

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
<b>Herausgeber:</b>	Association suisse des électriciens
<b>Band:</b>	38 (1947)
<b>Heft:</b>	15
<b>Artikel:</b>	Abschmelzcharakteristik von Schmelzsicherungen
<b>Autor:</b>	Fankhauser, F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1056752">https://doi.org/10.5169/seals-1056752</a>

### 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>**

stellte war. Nicht nur grosse Zugkraft, wie bei der eben genannten Maschine, sondern auch hohe Fahrgeschwindigkeit, wofür der Rapiddtyp (Reihe Re  $\frac{4}{4}$ ) für 125 km/h Höchstgeschwindigkeit bei 1700 kW Leistung entwickelt wurde, kennzeichnen den hohen Stand der elektrischen SBB-Lokomotiven. Der elektrische Betrieb der SBB verfügt weiter auch über Motorwagen verschiedener Bauformen, unter denen wir als besonders bemerkenswert einerseits die Leichttriebwagen und Schnelltriebzüge, andererseits die für kombinierten Adhäsions- und Zahnradbetrieb ausgebildeten, 920 kW leistenden Motorwagen der meterspurigen Brünig-Linie erwähnen möchten, die seit 1941 ebenfalls mit Einphasenwechselstrom von  $16\frac{2}{3}$  Hz bei 15 000 V Fahrdrähtspannung betrieben wird. Zurzeit dienen den SBB für die elektrifizierten Linien 556 Lokomotiven, 57 Motorwagen und 84 Traktoren für den Stationsdienst.

Im Gesamtüberblick über die SBB-Elektrifizierung sei erwähnt, dass für die rund 2700 ausgerüsteten Linienkilometer die zum elektrischen Betrieb erforderlichen Einrichtungen insgesamt ein Kapital von rund 900 Millionen Franken erforderten. Gemäss einem Jahres-Energieverbrauch von rund 700 Millionen kWh werden heute jährlich rund 1,2 Mill. t Kohle, d. h. rund 150 Mill. Fr. erspart. Noch bedeutender, aber nicht in Zahlen ausdrückbar, sind die allgemein volkswirtschaftlichen Erfolge der Elektrifizierung, die namentlich während des zweiten Weltkrieges eindrucksvoll zum Bewusstsein gebracht wurden.

Die Fortschritte der Elektrifizierung der Privatbahnen in der Periode 1916...1947 können hier nur gestreift werden. Heute sind von den rund 800 Linienkilometern privater Normalspurbahnen rund 600 km nach dem Normalsystem der SBB elektrifiziert. Auch grössere private Schmalspurbahnen wählten das Einphasensystem, und zwar im Anschluss und nach der Norm der Rhätischen Bahn, die Furka-Oberalp-Bahn und die Brig-Visp-Zermatt-Bahn. Die kurze, an die Furka-Oberalp-Bahn anstossende Schöllen-Bahn gab das bestehende

Gleichstromsystem auf, um ebenfalls zum Einphasensystem nach der Norm der Rhätischen Bahn überzugehen. Verschiedene kürzere Schmalspurbahnen und Zahnradbahnen elektrifizierten ihre Linien mit Gleichstrom. Alle elektrifizierten oder von Anfang an elektrisch betriebenen Privatbahnen, mit Einschluss der Standseilbahnen, dürften heute ebenfalls rund 2700 km Gesamtlängen erreichen, was etwa 95 % der totalen privaten Linienlänge entspricht. Ihr jährlicher Energieverbrauch darf auf rund 250 Mill. kWh angenommen werden.

Bundesbahnen und Privatbahnen zusammen haben eine Gesamtlänge elektrifizierter Linien von rund 5400 km erreicht, die bei 93 % der Gesamtzahl schweizerischer Linienkilometer liegt. Die Elektrifizierung unserer Eisenbahnen ist also heute schon eine nahezu vollständige.

Schliesslich sei auch noch der Dienste gedacht, welche Stark- und Schwachstromtechnik den Eisenbahnen ausserhalb der eigentlichen Elektrifizierung leisteten, wobei für die erste die Bereitstellung von Licht, Kraft und Wärme in Eisenbahn-Werkstätten, Bahnhöfen und sonstigen Anlagen von besonderer Bedeutung ist. Weiter sei auch auf die thermoelektrischen Triebfahrzeuge hingewiesen, die auf noch nicht elektrifizierten Linien verkehren.

Am Schluss dieser Darstellung seien im Namen der gesamten schweizerischen Elektrotechnik unseren Eisenbahnen und vorab den Schweizerischen Bundesbahnen zum bevorstehenden Jubiläumstag herzliche Glückwünsche entboten. Mögen unsere Bahnen ihrer volkswirtschaftlichen Aufgabe, die sie im ersten Jahrhundert ihres Bestehens hervorragend lösten, auch in Zukunft erfolgreich gerecht werden! In ihren Bemühungen, den technischen Fortschritt diesem Ziel stets nutzbar zu machen, wird ihnen die schweizerische Elektrotechnik, wie bisher, treue Mithilfe leisten.

#### Adresse des Autors:

Prof. Dr. W. Kummer, Ingenieur, Samariterstrasse 12, Zürich 7.

## Abschmelzcharakteristik von Schmelzsicherungen

Mitteilung der Materialprüfanstalt des SEV (F. Fankhauser)

621 316.923

Auf Veranlassung des Ausschusses der Normalienkommission des SEV und des VSE für die Ausarbeitung von Vorschriften für Niederspannungs-Hochleistungssicherungen hat die Materialprüfanstalt des SEV an den zur Zeit in der Schweiz hergestellten, genormten 500-V-Schmelzeinsätzen die Abschmelzcharakteristiken ermittelt.

Für die Durchführung der Versuche standen zur Verfügung:

Flinke Schmelzeinsätze, D-System, 2...200 A der Firmen Weber und Schurter;

flinke Schmelzeinsätze, D-System, 2...60 A der Firma Roesch;

flinke Schmelzeinsätze, D-System, 6, 10 und 15 A der Firma Siemens;

flinke Stecksicherungs-Schmelzeinsätze 4...25 A der Firma Gardy;

träge Schmelzeinsätze, D-System, 2...200 A der Firma Weber.

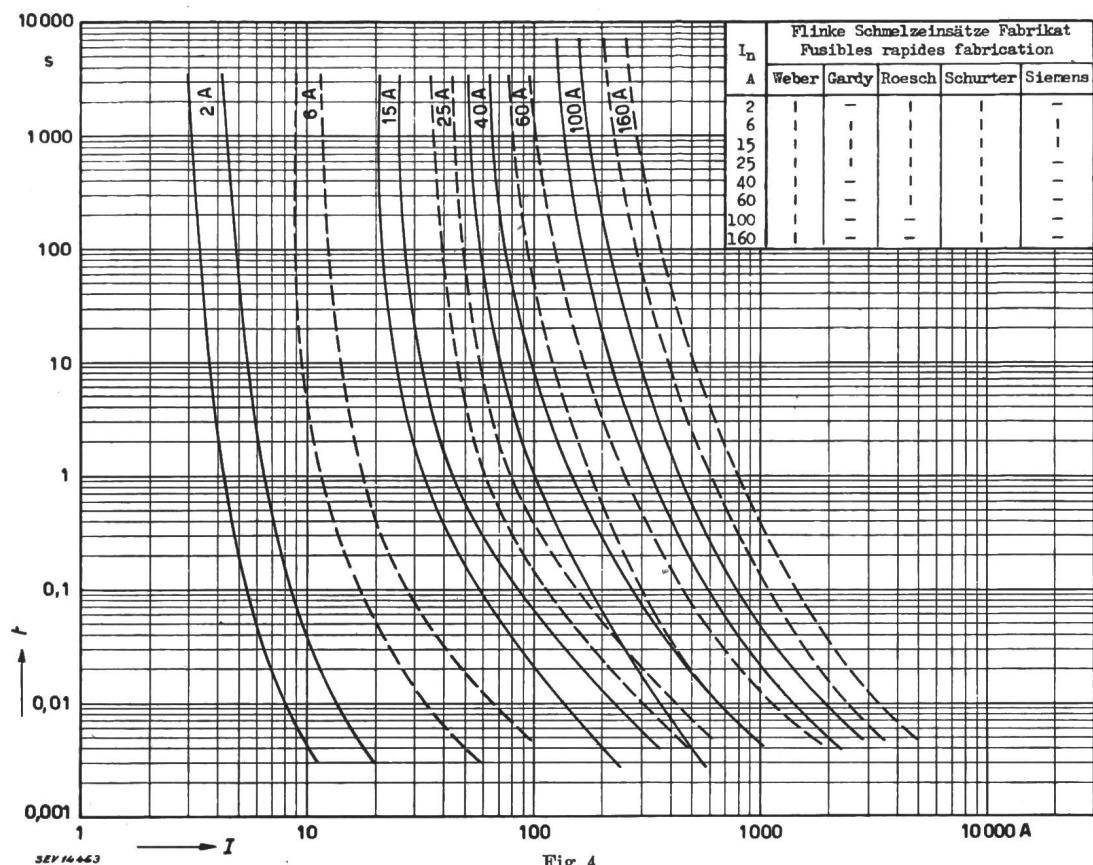
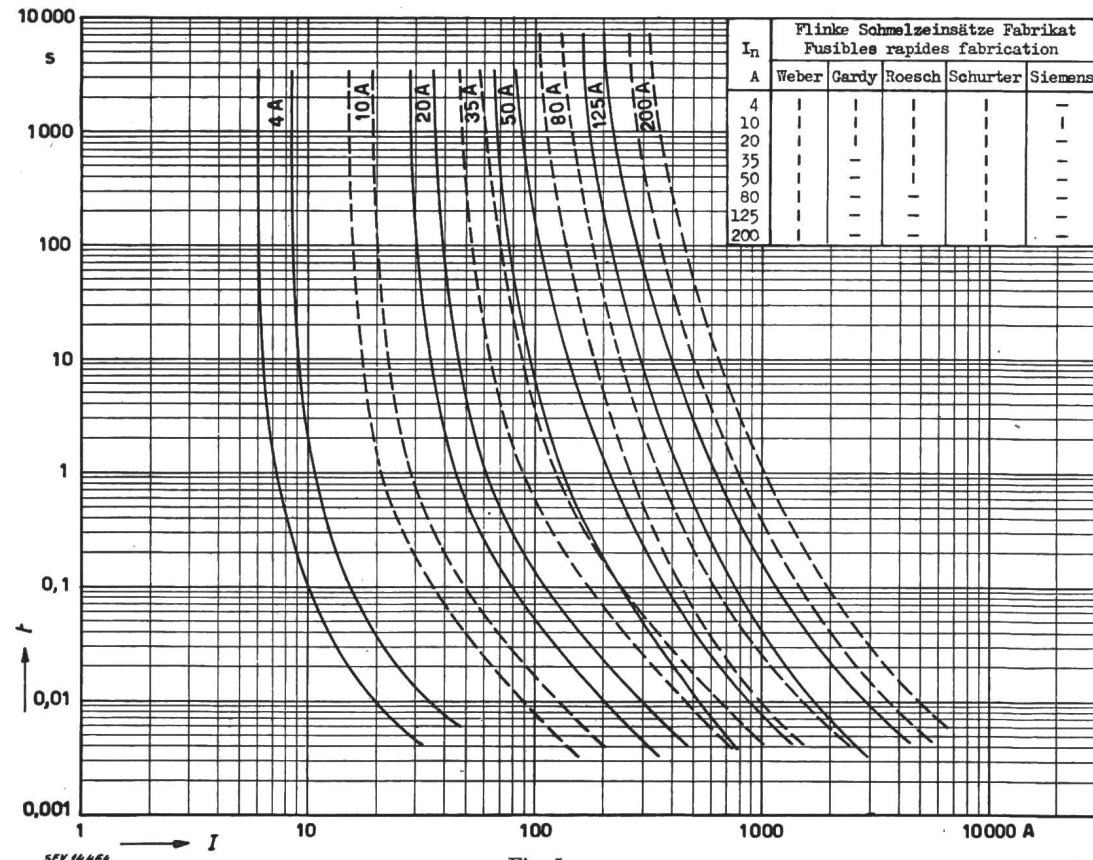
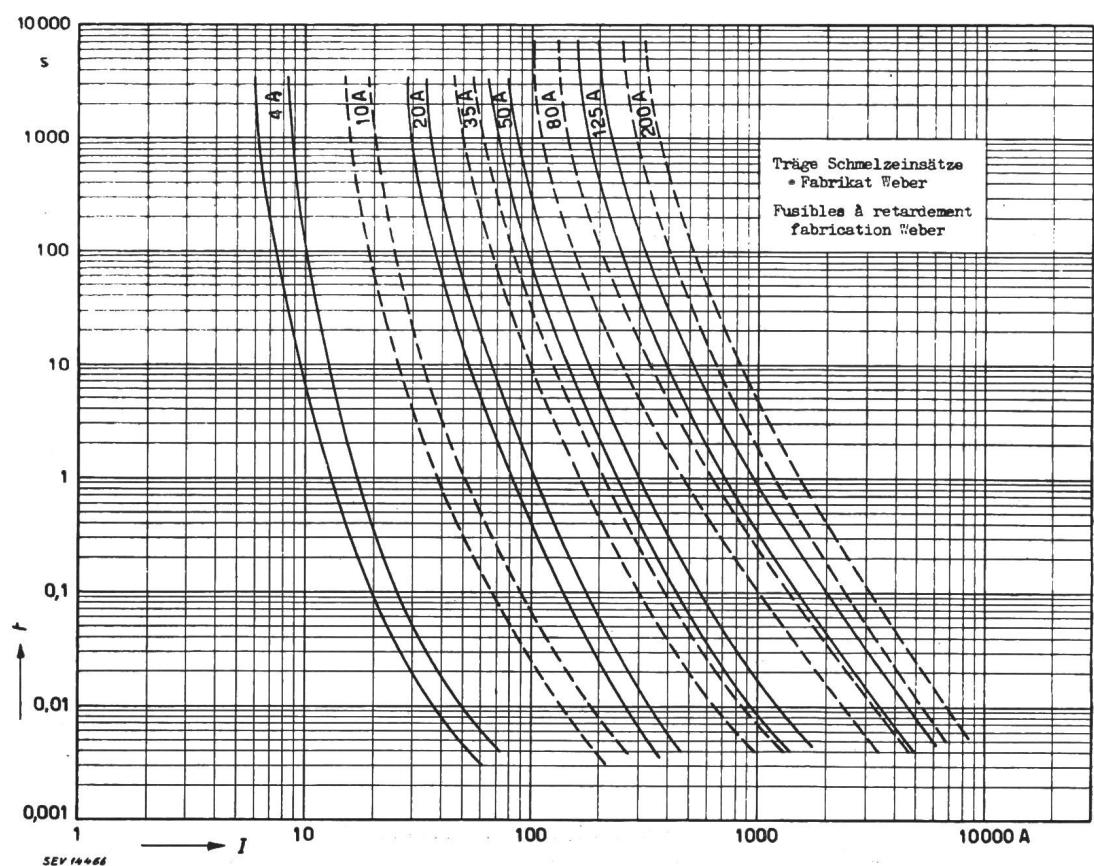
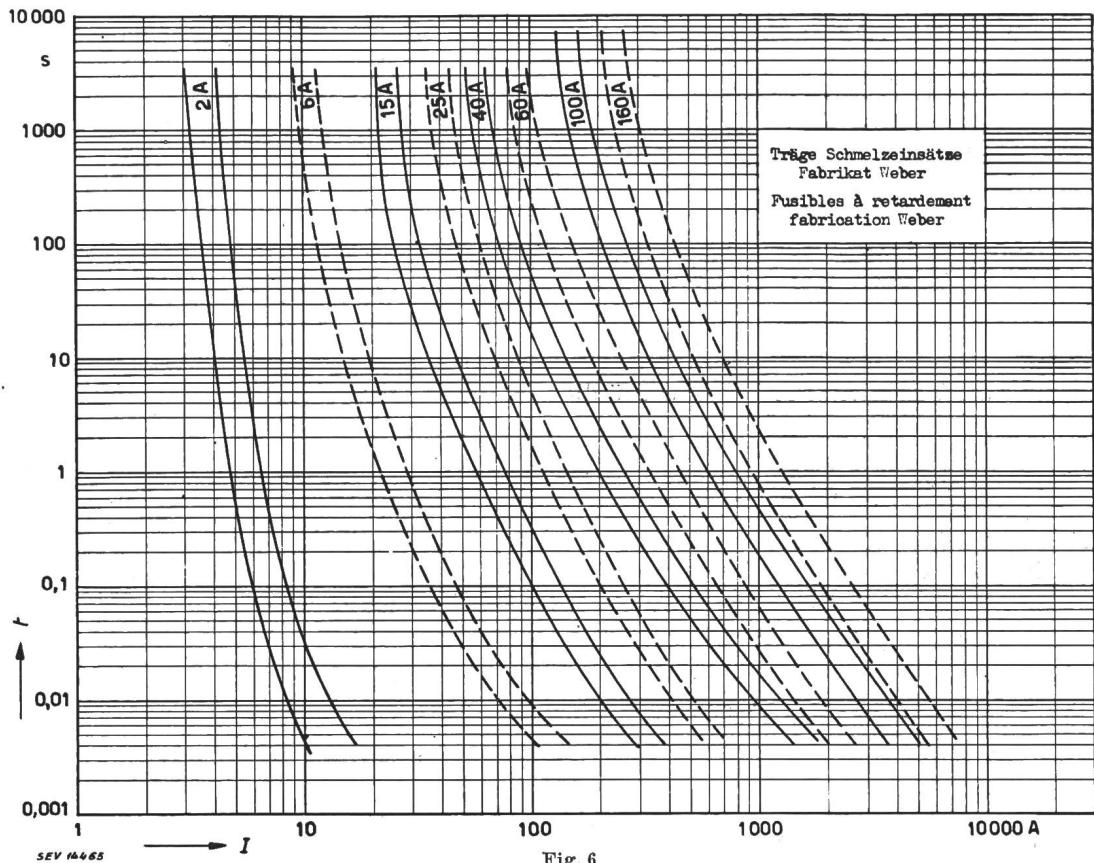


Fig. 4

Fig. 5  
Abschmelzcharakteristik von flinken Schmelzeinsätzen

$$t \text{ Abschmelzzeit; } I = \sqrt{\int i^2 dt}$$



Abschmelzcharakteristik von trägen Schmelzeinsätzen

$$t \text{ Abschmelzzeit; } I = \sqrt{\int i^2 dt}$$

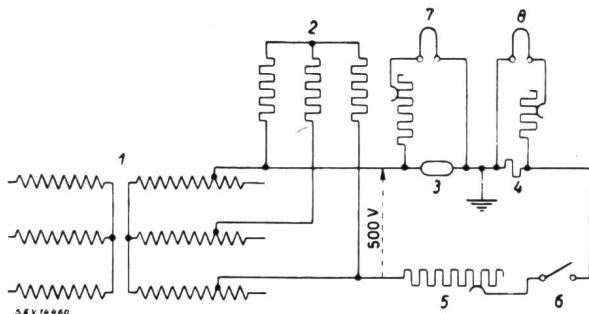


Fig. 1  
Schaltungsprinzip der Versuchseinrichtung für die Ermittlung der Abschmelzcharakteristik von Schmelzsicherungen  
1 Transformator 750 kVA 6000/500 V  
2 Grundbelastungswiderstand 29 Ω/Phase  
3 Schmelzeinsatz (Prüfobjekt)  
4 Shunt  
5 Widerstand zur Einstellung des Abschmelzstromes  
6 Synchronschalter  
7 Spannungsschleife des Oszillographen  
8 Stromschleife des Oszillographen

Die Kenntnis der Abschmelzcharakteristik ist für die Beurteilung der Selektivität zwischen den üblichen Hausinstallationssicherungen und Niederspannungs-Hochleistungssicherungen, Griffisicherungen, Motorschutzschaltern, Leitungsschutzschaltern usw. wichtig.

Die Zeitmessung erfolgte mit einer Stoppuhr bei Abschmelzzeiten von etwa 10 s bis 2 Stunden, mit einem elektrischen Zeitmesser bei Abschmelzzeiten von etwa 0,2 bis 10 s und mit einem Schleifenoszillographen bei Abschmelzzeiten unter etwa 0,2 s. Die Versuchsanordnung für die oszillographische Zeit- und Strommessung ist aus Fig. 1 ersichtlich. Zur Begrenzung des Abschmelzstromes dienten ohmsche Widerstände.

Das Einschalten des Stromkreises erfolgte durch einen Synchronschalter im Moment des Nulldurchgangs der Spannung. Kontrollmessungen bei Einschaltung im Moment des Spannungsmaximums und bei Belastung mit Gleichstrom haben auch bei den kürzesten Abschmelzzeiten eine sehr gute Uebereinstimmung der Messwerte ergeben.

Fig. 2 und 3 zeigen als Beispiele Oszillogramme von trügen 125-A-Schmelzeinsätzen, die mit rund 12- und 37fachem Nennstrom belastet wurden. Interessant ist dabei die Erscheinung, dass beim Abschmelzen mit dem kleineren Ueberstrom Wiederzündungen auftraten (Fig. 2), während beim grösseren Ueberstrom ein Löschen des Abschmelzlicht-

bogens beim ersten Nulldurchgang der Spannung erfolgte (Fig. 3). Bei Schmelzeinsätzen für Nennströme von etwa 60 A an aufwärts, besonders bei den trügen Schmelzeinsätzen, kann diese Erscheinung öfters beobachtet werden. Sie lässt sich damit erklären, dass beim Abschmelzen mit kleinen Ueberströmen die Schmelzstrecke im Schmelzleiter vorerst derart klein ist, dass nach Ansteigen der wiederkehrenden Spannung auf einen gewissen Wert erneut ein Ueberschlag entsteht. Nach mehrmaligen Ueberschlägen vergrössert sich die Abschmelzstrecke schliesslich so weit, dass die volle wiederkehrende Spannung ausgehalten wird. Beim Abschmelzen mit grossen Ueberströmen dagegen wird die Abschmelzstrecke im Schmelzleiter sofort so gross, dass eine endgültige Löschung des Lichtbogens schon beim erstmaligen Nulldurchgang der Spannung erfolgt. Die bei Wiederzündungen auftretenden kurzzeitigen Stromspitzen beeinflussen hinsichtlich ihrer Höhe und Dauer die Lage der Messpunkte in den Abschmelzkurven nur unwesentlich und wurden daher bei der Auswertung der Oszillogramme nicht berücksichtigt.

In den Abschmelzkurven (Fig. 4...7) ist die Zeit vom Augenblick der Strom einschaltung bis zum Beginn des Abschmelzlichtbogens in Abhängigkeit des

Schmelzstromes  $I = \sqrt{\int i^2 dt}$  eingetragen.

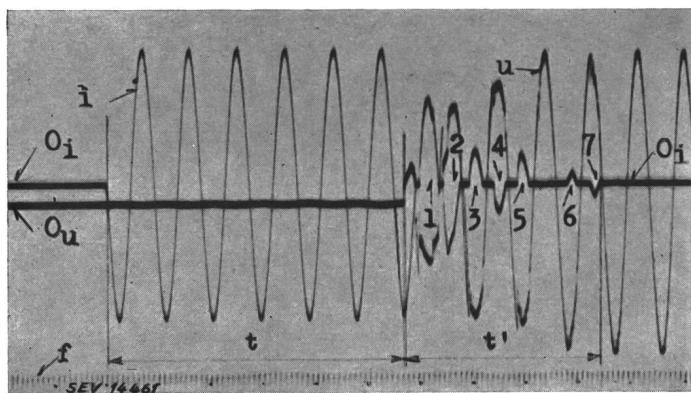


Fig. 2  
Oszillogramme von trügen 125-A-Schmelzeinsätzen  
Effektivwert des Prüfstromes  
 $I = 1480 \text{ A}$

$o_i$  Nulllinie des Stromes       $t$  Abschmelzzeit  
 $o_u$  Nulllinie der Spannung       $t'$  Lichtbogenzeit

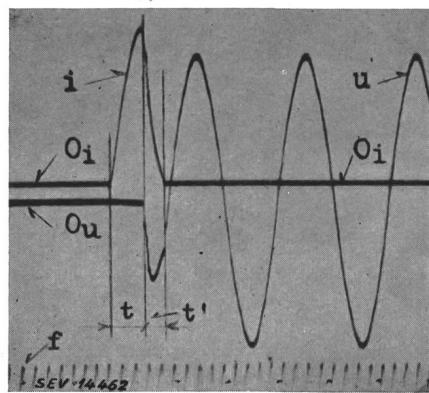


Fig. 3  
Effektivwert des Prüfstromes  
 $I = 4640 \text{ A}$   
 $f$  Zeitmessung 450 Hz  
1...7 Wiederzündungen