

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	13/14 (1889)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Die electrische Eisenbahn von Bessbrook nach Newry in Irland
<b>Autor:</b>	[s.n.]
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-15606">https://doi.org/10.5169/seals-15606</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:** 05.02.2026

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

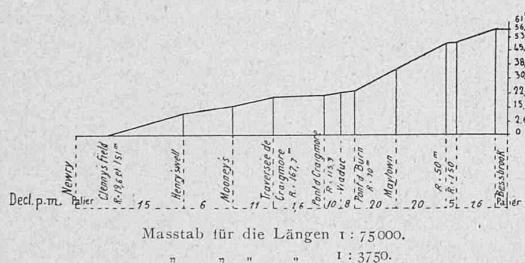
INHALT: Die electrische Eisenbahn von Bessbrook nach Newry in Irland. --- Literatur: Die Baumechanik. — Necrologie: † Joseph Clo, Ingénieur. — Miscellanea: Einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement in Oesterreich. Internationaler Congress der Architecten in

Berlin. Die Gewerbeschule in Zürich. Fernleitungs-Dynamo. — Concurrenzen: Kron- und Wandleuchter für electrisches Licht. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittlung.

## Die electrische Eisenbahn von Bessbrook nach Newry in Irland.

Die electrischen Bahnen befinden sich vorläufig noch im Entwickelungsstadium und zwar geht die Weiterentwicklung in Europa ziemlich langsam vorwärts. Hatte man seinerzeit die grössten Hoffnungen auf den Betrieb mit Accumulatoren gesetzt, so kann man jetzt nicht umhin anzuerkennen, dass dieselben noch viel zu wünschen übrig lassen. Namentlich auf Linien mit erheblichen Steigungen, wo das Gewicht der mitgeführten Kraftquelle von wesentlichem Belang ist, kann kaum auf einen rentablen Betrieb gerechnet werden. Sollte es dagegen gelingen, die Accumulatoren bedeutend leichter und widerstandsfähiger zu bauen — und es ist anzunehmen, dass dies über kurz oder lang den eifrigen Bemühungen der Electrotechniker gelingen werde — dann allerdings wäre wohl der Kampf, namentlich für den Betrieb von Trambahnen, bald zu ihren Gunsten entschieden, weil bei diesem System die Wagen ebenso unabhängig von einander laufen, wie beim Pferdebetrieb. Vorläufig aber kommen noch auf eine Anlage mit Accumulatoren fast zehn solcher mit Zuführung von Electricität durch Leiter von einer Centralstelle aus. Es ist daher wohl am Platz, von einer Anlage dieses Systems, die zu den bedeutendern ge-

Fig. 1. Längenprofil der electrischen Eisenbahn.



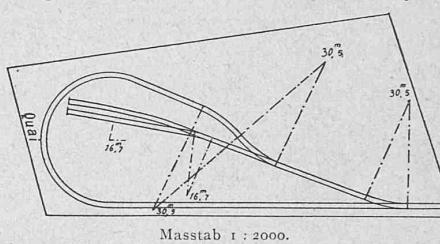
hört und als eine besonders gelungene bezeichnet werden kann, etwas eingehender Notiz zu nehmen.

Die Linie führt von Newry nach Bessbrook (in Irland). Sie wurde auf Veranlassung der Direction der Bessbrook Spinning Cie. vor etwa drei Jahren durch den bekannten englischen Electrotechniker E. Hopkinson erbaut, dem sie nach genügender Erprobung im Betrieb von der Gesellschaft der genannten Spinnereien abgekauft wurde. Die Bahn sollte in erster Linie zur Beförderung von Marmor von Bessbrook nach Newry und zum Rücktransport der für die Spinnereien nötigen Kohlen nach Bessbrook, in zweiter Linie dem Personenverkehr dienen. Es wurde verlangt, dass täglich in jeder Richtung 10 Züge verkehren könnten, die zusammen ein Nettogewicht von 200 Tonnen zu befördern im Stande wären, abgesehen vom Personenverkehr. Die electrische Locomotive sollte entweder 18 Tonnen Waaren netto, also abgesehen vom Gewicht der Güterwagen und demjenigen der Passagiere, mit 10 km Geschwindigkeit pro Stunde zu schleppen im Stande sein, oder aber 12 Tonnen netto mit 15 km Geschwindigkeit.

Die Bahn ist vorläufig einspurig aber mit Grund-erwerb für ein zweites Geleise gebaut; Spurweite 0,915 m. Sie besitzt eine Gesamtlänge von 4875 m mit einer mittleren Steigung von 11‰ und Maximalsteigungen von 20‰ auf einer zusammenhängenden Strecke von 1000 m. An den beiden Endstationen Newry und Bessbrook sind Schleifen mit 16,7 m Radius angebracht, welche erlauben den Zug zu wenden, ohne die Wagen abzukuppeln. Motorwagen sind zwei vorhanden, die zugleich dem Personentransport

dienen. Sie sind getragen durch je zwei vierrädrige, drehbare Rädergestelle, über deren vordern sich die Dynamomaschine in einem kleinen Verschlag befindet. Diese treibt mit einer Gall'schen Kette das hintere Räderpaar des Vordergestells an. Vor der Dynamomaschine auf einer kleinen Platform steht der Führer, den Commutator der Maschine und eine kräftige Schraubenbremse beherrschend, welche letztere auf die vier Räder des vordern Gestells wirkt. Hinter dem Maschinenraum liegt die grössere Abtheilung II. Classe, 24 Personen fassend und auf dem hintern

Fig. 2. Schleife bei der Endstation Newry.

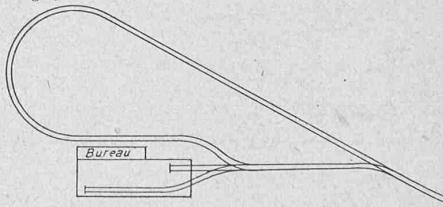


Masstab 1 : 2000.

Wagengestell die kleinere I. Classe, für 10 Personen berechnet. Letztere Abtheilung ist übrigens nur bei einem der beiden Motorenwagen vorhanden, beim zweiten, kleinen, fehlt sie. Der Controleur bedient noch eine zweite Bremse, welche auf die hintern vier Räder wirkt und welche durch die verschiedenen Wagen mittelst einer Kette gekuppelt werden kann. Die Personen-Abtheilungen sind durch einen Längsgang in zwei Hälften getheilt. Der grössere dieser Motoren-Wagen hat ein Gewicht von 8,25 Tonnen. Zum Personentransport dient ferner ein Wagen III. Klasse von 10 m Länge und 5½ Tonnen Gewicht, 44 Personen fassend.

Die zweiaxigen Güterwagen mit drehbarer Vorderaxe haben ein Bruttogewicht von 1200 kg und eine Tragkraft von 2000 kg, können also in beladenem Zustand von einem oder zwei Pferden, je nach den Steigungsverhältnissen der Strassen gezogen werden. Um das Umladen der Güter zu ersparen, sind sie nämlich so construirt, dass sie sowohl auf freier Strasse, als auf den Schienen der Bahn laufen können. Die 70 mm breiten Radfelgen besitzen, um dies zu ermöglichen, keine Spurkränze. Dafür werden die Räder der Güterwagen im Geleise durch Leitschienen geführt, die

Fig. 3. Schleife bei der Endstation Bessbrook.



Masstab 1 : 2000.

auf der innern Seite der Tragschienen angebracht sind und diese um 20 mm überragen. Die Tragschienen haben pro laufenden Meter ein Gewicht von 21 kg; die Leitschienen ein solches von nur 10 kg, beide sind als breitbasige Vignole-Schienen nebeneinander auf hölzernen Querschwellen befestigt. Der Materialbedarf für die Schienen ist bei dieser Anordnung allerdings um ein Drittel grösser geworden und zugleich sind die tragenden Schienen in ihrer Form ungünstiger, weil niedriger, gehalten. Diese Nachtheile scheinen aber aufgewogen zu werden durch den Umstand, dass das Umladen der Güter erspart wird. In den Curven der beiden Endstationen fehlen die Leitschienen, und es sind Vorrichtungen angebracht, welche erlauben, die Wagen aus

dem Geleis und in dasselbe zu bringen. Die Abnutzung der Räder soll nicht erheblich und der Widerstand im Geleise nicht grösser sein als bei Rädern mit Spurkranz. Solcher Güterwagen sind 22 vorhanden.

Erwähnenswerth ist eine auf automatischem Weg durch den Zug geschlossene und geöffnete Strassenschanke an einer Stelle, wo die Bahn unter schiefem Winkel eine Strasse schneidet. Die Vorderräder der Locomotive wirken, wenn sie sich auf ca. 40 m der 46 m langen Strassenkreuzung genähert haben, auf ein Pedal, welches einen Dreicgehalm

Fig. 4. Personenwagen mit Electromotor.

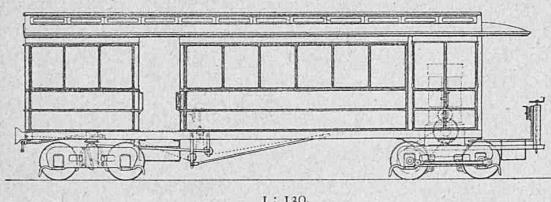
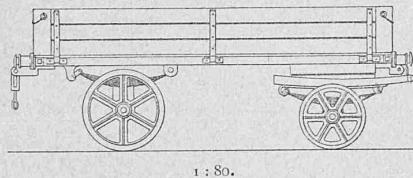


Fig. 5. Güterwagen.

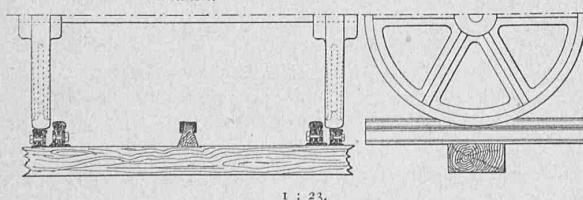


öffnet. Aus einem Wasserreservoir fliesst in Folge dessen Wasser in einen Schacht, in welchem ein Schwimmer hängt, der durch sein Gewicht die Barriere geöffnet erhält. Steigt er, so schliesst sich die Barriere. Durch ein zweites Pedal wird der Halm so gestellt, dass sich der Schacht entleeren muss und die Schranke steigt wieder in die Höhe.

Die Betriebskraft für die Anlage wird einem natürlichen Wasserlauf entnommen, der im Tag 13 000 m<sup>3</sup> mit einem Gefäll von 8,50 m liefert. Die Turbine und die beiden Generatoren befinden sich in der Nähe von Bessbrook. Die Turbine mit horizontaler Axe macht 290 Umgänge in der Minute und besitzt im Maximum 62 Pferdekräfte.

Die stromerzeugenden Dynamomaschinen, System Edison-Hopkinson, sind mit Nebenschlusswicklung versehen. Jede liefert bei 1000 Touren in der Minute und einer Spannung von 250 Volts einen Strom von 72 Ampères, was einer Leistung von 24,3 Pferdekräften entspricht. Eine einzige der Maschinen genügt für gewöhnliche Verhältnisse. Beim Anfahren und auf den Steigungen wächst die Stromstärke auf das zwei- bis dreifache, und da die Spannung möglichst constant bleiben sollte, so wären also als Motor Dynamomaschinen mit gemischter Wicklung angezeigt gewesen. Die Wahl von solchen mit Nebenschlusswicklung

Fig. 6. Oberbau, und Räder der Güterwagen.  
Schnitt. Seitenansicht.



geschah nur mit Rücksicht auf die Leichtigkeit der Kupplung derselben auf Quantität und der geringern Selbstinduction im Stromkreis beim Anfahren und Anhalten. Der electrische Nutzeffekt der sehr solid construirten Maschinen beträgt 92,2%, der industrielle 90,4%.

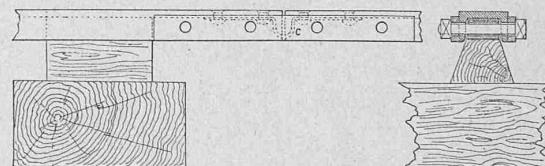
Die Stromzuführung zum Motor wird vermittelt durch ein **U** Eisen aus Stahl, das in der Längsaxe des Geleises laufend, auf hölzernen Klötzen ruht, die auf die Querschwellen aufgenagelt sind. An den Stössen der **U** Eisen ist die Leitung durch ein beidseitig sorgfältig aufgenietetes

Kupferseil gesichert. An den mit einer Ausnahme kurzen Strassenübergängen ist das **U** Eisen unterbrochen und das Kupferseil, aus 37 Drähten bestehend und sehr sorgfältig isolirt, ist auf die ganze Länge des Unterbruches unterirdisch geführt. Da die vordere, den Strom aufnehmende Bürste das **U** Eisen erreicht, ehe die hintere dasselbe verlässt, wird der Strom nicht unterbrochen.

Eine einzige Ausnahme macht die schon erwähnte Strassenkreuzung von 46 m Länge. Hier musste zu einem andern Auskunftsmittel geschritten werden, das darin besteht, dass der Strom oberirdisch geführt wurde mit Hülfe eines Kupferdrahtes, der an zwei Stangen befestigt ist und die Strasse in einer Höhe von etwa 4½ m lose in schiefer Richtung überspannt. Ueber dem Motorwagen befindet sich eine eiserne Querstange in solcher Höhe, dass der erwähnte Kupferdraht beim Passiren der Kreuzung auf derselben schleift, und so einen Contact herstellt, der sich als durchaus zuverlässig erwiesen haben soll. Das nämliche einfache Mittel gestattet auch die Abzweigung zweier Linien. Es werden zu diesem Zwecke für beide Geleise die Leitungen auf eine gewisse Distanz oberirdisch geführt, und beide Drähte etwas hinter der Abzweigung durch einen quer gespannten Draht verbunden. In diesem Fall müssen aber zwei Contactstangen vorn und hinten über dem Wagen angebracht sein. In dem Augenblick, in welchem die hintere Contactstange des abzweigenden Wagens den Leitungsdrähten des Hauptgeleises verlässt, ist die vordere Contactstange schon in Berührung mit dem Leitungsdrähten des Nebengeleises, welcher jetzt den Strom durch den quergespannten Draht aus der Leitung des Hauptgeleises erhält.

Die Unterlagsklötze, auf welchen die die eigentliche Zuleitung bildenden **U** Eisen befestigt sind, bestehen aus getrocknetem Paraffin gekochtem Pappelholz, von welchem sie 75% ihres Gewichtes aufnehmen. Der Isolationswiderstand der Zuleitung beträgt bei einer Spannung von 250 Volt 620—555 Ohm pro Kilometer unter ungünstigen

Fig. 7. Leitung des electrischen Stromes.  
Längs-Ansicht. Querschnitt.



Umständen, was für die Praxis ausreichen dürfte, da der Verlust nur ca. 1/6 Ampère oder 6/100 Pferdekraft pro Kilometer ausmacht. Bei sehr feuchtem Wetter kann derselbe allerdings auf das Vierfache ansteigen. — Die **U** Eisen sind aus Stahl gewalzt, der 0,09% Kohle, 0,02% Silicium, 0,63% Mangan enthält und einen specifischen Widerstand von 0,0000121 Ohm besitzt. Da der Querschnitt 8.817 cm<sup>2</sup> beträgt, so beläuft sich also der Widerstand der Zuleitung per Kilometer auf 0,132 Ohm. Das Gewicht pro laufenden Meter stellt sich auf 6,46 kg, der Preis in Newry auf 190 Fr. die Tonne. Da das nämliche Gewicht Kupfer mit einem Widerstand von 0,0000016 Ohm 2100 Fr. kosten würde, kommt die Leitung aus Stahl bei gleicher Leistungsfähigkeit auf 2/3 der Kupferleitung zu stehen.

Die Rückleitung geschieht durch die vier nicht isolirten gegenteils an einigen Stellen mit dem Erdboden in leitende Verbindung gebrachten Fahrschienen, ebenfalls aus Stahl bestehend, die zusammen einen Querschnitt von 78 cm<sup>2</sup> und bei einem specif. Widerstand von 0,0000160 einen Leitungswiderstand von 0,024\*) Ohm besitzen. An den Stössen

\*) Beim Nachrechnen ergeben sich öfter kleinere oder grössere Differenzen in den electrischen Masszahlen. Da uns die Originalarbeit „The Bessbrook and Newry Tramway“ by E. Hopkinson, am 6. December 1887 der „Institution of civil Engineers“ vorgelegt, nicht zugänglich war, wir vielmehr auf ein Referat im Octoberheft 1888 der „Revue générale des Chemins de fer“ angewiesen waren, könnten nur in einigen wenigen Fällen grössere Fehler, offenbar Druckfehler, corrigirt werden.

ist auch die Rückleitung durch eingelegte Kupferdrähte gesichert.

Die Dynamomaschinen der Motorenwagen sind direct gewickelte (Hauptstrom)-Maschinen, deren Schenkel bei der mittlern Stromstärke von 72 Ampères ihren Sättigungsgrad erreichen. Der Schenkelwiderstand beträgt 0,113 Ohm, der Ankerwiderstand 0,112 Ohm, was bei einer Spannung von 220 Volt und einem Strom von 72 Ampères einen electrischen Nutzeffekt von 92,6% ergibt und einen industriellen von 90,7%. Die entwickelte Kraft von im Mittel 20 Pferden wird mittels Schneckengetriebe auf ein Vorgelege und von diesem mittels einer besonders stark und leicht construirten Gall'schen Kette aus Stahl auf die zwei gekuppelten Triebachsen des vordern Radgestells übertragen. Das Uebersetzungsverhältniss ist so gewählt, dass die 710 mm im Durchmesser haltenden Triebräder eine Umdrehung auf 8 Umdrehungen des Ankers machen, 60 Umgänge des Ankers pro Minute einer Geschwindigkeit von 1 km pro Stunde entsprechen. Bei einer Geschwindigkeit von 11 km pro Stunde bewegt sich die Gall'sche Kette mit 2,3 m pro Secunde und übt eine Zugkraft von 640 kg aus. Beim Anfahren steigt diese auf 1540 kg. Da bei direct gewickelten Maschinen das Drehmoment innerhalb gewisser Grenzen der Stromstärke proportional ist, so ist man sicher, genügende Kraft zum Anfahren und zum Ueberwinden der Rampen entwickeln zu können.

Der Strom wird dem Dynamomotor durch zwei Bürsten zugeführt und abgeleitet durch die Schmierbüchsen und die Räder.

Der Zug besteht gewöhnlich ausser dem Motorwagen aus 2-3 Güterwagen, wozu oft noch ein zweiter Personewagen kommt. Mit diesen Lasten von 30 Tonnen werden die Steigungen von 20% mit einer Geschwindigkeit von 10-11 km pro Stunde befahren.

Sehr interessant sind die Resultate der vorgenommenen Messungen, die an drei Zügen mit 28,650, 21,900 und 8,800 Tonnen vorgenommen wurden. Wir stellen im Nachfolgenden die erhaltenen Resultate zusammen:

	I. Zug	II. Zug	III. Zug
<b>Kraftabgabe an die Turbine</b>			
in Pferdekraftstunden	30,40	20,63	13,9
Leistung des Stromerzeugers	18,10	10,86	4,71
Leistung des Motors	12,60	7,82	3,62
Verlust im Stromerzeuger	1,69	0,88	0,40
Verlust im Motor	2,07	0,90	0,165
Verlust durch den Leitungswiderstand	1,82	0,65	0,14
Verlust durch die Isolation	0,71	0,52	0,39
Summe dieser Verluste	6,31	2,95	1,10

Drückt man alle Grössen in Procenten der an die Turbine abgegebenen Kraft aus, indem man diese = 100 setzt, so erhält man folgende lehrreiche Tabelle:

Entwickelte Kraft	I. Zug	II. Zug	III. Zug
In der Turbine*)	100	100	100
" den Stromerzeuger	59,5	100	52,6
" Motor	41,3	69,4	37,9
Verlust im Stromerzeuger	5,5	9,3	4,2
" Motor	6,8	11,4	8,3
" durch die Isolation	2,3	3,9	2,5
" durch den Leitungswiderstand	6,0	10,6	3,2

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass der Gesamtnutzeffekt der Anlage von 41,3% bei den schweren Zügen sinkt auf 26,1% bei den leichten Zügen, während umgekehrt der electrische Nutzeffekt steigt von 69,4% auf 76,8%. Es hängt dies zusammen mit dem schlechteren Nutzeffekt der Turbinen bei geringer Inanspruchnahme. Im Mittel aus den drei Fahrten ergibt sich ein electrischer Nutzeffekt von 72,7%; die Verluste betragen im Mittel:

\*) Soll offenbar heissen: Den Turbinen zugeführte Wasserkraft.

Verlust am Stromerzeuger	8,6 %
" Stromempfänger (Motor)	7,7 "
" durch den Leitungswiderstand der Linie	6,6 "
" die Isolirungen	5,7 "
	28,6 %

in welchen Verlusten die geringen mechanischen Widerstände der Anker nicht mitenthalten sind.

Im Durchschnitt, d. h. bei vollbesetzten Zügen, kann man also auf eine Ausnutzung von 40% der den Turbinen zugeführten Kraftmenge rechnen, was, verglichen mit der Ausnutzung der Brennmaterialien in den durch Dampfkraft bewegten Locomotiven, ein sehr schönes Resultat ist.

Bei der ersten Fahrt mit einem Brutto-Zugsgewicht von 28,6 t leistete der Electromotor 12,6 Pferdekraftstunden und da er einen Stromverlust von 2,07 Pferde-Stunden verursachte, wurden ihm also im Ganzen zugeführt 14,67 Pf.-Std. während einer Fahrt von 36 Minuten Dauer, was einer Secunden-Leistung, einem Effect von 24,4 Pferdekräften gleichkommt. Es ist nun werthvoll zu untersuchen, welches Accumulatorengewicht im Stande wäre, dieselbe Kraft zu liefern, resp. den zugeleiteten Strom zu ersetzen im Stande wäre. Die "Electrical Power Storage Company, London" gibt als höchste Aufnahmsfähigkeit ihrer Accumulatoren pro 1 kg Bruttogewicht 7 Ampère-Stunden zu 2 Volt, also 14 Stunden Volt-Ampères. Obige 14,67 P. entsprechen aber 10797 Volt-Ampères, die demnach durch 772 kg Accumulatoren geliefert werden könnten. Für eine einzige Thal- und Bergfahrt würde also eine Vermehrung der todten Last des Zuges um 772 kg nothwendig sein, und wenn man die Accumulatoren nur einmal im Tag wechseln wollte, eine solche von 7,7 t. Dies würde dann allerdings sehr ungünstige Folgen haben. Das vermehrte Gewicht würde stärkere Motorenwagen erfordern, so dass das Bruttogewicht obigen Zuges auf etwa 40 t zu stehen käme, was wieder vermehrtem Kraftaufwand, also vielleicht Vergrösserung der Turbinenanlage rufen, zusammen also mit der doppelten Serie der Accumulatoren eine Mehranlage von ca. 30000 Fr. erfordern würde mit etwa 40% Unterhaltungskosten für die Accumulatoren. Dieser Summe stände eine solche von ca. 15.000 Fr. für die Erstellung des Stromleiters nebst den un wesentlichen Unterhaltungskosten desselben gegenüber. Dies ist allerdings die ungünstigste Rechnungsweise, denn wenn man die Accumulatoren unter Täg auswechseln wollte, so würde sich der Betrieb mit denselben erheblich besser stellen.

Noch etwas günstiger stellen sich die Aussichten für Accumulator-Betrieb, wenn die Angaben über die von den Herren Crommelin und Demazures für das unterseeische Torpedoboot "Gymnote" gebauten Accumulatoren zuverlässig sind. Diese riesige Batterie von 546 Zellen soll nämlich 345 Pferdekraftstunden fassen bei einem Gewicht von 9840 kg. Eine Pferdekraft-Stunde würde also noch ein Gewicht von 28,6 kg erfordern und die Tagesleistung von 10 Zügen zu 14,67 P.-Stunden 4196 kg, was immer noch einer erheblichen Vermehrung der todten Last, resp. Verminderung der Nutzlast um ca. 25% pro Zug gleich käme.

Auch die Vergleichung mit den durch ein continuirliches Seil betriebenen Tramways in San Francisco hat die beschriebene electrische Bahnanlage nicht zu scheuen. Die Ausnutzung der Kraft stellt sich dort wie folgt:

Indicirte Pferdekräfte an den Dampfmaschinen	798,7 H P
Auf das Seil übertragen	548,2 H P
Auf die Wagen übertragen	250,5 H P

so dass von den indicirten 798,7 H P nur 32% ausgenützt werden, allerdings mit Steigungen, die ohne Seil nur mit Hülfe einer Zahnstange überwunden werden könnten. Dagegen würde die electrische Uebertragung, da vom Zugsgewicht von 28,6 t ca. 3 1/2 t auf den Motor zu rechnen, also nur 88% als geförderte Last zu betrachten wären, und wenn man ferner von der indicirten Leistung der Dampfmaschinen 15% Reibungsverluste in den Stromerzeugern, Transmissionen u. s. w. abrechnen würde, im Ganzen 54% Transmissionsverluste in den Stromerzeugern.

statt 32% der Leistung der Dampfmaschinen ausgenutzt, da nach den oben angegebenen Versuchsergebnissen der Nutzeffect der elektrischen Kraftübertragung im Mittel zu 72% veranschlagt werden kann.

## Literatur.

**Die Baumechanik, auf Grundlage der Erfahrung bearbeitet von L. Tetmajer, dipl. Ingenieur, Professor am eidgen. Polytechnikum, Director der eidg. Festigkeitsanstalt etc. II. Theil: Die angewandte Elasticitäts- und Festigkeitslehre. Erste für sich abgeschlossene Hälfte.**

Hat man Theile von Bauconstructionen zu dimensioniren, welche andern als reinen Zug- oder Druckkräften zu widerstehen haben, so spielt in den meisten Fällen das sog. „practische Gefühl“ des Constructeurs eine grosse Rolle, weil die bisher gebräuchlichen Formeln Abmessungen ergeben, die sich in der Ausführung als incorrect erweisen. Die hierdurch bedingte ungenügende Materialausnutzung zu beseitigen, bedarf es der wissenschaftlich experimentellen Untersuchung des Verhaltens der verschiedenen Baustoffe unter dem Einfluss äusserer Kräfte. In dem vorliegenden Werk hat es der Herr Verfasser unternommen, die in genannter Richtung bis auf die neueste Zeit erhaltenen werthvollen Resultate übersichtlich zusammen zu stellen und deren Bedeutung zu erörtern; daran anschliessend werden dann gewisse rein theoretische Formeln in der Weise corrigirt, dass färdherin Rechnung und Wirklichkeit thunlichst übereinstimmen.

Um hiebei dem Leser einen Einblick zu verschaffen in die Grenzen, innerhalb welchen die Correctur sich bewegt und um es ihm zu ermöglichen, Tragweite und Bedeutung der letztern zu beurtheilen, sind die Versuchsergebnisse dem aus der corrigirten Formel sich ergebenden Werthen gegenüber gestellt. Aus diesen vergleichenden Zusammenstellungen ist ersichtlich, dass in den behandelten Fällen die aus Versuchen hergeleiteten Hälfsmittel und Methoden der Dimensionirung von Bauconstructionen dem ausführenden Techniker gestatten, mit ungleich grösserer Sicherheit als wie bisher, das erforderliche Minimum an Querschnittsfläche zu bestimmen. Unter dieses Minimum darf nicht gegangen werden; überschritten muss es werden, sofern die Bedingungen der angewendeten Formel nicht erfüllt sind. Die richtige Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse nach dieser Seite hin wird durch die vom Verfasser gewählte eigenartige Bearbeitung des Stoffes ganz wesentlich gefördert.

Den Inhalt des Buches können wir in drei Hauptabschnitte gliedern:

I. Allgemeine Definitionen der Elasticitäts- und Festigkeitslehre; Methode der Qualitätsbestimmung der verschiedenen Baustoffe. Dieser Abschnitt, zum Theil rein technologischer Art, entspricht durchaus der Tendenz des ganzen Werkes, welches den Bedürfnissen der Praxis möglichst gerecht werden will und desshalb auch auf durchaus constructiver Grundlage aufgebaut ist. Auf dem Gebiete der Qualitätsbestimmung ist der Verfasser den Lesern dieser Zeitschrift durch seine früheren Veröffentlichungen so bekannt, dass es genügt die übersichtliche Zusammenstellung der betreffenden Vorschriften in diesem ersten Abschnitt zu erwähnen. Welch unangenehme Folgen eine mangelhafte Beurtheilung des Materials haben kann, beweist das auf Seite 175—77 behandelte Beispiel (Pfeiler der Façade eines Neubaues in Genf, beansprucht durch excentrische Druckkräfte).

II. Der Balken unter dem Einfluss äusserer Kräfte (mit Ausschluss der Torsion). Die Bestimmung der Deformationen, hervorgerufen durch die Einwirkung einer beliebigen äussern Kraft, führt naturgemäß zum Trägheitsmoment ebener Querschnittsflächen und zu den Beziehungen, welche existieren zwischen Nullaxe und Kraft-Angriffspunkt. Auch dieser Abschnitt ist in klarer und übersichtlicher Weise bearbeitet. Einzelne Theile, z. B. die Ermittlung der Träigkeitshalbmesser der gebräuchlichen einfachen Querschnittsfiguren, hätten sich wol ohne wesentlichen Nachtheil in gedrängterer Form behandeln lassen. Die zwei Beispiele der graphischen Bestimmung des Trägheitsmoments zusammengesetzter Querschnittsformen unter Benutzung der Centralellipsen der Partialflächen werden manchem Leser willkommen sein.

III. Spezialisierung der Grundgleichungen der Festigkeitslehre nach folgenden Richtungen:

Die Mittelkraft der ausserhalb eines Schnittes wirkenden Kräfte reducire sich

- a) auf eine concentrische Normalkraft — einfache Normalfestigkeit;
- b) auf eine excentrische Normalkraft — zusammengesetzte Normalfestigkeit;

- c) auf eine centrische Transversalkraft — Transversalfestigkeit;
- d) auf eine zur Schnittfläche parallele Kraft — Biegungsfestigkeit.

In allen diesen Fällen wird auf die drei Hauptarten von Baustoffen: Stein, Holz und Eisen Rücksicht genommen. Wo Theorie und Versuch im Widerspruch stehn, ist für gewisse Materialien ein *Vermittelungscoefficient* bestimmt worden, dessen Einführung die rein theoretische Formel in einer Weise corrigirt, dass ihre Ergebnisse sich jenen der Versuche möglichst anschmiegen. In jedem Capitel ist die Anwendung der aufgestellten Formel an zahlreichen Beispielen erläutert. Diese sind fast durchwegs ausgeführten Constructionen entnommen, wodurch sich Gelegenheit bot, eine ganze Sammlung von Detail-constructionen vorzuführen. Ausführliche Angaben über das in diesem dritten Abschnitt gebotene reiche, zum Theil vollständig neue Material würden viel zu weit führen; wir beschränken uns daher, das Wesentlichste daraus hervorzuheben.

a) *Einfache Normalfestigkeit*: Zug, Druck und aus letzterm hervorgehend Knicken.

Die Dimensionirung von auf Zug oder Druck beanspruchten Constructionen aus schmiedbarem Eisen geschieht vom Boden der Wöhler-Bauschinger'schen Dauerversuche aus, auf welche gestützt die allgemeine Formel für die zulässige specifiche Beanspruchung aufgestellt wird. Erwünscht wäre es gewesen, die anderweitig hiesfür verwendeten Formeln ebenfalls vorzufinden. Für Stein-, Holz- und Flusseisenconstruction ist die Zug- resp. Druck-Festigkeit unter Verwendung eines gewissen Sicherheitscoeffizienten als massgebend angenommen. Ausführliche Zusammenstellungen liefern die nötigen Anhaltspunkte für die practischen Vorkommnisse.

Ist der durch centrische Druckkräfte beanspruchte Stab von genügender Länge, so treten *Knickungerscheinungen* auf. Gestützt auf seine Versuche hat Tetmajer zuerst nachgewiesen, dass in der Schwarz-Rankine'schen Formel:

$$\sigma_k = \frac{\sigma_a}{1 + \eta \left( \frac{l}{k_s} \right)^2}$$

der das Material characterisirende Coefficient  $\eta$  nicht constant ist, sondern als Function des Verhältnisses  $\left( \frac{l}{k_s} \right)$  aufgefasst werden muss\*), resp. dass es hierdurch möglich gemacht wird, Formel und Beobachtung in Uebereinstimmung zu bringen, auch in jenem Intervall, wo elastische Knickercheinungen ausgeschlossen sind. Das reichhaltige einschlägige Versuchsmaterial ist beim betreffenden Baustoff jeweils übersichtlich zusammengestellt.

Für Holz ist  $\eta$  durch umfassende Versuche für die Praxis endgültig festgestellt. Beim schmiedbaren Eisen werden genietete Stäbe noch eingehender zu untersuchen sein, doch lassen die bis jetzt vorliegenden Resultate den Schluss zu, dass eine wesentliche Aenderung des Werthes von  $\eta$  nicht zu erwarten steht. Für Gusseisen sind die Versuche noch lückenhaft. Die Uebereinstimmung in den Versuchen von Bauschinger und Tetmajer — ausgeführt an Hohlsäulen resp. Prismen — haben aber doch gestattet,  $\eta$  wenigstens für *liegenden Guss* in weit zuverlässigerer Weise zu bestimmen als dies bisher möglich war. Für Stein fehlen die Versuche noch gänzlich.

Der Werth:  $1 + \eta \left( \frac{l}{k_s} \right)^2$ , als *Abminderungscoefficient* bezeichnet,

kann hiernach für jedes untersuchte Material in Function von  $\left( \frac{l}{k_s} \right)$  ein für alle Mal ausgerechnet werden. Neben den so erhaltenen Tabellen finden wir zahlreiche andere, welche die Abmessungen, Gewichte, Trägheitsmomente, Widerstandsmomente und Träigkeitshalbmesser von Winkeleisen, T-Eisen, L-Eisen, I-Eisen, Quadranteisen und gusseisernen Hohlsäulen zu entnehmen gestatten, und mit deren Hülfe die Dimensionirung eines auf Knicken beanspruchten Stabes wenig mehr Zeit erfordert, als wenn es sich um einfachen Zug oder Druck handelte.

Die *freie Knickungslänge* ist für verschiedene Anordnungen ebenfalls auf experimentellem Wege bestimmt worden. Gerade hier ist aber die Manifaltigkeit in den Details so gross u. die Art der Ausführung so bestimmend, dass von absoluten Zahlen wohl niemals wird gesprochen werden können.

Unter den „Anwendungen“ finden wir bei den Eisenconstructionen, als von allgemeinem Interesse, behandelt: Seile und Ketten und hieran anschliessend die Berechnung der Kettenglieder von Hängebrücken;

\*.) „Schweiz. Bauzeitung“ Bd. X, Nr. 16.