

Watz

AEG

Obus oder Autobus für Stadtverkehr?

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

Obus oder Autobus für Stadtverkehr?

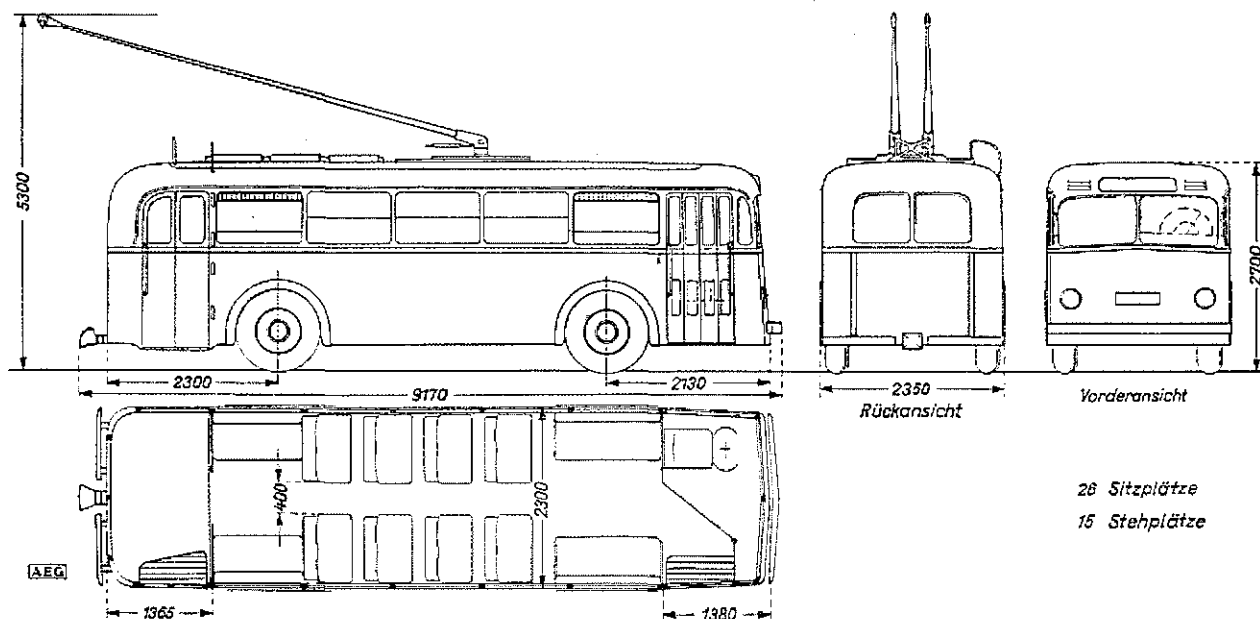
Von Dipl.-Ing. W. Stuckhardt VDI, Bahnabteilung.

(Erweiterter Sonderdruck aus den Mitteilungen für Bahnbetriebe, Heft 18, 1936.)

Der elektrische Oberleitungsomnibus erfüllt im Gegensatz zum heutigen Omnibus mit Verbrennungsmotor nicht nur die volkswirtschaftlich und staatspolitisch wichtige Forderung der ausschließlichen Verwendung einheimischen Treibstoffes, sondern ist auch im Bereich des städtischen Nahverkehrs fahrtechnisch und betriebswirtschaftlich dem Autobus mit Vergaser- oder Dieselmotor einwandfrei überlegen.

Die meisten städtischen Verkehrsgesellschaften betreiben heute neben ihren elektrischen Straßenbahnlinien auch Omnibuslinien. Zweifellos sind mit dem Omnibusbetrieb mancherlei Vorteile, sowohl für Fahrgast als auch Unternehmer, verbunden; der Omnibus ist daher heute und noch dazu im Zeitalter der Motorisierung ein unentbehrliches öffentliches Verkehrsmittel geworden. Nach wie vor ist jedoch auch die elektrische Straßenbahn daseinsberechtigt, weil sie ausschließlich deutsche Kraftstoffe verbraucht, das billigste Massenbeförderungsmittel darstellt und, mit neuzeitlichen Steuerungen sowie starken Motoren ausgerüstet, allen Ansprüchen an schnelle und bequeme Beförderung genügt. Der Omnibus dagegen, der heute als schnittiger Vierrad-

oder Sechsrad-Eindeck- oder Doppeldeckwagen den Verkehr in unseren Straßen bedient, verbraucht mit seinem Verbrennungsmotor überwiegend ausländische Treibstoffe, nämlich Benzin oder Gasöl; er verursacht durch schnellen Verschleiß aller Teile hohe Betriebs- und Abschreibungskosten und ist daher ein ausgesprochen teures Verkehrsmittel. Wenn ein entsprechend hoher Fahrpreis, der in der Größenordnung von 30 bis 40 Rpf liegt, im Omnibusbetrieb nicht erhoben wird, so geschieht dies nur aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit mit der billigen Straßenbahn. Dies bedeutet also, daß der Omnibus mit Verlust arbeitet, eine Bemerkung, die schon zum eisernen Bestand der meisten Geschäftsberichte gehört. Seit einigen Jahren hält deshalb der Dieselmotor seinen Einzug in die Omnibusbetriebe, weil er das billige Gasöl verbraucht, das nur $\frac{1}{4}$... $\frac{1}{2}$ soviel kostet wie das Benzin-Benzolgemisch. Der niedrige Zollsatz für Gasöl verursacht diesen erheblichen Preisunterschied. Da der Dieselmotor außer-



28 Sitzplätze
15 Stehplätze

Obus Insterburg.

AEG-Wagenausrüstung und -Fahrleitung.

dem nur 70% der Treibstoffmenge des Vergasermotors verbraucht, so ist es ohne weiteres verständlich, daß diese Ersparnis an Treibstoffkosten von den Betrieben in steigendem Maße ausgenutzt wird. Trotz niedriger Treibstoffkosten sind aber die übrigen Betriebskosten im Dieseldomnibusbetrieb doch noch so hoch, daß eine Wirtschaftlichkeit im dichten Stadtverkehr nicht erzielbar ist. Die Ausbreitung des Dieselmotors im Stadtomnibusbetrieb ist somit vom wirtschaftlichen, aber auch nationalen Standpunkt aus als sehr unerwünscht zu bezeichnen. Das Gasöl oder auch Dieselöl muß nämlich zum größten Teil — 1935 zu 90% — aus dem Ausland eingeführt werden. Von der gesamten Gasöleinfuhr von 883 000 t im Jahre 1935 verbrauchten die Verkehrs- und Lastfahrzeuge rd. 200 000 t Gasöl zum heutigen Preise von RM 56,— je Tonne unverzollt ab Hamburg; mithin wurden allein für den Betrieb der Fahrzeug-Dieselmotoren 1935 für über 11 Millionen RM Devisen benötigt. Eine nennenswerte Erhöhung der einheimischen Erzeugung ist insofern schwierig, als das hochwertige Dieselöl für schnelllaufende Fahrzeugmotoren in erster Linie ein Destillationserzeugnis des Erdöls ist, die deutschen Erdölvorkommen aber nur bescheidenen Umfanges sind. Bei den heute in wachsendem Umfange angewandten Ölgewinnungsverfahren aus Kohle fällt aber zu $\frac{1}{2}$ Benzin an, zu $\frac{1}{2}$ werden andere Stoffe, darunter auch Dieselöl, gewonnen. In Anbetracht des heutigen Standes der Dieselöleigenerzeugung und der unnatürlichen Preisverhältnisse auf dem deutschen Diesel- und Leichtölmarkt, wo die Preise von Dieselöl und Leichtöl (Benzin) sich bis vor kurzem noch wie 1:3 gegenüber ausländischen Preisverhältnissen von mindestens 2:3 verhalten haben, muß notwendig mit jedem neu in Deutschland in Betrieb genommenen Dieselmotor die Abhängigkeit vom Auslandsmarkt zunehmen und damit die nationale Bedrohung durch ausländisches Preisdiktat und Lieferungssperre im Kriegsfall.

Aus dieser Erkenntnis heraus ist der Dieselölzoll am 30. 11. 1935 von RM 4,80 auf RM 9,60/100 kg verdoppelt worden, um eine neue Plattform zum Aufbau einer einheimischen Dieselölerzeugung zu schaffen. Eine dem Bedarf annähernd entsprechende Eigenerzeugung von Dieselöl ist aber nach dem Urteil Sachverständiger nur denkbar und durchführbar, wenn der Mindestpreis je Liter Dieselöl 20 bis 22 Rpf oder etwa $\frac{1}{2}$ vom Benzinpreis beträgt. Der Aufbau einer solchen Eigenerzeugung aber kostet Zeit und vor allem sehr viel Geld.

Ein einheimischer Treibstoff dagegen ist bereits überall und in ausreichenden Mengen vorhanden,

nämlich die Elektrizität. Wie jahrzehntelang für den Straßenbahnwagen ist sie auch heute für den neuzeitlichen städtischen Omnibus die gegebene Antriebskraft, die geruchlos, sauber und zuverlässig arbeitet und keinerlei Preisschwankungen unterliegt. Als ihr Haupt-Anwendungsgebiet kommt hier der Omnibus mit elektrischer Oberleitung in Frage, der in Deutschland, wo er erfunden wurde, verwunderlicherweise nur erst vereinzelt, desto zahlreicher dagegen in England, Amerika, Frankreich und anderen Ländern vertreten ist. So wurde ein Großauftrag auf 300 Oberleitungsomnibusse erst kürzlich von der Londoner Verkehrsgesellschaft erteilt.

Die bisher angestellten Versuche mit gas- oder staubförmigen Treibstoffen oder mit Dampf haben jedenfalls schon das eine erkennen lassen, daß sich diese Treibstoffe für den Omnibusbetrieb mit kurzem Wagen- und Haltabstand im eng bebauten Stadtgebiet nicht eignen, und zwar aus mancherlei Gründen betrieblicher und auch wirtschaftlicher Art. Auch sollten eine chemische Fabrik, ein Dampfkraftwerk oder Hochdruckgasflaschen keinesfalls auf einem Fahrzeug für den öffentlichen Personenverkehr auf Hauptverkehrsstraßen spazieren gefahren werden.

Der Oberleitungsomnibus oder kurz Obus im deutschen Verkehrswesen bedeutet somit einen großen Schritt vorwärts auf dem Weg zur deutschen Kraftstoffunabhängigkeit und Verkehrsfreiheit, wobei gleichzeitig viele Millionen RM Devisen jährlich eingespart und für andere unvermeidbare Rohstoffeinfuhren verfügbar gemacht werden. Der Oberleitungsomnibus ist überdies im Stadt- und Vorortverkehr dem Dieseldomnibus sowohl fahrtechnisch als auch betriebswirtschaftlich überlegen, wie im folgenden an Hand einer vergleichenden Berechnung der Fahrzeiten und Wirtschaftlichkeit im Obus- und Dieselbusbetrieb nachgewiesen wird.

Betriebsausgaben im Oberleitungs- und Dieseldomnibusbetrieb.

Der Vergleich der Betriebskosten von Obus- und Dieselbusbetrieb gilt für eine Betriebsstrecke von 7 km einfacher Länge, die im ersten Fall im steigungsreichen, im zweiten Fall im annähernd ebenen städtischen Gelände gelegen ist (Bilder 1 und 2). Der mittlere für Stadtlinien übliche Haltabstand beträgt 300 m. Die Betriebskosten sind für 5-, 7,5- 10-, 15-, 20-, 25- und 30-min-Verkehr bei jeweils 18-stündiger täglicher Betriebsdauer und 365 Betriebstagen im Jahr ermittelt.

In einer früheren Arbeit*) ist der Kostenvergleich nur auf der Grundlage der gleichen Reisegeschwindigkeit aller Fahrzeugarten durchgeführt worden. In dieser Untersuchung aber ist außer gleicher Reisegeschwindigkeit auch die Gleichheit der Fahrzeug-Antriebsleistung als zweite Ver-

entwickelt worden**). In gleicher Weise ist dies für gleiche Reisegeschwindigkeit geschehen. Hiernach werden folgende Reisegeschwindigkeiten und Reisezeiten erreicht (Klammerwerte gelten, wenn im Obus gleiche Motorleistung wie im Dieselbus angenommen wird):

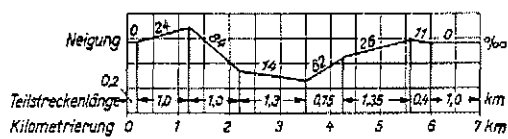


Bild 1. Höhenplan der unebenen Betriebsstrecke (Steigungsstrecke).

gleichsgrundlage gewählt worden, d. h. die Dauerleistung des Elektromotors im Obus und des Dieselmotors im Dieselomnibus beträgt jeweils 110 PS bei entsprechend verschiedener Reisegeschwindigkeit. Alle eingeklammerten Werte der Tafeln sind auf der zweiten Vergleichsgrundlage der gleichen Antriebsleistung im Obus und Dieselbus ermittelt. Bei gleicher Reisegeschwindigkeit sind dagegen wegen der bekannten höheren Überlastbarkeit des Elektromotors die Motorleistungen im Obus und Dieselomnibus verschieden, und zwar entspricht einer Reisegeschwindigkeit von 18 km/h, die der Dieselomnibus mit seinem 110-PS-Dieselmotor auf der Steigungsstrecke erreicht, eine Elektromotorleistung im Obus von nur 70 PS dd, und einer Reisegeschwindigkeit von 21 km/h des 110-PS-Dieselomnibusses auf ebener Strecke eine Obusmotorleistung von 80 PS dd.

Jeder Omnibus ist ein Eindeck-Vierradwagen für 30 Sitzplätze und 20 Stehplätze. Der Obus wiegt leer 8,6 t und der Dieselomnibus 8,0 t. Das Gewicht einschließlich 30 Personen Besetzung (1 Person = 70 kg i. M.) stellt sich dann für den Obus auf 10,7 t und für den Dieselbus auf 10,1 t. Unter Zugrundelegung ähnlicher Fahrzeuggewichte und Motorleistungen sind die Bewegungs- und Arbeitsverhält-



Bild 2. Höhenplan der ebenen Betriebsstrecke.

nisse für dieselben Betriebsstrecken mit und ohne Steigungen und für gleiche Antriebsleistung im Obus und Dieselbus an anderer Stelle bereits eingehend

*) W. Stuckhardt, Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel Straßenbahn, Oberleitungs-Omnibus, Diesel- und Benzinomnibus, Mitt. f. Bahnbetriebe 1933, H. 16.

	Reisegeschw. km/h	Reisezeit min
Obus auf Betriebsstrecke mit Steigungen	18 (23)	3,3 (18,3)
Dieselbus auf Betriebsstrecke mit Steigungen	18	23,3
Obus auf Betriebsstrecke ohne Steigungen	21 (23,5)	20 (18)
Dieselbus auf Betriebsstrecke ohne Steigungen	21	20

Die Anzahl der für den Betrieb erforderlichen Fahrzeuge ergibt sich dann aus:

Reisezeiten der Hin- und Rückfahrt + Wendeaufenthalte (= Umlaufzeit)

Wagenfolge

Die Anzahl der Fahrzeuge einschließlich Wagenrückhalt bestimmt sich aus den Wkm/Jahr und der zulässigen Höchstausnutzung eines Wagens, die, unter Berücksichtigung der erforderlichen Instandsetzungszeiten, für den Obus mit 85 000 km und für den Dieselbus mit 70 000 km jährlich angenommen wurde.

Die Durchrechnung der Höhenpläne der Betriebsstrecken mit und ohne Neigungswechsel mit einem mittleren Bewegungswiderstand von 20 kg/t und unter Berücksichtigung von 23 Anfahrten je Fahrtrichtung ergibt für gleiche Reisegeschwindigkeit sowie gleiche Motorleistung (Klammerwerte) im Oberleitungs- und Dieselomnibusbetrieb folgenden Strom- und Treibstoffverbrauch:

	Obus-Stromverbrauch kWh/km	Dieselbus-Treibstoffverbrauch l/km
Betriebsstrecke mit Steigungen	1,6 (1,81)	0,55
Betriebsstrecke ohne Steigungen	1,5 (1,75)	0,47

Die Werte für den elektrischen Arbeitsverbrauch (Stromverbrauch) des Obus einschließlich Nebenverbrauch gelten gemessen am Unterwerk gleichstromseitig, diejenigen des Dieselbus gemessen an der Kurbelwelle des Dieselmotors. Aus Arbeitsverbrauch und einem für die kWh üblichen Preis von 7,5 Rp/ am Unterwerk gs-seitig sowie heutigen Preis für das Liter Dieselöl von 16 Rp/ (Kesselwagenpreis frei Tankstelle der Wagenhalle) errechnen sich die

**) W. Stuckhardt, Vergleich der Fahrzeugeigenschaften von Elektro- und Dieselmotor im Omnibusbetrieb, Verkehrstechn. 1935, Heft 10, S. 263.

Treibkraftkosten (Tafeln I und II, S. 12 und 16) in Rpf/Wkm. Zur Wahrnehmung der Stromersparnis, die rd. 16% bei 300 m Haltabstand beträgt (Bild 3), ist für den Obus stets ein Doppelmotor vorgesehen, dessen beide Hälften beim Anfahren zunächst hintereinander, dann nebeneinander geschaltet werden.

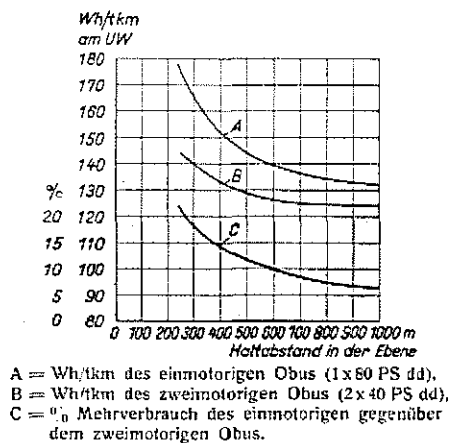


Bild 3. Elektr. Arbeitsverbrauch (Stromverbrauch) im Obusbetrieb.

Die übrigen Betriebskosten der Tafeln I und II sind gute Mittelwerte von in zahlreichen Betrieben festgestellten Erfahrungswerten. In Betracht gezogene Werte ausländischer Betriebe wurden auf deutsche Verhältnisse umgerechnet. Als Summe ergeben sich dann die reinen Betriebskosten oder Betriebskosten ohne Erneuerungsrücklagen (Abschreibung).

Anschließend sind die Erneuerungsrücklagen für Fahrzeuge, Fahrleitung, Unterwerk, Gebäudeanlagen und Werkstatteinrichtung in die Tafeln eingetragen, und zwar entsprechend der jeweiligen Lebensdauer in % vom Anlagekapital und Rpf/Wkm. Beim Obus besteht ein erheblicher Unterschied in der Lebensdauer des elektrischen und wagenbaulichen Teiles, da erfahrungsgemäß der elektrische Teil doppelt solange verwendbar ist wie der Wagenbauteil.

Die in den Tafeln angegebene jährliche Gesamtrücklage für den Obus ohne Bereifung setzt sich aus folgenden jährlichen Teilrücklagen zusammen:

Gesamtrücklage 10,5% während	Teilrücklage	6,25% für den elektrischen Teil während	16 Jahren
9,5 Jahren	12,5% "	8 "	
" 10,0% "	5,9% "	17 "	
" 11 "	11,8% "	8,5 "	
" 9,1% "	5,6% "	18 "	
" 12 "	11,1% "	9 "	
" 8,34% "	5,0% "	20 "	
	10,0% "	10 "	

Beim Dieselomnibus muß jedoch die Lebensdauer von Maschinen- und Wagenbauteil als gleich lang bewertet werden.

Betriebseinnahmen

im Oberleitungs- und Dieselomnibusbetrieb.

Zum einwandfreien Vergleich der Betriebswirtschaftlichkeit von Obus- und Dieselbusbetrieb muß angenommen werden, daß die mittlere kilometrische Wagenbesetzung sowie die mittlere Einnahme in beiden Betrieben gleich groß sind. Die mittlere Einnahme ist außerdem mit abnehmender Verkehrsdichte gleichmäßig für Obus und Dieselbus nach oben hin abgestuft. Die Betriebseinnahmen ergeben sich dann aus folgenden den vorliegenden Betriebsverhältnissen entsprechend gewählten Verkehrsverhältnissen:

Mittlere Wagenbesetzung (30%)	15 Personen
„ Reiselänge	3,75 km/Pers.
„ kilometr. Wagenbesetzg.	4 Pers./Wkm
„ Einnahme	13...16 Rpf/Pers.
Betriebs-Einnahme	52...64 Rpf/Wkm

Wirtschaftlichkeit

im Oberleitungs- und Dieselomnibusbetrieb.

Die Wirtschaftlichkeit des Betriebes ist der Überschuß der Einnahmen über die Ausgaben im Verhältnis zum Anlagekapital. Die Einnahmen betragen 52...64 Rpf/Wkm, die Ausgaben sind die Gesamt-Betriebskosten der Tafeln I und II. Somit beträgt der Überschuß (Verlust mit negativem Vorzeichen) im:

	5	7,5	10	15	20	25	30
	min Verkehr						
	Rpf/Wkm						
Obusbetrieb auf Steigungsstrecke	7,4 (7,9)	7,4 (11,0)	8,2 (8,6)	7,7 (9,3)	7,5 (5,9)	4,8 (9,2)	8,1 (6,0)
Dieselbusbetrieb auf Steigungsstrecke	-1,3 (-3,5)	-1,2 (-3,4)	0,1 (-2,1)	1,4 (-0,8)	1,9 (-0,3)	0,3 (-1,5)	3,7 (1,5)
Obusbetrieb auf ebener Strecke	8,9 (8,4)	9,9 (5,5)	11,2 (9,1)	8,3 (9,8)	8,5 (6,4)	11,7 (9,7)	8,6 (6,5)
Dieselbusbetrieb auf ebener Strecke	1,0 (-0,9)	2,6 (0,1)	3,7 (1,8)	2,7 (6,8)	3,2 (1,3)	7,2 (5,3)	5,0 (3,1)

Tafel A. Überschuß.

Diese Betriebsüberschüsse stehen für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals (Tafeln I und II; Bild 4a) sowie Reingewinn zur Verfügung. Ihr Ver-

hältnis zum Anlagekapital ist die Wirtschaftlichkeit (Unwirtschaftlichkeit mit negativem Vorzeichen) und beträgt im:

	5	7,5	10	15	20	25	30
	min Verkehr						
	" v. A. K.						
Obusbetrieb auf Steigungsstrecke	13,4 (13,4)	11,8 (13,6)	11,6 (11,5)	9,1 (10,5)	8,1 (5,8)	4,1 (9,3)	7,1 (5,0)
Dieselmotriebetrieb auf Steigungsstrecke	-2,5 [-6,7]	-2,2 [-6,3]	0,2 [-3,9]	2,3 [-1,0]	3,4 [-0,5]	0,4 [-2,7]	5,8 [2,4]
Obusbetrieb auf ebener Strecke	15,8 (14,3)	15,5 (14,3)	15,5 (12,2)	9,6 (11,0)	8,5 (6,3)	12,2 (9,6)	7,5 (5,5)
Dieselmotriebetrieb auf ebener Strecke	1,9 [-1,7]	3,7 [0,2]	6,5 [3,4]	4,4 [1,3]	5,7 [2,3]	10,2 [7,5]	7,9 [4,9]

Tafel B. Wirtschaftlichkeit.

stehen außer meist geringeren Betriebskosten auch fast stets niedrigere Anlagekosten, da die Obuslinie z. B. an ein vorhandenes Straßenbahn-Unterwerk angeschlossen werden kann, so daß ein neues Unterwerk nicht erforderlich ist (Bild 4b). Das gleiche gilt auch, wenn der Bahnstrom aus fremder Stromquelle fertig bezogen wird.

Zum übersichtlichen Vergleich der Wirtschaftlichkeit vom Oberleitungs- und Dieselmotriebetrieb

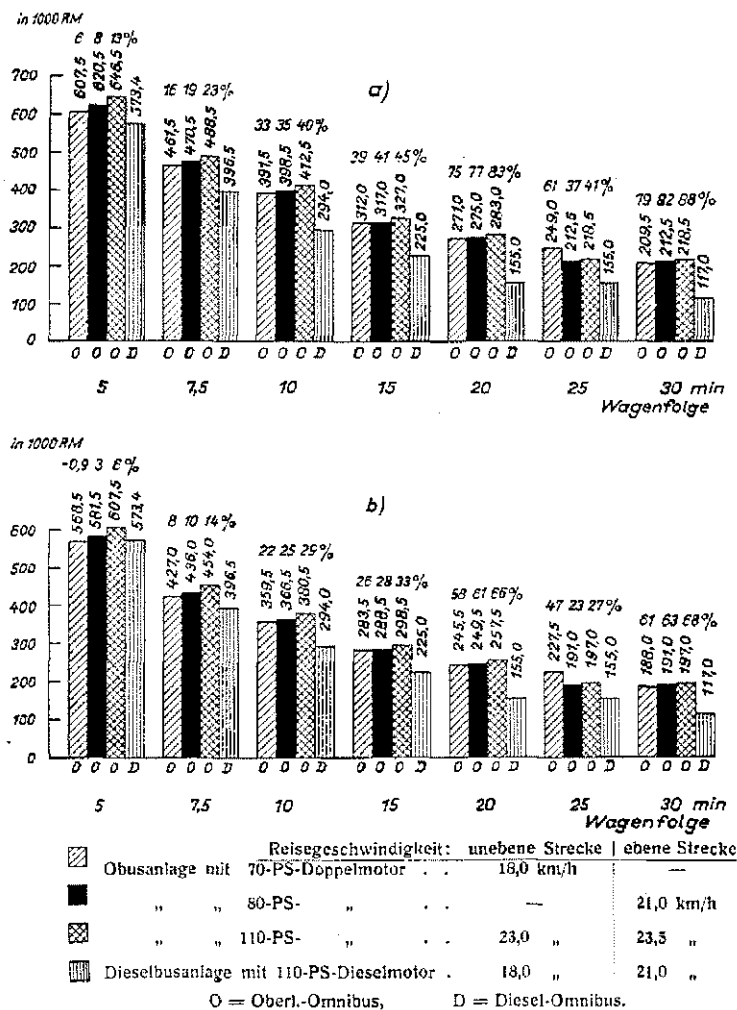


Bild 4. Anlagekosten einer 7 km langen Omnibus-Betriebsstrecke und Mehrkosten (%) der Obusanlage gegenüber der Dieselmotriebetrieb, a) einschl. Unterwerk der Obusanlage, b) ausschl. " " " (Angliederung).

Sämtliche Werte für die Betriebskosten und Wirtschaftlichkeit im Omnibusbetrieb gelten unter der Voraussetzung, daß es sich um die Errichtung und den Betrieb einer in allen Teilen neuen und auf sich allein gestellten Anlage handelt, die Anlagekosten also in voller Höhe anfallen (Bild 4a). Wird dagegen ein Obusbetrieb beispielsweise an eine bereits vorhandene Straßenbahnanlage angegliedert, so ent-

sind die obenstehenden für gleiche Reisegeschwindigkeit im Obus- und Dieselmotriebetrieb sowie für gleiche Motorleistung (Werte in runder Klammer) geltenden Rechnungsergebnisse der Tafeln A und B maßstäblich aufgetragen (Bilder 5 und 6). Beim Dieselmotriebetrieb ist mit dem heutigen Preis von 16 Rpf/l Dieselöl und außerdem mit einem zu erwartenden zukünftigen Preis von 20 Rpf/l

Dieselöl gerechnet werden [Werte in eckiger Klammer].

Schließlich ist noch der Einfluß der Strom- und Dieselölpreise auf die Wirtschaftlichkeit von Oberleitungs- und Dieselomnibusbetrieb bei den verschiedenen Wagenfolgen dargestellt (Bilder 7 u. 8). Der elektrische Arbeitsverbrauch von 1 kWh am Unterwerk entspricht auf unebener Stadtstrecke einem Verbrauch von 0,34 l Dieselöl, auf ebener Stadtstrecke einem Verbrauch von 0,313 l

Ergebnis.

Der Vergleich von Oberleitungs- und Dieselomnibusbetrieb zeigt somit:

1. Auf unebener Stadtstrecke reist der Obus infolge größerer Anfahrbeschleunigung ($1,2 \text{ m/s}^2$) und Geschwindigkeit auf Steigungen 20...30% schneller, auf ebener Stadtstrecke infolge größerer Anfahrbeschleunigung ($1,2 \text{ m/s}^2$) 10...15% schneller als der Dieselomnibus bei gleicher Leistung der Antriebsmotoren.

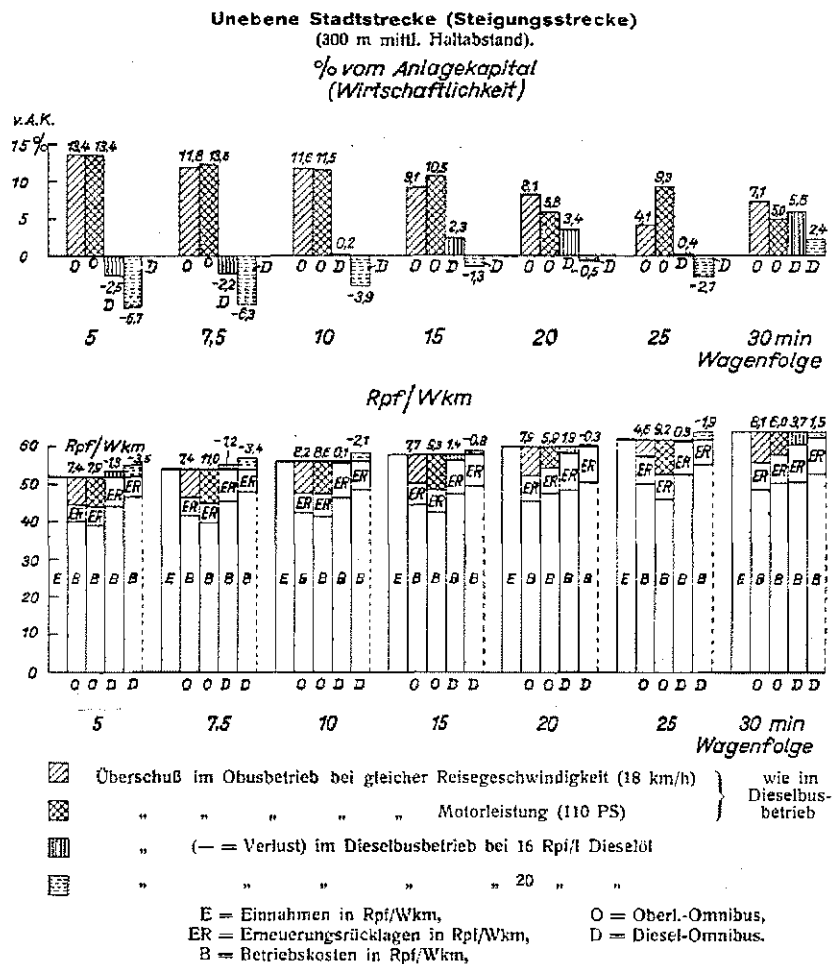


Bild 5. Wirtschaftlichkeit und Wagenfolge auf unebener Stadtstrecke.

Dieselöl. Dem heutigen Dieselölpreis von 16 Rp/l entspricht somit ein Preis von nur 5,5 Rp/kWh auf unebener und von 5 Rp/kWh auf ebener Stadtstrecke, umgekehrt entspricht dem ortsüblichen Preis von 7,5 Rp/kWh ein Dieselölpreis von 22 Rp/l auf unebener und von 24 Rp/l auf ebener Stadtstrecke. Der heutige tatsächliche Dieselöl-Literpreis von 16 Rp ist also um 30% im Mittel niedriger als ein dem ortsüblichen Strompreis entsprechender Literpreis des Dieselöles.

2. Die größere Reisegeschwindigkeit im Obusbetrieb ist nicht nur für die Verkehrswerbung von größter Bedeutung, sondern bietet auch den Vorteil, daß bei den kürzeren Wagenfolgen zur Bewältigung des gleichen Verkehrs ein bis zwei Oberleitungsomnibusse weniger für den Betrieb erforderlich sind als Dieselomnibusse.
3. Der Obus erreicht infolge der höheren Überlastbarkeit seines Elektromotors auf unebener

Stadtstrecke mit rd. $\frac{3}{4}$ Motorleistung des Dieselomnibusses, auf ebener Stadtstrecke mit rd. $\frac{1}{4}$ Motorleistung des Dieselomnibusses die gleiche Reisegeschwindigkeit.

4. Auf Stadtstrecke mit und ohne Steigungen arbeitet der Oberleitungsomnibus bei den Wagenfolgen von 5...25 min (auf Stadtstrecke mit Steigungen auch bei 30-min-Wagenfolge) wirtschaftlicher als der Dieselomnibus (Bilder 5. und 6).

triebswagen, und Obus für gleiche Motorleistung wie Dieselomnibus, wenn ein Betriebswagen im Obusbetrieb eingespart wird.

6. Auf der Stadtstrecke ohne Steigungen (Bild 6) arbeiten
a) bei den Wagenfolgen von 5...10 min am wirtschaftlichsten:
Obus für gleiche Reisegeschwindigkeit wie Dieselomnibus,

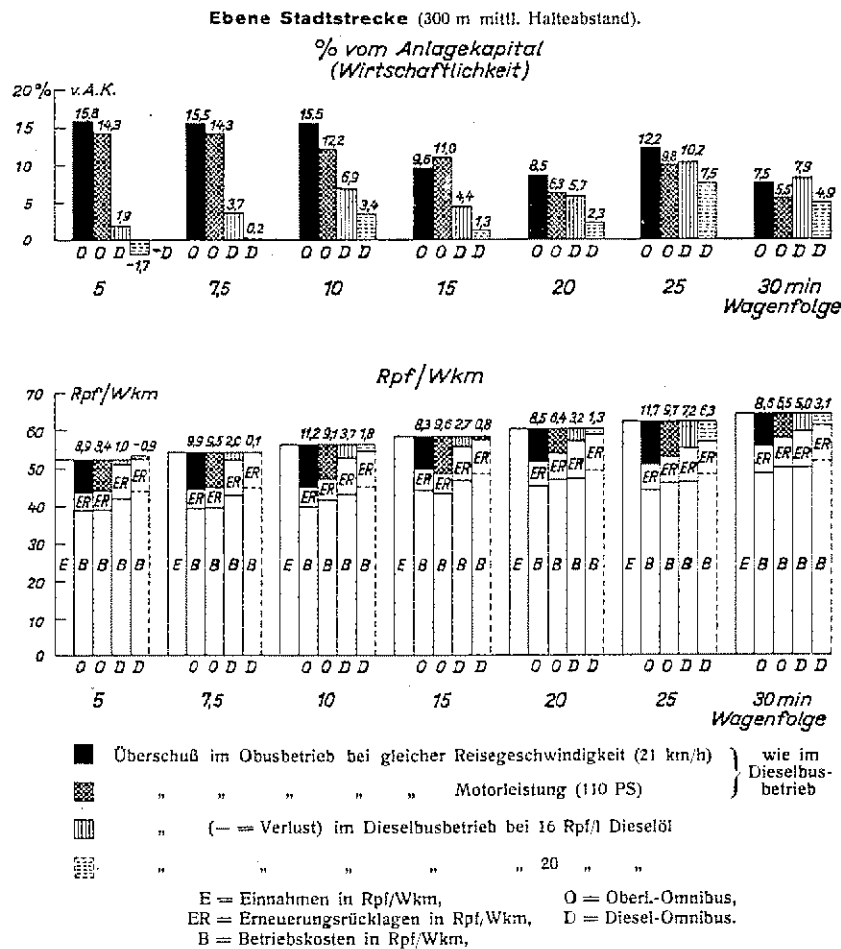


Bild 6. Wirtschaftlichkeit und Wagenfolge auf ebener Stadtstrecke.

5. Auf Stadtstrecke mit Steigungen (Bild 5) arbeiten
a) bei den Wagenfolgen von 5...10 min etwa gleich wirtschaftlich:
Obus für gleiche Reisegeschwindigkeit wie Dieselomnibus,
Obus für gleiche Motorleistung wie Dieselomnibus,
b) bei den Wagenfolgen von 15...30 min am wirtschaftlichsten:
Obus für gleiche Reisegeschwindigkeit wie Dieselomnibus, wenn kein Be-

- b) bei den Wagenfolgen von 15...30 min am wirtschaftlichsten:
Obus für gleiche Reisegeschwindigkeit wie Dieselomnibus, wenn kein Betriebswagen, und Obus für gleiche Motorleistung wie Dieselomnibus, wenn ein Betriebswagen im Obusbetrieb eingespart wird.
7. Der Oberleitungs-Omnibus arbeitet auf ebener und unebener Stadtstrecke bei fast allen Wagenfolgen und in Frage kommenden Strompreisen

mit Überschuß, bei den kleineren Wagenfolgen sogar mit erheblichem Überschuß, während der Dieseldomnibus nur bei den niedrigen Dieselöl-

8. Der Dieseldomnibus verbraucht auf der Betriebsstrecke mit großem Höhenunterschied 0,55 l/km Dieselöl oder — bei einem Preis von 4,7 Rpf/l

Unebene Stadtstrecke (Steigungsstrecke) (300 m mittl. Haltabstand).

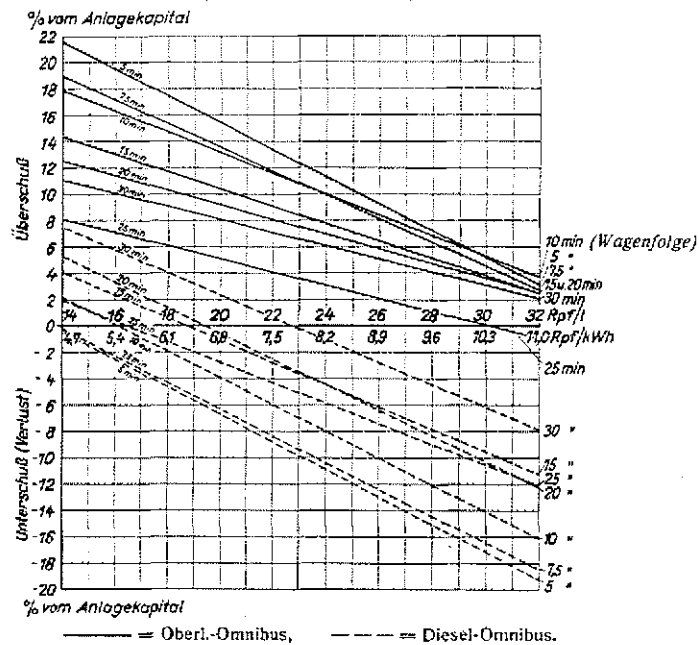


Bild 7. Wirtschaftlichkeit und Treibstoffkosten auf unebener Stadtstrecke.

preisen und großen Wagenfolgen einen wenn auch kleineren Überschuß als der Obus erzielt,

Dieselöl unverzollt — je km 2,6 Rpf, auf der Betriebsstrecke mit kleinem Höhenunter-

Ebene Stadtstrecke (300 m mittl. Haltabstand).

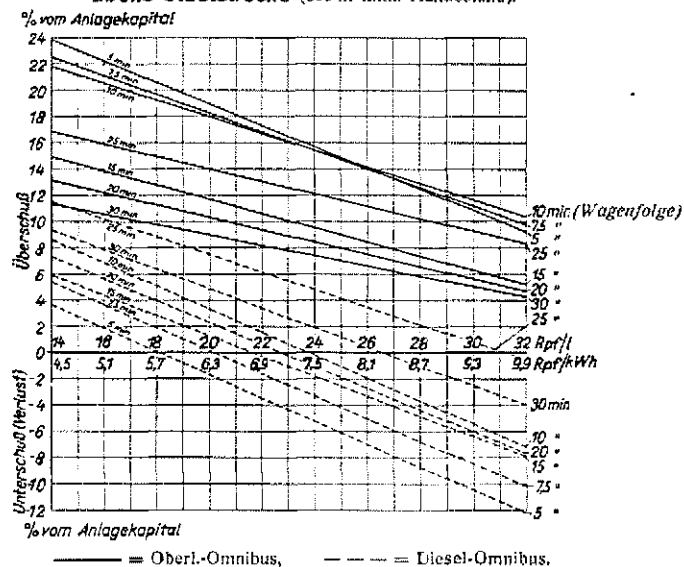


Bild 8. Wirtschaftlichkeit und Treibstoffkosten auf ebener Stadtstrecke.

bei den höheren Dieselölpreisen, die etwa den heutigen Benzin-Benzol-Preisen entsprechen, aber durchweg Betriebsverluste verursacht (Bilder 7 und 8).

schied 0,47 l/km oder je km 2,2 Rpf Devisen. Wenn an Stelle des Dieseldomnibusses ein Oberleitungsomnibus in Betrieb genommen wird, so bedeutet dies also:

2,6 Rpf/km Devisenersparnis auf Stadtstrecke mit Steigungen und

2,2 Rpf/km Devisenersparnis auf Stadtstrecke in der Ebene

oder bei rd. 80 000 Wkm Jahresleistung:

2080,—RM Devisenersparnis je Obus und Jahr auf Stadtstrecke mit Steigungen,

1760,—RM Devisenersparnis je Obus und Jahr auf Stadtstrecke in der Ebene.

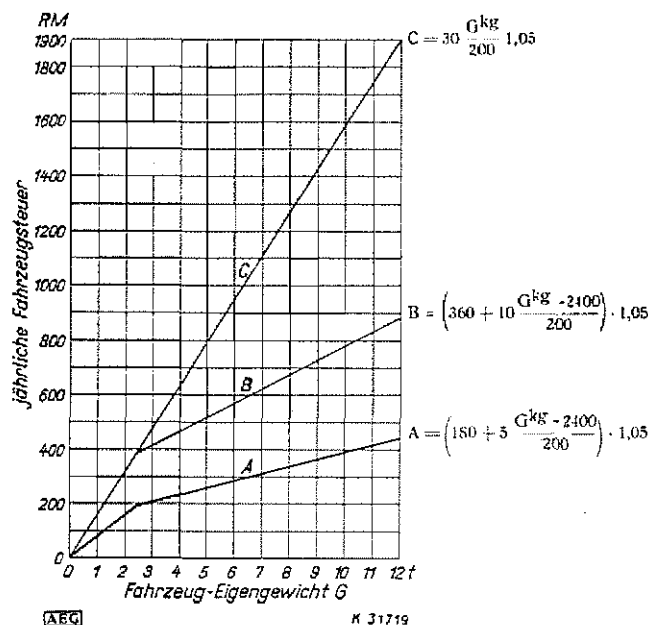
Zur Wahrung dieser volkswirtschaftlich wichtigen Belange ist die Kraftfahrzeugsteuer für Fahrzeuge mit einheimischem Treibstoff am 1. April 1935 wesentlich gesenkt worden, und zwar kostet ein nach dem 1. 4. 1935 in Betrieb genommener Oberleitungsomnibus nur noch etwa halb soviel Steuern wie ein nach dem 1. April 1935 und sogar nur $\frac{1}{4}$ soviel Steuern wie ein vor dem 1. April 1935 in Betrieb genommener Omnibus mit flüssigem Treibstoff (Bild 9).

9. Zur Gewinnung der deutschen Verkehrsfreiheit und zum Aufbau einer einheimischen Treibstoffherzeugung werden neue zollgesetzliche Regelungen des Dieseltreibstoffmarktes unvermeidlich sein, auch im Hinblick auf den unnatürlich großen Preisunterschied zwischen Dieselöl und Benzin sowie die Tatsache, daß der Ertrag aus der Kohleverflüssigung zu $\frac{1}{3}$ aus Benzin, zu noch nicht $\frac{1}{4}$ aber aus Dieselöl besteht. Nach dieser geringeren Ausbeute zu urteilen, müßte Dieselöl teurer sein als Benzin! Ein Stadtbetrieb mit Dieseldomnibussen, wie hier untersucht, arbeitet aber schon bei einem Treibstoffpreis von 20 Rpf/l Dieselöl auf unebener Stadtstrecke bei Wagenfolgen von 5...25 min mit Verlust (Bilder 5 und 7), auf ebener Stadtstrecke nur bei schwachem Verkehr (25 und 30 min) mit mäßigem Überschuß, der jedoch immer noch geringer ist als im Obusbetrieb (Bilder 6 und 8).

10. In Anbetracht seiner bedeutenden fahrtechnischen Vorzüge, unbedingten Betriebswirtschaftlichkeit und Kraftstoffunabhängigkeit ist somit der elektrische Oberleitungsomnibus bei allen Wagenfolgen des Nahverkehrs von 5...30 min dem Autobus mit Vergaser- oder Dieselmotor einwandfrei überlegen und deshalb zum Einsatz auf neuen Linien des Stadt- und Vorortverkehrs sowie als Ersatz unwirtschaftlicher Autobus- oder veralteter Straßenbahnlinien vorzüglich geeignet.

11. Die Anlagekosten einer im vorliegenden Falle 7 km langen Obuslinie sind bei gleicher Wagenfolge von der eingebauten, zur Erzielung einer bestimmten Reisegeschwindigkeit erforder-

lichen Fahrzeugmotorleistung abhängig. Die große, verkehrswerbende Reisegeschwindigkeit bedingt zwar den Einbau stärkerer Motoren und damit im allgemeinen etwas höhere Anlagekosten; sofern aber die jährliche Fahrzeughöchstausnutzung nicht überschritten wird, kann



- A = Fahrzeugsteuer für Oberleitungs-Omnibus bei Inbetriebnahme nach dem 1. 4. 1935,
 B = Fahrzeugsteuer für Autobus mit flüssig. Treibstoff bei Inbetriebnahme nach dem 1. 4. 1935,
 C = Fahrzeugsteuer für Autobus mit flüssig. Treibstoff bei Inbetriebnahme vor dem 1. 4. 1935.

(Vergl. auch Verkehrstechnik 1935, Heft 5, S. 114.)

Bild 9. Omnibus-Steuertarif vom 1. April 1935.

ein schnellerer Wagenumlauf die Anlagekosten gegebenenfalls dadurch ermäßigen, daß weniger Wagen insgesamt für Betrieb und Rückhalt erforderlich werden (Bilder 4a und b).

12. Die Mehrkosten einer Oberleitungsomnibusanlage gegenüber einer Anlage mit Dieseldomnibussen sind bei den kleinen Wagenfolgen gering; bei 5-min-Verkehr kann sich eine Obus-Anlage mit 70-PS-Motor sogar rd. 1% billiger stellen als eine Dieseldomnibusanlage mit 110-PS-Motor (Bild 4b). Erst bei den großen Wagenfolgen machen sich die festen Fahrleitungskosten gegenüber den geringeren Fahrzeugkosten in den Mehrkosten bemerkbar. Aber auch hier sind die Mehrkosten einer Obusanlage in Anbetracht der wesentlich besseren Wirtschaftlichkeit tragbar und auch dann sogar gering, wenn durch größere Reisegeschwindigkeit oder bessere Wagenausnutzung weniger Obusse bei gleicher Verkehrsleistung für Betrieb und Rückhalt erforderlich werden als Dieseldomnibusse (Bilder 4a und b, Tafeln I und II).

Tafel I. Wirtschaftlichkeit im Oberleitungs- und Dieseldomnibusbetrieb auf unebener Stadtstrecke (Steigungsstrecke).

Länge der Betriebsstrecke = 7 km,
 Obus-Reisegeschwindigkeit = 18 km/h, Motorleistung = $2 \times 35 = 70$ PS dd O. = Obus
 Dieselbus- " " " " " " " " = 110 " " D. = Dieselbus
 (Obus-Reisegeschwindigkeit = 23 km/h, Motorleistung = $2 \times 55 = 110$ PS dd)
 Mittlerer Haltestellenabstand = 300 m.

Wagenfolge	5		7,5		10		15		20		25		30	
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.
Wagenkm/Jahr in 1000 bei 18 h Betriebszeit/Tag	1100	1100	736	736	552	552	368	368	276	276	221	221	184	184
Anzahl Wagen in Betrieb bei Umlaufzeit = 55 min (45 min)	11 (9)	11	8 (6)	8	6 (5)	6	4 (3)	4	3	3	3 (2)	3	2	2
Anzahl Wagen einschl. Rückh.; jährl. Höchstleistung 85 000 km/Obus	13	—	9	—	7	—	5	—	4	—	4 (3)	—	3	—
70 000 km/Dieselbus	—	16	—	11	—	8	—	6	—	4	—	4	—	3
Wagenausnutzung je Wagen und Jahr Wkm	84600	68750	82000	67000	79000	69000	73500	61300	69000	69000	55200 (73600)	55200	61300	61300
Betriebskosten (in Rpf/Wkm)														
I. Verkehrsdienst														
85 Rpf/h Fahrerlohn 5600,— RM/Wagen Fahrerlohn Rpf/Wkm	5,6 (4,6)	5,6	6,1 (4,6)	6,1	6,1 (5,1)	6,1	6,1 (4,6)	6,1	6,1	6,1	7,6 (5,1)	7,6	6,1	6,1
80 Rpf/h Schaffnerlohn = 5280,— RM/Wagen Schaffnerlohn Rpf/Wkm	5,3 (4,3)	5,3	5,8 (4,3)	5,8	5,8 (4,8)	5,8	5,8 (4,3)	5,8	5,8	5,8	7,2 (4,8)	7,2	5,8	5,8
80 Rpf/h Handwerkerlohn = 1690,— RM/Handwerker/Jahr Rpf/Wkm	0,5 (3)	0,5	0,5 (2)	0,7	0,6 (2)	0,9	0,9 (2)	0,9	0,6	0,6	0,8 (1)	0,8	0,9	0,9
Anzahl d. Handwerker	(3)	(4)	(2)	(3)	(2)	(3)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
70 Rpf/h Hilfsarbeiterlohn = 1480,— RM/Hilfsarbeiter/Jahr Rpf/Wkm	0,7 (5)	0,8	0,8 (4)	1,0	0,8 (3)	1,1	1,2 (3)	1,2	1,1	1,1	1,3 (2)	1,3	1,6	1,6
Anzahl d. Hilfsarbeiter	(5)	(6)	(4)	(5)	(3)	(4)	(3)	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
Meister und Kontrolleure 2750,— 3000,— RM/Jahr Rpf/Wkm	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	1,1	1,1	1,3	1,3	1,5	1,5
Uniformen u. Ausrüstung d. Fahrpers. 100,— RM/Fahrer bzw. Schaffner Rpf/Wkm	0,6 (0,5)	0,6	0,7 (0,5)	0,7	0,7 (0,6)	0,7	0,7 (0,5)	0,7	0,7	0,7	0,8 (0,6)	0,8	0,7	0,7
Soziale Lasten etwa 12% der Geh. u. Löhne Rpf/Wkm	1,9 (1,5)	1,9	1,9 (1,5)	1,9	1,9 (1,6)	1,9	2,0 (1,6)	2,0	2,0	2,0	2,4 (1,8)	2,4	2,2	2,2
Versicherung u. Haftpflicht Rpf/Wkm	1,0	1,3	1,0	1,3	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3	1,5	1,3	1,5	1,4	1,6
Verkehrsdienst	15,9 (13,4)	16,5	17,2 (13,6)	17,9	17,5 (15,1)	18,4	18,6 (15,0)	18,9	18,7	18,9	22,7 (17,0)	22,9	20,2	20,4
2. Treibkraft (s. Anmerkung S. 18)														
7,5 Rpf/kWh Stromkosten und 1,60 kWh/km (1,81 kWh/km) Rpf/Wkm	12,0 (13,6)	—	12,0 (13,6)	—	12,0 (13,6)	—	12,0 (13,6)	—	12,0 (13,6)	—	12,0 (13,6)	—	12,0 (13,6)	—
16,0 Rpf/l Gasöl und 0,55 l/km Rpf/Wkm	—	8,8	—	8,8	—	8,8	—	8,8	—	8,8	—	8,8	—	8,8
3. Schmier- u. Putzmaterial Rpf/Wkm	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.

Tafel I (Fortsetzung).

Wagenfolge	5		7,5		10		15		20		25		30	
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.
Wkm/Jahr in 1000 bei 18 h Betriebszeit/Tag	1100	1100	736	736	552	552	368	368	276	276	221	221	184	184
Anzahl Wagen einschl. Rückhalt .Stck.	13	16	9	11	7	8	5	6	4	4	4 (3)	4	3	3
4. Unterhaltung														
a) der WagenRpf/Wkm	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0
b) der ReifenRpf/Wkm (70 000 km durchschnittl. Lebensdauer u. 300,— RM/Reifen einschl. Instandsetzungskosten)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
c) der elektr. Anlagen Fahrleitung u. Unterwerk .Rpf/Wkm	0,9	—	1,0	—	1,2	—	1,5	—	1,7	—	1,9	—	2,2	—
d) Gebäude einschl. fester AusrüstungenRpf/Wkm	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7
e) Werkstattausrüstung .Rpf/Wkm	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
5. Verwaltungs- u. HandlungsunkostenRpf/Wkm	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,8	1,7	2,0	1,8	2,1	2,0	2,5	2,4
6. SteuernRpf/Wkm	2,4	3,3	2,5	3,4	2,7	3,5	2,8	3,6	3,2	4,0	3,4	4,3	3,5	4,2
Betriebskosten ohne ErneuerungsrücklagenRpf/Wkm	40,0 (39,1)	44,1	41,6 (39,6)	45,7	42,5 (41,7)	46,5	44,5 (42,5)	47,5	45,6 (47,2)	48,2	50,2 (46,1)	52,8	48,7 (50,3)	50,8
7. Erneuerungsrücklagen für:														
a) Fahrzeuge ohne Bereifung, die bei den Unterhaltungskosten voll berücksichtigt ist. Obus-Lebensdauer=9,5 Jahre bei 81000--85000 Wkm/Jahr (10,5% v. Anlagekapital)Rpf/Wkm	3,7 (4,1)	—	3,9 (4,3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dieselbus-Lebensdauer: 5 Jahre bei 65000--70000 Wkm/Jahr (20% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	—	8,6	—	8,9	—	8,8	—	—	—	9,1	—	—	—	—
Obus-Lebensdauer: 10 Jahre bei 76 000--80 000 Wkm/Jahr (10% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	—	—	—	—	4,0 (4,4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dieselbus-Lebensdauer: 6 Jahre bei 60000--65000 Wkm/Jahr (16,6% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	—	—	—	—	—	—	8,3	—	—	—	—	—	—	8,5
Obus-Lebensdauer: 11 Jahre bei 69 000--75 000 Wkm/Jahr (9,1% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	—	—	—	—	—	—	4,0 (4,4)	—	4,3 (4,7)	—	—	—	—	—
Dieselbus-Lebensdauer: 7 Jahre bei 50000--55000 Wkm/Jahr (14,3% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,1	—	—
Obus-Lebensdauer: 12 Jahre bei 60000--68000 Wkm/Jahr (8,34% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,9 (4,4)	—	4,4 (4,9)	—
b) Fahrleitung u. Unterwerk bei 25 Jahren Lebensdauer (4% vom Anlagekapital)Rpf/Wkm	0,5	—	0,7	—	0,9	—	1,2	—	1,6	—	1,7	—	2,0	—
c) Wagenhalle bei 33 Jahren Lebensdauer (3% vom Anlagekapital)Rpf/Wkm	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
d) Werkstattausrüstung, Ersatzteillager und Tankanlage bei 7 Jahren Lebensdauer (14,0% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5
Erneuerungsrücklagen ...Rpf/Wkm	4,6 (5,0)	9,2	5,0 (5,4)	9,5	5,3 (5,7)	9,4	5,8 (6,2)	9,1	6,5 (6,9)	9,9	7,2 (6,7)	8,9	7,2 (7,7)	9,5
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.

Tafel I (Fortsetzung).

Wagenfolge	5		7,5		10		15		20		25		30	
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.
Wkm/Jahr in 1000 bei 18 h Betriebszeit/Tag	1100	1100	736	736	552	552	368	368	276	276	221	221	184	184
Anzahl Wagen einschl. Rückhalt .Stck.	13	16	9	11	7	8	5	6	4	4	4 (3)	4	3	3
Gesamtbetriebskosten einschl. ErneuerungsrücklagenRpfl/Wkm	44,6 (44,1)	53,3	46,6 (45,0)	55,2	47,8 (47,4)	55,9	50,3 (48,7)	56,5	52,1 (54,1)	58,1	57,4 (52,8)	61,7	55,9 (58,0)	60,3
BetriebseinnahmeRpfl/Wkm	52,0	52,0	54,0	54,0	56,0	56,0	58,0	58,0	60,0	60,0	62,0	62,0	64,0	64,0
Betriebsüberschuß (— = Verlust) Rpfl/Wkm	7,4 (7,9)	—1,3	7,4 (11,0)	—1,2	8,2 (8,6)	0,1	7,7 (9,3)	1,4	7,9 (5,9)	1,9	4,6 (9,2)	0,3	8,1 (6,0)	3,7
Betriebsüberschuß (— = Verlust), % vom Anlagekapital	13,4 (13,4)	—2,5	11,8 (13,6)	—2,2	11,6 (11,5)	0,2	9,1 (10,5)	2,3	8,1 (5,8)	3,4	4,1 (9,3)	0,4	7,1 (5,0)	5,8
Eine weitere Erhöhung des Gasölpreises von RM 9,60/100 kg auf RM 14,40 je 100 kg, also um 50%, erhöht den Gasölpreis um 4 Rpfl/l auf 20 Rpfl/l und damit die Betriebskosten im Dieselloknbetrieb um 2,2 Rpfl/Wkm; somit														
Betriebsüberschuß (— = Verlust) in % vom Anlagekapital	—	—6,7	—	—6,3	—	—3,9	—	—1,0	—	—0,5	—	—2,7	—	2,4
Anlagekosten (in 1000 RM)														
1. Obus-Eindeck-4-Radwagen, Stahl- aufbau, 30 Sitz- u. 20 Stehplätze, sechsfache Riesenluftbereifung, Leistung d. Antriebs-Doppelmotors = 2 × 35 PS dd (2 × 55 PS dd) Stck. 32 000 (35 000) RM in 1000 RM	416,0 (455)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 32 500 (35 500) RM in 1000 RM	—	—	292,5 (319,5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 33 500 (36 500) RM in 1000 RM	—	—	—	—	234,5 (255,5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 34 000 (37 000) RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	170,0 (185)	—	—	—	—	—	—	—
„ 34 500 (37 500) RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	138,0 (150)	—	138,0 (112,5)	—	103,5 (112,5)	—
2. Diesellok-Eindeck-4-Radwagen, Stahlaufbau, sechsfache Riesenluft- bereifung, 30 Sitz- u. 20 Stehplätze, Leistung d. Antriebs-Dieselmotors = 110 PS dd.	—	502,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stck. 31 400,— RM in 1000 RM	—	—	—	346,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 31 500,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	256,0	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 32 000,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	195,0	—	—	—	—	—	—
„ 32 500,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132,0	—	132,0	—	99,0
„ 33 000,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Fahrleitung, 4-drähtig an Gitter- masten und Querdrähten, ¼ d. Querüberspannungen an Wandhaken	94,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
je km 13 500,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
je km 13 000,— RM in 1000 RM	—	—	91,0	—	91,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
je km 12 500,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	87,5	—	—	—	—	—	—	—
je km 12 000,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	84,0	—	—	—	—	—
2-drähtig an Gittermasten und Rohrablegern.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
je km 9500,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66,5	—	66,5	—
4. Glasgleichrichter-Unterwerk, ganz- selbsttätigin 1000 RM	34,0	—	30,0	—	28,0	—	25,0	—	22,0	—	18,0	—	18,0	—
Gebäudefeilin 1000 RM	5,0	—	4,5	—	4,0	—	3,5	—	3,5	—	3,5	—	3,5	—
5. Betriebsblf. in einfacher Ausführung einschl. Grunderwerb	32,5	40,0	22,5	27,5	17,5	20,0	12,5	15,0	—	—	—	—	—	—
2500,— RM/Omnibus in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	12,0	12,0	12,0 (9,0)	12,0	9,0	9,0
3000,— RM/Omnibus in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.

Tafel II. Wirtschaftlichkeit im Oberleitungs- und Dieseldomnibusbetrieb auf ebener Stadtstrecke.

Mittlerer Haltestellenabstand = 300 m.

Betriebskosten

(in Rpf/Wkm)

15

AEG

Tafel II (Fortsetzung).

Wagenfolge	5		7,5		10		15		20		25		30	
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.
Wagenkm/Jahr in 1000 bei 18h Betriebszeit/Tag	1100	1100	736	736	552	552	368	368	276	276	221	221	184	184
Anzahl Wagen einschl. Rückhalt .Stck.	13	16	9	11	7	8	5	6	4	4	3	4	3	3
Uniformen u. Ausrüstung d. Fahrpers. 100,— RM/Fahrer bzw. Schaffner	0,6 (0,5)	0,6	0,6 (0,5)	0,6	0,6	0,6	0,7 (0,5)	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
Soziale Lasten etwa 12% der Geh. u. Löhne	1,9 (1,5)	1,9	1,7 (1,5)	1,7	1,6	1,7	2,0 (1,6)	2,0	2,0	2,0	1,8	1,9	2,2	2,2
Versicherung u. Haftpflicht	1,0	1,3	1,0	1,3	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3	1,5	1,3	1,5	1,4	1,6
Verkehrsdienst	14,9 (13,4)	15,5	15,3 (13,6)	16,0	15,1	16,1	18,6 (15,0)	18,9	18,7	18,9	17,0	17,3	20,2	20,4
2. Treibkraft (s. Anmerkung S. 18) 7,5 Rpf/kWh Stromkosten und 1,50 kWh/km (1,75 kWh/km)	11,3 (13,1)	—	11,3 (13,1)	—	11,3 (13,1)	—	11,3 (13,1)	—	11,3 (13,1)	—	11,3 (13,1)	—	11,3 (13,1)	—
16,0 Rpf/l Gasöl und 0,47 l/km	—	7,5	—	7,5	—	7,5	—	7,5	—	7,5	—	7,5	—	7,5
3. Schmier- und Putzmaterial	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8
4. Unterhaltung														
a) der Wagen	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0	4,0	10,0
b) der Reifen	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
(70 000 km durchschnittl. Lebensdauer u. RM 300,—/Reifen einschl. Instandsetzungskosten)														
c) der elektr. Anlagen (Fahrleitung u. UW)	0,9	—	1,0	—	1,2	—	1,5	—	1,7	—	1,9	—	2,2	—
d) Gebäude und feste Ausrüstungen	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7
e) Werkstattaufrüstung	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
5. Verwaltungs- u. Handlungsunkosten	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,8	1,7	2,0	1,8	2,1	2,0	2,5	2,4
6. Steuern	2,4	3,3	2,5	3,4	2,7	3,5	2,8	3,6	3,2	4,0	3,4	4,3	3,5	4,2
Betriebskosten ohne Erneuerungsrücklagen	38,3 (38,6)	41,8	39,0 (39,1)	42,5	39,4 (41,2)	42,9	43,8 (42,0)	46,2	44,9 (46,7)	46,9	43,8 (45,6)	45,9	48,0 (49,8)	49,5
7. Erneuerungsrücklagen für:														
a) Fahrzeuge ohne Bereifung, die bei den Unterhaltungskosten voll berücksichtigt ist. Obus-Lebensdauer=9,5 Jahre bei 81000—85000 Wkm/Jahr (10,5% v. Anlagekapital)	3,9 (4,1)	—	4,0 (4,3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dieselbus-Lebensdauer: 5 Jahre bei 65000—70000 Wkm/Jahr (20% vom Anlagekapital)	—	8,6	—	8,9	—	8,8	—	—	—	9,1	—	—	—	—
Obus-Lebensdauer: 10 Jahre bei 76000—80000 Wkm/Jahr (10% v. Anlagekapital)	—	—	—	—	4,1 (4,4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dieselbus-Lebensdauer: 6 Jahre bei 60000—65000 Wkm/Jahr (16,6% vom Anlagekapital)	—	—	—	—	—	—	—	8,3	—	—	—	—	—	8,5
Obus-Lebensdauer: 11 Jahre bei 69000—75000 Wkm/Jahr (9,1% v. Anlagekapital)	—	—	—	—	—	—	4,1 (4,4)	—	4,4 (4,7)	—	4,2 (4,4)	—	—	—
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.

Tafel II (Fortsetzung).

Wagenfolgemin	5		7,5		10		15		20		25		30	
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.
Wagenkm/Jahr in 1000 bei 18h Betriebszeit/TagWkm	1100	1100	736	736	552	552	368	368	276	276	221	221	184	184
Anzahl Wagen einschl. Rückhalt .Stck.	13	16	9	11	7	8	5	6	4	4	3	4	3	3
Dieselbus-Lebensdauer: 7 Jahre bei 50000...55000Wkm/Jahr (14,3% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8,1	---	---	---
Obus-Lebensdauer: 12 Jahre bei 60000...68000Wkm/Jahr (8,34% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4,6 (4,9)	---
b) Fahrleitung u. Unterwerk bei 25 Jahren Lebensdauer (4% vom Anlagekapital)Rpf/Wkm	0,5	---	0,7	---	0,9	---	1,2	---	1,6	---	1,7	---	2,0	---
c) Wagenhalle bei 33 Jahren Lebensdauer (3% vom Anlagekapital)Rpf/Wkm	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
d) Werkstattausrüstung, Ersatzteillager und Tankanlage bei 7 Jahren Lebensdauer (14,0% vom Anlagekapital) ..Rpf/Wkm	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5
Erneuerungsrücklagen ...Rpf/Wkm	4,8 (5,0)	9,2	5,1 (5,4)	9,5	5,4 (5,7)	9,4	5,9 (6,2)	9,1	6,6 (6,9)	9,9	6,5 (6,7)	8,9	7,4 (7,7)	9,5
Gesamtbetriebskosten einschl. ErneuerungsrücklagenRpf/Wkm	43,1 (43,6)	51,0	44,1 (44,5)	52,0	44,8 (46,9)	52,3	49,7 (48,2)	55,3	51,5 (53,6)	56,8	50,3 (52,3)	54,8	55,4 (57,5)	59,0
BetriebseinnahmeRpf/Wkm	52,0	52,0	54,0	54,0	56,0	56,0	58,0	58,0	60,0	60,0	62,0	62,0	64,0	64,0
BetriebsüberschußRpf/Wkm	8,9 (8,4)	1,0	9,9 (9,5)	2,0	11,2 (9,1)	3,7	8,8 (9,8)	2,7	8,5 (6,4)	3,2	11,7 (9,7)	7,2	8,6 (6,5)	5,0
Betriebsüberschuß, % vom Anlagekapital	15,8 (14,3)	1,9	15,5 (14,3)	3,7	15,5 (12,2)	6,9	9,6 (11,0)	4,4	8,5 (6,3)	5,7	12,2 (9,8)	10,2	7,5 (5,5)	7,9
Eine weitere Erhöhung des Gasölpreises von RM 9,60/100 kg auf RM 14,40 je 100 kg, also um 50%, erhöht den Gasölpreis um 4 Rpf/l auf 20 Rpf/l und damit die Betriebskosten im Dieselomnibusbetrieb um 1,9 Rpf/Wkm; somit														
Betriebsüberschuß (— = Verlust), % vom Anlagekapital	---	-1,7	---	0,2	---	3,4	---	1,3	---	2,3	---	7,5	---	4,9
Anlagekosten (in 1000 RM)														
1. Obus-Eindeck-4-Radwagen, Stahlaufbau mit 30 Sitz- u. 20 Stehplätzen, Leistung d. Antriebs-Dieselmotors = 2 X 40 PS dd (2 X 55 PS dd).														
Stck. 33 000 (35 000) RM in 1000 RM	429,0 (455)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.. 33 500 (35 500) RM in 1000 RM	---	---	301,5 (319,5)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.. 34 500 (36 500) RM in 1000 RM	---	---	---	---	241,5 (255,5)	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.. 35 000 (37 000) RM in 1000 RM	---	---	---	---	---	---	175,0 (185)	---	---	---	---	---	---	---
.. 35 500 (37 500) RM in 1000 RM	---	---	---	---	---	---	---	---	142,0 (150)	---	106,5 (112,5)	---	106,5 (112,5)	---
2. Dieselbus-Eindeck-4-Radwagen, Stahlaufbau, 30 Sitz- u. 20 Stehplätze, Leistung d. Antriebs-Dieselmotors = 110 PS dd.														
Stck. 31 400,— RM in 1000 RM	---	502,4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.. 31 500,— RM in 1000 RM	---	---	---	346,5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.. 32 000,— RM in 1000 RM	---	---	---	---	---	256,0	---	---	---	---	---	---	---	---
.. 32 500,— RM in 1000 RM	---	---	---	---	---	---	---	195,0	---	---	---	---	---	---
.. 33 000,— RM in 1000 RM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	132,0	---	132,0	---	99,0
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.

Tafel II (Fortsetzung).

Wagenfolgemin	5		7,5		10		15		20		25		30	
	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.	O.	D.
Wagenkm/Jahr in 1000 bei 18 h Betriebszeit/TagWkm	1100	1100	736	736	552	552	368	368	276	276	221	221	184	184
Anzahl Wagen einschl. Rückhalt .Stck.	13	16	9	11	7	8	5	6	4	4	3	4	3	3
3. Fahrleitung, 4-dräftig an Gittermasten und Querdrähten, ¼ der Querüberspannungen an Wandhaken														
je km 13 500,— RM in 1000 RM	94,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
je km 13 000,— RM in 1000 RM	—	—	91,0	—	91,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
je km 12 500,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	87,5	—	—	—	—	—	—	—	—
je km 12 000,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	84,0	—	—	—	—	—	—	—
2-dräftig an Gittermasten und Rohrauslegern,														
je km 9500,— RM in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86,5	—	66,5	—	—
4. Glasgleichrichter-Unterwerk, ganzselbsttätig	34,0	—	30,0	—	28,0	—	25,0	—	22,0	—	18,0	—	18,0	—
Gebäudeteil	5,0	—	4,5	—	4,0	—	3,5	—	3,5	—	3,5	—	3,5	—
5. Betriebsbhf. in einfacher Ausführung einschl. Grunderwerb														
2500,— RM/Omnibus in 1000 RM	32,5	40,0	22,5	27,5	17,5	20,0	12,5	15,0	—	—	—	—	—	—
3000,— RM/Omnibus in 1000 RM	—	—	—	—	—	—	—	—	12,0	12,0	9,0	12,0	9,0	9,0
6. Werkstatt-Ausrüstung und Ersatzteillager														
900,— bis 1600,— RM/Obus in 1000 RM	11,7	—	10,8	—	8,4	—	7,0	—	6,0	—	4,8	—	4,8	—
1200,— bis 2000,— RM/Dieselbus in 1000 RM	—	19,0	—	14,5	—	12,0	—	9,6	—	7,2	—	7,2	—	6,0
7. Sonstige Anschaffungen und Unvorhergesehenesin 1000 RM	13,8	12,0	10,2	8,0	8,1	6,0	6,5	5,4	5,5	3,8	4,2	3,8	4,2	3,0
Anlagekostenin 1000 RM	620,5 (646,5)	573,4	470,5 (486,5)	396,5	398,5 (412,5)	294,0	317,0 (327,0)	225,0	275,0 (283,0)	155,0	212,5 (216,5)	155,0	212,5 (216,5)	117,0

Anmerkung.

Die Werte für den Strom- und Gasölverbrauch auf ebener und unebener Stadtstrecke bei 300 m mittlerem Haltabstand und den jeweiligen Reisegeschwindigkeiten sind nicht nur rechnerisch aus Motorkennlinie und Fahrtafelbild, sondern auch nach Ergebnissen fahrbetriebsmäßig vorgenommener Verbrauchsmessungen ermittelt worden. So haben Messungen, die von der Berliner Verkehrs-AG. an einem mit 2×46-PS Doppelmotor ausgerüsteten Sechsräder-Eindeck-Obus der Linie Spandau—Staaken (Wagengewicht bei mittlerer Besetzung = 11,72 t) vorgenommen wurden, einen Stromverbrauch von 121 Wh/tkm am Stromabnehmer oder 133 Wh/tkm am Unterwerk auf ebener Stadtstrecke bei 470 m mittlerem Haltabstand und 22 km/h Reisegeschwindigkeit ergeben*). Das in der vorliegenden Vergleichsrechnung für 21 km/h Reisegeschwindigkeit und 300 m mittleren Haltabstand aufgestellte Fahrtafelbild ergibt bei einem mittleren Wagengewicht von 10,7 t einen Stromverbrauch von 140 Wh/tkm am Unterwerk und stimmt somit mit dem Ergebnis der Spandauer Messung hinreichend überein.

Der Treibstoffverbrauch des 110/120-PS-Dieselmotors auf ebener Stadtstrecke beruht ebenfalls auf Ergebnissen fahrtechnischer Messungen der BVG, die an Sechsräder-Eindeck-Dieseldomnibussen mit gleicher Motorleistung vorgenommen wurden und bei 300 m mittlerem Haltabstand und 21 km/h Reisegeschwindigkeit (Fahrt bei kürzester Fahrzeit) folgenden Gasölverbrauch ergeben haben:**)

*) Dir. W. Benninghoff, „Ein halbes Jahr Obusbetrieb Spandau—Staaken“, AEG-Mitteilungen 1934, H. 7, S. 199 oder Sonderdruck Dbr 1646.

**) Dipl.-Ing. Alfred Haas, „Verminderung der Betriebsstoffkosten von Großstadtdomnibussen durch Verwendung von Freilaufgetrieben“, Verkehrstechnik, 1935, H. 4, S. 93.

a) bei voller Ausnutzung des 110/120-PS-Dieselmotors mit 14,16 t Wagengewicht = 0,038 l/tkm oder 53,8 l/100 km,

b) bei mittlerer Ausnutzung des 110/120-PS-Dieselmotors mit 11,35 t Wagengewicht = 0,043 l/tkm oder 48,8 l/100 km.

Der Treibstoffverbrauch je tkm desselben Dieselmotors erhöht sich somit unter gleichen Betriebsverhältnissen mit abnehmender Belastung etwa im Verhältnis der Wurzelwerte der Wagengewichte. Er beträgt somit:

c) bei Ausnutzung des 110/120-PS-Dieselmotors mit nur 10,1 t Wagengewicht = 0,0465 l/tkm oder 47 l/100 km.

Dieser somit auf meßtechnischer Grundlage ermittelte Treibstoffverbrauch für die ebene Stadtstrecke stimmt völlig mit dem aus Motorkennlinie und Fahrtafelbild errechneten Treibstoffverbrauch überein. Der Verbrauch von 55 l/100 km auf der unebenen Stadtstrecke ist in gleicher Weise rechnerisch ermittelt und ebenfalls an Hand von betriebsmäßig unter ähnlichen Verhältnissen aufgenommenen Meßwerten nachgeprüft worden. Das gleiche gilt von dem Stromverbrauch auf der Steigungsstrecke.

Diese verhältnismäßig hohen Diesel-Treibstoffverbrauchsahlen werden im heutigen Dieseldomnibusbetrieb meist deshalb wesentlich unterschritten, weil eine Reisegeschwindigkeit von 21 km/h auf ebener Stadtstrecke bei 300 m Haltabstand gewöhnlich nicht erreicht wird; vielmehr werden heute im Dieseldomnibusbetrieb bei einem Haltabstand von 300 m in der Ebene nur Reisegeschwindigkeiten von etwa 18–19 km/h erzielt. Dies ist fahrtechnisch begründet. In den meisten Fällen besteht nämlich die innerstädtische Omnibusfahrt zwischen

AEG

zwei Haltestellen aus der Anfahrt, der Fahrt mit etwa gleichbleibender Geschwindigkeit und der Bremsung. Im Fahrabschnitt mit gleichbleibender Geschwindigkeit wird zur Treibstoffersparnis mit gedrosselter Gaszufuhr oder auch mit Freilauf (Auslauf) unter Verwendung eines Freilaufgetriebes und nur im angestregten Fahrbetrieb ohne Drosselung oder Auslauf gefahren (Fahrt mit kürzester Fahrzeit). Nach den BVG-Messungen wird aber bei Fahrt mit gedrosseltem Motor und bei Fahrt mit Freilauf nur eine Reisegeschwindigkeit von 18-19 km/h bei 300 m Haltabstand erreicht. Der Betriebsstoffverbrauch

bei diesen Fahrweisen ist dann wesentlich geringer als bei der Fahrt mit kürzester Fahrzeit. Der vorliegende Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Diesel- und Obusbetrieb beruht aber für die ebene Stadtstrecke mit 300 m mittlerem Haltabstand auf der gleichen Reisegeschwindigkeit von 21 km/h, die im Obusbetrieb ohne Anstrengung, im Dieselbusbetrieb jedoch, wie die Messung zeigt, nur unter Verzicht auf die betriebstoffsparende Drossel- oder Freilauffahrt erreicht wird. Dies bedeutet also, daß der Dieselmobilbus den Obusfahrplan nur im angestregten Fahrbetrieb einzuhalten vermag.



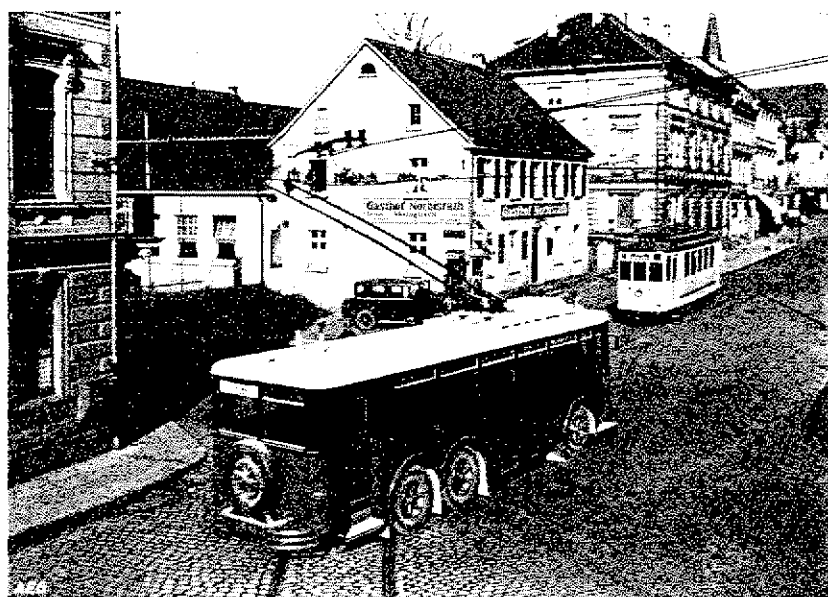
AEG

Obus Idar-Tiefenstein.
AEG-Wagen- und -Strecken-Ausrüstung.



AEG

Obus Spandau-Staaken.
AEG-Wagen- und -Strecken-Ausrüstung.



Obus Mettmann-Gruiten.
AEG-Wagen- und -Strecken-Ausrüstung.