Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 37/38 (1901)

Heft: 5

Artikel: Die elektrische Ausrüstung der Jungfraubahnlokomotive Nr. 4: gebaut von der Maschinenfabrik Oerlikon

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22662

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: 22.07.2025

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

INHALT: Die elektrische Ausrüstung der Jungfraubahnlokomotive Nr. 4. — Wettbewerb für ein Aufnahmegebäude des Bahnhofes in La Chaux-de-Fonds. I. — Neuerungen an Nadelwehren. — Miscellanea: Neue Einheit zur Messung der Kraftleistung. Theater-Hygieine. Schweizerische Bundesbahnen. Eidg. Polytechnikum. — Konkurrenzen: Hauptbahnhof in Hamburg. Ein Kanalisationsprojekt für Petersburg. Neubau für die Kantonalbank in Basel. Bau einer Synagoge in Düsseldorf. — Nekrologie: † Friedrich v. Salis-Soglio. † Ludwig Lauffer. — Litteratur: Eingegangene litterarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittelung.

Die elektrische Ausrüstung der Jungfraubahnlokomotive Nr. 4.*)

Gebaut von der *Maschinenfabrik Oerlikon.*

Die elektrische Ausrüstung der neuen Lokomotive der Jungfraubahn weicht in einigen wesentlichen Punkten, in Bezug auf Bauart und auf die zur Erzielung der Betriebssicherheit angewandten Mittel von den für diese Bahn zuerst gebauten Maschinen ab; verschiedene für den elektrischen Betrieb auf Bergbahnen neue Anordnungen grundsätzlicher Natur sind bei dieser Maschine zur Anwendung gelangt. Sie soll in diesem Artikel hinsichtlich der für sie zur Verwendung gelangten Motoren, des Systems der Stromabnahme, ihrer Schalt- und Regulierapparate, der Manipulation der Lokomotive bei Bergfahrt und Thalfahrt, beim Anfahren und Anhalten, sowie in Bezug auf die mit der Maschine erzielten Versuchsergebnisse über Stromverbrauch und Leistung beschrieben werden.

Die Lokomotive wird durch *zwei* je 2100 *kg* schwere *6-polige Drehstrommotoren* angetrieben, welche bei einer Spannung von 450—550 Volt mit einer Umdrehungszahl von 750 per Minute und bei 38 Perioden der elektrischen Generatoren in normaler Dauerbelastung je 120 *P. S.* leisten. Bei dreistündiger Belastung mit 120 *P. S.* steigt die Temperatur in keinem Teile des Motors um mehr als 25° C über die Temperatur der die Motoren umgebenden Luft. Es beträgt ihr Leerlaufstrom bei 500 Volt 25 Amp., der Wattverlust für die Leerlaufarbeit 4200 Watt, und ferner, bei 120 *P. S.* Belastung der Motoren: der Wirkungsgrad 92 %, der Leistungsfaktor 90 %, die Schlüpfung 1,5 %, und der Kupferverlust im Feld 2,5 %. Der maximale Strom bei Kurzschluss mit 500 Volt misst 800 Amp. Daraus ergiebt sich ein maximales Drehmoment von 360 *kg/m* bei 570 Amp. und ein normales Drehmoment bei 130 Amp. von 115 *kg/m*. Das Verhalten des Motors bezüglich Umdrehungszahl, Wirkungsgrad, cos φ, Stromstärke, als Funktionen der Zugkraft in *kg/m*, ist in dem Diagramm Fig. 6 auf S. 46 dargestellt.

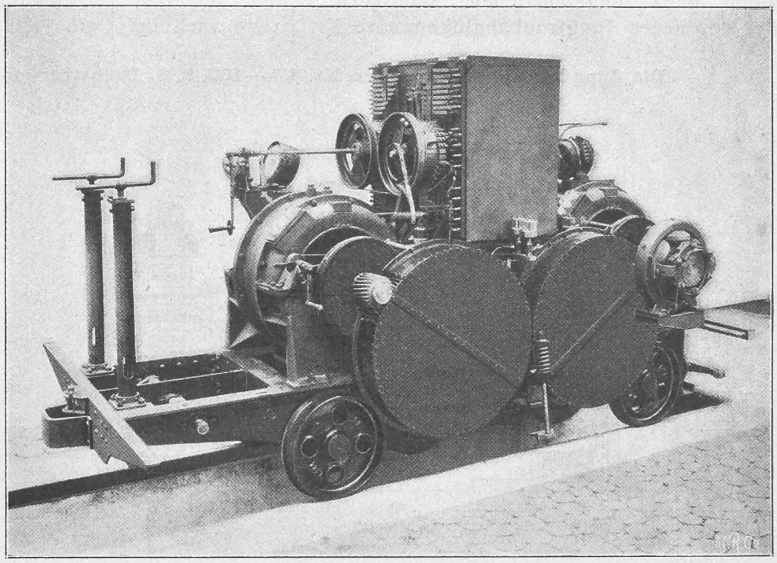

Fig. 1. Führerseite.

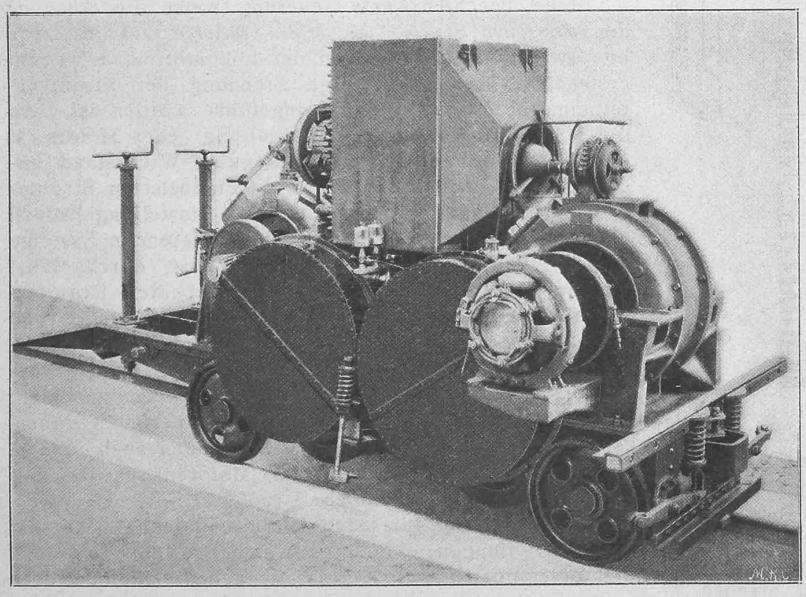

Fig. 2. Rückseite.

Die Wickelung des induzierenden Systems ist in 108 Nuten mit je drei Leitern angeordnet; jeder Leiter ist aus zwei parallelgeschalteten Drähten von 5 *mm* Durchmesser gewickelt. Der rotierende Teil besitzt 162 Nuten, in welchen in Form von je 9 Spulen 162 Leiter gewickelt sind; jeder Leiter besteht aus fünf parallelgeschalteten Drähten von 4 *mm* Durchmesser. Die Wickelung von Feld und Anker ist in Sternschaltung angeordnet. Zwei Enden der Wickelung des rotierenden Systems sind an zwei Schleifringe geführt, während das dritte Ende direkt mit dem Eisen des gusseisernen Radsternes und dadurch mit der Welle und dem Gestell verbunden ist. Von den Schleifringen wird der Strom durch Kohlenbürsten abgenommen.

Die Spannung im rotierenden System beträgt beim Anlaufen 250 Volt. Es ist besonders hervorzuheben, dass in der ganzen Wickelung des rotierenden Systems nur neun Lötstellen vorkommen. Die Motoren arbeiten mit ihrem Zahnkolben von 167,17 *mm* Durchmesser auf ein Zwischenrad von 1058,74 *mm* Durchmesser. Dieses Zwischenrad greift wiederum mit 300,8 *mm* Durchmesser in das Hauptzahnrad von 600 *mm* Durchmesser ein, sodass sich das gesamte Uebersetzungsverhältnis der Geschwindigkeit mit 12,66 : 1 ergiebt und die Lokomotive bei normaler Umdrehungszahl des Motors 7,7 *km* per Stunde zurücklegt.

Die Eisen-Abmessungen der Motoren sind zu verzeichnen mit: 600 *mm* Bohrung, 1,2 *mm* Luftabstand, 240 *mm* Eisenbreite und 870 *mm* äusserer Durchmesser des Eisens.

Mit dem vorderen Motor direkt verkuppelt ist eine *kleine*, 300 *kg* wiegende *6-polige Gleichstrommaschine* (siehe Fig. 3 u. 4 Seite 44), die für eine Leistung von 25 Volt und 150 Amp. bei 700 Umdrehungen bemessen ist. Die nach Art des Gramme-Rings gewickelte Armatur dieser Gleichstromdynamo ist direkt auf ein vorstehendes Ende der Welle des Motors aufgekeilt. Der Strom der Gleichstrommaschine wird bei *Thalfahrt* durch die Feldwickelung der beiden Motoren geführt, wodurch die Motoren in gewöhnliche

*) S. Bd. XXX Seite 18.

Drehstromgeneratoren umgewandelt werden. Durch das mit Gleichstrom erregte Feld wird in den Stromkreisen des rotierenden Systems Drehstrom induziert, der in den Regulierwiderstand aufgenommen wird. Auf das Funktionieren dieser Gleichstromerregung kommen wir später zurück; die charakteristischen Kurven des Motors, in seiner Wirkung als Generator, sind in dem Diagramm Nr. 2 (Fig. 7 S. 46) dargestellt.

Zur *Stromabnahme* reicht für die erheblichen, bei starken Bergbahnlokomotiven auftretenden Ströme die gewöhnliche, einfache Kontakt-Rolle der elektrischen Trambahnen nicht aus. Die Vermehrung der Zahl dieser Rollen, z. B. die Anwendung von zwei Stück für jede Zuleitung, also von vier Stück auf einer Lokomotive, führt zu zeitraubenden, nicht ganz ungefährlichen Manövern beim Umstellen. Bei der neuen Jungfraubahnlokomotive Nr. 4 (wie auch bei Nr. 3) wurden von der Maschinenfabrik Oerlikon Kontaktschuhe mit einem Kontaktbelag aus Aluminium angewendet, die für den Kontakt grosse Oberflächen bieten und bei Aenderung der Fahrrichtung keine Umstellung erfordern.

Die Anordnung der *Schalt- und Regulier-Apparate* ist aus dem Schaltungsschema (Fig. 5 Seite 45) zu ersehen. Die Zuleitung des Stromes geht durch einen zweipoligen Umschalter, welcher nach einem der Maschinenfabrik Oerlikon patentierten System[1]) ausgeführt ist und ein nach aussen hin vollkommen funkenloses und daher ganz gefahrloses Ausschalten von Stromstärken bis etwa 600 Amp. bei 600 Volt gestattet. Die Funkenstrecken sind bei diesen Schaltern in nahezu luftdichten Isolierröhren eingeschlossen. Von diesem Hauptumschalter (U_1), welcher gestattet, einerseits die sämtlichen Apparate und Motoren der Lokomotive stromlos zu machen, andererseits die Drehrichtung der Motoren zu ändern, zweigt der Strom in die beiden parallel geschalteten Motoren ab. Dazwischen liegen Bleisicherungen, für welche ebenfalls ein besonderes System zur Anwendung gelangt: Parallel zu dem den Hauptstrom führenden Schmelzdraht, der in einer Röhre eingeschlossen ist, wird ein sehr dünner Draht von specifisch viel höherem Leitungswiderstand als der Schmelzdraht geführt. Dadurch erreicht man, dass erst nach dem Abschmelzen des dicken Schmelzdrahtes der Funken durch Zerstäuben des dünnen Drahtes unterbrochen wird. Je eine Klemme der primären Wickelung der Motoren ist mit dem Gestell und mit der Erde verbunden, ebenso, wie oben bemerkt, das eine Ende der Wickelung des rotierenden Systems mit dem Gusstern und durch diesen mit der Welle und dem Gestelle in Verbindung steht. Angestellte Versuche haben ergeben, dass die Ableitung des induzierten Stromes durch Welle, Zahnkolben und Zahnräder nach den Schienen ohne merklichen Spannungsverlust erfolgt.

Eine beachtenswerte Neuerung weist die *Schaltung der rotierenden Systeme der beiden Motoren* auf, insoferne hier (wie übrigens auch bei der Lokomotive Nr. 3) zum ersten Mal eine vollständige Trennung der Stromverteilung für beide Motoren eingeführt worden ist. An die Schleifringe und die Erdableitung jedes Motors ist ein besonderer, unabhängiger Regulier-Widerstand angeschlossen, sodass die Phase des induzierten Stromes bei beiden Motoren keiner besonderen Einstellung bedarf, wie dies bei Parallelschaltung der rotierenden Systeme anderer Bauart auf umständliche Weise durchgeführt werden muss. Die Regulatoren der beiden Regulierwiderstände sind mechanisch miteinander verbunden und ihre Bewegung kann mittels *einer* Handkurbel ausgeführt werden. Dem Bau der Widerstände ist ganz besondere Sorgfalt zugewendet; dieselben vermögen nicht nur die für das Anfahren notwendige Energie vorübergehend zu absorbieren, sondern sie könnnen auch in normalem Betrieb dauernd eine der Motorenkapazität entsprechende Energie aufnehmen.

Die *Widerstände* für jeden Motor und jede Phase sind in acht Abteilungen eingeteilt, welche jeweilen zu acht Kollektorsegmenten des Regulators gehen. Sie bestehen aus 138 *kg* Constantanband. Das Band ist zickzackförmig in zwölf horizontal übereinander liegenden Eisenrahmen befestigt und durch ausserhalb der Rahmen liegende Klemmen in passender Weise geschaltet. Die Rahmen sind eingeschlossen in einen Blechkasten (Fig. 1 u. 2 S. 43), aus dem sie leicht nach beiden Seiten herausgezogen werden können.

Die Jungfraubahn-Lokomotive Nr. 4. — 120 P. S. Drehstrommotor mit angekuppeltem Gleichstrommotor.

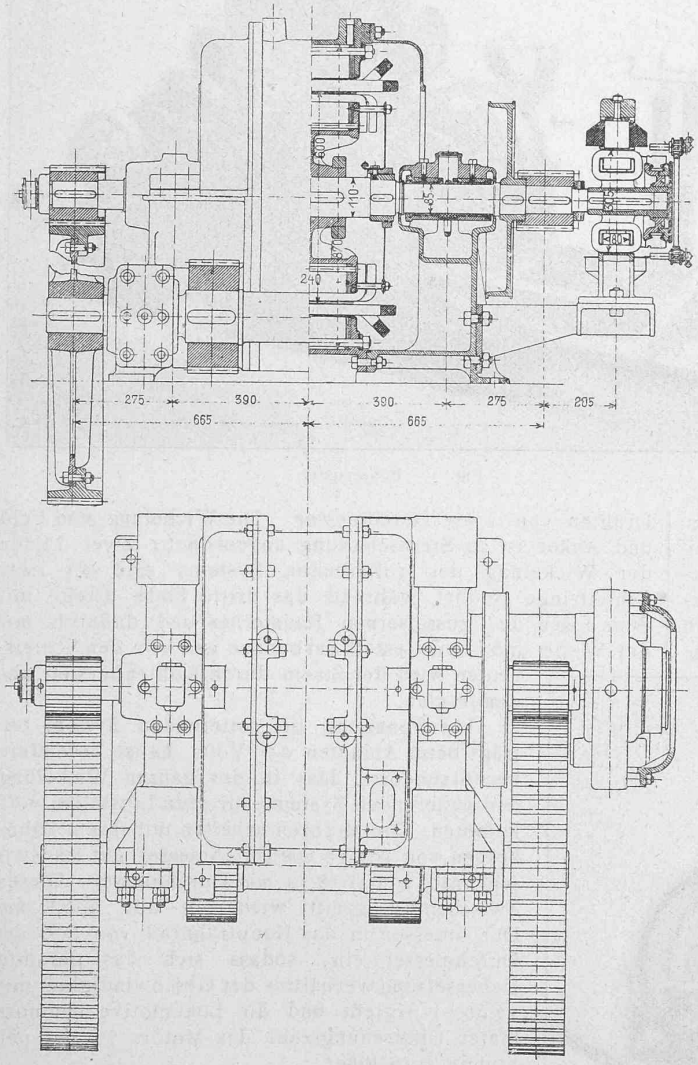

Fig. 3. Längsschnitt und Grundriss. 1 : 20.

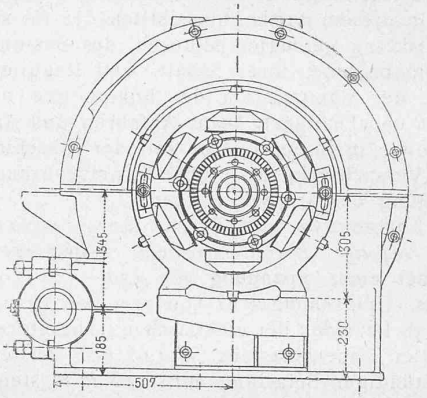

Fig. 4. Seitenansicht. 1 : 20.

[1]) Schweizerisches Patent Nr. 18456.

Bei der *Thalfahrt* dient dieser Widerstand zugleich als Brems- oder Belastungswiderstand der Lokomotive, indem die mit einer besonderen Schaltung als gewöhnliche Generatoren arbeitenden Motoren, die durch die Thalfahrt freiwerdende Energie in Form von elektrischem Strom durch die Widerstände in Wärme umsetzen, oder indem die Motoren, mit sogenannter *Gegenschaltung*, diesen Widerständen eine noch höhere Energie bei Thalfahrt zuführen, wie später näher beschrieben wird. Um nun den Widerstand für diese hohen Anforderungen leistungsfähig zu gestalten, und um andererseits an Gewicht und Platz möglichst zu sparen, ist eine künstliche Ventilation desselben durch einen kleinen Drehstrommotor, der mit einem Sulzer'schen Ventilator für 60 m^3 p. Min. verbunden ist, eingeführt. Dieser Motor, für etwa $1^1/_2$ *P. S.* bei 2 200 Umdrehungen gebaut, kann entweder direkt von der Stromzuleitung mit 550 Volt oder von dem im rotierenden System induzierten Strom mit etwa 200 Volt betrieben werden. Zu diesem Zwecke ist seine Wickelung mit neun Enden versehen und mit einem fünfmesserigen Umschalter (U_2 Fig. 5) verbunden.

Die automatische Abstellung der Motoren, welche einzutreten hat, sobald die zulässige Geschwindigkeit der Lokomotive überschritten oder die Stromzuleitung auf der Linie unterbrochen wird, ist bei dieser Lokomotive in der Weise angeordnet, dass nicht der Primärstrom der Motoren, sondern der Strom des rotierenden Systems durch Einschaltung des Anlasswiderstandes auf ein Minimum gebracht oder ganz unterbrochen wird. Dadurch wird das Drehmoment der Motoren zu Null und es können die mechanischen Bremsen automatisch oder von Hand angezogen werden. Bei dieser Abstellung wird in der Leitung offenbar eine viel geringere Stromschwankung eintreten, als wenn der Primärstrom plötzlich unterbrochen wird, da der Leerlaufstrom der Motoren jetzt überhaupt nicht ausgeschaltet ist. Diese Abstellung kann auch durch die Zugleine vom Wagenführer bewerkstelligt werden.

Die besondere Schaltung bei Thalfahrt mit Gleichstrom-Erregung erfordert ausser diesen Apparaten noch einen Umschalter (U_3, Fig. 5), welcher gestattet, bei der Thalfahrt die Zuleitung zu der Feldwickelung der Motoren vom Hauptumschalter (U_1, Fig. 5) und damit von der Verbindung mit dem Linienstrom abzuschalten und diese Feldwickelung mit dem von der kleinen Gleichstrommaschine erzeugten Gleichstrom zu speisen. Derselbe wird von der einen Bürste der Gleichstrommaschine direkt in die Wickelung der einen Phase des Motors 1 geführt, durch die Wickelung der beiden übrigen Phasen aus dem Motor 1 heraus und in die Wickelung von zwei Phasen des Motors 2 hineingeleitet, sodann von dem neutralen Punkt der Feldwickelung des Motors 2 durch die Wickelung der dritten Phase hinausgeführt zu der zweiten Bürste. Die Regulierung des Gleichstroms geschieht durch einen Nebenschluss-Regulator, welcher in dem Stromkreis der Magnetspulen der Gleichstrommaschine eingeschaltet ist (R, Fig. 5).

Hinsichtlich der *Manipulation der Lokomotive bei Bergfahrt, Thalfahrt, Anfahren und Anhalten*, geschieht das Anfahren und Regulieren der Lokomotive bei Bergfahrt, wie bei allen derartigen mit Drehstrom betriebenen Fahrzeugen durch Einschalten des Linienstromes an die parallelgeschalteten Feldwickelungen der Motoren und durch Regulierung der Zugkraft mittels der in den Stromkreis des induzierten Systems eingeschalteten Regulierwiderstände. Die letzteren sind hierfür so bemessen, dass es dem Motor im Ruhezustand möglich ist, sein maximales Drehmoment zu entwickeln. Bei der Thalfahrt kann die Lokomotive, ebenso wie in den bisher bekannten Systemen, in einfachster Weise so betrieben werden, dass die Motoren mit für Abwärtsfahrt geschalteter Stromzuführung als Stromerzeuger dienen, sobald ihre Geschwindigkeit die der Periodenzahl der Generatorstation entsprechende synchrone Tourenzahl überschreitet. In unserem Diagramm (Fig. 6 Seite 47) ist die Tourenzahl, welche bei dieser Schaltung bei Abwärtsfahrt eintritt, als Funktion des von dem Motor entwickelten Drehmomentes als aufsteigende Kurve eingetragen. Es folgt aus der Kurve z. B., dass, wenn der Motor bei 38 Perioden der Generatorstation mit 800 Umdrehungen laufen soll, an seiner Welle eine Zugkraft von etwa 220 *kg/m* entwickelt werden muss, welche also durch das Gewicht der abwärts bewegten Lokomotive zu erzeugen wäre. Der Betrieb bei Abwärtsfahrt mit dieser Schaltung (welche von der Maschinenfabrik Oerlikon bei Aufzügen schon im Jahre 1893 angewendet worden ist), hat nun bekanntlich den grossen Uebelstand, dass je nach der Energie des herabfahrenden Fahrzeuges die Generatorstation entlastet wird und daher unter Umständen eine höchst unangenehme und gefährliche Beschleunigung der Kraftmotoren, in unserem Falle der Turbinen, in der Generatorstation eintritt. Selbst wenn, wie es bei einigen Bahnen üblich ist, diese Entlastung und Beschleunigung durch einen besonderen Belastungswiderstand der Generatoren in der Kraftstation teilweise kompensiert wird (welcher entweder konstant, oder durch eine automatische Schaltung nur im Notfalle, eingeschaltet wird), sind die Schwankungen der Belastung der Generatoren und Turbinen, bei den grossen Einheiten und der verhältnismässig geringen Zahl von gleichzeitig fahrenden Zügen gewöhnlich so gross, dass an eine befriedigende Regulierung des Systems nicht mehr zu denken ist. Abgesehen hiervon, ist selbstverständlich auch das Einschalten einer solchen künstlichen Belastung der Kraftstation mit einem bedeutenden Kraftverlust verbunden. Um diesen Uebelständen zu begegnen, wurde seinerzeit bei der Jungfraubahnlokomotive Nr. 3 von der Maschinenfabrik Oerlikon der Regulierwiderstand der Motoren so eingerichtet, dass er bei Thalfahrt mittels eines einfachen Umschalters von dem rotierenden System der Motoren abgeschaltet und

Jungfraubahn-Lokomotive Nr. 4.

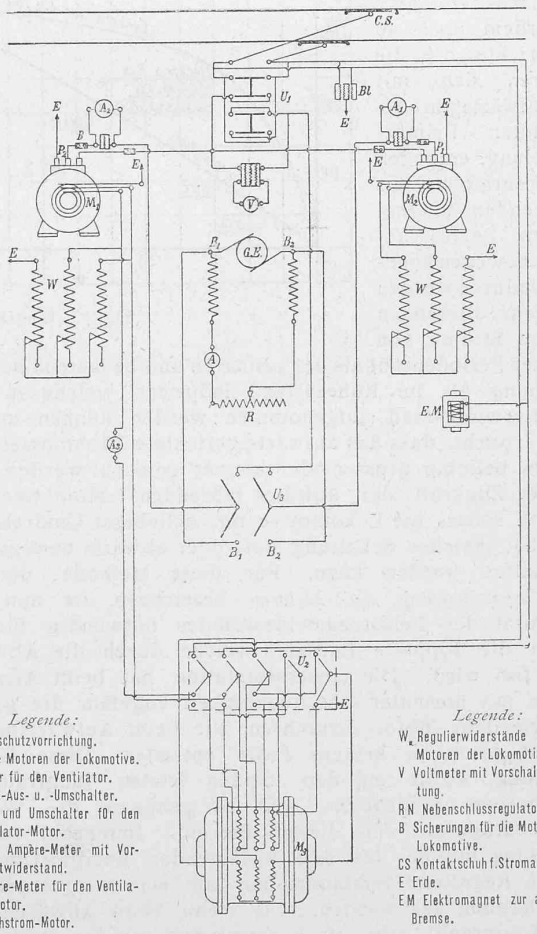

Fig. 5. Schaltungs-Schema.

Schema für reine Nebenschlussregulierung des Erregers.

parallel zu den primären Stromkreisen der Motoren an die Linie angeschlossen werden konnte. Der Führer auf der Lokomotive hatte es dadurch selbst in der Hand, für die durch Thalfahrt frei werdende Energie einen Belastungswiderstand auf der Lokomotive zuzuschalten, welcher die zu befürchtende Entlastung der Turbinen kompensierte. Aber selbst diese bedeutende Verbesserung der Energieverteilung bei der Thalfahrt schien dem Erbauer der Maschine nicht eine befriedigende Regulierung der Kraftstation zu gewährleisten. Namentlich hob sie den Uebelstand nicht auf, dass die Geschwindigkeit des thalfahrenden Zuges auf diese Weise nicht reguliert werden kann, vielmehr vollkommen von der Geschwindigkeit der Generatoren in der Kraftstation abhängig ist, und zudem notwendigerweise stets um den doppelten Betrag der Schlüpfung grösser sein muss, als bei der Bergfahrt. Es wurde daher schon bei der vorletzten Lokomotive der Jungfraubahn der Regulierwiderstand ausserdem noch so eingerichtet, dass die Motoren sich mit für Aufwärtsfahrt geschalteter Primärwickelung, entgegen der Drehrichtung des rotierenden magnetischen Feldes abwärts bewegen konnten. Dadurch werden in ihrem rotierenden System Ströme von höherer Periodenzahl als der primären und bedeutend höherer Spannung als im Ruhezustand induziert, welche in dem Regulierwiderstand aufgenommen werden können und es wird erreicht, dass das aufwärts gerichtete Drehmoment des Motors beliebig grösser oder kleiner gemacht werden kann, als der Zugkraft der abwärts fahrenden Lokomotive entspricht, sodass die Lokomotive mit beliebiger Umdrehungszahl bei gleicher Schaltung auf- oder abwärts bewegt oder angehalten werden kann. Für diese Methode, die wir als *Gegenschaltung der Motoren* bezeichnen, ist nun eine Kapazität des Belastungswiderstandes notwendig für ungefähr die doppelte Energie, welche durch die Abwärtsfahrt frei wird. Die Generatorstation hat beim Abwärtsfahren mit normaler Geschwindigkeit ungefähr die gleiche Energie dem Motor zuzuführen, wie beim Aufwärtsfahren; sie ist somit in keinem Falle entlastet. Diese Gegenschaltung wurde an den beiden letzten Jungfraubahnlokomotiven ausprobiert, und es genügten die vorhandenen Apparate für diesen Betrieb. Immerhin ist die Schaltung infolge des sehr bedeutenden Energie-Umsatzes in den Regulierwiderständen nur als eine vorübergehende Notschaltung anzuwenden, z. B. wenn beim Abwärtsfahren die Tourenzahl sehr stark vermindert werden soll. Die Maschinenfabrik Oerlikon hat daher bei der Lokomotive Nr. 4 für die Abwärtsfahrt eine neue Methode eingeführt (nach ihrem Patent vom 23. Nov. 1899). Diese Methode die wir die *Methode der Gleichstromerregung* nennen wollen, besteht darin, dass die primäre Wickelung der Motoren statt mit Drehstrom mit Gleichstrom erregt und dadurch ein System von ruhenden Magnetpolen erzeugt wird, welches seinerseits in der Wickelung des rotierenden Teiles je nach der Geschwindigkeit desselben und der Stärke des erregten magnetischen Feldes Ströme induziert. Zu diesem Zwecke ist der eine Motor mit einer Gleichstrommaschine gekuppelt, welche bei der Abwärtsbewegung der Lokomotive Gleichstrom erzeugt, der den Feldwickelungen der Motoren in oben angegebener Weise zugeführt werden kann. Durch die Regulierung des Gleichstromes wird die Stärke der magnetischen Felder in dem Motor und damit die induzierte Spannung beeinflusst. Die induzierten Ströme werden nun in den Regulierwiderstand geführt und es kann auf diese Weise, ganz ähnlich wie bei irgend einem gewöhnlichen Drehstromgenerator, die Belastung verändert werden. Diese Belastung ist nun jeweilen so einzurichten, dass die durch die Abwärtsfahrt freiwerdende Energie als sogenannte Bremsarbeit in den Widerständen verzehrt wird. Wir haben in dem Diagramm Nr. 2 (Fig. 7) die Charakteristiken des Motors in der Funktion eines solchen Drehstromgenerators in der bekannten Weise gezeichnet. Die Abscissen stellen die Erregerstromstärke dar, die Ordinaten die induzierte Klemmenspannung an den Schleifringen des Motors bei 700 Umdrehungen, bezw. die Stromstärke bei Kurzschluss der Schleifringe. In dem Diagramm Nr. 3 (Fig. 7) ist die Leistung eines derartigen Generators als Funktion der Stromstärke des Gleichstromes der Erregung gezeichnet, wobei die Abscissen die Angabe in Kilowatt bei 700 Umdrehungen angeben, wenn der Belastungswiderstand in jeder Phase 1,4 Ohm besitzt, was der zweiten Kontaktstellung des Regulierwiderstandes entspricht. Eine zweite Kurve giebt das von dem Drehstrommotor aufzunehmende Drehmoment in *kg/m* bei dieser Belastung an. Man sieht also aus diesem Diagramm, wie mittels Regulierung des Gleichstroms in der Feldwickelung der Motoren die Belastung der Motoren reguliert werden kann. Die Regulierung des Gleichstroms geschieht durch Regulierung der Nebenschlussstromstärke der Gleichstrommaschine. Diese Regulierung veranschaulicht Diagramm Nr. 4 (Fig. 7).

Die Jungfraubahn-Lokomotive Nr. 4.

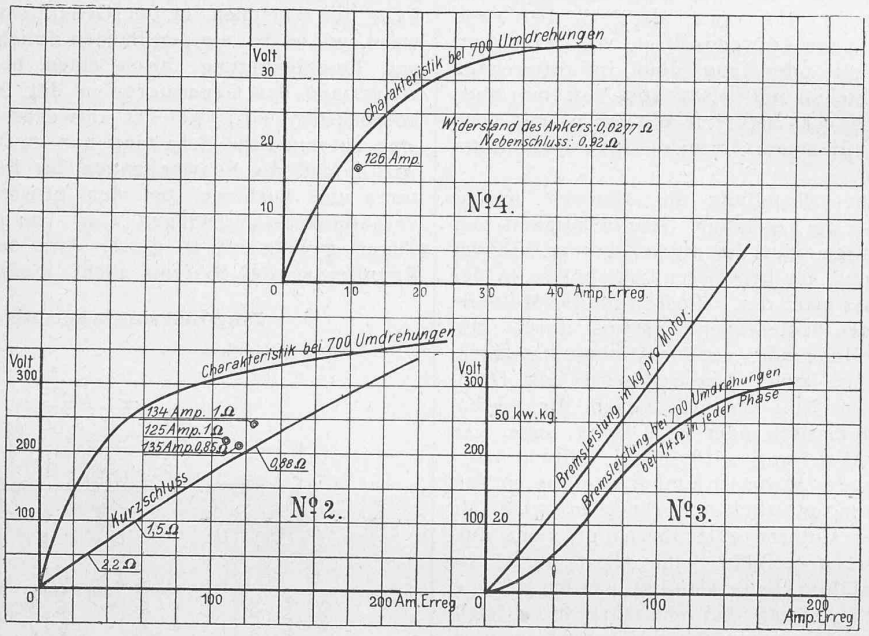

Fig. 7. Diagramme für den Drehstrom-Motor.

Durch Aenderung der Stromstärke der kleinen Gleichstrommaschine kann also die Geschwindigkeit der Lokomotive ganz unabhängig von der Kraftstation verändert werden. Bloss ist selbstverständlich nicht möglich durch diese Einrichtung allein die Lokomotive anzuhalten, denn der Bremseffekt nimmt gleichzeitig mit der Geschwindigkeit ab. Es kann indes die Lokomotive jederzeit durch Anziehen der mechanischen Bremse angehalten werden, auch ohne dass an dem Schaltapparat für den elektrischen Strom irgend ein Manöver ausgeführt wird. Der Vorteil dieser neuen Anordnung lässt sich am deutlichsten dadurch illustrieren, dass jetzt die Thalfahrt der Lokomotive mit heruntergezogenen Kontaktschuhen oder bei stromloser Linie ohne Zuhülfenahme der mechanischen Bremsen ausgeführt werden kann, während bei der früheren Anordnung die Thalfahrt stets vollständig abhängig ist von der Stromlieferung durch die Kontaktleitung. Die neue Lokomotive erzeugt ihren Bremsstrom selbst und wird beim Stillstand von selbst stromlos. Für die Bedienung der Lokomotive ist diese Schaltung von grösster Einfachheit, da der Führer einzig den Regulierwiderstand

der Gleichstrommaschine zu bedienen hat und damit in weiten Grenzen die Geschwindigkeit der Lokomotive auf den verschiedenen Steigungen regulieren kann. Da auch auf den Haltstellen die Strecke Steigungen besitzt, kann das Anfahren auf den Haltstellen für die Thalfahrt jederzeit durch Lösen der mechanischen Bremsen eingeleitet werden.

Die *Versuche über Stromverbrauch und Leistung der Lokomotive* haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

Das vollständige Gewicht einer Lokomotive mit Motoren, Widerstand, Zahnrädern und sonstigem Zubehör beträgt 13,4 *t*. Bei den Probefahrten wurden an die Lokomotive ein Wagen mit 4,1 *t* und ein Personenwagen von 3,9 *t* mit einer totalen Belastung von 6,2 *t* gehängt; es ergiebt dies ein Gesamt-Zuggewicht von 27,5 *t*. Bei den Versuchsfahrten wurden für Bergfahrt und Thalfahrt folgende Werte beobachtet:

Bergfahrt:

Fahrt Nr.	% Steigung	*km* p. St.	Spannung	Stromstärke in 1 Motor
1	9,5	8,1	500 Volt	60 Amp.
2	21,5	7,8	500 „	109 „
3	24,1	7,8	500 „	123 „
4	25	7,75	490 „	133 „
5	24,1	7,75	565 „	110 „

Thalfahrt mit Gleichstromerregung:

Fahrt Nr.	% Steigung	*km* p. St.	Spannung an den Schleifringen	Erregerstrom	Nebenschlussstrom
1	25	8,25	270 Volt	130 Amp.	32 Amp.
2	7	4	75 „	50 „	5 „
3	12	5	150 „	70 „	13 „
4	24,1	7,5	250 „	120 „	28 „
5	24,1	8	260 „	125 „	31 „
6	24,1	7	250 „	120 „	32 „
7	21,5	8,1	250 „	110 „	22 „

Thalfahrt mit Drehstrom bei abwärts geschalteten Motoren:

% Steigung	*km* p. St.	Spannung	Stromstärke in 1 Motor
24,1	8,5	570 Volt	60 Amp.

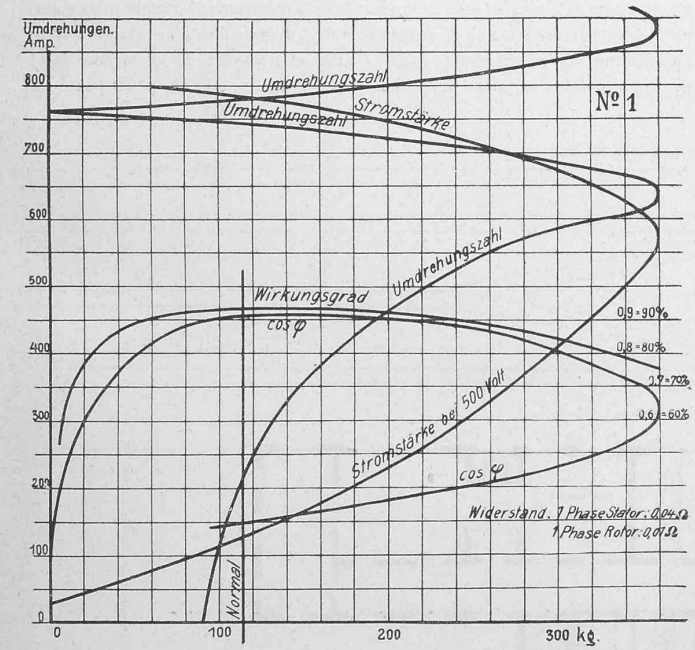

Fig. 6. Diagramm des Drehstrom-Motors.

Aus diesen Versuchsdaten und dem Diagramm Nr. 1 (Fig. 6) ist zu entnehmen, dass auf der Steigung von 25 % jeder Motor ein Drehmoment von 115 *kg/m* entwickelt hat. Demgegenüber erfordert die Aufwärtsbewegung der Lokomotive, bei schätzungsweiser Annahme des Traktions-Koefficienten mit 0,015 und einem Durchmesser der auf der Zahnstange laufenden Rades von 2 · 0,35 *m*, theoretisch eine Zugkraft von

$$Z = 27{,}5\ (\text{Umdrehungen}) \cdot (0{,}25 + 0{,}015) \cdot 1000 \cdot 0{,}35 = \\ = 2550\ kg/m$$

Bei der vorliegenden Uebersetzung der Zahngetriebe wird das Drehmoment für einen Motor:

$$\frac{2550}{2 \cdot 12{,}7} = 100\ kg/m.$$

Es würde sich also für diese Belastung ein Wirkungsgrad der Betriebe von 87 % ergeben. Rechnen wir in ähnlicher Weise die übrigen Punkte durch, so finden wir für die Bergfahrt bei 1 einen Wirkungsgrad von 87, bei 2 von 83 % und für Punkt 5 von 89 %.

Für die Thalfahrt ergiebt sich ein Drehmoment der Lokomotive bei 24 % Steigung von:

$$27{,}5 \cdot (0{,}25 - 0{,}015) \cdot 1000 \cdot 0{,}35 = 2160\ kg/m,$$

oder auf der Welle eines Motors 85 *kg/m*. Nach dem Diagramm Nr. 3 (Fig. 7) entspricht dies einem Erregerstrom von etwa 130 Amp. bei einer Stellung des Regulierwiderstandes auf dem zweiten Kontakt mit 1,4 Ohm und einer Geschwindigkeit von 700 Umdrehungen oder 7,1 *km*. Der Versuch 7 der Thalfahrt ergab einen Erregerstrom von 110 Amp.

Der Versuch der Thalfahrt bei abwärts geschalteten Motoren, wobei die Motoren also übersynchron laufen, ergab auf 24,1 % Steigung 8,5 *km* bei 570 Volt 60 Amp. per Motor. Für diese Stromstärke entnehmen wir aus Diagramm Nr. 1 (Fig. 6) ein Drehmoment von ungefähr 55 *kg/m* per Motor. Es ist zu bemerken, dass die Ablesungen namentlich der kleinen Stromstärken mit ziemlicher Ungenauigkeit behaftet sind, und es mag daher zum Teil die grosse Differenz zwischen dem berechneten Drehmoment der Lokomotive und diesen letzten beobachteten Drehmomenten der Motoren bei Thalfahrt herrühren, während die übrigen Daten sehr gut mit der Berechnung übereinstimmen.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass die Lokomotive selbst aus den Werkstätten der *Schweizer. Lokomotiv- und Maschinenfabrik* in Winterthur hervorgegangen ist.

Wettbewerb für ein Aufnahmegebäude des Bahnhofes in La Chaux-de-Fonds.[1])

I.

Wegen drängenden Stoffes waren wir genötigt, die gewohnte, schon längst beabsichtigte Veröffentlichung der in obgenanntem Wettbewerbe mit Preisen ausgezeichneten Entwürfe bis heute zu verschieben. Wir beginnen unsere Veröffentlichung mit Darstellungen der mit je einem gleichwertigen ersten Preise bedachten Entwürfe der HH. Architekten *Prince* & *Béguin* in Neuchâtel und der HH. Arch. *Leclerc* und Ing. *Lecerf* in Genf, indem wir gleichzeitig das Gutachten des Preisgerichtes folgen lassen.

Rapport du jury:

A la Commission administrative du service de transformation de la gare de La Chaux-de-Fonds.

Monsieur le Président et Messieurs,

Les membres du jury que vous avez constitué pour l'examen des résultats du concours des plans du nouveau bâtiment des voyageurs, à la gare de La Chaux-de-Fonds, se sont réunis le lundi matin, 15 octobre courant, à l'hôtel communal des services judiciaires, à La Chaux-de-Fonds, sous la présidence de Monsieur A. Ribaux, architecte cantonal, à Neuchâtel. Tous les membres du jury étaient présents. Après avoir désigné comme secrétaire Monsieur Henri Juvet, architecte à Genève, le jury a procédé à un premier examen des trente-deux projets soumis à son appréciation. Deux de ces projets, arrivés après l'expiration du délai fixé aux concurrents, n'ont pas été pris en considération; ce sont les projets portant comme marques distinctives *H* et Léopold Robert. Sur les trente projets examinés, vingt-un ont été éliminés au premier tour de préconsultation, soit parce qu'ils ne présentaient pas une valeur architectonique suffisante, soit parce qu'ils ne remplissaient pas les conditions générales du programme d'une manière satisfaisante. Les dispositions défectueuses constatées dans bien des projets sont en général les suivantes: Des salles d'attente qui ne sont pas en communication immédiate avec le quai, une mauvaise disposition

[1]) Bd. XXXV S. 267, 288, Bd. XXXVI S. 140 und 157.