Ueber Hanfseil-Transmission

Autor(en): **Keller, K.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Die Eisenbahn = Le chemin de fer**

Band (Jahr): **4/5 (1876)**

Heft 14

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-4923

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: — Der Oberbau der Zahnradbahn nach System Rigi, mit vier Tafeln. — Ueber Hanfseil-Transmission von K. Keller. — Ligne de la Broye. Résultats des essais de quatre ponts construits par les ateliers de Mr. J. Chappuis à Nidau. — Das Imprägniren weicher Hölzer mit Chlorzink. — Die XXVI. Versammlung schweizerischer Ingenieure und Architecten den 2. October in Luzern. — Das Patentwesen in Deutschland. — Kleinere Mittheilungen. — Verschiedene Metallpreise. — Eisenpreise in England. — Stellenvermittlung.

BEILAGE: — Der Oberbau der Zahnradbahn, System Rigi. Tafel I. Details.

Oberbau der Zahnradbahn.

System Rigi.

(Früherer Artikel Bd. IV, Nr. 26, Seite 345 und Bd. V Nr. 1, Seite 3.)

(Mit Tafel I als Beilage.)

Gleichwie die Zahnradmaschine eine vollständige Thallocomotive umfasst, der ein Mechanismus zur Erzielung künstlicher Adhäsion beigefügt ist, so besitzen sämmtliche nach dem Rigisysteme gebauten Bahnen den completen Oberbau der Thalbahnen, also Querschwellen und darauf befestigte Laufschienen. Zur Gewinnung der mechanischen Adhäsion kommt neu hinzu:

Die Zahnstange mit den entsprechenden Befestigungsmitteln;

und bei Bahnen mit sehr grossen Steigungen, wie gerade am Rigi, eine ganz sichere Consolidirung des ganzen Oberbaues, welche durch Anwendung von

Längsschwellen und Mauersätzen erreicht wird.

Diese letztern sollen dem Schienenstrange absolute Fixpunkte gewähren, sie werden in Entfernungen von 75—100 m/ angebracht und bestehen aus 1,5 m/ tiefen Fundamenten, welche mit zwei starken Quadern bis zur Oberkante der Querschwellen ragen, so dass sich je deren zwei aufeinander folgende daran lehnen können.

Die Längsschwellen, zwei an der Zahl, liegen ausserhalb der Laufschienen, sind über den Qwerschwellen ein wenig eingeschnitten und durch kräftige Holzschrauben mit diesen verbunden. In den Stössen sind sie abgekämmt und ebenfalls solid verschraubt.

In diesen Tagen hat der Verwaltungsrath der Vitznau-Rigi-Bahn beschlossen, versuchsweise die Längsschwellen, welche gegenwärtig aus Tannenholz bestehen, durch solche aus *U*-eventuell aus Zoreseisen zu ersetzen.

Bei Bahnen mit weniger bedeutenden Steigungen, vielleicht nur 5—8 % und gleichzeitig einigermassen kräftigem Schienenprofil, können diese Längsschwellen ohne Bedenken weggelassen werden, indem die Laufschienen allein einen hinreichend sichern Längsverband gewähren. Die neue Zahnradbahn Wasseralfingen mit 7,85 % Steigung wird gegenwärtig mit dieser Vereinfachung ausgeführt.

Die Zahnstange muss naturgemäss mit der Bahnaxe zusammenfallen, liegt also zwischen beiden Laufschienen. Bei der Construction derselben war die Wahl der Verzahnung von der höchsten Wichtigkeit und es ist diese Aufgabe in theoretischer wie practischer Hinsicht gleich vollkommen und glücklich gelöst worden. Zwei Hauptbedingungen mussten gleichzeitig erfüllt werden:

Einfache Form der Zähne und

Zulässigkeit eines verschieden tiefen Eingriffs des Zahnrades.

Das erstere erfordert die Herstellung der Zahnstange, das letztere die Natur des Locomotivbetriebes. Die Zahnstange besitzt Evolventenverzahnung und gerade diese bietet die erwähnten Vortheile. Demzufolge erhalten die Zähne der Zahnstange Trapezform, sind also ganz zum Walzen geeignet. Taf. I Fig. 1 stellt den Querschnitt eines solchen Zahnes in natürlicher Grösse vor, wie er am Rigi, in Rorschach-Heiden und den beiden Oesterreichischen Bahnen zur Ausführung gelangte. Zur Bildung der Zahnstange dienen zwei *U*-Eisen, deren Stege die Zähne aufnehmen und deren auswärts gekehrte Rippen sich zur Befestigung der Zahnstange vorzüglich eignen und gleichzeitig den nöthigen Widerstand gegen seitliches Ausbiegen gewähren. Im Stege des *U*-Eisens besitzt jeder Zahn die in Fig. 3 angegebene Form, welche durch einfaches Abdrehen erhalten wird. Dadurch wird eine solide Lagerung erzielt und jede Drehung des Zahnes verhindert. Beide Enden sind kalt vernietet. Die Theilung ist mit Ausnahme der Bahn in Wasseralfingen überall 100 m/m, dort nur 80. Die Länge eines Zahnstangensegmentes 3 m/.

Fig. 2 zeigt den Querschnitt der Zahnstangen am Rigi. Der Zahn hat eine freie Breite von 126 m/m, das eingreifende Rad eine solche von 102 m/m, es bleibt somit beidseitig ein Spiel von 12 m/m. Die beiden *U*-Eisen sind gleichschenklig. Diese, sowie die Zähne sind aus gutem Walzeisen.

Fig. 4 stellt den Querschnitt der Zahnstange von Rorschach-Heiden vor. Die Zähne sind dieselben wie am Rigi, dagegen wurde die obere Rippe auf den kleinsten zulässigen Querschnitt reducirt, welche Abänderung hier gestattet war, da die Fangarme der Locomotive bei der hier vorkommenden Steigung weggelassen werden konnten. Bei allen spätern Bahnen bei Steigungen von unter 20 % soll diese Form beibehalten werden, so dass Figur 4 als Normalprofil der Zahnstangen betrachtet werden darf.

Bei allen bis anhin gebauten Zahnradbahnen wurde ein Maximalzahndruck von 6000 kilogr. zu Grunde gelegt. Darnach findet sich die Beanspruchung des Zahnes bei der Annahme, dass der Druck gleichmässig auf die Angriffslinie vertheilt sei nach:

$$\frac{P\,l}{12} = \frac{b\,h^2}{6}\,K, \text{ wobei}$$

$$P = 6000$$
$$l = 126$$
$$b = 36$$
$$h = 45$$

zu 5,2 kilogr. pro □ m/m Querschnitt, es besitzen demnach die Zähne eine siebenfache Sicherheit. Dem entsprechend wurde die Stärke des *U*-Eisens, sowie die Eintheilung der Zähne auf dessen ganze Länge gewählt. Es ist augenscheinlich, dass der unterste Zahn eines jeden Segmentes am meisten der Gefahr des Ausbrechens aus dem Stege ausgesetzt ist, darauf gestützt wurden die Abschnitte in den Stössen ungleich gemacht. Nach Fig. 3 beträgt die Zahnbreite im Stege 42 m/m, es bleibt somit für den Zwischenraum zweier aufeinanderfolgender Zähne unter Berücksichtigung von 2 m/m Spiel, welche für die Ausdehnung der Zahnstange gegeben werden muss, noch 56 m/m, wovon dem untern Segmente 21, dem obern 35 m/m zugetheilt wurden. Bei der Fabrikation der ersten Zahnstange wurden hierüber ganz gründliche und sorgfältige Versuche angestellt. Im ersten Falle war der Schnitt in die Mitte zweier Zähne gelegt, so dass also noch 28 m/m Material verblieb, bei einem Drucke von 26 Tonnen wurde der Zahn aus dem Stege gerissen. In einem zweiten Falle wurde 50 m/m Material unterhalb des Zahnes gelassen und es erfolgte der Bruch bei 42 Tonnen Belastung. Es bestimmte sich hienach die absolute Festigkeit zu rund 3700 kilogr. pro □ c/m.

Herr Professor Culmann aus Zürich hatte die Güte, diese Versuche vorzunehmen, wie er überhaupt in uneigennützigster Weise bei der Construction des Oberbaues mit Rath und That an die Hand ging, so namentlich gab er die Idee, an jede Zahnstange einen Winkel anzubringen, welcher sich an eine Querschwelle anlegt und dadurch die Schrauben entlastet, welche Vorrichtung sich ausgezeichnet bewährt hat. R.

(Fortsetzung folgt).

* * *

Ueber Hanfseil-Transmission

von K. Keller.

(Aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.)

Unstreitig eines der interessantesten Systeme von Transmissionen zeigt die Hanfseil-Transmission. Das Uebereinstimmende dieser Art von Kraftübertragung mit der Drahtseiltransmission liegt in der Benutzung von Seilen, welche endlos

*

um die beiden in Verbindung zu setzenden Triebrollen geschlungen werden, doch unterscheiden sich diese beiden Arten von Seiltransmissionen insbesondere dadurch, dass bei der Drahtseiltransmission für die Verbindung von zwei Stellen nur stets ein, oder im äussersten Falle zwei Seile angewendet werden, während bei der Transmission mit Hanfseilen stets eine grössere Anzahl derselben (bis 12 oder noch mehr) benutzt werden. Alle diese Seile liegen neben einander auf den für jedes einzelne Seil mit einer besonderen keilförmigen Rille versehenen Seilscheiben oder Seiltrommeln.

Dieser Betrieb selbst ist erst in neuerer Zeit aus Schottland, wo er vor etwa zehn Jahren eingeführt wurde, nach Deutschland gekommen, bislang aber hier nur in wenigen Ausführungen zu treffen. Ich erwähne als die mir persönlich theilweise durch Zeichnungen bekannten: die Anlage der Jute-Spinnerei und Weberei (früher Hieronymus & Comp., Director Herr Funk) in Bonn*), diejenige der Baumwollspinnerei von J. A. Lindgen's Erben in Hochneukirch a. d. M. Gladbach-Dürener Bahn **) und eine kleinere Anlage in Eberstadt bei Darmstadt in der Illig'schen Papierfabrik***). Ferner eine Anlage in Christiania (Director Herr H. Heyderdahl; Zahl der Pferdestärken 270) und eine solche in Galway in Irland.

Die grossartigste dieser erwähnten Anlagen ist entschieden diejenige von Hochneukirch (Director Herr Pet. Busch), aber leider gewesen, indem dieselbe vor einiger Zeit total abbrannte. Die Besitzer derselben lassen aber auch für den Wiederaufbau der Spinnerei Hanfseilbetrieb einrichten, eine Thatsache, welche entschieden zu Gunsten dieser Betriebsmethode spricht.

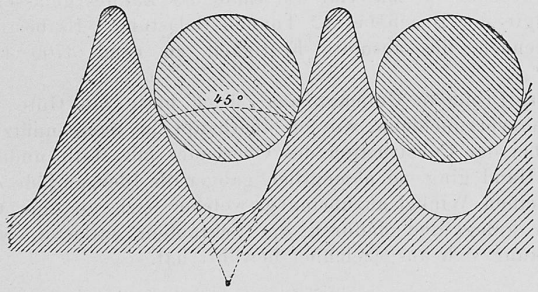
Bemerkung der Redaction.

Die Maschinenfabrik der Herren Gebrüder Sulzer in Winterthur bei Zürich haben im Ganzen schon etwa 10 solcher Seiltransmissionen geliefert und montirt, von denen die grössten in die Baumwollspinnerei von Flender und Röder in Gladbach a. M. mit 16 Seilen, an die Firma Falkenberg und Schön in Worms und an die Herren Felten und Guillaume in Cöln geliefert wurden.

Bei allen Ausführungen ist auf der Hauptmaschinenachse eine breite, gleichzeitig als Schwungrad dienende Scheibe oder Trommel angebracht, welche so viele Rillen enthält, als Seile darauf gelegt werden sollen. Das Profil dieser Rillen ist das in Fig. 1 dargestellte und angewandt für ein Seil von 2 Zoll engl. oder 5 ⁄m Durchmesser. Die Conicität (Keilform) der Rillen scheint nothwendig, um wegen der dadurch erhöhten Reibung zwischen Seil und Trommelumfang eine möglichst geringe Seilspannung nöthig zu haben. Freilich führt diese Keilform der Rillen einen später noch zu erwähnenden Uebelstand mit sich.

Fig. 1 —. Profil der Rollen.

(Halbe nat. Grösse.)



Die Anstrengung der Seile ist eine zweifache, zum einen Theil durch die Längenspannung bedingt, zum andern Theile durch die Biegung des Seiles. Wenn der Durchmesser der benutzten Seilscheiben oder Trommeln auf der ersten getriebenen Welle (first motion shaft) nicht kleiner als der 45—50fache Seildurchmesser genommen wird, so kann die durch die Biegung entstehende Mehrspannung füglich vernachlässigt werden. Der Durchmesser der als Schwungrad dienenden Seiltrommel soll dann noch einmal so gross, also etwa 90—100 Mal so gross wie der Seildurchmesser genommen werden.

Berücksichtigen wir nur die Längenspannung, so ist die Anstrengung, welche bei dieser Betriebsmethode, so viel sich aus Ausführungen rechnen lässt, einem einzelnen Seile zugemuthet wird, sehr gering, nur etwa 7,5—8 kilogr. pro □ ⁄m des Seilquerschnittes, d. h. des Querschnittes des das Seil einhüllenden Cylinders, woraus für den effectiven Seilmaterialquerschnitt eine Anstrengung von etwa 10 kilogr. resultirt.

Die bis heute benutzten Seile sind aus Hanf oder Jute gefertigt und zwar aus drei Litzen gedreht, und besitzen dieselben einen Durchmesser des umhüllenden Cylinders von 3, 4, 4,5 und 5 ⁄m. Versuche mit andern Materialien, z. B. Baumwolle, sind nicht genügend gemacht. Lederseile sind versuchsweise angewandt aber als bei Weitem zu theuer gefunden worden. Diese Anstrengung von 7,5—8 kilogr. des äussern oder auch von 10 kilogr. des effectiven Querschnittes ist äusserst gering, zumal im Vergleich zu derjenigen, welche die bei Hebezeugen angewandten Seile in der Regel auszuhalten haben (etwa 100 kilogr. pro □ ⁄m des umschriebenen Kreisquerschnittes).

Es ergiebt sich somit für die genannten vier Seilgrössen eine zulässige Totalspannung von beziehungsweise

54, 98, 124, 152 kilogr.

Nimmt man mit Vernachlässigung der keilförmigen Rillen an, dass von den beiden verschiedenen im Seile herrschenden Spannungen die grössere im treibenden Theile zweimal so gross sei als die kleinere im nachgezogenen, so ergiebt sich als die am Umfange der Seilscheiben zu übertragende Kraft beziehungsweise

27, 49, 62, 76 kilogr.

und bei einer Geschwindigkeit des Seiles oder des Scheibenumfanges von 10 ⁄m pro Secunde eine Arbeitsleistung beziehungsweise

270, 490, 620, 760 Meterkilogr.

oder

3,6, 6,5, 8,6, 10,1 Pferdekräfte.

Für andere Geschwindigkeiten ergäbe sich die Leistung im Verhältniss grösser. So liesse sich beispielsweise die Anzahl der anzuwendenden Seile bestimmnn, wenn dieselben 4,5 ⁄m Durchmesser haben und bei 15 ⁄m Geschwindigkeit 90 Pferdekräfte übertragen sollen, mit

$$A = \frac{90}{8,6} \; \frac{10}{15} = 7 \text{ Stück.}$$

Zweckmässig nimmt man dann für die Anzahl der Seile noch ein Stück mehr, damit auch für den Fall der Reparatur eines solchen die übrigen nicht stärker als mit der Maximalspannung von 7,5—8 kilogr. belastet werden. Unbedingt nöthig ist diess in dem Falle, dass bei geringen zu übertragenden Kräften etwa nur ein einziges Seil genügte. Die Anwendung eines einzigen Seiles ist aber erfahrungsgemäss unzulässig, insbesondere für die erste und einzige Kraftübertragung von der Schwungradscheibe aus. In Folge eines zufälligen Stosses oder eines unerwarteten heftigen Widerstandes könnte dieses eine Seil reissen und wenn gerade Niemand an der Maschine ist, dieselbe plötzlich derart in's Laufen gerathen, dass sie selbst im höchsten Grade gefährdet würde.

Ein Anstand und zwar oft nicht ein geringer, ergiebt sich aus den vielen Seilen durch die vielen Verbindungsstellen (Flechtstellen). Es ist in Folge dieses Umstandes wohl kaum möglich, alle Seile auf mathematisch genau gleiche Länge zu flechten. Durch die verschiedenen Längen ist aber eine verschiedene Einsenkung bedingt, welche sich auch ergiebt, wenn die Flechtung selbst bei den verschiedenen Seilen in verschiedenem Grade nachlässt. Hieraus entsteht sodann eine ungleiche Vertheilung der zu übertragenden Kraft auf die einzelnen Seile. Dies kann jedoch einen erheblichen Nachtheil nicht herbeiführen; denn wenn nur überhaupt genug Seile angewandt sind, so ist die Mehrbelastung, welche in Folge dieses Verhältnisses auf einzelne Seile trifft, noch lange nicht im Stande schädlichen Einfluss auf die Festigkeit derselben auszuüben,

*) Aus England geliefert.
**) Nach dem Project des Civil-Ingenieurs Kley in Bonn ausgeführt.
***) Aus der Fabrik von Dahm & Mönkemöller in Bonn.

OBERBAU DER ZAHNRA

Details

Fig. 2.

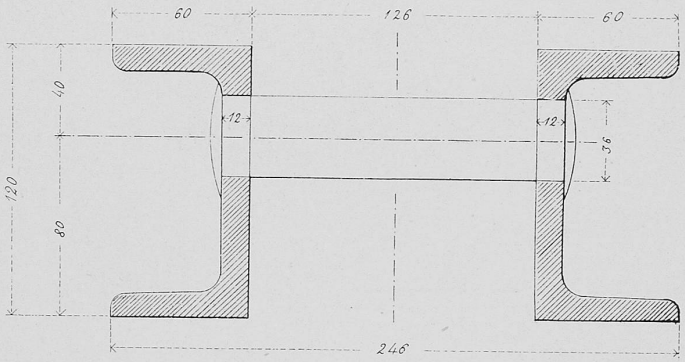


Fig. 1.

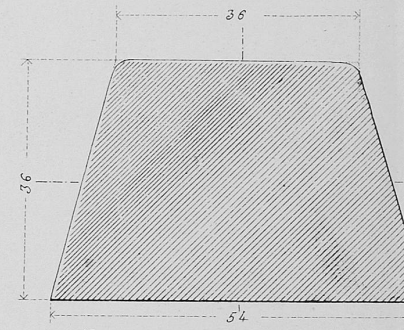


Fig. 4.

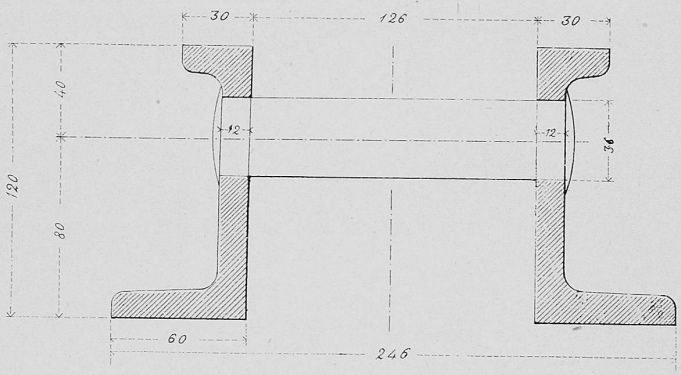
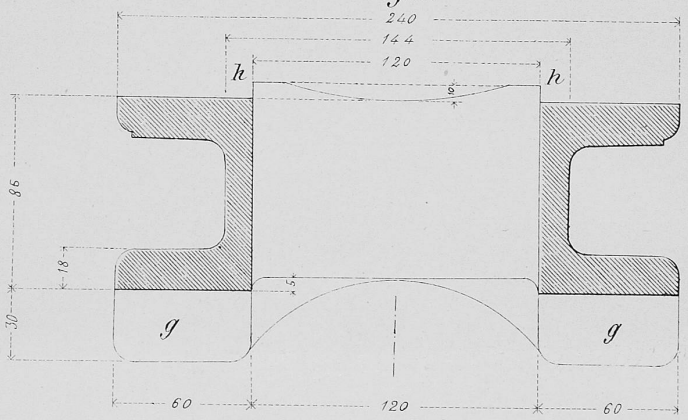
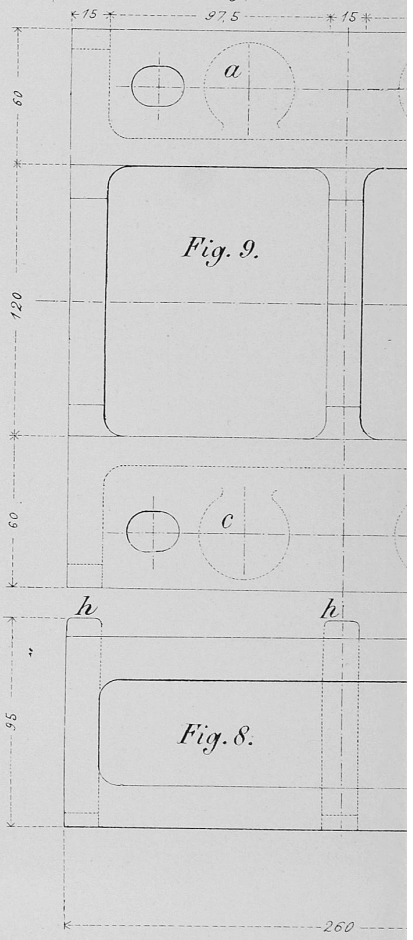
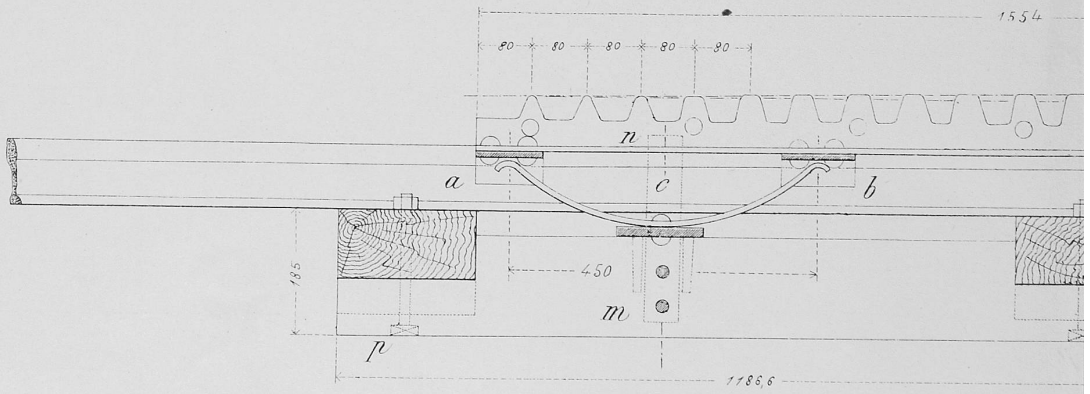


Fig. 7.







Verlag v. Orell Füssli & Co.

Tafel I.

Fig. 3.

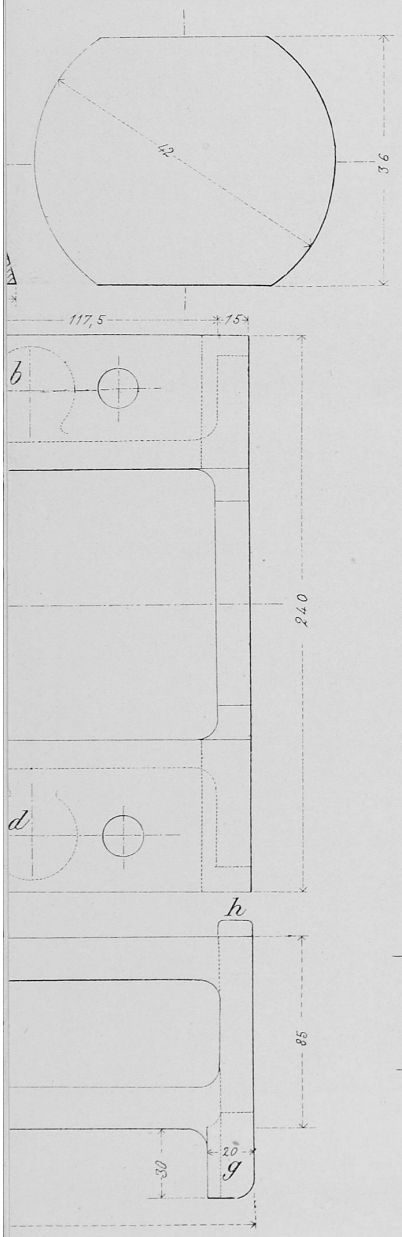


Fig. 5.

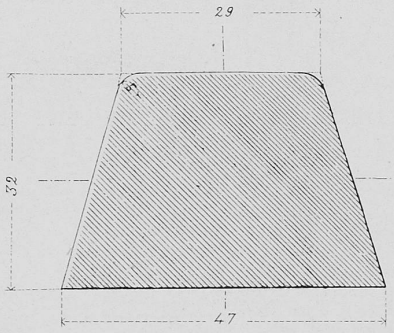


Fig. 6.

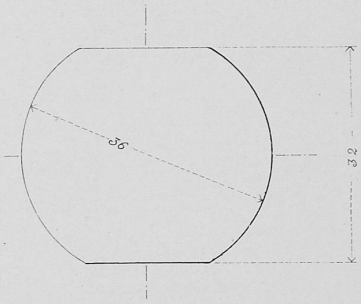


Fig. 10.

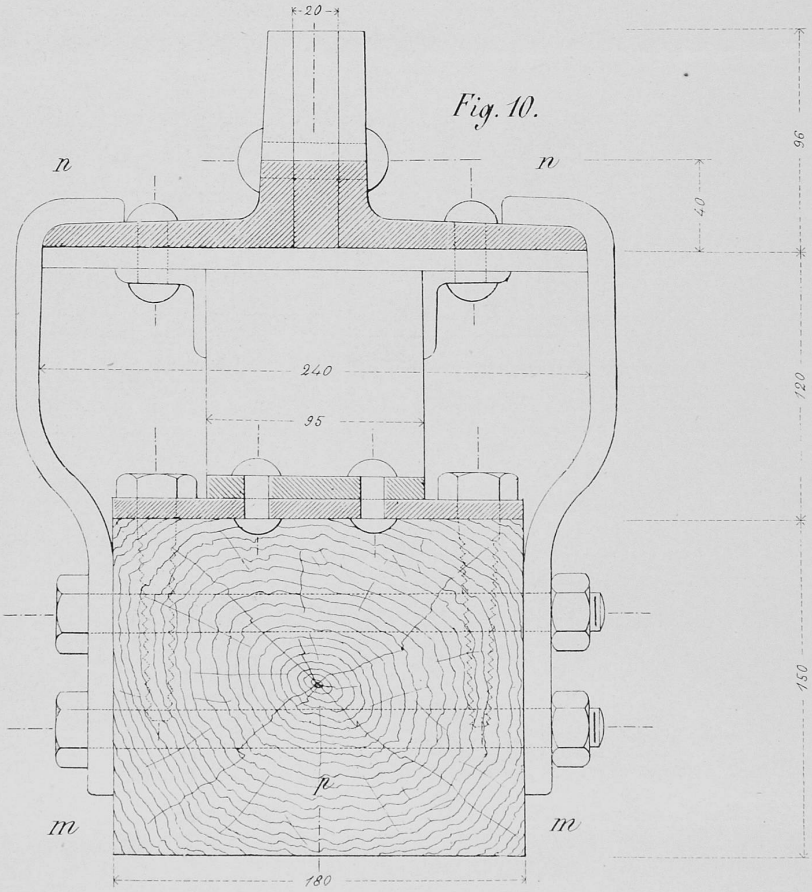
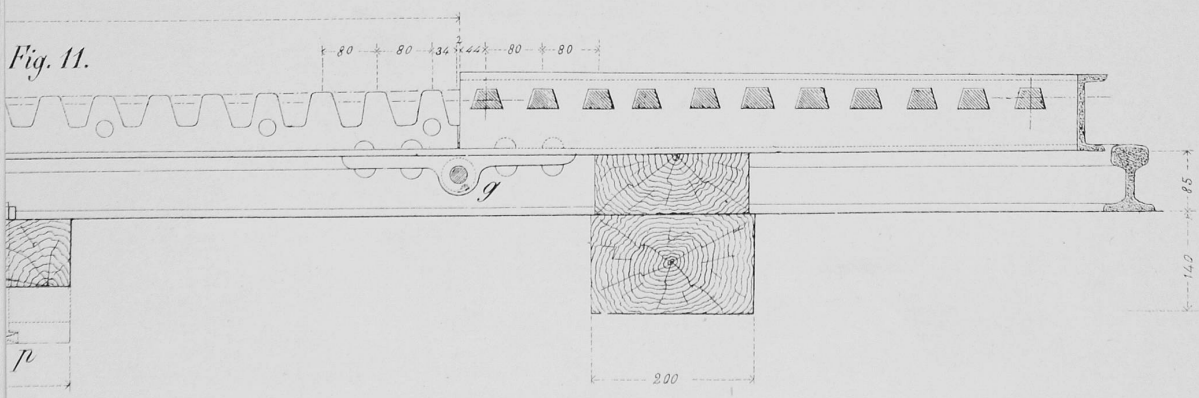


Fig. 11.



Aufn: Balzer.

Autogr. v. Orell Füssli & Co.

sondern es werden sich die mehrbelasteten Seile nur im Verhältniss zu den weniger in Anspruch genommenen etwas mehr recken, und hiedurch von selbst mit der Zeit ein gewisser Gleichgewichtszustand sich herstellen. Zudem kann, wie ich mich selbst in der Jute-Spinnerei und Weberei in Bonn überzeugt habe, eine Flechtstelle, welche etwa zu sehr nachgegeben hat, leicht gelöst und die zwei Enden rasch auf andere Seillänge gesplissen werden. Dass dieses Spleissen ebenso gelernt und geübt sein muss, wie die ähnliche Operation bei Drahtseilen, ist natürlich. Vor Allem muss dabei ein Augenmerk darauf gerichtet werden, dass das Seil an der Flechtstelle, welche immerhin eine Gesammtlänge von mindestens 2 m hat, nicht erheblich dicker ausfällt als an den übrigen Stellen; sonst tritt jener Uebelstand ein, welchen ich oben, als durch die keilförmigen Seilriemen veranlasst, erwähnt habe.

Es können nämlich die dickeren Stellen sich nicht so tief in die keilförmigen Rinnen einlegen wie die übrigen, und läuft also das Seil mit seinen dickeren Stellen effectiv in einem Kreise von grösserem Durchmesser als mit den dünneren; die Folge davon ist ein steter Wechsel in den Geschwindigkeiten, Einsenkungen und Spannungen, was bei einer Transmission mit vielen Seilen für das Auge einen äusserst unangenehmen Eindruck macht.

Doch habe ich theils aus gedruckten Zeugnissen, theils, was für mich wohl massgebend sein dürfte, aus einer Anzahl direct an mich gerichteter Briefe, die Ueberzeugung gewonnen, dass dieser Uebelstand bei einiger Uebung im Flechten vollkommen oder doch nahezu vermieden werden kann.

Dass das Ausdrehen der Seilrinnen auf ganz genau gleiche Durchmesser und Profilformen geschehen muss, ist selbstverständlich.

Betreffs der allgemeinen Disposition dieses Seiltriebes bedarf es nur noch der Erwähnung, dass man das schlaffe Seil in der Regel oben laufen lässt, da dann der für den ganzen Seillauf benöthigte Raum nicht so gross ist, als wenn das schlaffe Seil mit seiner bedeutenden Einsenkung unten wäre.

Zweckmässig erscheint es ferner, wenn man den Seillauf, insbesondere jenen der ersten Haupttransmission (von der Schwungradscheibe auf die erste getriebene Scheibe) von den eigentlichen Arbeitsräumen getrennt, etwa in einem eigenen gemauerten Gange, anbringt, wie dies in dem erwähnten Bonner Etablissement zu sehen ist, und auch bei dem Neubau in der Spinnerei von J. A. Lindgens Erben in Hochneukirch ausgeführt wird. Die Skizze in Fig. 2 und 3 mag die ganze Einrichtung veranschaulichen.

Allgemeine Anordnung.

Fig. 2 — Längenschnitt.

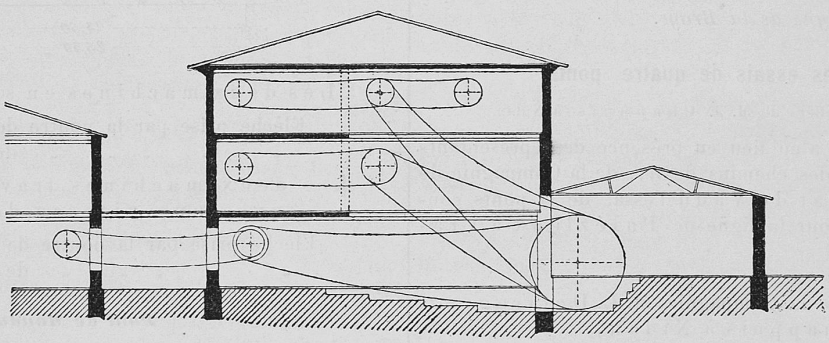
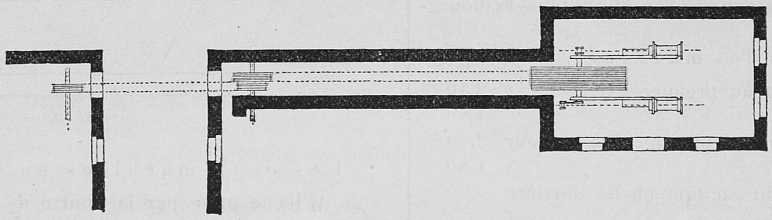


Fig. 3 — Grundriss.



Ein vollkommen senkrechter Betrieb, d. h. die Verbindung zweier senkrecht über einander liegender Rollen durch Hanfseile soll nicht gemacht werden.

Infolge des ungemein ruhigen Ganges dieser Transmission, welche sich (im Gegensatz zu dem Räderbetrieb) durch keinerlei Geräusch bemerkbar macht, ist auch die Abnutzung der bewegten Theile, Lager u. s. w. auf ein Minimum reduzirt, abgesehen davon, dass die ganze Anlage bei Transmissionen in obere Stockwerke überhaupt viel einfacher wird, als man es auf die gewöhnliche Weise mit Königswelle und conischen Rädern zu erreichen im Stande ist. Dass die Reparaturkosten verschwindend kleine sind, mag daraus folgen, dass gemäss ganz zuverlässiger persönlicher Mittheilungen ein Satz Seile mindestens zwei Jahre in vollkommen brauchbarem Zustande bleibt, nach anderen Mittheilungen, die durchschnittlich jährlich aufzuwendenden Kosten bei 400 Pferdestärken etwa 400 Mark, mithin pro Pferdestärke etwa 1 Mark betragen.

Schliesslich mögen einige Beispiele von ausgeführten Seiltransmissionen und Anlagen in umstehender Tabelle geordnet folgen.

Nennt man endlich

D den Durchmesser des Seiles in Centimeter;
P die totale,
p die durch ein Seil zu übertragende Umfangskraft;
a die Anzahl der Seile

so ergibt sich mit $K = 7{,}5$ Kilometer zulässiger Anstrengung des Kreisquerschnittes

$$D = 0{,}58 \sqrt{\frac{P}{a}} \quad 0{,}58 \sqrt{p}$$

bezeichnet ferner

R den Halbmesser der Seilscheibe;
N die Anzahl der Pferdestärken;
n die Umdrehungszahl,

so kann auch gesetzt werden

$$D = 155 \sqrt{\frac{N}{a\,n} \; \frac{1}{R}}$$

Zur Bestimmung der Seilcurven brauchen wir das Verhältniss y zwischen der grössten im ersten Seile vorkommenden

ETABLISSEMENT und BESITZER	Pferdekräfte	Schwungradscheibe		Erste getriebene Scheibe		Seile		
		Umdrehungen	Durchmesser Centim.	Umdrehungen	Durchmesser Centim.	Anzahl	Durchmesser Centim.	Geschwindigkeit Met.
Spinnerei von A. Lindgens Erben in Hochneukirch, ältere Anlage...	88	55	550	150	200	7	5	15,8
Desgleichen	75	55	550	215	140	—	5	15,8
Henri Heyderdahl, Seildugs-Fabrik in Christiania	270	120	366	240	183	13	4,5	23,0
Galway Sacking Canvas Manufacture Co., Galway, Irland	120	70	457	210	152	8	—	17,2

Spannung T bezw. T' und seinem Gewichte g pro laufenden Meter und zwar kann dieses gesetzt werden

$$y = \frac{T}{g} = 80 \text{ für das straffe Seil,}$$

und

$$y = \frac{T'}{g} = 40 \text{ für das schlaffe Seil,}$$

worauf die Verzeichnung der Seilcurve auf bekannte Weise durchzuführen ist.

* * *

Ligne de la Broye.

Résultats des essais de quatre ponts

construits par les ateliers de M. J. Chappuis à Nidau.

Lundi 28 août 1876 a eu lieu en présence de représentants du département fédéral des chemins de fer, de la Compagnie de la Broye et de l'État de Vaud l'essai de 4 ponts construits sur la Broye pour la ligne de Palézieux à Fræschels.

En voici le résultat:

Ingénieur en chef de la Compagnie: M. L. Delarageaz,

Constructeur: J. Chappuis à Nidau,

Représentant du département fédéral des chemins de fer: Tschiemer, ingénieur.

Les ponts sont essayés à l'aide de deux locomotives-tender à quatre essieux dont deux accouplés du Lausanne-Fribourg-Berne.

Dimensions des machines.

Distance du tampon de devant au premier axe	2,40 m/
Ecartement des axes moteurs	1,89 m/
Distance du second axe moteur au premier axe porteur	2,40 m/
Ecartement des axes porteurs	1,80 m/
Distance du second axe porteur au tampon de derrière	1,00 m/
Longueur totale de la machine entre les tampons	9,49 m/

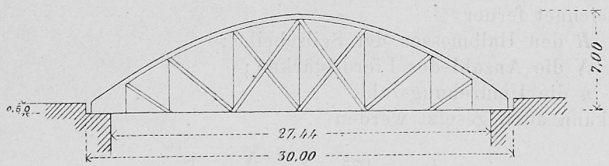
Poids des machines.

Poids des axes moteurs chaque	13,5 tonnes
Poids des axes porteurs chaque	3,5 „
Poids total de la machine	34,0 „

Pont d'Oron.

Poutre cintrée parabolique.

Le pont est biais à 45° et en dévers sur une longueur de 15,00 m/ étant situé à l'entrée d'une courbe.



Deux machines stationnant sur le pont.

Flèche prise par la poutre de gauche 7 1/2 m/m

„ „ „ „ „ de droite 9 m/m

Les deux machines traversant le pont avec une vitesse de 40 kilom.

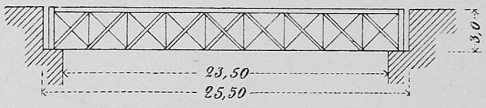
Flèche prise par la poutre de gauche 7 1/2 m/m

„ „ „ „ „ de droite 10 m/m

Pont de Bressonnaz.

Poutre droite à croisillons.

Le pont est biais à 50°.



Les deux machines en stationnement.

Flèche prise par la poutre de gauche 11 m/m

„ „ „ „ „ de droite 11 m/m

Les deux machines traversant le pont avec une vitesse de 50 kilom.

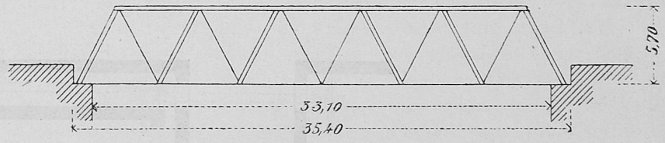
Flèche prise par la poutre de gauche 11 m/m

„ „ „ „ „ de droite 12 1/2 m/m

Pont de Moudon.

Poutre droite système Warren.

Le pont est biais à 65°.



Les deux machines en stationnement.

Flèche prise par la poutre de gauche 10 1/2 m/m

„ „ „ „ „ de droite 9 m/m

Les deux machines traversant le pont avec une vitesse de 40 kilom.

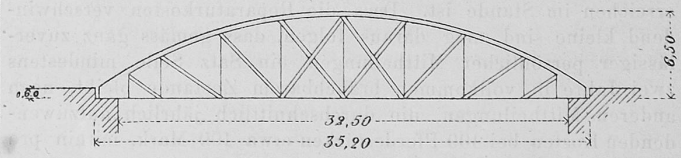
Flèche prise par la poutre de gauche 10 m/m

„ „ „ „ „ de droite 10 m/m

Pont de Lucens.

Poutre cintrée parabolique.

Le pont est biais à 45° et en dévers sur 15,00 m/ étant situé à l'entrée d'une courbe.



Les deux machines stationnant sur le pont.

Flèche que prend la poutre gauche 8 1/2 m/m

„ „ „ „ „ droite 8 m/m