

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 117/118 (1941)  
**Heft:** 10: G.e.P.-Generalversammlung St. Gallen

**Artikel:** Der Umbau der Rheintalischen Strassenbahnen auf Hochspannungs-Trolleybus-Betrieb  
**Autor:** Werz, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83514>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

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

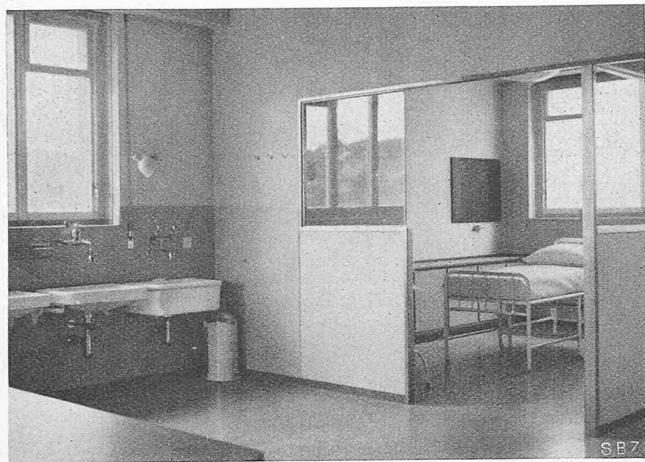


Abb. 9. Kojen im Kreissaal im 3. Obergeschoss

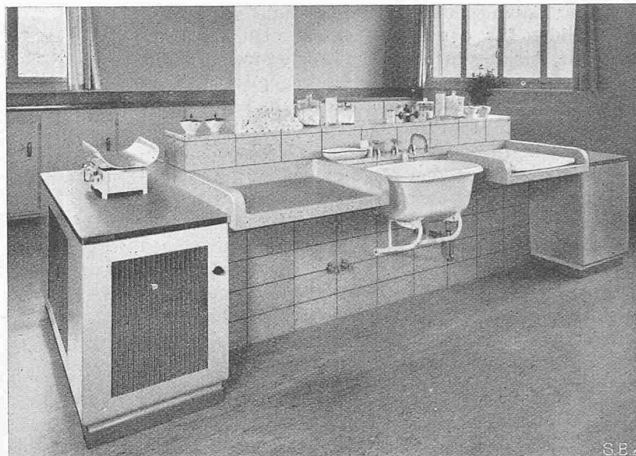


Abb. 10. Wickeltische im Säuglings-Schlafraum, 4. Stock

**Bauausführung.** Beginn der Pfahlfundation Juli 1938. In der kurzen Zeit von vier Monaten ist dann der Rohbau ab Pfählung bis zur obersten Decke erstellt worden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Heizröhren und Steigleitungen für die Deckenheizung und die Panzerrohre der elektrischen Installation gleichzeitig verlegt worden sind. Aufrichte 18. Januar 1939. Bis August

1939 Vollendung der sanitären und elektrischen Installation, sowie der Gips- und Glaserarbeiten. Wegen des Krieges konnte dann der Neubau erst im März 1941 bezogen werden. Bei rund 30 000 m<sup>3</sup> umbautem Raum stellen sich die Baukosten (ohne Möblierung, Umgebung usw.) auf 67,70 Fr./m<sup>3</sup>, oder bei 140 Patienten- und 50 Säuglingsbetten auf 14 500 Fr. pro Patientenbett.

### Der Umbau der Rheintalischen Strassenbahnen auf Hochspannungs-Trolleybus-Betrieb

Von Dipl. Ing. H. WERZ, G. E. P., Genf

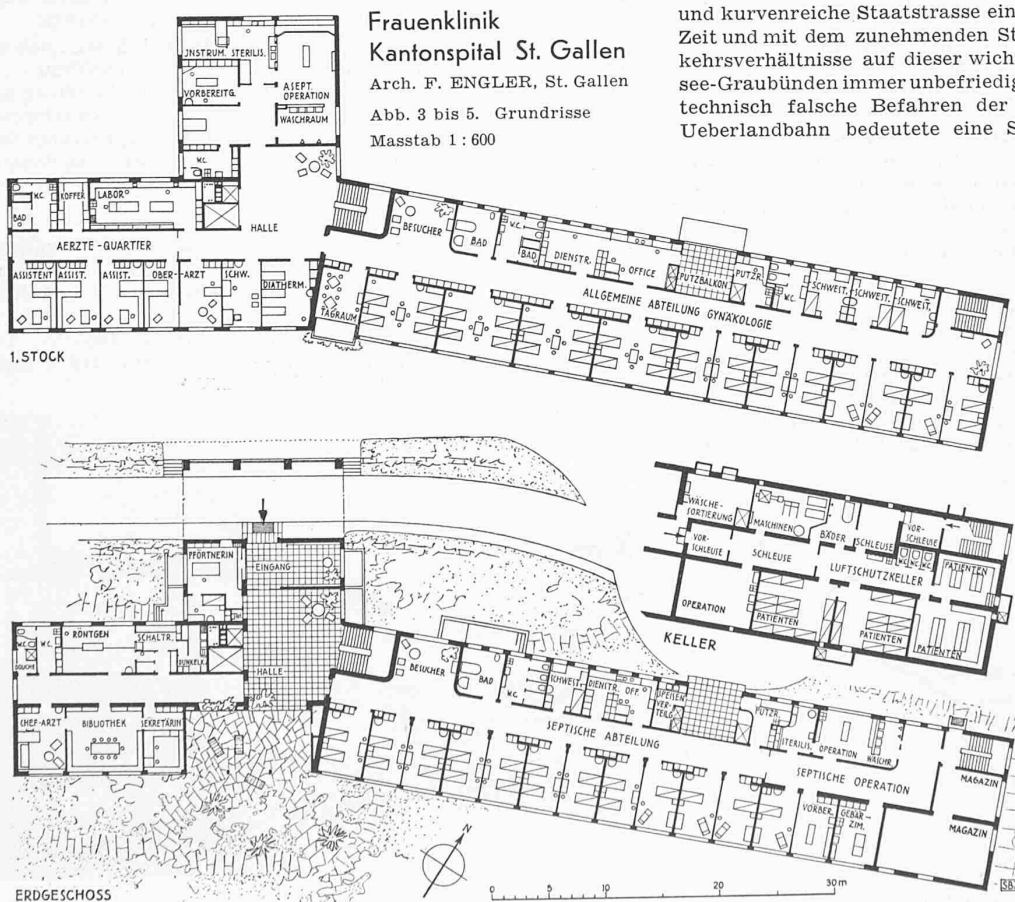
Nach Vornahme eingehender wirtschaftlicher und technischer Studien und glücklichem Abschluss langwieriger Verhandlungen mit Bundes-, Kantons- und Gemeindebehörden fasste die Verwaltung der Rheintalischen Strassenbahnen anfangs 1939 den Beschluss, ihren bestehenden Strassenbahnbetrieb teilweise auf Trolleybusbetrieb umzustellen. Vorderhand ist der Trolleybusbetrieb nur auf der Stammstrecke Altstätten-Heerbrugg-Berneck eingeführt worden, wogegen die beiden Strassenbahn-

strecken Heerbrugg-Diepoldsau und Altstätten-Stadt-Altstätten SBB noch bestehen bleiben (Abb. 1). Die Aufnahme der neuen Betriebsart war ursprünglich auf den Spätherbst 1939 vorgesehen, wurde aber durch die Mobilisation stark verzögert und hat schliesslich im September 1940 stattgefunden.

#### Gründe der Betriebsumstellung

Die Strecke Altstätten-Berneck der Rheintalischen Strassenbahnen war seinerzeit einspurig gebaut und ihr Geleise in die enge und kurvenreiche Staatstrasse eingebettet worden. Im Laufe der Zeit und mit dem zunehmenden Strassenverkehr wurden die Verkehrsverhältnisse auf dieser wichtigen Durchgangstrasse Bodensee-Graubünden immer unbefriedigender. Besonders das verkehrstechnisch falsche Befahren der Strasse durch die eingeleisige Ueberlandbahn bedeutete eine Störung, die von Jahr zu Jahr unerträglicher wurde. Ferner erheischte der Zustand des Strassenbelages eine gründliche Ausbesserung, die sich nicht mehr länger hinausschieben liess; und auch das seit über 40 Jahren im Betrieb stehende Geleise war dringend erneuerungsbedürftig. Die massgebenden Organe des Kantons und der Bahngesellschaft waren sich deshalb von Anfang an im Klaren, dass die Fragen des Strassenausbaues und des Weiterbestehens der Strassenbahn nur im gegenseitigen Einvernehmen gelöst werden konnten.

Bei der zu treffenden Neuordnung war überdies die dringend notwendige Beschleunigung des Bahnbetriebes zu berücksichtigen. Die mittlere Reisegeschwindigkeit betrug bei der Strassenbahn nur etwa 15 km/h. Dies entspricht ungefähr der Reisegeschwindigkeit, die man mit Fahrrädern erreichen kann. Solche sind in dieser



flachen Tallandschaft in grosser Zahl vorhanden und bilden für das Bahnunternehmen eine Konkurrenz, der nur durch eine möglichst weitgehende Beschleunigung des Betriebes begegnet werden kann. Die Wirtschaftlichkeit der Bahn hängt nicht wenig von der Mehrfrequenz ab, die sich aus dem erfolgreichen Konkurrenzkampf gegen das Fahrrad ergibt. Neben den allgemeinen verkehrstechnischen Erwägungen und der Schwierigkeit, die Summe von einer Million Fr. aufzubringen, die der Ersatz des abgenutzten Vignolgeleises durch ein Rillengeleise gekostet hätte, liess die Unmöglichkeit, mit dem vorhandenen Rollmaterial und der bestehenden Fahrleitung in Einfachaufhängung höhere Fahrgeschwindigkeiten zu erzielen, ein Weiterbestehen des Strassenbahnbetriebes als aussichtslos erscheinen.

**Vorteile des Trolleybus.** Der Verzicht auf den Trambetrieb zugunsten eines Strassenverkehrsmittels fiel der Bahnverwaltung umso leichter, als der Kanton St. Gallen entschlossen war, die Staatsstrasse Altstätten-Berneck mit einem Kostenaufwand von etwa 2 Mio Fr. auszubauen. Es wurden dann Benzin-, Rohöl- und Holzgas-Omnibusse, sowie der Trolleybus auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht. Die Berechnungen ergaben für diese Ueberlandlinie die wirtschaftliche Ueberlegenheit des Trolleybus, der die Vorzüge der elektrischen Strassenbahn, wie geringe Betriebskosten, grosse Lebensdauer, Ausnützung einheimischer Energie, leichte Bedienung, grosse Anfahrzugkraft und hohe Beschleunigung mit der freien Beweglichkeit und der weichen Abfederung des Omnibusses vereinigt. Frühere Untersuchungen, die für Ueberlandstrecken mit ähnlichen Verhältnissen durchgeführt worden waren, hatten übrigens die gleichen Ergebnisse zeitigt, aber leider nur im Ausland<sup>1)</sup> zur Erstellung einer ganzen Anzahl von Ueberland-Trolleybuslinien geführt (Modane-Lanslebourg, Chambéry-Chignin, Mettmann-Gruiten, Idar-Tiefenstein u.s.w.). Dass die Umstellung von Strassenbahn- auf Trolleybusbetrieb zweckmässigerweise dann erfolgt, wenn die Erneuerung der Geleiseanlage dringend wird, ist einleuchtend. Der Beschluss der Rheintalischen Strassenbahnen, ihren Trambetrieb einzustellen und den *ersten modernen schweizerischen Ueberland-Trolleybusbetrieb* zu eröffnen, war daher keineswegs eine überraschende Entscheidung.

Was dagegen ein Novum darstellt, ist der Betrieb dieser neuen Trolleybuslinie mit Hochspannungsgleichstrom von 1000 V, statt der bisher üblicherweise verwendeten Fahrdrachtspannung von 550 bis 600 V. Gewählt wurde die relativ hohe Spannung von 1000 V, die vorher schon für den Strassenbahnbetrieb verwendet wurde, einerseits um die Mutatoranlage in Altstätten, die auch die von der gleichen Gesellschaft betriebene kombinierte Adhäsions- und Zahnradbahn Altstätten-Gais speist, weiterbenützen zu können und andererseits, um die Spannungsabfälle in der nur in zwei Punkten gespeisten 11 km langen Trolleybusfahrleitung in normalen Grenzen zu halten.

Für Trolleybusanlagen mit ihren doppelpoligen Fahrleitungen ist eine Erhöhung der Betriebsspannung über den bisherigen Wert von 550 bis 600 V und die dadurch ermöglichte Fahrdrachtquerschnittverminderung besonders interessant. Zweifelsohne wird sich bei Anwendung einer Spannung von 1000 oder 1500 V die Umstellung weiterer Ueberland-Strassenbahnen und Autobuslinien auf Trolleybusbetrieb als wirtschaftlich erweisen. Uebri-

<sup>1)</sup> Die erste «Geleislose Bahn», heute Trolleybus genannt, in der Schweiz war die 15 km lange Strecke Fribourg-Posieux-Farvagny, eröffnet 4. Januar 1912, mit Radnabenmotoren. Systembeschreibung «SBZ» Bd. 56, S. 261\*. Bahnbeschreibung in Bd. 61, S. 91. Vergl. auch H. Wüger in Bd. 109, S. 164\* (1937). Red.

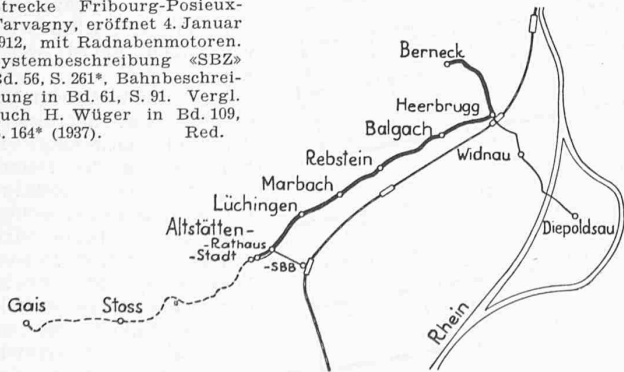


Abb. 1. Lageplan rd. 1: 200 000. — Dicke Linie = Trolleybus-Strecke

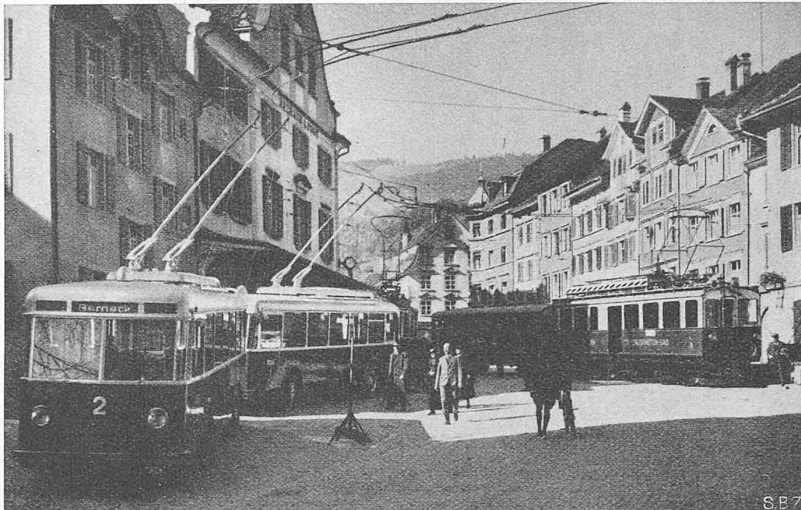


Abb. 3. Trolleybus-Endschleife und Strassenbahnanschluss in Altstätten

gens ist bei den Rheintalischen Strassenbahnen vorgesehen, später, im Zusammenhang mit einer allfälligen Betriebsumstellung bei der Altstätten-Gais-Bahn, auf die normale Bahn-Gleichspannung von 1500 V überzugehen.

Es sei noch bemerkt, dass der positive Fahrdracht heute gegenüber der Erde die volle Betriebsspannung von maximal 1100 V aufweist. Da die gleichen Unterstationen die Trolleybuslinie und die restlichen Strassenbahnstrecken (Heerbrugg-Diepoldsau und Altstätten Stadt - Altstätten SBB) mit geerdetem Nullpunkt speisen, war es nicht möglich, den elektrischen Mittelpunkt der beiden isoliert geführten Pole der Fahrleitung zu erden, um die Betriebsspannung zwischen jedem Pol und der Erde auf die Hälfte herabzusetzen.

Seit 1940 besitzen die Rheintalischen Strassenbahnen somit einen kombinierten Strassenbahn- und Trolleybusbetrieb. Diese wirtschaftlichste Uebergangslösung gestattet, die noch in gutem Zustand befindlichen Geleiseanlagen und Fahrzeuge weiterhin auszunützen und auch einen Teil des für die Umstellung nicht mehr geeigneten älteren Personals im Dienst zu behalten.

Als Kuriosum dieses kombinierten Betriebes sei noch erwähnt, dass die Strassenbahnstrecke Heerbrugg-Diepoldsau keine Geleiseverbindung mehr mit der Depot- und Werkstätteanlage in Altstätten besitzt. Die Ueberführung der 11,5 Tonnen schweren Strassenbahnwagen nach den Werkstätten bei Reparaturen und Revisionen erfolgt daher mit Hilfe eines Strassenrollschemels, der vom Trolleybus geschleppt wird (Abb. 2).

**Bau- und Betriebsvorschriften**

Die geschilderten Verhältnisse veranlassten die Verwaltung der Rheintalischen Strassenbahnen, im Pflichtenheft für die zu beschaffenden Trolleybusse (Abb. 3 u. 4) folgende Vorschriften aufzunehmen.

Die Fahrdrachtspannung beträgt im Mittel 1000 V. Die gesamte elektrische Ausrüstung wurde jedoch für 1500 V mitt-

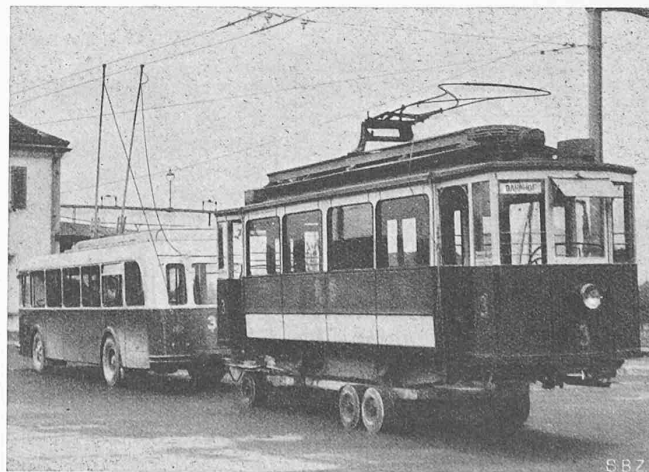


Abb. 2. Strassenbahnwagen-Transport auf Strassenrollschemel

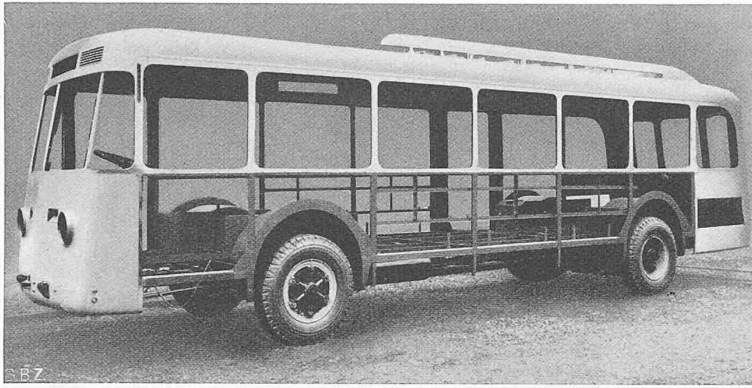


Abb. 7. Kastengerippe in Leicht-Stahlbauweise geschweisst, S. I. G. Neuhausen

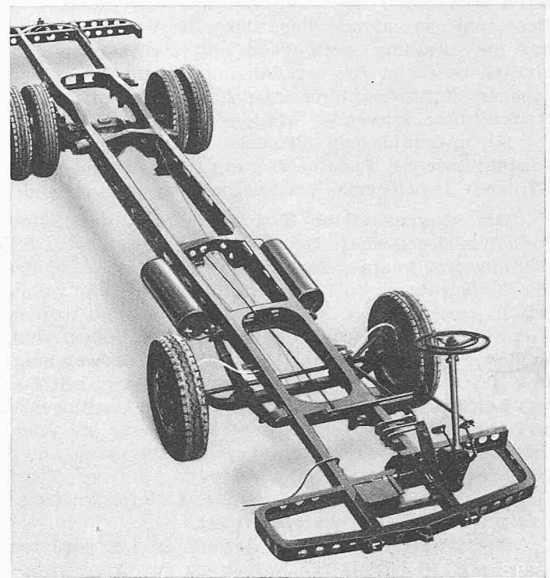


Abb. 6. Fahrgestell, Franz Brozincevic A.G. Wetzikon

lere und 1750 V maximale Spannung bemessen, da, wie bereits erwähnt, eine spätere Erhöhung auf diesen Wert im Bereich der Wahrscheinlichkeit liegt. Es wurde verlangt, dass diese Umstellung weiter nichts als das Umblechen und Umwickeln der Motoranker erfordern dürfe. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Steigungen von 60‰, die auf 60 km/h festgesetzte Höchstgeschwindigkeit und den für einen späteren Zeitpunkt in Aussicht genommenen Anhängerbetrieb wurde die Motorleistung auf 110 PS einstufig angesetzt. Hinsichtlich der Fahrleistungen war verlangt, dass der Trolleybus die Strecke Berneck-Altstätten dauernd bei voller Belastung mit einer mittlern Reisegeschwindigkeit von 24 km/h müsse befahren können. Dieser Wert soll erreicht werden mit 10 Sekunden Halt auf jeder Haltstelle und ohne die Geschwindigkeit von 45 km/h zu überschreiten. Der verbleibende Spielraum bis zur Maximalgeschwindigkeit der Fahrzeuge von 60 km/h dient als Zeitrückhalt für Einholung von Verspätungen. Die Anfahrbeschleunigung wurde unter Voraussetzung normaler Strassenverhältnisse auf 1,5 m/sec<sup>2</sup> festgelegt.

Als Höchstgewicht wurden von der Bahnverwaltung nur 8100 kg für den kompletten betriebsfertigen Wagen zugelassen. Dabei muss man berücksichtigen, dass es sich um einen Trolleybus mit einer Doppelmotor-Ausrüstung handelt, die überdies für eine betriebsmässige Höchstspannung von 1750 V gebaut wurde. Dies bedingt ein wesentliches Mehrgewicht gegenüber einer Einmotoren-Ausrüstung für 600 V. Auf Gewichteinsparung legte die Bahnverwaltung grossen Wert, da ausgerechnet werden konnte, dass die jährlichen Mehrausgaben für Strombezug pro kg Mehrgewicht einen erheblichen Betrag ausmachen würden. Um so erfreulicher ist, dass es den am Bau beteiligten Firmen gelang, trotz grösster Solidität der gewählten Konstruktionen, das Wagengewicht mit 7950 kg noch um 150 kg unter dem garantierten Wert zu halten. Ein Gewichts-Vergleich mit Ausführungen mit nur einem Motor und Ausrüstung für nur 600 V Betriebsspannung zeigt deutlich, wie durch restloses Durcharbeiten eine zweckmässige Lösung erlangt wurde.

Die Trolleybusse der Rheintalischen Strassenbahnen sind so gebaut, dass sie wahlweise mit Strom aus der Fahrleitung (Normalfall), mit Strom aus der Wagenbatterie (Notreserve), oder mit Strom aus einer auf einem Anhänger mitgeführten kalorischen Kraftanlage (späterer Ausbau) betrieben werden können. Die Trolleybusse können somit als Dreikraftwagen bezeichnet werden (Abb. 5). Auf Strecken, wo es sich wegen geringer Frequenz nicht lohnt, eine Fahrleitung zu erstellen, ist der Betrieb mit Hilfe eines Kraftanhängers für später bereits in Aussicht genommen.

**Das Fahrgestell**

Sämtliche fünf Fahrgestelle wurden von der Firma A.G. Franz Brozincevic & Co. Wetzikon geliefert. Der Rahmen des zweiaxigen Fahrzeuges (Abb. 6) besteht aus zwei durch Quer-

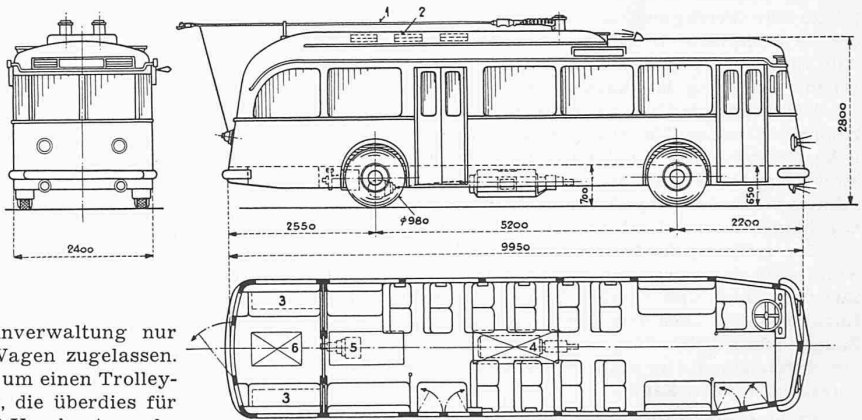


Abb. 4. Typenskizze des Trolleybus. — 1 Trolley, 2 Widerstände, 3 Hochspannungs-Apparatur, 4 Motor, 5 Kompressor, 6 Akkumulatoren

balken (od. Traversen) und vordere und hintere Stosschiene miteinander verbundenen Längsträgern. Er verläuft fast durchgehend gerade; nur über der Hinterachse ist eine kleine Kröpfung vorhanden, die jedoch das Prinzip des vollkommen ebenen Wagenbodens nicht zu durchbrechen vermag. Die Vorderachse wurde als Faustachse ausgebildet und die Hinterachse abgekröpft, um Tieflage des Wagenbodens zu ermöglichen; seine Höhe über Fahrbahn beträgt beim Einstieg 650 mm, beim Ausstieg 700 mm. Die sich von einer Autobuslenkung in Nichts unterscheidende Steuerung mit Steuerbock sowie das Pedalwerk und die Handbremsbetätigung sind vorn links angeordnet.

Die Uebertragung des Motor-Drehmomentes auf die hinteren Doppelräder erfolgt auf die im Autobusbau übliche und bewährte Art durch eine Kardanwelle, die mit Rücksicht auf die auftretenden grossen Anfahr- und Bremsdrehmomente besonders reichlich bemessen ist. Der Hinterachs Antrieb mit einem Uebersetzungsverhältnis von 1:9,58 besteht aus einem Winkelgetriebe, einem Differentialgetriebe und den beiden Stirnradvorgelegen, die innerhalb der Laufräder eingebaut sind und die gestatten, den Achsenkörper nach unten zu versetzen (Tiefgangachse). Namentlich die Anordnung dieser Vorgelege erlaubte die sehr weitgehende Tieflage des Wagenbodens. Massgebend für den Einbau des Motors in Wagenmitte und der elektrischen Apparatur im hin-

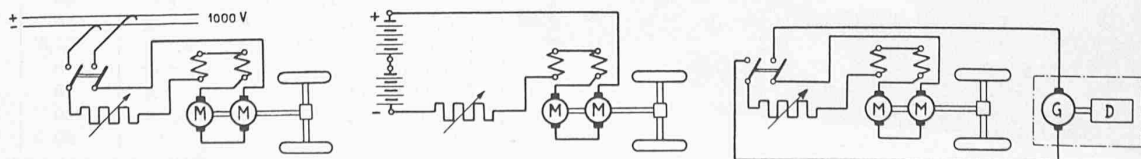


Abb. 5. Dreikraftantrieb: ab Fahrleitung, mit Batterie-Speisung (Notreserve) und als Kraftanhänger-Betrieb

teren Wagenteil war der Wunsch, die Gesamtlast bei voller Besetzung so zu verteilen, dass die Vorderräder im Hinblick auf die Lenkung weitgehend entlastet sind und dass für die einfach bereiften Vorderräder und die mit Doppelbereifung versehenen Hinterräder eine einheitliche und möglichst marktgängige Reifengrösse verwendet werden kann.

An mechanischen Bremsen sind eine Vierrad-Druckluft-Innenbremse mit Pedalbetätigung und eine auf die Kardanwelle wirkende Handbremse als Festhaltebremse vorhanden.

**Der wagenbauliche Teil** wurde von der Schweizerischen Industrie-Gesellschaft Neuhausen geliefert. Mit Rücksicht auf das äusserst knappe Baugewicht sind das Kastengerippe sowie der Bodenrahmen in Leicht-Stahlbauweise und vollständig elektrisch geschweisster Ausführung hergestellt worden (Abb. 7). Für Säulen, Gurten und Bodenquerträger haben weitgehend geschlossene dünnwandige Kastenträger Verwendung gefunden. Das Dach ist als Tonnendach ausgebildet, mit Dachspriegeln aus Leichtprofilen und aufgeschweissten Dachblechen. Die Aussenhaut des Fahrzeuges besteht weitgehend aus Alumanblechen, die auf die Kastenprofile aufgeschraubt sind. Die hintere und vordere Kastenverblechung dagegen, die zur Versteifung des Gerippes beitragen müssen, sind aus Tiefziehblechen hergestellt und mit dem Gerippe verschweisst.

Der Wagenkasten ist unterteilt in ein vorderes Personenabteil mit 30 Sitzplätzen, wovon 20 auf Quersitzen, und in ein hinteres Gepäck- und Postabteil, beide durch eine Zwischenwand mit Schiebetüre getrennt. Wenn das hintere Abteil nicht für Gepäck benützt wird, stehen in diesem Raum weitere 6 Sitzplätze zur Verfügung, so dass der Wagen unter Einrechnung der 24 Stehplätze insgesamt 60 Personen bequem Platz bietet. Alle Sitze sind gepolstert und mit Kunstleder überzogen. Die Innenausstattung ist einfach aber gediegen gehalten (Abb. 8).

Die Doppelgleitüren von 700 mm lichter Weite sind mit elektropneumatischen Türbetätigungseinrichtungen versehen. Sämtliche Fenster mit Ausnahme des Fensters beim Führersitz und zwei Klappfenstern im hinteren Wagenraum sind fest. Die Windschutzscheibe ist doppelt verglast, wobei zur Verhinderung eines Beschlages warme Luft in den Zwischenraum geblasen wird.

Zur Lüftung des Wageninnern sind ausserdem in der Stirnwand zwei Jalousien angeordnet. Durch Lüftungsschlitze in der Zwischenwand und in der Wagenrückwand und durch einen Lüftungskanal über dem Gepäckabteil wird ferner, zufolge der Saugwirkung beim Fahren, eine zusätzliche Entlüftung erzielt, die durch einen eingebauten elektrischen Saugventilator noch verstärkt werden kann.

#### Elektrische Ausrüstung des Trolleybus

**Schaltung.** Die elektrische Ausrüstung umfasst zwei dauernd in Serie geschaltete Reihenschlussmotoren. Serie-Parallelschaltung kam im vorliegenden Fall nicht in Frage, weil bei der hohen für später in Aussicht genommenen Betriebsspannung von 1500 V immer zwei Motoren in Serie geschaltet bleiben müssen. Der grosse Haltestellenabstand, die rasche Beschleunigung und das Befahren einer hindernisfreien Ueberlandstrasse hätten übrigens in diesem Falle den Hauptvorteil der Serie-Parallelschaltung, nämlich die Stromersparnis, nicht in Erscheinung treten lassen. Zudem ergibt der Verzicht auf diese Schaltung eine beträchtliche Vereinfachung der Steuerapparatur. Besondere schalttechnische Aufgaben stellten die Umschaltmöglichkeit von Trolley- auf Batterie- oder Kraftanhängerbetrieb, sowie die elektrische Widerstandsbremung und die geforderte Stellbremse. Wenn diese eingeschaltet ist, sind die beiden Triebmotoren durch einen besonderen Starkstromkontakt kurzgeschlossen.

**Trolley.** Der Trolleybus ist mit zwei einpoligen Gleitschuh-Stromabnehmern ausgerüstet, die eine einwandfreie Stromabnahme bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h gewährleisten.<sup>2)</sup> Die Trolleylänge von 6165 mm gestattet bei 6 m

<sup>2)</sup> Ueber die Fahrleitung System Kummeler & Matter s. S. 28\* 1fd. Bds.

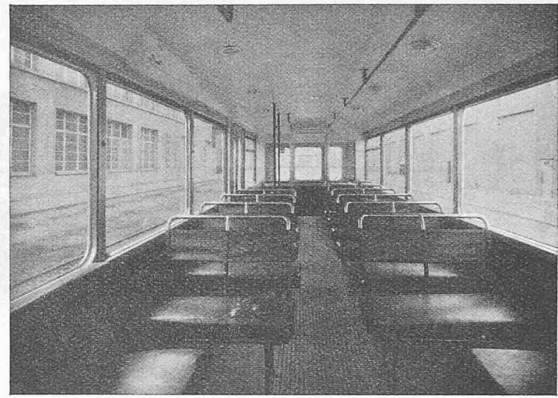


Abb. 8. Innenansicht des Wagens mit 36 Sitzplätzen

Drahthöhe eine maximale Auslenkung von 4,5 m. Die aus einem nahtlosen Rohr hergestellten Trolleys sind in der oberen Hälfte aussen isoliert und wiegen nur 70 kg pro Stück. Sie werden mit einem zwischen 8 und 10 kg einstellbaren Druck gegen die Fahrleitung angepresst. Einer der beiden Trolleys ist mit einer Signalvorrichtung versehen, die eine Meldelampe auf dem Führertisch aufleuchten lässt, wenn die seitliche Abweichung vom Fahrdrat 4 m überschreitet. Jeder Stromabnehmerrute ist ein «Trolleyretriever» zugeordnet, der die Trolleyeile ständig leicht gespannt hält. Bei Entgleisungen aus dem Fahrdrat führt der Retriever den Trolley in die gesenkte Lage zurück. Die Stromabnehmer sind ausserdem mit einer Schnellsenkvorrichtung System Sécheron versehen. Diese gestattet dem Führer, durch Betätigen eines Druckknopfes, die Trolleys zu senken, was z.B. bei Kreuzungen von zwei Fahrzeugen auf der einspurigen Strecke Heerbrugg-Berneck erforderlich werden kann. Um das Auflegen der Stromabnehmer an die Fahrleitung bei Nacht zu erleichtern, ist auf dem Wagendach ein besonderer Scheinwerfer angeordnet.

**Starkstrom-Steuerapparatur.** Für die Steuerung des Trolleybus wurden Schützen gewählt, die sich besser für die Bewältigung der hohen Fahrdrachtspannung eignen als beispielsweise unmittelbar betätigte Starkstrom-Fusskontroller. Nachdem auf den Fahrzeugen Druckluft schon für Bremszwecke benötigt wurde, war es naheliegend, elektropneumatischen Schützen gegenüber elektromagnetischen Hüpfern den Vorzug zu geben. Sie weisen bekanntlich folgende Vorteile auf: grossen Schalldruck, hohe Schaltgeschwindigkeit, kleines Gewicht, grosse Betriebssicherheit und geringen Unterhalt.

Im Motorstromkreis sind zwei Linien-, sieben Stufen- und drei Shuntungshüpfen eingebaut, die auf einem gemeinsamen Rahmen befestigt sind und einen kompakten Hochspannungsblock bilden (Abb. 9). Dieser ist im hinteren Wagenteil, in einem Apparatekasten, der zugleich als Sitzbank benützt wird, untergebracht. Am Tragrahmen der Hüpferbatterie sind auch der Wendeschalter und der Batterie-Netz-Umschalter befestigt. Jeder dieser zwei Schalter besteht aus einer Schaltwalze mit elektropneumatischem Antrieb. Der Netz-Batterie-Umschalter gestattet den Motorstrom wahlweise an das Netz (Fahrleitung) oder an die Akkumulatorenbatterie anzuschliessen. Dabei werden die beiden im normalen Fahrbetrieb parallel geschalteten Batteriehälften in Reihe geschaltet und speisen den Doppeltriebmotor über die normale Apparatur.

**Triebmotor.** Während die bisher in der Schweiz in Dienst gestellten Trolleybusse von Lausanne, Winterthur, Zürich, Neuenburg, Biel und Bern einmotorige Ausrüstungen besitzen, sind die Wagen der Rheintalischen Strassenbahnen mit Doppelmotoren ausgerüstet. Die übliche Trolleybusspannung von 550 bis 600 V lässt sich mit einem einzigen Kollektor beherrschen, dagegen

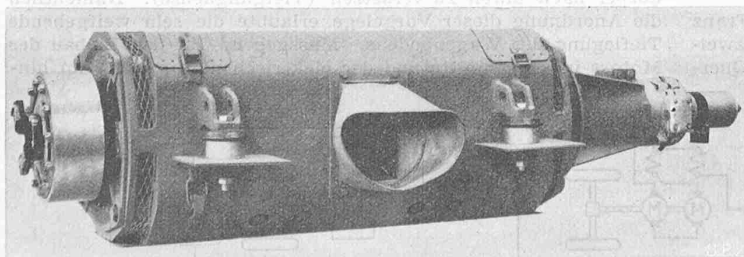


Abb. 40. Sécheron-Doppeltriebmotor für 110 PS Stundenleistung bei 1375 U/min

Hauptdaten des Doppelmotors		Dauerbetrieb	Stundenbetrieb
Leistung an der Welle	kW	56	80
Leistung am Radumfang	kW	53	76
Zugkraft am Radumfang	kg	580	1060
bei Fahrgeschwindigkeit	km/h	33,5	26,5
Drehzahl	U/min	1740	1375
Stromstärke	A	70	100
Nominelle Klemmenspannung	V	900	900
Erregung	%	89	89
Trieb-rad-Ø 980 mm; Zahnradübersetzung 1:9,58			
Erwärmungsvorschriften: I E V.			

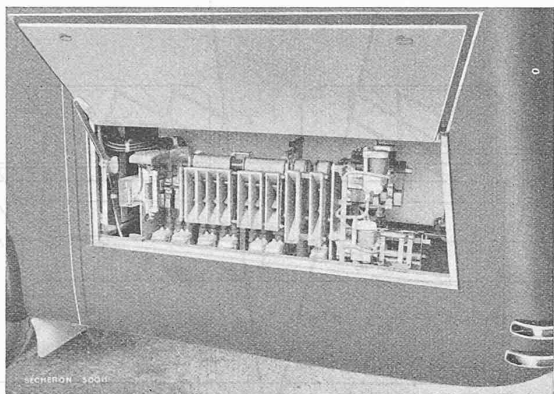


Abb. 9. Apparatekasten mit Hochspannungsblock. Sécheron, Genf

nicht mehr die hohe Spannung von 1000 bzw. 1500 V, besonders wenn wegen tiefer Fussbodenlage auf kleinen Motordurchmesser Wert gelegt wird. Verschärfend wirkten im vorliegenden Fall ausserdem die strengen, für den Bremsbetrieb aufgestellten Vorschriften, die u. a. verlangten, dass die Widerstandsbremse bei der Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h benutzt werden könne. Da dem Kollektordurchmesser durch die Einbauverhältnisse eine obere Grenze gesetzt ist, konnte die Beschränkung der Kollektorlamellenspannung auf einen die Rundfeuergefahr ausschliessenden Wert nur mit Hilfe eines zweiten Kollektors erfolgen. Angesichts der unbefriedigenden Erfahrungen, die manchenorts mit Doppelkollektormotoren gemacht worden sind, hat man auf diese Bauart verzichtet. Die Wahl fiel auf einen Doppelmotor, was auch vom Standpunkt der Reservehaltung von Vorteil ist, indem der Doppelmotor zwei genau gleich gebaute Rotoren besitzt.

Die Frage Compound- oder Reihenschlussmotor wurde zugunsten des zweiten entschieden, weil er leichter und robuster ist. Beim Fehlen langer Strecken mit starkem Gefälle und bei dem auf Ueberlandstrecken üblichen grossen mittleren Haltestellenabstand waren ohnedies die Vorteile des Compoundmotors und der Rekuperationsbremsung recht gering, sodass ohne Bedenken auf diese Bremsart verzichtet werden konnte.

Der Doppeltriebmotor (Abb. 10), dessen beide Hälften dauernd in Reihe geschaltet sind, ist ein vierpoliger, eigenventilierter Reihenschlussmotor. Die beiden Motoranker sitzen auf einer gemeinsamen Welle und haben ein gemeinsames Statorgehäuse, in dem jedoch zwei getrennte Sätze Haupt- und Wendepole eingebaut sind. Ausserhalb jedes Kollektors sitzt ein Ventilatorrad, das die Kühlluft durch die entspr. Motorhälfte hindurch ansaugt.

Für die Anfahrt sind 10 Stufen mit Widerstandsvorschaltung vorhanden. Die wirtschaftliche Regulierung der Fahrgeschwindigkeit erfolgt mit Hilfe einer Stufe mit verstärktem Feld, einer Stufe mit normalem Feld und drei Stufen mit Feldschwächung. Insgesamt gibt es somit 15 Fahrstufen.

**Hilfsbetriebe.** Nur zwei Hilfsbetriebe, das Kompressoraggregat, das 110 l Druckluft pro Minute liefert, und die Wagenheizung werden direkt mit der Fahrdrachtspannung von 1000 Volt gespeist.

Da mit Ausnahme des Führerstandfensters auf herablassbare Fenster zu Gunsten einer einfacheren, robusteren und leichteren Karrosserie von grösster Dauerhaftigkeit verzichtet worden war, wurde der Trolleybus mit einer Warmluftumwälzheizung mit teilweiser Frischluftzufuhr versehen, deren Ventilatoren im Sommer auch zur Lüftererneuerung im Wagennern herbeigezogen werden können. Die durch zwei Motorventilatoren in Umlauf versetzte Luft strömt an 10, mit 1000 V gespeisten Heizkörpern von total 6 kW Leistung vorbei.

Die übrigen Hilfsbetriebe werden von einer 24 V Kadmium-Nickel-Batterie gespeist, deren 36 Zellen zwei parallel geschaltete Gruppen von je 18 Elementen in Reihenschaltung bilden. Die Batterie, deren Kapazität 45 Ah beträgt, wird mit Hilfe einer am Triebmotor angebauten Automobil-Beleuchtungsdynamo besonderer Bauart geladen. Sie speist

sämtliche Steuer- und Beleuchtungsstromkreise, sowie die Signalanlagen.

**Schutz gegen Berührungsspannung.** Bei der hohen Betriebsspannung kam der Frage des Berührungsschutzes eine ganz besondere Bedeutung zu. Eingehendes Studium der Frage führte zum Ergebnis, dass eine sorgfältig und durchgehend doppelt ausgeführte Isolation, deren Zustand im Betrieb periodisch kontrolliert werden kann, den besten Schutz gegen Berührungsspannungen biete. Der Umstand, dass sämtliche Apparate des Hochspannungsstromkreises, mit Ausnahme des Motors, der Trolleys und der Heiz- und Anfahrwiderstände, in zwei geschlossenen Apparatekasten (3 in Abb. 4, S. 117) untergebracht sind, erleichterte deren Aufstellung auf isolierender Unterlage.

Die Isolationsprüfeinrichtung ist im Führertisch eingebaut und sehr leicht bedienbar. Sie gestattet sukzessive die Isolation sämtlicher hochspannungsführender Teile wie Apparate, Motor, Widerstände, Kabelkanäle, Motorkompressor u.s.w. nachzuprüfen. Als weitere Schutzmassnahmen seien die isolierten Handgriffe an den Türen und die Gummibeläge in den Einstiegnischen und auf den Trittkanten erwähnt.

**Führerplatzausrüstung.** Der Führer betätigt den Steuerschalter (Abb. 11) entweder mit Hilfe des Fahrpedals oder mit Hilfe des Bremspedals; ausserdem ist noch ein besonderes Bremspedal für die Druckluftbremse vorhanden. Die Anordnung entspricht somit derjenigen eines Benzin-Autobus mit Gashebel, Brems- und Kupplungspedal. Dieser Umstand ist nicht ohne Bedeutung, denn er erleichtert die Bedienung der Trolleybusse und der beim gleichen Unternehmen gelegentlich auch verwendeten Autobusse durch das gleiche Fahrpersonal, wodurch sich eine rationelle Ausnützung der Arbeitskräfte erreichen lässt. Fahr- und Bremspedal, gegeneinander verriegelt, betätigen den 15stufigen Steuerschalter über ein Zahnradsegment. Im Gegensatz zu automatischen und sog. «line-switch»-Steuerungen kann der Führer das Fahrpedal und somit auch den Steuerkontroller auf- und abwärts abtufen. Da die elektrische Widerstandsbremung nicht gestattet, den Wagen bis zum Stillstand abzubremesen, betätigt der vollständig niedergedrückte Bremsfusshebel auch die Druckluftbremse. Ausserdem ist aber noch ein besonderes Bremspedal vorhanden, das ausschliesslich auf die Druckluftbremse wirkt.

Eine Bremskraft-Begrenzungseinrichtung verhütet eine unzulässige Beanspruchung von Kardanwelle und Hinterachsantrieb bei der elektrischen Bremsung des Fahrzeuges. Diese Vorrichtung besteht aus einem von einer Steuerdynamo gespeisten Sperrmagneten, der den Bremsfusshebel auf derjenigen Stufe blockiert, die bei der jeweiligen Geschwindigkeit das höchstzulässige Bremsmoment ergibt.

Vor dem Führersitz (Abb. 12) ist eine geneigte Schalt- und Instrumententafel angeordnet. Der an die Schalttafel anschliessende Tisch trägt in Reichweite des Führers einen schwenkbaren Zahlstisch mit Syrowechsler und Billetausageapparat. Die Isolationsmessenrichtung und eine Sicherungstafel für die 24 V-Stromkreise sind versenkt eingebaut und durch aufklappbare Deckel abgeschlossen. Unter dem Zahlstisch befinden sich zwei Handgriffe zur Betätigung des Netz-Batterie- und des Wendeschalters. Diese beiden Griffe werden durch Abnehmen

Der Hochspannungs-Trolleybus der Rheintalischen Strassenbahnen Strecke Berneck-Altstätten

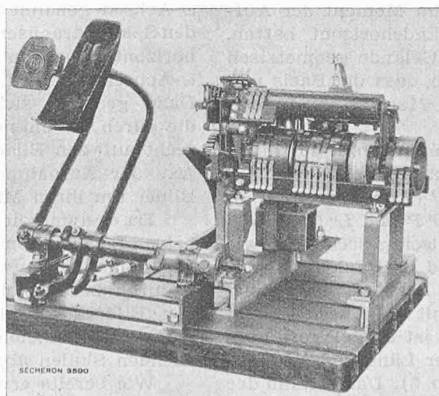


Abb. 11. Fussbetätigter Steuerschalter und

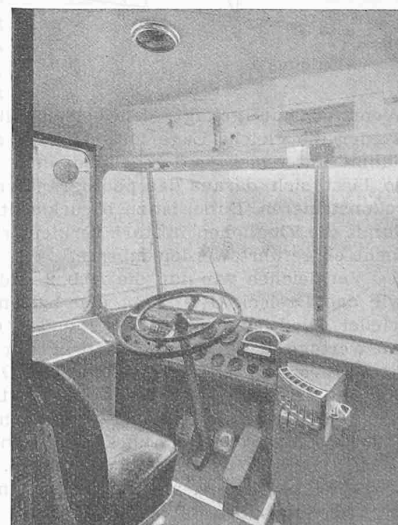


Abb. 12. Führertisch. Sécheron Genf

eines Verriegelungsschlüssels gegen jeden unbefugten Eingriff durch Passagiere gesichert; diese Schlüssel blockieren gleichzeitig auch Zahlstisch und Billetausgabeapparat. Ueber der Schalt- und Instrumententafel befinden sich schliesslich noch 5 Signallampen für Haltebefehl, Türstellungsmeldung, Trolleyauslenkung, Nullspannungs- und Maximalstromauslösung.

**Betriebsergebnisse**

Vor der endgültigen Aufnahme des Trolleybusbetriebes sind mit dem ersten gelieferten Trolleybus zahlreiche Probefahrten ausgeführt worden, zwecks Umschulung des Fahrpersonals der Strassenbahn. Dieser mehrwöchentliche Probetrieb genügte, um die Vorzüge der gewählten elektropneumatischen Hüpfsteuerung zur Geltung kommen zu lassen. Es wird von den Wagenführern namentlich angenehm empfunden, dass der Steuerschalter im Gegensatz zu sogenannten «line-switch»-Schaltern auch rückwärts geschaltet werden kann.

Im Laufe des Monats September 1940 erfolgte alsdann die endgültige Umstellung auf Trolleybusbetrieb. Seither haben sich die Fahrzeuge im Betrieb bestens bewährt.

**Stereokartiergerät A 6 der HCH. WILD A. G., Heerbrugg**

Von Dipl. Ing. ROB. VOEGELI, G. E. P., Heerbrugg

An der LA 1939 in Zürich hatte die Firma Wild A. G., Heerbrugg ein neues photogrammetrisches Auswertegerät, den Stereo-Autographen A5 zur Schau gestellt. Inzwischen hat sie ihren Park an photogrammetrischen Instrumenten durch eine weitere Neukonstruktion, das Stereo-Kartiergerät A 6, bereichert. Der A 6 ist ein stereoskopisches Auswertegerät zur Kartierung von photographischen Luftbildern, bei deren Exposition die optische Kammeraxe ungefähr senkrecht nach abwärts gerichtet war, entsprechend dem heute gebräuchlichsten Aufnahmeverfahren der Aerophotogrammetrie.

Wir nehmen an, ein zu kartierender Geländeausschnitt werde vom fahrenden Flugzeug aus in z. B. 3 bis 4000 m Höhe über Grund zweimal nacheinander photographiert. Die optische Axe der Aufnahmekammer soll bei beiden Aufnahmen ungefähr senkrecht nach unten gerichtet sein. Zwei Bodenpunkte P und Q (Abb. 1) bilden sich dann als P' und Q' bzw. P'' und Q'' in den beiden Bildern ab. O' und O'' stellen den Hauptpunkt des Kammerobjektivs im Moment der beiden Aufnahmen dar. Den Abstand O' — O'' nennt man die Basis b; die vertikalen Abstände der Punkte O' und O'' vom Boden ihre Flughöhen h über Grund. Soll das Ergebnis eines Fluges ein zusammenhängender, der stereoskopischen Betrachtung zugänglicher, lückenloser Bildstreifen sein, so muss das Verhältnis b : h so gewählt werden, dass zwei aufeinanderfolgende Bilder sich etwas mehr als 50 % überdecken.

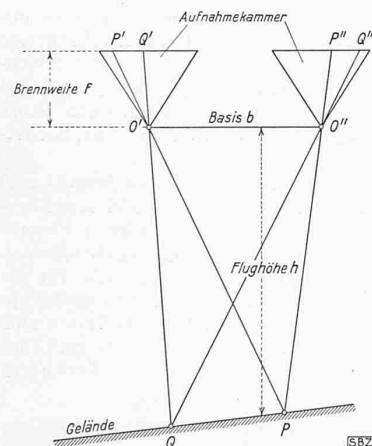


Abbildung 1

Wenn es nun gelingt, den beiden Bildern im Auswertegerät wieder die gleiche Lage zu geben, die sie im Moment der Aufnahme unter sich und gegenüber dem Geländeplan hatten, so lässt sich daraus das photographierte Gelände geometrisch rekonstruieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Basis und damit die Flughöhen in stark verkleinertem Masstab ins Instrument eingeführt werden müssen.

Vergleichen wir nun die Abb. 2 und 3 mit Abb. 1, so finden wir das Dreieck O' O'' P in den beiden Darstellungen des A 6 wieder. Die Lichtstrahlen P' O' P und P'' O'' P (Abb. 1) werden im Auswertegerät durch die Metall-Lenker L' O' P und L'' O'' P (3 in Abb. 2) verkörpert. Sie sind in O' und O'' allseitig drehbar, sowie längs ihrer Achse verschiebbar gelagert und im Punkt P mittels eines Scharniers miteinander verbunden. P liegt auf einer horizontalen Glasplatte 15 (Abb. 2) und kann mit Hilfe des Griffs 14 (Abb. 2) von Hand verschoben werden. O'' ist so gelagert, dass es gemeinsam mit dem rechten Bild in der Längsrichtung des Gerätes verschoben werden kann (siehe Abb. 3). Damit kann der Abstand O' — O'', d. h. die Basis b zwischen 70 und 250 mm variiert werden.

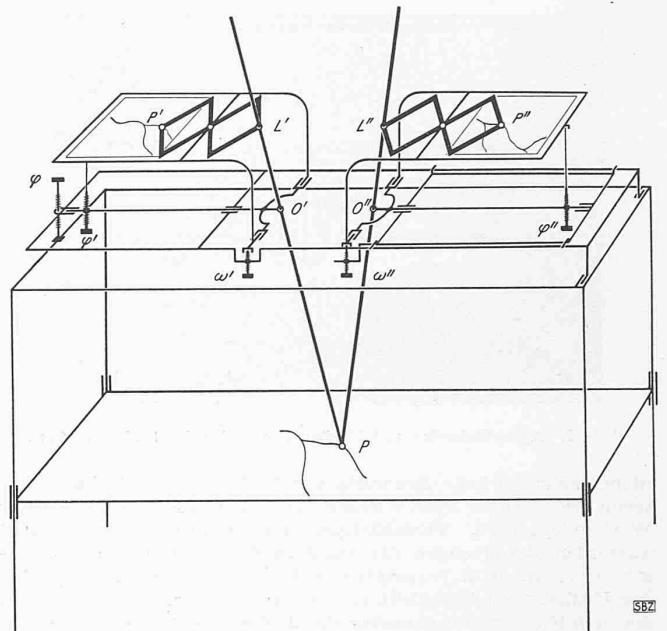


Abb. 3. Schematische Darstellung des Stereokartiergerätes A 6 der Firma HEINR. WILD A. G., Heerbrugg (vergl. Abb. 2)

Aus konstruktiven Gründen wurden die beiden Bilder im A 6 gegenüber den Punkten O' und O'' versetzt. Sie werden durch die Reflektoren 6 (Abb. 2), in deren Brennpunkt sich eine Glühlampe befindet, gleichmässig durchleuchtet. Die Übertragung von den Bildpunkten P', P'' (Abb. 3) auf die Lenkerpunkte L', L'' geschieht mittels der Nürnbergerscheren 4 (Abb. 2), deren mittlere Achsen fest mit den Bildträgern 7 (Abb. 2) verschraubt sind. Den Bildpunkten P', P'' entsprechen somit die Punkte L', L'' (Abb. 3). Diese sind durch drehbare Hülsen 2 (Abb. 2) verkörpert, in denen die Lenker gleiten.

Die bildseitigen Gelenke der Scheren (in Abb. 3 auf die Punkte P' und P'' eingestellt) tragen je eine Punktmarke, die mit dem Bild der dazugehörigen Aufnahme in das entsprechende Okular 13 projiziert wird. Verschiebt man nun den Lenkerschnittpunkt P auf der Glasplatte, so verschieben sich auch die beweglichen Gelenke der Scheren gegenüber den Bildern. Im Okular sieht man die Punktmarken sich in den Bildebenen bewegen. Gleichzeitig bewegen sich aber auch die Punkte L' und L'' in Ebenen. Diese stellen die mechanischen Bildebenen dar; ihr vertikaler Abstand von O', bzw. O'' entspricht der Brennweite der Aufnahmekammer. Diese Bildweite kann zwischen 97 und 270 mm variiert werden, wodurch es möglich wird, Aufnahmen von beinahe jeder im Handel sich befindenden Photogrammeter-Messkammer auszuwerten. Die Aenderung der Brennweite geschieht durch Drehung der oben an Säule 8 sichtbaren Handkurbel, womit sich der Bildträger 7 gegenüber O'' verstellt. Der Uebergang von einer Brennweite zur andern bedarf keinerlei Justierung.

Zufolge der Schwankungen des Flugzeuges ist es unmöglich, Aufnahmen mit genau senkrechter Kammeraxe zu erhalten. Der A 6 trägt dieser Tatsache dadurch Rechnung, dass die beiden Bildträger auf je drei zu einander senkrechten Achsen drehbar gelagert sind. Die primären Drehachsen fallen mit der Basisrichtung O' — O'' zusammen und werden Querneigungs- oder ω-Achsen genannt (1 in Abb. 2). In O', bzw. O'' werden sie von den Sekundärachsen geschnitten. Diese liegen in ihrer Nullstellung horizontal, machen jedoch die Drehungen der Bildträger um die ω-Achsen mit. Man nennt sie Längsneigungs- oder φ-Achsen. Dazu gesellen sich als dritte die Kantungs- oder α-Achsen, die durch die entsprechenden Bildhauptpunkte gehen und senkrecht auf den Bildebenen stehen. Sie entsprechen der optischen Axe der Aufnahmekammer und ermöglichen die Drehung der Bilder um ihren Mittelpunkt.

Da es unmöglich ist, genau horizontal zu fliegen, werden die beiden Basisstationen O' und O'' immer kleine Höhenunterschiede gegeneinander aufweisen. Diese Höhendifferenzen werden im A 6 dadurch berücksichtigt, dass der Rahmen 9 mit der Basis und den Bildern um die Achse 10 geneigt werden kann. Alle eingestellten Winkelemente, sowie die Basis können an entsprechenden Skalen abgelesen werden.

Wie bereits erwähnt, befindet sich der Lenkerschnittpunkt P auf einer horizontalen Glasplatte. Diese ist mit dem Zeichentisch fest verbunden und kann mit ihm durch Drehen der Fusscheibe 11