

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 39 (1948)
Heft: 2

Artikel: Betriebstechnische und betriebswirtschaftliche Grundprobleme des Überland-Trolleybusbetriebes für die Personen- und Güterbeförderung
Autor: Storrer, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057932>

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: 17.04.2026

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

Der Vorsitzende: Ich danke Herrn Direktor Remy sehr für sein interessantes Referat, das an Hand eines konkreten Falles ein Beispiel geboten hat für die Ueberlegungen, die eine Stadtverwaltung anstellen muss, wenn sie an die Reorganisation ihrer Verkehrsbetriebe gehen will.

Wir kommen zum letzten Referat. Darf ich bitten, dass Herr Direktor Storrer uns nun über die betriebstechnischen und die betriebswirtschaftlichen Probleme speziell des Ueberland-Trolleybusbetriebes referieren möchte.

Betriebstechnische und betriebswirtschaftliche Grundprobleme des Ueberland-Trolleybusbetriebes für die Personen- und Güterbeförderung

Vortrag von W. Storrer, Altstätten (SG)

629.113.62.003

Nach allgemeinen Betrachtungen über den Unterschied zwischen Ueberlandverkehr und Ortsverkehr werden die technischen Grundprobleme des Ueberland-Trolleybusses erörtert. Ein wesentliches Problem ist dabei die im allgemeinen nötige hohe Spannung und die damit im Zusammenhang stehenden Massnahmen zur Verhütung von elektrischen Unfällen. Die Lösung, die beim Ueberland-Trolleybus der Rheintalischen Strassenbahnen A.G. gefunden wurde, und die sich bewährt hat, wird beschrieben. Hierauf wird die Notwendigkeit hoher Reisegeschwindigkeit dargelegt, und es werden die Mittel besprochen, mit denen eine solche erreicht werden kann. Weiter kommen die Bedeutung des Fassungsvermögens der Wagen und die damit zusammenhängenden konstruktiven Fragen zur Sprache. Dann wird die Eignung des Trolleybus für die Gepäck-, Post-, Tier- und Güterbeförderung untersucht. Schliesslich kommen die Fragen der Wirtschaftlichkeit des Ueberland-Trolleybus zur Sprache, und es wird betont, wie wichtig es ist, in jedem einzelnen Fall die Wahl des Verkehrsmittels zu untersuchen.

Après quelques considérations générales sur les différences entre le trafic interurbain et le trafic urbain, l'auteur aborde les problèmes techniques fondamentaux des lignes de trolleybus interurbaines, dont l'exploitation exige généralement une tension élevée et, en conséquence, des mesures appropriées pour éviter tout danger. La S. A. des Tramways du Rheintal, qui exploite une ligne de ce genre, a adopté un système qui a donné jusqu'ici pleine satisfaction. L'auteur signale ensuite la nécessité d'une vitesse commerciale élevée et décrit les moyens qui permettent d'atteindre une telle vitesse. La capacité de transport de ces trolleybus a également une grande importance et soulève maints problèmes de construction. Il y a lieu aussi d'envisager le transport de bagages, colis postaux, animaux et marchandises. Pour terminer, M. Storrer traite de la question du rendement financier des lignes de trolleybus interurbaines et insiste sur le fait que le choix du mode de transport doit être étudié très attentivement dans chaque cas particulier.

1. Allgemeines über den Ueberlandverkehr

W. Werdenberg behandelte in seinem Referat die Grundprobleme des Personentransportes im Ortsverkehr. Aufgabe des Sprechenden ist es, die Grundprobleme zu beleuchten, die sich für den Ueberland-Trolleybusbetrieb stellen, wobei zum Personenverkehr je nachdem noch der Gepäck-, Tier- und Güterverkehr hinzukommt, so dass hier von einem gemischten Verkehr gesprochen werden kann. Die Komponenten der einzelnen Verkehrsarten variieren dabei von Fall zu Fall, so dass die von W. Werdenberg gemachte Feststellung, dass nur eine seriöse, objektive und gründliche Ueberprüfung der Verhältnisse zu brauchbaren und einwandfreien Resultaten führe, mit allem Nachdruck unterstrichen werden muss. Man hüte sich also, bei Vergleichen einfach kilometrische Kosten eines anderen Betriebes unbesehen zu übernehmen, ohne dass man die Verhältnisse, unter denen sie entstanden sind, genau untersucht und alle massgebenden Faktoren des zu untersuchenden Betriebes mitberücksichtigt.

Worin unterscheidet sich der Ueberlandverkehr vom Ortsverkehr?

Wohl der grundlegendste Unterschied besteht in der geringeren Verkehrsdichte des Ueberlandverkehrs und dessen Schwankungsverhältnis. Der Transport von Personen erfolgt in der Regel auf grössere Distanzen als im Ortsverkehr. Das Verkehrsbedürfnis ist somit anders ausgerichtet. Statt eines Turnusbetriebes beim Ortsverkehr, wo sich die einzelnen Verkehrsmittel in mehr oder weniger kurzen Intervallen folgen, sind die Kurs- oder Zugsabstände im Ueberlandverkehr grösser. An Stelle des Problems der möglichst kurzen Wagenfolge, das sich für den Ortsverkehr stellt, wo es im

Extremen zum laufenden Band führt, treten die ganz anders gearteten Bedürfnisse des Ueberlandverkehrs.

Man erwartet hier gar nicht, alle 2, 4, 6 oder 10 Minuten ein Verkehrsmittel zur Verfügung zu haben, das eine beschränkte Aufnahmekapazität besitzt, sondern so und so viele Personen wollen zu der und der Zeit an einem bestimmten entfernten



Fig. 1
Ueberland-Trolleybus
der Rheintalischen Strassenbahnen (Rh. St.)
Parallelstrecke Tram-Trolleybus in Altstätten (SG)

Ort eintreffen. Im Abonnentenverkehr ist es der Arbeits- bzw. der Wohnort. Hierin stimmen die Bedürfnisse des Orts- und des Ueberlandverkehrs überein. Zur Hauptsache aber sind es Anschlüsse

anderer öffentlicher Transportbetriebe, vor allem der Eisenbahnen, welche den Fahrplan des Ueberlandverkehrsmittels bestimmen. Der Ueberlandbetrieb ist deshalb in einem starken Masse ein Zubringerdienst für die Bahnen als Hauptverkehrsadern und allfälligen anderen wichtigen Verkehrs-

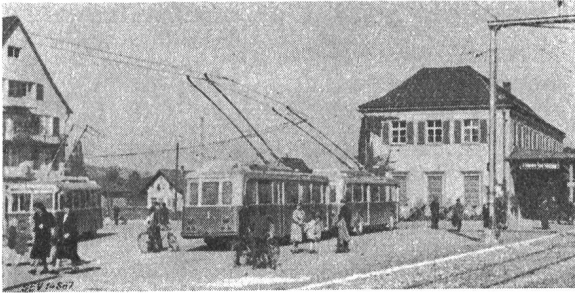


Fig. 2

Ueberland-Trolleybus der Rheintalischen Strassenbahnen beim Bahnhof Heerbrugg

mitteln des Fernverkehrs. Damit erkennen wir den Hauptunterschied für die Fahrplangestaltung der beiden Verkehrsarten.

Ortsverkehr: Turnusfahrplan mit gleichmässiger Wagenfolge, Ueberlandverkehr: Individueller Fahrplan mit unregelmässiger Wagenfolge.

Selbstverständlich bedingen in beiden Fällen die Verkehrsspitzen (Abonnenen-, Ausflugs- und Sportverkehr) besondere Massnahmen, sei es Verdichtung der Wagen- oder Kursfolge oder Verstärkung des Platzangebotes durch Vermehrung der Wagen eines Kurses oder Zuges. Sind damit die Grundvoraussetzungen der beiden Verkehrsarten nicht die nämlichen, so ist leicht erklärlich, dass auch die prinzipiellen Folgerungen, welche für die unterschiedlichen Verkehrsarten resultieren, nicht die nämlichen sein können.



Fig. 3

Ueberland-Trolleybus der Rheintalischen Strassenbahnen beim Rathaus Berneck

2. Die technischen Grundprobleme des Ueberland-Trolleybusbetriebes

Die Definition des Trolleybus, die aus dem in Entstehung befindlichen Trolleybusgesetz hervorgeht, kennzeichnet das Vehikel als motorisch an-

getriebenes, dem öffentlichen Verkehr dienendes Fahrzeug, das die zur Fortbewegung benützte elektrische Energie von einer Fahrleitung, d. h. von einer stationären Anlage abnimmt und, ohne an weitere Anlagen (gemeint sind hier die im Boden eingebetteten Geleise) gebunden zu sein, in der Regel auf öffentlichen Strassen verkehrt.

Das nötige Requisit einer Trolleybusanlage ist deshalb die Fahrleitung. Von der elektrisch betriebenen Bahn unterscheidet sich der Trolleybus als geleiseloze Bahn dadurch, dass er eben kein Geleise mehr hat und ausschliesslich auf die doppelpolige Fahrleitung als «Geleise» angewiesen ist. Das übliche Geleise dient aber der elektrisch betriebenen Bahn nicht nur als Unterlage und Führung der Räder, sondern hat gleichzeitig die wichtige Funktion der Rückleitung des dem Triebfahrzeug zugeführten elektrischen Stromes zu erfüllen. Beim Trolleybus besteht diese elektrische Rückleitung aber aus einem zweiten Fahrdrabt, der nicht mit beliebig grossem Querschnitt versehen werden kann. Um andererseits den Spannungsabfall der Fahrleitung nicht unwirtschaftlich gross werden zu lassen, hat man für die Uebertragung einer bestimmten Leistung auf das Triebfahrzeug zwei Mittel in der Hand:

1. Kurze Speisedistanzen,
2. Anwendung einer möglichst hohen Fahrdrabtspannung.

Das Fahrleitungssystem eines städtischen Verkehrsbetriebes, das neben Trolleybusstrecken sehr oft noch Strassenbahnstrecken umfasst, stellt oft ein weitgehend vermaschtes Netz dar, das günstige Speisemöglichkeiten und in Anbetracht der kurzen Distanzen trotz relativ niedriger Betriebsspannung von gewöhnlich 600 V noch annehmbar niedrige Spannungsabfälle in der Zuleitung zu den Fahrzeugen aufweist.

Im Gegensatz zu der mehr netzförmigen Gestaltung eines örtlichen Trolleybusbetriebes besitzt der Ueberlandbetrieb stets eine mehr oder weniger grosse Längenausdehnung. Bei Anwendung der im Stadtverkehr üblichen Spannung von 600 V und unter Berücksichtigung des Umstandes, dass wegen der weniger dichten Wagenfolge beim Ueberlandbetrieb in zahlreichen Fällen, im Interesse der möglichen Tiefhaltung der Anlagekosten, nur eine einspurige Fahrleitung mit 2 Fahrdrähten, nämlich einer Hin- und einer Rückleitung gebaut werden, so ergeben sich bei 600 V Betriebsspannung nur kurze Distanzen zwischen zwei Speisepunkten. Im Gegensatz zum Bahnbetrieb ist nämlich beim Trolleybusbetrieb ein Kreuzen zweier Fahrzeuge bei einspuriger Fahrleitung an beliebiger Stelle möglich, wenn der Führer des einen Wagens vom Führersitz aus die Trolleysenkung betätigt und damit die Leitung für den entgegenkommenden Wagen für kurze Zeit freigibt.

Die geschilderten Nachteile der Speisung eines Ueberland-Trolleybusbetriebes mit der üblichen Tramspannung verschwinden, wenn die Betriebsspannung erhöht und damit der Strom in der Fahrleitung bei gleichbleibender Leistung reduziert werden kann. Entgegen den Verhältnissen bei der

elektrischen Bahn, wo es heute sogar möglich ist, Schmalspurbahnen mit 1 m Spurweite mit 15 kV Einphasenstrom zu betreiben, sind der Erhöhung der Betriebsspannung beim Trolleybus recht bald Grenzen gesetzt.

Zu den bereits erwähnten Funktionen eines Geleises bei der elektrischen Bahn tritt noch die vom Sicherheitsstandpunkt aus ausserordentlich wichtige Funktion der Schiene als Mittel zur ständigen Erdung der Eisenbahnfahrzeuge und damit zur Verhütung von Berührungsspannungen zwischen Erde und Fahrzeug. Bei jedem Isolationsdefekt, sei es auf der Primärseite, sei es auf der Sekundärseite der elektrischen Einrichtung eines Eisenbahnfahrzeuges erfolgt die Ableitung des Betriebsstromes nach der Schiene und damit nach der Erde, ohne dass die metallischen Teile des Triebfahrzeuges oder der Anhängewagen gegenüber der Erde eine gefährliche Spannung annehmen. Anders beim Trolleybus, der infolge der Gummibereifung dieser ständigen Erdung der Metallteile des Wagens entbehrt und elektrisch als eine gegenüber Erde isolierte Metallmasse zu betrachten ist, bei der die elektrische Energie von aussen zugeführt, im Innern in mechanische Energie umgewandelt und wieder nach aussen über die Fahrleitung zurückgeleitet wird.

Mit steigender Betriebsspannung steigt aber die Gefahr des direkten oder schleichenden Uebertrittes der Betriebsspannung bei Isolationsdefekten usw. auf die Wagenmasse mit allen ihren schlimmen Folgen für das von der Erde aus ein- und aussteigende Publikum und das Bedienungspersonal. Wohl sind im Laufe der Jahre im Ausland verschiedene Schutzschaltungen aufgetaucht, welche bewirken sollten, dass der metallische Wagenkasten ständig an den geerdeten Pol der Energiequelle angeschlossen bleibt. Da aber die diese Erdverbindung herstellende Stromabnehmerstange einmal von der Leitung abspringen kann und sich dann der Wagenkasten vom anderen Pol her sofort auf volle Betriebsspannung auflädt, so ist man von diesen «Schutzschaltungen» auch im Ausland wieder abgekommen.

Die Lösung wurde dann auf Vorschlag des Sprechenden nach langem Suchen darin gefunden, dass zwischen den die Betriebsspannung führenden Teilen der elektrischen Einrichtung des Fahrzeuges eine Zwischenmasse eingefügt wurde, welche sowohl gegenüber den spannungsführenden Teilen für die volle Betriebsspannung isoliert ist, als auch die gleiche Isolation gegenüber der Wagenmasse aufweist. Beide Isolationshälften bilden zusammen eine doppelte Isolation, was an und für sich nichts Neues bedeutet. Das Neue bestand lediglich darin, dass diese Mittelmasse im ganzen Fahrzeug konsequent verwirklicht, als Mittelpunkt der Isolation elektrisch heraus geführt und zu einer auf dem Fahrzeug eingebauten Kontrolleinrichtung geleitet wurde, wo nun der Isolationszustand der beiden Isolationshälften jederzeit geprüft und überwacht werden kann. Da es nach menschlichem Ermessen nicht wahrscheinlich ist, dass beide für die ganze Span-

nung bemessenen Isolationshälften gleichzeitig defekt gehen, und der Isolationszustand der beiden Hälften laufend überwacht werden kann, so war damit eine Einrichtung geschaffen, welche ohne die vorerwähnten Nachteile eine höhere Betriebsspannung zulies, ohne dass damit eine vermehrte Gefährdung der Passagiere und des Bedienungspersonals verbunden war. Die Anwendung dieses technischen Grundprinzips gestattete 1940 die Einrichtung der ersten Ueberland-Trolleybusstrecke der Rheintalischen Strassenbahnen mit der bisher weder im In- noch im Ausland verwendeten erhöhten Betriebsspannung von 1000...1100 V gegen Erde und mit Ausbaumöglichkeit bis 1500 V Gleichstrom.

Die nun bald achtjährige Betriebszeit bestätigt, dass der beschrittene Weg richtig war und damit der Bau von Ueberland-Hochspannungs-Trolleybusanlagen ohne unwirtschaftliche Vermehrung der Unterwerke und Anwendung grosser Fahrdrachquerschnitte und damit teurer Fahrleitungen möglich ist.

Zur Verhütung von Aufladungen des metallischen Wagenkastens wurden neben der Schaffung der erwähnten Mittelmasse folgende zusätzliche Massnahmen ausprobiert:

a) Mechanische Erdung des Wagenkastens durch einen auf die Strassenoberfläche reichenden Erdungsbügel, der bei Stillstand des Fahrzeuges und offenen Türen betätigt wird. Diese Erdungsart ist von zahlreichen Zufälligkeiten abhängig und kann nicht als wirklich befriedigende Lösung betrachtet werden.

b) Verwendung von Pneus, die eine gewisse Leitfähigkeit aufweisen. Diese Massnahme wurde wieder verlassen, weil die Leitfähigkeit ungenügend ist und die Lebensdauer der Reifen durch die leitende Beimischung zum Gummi nachteilig beeinflusst wird.

Die ideale Lösung wäre eine Einrichtung, welche ähnlich wie bei der Eisenbahn eine ständige Ueberbrückung der Pneuisolations bewirken würde und die zum mindesten als Anzeigeelement oder gar zur Auslösung der automatischen Senkung der Stromabnehmer von der Leitung verwendet werden könnte, wenn der Wagenkasten gegenüber dem Erdpotential eine gefährliche Spannung annimmt. Ob dies beispielsweise durch Schaffung eines Ionisationskanals möglich ist, wird die Zukunft zeigen.

Wir erkennen damit, dass das primäre Problem der Anwendung von Hochspannung im Trolleybusbetrieb, was besonders auf Ueberlandstrecken einen wirtschaftlichen Bau der Fahrleitungsanlage gestattet, in der Vermeidung gefährlicher Berührungsspannungen zwischen Wagenkasten und Erde liegt, und dass die Entwicklung des Ueberland-Trolleybus von der befriedigenden Lösung dieser Frage abhängig war.

3. Betriebstechnische Probleme

Eigentliche betriebstechnische Probleme, welche für die Verhältnisse des Ueberlandverkehrs untersucht werden müssen, sind

1. Die Reisegeschwindigkeit

Die Reisegeschwindigkeit spielt hauptsächlich vom Standpunkt der Konkurrenz mit andern Ver-

kehrsmitteln eine wichtige Rolle, während der beim Ortsverkehr erwähnte Zusammenhang mit der Zahl der für einen Turnusfahrplan eingesetzten Fahrzeuge und dem Personalaufwand in zweiter Linie kommt. Sehr oft hat die Reisegeschwindigkeit auf die Zahl der eingesetzten bemannten Fahrzeuge überhaupt keinen Einfluss.

Ein wichtiger Konkurrent, besonders bei guter Witterung und bei kleinen Steigungen, ist das Fahrrad, das Automobil des kleinen Mannes. Aber auch gegenüber anderen z. T. parallel führenden öffentlichen Verkehrsmitteln kann ein Konkurrenzverhältnis bestehen, doch lässt sich ein solches bei vernünftiger Regelung im Interesse des reisenden Publikums durch wahlweise Benützungsmöglichkeit der beiden Verkehrsmittel in der Weise zweckmässig gestalten, wie dies z. B. im Rheintal auf der Strecke Heerbrugg-Altstätten zwischen der SBB und dem Trolleybus der Rheintalischen Strassenbahnen geschehen ist.

In ähnlicher Weise wie im Ortsverkehr dienen der Hebung der Reisegeschwindigkeit folgende Mittel:

a) Zweckmässiger und weitsichtiger Ausbau der Strassen, griffige Beläge, klare Verkehrsregelung auf Strassen und Plätzen. Schaffung des Vortrittsrechtes für die von öffentlichen Verkehrsmitteln befahrenen Hauptstrassen auch innerorts, weil bei Beachtung des Vortrittsrechtes von rechts ein rascher, flüssiger Verkehr besonders der grossräumigen öffentlichen Verkehrsmittel mit und ohne Anhänger überhaupt nicht möglich ist und die zeitliche Belastung der Strasse viel zu gross wird, was sich in einer Herabsetzung der Durchflussmenge pro Zeiteinheit auswirkt.

b) Guter Unterhalt der Strassenfahrbahn. Rasche und rationelle Räumung der Fahrbahn von Schnee und Eis im Winter (Schneepflüge, Strassenhobel, evtl. Schneefräse) und gründliche Splittung bei glatter oder vereister Fahrbahn.

c) Vermeidung geringer Haltestellendistanzen, so dass sich die hohe und kontinuierliche Anfahrbeschleunigung beim Trolleybus und die hohe Maximalgeschwindigkeit richtig ausnützen lassen. Sämtliche Zwischenhaltestellen sollen nur auf Verlangen bedient werden, damit die Fahrgäste bei Ankunft des Wagens bereit sind und sich nicht erst in Wartschäften oder Wartsälen bereit machen, wenn der Wagen schon da ist.

d) Rasches Ein- und Aussteigen, d. h. möglichste Verkürzung der Haltezeiten durch bequeme Ein- und Ausstiege an den Wagen und ferner durch Verwirklichung des Fahrgastflusses im Wagen. Bei einmänniger Bedienung vorn einsteigen, hinten aussteigen. Das Beispiel der Rheintalischen Strassenbahnen zeigt, dass dies sogar auf dem Lande möglich ist! Selbstverständlich liesse sich die Haltezeit bei zweimänniger Bedienung weiter verkürzen, doch treten dieser Forderung betriebswirtschaftliche Ueberlegungen entgegen. Der Ueberlandbetrieb stellt den typischen Fall eines rationellen Einmannbetriebes dar, denn in den meisten Fällen wäre die zweimännige Führung der Kurse wirtschaftlich überhaupt nicht tragbar.

e) Rationelle Gestaltung der Billettausgabe und des Geldverkehrs in den Wagen. Billettausgabe-Apparate, Zahlstisch und Wechsler. Zirkulation der Fahrgäste am sitzenden Wagenführer vorbei.

f) Möglichst weitgehende Anwendung des bargeldlosen Verkehrs durch Abonnements usw., evtl. Billettvorverkauf ausserhalb der Wagen in Spitzenzeiten oder Billettausgabeapparate auf wichtigen Haltestellen.

Zu Punkt b) ist noch besonders zu erwähnen, dass die Abhängigkeit jedes schienenfreien Strassenverkehrsmittels von den Witterungseinflüssen und den Strassenverhältnissen im Winter bei Nebel und

Schnee oder vereister Fahrbahn in jedem Fall grösser ist als bei der Eisenbahn. Daher dürfen die Umschlagszeiten auf andere öffentliche Verkehrsmittel, z. B. Bahnen, besonders im Winter nicht zu knapp bemessen werden. Die Vergrösserung der Umschlagszeiten bei Anschlußstationen wirken sich aber für diejenigen Passagiere, welche über die Anschlußstation hinausfahren und während des Haltes im Wagen bleiben, in einer Herabsetzung der Reisegeschwindigkeit aus.

Unter die Mittel zur Wahrung einer hohen Reisegeschwindigkeit bei kritischen Witterungsverhältnissen im Winter hätte eigentlich auch die Schaffung eines geeigneten Schutzes der Trolleybus-Fahrleitung gegen den Ansatz von Rauhreif und Eis erwähnt werden sollen. Obwohl der Betrieb bei starkem Rauhreifansatz nicht direkt verunmöglicht wird, sind die heute zur Rauhreifbekämpfung verwendeten Mittel noch weit entfernt, die wahre Lösung darzustellen. Die da und dort bei Bahn- und Trolleybus-Fahrleitungen angewendete Abschmelzmethode durch Heizen der Fahrdrähte betrachte ich als Notbehelf, nicht als wirkliche Lösung. Der Sprechende hat immer noch die Ueberzeugung, dass es durch Behandlung der Fahrdrähte mit einem geeigneten chemischen Mittel gelingt, die Bildung der Rauhreif-Eiskristalle an der unterkühlten Leitung nicht zu verhindern, aber in der Weise ungefährlich zu machen, dass die Eiskristalle nicht an der blanken Metallfläche, sondern an einem Schutzfilm anfrieren, wo sie durch den Stromabnehmer, selbst bei Verwendung von Kohlenschleifstücken, leicht abgestreift werden können.

2. Fassungsvermögen der Wagen

Bei der Frage des Fassungsvermögens der Wagen und deren zweckmässigster Disposition ist in erster Linie das Verkehrsbedürfnis, und zwar nicht nur im Personenverkehr, sondern auch im Gepäck-, Post-, Tier- und Güter-Verkehr massgebend. Einmal ist das ständige Grundverkehrsvolumen bei verschiedenen Tageszeiten, dann aber sind selbstverständlich auch die periodischen und sporadisch auftretenden Verkehrsspitzen zu berücksichtigen.

Allgemein kann gesagt werden, dass man denjenigen Wagentyp wählen soll, der bei schwächerem Verkehr nicht unwirtschaftlich gross ist, bei stärker frequentierten Kursen, besonders auch im Abonnement-, Ausflugs- oder Sportverkehr das anfallende Verkehrsvolumen noch möglichst zu bewältigen vermag, damit nicht sofort eine Mehrfachführung des Kurses mit entsprechendem Mehraufwand von Rollmaterial und Personal nötig wird, das dann gewöhnlich nur in einer Fahrriehtung ausgenützt werden kann.

Die im Ueberlandverkehr besonders wichtige Anpassungsfähigkeit an ein schwankendes Verkehrsvolumen ist aus dem Grunde besonders wichtig, weil hier im Gegensatz zur Eisenbahn nicht ohne weiteres die Möglichkeit besteht, auf irgendeiner Zwischenstation das Platzangebot durch Beigabe weiterer Wagen zu vergrössern. Bei einem schienenfreien Strassentriebfahrzeug kann pro Triebfahr-

zeug maximal ein Personen-Anhängewagen mitgeführt werden, der aber normalerweise keine Uebergangsmöglichkeit vom Triebfahrzeug her aufweist und deshalb in der Regel durch einen separaten Kondukteur bedient werden muss.

Pendelungen aufweisen, gewinnt diese Betriebsart besonders im Ueberlandverkehr immer mehr an Boden.

Die Rheintalischen Strassenbahnen haben gegenwärtig 2 vierradgelenkte Personenanhänger im Bau,

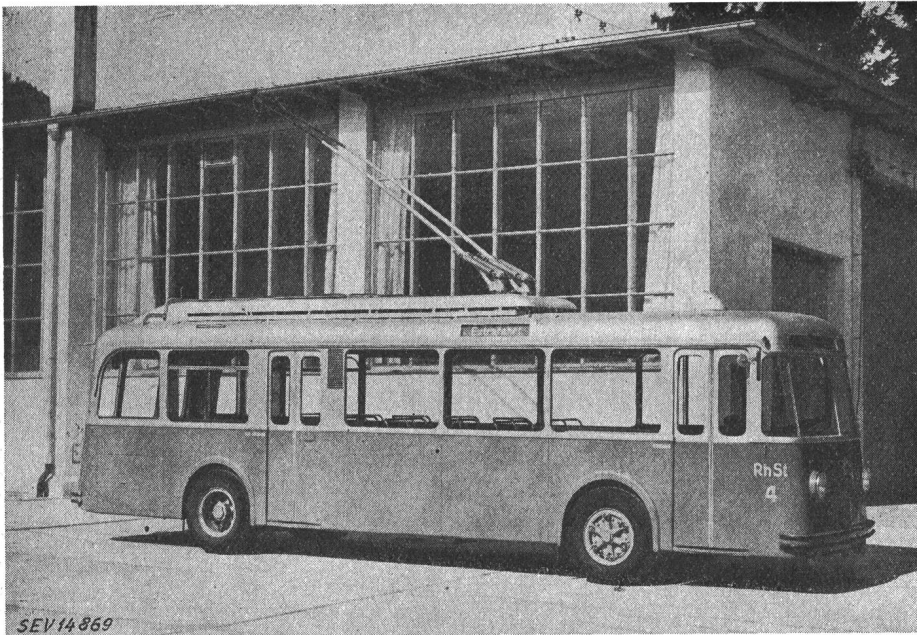


Fig. 4

Ueberland-Trolleybus der
Rheintalischen Strassenbahnen
Trolleybus-Triebfahrzeug
vor der Garage

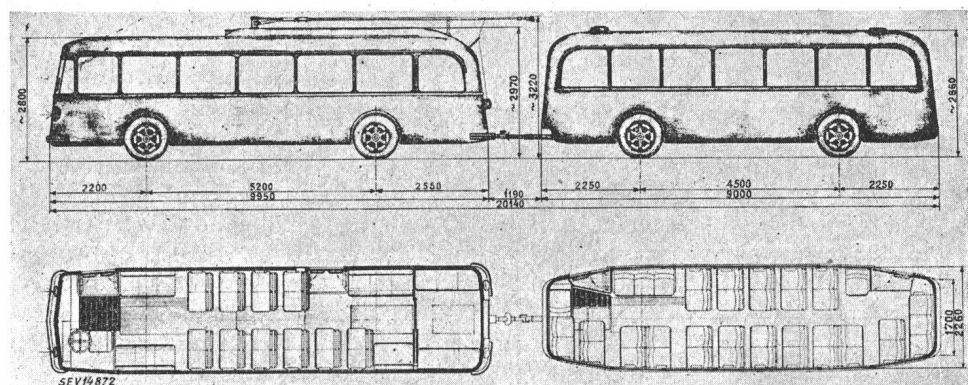
Wohl sind im Ausland kombinierte Gelenk- oder Glieder-Triebfahrzeuge gebaut worden, bei denen der nachlaufende Anhängerteil mit dem Triebfahrzeug gelenkartig verbunden ist, wodurch ein Uebergang zwischen Triebfahrzeug und Anhänger gewahrt bleibt, doch eignet sich diese Lösung wegen den beschränkten Lenkverhältnissen mehr für den Stadt- und Vorortverkehr als für den eigentlichen Ueberlandverkehr. Auch die für Ueberlandverkehr eine Zeitlang stark propagierte Lösung mit einem Sattelschlepperzug ist hauptsächlich darum für den vorliegenden Zweck ungeeignet, weil er eine zwei-männige Bedienung verlangt, um rationell eingesetzt zu werden.

die eine Kapazität von 40 Sitzplätzen plus Kondukteursitz und mindestens 20 Stehplätzen = total 60 Plätzen bei 4,5 t Eigengewicht aufweisen. Damit wird beim Anhänger das Platzangebot der ebenfalls 60 Plätze aufweisenden Triebfahrzeuge mit 8,1 t Tara erreicht.

Die Wirtschaftlichkeit des Anhängerbetriebes ist in die Augen springend, denn das tote Gewicht pro Fahrgast beträgt nur 55 %; das im Anhänger investierte Kapital macht weniger als die Hälfte eines Triebfahrzeuges aus, und die Bedienung des Anhängers erfordert keinen qualifizierten Führer, sondern einen in kurzer Zeit angelernten Kondukteur, der durch die Werkstätte gestellt oder von

Fig. 5
Anhängenzug der
Rheintalischen
Strassenbahnen

Zwei der vierradgelenkten
Anhänger befinden sich zur
Zeit im Bau. Platzangebot
des ganzen Anhängers:
80 Sitzplätze, 40 Stehplätze



Seitdem es gelungen ist, durch eine Deichsel angekuppelte vierradgelenkte Anhänger zu bauen, welche nicht nur im Profil des Triebfahrzeuges genau spuren, sondern auch bei allen Geschwindigkeiten und allen Lenkmanövern des Triebfahrzeuges einen sicheren und ruhigen Lauf ohne gefährliche

dritter Seite als Aushilfe zugezogen werden kann. Der minimale innere Fahrzeug-Begrenzungsradius des Anhängers beträgt genau wie beim Triebfahrzeug 5 m, so dass auch enge Wendepunkte und Strasseneinmündungen mit dem Anhängerszug ohne Schwierigkeiten befahren werden können.

grösser, so wird man eigentliche Güter-Trolleybusse einsetzen. Die Schweiz besitzt noch keine modernen Güter-Trolleybusse; im Oberveltlin aber besteht eine äusserst interessante Güter-Trolleybusanlage.

Bis heute haben wir in der Schweiz lediglich beim rheintalischen Ueberland-Trolleybus einen

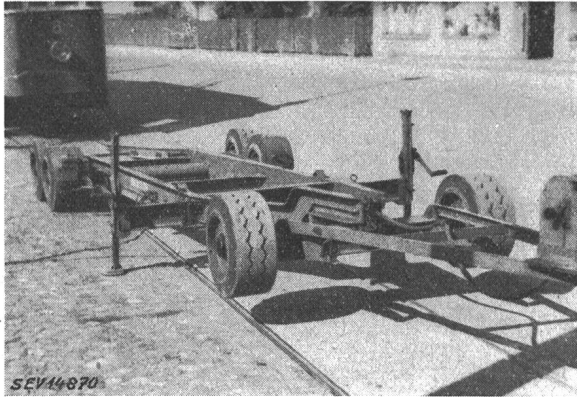


Fig. 7

Strassentransportschemel der Rheintalischen Strassenbahnen Tragkraft 12 t, in gehobener Stellung zur Auffahrt mit dem Tramwagen bereit

beschränkten Lastentransport, indem dort mittels eines Rollschemas von 12 t Tragkraft, der dem Trolleybus angekuppelt wird, eine Ueberführung der Tramwagen zwischen Altstätten und Heerbrugg bewerkstelligt wird.

Besonders auf Strecken, wo grössere Höhendifferenzen zu überwinden sind, bringt der elektrisch betriebene Trolleybus gerade wegen der grossen Ueberlastbarkeit des Elektromotors auch für die Güterbeförderung gegenüber dem Betrieb mit Verbrennungsmotoren besondere Vorteile.

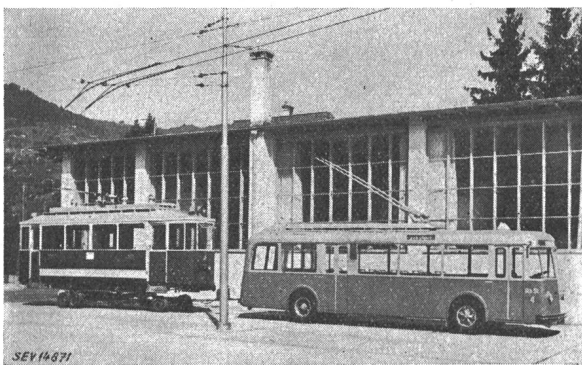


Fig. 8

Trolleybus-Anhängenzug mit Transportschemel der Rheintalischen Strassenbahnen

für die Ueberführung der Strassenbahnwagen auf der Strasse zwischen Altstätten und der restlichen Strassenbahnstrecke Heerbrugg—Widnau—Diepoldsau (auf rund 8 km)

Als Beispiel eines besonders leistungsfähigen Ueberland-Trolleybusbetriebes für gemischten Personen- und Güter-Verkehr mit einer totalen Streckenlänge von zirka 60 km ist die bereits erwähnte Anlage im Oberveltlin mit Ausgangspunkt in Tirano bemerkenswert. Auf der 41 km langen Strecke zwischen Tirano (430 m ü. M.) und Bormio

(1250 m ü. M.) erfolgt ganzjährig ein fahrplanmässiger Personen- und Güterverkehr. Anstoss zum Bau dieser Anlage gab der Bau der grossen Stauwerke der Stadt Mailand im Quellgebiet der Adda. Die Güterbeförderung dient dort vor allem der Zufuhr von Zement, Bausteinen und andern Baumateria-



Fig. 9

Personen- und Güter-Trolleybus im Oberveltlin (Italien) Güter-Trolleybus für Langholztransport

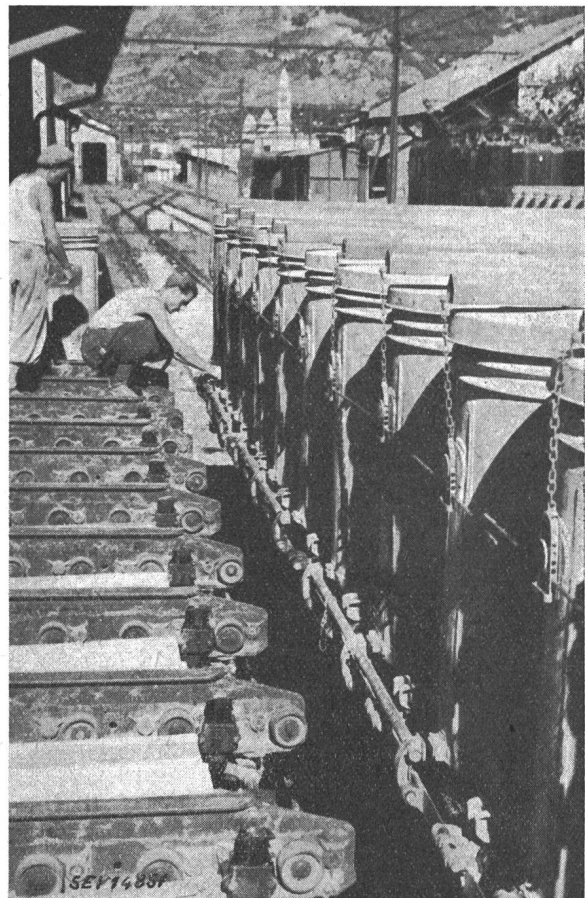


Fig. 10

Umladevorrichtung Eisenbahn-Trolleybus im Oberveltlin Der mit 15 t Zement in eisernen Behältern beladene Eisenbahnwagen (rechts) wird an die Entladerampe (links) herangebracht

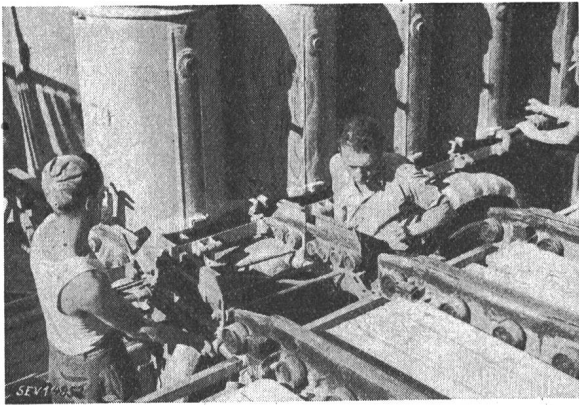


Fig. 11

Umladevorrichtung Eisenbahn—Trolleybus im Oberveltlin
Die Verbindungsbrücken zwischen den Laufschienen des Normalbahnwagens und denjenigen der Abladerampe werden eingehängt

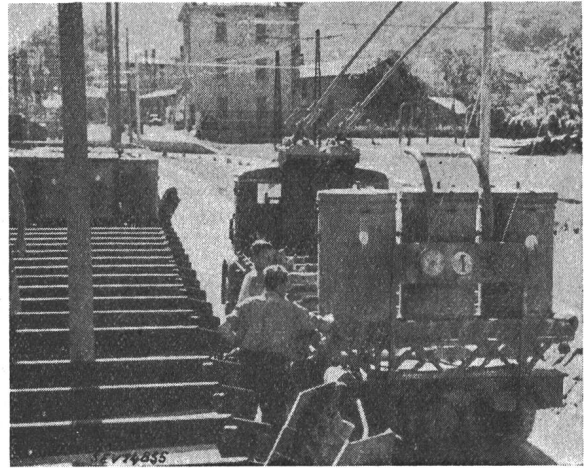


Fig. 14

Umladevorrichtung Eisenbahn—Trolleybus im Oberveltlin
Das Abladen leerer Zementbehälter vom Trolleybus auf die Laderampe erfolgt in gleicher Weise ohne jegliche Hebezeuge

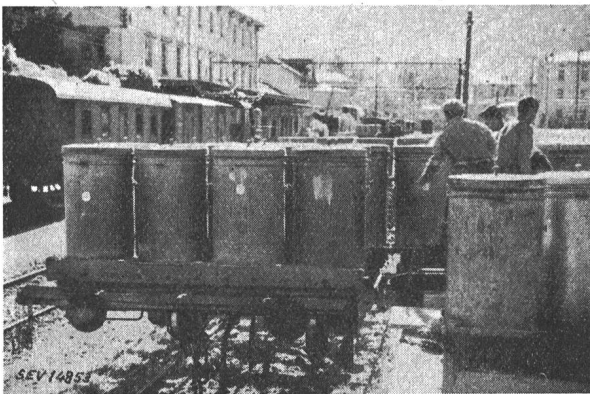


Fig. 12

Umladevorrichtung Eisenbahn—Trolleybus im Oberveltlin
Die Behälter werden mit geringem Kraftaufwand vom Wagen auf die Rampe geschoben
Die Kufen der Behälter laufen alle über Rollen

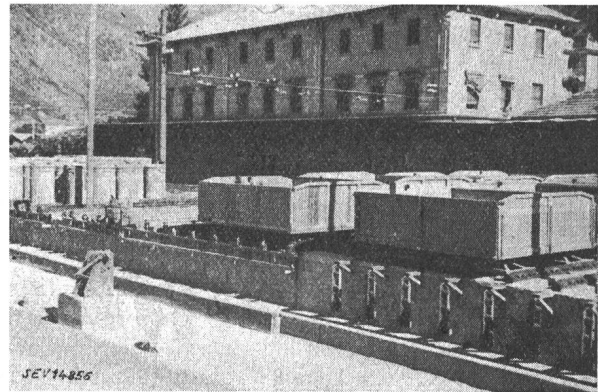


Fig. 15

Gütertransporte mit Trolleybus im Oberveltlin
Für den Transport von Gütern in loser Schüttung und für grössere Stücke stehen Transportbehälter zur Verfügung, welche auf Rollen laufend wie die Zementbehälter auf die Güter-Trolleybusse geschoben werden

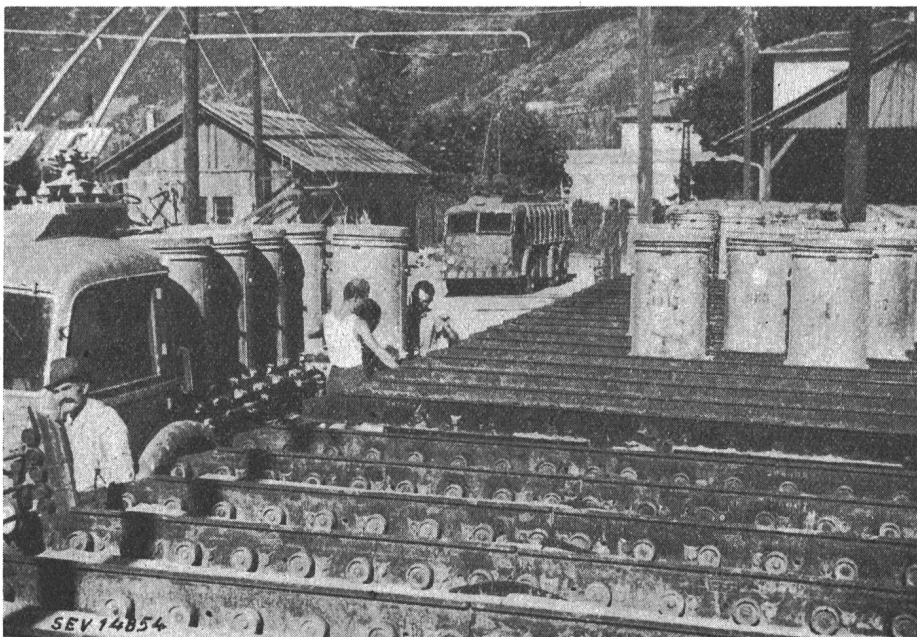


Fig. 13

Umladevorrichtung Eisenbahn—Trolleybus im Oberveltlin

Auf der anderen Seite der Entladerampe befindet sich der Güter-Trolleybus, der 10 t Zement in Transportbehältern aufnehmen kann. In gleicher Weise wie beim Abladen werden die Behälter auf den Güter-Trolleybus geschoben. Im Hintergrund ein weiterer beladener Trolleybus. Die Wagen weisen noch den Tarnanstrich aus der Kriegszeit auf.

lien. Oberhalb Bormio zweigen verschiedene Strecken nach den einzelnen Baustellen ab, auf denen der Betrieb im Winter eingestellt ist. Eine dieser Strecken führt bis auf eine Höhe von zirka 2200 m ü. M. nach dem Val di Fraele, wo seit

Jahren an einer gewaltigen Talsperre bei San Giacomo-Cancano oberhalb des Lago di Fraele gearbeitet wird.

Die gewaltigen Mengen Zement werden dabei in geschlossenen Behältern von je 350 kg Inhalt trans-

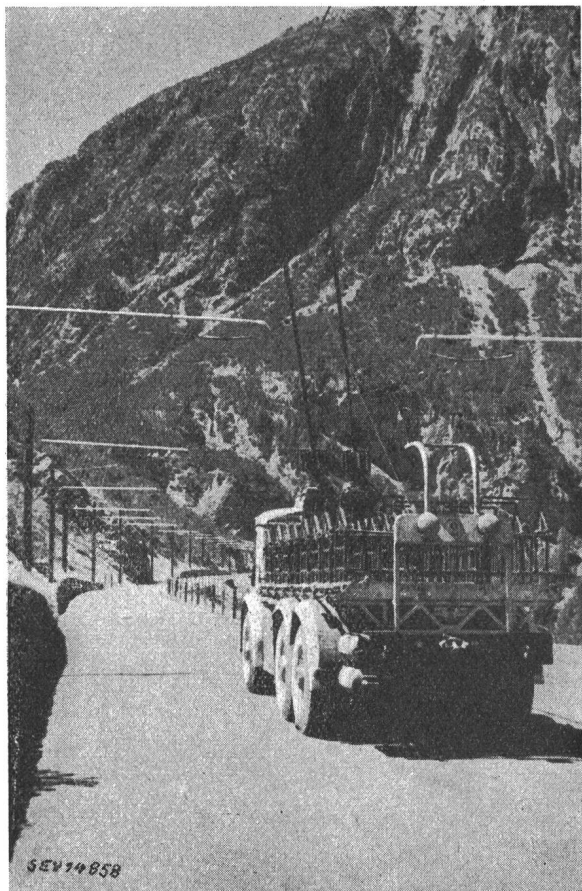


Fig. 16
Güter-Trolleybus im Oberveltlin
Talwärts fahrender Güter Trolleybus mit leeren
Transportkäfigen für Verkleidungssteine

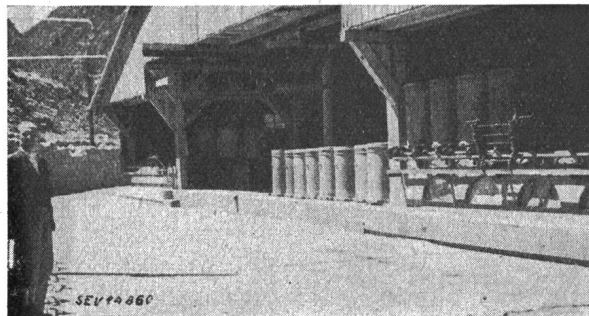


Fig. 17
Abladestelle für den Güter-Trolleybus im Oberveltlin
Talstation der Seilschwebebahn, welche die einzelnen
Behälter für Zement und Bruchsteine bis zu einer
hoch gelegenen Baustelle fördert

portiert; für die Beförderung der Quadersteine für die beidseitige Verkleidung der Staumauer dienen besondere Käfige aus geschweissten Rohren, während für die gemischten Güter offene Behälter und Ladebrücken zur Verfügung stehen. Neben den Personen-Trolleybussen sind 16 dreiachsige Güter-Trolleybusse mit Motoren von 100 kW vorhanden, welche ein Ladegewicht von 10,8 t aufweisen. Für den Transport besonders schwerer Stücke besteht die Möglichkeit der Bildung von Doppeltraktionen mit zwei Güter-Trolleybussen hintereinander, wobei die Steuerung der Motoren des nachlaufenden Triebfahrzeuges vom Führer des ersten Wagens betätigt wird.

Besonders interessant ist die Partie von Torripiani bis zum Kulminationspunkt beim Monte delle Scale, wo die Strasse gegen 20 Kehren über-

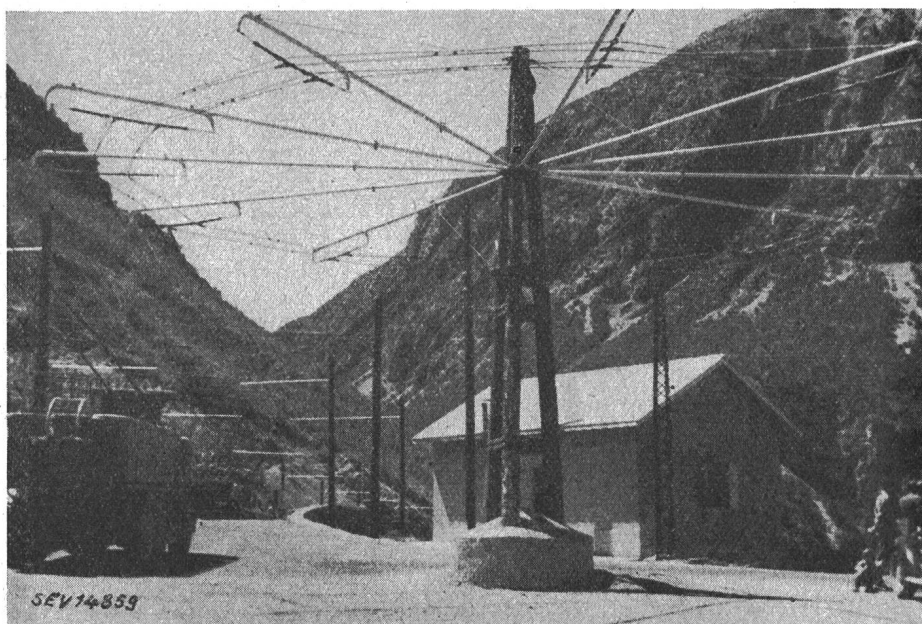


Fig. 18
Güter-Trolleybus an der
Stelvio-Strasse (Oberveltlin)
Wendeschleife
bei Prima Cantoniera



Fig. 19
Kehren mit einspuriger
Trolleybus-Fahrleitung
im Oberveltlin

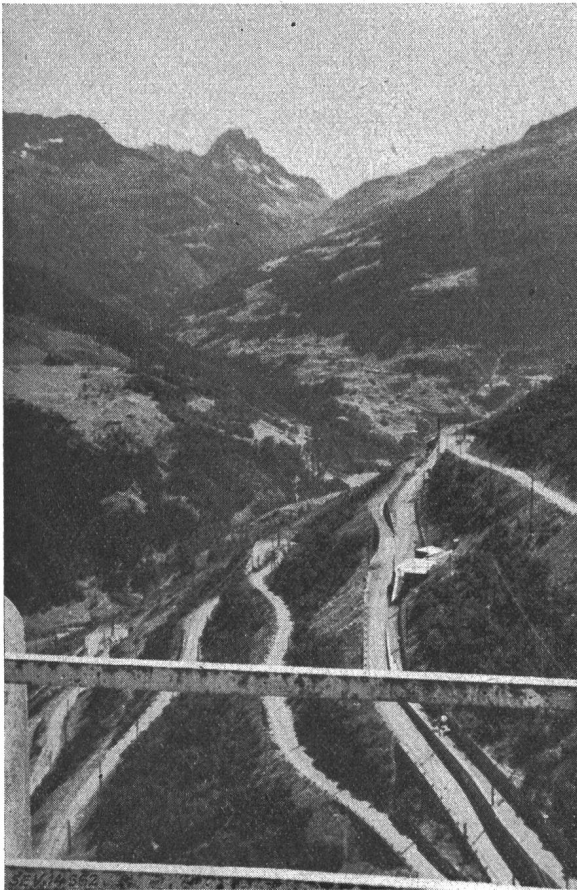


Fig. 20
Paßstrasse mit Trolleybus-Fahrleitung im Oberveltlin
Ausblick vom Monte delle Scale auf die Kehren und gegen
den Passo Val Viola (Grenzübergang gegen das Puschlav)



Fig. 21
Passhöhe beim Monte delle Scale im Oberveltlin
Personentrolleybus auf der Passhöhe gegen Val Fraele



Fig. 22
Trolleybus am Stausee Fraele im Oberveltlin
Die Strasse führt über die Krone der Staumauer

einander aufweist. Diese Strecke wurde während des Krieges gebaut. An Stelle der Fahrleitung aus Hartkupfer wurde hier ein mit Stahldrähten armiertes Aluminiumprofil verwendet.

An dieser Anlage, welche mit 750 V Gleichstrom betrieben wird (weiter wagten die betreffenden Konstrukteure mit der Betriebsspannung nicht zu gehen), sind besonders die raffinierten Ladeeinrichtungen der Trolleybusse bemerkenswert.

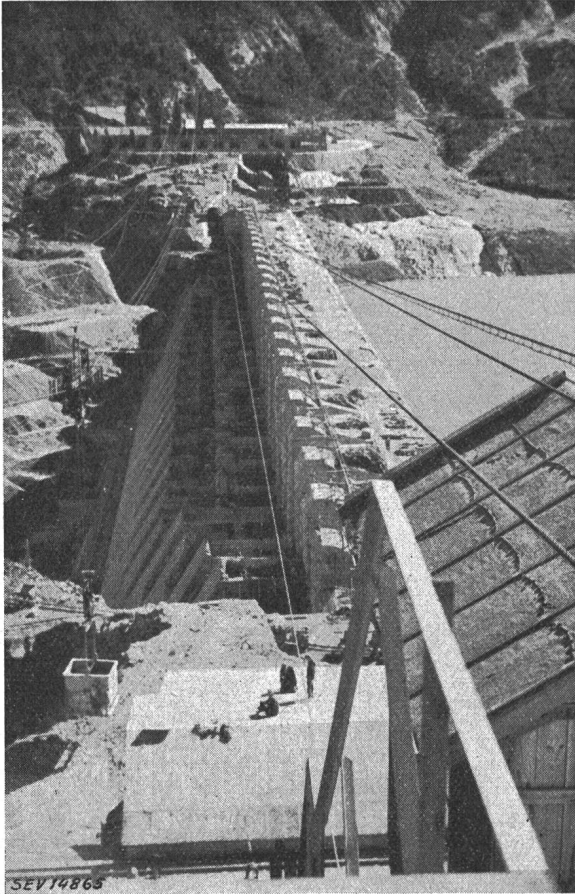


Fig. 23

Talsperre des Stausees San Giacomo-Caneano im Obervevtilin
Bauzustand Juli 1946

Die Fahrleitung wurde durchwegs nur einspurig erstellt; die Talfahrt wird bei gesenktem Stromabnehmer durchgeführt.

Die von dieser eigentlichen Gebirgs-Trolleybuslinie erschlossene Gegend ist landschaftlich überaus interessant und sehenswert, so dass auch nach Fertigstellung der neuen Stauseen mit einem Touristenverkehr gerechnet werden kann.

5. Die betriebswirtschaftlichen Probleme des Ueberland-Trolleybusbetriebes

Es bleiben noch die betriebswirtschaftlichen Probleme des Ueberland-Trolleybusbetriebes und speziell die Unterschiede gegenüber den entsprechenden Erkenntnissen beim Ortsverkehr kurz zu streifen.

Auch hier muss erneut davor gewarnt werden, spezifische Kosten pro Leistungseinheit eines Be-

triebes unbesehen auf einen andern Betrieb zu übertragen.

Grundsätzliche Unterschiede in der Kostengestaltung sind zurückzuführen auf folgende Umstände:

1. Die Ausnützung der Fahrzeuge und damit die Zahl der Jahreskilometer pro Fahrzeug ist beim Ueberland-Trolleybusbetrieb gegenüber einem städtischen oder vorstädtischen Trolleybus mit Turnusfahrplan allgemein geringer.

2. Beim Ueberland-Trolleybusbetrieb mit einmänniger Bedienung der Fahrzeuge sind die spezifischen Personalkosten geringer als beim zweimännigen Stadtbetrieb.

3. Die Wirtschaftlichkeit jedes öffentlichen schienenfreien Verkehrsmittels wird besonders dann nachteilig beeinflusst, wenn der Betrieb verpflichtet wird, jedes anfallende Verkehrsvolumen, sowohl im Personen-, als auch im Tier- und Güterverkehr in gleicher Weise wie eine Eisenbahn zu bewältigen. Durch die Unmöglichkeit der Bildung grösserer Züge muss die Verkehrsmenge auf einzelne Kurseinheiten aufgeteilt werden, was eine vermehrte Bereitstellung von bemannten Triebfahrzeugen, sowie vermehrte kilometrische Leistungen erfordert, weil die Triebfahrzeuge nur ab Depotstationen, nicht ab jeder beliebigen Zwischenstation eingesetzt werden können.

4. Der Anhängerbetrieb stellt im Ueberlandverkehr ein geeignetes Mittel zur Hebung der Wirtschaftlichkeit dar.

5. Im Gegensatz zum Betrieb einer Strecke mit Turnusfahrplan ist beim Ueberlandbetrieb mit individuellem Fahrplan der Einfluss der Reisegeschwindigkeit auf die Wirtschaftlichkeit viel geringer.

6. Der Unterhalt der Triebfahrzeuge eines Ueberland-Trolleybusbetriebes erfordert speziell in der Reinigung der Fahrzeuge und der Apparatur einen grösseren Aufwand als im Stadtbetrieb, weil die Ueberlandstrassen wegen der landwirtschaftlichen Bebauung von den zahlreichen nur chaussierten Seitenstrassen her immer wieder verschmutzt werden, was zu vermehrter Verschmutzung der Fahrzeuge und Staubbildung Anlass gibt. Besonders bei der ausgedehnten elektrischen Apparatur eines modernen Trolleybus-Fahrzeuges ist der Freihaltung von Staub im Vergleich zu den Verhältnissen der Schienenbahn vermehrte Beachtung zu schenken.

Wenn es schon bei der Wahl des geeigneten Verkehrsmittels für den Orts- und Vorortverkehr gewagt ist, die Entscheidung nur nach dem Wagenabstand allein zu treffen, wäre es im Ueberlandverkehr erst recht verfehlt, den Kursabstand als entscheidendes Kriterium zu berücksichtigen. Hier vermag allein die gründliche Ueberprüfung der Verhältnisse in allen zu bewältigenden Verkehrsarten ein einwandfreies und brauchbares Resultat zu ergeben.

Zum Schluss möchte ich noch einige Angaben über die *Kostenstruktur* des Ueberland-Trolleybusbetriebes an Hand der Verhältnisse des Betriebes der Rheintalischen Strassenbahnen geben, damit auch hier die Unterschiede gegenüber den Verhältnissen im Trolleybusbetrieb für den Ortsverkehr zum Ausdruck kommen.

Die prozentuale Unterteilung des gesamten Betriebsaufwandes nach Personalkosten, Sachkosten und Kapitalkosten ergibt für den Trolleybusbetrieb der Rheintalischen Strassenbahnen:

Personalkosten	33,8 %
Sachkosten	31,8 %
kalkulatorische Kapitalkosten	34,4 %
	100,0 % des gesamten Betriebsaufwandes.

In runden Zahlen machen sie also je zirka $\frac{1}{3}$ aus, im Gegensatz zu den Ergebnissen von Winterthur im Stadtbetrieb, wo die Personalkosten zwi-

schen 50 und 55 % der Gesamtkosten inkl. Kapitaldienst variieren.

Bezogen auf die reinen Betriebskosten ist das Verhältnis

Personalkosten	51,5 %
Sachkosten	48,5 %
	<u>100,0 %</u> der reinen Betriebskosten, d. h. rund 1 : 1

Unterteilt man den gesamten Betriebsaufwand in fixe und variable Kosten, d. h. von den Betriebsleistungen abhängige Kosten, so ergeben sich wieder unter Berücksichtigung der kalkulatorischen Kapitalkosten

fixe Kosten	52,7 %
variable Kosten	47,2 %
	<u>100,0 %</u>

Zu den genannten Zahlen ist noch besonders zu betonen, dass verschiedene kriegsbedingte Faktoren eine abnormale Erhöhung der Kosten verursacht haben; z. B. waren bei den fixen Kosten die Auslagen für Heizung der Garage und Werkstätte ausserordentlich hoch.

Andererseits bewirkte die prekäre Gummiversorgung bei den variablen Kosten ein abnormales Anwachsen der Bereifungskosten.

Bei den Kapitalkosten handelt es sich um kalkulatorische Kosten mit den maximalen, seitens der eidgenössischen Steuerverwaltung noch zugelassenen Abschreibungssätzen und unter Berücksichtigung eines kalkulatorischen Zinssatzes von 4 %.

Diese kalkulatorischen Abschreibungen betragen im Mittel 6,15 % der gesamten Baukosten, was einer Abschreibungsdauer von 16,25 Jahren entspricht.

Die gesamten kalkulatorischen Kapitalkosten unter Annahme einer 4 %igen Verzinsung entsprechen einer Annuität von 8,56 % der Gesamtbaukosten, was, bezogen auf die bis 1946 kriegsbedingte Reduktion der Kurskilometer einen ausserordentlich hohen spezifischen Anteil pro geleisteten Nutzwagen-Kilometer von 62,7 Rp. ergibt.

Der spezifische Energieverbrauch liegt für unseren Betrieb etwas höher als die in Winterthur gemessenen Werte, was auf den höheren Energieaufwand im Winter zurückzuführen ist, weil die Ueberlandstrassen meistens nicht so rasch und gründlich vom Schnee gereinigt werden wie in der Stadt. Der kilometrische Energieverbrauch kann aber im Winter auf den 2...3fachen Mittelwert ansteigen.

Spezifischer Energieverbrauch pro Tonnen-Kilometer (bahnfertige Gleichstromenergie ab Speisepunkt)

Rh. St. Strassenbahn	110 Wh/tkm (Winterthur 100 Wh)
Rh. St. Trolleybus	148,5 Wh/tkm (Winterthur 140 Wh)

Spezifischer Energieverbrauch pro Nutzwagen-Kilometer:

Rh. St. Strassenbahn	1,36 kWh/Wg.km
Rh. St. Trolleybus	1,465 kWh/Wg.km

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Meine Ausführungen mögen Ihnen gezeigt haben, dass der Ueberland-Trolleybus, am richtigen Ort eingesetzt, ein überaus zweckmässiges, leistungsfähiges und vom Publikum geschätztes Verkehrsmittel darstellt, das sich unter gewissen Einschränkungen für alle Verkehrsarten eignet.

Durch die seit 1940 im Betrieb stehende Ueberland-Trolleybusanlage der Rheintalischen Strassenbahnen wurde der Beweis erbracht, dass sich der Trolleybus auch für den Ueberlandverkehr eignet und die Anwendung einer erhöhten Betriebsspannung bis 1500 V möglich ist, was einen wirtschaftlichen Bau der Fahrleitung und eine rationelle Disposition der Energieversorgungsanlage gestattet.

Handelt es sich um die Prüfung des evtl. Ersatzes bestehender Strassen- und Ueberlandbahnen durch den Trolleybus, so ist erst recht eine objektive, gründliche und alle Verhältnisse berücksichtigende betriebstechnische und betriebswirtschaftliche Untersuchung mit Gegenüberstellung aller Vor- und Nachteile am Platze, wobei ganz besonders auch der Standpunkt der Benutzer des öffentlichen Verkehrsmittels mitzubersichtigen ist, weil der Benutzer wohl die Vorteile eines neuen Verkehrsmittels akzeptiert, aber in der Regel nicht gewillt ist, auf gewisse Vorzüge des alten Verkehrsmittels, die beim neuen nicht mehr in gleichem Masse gewahrt bleiben, zu verzichten.

Adresse des Autors:

W. Storrer, Direktor der Rheintalischen Strassenbahnen A.-G., Altstätten (SG).

Der Vorsitzende: Ich danke Herrn Direktor Storrer sehr für seine höchst interessanten Ausführungen. Es war für uns besonders wertvoll, die Probleme des Ueberlandbetriebes kennen zu lernen, der, speziell auch in der Schweiz, weniger zahlreich vertreten ist als der städtische und der Vorortsbetrieb. Ausserordentlich interessant waren dann die Angaben — und namentlich auch die Bilder — über den Güterverkehr und was damit zusammenhängt, wobei auch die Herren von den Werken noch einige höchst interessante Bilder aus dem Werkbau in Oberitalien zu Gesicht bekamen.

Meine Herren, wir haben eine sehr interessante Tagung erlebt, die uns allen sicher viel Neues geboten hat.

Der Besuch unserer Tagung ist offenbar durch die enorme Wärme, die jetzt herrscht, einigermassen beeinträchtigt worden. Es ist vielleicht hübscher, im Bureau oder im Kommandoraum bei niedergelassenen Vorhängen zu bleiben, als sich in die Brutkästen der Eisenbahn zu setzen. Ich hoffe dafür aber, dass die erschienenen Herren mit derjenigen Wärme, die sie nun draussen wieder antreffen werden, sich einsetzen werden für die gute Sache, die hier vertreten wurde, eine gute Sache, handelt es sich doch unter anderem darum, ein Traktionsmittel, ein Beförderungsmittel, ein Verkehrsmittel zu forcieren, das eine einheimische Naturkraft in der aus Wasserkraft gewonnenen elektrischen Energie nutzt und uns dadurch von der Einfuhr fremder Brennstoffe aus dem Ausland unabhängig macht — ein Ergebnis, dessen Wert der abgelaufene Krieg uns gezeigt hat.

Ich möchte mit nochmaligem bestem Dank an die Herren Referenten und an alle diejenigen, die durch ihr Erscheinen das Interesse am Gegenstand bewiesen haben, die heutige Tagung schliessen.