

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 35 (1944)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Der Trolleybus im Ueberlandverkehr  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061597>

### **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:** 03.04.2026

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

gleichen Gestänge liegenden, 10-kV-Leitung nicht telephonisch, sondern nur durch Velofahrer mit unserem Betriebsbureau verständigen konnte. Es ist also wichtig, dass Velofahrer zur Verfügung stehen; denn wir hätten beispielsweise mit zweien unserer Betriebsautos, die während der Bombardierung bei unserem Verwaltungsgebäude garagiert waren, wegen den Strassensperren und Einsturzgefahren überhaupt nicht ausfahren können.

Unser Magazin mit einem sehr gut assortierten Lager von Installationsmaterial, insbesondere für Freileitungsbau und Transformatorstationen, sowie das Hauptzählerlager, waren im 1. Stock eines Gebäudes untergebracht, das von einer Brandbombe getroffen wurde und bis auf den Boden unseres Magazines vollständig ausbrannte. Das Transformatorlager war im gleichen Gebäude, aber im Parterre, unter einer Gewölbedecke und blieb daher in der Hauptsache vom Brand verschont. Der Gesamtschaden beträgt rund 280 000 Fr. Er war durch Feuerversicherung gedeckt; der Betrag wurde uns bereits ausbezahlt.

Dieser Magazinbrand lehrt, dass, wenn immer möglich, die Lager aufgeteilt werden sollten, um bei Brand einen Totalschaden nach Möglichkeit zu verhüten.

Im weiteren ist die Lehre zu ziehen, wirklich genügend Löscheinrichtungen bereitzuhalten. Es konnten in Schaffhausen verschiedene durch Brandbomben verursachte Brände mit Eimerspritzen gelöscht werden. Bedingung dafür ist allerdings, dass mit der Feuerbekämpfung sofort begonnen

wird und dass nicht grössere Mengen brennbarer Gegenstände vorhanden sind. Wir hätten z. B. einen Brand in unserm Magazin mit Erfolg bekämpfen können, aber der Hauptfeuerherd lag über unserm Magazin, wo ein grosses Möbellager sowie ein Gas-holz-lager die Feuerausbreitung so begünstigten, dass eine wirksame Bekämpfung unmöglich war.

Man war bis jetzt allgemein der Auffassung, es sei den Brandbomben mit Sand entgegenzuwirken. Das ist richtig, wenn es sich um Thermitbomben handelt, die Wasser nicht vertragen. Hier wurden aber ca. 45 kg schwere Brandbomben abgeworfen, die eine Kunstharzfällung, vermischt mit Benzin und Benzol, enthielten. Diese brandstiftende Fällung, eine gallertartige, klebrige Masse, wurde durch Explosion nach allen Seiten geschleudert und in Brand gesetzt. Es brannte also nicht nur auf dem Fussboden, sondern auch an den Wänden, Decken und in den Ritzen. Da hätte man mit Sandwerfen überhaupt nichts ausrichten können, sondern eine wirksame Bekämpfung war nur mit Wasser möglich. Wasser aber muss bereitstehen, um mit den Eimerspritzen sofort eingreifen zu können. Wie nötig dies ist, zeigen auch einige Sprengbombentreffer in die Leitungen der Wasserversorgungen der Stadt Schaffhausen. An einigen Orten wurden diese Wasserleitungen, die normalerweise ca. 1,20 m unter Boden liegen, durch Bombentreffer zertrümmert und infolge des an diesen Schadenstellen austretenden Wassers war dann nachher in verschiedenen Quartieren der Wasserdruck für die Feuerbekämpfung zu gering.

## Der Trolleybus im Ueberlandverkehr

656.131.

*Die Zeitschrift «Strasse und Verkehr» 1944, Nr. 13, enthält einen Aufsatz von W. Storrer, Altstätten, mit dem Titel: Strassenkorrektur und Betriebsumstellung im sanktgallischen Rheintal. Wir entnehmen daraus folgendes:*

Im sanktgallischen Rheintal ist im September 1940 in Verbindung mit der Korrektur der Staatsstrasse Altstätten-Heerbrugg-Berneck der erste moderne elektrische Ueberland-Trolleybusbetrieb nicht nur der Schweiz, sondern auch des Auslandes entstanden, bei dem erstmals und, wie die bald vierjährige Erfahrung erwiesen hat, mit Erfolg eine Betriebsspannung von 1000...1100 V zur Anwendung gelangt ist.

Die Eignung des Trolleybus als modernstes Strassenverkehrsmittel ist auch in der Schweiz in den letzten Jahren allgemein anerkannt worden. Bedingung für die zweckmässige Eingliederung des Trolleybus in die Reihe der Strassenverkehrsmittel ist eine vernünftige Lösung der immer noch im Stadium der Prüfung befindlichen Trolleybus-Gesetzgebung.

Bis vor kurzem blieb die Anwendung des Trolleybus auf Strecken im innerstädtischen und Vorortverkehr beschränkt, bei denen eine Speisung aus einem bestehenden Strassenbahnnetz oder mit der bei Strassenbahnen üblichen Betriebsspannung von 500...600 V möglich war. Sobald man aber Trolleybusstrecken mit grösserer Längenausdehnung bauen will, so zeigt sich, dass mit der gewöhnlichen Tramspannung unwirtschaftlich grosse Fahrleitungsquerschnitte gewählt werden müssen, oder dass die einzelnen Speisepunkte, für die heute in erster Linie Mutator-Unterstationen in Betracht kommen, so nah aufeinander vorgesehen werden müssen, dass auch hier die Anlagekosten unverhältnismässig gross werden. Während die gleichen Ueberlegungen beim Bahnbetrieb zur Wahl höherer Betriebsspannungen geführt haben, war dies beim Trolleybus nicht ohne weiteres möglich, weil hier das für die Rückleitung der zugeführten elektrischen Energie dienende

geerdete Geleise fehlt. Im Gegensatz zur Schienenbahn, deren Geleise eine ständige gute Erdung der metallischen Massen der Fahrzeuge bewirkt, besteht beim Trolleybus die Hauptschwierigkeit bei der Anwendung höherer Betriebsspannungen in der Verhinderung einer elektrischen Aufladung des metallischen und durch die Gummireifen gegenüber der Erde isolierten Wagenkastens, sei es durch statische Ladung oder durch Ableitung infolge von Isolationsdefekten der elektrischen Einrichtungen der Fahrzeuge. Durch einen an den Trolleybussen der Rheintalischen Strassenbahnen erstmals angewendeten Kunstgriff in der Anordnung der elektrischen Ausrüstung der Fahrzeuge ist nun die Möglichkeit geschaffen worden, auch im Trolleybusbetrieb höhere Spannungen anzuwenden, ohne dass nach menschlichem Ermessen eine Gefährdung speziell der ein- und aussteigenden Passagiere durch elektrische Aufladung des Wagenkastens zu befürchten ist. Die Anlage der Rheintalischen Strassenbahnen auf der Ueberlandstrecke Altstätten-Heerbrugg-Berneck hat inzwischen den Beweis erbracht, dass auch für den Trolleybus die Anwendung von Betriebsspannungen von 1000 bzw. 1500 V unter Beachtung gewisser konstruktiver Sicherheitsmassnahmen ohne weiteres möglich ist, womit der Weg für die weitere Entwicklung des Trolleybus für Ueberlandstrecken geebnet ist.

Im Rheintal galt es, vorerst das Verkehrsbedürfnis abzuklären und, nachdem dasselbe eindeutig die *Notwendigkeit eines raschen und billigen Verkehrsmittels* ergeben hatte, mussten die verschiedenen für einen schienenfreien Betrieb in Betracht kommenden Varianten (reiner Autobusbetrieb mit Diesel- bzw. Holzgasmotoren, Trolleybus für rein elektrischen und eventuell kombinierten elektrischen/Dieselbetrieb mittels Zweikraftwagen) auf ihre technische Eignung und Wirtschaftlichkeit hin untersucht werden. Die Erhöhung der mittleren Reisegeschwindigkeit, welche bei Strassenbahnen einschliess-

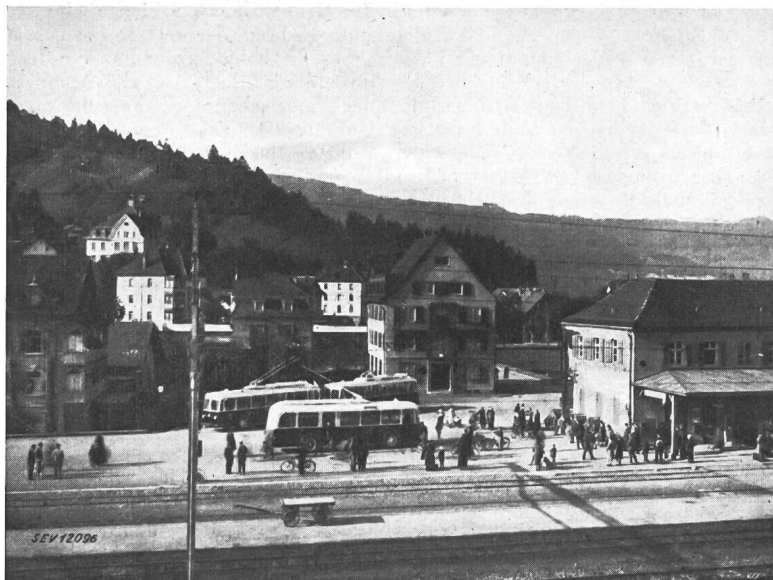
lich der Halte nur ca. 13..16 km/h beträgt und die damit ungefähr dem Wert entspricht, der auch mit einem Fahrrad noch erreicht werden kann, ist mit Rücksicht auf die Konkurrenz des Fahrrades besonders wichtig. *Kann aber mit einem öffentlichen Strassenverkehrsmittel die Geschwindigkeitsgrenze des Fahrrades erheblich überschritten werden, so entsteht dadurch ohne weiteres ein besonderer Anreiz zu dessen Benützung.*

Nach eingehenden Wirtschaftlichkeits - Untersuchungen wurde, als Ersatz für die im Jahre 1897 eröffnete Strassenbahnlinie Altstätten-Heerbrugg-Berneck, ein Trolleybusbetrieb gewählt.

Als Leistung des Kantons St. Gallen an die Betriebsumstellung der Rheintalischen Strassenbahnen ist vor allem die Zurverfügungstellung der korrigierten, verbreiterten und mit einem soliden Belag versehenen Staatsstrasse Altstätten-Heerbrugg-Berneck zu betrachten (Fig. 1 und 2), die inzwischen, mit Ausnahme eines kleinen Teilstückes in der Ortschaft Marbach und einer Partie in Berneck, verwirklicht worden ist. Die Breite der korrigierten Strassenfahrbahn beträgt dabei für das eigentliche Durchgangsstrassenstück Altstätten-Heerbrugg 8 m, für das Seitenstück Heerbrugg-Berneck 7 m.

Fig. 6 zeigt den Bahnhofplatz in Heerbrugg mit den für die zwei Richtungen Altstätten und Berneck bereitstehenden Wagen. Durch die Einführung des Trolleybusbetriebes war auch hier eine willkommene Sanierung der Verkehrsverhältnisse auf dem belebten Platz möglich.

Im September 1940 konnte der frühere Strassenbahnbetrieb auf der ganzen Strecke durch den neuen Trolleybusbetrieb abgelöst werden. Die Anlage ist in der Weise gestaltet, dass auf dem Teilstück Altstätten-Rathaus - Heerbrugg (7,9 km) die *Fahrleitung für unabhängigen, zweispurigen Betrieb* gebaut worden ist, während die Teilstrecke Heerbrugg - Berneck-Post (2,5 km) nur mit einer *einspurigen Fahrleitung* ausgerüstet wurde, welche in beiden Fahrrichtungen benützt wird. Im Gegensatz zu einer einspurigen Bahn ist eine Kreuzung zweier entgegenkommender Fahrzeuge an beliebiger Stelle ohne weiteres möglich. Zu diesem Zwecke wurden die Fahrzeuge mit einer Vorrichtung ausgerüstet, welche das willkürliche Senken der Stromabnehmer vom Führersitz aus gestattet. Die Zeit für das nachherige Wiederanlegen der Stromabnehmer an die Leitung ist dabei viel kleiner als die eventuelle Wartefrist auf einer Kreuzungsstelle, die bei einer einspurigen Bahn erforderlich ist.



Die Speisung der Trolleybusstrecke erfolgt durch zwei zugleich für den restlichen Strassenbahnbetrieb und den Betrieb der Altstätten - Gais-Bahn dienende Mutatoranlagen in Altstätten und Heerbrugg. Die letztere Anlage ist vollautomatisch und bedienungslos. Sie wird durch eine in Simultanschaltung über die am Fahrleitungsgestänge geführte zweidrähtige Diensttelefonleitung eingerichtete Fernsteuerungs-

anlage vom Betriebsbureau in Altstätten aus überwacht und fernbedient.

Bei der gesamten elektrischen Einrichtung ist auf eine eventuelle spätere Erhöhung der Betriebsspannung auf 1500 V weitgehend Rücksicht genommen, falls durch eine Ausdehnung des Trolleybusbetriebes bis Gais die Speisung des ganzen Netzes mit der genormten Gleichspannung bewerkstelligt wird.

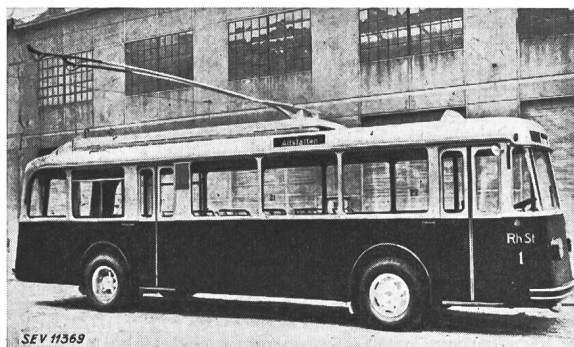


Fig. 5.

Ueberland-Trolleybus der Rheintalischen Strassenbahnen  
Gleichstrom 1000 V

Alle betriebsmässig befahrenen End- und Wendepunkte der Trolleybusanlage sind mit Wendeschleifen versehen worden, welche auch einen späteren Anhängerbetrieb ohne weiteres gestatten und die ein Wendemanöver der grossen, über 10 m langen und 2,40 m breiten, einmännig bedienten Fahrzeuge auf belebten Strassen und Plätzen mit teilweisem Rückwärtsfahren (Spitzkehre) vermeiden.

An Triebfahrzeugen sind gegenwärtig fünf Trolleybusse mit einer Platzzahl von normal 60 Plätzen (37 Sitz- und 23 Stehplätze) vorhanden (Fig. 5). Für die Beförderung der Post- und Gepäcksendungen ist im hinteren Teil der Fahrzeuge ein geräumiges Postabteil vorhanden, das je nach Bedürfnis für den Post- und Güterverkehr, wie für den Personenverkehr verwendet wird. Die Trolleybusse sind mit einem Doppel-Elektromotor mit 80 kW Stundenleistung ausgerüstet, der aber im Gegensatz zu einem Verbrennungsmotor in weiten Grenzen überlastbar ist. Die Fahrzeuge sind für eine Maximalgeschwindigkeit ausserorts von 60 km/h gebaut. Der Bereich der maximalen seitlichen Ablenkung der Fahrzeuge von der Fahrleitungssachse beträgt  $\pm 4,5$  m.

*Die Wagen werden auch bei Stossbetrieb einmännig geführt.* Durch die Einrichtung des Fahrgastflusses von vorn nach hinten, die Fernbetätigung der Ein- und Aussteigtüren vom Führersitz aus und durch eine rationelle Geldwechseleinrichtung wird die Betriebsabwicklung möglichst vereinfacht.

Eine technisch interessante Lösung bildet sodann der Transport der zweiachsigen Strassenbahnwagen der Strecke Heerbrugg-Diepoldsau über die 7,8 km lange Trolleybusstrecke mit der in Altstätten gelegenen Bahnwerkstätte. Durch die Beseitigung des Geleises auf der Verbindungsstrecke müssen die Fahrzeuge bei Ueberholung, Reparaturen usw.

Fig. 6.

Trolleybus der Rheintalischen Strassenbahn  
Partie auf der Station Heerbrugg-SBB.  
Bewilligt Nr. 6064 BRB 3. 10. 39.

zwischen dem Depot Altstätten und dem Anfangspunkt der noch im Betrieb stehenden, im Jahre 1915 eröffneten Strassenbahnstrecke Heerbrugg-Widnau-Diepoldsau auf der Strasse befördert werden. Dies erfolgt mit einem Spezial-Strassenrollschemel, der die 11,5 t schweren Wagen aufnimmt. Der beladene Anhänger wird dann dem Trolleybus angehängt.

Auf der Lokaltrecke Altstätten-SBB - Rathaus - Altstätten-

# Der Trolleybus im Ueberlandverkehr

Die Veröffentlichung der Fig. 1 bis 4 wurde durch die Eidg. Landestopographie bewilligt.

No. 6103 BRB 3. 10. 1939



Fig. 1.  
Gemeinschaftsstrecke Bahn-Trolleybus in Altstätten



Fig. 2.  
Trolleybus auf der korrigierten Strasse in Rebstein

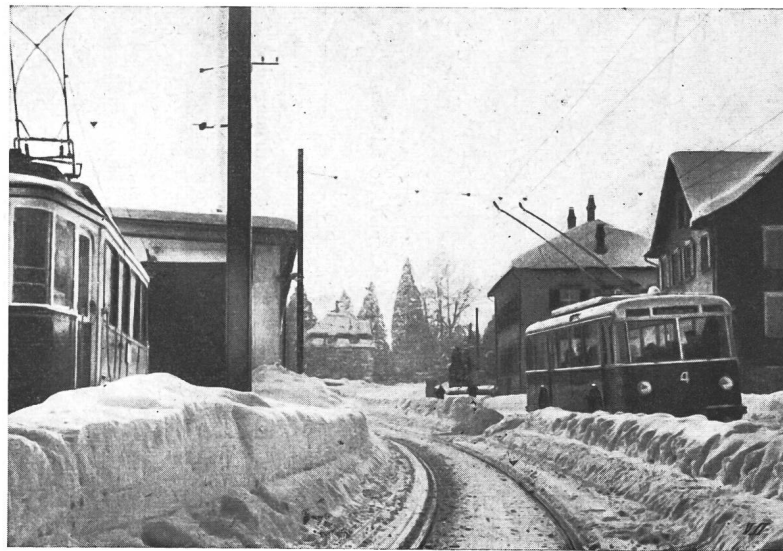


Fig. 3.  
Gemeinschaftsstrecke Altstätten im Winter



Fig. 4.  
Trolleybus auf dem Rathausplatz in Berneck

Stadt, welche zugleich auch durch die mitbetriebene Altstätten-Gais-Bahn befahren wird, bleibt der Strassenbahnbetrieb vorläufig noch aufrecht erhalten.

Der kombinierte Strassenbahn/Trolleybusbetrieb hat sich bei näherer Prüfung als wirtschaftlichste Uebergangslösung ergeben, weil auf diese Weise einerseits die sich noch in gutem Zustand befindlichen Anlagenteile der Bahn ausgenützt werden können und andererseits derjenige Teil des Personals, der sich für eine Umschulung auf den Trolleybus nicht mehr eignete, insbesondere betrifft dies das ältere Strassenbahnpersonal, auch weiterhin im Betrieb verwendet werden kann.

Die gesamten Bauaufwendungen für die vorläufig 10,4 km lange Trolleybusstrecke Altstätten-Heerbrugg-Berneck betragen per Ende 1943 Fr. 848 030.—. Ueber die Entwicklung der Frequenzen und der Betriebseinnahmen kann gesagt werden, dass die Zunahme der beförderten Passagiere im Jahre 1943 gegenüber dem Jahre 1939 als dem letzten Betriebsjahr vor der Umstellung total 85 % beträgt, während die gesamten jährlichen Betriebseinnahmen in der gleichen

Zeit um 80,5 % zugenommen haben. Nun ist ohne weiteres zuzugeben, dass diese erfreuliche Zunahme nicht allein der Betriebsumstellung auf Trolleybus zuzuschreiben ist. Die Zunahme ist vielmehr zum Teil auch auf die infolge der Drosselung des motorisierten Strassenverkehrs bei allen öffentlichen Transportanstalten eingetretene, mehr konjunkturbedingte, Frequenzvermehrung zurückzuführen.

Auf alle Fälle darf gesagt werden, dass die Gegend durch die Korrektur der Staatsstrasse Altstätten-Heerbrugg-Berneck und die gleichzeitige Betriebsumstellung der Strassenbahn auf den schienenfreien, elektrisch betriebenen Trolleybus nicht nur eine gut ausgebaut, staubfreie Strasse erhalten hat, sondern zugleich auch eines raschen, bequemen und billigen Transportmittels teilhaftig geworden ist. Die Strassenkorrektur hat aber nicht nur direkt zu einer Verschönerung des Strassenbildes geführt, sondern befruchtete insbesondere auch die private Bautätigkeit der Strassenanwösler, so dass einzelne Partien der Strasse vor und nach dem Umbau fast nicht mehr zu erkennen sind.

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Untersuchung der Stabilitätsbedingungen bei verzögerter Regelung

[Nach D. Stein, Elektr. Nachr.-Techn., Bd. 20 (1943), Nr. 9, S. 205...213]

621.316.7

Von einem Uebertragungssystem, das derart konstruiert ist, dass der Wert der Ausgangsgrösse  $S_2$  möglichst unabhängig von dem der Eingangsgrösse  $S_1$  ist, sagt man, dass es eine Regelung besitzt. Bei einem solchen System muss der Uebertragungsfaktor ( $A = S_2/S_1$ ) demnach variabel sein, um Änderungen von  $S_1$  so ausgleichen zu können, dass  $S_2$  gar nicht oder nur schwach ändert. Je nachdem, ob der Regler

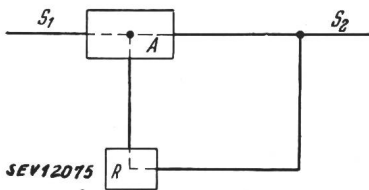


Fig. 1. Schema eines stetigen indirekten Reglers

(R), der die Grösse von A im erforderlichen Sinne variiert, von den Änderungen der Eingangsseite ( $\Delta S_1$ ) oder denjenigen der Ausgangsseite ( $\Delta S_2$ ) gesteuert wird, hat man es mit direkter oder indirekter Regelung zu tun. Die Steinsche Arbeit beschränkt sich auf die indirekte Regelung (Fig. 1), bei der also  $A = f(S_2)$  ist. Der Fall der unverzögerten Regelung dieser Art ist bereits ausführlich von Küpfmüller u. a. untersucht worden. Es gilt hierbei für kleines  $\Delta S_2$ :

$$\frac{\Delta S_2}{S_2} = \frac{1}{1+k} \frac{\Delta S_1}{S_1} \tag{1a}$$

wo

$$k = -S_1 \frac{\partial A}{\partial S_2} \tag{2}$$

Nennt man  $\left(\frac{1}{1+k}\right)$  den Regelfaktor R, so wird

$$\frac{\Delta S_2}{S_2} = R \frac{\Delta S_1}{S_1} \tag{1b}$$

R gibt also an, um wieviel die relative Änderung der Ausgangsgrösse  $\left(\frac{\Delta S_2}{S_2}\right)$  kleiner ist als die relative Änderung der Eingangsgrösse  $\left(\frac{\Delta S_1}{S_1}\right)$ . (Ein kleines R bedeutet demnach starke Regelung,  $R = 1$  bedeutet Fehlen einer Regelung.) Der Vorgang der Regelung selbst wird beschrieben durch die Integralgleichung:

$$y(t) + k \int_0^{t-t_L} \varphi'(t-\tau) y(\tau) d\tau = P(t) \tag{3}$$

wo  $y(t)$  den tatsächlichen zeitlichen Verlauf der Ausgangsgrösse,  $P(t)$  den Verlauf derselben ohne Regelung und  $\varphi(t)$  die aus den Untersuchungen von Schaltvorgängen bekannte Uebergangsfunktion darstellt. Die Grösse k ist durch Gl. (2) gegeben. — Von dieser Integralgleichung ausgehend, berechnete Küpfmüller die kritischen Regelfaktoren ( $R_0$ ), d. h. jene Regelfaktoren, bei denen das System instabil zu werden beginnt, und zwar in Funktion des Verhältnisses  $t_0/t_L$  gemäss Fig. 2. Hierin bedeutet  $t_L$  die Laufzeit des Uebertragungssystems und  $t_0$  seine Uebertragungszeit. Der Verlauf von  $R_0$  lässt sich gut annähern durch die Funktion

$$R_0 = \frac{t_L}{t_0 + t_L} \tag{4}$$

Fig. 2 zeigt, dass eine starke Regelung (kleines R) nur dann stabil arbeiten kann, wenn  $t_0 \gg t_L$  ist.

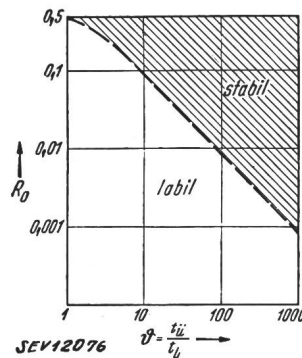


Fig. 2. Verlauf des kritischen Regelfaktors in Abhängigkeit von der Uebergangszeit [ $R_0 = f(\vartheta)$ ]

Voraussetzung der Stabilitätsbetrachtung war, dass k (in Gl. 3) im betrachteten Gebiet der Regelung konstant ist. Wenn also:

$$k = -S_1 \frac{\partial A}{\partial S_2} = \frac{S_2}{A} \frac{\partial A}{\partial S_2} = \text{konst.}$$

so muss

$$A = \frac{c}{S_2^k} \tag{5a}$$

sein, wo c die Integrationskonstante darstellt. (Da diese Funktion für  $S_2 \rightarrow 0$  nach unendlich strebt, was physikalisch nicht realisierbar ist, werde der Verlauf von A für  $S_2 < 1$  hier offen gelassen und die Regelung nur für den Fall  $S_2 \geq 1$  (5b) behandelt.)

Bei der verzögerten Regelung soll nun im Gegensatz zum oben kurz besprochenen unverzögerten Falle die Regelung nicht bereits bei kleinsten Amplituden einsetzen, sondern erst dann, wenn  $S_2$  einen bestimmten Wert  $U_v$  überschritten hat (dies wird bekanntlich bei der automatischen Fadingregulierung dadurch erreicht, dass der die Regelvorspannung liefern-