

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 30 (1939)

Heft: 12

Artikel: Leistungsprogramm und Nennleistung elektrischer Fahrzeuge

Autor: Bodmer, Carl

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060827>

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: 11.01.2026

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

ADMINISTRATION:

Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 5 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

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

XXX. Jahrgang

Nº 12

Mittwoch, 7. Juni 1939

Leistungsprogramm und Nennleistung elektrischer Fahrzeuge.

Von Carl Bodmer, Zürich-Oerlikon.

621.335.016.2

Die oft missgedeutete Beziehung zwischen der wirklich abzugebenden Leistung (Leistungsprogramm) und der elektrischen Nennleistung (Stunden- und Dauerleistung) elektrischer Fahrzeuge sowie die Bedeutung einheitlicher Bewertungsvorschriften wird erläutert.

Die meisten elektrischen Fahrzeuge, besonders Lokomotiven, haben stark und unregelmässig veränderliche Leistungen abzugeben. Die Vielgestaltigkeit der die Leistung bestimmenden Elemente wie Geleiseanlage, Zugsgattung, Fahrordnung, Zuggewicht, Fahrgeschwindigkeit, Unvorhergesehenes, führt zu zeitlichen Leistungsverläufen, die erst nach Stunden, Tagen, Wochen oder noch später Wiederholung finden.

Bei bekannten Elementen ist die Ermittlung der erforderlichen Zugkraft, Geschwindigkeit und damit der Leistung in jedem Zeitpunkt und ihres Verlaufes über beliebig lange Zeit mit den bekannten Grundlagen des Fahrwiderstandes = Roll- + Luft- + Steigungs- + Kurven- + Beschleunigungs-Widerstand, leicht durchzuführen. Die Gesamtheit dieser Leistungen sei das *Leistungsprogramm* oder die *Betriebsleistung* genannt. Als Grundlage zur Vorausberechnung der geeigneten Lokomotive oder des Triebwagens wird man ein oder mehrere Leistungsprogramme berechnen oder durch Versuchsfahrten aufnehmen, die voraussichtlich die grössten Anforderungen an das Triebfahrzeug stellen. Der so bestimmten, aus Zugkraft und Geschwindigkeit zusammengesetzten Leistungslinie können eindeutig wichtige Werte zur Bemessung der Ausrüstung entnommen werden, so die Zugkraft bei Höchstgeschwindigkeit, die höchste Zugkraft, die grösste Leistung. Dagegen ist es unmöglich, daraus allein die erforderliche Nennleistung, d. h. die Stundenleistung oder die Dauerleistung der Motoren und Apparate zu finden.

Erst wenn die thermischen Eigenschaften der Maschinen und Apparate, insbesondere deren thermische Zeitkonstante bekannt sind, wenn ferner Meereshöhe, Aussentemperatur, Erwärmungsgrenzen bei Nennleistung und die höchstzulässige Temperatur oder die Erwärmung im Betrieb festgesetzt sind, kann die zum Leistungsprogramm passende Nennleistung berechnet werden.

L'auteur rappelle et précise les relations souvent mal comprises existant entre la puissance développée en service par un tracteur (parcours type) et la puissance nominale (régime unihoraire ou continu) des diverses parties de son équipement. Il indique en outre l'intérêt que présenterait l'unification des prescriptions servant de base à la détermination de la puissance nominale.

Die Beziehung zwischen Betriebs- und Nennleistung wird häufig unklar oder gar unrichtig erfasst, wodurch die Triebfahrzeuge oder deren Teile Gefahr laufen, nie ausgenutzt oder überansprucht zu werden. Beides ist unwirtschaftlich.

Die folgenden Ausführungen sollen der Abklärung dieser Beziehung dienen. Zu diesem Zwecke wird der Stoff in 13 Leitsätzen zusammengestellt und hernach erläutert.

A. Leitsätze.

1. Die *Betriebsleistung* eines Triebfahrzeuges ist die berechnete oder gemessene veränderliche Leistung am Zughaken oder am Triebadumfang als Produkt aus der jeweiligen Zugkraft und Fahrgeschwindigkeit, über die Zeit des zu betrachtenden Fahrbetriebes ausgedehnt.

2. Für die *Leistungsbemessung* der elektrischen Fahrzeugausrüstung ist in erster Linie die Erwärmung massgebend. Daneben können andere Grenzen wie Kommutation, Ueberschlagsgefahr am Kollektor, mechanische Beanspruchung, Batteriekapazität usw. massgebend sein.

3. Die elektrische Ausrüstung besteht aus *Gruppen*, deren Abhängigkeit von der Betriebsleistung grundsätzlich verschieden ist:

- a) von der Betriebsleistung nicht oder nur wenig abhängig,
- b) hauptsächlich von der Zugkraft (Stromstärke) abhängig,
- c) vom Produkt Zugkraft \times Geschwindigkeit = Leistung abhängig,
- d) von der Bremsleistung abhängig.

Zur Gruppe a) zählen: Steuer-, Sicherheits-, Schutz-, Mess-, Heiz-, Licht-, Lüftungs- und sonstige Hilfseinrichtungen.

Zu b): die meisten Triebmotorstrom führenden Geräte, Schalter, Hüpfer, Kabel, Anfahrwiderstände im Triebmotorstromkreis.

Zu c): Transformatoren, evtl. auch zu d).

Zu d): Bremswiderstände und Bremsapparatur, Triebmotoren zu b), c) und d).

4. Als *Normen für die Triebmotoren* gelten die Vorschriften der Union Internationale des Chemins de fer (UIC), bzw. der Commission Electrotechnique Internationale (CEI), Fasc. 45, besonders für die Definition der Stunden- und Dauerleistung, des Stunden- und Dauerstromes und für die Erwärmung. Die Definition der Stunden- und Dauerleistung des Triebmotors ist unabhängig von den Besonderheiten der Bahn wie Aussentemperatur, Höhe über Meer, zugelassene Erwärmung im Betrieb usw. Die Stundenleistung gilt als Nennleistung. Diesen Vorschriften gemäss wird als Nennleistung des Fahrzeuges diejenige der Gesamtheit der Triebmotoren, an den Motorwellen gemessen, bezeichnet. Für andere Vorschriften gelten die vorliegenden Betrachtungen sinngemäss.

5. Für die übrigen Ausrüstungssteile gibt es erst Entwürfe von internationalen Vorschriften, aufgestellt von der UIC, bzw. von der CEI. Obwohl im folgenden vorwiegend nur die Triebmotoren behandelt sind, bezieht sich die Betrachtung auch auf die übrigen Teile, wobei sinngemäss ihre Betriebsleistung, bzw. ihre Betriebsstromstärke als Grundlage dient.

6. Für den *Triebmotor* ist die *Nennleistung* dann richtig bestimmt worden, wenn er im Betrieb die zulässige Erwärmung unter Einhaltung der im Betriebsprogramm festgesetzten Bedingungen erreicht, aber nicht überschreitet.

7. Die erforderliche Nennleistung des Triebmotors ist nicht nur von dem zu erfüllenden Leistungsprogramm, sondern auch von den *thermischen Zeitkonstanten*, also von der Kühlart der Maschine abhängig. Je kleiner die Zeitkonstante, um so höher die nötige Nennleistung. Die Abhängigkeit der Nennleistung von den Zeitkonstanten ist um so grösser, je kürzer und je stärker Ueberlasten sind und je weiter sie zeitlich auseinanderliegen.

8. Die verbreitete und bei richtiger Anwendung wertvolle Methode der *quadratischen Strommittelwerte* ist um so unrichtiger, je grösser der betrachtete Zeitabschnitt im Verhältnis zur Zeitkonstanten ist.

9. Jede Erwärmung klingt seitlich nach der *Exponentialkurve* $\vartheta = \vartheta_0 e^{-\frac{t}{T}}$ wenigstens ange-

ϑ Erwärmung zur Zeit t

ϑ_0 Erwärmung zur Zeit $t = 0$

T Zeitkonstante

e Basis der natürlichen Logarithmen.

Jede Erwärmungsüberlagerung klingt nach demselben Gesetz auf die Erwärmungslinie ohne Ueberlagerung ab.

10. Die *erforderliche Nennleistung* ist bei gegebener Betriebsleistung abhängig von den Besonderheiten der Bahn, nämlich höchste Aussentemperatur, Höhe über Meer, zugelassene Temperatur im Betrieb usw. Von diesen Faktoren ist die Grösse der erforderlichen Nennleistung, aber nicht ihre *Defi-*

nition, abhängig. Die *Nennleistung* eines fertigen Fahrzeuges ist somit die gleiche, ob dieses bei 400 oder 4000 m über Meer, bei -10° oder $+40^\circ$ Aussentemperatur zu arbeiten hat.

11. Unabhängig von den internationalen Vorschriften bezüglich Nennleistung steht es jeder Bahngesellschaft frei, allfällig von ihr gewünschte *Leistungsreserven*, Erwärmung, Berücksichtigung besonderer Verhältnisse vorzuschreiben. Diesbezügliche Angaben enthalten die Normen der UIC in der Tafel III im Anhang A: «*Grenztemperaturen, die im Betrieb tunlichst nicht zu überschreiten sind*».

12. Eine allfällig für den Betrieb nötige *Reserve* kann auf verschiedene Art in die Berechnung eingeschlossen werden: durch reichliches Zuggewicht, durch gekürzte Fahrzeit, durch geringere zulässige Erwärmung für das Leistungsprogramm.

13. Im Interesse der Wirtschaftlichkeit (Anschaffungs- und Betriebskosten) sind keine unnötigen Reserven zu verlangen.

B. Erläuterungen.

Zu 1. Die Betriebsleistung, das Leistungsprogramm, ist eindeutig bestimmbar, sobald die Betriebsbedingungen bekannt sind. Dies gilt sinngemäss für alle Teile der Ausrüstung.

Zu 3. Richtigerweise werden die den Triebmotorstrom führenden Teile nicht für den gleichen Dauerstrom bemessen wie der Triebmotor selbst, sondern für einen ihrer Zeitkonstanten entsprechenden. Fig. 1 zeigt als Betriebsbeispiel die Abhängig-

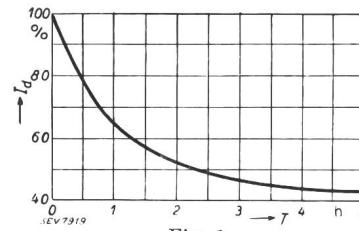


Fig. 1.
Nutzbrems-Doppelspule einer Einphasen-Lokomotive.
Erforderlicher Dauerstrom I_d in Abhängigkeit der Zeitkonstanten T im Schnellzugbetrieb Luzern-Chiasso-Luzern.
100 % = Stromstärke auf 27 % Gefälle.

keit des erforderlichen Dauerstromes von den Zeitkonstanten für einen Apparat, der nur auf den Gefällstrecken Strom führt.

Der Transformator besitzt meist 2 Wicklungsabschnitte, von denen die Oberspannung einen der Leistung proportionalen, die Unterspannung einen der Zugkraft entsprechenden Strom führt, wobei aber die Wicklungsteile der Unterspannung nach Massgabe der Spannung nur teilweise eingeschaltet sind. Fig. 5 zeigt den Verlauf der erforderlichen Dauerströme für den am Schluss aufgeführten Betrieb. Unterscheidung nach Gruppen hat den Vorteil, dass alle Teile des Fahrzeuges gleichmässig ausgenutzt werden können. Ein Hauptunterschied einer neuzeitlichen gegen ältere Ausrüstung besteht in einer gleichmässigen Ausnutzung, wogegen früher oft wenige Teile zu hoch, alle andern unnütz wenig beansprucht waren.

Zu 4. Die Normen des Internationalen Eisenbahnverbandes stimmen grundsätzlich mit denen der CEI überein. Leider ist in beiden die Nennleistung nicht ein-, sondern dreideutig definiert, indem 3 verschiedene Erwärmungstabellen bestehen, Tabelle I mit 120°, Tabelle II mit 105° und II mit 90° Höchsterwärmung. Dieser Umstand ist sehr bedauerlich und widerspricht dem Bestreben nach Einheitlichkeit, denn jeder Motorleistung oder Fahrzeugeleistung muss beigegeben werden: nach UIC I oder UIC II 25° oder UIC 40°. Vermutlich hätte man sich leicht auf eine einheitliche Erwärmung einigen können, wenn genügend bedacht worden wäre, dass die zur Definition der Nennleistung festgesetzte Umgebungstemperatur und Erwärmung nicht mit den für den Betrieb als richtig erachteten Werten identisch zu sein brauchen.

Solange es verschiedene Landesnormen gibt, gehört zur Angabe der Nennleistung der Vermerk der betreffenden Normen. Weil die Bestimmungen über Nennspannung, Ueberlastungsfähigkeit usw. verschieden sind, ist die Nennleistung mehr von den gewählten Normen abhängig als gewöhnlich vermutet wird. Die Schweizerischen Bundesbahnen beispielsweise haben früher für Triebfahrzeuge die AIEE 1918 für ortsfeste Maschinen und als Nennspannung $\frac{4}{5}$ der Höchstspannung belastet vorgeschrieben und sind jetzt zu den UIC-Vorschriften übergegangen. Die Nennleistung eines gegebenen Motors für die verschiedenen Vorschriften ist ungefähr folgende:

Tabelle I.

	SBB	UIC II	UIC I	
Grundtemperatur . . . °C	40	40	25	25
Zulässige Erwärmung aus Widerstand . . . °C	75	90	105	120
Nennspannung U	0,8 U_{\max} belastet	0,9 U_{\max} leer	0,9 U_{\max} leer	
Nennleistung:				
fremdgekühlt . . . %	100	116	126	135
eigengekühlt . . . %	100	125	135	145

Bei 10% Spannungsabfall im Transformator zwischen Leerlauf und Nennleistung ist das Verhältnis der Nennspannungen zwischen UIC und SBB

$$\frac{0,9 \cdot U_{\max} \text{ leer}}{0,8 \cdot U_{\max} \text{ leer} \cdot 0,9} = 1,25.$$

Ohne Rücksicht auf zusätzliche Verluste durch höhere Drehzahl entspräche die Leistung nach UIC I

$$\text{gegen SBB } 1,25 \sqrt{\frac{120}{75}} \cdot 100 = 158 \text{ %.}$$

Weil durch Erhöhung der Nennspannung die Drehzahl und damit der Betrag der Rotorverluste grösser wird, ist die Nennleistung weniger als im Verhältnis der Nennspannungen und der Wurzel der Erwärmungen erhöhbar.

Die Mehrleistung ist bei Eigenkühlung grösser als bei Fremdkühlung, weil mit Zunahme der Drehzahl auch die Kühlung besser wird. Bei diesem Vergleich ist stillschweigend angenommen, dass der Motor die höhere Erwärmung und die strengeren Ueberlastforderungen ohne weiteres vertrage. Dies trifft bei neuzeitlichen Motoren zu.

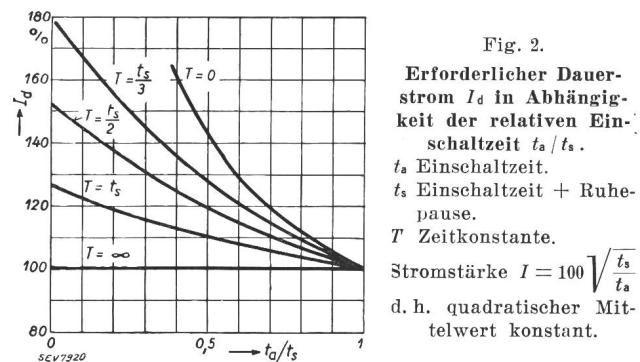
Zur Kennzeichnung der thermischen Eigenschaften ist Angabe zweier Leistungsgrenzen unvermeidlich. Im Zeitalter der ganz geschlossenen Bahnmotoren genügte Angabe der Stundenleistung, weil damit auch die übrigen Leistungsgrenzen ziemlich eindeutig festgelegt waren, und weil sie der im Betrieb häufig vorkommenden Leistung näher liegt als die viel kleinere Dauerleistung. Dauerstrom 50...35% des Stundenstromes, 50% bei kleinen, 35% bei grossen geschlossenen Motoren. Für gut gelüftete Motoren stellt die Stundenleistung eher nur eine Ergänzung zur Dauerleistung dar, und der Quotient beider Leistungszahlen verrät die Kühleigenschaften. Der Dauerstrom neuzeitlicher Bahnmotoren beträgt bei Eigenventilation bis 85%, bei fremdgekühlten bis 95% des Stundenstromes (nach UIC II). Man ist darüber einig, dass ausser der Dauerleistung eine kurzzeitigere als die Stundenleistung, etwa $\frac{3}{4}$ - oder Halbstundenleistung, die Eigenschaften des Motors deutlicher zum Ausdruck brächte. Nachdem die Stundenleistung seit vielen Jahren gebräuchlich ist, wird diese jedoch am besten beibehalten.

Zu 5. Das Fehlen von Vorschriften hat zunächst keinen Nachteil; die Lieferfirmen wählen auf Grund der Erfahrung und im Einvernehmen mit der Bahn die Bedingungen selbst. Zum Nachteil wird diese Lücke, wenn sie mit ungeeigneten Vorschriften ausgefüllt wird, die zu überflüssig teuren und schweren oder sonst ungeeigneten Geräten führt.

Satz 6 verrät, dass sich erst nachträglich herausstellt, ob die Leistung richtig gewählt wurde. Der Berechnungsgang ist somit folgender:

1. Schätzung der Leistung aus Höchstleistung und quadratischem Mittel über gut gewählte Zeitschnitte,
2. Wahl oder Berechnung der Maschinen,
3. Erwärmungsberechnung für diese Maschinen,
4. Umrechnung der Leistung aus der berechneten Erwärmung.

Der Inhalt der Sätze 7 und 8 ist in Fig. 2, 3 und 4 für ganz einfache Belastungsfälle veranschaulicht, nämlich für aussetzenden Dauerbetrieb mit solcher Stromstärke, dass der quadratische Mittelwert auf die Spielzeit t_s bezogen, konstant bleibt. In Fig. 2



ist der erforderliche Dauerstrom, in Fig. 3 der zugehörige Stundenstrom gezeigt. Fig. 4 ist den Fig. 2 und 3 entnommen und zeigt Dauer- und Stundenstrom für 2 Lastfälle in Abhängigkeit der Zeitkon-

stanten. Aus dem quadratischen Mittelwert der Stromstärke wäre der Apparat oder Motor stets für 100 % Dauerstrom zu bemessen; in Wirklichkeit

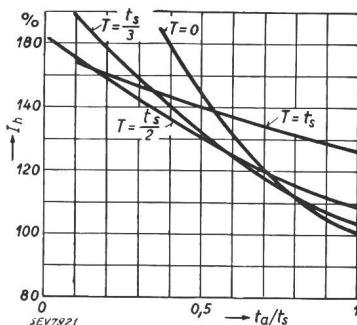


Fig. 3.
Erforderlicher Stundenstrom I_h in Abhängigkeit der relativen Einschaltzeit t_a/t_s .

muss er für höheren Wert gebaut werden, bei $T = \frac{t_s}{2}$ z. B. bis 152 % bei sehr kurzer relativer Einschaltzeit. Fig. 4 zeigt, dass bei gegebener relativer Einschaltzeit, z. B. $\frac{t_a}{t_s} = 0,5$, der nötige Dauerstrom bei $T = t_s$ noch 11% über dem quadratischen Mittelwert liegt. Der Stundenstrom ist aus dem quadratischen Mittelwert nur über den Dauerstrom,

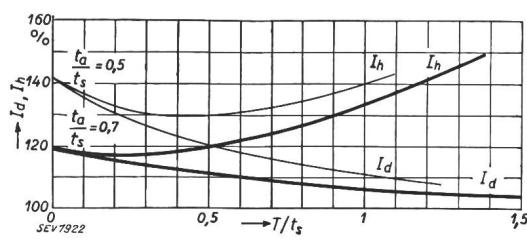


Fig. 4.

Erforderlicher Dauer- (I_d) und Stundenstrom (I_h) in Abhängigkeit der relativen Zeitkonstanten T/t_s für gegebenen quadratischen Mittelwert der Stromstärke aus Fig. 2 und 3.

also indirekt, bestimbar. Zum zahlenmässigen Lesen der Fig. 2, 3 und 4 müssen die Zeitkonstanten bekannt sein. Diese sind für Teile der elektrischen Fahrzeuge etwa anzusetzen:

Grössenordnung der Zeitkonstanten I in Minuten.
Tabelle II.

	gekühlt			
	geschlossen	naturlich	eigen-ventiliert	künstlich
Bandwiderstand . . .	—	8 ... 12	—	0,8 ... 1,2
Gusswiderstand . . .	—	12 ... 15	—	3 ... 5
Motorwicklung . . .	240	—	40 ... 100	20 ... 40
Transformator . . .	—	150	—	90
Isolierte Kabel . . . je nach Querschnitt und Anordnung	10 ... 100	—	—	5 ... 40

Satz 9 erleichtert die Erwärmungsberechnung, denn er zeigt die Nutzlosigkeit, die Berechnung über ganze lange Leistungsprogramme genau durchzuführen. Es genügt, etwa über die Zeit T bis $2T$ vor der höchsten Erwärmung genau, über die frühere Zeit um so summarischer zu rechnen, je weiter sie vorausliegt. Jeder Fehler beeinflusst die Höchsterwärmung mit 100 — 37 — 13,6 — 5 % usw. seiner

Grösse, wenn er für die Zeit $0 — T — 2T — 3T$ usw. vor dem Punkt der Höchsterwärmung gemacht wird.

In Wirklichkeit befolgen Erwärmung und Abkühlung nicht genau die Exponentialkurve, immerhin mit für die ganze Betrachtung genügender Genauigkeit.

Zu 10, 11, 12. Bei richtiger Einschätzung dieser Tatsachen wäre es möglich, sich für die Vorschriften auf eine einzige Grundtemperatur und eine einzige Erwärmung zu einigen. Es ist ja nach dem Gesagten viel weniger wichtig, welche Erwärmung der Nennleistung zu Grunde liegt, als dass sie einheitlich sei.

Ueber die im Betrieb höchstzulässige Temperatur sind keine präzisen Zahlen möglich. Diese hängt von vielen Faktoren ab, wie von den Einzelheiten der Isolierstoffe, deren Imprägnierung, den Abmessungen, der Güte der Herstellung der Wicklungen und deren Umgebung (Eisen), vor allem von der Zeit, während welcher die Höchsttemperatur eingehalten wird. Nach neueren, vorsichtigen Angaben halten Wicklungen der Isolationsklasse B die Temperatur 105° 8 Jahre, 115° 4 Jahre, 125° 2 Jahre, 135° 1 Jahr und 145° 1/2 Jahr lang aus. Die im Anhang A der UIC empfohlenen Temperaturen 130° im normalen Betrieb, 145° als höchste Spitzenwerte, sind demnach gut gewählt.

Nach den gegebenen Leitsätzen ist die Beziehung zwischen Nenn- und Betriebsleistung klar. Ein Grund für verschiedene Temperatur- und Erwärmungsgrenzen in den Vorschriften ist für die Nennleistung nicht mehr vorhanden.

Bahnbetriebsfachleute mögen einwenden, dass der Betrieb und damit das Leistungsprogramm nicht zum voraus genau bestimmbar sei. Ganz richtig, aber so genau wie Gewicht, Preis und Garantien vorausbestimmt werden müssen, soll auch das zu Grunde gelegte Leistungsprogramm festgelegt sein.

Zum Schluss seien als bahnmässiges Beispiel einige Berechnungsergebnisse für die im Bau befindlichen Leichttriebwagen der Rhätischen Bahn bekanntgegeben. Vorgeschrrieben ist ein strengster Fahrplan auf der Strecke Landquart—Davos mit grösstem Zuggewicht.

Die Berechnungen ergeben die folgenden Zahlen für Triebmotor und Transformator:

Triebmotor:

Quadratischer Mittelwert des Stromes	A
Landquart-Davos-Landquart	397
Landquart-Wolfgang	495
Wolfgang-Davos-Landquart	296

Erforderlicher Dauer- und Stundenstrom nach Erwärmungsberechnung:

Dauerstrom	Stundenstrom
A	A
für selbstventilierten Motor nach UIC I	520
» fremdgekühlten Motor	540
» geschlossenen Motor	440

Ausgeführt wird der selbstventilierte Motor.

Hätte die Bahn eine höchstzulässige Erwärmung im Betrieb von nur 100° statt 120° vorgeschrieben, so hätte der UIC

I-Dauerstrom rund zu $\sqrt{\frac{120}{100}} = \sim 1,1$ fach,

also 570 A, festgesetzt werden müssen.

Transformator:	Landquart	Landquart
Quadratischer Mittelwert	Davos	Wolfgang
Unterspannungswicklung	A	A
1. Abschnitt	332	494
2. »	325	483
3. »	308	457
4. »	226	336
5. »	79	117
Oberspannungswicklung	29,3	41,5

Erforderlicher Dauer- und Stundenstrom aus Erwärmungsberechnung:

	natürlich		fremd gekühlt	
	Dauerstrom	Stundenstrom	Dauerstrom	Stundenstrom
1. Abschnitt	400	695	435	625
2. »	395	685	430	620
3. »	374	650	405	580
4. »	276	480	300	430
5. »	97	170	105	150
Oberspannung	33	57	36	51,6

in Fig. 5 dargestellt.

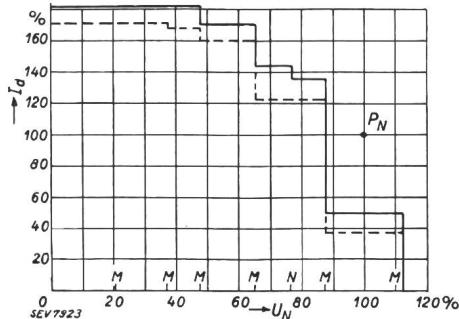


Fig. 5.

Transformator mit Fremdkühlung.

Erforderlicher und gewählter Dauerstrom in der Unterspannungswicklung in % des Nennstromes REB, in Abhängigkeit der Wicklungsteile, ausgedrückt in % der Nennspannung U_N

----- berechnet für die Motoren.
— gewählt für Motoren + Nebenbetriebe.
 P_N Nennleistung nach REB.
 M Motoranzapfung.
 N Nebenbetriebsanzapfung.

Mangels internationaler Vorschriften wurden die deutschen REB 1938 zugrunde gelegt.

Die vorliegende Betrachtung ist vom Standpunkte des Fahrzeugherrstellers verfasst, der Klarheit der Auffassung, Zweckmässigkeit und Eindeutigkeit der Vorschriften und vor allem Wirtschaftlichkeit der zu bauenden Triebfahrzeuge wünscht. Wirtschaftlichkeit ist im weitesten Sinn unter Berücksichtigung aller Faktoren, Anschaffungspreis, Gewicht, Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit, Unterhalt und Lebensdauer verstanden.

Zusammenfassung.

Es wurde gezeigt, dass der Vergleich zwischen Nenn- und Betriebsleistung nicht ohne ausführliche Berechnungen möglich ist, dass dazu ein klares Leistungsprogramm, eine saubere Zuteilung der verschiedenen Einflüsse, wie Außentemperatur, zugelassene Höchsttemperatur, Höhe über Meer, gehört, die nicht die *Definition*, sondern nur die *Grösse* der zu wählenden Nennleistung und Dauerleistung berühren. Ferner werden international einheitliche und eindeutige Vorschriften für die verschiedenen Ausrüstungsteile angeregt.

Einige Literaturhinweise:

1. G. Gut, Baden: «Ein neues graphisches Verfahren zur Vorausbestimmung der Erwärmung elektrischer Maschinen und Apparate für intermittierende Betriebe, einschliesslich Bahnen.» Bull. SEV 1918, Nr. 2.

2. G. E. Luke: «Heating of Railway Motors in Service and on Test-Floor Runs.» J. Amer. Inst. Electr. Engrs., Mai 1922.

3. F. W. Carter: «Service Capacity of Traction Motors.» J. Inst. Electr. Engrs., Lond., Nov. 1927.

4. H. Kother: «Zeichnerisches Verfahren zur Vorausbestimmung der betriebsmässigen Erwärmung elektrischer Maschinen, insbesondere von Bahnmotoren.» Elektr. Bahnen, Mai 1937.

5. R. Langlois-Berthelot: «Le problème de la puissance normale des machines électriques.» Rev. gén. Electr., 29. Okt. 1938.

6. Regeln der UIC für elektrische Fahrzeugmotoren Nr. 103. Fassung vom 1. Januar 1937.

7. REB 1938, Regeln des VDE für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen.

Considérations sur la conductibilité de l'eau et explication de la curieuse influence de l'eau dissoute sur la valeur isolante de l'huile.

Par J. Borel, Cortaillod.

621.315.615.2

L'auteur rappelle pourquoi l'eau conduit le courant électrique et explique pourquoi les propriétés diélectriques des huiles minérales ne sont pas diminuées par la présence d'eau dissoute.

Wasser leitet den elektrischen Strom. Der Verfasser erinnert an die Erklärungen dieser Tatsache. Hierauf untersucht er, weshalb die dielektrischen Eigenschaften der Mineralöle sich durch die Anwesenheit aufgelösten Wassers nicht verschlechtern.

Parmi les agents naturels qui ont sérieusement compliqué la tâche de l'électricien, l'eau vient certainement en premier lieu, même si l'on excepte son action chimique sur le fer et le bois.

Le problème des isolants destinés à fonctionner en plein air ou dans des endroits humides est, en effet, dominé par la nécessité de réaliser des isolants insensibles à l'eau ou de réussir à protéger de l'action de l'eau des isolants qui n'y résistent pas. L'eau est l'ennemi No 1 des isolants; elle s'infiltra partout, se condense à des endroits non prévus, dé-

joue souvent les raisonnements et n'a de répit qu'au moment où elle a transformé le meilleur des isolants en une «terre». Créer des terres est le rôle de l'eau, elle s'y emploie avec beaucoup de tenacité.

Comme il importe de connaître tous les caractères de son ennemi pour, si possible, le mieux déjouer, il n'est pas superflu de s'arrêter à certaines propriétés de l'eau, généralement peu connues et qui pourtant sont importantes.

Je ne parlerai que de l'eau pure, puisque c'est en général sous forme d'eau de pluie ou de condens-