

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 10/11 (1879)
Heft: 2

Artikel: Die virtuelle Länge, und ihre Anwendung auf Bau und Betrieb der Eisenbahnen
Autor: Lindner, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-7623>

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: 21.02.2026

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

seinen Anker an und der Sperrhaken *k* schiebt das Rad *e* um einen Zahn vorwärts. Gleichzeitig ist aber auch die am Ankerhebel *l h* befestigte Feder *t* mit der Contactschraube *i* in Berührung getreten. Dadurch findet der bei *p* eintretende Strom mit Umgehung des Electromagneten einen kürzern Weg über *i t h a a' q*. Der Magnet lässt daher seinen Anker los, dadurch wird der kurze Schluss bei *i* und *t* aufgehoben, *g* zieht den Anker wieder an und so geht das Spiel fort, bis die beiden Kohlen sich so weit von einander entfernt haben, dass die Stromstärke nun zur Magnetisirung von *g* nicht mehr genügt, der Anker bleibt also in Ruhe; es ist auch Vorrichtung getroffen, wie in der Fig. angedeutet, dass der Sperrhaken in der Ruhelage des Ankers *nicht* im Eingriff mit *e* steht. Nun wirkt wieder die Schwere des Halters *a₁*, die Spitzen nähern sich, die Stromstärke wächst, *g* tritt wieder in Function, das Spiel beginnt wieder von Neuem. Mittelst der Schraube *m* lässt sich die Spannung der Blattfeder *s*, welche den Rückgang des Ankers bewirkt, beliebig reguliren.

Die eben besprochene Lampe ist äusserst compendiös gebaut und functionirt ungemein sicher, wie wir uns selbst im Herbst 1876 im Etablissement der Herren Siemens & Halske überzeugten. Einen Hauptvorzug bildet die Abwesenheit von Triebfedern, eine Funkenbildung kann nirgends stattfinden; ferner lässt sich der Mechanismus äusserst leicht auseinandernehmen. Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass ihr Preis ein verhältnissmässig sehr niedriger ist.

Wenn, wie es jetzt gewöhnlich geschieht, diese Lampe ihren Strom von einer dynamo-electrischen Maschine erhält, so empfiehlt es sich die in Fig. 2 skizzirte Vorrichtung einzuschalten. Es kann nämlich vorkommen, dass durchirgende eine äussere Veranlassung, schlechte Kohlen, das Licht plötzlich erlischt und eine totale Unterbrechung des Stromes verursacht. In diesem Fall würde die magneto-electrische Maschine nur noch ihre eigene Reibung zu überwinden haben, eine andere Arbeitsleistung wäre, wenn das dynamo-electrische Princip gänzlich durchgeführt ist (v. I.), nicht möglich; die Folge müsste sein, dass die Rotationsgeschwindigkeit eine gefährliche Grösse annähme. Diese Gefahr verhütet nun der in Fig. 2 dargestellte *automatische Umschalter*.

Wie ersichtlich, umkreist der über *q₁* von der Lichtmaschine kommende Strom den Electromagneten *g'*, geht durch *q* zur Lampe, kehrt wie oben erläutert über *p* zurück, gelangt zur Klemme *l* (Fig. 2) und geht über *p'* zur Lichtquelle. Für gewöhnlich hält daher der Electromagnet *g'* den Anker *a* angezogen. Tritt aber nun die erwähnte gänzliche Unterbrechung des Stromes in der Lampe ein, so lässt *g'* seinen Anker los, dieser lehnt sich gegen die Contactschraube *v* und nun ist dem bei *q₁* eintretenden Strom ein neuer Weg geboten, nämlich über *u a r w l p'*. *w* ist aber eine Drahtrolle, deren Widerstand ungefähr gleich demjenigen, welcher der Lichtbogen dem Durchgange des Stromes bietet (30–40 S. E.), es wird daher die Geschwindigkeit der dynamo-electrischen Maschine sich nicht ändern. Ist die Unregelmässigkeit beseitigt, so zieht *g'* seinen Anker wieder an und der frühere Zustand ist wieder hergestellt.

In neuester Zeit ist nun ein Apparat aufgetaucht, welcher für gewisse Zwecke die Anwendung eines Regulators entbehren macht, es ist die von dem russischen Ingenieur-Officier *P. Jablochkoff* erfundene und nach ihm benannte *electriche Kerze*. Es besteht dieselbe (Fig. 3) aus zwei cylindrischen, parallelen Kohlenstäbchen *b b'*, welche durch einen kleinen Zwischenraum von einander getrennt und durch eine nichtleitende Substanz *a* (Kaolin, gestossenes Porcellan oder Gyps) mit einander verbunden sind. Der electriche Strom tritt in eines der Stäbchen

ein und bei dem andern wieder heraus, die Spitzen der Kohlen gerathen in Weissgluth und brennen langsam ab, wobei die Zwischenschicht verdampft. Beim Gebrauch wird die Kerze von einem Milchglasballon umgeben, welcher eine Dämpfung des Lichtes bewirkt; mittelst der von einander isolirten Metallhülsen *c c'* lässt sich die Kerze in zwei federnde Kupferhülsen eines Statifs einspannen. Nahe den Enden befindet sich ein durch ein Papierstreifen *s* festgehaltenes Graphitstäbchen, welches beim Eintritt des Stromes glühend wird und so ein automatisches Anzünden der Kerze bewirkt. Die Kerzen besitzen bei einer Länge von 225 $\frac{m}{m}$ und einem Durchmesser von 4 $\frac{m}{m}$ eine Brenndauer von 1½ Stunden.

Für den Betrieb dieser Apparate empfehlen sich Wechselströme, da nur in diesem Falle ein ganz gleichmässiges Abbrennen erzielt wird; es ist ferner möglich bis 4 Kerzen in einen Kreislauf einzuschalten; die Einrichtungen, welche Gramme seinen neuesten Maschinen gegeben hat, um bis 16 Kerzen mittelst einer einzigen Maschine zu speisen, werden wir im nächsten Aufsatz ausführlich besprechen.

(Fortsetzung folgt.)

* * *

Die virtuelle Länge, ihre Anwendung auf Bau und Betrieb der Eisenbahnen

von A. Lindner, Ingenieur (Zürich, Orell Füssli & Co.)

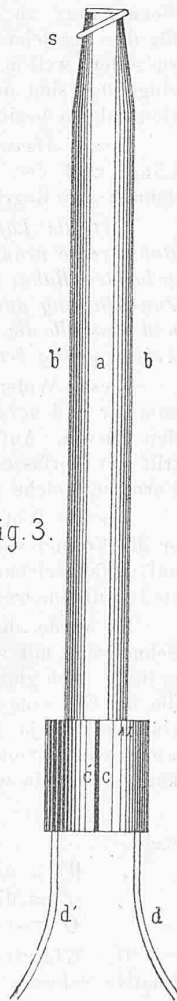
Wir haben schon vor einiger Zeit auf diese neue Erscheinung aufmerksam gemacht, verschiedene Umstände haben deren Besprechung bis jetzt verzögert. Gegen die Principien, welche den in dem Werke gegebenen Berechnungen zu Grunde liegen, sind von verschiedenen Seiten Einwendungen erhoben worden und es liegt uns eine Einsendung über diesen Gegenstand vor, welcher wir in nächster Nummer Raum gewähren wollen. Um nicht vorzugreifen beschränken wir uns heute auf eine resumierende Besprechung, indem wir die Kritik andern Correspondenten überlassen.

Im Vorwort hebt der Verfasser besonders hervor, dass, da die bisherigen statistischen Aufzeichnungen der verschiedenen Bahnen den Erfordernissen und dem Princip der virtuellen Länge nicht angepasst sind, die aus denselben berechneten Formeln und Coefficienten keineswegs als definitiv gültige angesehen werden können, Zweck der Studie sei, die engern und weitem Fachkreise für diesen Gegenstand mehr zu interessiren, als es bis jetzt der Fall war und die Veranlassung dazu zu geben, die Lücken, welche die bestehende Methode der statistischen Aufzeichnungen noch lässt, auszufüllen.

Die virtuelle Länge ist das Mittel, bestehende oder neu projectirte Bahnen in Bezug auf ihren technischen und commerciellen Werth vergleichen zu können. Die Anlagekosten können naturgemäss hiefür nicht allein massgebend sein, es kommen ebensosehr die Betriebsauslagen in Betracht. Die Bestimmung der letztern lässt sich jedoch nicht ohne grössere, detaillirte Rechnungen ausführen und man gelangte daher dazu, diese Arbeit für eine Bahn von bestimmten, einfachen Verhältnissen einmal durchzuführen und andere Bahnen mit dieser als Norm zu vergleichen, indem man die bei denselben auftretenden Zugswiderstände und die zu ihrer Bewältigung nöthige Arbeitsleistung auf die gleiche Einheit reduzirte. Es ist deshalb die virtuelle Länge einer Bahn die für die wirkliche Länge derselben substituirte Länge einer als Basis gedachten gleichwerthigen Bahn.

Der Verfasser gibt nun eine Uebersicht der verschiedenen Methoden, welche zu diesem Zwecke aufgestellt worden sind und führt mit Hülfe derselben die vergleichenden Rechnungen für zwei schweizerische Linien, Wettingen-Baden-Aarau-Oltenzofingen der N. O. B. und Wettingen-Lenzburg-Zofingen der S. N. B., durch. Es sind diese Methoden folgende:

Die zur Berechnung der „äquivalenten“ Länge der irischen Bahnen, welche schon 1838 für die in Irland zu bauenden Linien zur Anwendung kam. Es wurden als Resultat der Untersuchungen der Bericht erstattenden Commission 8 Tabellen aufgestellt, worin für die verschiedenen Gradienten die äquivalenten Längen der horizontalen Strecke angegeben waren. Es hingen dieselben



wesentlich von der Steigung, der Maschinengrösse und der Zuglast ab, die Widerstände der Curven waren nicht berücksichtigt. Der Verfasser ist nun der Ansicht, dass die Einführung der Zugkraft von Maschinen in diese Rechnungen unbedingt verwerflich sei und keineswegs zur Vergleichung von Bahnen dienen könnte, „indem sich ja eine Eisenbahnanlage ebenso wenig durch die Anwendung anderer Maschinen in ihrem Werthe erhöht, wie eine Strasse, welche man statt mit Hornvieh nunmehr mit Pferden befahren will.“

Eine Formel, welche den ganz richtigen Weg der bei Berechnung der virtuellen Länge einzuschlagen ist, angibt, wurde bald darauf, 1844, von *Ghega* in einem Berichte über die Baltimore-Ohio-Eisenbahn aufgestellt. Er berechnet dieselbe aus der wirklichen Länge plus einer den Steigungsverhältnissen und den Curven entsprechenden Grösse. Durch Aenderung der Coefficienten dieser Formeln auf Grund neuerer Erfahrungsergebnisse hätte man nach Ansicht des Verfassers jedenfalls brauchbare Formeln erhalten.

Röckl berechnete Anfangs der 60er Jahre zur Vergleichung der Projecte in Bayern die wahrscheinlichen Betriebskosten, welche dann, capitalisirt, Anhaltspunkte zur Vergleichung gaben. Der Zugswiderstand wurde auf der Steigung gleich dem auf horizontaler Bahn (der zu $\frac{1}{280}$ angenommen wurde) plus dem

Steigungsverhältniss angenommen, neuere Versuche haben jedoch ergeben, dass diese Annahme zu hoch ist. Der Widerstand in den Curven wurde mit dem auf Steigungen vereinigt, indem für jeden Radius äquivalente Steigungen eingeführt wurden. Die Grundlage für die Berechnung der Betriebskosten bildete der Gedanke, dass der Maximalwiderstand, d. h. jene Strecke, auf welcher die grösste Zugkraft benöthigt ist, die zulässige Grösse der Züge bestimme, und es wurde dieser Maximalwiderstand bei Bahnen von Steigungen, die nicht grösser als $\frac{1}{200}$ und Curven mit nicht geringerem Radius als 600 m zu $\frac{1}{100}$

bei Bahnen von Steigungen bis zu $\frac{1}{100}$ und Curven von 300 m zu $\frac{1}{50}$ angenommen. Die Betriebskosten per \mathcal{R}_m bei erstern waren auf 5 700 fl. südd. W., bei letztern auf 7 800 fl. veranschlagt. Annahmen, welche den Landesverhältnissen entsprachen und sich nicht direct auf andere Länder übertragen lassen. Die Constante und der Coefficient der aus diesen Annahmen hervorgegangenen Formel

Betriebskosten $K = 3600 + 210\,000\,W$ (Maximalwiderstand) müssten daher für jedes Land besonders bestimmt werden.

Als Hauptübelstand dieser Formel muss jedoch betrachtet werden, dass dieselbe von der Grösse des Verkehrs, der jedenfalls auf die Betriebskosten von bedeutendem Einfluss sein wird, ganz unabhängig ist.

Heyne stellte 1865 eine sehr ähnliche Formel für die österr. Bahnen auf, welche den Vorzug hat, dass die Grösse des Verkehrs in Rechnung gezogen wird und die Betriebskosten theilweise von den Bruttoeinnahmen der Bahn abhängig gemacht werden. Dabei wird aber der Einfluss der Curven nicht in Rechnung gebracht.

Es müssen die beiden Formeln von *Röckl* und von *Heyne* unrichtige Resultate ergeben, da stillschweigend vorausgesetzt ist, dass die Strecken, welche die grössten Schwierigkeiten bieten, bei beiden zu vergleichenden Bahnen im gleichen Verhältniss zur ganzen Länge stehen, während es doch unbedingt von Einfluss ist, ob diese Strecke nur kurz oder aber sehr lang ist.

Rambaux setzte die Vermehrung des Widerstandes lediglich als von der absoluten Bahnsteigung abhängig voraus und fügte daher der wirklichen Länge eine Verlängerung entsprechend der erstiegenen Höhe hinzu. Ebenso verfuhr *Helweg* 1876 in seinem Berichte über die Gotthardbahn und zwar wurden pro 10 m erstiegene Höhe 800 m Länge addirt. Als Einheit sind die Zugswiderstände auf einer Bahn von 6 ‰ angenommen. Die Widerstände in den Curven sind nicht berücksichtigt. Diese wurden in der Formel, welche in *Sachsen* angenommen wurde, und die sich im Ganzen auf die Anschauungen *Rambaux*' stützt,

eingeführt, jedoch direct proportional zur Summe der Centriwinkel ohne Rücksicht auf die Curvenradien.

Eine andere Maasseinheit, Widerstand auf einer Bahn von 10 ‰, wurde bei den Tarifrechnungen des technischen Inspectorates des schweiz. Eisenbahndepartements angenommen und es wurde eine Tabelle, worin die den verschiedenen Steigungen entsprechenden virtuellen Längen euthalten waren, aufgestellt. Auch hier waren die Curvenwiderstände vernachlässigt worden.

Bei den Bergbahnen wurde durch virtuelle Länge die Länge einer Bahn bezeichnet, welche die gleiche absolute Höhe mit einer Steigung von 25 ‰ ersteigen würde.

Launhardt greift in neuerer Zeit wieder auf die Berechnung der Betriebskosten zurück und stellt eine längere Formel, in welcher Steigungen und Krümmungsverhältnisse, Gewichte der Locomotiven etc. berücksichtigt werden. Aus dieser werden dann die reducirten Längen abgeleitet. Es würde hier zu weit führen, des nähern auf diese Formel einzutreten, dieselbe erfordert zu weitläufige Rechnungen, um derselben allgemeine Verwendung zu sichern. Der Verfasser glaubt diese Formel für die Vergleichung von Bahnen erstens darum beanstanden zu sollen, weil in derselben die mittlern Steigungen und Curven eingeführt sind und weil sich dieselbe ganz speciell auf Adhäsionsbahnen bezieht.

Der Verfasser geht nun zur Berechnung der virtuellen Länge nach den von ihm angenommenen Principien über und definirt den Begriff derselben wie folgt:

Virtuelle Länge einer in Steigung und Curve liegenden Bahnstrecke nennt man die Länge einer horizontal und gerade gedachten Bahn, welche einer gleichen Zugsgeschwindigkeit und Zugbelastung auch die gleichen Zugswiderstände entgegengesetzt und desshalb die gleiche wirksame (virtuelle) Zugskraft zu deren Ueberwindung benöthigt.

Dieser Widerstand setzt sich zusammen aus dem auf horizontaler und gerader Bahn, dem in den Steigungen und dem in den Curven. Auf die Bestimmung dieser einzelnen Widerstände tritt der Verfasser näher ein und bespricht die verschiedenen Formeln, welche zu dieser Berechnung aufgestellt worden sind.

Für die Widerstände auf horizontaler gerader Bahn glaubt er die Formel von *Vuilemin*, *Dieudonné* und *Guéhard*, welche auf umfangreichen Versuchen, die auf der franz. Ostbahn angestellt wurden, basirt, als die geeignetste annehmen zu sollen.

Es wurde diese Formel für Güterzüge, Personenzüge und Schnellzüge mit verschiedenen Constanten und Coefficienten aufgestellt, doch glaubt der Verfasser in seinen Rechnungen einzig die für Güterzüge aufgestellte berücksichtigen zu sollen, da der Güterverkehr ja der weitaus massgebendste sei und der Fehler, wenn man Personen- und Schnellzüge gleich Güterzügen rechne, kaum 1 ‰ sein werde. Die Formel lautet:

$$W = (1,65 + 0,05v) Q$$

wobei

W = der Widerstand in \mathcal{R}_g

v = die Fahrgeschwindigkeit in \mathcal{R}_m per Stunde

Q = Last des Zuges in \mathcal{T} bezeichnet.

Der Widerstand auf einer geneigten Ebene, der durch die relative Schwere bedingt wird, lässt sich leicht bestimmen; wird

derselbe mit W_1 bezeichnet, so ist das Verhältniss $\frac{W}{W_1} = a$ der sogenannte virtuelle Coefficient, welcher angibt, um wie viel die Zugswiderstände auf der geneigten Bahn grösser sind, als auf der horizontalen, oder um wie viel deren virtuelle Länge grösser ist, als deren wirkliche. Für diesen Coefficienten a erhält man folgende Gleichung

$$a = \frac{(1,65 + 0,05v) \cos \alpha + 1000 \sin \alpha}{1,65 + 0,05v}$$

wobei das obere Zeichen für die Bergfahrt, das untere für die Thalfahrt gilt und α den Neigungswinkel bezeichnet.

Es können nun für die Güterzüge für bestimmte Steigungen auch gewisse Geschwindigkeiten angenommen werden; indem man diese in die Gleichung einführt, zudem, anstatt des Neigungswinkels das Steigungsverhältniss in promille einsetzt und bei den kleinen Steigungen $\sin \alpha = \text{tg } \alpha$ annimmt, gelangt man zu fol-

genden beiden Formeln, deren erste für Steigungen unter 40 ‰ und deren zweite für Steigungen über 40 ‰ gilt.

$$a = 1 + \frac{m}{2,45 + \sqrt{0,49 - 0,01255m}}$$

$$a = \cos \alpha + \frac{m \cos \alpha}{2,45 - \sqrt{0,00125m - 0,05}}$$

Zur Berechnung des Widerstandes ergeben sich die Formeln:

$$W_1 = \frac{a}{1000} \left[2,45 + \frac{\sqrt{4,9(40-m)}}{\sqrt{0,5(m-40)}} \right] Q$$

worin Q wieder die Zuglast in \mathcal{T} .

Nach den für a aufgestellten Gleichungen ist nun eine Tabelle für den Werth a für alle Steigungen und Gefälle von 0—250 ‰ fortschreitend, berechnet worden.

Zur Bestimmung der Curvenwiderstände dienen die Tabellen, welche Bödecker in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1873, entwickelt hatte und es geschah deren Benutzung in der Weise, dass ein Zug supponirt wurde, in welchem auf je 5 Güterwagen 1 Personenwagen kommt. Hierdurch wurde der Unterschied in den Radständen ausgeglichen. Der hieraus erhaltene

Coefficient $\frac{W_2}{W_1} = b$, worin W_2 den Widerstand in der Curve bedeutet, giebt an, um wieviel mal die virtuelle Länge wegen der Curvenwiderstände grösser zu nehmen ist, als die wirkliche. Es ist dieser Coefficient für die Radien von 120—5000 m, bei den niedrigern von 10—10 m fortschreitend, berechnet worden.

Mit Hilfe dieser verschiedenen Coefficienten lässt sich nun die virtuelle Länge unter Berücksichtigung der Curven und Steigungen bestimmen wie folgt:

$$V_2 = L(a + b - 1)$$

Da der Coefficient a von 3,22 ‰ an negativ wird, so wird, wenn die Bahn gar keine Curven hat, b also = 1 ist, auch von diesem Punkt an die virtuelle Länge negativ und es ist diese negative Grösse diejenige, welche durch das Bremsen aufgehoben werden muss.

Es folgen nun einige durchgeführte Rechnungen als Beispiele, welcher wir folgende Angaben entnehmen:

<i>Bahnlinie</i>	Virtuelle Länge			Reelle Länge	Virtuelle Verhältniss-Zahl	Maximal-Coefficient
	tour π_{fa}	retour π_{fm}	mittl. π_{fm}			
Aarau-Olten	21,759	14,096	17,928	13,403	1,323	4,272
Basel-Sissach	55,528	12,075	33,801	21,130	1,600	4,641
Sissach-Olten	75,636	67,654	71,645	18,204	3,935	8,688
Basel-Olten	131,164	79,729	105,446	39,334	2,681	8,688
Wetting.-Baden-Lenzburg-Zofingen (SNB)	85,321	66,925	76,123	41,195	1,845	6,675
Wetting.-Baden-Brugg-Aarau-Olten-Aarbg.-Zofing. (NOB u.SCB)	83,791	62,471	73,131	50,404	1,431	5,809
Brugg-Basel (Bötzb.)	93,731	125,267	109,499	57,253	1,912	5,687
Uetlibergbahn	185,732	2,834	94,283	9,167	10,285	33,726
Vitznau-Rigibahn (Zahnschienenbahn)	656,622	0,050	328,336	7,026	46,731	127,600

In der III. Abtheilung seines Werkes geht nun der Verfasser über zu den Anwendungen des Princip der virtuellen Länge und erläutert dieselben an einigen Beispielen. Es lässt sich das Princip, wie der Verfasser darlegt, anwenden auf die Vergleichung zweier Varianten, auf die Bestimmung der grössten zulässigen Zugbelastung, die Bestimmung von Gegensteigungen bei einseitigem Verkehr, der Grösse des Kohlenverbrauchs, Abnutzung durch Bremsen, sodann auf die Berechnung der Transportkosten und Taxen etc. Wir wollen hier nicht auf alle diese Fälle eingehen, es würde uns dies zu weit führen, sondern aus denselben nur einiges herausgreifen. Bei der Vergleichung zweier Varianten wird, wenn die Baukosten die gleichen sind, derjenigen der Vorzug zu geben sein, welche die geringere virtuelle Länge hat. Sind jedoch die Baukosten verschieden, so sind zur Vergleichung noch die Betriebskosten zu ermitteln und capitalisirt den Baukosten hinzuzufügen. Diese Betriebskosten sind von der virtuellen Länge abhängig und werden, wenn die vir-

tuelle Länge mit l , die Betriebskosten per \mathcal{T}/m auf horizontaler gerader Bahn mit a und die Verkehrsgrösse in Bruttotonnen mit t bezeichnet wird, durch den Ausdruck $l a t$ dargestellt.

Es ergibt sich nach dieser Berechnungsart für die beiden Parallellinien Wettingen-Aarau-Olten-Zofingen (NOB und SCB) und Wettingen-Lenzburg-Zofingen, deren virtuelle Längen wie aus obiger Tabelle zu ersehen resp. 79,131 und 76,021 sind, unter Annahme von rund 1 Cts. für die Kosten einer \mathcal{T} auf einem \mathcal{T}/m horizontaler gerader Bahn, folgendes, wobei ausdrücklich hervorgehoben werden muss, dass die Rechnung nur unter der Voraussetzung der Richtigkeit der äusserst niedrig angenommenen Baukosten der Nationalbahn, Gültigkeit hat.

Als Verkehrsgrösse ist der Durchschnittsverkehr auf sämtlichen Schweiz. Eisenbahnen im Jahr 1875 mit 733 280 \mathcal{T} Brutto angenommen:

I. Wettingen-Aarau-Olten-Zofingen	Länge 50,4 \mathcal{T}/m
Baukosten (1855)	208 389 \times 50,4 Fr. 10 502 800
Betriebskosten	
$l a t = 73,131 \times 0,01 \times 733 280 =$	536 255
Capitalisirt à 5 ‰ also $\times 20 =$	„ 10 725 100
	Fr. 21 227 900
II. Wettingen-Lenzburg-Zofingen	Länge 41,2 \mathcal{T}/m
Baukosten	191 000 \times 41,2 Fr. 7 869 200
Betriebskosten	
$l a t = 76,021 \times 0,01 \times 733 280 =$	557 446,75
Capitalisirt mit 5 ‰ also $\times 20 =$	„ 11 148 935
	Fr. 19 018 135

Es wäre also unter dieser Annahme die Linie II. günstiger.

Auf ähnliche Weise lässt sich auch die Verkehrsgrösse bestimmen, welche nöthig ist, um die Auslage einer billiger zu betreibenden, jedoch theurer zu bauenden Linie, gegenüber einer billigeren Linie mit theurem Betriebe, zu rechtfertigen.

Sehr interessante Verhältnisse ergeben sich bei Vergleichung des Kohlenverbrauchs bei verschiedenen Linien, reducirt auf die virtuellen Brutto \mathcal{T}/m . Während der Kohlenverbrauch per \mathcal{T}/m bei den einzelnen Bahnen von 0,05687 h_k bis 1,7139 h_k varirt, so gruppieren sich die Zahlen, welche erhalten werden, wenn man die virtuelle Verhältnisszahl in Anwendung bringt, mit nicht sehr grossen Differenzen um das Mittel von 0,038 \mathcal{T} pro virt. Brutto \mathcal{T}/m .

Auch die Abnutzung der Schienen durch das Bremsen steht in ganz bestimmtem Verhältnisse zum virtuellen Coefficienten und es lässt sich dies, wie des weitern erläutert ist, dazu benutzen, von vornherein die Summen zu bestimmen, welche für Erneuerung der Schienen jährlich zurückzulegen sind.

Noch viele andere Anwendungen sind, wie schon oben angedeutet, durchgeführt und erläutert, noch andere hat der Herr Verfasser in seinen Schlussbemerkungen angeregt, hauptsächlich wünscht er jedoch darauf hinzuwirken, dass die statistischen Aufstellungen auf Grund der virtuellen anstatt wie bisher der realen Längen erfolgen mögen und er verspricht sich hievon ein viel klareres Bild über alle Verhältnisse der Eisenbahnen, als bisher aus den jetzigen statistischen Daten zu erhalten möglich war.

Wir können das vorliegende Werk jedem Eisenbahntechniker zum Studium empfehlen.

* * *

Kleine Mittheilungen.

Support protecteur des bâches. — On éprouve une certaine difficulté à poser et à enlever les bâches qui recouvrent les marchandises déposées dans les wagons découverts: elles s'accrochent aux angles des véhicules, et on les déchire en les manœuvrant; de plus, quand le wagon n'est pas complètement chargé, elles s'affaissent en leur milieu, la pluie séjourne dans leurs plis et finit par détériorer l'enveloppe protectrice.

M. G. A. Waker de Retford (Angleterre) a imaginé un dispositif permettant d'obvier dans une certaine mesure à ces inconvénients et qui a été essayé à la station de King Cross. Le support de la bâche consiste en une chaîne tendue à la partie supérieure et suivant l'axe du wagon; elle est fixée à deux