

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 81/82 (1923)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Ueberwachung des Fahrstrom-Verbrauchs bei Strassenbahnen  
**Autor:** Neuenschwander, K.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-38979>

#### 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:** 16.01.2026

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

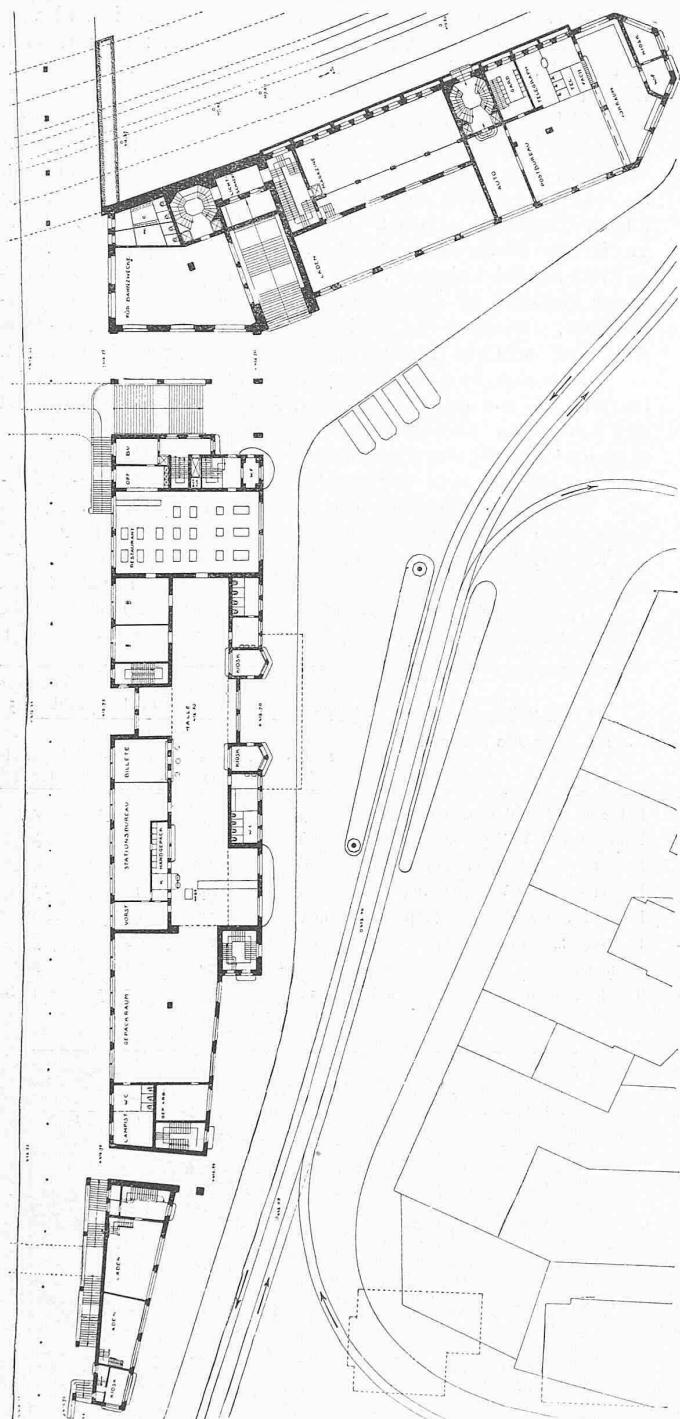


Abb. 8. Erdgeschoss-Grundriss mit Bahnhofplatz, Maßstab 1 : 800.

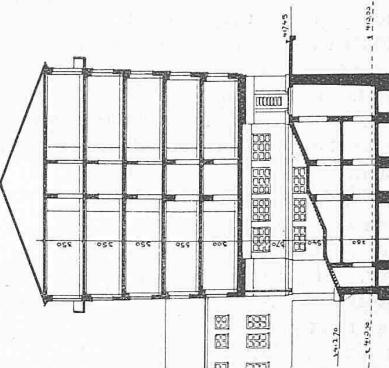


Abb. 12. Zugang von der Bederstrasse, 1 : 600.

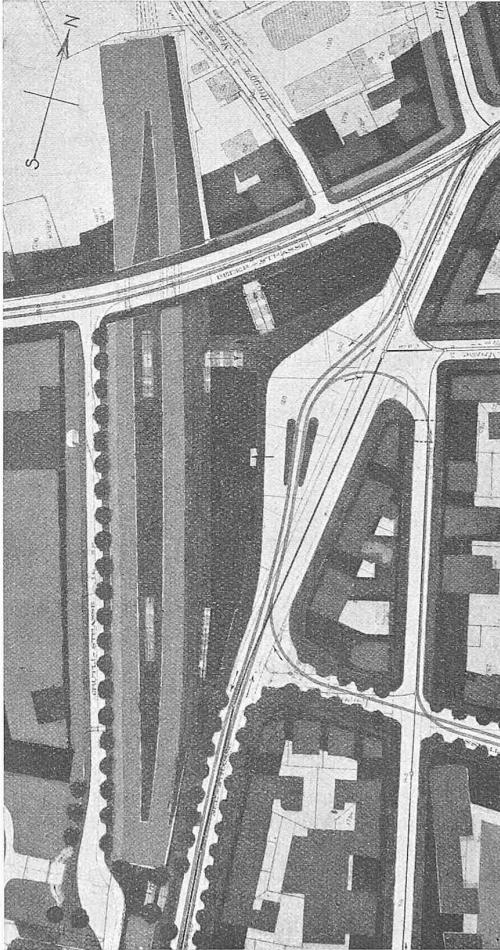


Abb. 7. Lageplan 1 : 2500. — 2. Rang, Entwurf Nr. 2. — Arch. Prof. Dr. K. Moser, Zürich.

Umgebung, vor allem auch mit Rücksicht auf den dominierenden Bau der Kirche Enge ist jedoch eine ruhigere Haltung geboten. Der Blick nach der Kirche würde durch die vom Verfasser im Lageplan vorgeschlagene Baugruppe zwischen Bürgli- und Grüttistrasse beeinträchtigt.

(Schluss folgt.)

### Ueberwachung des Fahrstrom-Verbrauchs bei Strassenbahnen.

Von K. Neuenschwander, Adjunkt der Strassenbahn Winterthur.

Bei Strassenbahnen beansprucht das Fahrstrom-Konto einen namhaften Teil der Betriebsausgaben. Viel Strom geht infolge unrichtigen Fahrens der Wagenführer nutzlos verloren. Dass eine peinliche Ueberwachung des Fahrstromverbrauchs aus wirtschaftlichen Gründen dringend erforderlich ist, soll in nachstehender Abhandlung nachgewiesen werden. Als Unterlagen hierfür dienen haupt-

sächlich die in Winterthur seit etwa zwei Jahren mit der Fahrstromkontrolle gemachten Erfahrungen.

Ein Motorwagen der Strassenbahn Winterthur wiegt leer rd. 11 t, ein Anhänger etwa 4,7 t; geleistet werden jährlich rd. 550 000 Wagen-km, davon rd. 7% von Anhängern. Die Fahrdrähtspannung beträgt 550 Volt Gleichstrom. Die Stromverbrauchszahlen in kWh pro Rechnungs-Wagen-km (1 Anhänger-km =  $\frac{1}{2}$  Motorwagen-km) betragen, an den Sammelschienen der Umformerstation gemessen, für die verflossenen fünf Jahre:

Jahr:	1917	1918	1919	1920	1921
kWh pro Wagen-km:	0,901	0,866	0,985	0,919	0,753

Zu Vergleichszwecken seien die Stromverbrauchszahlen einer fremden Strassenbahn angefügt:

Jahr:	1917	1918	1919	1920	1921
kWh pro Wagen-km:	0,887	0,879	0,927	0,927	0,886

Mit Rücksicht auf diesen hohen spezifischen Stromverbrauch wurde im April 1921 ein Motorwagen mit einem eigens für Strassenbahndienst konstruierten Ampere-Stunden-Zähler versehen und damit die Wagenführer sorgfältig überwacht. Die erwartete Wirkung blieb nicht aus, der Stromkonsum sank um annähernd 20 %. Der niedrige spezifische Stromverbrauch des Jahres 1921 ist in der Hauptsache auf diese Kontrolle zurückzuführen. Das Ergebnis ist umso günstiger, als in der zweiten Winterhälfte 1921 an etwa 40 Tagen die elektrische Wagenheizung in Betrieb war, während sie in den Vorjahren wegen Spar-Massnahmen ausser Betrieb war. Ein Vergleich der spezifischen Stromverbrauchsanzahl des Messwagens mit jener der übrigen Motorwagen ergibt, wenn man die Wagen-km der Anhänger, mit Rücksicht auf deren gleichmässige Verteilung auf alle Motorwagenleistungen, ausser Rechnung lässt: für den Messwagen: 0,528 kWh pro Wagen-km. für die übrigen Motorwagen: 0,758 kWh pro Wagen-km.

Die durch Einführung der Stromkontrolle erwirkte namhafte Strom-Ersparnis gegenüber den Vorjahren ist unverkennbar; die grosse Differenz von 0,23 kWh pro Wagen-km zwischen Messwagen und übrigen Motorwagen zeigt, dass die Wagenführer bei den nicht kontrollierten Wagen

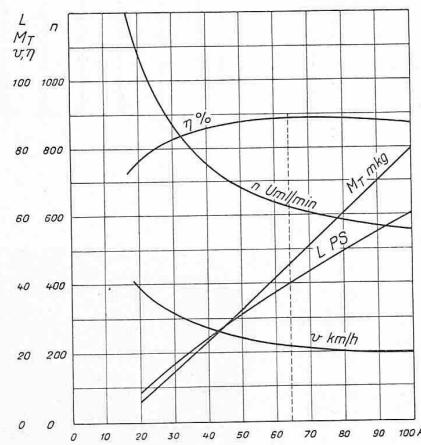


Abbildung 1 Charakteristische Kurven des Gleichstrom-Bahnmotors von 40 PS Stundenleistung bei 550 Volt. —  $L$  Leistung,  $M$  Drehmoment,  $n$  Umlaufzahl,  $v$  Geschwindigkeit,  $\eta$  Wirkungsgrad.

für die Anfahrperiode erstellen. Es sind dabei drei verschiedene Fälle von Anfahrten zu betrachten: I zu rasche, II normale, III zu langsame Handhabung des Fahrschalters. Bei zu rascher Schaltung treten Erscheinungen auf, deren üble Wirkungen auf Fahrgäste, Wagen und Belastung der elektrischen Zentrale die Betriebsleitungen von selbst zwingen, dem Fahrpersonal diese Schaltungsart energisch zu untersagen, und es kann daher dieser Fall im folgenden ausser Betracht gelassen werden. Bei normaler Anfahrt variiert der Motorstrom zwischen 70 und 48 Amp., woraus eine mittlere Beschleunigung von 0,5 m/sec<sup>2</sup> resultiert. Bei zu langsamer Anfahrt ist der Motorstrom, vom Einschaltstrom abgesehen, zwischen 50 und 33 Amp. veränderlich, woraus sich eine mittlere Beschleunigung von 0,27 m/sec<sup>2</sup> ergibt.

Aus den in Abbildung 3 festgelegten Schaltungsarten lassen sich aus den Strom- und Zugkraftzahlen vermittelst der bekannten theoretischen Beziehungen über die Beschleunigungs- und Bewegungsgrössen die in den Abbildungen 4 und 5 über der Zeit dargestellten Geschwindigkeits-, Weg- und Stromdiagramme für die in unserem Falle auf 200 m begrenzte ebene Fahrstrecke konstruieren. Abbildung 4 zeigt die Verhältnisse für normale, Abb. 5 für zu langsame Anfahrt, und zwar je für reine Seriefahrt und Serie-Parallelfahrt.

In nachstehender Tabelle sind die merkenswerten Daten der Abbildungen 4 und 5 einander gegenübergestellt.

Versuchs-Ergebnisse auf einer 200 m Strecke	Normale Schaltung nach Abbildung 4		Langsame Schaltung nach Abbildung 5	
	Reine Serie- fahrt	Serie- Parallel- fahrt	Reine Serie- fahrt	Serie- Parallel- fahrt
Fahrzeit auf Widerständen sek	5,2	12	10,5	24
Fahrzeit mit Vollspannung sek	32	20	36,5	30
Fahrstrecke auf Widerständen m	10	38	22	90
Fahrstrecke mit Vollspannung m	125	95	142	137
Energieverbrauch Amp.-sek	962	1650	1094	1897
Fahrstrecke ohne Strom m	65	81	48	35
Bremsweg m	10	24	10	28
Totale Fahrzeit sek	51	38	51,5	41,8

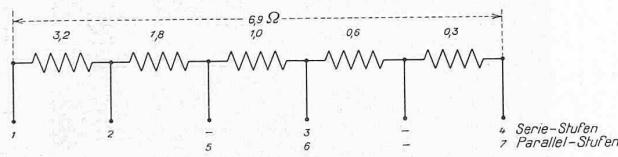


Abbildung 2.

mit dem Fahrstrom ungleich weniger haushälterisch umgehen, als beim Messwagen. Aber selbst bei diesem zeigen sich für gleiche und unter gleichen äusseren Einflüssen gefahrene Diensttouren Unterschiede von  $\pm 40\%$  des Mittelwertes. Wenn auch die persönliche Beobachtung der Wagenführer gewisse Unterschiede in der Fahrschalter-Bedienung erkennen liess, so konnten, selbst bei reichlicher Bewertung aller den Strassenbahn-Betrieb ungünstig beeinflussenden Erscheinungen, so grosse Differenzen nicht erwartet werden. Die Wirkungen selbst wenig unzweckmässiger Fahrschalter-Bedienung sollen in nachstehender theoretischer Untersuchung ermittelt werden.

Es wird dabei der Stromverbrauch eines Motorwagens von 13 t Gewicht — bei mittlerer Besetzung — für Fahrten über eine 200 m lange horizontale Strecke unter verschiedenen Schaltungs-Gesichtspunkten festgestellt. Der Wagen besitzt zwei Gleichstrom-Motoren von je 40 PS Stundenleistung bei 550 Volt; der Motorwiderstand beträgt 0,491 Ω kalt und 0,618 Ω warm; das Laufrad hat einen Durchmesser von 880 mm, die Zahnradübersetzung beträgt 1:4,6. In Abbildung 1 sind die Motorschaulinien dargestellt. Der Fahrschalter hat vier Stufen für Serie-, drei Stufen für Parallelfahrt sowie sechs Stufen für die elektrische Bremse. Die Abstufung der Anfahrwiderstände zeigt Abb. 2.

Aus den Motorschaulinien und den Widerständen lassen sich die in Abbildung 3 dargestellten Schaulinien

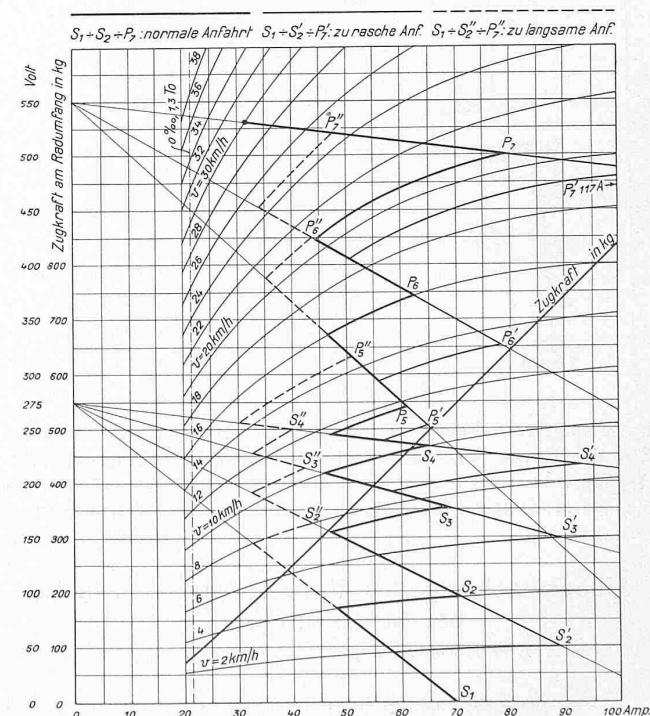


Abbildung 3. Motorströme der einzelnen Fahrstufen bei verschieden rascher Anfahrt.

Bei reiner Seriefahrt beträgt die Fahrzeit für die 200 m lange Strecke für beide Schaltungsarten 51 sek, bei Serie-Parallelfahrt 38 sek bei normaler und 42 sek bei

langsamer Anfahrt. Bei normaler Anfahrt werden 962 Amp.-Sekunden für Seriefahrt und 1650 Amp.-sek für die Serie-Parallelfahrt, bei langsamer Anfahrt 1094 Amp.-sek für Seriefahrt und 1897 Amp.-sek für die Serie-Parallelfahrt gebraucht. — Im Strassenbahnbetrieb werden bei 16 stündiger Betriebszeit pro Motorwagen und Tag etwa 180 Wagen-km mit etwa 900 Halten geleistet; daraus ergeben sich der Stromverbrauch für die in Abbildungen 4 und 5 betrachteten vier Fahrarten — ebene Bahn, beständig gleichbleibende Schaltart und 550 V Spannung vorausgesetzt — pro Motorwagen und Tag, sowie die jährlichen Stromkosten pro Motorwagen bei einem Preis von 10 Rp./kWh zu:

Versuchs-Ergebnisse auf einer 200 m Strecke	Normale Schaltung nach Abbildung 4		Langsame Schaltung nach Abbildung 5	
	Reine-Serie-fahrt	Serie-Parallel-fahrt	Reine-Serie-fahrt	Serie-Parallel-fahrt
Stromverbrauch				
pro Motorwagen u. Tag kWh	132	216	150	260
Stromkosten				
pro Motorwagen u. Jahr Fr.	4820.—	7880.—	5480.—	9480.—

Die vorstehende Tabelle zeigt Unterschiede in Strom-Konsum und -Kosten von annähernd 100 % und lässt die Wichtigkeit der Kontrolle des Stromverbrauchs der einzelnen Wagenführer, sowie der Erlassung den Betriebsverhältnissen angepasster Fahrvorschriften deutlich erkennen. Wo es der Fahrplan gestattet, wird den Wagenführern die ständige Benützung der Seriestufen mit Vorteil vorgeschrieben und die Benützung der Parallelstufen nur in Ausnahmefällen (Aufholung von Verspätungen usw.) zugelassen. Die Verwendung von Stromzählern in allen oder auch nur einer gewissen Anzahl Wagen erleichtert die Stromkontrolle. Diese wird nicht nur eine Strom-Ersparnis, sondern auch einen Minderverbrauch an Bremsklötzen, Bandagen usw. und nicht zuletzt eine Verminderung der Betriebsunfälle bringen. Die Zähler-System-Frage muss mit Rücksicht darauf, dass beim Zeitzähler gerade diejenigen Wagenführer, die meistens nur die Seriestufen benutzen und somit

wenig Strom gebrauchen, mit den längsten Stromzeiten erscheinen, zu Gunsten der Ampèrestunden- oder Watt-Stunden-Zähler entschieden werden. Im Winterthurer Mess-Wagen ist ein Ampèrestunden-Zähler mit besonderer Aufhängung verwendet, die ihn gegen Erschütterungen unempfindlich macht. Die Kontrolle der kilometrischen Verbrauchszahlen der verschiedenen Wagenführer erscheint mit Rücksicht auf die ungleichmässig über die Betriebszeit verteilte Frequenz, wie auch des meistens nur zu gewissen Zeiten stattfindenden Anhängerverkehrs und ferner der ungleichen Verhältnisse der verschiedenen Linien wegen unsicher, und es ist daher der Kontrolle der Stromverbrauchszahlen einzelner Diensttouren bezw. Dienstabschnitte, die ja fast ausnahmslos unter denselben Bedingungen und äusseren Einflüssen gefahren werden, der Vorzug zu geben.

### Schweizerische Kraftwerks-Politik.

„Es wird weiter gebaut!“

„Glarus, 21. Sept. Die Direktion der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke teilt in den „Glarner Nachrichten“ mit, dass sie, entgegen anderslautenden Meldungen, sowohl das Lankseewerk als auch das Muttenseewerk bestimmt zu bauen beabsichtigt.

Da haben wir die Bescherung! Die Bundesbahn<sup>1)</sup> baut, die Kantone bauen, Private machen grosse Projekte und dabei weiss man nicht, wo die vorhandene überschüssige Kraft absetzen. Um nicht die Werke teilweise brach liegen zu lassen, verkauft man die Kraft ins Ausland zu Schleuderpreisen. Das wäre freundlich und freundeidgenössisch gewesen, wenn St. Gallen und Appenzell ihre Kraft von bestehenden Werken in Graubünden bezogen hätten; sie hätten die Kraft billiger erhalten, als von den eigenen Werken, die sie bauen. Aber eben, bei der „Gemeinwirtschaft“ spielt das Geld keine Rolle. Wir haben das in Alt Fry Rhaetien erlebt, anderswo wird es nicht besser sein. Bei dieser unsinnigen Ueberproduktion wird vielleicht einmal eine Hilfsaktion nötig werden, dannzumal wird der Bundesrat eingreifen, wenn es — zu spät ist.“ — So schreibt der „Freie Rätier“ vom 21. d. M.

Den Anlass zu diesen Warnungen geben natürlich die aus den Tageszeitungen der letzten Wochen bekannt gewordenen bedenklichen Finanzverhältnisse der „Bündner Kraftwerke“<sup>2)</sup>, denen es bisher nicht gelungen ist, die erzeugte Energie voranschlagsmäßig abzusetzen. „Da haben wir die Bescherung“, in der Tat, und leider hat sich nur zu rasch und drastisch bestätigt, wie sehr der Bündner Ing.- und Arch. Verein recht hatte, als er vor vier Jahren von der aus politischen Motiven überstürzten Finanzierung und Inangriffnahme der Landquartwerke abriet. „Ist das warnende Beispiel der vor ihrer technisch-wirtschaftlichen Abklärung aus politischen Motiven überstürzten und durchgezwungenen Lötschbergbahn schon vergessen? Mögen dem Kanton Graubünden ähnliche Erfahrungen erspart bleiben, das ist der dringende Wunsch seiner technischen Fachleute, wie der unsere“, hatten wir damals<sup>3)</sup> gesagt.

Leider verhalten jene Stimmen der bündnerischen Techniker ungehört und heute stehen wir vor der unerfreulichen Tatsache, dass sich der Kanton Graubünden an seinen „B. K.“ überbaut hat. Wie weit die moralische Mitverantwortlichkeit der „N. O. K.“, der Stadt Zürich und der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke geht, die bei Gründung der „B. K.“ durch ihre Beteiligung den Anschein ernsthafter Energiebezugs-Interessenten erweckt hatten, und hinterher ihre eigenen Werke Wäggital und Lanksee durchsetzen, das zu untersuchen gehört nicht hierher. Es genügt, an die Tatsache zu erinnern, um sich darüber klar zu werden, wie weit wir heute noch entfernt sind vom Ziel eines nach Anlage und Betrieb wirtschaftlichen, planmässigen Ausbaues unserer Wasserkräfte im Gesamt-Interesse des Landes. Dieses zu erkennen und ohne unnötige Hemmung wirksam zu wahren, sollte vornehmste Aufgabe des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft sein. Einstweilen aber scheint es dringende Pflicht aller unvoreingenommenen Fachkundigen, solidarisch und energisch zum Aufsehen zu mahnen gegenüber dem volkswirtschaftlich ungesunden Wettbauen der verschiedenen Kantons- und anderen Kraftwerks-Politiker.

C. J.

<sup>1)</sup> Vernayaz, vergl. unter Miscellanea Seite 170.

<sup>2)</sup> Vgl. z. B. „N. Z. Z.“, Mittagsblatt vom 29. Aug., worin die Situation unter Angabe der wesentlichen Zahlen dargelegt wird. Ferner „Bund“ vom 25. Sept., wonach bei den „B. K.“ günstigstenfalls gegen 30 Mill. investiertes Kapital verloren gehen sollen.

<sup>3)</sup> Ausführlich in „S. B. Z.“, Bd. 74, S. 151 und 229 (20. Sept./1. Nov. 1918).

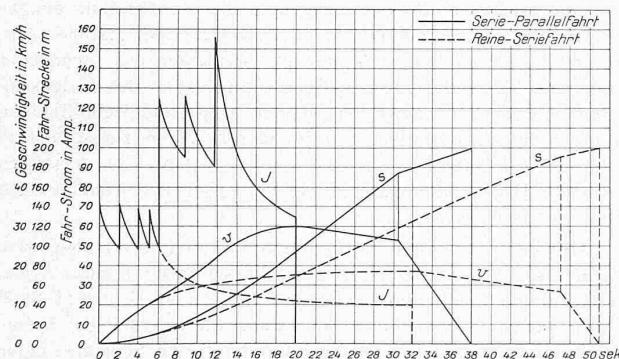


Abb. 4. Geschwindigkeits- ( $v$ ), Strom- ( $J$ ) und Weg- ( $s$ ) - Diagramme für Fahrten über eine 200 m lange ebene Strecke bei normaler Anfahrt.

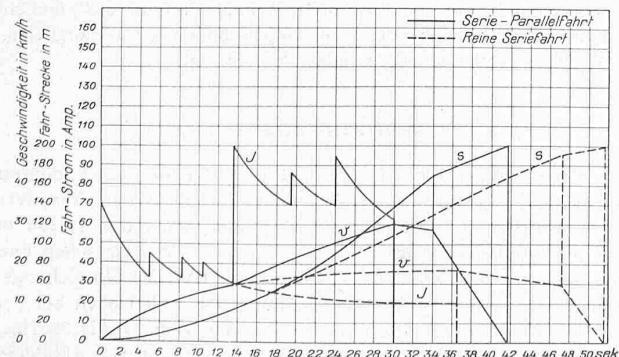


Abb. 5. Geschwindigkeits- ( $v$ ), Strom- ( $J$ ) und Weg- ( $s$ ) - Diagramme für Fahrten über eine 200 m lange ebene Strecke bei zu langsamer Anfahrt.