Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 49/50 (1907)

Heft: 17

Artikel: Die Verfahren der elektrischen Bremsung von Seriemotoren für Gleichstrom und Wechselstrom bei elektrischen Bahnen und besonders bei elektrischen Bergbahnen

Autor: Kummer, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26801

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

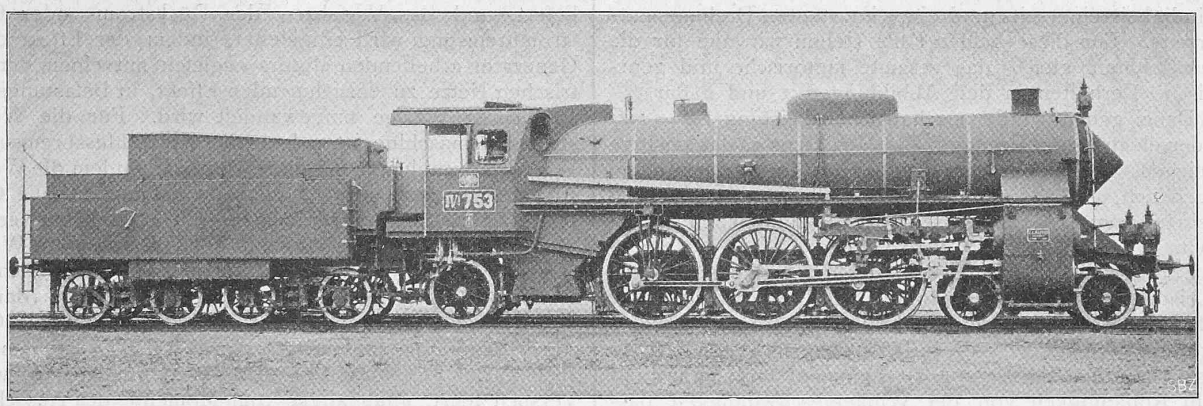
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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: 14.07.2025

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



Die neue badische Schnellzugslokomotive IV. f., erbaut von *J. A. Maffei* in München. (Beschreibung siehe S. 221.)

trizitätswerken und Einzelanlagen allfällig noch vorhandenen, aber nicht mehr im Betrieb befindlichen alten Dynamomaschinen, Apparate, Installationsmaterialien, eventuell Zeichnungen und Photographien derselben zu sammeln, aufzubewahren und an geeignetem Orte allgemeiner Besichtigung zugänglich zu machen.

Die Versammlung stimmt dem Antrage in dem Sinne bei, dass der Vorstand beauftragt wird, Anschluss an das projektierte *Maschinenmuseum* am eidgenössischen Polytechnikum zu suchen, unter dem Vorbehalt, dass den Mitgliedern des S. E. V. der Zutritt zum Museum gesichert sei.

* * *

Der Generalversammlung des S. E. V. waren Vorträge von den Herren Kilchmann in Luzern, und Pasching in Oerlikon, über das *Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg*, zur Vorbereitung auf die auf den 30. September angesetzte Besichtigung dieses Werkes, vorausgegangen. Da eine Beschreibung des letzteren in der Bauzeitung (Band XLVIII, No. 2, 3, 5, 7, 8 und 9) bereits erschienen ist, enthalten wir uns, auf die Vorträge näher einzutreten und erwähnen nur folgendes: Herr Pasching wies darauf hin, dass das Schema der als etwas weitläufig erscheinenden Schaltanlage mit je zwei Ringsammelschienensystemen für Einphasen- und für Drehstrom für die Unterspannung (Generatorenspannung) und für die Oberspannung (Fernleitungsspannung) dadurch gegeben erschien, dass das Werk, abgesehen von der Reservekraftlieferung für die Stansstaad-Engelbergbahn, mehrfachen Zwecken zu genügen hat, wie sie in der erwähnten Beschreibung angegeben sind. Herr Pasching wies am Schlusse seines Vortrages auf den gewaltigen Unterschied hin zwischen dem in den Jahren 1885/86 im Torenberg bei Luzern erstellten und diesem neuen Werke, der die Entwicklung, welche die Elektrotechnik in den letzten zwei Jahrzehnten durchgemacht hat, illustriert. Er hebt hervor, dass die Behörden der Stadt Luzern keine Opfer gescheut haben, um ein in jeder Hinsicht den gegebenen Verhältnissen und Anforderungen entsprechendes Werk zu schaffen. *V.*

Die Verfahren der elektrischen Bremsung von Seriemotoren für Gleichstrom und Wechselstrom bei elektrischen Bahnen und besonders bei elektrischen Bergbahnen.

Von Dr. *W. Kummer*, Ingenieur.

Die Verwendung der Triebmotoren von Kraftwagen allgemeinster Art als Bremsen für Dauerbremsungen erlaubt einen Gewinn an Platz und Gewicht gegenüber der Anwendung besonderer Bremsorgane für Dauerbremsungen. Solche Dauerbremsungen sind namentlich für Bergbahnen als höchst wichtige Elemente in den Grundlagen des Bahnprojektes besonders zu berücksichtigen. Es ist somit die physikalische und technische Erörterung der Frage, inwieweit die Triebmotoren selbst als Dauerbremsen verwendbar sind, vollständig gerechtfertigt. Vom theoretischen Standpunkt aus erwecken nun die elektrischen Triebmotoren für Bahnzwecke die weitgehendsten Hoffnungen hinsichtlich der Möglichkeit ihrer Verwendbarkeit als Dauerbremsen. Leider haben indessen die bezüglichen praktischen Erfahrungen in den wenigsten Fällen diese Hoffnungen vollständig befriedigt. Umsomehr lohnt sich demnach die kritische Betrachtung der verschiedenen angewandten oder noch anzuwendenden Verfahren der elektrischen Bremsung mittels elektrischer Traktionsmotoren und soll hier diese kritische Betrachtung zunächst für die Seriemotoren für Gleichstrom und Einphasenwechselstrom durchgeführt werden.

Für die zu betrachtenden Seriemotoren für Gleichstrom und Wechselstrom sind nun die den verschiedenen Bremsverfahren und Bremsmöglichkeiten zu Grunde liegenden generatorischen Wirkungen zunächst zu besprechen. Für den verlustlosen und geradlinig magnetisierten Seriemotor können die generatorischen Wirkungen nun ohne weiteres aus den Formeln, die der Verfasser in einer früheren Studie [1]) für das motorische Verhalten dieser Maschinen abgeleitet hat, entnommen werden, indem bloss einigen Formelzeichen eine sachgemässe andere Bedeutung beigelegt wird. Bezeichnet man mit ω wiederum die Winkelgeschwindigkeit in der Sekunde, mit D hingegen das aufgenommene, anstatt abgegebene Drehmoment in *m kg*, so stellt dann $\omega \cdot D$ die aufgenommene, statt abgegebene, mechanische Leistung dar; entsprechend ist dann die aus dem Produkt der Stromstärke J, der Klemmenspannung C_m und des Leistungsfaktor $\cos\varphi$ ausgedrückte elektrische Leistung eine abgegebene, statt einer aufgenommenen. Die Ausdrücke an sich bleiben sich sonst gleich und wir wollen aus der genannten Studie die folgenden Formeln für die Zwecke der nachfolgenden Untersuchung hier anschreiben:

$$J = 9 \cdot 81 \frac{\omega_n}{C_0 \cdot \cos\varphi_n} \cdot \sqrt{D_n \cdot D} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9^2)$$

$$i = \frac{J}{J_n}$$

$$m = \frac{1}{\omega_n} \sqrt{\frac{D}{D_n} (\omega^2 \cos^2 \varphi_n + \omega_n^2 \sin^2 \varphi_n)} \quad \ldots \quad 8^3)$$

$$m = \frac{C_m}{C_0}$$

$$\cos\varphi = \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 cotg^2 \varphi_n}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11^4)$$

Mit dem Index n sind auch hier wieder die der nominellen Leistung und Geschwindigkeit bei motorischem Betrieb entsprechenden Grössen bezeichnet, die als Motorkonstante auftreten. Für die Zwecke der Bremsung interessiert nun namentlich das generatorische Verhalten der Seriemotoren bei den Bedingungen einer konstanten Ge-

[1]) Band IL, S. 247 und 256.

[2]) Formel 9, Band IL, S. 248; [3]) Formel 8, Band IL, S. 248; [4]) Formel 11, Band IL, S. 249.

schwindigkeit einerseits und eines konstanten Drehmoments anderseits. Für diese beiden Fälle stellen wir nun für die Seriemaschinen gleich das gesamte motorische und generatorische Verhalten in den Abbildungen 1 und 2 dar.

Dabei geben wir der mechanischen Leistung $L_m = \omega D$ und der elektrischen Leistung $L_e = JC_m \cos \varphi$ das positive Vorzeichen, wenn es sich um einen von der Seriemaschine abgegebenen und das negative Vorzeichen, wenn es sich um einen von der Seriemaschine aufgenommenen Effekt handelt.

Für den Fall konstanter Winkelgeschwindigkeit sind die Leistungen L_m und L_e proportional dem Drehmoment und für den Fall konstanten Drehmoments proportional der Winkelgeschwindigkeit; es liegt daher nahe, im ersten Fall alle Grössen in Abhängigkeit vom Drehmoment und im zweiten Fall in Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit darzustellen, wie es in den Abbildungen 1 und 2 geschehen

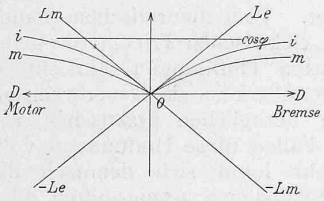


Abb. 1.

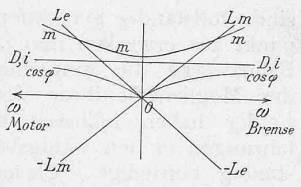


Abb. 2.

ist, für welche die dargestellten Kurven aus den angeschriebenen Gleichungen im ersten Fall für eine konstante Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \omega_1$ und im zweiten Fall für ein konstantes Drehmoment: $D = D_1$ für $\cos \varphi_n < 1$, also für Wechselstrom leicht erhältlich sind. Für Gleichstrom, wobei $\cos \varphi = 1 =$ konstant ist, ergeben die Kurven L_m, L_e und i in beiden Fällen denselben Charakter, während m nur im ersten Fall denselben Charakter erhält und im zweiten Fall durch Strahlen, die von O ausgehen und im ersten und zweiten Quadranten liegen, dargestellt wird. Um die motorische oder die generatorische Wirkung der Seriemaschine zu erhalten, ist eine Aenderung der Schaltung vorzunehmen, insofern als eine am elektrischen Netz auf generatorische Wirkung geschaltete Seriemaschine sich selbst überlassen, d. h. abgetrennt von der mechanischen Antriebskraft, als Motor in entgegengesetztem Drehsinn laufen würde. Wenn man an den in der Praxis anzutreffenden Seriemaschinen die in den Abbildungen 1 und 2 veröffentlichten ideellen Kurven aufzunehmen versucht, so erhält man mehr oder weniger alterierte Linien, insofern als die Anwesenheit der Verluste und die Tatsache der nicht geradlinig verlaufenden Magnetisierungskurven deformierend einwirken; vor allem werden sich die Nullstellen der Kurven nicht mehr im Koordinatenullpunkt der Axensysteme der Abbildungen 1 und 2 vereinigen, sondern es werden mehrere getrennte Nullstellen auftreten. Anstatt auf die bezüglichen Einzelheiten einzugehen, verweist der Verfasser auf eine andere Veröffentlichung[1]), in der er die der Abbildung 2 entsprechende Kurve der Wirklichkeit für den interessanten Fall der Einphasenwechselstromseriemaschine bekannt gegeben hat.

Die behandelten generatorischen Wirkungen der Seriemaschinen können nun prinzipiell in drei verschiedenen Anschlusschaltungen verwendet werden, die zu den Bremsverfahren der Kurzschlussbremsung, der Nutzbremsung und der Gegenstrombremsung führen und auf die wir nun näher eingehen wollen. In dem Verfahren der Kurzschlussbremsung wird der Motor vom speisenden Netz abgetrennt und in der sog. Rückwärtsschaltung, in welcher er generatorisch zu arbeiten befähigt ist, auf sog. Belastungswiderstände geschaltet; im Falle der Anwendung der Kurzschlussbremsung elektrischer Fahrzeuge befinden sich diese Widerstände auf dem Fahrzeug selbst. Das Verfahren der Nutzbremsung ist angewandt, wenn der als Generator arbeitende Motor die abzugebende elektrische Leistung ins Netz hinein liefert, und das Verfahren der Rückstrom- oder Gegenstrombremsung wird eingeleitet, indem der Effekt des als Generator arbeitenden Motors zugleich mit einem dem elektrischen Netze zu entnehmenden Effekt, in Belastungswiderständen in Wärme umgewandelt wird. Für die Wechselstromseriemaschine ist jedoch die Kurzschlussbremsung als Wechselstromphänomen ausgeschlossen, indem die Wechselstromselbsterregung nicht zustande kommt; für die Gleichstromseriemaschine sind dagegen die drei Bremsverfahren ohne Einschränkung erhältlich. Wird indessen ein Wechselstromseriemotor in analoger Weise, wie ein Gleichstromseriemotor auf Kurzschlussbremsung geschaltet, dann arbeitet er auch als ein solcher, indem er ebenfalls Gleichstrom generatorisch erzeugt; dieses Resultat ist namentlich auch in der Beziehung bemerkenswert, insofern es, wie der Versuch lehrt, unabhängig vom Momente des Ausschaltens nach einem vorangehenden Betrieb des Motors als Wechselstrommotor auftritt, also offenbar eine Störung, welche auf das Vorzeichen des remanenten Magnetismus zurückzuführen wäre, nicht eintritt.

Zur Einleitung des Bremsbetriebs der Nutzbremsung ist für den Gleichstromseriemotor ein vorheriger Betriebszustand der Kurzschlussbremsung nötig; während dieser Art der Bremsung muss bei genügend grosser Geschwindigkeit dem generatorisch arbeitenden Motor durch passende Regulierung des Belastungswiderstandes zunächst eine Klemmenspannung beigebracht werden, welche die Netzspannung etwas übersteigt und kann hierauf eine Umschaltung aufs Netz ohne Stromunterbrechung, am besten mittels eines Maximalspannungsrelais, vorgenommen werden, worauf die Nutzbremsung in Funktion treten kann. Bei diesem Zurückarbeiten begegnet man jedoch der folgenden Betriebsschwierigkeit: Wenn nämlich die äussere mechanische Antriebskraft grösser wird, d. h. wenn beispielsweise beim Bahnbetrieb mit Nutzbremsung das Gefälle der abwärts befahrenen Strecke zunimmt, so tritt eine Verminderung der Stromstärke ein, weil wegen der Serieeigenschaft zum Ausgleich der konstanten Netzspannung der Geschwindigkeitszunahme eine Abnahme des bremsenden Drehmoments entsprechen muss, wenn man nicht durch die Anordnung eines seriegeschalteten Widerstandes den Uebergang von der Nutzbremsung auf Gegenstrombremsung anordnet; will man bei Nichtbenutzung der Gegenstrombremsung der gefährlichen Geschwindigkeitserhöhung der Nutzbremsung entgehen, so muss man rechtzeitig vom Netz abschalten, was mittels eines Minimalstromrelais geschehen kann. Für den Wechselstromseriemotor kann zur Einleitung des Bremsbetriebes auf Nutzbremsung nicht vom Betriebszustand der Kurzschlussbremsung ausgegangen werden, da nach dem oben gesagten die Selbsterregung dieses Motors bei der Schaltung auf Kurzschlussbremsung keinen Wechselstrom, sondern einen Gleichstrom liefert; statt dessen ist von der Gegenstrombremsung auszugehen, indem dabei durch Regelung der Bremswiderstand allmählich kurz geschlossen wird. Indessen ist auch dieses Verfahren mit Hindernissen verbunden, indem es je für eine gewisse Geschwindigkeit einen kritischen Wert des Widerstandes gibt, oberhalb dessen noch reine Gegenstrombremsung auftritt, während unterhalb desselben die Wechselstrombremsung degeneriert, indem sich über den Wechselstrom ein im Motor generatorisch hervorgerufener Gleichstrom überlagert und bei genügender Verkleinerung des Widerstandes im Stromkreis den Wechselstrom schliesslich verdrängt; ein Zurückarbeiten ins Wechselstromnetz kann dabei nicht zustande kommen. Der Verfasser hat diese Verhältnisse experimentell verfolgt und darüber in der Elektrotechnischen Fachliteratur[1]) Bericht erstattet. Sollte es indessen bei besondern Verhältnissen doch noch gelingen, ein Zurückarbeiten zu bewirken, so wäre auch hier bei konstanter Motorklemmenspannung wieder die Möglichkeit einer gefährlichen Geschwindigkeitserhöhung bei Zunahme der antreibenden mechanischen Kraft zu gewärtigen, welcher auch hier entgegenzuwirken

[1]) Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1907, S. 361.

[1]) Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen. 1907, S. 361.

wäre, und zwar sehr einfach durch Hinunterregeln der Spannung mittels des vorhandenen Transformators.

Es kann indessen das Resultat ausgesprochen werden, dass vom Verfahren der Nutzbremsung von unabgeänderten Seriemotoren für Gleichstrom und Wechselstrom für die praktische Anwendung im elektrischen Bahnbetrieb nichts zu erwarten ist.

Hinsichtlich des Uebergangs von der Gegenstrombremsung auf Nutzbremsung und umgekehrt lässt sich für die dem gewöhnlichen Seriemotor in Bezug auf die Wirkungsweise sonst nahestehenden Typen des Repulsionsmotors und des Latour-Winter-Eichberg-Motors für einphasigen Wechselstrom ein wesentlich anderes Verhalten konstatieren. Bei diesen Motortypen kann man nämlich bei der Schaltung auf generatorische Wirkung nach Belieben die Nutzbremsung oder Gegenstrombremsung einleiten und von der einen störungsfrei auf die andere übergehen; eine Kurzschlussbremsung ist bei diesen Motortypen dagegen ausgeschlossen. Bei der Nutzbremsung mit diesen Motortypen ist bei konstanter Klemmenspannung ebenfalls eine gefährliche Geschwindigkeitserhöhung bei Zunahme der antreibenden mechanischen Kraft möglich, sie kann jedoch durch Hinunterregeln der Spannung mittels eines Transformators auch hier vermieden werden.

Bei dieser Gelegenheit mag es noch angebracht sein, zu untersuchen, ob sich durch einfache Umschaltungen für Bremszwecke die gewöhnlichen Seriemotoren für Gleichstrom und Wechsestrom vielleicht derart abändern lassen, dass eine brauchbare Nutzbremsung möglich ist. So können z. B. die Gleichstromseriemotoren durch die Anwendung einer unabhängigen Elektrizitätsquelle für die Erregung (Akkumulatorenbatterie oder Umformergruppe), die bei der Anwendung auf Bahnen im Motorwagen mitzuführen wäre, in fremderregte Gleichstromgeneratoren verwandelt werden, mittels derer ein Zurückarbeiten unter annehmbaren Betriebsbedingungen möglich ist; für den Fall konstanter Geschwindigkeit lässt sich dabei durch Aenderung des Erregerstroms eine ausreichende Regelung des Drehmoments erzielen, während es für die Bedingung eines konstanten Drehmoments nicht möglich ist, eine weitgehende Aenderung der Geschwindigkeit zuzulassen; namentlich kann mit diesem Verfahren die Bremsung nicht bis zum vollständigen Stillstand durchgeführt werden. In ähnlicher Weise können die Wechselstromseriemotoren für den Zweck der Nutzbremsung abgeändert werden, indem sie in Induktionsmotoren mit Kurzschlussanker oder in Repulsionsmotoren verwandelt werden und dann ein Zurückarbeiten gestatten; der Geschwindigkeitsbereich der Möglichkeit der Nutzbremsung ist dabei ein noch beschränkterer, als beim abgeänderten Gleichstromseriemotor.

Die brauchbarste und für die elektrische Traktion wirklich in Betracht kommende Abänderung, die der Wechselstromseriemotor für den Zweck der Nutzbremsung erhalten kann, ist nun erst in ganz jüngster Zeit bekannt geworden; das betreffende Verfahren ist Ende Juni dieses Jahres am „Niagara falls meeting of the american institute of electrical engineers" von William Cooper entwickelt worden und ist darüber in der Fachpresse[1]) folgendes zu finden: Die Klemmen der Erregerwicklung eines ersten Seriemotors, der für das Zurückarbeiten ins Netz dienen soll, werden an die Armaturklemmen eines zweiten Seriemotors, der als Erregerdynamo zu funktionieren hat und dessen Erregerwicklung mittels einer besonderen Transformation vom Netze aus gespeist wird, angeschlossen und es kann dann die an den Armaturklemmen des ersten Motors herrschende, bei der Drehung also durch Fremderregung induzierte elektromotorische Kraft mittels einer weitern besondern Transformation aufs Netz geschaltet werden; auf diese Weise wird dieser erste Wechselstromseriemotor in einem asynchronen oder richtiger panchronen Wechselstromgenerator mit Fremderregung umgewandelt, der imstande ist, die Aufgabe des Zurückarbeitens unter hohem Leistungsfaktor zu erfüllen. Bei der Anwendung auf die elektrische Traktion sind nun die beiden Seriemotoren für das Zurückarbeiten und die Erregung ohne weiteres aus der Zahl der vorhandenen Achsentriebmotoren zu entnehmen, ja es ist natürlich bei Ausrüstungen von mehr als zwei Motoren ein einzelner Seriemotor als Erregerdynamo für alle übrigen verwendbar; es können ferner die beiden notwendigen Transformationen ohne weiteres durch besondere Anzapfungen an dem so wie so verhandenen Fahrzeugtransformator erhalten werden. Die Möglichkeit der unabhängigen und mit beliebiger Feinheit durchführbaren Aenderung der beiden Spannungstransformatoren gestattet für dieses Verfahren der Nutzbremsung eine sehr weitgehende Regelung auf Geschwindigkeit und Drehmoment; diese Regelungsfähigkeit kann von keinem andern Verfahren der Nutzbremsung erreicht werden; eine Einstellung auf eine beliebige konstante Geschwindigkeit oder auf ein beliebiges konstantes Drehmoment ist ohne Schwierigkeit durchführbar. Hinsichtlich der mechanischen Betriebskurven der Bremsung ist also die eben beschriebene die vollkommenste Nutzbremsung. Hinsichtlich des Betrages der dem Netze zurückzuerstattenden Arbeitsmengen dürfte jedoch dieses Verfahren dasjenige mittels fremderregter Gleichstrommaschinen in Gleichstromanlagen und dasjenige mittels asynchroner Drehstrommaschinen in Drehstromanlagen kaum erheblich übertreffen, indem beträchtliche Energien nur bei höhern Geschwindigkeiten und entsprechend hohen Motorspannungen ins Netz zurückfliessen dürften.

Es mag noch bemerkt werden, dass der für Bremszwecke fremderregte Gleichstromseriemotor, abgesehen von der Komplikation der fremden Erregerenergiequelle, dem Gleichstromnebenschlussmotor, der mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Nutzbremsung als Eisenbahnmotor ausnahmsweise zur Verwendung gekommen ist, gleichwertig gelten kann. Es sind somit die obigen, wie auch die nachfolgenden Bemerkungen hinsichtlich der Nutzbremsung von Seriemotoren auch für die Nutzbremsung der Nebenschlussmotoren gültig.

Welches auch die Werte der abzubremsenden mechanischen Drehmomente und welches auch die zugehörigen Geschwindigkeiten sind, die, wenn überhaupt eine erhebliche Wirkung erzielt werden soll, für den Bremsbetrieb mindestens gleich und wenn möglich grösser als für den motorischen Betrieb sein sollen, so verlangen doch alle Arten Nutzbremsung das Vorhandensein der vollen Klemmenspannung der generatorisch wirkenden Motoren. Dies hat zur Folge, dass die Eisenverluste der Motoren, die dann je nach der Geschwindigkeit eindeutig gegeben sind, stets ebenso beträchtliche oder noch höhere Werte erreichen, wie beim normalen motorischen Betrieb der Motoren; infolgedessen treten während der Dauer der Nutzbremsung ununterbrochen und unabhängig von der wirklichen Bremsleistung erhebliche Energieumsetzungen in Wärme innerhalb des magnetisch aktivenMotoreisens auf. In dieser Beziehung verhält sich daher die Nutzbremsung nicht nur ungünstiger, als die noch eingehend zu behandelnde und vorzugsweise mit kleinerer Geschwindigkeit arbeitende Kurzschlussbremsung und Gegenstrombremsung, sondern sie setzt den sie kennzeichnenden Vorteilen der Energieökonomie und der im Falle der elektrischen Traktion möglichen Abführung der Bremsleistung ausserhalb des Fahrzeuges den sehr schweren Nachteil der höhern Materialbeanspruchung in den Motoren durch Wärme entgegen. Gerade für Bergbahnen wäre die Energieökonomie und Energieabführung aus dem Fahrzeug mittels Nutzbremsung besonders wirksam und würde auch für Bergbahnen mit Gleichstrombetrieb der mechanische Nachteil der Nutzbremsung, dass sie für konstantes Drehmoment weniger leistungsfähig ist, als für eine konstante und hohe Geschwindigkeit, nicht schwer ins Gewicht fallen, da die Steigungsverhältnisse und die beschränkte Stationenzahl der Bergbahnen in der Regel eine andauernde Einstellung auf eine konstante und hohe Geschwindigkeit leicht zulassen. Der Uebelstand der erheblichen Wärmebeanspruchung der Motoren wirkt jedoch bei Anwendung der

[1]) Street Railway Journal 1907, Band XXIX. Seite 1145.

Nutzbremsung derart ungünstig auf die Dimensionierung und den Unterhalt der Triebmotoren, dass bei Entnahme der elektrischen Betriebsenergie aus Wasserkraftanlagen, wie dies bei Bergbahnen wohl die Regel sein wird, der übrigens meistens unwesentliche oder sogar fragliche Vorteil der Energiezurückgewinnung nicht zur Geltung kommen kann.

Wir möchten behaupten, dieses Schlussurteil über die Nutzbremsung bei Bergbahnen gelte nicht nur für die hier eingehender behandelten Fälle der Verwendung von Seriemotoren mit oder ohne Abänderungen zum Zwecke der Nutzbremsung, sondern für alle elektrischen Traktionsmotoren überhaupt. (Schluss folgt.)

Der VIII. Tag für Denkmalpflege in Mannheim.

Im Versammlungssaal des städtischen Rosengartens in Mannheim trat am 19. September der VIII. Tag für Denkmalspflege zusammen. Unter den etwa 250 Teilnehmern befanden sich Vertreter der Bundesstaaten, zahlreicher Städte und fast sämtliche Provinzialkonservatoren. Vom Ausland sind Oesterreich und die Schweiz vertreten. Als Vertreter des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins nahm Architekt *Paul Ulrich* aus Zürich an den Verhandlungen teil. Der vom Vorsitzenden Geh. Hofrat Prof. Dr. *v. Oechelhäuser* aus Karlsruhe erstattete Jahresbericht hob u. a. die Annahme des Gesetzentwurfs gegen die Verunstaltung von Strassen, Plätzen usw. in Preussen, die Errichtung einer staatlichen Stelle für Naturdenkmäler in Danzig, die Gründung des Rheinischen Vereins für Denkmalspflege und Heimatschutz und des Rheinischen Gauverbandes der Vereinigung zur Erhaltung der deutschen Burgen. Etwas voreilig sei man in Hamburg daran gegangen, die abgebrannte Michaeliskirche wieder aufzubauen. Die Besprechung zweier Streitfragen der Gegenwart, die des Wiederaufbaus der Burg zu Altena und des Umbaues des Doms in Worms, musste der Denkmalstag zurückstellen, da in beiden eine Klärung der Meinungen noch nicht eingetreten sei.

Zwei Hamburger, Museumsdirektor Dr. *Brinckmann* und Prof. Dr. *Hagedorn*, verteidigten den Wiederaufbau der Michaeliskirche. Bevor man über diese Angelegenheit urteile, möge man sich überzeugen, was stehen geblieben sei. Die Hamburger wären Barbaren gewesen, wenn sie diese grossartigen Mauern mit ihrem Sandsteinschmuck niedergerissen hätten. Im Interesse der Erhaltung des Mauerwerks musste der Entschluss allerdings rasch gefasst werden. Der äussere Bau steht fast, über den innern Bau ist noch nichts entschieden.

Die Tagesordnung[1]) hatte verschiedene Aenderungen erfahren. So sprang für die Herren Böhm und Nedden, die über «Baupolizei und Denkmalpflege sprechen wollten, Oberbürgermeister *Struckmann* aus Hildesheim ein und berichtete über das neue preussische «Gesetz gegen die Verunstaltung von Ortschaften». In Preussen war seither für Denkmalsschutz wenig geschehen. Denkmäler und ihre Umgebung konnten durch das preussische Landrecht lediglich vor groben Verunstaltungen geschützt werden. Unter grober Verunstaltung verstand man aber nicht das, was ein Künstlerauge darunter versteht, sondern, was dem Laien als solche vorkommen musste. Damit war dem Denkmalschutz wenig gedient. In manchen Landesteilen aber bestand nicht einmal diese Bestimmung. Das Wort «grob» im Gesetzentwurf änderte das Abgeordnetenhaus in «gröblich» um, in der Absicht, dem Oberverwaltungsgericht die Möglichkeit zu geben, seine bisherige Judikatur, die sich auf das Wort «grob» stützte, zu revidieren. Wo es sich um geschichtlich interessante Denkmäler handelt, wird man der Baubehörde die wünschenswerte Sachkenntnis nicht zutrauen dürfen, hier sind unbedingt die im Gesetz vorgesehenen Sachverständigen zuzuziehen. Die Wahl der Sachverständigen wird nach der Art der Herstellung zu treffen sein, und die Ortsstatuten haben zu diesem Punkte Bewegungsfreiheit zuzulassen. Zwingen kann man allerdings eine Gemeinde nicht, Statuten zu erlassen, aber ein sanfter Druck wird die gewünschte Wirkung tun. Sehr weise hat die Regierung gehandelt, keine Musterstatuten aufzustellen, dagegen würde es sich für den Denkmalstag empfehlen, eine Kommission mit der Ausarbeitung von Grundsätzen zu betrauen, welche unter Berücksichtigung der verschiedenartigen typischen Verhältnisse bei der Aufstellung von Statuten den Gemeinden nützliche Anhaltspunkte gäben. Eine Lücke hat das Gesetz. Einem Privaten könne nicht verwehrt werden, sein Eigentum niederzureissen. So tief wollte man nicht in Privatrechte eingreifen; auch braucht der Besitzer bei einem Umbau nach einem ihm vorgeschriebenen Plane nur die Kosten zu tragen, die ihm ohne die Mehrleistungen erwachsen wären. Für das übrige hat die Gemeinde aufzukommen. Der Referent ist der Meinung, dass das Gesetz den Forderungen des Denkmaltags von 1904 in vollem Umfang Rechnung trage, und dass es nun lediglich darauf ankomme, in die Ortsstatuten die richtigen Bestimmungen hineinzubringen.

Prof. Dr. *Stürzenacker* aus Karlsruhe sprach darauf über die neue badische Landesbauordnung. Diese decke sich in ihren Prinzipien mit den württembergischen. Der Referent zeigte zunächst nach einer Darstellung der Organisation des badischen Polizeiwesens an zwei praktischen Beispielen, wie im Sinne des Heimatschutzes eine Anwendung der neuen Bestimmungen möglich sei. Das sei einmal beim Wiederaufbau abgebrannter Teile von Ortschaften und dann beim Bau von Schulhäusern. In so einem wieder aufgebauten Orte sehe gewöhnlich ein Haus aus wie das andere und der Abstand von den stehengebliebenen Häusern sei denn gewöhnlich ein beträchtlicher. Er möchte wünschen, dass das neuerdings abgebrannte St. Märgen nicht in dieser Weise wieder aufgebaut würde, sondern im Sinne der Denkmalspflege. Bei den Schulhäusern pflegten die Gemeinden allzugrosse Sparsamkeit walten zu lassen, statt den Einwohnern in einem solchen Bau ein gutes Beispiel darzubieten. Die badische Bauordnung stelle nicht wie die hessische allgemeine Grundsätze auf, sondern verweise auf die Entscheidung von Fall zu Fall. Insbesondere werde überall auf die charakteristischen Eigenschaften des Landesteils Rücksicht genommen. Versuche mit Strohdächern, die nach dem Verfahren des Malers Hans vom Ende gegen Feuersgefahr imprägniert wurden, hätten gute Resultate ergeben. Dass die Behörden Strohdächer und Schindeldächer wieder begünstigten, sei nicht minder zu begrüssen als die Bestimmung, dass die Häuser beliebig hinter der Strassenflucht zurückbleiben dürfen und auch nicht der Fluchtlinie parallel zu laufen brauchen. Aber auch eine gerade Strasse könne gut wirken. Der Referent regte an, in den einzelnen Orten die Gegenstände, die der Pflege würdig seien, zu inventarisieren, wie es z. B. Nürnberg schon getan habe. Weiter sollten für die Bauern und für die ländlichen Baumeister Stellen geschaffen werden, wo sie sich in Bausachen Rat holen könnten. Zur Erhaltung von Schlössern und Burgen im Privatbesitz müsste der Staat in noch reicherem Masse wie bisher Beihilfe leisten.

Nach lebhafter Diskussion, an der sich Geheimrat Dr. *Baumeister* aus Karlsruhe, Geh. Oberregierungsrat Freiherr *von Biegeleben* aus Darmstadt, Professor Dr. *Fuchs* aus Freiburg, Geh. Baurat *Stübben* aus Berlin und Ministerialrat *Kahn* aus München beteiligten, folgte ein Referat von Landesbaurat *C. Rehorst* aus Merseburg «Ueber die Möglichkeit der Erhaltung alter Städtebilder unter Berücksichtigung moderner Verkehrsanforderungen. In vielen Fällen, in denen Eingriffe in alte Städtebilder geschehen, wird der Verkehr überschätzt. In Köln, in Halle und andern Städten wird die Strassenbahn durch Strassen von 4,5 *m* bis 8 *m* Breite geführt. Die Hochstrasse in Köln passieren durchschnittlich in der Stunde 4375 Personen und 75 Wagen, die Leipziger Strasse in Halle durchschnittlich 655 Personen und 55 Fuhrwerke. Gegenüber solchen Ziffern sollten Städte, die sich mit Strassendurchbruchsplänen tragen, zuerst einmal genaue Verkehrs-Zählungen vornehmen. Hekatomben alter Städtebilder fallen der Strassenbahn zum Opfer. Nürnberg, Köln, Halle liefern den Beweis, wie man mit Schonung der alten Bauten auskommt. Man kann die Strecken eingeleisig legen oder gabeln lassen. 7 Meter für eingeleisige, 9 Meter für zweigeleisige Strassenbahn reicht vollkommen aus. Der Referent bespricht weiter die Beeinträchtigung des Strassenbildes durch Leitungsmasten und -Drähte, durch die Benützung von Türmen als Telegraphenstangen (Götzenturm in Heilbronn, Leipziger Turm in Halle); Strassenerweiterungen könnten ersetzt werden durch laubenartige Ausgestaltung der Untergeschosse. Brunnen, Bildsäulen inmitten der Fahrbahn deren Beseitigung die Verkehrsfanatiker forderten, seien eher geeignet, den Verkehr zu erleichtern, indem sie ihn teilten, als ihn zu hemmen. Alte Brücken könnten durch Eisenbeton verbreitert werden. Auch für die Erhaltung alter Befestigungswerke gelte das Wort: Wo ein Wille ist, da ist auch ein Weg. Für die Erhaltung alter Tore erörtert der Referent eine ganze Anzahl von Möglichkeiten. Der völligen Freilegung möchte er nicht das Wort reden, unter Umständen aber einer Untertunnelung. Des Fernern setzt er sich für die Erhaltung der alten Friedhöfe ein und fordert energische Massregeln gegen die grauenhafte bauliche Verwilderung der Vororte. — Der Vortrag wird, wie der Vorsitzende auf eine Anregung aus der Mitte der Versammlung zusichert, als Flugblatt verbreitet werden.

«Die Denkmalspflege in der Schweiz», war das Thema eines Vortrags des Architekten *E. Probst* aus Zürich, mit dem die interessante Sitzung beschlossen wurde.

In der zweiten Sitzung vom 20. September sprach zunächst Museumsdirektor Dr. *Brinckmann* aus Hamburg über: «Grundsätze und Verfahren für die Wiederherstellung und Ergänzung kunstgewerblicher Altertümer, insbesondere mit Rücksicht auf deren Inventarisation». Der Vortragende

[1]) Vergl. unsere Mitteilung Bd. IL, S. 323.