

Die elektrische Vollbahn Burgdorf-Thun

Autor(en): **Thomann, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **35/36 (1900)**

Heft 6

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-21944>

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.

INHALT: Die elektrische Vollbahn Burgdorf-Thun. VI. — Zwei Instrumente für Messungen von Formänderungen und Spannungen an Brücken. II. — Wettbewerb für eine städtische Kunstschule und eine Knaben-Primarschule in Genf, I. — Miscellanea: Wasserzuleitung aus dem Pays d'Enhaut an die Ufer des Genfersees. Ein erdbebensicheres Gebäude. Eine städtische Acetylen-Centrale. Nieten aus Nickel-Stahl. Monatsausweis über die Arbeiten am Simplon-Tunnel. Internationaler Architekten-Kongress in Paris. — Kon-

kurrenzen: Plakat für die Basler Gewerbe-Ausstellung 1901. Mustergiltige Pläne für Volksbäder. Fontana-Denkmal in Chur. — Preisausschreiben: Preisausschreiben des Vereins für Eisenbahnkunde zu Berlin. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Association des anciens élèves de l'école polytechnique fédérale suisse à Zurich. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Die elektrische Vollbahn Burgdorf-Thun.

Von E. Thomann, Ingenieur.

VI.

Die Lokomotive (Fig. 33-38) ist mit zwei Achsen ausgeführt und hat eine Maximal-Achselbelastung von je 15 Tonnen. Der Rahmen ist ähnlich wie derjenige einer Dampflokomotive konstruiert, ebenso die Achslagerung, die Feder- und die Bremsaufhängung. Die zwei Elektromotoren von je 150 P. S. sitzen an den beiden Enden einer gemeinsamen Welle, welche in der Mitte zwischen den beiden Adhäsionsachsen in einem kräftigen, mit dem Rahmen verschraubten Lagergestell gelagert ist (Fig. 33). Die mit Rücksicht auf die fliegend angeordneten Rotoren besonders lang und kräftig gehaltenen Lager sind mit Ringschmierung versehen. Auf der Welle sitzen lose zwei Zahnkolben, von welchen entweder der eine oder der andere durch Verschieben einer Klauenkuppelung mit der Welle gekuppelt wird. Im Eingriff mit diesen Kolben befinden sich zwei, auf einer Vorgelegeachse fest montierte Zahnräder. Das eine Zahnräderpaar übersetzt im Verhältnis 1:1,88, was der Fahrgeschwindigkeit von 36 km per Stunde entspricht, während das Uebersetzungsverhältnis für die kleine Geschwindigkeit gleich 1:3,72 ist. Von der Vorgelegeachse wird die Kraft durch Kuppelstangen auf die Triebachsen übertragen. Der Triebbraddurchmesser beträgt 1230 mm, die Umdrehungszahl der Motoren ist gleich 300 per Minute.

Der feststehende Teil der Motoren (Stator) ist mit dem Lokomotivrahmen, sowie mit dem Lagergestell für die gemeinsame Welle verschraubt. Nach Abnehmen des äusseren Deckels kann der rotierende Teil des Motors von der Welle nach aussen abgezogen werden. Ebenso kann der Stator nach aussen demontiert werden, ohne dass zu diesem Zwecke irgendwelche andere Mechanismen auseinandergenommen werden müssten. Die Schleifringe befinden sich innerhalb des Rotors und sind leicht zugänglich.¹⁾

Zur Geschwindigkeits-Regulierung beim Anfahren dient ein für beide Motoren gemeinsamer Widerstand, welcher von den doppelt angeordneten Kontrollern aus, wie bei den Automobilen, successive ausgeschaltet wird.

Die Lokomotiven sind mit kompletten Westinghousebremsen ausgerüstet, deren Luftpumpe durch einen besonderen Elektromotor angetrieben wird. Die Geschwindigkeit wird durch ein registrierendes Tachometer kontrolliert. Ausser der Westinghousebremse sind die gewöhnlichen Spindelbremsen vorhanden. Die für die Fahrt-Regelung notwendigen Messinstrumente, Apparate, Bremsen etc. sind doppelt angeordnet, so dass die Lokomotive stets mit Führer vorne fahren kann, ohne dass sie gewendet zu werden braucht. Der Führer kann bequem von einem Führerstand zum andern gelangen.

Der ganze Maschinenraum ist durch einen Kasten vollständig abgeschlossen und geschützt. Auf demselben

¹⁾ Die Anordnung der Motoren und des gesamten Triebwerkes ist der Firma Brown, Boveri & Cie. gemeinsam mit der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur patentiert.

befinden sich, wie bei den Automobilen vier Einzelbügel für die Stromabnahme. An den Stirnseiten angebrachte Thüren führen auf die Plattformen hinaus. Diese sind, wie bei Personenwagen üblich, mit beidseitigen Treppen versehen.

Die wichtigsten Daten sind kurz zusammengefasst folgende:

Achszahl	2
Radstand	3,14 m
Länge zwischen den Puffern	7,8 m
Anzahl der Motoren	2
Leistung pro Motor	150 P. S.
Totalleistung	300 P. S.
Spannung pro Motor	750 Volt
Umdrehungszahl der Motoren	300
Uebersetzungsverhältnisse	1:1,88 u. 1:3,72
Triebbraddurchmesser	1230 mm
Tara, total	29,6 t
Gewicht der elektr. Ausrüstung	10 t
Gewicht eines Motors	4000 kg
Adhäsionsgewicht	29,6 t
Geschwindigkeiten	18 bezw. 36 km.

Es dürfte von Interesse sein, an dieser Stelle auf die Konstruktion der Stromabnehmer etwas näher einzutreten, weil diese gegenüber den bei Oberleitungen üblichen Ausführungen einzelne Neuerungen zeigen, welche durch die speziellen Verhältnisse — grosse Geschwindigkeit und

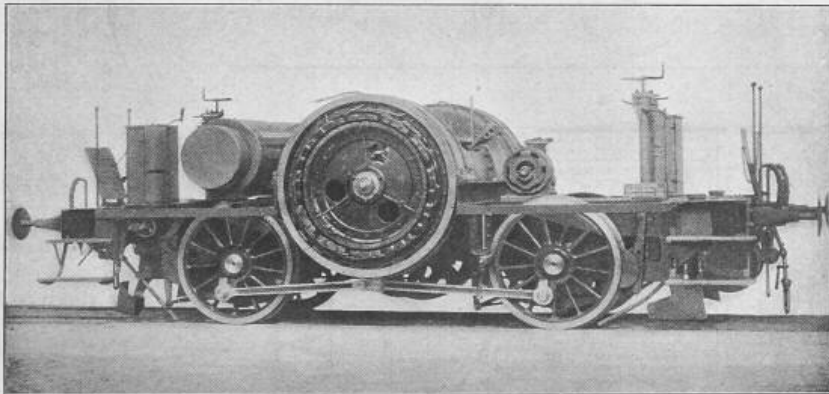


Fig. 33. Dreiphasen-Lokomotive (Kasten und Verschaltungen abgehoben).

zweipolige Kontaktleitung — geboten waren. Von der Verwendung der bei Tramways mit Vorliebe angewendeten Trolleys musste von vornherein abgesehen werden, weil es mit Rücksicht auf das Rangieren nicht statthaft erschien, bei jedem Wechsel der Fahrriichtung die Stromabnehmer von Hand umzulegen. Es erschien daher angezeigt, Bügel vorzu-

sehen, weil dieses System den grossen Vorteil bietet, dass der Stromabnehmer sich selbstthätig umlegt. Mit Rücksicht auf Verschiedenheiten in der Höhenlage der beiden Kontaktdrähte und auf das Schiefstellen der Bügel beim Befahren der Kurven infolge der Geleiseüberhöhung wurde die bisher von der Firma Brown, Boveri & Cie. ausgeführte Konstruktion als Doppelbügel mit isolierendem Zwischenstück (Gornergrat, Engelberg) verlassen, und es wurde für jeden der beiden Kontaktdrähte ein besonderer, für sich frei beweglicher Bügel angeordnet. Zum Zwecke der Ueberschneidung der Weichen war es, wie schon früher erwähnt, notwendig, zwei derartige Gruppen hintereinander anzuordnen, auch erschien die Vermehrung der Bügel deshalb angezeigt, um die auf jeden einzelnen derselben entfallende Stromdichte innerhalb der zulässigen Grenzen zu halten. Bei der jetzigen Ausführung mit vier Einzelbügeln hat jeder derselben im Maximum eine Stromstärke von 150 Amp. zu übertragen. — Die hohe Geschwindigkeit von 36 km per Stunde, welche wohl auch bis etwa 40 km ansteigen kann, bedingte eine besonders sorgfältige Konstruktion des am Draht schleifenden Kontaktstückes. Die Verwendung von dreikantigen Metallröhren, welche an den Enden derart drehbar gelagert sind, dass sie sich immer mit einer

Fläche an den Draht anlegen (Patent Brown, Boveri & Cie.), hat sich vorzüglich bewährt. Die Abnutzung derselben ist so gering, dass bis 4000 km und mehr damit gefahren werden können, ehe eine Auswechslung nötig ist. Behufs möglichster Reduktion der bewegten Masse der Bügel werden dieselben aus dünnwandigen Stahlröhren gebaut und erhalten die nötige Steifigkeit durch Diagonalverstrebenungen aus Stahldraht. Ueber die Drehachse ist eine Spiralfeder geschoben, welche im Ruhezustand den Bügel vertikal stellt, und welche gespannt wird, sobald sich der Bügel nach vorn oder nach hinten umlegt. Um die Bügel gänzlich herunterlegen zu können und dadurch das Fahrzeug von aller Stromzufuhr abzuschneiden, sind kurze Zugseile angebracht, welche mittels leichter hölzerner Stangen vom Boden aus angespannt und derart arretiert werden können, dass die Bügel in der heruntergelegten Lage verbleiben.

Fahrpark.

Der Fahrpark der Burgdorf-Thun-Bahn umfasst zur Zeit:

2 elektrische Lokomotiven	Tara je 29,6 t
6 vierachsige Automobile Serie BC ⁴ zu 66 Plätzen	" " 3,2 "
1 Personen-Anhängewagen " B " 24 "	" " 9,8 "
2 " " " BC ² " 55 "	" " 14,0 "
2 " " " C ² " 70 "	" " 13,2 "
2 " " " C " 40 "	" " 9,65 "
3 kombinierte Personen-Gepäck- und Postwagen Serie CFZ zu 20 Plätzen	" " 13,2 "

Dazu kommt eine Anzahl Güterwagen, sowie eine Dampflokomotive zur aushülfsweisen Beförderung von Güterzügen.

Die sämtlichen Personen-Anhängewagen sind, wie die Automobile, mit elektrischer Beleuchtung und Heizung ausgerüstet. Der Betrieb erfolgt mit Strom von 100 Volt Spannung, welcher den sowohl auf den Automobilen, wie

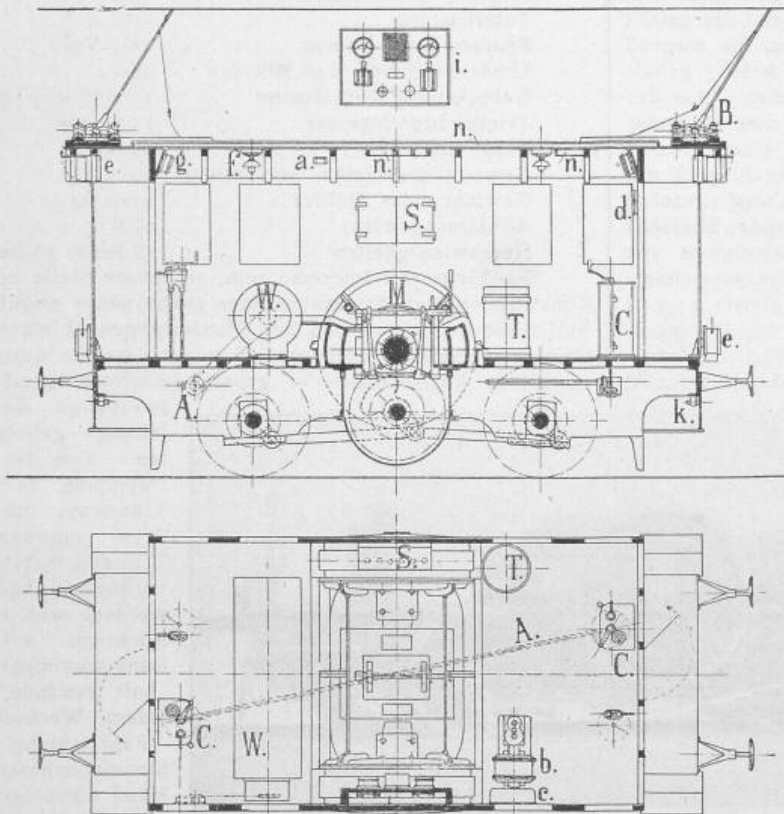


Fig. 34 u. 35. Längsschnitt und Grundriss. 1:75.

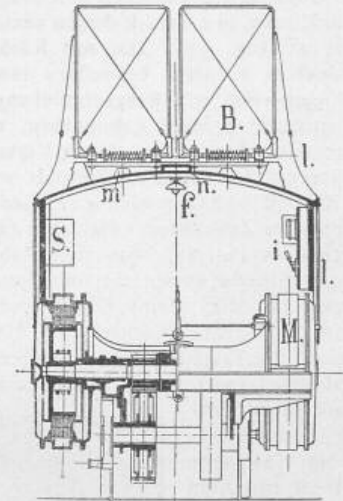


Fig. 36. Querschnitt. 1:75.

Dreiphasen-Lokomotive
der elektrischen Vollbahn.
Burgdorf-Thun.

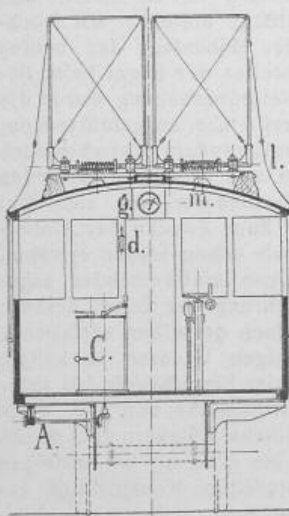


Fig. 37. Führerstand von innen. 1:75.

Legende für die elektrische Ausrüstung der Lokomotive (Fig. 34-37.

- M 2 Motoren à 150 P. S. 750 Volt.
- W 1 Widerstand 300 P. S.
- C 2 Controller.
- B 4 Kontaktbügel.
- T 1 Transformator 18 kw 750/100 Volt.
- S 1 Blechkasten mit 4 Motor- und 2 Transformatorsicherungen.
- A Antrieb der Widerstände.
- a 1 Blitzschutzapparat.
- b 1 Kompressor-Motor 4 P. S. 100 Volt.
- c 1 Autom. Ausschalter 2 Kompr.-Motor.
- d 2 Ausschalter zum Kompr.-Motor.
- e 6 Signallaternen.
- f 2 Beleuchtungskörper.
- g 2 Hauptampereometer 500 Amp.
- i Schaltbrett, enthaltend: Messinstrumente, Ausschalter für Licht u. Heizung in den Anhängewagen und zum Kompressor-Motor.
- k 4 Steckkontakte nebst 2 zugehörigen Anschlusschläuchen.
- l Vorrichtung zum Niederlassen der Kontaktbügel.
- m Arretierhaken für Kontaktbügel.
- n Leitungskanäle.

auf den Lokomotiven installierten Dreiphasentransformatoren entnommen wird. Die Verbindung zwischen den Anhängewagen und den Automobilen bzw. Lokomotiven geschieht durch biegsame Kabel, welche mittels Steckkontakten an die Wagenleitungen angeschlossen werden können. Es ist als ein wichtiger Vorzug zu bezeichnen, dass die sämtlichen, dem Publikum eventuell zugänglichen Teile, wie Beleuchtungskörper, Heizapparate, Ausschalter etc. nur Strom von 100 Volt Spannung führen. Bei Gleichstrom, welcher eine einfache Spannungs-Reduktion nicht zulässt, wird bekanntlich eine Anzahl Lampen bzw. Heizkörper in Serie geschaltet und zwar auf die volle Netzspannung, sodass die Möglichkeit einer gefahrbringenden Berührung nicht ganz ausgeschlossen ist.

Als fernerer Bestandteil der elektrischen Installation erwähnen wir die

Elektrische Beleuchtung der Stationen.

In sämtlichen Stationen, mit Ausnahme von Thun, sind sowohl die Aufnahmegebäude und Güterschuppen, als auch die Rampen, Zufahrtsstrassen etc. elektrisch beleuchtet. Im Durchschnitt wurden pro Station 18 Glühlampen montiert, in Burgdorf ausserdem 6 Bogenlampen. Die Beleuch-

Die elektrische Vollbahn Burgdorf-Thun. — Dreiphasenlokomotive.

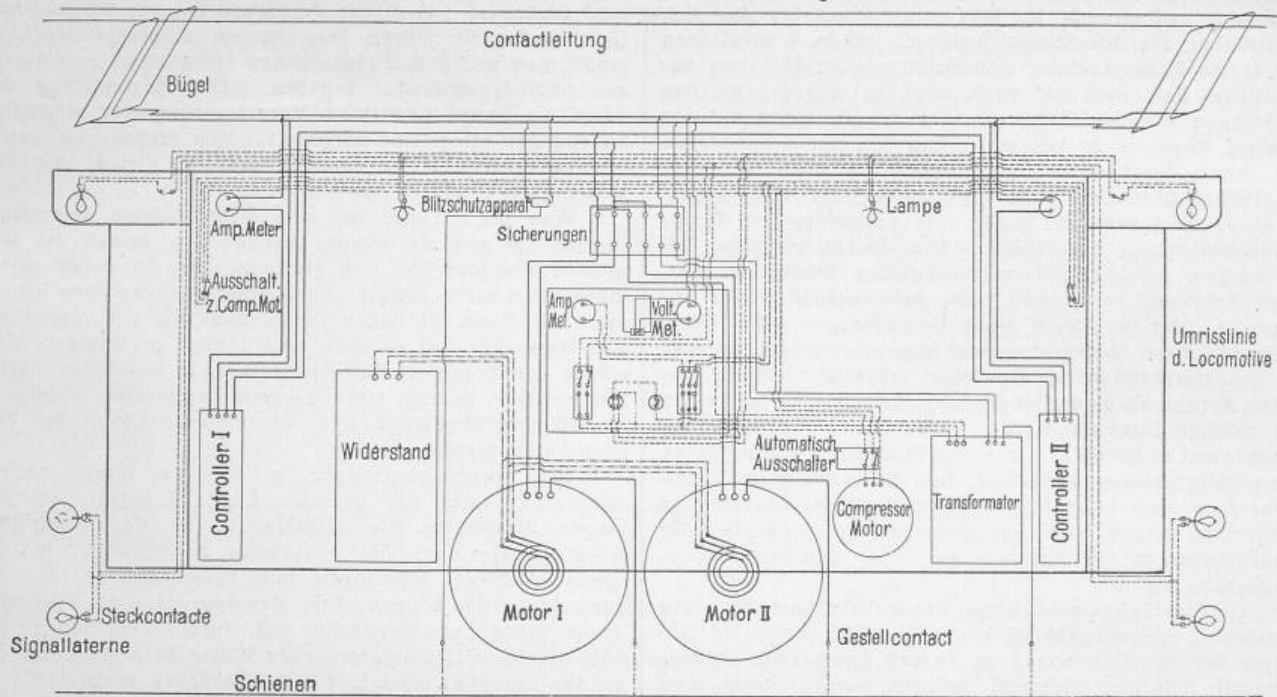


Fig. 38. Schema der Verbindungen auf der elektrischen Lokomotive.

tungsstromkreise haben 150 Volt Spannung, und es sind die bezüglichen Transformatoren (von je 10 kw Kapazität in Burgdorf und Konolfingen und von je 1,5 kw in allen übrigen Stationen) entweder direkt an die 16000 Volt-Leitung angeschlossen oder von den Sekundärklemmen der Bahntransformatoren abzweigt. Die Beleuchtungstransformatoren, welche in geschlossenen Gusskasten mit Oelfüllung untergebracht sind, wurden im Freien je zwischen zwei hölzernen Masten montiert, wozu gewöhnlich die Doppelstangen des Notausschalters bzw. des Kastens mit den Sekundärapparaten verwendet wurden. (Vergl. Fig. 7 und 8 in Nr. 3.) Infolge des direkten Anschlusses an die Bahnleitungen macht sich das Anfahren der Züge in der Beleuchtung bemerkbar. Dieser Uebelstand hätte vermieden werden können, entweder durch Führung einer separaten Beleuchtungs-Hochspannungsleitung oder durch Umformung in Gleichstrom. Beide Lösungen mussten jedoch als zu teuer verworfen werden.

Reparaturwerkstätte.

Die Reparaturwerkstätte in Konolfingen besitzt einen kleinen Dreiphasen-Motor zum Antrieb der verschiedenen Werkzeugmaschinen. Ausserdem sind einige kleine Schalttafeln angebracht, welchen Strom von 750 Volt und von 150 Volt behufs Anstellung von Versuchen und Messungen an Motoren, Apparaten, Heizkörpern etc. entnommen werden kann. In der unmittelbar an die Reparaturwerkstätte angrenzenden Remise mit drei Geleisen sind Putzgruben angebracht, welche eine bequeme Reinigung, Revision und eventuelle Reparatur der motorischen Ausrüstungen erlauben.

Berechnung, Verluste, Nutzeffekte etc.

Für die Automobile ergibt sich bei 50 t Zugsgewicht und 36 km Geschwindigkeit, auf der Maximalsteigung von 25‰, eine Leistung von etwa 240 P. S. an den Motorwellen. Die Motoren waren so zu berechnen, dass sie diese Leistung auch bei der minimal vorkommenden Spannung, welche, um allen Eventualitäten Rechnung zu tragen, zu nur 600 Volt angenommen wurde, abgeben können. Im Betrieb hat sich ergeben, dass die Motoren bei dem normalen Fahrdienst nur eine ganz unerhebliche Erwärmung aufweisen. Um deren Ueberlastungsfähigkeit zu erproben, wurde versuchsweise ein Zug von 70 t Gewicht, d. i. 40‰ Uebergewicht geführt. Diese Mehrbelastung wurde von den Motoren anstandslos bewältigt, woraus sich ergibt, dass bei

eventuellem Defektwerden eines Motors ein normaler Zug auch mit nur drei Motoren, auf kleineren Steigungen sogar mit zwei Motoren geführt werden kann. Der Nutzeffekt der Motoren einschl. Räderübersetzung beträgt bei:

$\frac{1}{3}$ Belastung:	71%
$\frac{2}{3}$ " "	78%
$\frac{3}{3}$ " "	85%

Die Leistung der elektrischen Lokomotiven berechnet sich bei 100 t Zugsgewicht (ausschl. Lokomotive) 18 km Geschwindigkeit und 25‰ Steigung zu etwa 300 P. S. Die Nutzeffekte von der Motorwelle bis zur Laufachse sind annähernd:

bei $\frac{1}{3}$ Belastung	= 68%
" $\frac{2}{3}$ " "	= 76%
" $\frac{3}{3}$ " "	= 82%

Die Berechnung der Kontaktleitung hatte zu erfolgen unter Zugrundelegung der maximalen Beanspruchung, welche bei vorliegendem Längenprofil im allgemeinen dann eintritt, wenn sich ein Zug in der Mitte zwischen zwei Transformatorenstationen befindet. Die einem Doppelzuge entsprechende Stromstärke von rund 500 Amp. wird in diesem Falle von beiden Seiten her je zur Hälfte zugeleitet, so dass also die Leitungen mit einer Länge gleich der halben Transformatorendistanz und mit einer Stromstärke von 250 Amp. zu berechnen waren. Ueber die Leitungsfähigkeit der Schienen und deren Einfluss auf die Symmetrie der Stromverteilung in den drei Phasen waren Versuchsdaten von der Engelbergbahn vorhanden, aus welchen sich ergab, dass kein erheblicher Fehler begangen wurde, wenn der Berechnung die für gewöhnliche Dreiphasenleitungen üblichen Formeln zu Grunde gelegt wurden. Für den bei Belastung durch einen Doppelzug eintretenden Spannungsabfall wurde mit Rücksicht auf die Seltenheit dieser Maximalbelastung ein ziemlich grosser Wert gestattet, nämlich 18%. Bei der normalen Belastung durch 50 t Personenzüge ist derselbe somit ∞ 9% und bei Güterzügen ∞ 11%. Das gleichzeitige Befahren derselben Transformatorenstrecke durch zwei sich in entgegengesetzter Richtung bewegende Züge war ausgeschlossen, da im allgemeinen die Bahn zwischen zwei Transformatoren keine Ausweichestelle besitzt.

Die Belastung einer Transformatorenstation beginnt, sobald ein Zug eine der benachbarten Transformatorenstationen passiert hat, eventuell schon etwas früher, jedoch nur in ganz geringem Masse. Je mehr sich der Zug der

Transformatorstation nähert, desto höher steigt deren Belastung und erreicht ihr Maximum, wenn der Zug sich unmittelbar vor der Station befindet. Beim Weiterfahren nimmt die Beanspruchung allmählich wieder ab. Der ungünstigste Fall tritt ein, wenn zwei, in entgegengesetzten Richtungen fahrende Züge vor der Transformatorstation kreuzen, doch ist zu beachten, dass bei der vorhandenen Gestaltung des Längsprofils gewöhnlich einer der Züge im Gefälle fährt und daher wenig oder keine Kraft konsumiert, sondern eventuell sogar eine Entlastung der Transformatorstation herbeiführt. Die durchschnittliche Belastungszeit einer Transformatorstation beträgt 10 Min., diese Belastung wiederholt sich, entsprechend den 2.12 Zügen 24 Mal im Laufe eines Betriebstages. Mit Rücksicht auf diese intermittierende Inanspruchnahme konnten die Transformatoren im Gewichte erheblich leichter gehalten werden, als eigentlich der Maximalbelastung entspricht. Die richtige Dimensionierung wurde durch Versuche bestimmt, und es haben im Laufe des Sommers vorgenommene Temperaturmessungen ergeben, dass die installierten Transformatoren auch bei forciertem Betriebe keine übermässige Erwärmung zeigen. Der Energieverlust durch Leerlauf der Transformatoren beträgt 2,5 kw, der maximale Spannungsabfall 10%.

Die Hochspannungsleitung wurde berechnet für einen maximalen Spannungsabfall von 6%. Die successive Abnahme der Primärspannung ist, so weit dies bei der überaus variablen Belastung möglich, dadurch berücksichtigt, dass den Transformatoren ein um so kleineres Uebersetzungsverhältnis gegeben wurde, je weiter sie vom Anfangspunkte der Linie entfernt sind. Natürlich sind alle Transformatoren, der Auswechselbarkeit halber, gleich gewickelt und es wird die Verkleinerung der Uebersetzung durch entsprechende Anzapfung der Primärspulen erreicht.

(Forts. folgt.)

Zwei Instrumente für Messungen von Formänderungen und Spannungen an Brücken.

Von Ingenieur G. Mantel in Zürich.

II. Dehnungs- oder Spannungsmesser.

Das wichtigste Instrument für Messungen an Brücken ist zweifellos der Dehnungsmesser, denn er giebt unmittelbar die für den Brückeningenieur wichtigsten Werte, die Spannungen in den Brückengliedern. Es sind bereits — abgesehen von den nur für Laboratoriumszwecke verwendbaren Apparaten — verschiedene derartige Instrumente gebaut worden; das vollkommenste ist jedenfalls der Dehnungsmesser von *Fränkel*, welcher sich bei uns im Besitze aller grösseren Bahngesellschaften und der Aufsichtsbehörde, wie natürlich auch des Polytechnikums befindet, wo bereits die Schüler in seinen Gebrauch eingeweiht werden. Er arbeitet zuverlässig und hat den grossen Vorteil, die Messungswerte graphisch zu verzeichnen, d. h. er schreibt Einflusslinien auf, die sich zu Hause nachträglich genau und mit Musse studieren lassen. Das Instrument kann wohl in seiner Art vollkommen genannt werden. Wenn ihm von gewisser Seite zu grosse Masse vorgeworfen wird, was zur Folge hätte, dass es starke und heftige Schwingungen nicht richtig wiedergebe, so ist darauf zu erwidern, dass es wohl überhaupt unmöglich sein dürfte, ein mechanisch vergrösserndes Instrument zu bauen, welches keiner Trägheitswirkung unterworfen wäre, d. h. bei heftigen Vibrationen keine vergrösserten Ausschläge geben würde. Ist es doch kaum möglich, nur die Befestigung der Klammern derart zu bewirken, dass unter heftigen Vibrationen nie eine Lockerung stattfindet; dabei fällt es auf, dass die Lockerung nicht unter den durch die Maschinen bewirkten Schlägen an den Schienenstössen, sondern unter den durch etwa nachkommende volle oder leere Güterwagen bewirkt wird. Stellt man aber billige Forderungen, beobachtet unter Betriebszügen nur an Teilen, welche nicht den

heftigsten Erschütterungen ausgesetzt sind, oder lässt, wenn man besondere Lasten zur Verfügung hat, nur mit mässiger Geschwindigkeit fahren, was immer empfehlenswert, so erhält man mit dem *Fränkel'schen* Dehnungsmesser durchaus zufriedenstellende Angaben. Die Beobachtung der durch die Stösse bewirkten Vergrösserung der statischen Spannungen bildet eine Aufgabe für sich, rechnerisch stehen uns ja doch nur die letztern zum Vergleich mit den Messungsergebnissen zur Verfügung.

Was das Arbeiten mit dem *Fränkel'schen* Dehnungsmesser hie und da etwas beschwerlich macht, ist sein grosses Volumen und sein Gewicht. Es ist daher allerdings oft wünschenswert, ein leichteres einfacheres Instrument zur Hand zu haben, weil man sich zur Vornahme von Messungen um so eher entschliesst, je weniger Umstände der Transport des Apparates zur Messtelle macht. Ein weiterer Vorteil eines kleinern Apparates besteht in der kleinern Messlänge, d. h. der kleinern Länge der eingespannten Stabfaser.

Die Biegungsspannung in den zu untersuchenden Stäben ist selten auf grössere Länge konstant; um mit langen Masstäben die Grösstwerte in der Nähe der Knotenpunkte oder der Stabenden zu erhalten, müssen daher mehrere Messungen mit verschobenem Apparat gemacht werden können; jede Messung giebt die Spannung in der Mitte der Messlänge und durch Verbindung der über diesen Stellen aufgetragenen Werte kann man auf die an den unzugänglichen Stellen vorhandenen schliessen.

Den Wünschen nach einem kleinern Dehnungsmesser schien ein in Frankreich in Gebrauch befindliches Instrument *Manet-Rabut* zu entsprechen. Es war durch Verbesserung aus dem ursprünglichen Instrument *Manet's* hervorgegangen. Dieser Ingenieur hatte eine Messdose mit einem Messtab derart in Verbindung gebracht, dass letzterer einerseits durch Kontakt auf das Zeigerwerk der an den zu untersuchenden Stab anzuschraubenden Messdose wirkte, während er am andern Ende in einer ebenfalls anzuschraubenden Klammer steckte. Die Uebersetzung war aber eine geringe, und andererseits war die Klammeranordnung eine unvollkommene. Es wurde nicht der Rand des Stabes gefasst, sondern man suchte der Schwerachse desselben so nahe wie möglich zu kommen, entsprechend dem eingangs geschilderten Stand der Erkenntnis der Kraftwirkungen, nach welchem man nur den in den Schwerachsen wirkenden Hauptspannungen Bedeutung beimass, die Zusatzspannungen nicht kannte oder nicht beachtete.

Herr *Rabut*, Oberingenieur an der französischen Westbahn, hat einerseits die Uebersetzung der Messdose vergrössert, die Messstange verkürzt und endlich die Klammern so eingerichtet, dass in der Messung die Kantenspannungen der Stäbe zum Ausdruck gelangten. Das so entstandene Instrument dürfte aber vorzugsweise nur zu Beobachtungen unter ganz ruhig fahrenden Lasten geeignet sein, denn es fehlen an seinen Klammern die am *Fränkel'schen* Dehnungsmesser vorhandenen Spitzen, die nach meinen Erfahrungen allein ein sicheres Sitzen auch bei etwelchen Erschütterungen zu ermöglichen scheinen.

Herr *Rabut*, der wie Herr *Manet* kein Patent auf seinen Apparat genommen, gestattete gütig die weitere Umformung desselben für die von uns verfolgten Zwecke.

In erster Linie schien mir eine stärkere Vergrösserung wünschenswert, und zwar eine tausendfache, einerseits um die Genauigkeit der Angaben zu erhöhen, andererseits um den Umfang der Teilscheibe besser auszunützen, da sich die zu beobachtenden Spannungen doch meist in mässigen Grenzen bewegen.

In zweiter Linie wünschte ich die Uebertragung der Bewegung des Messtabendes auf den Uebersetzungsmechanismus, welche beim Instrument *Rabut* durch blossen Kontakt geschieht, durch ein festes Gelenk zu bewerkstelligen, um bei Stössen ein weites Fortwärtsschleudern des Zeigers zu verhindern; es sollte damit auch die Benutzung des Instrumentes unter bewegter, mit Stössen