Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 91/92 (1928)

Heft: 6

Artikel: Die Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen und die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes

Autor: Jobin, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-42445

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

La direction négative de S' est donnée, d'après Aubry, par l'oblique descendante inclinée de l'angle $\Theta' = \frac{i' - \varphi'}{2}$ sur l'horizon. Tout est connu sauf le point d'application de Q' qu'il est aisé de trouver au moyen du théorème des moments.

4° Les conditions de stabilité diffèrent quelque peu de celles qui étaient admises par les auteurs anciens; dans l'énumération qu'il nous a paru utile de rappeler, nous suivrons l'ordre de priorité: a) la butée est liée à la poussée par la relation $Q' = 1{,}5\,Q$; b) la composante tangentielle doit être inférieure au frottement sur le fond des fouilles; en d'autres termes: $\operatorname{tg}\delta' < \operatorname{tg}\varphi_0$; c) le travail à l'extension n'étant pas toléré, le centre des pressions de chaque section doit se trouver à l'intérieur du noyau central; dans l'exemple de la planche I cette vérification a été effectuée seulement pour la base; d) les compressions extrêmes sur les arêtes ne dépasseront pas la charge de sécurité admissible σ_0 pour la maçonnerie; e) le taux de fatigue maximum sur l'arête de renversement de la base sera au plus égal à la charge de sécurité du terrain des fondations σ_0'.

Ce rappel des conditions de stabilité fait ressortir les motifs qui incitent à disposer la base en contre-pente par rapport au talus; les risques de glissement diminuent d'autant plus que cette inclinaison se rapproche davantage de la normale à la courbe des pressions. La vérification du coefficient de stabilité donne des résultats illusoires.

5° La condition $C' = 0$ est rarement satisfaite pour les fondations, car on a presque toujours affaire à un terrain en place plus on moins argileux et par conséquent cohérent. Nous l'avons admise par raison de simplification dans l'exemple étudié à la planche I. Le massif de la plateforme a une densité supérieure à celle du remblai homogène adossé à la face postérieure du mur; cette dernière hypothèse qui nous a paru plausible a l'avantage de ne pas compliquer la recherche du point d'application de la poussée. Fréquemment le terrain est stratifié en bancs hétérogènes dont la densité croit de la surface libre au fond de la fouille. (à suivre.)

Die Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen und die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes.

Von Ing. A. JOBIN, Bern,
Sektionschef bei der Abteilung für die Elektrifikation der S. B. B.

(Schluss von Seite 59.)

III. DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT DES ELEKTRISCHEN BAHNBETRIEBES ALS FUNKTION DES VERKEHRS, DES KOHLENPREISES UND DER ENERGIEKOSTEN.

Im vorigen Kapitel wurde an Hand der bisherigen Erfahrungen der Schweizerischen Bundesbahnen gezeigt, dass sich das in der Elektrifizierung im Jahre 1927 angelegte *Mehr*kapital bei den heutigen Erstellungskosten mit 8 % verzinsen würde, wenn der elektrische Betrieb gleich teuer wie der Dampfbetrieb zu stehen kommen soll; dies bei Energieversorgung aus bahneigenen Kraftwerken sowie bei einem mittlern jährlichen Verkehr von 7 750 000 tkm, einschliesslich Lok.-Gew., pro Bahn-km und bei einem Kohlenpreis von 38 Fr./t franco Grenze. Wir wollen im folgenden untersuchen, wie sich die Verhältnisse gestalten würden bei grösserem oder kleinerem Verkehr, bei andern Kohlenpreisen, sowie bei Beschaffung von Energie aus bahnfremden Quellen, sei es direkt ab Werk, sei es in unmittelbarer Nähe der eigenen Unterwerke oder schliesslich am Austritt aus bahnfremden Unterwerken in der für die Speisung der Fahrleitungen erforderlichen Spannung.

Wir beginnen mit der Berechnung des bei verschiedenen Verkehrsdichten in Betracht kommenden *Anlage-Kapitals*, wobei wir dabei einfachheitshalber annehmen, dass lediglich das in den Triebfahrzeugen angelegte Kapital proportional mit dem Verkehr variiert, während die Kosten aller übrigen Anlagen keine Aenderung erfahren (Tab. 11).

Die jährlichen *Betriebskosten*, einschliesslich der Rücklagen für Tilgung und Erneuerung, aber ausschliesslich der Verzinsung, die vorläufig unberücksichtigt bleibt, lassen sich nun an Hand der bisherigen Ausführungen gemäss Tabelle 12 ermitteln.

Die in Tabelle 10a angeführten Ersparnisse können ihrerseits als dem Verkehr ungefähr proportional angesehen werden, wobei sich die Kohlenkosten-Ersparnisse naturgemäss noch nach dem Kohlenpreis richten.

Für die vier in den Tabellen 11 und 12 betrachteten Verkehrswerte kommen somit die in Tabelle 13 zusammengestellten Ersparnisse in Frage. Die Unterschiede zwischen diesen Ersparnissen und den in Tabelle 12 angeführten Betriebskosten, *ausschliesslich Verzinsung*, stellen nun, wenn der elektrische und der Dampfbetrieb gleich teuer zu stehen kommen sollen, Summen dar, die als die *Rendite* der in der Elektrifikation angelegten *Mehr*-Kapitalien zu berücksichtigen sind. Diese Differenzen und die sich hieraus ergebenden Renditen in % der Anlagekapitalien sind in Tabelle 14 zusammengefasst, die für die weitern 66 möglichen Kombinationen der in den Tabellen 11, 12 und 13 angeführten Zahlen fortzuführen wäre. Die Ergebnisse aller dieser Rechnungen sind in den Abbildungen 2 bis 5 auf Seite 75 graphisch aufgetragen.

Diese Abbildungen geben somit zunächst für das betrachtete Netz der S. B. B. die Höhe der Verzinsung an, die, bei gleich hohen Kosten des elektrischen und des Dampfbetriebes, auf das in der Elektrifikation angelegte *Mehr*kapital ausbezahlt werden kann bei verschiedenen Verkehrsmengen, bei verschiedenen Kohlenpreisen und, im Falle der Energieversorgung aus bahnfremden Quellen, bei verschiedenen Gestehungspreisen der Energie.

So zeigt beispielsweise die Abb. 2, dass die Elektrifikation des betrachteten Netzes der S. B. B., bei einem

Tabelle 11. Berechnung des Anlagekapitals.

Mittlerer Jahresverkehr pro Bahn-km in Mill. tkm, einschl. Lok.-Gew.	4,250	6,000	7,750	9,500
	in Millionen Franken			
Heutiger Anschaffungswert				
der elektr. Triebfahrzeuge . . .	79	112	144	177
der entspr. Dampflokomotiven .	55	78	100	123
5. *Mehr*kosten der elektr. Triebfahrzeuge	24	34	44	54
Heutige Baukosten				
1. der Kraftwerke	—	—	130	—
2. der Uebertragungsleitungen . .	—	—	26	—
3. der Unterwerke	—	—	27	—
4. der Streckenausrüstung . . .	—	—	103	—
In der Elektrifikation angelegtes Kapital, abzüglich der Kosten der sonst erforderlichen Dampflokomotiven (= *Mehr*anlagekapital)				
I Mit bahneigenen Kraftwerken 1 + 2 + 3 + 4 + 5	—	320	330	340
II Mit gekaufter bahnfremder Energie ab Werk, 2 + 3 + 4 + 5 .	180	190	200	210
III Mit gekaufter bahnfremder Energie, unmittelbar vor den eigenen Unterwerken 3 + 4 + 5 . . .	154	164	174	184
IV Mit gekaufter bahnfremder Energie, ab bahnfremden Unterwerken 4 + 5	127	137	147	157

Tabelle 12. Berechnung der Betriebskosten von einzelnen Anlageteilen und von Anlagekomplexen unter Weglassung der Verzinsung.

Mittlerer Jahresverkehr pro Bahn-km in Mill. tkm. einschl. Lok.-Gew.	4,250	6,000	7,750	9,500
Jährl. Energiebedarf für 1150 km,				
in Mill. kWh ab Werk . .	170	240	310	380
„ „ „ vor Unterwerk	160	226	292	358
„ „ „ ab Unterwerk	151	213	275	337
Betriebskosten nach Tabelle 8[1])	in Millionen Franken			
der elektrischen Triebfahrzeuge .	2,980	4,200	5,420	6,640
der entspr. Dampflokomotiven .	2,070	2,920	3,763	4,610
5. Mehr-Betriebskosten der elektr. Triebfahrzeuge	0,910	1,280	1,657	2,030
Betriebskosten der einzeln. Anlagen[1])				
1. der K. W. nach Tabelle 5 .	—	3,435	3,435	3,435
Einnahmen an Ueberschussenergie	—	1,600	0,900	0,200
Bleiben	—	1,835	2,535	3,235
2. der Ue. L. nach Tabelle 6 . .	0,700	0,700	0,700	0,700
3. der U. W. nach Tabelle 6 . .	1,235	1,235	1,235	1,235
4. der S. A. nach Tabelle 7 . .	3,385	3,385	3,385	3,385
Betriebskosten v. Anlagekomplexen[1])				
I Mit bahneigenen Kraftwerken 1 + 2 + 3 + 4 + 5	—	8,435	9,512	10,585
II Mit bahnfremder Energie ab Werk, 2 + 3 + 4 + 5 + Energie bei einem Preis von:				
a) 3 cts/kWh ab Werk . . .	11,330	13,800	16,277	18,750
b) 4 cts/kWh „ „ . . .	13,030	16,200	19,377	22,550
c) 5 cts/kWh „ „ . . .	14,730	18,600	22,477	26,350
III Mit bahnfremder Energie, unmittelbar vor den eigenen Unterwerken, 3 + 4 + 5 + Energie bei einem Preis von:				
a) 4 cts/kWh vor dem Unterwerk	11,930	14,940	17,977	20,950
b) 5 cts/kWh „ „ „	13,530	17,200	20,877	24,550
c) 6 cts/kWh „ „ „	15,130	19,450	23,777	28,150
IV Mit bahnfremder Energie, ab bahnfremden Unterwerken, 4 + 5 + Energie bei einem Preis von:				
a) 5 cts/kWh ab Unterwerk .	11,845	15,315	18,792	22,265
b) 6 cts/kWh „ „ .	13,355	17,415	21,542	25,615
c) 7 cts/kWh „ „ .	14,845	19,565	24,242	29,015

mittlern Verkehr von 7 000 000 tkm, pro km und Jahr eine *Mehr*-Ausgabe von $a = 326$ Mill. Fr. erfordern würde (gegenüber 330 Mill. bei einem Verkehr von 7 750 000 tkm), Summe, die mit $\beta = 7{,}2\,\%$ bezw. mit $\gamma = 6{,}2\,\%$ verzinst werden könnte, ohne dass der elektrische Betrieb teurer zu stehen käme als der Dampfbetrieb bei Kohlenpreisen von 38 bezw. 30 Fr/t. In gleicher Weise zeigt Abb. 3, dass bei dem gleichen Verkehr wie oben, die Elektrifikation des gleichen Netzes, aber ohne bahneigene Kraftwerke, nur eine *Mehr*-Ausgabe von $a = 196$ Mill. Fr. bedingen würde, Summe, die bei einem Preis der Kohle von 38 Fr/t und Energiepreisen von 3, 4 und 5 cts/kWh mit 8,85 %, 7,4 % und 6 % verzinst werden könnte, wiederum bei gleich hohen Kosten beider Betriebsarten.

Es ist hier nochmals hervorzuheben, dass unsere Ausführungen aus den bei den Schweizerischen Bundesbahnen vorliegenden Verhältnissen abgeleitet wurden, bei denen das betrachtete Netz von 1150 Bahn-km 2950 Geleise-km umfasst und mithin auf 1 Bahn-km rund 2,6 Geleise-km entfallen, bei denen auch die Energieversorgung durch Vermittlung von 18 Unterwerken erfolgt, wobei also auf 1 Unterwerk 64 Bahn-km und 164 Geleise-km entfallen, bei denen ferner die Uebertragungsleitungen zur

[1]) ohne Verzinsung.

Tabelle 13. Berechnung der erzielten Ersparnisse.

Mittlerer Jahresverkehr pro Bahn-km in Mill. tkm, einschl. Lok.-Gew.	4,250	6,000	7,750	9,500
Kohlenersparnisse	in Millionen Franken			
1. bei einem Kohlenpreis von 38 Fr./t	9,500	13,300	17,100	20,900
2. bei einem Kohlenpreis von 30 Fr./t	7,500	10,500	13,500	16,500
3. Uebrige Ersparnisse	10,400	14,600	18,862	23,100
Gesamtersparnisse				
A bei einem Kohlenpreis von 38 Fr./t, 1 + 3	19,900	27,900	35,962	44,000
B bei einem Kohlenpreis von 30 Fr./t, 2 + 3	17,900	25,100	32,362	39,600

Tabelle 14. Rendite der in der Elektrifikation angelegten Mehr-Kapitalien gegenüber dem Dampfbetrieb bei gleich hohen Kosten beider Betriebsarten.

Mittlerer Jahresverkehr pro Bahn-km in Mill. tkm, einschl. Lok.-Gew.	4,250	6,000	7,750	9,500
Mittlerer Jahresenergieverbrauch pro Bahn-km				
in kWh ab Werk	149 000	210 000	271 000	332 000
in kWh vor Unterwerk . .	140 000	198 000	256 000	313 000
in kWh ab Unterwerk . .	132 000	186 000	240 000	294 000
I *Mit bahneigenen Kraftwerken*	in Millionen Franken			
Mehr-Anlagekapital nach Tab. 11	—	320	330	340
Kohle à 38 Fr./t				
I Tab. 12 — A Tab. 13 . .	—	19,465	26,450	33,415
Rendite des *Mehr*-Anlage-Kapitals[1])	—	6,1 %	8 %	9,8 %
Kohle à 30 Fr./t				
I Tab. 12 — B Tab. 13 . .	—	16,665	22,850	29,015
Rendite	—	5,2 %	6,9 %	8,5 %
II *Mit gekaufter bahnfremder Energie ab Werk,*				
Mehr-Anlagekapital nach Tab. 11	180	190	200	210
Kohle à 38 Fr./t				
II a Tab. 12 — A Tab. 13 .	8,570	14,100	19,685	25,250
Rendite[1])	4,75 %	7,4 %	9,85 %	12 %
II b Tab. 12 — A Tab. 13 .	6,870	11,700	16,585	21,450
Rendite[1])	3,8 %	6,15 %	8,3 %	10,2 %

Speisung der genannten 18 Unterwerke eine Gesamtlänge von 800 km umfassen, was einer mittlern Uebertragungsleitungslänge von rund 44 km pro Unterwerk entspricht.

Die in den Abbildungen 2 bis 5 angeführten Zins-Kurven gelten aber auch in vollem Umfang für Netze anderer Grösse, die dem betrachteten Netz der S. B. B. ähnlich sind. So z. B. würde die Elektrifikation eines dem S. B. B. ähnlichen, jedoch nur *halb* so grossen Netzes, bei Energieversorgung aus bahnfremden Kraftwerken, gemäss Abbildung 3, bei gleichem mittlern Verkehr, nur eine *Mehr*-Ausgabe von $a/2 = 196/2$ Mill. Fr. bedingen, eine Summe, die bei gleichen Kohlenpreisen die gleichen Zins-Ansätze wie oben ertragen könnte.

[1]) Daraus, dass unter I die Rendite des *Mehr*-Anlagekapitals kleiner ist als bei II, darf ja nicht geschlossen werden, dass die Elektrifikation mit bahneigenen Kraftwerken unvorteilhafter sei. Die Frage, ob bahneigene oder bahnfremde Kraftwerke angewendet werden sollen, ist zu entscheiden einerseits danach, ob die Energie aus bahneigenen oder bahnfremden Kraftwerken billiger ist, anderseits unter technischen, administrativen, juristischen und vielleicht auch politischen Gesichtspunkten.

Wenn man von den unter I, in Kolonne 4 genannten 33,415 Mill. Fr., die sich auf ein *Mehr*-Anlagekapital von 340 Mill. Fr. beziehen, die wirklichen Kosten der Verzinsung der eigenen Kraftwerke der S. B. B. im Betrage von 5 ½ % von 130 Mill. gleich 7,15 Mill. Fr. abzieht, so kommt man zum Ergebnis, dass das übrige Kapital von 210 Mill. Fr. mit 65 Mill., d. h. mit 12 ½ %, d. h. höher als bei II, Kolonne 4, verzinst werden kann. Die Rendite von 12 % bei II, Kolonne 4, ist übrigens nur möglich, wenn die bahnfremde Energie auch tatsächlich zu 3 cts/kWh bezogen wird (Tab. 12, II a.)

Mit Vorsicht angewendet, können diese Kurven auch sehr gute Dienste leisten, wenn es sich darum handelt, in einem konkreten Fall einen raschen Ueberblick über die Möglichkeiten der Rendite einer beliebigen Elektrifikation zu gewinnen, deren Struktur sich jedoch nicht allzu stark von jener der S. B. B. unterscheidet. Selbstverständlich können aber diese Kurven die von Fall zu Fall nötigen eingehenden Studien keineswegs ersetzen.

BEISPIEL.

Im folgenden wollen wir an Hand eines willkürlich gewählten Beispieles versuchen, zu zeigen, in welchem Mass die Angaben der Abbildungen 2 bis 5 mit den Ergebnissen der genauen Rechnungen übereinstimmen.

Gegeben sei eine Strecke von 315 Bahn-km mit 810 Geleise-km nach Abbildung 6. Der Verkehr betrage, einschliesslich Lokomotiv-Gewicht 2,7 Milliarden[1]) tkm pro Jahr, d. h. im Mittel 8 600 000 tkm pro Bahnkilometer. Der jährliche Verbrauch an Kohlen von 7500 kcal erreiche 140 000 t[2]) und deren Preis betrage 38 Fr./t[3]), auf Wagen verladen etwa 100 km von den Kohlenlagerplätzen der Bahnverwaltung weg. In Betrieb seien auf diesem Netz 130[4]) Dampflokomotiven neuerer Bauart, mit einem heutigen Anschaffungswert von 32,5[5]) Mill. Fr.

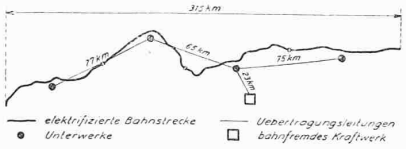

Abb. 6.

Frage: Wie viel *Mehr*-Kapital erfordert die Elektrifikation dieses Netzes im Vergleich zum Dampfbetrieb, und wie hoch kann dieses verzinst werden, wenn der Betrieb nicht teurer als mit Dampfbetrieb zu stehen kommen soll?

Annahme: In einer Entfernung von etwa 20 km von der Bahn liege ein bahnfremdes Kraftwerk, das bereit sei, die erforderliche Energiemenge von 95 Mill kWh[6]) in Form von hochgespanntem Einphasenstrom zum mittlern Preis von 4 cts/kWh zu liefern[7]).

Behauptung: Nach Abb. 3 (Bezug von Energie aus einem fremden Kraftwerk) sollte es möglich sein, die Elektrifikation mit einem *Mehr*-Kapital *in der Grössenordnung* von

$$\frac{206}{1050} \cdot 315 = 62 \text{ Mill. Fr.}^{8})$$

durchzuführen. Wir behaupten ferner an Hand der Abb. 3, dass dieses *Mehr*-Kapital von *ungefähr* 62 Mill. Fr. mit *ungefähr* $Z = 9\,^1/_4\,\%$ verzinst werden kann, ohne dass der elektrische Betrieb teurer als der Dampfbetrieb wird.

Beweis: Für die Speisung des betrachteten Netzes von 315 Bahn-km genügen theoretisch, auf Grund der Erfahrungen der S. B. B., vier Unterwerke, die auf beiden Seiten je 40 km speisen (siehe Abbildung 6). — Die Schweizerischen Bundesbahnen haben nämlich die rund 40 Bahn-km lange Strecke Olten-Basel, mit einem mittlern Verkehr von über 13 Mill. tkm, einschl. Lok.-Gew., pro km und Jahr, d. h. mit einem um die Hälfte grössern Verkehr als hier, anstandslos während mehreren Jahren vom einzigen Unterwerk Olten aus (Abb. 1) spitz gespiesen. — Jedes Unterwerk wird somit bei dem hier in Frage kommenden Verkehr von 8 600 000 tkm, einschl. Lok.-Gew., einen jährlichen Energieumsatz von ungefähr 21 Mill. kWh aufweisen und Momentan-Spitzen von höchstens 12 000 kVA abzugeben haben, was z. B. mit 2 Transformatoren von je 4000 kVA Dauerleistung möglich ist, die kurzzeitig mit 50 % überlastet werden können. Die Unterwerke wären somit mit je 3 × 4000 kVA auszurüsten, wovon 1 × 4000 kVA Reserve. (Das bahnfremde Kraftwerk, das die Energie liefert, müsste seinerseits im Stande sein, kurzzeitige Spitzen von 30 000 kW abzugeben, d. h. seine Turbinen müssten bei voller Oeffnung 45 000 PS entwickeln können, was z. B. mit Einschluss der Reserve mittelst vier Gruppen zu je 15 000 PS erfolgen könnte.)

Im Vergleich zu Tabelle 4 setzen sich nun die hier in Frage kommenden *Mehr*-Kosten der Elektrifikation gemäss Tabelle 15 zusammen, wobei die in Klammern angeführten Zahlen die Kosten der der Abnützung ausgesetzten Anlageteile darstellen, für die eine besondere Rücklage für Erneuerung vorzusehen ist. Die Kosten sind mit 60 Mill. Fr. (entsprechend einer Gesamtkostensumme von rd. 93 Mill. Fr.) annähernd gleich hoch, wie aus Abb. 3 abgeleitet werden kann.

Tabelle 15.

Bahneigene Uebertragungsleitungen	
240 km zu 32 500 Fr./km	7 800 000 Fr.
	(7 500 000) „
4 Unterwerke, mit zusammen 48 000 kVA installierter Dauerleistung reichlich gerechnet	5 400 000 „
	(3 500 000) „
Streckenausrüstung,	
315 Bahn-km mit 810 Geleise-km	
Fahrleitungen 14 500 000 Fr.	
Aenderungen 13 700 000 Fr.	28 200 000 „
	(13 000 000) „
Dampflokomotiven	
130 Stück 32 500 000 Fr.	
Elektrische Triebfahrzeuge	
104 Stück 46 500 000 Fr.	
Rollmaterial, *Mehr*kosten	14 000 000 Fr.
	(14 000 000) „
Auf Grund der Erfahrungen der S. B. B. sollte die betreffende Elektrifikation somit mit einem *Mehr*kapital von nur	55 400 000 Fr.
durchgeführt werden können	(38 000 000) „
Zur Sicherheit und zur Aufrundung addieren wir hier noch für „Unvorhergesehenes" die Summe von	4 600 000 „
und bekommen so eine *Mehr*kosten-Summe von	60 000 000 Fr.

Tabelle 16.

Mehrkosten:	
1. Rücklagen für die Tilgung in 50 Jahren des Mehrkapitals von 60 Mill. Fr. bei Verzinsung des Tilgungsfonds mit $3^1/_2\,\%$ sowie für Erneuerung aller der Abnützung unterworfenen Anlageteile	1 252 000 Fr.
2. Personal und Unterhalt, reichlich gerechnet	734 000 „
3. Kosten der gekauften Energie ab bahnfremden Kraftwerken, 95 Mill. kWh zu 4 Cts./kWh	3 800 000 „
Total, ohne die Verzinsung des *Mehr*-Kapitals	5 786 000 Fr.
Ersparnisse:	
1. An Kohlen 140 000 t zu 38 Fr./t	5 320 000 Fr.
2. An Zugs-, Fahr- und Depotpersonal	3 970 000 „
3. An Unterhaltkosten des Rollmaterials	1 380 000 „
4. An Wasser usw.	360 000 „
Total	11 030 000 Fr.
Mehrkosten wie oben	5 786 000 „
Unterschied	5 244 000 Fr.

---

[1]) Ein Verkehr von 2,7 Milliarden tkm, einschl. Lok.-Gewicht, entspricht bei den S. B. B. einem Verkehr von rd. 2 Milliarden Anhänge-tkm.

[2]) Aus der Tabelle 2 geht hervor, dass die mittlere Kohlenersparnis auf dem Netze der S. B. B. rd. 70 kg pro 1000 elektrisch beförderte Anhänge-tkm, oder 52 kg pro 1000 tkm, einschl. Lok.-Gew., beträgt.

[3]) Die S. B. B. rechnen mit einem Gestehungspreis der Kohle von 38 Fr./t franko Grenze, auf Wagen verladen. Das Abladen auf den Kohlenplätzen und das Aufladen auf die Tender der Lokomotiven erfolgt durch Kohlenarbeiter, die in den Personal-Ersparnissen inbegriffen sind. Die Kohle wird bei den S. B. B. fast ausschliesslich auf fremden Kohlenwagen eingeführt, für die eine Miete bezahlt werden muss, die in den Ersparnissen Pos. 6 in der Tabelle 10 auf Seite 59 inbegriffen ist. In jener Tabelle wurden hingegen bei den Ersparnissen die eigentlichen Transportkosten der Kohle von der Grenze weg bis auf die Kohlenplätze, d. h. auf eine mittlere Entfernung von rd. 100 km ins Landinnere, und die Verzinsung der Kohlenlager vernachlässigt. Hierin liegt also eine stille „Sicherheit" von über einer halben Million Franken in Reserve für Unvorhergesehenes.

[4]) Nach den Ausführungen auf Seite 58 beförderten im Jahre 1913 die 414 best ausgenützten Dampflokomotiven der S. B. B. 5,098 Milliarden Anhänge-tkm. Mit dem gleichen Verhältnis gerechnet wären hier für 2 Milliarden Anhänge-tkm 163 Dampflokomotiven gleicher Güte nötig. Wir setzen hier aber einen bedeutend leistungsfähigern Dampflokomotivenpark voraus und führen für das betrachtete Netz von 315 Bahn-km nur 330 · 2,000/5,093 = 130 Dampflokomotiven in die Rechnung ein.

[5]) Entsprechend einem mittlern Gestehungspreis von 250 000 Fr. pro Maschine. Die letzten von den S. B. B. im Jahre 1916, d. h. vor der Teuerung angeschafften Dampflokomotiven kamen bereits auf über 150 000 Fr. pro Stück zu stehen. Heute wäre mit einem um mindestens 70 % höheren Preis zu rechnen.

[6]) Die S. B. B. verbrauchten im Durchschnitt rund 35 Wh pro tkm, einschl. Lok.-Gew., gemessen ab Werk, und 31 Wh/tkm ab Unterwerk.

[7]) Preise dieser Grössenordnung wurden den S. B. B. schon angeboten.

[8]) K = 206 stellt in Abbildung 3 das *Mehr*-Kapital dar, das bei einem mittlern Verkehr von 8 600 000 tkm pro Bahn-km nötig wäre, um auf Grund der heutigen Preise und Erfahrungen die Elektrifikation des S. B. B.-Netzes von 1150 km, ohne eigene Kraftwerke durchzuführen.

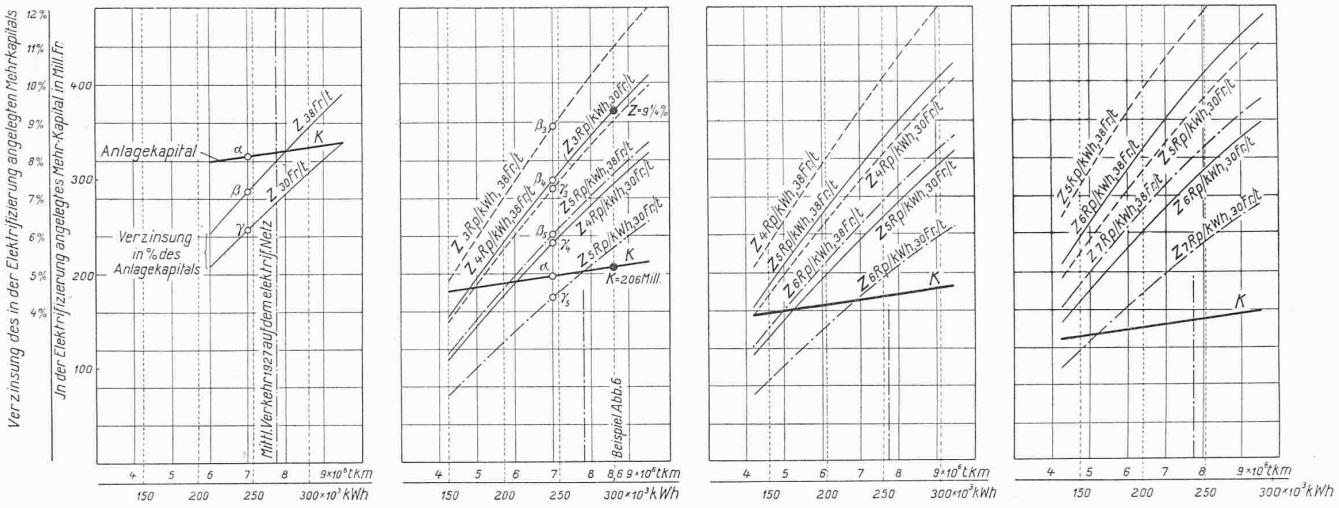

Abb. 2. Abb. 3. Abb. 4 Abb. 5.

Für die Elektrifikation eines Netzes von 1150 km mit Einphasenwechselstrom von 15000 V anzulegendes *Mehr*-Kapital im Vergleich zum Dampfbetrieb und Verzinsung dieses Mehr-Kapitals bei gleich hohen Kosten des elektrischen und des Dampfbetriebs nach den Erfahrungen der S. B. B. für verschiedene Gestehungspreise der Energie und Kohlenpreise von 30 Fr./t und 38 Fr./t (Kohle von 7500 kcal)

bei *eigenen* Kraftwerken, *eigenen* Uebertragungs-Leitungen und *eigenen* Unterwerken — bei *fremder* Energie, *eigenen* Uebertragungs-Leitungen und *eigenen* Unterwerken — bei *fremder* Energie, *fremden* Uebertragungs-Leitungen, aber *eigenen* Unterwerken — bei *fremder* Energie, *fremden* Uebertragungs-Leitungen und *fremden* Unterwerken

aufgetragen in Funktion des mittlern Verkehrs, in Mill. tkm, einschliesslich Lokomotiv-Gewicht, pro km und Jahr und des mittlern Energieverbrauchs in 1000 kWh ab Werk (Abb. 2 und 3), vor dem Unterwerk (Abb. 4) oder ab Unterwerk (Abb. 5) pro km und Jahr gerechnet für den mittlern Verbrauch von 35 Wh/tkm (Abb. 2 und 3), von 33 Wh/tkm (Abb. 4) und von 31 Wh/tkm (Abb. 5).

Unter genauer Verfolgung des in den Tabellen 6, 7, 8 und 10 angeführten Rechnungsganges ergeben sich in Zusammenhang mit der Elektrifikation die in Tabelle 16 zusammengestellten Ersparnisse und Mehrkosten.

Bezogen auf das in der Tabelle 15 angeführte *Mehr*-Kapital von 55,4 Mill. Fr. entspricht die obige Differenz von 5,244 Mill. Fr. einer Verzinsung von rund $9^1/_2$ %, und bezogen auf das erhöhte Mehr-Kapital von 60 Mill. Fr., einer solchen von $8^3/_4$ %, woraus eine ziemlich gute Uebereinstimmung mit den Angaben der Abb. 3 hervorgeht.

In ähnlicher Weise kann rechnerisch nachgewiesen werden, dass die Elektrifikation des gleichen Netzes von 315 Bahn-km, bei einem mittlern Verkehr von nur 7 000 000 tkm, einschl. Lok.-Gew., pro Bahn-km, ebenfalls bei Bezug von Energie aus bahnfremden Kraftwerken, nur noch ein Mehr-Kapital von *ungefähr* (siehe Abb. 3) $\frac{196^{1)}}{1150} \cdot 315 =$ 54 Mill. Fr. erfordern würde, das bei gleich hohen Kosten des Dampf- und des elektrischen Betriebes nur noch mit *ungefähr* $\beta_4 = 7^1/_2$ % verzinst werden dürfte.

Bei einem Verkehr von nur 5 000 000 tkm, einschl. Lok.-Gew., pro Bahn-km, würde das erforderliche *Mehr*-Kapital unter sonst gleichen Voraussetzungen auf (siehe Abb. 3) *ungefähr* $\frac{185}{1150} \cdot 315 = 51$ Mill. Fr. und die mögliche Verzinsung auf *ungefähr* $4^3/_4$ % fallen.

Aus allen diesen Beispielen geht deutlich hervor, welche massgebende Rolle die Grösse des Verkehrs bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes spielt.

Zum Schlusse möchten wir besonders darauf aufmerksam machen, dass die bisherigen Erfahrungen der Schweizerischen Bundesbahnen, auf die sich diese Studie stützt, in einer relativ kurzen Zeitdauer gesammelt wurden und daher vielleicht noch nicht jene Sicherheit bieten, die für die völlige Abklärung einer so wichtigen Frage wünschenswert ist. Jedenfalls werden mit der Zeit noch verschiedene der in der Rechnung vorkommenden Komponenten etwas andere Werte annehmen. Soweit sich die Sache heute überblicken lässt, ist es jedoch wahrscheinlich, dass dabei die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes als noch besser erscheinen wird.

[1]) $\alpha = 196$ Mill. Fr. für 1150 km.

Die Pariser Wohnungs-Fürsorge.

Von Stadtrechtsrat Dr. HEYMANN, Chemnitz.

Die Förderung des Wohnungsbaues zur Linderung der Wohnungsnot durch die öffentliche Hand in Paris setzte schon vor dem Kriege ein, weil es schon damals an gesunden *Arbeiter*wohnungen fehlte; sie beschränkte sich dafür aber auch darauf, dieser einen Bevölkerungsschicht („qui vivent principalement du revenu de leur travail"), zu helfen und kam dem nach dem Kriege auch in die Katastrophe hineingezogenen Mittelstand (maisons bourgeoises) nur indirekt zu gute. Schon das Staatsgesetz vom 23. Dezember 1912 ermächtigte die Gemeinden und insbesondere Paris, Wohnungen zu bauen, dabei aber ausdrücklich durch Höchstmietenfestsetzung den spekulativen (Ueberschüsse abwerfenden) Bau verbietend. Diese billigen Arbeiterwohnungen sollen wiederum in erster Linie den Kinderreichen (s. u.) zu gute kommen (Habitations à bon marché pour familles nombreuses). *Neben* der Gemeinde darf nach dem erwähnten Gesetze ein eigens zu diesem Zwecke geschaffenes Amt für billige Wohnungen („Office public d'habitations à bon marché", im folgenden kurz: „Amt" genannt) Wohnungen, aber nur für Arbeiter, bauen. Es ist ein unter starkem städtischen Einfluss stehender, aber im übrigen freier Wirtschaftskörper, der insbesondere auch die neuen Häuser verwaltet, und zwar auch die von der Gemeinde selbst erstellten. Endlich hat sich noch das Wohlfahrtsamt der Stadt (Assistance publique) der Aktion anschliessen wollen, ist aber bald hiervon abgekommen, da es nicht verantworten konnte, die ihm anvertrauten Stiftungsvermögen in eine Verlustwirtschaft zu stecken.

Diesen drei Stellen liegt die Erstellung des *Gesamt-Wohnungsbauprogrammes* ob, das 1912 auf 19 000 Wohnungen festgelegt worden ist. Das Wohlfahrtsamt scheidet, nachdem es nur 968 Wohnungen gebaut hat, aus; die Stadt hat bis Ende 1922 etwa deren 5000 erstellt. Bis 1925 hatten Stadt (Hochbauamt) und das „Amt", dessen Tätigkeit sich steigert, rund 13 000 der Gesamtanzahl fertiggestellt bezw. in Ausführung; die Pläne der übrigen 6000 Wohnungen waren zum grössten Teile genehmigt bezw. in Vorbereitung. Das Bauprogramm beruhte auf der Annahme, dass (1912) 60 000 Personen in schlechten Wohnungen lebten.