

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 33 (1942)

**Heft:** 20

**Artikel:** Die Lebensdauer der Kohleschleifstücke von Trolleybus-Stromabnehmern

**Autor:** Werdenberg, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061681>

#### 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>**

Die Projektierung und Bauleitung des elektromechanischen Teiles lag in den Händen von Oberingenieur F. Aemmer, Betriebsleiter der Kraftwerke Oberhasli A.-G., und der Ingenieure E. Maurer und H. Ludwig. Die örtliche Montageleitung besorgten die Herren H. Stalder und H. Lienhard. *A. K.-Bz.*

Die Montage der elektromechanischen Ausrüstung des Maschinenhauses Innertkirchen ist so weit fortgeschritten, dass die erste 47 500-kVA-Maschinengruppe bereits am 13. September 1942 und die zweite Gruppe am 27. September zu einem kurzen Probelauf in Betrieb genommen werden konnte. Da die 12 km langen Zuleitungsstollen vom Maschinenhaus Handeck zur Kaverne Innertkirchen in diesem Zeitpunkt noch nicht betriebsbereit waren, konnte der Antrieb der Maschinengruppen zu diesen Probeinbetriebsetzungen allerdings nicht in der üblichen Weise, d. h. durch ihre Wasserturbinen erfolgen, sondern die Generatoren wurden vielmehr als Motoren betrieben, wobei ihnen die Antriebsenergie von einem der 30 000-kVA-Generatoren des Maschinenhauses Handeck zugeführt wurde. Der Anlaufvorgang der Gruppen stellte dabei besondere Probleme, insbesondere da die antriebenden und die angetriebenen Maschinen 12 km voneinander entfernt liegen, wobei die elektrische Verbindung zwischen diesen beiden Maschinen infolge der Zwischenschaltung von drei Transformatoren, sowie von 5 km 50-kV-Kabel, 7 km 50-kV-Freileitung und 0,5 km 150-kV-Kabelleitung, eine hohe Impedanz aufwies (ca. 50 %, bezogen auf 47 500 kVA). Der Anlauf erfolgte nach dem elektrischen Zusammenschluss des Generators Handeck mit dem Generator Innertkirchen synchron vom Stillstand aus, durch langsame Beaufschlagung

der Turbine Handeck, nachdem beide Generatoren schon im Stillstand mit einem Strom entsprechend der Leerlaufspannung erregt waren. Da aber infolge der hohen Impedanz der Verbindungsleitungen das im Generator Innertkirchen verfügbare Drehmoment nicht ausreichte, um die Anlauffreibung des Spurlagers zu überwinden, war es notwendig, die Gruppe Innertkirchen vorerst durch mechanischen Antrieb in langsame Drehung zu setzen. Dies erfolgte durch Anziehen des Laufrades mit Hilfe eines 13-t-Kranks, wobei die Gruppe durch sechs am Laufrad treibende Arbeiter in langsamer Drehung gehalten werden konnte, sobald sich zwischen den Laufflächen des Spurlagers der Oelfilm gebildet hatte. Von dieser langsamen Drehung aus gelang dann das Auffahren ohne besondere Schwierigkeiten. Die normale Drehzahl wurde innerhalb von 10 Minuten erreicht. Der während des Anlaufes aufgenommene Statorstrom betrug etwa 15 % des Normalstromes, und er ging nach Erreichung der stationären Drehzahl auf einen bedeutend kleineren Wert zurück.

Der Probelauf jeder Maschinengruppe dauerte mehrere Stunden. Es zeigte sich dabei, dass diese Maschinen trotz ihrer beträchtlichen Höhe von 14 m ohne irgendwelche schädlichen Vibrationen laufen und dass sich sowohl die Spurlager als auch die Führungslager durchaus normal verhalten.

Es ist bemerkenswert, dass vom Zeitpunkt der Inangriffnahme der Ausbrucharbeiten der unterirdischen Kaverne bis zu diesen probeweisen Inbetriebsetzungen der beiden ersten Maschinen weniger als zwei Jahre verflossen sind, eine Zeitspanne, welche beim Umfang der zu bewältigenden Arbeiten als außerordentlich kurz bezeichnet werden darf.

*Ae.*

## Die Lebensdauer der Kohleschleifstücke von Trolleybus-Stromabnehmern

Von W. Werdenberg, Winterthur

621.336.324

Die Verkehrsbetriebe der Stadt Winterthur haben eine genaue Statistik über das Verhalten sämtlicher Trolleybus-kohleschleifstücke durchgeführt, einmal um die verschiedenen Fabrikate zu vergleichen, dann aber auch, um die zur Verlängerung der Lebensdauer der Kohleschleifstücke nötigen Massnahmen herauszufinden. Es zeigte sich, dass die bisher erreichte Lebensdauer der Kohleschleifstücke für einen wirtschaftlichen Betrieb genügt. Wichtig ist die sorgfältige Überwachung der Kontaktleitung und die Verbesserung der Konstruktionen; durch eine Verminderung der Zahl der Querschnittsveränderungen lässt sich die Lebensdauer erhöhen. Es wird empfohlen, Einrichtungen anzubringen, die verhindern, dass die Schleifstücke an vereisten oder mit Rauhreif behängten Fahrdrähten gleiten müssen.

### 1. Einleitung

Am 28. Dezember 1938 wurde von den Verkehrsbetrieben der Stadt Winterthur eine erste, doppel-spurige Trolleybuslinie von 3,1 km Länge in Betrieb genommen. Die Gleitschuhe der Stromabnehmer wurden von Anfang an mit Kohleschleifstücken ausgerüstet. Bei der Montage der nach dem System Kummler & Matter elastisch aufgehängten Kontaktleitung wurde darauf geachtet, dass soweit als

Les services compétents de la Ville de Winterthour ont établi une statistique précise du comportement de tous les frotteurs en charbon des prises de courant des trolleybus, afin de comparer les différentes marques et de rechercher les moyens propres à prolonger la durée de ces frotteurs. La durée atteinte jusqu'ici par ces pièces est suffisante pour assurer une exploitation économique. Il est important de surveiller l'état des fils de contact et d'améliorer les constructions; en réduisant le nombre des changements de sections, la durée des frotteurs est prolongée. On recommande de monter des dispositifs qui évitent aux frotteurs de devoir glisser le long des fils de contact recouverts de glace ou de givre.

möglich Schläge auf den Gleitschuh vermieden werden. Die Profile des Fahrdrähtes, des Gleitschuhs und der Drahthalter zeigt Fig. 1.

Am 24. Juli 1941 wurde diese erste Trolleybuslinie um 4,2 km Doppelspur verlängert. Die Fahrleitung wurde nach dem bisherigen System aufgehängt. Auch diese Leitung wurde von Anfang an mit Kohleschleifstücken befahren.

Ueber das Verhalten sämtlicher Kohleschleifstücke wurde eine genaue Statistik geführt, aus der die Lebensdauer in Fahrkilometer jedes einzelnen

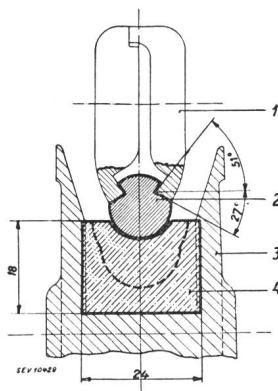


Fig. 1.

Trolleybus-Kohleschleifstück  
1 Fahrdrähtklemme, 2 Fahrdräht, 3 Gleitschuh, 4 Kohleschleifstück (Dimensionen: 18×24×70 mm).

Stückes und die Ursache der Unbrauchbarkeit hervorgeht.

Es wurden im ganzen 12 Kohlensorten ausprobiert. Diese Kohlen zeigten bald erhebliche Unterschiede in der Lebensdauer. Eine Abwägung der Lebensdauer und der Preise veranlasste uns aber schon frühzeitig, die Untersuchungen auf 3 Fabrikate zu beschränken und später nur noch ein Fabrikat besonders intensiv zu verwenden.

## 2. Ergebnisse der Statistik

### a) Vergleich der Fabrikate.

Die Lebensdauer eines Kohleschleifstückes hängt nicht nur von der Qualität der Kohle, sondern auch vom Fahrleitungssystem, der Sorgfalt der Montage der Fahrleitung, der Witterung und der Behandlung der Kohle ab.

Da sämtliche Fahrzeuge immer die ganze Fahrleitung bestreichen, ist die Voraussetzung für einen einwandfreien Vergleich hinsichtlich Fahrleitungssystem und Fahrleitungsmontage gegeben; es müssen lediglich die Fahrleistungen von Kohleschleifstücken, die wegen vorübergehenden Fehlern in der Fahrleitung frühzeitig unbrauchbar geworden sind, unberücksichtigt bleiben. Um hinsichtlich Witterung einwandfreie Vergleichsgrundlagen zu erhalten, wurden die 3 verschiedenen Fabrikate in allen Jahreszeiten gleichmäßig verwendet. Die Behandlung der Kohlen wurde während der Vergleichszeit nicht geändert.

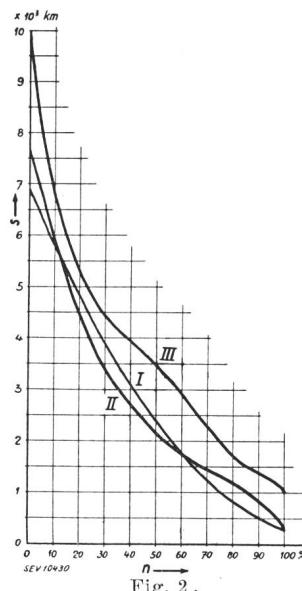
Fig. 2 zeigt die Lebensdauer der Kohleschleifstücke der 3 eingehender geprüften Fabrikate. Darin sind von jedem Kohleschleifstück die Fahrleistungen in km der Grösse nach geordnet aufgetragen. Auffallend ist, dass die Lebensdauer aller 3 Fabrikate stark, d. h. zwischen rund 500 km und rund 10 000 km schwankt. Die Ursache dieser grossen Schwankungen konnte bisher nicht einwandfrei gefunden werden; sicher ist, dass, neben Ungleichheiten in der Fabrikation der Kohleschleifstücke, vor allem die Witterung von grossem Einfluss ist. Obwohl die Kurven nicht wesentlich voneinander abweichen, zeigt ein Vergleich der Mittelwerte doch, dass das Fabrikat III den andern Fabrikaten überlegen ist (Tabelle I).

### Vergleich der Kohleschleifstücke

Tabelle I.

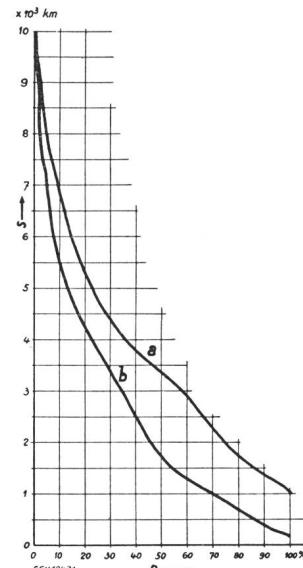
Fabrikat	Mittlere Lebensdauer		Kosten pro km %
	km	%	
I	2 750	75	265
II	2 600	71	105
III	3 650	100	100

Dieser Unterschied in der mittleren Lebensdauer wird noch bedeutungsvoller, wenn auch die Kosten



Lebensdauer in km von Kohleschleifstücken am positiven Fahrdräht. Fabrikate I, II, III.

n Anzahl Kohlen (%). s Lebensdauer in Fahrkilometern.



Einfluss von Fahrleitungsfehlern auf die Lebensdauer von Kohleschleifstücken.  
a Lebensdauer bei idealer Fahrleitung.  
b Lebensdauer bei fehlerhafter Fahrleitung.

pro km eines Schleifstückes berücksichtigt werden; diese Kosten sind ebenfalls in Tabelle I eingetragen.

### b) Einfluss von Fahrleitungsfehlern.

Jede Fahrleitung besitzt Konstruktionsteile, z. B. Kreuzungen, Weichen, Kurvenhalter usw., welche die Lebensdauer der Schleifstücke herabsetzen, indem die Kohlen rascher abgenutzt werden. Daneben treten eigentliche Fehler an der Kontaktleitung auf, die dazu führen, dass die Schleifstücke vor der vollständigen Abnutzung schadhaft und unbrauchbar werden. Diese Mängel der Kontaktleitung sind als Fehler zu bezeichnen, weil sie sich meistens leicht vermeiden lassen.

Wie sich die nicht ohne weiteres vermeidbaren Mängel der Fahrleitung auswirken, geht aus Tabelle III hervor. Sie zeigt, wie die mittlere Lebensdauer der Kohlen seit der Inbetriebnahme der zweiten Trolleybuslinie abgenommen hat, was sehr wahrscheinlich unter anderem darauf zurückzuführen ist, dass die Zahl der Querschnittsveränderungen (Kurven, Kreuzungen usw.) bei der ersten Linie 4,8 pro km und seit Juli 1941, 5,8 pro km Leitungslänge beträgt.

Den Einfluss der eigentlichen Fehler zeigt Fig. 3, wo die Lebensdauer der Schleifstücke mit und ohne

schadhafte Kohlen der Grösse nach geordnet aufgetragen ist. Der Einfachheit halber ist nur die Lebensdauer der am positiven Fahrdrähten liegenden Kohlen dargestellt. Deutlich ist zu erkennen, wie sich die Fehler der Fahrleitung in einer Verkürzung der Lebensdauer bemerkbar machen. Die mittlere Lebensdauer beträgt trotz sorgfältiger Ueberwachung der Leitung nur noch 2625 km, ist also rund 30 % kleiner als bei der fehlerfreien Fahrleitung.

### c) Einfluss der Polarität.

Die Lebensdauer der Kohleschleifstücke ist verschieden, je nachdem sie den positiven oder den negativen Fahrdräht bestreichen. Wie zu erwarten,

### d) Einfluss der Witterung.

Die Witterung (Rauhreif, Schnee etc.) beeinflusst die Lebensdauer der Schleifstücke stark, was aus Tabelle III deutlich hervorgeht. In dieser Tabelle ist die Lebensdauer der Kohlen Fabrikat III bei «fehlerfreier» Fahrleitung eingetragen. Man erkennt, dass die Lebensdauer in den Wintermonaten jeweils stark abnimmt, und zwar sowohl die Maximalwerte, als auch die Mittelwerte und Minimalwerte. Die Hauptursache für diese starke Abnahme ist der Rauhreif; es wird deshalb nach einer einfachen Einrichtung gesucht, die die Rauhreibildung vermeidet oder unwirksam macht. Bisher half man sich notdürftig mit dem Abschaben des Rauhreises vor Beginn des Betriebes.

*Lebensdauer von Kohleschleifstücken bei «fehlerfreier» Fahrleitung in Abhängigkeit der Jahreszeiten.*

Tabelle III.

	Jahr	1939		1940				1941				1942			
		Monat	Mai Okt.	Nov. Dez.	Jan. Febr.	März April	Mai Okt.	Nov. Dez.	Jan. Febr.	März April	Mai Okt.	Nov. Dez.	Jan. Febr.	März April	Mai Juli
Lebensdauer in km	Maximal	+ Draht	7593	5072	3312	7097	9833	3835	3569	2878	5048	3457	2816	4865	3848
		— Draht	8075	3257	4063	6578	7908	2836	4219	2955	7422	4752	3930	4389	5833
	Mittel	+ Draht	5002	2282	1953	5119	5112	1984	2213	2130	3316	2196	1904	2796	2837
		— Draht	4564	1805	2140	2891	4081	1666	2290	2049	2945	2226	2056	2625	2927
	Minimal	+ Draht	3538	859	937	4211	2963	1096	1027	1398	2131	1149	1453	2003	2160
		— Draht	2394	586	1023	1735	1564	1096	1027	1397	1574	1199	1075	1639	1791
	Regentage je Monat		12	8	4	8	10	7	6	10	10	6	1	6	11
	Schneefalltage je Mon.			4	6	3		6	7	1		4	11	1	
	Rauhreiftage je Monat			2	3			2	2	1		2	3	1	
Witterung															

ist die Lebensdauer der am negativen Fahrdrähten liegenden Kohlen etwas kleiner; Tabelle II zeigt die bisher gefundenen Werte.

*Mittlere Lebensdauer an der «fehlerfreien» Fahrleitung.*

Tabelle II.

Fabrikat	positiver Fahrdräht km	negativer Fahrdräht	
		km	in % des + Fahr- drahtes
I	2 750	2 580	94
II	2 600	2 034	79
III	3 650	2 951	81

Darnach ist die Lebensdauer der am negativen Draht liegenden Kohlen im Mittel rund 15 % kleiner als die Lebensdauer der am positiven Fahrdrähten liegenden Kohlen. Ob sich durch Umpolung der Leitungen die gesamthafte Lebensdauer von positiven und negativen Schleifstücken erhöhen lässt, wurde noch nicht ausprobiert.

Die Zusammenstellung lässt ferner vermuten, dass der Regen ohne grossen Einfluss auf die Lebensdauer ist.

Die allgemein kleinere Lebensdauer seit dem Sommer 1941 ist neben der Erweiterung des Netzes, die verhältnismässig viel Weichen und Streckentrenner brachte, vielleicht auch auf eine Qualitätsverminderung der Schleifstücke zurückzuführen.

### 3. Zusammenfassung

Die bisher erreichte Lebensdauer der Kohleschleifstücke genügt für einen wirtschaftlichen Betrieb.

Durch sorgfältige Ueberwachung der Kontaktleitung und vor allem durch Verbesserung der Konstruktionen in Richtung einer Verminderung der Anzahl Querschnittsveränderungen lässt sich die Lebensdauer noch erhöhen.

Ferner sind Einrichtungen anzubringen, die verhindern, dass die Schleifstücke an vereisten oder mit Rauhreif behängten Fahrdrähten gleiten müssen.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Einheitlicher Aufbau der elektrischen Installationen in mechanischen Werkstätten

621.316.17 : 621.34

[Nach H. Becker, VDI-Zeitschrift Bd. 86 (1942), Nr. 31/32, S. 481...486.]

In seinem Aufsatz mit dem Titel «Einheitliche Ausrichtung der Stromnetze in mechanischen Werkstätten» stellt der

Verfasser zuerst die Forderung nach «Freizügigkeit» der Arbeitsmaschinen auf. Er betont, dass die Aufstellung einer Werkzeugmaschine an einem neuen Verwendungsort heute nur in wenigen Fällen ohne Änderung der elektrischen Ausrüstung durch Auswechseln und Umwickeln von Motoren oder durch Vorschalten von Transformatoren oder Umformern möglich ist. Als Beweis dafür werden folgende in