Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 29 (1938)
Heft: 5

Artikel: L'éclairage électrique de trains en Suisse
Autor: Flügel, Paul
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058964

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: 22.08.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

ADMINISTRATION:
Zurich, Stauffacherquai 36 ❖ Téléphone 51.742
Chèques de postaux VIII 8481

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXIXe Année | N° 5 | Vendredi, 4 Mars 1938

L'éclairage électrique des trains en Suisse.

Par *Paul Flügel*, Berne.

621.32 : 625.2

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.

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.

(Traduction.)

Il y a près de 50 ans, M. Rud. Weyermann, ingénieur en chef de l'ancien Chemin de fer du Jura - Berne - Lucerne, a été le premier à émettre l'opinion que les voitures des chemins de fer suisses devaient être éclairées à l'électricité. A cette époque, les voitures étaient munies de lampes à huile ou à pétrole; seul le Chemin de fer du Gothard inauguré en 1882 avait équipé d'un éclairage au gaz ses nouvelles voitures destinées au trafic international.

Sur l'invitation adressée par le Département fédéral des chemins de fer aux autres entreprises ferroviaires suisses, en vue d'étudier également l'introduction de l'éclairage au gaz, la commission technique de l'Association suisse des Chemins de Fer déclara au cours de sa session des 2 et 3 novembre 1888 que l'introduction de l'éclairage au gaz n'était pas recommandable; il était par contre désirable d'entreprendre quelques essais d'éclairage à l'électricité. Le grave accident survenu en 1887 à la gare de Wannsee près Berlin, où un grand nombre de voyageurs furent grièvement brûlés par suite de l'inflammation du gaz qui s'échappait d'un réservoir, fut cause d'une certaine méfiance à l'égard de ce mode d'éclairage. Cette méfiance était d'ailleurs justifiée, car d'autres accidents semblables se produisirent à Limito près Milan (1893), à Offenbach près Francfort (1900), ainsi qu'à Bellinzone (1924), où une voiture allemande encore éclairée au gaz avait pris feu. Ce dernier accident et le terrible incendie d'un train dans le tunnel des Batignolles près Paris (1921) amenèrent les autorités suisses et françaises à interdire les voitures éclairées au gaz.

A la fin de 1888, le Chemin de fer du Nord-Est suisse entreprit le premier essai d'éclairage électrique des voitures. Au début de 1889, le Chemin de fer de l'Ouest fit circuler sur la ligne Genève - Berne une voiture AB éclairée à l'électricité, et le Chemin de fer du Jura - Berne - Lucerne mit en service un train éclairé électriquement sur la ligne Berne - La Chaux-de-Fonds. Tandis que le Chemin de fer du Nord-Est Suisse en restait à son premier essai, il fut décidé, lors de la fusion du Chemin de fer de l'Ouest et du Chemin de fer du Jura - Berne - Lucerne (qui devinrent le Chemin de fer du Jura - Simplon), en 1890, d'équiper toutes les nouvelles voitures d'un éclairage électrique. A la fin de 1891, 80 voitures de ce genre étaient en circulation. L'exemple du Chemin de fer du Jura - Simplon fut suivi par le Chemin de fer de la Suisse Centrale et, plus tard, par le Chemin de fer du Gothard et quelques autres entreprises secondaires.

A cette époque, l'alimentation des installations d'éclairage n'était assurée que par des batteries d'accumulateurs, disposées sous le châssis de la voiture. Le dispositif d'éclairage était extrêmement simple. Chaque voiture possédait sa propre batterie d'accumulateurs, un compteur horaire qui indiquait le moment où il fallait changer la batterie, un fusible, un interrupteur et les lampes.

Les diverses compagnies s'entendirent au sujet des normes à adopter pour l'exécution des caissons de batteries, des culots des lampes, des fusibles et des interrupteurs, ainsi que de leur emplacement (les deux premières sont encore actuellement en vigueur). La batterie JS à 9 éléments servit de norme. Le poids maximum admissible des éléments logés dans un caisson fut fixé à 130 kg, afin de permettre le remplacement, le chargement et le transport des batteries. Pour réduire les frais d'installation, les fourgons furent équipés d'une seule batterie et les voitures de deux batteries à 9 éléments; les éléments furent tout d'abord connectés en parallèle, puis en série, d'où l'adoption de 2 tensions de lampes, 18 et 36 volts. Pour éviter un dé-

vissage et la chute des lampes par suite des secousses des voitures, on adopta les douilles à baïonnette.

Par rapport à nos exigences actuelles, l'éclairage était alors très parcimonieux (3 à 4 lampes à filament de carbone de 10 bougies dans les voitures de 3me classe à trois essieux et 5 bougies sur les plateformes et aux toilettes). Cet éclairage constituait néanmoins un progrès marqué par rapport à l'ancien éclairage qui ne comportait que deux lampes à pétrole placées à chacune des extrémités des voitures. Le service était assez compliqué, du fait du changement des batteries, de leur expédition aux postes de recharge et de leur retour aux voitures. Au début, de telles stations n'existaient qu'à Fribourg, Bienne, Olten et Chiasso; plus tard, il y en eut une à Romanshorn pour la Suisse orientale et une à Meiringen pour la ligne du Brunig. De nos jours, la station de recharge de Bienne a été supprimée et les stations de Fribourg et de Chiasso ont été transférées à Lausanne et Bellinzone.

L'apparition des équipements d'éclairage avec dynamo entraînée par l'un des essieux de la voiture et l'emploi de lampes à filaments métalliques de plus faible consommation contribuèrent dans une large mesure au développement de l'éclairage électrique des trains.

Le premier équipement d'éclairage par dynamo, d'un fonctionnement correct et d'un prix abordable, fut celui de la Maison Stone & Cie, Londres. Il fut essayé tout d'abord en 1898 par le Chemin de fer du Gothard. En 1899, le Chemin de fer du Jura-Simplon en équipa 2 voitures; le même train comporta en 1900 une autre voiture d'essai avec équipement Vicarino, de la Compagnie Générale Electrique, Nancy. A cette même époque, l'électrotechnicien du Chemin de fer de la Suisse Centrale créa l'équipement qui porte son nom (système Kull), dont le premier modèle fut également mis en service en 1900.

Les résultats de ces essais aboutirent à la commande de 24 équipements Stone auprès des Ateliers de Construction Oerlikon, de 20 équipements Vicarino auprès de l'Alioth, à Münchenstein, et de 36 équipements Kull auprès de la S. A. Brown, Boveri & Cie, Baden, après que ces diverses Maisons eurent acquis les licences nécessaires.

En partant du système Kull, la S. A. Brown, Boveri & Cie construisit les équipements Aichele (1903), puis les équipements BBC (1908). En 1907, la Maison Wuest & Cie, à Seebach, construisit un équipement du système Grob. Après avoir résilié leur contrat avec la Maison Stone, les Ateliers de Construction Oerlikon construisirent à leur tour un équipement Oerlikon (1915). Le système de l'ingénieur suisse Grob fut acquis par la suite par la Maison Pintsch, à Berlin, qui le perfectionna; cet équipement est maintenant d'un usage courant en Allemagne sous la désignation d'équipement Pintsch-Grob [1]).

Les essais entrepris en Autriche (1898) et en Allemagne (1902) en vue d'éclairer électriquement tout le train par un grand groupe électrogène placé sur la locomotive ou le fourgon, se heurtèrent à des difficultés dans le trafic international. Du fait que des voitures doivent être attelées ou découplées dans toutes les grandes gares, un éclairage de ce genre aurait nécessité une normalisation internationale des sources de courant et également d'une partie de l'équipement d'éclairage des voitures. Un accord entre les entreprises ferroviaires et les constructeurs aurait exigé de longues années de discussion et aurait entravé le développement de l'éclairage électrique. Il était donc préférable de prévoir un équipement d'éclairage qui n'exige pas d'accouplement entre les voitures et permette de disposer de chaque voiture sans aucune contrainte pour tous les types de trains, sans qu'il soit nécessaire d'entreprendre une mise au point quelconque, que la voiture soit attelée à un train international ou à un train pour le trafic local, et que l'éclairage soit utilisé dans une faible ou dans une large mesure.

Pour satisfaire à cette exigence, chaque voiture est équipée d'une dynamo à courant continu, entraînée par courroie par l'un des essieux de la voiture, et d'une batterie d'accumulateurs pour l'éclairage à l'arrêt de la voiture. Un dispositif automatique de commutation, constitué généralement par un dispositif de commutation des balais en liaison avec l'arbre de la dynamo, assure l'inversion des pôles du courant de charge lors du changement de sens de marche. Un appareil de couplage et de réglage, facilement interchangeable, renferme un interrupteur automatique, qui branche sur le réseau d'éclairage et sur la batterie la tension de la dynamo lorsque la vitesse atteint environ 25 km/h, et la débranche lorsque la vitesse est inférieure à cette valeur. La batterie reste constamment branchée sur le réseau d'éclairage de la voiture. Cet appareil renferme en outre un régulateur de tension inséré dans le circuit-shunt de la dynamo, et qui maintient la tension à une valeur constante lorsque la vitesse varie, ainsi qu'un interrupteur de charge ou limiteur de tension, qui protège la batterie contre toute surcharge.

Exceptés l'allumage et l'extinction de l'éclairage et le remplacement des lampes usées, le personnel du train n'a pas à s'occuper de l'entretien de l'installation d'éclairage.

Ces équipements ont permis de faire concurrence à l'éclairage au gaz, même pour le trafic international. Depuis l'apparition de l'éclairage à incandescence au gaz, celui-ci était de plus en plus utilisé à l'Etranger. Peu après le rachat des principaux chemins de fer suisses par la Confédération (1902/1903), les Chemins de fer fédéraux adoptèrent l'éclairage individuel des voitures par dynamo et ne conservèrent l'éclairage par batterie que sur les vieilles voitures qui ne servent que rarement, ainsi

[1]) Voir descriptions des systèmes Stone, Kull, Vicarino dans la Schweiz. Bauzeitung 1903 et dans l'organe du Verein Deutscher Ingenieure 1903; en outre, en français, dans la Revue Générale des chemins de fer: 1900 sur le système Vicarino et 1902 sur le système Kull. Enfin, voir au sujet du système Aichele la Schweiz. Bauzeitung 1905, au sujet du système Oerlikon la revue périodique MFO (Nos. 86—96) et au sujet du système BBC l'«Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens» 1909.

que sur le chemin de fer à voie étroite du Brunig, dont les voitures ne sont pas utilisables sur le reste du réseau. L'Administration fédérale des Postes fit de même pour l'éclairage des fourgons postaux.

Le tableau I et la fig. 1 renseignent sur le passage de l'éclairage au pétrole et au gaz à l'éclairage par batterie et par dynamo.

Etat de l'éclairage des voitures, des fourgons à bagages et des fourgons postaux des Chemins de fer fédéraux et des anciennes entreprises ferroviaires.

Tableau I.

	Pétrole ou huile		Gaz		Eclairage électrique		Eclairage par batterie		Eclairage par dynamo	
	Voitures	%	Voitur.	%	Voitures	%	Voitures	%	Voitures	%
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

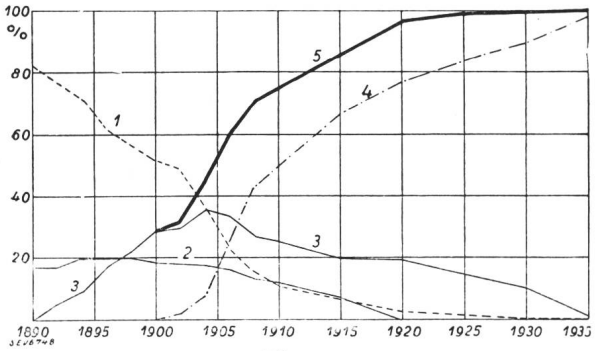

Fig. 1.

Nombre d'installations d'éclairage dans les wagons de voyageurs, de colis et dans les fourgons postaux des Chemins de fer fédéraux et des compagnies dont ils sont issus.
1 pétrole, *2* gaz, *3* accumulateurs, *4* dynamo, *5* éclairage électrique total.

Jusqu'en 1935, les équipements d'éclairage des voitures par dynamo furent les suivants:

Equipements, système	Stone		28
» »	Vicarino		21
» »	Kull	livrés	162
» »	Aichele	par Brown	1589
» »	BBC	Boveri	2394
» »	Grob		100
» »	Oerlikon		290

et 12 appareils de réglage, système Dick.

Les équipements Stone, Vicarino et Grob furent peu à peu éliminés ou transformés, en vue de l'emploi de leur dynamo avec un appareil de réglage Brown Boveri ou Oerlikon.

Pour obtenir une certaine interchangeabilité entre les divers systèmes, les dynamos et les appareils de réglage furent normalisés, afin de permettre, le cas échéant, l'utilisation d'appareils de réglage d'autres provenances. Les dynamos à enroulements spéciaux n'étaient donc pas appropriées à cet usage.

L'expérience a montré que la dynamo doit pouvoir fournir une puissance deux fois plus grande que la puissance installée du réseau d'éclairage, afin de permettre une charge suffisante des batteries pour les arrêts, surtout aux stations de frontière et de transbordement, pour le nettoyage des voitures, etc.

On utilise:

Dynamo A	pour 3000 W	en liaison avec 4 batteries, dont	
» B	» 1800 W	2 en parallèle.	
» C	» 1200 W	en liaison avec 2 batteries.	
» D	» 600 W	en liaison avec 1 batterie.	

Les frais d'un équipement complet d'éclairage de voiture, y compris la dynamo, les batteries et le montage, s'élevaient:

pour les voitures à 4 essieux 1re et 2e cl.	à 3700 ... 4500 fr.
» » » à 4 » 3e cl.	à 2900 ... 3600 fr.
» » » à 2 et 3 essieux	à 2500 ... 2800 fr.
» » fourgons à 2 et 3 essieux	à 1600 ... 1800 fr.

L'installation de l'éclairage par dynamo permit non seulement d'accroître le nombre des lampes d'une voiture, mais également d'utiliser des lampes plus puissantes.

Au début de l'application de l'éclairage électrique, les lampes à filament de carbone utilisées fournissaient 5, 10 et 16 bougies Hefner à 2,7 W/bougie H. Dès que l'on put fabriquer des lampes à filament métallique capables de résister aux trépidations des voitures, on adopta en 1910 des lampes de 12, 25 et 32 bougies à 1,2 W/bougie H. Les lampes à filament spiralé des types de 15, 25 et 40 W conformes aux normes de l'ASE furent introduites dès 1928. Pour réduire l'éblouissement, on utilisa par la suite des lampes à verre opalin.

Le tableau II indique l'amélioration obtenue peu à peu dans l'éclairage des voitures.

Lampes utilisées. Tableau II.

	En 1re classe p. compart.		En 2e cl. p. 8 pl. assises		En 3e classe	
	Pièce	P	Pièce	P	Pièce	P
Lamp. à filament de carbone p. éclair. par batt.	1	16 HK	1	10 HK	1 pour 16 pl.	10 HK
p. éclairage par dynamo	2	16 HK	1	16 HK	1 pour 8 pl.	10 HK
Lampes à filam. métall. pour éclairage par batterie et dynamo	1	32 HK	1	25 HK	1 pour 8 pl.	12 HK
Lampes à filam. spiralé dans les anc. voitures	1	40 W	1	40 W	1 pour 8 pl.	25 W
dans les nouvelles voitures à 4 essieux	2	40 W	2	40 W	2 pour 8 pl.	25 W

Sur les plate-formes, dans les couloirs et les toilettes des voitures, les anciennes lampes de 5 bougies sont remplacées par des lampes de 12 bougies ou 15 W.

Les voitures à couloir central construites ces dernières années sont équipées de part et d'autre d'une lampe pour 4 places assises. Pour des raisons d'amé-

nagement des voitures, on a supprimé le réflecteur situé au-dessus de chaque lampe. Une partie de l'amélioration obtenue grâce au nombre double de lampes est ainsi perdue à la hauteur où on lit normalement. En revanche, la suppression des réflecteurs atténue les effets d'ombres portées. La peinture blanche du plafond et des deux parois frontales dans toutes les voitures contribue à une répartition favorable de la lumière. Dans les compartiments de Ire classe, de couleur sombre, les housses blanches des coussins d'appui ont un effet analogue. Dans les compartiments de IIe classe, on a remplacé au cours des années le rembourrage sombre des sièges par une moquette rayée un peu plus claire. Enfin, dans les compartiments de IIIe classe, les parois polies en bois clair et les sièges identiques favorisent l'éclairage; c'est pourquoi des lampes de 25 W suffisent ici à garantir un éclairage aussi bon que dans les deux classes supérieures.

En 1935, le nombre des lampes installées dans les voitures atteignait 53 870 et leur puissance totale 1318 kW. On a dû en remplacer 0,8 . . . 0,9 pièce par unité et par an.

Outre les avantages techniques et l'entretien plus simple et meilleur marché, l'introduction de l'éclairage par dynamo a également réduit les frais d'achat et d'entretien des batteries. Pour l'éclairage avec batterie seule, il fallait augmenter de $^1/_3$ le nombre des batteries nécessaires de toutes les voitures, afin d'en avoir une réserve suffisante pour remplacer les batteries en revision, en recharge, en transport ou déposées dans les gares en vue des remplacements. Avec l'éclairage par dynamo, la réserve nécessaire a pu être abaissée à $^1/_{20}$, de sorte que l'on a pu économiser en 1935 l'achat de 3250 éléments de batteries.

La recharge continue des batteries dans les voitures a permis d'abaisser de 115 à 95 Ah leur capacité. On a pu ainsi adopter, dans la limite du poids admissible de la batterie, les plaques positives à grande surface, plus lourdes mais plus durables, et abandonner les plaques en nid d'abeille. Les frais d'entretien des batteries ont pu être réduits en conséquence, comme l'indique le tableau III.

Consommation de matériel et frais d'entretien des batteries d'éclairage des trains.

Tableau III.

En moyenne pendant les années	Remplacem. des plaques +, % des élém. en service	Remplacem. des plaques −, % des élém. en service	Frais d'entretien annuels p. batt. frs.
1905 – 1907	19,3 %	11,4 %	44.95
1921 – 1923	11,9 %	1,68 %	30.66
1931 – 1933	11,6 %	0,94 %	28.17

Le petit nombre de plaques négatives remplacées est dû principalement à la plus grande durabilité des nouvelles plaques de la Fabrique d'Accumulateurs d'Oerlikon.

En 1934, le nombre des batteries à entretenir était de 11 947.

On a renoncé aux batteries fer-nickel pour l'éclairage des trains, car les frais d'acquisition auraient atteint le double. En tenant compte des intérêts et de l'amortissement, ainsi que du rendement plus faible de ces batteries, leur emploi aurait offert trop peu d'avantages, sans compter le trouble que leur introduction progressive aurait apporté pendant des années dans l'unification des batteries, tant que leur adoption n'est pas dictée par des raisons spéciales (légèreté, fortes trépidations en service).

Avec l'éclairage par dynamo, les frais de service sont augmentés par suite de la nécessité de remplacer la courroie de transmission. On utilisa dès le début des courroies en balata. Lorsque le remplacement d'une courroie avariée n'a pas lieu lors d'une revision de la voiture dans les ateliers, le remplacement d'une courroie rompue ou perdue se fait dans les grandes gares. Dans ce but, ces gares possèdent un stock de courroies coupées à la longueur normale et munies d'une attache. Il en existe deux types:

l'un de 5,2 m de long sur 80 mm de large, pour voitures à 2 et 3 essieux, pour dynamo suspendue librement au châssis de la voiture;

l'autre de 3,0 m de long sur 120 mm de large, pour voitures à 4 essieux, pour dynamo suspendue au boggie et avec tendeur de courroie.

On compte, en moyenne, 1 courroie par voiture et par an; pour les voitures à 4 essieux qui servent au trafic international et parcourent annuellement un plus grand nombre de kilomètres, la consommation est naturellement plus forte (1928/29 consommation de 5,32 m et 3,7 m par voiture et par an). Pour l'essieu, on a adopté une poulie plate et *large*, sans rebord, car dans les virages la courroie des voitures à 2 ou 3 essieux montait facilement sur les rebords de la poulie et tombait. D'autre part, en hiver, avec une poulie bombée sans rebords, la courroie gelée et durcie pouvait glisser lors du démarrage.

Les essais avec des courroies trapézoïdales (1925/28), avec des chaînes (1927/31) et avec des transmissions à cardan (1933/34) n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Même si le fonctionnement était parfait, les dépenses seraient plus élevées que pour la transmission par courroie. Une courroie perdue peut être aisément remplacée à l'étranger, tandis qu'une avarie d'une transmission spéciale exigerait généralement le dételage de la voiture et par conséquent une réduction de l'indemnité par kilomètre-essieu.

L'entretien de la dynamo occasionne relativement peu de frais et de pertes de temps en service. Les paliers à graissage par bagues Brown-Boveri fonctionnent d'une façon si parfaite, qu'il n'est pas nécessaire de les vérifier, ni de compléter leur charge d'huile en service, même sur les voitures qui ne sont revisées à l'atelier que tous les deux ans. De même, une revision du collecteur et le remplacement des balais n'ont lieu normalement que lors de la revision de la voiture.

Actuellement, l'entretien des équipements d'éclairage en service se limite au remplacement des courroies et des lampes, ainsi qu'au remplacement éventuel d'appareils de réglage qui ne fonc-

tionnent plus parfaitement, et au remplacement périodique des batteries à reviser. L'expérience a montré que les batteries doivent être expédiées tous les 6 mois à la station de recharge pour le contrôle de l'acide.

Le transport de lampes de secours dans les voitures a pu être supprimé en Suisse et limité aux voitures circulant à l'étranger.

Enfin, vu la grande indépendance obtenue par l'emploi de voitures équipées individuellement d'une dynamo, et les expériences satisfaisantes à tous égards qui furent faites avec ces équipements d'éclairage, la question de l'alimentation des circuits d'éclairage des voitures par le fil de contact n'est plus entrée en considération lors de l'électrification de notre réseau national.

Der Zentrifugalanlasser mit Kugelkontakten.

Von *H. Puppikofer*, 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 Kniehebelelement und als Kontaktstücke Kugeln, die in einem Korb frei beweglich sind.

L'auteur donne un aperçu des principaux types de dispositifs automatiques de démarrage pour moteurs asynchrones (démarreurs à force centrifuge) lancés sur le marché depuis 1896. Il décrit ensuite le nouveau dispositif à force centrifuge des Ateliers de Construction Oerlikon destiné au «moteur-combi». Ce dispositif présente un élément à levier coudé et, comme pièces de contact, des billes pouvant se mouvoir librement dans une cage.

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 benützt. 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 Kontaktbetätigung getrennte Fliehgewichte verwendet. Erst 1908 wurde das Problem konstruktiv richtig angepackt durch Johannes Bruncken in Köln [1]) (siehe Fig. 2).

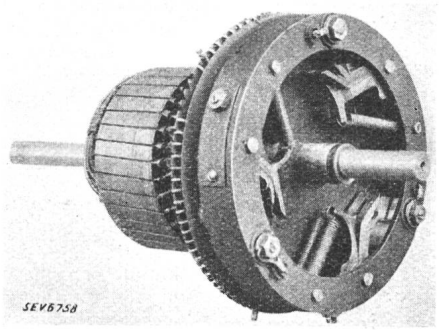

Fig. 1.
Bruncken-Rotor (1908).

Nach der bekannten Formel

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

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

[1]) Der Selbstanlassmotor im Ziegeleibetrieb in Zeitschrift «Die schweiz. Tonwarenindustrie» vom 5. Jan. 1913.