

Die elektrische Strassenbahn Sissach-Gelterkinden

Autor(en): **Denzler, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **17/18 (1891)**

Heft 7

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-86147>

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 electriche Strassenbahn Sissach - Gelterkinden von Dr. A. Denzler, Ingenieur, Privatdocent für Electrotechnik am eidg. Polytechnikum. — Miscellanea: Ueber die Ursache des Brückeneinsturzes bei Mönchenstein. Schweiz. Südostbahn. Electr. Strassenbahnen. Verein

deutscher Ingenieure. Bebauungsplan für Hannover. Neuer Bahnhof in Warschau. Normalbahn Dielsdorf-Niederweningen. Bergbahn Lauterbrunnen-Mürren. Techn. Hochschule in Darmstadt. — Concurrenzen: Bubenberg-Denkmal. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

Die electriche Strassenbahn Sissach - Gelterkinden

von Dr. A. Denzler, Ingenieur,

Privatdocent für Electrotechnik am eidg. Polytechnikum.

Nachdem bereits in No. 18, Bd. XVII dieser Zeitschrift allgemein orientirende Angaben über die nunmehr seit Anfang Mai in regelmässigem Betrieb stehende Bahn gemacht wurden, sollen in der folgenden Beschreibung eine Anzahl wichtiger Details etwas einlässlicher besprochen werden.

Bahnanlage: Die im Ganzen 3,25 km lange Linie beginnt bei der Central-Bahn-Station Sissach und folgt zunächst der unmittelbar hinter dem Stationsgebäude vorbei führenden öffentlichen Strasse bis zu km 0,3; von dort bis zu km 0,65 musste ein besonderer Bahnkörper angelegt werden, auf dem sich gleichzeitig auch noch einige Rangiergeleise befinden. Dann gewinnt die Bahn die Landstrasse nach Gelterkinden, überwindet bei km 1,0 die maximale vorkommende Steigung von 15 ‰, überschreitet bei km 1,1 den Homburgerbach auf einer neben dem Strassenübergang erstellten eisernen Brücke; desgleichen waren für die beiden Uebergänge über die Ergolz bei km 1,6 und bei km 3,1 zwei weitere Brücken nothwendig, von denen die letztere 15 m Lichtweite besitzt. Von km 1,2 bis km 2,9 bleibt die Bahn sonst immer auf der Strasse, welche im Ganzen viermal gekreuzt werden muss. Bei km 1,9 befindet sich die Zwischenstation Böckten; das Ende der Linie von km 2,9 bis zu km 3,25 erforderte wieder einen eigenen Bahnkörper, auf welchem sich unmittelbar vor und hinter der Brücke die beiden kleinsten vorkommenden Curven von 60 m befinden. Die erste Curve liegt zudem noch auf einer Rampe von 12 ‰, so dass auf dieser Strecke der grösste Kraftbedarf auf der ganzen Linie eintritt.

Der bedeutende Landerwerb, welcher zum Theil noch für die Verbreiterung der Strasse nothwendig war, die erwähnten Bauten, welche sich auf eine so kurze Strecke vertheilen, vertheuerten die Bahn stark, sodass die Baukosten pro Kilometer erheblich höher sind als sonst bei ähnlichen Strassenbahnen. Um spätern Missverständnissen vorzubeugen, muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass dies in keiner Weise der Anwendung des electriche Betriebes zugeschrieben werden kann.

Das für Meterspur angelegte Geleise besteht zum grössten Theil aus Vignolschienen von 7/9/4 cm; zwischen dem Bahnhof Sissach und dem Maschinenhaus wurden streckenweise auch Haarmannschienen verlegt, wobei hier schon erwähnt werden mag, dass die Zugwiderstände auf diesem letztern Geleise unter übrigen gleichen Belastungs- und Gefällsverhältnissen merklich grösser sind als auf den mit Vignolschienen erbauten Strecken.

Die *Maschinenstation* verbunden mit dem Turbinenhaus und der Wagenremise befindet sich bei km 1,0. Die zum Betrieb der electriche Bahn nothwendige Kraft liefert eine Jonvalturbine, welche bei dem mittleren Wasserquantum von 600 l und einem Gefälle von 6,75 m etwa 40 Pferdestärken entwickelt. Das erforderliche Triebwasser wird der Ergolz entnommen und in einem offenen, auf der letzten Strecke hölzernen Canal von etwa 800 m Länge zum Turbinenhaus geleitet; der Auslauf mündet in den Homburgerbach.

Da die Dynamomaschine mit 600 Touren laufen soll und die Turbine in der Minute nur 98—100 macht, so musste ein Vorgelege eingeschaltet werden, von welchem aus zugleich noch ein sogen. Bremsregulator angetrieben wird. Wie aus den im Nachfolgenden angeführten Messungen, sowie aus Fig. 3 sich ergeben wird, treten sehr starke Kraftschwankungen auf, welche innerhalb weniger Secunden vom Leerlauf bis zur maximalen Leistung ansteigen und ebenso

rasch wieder abnehmen können. Die Versuche haben nun gezeigt, dass ein gewöhnlicher Turbinenregulator viel zu langsam wirkt, um eine constante Geschwindigkeit der Primärmaschine zu erhalten.

Bei Anwendung eines Bremsregulators werden nun solche Schwankungen der abzugebenden Kraft und die daraus resultirenden Tourenvariationen dadurch vermieden, dass man die Turbine unter voller Belastung laufen lässt, wobei dann jeweilen der nicht von der Dynamomaschine absorbirte Theil der Kraft im Regulator todtgebremst wird. Diese Regulirmethode, welche sich hier ganz gut bewährt hat, ist natürlich nur in solchen Fällen anwendbar, wo das verbrauchte Wasserquantum nicht in Frage kommt.

Die *Primär-Dynamomaschine*, welche den zum Betrieb der Electromotoren auf der Locomotive erforderlichen Strom liefert, ist für eine normale Nutzleistung von 700 Volts und 50 Ampères oder 35 Kw. construirt; doch zeigte sie auch bei einer vorübergehenden starken Mehrbelastung noch immer vollständig funkenfreien Gang. Es ist dies eine zweipolige Maschine mit Serienwicklung und Cylinderring-Armatur. Die Stromabnahme von dem Bronzecollector erfolgt mittelst zwei Paar Bürsten aus Kupferdrahtgeflecht, bei deren Anwendung sich die störenden Inductionswirkungen auf benachbarte staatliche Telephonleitungen angeblich weniger fühlbar gemacht haben sollen, als es vorher mit Blechbürsten der Fall war.

Das Maschinengestell ist durch Holzbalken vom Boden isolirt, der positive Pol dagegen direct mit der Erde bezw. mit dem im Wagendepot endigenden Schienengeleise und der negative Pol mit dem *Apparatableau* verbunden.

Auf diesem letztern sind montirt:

Ein Hauptstromunterbrecher mit Kohlencontact, ein Ampèremeter, zwei permanent eingeschaltete und in Serie verbundene Voltmeter, ferner ein automatisch wirkender Kurzschlussapparat, sowie eine Blitzschutzvorrichtung.

Der erstere Apparat ist dazu bestimmt die Feldmagnetspulen der Primärmaschine kurz zu schliessen und damit den Strom in gefahrloser Weise zu unterbrechen, sobald dessen Intensität den zulässigen maximalen Werth aus irgend einem Grunde überschreitet.

Da bei dieser Anlage die Luftlinie durch die Maschine mit der Erde in Verbindung steht, so musste auf besondere Schutzmassregeln gegen die Wirkung der atmosphärischen Entladungen Bedacht genommen werden. Die Spitzen, zwischen denen die Entladung stattfinden soll, bestehen nicht mehr aus Metall wie bei den sonst gebräuchlichen Blitzplatten, sondern aus leicht auswechselbaren Kohlenstäben, deren gegenseitiger Abstand sich scharf reguliren lässt. Da sich bei jeder stärkern Entladung zwischen den Kohlen spitzen ein Lichtbogen bildet, durch welchen auch der Maschinen-Strom rückwärts seinen Weg von der Erde zum negativen Pol nehmen und die äussere Leitung ganz oder theilweise kurz schliessen würde, so musste noch eine Vorrichtung angebracht werden, welche den sich bildenden Lichtbogen selbstthätig auslöscht. Es geschieht dies in der Weise, dass ein in die Erdleitung eingeschaltetes Solenoid bei continuirlichem Stromdurchgang seinen Kern anzieht, wodurch mittelst einer passenden Hebelübersetzung zwei Contactpunkte des Stromkreises so weit von einander entfernt werden, dass der auch zwischen ihnen sich bildende Lichtbogen erlischt; dieser sehr einfache Apparat soll sich bereits zu wiederholten Malen gut bewährt haben, was bekanntlich nur von einer kleinen Zahl ähnlicher Blitzschutzvorrichtungen gesagt werden kann. Besondere Regulirvorrichtungen, z. B. Rheostate, sind nicht im Gebrauch, sodass die Anforderungen, welche an den Wärter im Maschinenhaus gestellt werden müssen, sich auf ein Minimum reduciren und der Betrieb dadurch an Sicherheit gewinnt.

Im äussern Stromkreis fliesst der Strom durch die Schienen nach der electricen Locomotive und durch die Luftleitung zur Primärmaschine zurück. Zur Sicherung eines möglichst unveränderlichen electricen Leitungswiderstandes sind die Vignolschienen an sämtlichen Stössen durch unten aufgelöthete und überdies noch vernietete Streifen aus verzinnem Kupferblech metallisch und federnd verbunden; bei den Haarmannschienen geschieht die Verbindung durch über die Laschen hinweggehende Kupferdrähte; dieselben sind in Oesen von Kupferblechen eingelöthet, welche seitlich auf die Schienen genietet sind. Ueberdies sind die beiden Schienenstränge bei jedem vierten Stoss noch unter sich durch 6 mm starke Kupferdrähte leitend verbunden, um so gegen eine gänzliche Stromunterbrechung geschützt zu sein, falls sich eine der erwähnten Längsverbindungen lösen sollte.

Die Rückleitung ist vollständig als Luftlinie gebaut, wobei zur Vermeidung eines sehr dicken Contactdrahtes noch ein Kupferseil längs der Consolträger hinläuft; dasselbe ist mit dem Contactdraht parallel geschaltet und steht mit ihm etwa alle 100 m durch isolirte Cabelstücke in leitender Verbindung. Hiedurch wird nicht bloss eine Ent-

Fall, so wird die Sache nicht besser, selbst wenn auch die Isolirung des Kupercabels eine absolute wäre.

Eine ganz ähnliche Beobachtung kann man übrigens sehr häufig bei sonst gut ausgeführten Beleuchtungsanlagen, bei welchen blanke Luftleitungen vorkommen, machen. Es betrifft dies die weit verbreitete Methode bei constanter Vertheilungsspannung die Dimensionen der Isolatoren dem Durchmesser der daran zu befestigenden Drähte proportional abnehmen zu lassen, gerade als ob, abgesehen von den durch die mechanische Festigkeit bedingten Anforderungen, die Isolation sich im umgekehrten Verhältniss mit der Stärke des im Drahte fliessenden Stromes vermindern würde.

Die Contactdraht-Isolatoren sind an einfachen, aus Gasrohr construirten Consolen befestigt, welche letztere an graubemalte, bald auf dem einen, bald auf dem andern Strassenbord stehende Masten aus Rundholz angeschraubt sind. Wenn man auch selbstverständlich nicht behaupten kann, dass diese Gestänge, welche auf gerader Strecke in Distanzen von 35—40 m und in Curven im Minimum in Entfernungen von 15 m stehen, schön seien, so darf man ebenso wenig von einer Verunstaltung der Strasse sprechen, namentlich in den Partien, wo die Masten zwischen die

Electriche Strassenbahn Sissach-Gelterkinden in Basel-Land.

Electriche Locomotive.

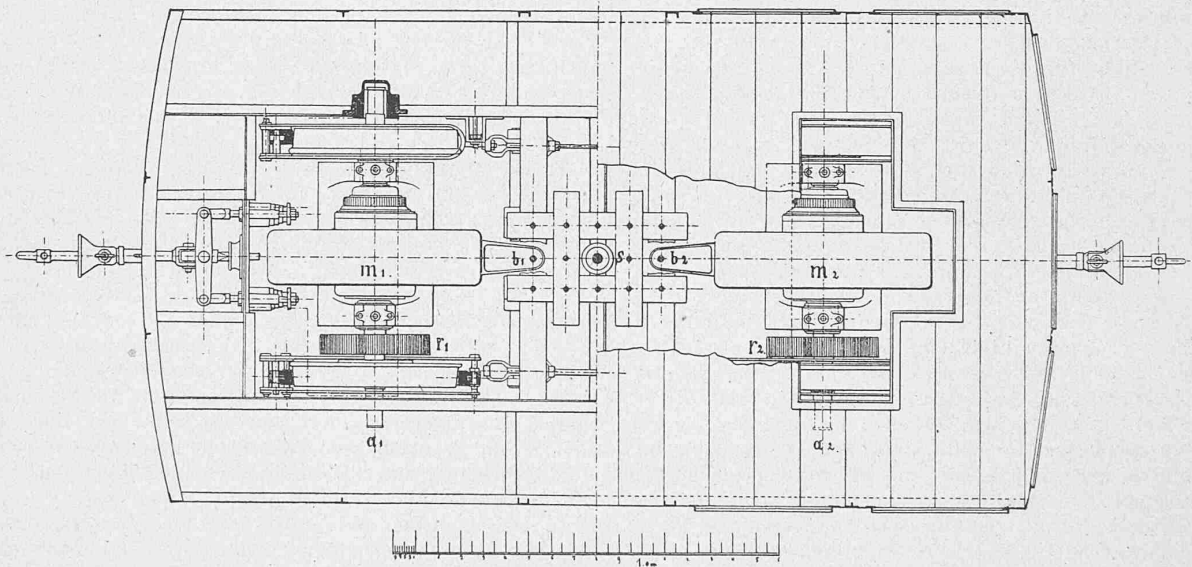


Fig. 1. Horizontalschnitt. — Masstab 1 : 30.

lastung des Contactdrahtes erreicht, sondern gleichzeitig auch die Möglichkeit gewahrt, bei einem eintretenden Bruch des Contactdrahtes oder bei sich bildenden grössern Uebergangswiderständen die jenseits der Fehlerstelle befindliche Strecke der Bahn doch noch befahren zu können. Der Contactdraht besteht auf der ganzen Linie aus hart gezogenem Kupferdraht von 6 mm Durchmesser, welcher in einer mittleren Höhe von 5,5 m über dem Geleise gezogen ist; das Kupercabel besitzt von km 1,0 bis km 3,25 einen Querschnitt von 50 mm², auf der kürzern Strecke vom Maschinenhaus-Sissach geht dasselbe in einen Kupferdraht von 6 mm über; beide sind auf Flüssigkeitsisolatoren montirt, während zur Befestigung und Regulirung des Contactdrahtes in der Hauptsache die Modelle der Sprague Cie. benutzt sind, auf deren detaillirte Beschreibung nicht näher eingetreten werden soll. Es mag bloss hervorgehoben werden, dass die Mittel, welche zur Isolirung des Contactdrahtes angewandt sind, insbesondere die kleinen Ebonitglöckchen den grossen Oelisolatoren gegenüber geradezu contrastirend wirken. Da bei solchen Isolatoren die Oberflächenleitung in erster Linie massgebend ist, so gelangt man unwillkürlich zu dem Schluss, dass entweder die Anwendung der auffälligen grossen Oelisolatoren nicht nothwendig oder dann die Ebonitisolatoren nicht ausreichend sind; ist das letztere der

längs der Strasse gepflanzten Bäume gestellt werden konnten; man erhält vielmehr die Ueberzeugung, dass unter Anwendung leicht und elegant construirter eiserner Gestänge von etwas grösserer Höhe dieses vom ästhetischen Standpunkt aus so oft angefochtene Bahnsystem mit oberirdischer Stromzuleitung in den breiteren Strassen, wie sie in den Vororten der meisten Schweizerstädte vorkommen, ohne Bedenken angewendet werden kann.

Der *Fabrpark* setzt sich zusammen aus einer electricen Locomotive, vier Personenwagen und vier offenen Güterwagen von 2750 kg Eigengewicht.

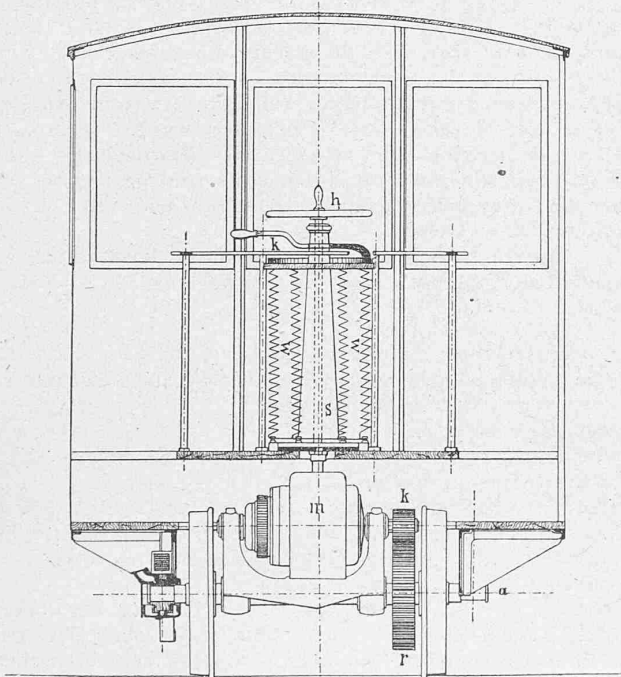
Die Construction der *electricen Locomotive* ist aus den beiden Fig. 1 und 2, von denen die erste einen Horizontalschnitt über den Electromotoren und die zweite einen verticalen Querschnitt senkrecht zur Längsachse darstellt, deutlich ersichtlich.

Die wichtigste Neuerung bildet die Anordnung der beiden Electromotoren m_1 und m_2 ; dieselben sind auf den Laufachsen a_1 und a_2 gelagert, welche ihrerseits durch das Getriebe rk von den Motorarmaturen aus direct in Bewegung gesetzt werden. Da die Motoren bei normaler Fahrgeschwindigkeit etwa 450—500 Touren pro Minute machen, so konnte von einer Zwischenübersetzung, wie sie sonst bei den meisten electricen Strassenbahnwagen gebräuchlich

ist, Umgang genommen und damit eine bedeutende Kraftersparnis erzielt werden. Die gewählte Disposition, bei welcher die vier Lauf- und Motor-Achsen in zwei parallelen Verticalebenen liegen, besitzt gegenüber einer von Reckenzaun angegebenen Anordnung mit reducirter Uebersetzung, bei welcher aber alle vier Achsen in einer Horizontalebene liegen, den Vortheil, dass unter allen Belastungsverhältnissen ein unveränderlicher Eingriff zwischen dem Kolben k und dem Zahnrad r gesichert wird; denn wenn sich auch z. B. im Momente des Anfahrens der ganze Motor so lange um die Laufachse dreht, bis die Reaction der comprimierten Spiralfedern auf die Bügel b_1 und b_2 den am Umfang der Zahnräder wirkenden Widerständen das Gleichgewicht hält, so bleibt doch die Achsendistanz bei dieser centrischen Anordnung constant. Bei seitlicher federnder Aufhängung der Motoren ist der Zahneingriff dagegen häufig variabel und dem zu Folge die Abnutzung der Getriebe ungewöhnlich stark und das dabei verursachte Geräusch sehr störend; auch soll das Anfahren nicht immer ein ruhiges, sondern

Electrische Strassenbahn Sissach-Gelterkinden.

Electrische Locomotive.



Eig. 2. Verticaler Querschnitt. 1 : 30.

bei vorgeschrittener Abnutzung mit unangenehm wirkenden Stößen verbundenes sein. Die Motoren sind vierpolig und leisten normal bis 25 P.S.*); sie besitzen Trommelarmaturen, mit einer der Alioth'schen und Eickenmeier'schen ähnlichen Schablonenwicklung, welche bei den vorliegenden ungünstigen Betriebsverhältnissen allein die Anwendung einer relativ hohen Klemmenspannung ermöglichte. Jeder Motor besitzt nur ein Paar radial gegen den Bronze-Collector anliegende Kohlenbürsten, welche in einer dem Maschinisten auch während der Fahrt leicht zugänglichen Lage angebracht sind; durch gleichzeitige geeignete Berücksichtigung der Armatur-Reaction auf das magnetische Feld wurde erreicht, dass die Bürstenstellung bei voller Zugsbelastung und bei Leerlauf, beim Vorwärts- und Rückwärtsfahren unverändert bleiben kann, ohne dass sich deshalb am Collector schädliche Funkenbildung geltend macht. Die Kohlenbürsten,

*) An Stelle der in der Schweiz immer noch üblichen, älteren, dem Englischen (Horse power) entnommenen Bezeichnung H. P. für die Pferdekraft wollen wir von jetzt an die neue, in Deutschland allgemein in Gebrauch stehende Bezeichnung P. S. (Pferdestärke) auch in unserer Zeitschrift zur Anwendung bringen, Die Redaction.

welche, abgesehen von ihrer Billigkeit, sich selbst und namentlich die Collectoren nur wenig abnutzen, haben auf den amerikanischen Bahnen die Metallbürsten längst gänzlich verdrängt und kommen jetzt nach und nach auch bei uns bei stationären Maschinen und Electromotoren immer mehr in Anwendung.

Der Strom tritt aus den Schienen durch die Räder in das eiserne Gestell und verzweigt sich dort in die parallel geschalteten Feldmagnetspulen der beiden Electromotoren, von hier gehen die Zweigströme in die mit den Feldmagneten in Serie geschalteten Armaturen; nachher vereinigen sie sich wieder und der Gesamtstrom fließt durch den an der Bremsspindelsäule s angebrachten Regulir-Widerstand w und das an der Wagendecke an Stelle der sonst üblichen Bleisicherung befindliche Ampèremeter nach einer einfachen gezahnten Blitzplatte.

Die Verbindung endlich zwischen Locomotive und dem in einer Höhe von 2.5 m darüber gespannten Contactdraht vermittelt ein auf dem Dache der Locomotive montirtes Stahlrohr mit Laufrolle, welches durch ein System von Spiralfedern von unten her gegen den Contactdraht ange-drückt wird.

Zwischen den Armaturen und den Feldmagnetspulen befindet sich ausserdem noch ein zweipoliger Doppelschalter, welcher gestattet, die Stromrichtung in den Armaturen nach Belieben umzukehren und damit die Fahr-richtung der Locomotive zu ändern oder die letztere durch Unterbrechen des Stromes zum Stillstehen zu bringen. Die Fahr-geschwindigkeit wird durch Ein- und Ausschalten der um die Säule s herum angeordneten Widerstandspiralen w und mit Hilfe einer mechanischen Radbremse regulirt. Die Einwirkung auf die Bremsspindel geschieht durch Drehen des auf der hohlen Säule s sitzenden Handrades h , während am Rheostat die unmittelbar unter b befindliche Kurbel k nach rechts oder links zu verstellen ist. Durch gleichzeitiges Handhaben beider Organe und Umstellen des Commutators kann der Maschinist auch bei voller Geschwindigkeit den Zug auf einer Strecke von 20 m zum Stillstehen bringen.

Zur Warnung von Personen und Fuhrwerken dient eine neben dem Contactarm befindliche Alarmglocke, welche jeweilen vor Curven und Strassenübergängen geläutet wird. Das Totalgewicht der Locomotive beträgt 6170 kg, die Länge zwischen den Puffern 4,69 m, die Gesamthöhe 2,94 m. Die gewöhnliche Zugcomposition besteht aus der Locomotive und zwei Personenwagen, von denen der eine 24 und der andere 12 Sitzplätze nebst einem Gepäckraum enthält. Die Wagen sind nach den Modellen der Berner-Oberländer Thalbahnen gebaut, sie wiegen 4140 kg und besitzen eine Länge von 7,8 m zwischen den Puffern gemessen.

Dieses Wagengewicht erscheint für die vorliegenden Verhältnisse entschieden zu gross, wenn man bedenkt, dass ein gewöhnlicher geschlossener Pferdebahnwagen für 24 Passagiere nur 1300—1500 kg wiegt. Selbst für den günstigen Fall eines drei vollbesetzte Personenwagen führenden Zuges findet man als Nutzlast 72 Passagiere zu 75 kg gleich 5400 kg, während

die Locomotive	6170 kg
drei Personenwagen	16420 „
Zugpersonal	150 „
zusammen also	22740 kg

wiegen; das Verhältniss zwischen Nutzlast und Eigengewicht ist daher bloss

$$\frac{5400}{22740} = 23,7 \%$$

und dasjenige zwischen Nutzlast und Totalgewicht sogar nur

$$\frac{5400}{28140} = 18,3 \%$$

Vergleicht man damit das gewöhnliche Modell der amerikanischen Motorwagen für 24 Personen, welche mit zwei 15 P. S. Electromotoren ausgerüstet sind, so findet man als Mittelwerthe für die entsprechenden Quotienten

$$47 \%$$

d. h. ungefähr das Doppelte der obigen.

Auch in solchen Fällen, wo genügende Kraft vorhanden ist, hat es keinen Werth, auf der einen Seite durch Verbesserung der Construction der Locomotive deren Nutzeffect zu vergrößern und den erreichten Vortheil durch Mitschleppen schwerer Wagen wieder zu verlieren.

Während für die Beleuchtung der electricisch betriebenen Strassenbahnwagen nach den amerikanischen Systemen fast durchweg Glühlicht zur Verwendung kommt, musste auf der S.-G.-Bahn die Oelbeleuchtung beibehalten werden, weil das häufige Wechseln der Cabelverbindungen zwischen Locomotive und Wagen unbequem und das Einhalten einer constanten Spannungsdifferenz an den Lampen bei der gewählten Maschinenschaltung ungemein schwierig ist.

Dagegen sollte es bei der während des grössten Theils des Tages unbenützten Wasserkraft möglich sein, mit Vor-

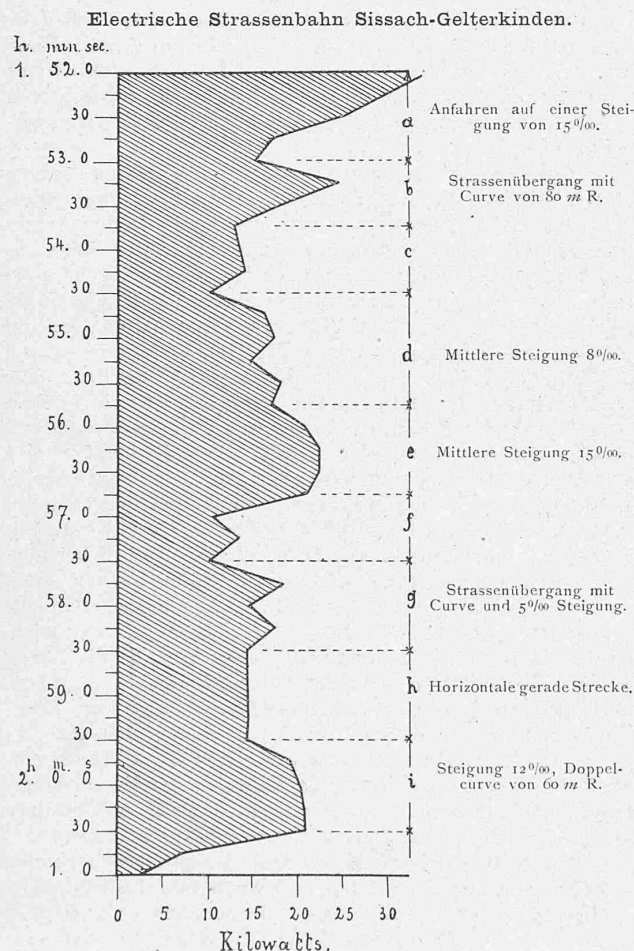


Fig. 3. Kraftmessungen.

theil die electricische Beheizung der Wagen durchzuführen, etwa in der Art, dass ähnlich den auf den französischen Bahnen üblichen „chauffe-pied“ leicht transportable electricische Heizkörper zur Anwendung kommen.

Da die electricischen Bahnen, über welche genauere Angaben betreffend Wirkungsgrad und Kraftbedarf vorliegen, in wichtigen Punkten von dem beschriebenen Systeme abweichen, so wurden zur Vergleichung verschiedene Kraftmessungen vorgenommen, von denen eine Reihe in dem Diagramm Fig. 3 dargestellt ist.

Aus demselben ist die Variation der während einer Fahrt von km 1,0 bis zum Stationsgebäude Gelterkinden an den Klemmen der Primärmaschine auftretenden Nutzleistung ersichtlich, wie sie sich aus gleichzeitigen, in Intervallen von 15 zu 15 Sekunden vorgenommenen Ablesungen der Stationsvolt- und Ampèremeter ergab.

Die während der Fahrt beobachteten extremen Werthe des Kraftverbrauches waren

13,1 Kilowatt im Minimum und
25,2 „ „ Maximum.

Als mittlere Leistung aus 34 Messungen fand sich
16,7 Kilowatt,

so dass jenen Grenzwerten Abweichungen von
— 21,5 % und + 50,8 %

entsprechen.

Die Klemmenspannung schwankte zwischen 560—760 Volts; dies ist die höchste Betriebsspannung, welche bis jetzt bei electricischen Bahnen in Anwendung steht; bekanntlich beträgt sie bei dem amerikanischen System in der Regel nur 450 bis 500 Volts.

Die Stromstärke variirte während der Fahrt von 17—30 Ampères; das Maximum von 50 Ampères trat ein im Momente des Anfahrens auf einer Steigung von 15 ‰; der entwickelte Effect stieg dabei bis auf 30,2 Kilowatt.

Der Zug bestand aus
einer Locomotive von 6170 kg,
drei Personenwagen zu 4140 kg 12420 „
30 Passagieren incl. Zugpersonal zu 75 kg 2250 „
Das Gesamtgewicht war demnach 20840 kg.

Der grösste, überhaupt beobachtete Kraftverbrauch von 33,5 kw. = 45,5 P.S. ergab sich beim Anfahren mit einem Zug von 33 t Gewicht auf horizontaler Strecke mit Haarmannschienen, aber auch da machte die Abweichung vom Mittel während der Fahrt erst 92 % aus, während dieselbe bei Motorwagen mit doppelter Zahnradübersetzung wiederholt grösser als 200—300 % gefunden wurde. Je grösser die zu erwartenden Schwankungen des Kraftbedarfes sind, um so ungünstiger arbeitet die Maschinenanlage und um so eher sind Ueberanstrengungen derselben und der Electromotoren zu befürchten.

Um ein Urtheil über den Nutzeffect der Locomotive zu erhalten, gehen wir von der Formel aus

$$A = 9,81 \frac{G(f+s)}{\eta} \times v.$$

In derselben bedeutet

A die gesammte pro Secunde von der Primärmaschine zu leistende Arbeit in Watts, wenn

G das Zuggewicht in Tonnen,

v die Fahrgeschwindigkeit in Metern pro Secunde,

s die Steigung in ‰ und

f den Tractionscoefficienten bezeichnet, d. h. den Effect, welcher erforderlich ist, um auf horizontalem Geleise die Last $G = 1 t$ mit der Geschwindigkeit $v = 1 m$ fortzubewegen;

η endlich ist der Quotient aus der am Umfang der Räder der Locomotive geleisteten Nutzbarkeit und der gesammten, von der Locomotive absorbirten electricischen Energie.

In der obigen Formel sind f und η unbekannt, $A = 16700$ Watts; $G = 20,84 t$; s darf im Mittel zu 5,7 ‰ angenommen werden; die in 8 Min. 30 Sec. durchfahrene Strecke betrug 2200 m, woraus sich $v = 4,3 m$ ergibt.

Werden diese Werthe eingesetzt, so folgt schliesslich als Annäherung

$$\left(\frac{f+5,7}{\eta}\right) = 19.$$

Man ist nun zur Ermittlung von η genöthigt für f eine angenäherte Annahme zu machen. Wird hiefür der Werth $f = 7,5$ gewählt, welcher ungefähr in der Mitte liegt zwischen dem an der letzten Pariser Ausstellung für die Décauville-Schmalspurbahn gefundenen von 2,5 und dem von Tresca auf der gut unterhaltenen Tramway-Linie Paris-Versailles für horizontale gerade Strecken erhaltenen Werth $f = 12,2$, so folgt

$$\eta = 0,70.$$

Ingenieur J. L. Huber hat allerdings aus seinem zahlreichen und sorgfältigen Versuchen für eine Linie der Pferdebahn in Hamburg ein grösseres $f = 15$, abgeleitet; doch entsprechen die Verhältnisse der S.-G.-Bahn denjenigen der beiden erstern Linien entschieden besser. Der Werth bezieht sich indessen nur auf die Widerstandsverhältnisse bei Vignolschienen; für Haarmannschienen dürfte f voraussichtlich

etwa zwischen 8—10 liegen; doch sind hierüber noch genauere Messungen anzustellen, wie denn auch die übrigen Zahlen nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch erheben; die Messungen mussten mit den in der Centrale befindlichen Volts- und Ampèremetern vorgenommen und deren Constanten als richtig vorausgesetzt werden.

Sollte aber auch der wirkliche Nutzeffect η etwas kleiner sein als 70 %, wie oben angenommen wurde, so lässt sich doch ein sehr bedeutender Fortschritt gegenüber den Resultaten, welche sich auf die bekanntesten amerikanischen Bahn-Systeme beziehen, nicht in Abrede stellen.

Legt man z. B. die von Dr. Bell über die electriche Strassenbahn in Lafayette N. A. publicirten Zahlen zu Grunde, so ergibt sich selbst unter Annahme des grössern Huberschen $f = 15$ nur

$$\eta = 0.47.$$

Aus einer andern Messung, welche auf einer Steigung von $s = 53 \text{ ‰}$ angestellt wurde, erhält man

$$\eta = 0.495.$$

Ähnliche Resultate lassen sich aus den Versuchen von Crosby betreffend die Bahnen in Cleveland, Scranton und Richmond herausrechnen. Nirgends steigt η über 50 %, d. h. überall geht ungefähr die Hälfte der aufgewandten Energie in Form von Stromwärme und Reibungsarbeit in den schnelllaufenden, mit doppelter Räderübersetzung arbeitenden Electromotoren verloren. Es zeigt der erhaltene Werth ganz deutlich, dass der in neuester Zeit eingeschlagene Weg, den Nutzeffect und die Leistungsfähigkeit der electriche Bahnen durch Reduction der Tourenzahl der Motoren zu erhöhen, der richtige ist und das Ideal in dieser Hinsicht ein Motorwagen oder eine electriche Locomotive bildet, bei welchen die Motorachsen direct mit den Laufachsen zusammenfallen, sodass jeder Verlust in Getrieben oder andern Uebersetzungsorganen vermieden wird.

Ebenso wichtig ist die Entscheidung der Frage, ob und unter welchen Umständen es sich empfiehlt an Stelle von sog. Motorwagen mit Beiwagen electriche Locomotiven ausschliesslich mit Beiwagen anzuwenden. Die Vortheile einer besondern Locomotive sind mannigfaltig; in erster Linie ist die Wahl grösserer, zweckmässiger dimensionirter Electromotoren, durch welche die Tourenzahl reducirt werden kann, viel leichter möglich, als wenn die Motoren in dem beschränkten Raum zwischen Strasse und Wagenboden untergebracht werden müssen. Die Motoren sind viel besser zugänglich und werden deshalb auch sorgfältiger überwacht und bedient; da sich Schutzvorrichtungen gegen die directe Einwirkung von Staub und Feuchtigkeit bequemer anbringen und überhaupt fast alle Theile kräftiger und solider ausführen lassen, so sind Betriebsstörungen entsprechend seltener zu erwarten. Der Maschinist darf seine ganze Aufmerksamkeit auf das vor ihm liegende Geleise und die Locomotive concentriren, da er nicht mehr durch das auf den Plattformen befindliche Publikum in seinen Manipulationen gehemmt werden kann; ebenso sind die sämtlichen Apparate und Leitungen ausserhalb des Bereiches der Passagiere.

Bei kleinern Localbahnen, wie z. B. bei der S.-G.-Bahn, liegt meistens das Bedürfniss vor, bald leichtere und bald schwerere Züge zu formiren, namentlich auch Güterwagen mitführen zu können; während es nun keine Schwierigkeiten macht, beliebig starke electriche Locomotiven zu construiren, ist man bei Motorwagen in Folge des beschränkten Raumes an eine bestimmte obere Grenze gebunden und müssen daher zur gleichzeitigen Beförderung grösserer Züge zwei oder mehrere Motorwagen angeschafft werden; deren Bedienung erfordert aber gleichzeitig eine Vermehrung des Personals, trotzdem vielleicht nur an Sonn- und Festtagen ausreichende Beschäftigung für dasselbe vorhanden ist. Verzinsung, Unterhalt und Bedienung werden sich somit höher stellen als für eine einzelne starke Locomotive.

Schliesslich ist es mit entsprechend umgebauten Locomotiven möglich den electriche Betrieb auch auf eigentliche Bergbahnen auszudehnen; bis jetzt sind in dieser Richtung allerdings noch keine ernstlichen Versuche unternommen

worden, doch lässt sich zeigen, dass in manchen Fällen der electriche Betrieb eine bessere Lösung bilden würde als Dampftrieb.

Die Nachteile, welche mit der Anwendung besonderer Locomotiven zusammenhängen, sind namentlich folgende: Die Zuglänge ist grösser als bei einfachen Motorwagen, ja selbst noch grösser als bei einem mit Pferden bespannten Tramway. Dieser Uebelstand würde sich besonders in engen, verkehrsreichen Strassen geltend machen.

Das mitzuführende todte Gewicht ist im Allgemeinen ein grösseres als bei Motorwagen, insofern es sich nicht um den Transport mehrerer Passagier-Wagen handelt.

Die Anlagekosten für eine städtische Strassenbahn mit vielen gleichzeitig laufenden Wagen werden sich mit Locomotiven höher stellen als mit den üblichen Motorwagen, während Reparatur- und Unterhaltungsspesen eher zu Gunsten der erstern Combination sprechen dürften. Es kann somit nicht allgemein dem einen oder andern System der Vorzug zuerkannt werden, sondern man wird von Fall zu Fall den localen Betriebsverhältnissen entsprechend die verschiedenen Vor- und Nachteile gegen einander abwägen müssen.

Der Betrieb der S.-G.-B. ist für das laufende Sommerhalbjahr in der Art organisirt, dass zwischen Sissach-Gelterkinden täglich neun regelmässige Züge in jeder Richtung laufen, welche mit den auf- und abwärts fahrenden Zügen der Centralbahn, für welche Sissach Kreuzungsstation ist, correspondiren.

Für Gütertransporte werden nach Bedarf weifere Züge eingeschaltet. Die Fahrzeit von Sissach nach Gelterkinden beträgt 15 Min. incl. Halt auf der Station Böckten.

Zur Erleichterung des dienstlichen Verkehrs sind die Stationen unter sich und mit dem Maschinenhaus telephonisch verbunden. Die Telephonlinie besitzt metallische Hin- und Rückleitung und ist auf denselben Gestängen montirt, welche die Leitungen für den Maschinenstrom tragen; trotzdem macht sich während der Zeit, wo der Zug in Bewegung ist, nur ein leichtes Summen bemerkbar.

In die Erstellung dieser Anlage, durch welche wieder ein wesentlicher Fortschritt in der Entwicklung der electriche Bahnen im Allgemeinen und der schweiz. Technik im Besondern constatirt ist, theilten sich die Firmen Pümpin & Herzog, bernische Baugesellschaft für Specialbahnen, die Maschinenbaugesellschaft Basel und die Maschinenfabrik Oerlikon. Letztere installirte unter der Leitung des Herrn Ingenieur Dubs die gesammten electriche Einrichtungen, die Maschinenbaugesellschaft Basel lieferte die Turbinenanlage und das Rollmaterial, exclusive die Electromotoren auf der Locomotive, und Herr Ingenieur Gysin übernahm für die Herren Pümpin & Herzog die Ausführung des Unter- und Oberbaues nebst der Canalanlage.

Miscellanea.

Ueber die Ursache des Brückeneinsturzes bei Mönchenstein hat Professor Fr. Engesser in Karlsruhe in der Deutschen Bauzeitung vom 29. Juli eine Erklärung gegeben, die von allen bisher bekannten Vermuthungen die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat und, wie wir erfahren haben, auch durch die Untersuchungen der eidgenössischen Experten bestätigt wird.

Er nimmt an, dass der Einsturz der Brücke durch unzureichende Steifigkeit einzelner Druckglieder gegen seitliches Ausknicken verursacht worden sei und sagt u. A.:

„Am ungünstigsten sind in dieser Beziehung die in der Mitte benachbarten Druckstreben angeordnet; sie bestehen aus zwei übers Kreuz gestellten Winkeln $100/14$, welche alle Meter nothdürftig durch schmale Blechstreifen mit einander verbunden sind. Die Knickkraft, welche eine solche Strebe im Augenblick des Ausknickens aushalten kann, ist

$$S = \frac{10 EJ}{l^2} = 41 J.$$

Wenn die beiden Winkel unverrückbar mit einander verbunden wären, so dürfte für J das volle Trägheitsmoment des kreuzförmigen Querschnittes, $= 1100 \text{ cm}^4$, gesetzt werden, und $S = 41 \cdot 1100 = 45000 \text{ kg}$.