

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 7

Artikel: Der Kraftbedarf der Schiffstraktion und der Bahntraktion im Wettbewerb
Autor: Kummer, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34713>

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: 30.01.2026

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

INHALT: Der Kraftbedarf der Schiffstraktion und der Bahntraktion im Wettbewerb. — Das Sanatorium Altein in Arosa. — Woran leiden unsere Eisenbahntunnel, wie kann abgeholfen und wie vorgebeugt werden? — Zum Wettbewerb Gross-Zürich. — Nekrologie: Portraits von a. Oberförster U. Brosi und Ingenieur John Türcke. Dr. Jakob Schmid. — Miscellanea: Die Abstufung des Bremsdrucks bei der selbsttätigen Einkammer-Druckluftbremse. Drehstrom-Motorguppen mit Stufenregulierung der Geschwin-

digkeit. Verschiebung eines 27 m langen gewölbten Portals. Société des Ingénieurs civils de France. Schweizer Mustermesse 1918. Verbreitung der drahtlosen Telegraphie. — Konkurrenzen: Bebauungsplan Gemeinde Grenchen. — Vereinsnachrichten: Section Genève de la Société suisse des Ing. et des Arch. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Tafeln 12 und 13: Das Sanatorium Altein in Arosa.

Band 71.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 7.

Der Kraftbedarf der Schiffstraktion und der Bahntraktion im Wettbewerb.

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

Vom physikalisch-technischen Standpunkt aus fordert der Wettbewerb zwischen der Binnenschifffahrt und der Eisenbahnfahrt eine vergleichende Betrachtung hinsichtlich der beim Schleppen von Kähnen und Eisenbahnwagen auftretenden Bewegungswiderstände. Es soll versucht werden, an Hand der in der Literatur bekannt gegebenen Erfahrungszahlen diese vergleichende Betrachtung durchzuführen.

Sowohl für den Schiffszug auf Kanälen oder kanalisierten Gewässern¹⁾, als auch für den Bahnzug auf Geleisen unterscheiden wir vorerst die Begriffe des *Momentanwertes der Zugkraft* und des *Mittelwertes der Zugkraft am Zughaken* des schleppenden Trakteurs, bzw. der Lokomotive. Auf die Gewichtseinheit (1 t) der Schlepplast bezogen, sei der Momentanwert mit z , der Mittelwert mit \bar{z} bezeichnet, welche Grössen in kg/t gemessen werden sollen. Die momentane Fahrgeschwindigkeit v sei in km/h, der Momentanwert ihrer zeitlichen Aenderung, bzw. die Beschleunigung γ , sei in m/sek² ausgedrückt, sodass:

$$\gamma = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{dv}{dt}$$

gilt. Durch Einführung des Bewegungswiderstandes w in kg/t als Momentanwert, folgt zunächst:

$$z = w + \frac{1000}{g} \cdot \gamma$$

wenn mit g die Beschleunigung der Erdschwere in m/sek² eingeführt wird. Um \bar{z} entsprechend ausdrücken zu können, müssen neben dem Mittelwert \bar{w} des Widerstandes noch die Anzahl Anfahrten mit n , die mittlere Anfahr-Endgeschwindigkeit mit \bar{v} und mit l die in km gemessene Weglänge eingeführt werden; dann gilt:

$$\bar{z} = \bar{w} + n \cdot \frac{1000}{g} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\bar{v}^2}{(3,6)^2} \cdot \frac{1}{l} \cdot \frac{1}{1000}$$

Die Widerstandsgrössen w und \bar{w} lassen sich weiter zerlegen in Anteile für die Fahrt auf horizontaler und gerader Bahn (w_0 und \bar{w}_0), für die Fahrt in Krümmungen (w_c und \bar{w}_c) und für die Fahrt auf Steigungen (w_s und \bar{w}_s); also gilt:

$$w = w_0 + w_c + w_s$$

$$\bar{w} = \bar{w}_0 + \bar{w}_c + \bar{w}_s$$

Für w_s kann beim Bahnzug die Steigung s in Promille eingeführt werden, während diese Grösse für den Schiffszug auf Kanälen mit ruhendem Wasser physikalisch sinnlos ist; denn die Schiffshebung durch Schleusen oder durch gleichwertige Mittel bedeutet eine Unstetigkeit in der Bewegungsart. Demgegenüber ist sowohl für die Bahntraktion als auch für die Schiffstraktion die Beziehung gültig:

$$\bar{w}_s = 1000 \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{1}{l} \cdot \frac{1}{1000}$$

wenn mit h die in m gemessene Summe aller bei Hin- und Herfahrt im Anstieg überwundenen Höhendifferenzen bezeichnet.

Für den praktischen Zweck wirtschaftlicher Schlussfolgerungen ist der Zugkrafts-Mittelwert \bar{z} zu verwenden; wir schreiben ihn ohne Rücksicht auf Verwertung oder Rückgewinnung von Gefällsarbeit und Beschleunigungsarbeit in der Form:

$$\bar{z} = \bar{w}_0 + \bar{w}_c + \frac{h}{2} \cdot \frac{1}{l} + \frac{n}{2 \cdot l} \cdot \frac{\bar{v}^2}{(3,6)^2 \cdot g}$$

¹⁾ Also in *ruhendem* oder annähernd ruhendem Wasser, worauf die folgenden Ausführungen sich *ausschliesslich* beziehen. Die Binnenschifffahrt ist übrigens, gerade im Hinblick auf eine Verkleinerung des Kraftbedarfs der Förderung, bestrebt, die von ihr benützten Gewässerstrecken in steigendem Masse zu kanalisieren, bzw. diese Kanalisierung entstehenden Niederdruck-Wasserkraftwerken aufzubürden.

die sich für das Durchfahren langer, ebener und gerader Strecken ohne Zwischenhalt angenähert in die Beziehung:

$$\bar{z} = \bar{w}_0$$

überführen lässt, wobei also die mittlere Zugkraft zur „Dauerzugkraft“ wird.

Es muss berücksichtigt werden, dass die Grösse \bar{w}_0 abhängig ist von der Grösse \bar{v} . Für die Schiffstraktion hat diese Abhängigkeit scheinbar die geringere Bedeutung als bei der Bahntraktion, weil die Schiffstraktion nur bei verhältnismässig kleineren Geschwindigkeiten arbeitet; bei der Bahntraktion kommen dagegen, selbst bei Beschränkung des Vergleichs auf die reine Güterförderung, grosse Unterschiede in den verwendeten Fahrgeschwindigkeiten vor, und sind deren absolute Werte in der Regel auch wesentlich höher, als bei der Schiffstraktion, wodurch namentlich auch die wirtschaftliche Seite des Vergleichs wesentlich beeinflusst wird. Die Grösse \bar{w}_0 ist aber auch noch von andern Faktoren abhängig, insbesondere auch von der Fahrbahn, d. h. vom Kanalprofil bei der Schiffstraktion, bzw. vom Geleisotypus (Spurweite) bei der Bahntraktion. Die verschiedenen Abhängigkeiten der Grösse \bar{w}_0 werden natürlich erst aus den entsprechenden Abhängigkeiten der Grösse w_0 gewonnen, die sowohl für Schiffstraktion, als auch für Bahntraktion in der Literatur wiederholt Berücksichtigung fanden. Zur raschen Orientierung über die für die Widerstände bei der Binnenschifffahrt von verschiedenen Autoren aufgestellten analytischen Formeln sei auf die kürzlich erschienene Publikation von M. Beretta¹⁾ verwiesen; für die Bahntraktion ist eine analoge Zusammenstellung entsprechender Formeln bereits ein Jahrzehnt früher durch die „Schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb“ bekannt gegeben worden.²⁾

Es soll nun versucht werden, für den Widerstand auf geraden und horizontalen Strecken Mittelwerte zusammenzustellen, die für eine allfällige zukünftige Binnenschifffahrt auf schweizerischen Kanalstrecken und Gewässerstrecken, sowie für die schweizerische Normalbahntraktion, die jener im Wettbewerb um unsern Güterverkehr offenbar noch gegenüberstehen wird, in Betracht fallen dürften. Sowohl für die Schiffstraktion, als auch für die Bahntraktion wird dann besonders auch der elektromotorische Antrieb berücksichtigt werden müssen. Der elektromotorische Antrieb im Dienste der Schiffstraktion und im Dienste der Bahntraktion hat nun auf die Widerstände der geschleppten Lasten höchstens einen indirekten Einfluss, hingegen einen direkten Einfluss auf den Kraftbedarf der Schleppmittel selbst, den man, bei Bezugnahme auf die geschleppten Lasten, durch Wirkungsgrade zu berücksichtigen hat. Für die Schifffahrt hat bisher der elektromotorische Traktionsbetrieb, der sogenannte „elektrische Schiffszug“ in der Regel als Schiffszug vom Lande aus, bzw. als sogen. „Uferteidelei“ Verwendung gefunden, wie man der einlässlichen Studie von Dr. Georg Meyer, Berlin³⁾, entnehmen kann. In dieser Studie werden die zum Schiffszug verwendeten Trakteure oder „Schleppmittel“ eingeteilt in solche, die sich auf das Wasser stützen, in solche, die sich auf die Kanalsohle stützen, in solche, die sich auf Hochbahnen stützen und in solche, die sich auf den Treidelpfad stützen. Die elektrische Kabelteidelei, wie sie vor etwa zwei Jahren auf dem Marne-Rhein-Kanal eingeführt und den Lesern der „Schweiz. Bauzeitung“

¹⁾ Sezione trasversale, Resistenza, Propulsione ad elica nei canali di navigazione interna. Monitore tecnico 1916, Nos. 26, 27, 28, 29, Milano; vergl. auch unter „Literatur“, Seite 122 von Band LXX.

²⁾ Mitteilung Nr. 1, „Der Kraftbedarf für den elektrischen Betrieb der Bahnen in der Schweiz“. Schweiz. Bauztg., Bd. XLVIII, 1906, Nr. 16 u. 17.

³⁾ Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1908, S. 637 bis 656.

kürzlich bekannt gegeben wurde¹⁾, müsste im Sinne der genannten Studie unter die Systeme des „mechanischen Schiffszuges“ eingereiht werden, bzw. als „Einrichtung mit wanderndem Seil“ bezeichnet werden; eine solche Einrichtung ist durch G. Meyer (auf Grund von Versuchen von 1890 am Oder-Spree-Kanal) übrigens recht absprechend beurteilt worden.

Die Uferteidelei mit ihrem schiefen Seilzug vom Lande aus lässt grössere Widerstände erwarten, als sie bei einem Seilzug in der Richtung der Fahrt anzunehmen sind. Man könnte daher die von der elektrischen Uferteidelei her bekannt gewordenen Fahrwiderstände vielleicht eher als Widerstände ($w_0 + w_c$), statt als Widerstände w_0 betrachten, und zwar für konstant krummlinige Bahn, wenn dies zahlenmässig gerechtfertigt wäre. Nun stehen aber gar keine Erfahrungszahlen zur Verfügung, die den schiefen Seilzug einwandfrei als ausgesprochen ungünstig erscheinen lassen.

Ueber den *schiefen Seilzug*, wie er auf der elektrisch (mittels Treidel-Lokomotiven) betriebenen *Uferteidelei* des Teltow-Kanals besteht, sind für maximale geschleppte Lasten mit vollgefüllten Kähnen folgende Zahlenwerte bekannt geworden²⁾:

$$\begin{aligned} w &= 0,60 \text{ kg/t bei } v = 4,0 \text{ km/h} \\ &= 0,79 \text{ " " " } = 4,5 \text{ " " " } \\ &= 0,97 \text{ " " " } = 5,0 \text{ " " " } \end{aligned}$$

Andererseits sind für den *geraden Seilzug*, wie er aus unmittelbaren *Schleppversuchen* (unter Benutzung von Schleppdampfern) wiederholt untersucht wurde, die Versuche im Oder-Spreekanal und im Gross-Schiffahrtsweg Berlin-Stettin als gutes Gegenbeispiel aufzuführen; diese liefern bei maximalen geschleppten Lasten, mit vollgefüllten Kähnen die Ziffern³⁾:

$$\begin{aligned} w &= 0,15 \text{ kg/t bei } v = 2,0 \text{ km/h} \\ &= 0,35 \text{ " " " } = 3,0 \text{ " " " } \\ &= 0,65 \text{ " " " } = 4,0 \text{ " " " } \\ &= 1,00 \text{ " " " } = 5,0 \text{ " " " } \\ &= 1,45 \text{ " " " } = 6,0 \text{ " " " } \\ &= 2,2 \text{ " " " } = 7,0 \text{ " " " } \\ &= 2,9 \text{ " " " } = 8,0 \text{ " " " } \end{aligned}$$

Diese Ziffern bringen wir in Abbildung 1 zur Darstellung. Man wird sowohl für die Zahlen über den schiefen Seilzug, als auch für die Zahlen über den geraden Seilzug die gemessene Grösse w gleich w_0 zu setzen haben, angesichts der grossen Uebereinstimmung der Widerstände für gleiche

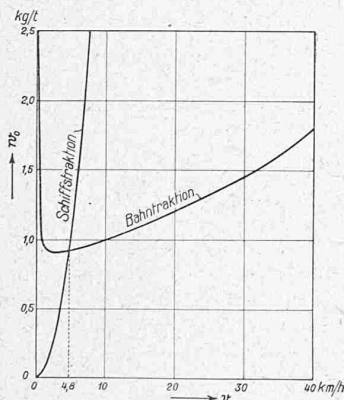


Abb. 1. Fahrwiderstände der Schlepplast auf geraden und horizontalen Strecken bei Schiffs- und bei Bahntraktion.

Geschwindigkeiten; eine Widerstandsvermehrung, die auf den schiefen Seilzug zurückführbar wäre, ist deshalb, soweit als die Bewegung der angehängten Last in Betracht fällt, vorläufig nicht nachgewiesen, obwohl sie in einem gewisse Masse sicher vorhanden ist.

Bei der *Bahntraktion* haben wir, um sie einwandfrei im Wettbewerb mit der Schiffstraktion zu berücksichtigen, die Widerstände der Fahrt eines aus lauter Güterwagen gebildeten Wagenzugs zu betrachten. Hierüber können den von F. Leitzmann und v. Borries beschrieben⁴⁾ Versuchen brauchbare Unterlagen entnommen werden; nach den Angaben über Versuche mit einem voll beladenen Kohlenzug (von 1260 t) wurden ermittelt:

$$\begin{aligned} w_0 &= 1,00 \text{ kg/t bei } v = 10 \text{ km/h} \\ &= 1,20 \text{ " " " } = 20 \text{ " " " } \\ &= 1,45 \text{ " " " } = 30 \text{ " " " } \\ &= 1,80 \text{ " " " } = 40 \text{ " " " } \\ &= 2,20 \text{ " " " } = 50 \text{ " " " } \end{aligned}$$

¹⁾ Schweiz. Bauzeitung, Bd. LXIX, Seite 66 (10. Februar 1917).

²⁾ Elektrische Bahnen, 1904, Seite 210 bis 214.

³⁾ E. Mattern und M. Buchholz, Schlepp- und Schraubenversuche, Leipzig 1912, aus Abb. 40 auf Seite 17.

⁴⁾ F. Leitzmann und v. Borries, Theoretisches Lehrbuch des Lokomotivbaus, Berlin 1911.

Diese Ziffern bringen wir ebenfalls in Abbildung 1 zur Darstellung. Gerade über das bei der Schiffstraktion allein wichtige Geschwindigkeitsintervall von 0 bis 10 km/h liegen also bei den erwähnten Versuchen am Kohlenzug keine Messungen vor. Aus Einzelmessungen, die verschiedentlich schon vorgenommen wurden, weiss man aber, dass bei den kleinsten Fahrgeschwindigkeiten der Widerstand w_0 der Bahntraktion über der Fahrgeschwindigkeit v durchaus nicht den gleichmässigen parabolischen Verlauf aufweist, wie für $v > 10 \text{ km/h}$; vielmehr hat dann w_0 bei etwa 5 bis 8 km/h ein ausgesprochenes Minimum gemäss Abbildung 1, die wir, soweit sie die Bahntraktion betrifft, im Gebiet der Geschwindigkeiten $v < 10 \text{ km/h}$ als Extrapolation der Widerstandskurve des Kohlenzugs aufgefasst wissen möchten. Das Minimum von w_0 ist physikalisch leicht zu erklären; bei Geschwindigkeiten, die unterhalb derjenigen liegen, bei der $(w_0)_{\min}$ eintritt, überwiegt die „Reibung der Ruhe“, für grössere Geschwindigkeiten die „Reibung der Bewegung“.

In Bezug auf das Verhalten von w_0 bei vollgefüllten Schiffszügen und Bahnzügen kommen wir auf Grund der Abbildung 1 zum Schluss, dass für übereinstimmende Geschwindigkeiten, die gleich oder grösser als 4,8 km/h sind, die Bahntraktion das günstigere Verhalten aufweist.

Falls nun *leere oder unvollständig gefüllte Schiffszüge oder Bahnzüge* zu schleppen sind, so müssen natürlich zum Werte w_0 Zuschläge Δw_0 angebracht werden, und zwar gleicherweise für die Schiffstraktion und für die Bahntraktion, weil bei geringerer Ausnützung des Ladegewichts für gleichbleibende Schlepplast die Zugslänge, und damit auch die Reibung pro t wachsen müssen. Den von uns mitgeteilten und benutzten Erfahrungswerten sind folgende

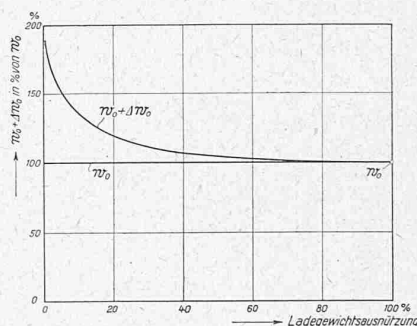


Abb. 2.

Änderung der Fahrwiderstände der Schlepplast bei Schiffs- und bei Bahntraktion in Abhängigkeit von der Ausnützung des Ladegewichts.

Verhältnisswerte ξ des Nutzgewichtes zum Gesamtgewicht der geschleppten Lasten zu Grunde gelegt:

$$\begin{aligned} \text{Teltow-Kanal:} & \quad \xi = 0,76 \\ \text{Oder-Spree-Kanal:} & \quad \xi = 0,77 \\ \text{Kohlenzug:} & \quad \xi = 0,71 \end{aligned}$$

Obwohl die angeführten Verhältnisswerte durchaus zufälligen Charakter haben, dürften sie doch richtig die Regel zum Ausdruck bringen, dass ξ für die Schiffstraktion etwas grösser, d. h. etwas günstiger ausfällt, als für die Bahntraktion. Zum guten Teil ist diese Tatsache auch dadurch begründet, dass die Bahntraktion zufolge der benutzten, oft viel höheren Geschwindigkeiten solidere Konstruktionen benötigt, als die Schiffstraktion. In Abhängigkeit von der Ausnützung des Ladegewichts der Kähne, bzw. Eisenbahnwagen ändert sich w_0 in $(w_0 + \Delta w_0)$, wie aus der Abb. 2 zu entnehmen ist. Den relativ etwas grösseren Leergewichten der Eisenbahnwagen gegenüber Kähnen werden etwas kleinere Höchstwerte von $(w_0 + \Delta w_0)$ für die Fahrt mit leeren Eisenbahnwagen gegenüber der Fahrt mit leeren Kähnen gegenüberstehen.

Leere oder unvollständig gefüllte Schiffszüge im Vergleich mit gleichartig beladenen Bahnzügen werden sich daher hinsichtlich des Widerstandes auf gerader und horizontaler Strecke gleich oder ähnlich verhalten, wie vollgefüllte Schiffszüge mit gleichartig beladenen Bahnzügen.

Der Einfluss von *Krümmungen* auf den Widerstand der Schiffstraktion und der Bahntraktion, der durch die zusätzlichen Widerstandsgrössen w_c und $w_{c'}$ zum Ausdruck gebracht wird, lässt sich kaum einwandfrei angeben, dürfte aber auch zur Beurteilung des Wettbewerbs der zwei

Traktionsarten kaum von Bedeutung sein. Ueber den Krümmungswiderstand bei Bahnen gibt es eine Reihe von Erfahrungsformeln, die aber fast alle den Einfluss der Fahrgeschwindigkeit unberücksichtigt lassen¹⁾, was deswegen zulässig ist, weil die Fahrgeschwindigkeiten, mit denen eine Kurve von bestimmtem Krümmungsradius durchfahren wird, in viel geringerem Masse variabel sind, als die Fahrgeschwindigkeiten, mit denen geradlinige Strecken durchfahren werden; unter dieser Voraussetzung wird dann durch die verschiedenen Formeln mit zunehmender Bahnkrümmung ein entsprechend zunehmender Kurvenwiderstand w_c zum Ausdruck gebracht. Für die Schiffstraktion dürfte grundsätzlich ein entsprechendes Verhalten zu erwarten sein, worüber aber, wohl angesichts des sehr kleinen Einflusses der Krümmungen, Erfahrungsmaterial nicht vorzuliegen scheint. Der Mittelwert w_c , der den Einfluss aller Krümmungen auf die gesamte gefahrene Länge, sowohl bei der Schiffstraktion, als auch bei der Bahntraktion, gleichmässig verteilt zum Ausdruck bringen soll, wird nun in den Fällen, in denen sich Schiffstraktion und Bahntraktion in direktem Wettbewerb gegenüber stehen, deswegen bedeutungslos sein, weil es sich dann um Strecken mit nur unwesentlichen Krümmungen handeln wird; eigentliche Gebirgsstrecken, für die der Einfluss von Krümmungen erheblich ist, werden nämlich überhaupt nur für Bahntraktion, nicht aber für Schiffstraktion, und daher auch nicht für den Wettbewerb der zwei Traktionsmethoden, in Betracht fallen.

Der Einfluss der *Anfahrten*, der im Mittel einem Widerstandswert von:

$$\frac{n}{2 \cdot l} \cdot \frac{\bar{v}^2}{(3,6)^2 \cdot g}$$

gleichkommt, wird für gleiche Verhältnisse, insbesondere gleiche Geschwindigkeiten \bar{v} für Schiffstraktion und für Bahntraktion übereinstimmende Ergebnisse zeitigen.

Dieselbe Bemerkung gilt auch hinsichtlich der *Ueberwindung von Niveaudifferenzen* auf Grund der Beziehung:

$$\frac{\bar{w}_s}{w_s} = \frac{h}{2} \cdot \frac{1}{l}$$

Damit ist die Betrachtung über die mittlere Zugkraft \bar{z} vollständig durchgeführt mit dem Ergebnis, dass für übereinstimmende Geschwindigkeiten, die gleich oder grösser als rund 5 km/h sind, die Bahntraktion die geringeren Zugkräfte benötigt, als die Schiffstraktion.

Die mittlere Zugkraft \bar{z} und die dabei herrschende mittlere Geschwindigkeit \bar{v} bedingen sowohl bei der Schiffstraktion als auch bei der Bahntraktion eine mittlere, in PS/t ausgedrückte *Schleppleistung* \bar{L}_s , für die die Beziehung:

$$\bar{L}_s = \frac{\bar{z} \cdot \bar{v}}{270}$$

gilt. Zum Aufbringen dieser Leistung befinden sich im Traktor die erforderlichen Traktionsmotoren (Schiffszugmaschinen, bezw. Lokomotivmotoren), an deren Hauptwellen die ebenfalls in PS/t ausgedrückte mittlere *Maschinenleistung* \bar{L}_m entwickelt werden muss, damit vom Traktor die mittlere Schleppleistung \bar{L}_s abgegeben werden kann. Zur weiteren Beurteilung des Kraftbedarfs der Schiffstraktion und der Bahntraktion im Wettbewerb kommt nun dem mittleren Traktionswirkungsgrad:

$$\bar{\eta} = \frac{\bar{L}_s}{\bar{L}_m}$$

eine erhebliche Bedeutung zu. Um diese richtig zu bewerten, ist es notwendig, die Förderung auf horizontalen Strecken und die Förderung bergwärts getrennt zu behandeln, weil für die Schifffahrt die Ueberwindung von Höhendifferenzen andere maschinentechnische Hilfsmittel erfordert, als die Ueberwindung von horizontalen Strecken.

¹⁾ Die „Engineering Experiment Station“ der „University of Illinois“ hat erst kürzlich mit einem elektrischen Motorwagen Versuche über den Traktionswiderstand in Krümmungen unternommen und im Bulletin Nr. 92 veröffentlicht, die auf die Formel führten:

$$R_c = 0,058 \cdot S \cdot C$$

wo R_c den Kurvenwiderstand in Pfund pro Tonne, S die Geschwindigkeit in Meilen pro Stunde und C die Krümmung in Graden bedeuten (vergl. „Electric Railway Journal“, Band 49, Seite 32 und 63).

Betrachten wir zunächst die *Wirkungsgrade der Förderung auf horizontalen Strecken*, so ist festzustellen, dass die Leistung \bar{L}_m sowohl bei der Schiffstraktion als auch bei der Bahntraktion in übereinstimmender Weise darstellbar ist, wenn erstere bei Inanspruchnahme der Adhäsion eines Trakteurs auf einem Schienengeleise als Ufertreidelei bewerkstelligt wird. Dann muss der Traktor ein durch die Adhäsion festgelegtes Gewicht besitzen, das wir, bezogen auf 1 t Schleppgewicht, nach kg bestimmen und mit q_t bezeichnen. Indem wir mit μ den Adhäsionskoeffizienten, und mit m einen Sicherheitsfaktor für die Gewährleistung einer genügenden Anfahrzugkraft und für die Berücksichtigung von Unterschieden zwischen dem Adhäsionsgewicht und dem Dienstgewicht des Trakteurs, sowie von allfälligen Unterschieden zwischen dem \bar{z} der Schlepplast und dem \bar{z} des Trakteurs, einführen, können wir schreiben:

$$q_t = \frac{\bar{z}}{\mu} \cdot m$$

Die eigene Fortbewegung des Trakteurs bei der Fahrgeschwindigkeit v erfordert eine in PS/t ausgedrückte Leistung:

$$\frac{1}{270} \cdot \frac{q_t \cdot \bar{z}}{1000} \cdot \bar{v} = \frac{1}{270000} \cdot \frac{\bar{z}^2 \cdot \bar{v}}{\mu} \cdot m$$

Bei Einführung eines mittlern innern Getriebewirkungsgrades η_i folgt:

$$\bar{L}_m = \frac{1}{\eta_i} \left(\bar{L}_s + \frac{1}{270000} \cdot \frac{\bar{z}^2 \cdot \bar{v}}{\mu} \cdot m \right)$$

Es folgt:

$$\bar{\eta} = \frac{\bar{\eta}_i}{1 + \frac{\bar{z}}{\mu} \cdot \frac{m}{1000}}$$

Sowohl für die Ufertreidelei mit adhärierendem Traktor, als auch für den Bahnbetrieb mit Lokomotiven, kann man bei denselben Fahrgeschwindigkeiten vergleichsweise und beispielsweise schätzen:

$$\bar{\eta}_i \approx 0,6; \quad \bar{z} \approx 1,5 \cdot w_0 \approx 2,5; \quad \frac{m}{\mu} \approx 20$$

sodass folgt:

$$\bar{\eta} \approx 0,57$$

Das Beispiel zeigt, dass das mitfahrende Eigengewicht des Trakteurs auf alle Fälle die Wirtschaftlichkeit auf horizontalen Strecken nur unwesentlich beeinflusst. Gleichzeitig ist auch festzustellen, dass die Ufertreidelei mit adhärierendem Traktor und der Bahnbetrieb mit Lokomotiven auf horizontaler Bahn hinsichtlich der Werte $\bar{\eta}$ annähernd gleichwertig sind.¹⁾

Der Wert $\bar{\eta}$ wird für die Schiffstraktion wesentlich ungünstiger, wenn das Schleppmittel ein Schiff mit Antrieb durch Schiffschraube ist; dann sinkt erfahrungsgemäss $\bar{\eta}$ auf $\bar{\eta} = 0,20$ bis $0,25$.

Für die *Förderung bergwärts* bleibt unsere Beziehung über den *Wirkungsgrad*:

$$\bar{\eta} = \frac{\bar{\eta}_i}{1 + \frac{\bar{z}}{\mu} \cdot \frac{m}{1000}}$$

richtig für die Lokomotivförderung der Bahnen, wobei dann aber \bar{w}_s in \bar{z} hineinkommt; z. B. also:

$$\bar{z} \approx 1,5 \cdot w_0 + \bar{w}_s \approx 20 \text{ (d. h. etwa } 17\% \text{ Steig.)}$$

Mit denselben Werten für $\bar{\eta}_i$ und für $\frac{m}{\mu}$, wie oben folgt:

$$\bar{\eta} \approx 0,43$$

Das Beispiel zeigt, dass bei Bahnen mit Steigungen gegenüber Bahnen mit nur horizontalen Strecken der Wirkungsgrad $\bar{\eta}$ fallen muss.

Es fällt aber ebensoviel, wenn nicht noch mehr, der *Wirkungsgrad der Schiffstraktion bei Anwendung von Hebevorrichtungen* jeder Art für die Ueberwindung von Höhendifferenzen. Schon am Beispiel der Schleusen kann dies leicht ersichtlich gemacht werden, da die zum Füllen der Schleusen-kammern erforderlichen Wassermengen und Wasserarbeiten stets wesentlich grösser sind, als die dem Displacement entsprechenden Wassermengen und Wasserarbeiten. Wie der hydraulische Wirkungsgrad des Hubes von Schiffen

¹⁾ Der Traktor der Treidelei und die Lokomotive erleiden natürlich auch die vergrösserte Reibung der Ruhe bei den minimalen Geschwindigkeiten, deren Einfluss in \bar{z} eingeschlossen ist.

mit zunehmender Hubhöhe in den Schleusen sinkt, stellt die Abbildung 3 dar, die wir einer Veröffentlichung von *Kammerer* (Charlottenburg) entnehmen.¹⁾ Der dadurch zum Ausdruck gebrachte hydraulische Wirkungsgrad der Hebung allein ist indessen noch zu günstig, da der Betrieb der maschinellen Einrichtungen zum Einlass und zum Auslass des Wassers ebenfalls Effekt verbraucht, der einer weitem hydraulischen Arbeit bei gleichem Niveau-Unterschied gleich gesetzt werden kann. Falls an Stelle von Schleusen Schiffshebwerke (Trogauzüge, Trogbahnen, Schiffsbahnen) treten, dann kann bei grösseren Hubhöhen günstigsten Falls die Hebung gleich wirtschaftlich gestaltet werden, wie beim Bahnbetrieb.

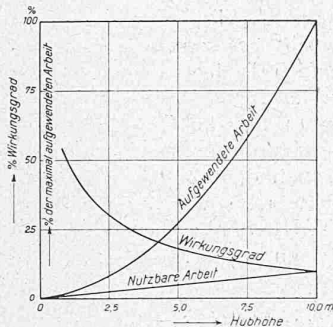


Abb. 3. Aufgewendete hydraul. Arbeit in % der max. aufgewendeten nutzbaren hydraul. Arbeit, und hydraul. Wirkungsgrad bei Schiffshebung durch Schleusen. (Nach Kammerer).

Wir haben also in der Regel für die Förderung bergwärts bei der Schiffs- traktion einen niedrigeren Wirkungsgrad η zu erwarten, als bei der Bahntraktion.

Es bleibt noch zu erörtern, inwieweit sich im Wirkungsgrade η für die Traktion in horizontaler Richtung, bezw. bergwärts, die allfällige Verwendung des elektrischen Betriebes geltend macht. In dieser Hinsicht ist auch nur ein indirekter Einfluss festzustellen, da wir laut Definition in η nur die Verluste zwischen dem Orte der Leistung \bar{L}_s und dem Orte der Leistung \bar{L}_m berücksichtigen; der letztere Ort, die Hauptwelle des Traktionsmotors, wird nun allerdings für elektrischen Betrieb und für nicht-elektrischen Betrieb etwa hinsichtlich der Drehzahl eine gewisse Verschiedenheit aufweisen, die zu etwelchen, wenn auch geringfügigen, Unterschieden in η führen kann. Andererseits liegen die charakteristischen Verhältnisse, die der elektrische Betrieb mit sich bringt, in der Energiezufuhr vor dem Orte der Leistung \bar{L}_m , d. h. also besonders in der Energiezufuhr zum Traktionsmotor selbst. Diesbezüglich handelt es sich aber um Verhältnisse, die heute für den Techniker keiner weitem Erörterung mehr bedürfen.

Zusammenfassung.

Eine vergleichende Betrachtung des Kraftbedarfs zum Binnenschiffahrt- und Eisenbahn-Betrieb lehrt, dass für gleiche Fahr- geschwindigkeiten die Eisenbahnfahrt den kleinern Kraftbedarf aufweist, sobald Geschwindigkeiten von mehr als rund 5 km/h in Betracht kommen.

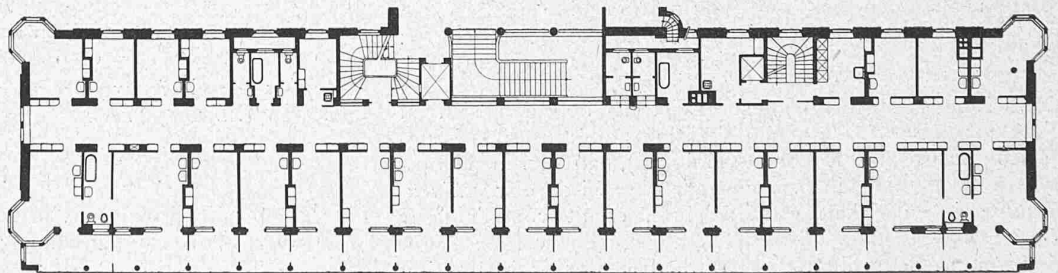


Abb. 1. Grundriss vom I. Obergeschoss des Sanatoriums Altein. — Masstab 1:450.

Das Sanatorium Altein in Arosa.

von Dr. S. Guyer.
(Mit Tafeln 12 und 13.)

Als ich mich vor etwa Jahresfrist im Anschluss an eine Beschreibung des Suvrettahauses bei St. Moritz über das Hotelbauproblem der Gegenwart im Allgemeinen äusserte²⁾, gab ich der Meinung Ausdruck, dass weder die oft sehr grosse, kastenartige Formgebung, noch das Verlassen der alten Bautraditionen Schuld daran tragen, dass man es auf dem Gebiet der Hotelarchitektur noch nicht zu künstlerisch befriedigenderen Leistungen gebracht hat; vielmehr erlückte ich die wahre Ursache in dem Umstand, dass in der Regel nicht auf die Höhe der heutigen künstlerischen Anforderungen stehende Kräfte mit diesen oft recht schwierigen Auf-

gaben betraut wurden. Ich stellte daher die Forderung auf, dass grosse, einfach und klar gegliederte, dem gegebenen Zweck sich genau anpassende, aber von den richtigen Persönlichkeiten mit Geschmack durchgearbeitete Bauten zu erstreben seien.

Als ich jene Zeilen schrieb, war mir leider ein Bau unbekannt, bei dem die von mir aufgestellten Leitsätze in besonderer Klarheit zur Anwendung gelangt sind: das „Sanatorium Altein“ in Arosa, erbaut von den Architekten *Schäfer & Risch* in Chur. Es ist mir daher eine Freude, einige begleitende Worte zu den hier folgenden Plänen und Abbildungen — auf die der Hauptnachdruck gelegt sein soll — zu schreiben; denn durch nichts könnte das von mir früher Gesagte klarer und deutlicher belegt werden.

Doch nun zum Bau selber. In der Hauptsache besteht er aus einem ungegliederten, länglich viereckigen, fünf Stockwerke hohen Block, der von einem nur mässig ansteigenden Dach eingedeckt wird. Bei meiner Beschreibung möchte ich nun von den oberen Stockwerken (Abb. 1) ausgehen, in denen sich die Gästezimmer u. s. w. befinden; denn ihre und der zugehörigen Gänge möglichst praktische und klare Grundrisslösung ist in erster Linie für die Gestaltung des ganzen Baukörpers massgebend gewesen. Der Plan ist nun denkbar einfach: in der Mitte als Längsaxe ein den Bau von einem Ende zum andern durchziehender breiter Korridor, ihm zu Seiten in zwei langen Reihen die Zimmer; ausserdem ist den Räumen auf der Südseite des Ganges die für die Liegekuren unerlässliche Veranda vorgelagert. Selbstverständlich sind die mit ihr in Verbindung stehenden Südzimmer die bevorzugten; vor die beiden letzten (Eck-)Zimmer ist übrigens noch ein Badzimmer mit W C eingeschoben. Die nördlich des Ganges gelegene Raumfolge enthält ebenfalls einige Gästezimmer, vor allem aber sind hier die Treppenhäuser, der Personenaufzug, Bäder und Abortanlagen untergebracht. Die Ausstattung ist überall eine einfache und gediegene; jede Stilmeierei ist vermieden, schlichte gerade Linien, helle Farben herrschen überall vor.

Etwas anders ist das Erdgeschoss (Abb. 2, S. 81) behandelt, in dem sich die verschiedenen Wohnräume befinden. Zwar sehen wir auch hier den, allerdings nicht ganz durchgeführten Gang, der von einer Reihe Kreuzgewölbe eingedeckt ist; desgleichen entsprechen die nördlich von ihm sich erstreckenden Räume, Musikzimmer und Rauchzimmer, Treppenhäuser, Abortanlagen, durchaus der Disposition der oberen Stockwerke. Ziemlich stark aber differiert die lange Reihe der nach Süden sehenden Säle. Hier handelte es sich nämlich darum, grosse, weite Räume zu schaffen; dies wurde dadurch erreicht, dass sowohl der unter den Gästezimmern, als auch der unter den Loggien (beim Speisesaal zudem noch der unter dem Gang, Abb. 3)

befindliche Raum zu einem grossen Ganzen vereinigt wurde. So entstanden allerdings, da die Trennungswand zwischen Veranda und Zimmern durch Säulen oder Pfeiler unterstützt werden musste Räume mit zwei ungleich grossen Schiffen. Allein ich kann nicht sagen, dass ich diese unsymmetrische Anlage als störend empfunden hätte; denn dadurch, dass diese Säulen bzw. Pfeiler viel näher bei der Fensterwand stehen, wiederholen und verstärken sie gleichsam den Rhythmus der zwischen den Fenstern stehenden Wandteile.

Ueber die Ausstattung dieser einzelnen Räume geben die Bilder einige Auskunft; allerdings lassen sich auf ihnen die mit feinem Geschmack abgestimmten Farbwirkungen kaum ahnen; besonders das Lesezimmer (Abb. 4, S. 80) steht mir in dieser Beziehung noch in lebendiger Erinnerung: das gelbe, ins rötliche spielende Lärchenholz des Getäfers und der Felderdecke erzielt hier mit den obren, in Blau gehaltenen Teilen der Wand eine überaus anmutige Kontrastwirkung. Am reichsten ist der mittlere, als „Halle“ bezeichnete Raum (Tafel 13 und Abb. 5) ausgestattet. Er hat zwar durchaus den Charakter

¹⁾ *Kammerer*, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, München und Berlin 1907, vergl. Seite 204.

²⁾ Vgl. Bd. LXIX, S. 71 u. ff., insbesondere S. 94 (Febr./März 1917).