er das Prinzip an die Bedürfnisse straßengebundener Fahrzeuge an und stattete die Stangenstromabnehmer mit beweglichen Köpfen aus. Sie gestatteten es den Fahrzeugen nach beiden Seiten von der durch die Oberleitung bedingten Ideallinie abzuweichen. Der Aktionsradius der Wagen war damit zwar deutlich geringer als bei den Systemen mit Kontaktwägelchen, angesichts der damals üblichen schmalen Straßen wirkte sich dies jedoch kaum aus.

Außerdem experimentierte Schiemann 1902 mit einem Zweirichtungsfahrzeug das wie eine klassische Straßenbahn aufgebaut war. Der Wagen hatte an beiden Enden einen Führerstand mit Fahrschalter und abnehmbarem Lenkrad, gelenkt wurde es mittels zweier Drehschemel. Hierbei handelte es sich um einen Vorführwagen für die italienische *Società Anonima Elettrica Alta Italia*, es wurde im Hinblick auf die Turiner Gewerbeausstellung gebaut. Zuvor wurde es bei den Teltower Kreisbahnen getestet.^[118]

Im Gegensatz zum heutigen Prinzip waren die beiden Stromabnehmerstangen bei Schiemann hintereinander statt nebeneinander angeordnet, ferner waren sie unterschiedlich lang. Dadurch war es den Fahrzeugen möglich, an jeder beliebigen Stelle ohne fremde Hilfe beziehungsweise ohne die Errichtung von Wendeanlagen umzukehren. Die beiden Drähte waren bei Schiemann 50 Zentimeter voneinander entfernt.

Die erste O-Bus-Linie nach dem System Schiemann war die zunächst 2,5 Kilometer lange Bielatalbahn in der Sächsischen Schweiz. Sie wurde am 10. Juli 1901 eröffnet und wie damals üblich als *Gleislose Bahn* bezeichnet. Insgesamt errichtete Schiemann acht Gleislose Bahnen mit Personenverkehr, drei von ihnen wurden zusätzlich auch im Güterverkehr betrieben:

Betrieb	Land	Länge	Spannung	Eröffnung	Einstellung	Bemerkung
Bielatalbahn	Deutschland	4,4 km	500 V	1901	1904	auch Güterverkehr
Veischedetabahn	Deutschland	8,0 km	600 V	1904	1916	auch Güterverkehr
Gleislose Bahn Monheim-Langendorf	Deutschland	4,5 km	-	1904	1908	auch Güterverkehr
Elektrische gleislose Bahn Ahrweiler	Deutschland	5,3 km	550 V	1906	1917	
Gleislose Stadtbahn Mülhausen	Deutschland (heute Frankreich)	3,3 km	-	1908	1918	Einstangensystem
Pirano-Portorose	Italien (heute Slowenien)	5,2 km	500 V	1909	1912	Einstangensystem
Drammens Elektriske Bane	Norwegen	6,5 km	600 V	1909	1967	Einstangensystem
Gleislose Bahn Blankenese-Marienhöhe	Deutschland	2 km	440 V	1911	1914	Einstangensystem



Die 1901 eröffnete Bielatalbahn war die erste Obuslinie Schiemanns. Gut erkennbar die hintereinander angeordneten Stangen unterschiedlicher Länge

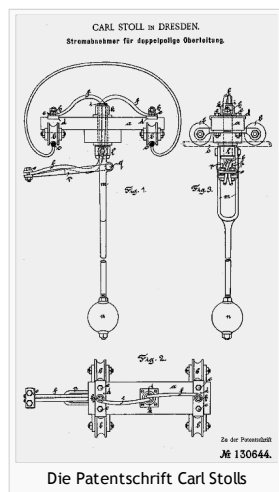


1902: der Zweirichtungswagen bei den Teltower Kreisbahnen

Das System Stoll (1901)



1903: die Haide-Bahn war die erste Obus-Anlage Stolls

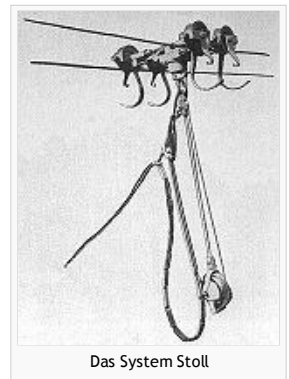


Die Patentschrift Carl Stolls

Der Dresdner Unternehmer (*Dresdner Wagenbauanstalt Carl Stoll*) und Konstrukteur Carl Stoll (1846-1907) entwickelte wiederum das vom Amerikaner Willis G. Caffrey erfundene Prinzip mit dem unter dem Kontaktwägelchen angebrachten Gewicht weiter. Er perfektionierte diese Idee und meldete dafür am 9. April 1901 ein Patent an.^[119]

Das Kontaktwägelchen wurde bei Stoll nicht angetrieben, sondern - wie seinerzeit beim Elektromotor oder den amerikanischen Versuchsanlagen - mittels des elektrischen Kabels nachgeschleppt. Das Wägelchen lief auf zwei 30 Zentimeter voneinander entfernt liegenden Fahrdrähten. Um einen ruhigen Lauf zu sichern, war im Schwerpunkt eine 60 Zentimeter lange Stange angebracht, an deren unterem Ende sich eine Stahlkugel befand.

Für die Stromabnahme besaßen die Fahrzeuge an der linken Ecke des Führerstandes eine Stange, durch welche die Kabel vom Stromabnehmer zum Wagen geführt wurden. Begegneten sich zwei Fahrzeuge auf der Strecke, so wurden während eines kurzen Haltes die Zuleitungen der Kontaktpaare ausgetauscht.^[119] Dadurch konnten überall Wagenbegegnungen stattfinden, obwohl nur eine Oberleitung für beide Fahrrichtungen vorhanden war. Ferner konnten die Fahrzeuge beim System Stoll zwischen vier und sechs Meter von der Ideallinie der Oberleitung abweichen, somit deutlich weiter als beim konkurrierenden System Schiemann.^[80] Sie konnten dadurch auf normal



Das System Stoll

breiten Straßen wie gewöhnliche Fuhrwerke ausweichen.

Bezüglich der elektrischen Ausrüstung seiner Fahrzeuge kooperierte Stoll mit der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft (AEG); die Firma stand damit in direkter Konkurrenz zur Firma Siemens (die wiederum mit ihrem ehemaligen Mitarbeiter Schiemann zusammen arbeitete). Eine Besonderheit der Stoll-Fahrzeuge war der Aufbau nach dem Prinzip eines Sattelschleppers, sie verfügten alle über eine zweiachsige Antriebseinheit auf welche ein einachsiger Nachläufer aufgesetzt wurde. Letztendlich konnte sich das Stoll'sche Konzept jedoch nicht bewähren, insbesondere das Sattelschlepper-Prinzip erwies sich als wenig praktikabel. Letztendlich wurden nur vier Linien nach dem System Stoll betrieben - alle vier mussten den Betrieb schon nach kurzer Zeit wieder einstellen:

Betrieb	Land	Länge	Wagen	Eröffnung	Einstellung
Dresdner Haide-Bahn	Deutschland	5,2 km	6	1903	1904
Gleislose Bahn Poprad-Ótátrafüred	Ungarn (heute Slowakei)	13,8 km	3	1904	1906
Gleislose Bahn Hermannstadt	Ungarn (heute Rumänien)	2,3 km	4	1904	1904
Gleislose Bahn Niederschöneweide-Johannisthal	Deutschland	1,5 km	2	1904	1905



Konstrukteur Carl Stoll (1846-1907)

Am 29. Dezember 1903 kündigte die AEG, der Hauptpartner von Stoll, ihren Vertrag mit dem Dresdner Unternehmer. Die knapp ein Jahr später eröffnete Strecke Niederschöneweide-Johannisthal wurde daraufhin von der AEG in Eigenregie betrieben. Nachdem außerdem die russische Regierung in Folge des verlorenen Kriegs gegen Japan ihre Pläne für den Bau einer solchen Bahn in Sankt Petersburg fallen ließ, geriet das Unternehmen in finanzielle Bedrängnis. Der durch den Misserfolg ruinierte Unternehmer beging 1907 Selbstmord. Sein Sohn Hans-Ludwig Stoll übernahm den väterlichen Betrieb und verlegte ihn noch im selben Jahr von Dresden nach Wien, dort war er noch bis 1914 als Erbauer von O-Bus-Anlagen tätig.^[120]

Das System Nithard (1901)

Technisch weitgehend identisch mit dem System Schiemann was das *System Nithard*, benannt nach seinem Erfinder *Charles Nithard* (1868-1946) aus Riedisheim im Elsass. Auch Nithard benutzte zwei Stangen die an die Fahrleitung gepresst wurden, jedoch wurde nur eine Linie nach seinem Prinzip betrieben. Hierbei handelte es sich um die vier Kilometer lange Überlandlinie von Lyon nach Charbonnières-les-Bains. Die Strecke wurde 1901 erbaut, der planmäßige Linienbetrieb wurde jedoch erst 1904 aufgenommen. Nachdem eine Person beim Kontakt mit der Fahrleitung den Tod fand, musste sie am 10. September 1907 wieder eingestellt werden.^[121]



Lyon-Charbonnières, einziger Betrieb nach dem System Nithard

Das System Cantono-Frigerio (1906)



1910: ein Cantono-Frigerio-Obus am Ufer des Comer Sees

Bei den ersten O-Bussen in Italien weit verbreitet war das System *Cantono-Frigerio*, benannt nach seinem aus Rom stammenden Erfinder E. Cantono. Ausgeführt wurden die betreffenden Anlagen von der *Fabbrica Botabili Aventureni Motori (F.R.A.M.)* aus Genua. Bei dem erstmals 1906 angewandten Prinzip handelte es sich um eine Mischung aus den bisher bekannten Systemen. Es wurde zwar weiterhin ein Kontaktwägelchen verwendet, jedoch war dieses bereits durch eine feste Stange mit dem Fahrzeug verbunden.

Das Prinzip Cantono-Frigerio war bei folgenden neun Betrieben anzutreffen: La Spezia-Portovenere (1906 bis 1908), Ivrea-Cuorgnè (1908 bis 1935), L'Aquila (1909 bis 1924), Argegno-San Fedele Intelvi (1909 bis 1919), Desenzano del Garda-Lonato (1909 bis 1919), Stresa (1909 bis ?), Alba-Barolo (1910 bis 1919), Edolo-Ponte di Legno (1910 bis 1918) und Enego-Primolano (1910 bis 1918).

Das System Mercédès-Électrique-Stoll (1907)

Nach dem Tod von Carl Stoll brachte sein Sohn Hans-Ludwig Stoll die Idee seines Vaters zusammen mit der Oesterreichischen Daimler-Motoren-Gesellschaft (Austro-Daimler) aus Wiener Neustadt und der K. u. k. Hofwagenfabrik Jacob Lohner & Co. aus Wien zur Serienreife. Daimler war dabei für die Motoren und die elektrischen Ausrüstungen zuständig, Lohner stellte die Wagenkästen her.

Das fortentwickelte Patent wurde in Anlehnung an das beteiligte Unternehmen Austro-Daimler *System Elektro-Daimler-Stoll* genannt. Vermarktet wurde es jedoch unter der "weltläufigeren" französischen Bezeichnung *System Mercédès-Électrique-Stoll*, seltener auch *System Mercédès-Élektrique-Stoll* geschrieben. In Großbritannien arbeitete Stoll mit der Firma *Cedes Electric Traction Ltd.* aus Stamford Hill (Greater London) zusammen, dort wurde das neue Prinzip entsprechend als *System Cedes-Stoll* angeboten.

Es kam erstmals ab dem 16. Juli 1907 in der niederösterreichischen Stadt Gmünd zur Anwendung, die dortige Elektrische Oberleitungs-Automobillinie Gmünd war gleichzeitig die erste Obus-Anlage Österreichs. Ferner wurde das System 1908 auf der *Exposition Internationale des Applications de l'Electricité* in Marseille auch einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt, dort existierte von April bis November eine 800 Meter lange Versuchsstrecke mit Fahrgastbeförderung.^[80] Im Gegensatz zum Stoll'schen Ursprungssystem wurde auf das Sattelschlepper-Prinzip verzichtet, man verwendete statt dessen Radnabenmotoren. Im zeitgenössischen *Lexikon der gesamten Technik* von Otto Lueger wird das System Mercédès-Électrique-Stoll wie folgt beschrieben:^[122]

„Die Stabilität des Stromabnehmergestelles ist dadurch erhöht, dass die federnde Laufrolle pendelartig an ihm aufgehängt ist, die die Anschlussstellen des schleifenartig zusammengezogenen Zuführungskabels am Stromabnehmer vom Wagenzuge entlastet. Dieses Kabel ist an ein zweites, 12 m langes Kabel, das um eine auf dem Wagen befestigte Trommel gewickelt ist, mittels leichtlöslicher Steckdose angeschlossen. Beim Ausweichen des Fahrzeuges wickelt die durch eine Feder gespannte Trommel das abgelaufene Kabelstück selbsttätig wieder auf; dadurch wird es ermöglicht, die ganze Straßenbreite unabhängig von der Oberleitung zu befahren und überall umzudrehen. Der Kabelanschluss mit Steckdose gestattet zwei in entgegengesetzter Richtung fahrenden Wagen, einander leicht auszuweichen, die Wagenführer tauschen die Steckdosen und damit die Stromabnehmer und fahren wieder weiter. Von der Kabeltrommel geht der Strom zu den beiden in die Hinterräder eingebauten Motoren von je 20 PS. über einen Controller mit sechs Geschwindigkeiten, deren erste drei Serien- und die drei letzten Parallelschaltung haben. Durch den Einbau der Elektromotoren in die Hinterräder ist jede Zahnradübersetzung und Kettenübertragung vermieden und dadurch gänzliche Geräuschlosigkeit verbürgt. Die Wagen sind vorn mit einfachen und hinten mit doppelten Vollgummireifen bereift. Sie haben zwei voneinander unabhängige, auf die Hinterräder wirkende Fußbandbremsen und außerdem noch eine elektrische Kurzschlußbremse mit drei Bremsstufen, die ein nahezu sofortiges Halten ermöglichen.“

Bezüglich der neuen Technik profitierte Ludwig Stoll von den Erfindungen des Ingenieurs Ferdinand Porsche, der seit 1906 Entwicklungs- und Produktionsleiter bei Austro-Daimler war. Dazu gehörten zum einen der Radnabenmotor, den sich Porsche 1896 patentieren ließ, und zum anderen das 1900 vorgestellte Elektroauto Lohner-Porsche, das mit den ab 1907 von Stoll produzierten Gleislosen Bahnen technisch verwandt war.

Weitere technische Neuerungen waren die Verwendung von Vollgummireifen (statt eisenbereifter Holzspeichenräder) und das sogenannte *Vierdrahtsystem*. Mit *Vierdrahtsystem* bezeichnete Stoll damals zweispurige Strecken, es kam allerdings nur bei zwei Betrieben zur Anwendung. Die Bauart Mercédès-Électrique-Stoll war vergleichsweise stark verbreitet, es bestanden insgesamt 18 Anlagen nach diesem System.^[123] Eine 1912 geplante Strecke in München, sie sollte von Neuhausen nach Sendling führen, konnte hingegen nicht mehr verwirklicht werden:^[80]



Französische Reklame für das System Mercédès-Électrique-Stoll



Die 1907 eröffnete Elektrische Oberleitungs-Automobillinie Gmünd war die erste nach dem System Mercédès-Électrique-Stoll



Keighley: die Wagenführer tauschen auf der einspurigen Strecke die Zuleitungen zu den Kontaktwägelchen aus



Offener Sommerwagen in Pozsony, heute Bratislava

Betrieb	Land	Länge	Wagen	Eröffnung	Einstellung
Elektrische Oberleitungs-Automobillinie Gmünd	Österreich (heute teilweise Tschechien)	2,88 km	2	1907	1916
Marseille ^[* 1]	Frankreich	0,8 km	2	1908	1908
Elektrischer Oberleitungs-Automobil-Betrieb der Gemeinde Weidling	Österreich	3,7 km	5	1908	1919
Gleislose Bahn Pötzleinsdorf-Salmansdorf ^[* 2]	Österreich	2,2 km	4	1908	1938
Elektrische Oberleitungsbahn Liesing-Kalksburg	Österreich	3,8 km	4	1909	1920
Bratislava-Železná studienka ^[* 3]	Ungarn (heute Slowakei)	5,8 km	7	1909	1915
České Budějovice	Böhmen (heute Tschechien)	1,6 km	2	1909	1914
Gleislose Bahn Judenburg	Österreich	1,9 km	1 ^[* 4]	1910	1914
Gleislose Bahn Heilbronn-Böckingen	Deutschland	5,5 km	4	1911	1916
Omnibus électriques Fribourg-Farvagny (auch Güterverkehr)	Schweiz	13,1 km	3 ^[* 5]	1912	1932
Gleislobus Steglitz	Deutschland	1,8 km	3	1912	1914
Paris-Saint-Mandé	Frankreich	2,2 km	2	1912	1914
West Ham ^[* 6]	Großbritannien	-	1	1912	1912
Keighley	Großbritannien	-	8	1913	1926 / 1932 ^[* 7]
Aberdare	Großbritannien	-	8	1914	1925
Hove ^[* 8]	Großbritannien	-	1	1914	1914
Germiston	Südafrika	-	10 ^[* 9]	1914	1918

Constantine	Frankreich (heute Algerien)	5 km	6	1921	1925 / 1963 ^[* 10]
-------------	--------------------------------	------	---	------	-------------------------------

1. Präsentationsstrecke
2. mit Vierdrahtsystem
3. mit Vierdrahtsystem
4. zuzüglich eines Anhängers
5. zuzüglich eines Oberleitungslastkraftwagens
6. nur Versuchsbetrieb
7. Keighley wandte sich 1926 vom System Stoll ab, der Obus-Betrieb bestand jedoch noch bis 1932
8. nur Versuchsbetrieb
9. zuzüglich eines Anhängers
10. Constantine wandte sich 1925 vom System Stoll ab, der Obus-Betrieb bestand jedoch noch bis 1963



Ein Stoll-Wagen auf einer zeitgenössischen Reklamemarke für Metzeler-Vollgummireifen

Das System Lloyd-Köhler (1910)

Eine weitere deutsche Entwicklung war das 1910 erstmals angewandte *System Lloyd-Köhler*. Federführend bei der Entwicklung war die namensgebende Firma *Gleislose Lloydbahnen Köhlers Bahnpatente GmbH* aus Bremen, eine Gemeinschaftsfirmen des Erfinders Georg Willy Köhler und der späteren Hansa-Lloyd-Werke. Bei diesem System waren die beiden Drähte übereinander angeordnet, der Minus-Draht verlief dabei senkrecht über dem Plus-Draht.^[80] Diese Anordnung war nicht zufällig, sie sollte verhindern dass eine herabfallende Stromleitung einen Kurzschluss auslöst. Die Stromabnahme erfolgte ebenfalls per Kontaktwägelchen, jedoch hatte dieses nur zwei Rollen (die oben auf dem Minus-Draht liefen), während an den Plus-Draht von unten zwei Kontaktschuhe gedrückt wurden.^[80] Ferner sorgte eine Kabelschlaufe mit Feder unter dem Schlitten für eine Schonung der Oberleitung beim Anfahren.

 <p>Die Ludwigsburger Oberleitungs-Bahn</p>	 <p>Die Gleislose Lloyd-Bahn Brockau</p>	 <p>Vertikale Leitungsanordnung beim System Lloyd-Köhler</p>
--	---	---

Die Kabelführung und der Wagenaufbau waren weitgehend mit dem System *Mercédès-Électrique-Stoll* identisch. Ebenso verwendete auch Köhler Vollgummireifen und Radnabenmotoren.^[80] Und auch beim System Lloyd-Köhler mussten sich begegnende Fahrzeuge kurz anhalten und die Stromabnehmer umstecken. Das System bewährte sich jedoch ebenfalls nicht und kam nur bei fünf Betrieben zur Anwendung, 1915 meldete die Köhler'sche Firma schließlich Insolvenz an:^[124]

Betrieb	Land	Länge	Wagen	Eröffnung	Einstellung
Gleislose Bahn Arsten	Deutschland	3,2 km	2	1910	1916
Parkbahn	Deutschland	3,1 km	4	1910	1911
Ludwigsburger Oberleitungs-Bahn	Deutschland	13,2 km	-	1910	1926
Gleislose Lloyd-Bahn Brockau	Deutschland (heute Polen)	4,3 km	4 ^[* 1]	1912	1914
Stockport	Großbritannien	-	-	1913	1919

1. zuzüglich zweier Anhänger

Erster Regelbetrieb in den Vereinigten Staaten (1910)

In den Vereinigten Staaten wurde die erste regelmäßig mit Fahrgästen betriebene Obus-Linie am 11. September 1910 eröffnet, *The Trackles Trolley* genannt. Die 2,7 Kilometer^[80] lange Strecke am Rande von Los Angeles verband die Straßenbahnendstelle am Sunset Boulevard mit dem beliebten Ausflugsziel und Bungalow-Viertel Laurel Canyon. Zur Anwendung kam eine Kopie des Systems Schiemann, jedoch waren die beiden Fahrdrähte deutlich weiter voneinander entfernt als beim Vorbild. Die beiden Stromabnehmer wurden nicht mittig, sondern jeweils am Rand des Wagenkastens platziert. Betreibergesellschaft war die 1909 gegründete *Laurel Canyon Utilities Company*, die Stromversorgung mit 600 Volt Gleichstrom erfolgte durch die örtliche Straßenbahngesellschaft *Pacific Electric Railway* (PE). Es waren zwei Fahrzeuge vorhanden, sie boten jeweils zehn Passagieren Platz. Schon 1915 wurde dieser Betrieb jedoch wieder beendet und durch Dampfswagen der Marke Stanley Steamer ersetzt.^[125]

 <p>Kreuzung im Laurel Canyon, der rechte Wagen mit abgezogenen Stangen</p>	 <p>Eine Fahrt kostete zehn Cent</p>	 <p>Der Turmwagen der <i>Laurel Canyon Utilities Company</i> im Einsatz</p>	 <p>Im Laurel Canyon</p>
--	---	--	--

Zäsur durch den Ersten Weltkrieg

Stagnation in Kontinentaleuropa

Obwohl die Staaten Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich bei der anfänglichen Entwicklung des Oberleitungsbusse führend waren, insbesondere Deutschland mit dem fortschrittlichen System Schiemann, bedeutete der Erste Weltkrieg einen schweren Rückschlag für die Obus-Pioniere auf dem europäischen Festland. Der Krieg sorgte für

eine Stagnation der weiteren Entwicklung, nicht zuletzt deshalb, weil das für den Fahrleitungsbaub benötigte Kupfer für die Rüstungsindustrie abgezweigt wurde. Dadurch wurden nicht nur neue Anlagen verhindert, sondern auch die Fahrdrähte vorhandener Betriebe als kriegswichtiger Rohstoff durch das Militär einkassiert. Ferner herrschte bei den meisten Obus-Gesellschaften Personalmangel, weil viele Angestellte zum Wehrdienst eingezogen wurden.

Aber auch technische Probleme spielten eine Rolle, die Straßenbeläge waren oft zu schlecht für die vergleichsweise schweren Oberleitungsbusse. Insbesondere galt dies für die Anhängerzüge, die Betreibergesellschaften wurden häufig für die dadurch entstehenden Straßenschäden verantwortlich gemacht. Antriebskonzepte und Stromabnahme-Systeme waren ebenfalls noch nicht ausgereift, oft sorgten auch beide Faktoren im Zusammenspiel für Probleme. So waren beispielsweise die bei einigen Systemen verwendeten Radnabenmotoren noch nicht so gut abgedichtet wie heutige vollgekapselte Motoren. Dies führte zu Problemen auf den damals noch zahlreichen ungeteerten Naturstraßen, sie verursachten eine entsprechende Staubbelastung der Antriebe.^[126] Aber auch die Bevölkerung stand den neuen Verkehrsmitteln anfangs oft skeptisch gegenüber. Manchen galten sie ob ihres beinahe geräuschlosen Betriebs gar als unheimlich, vergleichbar mit den Vorbehalten gegenüber den ersten Dampflokomotiven im 19. Jahrhundert. Die aufgrund der hohen Betriebskosten oft teuren Fahrkarten sorgten wiederum in vielen Fällen für mangelnden Fahrgastzuspruch und damit für hohe Defizite.

Von den insgesamt 15 Anlagen die in den Jahren 1901 bis 1912 im Deutschen Reich angelegt wurden, überlebte nur die Ludwigsburger Oberleitungs-Bahn das Ende des Ersten Weltkriegs. Ähnlich war es in Frankreich (wo nur der Betrieb in Lille den Krieg überlebte), in Italien (wo nur ein Betrieb das Jahr 1922 überlebte) und in Österreich-Ungarn (wo nur die Gleislose Bahn Pötzleinsdorf-Salmansdorf das Jahr 1920 überlebte).

Weltweiter Durchbruch im British Empire

Bereits 1908 hatte die britische Firma *Railless Electric Traction Company Limited (R.E.T.)* eine Lizenz des Systems Schiemann erworben und entwickelte dieses weiter.^[81] Am 25. September 1909 errichtete sie eine Versuchsanlage in der Hauptstadt London, nach ausgiebigen Tests folgten 1911 zwei weitere Anlagen in Bradford und Leeds. Innerhalb nur weniger Jahre verbreitete sich der O-Bus anschließend außer in Europa und in Nordamerika auch auf allen anderen Kontinenten. Insbesondere im British Empire fasste er schnell Fuß:

Kontinent	Staat	Stadt	Eröffnungsdatum
Asien	Japan	Tokio	April 1912, nur Versuchsbetrieb
Südamerika	Argentinien	Mendoza	Oktober 1913, nur Versuchsbetrieb
Afrika	Südafrika	Boksburg	März 1914
Ozeanien	Neuseeland	Wellington	September 1924



Der erste britische Trolleybus verkehrte 1909 in London



Der erste südamerikanische Trolleybus lief ab Oktober 1913 in Mendoza in Argentinien, hier im August 1913 auf Testfahrt in Leeds

In Folge des Ersten Weltkriegs erfolgte die Weiterentwicklung des Systems überwiegend in Großbritannien und den Vereinigten Staaten. So existierten beispielsweise zwischen 1887 und 1924 allein in den USA rund 20 Versuchsanlagen. Die bisher führenden Nationen Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich waren hingegen von der weiteren Entwicklung kriegsbedingt weitgehend abgekoppelt.

Einen Meilenstein setzten nach dem Krieg US-amerikanische Konstrukteure. Ihnen gelang es, bis 1923 Stromabnehmer für eine Geschwindigkeit von 60 km/h zu entwickeln.^[81] Positiv auf die weitere Entwicklung des Oberleitungsbusse wirkte sich außerdem die ebenfalls in den 1920er Jahren erfolgte Einführung von Luftreifen im Omnibusbau aus. Sie sorgten nicht nur für mehr Fahrgastkomfort, sondern verringerten überdies vor allem die Gefahr einer Stangenentgleisung durch starke Erschütterungen. Ferner sorgte die kontinuierliche Verbesserung der Straßenverhältnisse für die zunehmende Popularität des Oberleitungsbusse. Insbesondere die Abkehr von gepflasterten Straßen beziehungsweise Naturstraßen zugunsten asphaltierter Straßen spielte hierbei eine entscheidende Rolle.

Die Jahre der größten Verbreitung

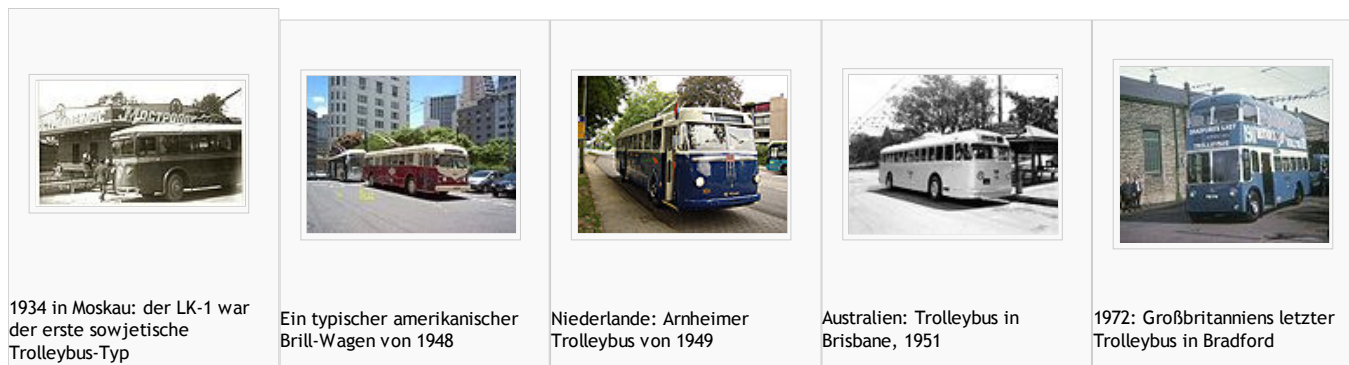
Weltweite Entwicklung

In der Zwischenkriegszeit erwarb sich der Oberleitungsbus weltweit eine große Akzeptanz, vor allem in Großbritannien, in den Vereinigten Staaten und in der UdSSR. Weltweit ersetzten die O-Busse in jenen Jahren Straßenbahnen, vor allem weil die Schienen nicht erneuert werden mussten, Linienweiterungen wesentlich kostengünstiger waren, sie schneller und leiser fuhren und deshalb für die Fahrgäste oft attraktiver waren.

1934 waren in Großbritannien bereits 1.089 Trolleybusse in 30 Betrieben mit einer gesamten Netzlänge von 589 Kilometern im Einsatz, Ende der 1930er-Jahre waren es bereits 2.600 Fahrzeuge. In der Nachkriegszeit verkehrten dann allein in der Hauptstadt London bis zu 1764 Wagen, dies war die größte Trolleybusflotte der Welt.^[76] Insgesamt existierten in Großbritannien im Laufe der Jahre 38 Obus-Systeme, die überwiegende Mehrheit davon in England. In Wales (fünf Netze), Schottland (zwei Netze) und Nordirland (ein Netz in der Hauptstadt Belfast) war der Trolleybus weniger verbreitet, im benachbarten Irland gab es nie einen Obus-Betrieb.

In den Vereinigten Staaten waren es 1934 bereits 458 Oberleitungsbusse in 24 Betrieben mit einer gesamten Netzlänge von 335 Kilometern. 1940 verkehrten dann schon 2.800 Wagen in 60 Netzen. Ihren absoluten Höhepunkt erreichte diese Entwicklung 1950, als in den USA mehr als 6.500 Trolleybusse gleichzeitig im Einsatz standen.^[76]

Ab 1933 begann sich der Obus dann auch in der Sowjetunion durchzusetzen, damals wurde der erste Betrieb in der Hauptstadt Moskau eröffnet. Systematisch eröffnete man zudem auch in den Hauptstädten aller 14 anderen Unionsrepubliken Obus-Systeme - jeweils bevor man auch die jeweiligen Provinzstädte mit Obus-Betrieben ausstattete: 1935 in Kiew, 1937 in Tiflis, 1941 in Baku, 1944 in Alma-Ata, 1947 in Riga und Taschkent, 1949 in Chişinău und Eriwan, 1951 in Bischkek, 1952 in Minsk, 1955 in Duschanbe, 1956 in Vilnius, 1964 in Aşgabat und 1965 in Tallinn.



1934 in Moskau: der LK-1 war der erste sowjetische Trolleybus-Typ

Ein typischer amerikanischer Brill-Wagen von 1948

Niederlande: Arnheimer Trolleybus von 1949

Australien: Trolleybus in Brisbane, 1951

1972: Großbritanniens letzter Trolleybus in Bradford

In der westlichen Welt begann hingegen in den 1960er-Jahren, nicht zuletzt im Zuge der einsetzenden Massenmotorisierung, der Niedergang des Verkehrsmittels Oberleitungsbus. So wurde beispielsweise in der einstigen Obus-Hochburg Großbritannien 1972 der letzte Betrieb eingestellt, dieser befand sich in Bradford. In London verkehrte bereits 1962 der letzte Trolleybus. In den USA beendete 1973 die Einstellung des Netzes in Chicago eine lange Reihe von Betriebseinstellungen, lediglich fünf der einstmals 60 Netze überlebten bis heute.

In den 1970er-Jahren führte die Preisentwicklung auf dem Energiesektor, die Ölkrise der Jahre 1973 und 1979/80 sowie das sich verstärkende Umweltbewusstsein in verschiedenen Ländern zu einer Wiederbelebung der Diskussion um den Oberleitungsbus. Die Fortschritte in der Antriebstechnik trugen ebenso dazu bei, dass der Oberleitungsbus wieder als Alternative zu anderen Beförderungsmitteln akzeptiert wurde. Dennoch wurden in der westlichen Welt seither nur vergleichsweise wenig neue Betriebe eröffnet. Jedoch führte die Diskussion der 1970er-Jahre dazu, dass viele damals einstellungsgefährdete Netze bis heute überleben konnten.

Ferner statteten im Laufe der Jahre einige Entwicklungsländer ihre Hauptstädte mit Obus-Betrieben aus, insbesondere in Asien und Lateinamerika. Hierbei handelte es sich häufig um - teilweise recht kurzlebige - Prestigeprojekte, nicht selten mit finanzieller und technischer Unterstützung aus dem Ausland. In diese Kategorie fallen beispielsweise

die Netze in Manila (1924 bis 1955), Georgetown (1924 bis 1961), Singapur (1926 bis 1962), Lima (1928 bis 1931), Rangun (1936 bis 1942), Caracas (1937 bis 1945), Havanna (1949 bis 1954), Port-of-Spain (1951 bis 1956), Kairo (1950 bis 1981), Montevideo (1951 bis 1992), Colombo (1953 bis 1964) und Tunis (1954 bis 1970). In späteren Jahren außerdem der Oberleitungsbus Kathmandu (1975 bis 2008), der Oberleitungsbus Kabul (1979 bis 1992) und der Betrieb in der vietnamesischen Hauptstadt Hanoi (1986 bis 1993).

Japan

Die erste Oberleitungsbuslinie Japans bestand zwischen 1928-1932 mit der Shin-Hanayashiki Onsen Tochi zwischen Takarazuka und Kawanishi.^[127] Für den Raum Kōbe plante die Settsu Denki Jidōsha bereits 1923 ein derartiges System.^[128]

Eingestellte Oberleitungsbuslinien waren die von den jeweiligen städtischen Verkehrsämtern betriebenen (*shiei*) Toei Trolleybus (1952-1968 durch das Verkehrsamt der Präfektur Tokio),^[129] Kawasaki-shiei Trolleybus (1951-1964 in **Kawasaki**^{BKL}),^[130] Yokohama-shiei Trolleybus (1959-1972 in Yokohama),^[131] Nagoya-shiei Trolleybus (1943-1951 in Nagoya),^[132] Kyōto-shiei Trolleybus (1932-1969 in Kyōto)^[133] und die Ōsaka-shiei Trolleybus (1953-1970 in Ōsaka).^[134] Für Nagaoka war in der Nachkriegszeit mit der Nagaoka-shiei Mukijō Densha ebenfalls ein solches System geplant.^[135]



1952: Trolleybus in Tokio

Renaissance und erneuter Niedergang in Deutschland und Österreich

Deutsches Reich

Mit Beginn der 1930er-Jahre kam auch im Deutschen Reich die Trendwende zum modernen O-Bus. Bezüglich der Technik bediente man sich dabei der neuesten Entwicklungen aus Großbritannien und den USA. Nach dem es vier Jahre lang gar keinen Oberleitungsbusverkehr gab, eröffnete man am 26. August 1930 mit dem Fahrdrahtbus Mettmann-Gruiten die erste neuzeitliche Obus-Anlage Deutschlands. Bei dieser Strecke handelte es sich anfangs mehr um eine Teststrecke als um eine Linie zur Personenbeförderung, die Versuchsfahrten hatten Vorrang vor dem Regelbetrieb. Weitere Versuchsbetriebe existierten 1930/31 auf dem Gelände der BBC in Mannheim-Käfertal und ab dem 25. Januar 1931 in Nürnberg. Auf letzteren beiden Strecken fand jedoch kein planmäßiger Fahrgastbetrieb statt.



Ein Berliner Obus aus dem Jahr 1933 auf einer Briefmarke

Als zweite moderne Anlage mit Regelbetrieb ging 1932 der Oberleitungsbus Idar-Oberstein in Betrieb, bevor man 1933 und 1935 auch in der Hauptstadt Berlin zwei Obuslinien eröffnete. Sie waren betrieblich stets voneinander getrennt, die erste befand sich im Stadtteil Spandau, die zweite in Steglitz. Weitere neue Anlagen folgten 1936 in Oldenburg und dem ostpreußischen Insterburg, 1937 in Hannover sowie 1938 in Leipzig und Zwickau. Am Tag des Ausbruchs des Zweiten Weltkriegs, dem 1. September 1939, eröffnete man schließlich den Obusverkehr in Allenstein. Mit Kriegsbeginn verfügten somit bereits neun deutsche Städte über einen Obus.

Der Krieg beschleunigte letztendlich die Umstellung von Straßenbahnbetrieben auf Obusverkehr, unter anderem weil der Stahl der dadurch frei werdenden Schienen für die Rüstungsindustrie benötigt wurde. Eine Umstellung auf Omnibus-Betrieb schied ebenfalls aus, denn aufgrund der Aufrüstung der Wehrmacht mussten im Omnibus-Betrieb schon ab 1936 dringend Kraftstoffe eingespart werden. Grundlage dafür bildete eine Verfügung des Reichsministeriums für Rüstung und Kriegsproduktion.^[136]

Nicht zuletzt waren die O-Busse schneller als die damaligen Straßenbahnen - die zudem kriegsbedingt typischerweise stark verschlissen waren - vor allem beschleunigten sie besser. Somit konnten die Umlaufzeiten verkürzt werden, es gelang bei gleicher Beförderungsleistung sowohl Fahrzeuge als auch Personal einzusparen. Dadurch wurde auch der Verlust durch an die Front eingezogene Betriebsangehörige etwas kompensiert. Außerdem konnten bei Obus-Strecken Kriegsschädigungen schneller beseitigt werden.

Auf diese Weise entstanden auf dem Gebiet der heutigen Bundesrepublik Deutschland - trotz der ungünstigen Umstände - allein in den sechs Kriegsjahren 18 neue Obus-Betriebe. Vier weitere Anlagen wurden in den Gebieten eröffnet, die seit 1945 nicht mehr zu Deutschland gehören: 1943 in Königsberg, Landsberg an der Warthe und Liegnitz sowie 1944 in Waldenburg. Letzteren war jedoch kein langes Leben beschieden, mit Ausnahme des Liegnitzer Betriebs mussten alle drei kriegsbedingt schon im Januar 1945 den Betrieb wieder einstellen. Zahlreiche weitere Obus-Projekte jener Zeit mussten angesichts der Umstände gänzlich zurückgestellt werden.

Eine Besonderheit stellte der Betrieb in Wilhelmshaven dar. Neben dem 1943 eröffneten städtischen Obusnetz betrieb dort der Privatunternehmer Theodor Pekol ab 1944 eine Überlandlinie nach Jever. Im Stadtgebiet teilten sich die kommunalen und privaten Obusse die gemeinsamen Fahrleitungsanlagen.

Bundesrepublik Deutschland und Saarland bis 1990

Aufschwung

In der Stunde Null existierten in den drei Westlichen Besatzungszonen - inklusive West-Berlin und Saarland - nominell 22 Obus-Anlagen, die freilich kriegsbedingt nicht alle funktionstüchtig waren. Der weitere Ausbau ging unvermindert weiter, schon am 16. Dezember 1946 eröffnete in Mainz der erste westdeutsche Obus-Betrieb der Nachkriegszeit. Mit Gründung der Bundesrepublik Deutschland am 23. Mai 1949 waren es dann bereits 34 Anlagen, davon eine im Saarland.

Als letzter Betrieb dieser Epoche eröffnete am 19. Dezember 1953 der Obus in Minden. Im Gegensatz dazu erlebte die Linie von Mettmann nach Gruiten, deren Eröffnung 1930 die Obus-Renaissance in Deutschland einleitete, diesen Höhepunkt nicht mehr. Sie wurde - als erste unter den modernen Obus-Betrieben Westdeutschlands - schon 1952 wieder stillgelegt.

Mit 55 gleichzeitig betriebenen Netzen - davon drei im damals noch souveränen Saarland - erreichte die Renaissance des Oberleitungsbus in Westdeutschland schließlich in den Jahren 1954 bis 1957 ihren absoluten Höhepunkt. Betrachtet man das gemeinsame Netz der Kreis Moerser Verkehrsbetriebe (KMV) und der Duisburger Verkehrsgesellschaft (DVG) als getrennte Betriebe - Duisburg wurde noch am 18. Dezember 1954 an das Netz der KMV angeschlossen - so waren es sogar 56.^[137]

Eine bemerkenswerte Zäsur erlebte der O-Bus in Westdeutschland in Folge der 1954 erfolgten Abschaffung des Einfuhrzolls für Mineralöl. Danach wurden - abgesehen vom Duo-Bus-/Spurbus-Versuchsbetrieb in Essen, der jedoch erst 1983 eingerichtet wurde - keine neuen Anlagen mehr eröffnet. Nichtsdestotrotz erweiterte man die vorhandenen Netze auch nach 1954 noch, insbesondere zur Erschließung der in jener Zeit neu entstandenen Wohnsiedlungen an den Stadträndern.

Das größte Obus-Netz der Bundesrepublik Deutschland überspannte seinerzeit die Straßen der Städte Duisburg, Homberg am Niederrhein, Moers, Kamp-Lintfort, Rheinberg, Rheinhausen und Neukirchen-Vluyn, bis im Jahre 1968 der letzte Obus von Moers nach Rheinhausen-Friemersheim fuhr. Die gesamte Netzgröße betrug 54,635 Kilometer, im Anschluss daran weitere 1,35 Kilometer zu Duisburg gehörend.^[138] Die Strecke Duisburg-Ruhrort-Rheinberg war mit einer Entfernung von 29,51 Kilometern die längste Oberleitungsbuslinie in Deutschland. Sie war in voller Länge vom 18. Dezember 1954 bis 22. Mai 1966 in Betrieb. Auf der Strecke verkehrten Fahrzeuge der damaligen KMV und der DVG. Zweitgrößtes Netz war der Oberleitungsbus Siegen, es erreichte zeitweise eine Ausdehnung von 46,2 Kilometern. Das mit 39 Kilometern Streckenlänge drittgrößte Obus-Netz jener Zeit besaß Solingen.^[139]

Ansonsten befanden sich unter den westdeutschen Obus-Städten überwiegend kleinere und mittlere Städte, die dadurch ihren Straßenbahnbetrieb ersetzten. In den westdeutschen Großstädten konnte sich der Obus hingegen nie gegen die Straßenbahn durchsetzen, so existierte etwa in Augsburg, Bremen, Essen, Frankfurt, Hannover, Kassel, Köln, Krefeld, München und Wiesbaden nie mehr als eine Linie.

Niedergang

Der Großteil der Betriebe in der Bundesrepublik konnten sich jedoch nur kurz halten, schon in den 1960er-Jahren verschwanden fast alle wieder. Mit Beginn der 1970er-Jahre betrieben nur noch elf westdeutsche Städte O-Busse. Die Gründe für diesen Niedergang waren vielfältig, fielen jedoch zeitlich aufeinander:

- Eine große Rolle spielte der massive Straßenausbau der damaligen Zeit. Die damit verbundene Neuverlegung der Fahrleitung - inklusive ständig wechselnder Bauprovisorien - musste von den Verkehrsgesellschaften überwiegend selbst getragen werden. Der Obus ließ sich somit nicht mit dem damals modernen Konzept der sogenannten *autogerechten Stadt* vereinbaren.
- Ebenso entwickelte sich die systematische Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken durch die Deutsche Bundesbahn zu einem Hindernis für den Obus-Verkehr. Nicht überall war man bereit, Über- oder Unterführungen zu errichten, beziehungsweise die O-Busse alternativ mit Hilfsmotoren auszustatten.

- Ein weiteres Problem ergab sich durch das Verbot der Personenbeförderung in Anhängern ab Juli 1960. Um die gleiche Beförderungskapazität zu erreichen, hätten vielerorts neue Gelenkbusse beschafft werden müssen. Viele Betriebe nutzten diese Einschränkung daher, um gleich auf Dieselbusse umzusteigen.
- Außerdem wurden ab 1962 in Deutschland keine serienmäßigen Fahrzeuge mehr angeboten. Damals stellte die Firma Henschel als letzter Komplettlieferant die Produktion von O-Bussen ein. Dies führte später unter anderem zu Eigenbauten wie dem Typ Trolleybus Solingen.
- Ferner wurden Dieselbusse in den 1960er Jahren von der Mineralölsteuer befreit. Dadurch konnte der Linienverkehr mit ihnen günstiger bedient werden, als mit O-Bussen.^[70]

Häufig wurde daher nur eine Fahrzeuggeneration verwendet - als diese zum Ersatz anstand, gab man den Obus fast überall zugunsten fahrdrahtunabhängig einsetzbarer Dieselbusse wieder auf. Ihren Abschluss fand diese Entwicklung, als 1985 mit dem Oberleitungsbus Kaiserslautern der drittletzte klassische Obus-Betrieb Westdeutschlands eingestellt wurde.



DDR

In der Sowjetischen Besatzungszone (SBZ) existierten im Mai 1945 vier Obus-Betriebe, dies waren die Netze in Eberswalde, Leipzig und Zwickau sowie der Oberleitungsbus Gera. Die weitere Entwicklung verlief weitgehend parallel zu Westdeutschland, in rascher Folge wurden auf dem Gebiet der späteren DDR sieben weitere Betriebe eröffnet: Oberleitungsbus Greiz (September 1945), Dresden (1947), Oberleitungsbus Weimar und Oberleitungsbus Erfurt (1948), Oberleitungsbus Potsdam (1949) sowie Magdeburg (Juli 1951).

Der letzte DDR-Obus-Betrieb jener Epoche eröffnete im August 1951 in der Hauptstadt Ost-Berlin - die beiden Berliner Obus-Linien aus den 1930er-Jahren befanden sich hingegen beide im Westteil der Stadt. Allerdings verkehrte die West-Berliner Linie A 31 im Bereich des Nennhauser Damms nach 1945 für circa 800 Meter auf dem Gebiet der SBZ. Kurioserweise betraf dies nur die stadteinwärtige Fahrtrichtung, die **Zonengrenze^{BKL}** verlief exakt in der Mitte der Straße und damit zwischen den beiden Richtungsfahrleitungen. Der zunehmende Ausbau der dortigen Grenzsicherungsanlagen führte letztendlich 1952 zur Einstellung der Linie.^[140]

Mit elf Betrieben erreichte die Obus-Entwicklung im Osten ihren Höhepunkt. Doch bereits 1969 begann auch in der DDR der Niedergang, bis 1977 wurden acht dieser Netze wieder eingestellt. In den betroffenen Großstädten setzte man auf die Straßenbahn als alleiniges Massenverkehrsmittel, in der Kleinstadt Greiz wurde die Bedienung mit Kraftomnibussen als ausreichend betrachtet. Lediglich die Obus-Betriebe in Eberswalde, Potsdam und Weimar überlebten diese große Stilllegungswelle. Damit folgte die DDR nicht dem Trend in den sozialistischen Bruderländern, wo der Obus in jener Epoche eine immer stärkere Rolle im Stadtverkehr einnahm.

Problematisch war dabei vor allem der Fahrzeugsektor. Bereits 1957 endete die Produktion von Oberleitungsbusen in der DDR, in Folge eines Beschlusses des Rats für gegenseitige Wirtschaftshilfe durften fortan nur noch tschechoslowakische Škoda-Obusse importiert werden.^[141] Ab 1970 konnte die DDR dann aufgrund ihres Handelsbilanzdefizits gar keine O-Busse mehr einführen, zudem gab Škoda damals die Obus-Produktion vorübergehend auf.^[142] Dies änderte sich erst wieder in der ersten Hälfte der 1980er-Jahre, als alle drei verbliebenen DDR-Betriebe den neuen Typ Škoda 14 Tr beschafften. Ab 1985 importierte man dann ausschließlich ungarische Ikarus-Gelenkbusse.

Kurz vor der politischen Wende des Jahres 1989 erlebte der Obus in der DDR aus energiepolitischen Gründen noch einmal eine Renaissance. Ziel dieser Politik war es, teures Import-Erdöl einzusparen und stattdessen die Verwendung heimischer Braunkohle zu fördern. Der Oberleitungsbus Hoyerswerda wurde noch im Oktober 1989 eröffnet, beim Oberleitungsbus Suhl wurden die Bauarbeiten im Frühjahr 1990 kurz vor der Fertigstellung abgebrochen. Die in Neubrandenburg, Stendal, Stralsund und Wismar vorgesehenen Anlagen kamen hingegen nicht mehr über die Planungsphase hinaus.

Zu Fall gebracht wurden die Projekte durch den politischen Umbruch, nicht zuletzt weil damals ausreichend gebrauchte beziehungsweise fabrikneue Omnibusse aus Westdeutschland zur Verfügung standen. Stattdessen wurden wenige Jahre nach der Deutschen Wiedervereinigung - außer dem erst kurz zuvor eröffneten Oberleitungsbus in Hoyerswerda - auch die traditionsreichen Betriebe in Weimar und Potsdam stillgelegt. Lediglich das Netz in Eberswalde überlebte als einziger ostdeutscher Obusbetrieb bis heute.



Österreich

In Österreich begann die Renaissance des Oberleitungsbusse zunächst mit einer Stilllegung. In Folge des Anschlusses Österreichs musste der letzte österreichische Betrieb aus der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg, die Wiener Gleislose Bahn Pötzleinsdorf-Salmansdorf, im Oktober 1938 eingestellt werden. Ein Umbau für den damals neu eingeführten Rechtsverkehr wurde verworfen, ferner galt die weltweit letzte Anlage mit Kontaktwägelchen als technisch veraltet.

Doch schon 1940 eröffnete man - parallel zur Entwicklung in Deutschland - in Salzburg den ersten modernen Obus-Betrieb Österreichs, im Jahr darauf ging der Oberleitungsbus Graz in Betrieb. 1944 folgten gleich vier weitere Netze in Innsbruck, Kapfenberg, Klagenfurt und Linz bevor schließlich 1946 auch Wien mit der Linie 22 vom Währinger Gürtel nach Salmansdorf einen modernen Obus-Betrieb erhielt. In der Hauptstadt konnte sich der Obus jedoch nie gegen die Straßenbahn durchsetzen, es blieb stets bei dieser einen Linie. Eine bereits 1943 projektierte Linie 24 von Heiligenstadt nach Klosterneuburg konnte hingegen kriegsbedingt nie eröffnet werden.^[143] Als letzte österreichische Stadt in dieser Epoche nahm schließlich 1949 Leoben den Obusverkehr auf.

1958 leitete die Einstellung der einzigen Wiener Obus-Linie auch in Österreich den Niedergang des Verkehrssystems Obus ein. Es folgten die Aufgaben der Betriebe Klagenfurt (1963), Graz (1967), Innsbruck (1976) und Leoben (1973) womit nur noch drei von zwischenzeitlich acht Netzen übrig blieben.

Ein Zwischenhoch erlebte der Oberleitungsbus in Österreich, als 1988 die Innsbrucker Verkehrsbetriebe erneut den Obusverkehr aufnahmen. Jedoch war auch dieser nur vorübergehend, im Februar 2007 wurden die beiden Innsbrucker Obus-Linien wieder auf Dieselbusbetrieb umgestellt. Diese wiederum sollen in den nächsten Jahren durch Erweiterungen des Innsbrucker Straßenbahnnetzes ersetzt werden. Nach der bereits 2002 erfolgten Stilllegung des kleinen Betriebs der Mürztaler Verkehrs Gesellschaft war dies die zweite Aufgabe eines österreichischen Obusbetriebes in jüngerer Zeit.

Gegenwart

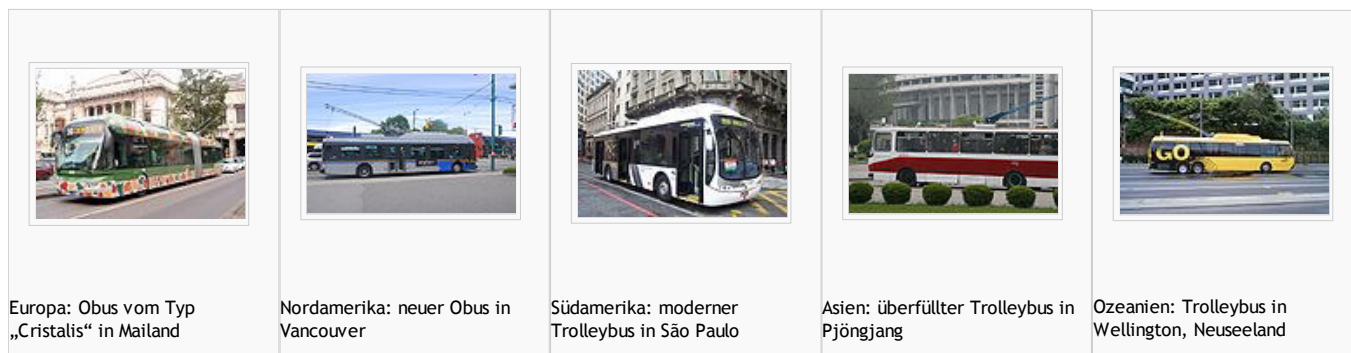
Weltweiter Überblick

Weltweit verkehren derzeit etwa 40.000 Oberleitungsbusse, davon allein in Russland rund 15.000. Außer in Afrika fahren Trolleybusse auf allen Kontinenten. Der letzte Obus Afrikas verkehrte am 28. November 1986 in Johannesburg in der Republik Südafrika.

In Europa verkehren (ohne den europäischen Teil Russlands) rund 15.000 Obusse, davon in der Ukraine etwa 8.000 und in Weißrussland 2.000. Mit der Aufnahme neuer Staaten in die Europäische Union (EU) am 1. Mai 2004 und 1. Januar 2007 hat das System Oberleitungsbus im Unionsgebiet einen Zuwachs um etwa 3.500 auf rund 5.000 Trolleybusse erfahren. Hierzu tragen die Länder Tschechien (13 Betriebe, 740 Obusse), Rumänien (12 Betriebe, 635 Obusse) und Bulgarien (15 Betriebe, 520 Obusse) am meisten bei (Stand 2008). Sie belegen in der Anzahl der Trolleybusse die ersten drei Plätze auf dem Gebiet der Europäischen Union.

Auf dem amerikanischen Kontinent verkehren gegenwärtig rund 3.000 Trolleybusse, in Ozeanien fahren nur noch in der neuseeländischen Hauptstadt Wellington Trolleybusse.

In Asien gibt es überwiegend unter ähnlichen Voraussetzungen wie in Südamerika etwa 5.000 Oberleitungsbusse (ohne den asiatischen Teil Russlands). Dort ist das Verkehrsmittel in den letzten Jahren in einigen Regionen aus unterschiedlichen Gründen auf dem Rückzug. So auch in Mittelasien und dem Kaukasus. In einigen Nachfolgestaaten der früheren Sowjetunion, darunter Armenien, Aserbaidschan, Georgien, Kasachstan, Tadschikistan und Usbekistan, sind in den letzten Jahren wegen fehlender finanzieller Mittel zahlreiche Obusbetriebe geschlossen worden. In Aserbaidschan mussten beispielsweise zwischen 2003 und 2006 alle fünf Netze aufgelassen werden.



Europa

Bosnien und Herzegowina

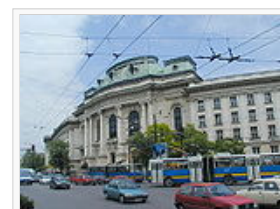
→ nur ein Betrieb, siehe *JKP GRAS Sarajevo*

Bulgarien

Die bulgarischen Städte setzen verstärkt auf Obusse, insgesamt gibt es in Bulgarien 15 Obus-Betriebe. Im Gegensatz dazu existiert nur ein Straßenbahnbetrieb in der Hauptstadt Sofia. Außer den beiden traditionellen Obus-Betrieben in Sofia (eröffnet 1948) und Plowdiw (eröffnet 1955) entstanden alle anderen 13 Netze zwischen 1985 und 1993, das heißt kurz vor und nach der politischen Wende des Jahres 1989. Lediglich ein Betrieb wurde bislang wieder aufgegeben, hierbei handelte es sich um das Netz Kasanlak, es war von 1987 bis 1999 in Betrieb.

Deutschland

In Deutschland gibt es seit der 1995 erfolgten Einstellung der Betriebe in Essen und Potsdam nur noch drei Obusbetriebe: einen mittelgroßen in Solingen (50 Fahrzeuge, sechs Linien) sowie zwei kleinere in Eberswalde (14 Fahrzeuge, zwei Linien) und in Esslingen am Neckar (neun Fahrzeuge, zwei Linien). Ferner verkehren Solinger Obusse auch über die Stadtgrenze hinaus bis Wuppertal-Vohwinkel, Esslinger Obusse verkehren bis Stuttgart-Obertürkheim.



Ikarus-Trolleybusse vor der Universität Sofia

Der Solinger Betrieb gilt als gesichert, Mitte November 2009 wurden die letzten Solo-Obusse aus den 1980er-Jahren durch moderne Gelenkzüge ersetzt. Der Eberswalder Obus-Betrieb stand im Jahr 2007 kurzzeitig zur Disposition, in Folge eines positiven Gutachtens ist mittlerweile auch sein weiterer Fortbestand gesichert, die Altfahrzeuge aus den 1990er-Jahren werden in der zweiten Hälfte des Jahres 2010 ersetzt.^[144] In Esslingen kommen seit Anfang 2008 ebenfalls nur noch moderne Niederflur-Gelenk-Obusse zum Einsatz, jedoch stehen seither keinerlei Ersatzfahrzeuge mehr zur Verfügung. Fällt einer der neun Wagen aus, kommen ersatzweise Dieselbusse zum Einsatz.

Die Leipziger Verkehrsbetriebe prüfen derzeit, ob aufgrund der stark gestiegenen Dieselpreise eine Wiedereinführung des Oberleitungsbusse sinnvoll ist. Untersucht wird zunächst eine Elektrifizierung der stark frequentierten Buslinien 60 und 70. Das Ergebnis der Machbarkeitsstudie wurde bereits im Januar 2009 erwartet, steht allerdings noch aus. Im Falle einer positiven Entscheidung soll als erstes die Linie 60 zum Fahrplanwechsel im Dezember 2012 umgestellt werden.^[145]

2007 regte ferner der grüne Tübinger Oberbürgermeister Boris Palmer den Einsatz von Oberleitungsbusen im Stadtverkehr Tübingen (SVT) an, fand bislang jedoch keine Resonanz. Anlass war der Testeinsatz eines Hybridbusses anlässlich des ersten *Energietages Baden-Württemberg*, dieser fand im September 2007 in Tübingen statt.

Seit dem Frühjahr 2009 wird außerdem in Cottbus kontrovers darüber diskutiert, die örtliche Straßenbahn durch umweltfreundliche O-Busse zu ergänzen.^[146]



Estland

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Tallinn*

Frankreich

In Frankreich gibt es derzeit sechs Städte mit Obus-Systemen. Zum einen sind dies die bereits erwähnten neueren Spurbus-Betriebe in Caen und Clermont-Ferrand. Zum anderen die klassischen Betriebe in Lyon (gegründet 1935, sieben Linien, 113 Fahrzeuge), in Saint-Étienne (gegründet 1942, zwei Linien, 22 Fahrzeuge) und in Limoges (gegründet 1943, fünf Linien, 40 Fahrzeuge). Ein Mischform stellt das System in Nancy dar. Dort wurde die 1982 eröffnete klassische Obus-Linie im Jahr 2001 auf Spurbus-Betrieb umgestellt, sie wird von 25 Wagen bedient.



Renault-Trolleybus in Limoges

Ferner blieben Teile der Fahrleitung des 1999 eingestellten Netzes in Grenoble einige Jahre lang für eine mögliche Reaktivierung erhalten, 2007 wurden diese Pläne jedoch endgültig ad acta gelegt.^[147] In jüngerer Zeit wurde außerdem noch das Netz in Marseille aufgegeben, dort verkehrte 2004 der letzte Obus.

Griechenland

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Athen/Piräus*

Italien



Der Oberleitungsbus Mailand

In Italien existieren derzeit 14 Obus-Betriebe. Zusammen mit der Schweiz gehört Italien damit zu den einzigen beiden Staaten Westeuropas, die auch in jüngerer Zeit konsequent am Verkehrssystem Obus festhielten. Hierbei handelt es sich jedoch um vergleichsweise kleine Netze, in keiner italienischen Stadt verkehren mehr als vier Obus-Linien.

Zwar wurden auch in Italien in den vergangenen drei Jahrzehnten einige Betriebe aufgegeben, darunter Turin und Verona (bis 1980), Carrara (bis 1985), Bari (bis 1987), Salerno (bis 1990) sowie Cremona (bis 2002). Im Gegenzug richtete man jedoch parallel dazu in Genua 1997 einen neuen Betrieb ein, dort fuhren bereits bis 1973 schon einmal O-Busse. Seit 2005 verkehren - nach über dreißig Jahren - auch in der Hauptstadt Rom wieder Oberleitungsbusse. Dort stellte man die stark frequentierte Expresslinie 90 auf elektrischen Betrieb um. 2007 richtete außerdem die Stadt Padova einen Spur-Obus nach dem System Translohr ein, auch dort fuhren bis 1970 schon einmal konventionelle O-Busse. Ferner soll auch in der süditalienischen Stadt Lecce noch im Laufe des Jahres 2009 ein neues Netz eröffnet werden.

Ein italienisches Phänomen ist die mehrere Jahre andauernde vorübergehende Einstellung von Betrieben um Fahrleitungsanlagen und Fahrzeuge zu erneuern. Dies betraf die Obus-Verkehre in Bologna (unterbrochen von 1982 bis 1991), La Spezia (1985 bis 1988), Chieti (1992 bis 2009), Modena (1996 bis 2000) und Genua (2003 bis 2007). In Cremona ist hingegen eine Wiedereröffnung des Betriebs jüngst gescheitert, die seit 2002 nicht mehr verwendete Oberleitung bleibt weiterhin ungenutzt.^[148] Anders in Bari, dort soll Anfang 2010 der elektrische Betrieb nach über 22 Jahren Unterbrechung wieder aufgenommen werden. Bereits Ende der 1990er-Jahre wurden dazu neue Wagen beschafft, diese kamen bis heute nicht zum Einsatz.^[149]

Lettland

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Riga*

Litauen

In Litauen existieren zwei relativ große Obus-Betriebe. Davon einer mit 21 Linien in der Hauptstadt Vilnius, und ein zweiter mit 16 Linien in Kaunas, der zweitgrößten Stadt des Landes. Beide stammen aus sowjetischer Zeit, sie wurden 1956 beziehungsweise 1965 eröffnet. Weitere Netze existierten auf dem heutigen litauischen Staatsgebiet nicht.

Moldawien

Als Moldawien sich 1991 von der Sowjetunion löste, gab es im Land drei Obus-Betriebe, darunter der 1949 eröffnete Großbetrieb in der Hauptstadt Chişinău sowie die kleineren Netze in Tiraspol (seit 1967) und Bălţi (seit 1972). Der Betrieb in Tiraspol gehört seit 1992 zur international nicht anerkannten Republik Transnistrien, dort wurde 1993 außerdem ein weiterer Betrieb in Bender eröffnet. 1995 wurden die beiden Netze von Tiraspol und Bender ferner durch eine 21,6 Kilometer lange Überlandstrecke miteinander verbunden, sie werden seither gemeinsam verwaltet und betrieben.



In der Hauptstadt Chişinău

Niederlande

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Arnhem*

Norwegen

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Bergen*

Österreich



Salzburgs neuester Obus-Typ

Derzeit gibt es in Österreich nur noch zwei Obus-Betriebe, darunter ein größerer in Salzburg und ein kleinerer in Linz.

→ *Hauptartikel StadtBus Salzburg*

In Salzburg wird das 1940 eröffnete traditionsreiche Netz der heutigen Betreibergesellschaft StadtBus Salzburg - es gilt als das größte Obus-Netz Westeuropas - weiterhin stark ausgebaut. Erst im Juni 2009 ging eine Neubaustrecke in die Lankessiedlung und mit ihr die neue Linie 10 in Betrieb, im Juli 2009 wurden die Linien 3 und 5 zur neuen Endhaltestelle Itzling-Pflanzmann verlängert und im September eröffnete man eine weitere Neubaustrecke zum Airportcenter. Auch der Fuhrpark wird laufend erweitert und verjüngt, derzeit verkehren 84 Obusse auf neun Linien.

In Linz verkehren derzeit auf vier Linien 19 Gelenkwagen. Der Betrieb war zeitweise zugunsten einer flächendeckenden Einführung von Erdgasbussen einstellungsgefährdet. Am 13. August 2007 erklärte die Linz AG jedoch, den O-Busbetrieb auch in Zukunft aufrechterhalten zu wollen.

Klagenfurt arbeitet seit 2007 an einem Konzept für die Wiedereinführung des Obusses, hierzu soll bei der Bundesregierung ein Antrag auf Klimaförderung eingereicht werden. Auch in Graz wurde die Wiedereinführung eines Obus-Netzes diskutiert. Allerdings hat man sich dagegen entschieden, weil Graz bereits zwei Verkehrssysteme hat und ein drittes zusätzliche Betriebskosten verursachen würde.^[150]

Polen

Gdynia, Lublin und Tychy sind die drei polnischen Obus-Städte. In Gdynia fahren auf zwölf Linien 85 Trolleybusse, dies ist der älteste und größte Betrieb Polens. Der Wagenpark besteht hauptsächlich aus einheimischen Jelcz-Obussen. Lublin schaffte in den letzten Jahren neue Fahrzeuge an und eröffnete weitere Linien. Der derzeit kleinste polnische Oberleitungsbus-Betrieb ist Tychy, dort sind 22 Obusse auf fünf Linien im Einsatz. In der Hauptstadt Warschau verkehren hingegen seit 1995 keine Obusse mehr, auch die Netze in Dębica (bis 1990) und Stupsk (bis 1999) wurden in den 1990er-Jahren aufgegeben.

Portugal

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Coimbra*



Ein Jelcz M121E in Gdynia

Rumänien



Ein DAC-Trolleybus in Cluj-Napoca

In Rumänien verkehren derzeit in elf Städten Obusse, in sechs davon als Ergänzung zur Straßenbahn. Der mit Abstand größte Betrieb existiert in der Hauptstadt București (seit 1949), das zweitgrößte und zugleich älteste noch betriebene Netz ist der Oberleitungsbus Timișoara (seit 1942). Weitere Traditionsbetriebe befinden sich in Brașov, Cluj-Napoca und Constanța - alle drei wurden 1959 eröffnet. Die restlichen sieben Betriebe in den Provinzstädten Baia Mare, Galați, Mediaș, Piatra Neamț, Ploiești und Târgu Jiu entstanden hingegen erst zwischen 1983 und 1997, das heißt in den Jahren vor und nach der Rumänischen Revolution von 1989. Ursächlich für ihre Einführung war vor allem die rumänische Energiekrise der 1980er-Jahre, wemgleich einige Projekte aus dieser Zeit erst deutlich später umgesetzt werden konnten.

Weitere acht Provinzbetriebe - die ebenfalls alle zwischen 1983 und 1996 - eröffneten, mussten hingegen schon nach vergleichsweise kurzer Betriebszeit wieder aufgelassen werden. Darunter neben dem Netz in der Stadt Iași, es wurde 2005 zugunsten der Straßenbahn aufgegeben, die zwischen 1999 und 2009 geschlossenen Betriebe in Brăila, Satu Mare, Sibiu, Slatina, Suceava, Târgoviște und Vaslui. Allerdings wurde zumindest in Târgoviște und Satu Mare beschlossen, die Fahrleitungsanlagen und die Fahrzeuge für eine mögliche Wiedereröffnung zu konservieren. In Brașov und Constanța wurde hingegen der Obus beibehalten und dafür die Straßenbahn in jüngster Zeit aufgegeben, das heißt 2006 beziehungsweise 2008.

Russland

Russland ist weltweit das Land mit den mit Abstand meisten Obus-Betrieben, sie verkehren dort in 88 Städten. Davon liegen 66 im kleineren europäischen Teil des Landes, nur 22 im größeren asiatischen. Mit Ausnahme von Chimki (seit 1997), Widnoje (seit 2000) Podolsk (2001) und Sysran (seit 2002) entstanden alle Betriebe noch zu sowjetischer Zeit, das heißt bis einschließlich 1991. Größter und zugleich ältester Betrieb ist das Netz in der Hauptstadt Moskau, es besteht seit 1933. Insgesamt verkehren in Russland rund 15.000 O-Busse, das heißt mehr als ein Drittel der weltweit eingesetzten Fahrzeuge. Nur sehr wenige Betriebe wurden in Russland bisher wieder aufgegeben, darunter die Betriebe in Katschkanar (bis 1985), Schachty (bis 2007) und Archangelsk (bis 2008). Ferner das Netz in Grosny, es fiel Ende 1994 dem Ersten Tschetschenienkrieg zum Opfer. Die beiden Netze in den Nachbarstädten Saratow und Engels waren von 1972 bis 2004 über die Wolga hinweg betrieblich miteinander verbunden, zeitweise wurden sie auch gemeinsam verwaltet. Heute sind sie jedoch wieder komplett unabhängig voneinander.^[151]



Der SiU-9 gilt als der typische russische Trolleybus



In der Hauptstadt Moskau



Winterbetrieb in Rjasan



(UTF8!)

Gelenkwagen sind in Russland nur selten anzutreffen

Schweden

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Landskrona*

Schweiz

In der Schweiz sind die Trolleybusse weiter populär, insbesondere die Energiegewinnung aus der heimischen Wasserkraft hat dies unterstützt. Es gibt sie heute in 13 Städten, in sechs dieser Städte sind parallel außerdem noch Bahnen mit gleichem Stromnetz vorhanden. Dies sind Bern, Genf, Lausanne, Neuchâtel, St. Gallen und Zürich. Die Trolleybusbetriebe müssen dort somit nicht alleine für die Stromversorgungseinrichtungen aufkommen.

Dennoch wurde der Betrieb in Lugano 2001 geschlossen und durch Dieselbusse ersetzt, die Einstellung erfolgte aufgrund hoher Kosten für Neufahrzeuge. Wegen der ungewöhnlich hohen Spannung von 1000 Volt - statt der in der Schweiz üblichen 600 Volt - waren keine serienmäßigen Fahrzeuge erhältlich. Basel stellte den Betrieb am 30. Juni 2008 ein und ersetzte die wenigen Trolleybusse durch Erdgasbusse.^[152] Damit ist Basel die einzige Schweizer Stadt, die zwar ein Straßenbahnnetz, aber keine Trolleybuslinien besitzt.

Ende November 2007 wurde in St. Gallen hingegen per Volksabstimmung mit großer Mehrheit entschieden, das Netz beizubehalten und den Wagenpark umfangreich zu erneuern. Auch Winterthur entschied sich im Januar 2008 nach sorgfältiger Abwägung alternativer Energieformen (Diesel, Gas, Wasserstoff) für eine Beibehaltung des Trolleybus-Betriebs und wird ebenfalls neue Fahrzeuge beschaffen. Ebenso sprach sich der Stadtrat in Schaffhausen nach gründlicher Diskussion im September 2008 für den Fortbestand des Trolleybusbetriebs Schaffhausen aus.



Ein älterer Bernmobil-Trolleybus in der Hauptstadt



Seit 2008 Geschichte: Trolleybusse bei den Basler Verkehrs-Betrieben



Neuchâtel: Gelenkwagen der Transports publics du Littoral Neuchâtelois



Ein moderner Swisstrolley der Verkehrsbetriebe Luzern

Serbien

→ nur ein Betrieb, siehe *GSP Beograd*

Slowakei

In der Slowakei existieren aktuell fünf Obus-Betriebe. Der größte davon befindet sich in der Hauptstadt Bratislava, dort verkehren auf 14 Linien insgesamt 137 Obusse. Der dortige Betrieb wird derzeit stark ausgebaut, erst 2006 wurde die 2,5 Kilometer lange und steigungsreiche Linie 33 elektrifiziert.

In der Stadt Banská Bystrica (sieben Linien, 27 Fahrzeuge) wurde der Fahrbetrieb mit Obussen Ende 2005 vorübergehend eingestellt. Nach erheblichen Protesten, *aus wirtschaftlichen Gründen*, einer Ausschreibung und einem damit verbundenen Betreiberwechsel wurde er schließlich Ende 2007 wieder aufgenommen. Die übrigen drei slowakischen Obus-Städte sind Košice, Prešov und Žilina, stillgelegte Betriebe gibt es auf dem Gebiet der heutigen Slowakei keine.

Spanien

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Castellón de la Plana*



Serpentinen in Bratislava

Tschechien



Obusse in Plzeň

In Tschechien gibt es heute dreizehn Städte mit Oberleitungsbusen. Zehn dieser Betriebe wurden zwischen 1941 und 1952 gegründet, deutlich jünger sind im Gegensatz dazu die drei Netze in Ústí nad Labem (seit 1988), České Budějovice (seit 1991) und Chomutov (seit 1995). Die größten Betriebe sind in Brunn wo auf dreizehn Linien 146 Obusse fahren, Zlín (zwölf Linien mit 62 Obussen), Ústí nad Labem (elf Linien mit 66 Obussen) und Ostrava (zehn Linien mit 65 Obussen). Kleinere Betriebe existieren in Hradec Králové, Jihlava, Mariánské Lázně, Opava, Pardubice, Plzeň und Teplice. In der Hauptstadt Prag verkehren hingegen schon seit 1972 keine O-Busse mehr. In Plzeň befindet sich mit der Firma Škoda außerdem einer der größten und traditionsreichsten Obus-Hersteller Europas. Škoda unterhält in Nordwest-Tschechien ferner seit 1963 eine eigene Werkstrecke, sie führt von Ostrov nad Ohří nach Jáchymov.

Ukraine

In der Ukraine existieren heute 44 Obus-Betriebe, bezüglich der Anzahl der Netze steht das Land damit nach Russland weltweit an zweiter Stelle. Mit Ausnahme des 2004 eröffneten Betriebs in Kertsch stammen alle noch aus sowjetischer Zeit. Auf dem Gebiet der Ukraine wurde bisher erst ein Betrieb stillgelegt, dies war das kleine Netz in Dserschynsk im Oblast Donezk, es wurde 1985 eröffnet und 2007 wieder aufgegeben. Ferner ist Wuhlehirsck in der östlichen Ukraine mit nur 10.693 Einwohnern eine der weltweit kleinsten Obus-Städte, dort verkehrt der Oberleitungsbus Wuhlehirsck.

→ *Hauptartikel Krymskij trolejbus*

Auch die derzeit längste Oberleitungsbuslinie der Welt befindet sich in der Ukraine. Die 86,5 Kilometer lange Linie verläuft auf der Halbinsel Krim und verbindet seit 1959 beziehungsweise 1961 die Stadt Simferopol im Norden mit der Küstenstadt Jalta im Süden, unter anderem verläuft sie über den 752 Meter hohen Angarskyi-Pass. Wichtigste Zwischenstation ist Aluschtsa, auf diese Weise werden drei städtische Obus-Netze miteinander verbunden. Häufig ist von 46 ukrainischen Obus-Netzen die Rede, in diesem Fall werden Aluschtsa und Jalta - trotz gemeinsamer Verwaltung - als eigenständige Betriebe betrachtet.



Simferopol: ein Škoda 14Tr im Einsatz auf der Überlandlinie 52 nach Jalta

Ungarn



Ein Ikarus-Obus in Budapest

Die erste Budapester Obuslinie wurde am 16. Dezember 1933 im Bezirk Óbuda eröffnet und im Zweiten Weltkrieg zerstört, ein Wiederaufbau erfolgte nicht. Der heutige Obusbetrieb der BKV im Stadtteil Pest wurde am 21. Dezember 1949 eröffnet, heute verkehren auf 13 Linien 167 Fahrzeuge.

Der 1979 eröffnete Betrieb in Szeged verfügt über 42 Obusse, die auf vier Linien unterwegs sind. Darunter als Besonderheit im Eigenbau entstandene Niederflur-Obusse und Umbauten aus Dieselmotoren. Seit 1985 verkehren auch in Debrecen Obusse, aktuell 33 Wagen auf drei Linien. 2008 wurde außerdem eine umfangreiche Erneuerung des Wagenparks abgeschlossen. Abgesehen von der oben erwähnten ersten Budapester Linie wurde in Ungarn bis heute kein Obus-Betrieb aufgegeben.

Weißrussland

In Weißrussland existieren sieben Obus-Betriebe, sie wurden alle zwischen 1951 und 1982, das heißt noch zu sowjetischer Zeit eröffnet. Außer in der Hauptstadt Minsk - dort besteht das älteste und mit 60 Linien das mit Abstand größte Netz - findet man sie in den Provinzstädten Babrujsk, Brest, Homel, Hrodna, Mahiljou und Wizebsk. Ferner wurde auf dem Gebiet des heutigen Weißrussland noch nie ein Obus-Betrieb stillgelegt.

Mit der Firma *Belkommunmash* besteht in Weißrussland zudem ein bedeutender Hersteller von O-Bussen. Das 1973 gegründete Unternehmen war zunächst nur eine Reparaturwerkstatt für Fahrzeuge des Typs SiU-9, ehe ab 1993 eigene Modelle entwickelt wurden. Diese werden mittlerweile auch exportiert, so beispielsweise in die benachbarte Ukraine.



Obus in der Hauptstadt Minsk

Außerhalb Europas

Argentinien



Argentinischer Obus in Córdoba

In Argentinien findet man heute noch in drei Städten Obusse: Neben den beiden Traditionsbetrieben in Mendoza (seit 1958) und Rosario (seit 1959) ein etwas jüngerer Betrieb in Córdoba. Er wurde 1989 eröffnet. Im Gegensatz dazu verkehren in der Hauptstadt Buenos Aires schon seit 1966 keine Oberleitungsbusse mehr. Auch die anderen drei argentinischen Obus-Betriebe in La Plata, Mar del Plata und San Miguel de Tucumán wurden bereits in den 1960er-Jahren aufgegeben.

Armenien

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Eriwan*

Brasilien

In Brasilien verkehren heute nur noch in zwei Städten Oberleitungsbusse. Zum einen in der Hafenstadt Santos - wo jedoch nur eine kürzere Linie elektrisch bedient wird - und zum anderen in der nahe gelegenen Metropole São Paulo. Bemerkenswerterweise operieren dort zwei verschiedene Obus-Gesellschaften parallel zueinander: Die *São Paulo Transportes* (SPT) betreibt 14 Linien, und die *Empresa Metropolitana dos Transportes Urbanos* (EMTU) weitere sechs Linien. Die beiden Netze treffen zwar am Umsteigeknoten *Terminal São Mateus* aufeinander, sind jedoch physisch nicht miteinander verbunden. Weitere brasilianische Betriebe wurden in jüngerer Zeit stillgelegt, darunter die Netze in den Städten Ribeirão Preto (1999), Araraquara (2000) und Recife (2001).



Ein SPT-Trolleybus in São Paulo

Chile

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Valparaiso*

China



In der Hauptstadt Peking

Mit 20 Obus-Betrieben ist China nach Russland, der Ukraine und Nordkorea der Staat mit den weltweit meisten Netzen. Neben vier Großbetrieben in der Hauptstadt Peking sowie den Städten Guangzhou, Shanghai und Wuhan, handelt es sich dabei überwiegend um kleinere Netze. Vielfach wird jeweils nur eine Linie betrieben. Eine chinesische Besonderheit sind Werks-Obuslinien, die als Zubringer für Kohlebergwerke dienen. In diese Kategorie fallen acht der 20 Betriebe. Eine weitere Besonderheit ist der 2006 in Tianjin nach dem System Translohr eröffnete Spur-Obus, dort verkehrten bis 1997 bereits herkömmliche Oberleitungsbusse. In Shanghai verkehren seit Juli 2009, ergänzend zu den konventionellen O-Bussen, ebenfalls Translohr-Fahrzeuge.^[153]

Trotz seiner weiten Verbreitung befindet sich der Oberleitungsbus in China seit 1996 stetig auf dem Rückzug. In der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre gab man - inklusive Tianjin - sechs Netze auf, in den Jahren 2000 bis 2009 folgten weitere zehn von einstmals 35 gleichzeitig bestehenden Betrieben. Der Anfang 2009 wegen U-Bahn-Bauarbeiten eingestellte Betrieb in Xi'an soll jedoch 2012 wieder eröffnet werden.^[154]

Ecuador

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Quito*

Georgien

Zum Zeitpunkt der 1991 erfolgten Unabhängigkeitserklärung existierten in Georgien insgesamt elf Obus-Betriebe aus sowjetischer Zeit. Der älteste davon war das bereits 1937 eröffnete Netz in der Hauptstadt Tiflis. Kurz vorher musste der zwölfte Betrieb auf dem Gebiet des heutigen Georgien aufgegeben werden. Hierbei handelte es sich um die einzelne Linie in Zchinwali. Sie wurde Ende 1990 im Bürgerkrieg um Südossetien zerstört. 2003 begann schließlich der bis heute anhaltende Niedergang. Bis 2009 mussten acht der elf georgischen Obus-Betriebe ihren Verkehr einstellen. Neben dem traditionsreichen Betrieb in der Hauptstadt waren dies die Netze in Batumi, Osurgeti, Poti, Rustawi, Sugdidi, Tschiatura und Samtredia - letzterer einschließlich des Überlandbetriebs nach Kulaschi. Die verbliebenen drei Betriebe befinden sich in Gori, Kutaisi und Sochumi - auch ihre Zukunft gilt als ungewiss.



Desolater Obus in der Hauptstadt Tiflis, seit Dezember 2006 ist der Betrieb dort eingestellt

Iran

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Teheran*

Japan



Der Kanden Tunnel Trolleybus

In Japan bestehen insgesamt zwei Obus-Linien, beide befinden sich in der Präfektur Toyama und sind touristisch geprägt. Sie verkehren jeweils nur von April bis November.

Eine davon ist der Tateyama Tunnel Trolleybus. Die 3,7 Kilometer lange Strecke wurde 1971 eröffnet und 1996 auf Obusbetrieb umgestellt. Sie verbindet Daikambō mit Murodō, Betreibergesellschaft ist die *Tateyama Kurobe Kankō*.

Der andere Betrieb ist der Kanden Tunnel Trolleybus, er wurde ursprünglich für den Bau des Wasserkraftwerks bei Kurobe errichtet. Die 6,1 Kilometer lange Linie verbindet seit 1964 Ogisawa mit der Kurobe-Talsperre. Sie wird von der Stromgesellschaft Kansai Denryoku (*Kanden*) betrieben.

Kanada

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Vancouver*

Kasachstan

Im eurasischen Staat Kasachstan betreiben aktuell fünf Städte Oberleitungsbusse. Sie liegen alle im größeren asiatischen Teil des Landes. Neben der ehemaligen Hauptstadt Almaty sind dies die Städte Aqtöbe, Petropawl, Qaraghandy und Taras. In jüngerer Zeit aufgegeben wurden hingegen die Netze in Atyrau (bis 1999), Schymkent (bis 2003) und Qostanai (bis 2005). Ebenso der Betrieb in der heutigen Hauptstadt Astana; er musste 2008 aufgegeben werden, nachdem die Stromrechnungen nicht mehr beglichen werden konnten.^[15]

Kirgisistan

In Kirgisistan existieren drei Obus-Betriebe. Man findet sie dort außer in der Hauptstadt Bischkek in Naryn und in Osch. Während der Betrieb in Naryn dabei erst 1994 eröffnet wurde, stammen die anderen beiden hingegen noch aus sowjetischer Zeit. Im Gegensatz zu seinen zentralasiatischen Nachbarstaaten wurde in Kirgisistan bis heute noch kein Obus-Betrieb eingestellt.

Mexiko

In Mexiko bestehen zwei Obus-Betriebe. Darunter ein großer mit 17 Linien in der Hauptstadt Mexiko-Stadt (eröffnet 1952) und ein kleinerer mit drei Linien in Guadalajara (eröffnet 1976). Stillgelegte Netze gibt es in Mexiko bislang keine.



Guadalajara in Mexiko

Mongolei

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Ulan-Bator*

Neuseeland

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Wellington*

Nordkorea



2007: ein älterer Obus vor dem Bahnhof Pjöngjang

Über die nordkoreanischen Obus-Betriebe ist im Ausland nur sehr wenig bekannt. Es existieren insgesamt 22 Betriebe. Ältestes und mit zehn Linien zugleich größtes Netz ist der 1962 eröffnete Obus in der Hauptstadt Pjöngjang. Seit 1983 verkehrt von dort aus auch eine Überlandlinie nach Ryongsong. Zweitgrößter Betrieb ist das Netz in Ch'öngjin. Dort verkehren vier Linien. Die übrigen Netze umfassen hingegen nur eine, zwei oder drei Linien, darunter zum Teil auch werksinterne Linien zum Transport von Arbeitern. Das jüngste Obus-System ist die sechs Kilometer lange Überlandlinie Onsong-Wangjaesan. Sie wurde 1996 eröffnet. Zwei weitere Überlandlinien verbinden Kimkol mit Markyn und Chognyon sowie Sinüiju mit Ragwön. Mit Ausnahme des Betriebs in Kaesöng wurde bislang offiziell kein nordkoreanisches Obus-Netz eingestellt. Ob sie tatsächlich alle noch in Betrieb stehen, gilt angesichts der Wirtschaftskrise und der Abschottung des Landes als unklar. In Südkorea verkehrten hingegen nie Oberleitungsbusse.

Tadschikistan

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Duschanbe*

Turkmenistan

→ nur ein Betrieb, siehe *Oberleitungsbus Aşgabat*

Usbekistan

In der zentralasiatischen Republik Usbekistan bestehen aktuell vier Obus-Betriebe. Außer in der Hauptstadt Taschkent findet man sie in Jizzax, Namangan, und Urganch. Die Betriebe in Jizzax und Urganch wurden dabei erst 1997 eröffnet, die anderen zwei stammen hingegen noch aus sowjetischer Zeit. Das älteste Netz besteht dabei in der Hauptstadt selbst. Es wurde bereits 1947 eröffnet. In den Jahren 2002 bis 2009 aufgegeben wurden hingegen die Betriebe in Andijon, Buchara, Farg'ona, Nukus, Samarkand und Olmaliq, darunter auch die beiden Überlandstrecken Buchara-Kogon und Farg'ona-Marg'ilon.

Venezuela

In Mérida lief ab dem 26. November 2006 zunächst ein Versuchsbetrieb. Die offizielle Eröffnung des zur Zeit einzigen Trolleybusbetriebes des Landes erfolgte am 18. Juni 2007. Die Betreibergesellschaft heißt *Trolmérida*. Auf einer 18 Kilometer langen Strecke verkehren dort 45 Fahrzeuge.

Im Barquisimeto bereitet sich der örtliche Verkehrsbetrieb *Transbarca* auf die Eröffnung des zweiten neuen Betriebs vor. Sie soll noch im Laufe des Jahres 2009 erfolgen. Das Netz wird zwei Linien mit einer gesamten Länge von 30,49 Kilometern umfassen. Insgesamt wurden dafür 80 Gelenktrolleys bestellt.



Trolleybusse in Mérida

Vereinigte Staaten

In den Vereinigten Staaten existieren aktuell nur noch fünf Obus-Betriebe. Größter von ihnen ist das Netz in San Francisco. Neben der BART stellen die 344 Obusse auf 17 Linien das Rückgrat des öffentlichen Nahverkehrs in San Francisco dar. Das Netz in San Francisco zählt damit neben dem Oberleitungsbus Athen/Piräus zu den größten Betrieben der westlichen Welt.

Am 14. April 2008 wurde in Philadelphia nach fünfjähriger Unterbrechung der Obusbetrieb wiedereröffnet. Die Wiederaufnahme erfolgte unter Druck des US-Bundesverkehrsministeriums. Die Stadt selbst wollte den Betrieb einstellen, hätte aber so hohe Bundeszuschüsse für Investitionen in das Streckennetz zurückzahlen müssen, dass die Beschaffung neuer Wagen günstiger kam. Die anderen drei Betriebe sind Boston, Dayton und Seattle.



Depot in San Francisco



Ein SEPTA-Obus in Philadelphia



Ein MBTA-Obus in Boston



Seattle: Obus mit Fahrradmitnahme

Statistik

Größte Betriebe

Die Stadt mit den meisten Trolleybussen ist die russische Hauptstadt Moskau. Es sind dort circa 1.600 auf rund 100 Linien und einer Netzlänge von 1.300 Kilometern im täglichen Einsatz (Stand 2007). Auf Platz zwei liegt die weißrussische Hauptstadt Minsk - zweitgrößter Betrieb in Europa - mit 1050 Trolleybussen und 68 Linien (Stand 2007), auf Platz drei die chinesische Hauptstadt Peking - größter Betrieb in Asien - mit 800 Fahrzeugen und 15 Linien (Stand 2008), gefolgt von der russischen Stadt Sankt Petersburg - drittgrößter Betrieb in Europa - mit 735 Obussen, 41 Linien und einer Netzlänge von 695 Kilometern (Stand 2006-2007).

Auf Rang zwei in der EU liegt - nach dem Oberleitungsbus Athen/Piräus - der Betrieb in der lettischen Hauptstadt Riga mit 318 Obussen, 20 Linien und einer Netzlänge von 281 Kilometern (Stand 2006) und auf Platz drei der Betrieb in der rumänischen Hauptstadt București mit 281 Obussen, 19 Linien und einer Netzlänge von 155 Kilometern (Stand 2005).

Der größte Betrieb auf dem amerikanischen Kontinent liegt in der mexikanischen Hauptstadt Mexiko-Stadt mit 405 Fahrzeugen (Höchststand 1986 mit 1.045), 15 Linien und einer Netzlänge von 454 Kilometern (Stand 2007).

Der nach Peking größte Oberleitungsbus-Betrieb in Asien befindet sich in der russischen Stadt Nowosibirsk mit 338 Obussen, 28 Linien und einer Netzlänge von 280 Kilometern (Stand 1999), gefolgt vom Betrieb der chinesischen Stadt Shanghai mit 275 Trolleybussen und 15 Linien (Stand 2008).

Älteste Betriebe

Das älteste durchgehend in Betrieb befindliche Oberleitungsbusnetz der Welt befindet sich in Shanghai, Volksrepublik China. Es wurde am 15. November 1914 eröffnet. Auf Rang zwei liegt die Schweizer Stadt Lausanne. Das dortige Trolleybusnetz ist seit 2. Oktober 1932 ohne Unterbrechung in Betrieb.

Das Obusnetz in Philadelphia wurde schon neun Jahre früher, am 14. Oktober 1923, eröffnet. Allerdings war der Betrieb zwischen 2003 und 2008 für fünf Jahre unterbrochen. Auf Platz drei befindet sich Dayton im US-Bundesstaat Ohio. Das Obusnetz in der Stadt ist seit 23. April 1933 ohne Unterbrechung in Betrieb.

In Österreich besitzt die Stadt Salzburg das älteste durchgehend in Betrieb befindliche Trolleybusnetz, eröffnet am 1. Oktober 1940. In Deutschland wurde am 3. November 1940 in Eberswalde der älteste durchgehend in Betrieb befindliche Oberleitungsbus-Betrieb gegründet.



Trolleybus in Shanghai

Häufigster Typ



SiU-9 Trolleybus in Sugdidi

Der in der ehemaligen Sowjetunion hergestellte Obus SiU-9, russ. ЗиУ-9, (spätere Bezeichnung SiU-682) ist der am häufigsten produzierte Typ der Welt. Es wurden bisher weit über 40.000 Exemplare davon in Betrieb genommen.

SiU ist die lautmalische Abkürzung von *Sawod imeni Urizkogo*, der Name eines nach dem russischen Revolutionär Moissei Urizki benannten Fahrzeugherstellers; seit 1996 nennt sich die Firma *Trolsa*. Die Massenproduktion begann 1971 und dauert bis heute an. Gegenüber seinem Vorgänger SiU-5 (von dem zwischen 1959 und 1972 über 16.000 Exemplare hergestellt wurden) hat der SiU-9 eine dritte Tür in der Mitte.

Viele Fabriken in Russland und Weißrussland entwickelten SiU-9-Kopien mit oder ohne Nachbaulizenzen. SiU-9-Trolleys fuhren und fahren in sämtlichen Nachfolgestaaten der UdSSR mit Ausnahme des Baltikums. Sie wurden auch nach Argentinien, Bulgarien, Griechenland, Jugoslawien, Kolumbien, Ungarn und in die Mongolei verkauft. Drei Wagen befanden sich 1973 zu Testzwecken in Helsinki.

Besonderheiten

- In der polnischen Stadt Gdynia und in der ungarischen Stadt Szeged bauen die Verkehrsbetriebe seit 2004 in Eigenregie konventionelle Dieselbusse zu O-Bussen um. Hierbei handelt es sich in beiden Fällen um Fahrzeuge des Herstellers EvoBus der selbst keine O-Busse mehr anbietet, darunter bisher 23 O 405 N in Gdynia und fünf Citaro O 530 in Szeged. Die Betriebe erhoffen sich davon Einsparungen bei der Ersatzteilbevorratung - diese kann gemeinsam mit den gleichartigen Dieselbussen der Spenderbaureihen erfolgen - sowie geringere Anschaffungskosten gegenüber serienmäßig hergestellten O-Bussen. Zudem kann auf diese Weise zeitgemäße Niederflertechnik mit altbrauchbaren E-Ausrüstungen kombiniert werden. Aus ähnlichen Gründen bauten die Stadtwerke Kaiserslautern bereits im Jahr 1978 einen 1970 beschafften konventionellen Omnibus des Typs O 305 in einen O-Bus um, jedoch entschied man sich danach gegen einen serienmäßigen Umbau weiterer Wagen.
- Den umgekehrten Weg gingen in den Jahren 1967 bis 1972 die Stadtwerke Trier. Im Zuge der damals erfolgten Einstellung des Trierer Obus-Betriebs bauten sie ihre noch recht neuwertigen Gelenk-Obusse des Typs HS 160 OSL-G in Dieselbusse um. Diese wurden dann noch bis in die 1990er-Jahre eingesetzt.^[156] Ebenso die Niederrheinischen Verkehrsbetriebe, welche 1968 ihre elf noch nicht abgeschriebenen Gelenk-Obusse zu Dieselbussen umbauten. In dieser Form verkehrten sie noch bis 1975.^[138] Und auch in Hildesheim baute man 1969 sechs nicht mehr benötigte O-Busse in Dieselbusse um.^[157]
- In der peruanischen Hauptstadt Lima wurde der Obusbetrieb 1931 - nur drei Jahre nach der 1928 erfolgten Betriebsaufnahme - wieder eingestellt. Die sechs noch recht neuwertigen Obusse des Herstellers Richard Garrett & Sons wurden danach kurioserweise in Straßenbahnwagen umgebaut, dieser Umbau gilt als weltweit einzigartig.^[158]
- Ähnliches geschah in der zweiten Hälfte der 1940er-Jahre in der Sowjetunion. Für die ab 1946 gebaute Obus-Baureihe MTB-82 standen weit mehr Karosserien als elektrische Ausrüstungen zur Verfügung. Infolgedessen verwendete man die überzähligen Wagenkästen ab 1947 zur Serienfertigung der Straßenbahn-Baureihe MTW-82.
- In manchen Städten bestehen Teilnetze, die nicht mit dem jeweiligen Hauptnetz verbunden sind. So hat die Linie 33 in Bratislava seit ihrer Eröffnung keinerlei Verbindung zu den übrigen Linien. Ebenso bestehen beim Oberleitungsbus Timișoara seit einer Linieneinstellung in den 1990er-Jahren zwei Teilnetze.
- In Esslingen konnten 1990 beim Oberleitungsbus auf der Vogelsangbrücke die Masten aus statischen Gründen nicht wie geplant im Fundament der Brücke gesetzt werden. Sie wurden deshalb in wesentlich stärkerer Ausführung an beiden Ufern des Neckars aufgestellt. Der Mast-Abstand von 98 Metern gilt als Weltrekord bei der Fahrleitungs-Abspannung für Oberleitungsbusse.^[159]
- Der Oberleitungsbus Wellington in Neuseeland sowie die beiden japanischen Betriebe Kanden Tunnel Trolleybus und Tateyama Tunnel Trolleybus sind die letzten drei die im Linksverkehr betrieben werden. In allen anderen Ländern mit O-Bussen wird hingegen rechts gefahren.



Ein umgebaute O 405 NE (ehemals O 405 N) in Gdynia

- Eine weitere Besonderheit waren die Zweirichtungs-Obusse auf der Überlandstrecke von Liège nach Seraing. Sie besaßen jeweils zwei entgegengesetzt ausgerichtete Stromabnehmerpaare und verkehrten von 1936 bis 1964.
- Als Zubehör für Modelleisenbahnen fertigte die Firma Eheim ab 1950 voll funktionsfähige Oberleitungsbusse in der Nenngröße H0, das heißt im Maßstab 1:87. 1963 wurde die Modellbauparte von Eheim durch die Firma Brawa übernommen, diese stellte die Produktion von Modell-Oberleitungsbusen schließlich im Jahr 2000 ein.



Aus der früher in der UdSSR weit verbreiteten Baureihe MTB-82...



...leitete man den Straßenbahn-Typ MTW-82 ab



Selten sind heutzutage O-Busse in Ländern mit Linksverkehr, hier in Wellington



Zweirichtungs-Obus im Musée de Transports en commun du Pays de Liège

Gesonderte Tarife im Oberleitungsbusverkehr

Typisch für die realsozialistischen Staaten des Rats für gegenseitige Wirtschaftshilfe waren früher nach Verkehrsmittel gestaffelte Beförderungstarife. Hierbei wurde unter anderem auch explizit zwischen Oberleitungsbusen und den übrigen städtischen Verkehrsmitteln unterschieden. So kostete beispielsweise in der früheren UdSSR eine Straßenbahnfahrkarte drei Kopeken, eine Obusfahrkarte vier Kopeken und eine Fahrkarte für den Autobus, die Schnellstraßenbahn oder die Metro fünf Kopeken.^[160] Ähnlich in Rumänien, dort kostete 1982 in der Hauptstadt Bukarest eine Straßenbahnfahrt einen Rumänischen Lei, eine Obusfahrt 1,50 Lei und eine Omnibusfahrt 1,75 Lei.^[161] Nach der politischen Wende des Jahres 1989 wurde diese Praxis im gesamten Ostblock wieder aufgegeben. Zum Teil werden jedoch bis heute getrennte Fahrscheine ausgegeben. Diese kosten zwar gleich viel, sind aber wie früher farblich unterschiedlich gestaltet.



Trolleybus-Fahrschein aus Donezk in der Ukraine



Kasachische Fahrkarte aus Karaganda, der Preis beträgt 20 Tenge (UTF8!)



Trolleybus-Fahrschein aus Lwiv in der Ukraine



Preisdifferenz zwischen Straßenbahn, Trolleybus und Autobus in der UdSSR

Erhaltung und Betrieb historischer Anlagen und Fahrzeuge

Weltweit bemühen sich zahlreiche Verkehrsmuseen, Verkehrsunternehmen, Vereine und Privatpersonen um die Aufarbeitung beziehungsweise Erhaltung historisch wertvoller Oberleitungsbusse sowie dazugehöriger Gerätschaften und Fahrleitungstechnik. Weitere Wagen überlebten als technisches Denkmal, als Gartenlaube oder auf Spielplätzen bis heute. Der älteste erhaltene Wagen ist dabei der 1922 gebaute, nicht-betriebsbereite Wagen 23 aus dem kanadischen Toronto. Ältester Obus Europas ist der ebenfalls nicht betriebsbereite Trolleybus 12 aus Keighley, er ist Baujahr 1924. Ältester funktionsfähiger Obus ist der 1930 gebaute Wagen 210 aus Christchurch in Neuseeland, ältester funktionsfähiger Obus Europas ist der Lausanner Trolleybus TL 2, Baujahr 1932.

In vielen Städten findet ein regelmäßiger Fahrbetrieb mit Museumswagen statt - in Großbritannien, Neuseeland und den Vereinigten Staaten existieren sogar eigenständige Museumsanlagen mit eigens dafür konstruierter Fahrleitung. Und auch in der schwedischen Hauptstadt Stockholm befindet sich eine zwei Kilometer lange Museumsobusstrecke in Vorbereitung.^[162] Im einzelnen handelt es sich dabei um folgende Institutionen, Verkehrsbetriebe und Privatpersonen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht aufgeführt:

- Obus-Museum Solingen e. V. (D)
- Denkmalpflege-Verein Nahverkehr Berlin e. V. Arbeitsgruppe Obus (D)
- Deutsches Technikmuseum Berlin - DTM (D)
- Stuttgarter Historische Straßenbahnen e. V. (D)
- Verkehrsmuseum Frankfurt am Main (D)
- Verkehrszentrum des Deutschen Museums (D)
- Hannoversches Straßenbahn-Museum - HSM (D)
- Arbeitsgemeinschaft Historische Nahverkehrsmittel Leipzig e. V. (D)
- Omnibus-Club München e. V. - OCM (D)
- Pro Obus Salzburg (A)
- Trolleybusverein Schweiz - TVS (CH)
- Verein historischer Züri-Bus (CH)
- Tramverein Bern (CH)
- Association RétroBus Léman - ARBL (CH)
- Association genevoise du trolleybus - AGTB (CH)
- Straßenbahnmuseum Skjoldenæsholm (DK)
- Bergens Tekniske Museum (N)
- Museo nazionale dei trasporti (I)
- Musée des transports urbains, interurbains et ruraux - AMTUIR (F)
- Musée des transports urbains de Saint-Étienne et sa région (F)
- Musée du transport urbain bruxellois (B)
- Musée de Transports en commun (B)
- Vlaams Tram- en Autobusmuseum - VlaTAM (B)
- Trolleybusmuseum Arnhem (NL)
- Stichting Veteraan Autobussen (NL)
- Associação Portuguesa dos Entusiastas por Troleicarros (P)
- Muzeum městské hromadné dopravy v Praze (CZ)
- Technické muzeum v Brně (CZ)

- Közlekedési Múzeum (H)
- The Trolleybus Museum at Sandtoft (GB)
- East Anglia Transport Museum (GB)
- Black Country Living Museum (GB)
- Ipswich Transport Museum (GB)
- Bournemouth Heritage Transport Centre (GB)
- Cardiff and South Wales Trolleybus Project (GB)
- London Transport Museum (GB)
- Hastings Trolleybus Restoration Group (GB)
- Museum of Transport in Manchester (GB)
- Keighley Bus Museum Trust (GB)
- Science Museum at Wroughton (GB)
- Tramway Museum Society Ireland (GB)
- Ulster Folk and Transport Museum (GB)
- Aston Manor Road Transport Museum (GB)
- Glasgow Museum of Transport
- Bradford Trolleybus Association (GB)
- Bradford Industrial Museum (GB)
- British Commercial Vehicle Museum (GB)
- Kirkleatham Old Hall Museum (GB)
- Milestones Museum (GB)
- North of England Open Air Museum (GB)
- Rotherham Trolleybus Group (GB)
- Westgate Transport Museum (GB)
- National Trolleybus Association - NTA (GB)
- National Transport Museum of Ireland (IRL)
- Illinois Railway Museum (USA)
- Seashore Trolley Museum (USA)
- Halton County Radial Railway (CDN)
- Adelaide Electric Traction Museum (AUS)
- Brisbane Tramway Museum (AUS)
- Sydney Tramway Museum (AUS)
- Powerhouse Museum (AUS)
- Australian Electric Transport Museum (AUS)
- Perth Electric Tramway Society Museum (AUS)
- Tasmanian Transport Museum (AUS)
- Foxton Trolleybus Museum (NZ)
- Ferrymead Heritage Park (NZ)
- Museum of Transport and Technology (NZ)
- Museu do Transporte Público Gaetano Ferolla (BR)



Historischer Škoda 9 Tr auf Sonderfahrt in Eberswalde



Fiat-Obus aus der Anfangszeit des Betriebs in Piräus



Historischer Fahrbetrieb in Salzburg



Museumsbetrieb im *Black Country Living Museum*



Französische Vétra-Trolleybusse im Musée des transports urbains, interurbains et ruraux



Ein sowjetischer SiU-5 im Budapester Közlekedési Múzeum



Antwerpener Trolleybus im Vlaams Tram- en Autobusmuseum



Kanada: nicht aufgearbeiteter Wagen bei der Halton County Radial Railway

Hersteller (Auswahl)

	Fahrzeugaufbau	Elektrische Ausrüstung
A	AEC, Alfa Romeo, AM General, Antonow, Associated Equipment Company, Austro-Daimler	ABB, AEG, Alstom, Ansaldo
B	Berliet, Berna, Biamax, Büssing, Breda, Brill, Brossel	BBC
C	Credé	Cegelec, ČKD
D	DAF, Daimler Motor Company, Drauz-Werke, Düsseldorfer Waggonfabrik	Dornier (Stromabnehmer)

E		English Electric
F	FAKA, FBW, Fiat	
G	General Motors, Gesellschaft für gleislose Bahnen Max Schiemann & Co., Gräf & Stift, Guy	Ganz, Garbe, Lahmeyer & Co., General Electric
H	Henschel, Hess, Hispano-Suiza	
I	Ikarus, Ikarbus, Irisbus, Isotta Fraschini, Iveco	
J	Jelcz	
K	Karosa, Kässbohrer, Kenworth, Krauss-Maffei, Krupp	
L	Lancia, Leyland, Linke-Hofmann-Busch, Lohner, Ludewig	
M	Mack, MAN, Marcopolo, Marmon-Herrington, MÁVAG, Mercedes-Benz, Minski Awtomobilny Sawod, Mitsubishi	Marelli, MFO
N	NAG, NAW, Neoman, Neoplan, New Flyer, Nissan, NWF	
O	ÖAF	
P	Packard, Pegaso, Pekol, Praga	
R	Renault	
S	Saurer, Scammell, Škoda Transportation, Solaris, Steyr, Sunbeam, SWS	SAAS, Sachsenwerk, Siemens, SSW, Škoda Electric
T	Tatra, Toshiba	
V	Valmet, Van Hool, VEB Waggonbau Ammendorf, VEB Waggonbau Bautzen, VEB Waggonbau Werdau, Vetter, Viseon Bus, Volvo	VEB Lokomotivbau Elektrotechnische Werke Hennigsdorf, Vossloh Kiepe
W	Wegmann	Westinghouse Electric Corporation

Siehe auch

- Liste der Städte mit Oberleitungsbusbetrieben
- Liste der Städte mit ehemaligen Oberleitungsbusbetrieben
- Autoscooter

Literatur

- Mattis Schindler; Ludger Kenning (Hrsg.): *Obusse in Deutschland Band 1*. Berlin - Brandenburg - Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein - Hamburg - Bremen - Niedersachsen, Sachsen-Anhalt - Thüringen - Sachsen, Frühere deutsche Ostgebiete. Kenning, Nordhorn 2009, ISBN 978-3-933613-34-9.
- Jean-Philippe Coppex: *Die Schweizer Überlandtrolleybusse - Les trolleybus régionaux en Suisse*. Edition Endstation Ostring (Sonderausgabe 2 / Hors série 2), Genève 2008, ISBN 978-3-9522545-3-0.
- Gerhard Bauer: *Von der Gleislosen zum Oberleitungsomnibus. Die Entwicklung zwischen 1882 und 1945*. Verlag für Verkehrsliteratur, Dresden 1997, ISBN 3-9804303-1-6.
- Ronald Krüger, Ulrich Pofahl, Mattis Schindler: *Stadtverkehr Eberswalde. "Gleislose Bahn" - Straßenbahn - Obus*. GVE-Verlag, Berlin 2000, ISBN 3-89218-058-X.
- Jürgen Lehmann: *Der O-Bus in Solingen*. Kenning, Nordhorn 2002, ISBN 3-933613-55-8.
- Gunter Mackinger: *Der Obus in Salzburg*. Kenning, Nordhorn 2005, ISBN 3-933613-74-4.
- Dieter Schopfer: *Verzeichnis der Trolleybusse in der Schweiz 1911-1997*. Verein Rollmaterialverzeichnis Schweiz (VRS), Winterthur 1997.
- Stadtwerke Solingen GmbH (Herausgeber): *100 Jahre für Sie mobil*. SWS, Solingen 1997.
- Werner Stock: *Obus-Anlagen in Deutschland. Die Entwicklung der Oberleitungs-Omnibus-Betriebe im Deutschen Reich, in der Bundesrepublik Deutschland und in der Deutschen Demokratischen Republik seit 1930*. Busch, Bielefeld 1987, ISBN 3-926882-00-X.
- Bernhard Terjung: *Der Obus in Wuppertal*. Reimann, Wuppertal 1986, ISBN 3-925298-01-0.
- Verlag Slezak (Herausgeber): *Obus in Österreich*. Slezak, Wien 1979, ISBN 3-900134-62-6 (*Eisenbahn-Sammelhefte*. Nr. 16).
- Christian Walther: *50 Jahre Obus in Solingen*. EK-Verlag, Freiburg 2002, ISBN 3-88255-842-3.
- Herbert K. E. Wöber: *Frühe Obusse 1907-1938. Oberleitungs-Automobile in Österreich-Ungarn*. Eigenverlag, Wien 1994.
- Schiffer, Alfred: *Das neuzeitliche elektrische Nahverkehrsmittel, der Oberleitungsbus*; Nachdruck der Ausgabe von 1936; Röhr-Verlag für spezielle Verkehrsliteratur; Krefeld 1983; ISBN 3-88490-145-1



Auch Autoscooter sind nicht spurgeführte Fahrzeuge mit Stromabnehmer und Oberleitung

Weblinks

- Commons: Oberleitungsbus 1 (<http://commons.wikimedia.org/wiki/Trolleybus?uselang=de>) - Album mit Bildern, Videos und Audiodateien
- Commons: Oberleitungsbus 2 (<http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Trolleybuses?uselang=de>) - Sammlung von Bildern, Videos und Audiodateien
- TrolleyMotion - Gemeinnütziger Verein zur Förderung moderner Trolleybus-Systeme (<http://www.trolleyemotion.com/de/main.php>)
- Ludger Kenning - Historische Abhandlungen zahlreicher ehemaliger Obus-Betriebe (<http://drehscheibe-online.ist-im-web.de/forum/read.php?17,3728871,page=1>)
- Jürgen Lehmann - *Informationen rund um den Obus in und um Deutschland* (<http://obus269.homepage.t-online.de/>)
- OBUS-FORUM - Forum rund um Obus, Duo-Bus und verwandte Themen (http://www.forumromanum.de/member/forum/forum.php?action=std_tindex&USER=user_64773&threadid=2)
- Komitee ProTrolleybus (<http://www.protrolleybus.ch/protrolley/>)
- O-Busse in Europa auf public-transport.net (<http://public-transport.net/bus/Trolley.htm>)


Einzelnachweise

- ↑ Salzburg, Positionspapier Trolleybus, März 2004 (http://www.trolleyemotion.com/common/files/salzburg_obus_positionspapier_EU.pdf)
- ↑ Bahnen und Recht auf www.wedebuch.de (http://www.wedebuch.de/gesetze/persbef/allgbed_2004.htm)
- ↑ Das Österreichische Eisenbahngesetz auf www.jusline.at (http://www.jusline.at/5_/_Stra%C3%9Fenbahnen_EisBG.html)
- ↑ Bundesgesetz über die Trolleybusunternehmungen von 1950 (<http://www.admin.ch/ch/d/sr/17/744.21.de.pdf>)
- ↑ Pflichtversicherungen im öffentlichen Verkehr (http://www.vvst.ch/vvstfr/dokumente/pflichtversicherungen_oev.pdf)
- ↑ Skoda Electric - Lieferungen 2009 (http://www.trolleyemotion.com/de/ndetails.php?n_ID=822)
- ↑ Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz über die Trolleybusunternehmungen (http://www.zivilgesetzbuch.ch/SR/744.211/744.211_004.htm)
- ↑ Verkehrsbetriebe Schaffhausen: zukünftige Zusammensetzung der VBSh-Busflotte - Vertiefte Analyse verschiedener Antriebsarten (http://www.vbsh.ch/pdf/20080901_infras_schlussbericht_trolley.pdf)
- ↑ Trolleybuses in Landskrona (<http://www.managenenergy.net/conference/0511cvf/sorensson.pdf>)

- Der neue Führerausweis (http://www.ffmb.ch/news_fuehrerausweis.htm)
- Meyers Großes Konversations-Lexikon auf www.zeno.org (<http://www.zeno.org/Meyers-1905/A/Stra%C3%9Fenbahnen,+gleislose>)
- Der Gleislobus Steglitz auf www.berliner-verkehrsseiten.de (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/Ocars/Gleislobus_1912/gleislobus_1912.html)
- Die Geschichte des Berliner Obus (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/OHistory/hauptteil_ohistory.html)
- Omnibus Berlin: *Welche Vorteile hat ein Obus / Trolleybus gegenüber anderen Verkehrssystemen?* (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/OTechnology/OTech1/hauptteil_otech1.html)
- Mit dem Stangentaxi unterwegs (http://www.rp-online.de/hps/client/opinio/public/pjsub/production_long_hbs?hxmain_object_id=PJSUB::ARTICLE::348621&hxmain_category=:pjsub::opinio::auto__verkehr)
- Die Steglitzer Obuslinien ab 1935 (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/Olines/Steglitz_1935-65/hauptteil_steglitz_1935-65.html)
- Kenning S. 221
- ↑ Ludger Kenning: *Längst Geschichte: Die Dobusse in Harburg* (<http://www.drehscheibe-foren.de/foren/read.php?17,3907249>)
- Die geplanten Obus-Doppeldecker für Berlin auf www.berliner-verkehrsseiten.de (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/Ocars/Obus_1227/hauptteil_obus_1227.html)
- Straßenbahnatlas 2004 Rumänien S. 105
- Trolley nach Gruiten (http://www.historisches-dorf-gruiten.de/04_Gruiten_Station/Station_Trolley.htm)
- Klaus-Dieter Stolle "Der Obus in Oldenburg" (<http://www.trollibus-oldenburg.eu/27274.html>)
- VBL - 16 Gelenktrolleybusse für Luzern (http://www.vbl.ch/getdoc/fa6373fc-b39c-44f7-8d4d-885b5fa3306c/MO_16-Gelenktrolleybusse-fur-die-vbl-AG-20-04-2009.aspx)
- Internationale Konferenz über innovative elektrische Stadtverkehrssysteme (http://www.regionale-schienen.at/0_thema_200811.asp?mid=23)
- ↑ Der Obus - ein besonderes Nahverkehrsmittel (<http://www.obus-es.de/Der%20Oberleitungsbus.htm>)
- Jürgen Lehmann: Besuch der Obusbetriebe in Ungarn im Juni 2005 (<http://www.obus269.homepage.t-online.de/s820rbhu.htm>)
- ↑ *Der Obus heute* auf www.vossloh-kiepe.com (<http://www.vossloh-kiepe.com/vkproduktordner.2008-05-14.2095140987/vkproduktordner.2008-06-15.5305035969/der-obus-heute>)
- Kenning S. 7
- Research laboratory of frictional and antifrictional materials (<http://pminstitute.by/eng/structure/branch1-12.php>)
- Railway applications - Rolling stock - Electric equipment in trolleybuses - Safety requirements and connection systems (http://www.trolley-motion.com/common/files/Trolleybus%20Safety%20CLC_SC9XB_WGB15_Draft_2005-06-01.pdf)
- Vorrichtung zum Aufhängen wenigstens eines stromführenden Fahrdrähtes für Stromabnehmer von Oberleitungsbusen oder Straßenbahnen (<http://www.patent-de.com/20050310/DE440778B9.html>)
- ↑ Žarko Filipović: Elektrische Bahnen: Grundlagen, Triebfahrzeuge, Stromversorgung, Seite 237
- Bournemouth Picture Gallery (<http://www.trolleybus.net/bournemouth.htm>)
- Former trolleybus turntable, Longwood, near Huddersfield (<http://www.geograph.org.uk/photo/645432>)
- Fahrleitungsanlagen und technische Einrichtungen beim Oberleitungsbus Esslingen (http://www.obus-es.de/fahr_l1.htm)
- «Lehrpfad» mit DKW - Neue Trolleybus-Fahrleitungen beim Bahnhof Bern (<http://bahn-journalisten.ch/PDF/Berichte/2008-04-21-av.pdf>)
- Geschichte der Rheintal Bus AG (<http://www.rtb.ch/index.php?type=web&lang=de&show=28&mhs=10>)
- Übersicht Obusbetriebe der Welt (http://spvd.cz/svet/seznam_tbus/seznam_tbus/weltlist.pdf)
- Jahresübersicht 1999 auf www.obus-es.de (http://www.obus-es.de/ov_1999.htm)
- Querkupplungen beim Obus Eberswalde (<http://www.obus-ew.de/d2307.htm>)
- Stromversorgung und Fahrleitung im Eberswalder Obus-Netz (<http://www.obus-ew.de/d23.htm>)
- Fahrleitungsenteisung im Esslinger Obus-Netz (<http://www.obus-es.de/Fahrleitungsenteisung.htm>)
- Informationen rund um den Obus - Kurzbesuch in Gent am 10. September 2008 (<http://home.arcor.de/obus269/s829rbGt.htm>)
- Jürgen Lehmann: Boston - Silverline SL2 fährt häufiger (http://www.trolley-motion.com/de/ndetails.php?n_ID=724)
- Der Spandauer Obus auf den Berliner Verkehrsseiten (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/Olines/Spandau/hauptteil_spandau.html)
- Ludger Kenning: Die Obuszeit in Nürnberg (<http://www.drehscheibe-foren.de/foren/read.php?17,3954807>)
- Errichtung einer Obus-Anlage mit Einstängensystem in Eberswalde (<http://www.obus-ew.de>)
- Verkehrs-Club der Schweiz: Fragen und Fakten zum Trolleybus (<http://www.vcs-sgap.ch/dossiers/OeV/pdf/Trolleybus.pdf>)
- ↑ Das moderne Trolleybus-System - Zahlen, Fakten, Argumente (http://www.voev.ch/dcs/users/91/22_SteinerTB_Vortrag_02042008_Auswahl.pdf)
- ↑ Trolleybus Landskrona - The world's smallest trolleybus "system" (<http://www.eltis.org/docs/studies/Landskrona.pdf>)
- ↑ Verkehrsbetriebe Winterthur / Bundesamt für Energie - Systemvergleich Trolley-, Diesel- und (Bio-)Gasbus
- Saltzborg setzt auf den Trolleybus (http://www.voev.ch/dcs/users/6/4_Mackigern.pdf)
- Stadt St. Gallen - Volksabstimmung vom 25. November 2007 (http://www.stadt.sg.ch/home/soziales_und_sicherheit/direktionssekretariat/video.Par.0022.DownloadListPar.0022.File.tmp/104_03400_BR_Trolley_Video.pdf)
- Wellington: Alle Neuen ausgeliefert (http://www.trolley-motion.com/de/ndetails.php?n_ID=763)
- ↑ Pro Obus ist Pro Wirtschaftlichkeit auf www.trolley-motion.com (http://www.trolley-motion.com/de/argumente/pro_wirtschaft.htm)
- Der Trolleybus - Ein intelligentes städtisches Verkehrssystem (http://www.trolley-motion.com/common/files/TrolleyMotion_de.pdf)
- Vergleichende Untersuchung der Energie-, Kosten- und Emissionsbilanz im öffentlichen Nahverkehr bei Einsatz von Oberleitungsbusen und Diesebussen der Stadtwerke Solingen (<http://www.obus-ew.de/d301fh-koeln-forsch2.htm>)
- Verkehrsbetriebe Zürich: Doppelgelenk-Trolleybus im Test (http://www.vbz.ch/mehrbus/pdf/Doppelgelenk_Trolleybus_Referat_VIB.pdf)
- ↑ Analyse O-Bus Graz (<http://www.styria-mobile.at/home/GVB/O-Bus-Graz>)
- VCS Schaffhausen - Plädoyer für den Trolleybus (<http://www.vcs-sh.ch/Seiten/Trolleybus.pdf>)
- ↑ Weltweite Renaissance der Trolleybusse (http://www.litra.eu/Weltweite_Renaissance_der_Trolleybusse.html)
- ↑ Martin Schmitz: Aktuelle internationale Trolleybusaktivitäten (http://www.voev.ch/dcs/users/6/6_Schmitz.pdf)
- Dipl. Ing. Beat Winterflood: Das Pneutram zeigt weltweit Stärke (http://www.vcs-sh.ch/Seiten/trolley_renaissance.pdf)
- Jürgen Lehmann: Eröffnung des Obusbetriebs in Landskrona/Schweden (<http://de.geocities.com/obus269/rblandsk.htm>)
- New Concepts for Trolley Buses in Sweden (<http://www.kfb.se/pdfer/R-00-70.pdf>)
- Solingen: Schlafküller Obus (<http://www.rp-online.de/public/article/solingen/406972/Schlafküller-Obus.html>)
- Prof. Dr.-Ing. U. Langer: *Vergleichende Untersuchung der Energie-, Kosten- und Emissionsbilanz im öffentlichen Nahverkehr bei Einsatz von Oberleitungsbusen und Diesebussen der Stadtwerke Solingen* (<http://www.obus-ew.de/d301fh-koeln-forsch2.htm>)
- Schienen- wie Autoverkehr schuld an Feinstaub* auf www.go-maut.at (http://www.go-maut.at/go/detail_news.asp?Navi=1362&ID=23543)
- Umweltverträglichkeit und Energieeffizienz des Trolleybusses - externe Kosten*, Referat von Dr. Peter Marti, Metron Verkehrsplanung AG, Brugg, gehalten an der internationalen Fachtagung des DLR, 10./11. Mai 2007 in Solingen D
- ↑ Jürgen Lehmann: Der Obusbetrieb in Rheydt 1952-1973 (<http://obus269.homepage.t-online.de/s400rhey.htm>)
- Verkehrsbetriebe Zürich, Der Typ Mercedes-Benz O 405 GTZ (http://www.vbz.ch/vbz_opencms/opencms/vbz/deutsch/DieVBZ/TramBus/VBZ-FahrzeugelmEinsatz/fahrzeuge/trolley_mb0405.html)
- Pilsen: Neue Soloobusse geliefert, Linienerweiterungen mit Hilfsmotor (http://www.trolley-motion.com/cities/index.php?sy_ID=294)
- Opava: Neue Obusse, neue Linie (http://www.trolley-motion.com/cities/ndetails.php?n_ID=196)
- Mariánské Lázně: Kleiner Betrieb nutzt Hybridtechnik der Trolleybusse (http://www.trolley-motion.com/cities/ndetails.php?n_ID=513)
- ↑ Jürgen Lehmann: Besuch der Obusbetriebe in der Slowakei und der Tschechei vom 17. bis 23. April 2004 (<http://de.geocities.com/obus269/rbcz0404.htm>)
- ↑ Vukan R. Vuchic, Urban Transit Systems and Technology
- Paul F. Schneeberger: *Verkehrsbetriebe der Stadt Luzern*. Minirex AG, Luzern, 1999, ISBN 3-907014-12-X
- tram-bus-basel.ch - BVB Trolleybus (http://www.tram-bus-basel.ch/steckbriefe/bvb_trolley/bvb_trolley_10_11.htm)
- Kenning S. 126
- ↑ Gleislose Bahnen in der Enzyklopädie des Eisenbahnwesens (<http://www.zeno.org/Roell-1912/A/Gleislose+Bahnen>)
- ↑ *Auf oder Abgehängt? - Die Entwicklung im Obus-Sektor* auf www.trolley-motion.com (http://www.trolley-motion.com/de/argumente/auf_ab.htm)
- Kenning S. 47
- Tomsk: Starke Erneuerung des Wagenparks (http://www.trolley-motion.org/de/ndetails.php?n_ID=840)
- Trolleybus in Salzburg 1940-1960 (<http://www.pages.at/heaven/trolley.htm>)
- ↑ *Als der Oberleitungsbus die Straßenbahn verdrängte*, Stuttgarter Zeitung vom 22. Oktober 2007 (http://www.obus-es.de/presse2002_1.htm)
- Beschreibung des Esslinger Duo-Bus-Prototyps auf www.obus-es.de (http://www.obus-es.de/th_oe302.htm)
- Pressemappe: Im Dienste der Umwelt: Alternative Antriebe in Nutzfahrzeugen der Daimler AG (<http://www.daimler.com/dcmedia/0-921-614820-49-1079111-1-0-0-1079279-0-1-11702-614318-0-1-0-0-0-0.html?TS=1253741255467>)
- Trolleybus 14Tr s bateriovým pohonem (http://www.spvd.cz/?p=technika/trolleybus/14tr_baterky.html&menu=menu_technika.html#zacatek)
- Der Elektrobuss SL-E auf www.rheinbahn.de (http://www.rheinbahn.de/ueberuns/unserefahrpark/Seiten/elektrobuss_9063.aspx)
- Filobus di Roma - Ein Reisebericht von Roland Kiebler (http://www.obus-es.de/Roma_02_2008.htm)
- Stuttgarter Nachrichten: Zukunft gehört dem O-Bus (http://www.stuttgarter-nachrichten.de/stn/page/2096534_0_2013_-vorreiter-esslingen-baut-netz-aus-zukunft-gehört-dem-obus.html)
- Jürgen Lehmann: Petropavlovsk/Petropawl - DUO-Bus-Linie eröffnet (http://www.trolley-motion.com/de/ndetails.php?n_ID=716)
- Dr. Gerhard Hole: *BOKraft Kommentar, Recht und Praxis Personenverkehr* Verlag Heinrich Vogel, München, 1975, ISBN 3-574-24015-5
- Shanghai: Verschiedene elektrische Betriebsformen (http://www.trolley-motion.com/cities/index.php?sy_ID=64)
- Medienmitteilung der Verkehrsbetriebe Luzern vom 24. Juli 2007
- ↑ Ludger Kenning: Längst historisch: *Obusse in Zwickau* (<http://drehscheibe-online.ist-int-web.de/forum/read.php?17,3850785>)
- ↑ Errichtung einer Obus-Anlage mit Einstängensystem in Eberswalde (<http://www.obus-ew.de/d4106falei.htm>)
- Trolleybus history - current collector design (<http://www.trolleybus.co.uk/history1.htm>)
- Der Büsseler Trolleybus - Technische Daten (<http://trolleybus.ligne54.be/de-technique.htm>)
- Stockholm: Ausfahrten ohne Oberleitung und ohne Hilfsantrieb (http://www.trolley-motion.com/de/ndetails.php?n_ID=736)

101. Verkehrsbetriebe Zürich - 50 Jahre Trolleybus in Zürich (http://www.vbz.ch/vbz_opencms/opencms/vbz/deutsch/DieVBZ/TramBus/Busgeschichte/trolleybus/trolleybus_geschichte.html)
102. Ludger Kenning: Auch in Ulm führen mal Obusse (<http://www.drehscheibe-foren.de/foren/read.php?17,3855199>)
103. Ludger Kenning: Straßenbahn und Obusse in Münster (<http://www.drehscheibe-foren.de/foren/read.php?17,3351065,page=1>)
104. Ludger Kenning: Obusse in Erfurt (<http://www.drehscheibe-foren.de/foren/read.php?17,4000253>)
105. Der Spandauer Obus (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/Olines/Spandau/hauptteil_spandau.html)
106. Kenning S. 89
107. Busspezialitäten von FBW (<http://www.fbw.ch/geschbus.HTM>)
108. Hong Kong Trolleybus (<http://www.trolleybus.net/hk.htm>)
109. Mercedes-Benz O 305 GG auf www.omnibusarchiv.de (<http://www.omnibusarchiv.de/include.php?path=article&contentid=245>)
110. Tram Club Romania - Troleibuzul dublu articulat RATB 7091 (<http://tramclub.org/viewtopic.php?t=1808&postdays=0&postorder=asc&start=0>)
111. Spurbusse (O-Bahn) auf www.omnibusarchiv.de (<http://www.omnibusarchiv.de/include.php?path=content&mode=print&contentid=216>)
112. Berliner Verkehrsseiten (http://www.berliner-verkehrsseiten.de/bus/Obus/Ocars/Obus_1101/hauptteil_obus_1101.html)
113. Gedankensplitter von Werner von Siemens (http://www.siemensschule-gransee.de/siemens_home/start_siemens.htm)
114. Trolleybus history - current collector design (<http://www.trolleybus.co.uk/history1.htm>)
115. Kenning S. 67
116. Die erste Obuslinie in Eberswalde (<http://www.obus-eberswalde.de/d4103erstobusli.htm>)
117. Geschichte des Eberswalder Obus-Verkehrs (<http://www.obus-eberswalde.de/d41.htm>)
118. Kenning S. 22
119. † Die Dresdner Haide-Bahn (http://www.dresdner-nahverkehr.de/bus/linien_vor45/haidebahn.htm)
120. Die Leipziger Straße auf www.dresdner-stadtteile.de (http://www.dresdner-stadtteile.de/Neustadt/Leipziger_Vorstadt/Leipziger_Strasse/leipziger_strasse.html)
121. Charles Nithard auf www.wwgenealogy.com (http://www.wwgenealogy.com/charlesn_de.htm)
122. Lexikon der gesamten Technik, herausgegeben von Otto Lueger, 2. Auflage 1904-1920 (<http://www.zeno.org/Lueger-1904/A/Motorwagen+%5B2%5D>)
123. *THE STOLL TROLLEYBUS SYSTEMS* auf www.tramwayinfo.com (<http://www.tramwayinfo.com/Tramframe.htm?http://www.tramwayinfo.com/tramways/Articles/Cedes5.htm>)
124. *In Ludwigsburg war schon einmal eine Oberleitungsbahn unterwegs* (http://www.bv-wep.de/sites/presse/2007-02-24_Stadtbahn_LB.pdf)
125. *Die Laurel Canyon Utilities Company auf The Electric Railway Historical Association of Southern California* (<http://www.erha.org/laurelcyn.html>)
126. Jean-Philippe Coppex, *Die Schweizer Überlandtrolleybusse/Les trolleybus régionaux en Suisse* Verlag Endstation Ostring, Sonderausgabe Nr. 2, ISBN 978-3-9522545-3-0
127. 関西特集 (http://kansai-concierge.nikkei.co.jp/kansai/kansai-special/detail.asp?wrt_cd=7054) In: 日経関西コンシェルジュ. Nihon Keizai Shimbun, abgerufen am 13. Juni 2009 (Japanisch).
128. 軌道無しに走る電車運転認可さる. 香戸園停留所六甲苦楽園間今夏には開通する. In: *Osaka Asahi Shimbun, Sonderausgabe Kōbe*. 14. Februar 1923 (Digitalisat der Universitätsbibliothek Kōbe (http://www.lib.kobe-u.ac.jp/das/jsp/ja/ContentViewM.jsp?METAID=00097245&TYPE=HTML_FILE&POS=1)).
129. 事業全体 (<http://www.kotsu.metro.tokyo.jp/information/ayumi/all.html>) Verkehrsamt der Präfektur Tokio, abgerufen am 13. Juni 2009 (Japanisch).
130. かわさきコンニア応援サイト：自分年表 (<http://www.city.kawasaki.jp/25/25koho/home/kisya/pdf/070403-10.pdf>) Stadt Kawasaki, abgerufen am 13. Juni 2009 (PDF, Japanisch).
131. あゆみ (<http://www.city.yokohama.jp/me/koutuu/kigyo/gaiyou/ayumi.html>) Verkehrsamt der Stadt Yokohama, abgerufen am 13. Juni 2009 (Japanisch).
132. 広報なごや平成19年月号 東区 (http://www.city.nagoya.jp/_res/usr/29673/HG_04G.pdf) Stadt Nagoya, April 2007, abgerufen am 13. Juni 2009 (PDF, Japanisch, 3,2 MB).
133. 京都市交通局のあゆみ～年表～ (<http://www.city.kyoto.lg.jp/kotsu/page/0000026332.html>) Verkehrsamt der Stadt Kyōto, abgerufen am 13. Juni 2009 (Japanisch).
134. 大阪タイムトラベル Vol. 3 (<http://www.city.osaka.lg.jp/contents/wdu010/movie/history/timetravel/3.html>) In: *Osaka BB Net*. Stadt Osaka, abgerufen am 13. Juni 2009 (Japanisch).
135. MLIT (Hrsg.): 長岡市営無軌条電車 (Nagaoka-shiei Mukijō Densha).
136. Geschichte des Eberswalder Obus-Verkehrs, Zeitraum von 1842 - April 1945 (<http://www.obus-ew.de/d41.htm>)
137. Die deutschen Obusbetriebe von 1930 bis 1995 auf www.solingen-internet.de (<http://www.solingen-internet.de/si-hgw/images/obusbetriebeindeutschland.jpg>)
138. † Straßenbahnen in Duisburg, Geschichte der Straßenbahn Moers-Homberg (<http://www.klawepa.de/duisburg/du-geschichte-moers-homberg.htm>)
139. Der Obus in Solingen - kurzer Rückblick (<http://obus269.homepage.t-online.de/ObusSolingen.htm>)
140. Kenning S. 33
141. DVN Berlin - Lowa Obus-Zug W602a und Anhänger W700 (http://www.dvn-berlin.de/2agr/obus/agrobus_fzblowa.htm)
142. Kenning S. 15
143. Die projektierte Wiener Obuslinie 24 von Heiligenstadt nach Klosterneuburg (<http://www.8ung.at/mpspeicher/obushk.html>)
144. Neue O-Bus-Flotte in Eberswalde vom Hersteller Solaris Bus & Coach (<http://www.bbg-eberswalde.de/information.php>)
145. Trolleybus News auf www.trolleyemotion.com (http://www.trolleyemotion.com/de/ndetails.php?n_ID=517)
146. Lausitzer Rundschau: *Neue Debatte über Strom-Busse für die Stadt Cottbus* (<http://www.lr-online.de/regionen/Cottbus-Strom-Busse-Verkehr-Cottbus;art1049,2469039,0>)
147. Jürgen Lehmann: *Keine Wiedereinführung der Trolleybusse* (http://www.trolleyemotion.com/cities/index.php?sy_ID=77)
148. Jürgen Lehmann: *Ernst der Lage nicht erkannt* (http://www.trolleyemotion.com/cities/index.php?sy_ID=102)
149. Bari: Der Wiederaufbau beginnt (http://www.trolleyemotion.com/cities/ndetails.php?n_ID=718)
150. Diskussion um eine Wiedereinführung von O-Bussen in Graz (<http://www.styria-mobile.at/home/gvb/o-bus.html>)
151. Engels: Die Heimatstadt der ZIU erhielt neue Trolleybusse (http://www.trolleyemotion.com/de/ndetails.php?n_ID=820)
152. Basler Verkehrsbetriebe: *Adieu Trolleybus* (http://www.bvb.ch/23-06-08_adieu_trolleybus.pdf) , Medienmitteilung vom 23. Juni 2008
153. Shanghai: Verschiedene elektrische Betriebsformen (http://www.trolleyemotion.com/de/ndetails.php?n_ID=757)
154. U-Bahn-Bau verdrängt Trolleybus (http://www.trolleyemotion.com/cities/index.php?sy_ID=69)
155. Astana: Hauptstadt ohne elektrischen Verkehr (http://www.trolleyemotion.com/cities/index.php?sy_ID=118)
156. Geschichte auf acht Rädern, der Oldtimerbus der Stadtwerke Trier (<http://www.swt-trier.de/swt/Integrale?SID=CRAWLER&ACTION=ViewPageView&MODULE=Frontend&PageView.PK=15&Document.PK=1659>)
157. Ludger Kenning: Die Obuszeit in Hildesheim (<http://www.drehscheibe-foren.de/foren/read.php?17,3965103,3965103#msg-3965103>)
158. The Tramways of Lima (<http://www.tramz.com/pe/li/li60.html>)
159. Fahrleitungsanlagen und technische Einrichtungen im Esslinger Obus-Netz (<http://www.obus-es.de/fahr1.htm>)
160. www.livejournal.com (<http://varjag-2007.livejournal.com/912506.html>)
161. I.T.B. - Ghidul traseelor de transport in comun (http://tramclub.org/files/116_145.jpg)
162. Stockholm - Fortschrittsbericht vom Museumsprojekt (http://www.trolleyemotion.org/de/ndetails.php?n_ID=849)

 Dieser Artikel wurde am 29. November 2008 in dieser Version (<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Oberleitungsbus&oldid=53553515>) in die Liste der exzellenten Artikel aufgenommen.

 Diese Seite kandidiert zur Informativen Liste oder zum Lesenswerten oder Exzellenten Artikel, **beteilige dich an der Diskussion!**

Von „<http://de.wikipedia.org/wiki/Oberleitungsbus>“

Kategorien: Wikipedia:Exzellent | Obus