

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 29 (1938)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Aufzeichnungen über elektrische Zugsbeleuchtung in der Schweiz  
**Autor:** Flügel, Paul  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059367>

#### **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:** 21.02.2026

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

# BULLETIN

## REDAKTION:

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich8, Seefeldstr. 301

## ADMINISTRATION:

Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 51.742  
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXIX. Jahrgang

Nº 5

Mittwoch, 2. März 1938

## Aufzeichnungen über elektrische Zugsbeleuchtung in der Schweiz.

Von Paul Flügel, Bern.

621.32 : 625.2

Auf Grund 40jähriger Erfahrung gibt der Autor einen umfassenden Ueberblick über die Entwicklung der Beleuchtung der schweizerischen Eisenbahnwagen. Behandelt wird der Uebergang von der Oel- und Petrolbeleuchtung zur elektrischen Beleuchtung (in der Schweiz erlangte die Gasbeleuchtung nie eine wesentliche Bedeutung). Es wird auf die verschiedenen Beleuchtungssysteme (Batterie und Dynamo) und die verwendeten Lampen eingegangen. Zum Schluss wird ein Ueberblick über die Fragen des Unterhaltes der Beleuchtungsanlage gegeben.

Den Anstoss, in den Eisenbahnwagen der schweizerischen Bahnverwaltungen zur elektrischen Beleuchtung überzugehen, gab vor 50 Jahren der Oberingenieur der damaligen Jura - Bern - Luzern-Bahn, Rud. Weyermann. Die Wagen waren damals noch mit Oel- oder Petrollampen beleuchtet; einzig die im Jahre 1882 eröffnete Gotthardbahn hatte ihre neuen, dem internationalen Verkehr dienenden Wagen mit Gasbeleuchtung versehen.

Auf Einladung des eidg. Eisenbahndepartementes an die übrigen schweizerischen Bahnverwaltungen, die Einführung der Gasbeleuchtung ebenfalls zu prüfen, kam die technische Kommission des schweizerischen Eisenbahnverbandes in ihrer Sitzung vom 2. und 3. November 1888 zum Schluss, die Einführung der Gasbeleuchtung sei nicht zu empfehlen; es sei dagegen wünschenswert, eingehende Versuche mit elektrischer Beleuchtung anzustellen. Zu Bedenken Anlass, die Gasbeleuchtung einzuführen, gab der schwere Unglücksfall auf dem Bahnhof Wannsee bei Berlin (1887), bei welchem durch Entflammen des aus seinen Behältern austretenden Gases eine grosse Zahl Reisender verbrannten. Dass die Bedenken berechtigt waren, erwies sich später bei ähnlichen Unfällen zu Limoto bei Mailand (1893), in Offenbach bei Frankfurt a. M. (1900) und andere, wie auch zu Bellinzona (1924), wo ebenfalls ein noch mit Gasbeleuchtung ausgerüsteter deutscher Wagen verbrannte. Der letztgenannte Unfall und der schwere Zugsbrand im Tunnel von Batignolles bei Paris (1921) veranlassten dann die schweizerischen und französischen Aufsichtsbehörden, die Führung von Wagen mit Gasbeleuchtung überhaupt zu verbieten.

Den ersten Versuch mit einem elektrisch beleuchteten Wagen machte Ende 1888 die Nordostbahn. Anfangs 1889 stellte die Westbahn einen AB-

L'auteur, qui possède une expérience de 40 années dans ce domaine, donne un aperçu complet du développement de l'éclairage des voitures de chemins de fer suisses. Il indique comment on a passé de l'éclairage à l'huile et au pétrole à l'éclairage électrique (l'éclairage au gaz n'a jamais eu beaucoup d'importance en Suisse). Il passe ensuite en revue les divers systèmes d'éclairage (batterie et dynamo) et les divers types de lampes. Il donne enfin un aperçu des questions relatives à l'entretien des installations d'éclairage.

Wagen mit elektrischer Beleuchtung auf der Strecke Genf-Bern in Betrieb, und die Jura - Bern - Luzern-Bahn (JBL) einen elektrisch beleuchteten Zug auf der Strecke Bern - La Chaux-de-Fonds. Während es bei der Nordostbahn beim Versuch blieb, wurde von der inzwischen aus der Fusion der Westbahn und JBL hervorgegangenen Jura - Simplon-Bahn (JS) 1890 der Entschluss gefasst, alle neu zu bauenden Wagen mit elektrischer Beleuchtung auszurüsten, und bis Ende 1891 waren bereits 30 Wagen mit solcher in Dienst gestellt. Dem Vorgehen der JS folgte die Zentralbahn und später die Gotthardbahn sowie einige Nebenbahnen.

Zu jener Zeit kamen für die Speisung der elektrischen Beleuchtung nur Akkumulatorenbatterien in Frage. Diese wurden unterhalb des Wagenkastens untergebracht. Die Beleuchtungseinrichtung war äusserst einfach. Jeder Wagen erhielt seine Batterie, einen Stundenzähler, der die Zeit angab, nach welcher die Batterie auszuwechseln war, eine Sicherung, einen Schalter und die Leuchten.

Für die Ausführung der Batteriekästen, Lampenfassungen, Sicherungen und Schalter und deren Placierung wurden unter den Verwaltungen Normen vereinbart (die beiden erstgenannten haben noch heute Gültigkeit); Grundlage für die Batterie bildete die JS-Batterie zu 9 Zellen. Mit Rücksicht auf das Auswechseln, Verladen und den Transport der Batterien wurde das maximal zulässige Gewicht für die in einem Tragkasten untergebrachten Zellen auf 130 kg festgesetzt. Um an Anlagenkosten zu sparen, wurden die Gepäckwagen nur mit einer Batterie, die Personenwagen mit zwei Batterien zu 9 Zellen ausgerüstet und diese anfänglich parallel, später hintereinander geschaltet. Dies führte zur Annahme von 2 Lampenspannungen, von 18 und 36 Volt. Zur Verhütung des Lockerwerdens

und Herausfallens der Lampe bei unruhigem Wagenlauf wurde eine Bajonettfassung angenommen.

Die Beleuchtung war nach heutigen Begriffen noch sehr bescheiden (3...4 Kohlenfaden-Lampen zu 10 Hefnerkerzen in dreiachsigen Wagen III. Kl., und 5 Hefnerkerzen auf den Plattformen und im Abort), immerhin doch schon wesentlich besser als die frühere Beleuchtung mit den beiden in den Stirnwänden eingebauten Petrollampen. Umständlich für den Betrieb war das Auswechseln der Batterien, deren Bezug von den Ladestationen, sowie die Rücksendung an diese. Solche Ladestationen befanden sich anfänglich in Freiburg, Biel, Olten und Chiasso; später kam für die Ostschweiz noch eine solche in Romanshorn und für die Brünigstrecke eine in Meiringen hinzu. Biel ist heute aufgehoben und die Ladestationen Freiburg und Chiasso wurden nach Lausanne und Bellinzona verlegt.

Das Auftauchen von Beleuchtungsausrüstungen mit von der Wagenachse aus angetriebener Dynamo und später einer weniger Leistung brauchenden Metallfadenlampe brachten daher eine willkommene Verbesserung in der elektrischen Zugsbeleuchtung.

Die erste erfolgreiche und finanziell tragbare Dynamo-Beleuchtungsausrüstung stammte von der Firma Stone & Cie., London. Den ersten Versuch damit machte 1898 die Gotthardbahn. 1899 rüstete auch die Jurasimplonbahn 2 Wagen aus und stellte 1900 in den gleichen Zug einen weiteren Versuchswagen nach Bauart Vicarino ein, ausgeführt von der Compagnie Générale Electrique in Nancy. Zu gleicher Zeit schuf ferner der Elektrotechniker der Schweiz. Centralbahn die nach seinem Namen benannte Bauart Kull, von der die erste Ausführung ebenfalls im Frühjahr 1900 in Dienst gestellt wurde.

Die Ergebnisse dieser Vorversuche gaben nach Erwerbung der Lizzenzen durch die folgenden Firmen 1902 Anlass zur Bestellung von 24 Ausrüstungen der Bauart Stone bei der Maschinenfabrik Oerlikon, von 20 Ausrüstungen der Bauart Vicarino bei Alioth in Münchenstein und 36 Ausrüstungen der Bauart Kull bei Brown, Boveri & Cie. in Baden.

Auf Grund der Bauart Kull entwickelte alsdann die A.-G. Brown, Boveri & Cie. die von ihr später in Handel gebrachten Bauarten Aichele (1903) und BBC (1908). Im Jahre 1907 kam ferner hinzu die Bauart Grob (ausgeführt von der damaligen Firma Wüest & Cie. in Seebach) und nach Auflösung ihrer Bindung mit der Firma Stone noch eine eigene Bauart der Maschinenfabrik Oerlikon (1915). Die Bauart des Schweizer Ingenieurs Grob wurde später von der Firma Pintsch in Berlin erworben und vervollkommen und wird heute insbesondere in Deutschland als Bauart Pintsch-Grob gebraucht<sup>1)</sup>.

Versuche in Oesterreich (1898) und in Deutschland (1902), ganze Züge durch eine grössere Be-

leuchtungsgruppe von der Lokomotive oder dem Gepäckwagen aus elektrisch zu beleuchten, stiessen im internationalen Verkehr auf Schwierigkeiten. Da auf allen grösseren Bahnhöfen Wagen aufzunehmen und abzugeben sind, hätte eine solche geschlossene Zugbeleuchtung die internationale Normalisierung der Stromquellen und zum Teil auch der Beleuchtungsausrüstung der Wagen bedingt. Die Verständigung unter den Verwaltungen und den dabei interessierten Firmen hätte aber Jahre gedauert und die Einführung der elektrischen Zugbeleuchtung gehemmt. Eine Beleuchtungsausrüstung, die keine Kupplungen zwischen den Wagen erforderte und eine vollständig unabhängige Verfügbarkeit über jeden einzelnen Wagen für alle Zugsgattungen gestattete, ohne irgendwelche Einstellungen vornehmen zu müssen, ob der Wagen in einem dem internationalen Verkehr dienenden Schnellzug oder in einem Bummelzug des Lokalverkehrs eingereiht wird, und ob die Beleuchtung hiebei viel oder wenig gebraucht wird, war daher vorzuziehen.

Zur Erfüllung dieser Bedingung wird jeder Wagen mit einer Gleichstromdynamo ausgerüstet, mit Riemen von der Wagenachse aus angetrieben, und mit einer Akkumulatorenbatterie für die Beleuchtung während des Stillstandes der Wagen. Eine selbstdämmige Umschaltvorrichtung, meist eine mit der Dynamowelle in Verbindung stehende Bürstenumstellung, sorgt beim Fahrrichtungswechsel für die Umpolung des Ladestromes. Ein leicht auswechselbarer Schalt- und Regulierapparat enthält einen automatischen Schalter, der bei etwa 25 km Geschwindigkeit, bei der die Dynamo die erforderliche Spannung erreicht, diese an die Beleuchtung und Batterie schaltet und sie bei Unterschreitung wieder abschaltet. Die Batterie bleibt ständig an das Beleuchtungsnetz des Wagens angeschlossen. Der Apparat enthält im weiteren einen im Nebenschluss der Dynamo eingeschalteten Spannungsregler, mit dem bei veränderter Geschwindigkeit die Spannung konstant gehalten wird, und einen Ladeunterbrecher oder Spannungsbegrenzer, der die Batterie vor Ueberladung schützt.

Mit Ausnahme des Anzündens und Ablöschens der Beleuchtung und des allfälligen Auswechselns einer durchgebrannten Lampe ist keinerlei Bedienung durch das Zugspersonal erforderlich.

Mit solchen Ausrüstungen war es möglich, auch im internationalen Verkehr mit der Gasbeleuchtung in Konkurrenz zu treten. Die Gasbeleuchtung hatte namentlich seit dem Aufkommen des Gasglühlichtes im Ausland immer mehr Eingang gefunden. Bald nach der Verstaatlichung der schweizerischen Hauptbahnen (1902/03) gingen denn auch die Schweizerischen Bundesbahnen zur Einzelwagenbeleuchtung mit Dynamo über und behielten die reine Batteriebeleuchtung nur noch für die älteren, weniger verwendeten Wagen bei, sowie auf der schmalspurigen Brünigbahn, deren Wagen nicht frei verwendbar sind. In gleichem Sinne ging auch die eidg. Postverwaltung in der Beleuchtung der Bahnpostwagen vor.

1) Beschreibungen der Bauarten Stone, Kull, Vicarino in Schweiz. Bauzeitung 1903 und der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1903, der Bauart Aichele in Schweiz. Bauzeitung 1905, der Bauart Oerlikon in Periodische Mitteilungen Oerlikon Nr. 86 und 96, der Bauart BBC im Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens 1909.

Der Uebergang von der Petrol- und Gasbeleuchtung zur Batterie- und Dynamobeleuchtung ist aus Tabelle I und Fig. 1 ersichtlich:

*Stand der Beleuchtung in den Personen-, Gepäck- und Bahnpostwagen der Schweizerischen Bundesbahnen und ihrer Vorgängerinnen.*

Tabelle I.

	Petrol oder Öl		Gas		Elektrisch		Batterie-beleuchtung		Dynamo	
	Wagen	%	Wagen	%	Wagen	%	Wagen	%	Wagen	%
1888	1714	84,8	306	15,2						
1890	1703	82,3	353	17,0	14	0,7	14			
1892	1745	77,2	392	17,3	124	5,5	124			
1894	1651	70,9	469	20,1	208	9,0	208			
1896	1505	61,9	486	20,0	441	18,1	441			
1898	1467	57,4	525	20,6	563	22,0	563			
1900	1457	51,7	538	19,1	821	29,2	817	29,0	4	0,2
1902	1476	49,3	560	18,7	956	32,0	888	29,7	68	2,3
1904	1127	36,3	573	18,1	1406	45,3	1138	36,6	268	8,7
1906	789	23,1	568	16,6	2057	60,3	1168	34,2	889	26,1
1908	603	15,6	511	13,3	2741	71,1	1067	27,7	1674	43,4
1910	478	11,6	496	12,0	3149	76,4	1064	25,8	2085	50,6
1915	302	6,7	305	6,7	3944	86,6	907	19,9	3037	66,7
1920	117	2,7	6	0,1	4174	97,2	858	20,0	3316	77,2
1925	24	0,55	0	0	4340	99,4	648	14,8	3692	84,6
1930	5	0,1	0	0	4433	99,9	445	10,0	3988	89,9
1935	0	0	0	0	4504	100	65	1,4	4439	98,6

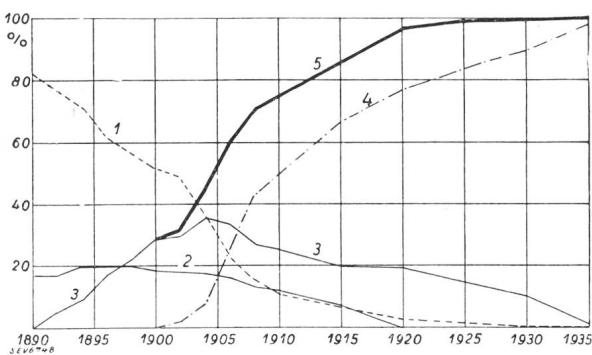


Fig. 1.

Zahl der Beleuchtungsanlagen in den Personen-, Gepäck- und Bahnpostwagen der Schweizerischen Bundesbahnen und deren Vorgängerinnen.

1 Petrol, 2 Gas, 3 Akkumulatoren, 4 Dynamo, 5 Total elektrische Beleuchtung.

Für die Ausrüstung der Wagen mit Dynamobeleuchtung wurden bis 1935 beschafft:

Ausrüstungen nach Bauart	Stone	28
» » » Vicarino		21
» » » Kull	gelifert	162
» » » Aichele	von Brown,	1589
» » » BBC	Boveri	2394
» » » Grob		100
» » » Oerlikon		290

und 12 Regulierapparate der Bauart Dick.

Davon kamen im Laufe der Jahre die Bauarten Stone, Vicarino und Grob nach und nach zur Ausrangierung oder zum Umbau durch Weiterverwendung der Dynamos in Verbindung mit einem Regulierapparat von Brown Boveri oder der Maschinenfabrik Oerlikon.

Um unter den verschiedenen Systemen eine gewisse Freizügigkeit zu erhalten, wurden für die Dynamos und Regulierapparate Normen festgesetzt, damit gegebenenfalls zur Dynamo auch ein Regulierapparat anderer Provenienz verwendet

werden kann. Aus diesem Grunde haben Dynamos mit Spezialwicklungen für die Spannungsregulierung nicht beliebt.

Gestützt auf Betriebserfahrungen muss die Dynamo die doppelte Leistung abgeben können, als der Anschlusswert des Lichtnetzes beträgt, um die Batterien für die Beanspruchung während der Aufenthalte, insbesondere auf Grenz- und Uebergangsstationen, für Wagenreinigungsarbeiten u. a., genügend nachzuladen.

Es kommen zur Verwendung:

Dynamo A für 3000 W } in Verbindung mit 4 Batterien,  
 » B » 1800 W } wovon 2 parallelgeschaltet.  
 » C » 1200 W in Verbindung mit 2 Batterien.  
 » D » 600 W in Verbindung mit 1 Batterie.

Die Kosten einer vollständigen Wagenbeleuchtungs-Ausrüstung mit Dynamos stellten sich, einschliesslich Batterien, fertig montiert:

für 4-achsige Wagen I. und II. Kl. auf 3700 ... 4500 Fr.  
 für 4-achsige Wagen III. Kl. auf . . 2900 ... 3600 »  
 für 2- und 3-achsige Personenwagen auf 2500 ... 2800 »  
 für 2- und 3-achsige Gepäckwagen auf 1600 ... 1800 »

Die Ausrüstung der Wagen mit Dynamos ermöglichte, sowohl die Lampenzahl in den Wagen zu vermehren, als auch Lampen grösseren Lichtstromes einzusetzen.

Bei Aufnahme der elektrischen Beleuchtung kamen noch Kohlenfadenlampen von 5, 10 und 16 Hefnerkerzen (HK) zu 2,7 W/HK zur Verwendung. Nachdem eine den Wagenerschütterungen standhaltende Metallfadenlampe erhältlich war, ging man 1910 über zu Lampen von 12, 25 und 32 HK zu 1,2 W/HK. Das Aufkommen der Spiraldrähtlampen führte 1928 zum Uebergang zu den vom SEV genormten Typen von 15, 25 und 40 W. Der Blendung wegen wurden später Opalglaslampen eingesetzt.

Die im Laufe der Zeit erreichte Verbesserung in der Wagenbeleuchtung ist aus Tabelle II ersichtlich:

Verwendete Lampen.

Tabelle II.

	In der I. Kl. pro Abteil Stück	P	In der II. Kl. auf 8 Sitzpl. Stück	P	In der III. Kl. Stück	P
<i>Kohlenfadenlampen</i>						
bei Batteriebeleuchtung	1	16 HK	1	10 HK	1	10 HK
bei Dynamobeleuchtung	2	16 HK	1	16 HK	1	10 HK
<i>Metallfadenlampen</i>						
bei Batterie- und Dynamobeleuchtung	1	32 HK	1	25 HK	1	12 HK
<i>Spiraldrähtlampen</i>						
in vorhandenen Wagen	1	40 W	1	40 W	1	25 W
in neuen vier-achsigen Wagen . . . . .	2	40 W	2	40 W	2	25 W
						auf 8 Sitzpl.

Auf den Plattformen, in den Seitengängen, Vorräumen und W.C. der Wagen sind an Stelle von anfänglich 5-k-Lampen solche zu 12 k bzw. 15 W eingesetzt.

In den in den letzten Jahren gebauten Wagen mit Mittelgang wurde beidseitig über je 4 Sitzplätzen eine Lampe angebracht und aus Gründen

der Wagengestaltung der Reflektor über der Lampe weggelassen. Dadurch geht allerdings ein Teil der durch die Verdoppelung der Lampenzahl erzielten Verbesserung der Beleuchtung auf der üblichen Lesehöhe wieder verloren. Ohne Reflektor sind aber die Schlagschattenwirkungen geringer. Zu einer vorteilhaften Lichtverteilung trägt bei der in allen Wagen angewandte weisse Anstrich der Decke und der Stirnwände über den Türen. In den I.-Kl.-Abteilen mit dunkler Ausstattung helfen mit die weissen Kopfpolsterschoner. In der II. Kl. wurde im Laufe der Jahre die Licht aufsaugende dunkle Polsterung der Stühle durch eine gestreifte in etwas hellerem Farbton ersetzt. In der III. Kl. wirken günstig mit die glatten hellen Holzwände und die gleichartige Bestuhlung; deshalb genügen hier Lampen zu 25 W, um eine gleich gute Beleuchtung zu erhalten, wie in den Polsterklassen.

1935 waren in den Wagen 53 870 Lampen installiert mit einer Totalleistung von 1318 kW. Lampenersatz: 0,8 ... 0,9 Lampen pro Brennstelle und Jahr.

Neben den technischen Vorteilen einerseits und der einfacheren und billigeren Bedienung andererseits, wirkte sich die Einführung der Dynamobeleuchtung auf die Anschaffung und den Unterhalt der Batterien günstig aus. Bei der reinen Akkumulatorenbeleuchtung musste für die Batterien, die sich in Revision, in der Ladung oder auf dem Transport befanden oder auf den Bahnhöfen für die Auswechselung bereitzustellen waren, als Betriebsreserve mit einem Zuschlag von  $\frac{1}{3}$  der für die Ausrüstung sämtlicher Wagen benötigten Batterien gerechnet werden. Bei der Dynamobeleuchtung konnte die erforderliche Reserve auf  $\frac{1}{20}$  herabgesetzt werden und damit bis 1935 die Anschaffung von 3250 Batterieeinheiten eingespart werden.

Die fortwährende Nachladung der Batterie im Wagen gestattete, die Kapazität von 115 auf 95 Ah herabzusetzen. Hierdurch wurde es möglich, innerhalb des zulässigen Batteriegewichtes zu den haltbaren, aber schwereren positiven Grossoberflächenplatten überzugehen und die Gitterplatten mit eingestrichener Masse zu verlassen. Damit konnten die Unterhaltungskosten der Batterien gesenkt werden (Tabelle III).

Materialverbrauch und Unterhaltskosten der Zugbeleuchtungsbatterien.

Tabelle III.

im Durchschnitt der Jahre	+ Plattenersatz % der vorhand. Zellen	- Plattenersatz % der vorhand. Zellen	Unterhaltskosten pro Batt. und Jahr Fr.
1905 - 1907	19,3 %	11,4 %	44.95
1921 - 1923	11,9 %	1,68 %	30.66
1931 - 1933	11,6 %	0,94 %	28.17

Der geringe Ersatz von negativen Platten ist besonders der Haltbarkeit der neuen Kastenplatte der Akkumulatorenfabrik Oerlikon zuzuschreiben.

1934 waren 11 947 Batterien zu unterhalten.

Von der Verwendung von Eisennickelbatterien für die Zugsbeleuchtung wurde abgesehen, weil die

Anschaffungskosten mehr als das doppelte betragen hätten, so dass unter Einrechnung von Verzinsung und Amortisation und Berücksichtigung des geringen Wirkungsgrades der Übergang zu diesen zu wenig Vorteil geboten hätte, um die Einheit der Batterien auf Jahre hinaus zu stören, solange nicht besondere Gründe (leichtes Gewicht, starke Erschütterungen im Betrieb) für deren Annahme sprachen.

Vermehrt wurden die Betriebskosten bei der Dynamobeleuchtung durch den Riemenersatz. Für den Antrieb der Dynamos wurden von Anfang an Balatarien verwendet. Sofern sich zum Ersatz schadhaft gewordener Riemen nicht bei einer Wagenrevision in den Werkstätten Gelegenheit bietet, erfolgt der Ersatz zerrissener oder verlorengegangener Riemen auf den grösseren Bahnhöfen. Hierfür werden diesen zum Auflegen auf normale Länge abgeschnittene und mit Schloss versehene Riemen abgegeben und zwar solche

von 5,2 m Länge, 80 mm Breite für 2- und 3-achsige Wagen mit pendelnder Aufhängung der Dynamo am Wagenkasten, von 3,0 m Länge, 120 mm Breite für 4-achsige Wagen mit Aufhängung der Dynamo am Drehgestell- und Riemenspannvorrichtung.

Durchschnittlich muss mit 1 Riemen pro Wagen und Jahr gerechnet werden; bei den 4achsigen, dem internationalen Verkehr dienenden Wagen, die mehr Laufkilometer im Jahr zurücklegen, ist der Verbrauch entsprechend grösser (1928/29 Verbrauch 5,32 m bzw. 3,7 m pro Wagen und Jahr). Für die Wagenachse wurden breite, *flache* Antriebscheiben ohne Rand gewählt, weil in den Geleisekurven bei Riemenscheiben mit Rand die Riemenscheiben bei 2 und 3achsigen Wagen leicht an den Rändern aufstiegen und abfielen, anderseits im Winter auf bombierten Riemenscheiben ohne Rand gefrorene, steife Riemenscheiben beim Anfahren abrutschten.

Versuche mit Keilriemen (1925/28), Ketten (1927/31) und Kardanantrieben (1933/34) führten zu keinem befriedigenden Resultat. Selbst bei einwandfreier Bewährung wären die Ausgaben hierfür höher zu stehen gekommen als beim Riemenantrieb. Ein Riemen kann auch im Ausland beim Verlorengehen leicht ersetzt werden, während ein Schaden an einem Spezialantrieb meist zur Aussetzung des Wagens und dadurch zu Verlusten an Achskilometer-Entschädigungen führt.

Verhältnismässig wenig Kosten und Mühe im Betrieb verursacht der Unterhalt der Dynamos. Die Ringschmierlager von Brown-Boveri haben sich so gut bewährt, dass selbst bei Wagen, die nur alle zwei Jahre in die Bahnwerkstätten zur Revision kommen, ein Nachsehen und Neuauffüllen mit Öl im Betriebe unterlassen werden kann. Ebenso erfolgt auch ein Nachsehen des Kollektors und des Kohlenersatzes normalerweise nur bei Wagenrevisionen.

Der Unterhalt der Beleuchtungsausrüstungen im Betriebe beschränkt sich heute auf den Riemen- und Lampenersatz, sowie auf ein allfälliges Auswechseln nicht mehr einwandfrei funktionierender Regulierapparate und das periodische Auswechseln

revisionsfälliger Batterien. Diese müssen nach gemachten Erfahrungen zum Ausgleichen der Säure alle 6 Monate an die Ladestationen eingeliefert werden.

Das Mitführen von Notlampen in den Wagen konnte in den Inlandwagen unterdrückt und auf die nach dem Ausland verkehrenden Wagen beschränkt werden.

Die grosse Verwendungsfreiheit der Wagen bei Ausrüstung jedes einzelnen mit einer Dynamo und die mit solchen Beleuchtungsausrüstungen in jeder Beziehung gemachten guten Erfahrungen brachten es denn auch mit sich, dass bei Einführung der elektrischen Zugförderung die Speisung der Wagenbeleuchtung vom Fahrdräht aus nicht mehr in Frage kam.

## Der Zentrifugalanlasser mit Kugelkontakte.

Von H. Pupikofer, Zürich-Oerlikon.

621.316.717 : 621.313.333

Es wird ein Ueberblick gegeben über die wichtigsten automatischen Vorrichtungen zum Anlassen von Asynchronmotoren (Zentrifugalanlasser), die im Laufe der Jahre, seit 1896, auf den Markt kamen. Hierauf wird der neue Zentrifugalanlasser der Maschinenfabrik Oerlikon zum «Combi-Motor» beschrieben. Dieser Anlasser besitzt ein Kniehebellement und als Kontaktstücke Kugeln, die in einem Korb frei beweglich sind.

### Rückblick.

Seitdem man Asynchronmotoren mit gewickeltem Rotor baut, ist es üblich geworden, sie anzulassen durch stufenweise Abschaltung von Widerständen im Rotorkreis, die so bemessen sind, dass genügend Anlaufmoment vorhanden ist, ohne dass der Einschaltstromstoss für das Netz zu grosse Werte annehmen kann. Sehr bald kam der Wunsch auf, diesen Vorgang automatisch zu gestalten, um unabhängig vom Vorhandensein von geschultem Personal stets den günstigsten Anlauf zu erzielen. Grundsätzlich sind dabei zwei Wege gangbar. Man kann den Anlasser mit einem elektrischen Antrieb versehen und die Weiterschaltung von Relais aus steuern, welche auf bestimmte Anlaufzeiten oder auf bestimmte Minimalwerte des Stromes eingestellt sind. Diese Lösung setzt am Rotor Schleifringe voraus und benötigt zwischen dem Anlasser und dem Motor Leitungen im Rotorkreis und ausserdem noch separate Relais und Steuerleitungen. Sie wurde speziell in USA angewendet. Für kleinere und mittlere Motoren zog man in Europa vor, die Widerstände am Rotor anzubauen und mitrotieren zu lassen. Sowohl für die Steuerung als auch für den Antrieb der Schaltkontakte wurde die Zentrifugalkraft benutzt. Der Zentrifugalanlasser besteht demnach aus dem Stufenwiderstand und einigen Zentrifugalschaltern als Schaltelemente.

Wahrscheinlich die älteste feststellbare Konstruktion eines Zentrifugalanlassers ist angegeben im DRP 91135 von Siemens & Halske aus dem Jahre 1896. Dort sind allerdings keine Widerstände vorhanden, da der Motor nach der Schaltung von Goerges (DRP 82016 von 1894) auf dem Rotor zwei Wicklungen verschiedener Windungszahl aufwies, die zuerst einander entgegengeschaltet und durch den Zentrifugalschalter parallelgeschaltet, resp. kurzgeschlossen wurden. Die Zentrifugalschaltelemente bestanden aus einarmigen Hebeln, die von der Zentrifugalkraft entgegen dem Zuge einer Feder nach aussen gegen die festen Kontakte geschleudert wurden. Wichtig ist dabei, dass die Schaltung,

d. h. das Springen des Kontaktes, bei einer bestimmten Drehzahl plötzlich und unaufhaltsam erfolgt und dass das Zurückfallen beim Auslauf des Motors erst bei einer Drehzahl eintritt, die möglichst weit unterhalb der Springdrehzahl ist, damit man den betreffenden Motor bei Ueberlast möglichst nahe an die Kippgrenze ausnützen kann. Bei den ersten Zentrifugalschaltern waren diese Forderungen nicht restlos erfüllt, und so wurden 1902 von Schuckert & Co. nach DRP 133339 für die Feststellung der Drehzahl und die Kontaktbetätig-

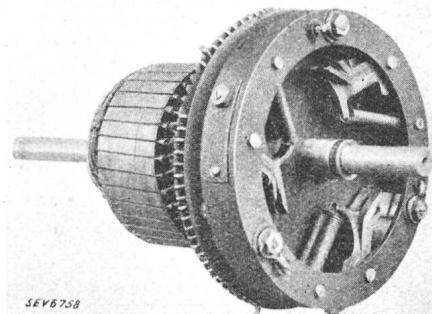


Fig. 1.  
Bruncken-Rotor (1908).

gung getrennte Fliegewichte verwendet. Erst 1908 wurde das Problem konstruktiv richtig angepackt durch Johannes Bruncken in Köln<sup>1)</sup> (siehe Fig. 2).

Nach der bekannten Formel

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2$$

wächst die Zentrifugalkraft  $F$  bei einer bestimmten Masse  $m$  und Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  proportional mit dem Radius  $r$  des Schwerpunktes der Masse  $m$ . Um ein präzises sprunghafte Schalten der Kontakte zu haben, muss daher dafür gesorgt werden, dass mit der Bewegung des Fliegewichtes nach aussen das Drehmoment der Gegenfeder nicht oder nur wenig zunimmt. Es wird dies dadurch er-

<sup>1)</sup> Der Selbstanlassmotor im Ziegeleibetrieb in Zeitschrift «Die schweiz. Tonwarenindustrie» vom 5. Jan. 1913.