

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 6/7 (1877)
Heft: 20

Artikel: Ueber Bergbahnsysteme vom Standpunkte der theoretischen Maschinenlehre
Autor: Fliegner, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-5865>

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: 02.04.2026

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

ETAT DES TRAVAUX DU GRAND TUNNEL DU GOTHARD

au 31 Octobre 1877.

La distance entre la tête du tunnel à Göschenen et la tête du tunnel de direction à Airolo est de 14920 mètres. Ce chiffre comprend donc aussi, pour 145 mètres, le tunnel de direction. La partie courbe du tunnel définitif du côté d'Airolo, de 125 mètres de longueur, ne figure pas sur ce tableau.

Désignation des éléments de comparaison	Embouchure Nord Goeschenen			Embouchure Sud Airolo			Total fin octobre	Etat corres- pondant au pro- gramme fixé le 23/25 sept. 1875	Différen- ces en plus ou en moins
	Etat à la fin du mois précédent	Progrès mensuel	Etat fin octobre	Etat à la fin du mois précédent	Progrès mensuel	Etat fin octobre			
	Galerie de direction . . . longueur effective, mètr. cour.	4797,0	103,0	4900,0	4430,6	106,3			
Elargissement en calotte, . . . longueur moyenne, " "	3829,2	196,2	4025,4	3634,0	161,0	3795,0	7820,4	7472,0	+ 348,4
Cunette du strosse, . . . " " " "	2852,8	50,7	2903,5	2540,0	125,0	2665,0	5568,5	7416,0	— 1847,5
Strosse . . . " " " "	2217,1	36,9	2254,0	2026,0	134,0	2160,0	4414,0	6044,0	— 1630,0
Excavation complète . . . " " " "	1870,0	15,0	1885,0	1660,0	162,0	1822,0	3707,0	—	—
Maçonnerie de voûte, . . . " " " "	2182,6	220,0	2402,6	2853,1	180,1	3033,2	5435,8	6548,1	— 1112,3
" du piédroit Est, . . . " " " "	2108,6	36,6	2145,2	1559,0	198,3	1757,3	3902,5	6028,5	— 1978,9
" du piédroit Ouest, . . . " " " "	1694,0	94,0	1788,0	2292,0	116,8	2408,8	4196,8	—	—
" du radier . . . " " " "	6,1	—	6,1	—	—	—	6,1	—	—
" de l'aqueduc . . . " " " "	2300,0	—	2300,0	2232,0	107,0	2339,0	4639,0	—	—
Tunnel complètement achevé . . . " " " "	1572,0	97,0	1669,0	1504,9	222,1	1727,0	3396,0	5580,0	— 2184,0

9. Es ist dahin zu wirken, dass künftig in ähnlichen Fällen von Anfang an fachmännische Experten zugezogen werden.

Zürich, 15. November 1877.

Im Auftrage des Vereins veröffentlicht:

Der Vorstand:

Der Präsident: A. Bürkli-Ziegler.

Der Actuar: C. C. Ulrich, Archt.

* * *

Ueber Bergbahnsysteme, vom Standpunkte der theoretischen Maschinenlehre.

Von Prof. A. Fliegner in Zürich.

(Frühere Artikel Nr. 11, Seite 82; Nr. 12, S. 89; Nr. 14, S. 101;
Nr. 15, S. 109; Nr. 16, S. 117)

II. Bergbahnsysteme mit feststehendem Motor.

Von diesen Systemen sollen hier nur die neuesten von Agudio vorgeschlagenen Anordnungen untersucht werden. Bei denselben wird die Verbindung zwischen dem feststehenden Motor und dem Zuge durch ein Seil vermittelt, und zwar ein Seil ohne Ende, welches vom Motor continuirlich bewegt wird. Dasselbe wirkt aber nicht als eigentliches Zugseil, wie bei allen anderen sonst ausgeführten Drahtseilbahnen, sondern es dient nur zur Uebertragung der Bewegung auf Seilrollen, die an einem eigenen, am Zuge befindlichen Maschinenwagen angebracht sind. Diese Seilrollen drehen sich also auch continuirlich. Von ihnen aus wird mittelst einer Frictionskuppelung der eigentliche Fortbewegungsmechanismus in Thätigkeit gesetzt. So ist es ermöglicht den Zug nach Bedürfniss in jedem Augenblicke in Bewegung zu setzen, oder durch Lösen der Kuppelung anzuhalten; und zwar kann man das auf dem Zuge selbst thun.

Die Art des eigentlichen Fortbewegungsmechanismus kann verschieden sein. Ursprünglich wollte Agudio ein Zugseil anwenden, das über eine Trommel am Maschinenwagen gewickelt werden sollte, ähnlich wie bei der Kettenschiffahrt. Später hat er den Maschinenwagen mehrfach abgeändert, so dass man jedes der Systeme mit beweglichem Motor (Adhäsion, Fell, Zahnrad,

Anmerkung. — Frühere Artikel über Agudio's System: Bd. IV, Nr. 16, S. 217; Nr. 17, S. 229; Nr. 23, S. 309; Nr. 24, S. 321.

Wetli) anwenden könnte, nur befindet sich hier die Kraftquelle nicht auf dem Maschinenwagen, sondern in der stationären Maschine.

Die Anordnung des Arbeitsseiles ist von Agudio auch verschiedenartig getroffen worden. Einmal ist ein einziges Seil ohne Ende angewendet, von dem aber sowohl das aufsteigende als auch das niedergehende Trumm auf entsprechende Rollen des Maschinenwagens wirkten. In diesem Falle sind auch zwei feststehende Motoren benutzt, der eine am oberen Ende des aufsteigenden, der andere am unteren Ende des niedergehenden Trumms. Bei einer anderen Ausführung waren zwei Seile ohne Ende vorhanden, die beide mit dem aufsteigenden Trumm arbeiteten; je das niedergehende ging leer hinunter. Für die provisorische Anwendung an der Gotthard-Bahn hat Agudio wieder nur ein Seil ohne Ende vorgeschlagen, dessen aufsteigendes Trumm in der Bahnaxe liegt und auf den Maschinenwagen wirkt, während das niedergehende seitlich leer hinuntergeführt wird. In den beiden letzten Fällen ist dann nur je eine Maschine, oben oder unten, vorhanden. Die zweite Ausführung ist übrigens wesentlich übereinstimmend mit der letzten; untersucht soll nur die erste und letzte werden.

VI. System Agudio mit doppelt wirkendem Seile.

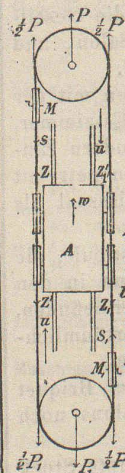


Fig. 11.

Das Schema dieser Anordnung ist in Fig. 11 dargestellt. M und M_1 sind die Triebrollen der beiden Maschinen, S und S_1 die Spannungen der auf dieselben auflaufenden Seilenden. Oben und unten müssen Spannrollen angebracht sein, deren Zug in der Richtung der Bahnaxe oben mit P , unten mit P_1 bezeichnet ist. A ist der Maschinenwagen, an dessen beiden äusseren Seiten sich bei allen Ausführungen je zwei Rollen befinden, um welche das Seil geschlungen ist. Die Spannungen des an demselben ablaufenden, ziehenden und des auflaufenden gezogenen Seilendes seien bezüglich Z , Z' und Z_1 , Z'_1 . w ist die Geschwindigkeit des Zuges, u die davon verschiedene des Seiles. Die Umsetzung von den Seilscheiben auf den eigentlichen Treibmechanismus muss natürlich auf beiden Seiten verschieden sein, entsprechend den verschiedenen gegenseitigen Geschwindigkeiten von Seil und Wagen.

Die Arbeitsverhältnisse sind nun folgende:

Die Nutzleistung ist wieder dieselbe (wie in Gl. 7, also:

$$L = [(a + b w) \cos \alpha + \sin \alpha] T w. \quad (95)$$

Die von der Hauptachse des Maschinenwagens abgegebene Arbeit muss noch das Gewicht desselben, Q , heben, sie ist daher:

$$L' = [(a + b w) \cos \alpha + \sin \alpha] (T + Q) w.$$

Vom Seile muss auf den Maschinenwagen eine grössere Arbeit, L'' , übertragen werden, da die Widerstände des Triebwerkes auf dem Wagen mit überwunden werden müssen. Setzt man diese angenähert direct proportional L' , und zwar $\xi L'$, so wird

$$L'' = (1 + \xi) L'.$$

Die beiden festen Motoren haben nun ausser L'' noch die Bewegungswiderstände des Seiles zu überwinden. Diese lassen sich in folgender Weise bestimmen. Es bezeichne:

- F den Querschnitt des Seiles,
- γ sein Gewicht pro Cubikeinheit, Draht- und Hanfseile in-einander gerechnet,
- μ einen Factor, mit welchem man die Componente des Seilgewichtes normal zur Neigung der Bahn multipliciren muss, um die Widerstände an den das Seil unterstützenden Tragrollen zu erhalten,
- l die halbe Länge des Seiles, angenähert gleich der ganzen Länge der Bahn,

so ist der Widerstand, den das Seil seiner Fortbewegung entgegensetzt:

$$2 F l \gamma \mu \cos \alpha,$$

und die für diese Bewegung vom Motor zu leistende Arbeit wird:

$$L''' = 2 F l \gamma \mu \cos \alpha u.$$

Da man es mit einem Seil ohne Ende zu thun hat, so ist ein Heben des Seilgewichtes dabei nicht in Rechnung zu bringen.

Die disponibele Arbeit ist nun einfach:

$$L_0 = L'' + L'''$$

oder, indem man die sämtlichen Werthe einsetzt:

$$L_0 = (1 + \xi) [(a + b w) \cos \alpha + \sin \alpha] (T + Q) w + 2 F l \gamma \mu \cos \alpha u. \quad (96)$$

Zur Bestimmung des Güteverhältnisses muss noch der Zusammenhang zwischen F , T und Q ermittelt werden. Dazu soll die angenäherte Annahme gemacht werden, dass sich die beiden Motoren genau in die ganze Arbeit theilen, so dass jeder $1/2 L_0$ zu verrichten hat. Es müsste dann sein (vergl. Fig. 11):

$$(S - 1/2 P) u = (S_1 - 1/2 P_1) u = 1/2 L_0. \quad (97)$$

Damit das Seil auf den Trommeln nicht rutscht, müssen zwischen S und $1/2 P$ einer-, und S_1 und $1/2 P_1$ andererseits die bekannten Bedingungen erfüllt sein:

$$S \leq 1/2 P l^{f \pi n} \quad S_1 \leq 1/2 P_1 l^{f \pi n}$$

worin

πn den von dem Seile an den Triebrollen umspannten Winkel,

f den Reibungscoefficienten zwischen Seil und Triebrolle bedeutet. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist aber mit genügender Genauigkeit

$$l^{f \pi} = 2$$

zu setzen. Dann schreiben sich die beiden Bedingungen gegen Gleiten des Seiles einfacher:

$$S \leq 2^n 1/2 P, \quad S_1 \leq 2^n 1/2 P_1$$

Ersetzt man hieraus P und P_1 durch S und S_1 , so wird die Beziehung Gl. 97 auch:

$$\frac{2^n - 1}{2^n} S = \frac{2^n - 1}{2^n} S_1 = 1/2 \frac{L_0}{u}$$

Nimmt man hier nun n genügend gross an, so wird hinreichend genau

$$\frac{2^n - 1}{2^n} = 1,$$

und die Beziehung schreibt sich noch einfacher:

$$S = S_1 = 1/2 \frac{L_0}{u}. \quad (98)$$

Im aufsteigenden Trumm ist S die grösste Spannung, nach der also das Seil berechnet werden muss, wenn nicht im niedergehenden Trumm eine stärkere Spannung auftritt. Eine solche könnte nur am Wagen an der Seite der unteren Maschine liegen und wäre um den Seilzug grösser als S_1 . Sie ist mit Z_1 bezeichnet worden. Aus der Fig. 11 berechnet sie sich einfach zu:

$$Z_1 = S_1 + F l_2 \gamma (\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Sie erreicht ihr Maximum mit $l_2 = l$, also wird, da nach Gl. 98 $S_1 = S$ ist,

$$\max Z_1 = S + F l \gamma (\sin \alpha - \mu \cos \alpha). \quad (99)$$

Das zweite Glied ist je nach der Grösse von α positiv oder negativ, und zwar wird für

$$\tan \alpha \leq \mu: \max Z_1 \leq S,$$

und ist im ersten Falle das Seil nach S , im zweiten nach $\max Z_1$ zu berechnen.

Das gibt mit S aus Gl. 98 für

$$\tan \alpha < \mu: F \leq 1/2 \frac{L_0}{u}, \quad (100)$$

$\tan \alpha > \mu: F \leq 1/2 \frac{L_0}{u} + F l \gamma (\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$ (101)

Setzt man F nach Gl. 100 und 101 in Gl. 96 ein, so erhält man als disponibele Arbeit für

$\tan \alpha < \mu:$

$$L_0 = \frac{\xi}{\xi - l \gamma \mu \cos \alpha} (1 + \xi) [(a + b w) \cos \alpha + \sin \alpha] (T + Q) w, \quad (102)$$

$\tan \alpha > \mu:$

$$L_0 = \frac{\xi - l \gamma (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{\xi - l \gamma \sin \alpha} (1 + \xi) [(a + b w) \cos \alpha + \sin \alpha] (T + Q) w. \quad (103)$$

Dividirt man mit Gl. 102 und 103 in Gl. 95, so hebt sich die eckige Klammer und w fort und das Güteverhältniss wird für

$\tan \alpha < \mu:$

$$\eta = \frac{1}{1 + \xi} \left(1 - \frac{l \gamma \mu \cos \alpha}{\xi} \right) \frac{T}{T + Q}, \quad (104)$$

$\tan \alpha > \mu:$

$$\eta = \frac{1}{1 + \xi} \frac{\xi - l \gamma \sin \alpha}{\xi - l \gamma (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} \frac{T}{T + Q}. \quad (105)$$

Zwischen T und Q lässt sich nicht in allen Fällen eine Beziehung angeben. Findet die Fortbewegung mittelst eines Schleppseiles oder mit seitlichem Zahneingriff (wie auf einer Probestrecke in Lanslebourg) statt, so wird das Gewicht des Maschinenwagens vom Zuggewichte vollkommen unabhängig sein; es richtet sich nur nach dem Gewichte der unumgänglich nöthigen Constructionstheile. Bei Zahneingriff von oben, wie beim gewöhnlichen Zahnstangensystem, müsste Q ausreichen, um ein Aufsteigen des Maschinenwagens aus dem Eingriffe zu verhindern. Das dazu nöthige Gewicht ist aber nach früheren

Untersuchungen sehr klein, so dass sich der Wagen kaum so leicht herstellen lassen wird. Würde man dieses System auf einem Wetlichen Unterbau anwenden, so würde das gegen Aufsteigen nöthige Gewicht schon so erheblich ausfallen, dass Q vielleicht danach bestimmt werden müsste. Aehnlich zweifelhaft ist es beim System Fell. Wenn man dagegen die Fortbewegung des Maschinenwagens durch gewöhnliche Adhäsion auf den Schienen hervorbringen will, so wird im Allgemeinen sein Gewicht durch T und die Steigung bestimmt sein, und man wird vielleicht, um dasselbe genügend gross zu erhalten, sogar noch Ballast anwenden müssen; höchstens bei ganz schwachen Steigungen nicht.

Unter der letzten Voraussetzung allein soll weiter gerechnet werden. Es ist dann zunächst zu untersuchen, in welcher Art die Seilspannungen am Wagen die Wirkung der Adhäsion des Wagengewichtes beeinflussen.

Das aufsteigende Seiltrumm habe unmittelbar über dem

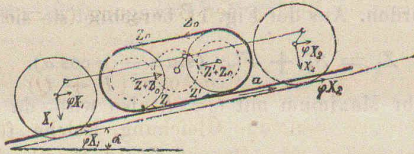


Fig. 12.

Wagen (s. Fig. 12) eine Spannung Z , an der Auflaufstelle eine solche Z' , die Spannung in dem oberen Seilstücke zwischen beiden Seilrollen sei Z_0 . Transportirt man diese Kräfte nach den Mittelpunkten der Rollen, so entstehen Kräftepaare und ausserdem bleibt eine Kraft

$$(Z + Z_0) - (Z' + Z_0) = Z - Z'$$

nach aufwärts übrig. Die Kräftepaare wirken auf das mittlere Zahnrad und von diesem aus durch Kurbeln und Kuppelstangen auf zwei, der Deutlichkeit wegen hier ganz ausserhalb gezeichnete Triebräder. Da das Moment, welches das mittlere Zahnrad dreht, constant ist, so wird in Folge der Uebertragung durch zwei rechtwinkelig verstellte Kurbeln auch das auf die Triebachsen wirkende Drehmoment constant sein. Daher wird die Belastung der Triebräder, X_1 und X_2 , ununterbrochen in ihrem vollen Betrage zur Adhäsion ausgenutzt werden können, und die in Folge der Belastung in Rechnung zu bringende Reibung zwischen Rädern und Schienen ist

$$\varphi (X_1 + X_2).$$

Für die eine Seite des Maschinenwagens ist dabei

$$X_1 + X_2 = 1/2 Q \cos \alpha.$$

Transportirt man auch diese Kräfte nach den Radmittelpunkten, so wird die Zugkraft auf der Seite des aufsteigenden Seiltrums

$$R'_0 = \varphi 1/2 Q \cos \alpha + (Z - Z'). \quad (106)$$

Auf der anderen Seite des Wagens ist der Einfluss von $1/2 Q$ derselbe. Die Seilspannungen Z_1 und Z_1' aber (s. Fig. 11) im ab- und auflaufenden Ende wirken im entgegengesetzten Sinne, ihre Differenz $Z_1 - Z_1'$ also nach abwärts. Dann folgt, wie in Gl. 106, die Zugkraft auf der Seite des niedersteigenden Seiltrums zu:

$$R''_0 = \varphi 1/2 Q \cos \alpha - (Z_1 - Z_1'). \quad (107)$$

Durch die Addition der Gln. 106 und 107 findet sich dann die gesammte Zugkraft

$$R_0 = \varphi Q \cos \alpha + (Z - Z') - (Z_1 - Z_1'). \quad (108)$$

Hier müssen noch die Spannungen anders ausgedrückt werden. Nach Fig. 11 ist:

$$S = 1/2 P_1 + (Z - Z') + Fl \gamma (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$S_1 = 1/2 P + (Z_1 - Z_1') + Fl \gamma (\mu \cos \alpha - \sin \alpha).$$

Nun ist nach Gl. 98 $S = S_1$, und da P zu S in gleichem Verhältnisse steht, wie P_1 zu S_1 , so ist auch $P = P_1$. Durch Subtraction der beiden letzten Gleichungen findet sich dann:

$$0 = (Z - Z') - (Z_1 - Z_1') + 2 Fl \gamma \mu \cos \alpha,$$

und damit geht Gl. 108, wenn man noch den Werth des gesammten Zugwiderstandes R_0 einsetzt, über in:

$$\varphi Q \cos \alpha - 2 Fl \gamma \mu \cos \alpha = [(a + bw) \cos \alpha + \sin \alpha] (T + Q). \quad (109)$$

Es zeigt sich also, dass der Einfluss der Seilspannungen die Wirkung der Adhäsion verkleinert, weil nach der vorigen Gleichung der resultirende Zug des niedergehenden Seiltrums grösser ist, als derjenige des aufsteigenden, und zwar um die Bewegungswiderstände des ganzen Seiles.

Aus den Gleichungen 109, 100, 101 und 97 kann man F eliminiren und findet dann den Factor in den Gleichungen 104 und 105 für das Güteverhältniss

für $\tan \alpha < \mu$ zu:

$$\frac{T}{T+Q} = 1 - \frac{1}{\varphi} (a + bw + \tan \alpha) \left[1 + (1 + \xi) \frac{w}{u} \frac{l \gamma \mu \cos \alpha}{\xi - l \gamma \mu \cos \alpha} \right], \quad (110)$$

für $\tan \alpha > \mu$ zu:

$$\frac{T}{T+Q} = 1 - \frac{1}{\varphi} (a + bw + \tan \alpha) \left[1 + (1 + \xi) \frac{w}{u} \frac{l \gamma \mu \cos \alpha}{\xi - l \gamma \sin \alpha} \right]. \quad (111)$$

$\frac{T}{T+Q}$ tritt im Güteverhältniss als Factor auf, und es zeigen die beiden letzten Gleichungen, dass dasselbe, und also auch η , mit abnehmendem Werthe des Verhältnisses $\frac{w}{u}$ wächst; es ist also vortheilhaft, das Seil möglichst schnell laufen zu lassen. Bei einer Ausführung hatte Agudio $\frac{w}{u} = 0,25$ gewählt; dieser Werth ist auch bei Berechnung der folgenden Tabelle zu Grunde gelegt. μ wurde gleich 0,05 gesetzt und $\frac{1}{1 + \xi} = 0,9$ angenommen, was einem Arbeitsverlust in dem Maschinenwagen von 11% entspricht. ξ ist natürlich auch von dem System der Fortbewegung beeinflusst. Der Berechnung wurde nur ein Stahldrahtseil zu Grunde gelegt, für welches nach Angaben über ausgeführte Seile im Mittel

$$S = 6\,000\,000 \text{ Kilogr.}$$

$$\gamma = 4600 \text{ Kilogr.}$$

gesetzt werden kann.

Die Grenze der Steigung ist von der Adhäsion abhängig und tritt ein, wenn die rechte Seite der Gl. 111 verschwindet. Da eine directe Berechnung des Grenzwertes ziemlich umständlich ist, so wurde er graphisch interpolirt. Der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit w ist von untergeordneter Natur; es ist daher nur für $w = 15$ Kilometer gerechnet worden.

Tabelle über das Güteverhältniss des Systems Agudio mit Adhäsion und doppelwirkendem Seil.

$l =$	1000	2000	3000	4000	5000	6000
$i = 0$	85,11	81,30	78,39	74,98	71,56	68,15
50	58,96	56,30	53,64	50,98	48,32	45,66
100	32,64	30,49	28,16	25,62	22,74	19,78
150	6,37	4,36	3,13	0,98	—	—
i_{\max}	162,4	159,4	156,3	152,2	146,8	138,7

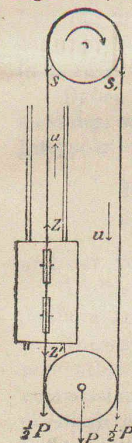
Für grössere Steigungen ist diese Anordnung also auch nicht anwendbar, weil die Adhäsion allein zur Fortbewegung

des Zuges dient und die Wirkung derselben noch durch die nach abwärts wirkende Resultirende des Seilzuges beeinträchtigt wird.

Was die Sicherheit für den Fall eines Seilbruches anbetrifft, so ist dieselbe genügend. Das Gewicht des Maschinenwagens allein reicht theoretisch aus, um den Zug auf der Steigung in Ruhe zu erhalten, sogar ohne Mitbenutzung von Zugbremsen, weil dasselbe im Stande ist, den Zug hinaufzubringen.

VII. System Agudio mit einfach wirkendem Seile.

Nutzleistung und disponibele Arbeit sind hier dieselben, wie bei der vorigen Anordnung; es gilt also Gl. 95 und 96 hier auch. Dagegen ändert sich der Zusammenhang zwischen F , T und Q , weil das niedergehende Seiltrumm keine Arbeit abgibt. Die Maschine soll oben angenommen werden, da diese Anordnung für die grösseren Steigungen etwas günstiger ist, als die mit unten stehender Maschine.



Die Seilspannungen zu beiden Seiten der Maschinentrommel seien (s. Fig. 13) S im ziehenden, S_1 im gezogenen Ende. Die auf das Seil übertragene disponibele Arbeit ist also auch

$$L_0 = (S - S_1) u, \tag{112}$$

da sich das Seil mit der Geschwindigkeit u bewegt. Damit das Seil nicht auf der Trommel gleiten kann, muss die vorhin schon benutzte Bedingung

$$S < 2^n S_1$$

erfüllt sein. Für das Gleichheitszeichen wird dann:

$$L_0 = \frac{2^n - 1}{2^n} S u \text{ oder angenähert } = S u.$$

Das Seil berechnet sich, da S die stärkste Spannung in ihm ist, nach

$$S = F \mathfrak{E} = \frac{L_0}{u}. \tag{113}$$

Eliminirt man damit F aus Gl. 96 und dividirt dann in Gl. 95, so wird das Güteverhältniss

$$\eta = \frac{1}{1 + \xi} \left(1 - \frac{2 l \gamma \mu \cos \alpha}{\mathfrak{E}} \right) \frac{T}{T + Q}. \tag{114}$$

Für den Zusammenhang zwischen T und Q gilt hier das bei der vorigen Anordnung Gesagte ebenfalls, es soll also auch nur für den Fall der Anwendung dieses Systems auf gewöhnliche Adhäsion weiter gerechnet werden.

Da hier das aufsteigende Seil allein Arbeit auf den Zug überträgt, so wird sich das nöthige Gewicht des Maschinenwagens gegenüber dem Gesamtzugwiderstande berechnen, wie in Gl. 106, nur mit Q anstatt $1/2 Q$, und mit R_0 anstatt R_0' . Es ist also (s. auch Fig. 12)

$$R_0 = \varphi Q \cos \alpha + (Z - Z'). \tag{115}$$

$Z - Z'$ hängt mit S so zusammen, vergl. Fig. 13, dass

$$S = Z - Z' + 1/2 P + F l \gamma (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$S_1 = 1/2 P + F l \gamma (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

ist. Durch Subtraction und nach Gl. 112 wird

$$S - S_1 = \frac{L_0}{u} = Z - Z' + 2 F l \gamma \sin \alpha.$$

Daraus berechnet sich zunächst, indem man noch F aus Gl. 113 einsetzt:

$$Z - Z' = \left(1 - \frac{2 l \gamma \sin \alpha}{\mathfrak{E}} \right) \frac{L_0}{u}.$$

Wird dieser Werth in Gl. 115 eingesetzt, so findet sich, noch mit Gl. 96 und 113, für das Gewicht des Maschinenwagens die Bedingung:

$$\varphi Q \cos \alpha = \left[1 - (1 + \xi) \frac{\mathfrak{E} - 2 l \gamma \sin \alpha}{\mathfrak{E} - 2 l \gamma \mu \cos \alpha} \frac{w}{u} \right] [(a + b w) \cos \alpha + \sin \alpha] (T + Q). \tag{116}$$

Q würde also bei geringeren Längen kleiner werden, als das Gewicht einer unter gleichen Verhältnissen arbeitenden Locomotive sein müsste, weil hier die Wirkung der Adhäsion noch durch den resultirenden Seilzug unterstützt wird.

Q wird aber doch nicht immer nach Gl. 116 berechnet werden dürfen. Der Maschinenwagen muss nämlich für den Fall eines Seilbruches den Zug anzuhalten im Stande sein, und zwar möge angenommen werden, das Anhalten solle ohne Mithülfe von Zugbremsen stattfinden können. Dann müsste, da α constant vorausgesetzt, der Beginn der Bewegung ($w = 0$) der ungünstigste Augenblick ist,

$$\varphi Q \cos \alpha = (\sin \alpha - a \cos \alpha) (T + Q) \tag{117}$$

sein. Zu benutzen ist diejenige Gleichung, welche für Q den grösseren Werth ergiebt. Da auf diesen Werth aber nicht nur die Steigung, sondern auch die Länge der Bahn von Einfluss ist, so lässt sich keine einfache Beziehung für den Uebergang aufstellen. Bei ganz kleinen Steigungen ist jedenfalls nach Gl. 116 zu rechnen, weil dann Gl. 117 einen negativen Werth für Q ergeben würde. Bei sehr grossen Längen kann dagegen der l enthaltende Factor des zweiten Gliedes in der ersten Klammer der Gl. 116 negativ werden, und dann würde diese Gleichung die grösseren Werthe von Q ergeben. Für die folgende Tabelle ist Q nach beiden Formeln berechnet und je der grössere Werth benutzt worden.

Aus den beiden Gleichungen 116 und 117 müsste nun der Factor $\frac{T}{T + Q}$ der Gl. 114 berechnet und in letztere eingesetzt werden. Es wird aus Gl. 116:

$$\frac{T}{T + Q} = 1 - \frac{1}{\varphi} (a + b w + \tan \alpha) \left[1 - (1 + \xi) \frac{\mathfrak{E} - 2 l \gamma \sin \alpha}{\mathfrak{E} - 2 l \gamma \mu \cos \alpha} \frac{w}{u} \right]. \tag{118}$$

und aus Gl. 117

$$\frac{T}{T + Q} = 1 - \frac{\tan \alpha - a}{\varphi}. \tag{119}$$

Ein Einsetzen dieser Werthe in Gl. 114 gestattet keine wesentlichen Reductionen des Ausdruckes und soll daher nicht vorgenommen werden.

In der folgenden Tabelle sind die nach Gl. 118 berechneten Werthe des Güteverhältnisses mit einem Sternchen (*) bezeichnet. Die Grenze der Steigung ist wieder durch graphische Interpolation bestimmt, soweit sie von Gl. 118 abhängt. Im anderen Falle ist sie erreicht, wenn nach Gl. 119 $T = 0$ wird, d. h. für

$$\tan \alpha = \varphi + a = 1/6 + 0,0018 = 168,5^0/00.$$

Tabelle über das Güteverhältniss des Systems Agudio mit Adhäsion und einfach wirkendem Seil.

$l =$	1000	2000	3000	4000	5000	6000
$i = 0$	82,21*	75,42*	68,62*	61,83*	55,03*	48,24*
50	59,07	54,17	49,28	44,38	39,48	34,58
100	34,15	31,33	28,51	25,69	22,87	20,05
150	9,22	8,46	7,70	6,95	6,19	—
i_{\max}	168,5	168,5	168,5	164,0	155,0	144,5

Das einfach wirkende Seil stellt sich also bei kleineren Steigungen und grösseren Längen theilweise nicht unerheblich ungünstiger, als das doppelt wirkende, sonst ist es etwas besser, aber nicht viel.

Ein Vortheil der Agudio'schen Seilbahn gegenüber anderen Seilbahnen ist der, dass die Seilrollen am Maschinenwagen gross gemacht werden können, so dass ihr tiefster Punkt, an dem das Seil auf- und namentlich abläuft, sehr nahe an die Tragrollen des Seiles gebracht werden kann. Dadurch legt sich das letztere immer sicher in seine Führungen hinein, sogar in Curven. Die erste grössere Versuchsstrecke bei Dusino hatte Curven bis zu einem Halbmesser von 350^m.

Dagegen soll noch auf zwei Uebelstände hingewiesen werden, die ich sonst nirgends angedeutet fand. Am Wagen (vergl. Fig. 11 bis 13) liegen nämlich das auflaufende und ablaufende Seilende in derselben Verticalebene. Die Folge davon ist eine gewisse gegenseitige Reibung der beiden Seilenden und also eine schnellere Abnutzung des Seiles.

Ein anderer Uebelstand tritt auf, wenn dieses System als Theilstrecke in eine andere Bahn eingeschaltet wird. Beim Einfahren in diese Strecke muss nämlich oben oder unten mindestens die Hälfte der sämtlichen Wagenräder über das Seil hinüber. Ob für diesen Uebergang eine Construction möglich ist, welche jegliche Beschädigung des Seiles verhindert, ist mir nicht bekannt. In der Schrift, womit Agudio sein System für die Gotthardbahn empfiehlt, habe ich keinerlei Andeutungen über diesen Punkt gefunden.

Gegenüber den Systemen mit beweglichem Motor stellen sich, wie aus einer Vergleichung der verschiedenen Tabellen folgt, diese beiden Agudio'schen Anordnungen bedeutend ungünstiger, weil ausser der Arbeit zur Fortschaffung des schweren Maschinenwagens auch noch die Bewegungswiderstände des Seiles zu überwinden sind. Es müsste also eine sehr billig zu fassende Wasserkraft zur Verfügung stehen, wenn diese Systeme gegenüber jenen concurrenzfähig sein sollen. Bei Anwendung auf das Zahnradsystem, oder ein anderes von der Adhäsion unabhängiges, wird dagegen der Maschinenwagen leichter, dann stellen sich die Agudio'schen Systeme günstiger und können unter Umständen den Vorzug verdienen; allerdings nur für geringere Längen.

* * *

Tascheninstrument zum Nivelliren.

Von Baumeister Bohne (Bismarksstrasse 88, Charlottenburg).

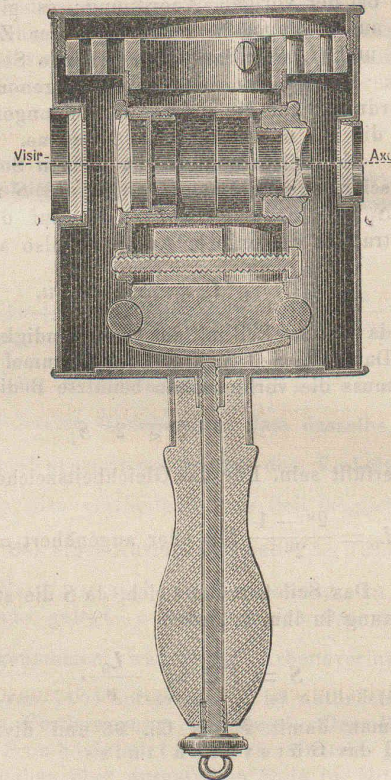
Ueber den Werth und die Verwendbarkeit kleiner Universal-Tascheninstrumente herrschen oft irrige Ansichten, und Viele sind sich darüber nicht klar, dass solche Instrumente nur in den Händen von sehr geübten Operateuren einigen Werth haben und dem Zweck entsprechen können. Dilettanten, welche sich über die Verwendbarkeit von Taschen-Instrumenten nicht genau Rechenschaft zu geben im Stande sind, bedienen sich eines solchen nicht mit Erfolg, während Diejenigen, die ein Taschen-Instrument sehr oft benützen und die demselben anklebenden Unvollkommenheiten mit persönlichem Geschick zu verringern wissen, Vortheil daraus zu ziehen vermögen. Die hübsche Art und Weise, in der das Bohne'sche Nivellir-Instrument zusammengestellt ist, lässt uns annehmen, dass die Leser nicht ungerne davon Kenntniss nehmen werden.

Das vorliegende Instrumentchen, von dem wir beistehend einen Querschnitt in natürlicher Grösse geben, kann mit oder ohne Stativ verwendet werden. Zum Gebrauch wird die durch den Griff gehende Arretirungsschraube gelüftet, so dass der in der Hülse befindliche Apparat, der in einer Cardanischen Aufhängung sitzt, frei schwebt und sich von selbst durch das Eigengewicht so einstellt, dass die Visiraxe horizontal ist und zugleich ein Linienkreuz der horizontalen und verticalen Richtung entspricht.

Die Visireinrichtung besteht in einem 28^m langen terrestrischen Fernröhrchen, welches nahe und ferne Gegenstände in 22¹/₂⁰ weitem Gesichtsfelde zeigt; ferner aus einem Glas-

micrometer mit Linienkreuz, welches durch das eigenthümlich combinirte Concav-Ocular gleichzeitig stark vergrössert erscheint. Dabei muss ein kurz- oder weitsichtiges Auge, die ihm sonst zur normalen Sehweite erforderlichen Augengläser anwenden, oder es muss ein entsprechendes Glas in die Behälterwandung eingesetzt werden.

Wird das Instrument von freier Hand gehalten, so lassen sich die von letzterer auf dasselbe übergelenden Pulsationen ermässigen, wenn es dabei gegen die Augenhöhle, bezüglich gegen das Augenglas gelehnt wird. Der Apparat spielt frei und berührt erst bei einer Pendelbewegung von 10⁰ die Wandung. Seine Bodenplatte ist zur Schonung des Ganzen mit einem Cautschukring umgeben.



Damit für grössere Nivellements die Visirhöhe constant sei, kann man sich eines 1¹/₂^m langen Stabes bedienen, auf den man das Instrument aufstellt und es soll die Lattentheile bis auf eine Distanz von 60–80^m auf 1^m genau abgelesen werden können. Man könnte also bei sehr günstigem Wetter zum Nivelliren aus der Mitte Stationen von 120–160^m machen.

Die Verhältnisse, denen das rectificirte Instrument ausserdem durch die Micrometertheilung zu Winkelmessungen entspricht, sind im Deckel des Etuis besonders angegeben.

Hiernach bezeichnet die Oberkante der durchgehenden Querlinie die Horizontale; die der 1., 2., 3. bis 20. Linie über oder unter der Horizontalen die Steigung oder das Gefälle des Terrains 10, 20, 30 bis 200⁰/₁₀₀ oder die rationalen Tangentenslängen,

1, 2, 3 bis 20

der zugehörigen Höhen- oder Tiefen-Winkel für einen Radius = 100.

Zugleich ist der Höhen- respective Tiefenwinkel der *n*. Linie in Graden annähernd

$$= \frac{n \cdot 34}{60} = \frac{n}{2} + \frac{n}{15}$$

Wird aber der innere Apparat, während er centrisch im Behälter schwebt, festgestellt, so lassen sich nöthigenfalls auch horizontale und schiefe Winkel bis 22¹/₂⁰ und grössere durch geeignete Zerlegung bestimmen, wenn die Kreuzungslinie der Micrometertheilung in die Winkellebene und bei Winkeln über