

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115/116 (1940)  
**Heft:** 24: Sonderheft zur 56. Generalversammlung des S.I.A. in Bern

**Artikel:** Die diesel-elektrischen Autobusse der städtischen Trambahn Luzern  
**Autor:** Siegwart, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-51298>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

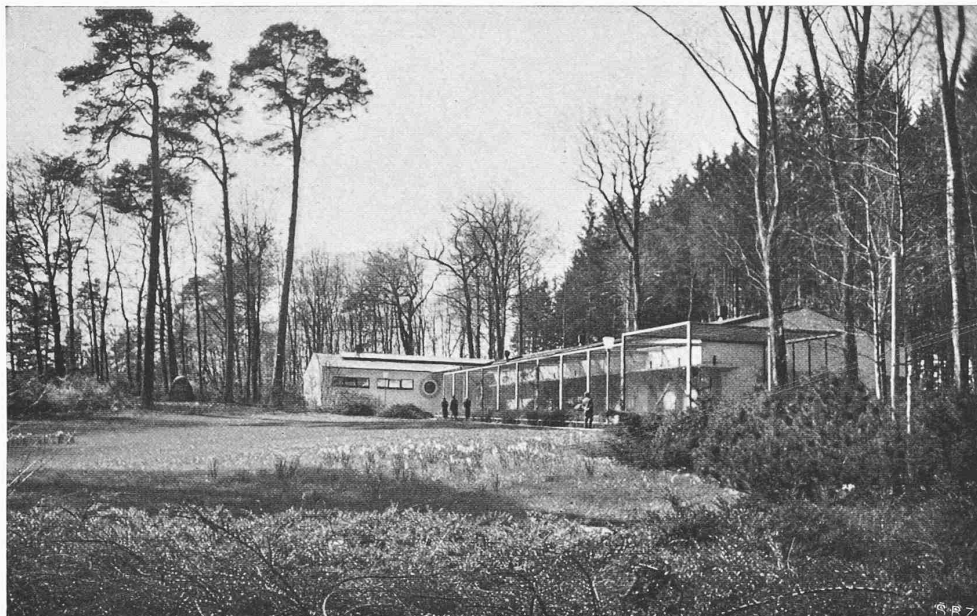


Abb. 24. Grosse Lichtung (22) mit den alten Dählen und dem Vivarium  
Der Tierpark Dählhölzli in Bern. — Architekt EMIL HOSTETTLER, Bern

der Tiere) erstellt ist. Seine Maschen sind horizontal 31 cm, vertikal 7 bis 15 cm weit, die Drahtstärke beträgt 3 mm. Die schmalen, feuerverzinkten Eisenpfosten von 5 cm Ø stehen in 8 m Abstand. So entzieht sich diese Einzäunung im Walde dem Auge des Beschauers fast gänzlich. Sie tritt schon deshalb nicht zu auffällig in Erscheinung, weil sie nicht am Wegrand, sondern in sich veränderndem Abstand bis zu 15 m zurückgesetzt ist.

#### Baukosten (ohne Architektenhonorar)

Objekt	Kubikinhalt	m <sup>3</sup> -Preis	Baukosten
Vivarium	3670 m <sup>3</sup>	58,80	215 800 Fr.
Oekonomiebau	2586 m <sup>3</sup>	54,25	140 350 »
Bisonhaus	385 m <sup>3</sup>	30,25	11 630 »
Futterhaus Edelhirsche	209 m <sup>3</sup>	31,00	6 480 »
Futterhaus Damhirsche	152 m <sup>3</sup>	37,20	5 650 »

Gesamte Baukosten Hochbauten 379 910 Fr.

Weitere Kosten für Fernheizung, Aussenkäfige, Fasanerie, Elchhaus, Behälter für Aquarien usw.	78 690 Fr.
Betonbauten, Fischotterteich, Freilandterrarium, Aussichtskanzeln, Felsen und Ställe, Steinbau	42 960 »
Teichanlage samt Bachausbau	27 380 »
Einfriedungen	62 500 »
Gärtnerische und Umgebungsarbeiten	104 320 »
Weg- und Brückenanlagen	66 140 »
Uebrige Ausgaben (ohne Tierankauf)	103 690 »
Gesamte Kosten des Tierparks (ohne Restaurant)	865 590 Fr.
Grösse des Tierparkgeländes	130 000 m <sup>2</sup>

Zwei Brücklein über den Bach (Abb. 4) in Beton gestockt, Brüstungen nieder mit Granitabdeckplatten zum Absitzen, und zwei Aussichtskanzeln als Trockenmauern und mit Brüstungen ebenfalls zum Absitzen (Abb. 23), vervollständigen die Reihe der baulichen Ausführungen des Tierparks.

#### Gärtnerische Gestaltung

An drei bevorzugten Stellen hat der Tierpark durch Auflockerungen, Auslichtungen und einige Neupflanzungen, sowie durch überlegte Einbeziehung der Bauten eine besondere gärtnerische Gestaltung erfahren.

Im Schwimm- und Stelzvogelgebiet wurde der vorhandene Teich erheblich vergrössert, eine Brutinsel geschaffen, und ein übersichtlicher Raum gebildet, dessen Wände der Wald und der Aarefussweg mit seinem lockeren Baumbestand sind (Abb. 4 und 5). Der Tierkindergarten besteht zur Hauptsache aus einer gros-

sen Wiese, auf der sich Kinder und Kleintiere tummeln, und dessen Begrenzung Hochwald, Zugangsallee und Oekonomie-Gebäude bilden. Der Park beim Vivarium ist eine Anlage von ganz besonders schönem Gepräge. Durch Beseitigung von jungem Baumwuchs und Anlegen einer grossen Rasenfläche sind ein paar alte knorrige Eichen und eine Dählengruppe freigelegt worden, die in ihrer Urwüchsigkeit geradezu ein Merkmal des Tierparks bilden. In dieser stimmungsvollen Umgebung wurde dem Hauptstifter des Tierparks, William Gabus, ein Denkstein gesetzt (Abb. 24).

Abschliessend kann festgestellt werden, dass die Stadt Bern im Tierpark Dählhölzli, in dem Naturschutzgebiet Elfenau und dem im Jahre 1933 erbauten Naturhistorischen Museum auf dem Kirchenfeld eine Trias besitzt, die sich gegenseitig auf das Interessanteste ergänzt und für jeden Natur- und Tierfreund einen Born erhebendster naturkundlicher Eindrücke bedeutet.

Bern, 7. Nov. 1940.

E. Hostettler, Arch. S. I. A./B. S. A.

## Die diesel-elektrischen Autobusse der städtischen Trambahn Luzern

Von Dipl. Ing. HANS SIEGWART S. I. A., Direktor der Trambahn Luzern

Die Erfahrungen, die seit der Aufnahme des Betriebes mit Autobussen alter, konventioneller Bauart gemacht wurden, sind nicht befriedigend, die Raumaussnutzung des Wagengrundrisses ist ungünstig. Die bisherigen, in der Schweiz üblichen Autobusse verwendeten die vorhandenen Lastwagenmotoren, die ersten auch Lastwagenchassis, spätere spezielle Fahrgestelle (Niederrahmen-Chassis). Alle diese Fahrzeuge haben den Motor stehend in der

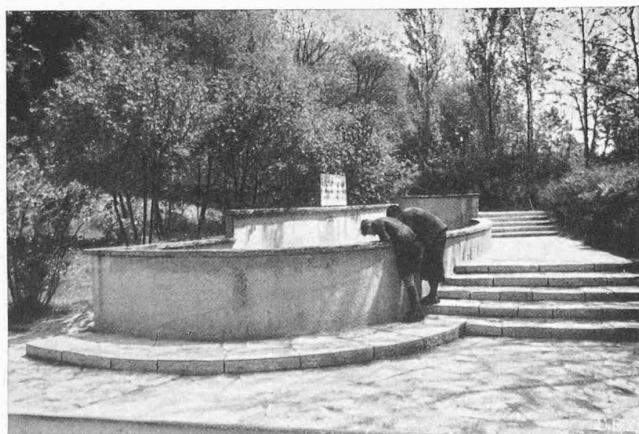


Abb. 18. Fischotter-Teich (11 in Abb. 1)

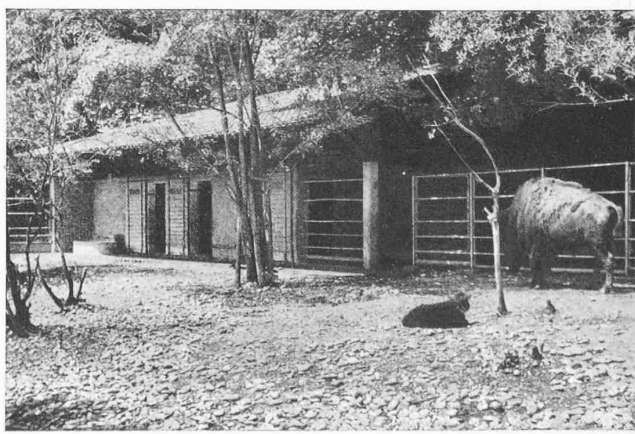


Abb. 19. Futterhaus der Bisons (15 in Abb. 1)

Längsaxe unter der Haube angeordnet, wo er einen wesentlichen Teil der Fahrzeugfläche in Anspruch nimmt (Abb. 1, S. 278). Demgegenüber ist die Anordnung der Triebmotoren bei Tramwagen weit günstiger, da die Kraftquellen in zwei oder mehr Einheiten geteilt werden können und diese kleineren Motoren unter dem Wagenboden verschwinden; praktisch steht für die Aufnahme von Passagieren bei Tramwagen der gesamte Wagengrundriss zur Verfügung. Es stellte sich nun die Aufgabe, einen Autobus zu konstruieren, der ein wesentlich grösseres Fassungsvermögen bei gleicher Grundrissfläche aufweist. Diese Forderung kann erfüllt werden:

a) durch Anordnung eines liegenden Unterflurmotors. Wir betrachteten es als selbstverständlich, dass für die Lieferung der Fahrzeuge nur schweizerische Firmen in Frage kommen konnten. In der Schweiz wird aber kein Unterflurmotor gebaut, dadurch schied die erste Möglichkeit aus.

b) durch Anordnung des Motors stehend parallel zur Hinterachse des Fahrzeuges im Heck. Diese Anordnung zeigt die bessere Raumausnutzung, für den Passagierraum steht rd. 20 % mehr Platz zur Verfügung, der für einen Stadtautobus gestattet, die doppelte Sitzplatzzahl anzuordnen (Abb. 2). Gleichzeitig ergeben sich aber noch andere, äusserst wichtige Vorteile; der Motor (Diesel oder Benzin) steht in einem, vom Passagierraum vollständig getrennten Raum am Ende des Fahrzeuges, Verbrennungsgase oder Abgase können nicht in jenen eindringen. Ferner kann die im Sommer unerwünschte Wärme direkt nach aussen geleitet werden, die Fahrgäste werden weder durch Gase noch durch Wärme belastigt, die Motorgeräusche können gedämpft werden, was ebenfalls den Fahrkomfort verbessert.

Bei Anordnung des Motors im Heck ergeben sich allerdings für die Steuerung der Motorleistung und deren Uebertragung auf die Hinterachse wesentliche Schwierigkeiten, hervorgerufen durch den grossen Abstand zwischen Führer und Motor. Die Lösung dieser Schwierigkeiten kann geschehen:

1. auf mechanische Art, durch sinnreiche Anordnung der bekannten Uebertragung: mit langen Gestängen werden Kuppung und Getriebe vom Führersitz aus gesteuert<sup>1)</sup>. 2. Unter Verwendung eines elektrisch gesteuerten Cotal-Getriebes<sup>2)</sup>. Die Omnibusbetriebe der Stadt Rotterdam haben ein Versuchsfahr-

<sup>1)</sup> Vgl. amerikan. Heckmotor-Autobusse in Bd. 107, S. 28\* (18. Juni 1936).  
<sup>2)</sup> «SBZ», Bd. 112, S. 281\* (3. Dez. 1938).



Abb. 28. Volière; durch das grosse Stirnfenster Ausblick (vgl. Abb. 29) in den Wald

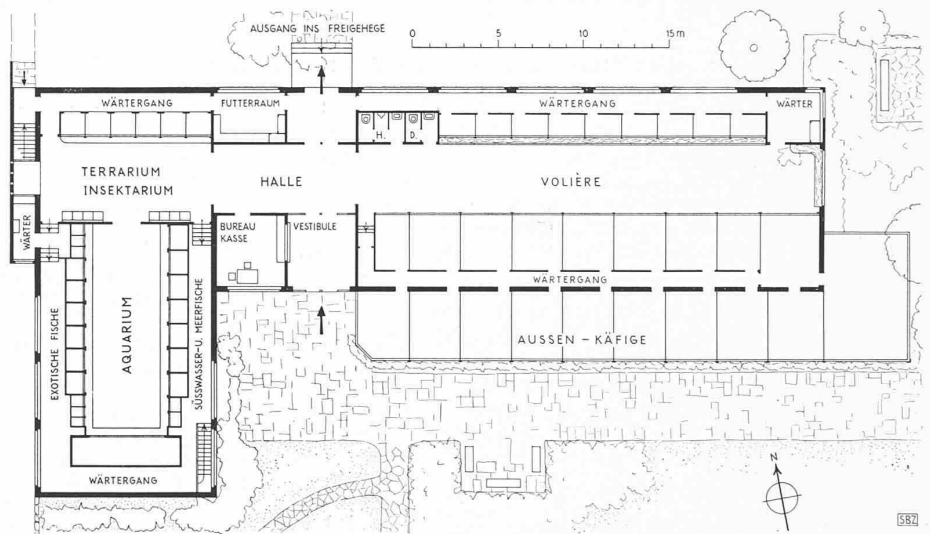


Abb. 25. Grundriss 1: 400 des Vivarium-Baues im Dählhölzli. Arch. E. HOSTETTLER, Bern

zeug dieser Art gebaut. Die Erfahrungen sind befriedigend, doch wagte sich die schweizerische Industrie nach eingehendem Studium ohne eigene Erfahrung nicht an diese Lösung heran. 3. Kann das Problem gelöst werden durch pneumatische Steuerung eines am Motor angeflanschten Getriebes. In Amerika fand diese Ausführungsform eine erhebliche Verbreitung, wird aber stetig zurückgedrängt durch 4. die elektrische Kraftübertragung.

#### Allgemeines über den diesel-elekt. Autobus

Die ideale Leistungsübertragung von der Dieselmotorwelle auf die Triebbräder ist eine solche, bei der einerseits der Dieselmotor bei



Abb. 27. Das Aquarium: durch Oberlicht erhellte Wasserbecken im dunkeln Raum

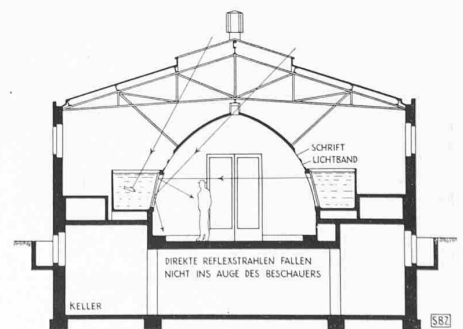


Abb. 26. Schnitt 1: 200. Die künstl. Beleuchtung ist so angeordnet, dass sie die gleiche Wirkung hat, wie das Tageslicht, und Spiegelung vermeidet





Abb. 29. Die Volière im Wald des Dählhölzli-Tierparks, aus Osten gesehen

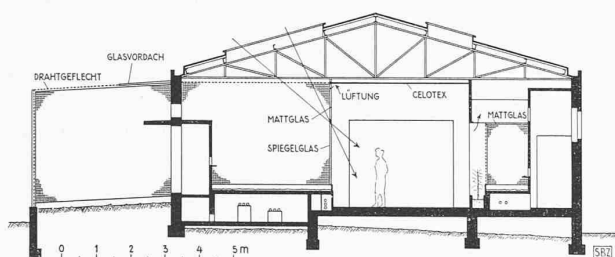


Abb. 30. Schnitt 1 : 200 durch Volière und Aussenkäfig

variabler Fahrgeschwindigkeit immer seine volle Leistung abgeben kann und bei der andererseits diese Leistung mit möglichst gutem Wirkungsgrad auf die Triebräder übertragen wird.

Die erste der beiden Forderungen setzt eine trotz variabler Fahrgeschwindigkeit gleichbleibende Dieselmotordrehzahl voraus; d. h. die Uebertragung soll mit einem sich mit der Fahrgeschwindigkeit stetig ändernden Uebersetzungsverhältnis der Triebräder zur Dieselmotordrehzahl arbeiten. Diese Eigenschaft weist die elektrische Uebertragung prinzipiell auf, indem bei ihr die Kuppung zwischen den Triebrädern und dem Dieselmotor elektrisch vor sich geht und dadurch eine vollkommen elastische ist. Diese Eigenschaft würde ein mechanisches Getriebe mit sehr vielen Stufen auch aufweisen, unter der Voraussetzung jedoch, dass der Stufenwechsel im richtigen Moment vorgenommen wird. Die gewöhnlichen mechanischen Getriebe sind in der Stufenzahl eng begrenzt, genügen somit der erwähnten Forderung nur in grober Weise.

Als weitere Eigenschaft soll die Leistungsübertragung einen möglichst guten Wirkungsgrad aufweisen. Dies ist bei der mechanischen Uebertragung der Fall, wo in jedem Zahnradpaar Verluste von nur wenigen Prozenten auftreten. Bei der elektrischen Uebertragung mit ihrer zweimaligen Umformung der Leistung treten im Generator und im Triebmotor Verluste auf, die

grösser sind als beim mechanischen Getriebe, die aber umso kleiner ausfallen, je grösser die zu übertragende Leistung ist. Der Totalwirkungsgrad der elektrischen Leistungsübertragung ist merklich schlechter als bei der mechanischen Uebertragung. Dafür ist es möglich, den Dieselmotor für jede gewünschte Leistung im Bereich seines kleinsten Brennstoffverbrauches arbeiten zu lassen. Dadurch kann der schlechtere Wirkungsgrad der elektrischen Uebertragung bei richtiger Auslegung der Maschinen durch den bessern thermischen Wirkungsgrad des Dieselmotors zum grössten Teil kompensiert werden, sodass ein Mehrbrennstoffverbrauch hauptsächlich auf das grössere Gewicht der elektrischen Ausrüstung zurückzuführen ist. Die am Radumfang verfügbare Leistung ist bei der elektrischen Uebertragung infolge der viel besseren Dieselmotor-Ausnutzung durchschnittlich zum mindesten gleich, im allgemeinen aber grösser als bei der mechanischen Uebertragung.

Als Nachteil der elektrischen Uebertragung ist ihr bereits betontes, verhältnismässig hohes Gewicht zu erwähnen. Sie weist aber dafür verschiedene, für den Betrieb ausschlaggebende Vorteile auf, von denen im folgenden einige

kurz erläutert werden sollen: a) Wegfall der bekannten Nachteile des mechanischen Stufenwechsels (Unterbruch der Zugkraft, Lärm, Anstrengung des Fahrpersonals). Bei der elektrischen Uebertragung erübrigt sich jeder Stufenwechsel. b) Die elektrischen Maschinen verlangen bei richtiger Wahl praktisch fast keinen Unterhalt, während bei der mechanischen Uebertragung nicht unbedeutende Abnützungen auftreten, hauptsächlich in den Kupplungsorganen. c) die elektrische Uebertragung erlaubt ohne weiteres, die Bremsenergie praktisch abnutzungslos zu vernichten, im Gegensatz zur mechanischen Uebertragung, bei der die Bremsung — mit Ausnahme der für Stadtbetrieb wegen ihrer eigentümlichen Geräuschbildung jedoch unbeliebten Auspuffbremse — ausschliesslich unter Anwendung von Reibungsbremsen vorgenommen wird. Diese Reibungsbremsen sind besonders im Stadtbetrieb starken Abnützungen ausgesetzt.

Die verschiedenen obenerwähnten Eigenschaften der elektrischen Uebertragung wurden schon lange anerkannt und es wurde ziemlich früh, hauptsächlich in Amerika, versucht, die elektrische Uebertragung zu verwenden. Das erste Fahrzeug dieser Art wurde im Jahre 1904 von der «General Electric Company» für die «Fifth Avenue Coach Co.» in New York gebaut, im Jahre 1908 weitere zehn und 1910 noch eines. Das Experiment wurde jedoch nicht weiter verfolgt, wahrscheinlich wegen der erhöhten Anschaffungskosten der elektrischen Uebertragung und wegen der zu kleinen Absatzmöglichkeit. Die Entwicklung solcher Fahrzeuge ging in Amerika erst mit der Aufnahme des Autobusbetriebes in Philadelphia im Jahre 1923 weiter, wo in den letzten Jahren etwa 320 Autobusse mit elektrischer Uebertragung in Betrieb standen.

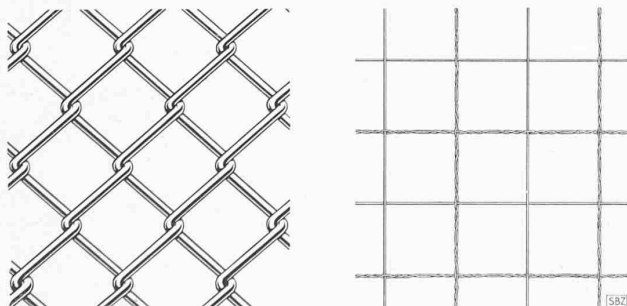
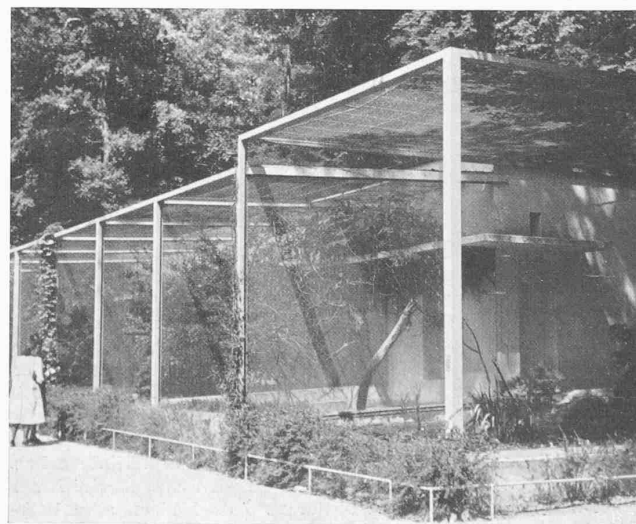
Abb. 31 und 32. Vergleich des üblichen Drahtgeflechtes (links) mit dem neuen Jacot-Descombes-Geflecht (rechts)  
Masstab 1 : 1

Abb. 33. Aussenkäfig der Volière, Geflecht kaum sichtbar

In England wurde der Gedanke der elektrischen Uebertragung im Jahre 1907 durch die «Tilling-Stevens-Motors Ltd.» aufgenommen, die bis jetzt etwa 1300 Dieselelektrobusse gebaut hat, wovon über 400 für den Autobusbetrieb der Stadt London.

In Deutschland hat man sich ebenfalls ziemlich früh mit der Frage der elektrischen Uebertragung im Omnibusbetrieb befasst, ohne dass jedoch allgemein verwertbare Erfahrungen im regelmässigen Betrieb gesammelt wurden. Nach allgemein ungünstig ausgefallenen Versuchen galt die elektrische Kraftübertragung für Omnibusse als zu kostspielig. Erst die rasche Entwicklung des Fahrzeugdieselmotors hatte zur Folge, dass diese Art der Uebertragung wieder aufgegriffen wurde und zwar durch die Berliner Verkehrs A. G. (B.V.G.), die im Jahre 1934 zwei dieselelektrische Autobusse in Betrieb genommen hat.

In der Schweiz ging die Trambahn der Stadt Luzern als erstes Unternehmen dazu über, die elektrische Uebertragung in ihrem Autobusbetrieb einzuführen. Im Herbst 1938 wurde an die Arbeitsgemeinschaft A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden, als geschäftsführende Firma, A. G. Franz Brozincevic & Cie., Wetzikon, und Schweiz. Wagons- und Aufzügefabrik A. G., Schlieren, der Auftrag auf Erstellung von zwei diesel-elektrischen Heckautobussen erteilt. Seitdem wurde das Luzerner Beispiel durch die Trambahn Bern und kürzlich durch die Basler Strassenbahn befolgt.

Die Lieferungen der drei Firmen teilen sich in folgende Abschnitte: Fahrgestelle, Dieselmotor und Druckluftanlagen waren Bestandteile der Lieferung Franz Brozincevic; Brown, Boveri lieferte den gesamten elektrischen Teil, Schlieren den wagenbaulichen Teil. Nachstehend behandeln wir die drei Liefergruppen.

Bei der Zusammenstellung der Gewichte der verschiedenen Konstruktionsmöglichkeiten ergab sich ein mutmasslicher Gewichtsüberschuss der diesel-elektrischen Lösung (Gewichte der elektrischen Apparate rd. 1500 kg) von einigen hundert kg gegenüber der diesel-mechanischen Lösung (Gewichte der mechanischen Kraftübertragungsorgane rd. 250 kg). Bei einer Omnibus-Konstruktion ist das Verhältnis zwischen Eigengewicht und Nutzlast schon naturgemäss ungünstig. Daher ergab sich die Forderung nach einer chassisslosen Konstruktion, um das Mehrgewicht der elektrischen Ausrüstung auszugleichen, was in weitem Masse gelungen ist: der diesel-elektrische Heckautobus wiegt 8800 kg gegenüber dem Gewicht des diesel-mechanischen von 8500 kg.

Die Hauptdaten der neuen Fahrzeuge sind (Abb. 3):

Wagenlänge	9850 mm	Wagengewicht voll-	
Wagenhöhe	2850 mm	belastet	12400 kg
Wagenbreite	2400 mm	Radstand	5400 mm
Ueberhang vorn	2000 mm	Aeusserer Lenkradius	
Ueberhang hinten	2450 mm		rd. 8800 mm
Sitzplätze	34	Aeusserer Fahrzeug-	
Stehplätze	20	begrenzungsradius	
Plätze total	54		rd. 10100 mm
Fussbodenhöhe beim		Maximale Fahrge-	
Einstieg	600 mm	schwindigkeit	55 km/h
Wagengewicht unbe-		Bereifung sechsfach, 20×9,75",	
lastet	8800 kg	Ballonpneus	

Die Lieferung Franz Brozincevic wurde vom Bestreben gelenkt, bei den neuen Wagen möglichst wenig Konstruktionselemente zu verwenden, die sich nicht schon jahrelang im Betriebe bewährt haben. Der Triebmotor ist der bekannte FBW-Dieselmotor<sup>3)</sup>, Typ D 34, der in Dutzenden von Fahrzeugen in der Schweiz läuft. Seine Daten sind folgende:

Bohrung	110 mm	Steuer-PS	43,5
Kolbenhub	150 mm	Leistung	100 PS
Zylinderzahl	6	Inhalt in Litern	8,55

Die Kurbelwelle ist siebenfach gelagert. Der Motor besitzt einen Drehzahlregler, der über ein Fusspedal eingestellt wird.

Die Vorderachse aus Chromnickelstahl ist als Faustachse ausgebildet, mit üblicher Federaufhängung. Die Hinterachse ist gekröpft. Durch Einbau von Stirnräder-Vorgelegen innerhalb der Triebräder ist der Achsenkörper nach unten versetzt, womit die grösstmögliche Tieflegung des Wagenbodens erreicht wird. Der Antrieb der Triebräder erfolgt vom Elektromotor über eine kurze Kardanwelle, das Differential und die Differentialwellen auf das Antriebsvorgelege. Es sind ausschliesslich Zahnräder mit Spiralverzahnung verwendet. Der Abfederung wurde die grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Die Lastverteilung aus der Nutzlast ist eine nahezu gleichmässige auf die Vorder- und Hinterachse. Der grösste Federausschlag wird infolgedessen wesentlich kleiner als bei den bisherigen Konstruktionen. Alle Federn sind halbelliptisch mit grosser Spannweite als Gleitfedern ausgebildet;

<sup>3)</sup> Vgl. «SBZ», Bd. 114, S. 255\* (25. Nov. 1939).



Abb. 5. Dieselelektrischer Heckmotor-Autobus der Stadt Luzern

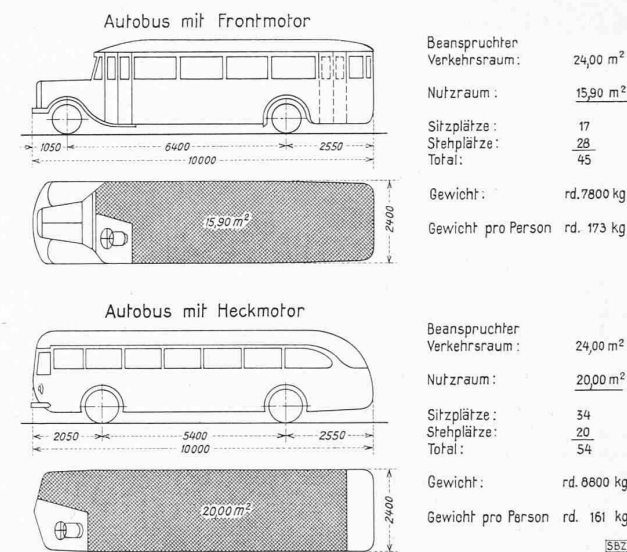


Abb. 1 und 2. Vergleich zwischen alter und neuer Bauart

da die Hinterachs-federung die Hauptlast des Dieselmotor-Generators trägt, ist sie als Zweilastfeder ausgebildet.

Neben der üblichen bekannten Vierradbremse mit Innenbackenanordnung, durch Druckluft betätigt, ist eine Handbremse als Stellbremse, auf den Hinterachsenantrieb wirkend, vorhanden. Um den Anforderungen des Stadtbetriebes gerecht zu werden, ist eine elektrische Bremse eingebaut, die erlaubt, den Autobus bis auf etwa 5 km/h abzubremesen. Ihre Wirkungsweise ist weiter unten beschrieben.

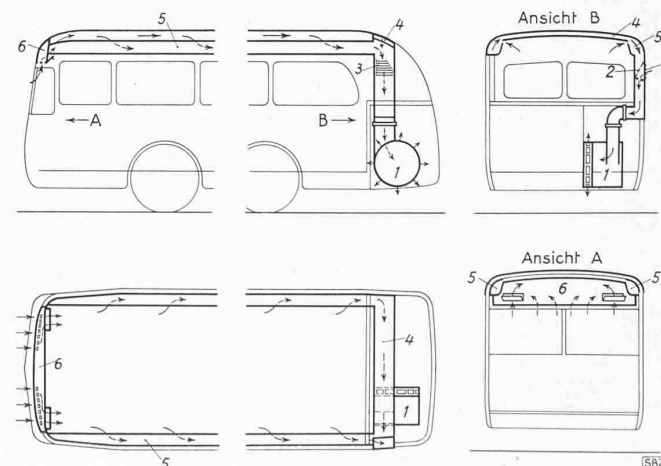


Abb. 6. Schema der Lüftung, 1:100. 1 Generator mit Saugventilator, 2 Klappe für direkten Kühlluft eintritt durch die Jalousie 3, 4 Querluftkanal, 5 Längs-Luftkanal, zugleich Lichtband, 6 verschliessbare Stirnwandventilation

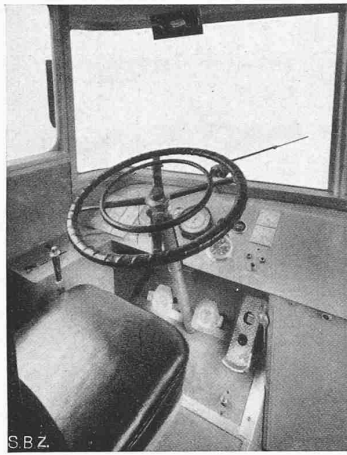


Abb. 4. Führersitz. Links der Steuersäule Pedal der Luftdruckbremse, rechts davon elektrisches Bremspedal, ganz rechts Fahrpedal

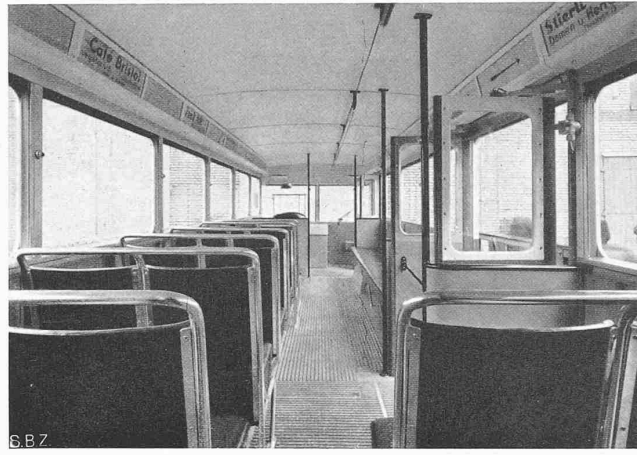


Abb. 7. Innenraum

In der rechten Seitenwand sind zwei Doppel-flügel-türen vorhanden, wovon die eine von 720 mm Breite unmittelbar beim Führersitz angeordnet ist. Sie dient im Zweimannbetrieb für die einsteigenden Passagiere, während die andere von 1050 mm Breite am Anfang des hintern Wagendrittels liegt und den Ausstieg ermöglicht. Bei Einmannbetrieb erfolgen jedoch Eintritt und Austritt allein durch die vordere Türe. Die Betätigung dieser Türen geschieht durch eine elektropneumatische Einrichtung System BBC vom Führersitz aus.

Alle Fenster sind fest und können nicht geöffnet werden.

Die Lüftung erfolgt durch die vom Generator angesaugte Kühlluft, die über Kanäle dem Wageninnern entnommen wird. Diese Luftkanäle sind oberhalb der Fenster angeordnet und zum durchgehenden Beleuchtungsbalken ausgebildet. Die schematische Anordnung dieser neuartigen Ventilationseinrichtung ist aus Schema Abbildung 6 ersichtlich. Wahlweise kann die Generatorkühlluft auch direkt vom Freien angesaugt werden, die Ventilation ist in diesem Fall unterbunden.

Der Innenausbau (Abb. 7) ist modern, einfach und zweckmässig. Dach und Seitenwände sind mit Pavatexplatten verschalt und weisen eine Leichtmetallverstabung auf, der Anstrich ist hellgrau. Der 20 mm dicke Holzfußboden weist einen grauen Gummibelag auf, in den Laufgängen mit einer speziellen Rippung. Bestuhlung 19 Quer- und 15 Längssitze, Sitz und Rücken gepolstert, Ueberzug Naturleder bräunlich, Haltestangen.

**Die Lieferung Brown Boveri.** Bei der Projektierung wurde die Bedingung gestellt, es sollen die neuen Fahrzeuge möglichst das gleiche Betriebsverhalten wie gewöhnliche Diesellbusse aufweisen, damit sich die Führer in bezug auf die Steuertechnik nicht allzu stark umstellen müssen. Demzufolge wurde u. a. gewünscht, dass der Dieselmotor mit den Triebädern elektrisch

gekuppelt bleibt und von diesen angetrieben wird, wenn das Fahrpedal losgelassen oder z. T. zurückgestellt wird. Da diese Bedingung nur unter Verwendung eines fremderregten Triebmotors erfüllt werden kann, der bekanntlich die Eigenschaft hat, selbständig vom Motor- auf Bremsbetrieb überzugehen, wurde von Brown, Boveri eine Schaltung entwickelt, die zum ersten Mal bei den beiden Luzerner Wagen zur Anwendung gekommen ist.

Die Hauptmerkmale dieser Schaltung sind: die Fremderregung des Triebmotors, die automatische Feldschwächung desselben, die gemischte Erregung des Generators, eine dauernde elektrische Verbindung zwischen Generator und Triebmotor und die Drehzahlregelung des Dieselmotors. Der zur Fremderregung des Triebmotors und des Generators nötige Strom wird von einer auf dem Generator montierten und durch Keilriemen angetriebenen Erregermaschine geliefert. Dabei wird der Fremderregstrom des Triebmotors über eine mit dem letztgenannten starr gekuppelte Zusatzmaschine geleitet, die für eine selbsttätige, kontinuierliche Feldschwächung sorgt.

Beim Bremsen wird der Triebmotor einerseits über den mit ihm dauernd elektrisch verbundenen Generator und andererseits über einen in neun gleichen Stufen einstellbaren Bremswiderstand kurz geschlossen. Die entsprechende Bremsenergie wird somit nicht nur im Bremswiderstand, sondern auch in dem mitangeordneten Dieselmotor vernichtet. Dabei wird der Dieselmotor je nach der Fahrgeschwindigkeit mit einer mehr oder weniger

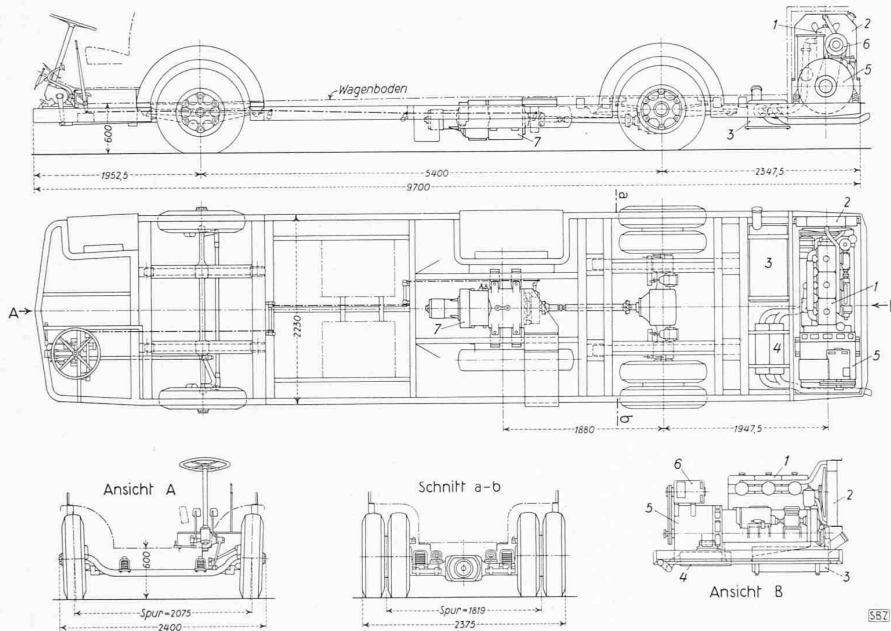


Abb. 3. Dieselelektrischer Autobus mit Heckmotor der Strassenbahn Luzern, Fahrgestell 1:80  
1 Dieselmotor, 2 Kühler, 3 Brennstofftank, 4 Auspufftöpfe, 5 Generator, 6 Erregermaschine, 7 Antriebsmotor. — Fahrgestell, Dieselmotor und Druckluftanlagen Franz Brozinevic, elektrischer Teil Brown Boveri, wagenbaulicher Teil Wagonsfabrik Schlieren

Die Pedalanordnung ist analog der im Fahrzeugbau üblichen getroffen, der Fahrer hat sich an keine neuen Verhältnisse zu gewöhnen. Die Neukonstruktion bringt ihm allerdings eine wesentliche Entlastung, da weder Schalthebel noch Kupplung betätigt werden müssen. Die Kontrollapparaturen sind auf einem Schaltbrett vor dem Wagenführer übersichtlich zusammengestellt (Abbildung 4). Neben dem registrierenden Kilometerzähler mit automatischer Löschung<sup>4)</sup> sind Fernthermometer, Druckluftmesser, Oeldruckmesser, Ampèremeter, Brennstoffmesser, Drehzahlmesser und Uhr eingebaut.

**Die Lieferung der Wagonsfabrik Schlieren.** Die Karosserie ist als chassisslose Ganzstahlkonstruktion gebaut. Das Gerippe und die Querträger bestehen aus gepressten Stahlblechprofilen und sind unter einander mit Radkasten-, Seitenwand- und Dachverschalung elektrisch verschweisst, sodass bei einem minimalen Eigengewicht ein Optimum an Festigkeit gewährleistet ist. Durch Wegfall des Chassisrahmens konnte die Fussbodenhöhe auf 600 bis 640 mm bei beladenem Wagen gehalten werden. Die äusseren Kastenabmessungen betragen: 2100 mm Höhe, 2350 mm Breite und 10030 mm Länge. Die Kastenform konnte trotz ihrer Grösse und obwohl kein Vorbau für den Motor vorhanden ist, schnittig gehalten werden (Abb. 5). Aeusserer Anstrich blau, Dachäusseres Aluminiumfarbe, äussere Anschrift erhabene vernickelte Metallbuchstaben.

<sup>4)</sup> System Hasler Bern, soll demnächst hier beschrieben werden.



hohen Drehzahl angetrieben und infolgedessen der Brennstoff durch den Drehzahlregler zum grössten Teil abgestellt. Dadurch ist besonders im Stadtbetrieb mit einer Brennstoffersparnis zu rechnen.

Ursprünglich war vorgesehen, um dem oben erwähnten Wunsch der Trambahn Luzern Rechnung zu tragen, die Erregung des Triebmotors und des Generators beim losgelassenen Fahrpedal erst bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten oder im Stillstand abzuschalten, und zwar automatisch in Funktion eines Spannungsrelais. Der Betrieb zeigte aber bald diese Eigenschaft als nachteilig, denn es war dadurch selbst beim Loslassen des Fahrpedals nicht möglich, ein freies Auslaufen des Fahrzeuges zu erhalten. Es war vielmehr notwendig, um jede Bremswirkung durch den Dieselmotor zu vermeiden, ihn durch Betätigung des Fahrpedals auf einer der Fahrgeschwindigkeit entsprechenden Leerlaufdrehzahl zu halten, wodurch ein ziemlich hoher Brennstoffverbrauch entstand. Dieser Nachteil wurde durch Abschaltung der Erregung beim Loslassen des Fahrpedals aufgehoben und ergab eine Brennstoffeinsparung von 6 l auf 100 km.

Eine weitere Ersparnis konnte durch die nachträgliche Einführung des BBC-Servofeldreglers erreicht werden, der für diesen Fall, mit Rücksicht auf das Zusammenarbeiten mit dem Bosch-Verstellregler, in einer Spezialausführung konstruiert worden ist. Während normalerweise für jede Pedalstellung die Generatorerregung einen festen Wert erhält, wird sie beim Servo-Feldregler automatisch derart reguliert, dass der Dieselmotor beim grössten Teil des Fahrgeschwindigkeits-Betriebsbereiches voll ausgelastet, jedoch nicht überlastet wird. Der Dieselmotor wird damit gezwungen, bei jeder eingestellten Betriebsdrehzahl im Gebiet seines minimalen Brennstoffverbrauchs zu arbeiten. Ferner wird es dadurch möglich, bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten die Dieselmotorleistung voll auszunützen, d. h. grosse Zugkräfte auszuüben und dadurch kurze Anfahrperioden zu erzielen.

**Betriebserfahrungen.** Um den Einfluss der Betriebsverhältnisse auf den Brennstoffverbrauch zu erkennen, wurden verschiedene Versuche systematisch durchgeführt. Für die entsprechenden Versuchsfahrten hatte die Firma FBW eine Messeinrichtung geschaffen, die es erlaubt, durch Nachfüllen eines kleinen besonderen Behälters den Brennstoffverbrauch von und bis zu einem beliebigen Zeitpunkt genau zu messen.

Eine erste Versuchsreihe wurde vor dem Einbau des Servofeldreglers auf der Strecke Wolhusen-Luzern durchgeführt, die in Richtung Wolhusen leichte Steigungen aufweist. Es wurde unter anderem der Brennstoffverbrauch bei verschiedenen Beharrungsgeschwindigkeiten gemessen und zwar auf dem gleichen Streckenabschnitt in beiden Richtungen, um den Einfluss der vorhandenen Steigungen ersichtlich zu machen, bzw. ausschalten zu können. Man erkennt aus Abb. 8, dass der Brennstoffverbrauch mit 29,5 l/100 km am kleinsten ist bei 25 bis 30 km/h und bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit allmählich steigt.

Um den Einfluss des Haltestellenabstandes zahlenmässig nachzuweisen, wurden nach Einbau des Servofeldreglers verschiedene Fahrten auch in normalen Parours in der Stadt Luzern durchgeführt, wobei je nach dem gewünschten Haltestellen-Abstand mehr oder weniger Haltestellen ohne Anhalten durchgefahren wurden (Abb. 9).

Bei der Kurve K wurde nach Vereinbarung mit dem Fahrer an allen Haltestellen während 15 sec bei leerlaufendem Dieselmotor angehalten und auf der Strecke die Geschwindigkeit konstant auf 30 bis 35 km/h gehalten. Bei der Kurve W dagegen wurde möglichst hinter einem im normalen Betrieb stehenden Autobus gefahren, dabei aber in den Haltestellen durchschnittlich weniger als 15 sec angehalten. Ferner wurde das Fahrzeug möglichst rasch auf Geschwindigkeit gebracht, um dann sofort anschliessend in den Auslaufzustand gebracht zu werden.

Da die entsprechend Kurve K vereinbarte Fahrweise bestimmt einen zu hohen Brennstoffverbrauch ergibt, der bei Kurve W dagegen vermutlich das erreichbare Minimum darstellen dürfte, kann angenommen werden, dass der wirkliche betriebsmässige Brennstoffverbrauch etwa in der Mitte zwischen den beiden Kurven liegt. Die strichpunktiert dargestellten Verlängerungen der beiden Kurven sind nach den auf den Fahrten Luzern-Wolhusen erhaltenen Messergebnissen gerechnet worden und sollen lediglich zum Ausdruck bringen, in welchem Masse der Brennstoffverbrauch bei kleinen Haltestellenabständen steigt.

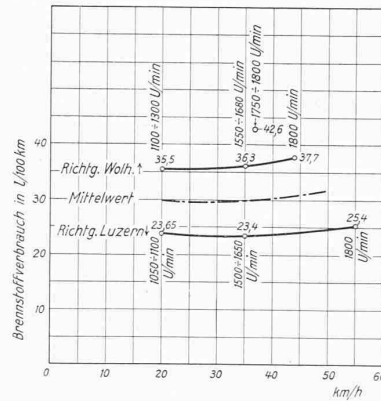


Abb. 8. Brennstoffverbrauch in Funktion der Fahrgeschwindigkeit; Versuche vom 30./31. August 1939, Landstrassenfahrten

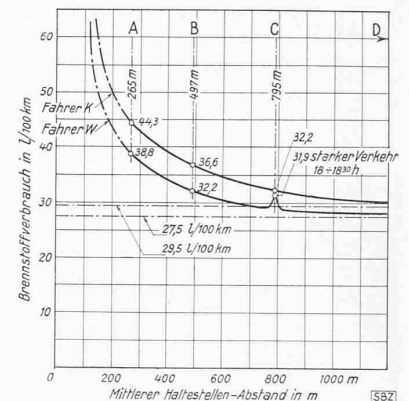


Abb. 9. Brennstoffverbrauch in Funktion des Haltestellenabstandes; Versuche vom 11. April 1940, Stadtfahrten

Die Kurven lassen deutlich erkennen, wie stark der Brennstoffverbrauch vom Haltestellenabstand abhängig ist. Bei dem für die beiden Dieselelektrobusse vorgesehenen normalen Kurs ergibt sich ein mittlerer Verbrauch von 40 bis 41 l/100 km. In Wirklichkeit aber werden hier und da einige Haltestellen übergangen, sodass der effektive, mittlere Haltestellenabstand etwas grösser ausfällt und der entsprechende Brennstoffverbrauch tiefer liegt, nämlich zwischen 33 und 35 l/100 km.

Würden die Fahrzeuge, wie es in andern Orten der Fall ist, mit einem mittleren Haltestellenabstand von 500 m zu verkehren haben, so würde sich gegenüber obigen Werten eine Verminderung von 7 bis 8 l/100 km ergeben, während man bei Ueberlandfahrt sogar mit einem Brennstoffverbrauch von 27,5 bis 29,5 l/100 km rechnen kann. Man erkennt hieraus, dass zu einer richtigen Beurteilung des Brennstoffverbrauches eines solchen Fahrzeuges unbedingt der mittlere Halteabstand berücksichtigt werden muss.

Die dieselelektrischen Fahrzeuge sind ständig in Betrieb, die in sie gesetzten Erwartungen sind erfüllt worden. Die Wagen werden von den Fahrgästen geschätzt, besonders auch das am Heck (hinter der Ausstiegtüre) angeordnete Raucherabteil.

## Aktuelle Fragen der Arbeitsbeschaffung

Die Verschlechterung der Wirtschaftslage der Schweiz hat in der letzten Zeit das Interesse für die Fragen der Arbeitsbeschaffung in weiten Kreisen der Bevölkerung gestärkt. Der S. I. A., der sich seit Jahren für die Abklärung der grundsätzlichen Fragen der Arbeitsbeschaffung und für die Förderung der praktischen Massnahmen eingesetzt hat, kann diese bessere Einsicht nur begrüssen. Es sind nun von den verschiedensten Seiten so viele Programme aufgestellt worden, dass das Hauptgewicht jetzt auf die praktische Durchführung gelegt werden kann. Was die grundsätzlichen Fragen der Arbeitsbeschaffung anbetrifft, erinnern wir nur an unsere früheren Ausführungen in dieser Zeitschrift (Band 105, Nr. 11 und 12, März 1935; Band 109, Nr. 11, März 1937). Mit den wirtschaftlichen Zusammenhängen z. B. der Benützung der Arbeitsbeschaffung als Mittel der Wirtschaftslenkung hat sich Prof. Dr. E. Böhler eingehend beschäftigt (u. a. «Richtlinien für ein schweizerisches Wiederaufbau-Programm», Separatabdruck aus dem Aargauer Tagblatt). Eine weitere Abklärung ist nun mit der Abgabe des Berichtes der vom Volkswirtschaftsdepartement eingesetzten eidg. Arbeitsbeschaffungskommission Grimm, Huber, Rais, Rothpletz, Vifian erfolgt. Dieser im Aufbau etwas unübersichtliche Bericht hat den Vorteil, dass er auf dem Boden der Wirklichkeit bleibt und praktisch durchführbare Massnahmen in Erwägung zieht. Er stellt zuerst fest, dass gegenwärtig infolge der Mobilisation eine Arbeitslosigkeit praktisch nicht besteht. Die Verhältnisse werden sich aber ändern, sobald die Mobilisation wesentlich gelockert oder aufgehoben wird.

Zwei Hauptfaktoren bedingen die Entwicklung der schweizerischen Wirtschaft: die Bauwirtschaft und die Exportwirtschaft, während die Landwirtschaft eher einen stabilen Charakter aufweist. Der Beschäftigungsgrad der Binnenwirtschaft wird weitgehend bestimmt durch die jeweilige Lage der Bauwirtschaft und Exportwirtschaft. Eine Dauerarbeitslosigkeit besteht dann nicht, wenn das Bauvolumen jährlich 1,1 Milliarden und das Exportvolumen 1,8 Milliarden Fr. im Jahr beträgt. Bei Mobilisation von z. B. 180 000