Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 69/70 (1917)

Heft: 1

Artikel: Elektrische Dampfkesselheizung als Nothelf für Schweiz. Eisenbahnen mit Dampfbetrieb

Autor: Kummer, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33906

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: 13.12.2025

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

brauchshöhen des schweiz. Landesnivellements als die Höhen der trigonometrischen Punkte 1. bis 3. Ordnung, auch alle Höhenangaben der seit 1910 ausgeführten Grundbuchtriangulationen und Grundbuchvermessungen stützen sich darauf.

Die anfänglich häufigen Verwechslungen sind schon heute auf eine geringe Zahl zurückgegangen. Sie werden in Zukunft noch geringer werden, da auch alle Angaben der Abteilung für Wasserwirtschaft des schweiz. Departements des Innern (früher Landeshydrographie) von 1917 an auf den neuen Horizont bezogen werden.[1]) Da zudem bei den eidg. Angaben stets vermerkt wird, ob es sich um „alte" oder um „neue" absolute Meereshöhen handelt und bei Doppelangaben die bezüglichen Konstanten beigefügt werden, ist zu hoffen, dass in kürzester Zeit alle Missverständnisse verschwinden.

In Zukunft werden wir also unter schweizerischen absoluten Meereshöhen nur solche verstehen, die sich auf die Zahl beziehen: Repère Pierre du Niton = 373,6 *m*.

Bern, 9. Mai 1917. *H. Zölly*, Ingenieur.

Elektrische Dampfkesselheizung als Notbehelf für Schweiz. Eisenbahnen mit Dampfbetrieb.

Von Prof. Dr. *W. Kummer*, Ingenieur, Zürich.

In den ersten zehn Jahren dieses Jahrhunderts wurde in schweizerischen Tageszeitungen von sog. „technischen" Berichterstattern wiederholt die Ansicht vertreten, es sei der zukünftige elektrische Betrieb der schweizerischen Eisenbahnen am richtigsten derart zu bewerkstelligen, dass die aus Wasserkraftwerken gewonnene und mittels Fahrleitungen den Zügen zugeführte elektrische Energie zur elektrischen Dampfkesselheizung der bestehenden Dampf-Lokomotiven verwendet werde. Selbstverständlich bot es dem orientierten Fachmanne keine Schwierigkeit, nachzuweisen, dass ein solcher „halbelektrischer" Betrieb dem eigentlichen elektrischen Betrieb mit elektromotorisch bewegten Lokomotiven wirtschaftlich und technisch bedenklich nachstehe. Dieses Urteil ist heute ebenso richtig, wie bisher und jederzeit. Was aber heute ein Zurückkommen auf den Vorschlag der elektrischen Dampfkesselheizung nahelegt, das ist die immer schärfer sich ausbildende Kohlenteuerung, die voraussichtlich in eine eigentliche Kohlennot ausarten wird. Wie wir im Nachfolgenden zeigen werden, ist schon für Kohlenpreise, wie sie im nächsten Winter bestehen dürften[2]), die elektrische Heizung unserer Dampflokomotiven mit deren Kohlenheizung wettbewerbsfähig. Zu dieser Heizung lässt sich jede Stromart direkt verwenden, welche die infolge grosser konstanter Leistung erforderliche hohe Fahrspannung zulässt, und braucht es nur den staatlichen Machtspruch, um unverzüglich eine Reihe grosser elektrochemischer Werke, die heute hauptsächlich für Kriegsbedürfnisse des Auslandes arbeiten, zur Heizstromabgabe an unsere wichtigsten Verkehrsmittel zu zwingen, wobei freilich auch die erforderlichen Fahrleitungen und Speisepunkte vorgängig erstellt oder wenigstens improvisiert und die nötigen Umbauten an den verfügbar gemachten Dampflokomotiven ausgeführt sein müssen. Die erforderlichen Fahrleitungen würden jedoch, bei sachgemässer Ausbildung, auch dem endgültigen elektrischen Betrieb mittels elektromotorisch bewegter Lokomotiven dienen können.

In der nachstehenden Tafel I geben wir für drei charakteristische Typen schweizerischer Dampfbahnen *approximative Angaben* über den Kohlen- und den Dampfverbrauch der Züge, jeweils bezogen auf den Verkehr in *tkm* des *Gesamtzugsgewichts;* unsere Angaben über den Kohlenverbrauch erhielten wir zum Teil durch Umrechnung aus entsprechenden Angaben pro *tkm* des Anhängegewichts, wie solche von den Verwaltungen alljährlich veröffentlicht werden; die Angaben über den Dampfverbrauch haben wir selbst hinzugerechnet unter Annahme einer sechsfachen Verdampfung bei Betrieb mit Heissdampflokomotiven und einer siebenfachen Verdampfung bei Betrieb mit Sattdampflokomotiven. Gegen den Einwand, es erscheine nicht richtig, dass Sattdampfbetrieb und Heissdampfbetrieb die gleichen Kohlenverbrauchsziffern in *kg/tkm* aufweisen, bemerken wir, dass es sich eben um *tkm* des *Gesamtzugsgewichtes* handelt, in denen allenfalls verschiedene Beträge von „angehängten" *tkm* enthalten sind und wobei auch etwa abweichende Fahrgeschwindigkeiten vorkommen können, wenn es sich das eine Mal um Sattdampfbetrieb, das andere Mal um Heissdampfbetrieb handelt.

Tafel I: Kohlen- und Dampfverbrauch schweiz. Bahnen.

Bahnen	Kohlenverbrauch in *kg/tkm*	Dampfverbrauch in *kg/tkm*	
		Sattdampfbetrieb	Heissdampfbetrieb
Rhätische Bahn	0,100	0,700	0,600
Gotthardbahn	0,080	0,560	0,480
S. B. B. Kreise 1—4	0,075	0,525	0,450

Für das *kg* Sattdampf, wie er auf Lokomotiven verwendet wird, müssen im Mittel 635 Kalorien aufgewendet werden, für das *kg* Heissdampf dagegen etwa 700 Kalorien, wobei jeweils Speisewasser von etwa 30° vorausgesetzt ist. Unter Benutzung der Aequivalenz-Beziehung:

$$1 \text{ Kalorie} = \frac{1}{859}\, kWh = 1{,}16\, Wh$$

und bei Anrechnung eines Wirkungsgrades η zwischen dem an der Fahrleitung liegenden Hauptspeisepunkt der elektrischen Anlage und dem im Kessel gebildeten Betriebsdampf finden wir mit $\eta = 0{,}86$ bei Sattdampf, bezw. $\eta = 0{,}81$ bei Heissdampf die Zusammenhänge:

$$1\, kg \text{ Sattdampf} = \sim 635\, cal. = \frac{635 \cdot 1{,}16}{0{,}86}\, Wh = \sim 857\, Wh,$$

$$1\, kg \text{ Heissdampf} = \sim 700\, cal. = \frac{700 \cdot 1{,}16}{0{,}81}\, Wh = \sim 1000\, Wh.$$

Infolge der von uns getroffenen Wahl der Wirkungsgrade η verhalten sich die Arbeitsmengen 857 *Wh* und 1000 *Wh* auch wieder wie 6 : 7, so dass nun, wie in Tafel II ersichtlich, für jede Bahn pro *tkm* nur *eine Zahl* des Energieverbrauchs bei elektrischer Dampfkesselheizung gegeben werden muss, die gleichzeitig für Sattdampfbetrieb und für Heissdampfbetrieb oder für eine Verbindung dieser beiden Betriebsarten als zutreffend gelten kann. Zur Rechtfertigung der von uns benutzten Wirkungsgrade bemerken wir, dass sie als das Produkt aus dem Leitungs- und Transformations-Wirkungsgrade einerseits — den wir einheitlich zu rund 0,94 annehmen — und aus dem Heizungs-Wirkungsgrade anderseits bestehen, den wir zu rund 0,91 bei Sattdampf und zu rund 0,86 bei Heissdampf schätzen[1]). In Tafel II führen wir zum Vergleich mit den Energie-Verbrauchsziffern bei elektrischer Dampfkesselheizung auch noch jene des eigentlichen elektrischen Betriebes mit elektromotorisch bewegten Lokomotiven auf.

Tafel II: Verbrauch elektr. Energie bei Dampfkesselheizung und bei eigentlichem elektrischem Betrieb

Bahnen	Elektrische Energie in *Wh/tkm* ab Speisepunkt an der Fahrleitung für	
	Dampfkesselheizung	Eigentlicher elektrischer Betrieb[2])
Rhätische Bahn	600	48,1, nach Betriebsergebnis im Engadin, vergl. Seite 240 von Bd. LXVII
Gotthardbahn	480	46 bis 47, nach Rechnungen d. Verfassers, vergl. Seite 147 von Bd. LIX
S. B. B. Kreise 1—4	450	45 bis 46, nach Rechnungen d. Verfassers

[1]) Vergl. z. B. die soeben im Druck erschienene Mitteilung Nr. 11 dieses Amtes, unter Literatur auf Seite 11 dieser Nummer.

[2]) Schon vom 1. August dieses Jahres an dürften wohl alle schweiz. Dampfbahnen die Tonne Kohle mit Preisen über Fr. 80.— bezahlen müssen, wie dies z. B. von der Bern-Schwarzenburg-Bahn bekannt geworden ist, die nach einer Notiz in „Handel und Verkehr" in No. 1174 der N. Z. Z. vom 28. Juni 1917 Fr. 85.75 Ct. wird bezahlen müssen.

[1]) Ueber Wirkungsgrade der elektrischen Heizung bei Rauchrohr-Dampfkesseln liegen uns die wertvollen Angaben nach Versuchen des «Schweiz. Vereins von Dampfkesselbesitzern» vor, die Oberingenieur *E. Höhn* auf Seite 183 von Bd. LXIX (Nr. 17 vom 28. April 1917) der Schweiz. Bauzeitung veröffentlicht hat, wobei allerdings nur die Erzeugung vom Sattdampf niedrigeren Druckes untersucht wurde.

[2]) Bei teilweise zudem erhöhten Fahrgeschwindigkeiten.

Es ergibt sich dabei selbstverständlich die gewaltige Ueberlegenheit des eigentlichen elektrischen Betriebes über die elektrische Dampfkesselheizung.

Nun sollen die Kosten der Dampfkesselheizung mittels Kohle und mittels elektrischer Energie verglichen werden, wobei die Kohlenmengen aus Tafel I, die elektrischen Energiemengen aus Tafel II zu entnehmen sind. Als Einheitspreis seien gewählt Fr. 100.— pro Tonne Kohle und *Rp.* 1,5 pro *kWh*; dann entsteht Tafel III:

Tafel III: Kosten der Dampferzeugung mittels Kohle und mittels elektrischer Energie.

Bahnen	Kosten der Dampferzeugung in *Rp/tkm*		
	Heizung m. Kohlen	Elektrische Heizung	
Rhätische Bahn	1,00	0,90	ohne Betriebskosten für Leitungen und Lokomotiv-Umbau
Gotthardbahn	0,80	0,72	
S. B. B. Kreise 1—4	0,75	0,675	

Die Tafel III ergibt für die angenommenen Einheitspreise eine um 10 % höhere Wirtschaftlichkeit der elektrischen Heizung gegenüber der Kohlenheizung.

Neben einer Begründung der angenommenen Einheitspreise muss auch eine Darlegung des Einflusses der bislang nicht berücksichtigten Betriebskosten für Leitungen und Lokomotivumbau im Falle der elektrischen Heizung gegeben werden. Was den Einheitspreis von 100 Fr. pro Tonne Kohlen angeht, so ist derselbe heute noch nicht erreicht; wir würden es jedoch als unverzeihlichen Optimismus betrachten, wenn an dem Eintreten dieses Einheitspreises innert Jahresfrist gezweifelt würde. Anderseits mag der Einheitspreis von Rp. 1,5 pro *kWh* ab Speisepunkt an der Fahrleitung als zu günstig angesehen werden, umsomehr als ja die Schweizer. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb in den Projekten für die S. B. B.-Kreise V und II, diesen Preis auf Rp. 2,61 pro *kWh*, bezw. auf Rp. 2,77 pro *kWh* ermittelte.[1]) Dazu ist aber zu bemerken, dass für die Heizstromlieferung die Kraftwerke nicht für ein Schwankungsverhältnis 3 : 1, bezw. für ein Leistungsmaximum, das dem dreifachen Leistungsmittel entspricht, bemessen werden müssen, da ja die Leistungsschwankung den Dampfkesseln der Lokomotiven überbunden wird und da es sich weiter um einen Notbehelf handelt, für den schon mit Rücksicht auf die hohen, konstanten Leistungen einzig und allein Grosslieferung aus Werken in Betracht fällt, die bislang für elektro-chemische Betriebe arbeiteten.[2]) Trotz der heutigen Preissteigerung auf allen Gebieten dürfte aus den dargelegten Gründen der Energiepreis von 1,5 Rp./*kWh* für Heizstrom doch im Bereiche der Wirklichkeit liegen.

Ueber die bisher noch nicht berücksichtigten Betriebskosten von Fahrleitungen einschliesslich Anschluss- und Verstärkungsleitungen bis zu den sog. Hauptspeisepunkten der Energieversorgung mögen folgende Angaben orientieren: In den Projekten für den elektrischen Betrieb der Gotthardbahn und des S. B. B.-Kreises II sind die Betriebskostenrechnungen für solche Leitungen wie folgt enthalten:

Gotthardbahn: 0,043 Rp./*tkm*,
S. B. B.-Kreis II: 0,055 Rp./*tkm*.

Zum Unterschiede dieser, für die heutigen Verhältnisse angemessen etwas zu erhöhenden Kosten für die zwei Bahnkreise trägt vornehmlich die grössere Verkehrsdichtigkeit der Gotthardbahn bei. Die Betriebskosten, die aus dem Umbau der Dampflokomotiven auf elektrische Heizung folgen werden, schätzen wir auf etwa

0,015 bis 0,020 Rp./*tkm*.

Wir kommen deshalb zum Schluss, dass *die in Tafel III mitgeteilten Kosten der Dampferzeugung durch elektrische Heizung bei Mitberücksichtigung der Betriebskosten für Leitungen und Lokomotivumbau ziemlich genau dieselbe Höhe erreichen dürften, wie die Kosten der Dampferzeugung durch Kohlen.* Damit ist aber auch der Nachweis erbracht, dass die elektrische Dampfkesselheizung von Dampfbahnen allen Ernstes als Notbehelf in Erwägung gezogen werden darf. Ob der dermassen wirtschaftlich als möglich erwiesene Notbehelf technisch leistungsfähig genug ist, lässt sich a priori nicht entscheiden. Eine solche Abklärung kann nur durch den praktischen Versuch erbracht werden, der insbesondere die richtige Bemessung der Kesselleistungen und im Zusammenhang dazu die Normen der Zugsbelastung und der Fahrgeschwindigkeit zu erbringen hätte. Hingegen möchten wir zu einem solchen Versuch, der am einfachsten auf einer bereits elektrifizierten Strecke möglich ist, ernstlich raten und befürworten, dass derselbe unverzüglich von autoritativer Seite aus — wir denken dabei an die Initiative und Mitwirkung des Schweiz. Eisenbahndepartementes — in die Wege geleitet werde.

Es möge noch bemerkt werden, dass die Zahl von Bahnstrecken, auf denen der vorgeschlagene Notbehelf bei Bewährung des empfohlenen Versuchs einzurichten wäre, immerhin eine beschränkte bleiben müsste. Von vornherein sollten keine Strecken in Aussicht genommen werden, für die gemäss bereits getroffenen Massnahmen in kürzerer Zeit der eigentliche elektrische Betrieb eingeführt wird (Gotthardbahn). Hingegen können mit Nutzen solche Strekken auserlesen werden, für die, wenn auch in etwas späterer Zeit, der eigentliche elektrische Betrieb ebenfalls in sicherer Aussicht steht (Zufahrtstrecken zum Gotthard, zum Simplon und zum Lötschberg), und für die wohl ein verhältnismässig rascher Bau der Fahrleitungen und Speispunkte, dagegen kein verhältnismässig rascher Bau der eigentlichen elektrischen Lokomotiven und der eigentlichen Bahnkraftwerke zu erwarten ist, während beschlagnahmbare Kraftwerke der elektrochemischen oder anderer Industrien in günstiger Lage zu diesen Strecken schon vorhanden sind. Die für elektrische Heizung umgebauten Dampflokomotiven würden, wenn sie in nicht zu grosser Zahl vorliegen werden, nach Ablauf von etwa drei Jahren, während welcher, von jetzt an gerechnet, die akuteste Kohlennot dauern dürfte, als Reservemaschinen immerhin einen gewissen Wert behalten. Wir stellen uns dabei vor, dass übrigens auch nur geignete Sattdampfmaschinen nebst zugehörigen Tendern die Abänderung auf elektrische Heizung zu erleiden hätten; die eingangs wohl mitberücksichtigte Dampfüberhitzung auf elektrischem Wege scheint uns ohne vorgängige praktische Bestätigung durch massgebende Versuche nicht ohne weiteres empfehlenswert.

Zusammenfassung.

Es ist gezeigt worden, dass bei Kohlenpreisen von 100 Fr. pro Tonne einerseits und bei elektrischen Energiepreisen von Rp. 1,5 pro *kWh* anderseits, die elektrische Dampfkesselheizung sehr wohl als Notbehelf für schweizerische Dampfbahnen in Berücksichtigung gezogen werden darf. Der Verfasser macht deshalb die Anregung, es möge von autoritativer Seite aus für einen, auf einer unserer elektrischen Bahnen vorzunehmenden Versuch eine Dampflokomotive probeweise auf elektrische Heizung umgebaut werden.

[1]) Vergl. die Tafel auf Spalte 1, S. 284 in Bd. LXVI (11. Dez. 1915).

[2]) Auch die elektrochemische Industrie, die Wärmewirkungen der Elektrizität (Carbidbereitung) verwendet, ist bekanntlich nur im Grossbetrieb wirtschaftlich möglich.

Beanspruchung eines Lokomotiv-Dampfzylinder-Deckels.

Von Ing. Dr. *Huldr. Keller*, Zürich.

Im Jahresbericht 1913 des „Schweizerischen Vereins von Dampfkessel-Besitzern" wird von dessen Oberingenieur E. Höhn daran erinnert, dass „seinerzeit an einer ganzen Anzahl etwas schwach konstruierter, gusseiserner Deckel von Lokomotivzylindern die mittlere Partie fast kreisförmig ausbrach, oft ohne Radialrisse nach dem Rande hin aufzuweisen." Es handelt sich dort um die Hochdruckdeckel der Dreizylinder-Verbund-Lokomotiven Typ B 3/4 der Jura-Simplon-Bahn. Gerne ergriff ich die mir gebotene Gelegenheit, mein, im Forschungsheft Nr. 124 des „Vereins Deutscher Ingenieure" vollständig, und in der „Schweiz