

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	15/16 (1890)
<b>Heft:</b>	24
<b>Artikel:</b>	Die Abnutzung der Schienen in Folge ihrer elastischen Durchbiegung
<b>Autor:</b>	[s.n.]
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-16469">https://doi.org/10.5169/seals-16469</a>

### 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:** 20.02.2026

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

Zur Bemessung der für eine Neuanlage nöthigen Leistungsfähigkeit in der Kraftstation sind natürlich zunächst die specifischen Verhältnisse zu berücksichtigen. Je grösser die Bahn ist, desto weniger Kraft wird man für einen Motorwagen anzunehmen haben. Man kann bei Bahnen unter 5 % Steigung und etwa 10 gleichzeitig in Betrieb stehenden Motorwagen 15 HP., bei grösseren Anlagen bis etwa 50 Motorwagen 12 HP., bei solchen über 50 Motorwagen 10 HP. und etwa bei 100 Wagen 7,5 HP. pro Motorwagen rechnen; dagegen wären beispielsweise bei bloss 3—5 Motorwagen mit grossen Steigungen 20 HP. und mehr per Wagen anzunehmen.

Ueber die Kosten der Anlage einer oberirdischen Bahn lassen sich nur Ziffern innerhalb ziemlich weiter Grenzen geben, weil überall die speciellen Verhältnisse berücksichtigt werden müssen. Aus vielen gesammelten Daten habe ich folgende Mittelwerthe herausgezogen:

Kosten der Kraftstation (für grössere Bahnen), complet sämmt Grund, Gebäude, Maschinen und Kessel zwischen 750—1000 Fr. per HP.

Kosten für complete Umwandlung eines Kilometers bestehenden) eingeleisigen) Traces sammt Eisensäulen, Drähten etc. zwischen 20—30 000 Fr.

Kosten für Umwandlung eines Wagens für electrischen Betrieb mit zwei Motoren zu 15 HP. sämmt allen Apparaten und Gestell ohne Wagenkörper zwischen 20 000 und 27 500 Fr.

Was die Rentabilität der electrischen Bahnen anbelangt, so lassen sich gleichfalls bestimmte Angaben schwer machen; dass die Tramway-Compagnien ihren Nutzen finden, zeigt am Besten die allgemeine, rapide Adoptirung des Systems; aus mir vorliegenden Ausweisen ergibt sich in den Fortbewegungskosten eine durchschnittliche Ersparniß von 25 bis 50 % gegen den früheren Pferdebetrieb, hauptsächlich herbeigeführt durch die bessere Ausnutzung der Wagen, welche von 170 bis fast 250 Wagenkilometer per Tag gegen 70—80 km früher mit Pferden zurücklegen. Dazu kommt, dass sich durch die Bequemlichkeit der schnellen Fortbewegung der Verkehr überall sehr stark, oft — wie mir versichert wurde, bis 50 % hebt. Unter so günstigen Verhältnissen ist es kein Wunder, dass die Tramwaygesellschaften nur sehr ungern Rentabilitätsziffern veröffentlichen, da sie sich hiebei der Gefahr aussetzen würden, von der Bevölkerung zur Herabsetzung der Fahrpreise gezwungen zu werden, dass sie dagegen trachten, alle ihre Linien möglichst rasch mit electrischem Betriebe auszurüsten.

### Die Abnutzung der Schienen in Folge ihrer elastischen Durchbiegung.

Die stärkste Abnutzung der Schienen findet im Allgemeinen auf der Kopffläche und an der innern seitlichen Anlagefläche des Spurkranzes statt. Wesentlich anderer Art sind die Abnutzungen, die zwischen Fuss und Unterlagsplatte, zwischen dem Fuss und den Schienenbefestigungsmitteln, an den Anlageflächen zwischen Schiene und Lasche stattfinden. Es sind dies im Wesentlichen alles Schleifwirkungen, die durch kleine horizontale Bewegungen der Schiene, in Folge der Verbiegungen derselben auftreten; natürlich werden diese Wirkungen in unberechenbarer Weise durch die hinzutretenden unregelmässigen Stösse der Fahrzeuge vergrössert. Den erstern stetigen Theil derselben hat Herr Dr. Zimmermann im Centralblatt der Bauverwaltung kürzlich in lehrreicher Weise zergliedert und ist dabei an Hand einer kurzen mathematischen Entwicklung zu einem für die Praxis beachtenswerthen Ergebniss gelangt. Wir wollen seinen Gedankengang hier kurz wiedergeben.

Wird auf die Schiene zwischen zwei Schwellen eine Last aufgebracht, so biegt die Schiene sich durch, wobei die untern Fasern um einen gewissen Betrag ausgedehnt, die obere nahezu um gleichviel verkürzt werden. Ist die Schiene auf einer der beiden Schwellen festgemacht und ruht sie auf der andern frei auf, so wird sie auf dieser

um den Betrag der Faserverlängerung gleiten; ruht sie dagegen auf beiden Schwällen frei auf, so wird sie auf derjenigen gleiten, auf welcher die Reibung, demnach bei gleichem Reibungscoefficienten der Auflagedruck kleiner ist. Bewegt sich in diesem Fall das Rad von der einen, sagen wir der linken Schwelle gegen die Mitte hin, so wird, bis dieser Punkt erreicht ist, der Druck auf der rechten Schwelle geringer sein, die Gleitung demnach auf dieser stattfinden und zwar nach rechts hin. Bewegt sich das Rad von der Mitte weg weiter gegen die rechts liegende Schwelle, so ist der Druck auf der links liegenden geringer und während nun die Schiene wieder allmälig in die gerade Form zurückkehrt, die untern Fasern derselben sich also verkürzen, gleiten sie auf dieser Schwelle um den Betrag der Verkürzung, ebenfalls nach rechts hin. Die Reibungsarbeit zwischen Schiene und Unterlageplatte ist in beiden Fällen die nämliche, da jedem Element des Reibungsweges beidseitig der nämliche Auflagedruck zukommt; sie beträgt im Ganzen

$$A = \frac{G^2 e f l^2}{6 E J}$$

Hierin bedeutet:

*G* den Raddruck,

*e* die Höhe der horizontalen Schweraxe der Schiene über ihrer Fussfläche,

*f* den Reibungscoefficienten,

*l* die halbe Schwellenentfernung,

*J* das Trägheitsmoment der Schiene,

*E* den Elasticitätscoefficienten.

Nebenbei sei auf den Umstand aufmerksam gemacht, dass die Verschiebung der Schiene auf den Schwällen immer in der nämlichen Richtung, und zwar in der Bewegungsrichtung des Fahrzeuges geschieht; dieser Umstand allein schon würde die Neigung zum Wandern der Schienen erklären, doch treten jedenfalls noch andere Ursachen hinzu. Die Grösse des von der Schiene zurückgelegten Weges beim Ueberrollen eines Rades von einer Schwelle zur andern würde erhalten aus

$$w = \frac{G e l^2}{2 E J}$$

Ist nun aber die Schiene mit der linken Schwelle fest verbunden, so kann sich dieselbe nur noch auf der rechts liegenden bewegen. Während der ersten Hälfte des Radweges bleibt die Reibungsarbeit genau die nämliche wie im vorigen Fall; während sich aber das Rad von der Mitte aus nach der rechten Schwelle hin bewegt, müssen auf dieser die untern Fasern der Schiene der Fahrtrichtung entgegen nach links gleiten trotz des immer wachsenden Auflagedruckes, mit welchem natürlich der Bewegungswiderstand und die Arbeit wächst. Die gesamme Reibungsarbeit muss also in diesem Fall bedeutender sein als in demjenigen der unbefestigten Schiene und zwar wurde sie gefunden zu

$$A = \frac{G^2 e f l^2}{2 E J}$$

d. h. dreimal so gross. Im übrigen ist der Bau der Formeln der nämliche, es lassen sich daher einige allgemeine, auf beide Verhältnisse gültige Schlussfolgerungen aus denselben ziehen. In erster Linie ist ersichtlich, dass die Reibungsarbeit mit wachsender Steifigkeit der Schiene, d. h. mit wachsenden Werthen von *J* und *E* abnimmt, was sich aus der geringern entsprechenden Durchbiegung leicht erklärt; dagegen nimmt sie im quadratischen Verhältniss zu mit der Last und der Schwellenentfernung.

Auffällig ist hier auf den ersten Blick namentlich die Abhängigkeit vom Quadrat der Belastung; doch wird dies verständlich, wenn man bedenkt, dass sowohl die Durchbiegung, als auch die Grösse der Reibung zwischen Schiene und Unterlage der Last direct proportional sind. — Wird daher bei Verstärkung des Oberbaues, um ihn einer grösseren Belastung anzupassen, lediglich auf entsprechende Vermehrung der Biegungsfestigkeit der Schiene gesehen, derart z. B., dass die grösste Zug- und Druckspannung die nämliche bleibt, so wird in dem verstarkten Oberbau die Rei-

bungsarbeit trotzdem noch im Verhältniss der Last gewachsen sein; sollte die Reibungsarbeit die nämliche bleiben, so müsste das Widerstandsmoment im quadratischen Verhältniss mit der Last wachsen. Es kann dieser sehr beachtenswerthe Umstand mit zur Erklärung herangezogen werden, wenn man nach der Ursache des oft raschen Zugrundegehens eines Oberbaus nach der Einstellung schwerer Locomotiven sucht, die in den durch die vergrösserte Belastung erhöhten Biegungsspannungen allein bei weitem nicht gefunden werden kann. Denn ähnlich wie zwischen Schiene und Unterlage wächst die Reibungsarbeit auch zwischen der Schiene und den Befestigungsmitteln und selbst zwischen Schiene und Laschen.

Freilich muss noch bemerkt werden, dass die Ergebnisse dieser Untersuchung nur im Allgemeinen als richtig zu betrachten sind. Den Formelwerthen kann keine grössere Genauigkeit zugeschrieben werden, da dieselben aus in der Wirklichkeit nicht zutreffenden Voraussetzungen abgeleitet worden sind; die Schiene ist nämlich als ein auf zwei festen Stützen ruhender einfacher Balken betrachtet worden, während sie in Wirklichkeit ein continuirlicher Balken auf nachgiebigen Stützen ist. Als erste Annäherung werden die Formeln aber doch gelten dürfen und da auch in den genauen Ausdrücken die Rangordnung der auftretenden Grössen in der Hauptsache die nämliche bleiben würde, so verlieren der Gedankengang und die gezogenen Schlüsse durch die eingeführte Rechnungserleichterung nicht ihr Interesse und ihre Gültigkeit.

### Miscellanea.

**Ueber den Bau der Sibirischen Eisenbahn**, von welcher in unserer Zeitschrift wiederholt die Rede war, macht die deutsche Bauzeitung auf Grundlage russischer Zeitungsberichte folgende Mittheilungen:

Die mit der Prüfung des Bauplans betraute Commission hat in letzterer Zeit mehrere Sitzungen gehalten. Der allgemeine Plan der Commission ist in drei Theile getheilt:

1. Recognoscirung und Vorarbeiten, 2. Prüfung der technischen und finanziellen Bedingungen und 3. die Wahl der Richtung der Bahn.

Die beiden ersten Fragen wurden in den zwei ersten Sitzungen, die letztere nach lebhaften Verhandlungen in einer am 3. November abgehaltenen Sitzung entschieden. Und zwar wurde die Richtung des westlichen Theils der künftigen Bahn, d. h. bis Irkutsk, bestimmt. Es handelte sich insbesondere um die Wahl zweier Richtungen, eine nördliche über Ufa, Slatoust, Omsk, Tomsk, Krassnojarsk, Nishneudinsk und Irkutsk und eine südliche über Orenburg, Orsk, Albassarsk, Akmolinsk, Ssemipalatinsk, Minussinsk, Nishneudinsk und Irkutsk. Erstere Richtungen bezweckt hauptsächlich Colonisation und Befriedigung der Bedürfnisse des Landes; die südliche strebt die kürzeste Verbindung des europäischen Russlands mit Wladiwostok und Erlangung eines grossen Durchgangs-Verkehrs an. Die Mehrzahl stimmte für erstere Richtung.

Betreffs der erstenen Frage beschloss die Commission, den Vorarbeiten örtliche Untersuchungen voran gehen zu lassen u. s. w.

Was die technischen und die finanziellen Bedingungen anbetrifft, so wurde ungefähr Folgendes beschlossen: Das Durchschnittsprofil des Erddamms muss 4,024 m Breite haben. Die äusserste Neigung des Längenprofils in der Ebene muss 0,006 und der Halbmesser 609 m betragen. In gebirgigen Gegenden kann die äusserste Neigung des Profils bis 0,012 und der Halbmesser bis 244 m zugelassen werden. Alle Kunstdämmen müssen möglichst billig, die Brücken aus Holz hergestellt werden. Auch sind Dampffähren zulässig (deren Werth bei dem wechselnden Niveau der sibirischen Flüsse immerhin fraglich bliebe). Die Ussuri-Linie (Zweigbahn) kann schmalspurig gebaut werden. Die Stationen sind in Entferungen von je 53 km zu bauen.

Die Zahl der Stations-Geleise muss eine möglichst beschränkte sein. Der Bau von Waaren-Plattformen, Packhäusern und Telegraphen kann aufgeschoben werden. Der Verkehr auf der Bahn kann mit Hilfe des Zugstabs und des Telephones von Statthen gehen.

**Eisenbahnbau in Siam.** Im Auftrag des siamesischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten macht der Generaldirektor der siamesischen Staatsbahnen, Baurath Bethe in Bangkok, welcher aus dem preussischen Staatsdienst beurlaubt im vorigen Jahr in siamesische Dienste getreten

ist, bekannt, dass in einigen Monaten die öffentliche Ausschreibung der Bauarbeiten für die normalspurige Staatsseisenbahn von Bangkok über Bang-Pa-In, Ajuthia, Saraburi nach Korat erfolgen werde, deren Ausführung entweder in einzelnen Loosen von 70 bis 100 km oder im Ganzen für die 268 km lange Strecke an eine Generalunternehmung vergeben werden soll. Allfälligen Bewerbern wird empfohlen, sich die Linie vorher anzusehen, wozu die Zeit bis Ende Februar am besten geeignet ist. Die Pläne können von Neujahr an in Bangkok eingesehen werden. Die Bahnlinie führt von Bangkok bis km 75 auf einem 2 bis 4 m hohen Damme durch das Ueberschwemmungsgebiet des Menamflusses und ist an vielen Stellen unmittelbar zu Wasser zugänglich. Von km 75 bis 136 ist die Bahn während der trockenen Jahreszeit auf unbeschotterten Landwegen erreichbar und sie liegt fast in gleicher Höhe mit dem natürlichen Terrain, von km 136 bis 180 ist sie nur mittelst Saumthieren zugänglich, während von dort bis Korat wieder Wege sind. Von km 136 tritt sie in die mit dichtem Wald bestandenen Gebirgsthäler ein und windet sich an deren Lehnen mit Steigungen von 15% und Krümmungen von min. 180 m Radius zur Wasserscheide auf 394 m Meereshöhe (bei km 171,3) empor. Bei km 180 beginnt die Hochebene in ungefähr 312 m Meereshöhe. Von hier bis Korat geht die Bahn in sehr sanftem Gefälle ohne irgendwelche schwierige Bauten fast in gleicher Höhe mit dem natürlichen Terrain. Die Bauzeit ist für Bangkok-Ajuthia auf zwei Jahre und für Ajuthia-Korat auf vier bis fünf Jahre nach erfolgtem Vertragsabschluss festgesetzt.

**Erygmatoscop von G. Trouvé.** Der französischen Academie der Wissenschaften wurde kürzlich ein von G. Trouvé erfundenes und mit dem in der Ueberschrift angeführten Namen belegtes Instrument vorgezeigt, welches das Innere eines Bohrloches mit dem Auge zu untersuchen gestatten soll. Es besteht der Hauptsache nach in einer Glühlampe von grosser Leuchtkraft, die in einem Cylinder eingeschlossen ist. Die eine Hälfte dieses Cylinders bildet den Reflector, die andere Hälfte ist aus starkem Glas, welches die Lichtstrahlen durchgehen und auf die durch diese stark beleuchteten Erdschichten fallen lässt. Nach unten ist der Cylinder abgeschlossen durch einen elliptisch begrenzten unter 45° geneigten Spiegel, welcher durch eine viereckige Öffnung im Deckel des Cylinders ein Bild der beleuchteten Schicht nach oben wirft. Dieses wird von hier aus durch ein kräftiges galileisches Fernrohr betrachtet und soll so deutliche Ansichten der vom Bohrloch durchfahrenen Schichten gestatten, dass sehr werthvolle Schlüsse über die Gesteinsarten bis in Tiefen von 200—300 m erhältlich seien, ja selbst bis tiefer hinunter; so weit überhaupt als die Kraft des Fernrohrs reicht. — Die von der portugiesischen Regierung nach Mozambique entsandte Commission zur Untersuchung des Bodens nach Erzen und namentlich nach Steinkohle ist mit dem beschriebenen Apparat ausgerüstet und soll demselben schon werthvolle Aufschlüsse verdanken.

**Versuchsschnellzug auf der französischen Nordbahn.** Mit einer neuen verbesserten Schnellzugslocomotive wurden kürzlich Fahrversuche zwischen Paris und Calais angestellt. Die Reisenden waren durch im Gewicht entsprechende Bleiklötzte ersetzt. Zwischen Paris und Amiens betrug die mittlere Geschwindigkeit 83 km pro Stunde; die vor Survilliers vorhandene Rampe von 18 km Länge und 5% Steigung wurde mit 75—80 km genommen. Im Rückweg, der über Lille stattfand, waren die mittlern Geschwindigkeiten kleiner, dagegen wurden vorübergehend oft 95 km erreicht, auf der oben erwähnten Rampe nun bei der Thalfahrt selbst 115 km. — Die mittlern erreichten Geschwindigkeiten können keinen Anspruch auf Ungewöhnlichkeit machen und die grössten sind in England längst bedeutend überholt worden. Die benutzte Locomotive hatte zwei gekuppelte Triebräder von 2,45 m Durchmesser und ruhte vorn auf einem mit zwei Rädern versehenen Drehgestell.

**Pneumatischer Meissel.** Wo Druckluft zur Verfügung steht, kann mit Vortheil der vom Amerikaner M. Coy erfundene und patentirte pneumatische Meissel zur Verwendung gelangen. Die Leistungsfähigkeit desselben soll eine überraschend grosse sein, indem der einfach mit der Hand an den Stein — Sandstein, Marmor, Granit — geführte Meissel ohne Schwierigkeit in denselben eindringt. Das Werkzeug besteht in der Hauptsache aus einem durch einen Kolben geführten Stahlmeissel. Der Kolben macht unter dem Einfluss der Druckluft und einer entgegenwirkenden Spiralfeder ungeheuer viele, nämlich 15 000 Schläge in der Minute, woraus sich seine Wirkung erklärt. Die Abkühlung der arbeitenden und sich ausdehnenden Luft verhindert die Erhitzung der Theile. Die Steinflächen sollen sich nach solcher Bearbeitung leichter poliren lassen als nach der gewöhnlich üblichen.