

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 3/4 (1884)
Heft: 18

Artikel: Zum Artikel: "Die stärkste Locomotive der Welt"
Autor: Abt, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-12010>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

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

INHALT: Zum Artikel: „Die stärkste Locomotive der Welt.“ Von R. Abt. — Efforts engendrés par les moments fléchissants dans les barres des treillis et les montants des poutres à treillis multiple. Par M. Kœchlin. — Culmann-Denkmal. (Mit einer Tafel.) — Miscellanea: Reiseglossen (Schluss). Der Keely'sche Motor. Die vom electrotechnischen Verein gekrönte Preisschrift von A. Beringer. Licht, Wärme und

Triebkraft von einer einzigen Compagnie geliefert. Die technische Hochschule zu Berlin. Eisenbahnbauten in Südamerika. — Vereinsnachrichten: Culmann-Denkmal und -Stiftung (Schlussabrechnung). Semper-Denkmal in Dresden. Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Culmann-Denkmal, aufgestellt im Vestibul des ersten Stockes des eidg. Polytechnikums in Zürich.

Zum Artikel: „Die stärkste Locomotive der Welt.“

Von R. Abt.

Herr Maey findet in Nr. 16 der *Schweizerischen Bauzeitung* vom 18. October:

- I. Dass die Vergleichung der *Abt'schen* Zahnradlocomotive mit der Maschine „El Gobernador“ unstatthaft sei;
- II. dass kein Recht vorliege, auch auf amerikanischen Gebirgsbahnen einen Adhäsionscoefficienten von $\frac{1}{7}$ vorzusetzen;
- III. dass die amerikanischen Locomotiven per *t* Gewicht eine viel höhere Leistung aufweisen, als die genannte Zahnradmaschine.

Sehen wir diese Behauptungen etwas näher an.

Ad I. Die Erwidrerung sagt: „Die Adhäsionslocomotiven dienen für *Flachbahnen*, während die Zahnradlocomotiven für *Bergbahnen* bestimmt, als Specialität anzusehen sind;“ „und wenn die Adhäsionslocomotiven starke Steigungen nicht befahren können, so werden umgekehrt Zahnradlocomotiven *Schnellzüge* in der Ebene nicht zu befördern im Stande sein.“

Wären die Verhältnisse, über die in Nr. 15 ein Vergleich angestellt ist, so, wie nach diesen beiden Sätzen angenommen werden müsste, dann freilich dürften die Ansichten weniger verschieden sein. Nun handelt es sich aber nicht um *Flachbahnen* und nicht um *Schnellzüge*, sondern in beiden Fällen um *Gebirgsbahnen* und um Fahrgeschwindigkeiten von 12 bis 13 km.

Der Uebergang der *Central Pacific Railroad* über die *Sierra Nevada* ist eine Gebirgsbahn, wie sie sich der kühnste Techniker nicht schöner wünschen kann und dass man eine Maschine, welche speciell gebaut wurde, um grosse Lasten mit 13 km Fahrgeschwindigkeit zu befördern *Schnellzuglocomotive* nennt, dürfte ganz neu sein.

Der Zweck des erwähnten Vergleiches ist überhaupt kein anderer, als zu zeigen, wie dieselbe Aufgabe auf zwei wesentlich verschiedene Arten zu lösen versucht ist. Diese Aufgabe: Die Eisenbahnen in und über die Berge fortzusetzen, dadurch abgeschnittene Landestheile dem Weltverkehre näher zu rücken, oder verschiedene Eisenbahnnetze mit einander zu verbinden, ist überhaupt eine so wichtige, dass auch der bescheidenste Beitrag zu ihrer Lösung verdient, ohne Vorurtheil aufgenommen zu werden.

Vor wenig Jahren hat die *Gotthardbahn* sich in angelegentlichster Weise mit dieser Aufgabe beschäftigt. Hervorragende Fachleute haben ihre Meinung abgegeben, haben dabei nicht nur Adhäsions- und Zahnradlocomotiven, sondern auch Seil- und atmosphärische Bahnen in Betracht gezogen und miteinander verglichen, ohne dass Jemand solches für unstatthaft gehalten hätte.

Für den Techniker concentrirt sich diese Aufgabe zunächst darauf, eine gewisse Höhe zu überwinden. Bei der *Harzbahn* wird dies durch Anwendung einer Maximalsteigung von 60 ‰ und 55 t schweren Zahnradlocomotiven gemischten Systems erreicht. Die amerikanischen Ingenieure haben, um relativ dieselbe Höhe zu überwinden, eine fast dreimal längere Bahn und trotzdem noch eine doppelt so schwere Locomotive zu Hülfe genommen. Sie sind aber immerhin mit der Steigung auf 22 ‰ geblieben, haben also nach allgemeinen Begriffen keine „*Flachbahn*“ erstellt, gleichwol betreiben sie ihre Linie mit Adhäsionslocomotiven, die wie die meisten amerikanischen Maschinen unter ähnlichen Verhältnissen mit 12 $\frac{1}{2}$ bis 13 km Geschwindigkeit fahren.

Die Amerikaner machen es also ganz wie wir hier: Sie wollen auch in den wildesten Gebirgen wirkliche Flach-

bahnen bauen, weil aber das Geld hiezu nicht ausreicht, so begnügen sie sich mit einem *Mittelding* von Steigung, stellen darauf die für Flachbahnen geeigneten Locomotiven und machen diese, um noch etwelche Lasten befördern zu können, unverhältnissmässig schwer.

Unsere Vorfahren und unsere Collegen für den Strassenbau sind in dieser Richtung viel practischer, sie bauen in der Ebene wirkliche *Flachstrassen*, im Gebirge aber *Bergstrassen*, indem sie diesen entsprechend höhere Steigungen geben.

Schon heute gibt es nun freilich auch eine namhafte Zahl von Fachleuten, welche an der Durchführung dieses Grundsatzes auch bei den Eisenbahnen arbeiten. Und es wäre nachgerade kein Unglück, wenn die Techniker ihr Ideal nicht allein darin fänden, ganze Bahnen als unterbrochene Kunstbauten auszuführen, statt das natürliche Terrain zu benutzen, nur deshalb, um einen Motor anwenden zu können, der bloss in beschränkten Grenzen günstig arbeitet, sondern sich bei aller Gewissenhaftigkeit über Solidität und Leistungsfähigkeit auch jene Frage stellen wollten, ob dabei das ihnen anvertraute Geld nutzbringend angelegt ist. Dass in dieser Richtung viel gesündigt wurde und dass dieser Umstand nicht wenig dazu beigetragen hat, gerade den Techniker von gewissen Stellen auszuschliessen, wo er zum allgemeinen Wohle wesentlich beitragen könnte, dürfte nicht geleugnet werden.

Das Volk vermag nicht nach allen Seiten hin 100 Millionen à fonds perdu hinzugeben, um für eine kaum grössere Summe mit knapper Noth einen anständigen Zins zu erhalten, es vermag nicht überall den km Bahn mit einer Million zu erkaufen, um schliesslich doch nur ein Verkehrsmittel zu haben, das nicht betriebssicherer und vielleicht nicht einmal leistungsfähiger ist, als eine Zahnstangenbahn, die per km nur die Hälfte oder noch weniger gekostet haben würde.

Bei der Harzbahn z. B. stellt sich der km auf rund 190 000 Fr., mit Einschluss des Betriebsmaterials und aller Einrichtungen. Die seit vielen Jahren projectirte Adhäsionsbahn hätte nicht nur das Doppelte gekostet, sondern ausserdem noch den Uebelstand gehabt, dass sie auf ihrem Wege eine Reihe industrieller Ortschaften und Werke *nicht* berührt hätte.

Dass die Anwendung grosser Steigungen den Bau einer Bahn billiger macht, darüber sind wir alle einig, weniger darüber, mit welchen Motoren diese steilern Bahnen betrieben werden sollen; doch davon im folgenden Abschnitt.

Ad. II. Ueber den *Adhäsionscoefficienten* ist seit fünfzig Jahren schon viel geschrieben worden, ohne dass er sich geändert hätte.

Eine Adhäsion zwischen Schienen und Rad von $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ ist nichts Neues. Um diese zu beobachten, braucht man nicht erst nach Amerika zu gehen, das können wir *ausnahmsweise* auch auf unsern Bahnen haben; aber hart daneben und vielleicht ebenso häufig auch $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$ und noch weniger. Wenn die Erwidrerung vorsichtigerweise von „*Maximal-Adhäsionscoefficienten*“ spricht, so dürfte Jedermann das unstatthaft finden, diesen für eine steile Bahn, die durch ein langes und wildes Gebirge führt, als *normal* hinzustellen. Es ist dieses ebenso unstatthaft, als wenn man zu Gunsten des Zahnradsystemes mit $\frac{1}{15}$ und $\frac{1}{18}$ rechnen wollte, Coefficienten, die ebenfalls beobachtet werden.

Es gibt auch europäische Locomotivbauer, die die Zugkraft ihrer Maschinen zu $\frac{1}{5}$ des Adhäsionsgewichtes und mehr angeben (im Allgemeinen sind ja überhaupt die Dampfcylinder unter dieser Annahme bemessen), und gleichwol verhalten sich ihre Maschinen bei ungünstigem Schienenzustande um kein Haar besser, als jene anderer Leute.

Wol hat *Morin* den Reibungscoefficienten der Bewegung zwischen Schmiedeseisen und Schmiedeseisen bei *trockener*

Oberfläche zu 0,44 gefunden, derjenige für den Ruhezustand, der hier in Betracht kommt, müsste also noch grösser sein; aber unmittelbar daneben gibt dieselbe Autorität den Reibwiderstand derselben Materialien bei „wenig fettiger Oberfläche“ zu 0,13 also zu rund $\frac{1}{8}$ an.

Es braucht nun kaum hervorgehoben zu werden, dass nicht nur reines Fett, sondern auch Feuchtigkeit in ihren verschiedenen Zusammensetzungen und Graden ein wirkliches Schmiermittel zwischen Schienen und Rädern bildet, dass aber auch sehr oft eigentliches Schmiermaterial, von dem Rollmaterial herrührend, direct den Schienenzustand verschlimmert.

Es ist auch vor Jahren gerade in dieser Fachschrift hervorgehoben worden, dass der Betrieb des *Hauenstein* und der *Jurabahn* dargethan hat, wie das Waschen der Schienen, welches die Adhäsion begünstigt, regelmässig durch jede passirende Maschine vorgenommen werden muss, ansonst die Wirkung verloren geht und sofort die alten ungünstigen Verhältnisse wieder eintreten.

Von $\frac{1}{4}$ Adhäsionscoefficient auf den auch auf Gebirgsbahnen zuverlässig gerechnet werden kann, wissen unsere Betriebsbeamten nichts, und es ist über allen Zweifel erhaben, dass ihre Ehrenhaftigkeit es keinem von ihnen gestatten würde, bei Normirung der Zugsbelastungen $\frac{1}{7}$ und für gewisse Fälle noch weniger zu rechnen, wenn sie es mit ihrer Erfahrung und der Sicherheit des Betriebes vereinbaren könnten.

Alle diese Leute wissen auch recht wol, dass eine grosse Räderzahl günstig auf die gleichmässige Adhäsion einwirkt, es wird auch gerne zugestanden, dass 12 t Achsenbelastung nicht überschritten werden sollte. Ob aber Zehnkuppler nun gerade das Ideal einer Gebirgslocomotive bilden, das ist eine andere Frage. Wenn freilich diese Maschinen eine geringe Achsenbelastung mit einem grossen Adhäsionsgewicht verbinden — beides entschiedene Vorzüge — so ist doch unvermeidlich, dass in Folge des langen steifen Radstandes die Schienenlage in den Curven arg mitgenommen und sehr viel Kraft zur Fortbewegung des Motors absorbiert wird.

Eine Locomotive mit so vielen gekuppelten Rädern mag, wenn diese frisch abgedreht aus der Werkstätte kommen, in gerader Linie ganz schöne Resultate aufweisen, aber schon nach wenig Monaten hat die ungleiche Abnutzung der Tyres sehr verschiedene Raddurchmesser zur Folge, die bis zu 2 cm von einander abweichen können. Dieselbe Erscheinung zeigt sich nun in jeder Curve schon am ersten Tage. Welch' nachtheiligen Einfluss aber zehn steif verbundene Räder, die bei jeder Umdrehung bis zu 6 cm verschiedene Wege abwickeln, auf die nützliche Zugkraft ausüben, braucht wol nicht erst nachgewiesen zu werden.

Es ist daher bis zu einem gewissen Grade begreiflich, dass es eine Anzahl Techniker gibt, die erklärt, lieber mit einem Sechskuppler mit 15 bis 16 t Achsenbelastung als mit Zehnkupplern von 5 und 6 m langem, festem Radstand unsere Bergbahnen betreiben zu wollen.

Französische Bahnen haben vor geraumer Zeit einen Fortschritt zu finden geglaubt, indem sie nicht nur Zehn-, sondern sogar Zwölkuppler bauten. Diese haben aber in den Curven einen so ausserordentlich niedrigen Nutzeffect ergeben, dass die Construction bald wieder verlassen wurde.

Ein auch etwas höherer Adhäsionscoefficient der Vielkupppler wird also durch anderweitige Nachtheile paralysirt.

Zu allem Ueberfluss sind nun die citirten amerikanischen Locomotiven Nr. 1090 (sollte es nicht heissen 1019?) Nr. 3855, 3862, 3863, welche so glänzende „Maximal-Adhäsionscoefficienten“ aufweisen, durchaus keine *neuesten* Constructionen, sondern nach bekannten Modellen gebaut und selber schon an 10 Jahre im Betriebe. Sie und ihre Bauart bis in alle Details sind gewiss auch einer grossen Zahl von europäischen Locomotivbauern und Betriebsbeamten seit Langem genau bekannt und haben trotz allem Streben nach Vervollkommnung und trotz der strengen Lehrmeisterin „Noth“, die sich seit Jahren bei manchen unserer Bahnen eingestellt hat, keine Revolution im Locomotivbau hervor-

zubringen vermocht. Ja, es dürfte sogar erlaubt sein, zu vermuthen, dass selbst unsere Collegen unter dem Sternbanner vielleicht weniger in Folge riesigen Verkehrs, als gerade aus Mangel eines treuen Adhäsionscoefficienten von $\frac{1}{3}$ so schwere Locomotiven anstellen.

Ad III. Was zum Schluss die hohe Leistung der amerikanischen Locomotiven pro t Gewicht anbelangt, so möchten wir vorab ganz bescheiden bemerken, dass wenn eine Maschine eine Zugkraft von 10 260 kg aufwendet und mit 19 km fährt, sie eine Leistung von

$$\frac{10\,260 \times 19 \times 1\,000}{75 \times 3\,600} = 722 \text{ Pferdestärken und nicht bloss von } 629 \text{ ausübt.}$$

Eine Locomotive nach Nr. 3862 ist nun eine Maschine mit 4 gekuppelten Achsen, einem Bisselgestell und einem Schlepptender.

Das Adhäsionsgewicht beträgt	40,5 Tonnen
Das todte Gewicht auf der Laufachse	5,5 „
Dasjenige des Schlepptenders im dienstfähigen Zustande	25 „
Zusammen	71 Tonnen.

Wenn diese Locomotiven nun wirklich 629 Pferdestärken leisten, dann trifft es

$$\frac{629}{71} = 8,86 \text{ pro } t \text{ Gewicht und nicht } 14.$$

Als unstatthaft halten wir derartige Rechenkünste, nicht aber das Zugrundelegen von Coefficienten, mit denen allgemein beim Betriebe von Gebirgsbahnen gerechnet wird; als unstatthaft halten wir, Maximalcoefficienten und Fahrten unter günstigen Verhältnissen, einer normalen und zuverlässigen Leistung gegenüber zu halten; und dieses Recht bestreiten wir, eine Locomotive mit Wasser, Kohlen, Sand und Werkzeugen ausgerüstet, in Vergleich zu ziehen mit einer ohne ein Atom von Vorräthen.

„El Gobernador“ selber, wenn er 14 690 kg Zugkraft hat, und damit 13 km stündlich zurücklegt, arbeitet bloss mit 708 Pferdestärken, d. h. mit 6,6 pro t Maschinengewicht. Selbst wenn man die 10 Mehrgewicht an Vorräthen und den Theil des damit wegfallenden Tendergewichtes in Abzug bringt, so trifft es immerhin nur etwa 8 Pferde per t, während die *Abt'schen* Maschinen für *normale* Leistung 9,3 Pferdestärken aufweisen.

Efforts engendrés par les moments fléchissants dans les barres de treillis et les montants des poutres à treillis multiple.

Beaucoup d'Ingénieurs pensent qu'on ne doit pas admettre dans le calcul des poutres des ponts métalliques le même coefficient pour les membrures et pour les barres de treillis, et recommandent d'adopter pour ces dernières un coefficient plus faible.

Les considérations théoriques qui peuvent justifier cette manière de voir sont les suivantes:

- 1° La tendance au flambage que présentent ces barres lorsque leur longueur est grande relativement à leurs dimensions transversales.
- 2° La flexion qui se développe dans ces barres lorsque les efforts ne sont pas transmis exactement dans l'axe de la pièce.
- 3° Les efforts secondaires qui sont engendrés par les attachés rigides.

Si l'on tient compte des trois facteurs précédents, en ajoutant les efforts qui en résultent aux efforts principaux, il n'y a plus, à notre avis, de raison d'exiger une sécurité plus grande pour les treillis que pour les platebandes, excepté cependant dans le cas particulier de poutres à treillis multiple avec montants, dans lesquelles, outre les efforts dont nous venons de parler, il se produit encore des efforts de tension et de compression très-importants et qui sont dus aux moments fléchissants de la poutre elle-même.