Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69/70 (1917)
Heft: 3

Artikel: Elektrische Wärme-Erzeugung für Dampfbahnen
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33915

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: 08.08.2025

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

vorausgesetzt, dass das Absenken des Oberwassers keine Unzukömmlichkeiten nach sich zieht. Bei hochgelegenen Einlaufschwellen liesse sich das gleiche Verfahren anwenden, um während der Hochwasserzeit angeschwemmte Kiesbänke bei günstiger Gelegenheit unschädlich in den untern Kolkraum abzuschieben.

In den letzten Jahren zielt die Entwicklung der Schützenwehre dahin, das Ueberschusswasser durch Regulieren der obern Schützenteile abfliessen zu lassen. Die Grundschütze wird seltener zur Regulierung benützt; sie vertritt beinahe die Stelle der früher beliebten, erhöhten Grundschwelle. Immerhin bleibt ihr Vorzug die Beweglichkeit; durch sie kann das Oberwasser bei Reparaturen tief gesenkt oder Kies abgeführt werden. Ernste Nachteile können aber infolge der Bedienung der Grundschütze unter Stau dann erwachsen, wenn das Wehr allein mit Rücksicht auf abfallenden Wasserstrahl entworfen wurde. Es sollte, um der starken Vertiefung des Kolkraumes vorzubeugen, wenn irgend möglich vermieden werden, dass der Wasserabfluss bei Stau aus ein und derselben Oeffnung auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden kann. Sollte die Richtigkeit dieses Grundsatzes anerkannt werden, dann wäre die Forderung aufzustellen: Eisklappen und Oberschützen sind derart zu bemessen, dass sie allein das ausserordentliche Hochwasser abzuführen vermögen. Dadurch wird der ernsten Gefahr vorgebeugt, dass durch Ziehen der Grundschütze bei Hochwasser plötzlich unberechenbare Vertiefungen entstehen.

II. Ergebnisse aus der Entwicklungsgeschichte der Wehrform.

Im Laufe der Zeiten wurde immer und immer wieder versucht, den schädlichen Wirkungen der Ausspülungen zu begegnen. Die Fachleute begnügten sich nicht allein mit direkter Bekämpfung durch Auffüllung der Löcher, sie suchten durch Verbesserung der Wehrform vorzubeugen und Schäden zu vermeiden. Alte Publikationen veranschaulichen den wechselnden Erfolg dieser Bestrebungen. Nach und nach entwickelte sich eine Reihe von Wehrtypen, die, an besondere Oertlichkeiten gebunden, gute Dienste leisteten, die aber gelegentlich, von ihrem Erbauer zur allgemeinen Anwendung empfohlen, zu Misserfolgen führten.

Das Studium der Fachliteratur der zwei letzten Jahrhunderte zeigt, dass die Entwicklung gewisser technischer Bauformen langsam vor sich geht und dass diese Entwicklung durch die Erfahrungen an mangelhaften Bauwerken am meisten gefördert wird. An allen zur Ausführung gekommenen Ideen pocht der Prüfhammer der Natur, schält und reinigt die Werke vom Flitter und zeigt als harter, unparteiischer Richter dem Menschen sein Werk, als das was es ist. Der Menschengeist muss zum Nutzen seiner Werke, die Sprache des gewaltigen Naturwirkens noch besser wie bisher verstehen lernen. Dem Einzelnen bleibt aber nur eine kurze Spanne Zeit, dem Wirken der Natur *Gesetze* abzulauschen, und es ist deshalb notwendig, die Summe der Erkenntnisse mehrerer Generationen zu verwerten.

Klar und deutlich ergibt sich aus der Literatur[1]) inbezug auf frühere Wehrbauten folgende Erfahrungssumme:

Feste Wehre können ihren Zweck erfüllen und der Unterspülungsgefahr widerstehen ob das Profil des Wehrrückens senkrecht oder geschweift sei. *Senkrechter Abfall* ist dann zu empfehlen, wenn bei nicht zu grosser Fallhöhe fester Baugrund oder ein starkes Fallbett vorhanden ist. *Geschweifter Abfall* empfiehlt sich bei grossen Fallhöhen für jeden Baugrund, sofern Wehr und Schussboden gut gesichert sind. Die Wirkung *schief abwärts geneigter Wehrrücken* mit eventuell anschliessend fallendem Schussboden wird im Hinblick auf die Wehr- und Ufersicherung als sehr ungünstig bezeichnet. (Forts. folgt.)

[1]) Insbesondere Silberschlag (1786), Voch (1779), Minard (1841), Pestalozzi (1883), Rehbock, Struckel, Engels.

Elektrische Wärme-Erzeugung für Dampfbahnen.

Zu der Anregung von Prof. Dr. W. Kummer, angesichts des drohenden Kohlenmangels den Versuch zu machen, ob nicht elektrische Wärmeerzeugung auch für Dampflokomotiven als Notbehelf möglich wäre, erhielten wir zwei Einsendungen, die wir hier, samt einer Replik Prof. Kummers, zur Kenntnis unserer Leser bringen. *Red.*

Zur Frage der elektrischen Heizung der Lokomotivkessel.

Von *L. Thormann*, berat. Ing. in Bern.

Die interessante Veröffentlichung des Herrn Prof. Dr. Kummer in der Nummer vom 7. Juli 1917 der „Schweiz. Bauzeitung" über Wirtschaftlichkeit elektrischer Heizung der Dampfkessel von Lokomotiven im Vergleich zu den heutigen Kohlenpreisen veranlasste mich, die Idee hinsichtlich ihrer praktischen Ausführbarkeit etwas weiter zu verfolgen, als dies seitens ihres Urhebers in genanntem Artikel bekannt gegeben worden ist. Wenn ich auch allerdings dabei zu Resultaten gelange, die nicht gerade ermunternd zu wirken geeignet sein werden, so glaube ich doch, dass deren Veröffentlichung nicht unterbleiben sollte. Es ist wohl besser, in gegenwärtigen Zeitläufen nicht noch weitere, von vornherein unerfüllbare Anforderungen an die Elektrotechnik zu stellen, nachdem letztere bereits Mühe hat, dem Näherliegenden, wie Beleuchtung, Kochen, Fabrikbetrieb und nicht zuletzt auch der Erstellung der für unsere Volkswirtschaft zur Zeit äussert wichtigen elektrochemischen Fabrikaten in ausreichender Weise gerecht zu werden.

Mit der technischen Rechnungsweise des erwähnten Artikels gehe ich einig, wiewohl einzelne Faktoren vielleicht etwas weniger günstig hätten angenommen werden können. Es sollen daher als Basis für weitere Betrachtungen folgende Werte gelten:

Dampfproduktion unter Betriebsdruck im Lokomotivkessel im Mittel pro *kWh* . . . . . = 1 *kg*

Verhältnis des Energiebedarfs ab Speisepunkt des Fahrdrahtes: $\frac{\text{bei eigentlichen Traktionsmotoren}}{\text{bei elektrischer Dampfkesselheizung}} = \frac{1}{10}$

entsprechend den von Prof. Kummer für S. B. B. Kreise 1 bis 4 ermittelten Werten.

Auf Grund dieser Zahlen möchte ich nun zunächst den *Einfluss auf die Zugsbildung* untersuchen und alsdann denjenigen *auf die Kraftwerke und Energieübertragungen.*

In erster Linie drängt sich die Frage auf, in welcher Weise die Umformung des Lokomotivdampfkessels für die elektrische Heizung vor sich gehen soll. Für die Bemessung der Leistung elektrischer Kessel benütze ich die von Ob.-Ing. E. Höhn in Nr. 17 vom 28. April 1917 der „Schweiz. Bauzeitung" veröffentlichten Versuchsergebnisse, ausgeführt an einem Röhrenkessel. Angesichts des dabei nachgewiesenen hohen Wirkungsgrades von rd. 90 % zwischen Energiezufuhr und Dampferzeugung wird eine weitere Verbesserung desselben, vorausgesetzt, dass sie überhaupt noch möglich, zahlenmässig keine Bedeutung mehr haben. Demnach kann mit einer Dampferzeugung pro Stunde und m^2 Heizfläche von rund 12 *kg* gerechnet werden und es werden als Kesselgewicht für 7,5 m^2 Heizfläche 600 *kg* angegeben.

Ich will nun als Ausgangsbeispiel ausgehen von einer Zugsleistung von 400 Tonnen brutto (inkl. Lokomotive) auf 10 ‰ Steigung. Es beträgt für dieselbe auf einer Rampe von 1 *km* Länge die aufgewendete elektrische Energie am Speisepunkt der Linie für 4 *kg/t* Rollwiderstand und eigentlichen Traktionsmotoren

$$\frac{400\ (4000 + 10000)}{75 \cdot 3600}\ \frac{0{,}736}{0{,}7} = 22{,}0\ kWh$$

der entsprechende mittlere zugeführte Effekt bei 50 *km/h* Geschwindigkeit

$$\frac{22 \cdot 60 \cdot 50}{60} = 1100\ kW$$

bei elektrischer Dampfkesselheizung

gesamte zugeführte Energie . . .	10×22	=	220 *kWh*
mittlerer Effekt bei 50 *km/h* . . .	10×1100	=	11000 *kW*
Dampfbedarf für 1 *km*	220×1	=	220 *kg*
erforderliche Produktionsfähigkeit des Kessels	50×220	=	11000 *kg/h*
erforderliche Heizfläche (12 kg/m^2) .		=	917 m^2

Rechnen wir auf der umzubauenden Dampflokomotive mit einer bereits vorhandenen Heizfläche von 250 m^2, so wären noch neu beizufügen rund 650 m^2 mit einem Konstruktionsgewicht von $\frac{650 \cdot 600}{7,5} = 52\ t$, wenn von der Gewichtseinheit des kleinen Kessels nach Ob.-Ing. Höhn ausgegangen wird. Für grössere Ausführungen dürfte letztere allerdings günstiger werden, anderseits muss aber noch das Eigengewicht des zur Aufnahme der Kessel samt Zubehörden dienenden Rollmaterials dazugerechnet werden. Man dürfte daher nicht stark fehl gehen, wenn mit einem zusätzlichen Mehrgewicht für die elektrisch geheizten Kessel von 60 bis 80 *t* gerechnet wird. Dabei ist erst noch angenommen, dass die Kessel ohne Transformierung der zugeführten Spannung arbeiten können. Es wird dies indessen kaum möglich sein, sodass für das Mitführen von Transformatoren erwähnter Leistungsfähigkeit noch etwa 80 *t* mehr an totem Gewicht hinzukommen.

Bei der Bestimmung der erforderlichen Heizfläche bin ich allerdings von der Voraussetzung ausgegangen, dass eine Wärmeaufspeicherung im Dampfkessel nicht vorhanden sei, sondern der zugeführte Effekt dem momentanen Dampfbedarf zu entsprechen habe, während Prof. Kummer der Ansicht ist, es sollten die Leistungsschwankungen den Dampfkesseln überbunden werden können, sodass die Energiezuführung ungefähr der mittlern Belastung entsprechen könnte. Für Anfahrten und Profiländerungen von relativ kleiner Länge wird diese Annahme allerdings bis zu einem gewissen Grad zutreffend sein. Die Akkumulation im Kessel reicht aber nicht mehr aus, sobald es sich um Rampen von einiger Länge handelt, es sei denn, dass entsprechend bemessene besondere Speicher vorgesehen werden. So würde nach obigem Beispiel für eine Rampe von 5 *km* Länge und 10 ‰ Steigung, wie sie auch auf der schweizerischen Hochebene häufig vorkommen, eine Dampfmenge von $5 \times 220 = 1100$ *kg* aufzuspeichern sein. Herr Obering. Höhn berechnet in bereits erwähntem Artikel den Inhalt eines Speichers für 1000 *kg* Dampf mit 11,8 m^3, seinen Wasserinhalt mit 9370 *kg* und sein Eigengewicht mit 4300 *kg*, sodass inklusive Tara ein solches Fahrzeug auch auf etwa 30 *t* zu stehen käme. Zur Sicherstellung eines geordneten Betriebes wird der Speicherinhalt nicht zu knapp bemessen sein und die darnach erforderlich werdende tote Last dürfte nicht wesentlich geringer sein, als die oben erwähnte der eigentlichen Kesselwagen.

Als Einfluss der elektrischen Dampfkesselheizung muss daher zunächst mit einer *ganz wesentlichen Vermehrung des toten Gewichtes für Lokomotive und Kesselwagen auf das zwei- bis dreifache der heutigen gerechnet werden,* was abgesehen von den Anschaffungskosten auch den Energieaufwand nicht unbedeutend vermehren wird. Letzterer ist aber an und für sich schon derart ungünstig, dass er in seinen Konsequenzen nicht einfach übergangen werden kann, resp. damit abgetan wird, dass für die *kWh* ganz willkürlich ein niedriger Einheitspreis von nur 1,5 Cts. angenommen wird, der der Kohle gegenüber konkurrenzfähig ist.

Was es heisst, für den *tkm* den zehnfachen Energieaufwand zu fordern, als er bei eigentlicher elektrischer Traktion erforderlich wäre, kann an einem einfachen Beispiel gezeigt werden.

Es benötigt die B. L. S. beim gegenwärtigen schwachen Verkehr in runder Zahl durchschnittlich 1000 *kW* 24-stündig ab Wasserwerk. Die Leistung des letztern beim Winterminimalwasser kann mit 2000 *kW* geschätzt sein. Für den zehnfachen Dampfkesselbetrieb müssten demnach noch vier neue Werke von der Leistungsfähigkeit des bestehenden hinzugebaut werden, oder eine entsprechende Energiemenge von weiterher übertragen werden. Bei den Uebertragungen ist aber nicht zu übersehen, dass die Belastungsschwankungen trotz der ausgleichenden Wirkung der Kessel nicht verschwunden, sondern höchstens etwas abgeschwächt sein werden, und daher angesichts der effektiv auftretenden Effekte höhere Spannungen als die voraussichtliche Fahrdrahtspannung von etwa 15 000 Volt nicht vermieden werden können. Es werden also nicht nur Wasserwerke, sondern auch die Uebertragungs- und Transformierungsanlagen Einrichtungen darstellen, deren Bau sowohl zeitraubend wie kostspielig ist und *niemals wird die Energie zu 1,5 Cts. pro kWh am Fahrdraht erhältlich sein,* sondern bestenfalls zum dreifachen Preis.

Aus diesen wenigen Erörterungen geht genügend hervor, wie ausserordentlich unrationell die Energieabgabe zur Dampfkesselheizung werden würde, und dass eine solche noch durch zwangsweise Stillegung von Betrieben erfolgen sollte, wie durch die vorgeschlagene Beschlagnahme elektrochemischer Werke, vermindert noch weiter ihre Zweckmässigkeit. Es wird sicher durch Austausch gegen die elektrochemischen Produkte mehr Kohle für unser Land erhältlich sein, als durch elektrische Dampfkesselheizung im Bahnbetrieb je erspart werden kann. Ueber die Schwierigkeiten in der Ausführung und den Zeitbedarf für alle diese Anlagen, die angeblich nur ein Notbehelf sein sollten, will ich nicht weiter mich auslassen. Sicher ist nur das, dass, wenn der Notbehelf ausführbar ist, es jedenfalls auch der eigentliche elektrische Bahnbetrieb noch viel eher sein wird, der Bau elektrischer Lokomotiven inbegriffen. Anderseits dürfte auch der Notbehelf so viele Jahre zu Versuch und Durchführung erfordern, dass hoffentlich bis dahin auch ein siebenjähriger Krieg zu den geschichtlichen Erinnerungen gehören wird.

Dass mit allen Mitteln auf Reduktion des Kohlenkonsums in unserem Lande auch für zukünftiges Friedensverhältnis hingearbeitet werden muss, und dass dazu der Bahnbetrieb mit weitestgehender Einführung elektrischer Traktion gehört, ist ebenfalls meine Meinung. Wenn indessen die Ausführung zur Zeit auch auf starke Schwierigkeiten stösst, so können doch schon eine Menge Vorbereitungen und Vorarbeiten getroffen werden mit dem Zwecke, für später eine beschleunigte Durchführung zu ermöglichen. Man hüte sich aber davor, durch ganz unrationelle Vorschläge in den vielen technischen und nicht technischen Kreisen, die sich um die Kohlen- und die Bahnfrage interessieren, Verwirrung hervorzurufen, wie dies durch den besprochenen Artikel sicher geschehen wird.

Replik zur Kritik der elektrischen Lokomotivkessel-Heizung.

In obenstehender Einsendung vertritt Herr Ing. *L. Thormann* den Standpunkt, es stelle die von mir gemachte Anregung, die Eignung der elektrischen Kesselheizung von Dampfbahnen möge durch einen praktischen Versuch näher untersucht werden, von vornherein unerfüllbare Anforderungen an die Elektrotechnik, welchen Standpunkt er durch einige Rechnungen zu stützen sucht. Da mir einzelne seiner Rechnungsgrundlagen teils als zu weit gehend, teils als direkt unzutreffend erscheinen, komme ich für das von Herrn L. Thormann dabei untersuchte Verhalten der elektrischen Lokomotivkessel-Heizung auf Steigungen von 10 ‰ zu *durchaus andern Resultaten,* die ich im Interesse weiterer Abklärung der Anregung hiermit ebenfalls bekannt geben möchte.

1. Vor allem scheint es mir als viel zu weit gehend, von einem *Notbehelf* gleichviel oder gar mehr zu verlangen, als das, was der bisherige normale Betrieb leistet. In dieser Hinsicht beanstande ich, dass Herr L. Thormann für das Befahren von Steigungen von 10 ‰ mit Zügen von 400 *t* Gesamtgewicht ohne weiteres Geschwindigkeiten von 50 *km/h* annimmt, während doch die Leser der „Schweiz. Bauzeitung" vor rund sieben Jahren aus der Feder von Ing. *G. Lanz* (Zürich) über die Fahrverhältnisse im S. B. B.-Kreis III, die sich übrigens von denen der S. B. B.-Kreise I, II und IV nur wenig unterscheiden dürften, anders orientiert worden sind[1]); nach der betreffenden Veröffentlichung müssen *auf anhaltenden Steigungen von 10 ‰* bloss folgende Mindestwerte von Geschwindigkeiten eingehalten werden und kommen also für schwere Züge unverändert in Betracht:

Schnellzüge	44 *km/h*	(max.: 330 *t* angehängt)
Personenzüge	38 „	(max.: 390 *t* angehängt)
Güterzüge mit Personenbeförderung	28 „	(max.: 485 *t* angehängt)
Güterzüge	19 „	(max.: 550 *t* angehängt)

Nehmen wir einmal an, die weiteren Rechnungsgrundlagen von Herrn L. Thormann seien zutreffend, während wir für den *Notbehelf* der elektrischen Lokomotivkessel-Heizung seine Annahmen betreffend Zugsgewicht und Geschwindigkeit für 10 ‰ Steigung je um 50 % reduzieren wollen (also 200 *t* bei 25 *km/h*), so fällt sofort die den Zügen zuzuführende elektrische Leistung auf mindestens den vierten Teil (also auf höchstens 2750 *kW*), womit die wesentlichste technische Schwierigkeit bereits gehoben ist.

2. Nun ist aber auch das von Herrn L. Thormann benutzte Verhältnis der Energien:

$$\frac{\text{bei eigentlichen Traktionsmotoren}}{\text{bei elektrischer Dampfkesselheizung}} = \frac{1}{10}$$

[1]) Vergl. Band LV, Seite 103 bis 107 (19. Februar 1910): *G. Lanz* „Ueber Zugkräfte, Leistungen und Geschwindigkeiten bei Dampflokomotiven".