

Die elektrische Traktion mit Einphasenwechselstrom auf der S.B.B.-Linie Seebach-Wettingen

Autor(en): **Studer, Hugo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **51/52 (1908)**

Heft 19

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-27422>

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.

hat auch dem deutschen Ausschuss für Eisenbeton erhebliche Mittel zur Verfügung gestellt und arbeitet mit an den unter Aufsicht des Ministers der öffentlichen Arbeiten in Ausführung begriffenen Versuchen, die dazu dienen sollen, sichere Grundlagen für die Berechnungsweise der Eisenbetonbauten zu gewinnen, Anstrichschuttmassen für Eisen im Mörtel zu erproben, die Feuersicherheit und die Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen von Betonbauten zweifelfrei festzustellen u. a. m. Weitere grosse Versuchsreihen hierüber sind im Gange; über Widerstandsfähigkeit von Zement- und Betonmischungen im Seewasser berichtete Dr. Ing. R. Dyckerhoff.

Kirche und Pfarrhaus in Reinach-Menziken.

Erbaut von Architekt *Paul Stegwart* in Aarau.

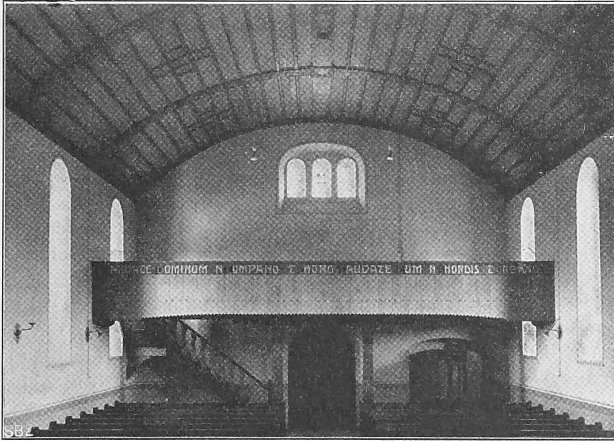


Abb. 6. Das Innere der Kirche nach der Empore zu gesehen.

Dr. Kasai machte Mitteilungen über Versuche, die er bezüglich der Wärmeänderungen der Zemente beim Abbinden angestellt und welche er abschliessend an die früher mitgeteilten Versuche von Professor Gary durchgeführt hat, wobei er zu dem Ergebnisse kommt, dass der Abbindezeit der Zemente in der Praxis übertriebener Wert beigelegt werde. Dieser Anschauung soll auch in den neuen Normen Rechnung getragen werden, indem das Hauptgewicht auf den Erhärtungsbeginn, nicht auf das Erhärtungsende, die sogenannte Abbindezeit der Zemente, gelegt wird. Die Erfahrungen, die mit Portlandzementmörtel bei Talsperrenbauten gemacht worden sind, stellen sich durchaus günstig. Verschiedene neue Sperrmauern sind unter Verwendung von Portlandzementmörtel errichtet worden und haben sich durchaus bewährt. Ueber ein neues Zementierungsverfahren bei Schachtbauten berichtete Bergwerksdirektor Cronjäger aus Neuhoof. Viele neue Verwendungsweisen von Portlandzement werden in dem «Deutschen Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik» in München zur Darstellung gelangen, über dessen Fortschritte Professor Gary berichtete. Der Verein deutscher Portlandzementfabrikanten ist der erste Verein gewesen, der dem Neubau des Museums neben einer namhaften Geldsumme eine weitere Förderung durch Stiftung des gesamten Zementes für den Bau angeeignet lässt. 800 Wagenladungen Portlandzement werden kostenlos zur Verfügung gestellt. Es wird beabsichtigt, ausser den Grundmauern und einem Teil des Erdgeschosses, die in Stampfbeton ausgeführt werden sollen, erhebliche Teile des ausgedehnten Bauwerks in Eisenbeton herzustellen. Professor Gary legte die von Professor G. v. Seidl neu bearbeiteten Pläne des Museums vor und ersuchte die Mitglieder um weitere tatkräftige Unterstützung dieses Unternehmens. Aus den weiteren Verhandlungen sind hervorzuheben die auf Neuausstattung von Zementfabriken hienzielenden Ausführungen der Firmen Polysius in Dessau, Löhnert in Bromberg, F. L. Smidth in Kopenhagen. Schliesslich seien noch die Vorträge von Dr. Otto Schott aus Heidelberg über Verwendung von Gesteinsbohrmaschinen in Steinbrüchen und von Ingenieur A. Röder aus Breslau über Entstaubungsanlagen erwähnt.»

Ueber die interessanten Verhandlungen des *Betonvereins* haben wir auf Seite 168 dieses Bandes bereits ausführlich berichtet.

Die elektrische Traktion mit Einphasenwechselstrom auf der S. B. B.-Linie Seebach-Wettingen.

Von Ingenieur *Hugo Studer* in Zürich.

IV. Lokomotiven.

a) Lokomotive Nr. 1, als Umformerlokomotive.

Diese Lokomotive wurde zunächst als Umformerlokomotive im Jahre 1904 fertiggestellt und zuerst auf dem Verbindungsgeleise zwischen der Maschinenfabrik Oerlikon und der Station Seebach in Betrieb genommen. Vom 16. Januar bis 10. November besorgte sie die regelmässigen Probefahrten auf der S. B. B.-Strecke Seebach-Affoltern.

Der konstruktive Teil dieser Lokomotive ist gekennzeichnet durch zwei zweiachsige Drehgestelle, auf denen der Wagenkasten mit einseitig angeordnetem Führerstand ruht. In der Mitte eines jeden Drehgestelles ist oben der Antriebsmotor gelagert, der mit Zahnrad-Übersetzung 1:3,08, festgelagerter Blindachse und Kuppelstangen mit vertikal beweglichen Gleitlagern sein Drehmoment auf die Triebräder von 1000 mm Durchmesser überträgt. Der Bodenrahmen des Wagenkastens trägt an seinen Stirnen die Zug- und Stossvorrichtungen und ist durch zwei federnde Pendel in die obgenannten Drehgestelle eingehängt; überdies sind seitliche Führungen vorhanden. Die Zug- und Druckkräfte werden zwischen Rahmen und Drehgestell durch je zwei schiefe Stangen übertragen. Diese besondern Anordnungen sind notwendig, da bei der zentralen Motorlagerung die Verwendung von Drehzapfen ausgeschlossen war. Die Richtung der oben genannten schiefen Stangen geht zum theoretischen Drehpunkt und deren Spiel in den Befestigungspunkten erlaubt ein Schwingen der ganzen Drehgestelle um ihren theoretischen Drehpunkt. Die Drehgestelle sind in üblicher Weise durch innen gelagerte Blattfedern auf ihren Laufachsen gelagert; die Motoren mit Zwischenwelle bezw. Zahnradantrieb sind also gegenüber dem Geleise völlig abgedeckt, was für ihre eigene wie auch für die Lebensdauer der Schienen von grossem Vorteil ist (vergl. Abb. 46, S. 245). Die 48 t schwere Lokomotive kann durch eine achtklötzige Bremse von Hand oder mit Druckluft gebremst werden, ferner sind pneumatisch betätigte Sandstreu-Vorrichtungen vorhanden. Ver-

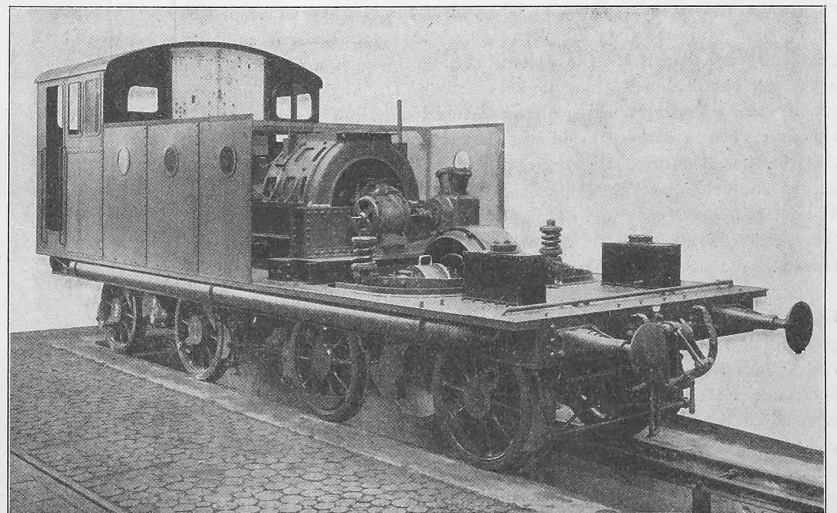


Abb. 41. Lokomotive Nr. 1 als Umformerlokomotive (abgedeckt und ohne Transformatoren).

mittelst Druckluft werden auch die Stromabnehmer betätigt.

Die elektrische Ausrüstung dieser Lokomotive war früher (Abb. 41) kurz erwähnt die folgende: Der hochgespannte Einphasenstrom von 50 Perioden von der Fahrleitung abgenommen, wurde durch zwei luftgekühlte Transformatoren von je 250 KVA, von 15000/700 Volt

Einphasenwechselstrombahn Seebach-Wettingen.

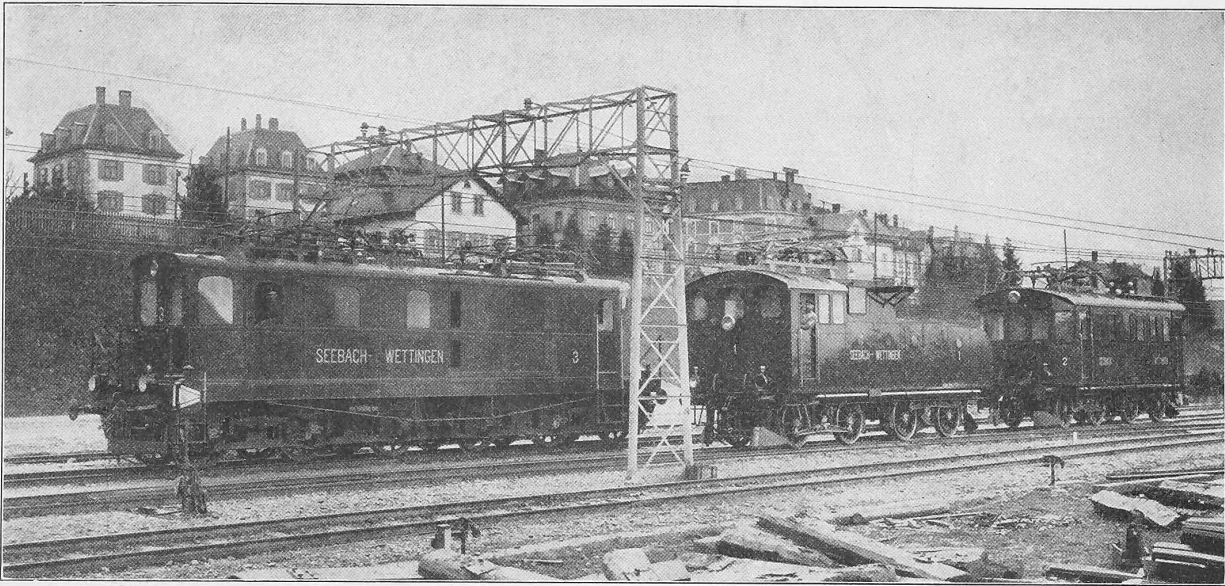


Abb. 40. Lokomotivpark der elektrischen Traktion.

transformiert und einer in der Längsachse des Wageninnern zwischen den Drehgestellen gelagerten Umformergruppe zugeführt. Diese Umformergruppe bestand aus einem asynchronen Wechselstrommotor mit Kurzschlussanker von 650 PS, 700 Volt Spannung und 1000 Uml./Min., direkt zusammengebaut mit einem Gleichstrom-Generator von 400 kW Leistung und 600 Volt Spannung. Vorn auf der gleichen Achse ausserhalb gelagert befand sich die Erregerdynamo mit 150 Volt Spannung, zugleich als Anlass-Seriemotor für Wechselstrom dienend. Durch diese

Anordnung war es möglich, die Triebmotoren der Lokomotive als Gleichstrom-Nebenschlussmotoren zu bauen, die mit Gleichstrom veränderlicher Klemmenspannung vom Generator der Gruppe gespeist und veränderlich besonders erregt wurden; deren Leistung betrug je 200 PS. Die Regulierung der Geschwindigkeit und der Zugkraft entsprechend dem Betriebsbedürfnis war daher eine vorzügliche.

Als der Bau dieser Lokomotive beschlossen wurde, galt es in erster Linie, die Betriebstüchtigkeit des hochgespannten Einphasenstromes in einer Bahn-Kontaktleitung

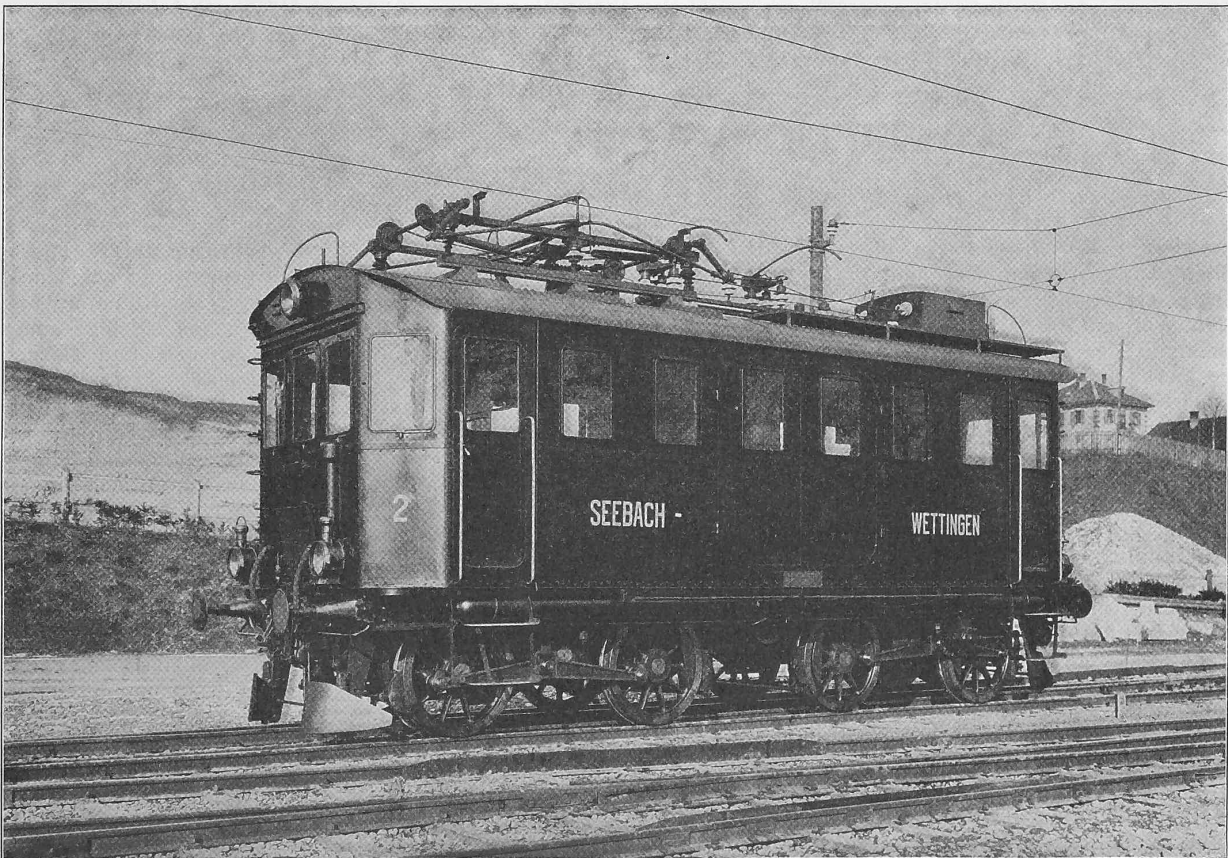


Abb. 42. Ansicht der Lokomotive Nr. 2 mit Bügel- und Rutenstromabnehmern.

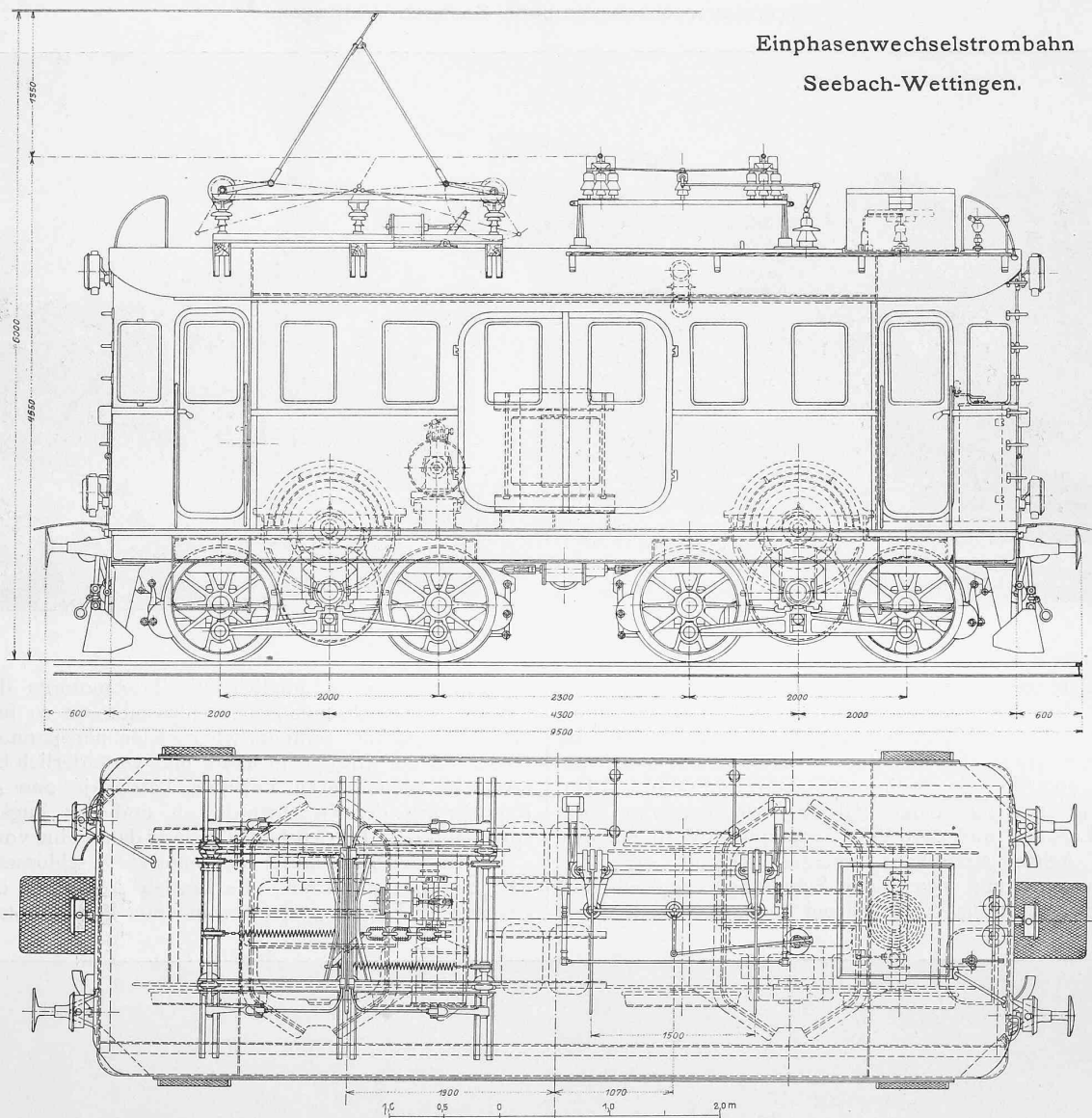


Abb. 43 und 44. Seitenansicht und Grundriss der Lokomotive Nr. 2. — Masstab 1 : 60.

nachzuweisen. Die Lokomotive entsprach den an sie gestellten Anforderungen vollständig. Die bei Seebach-Wettingen vorhandenen Verhältnisse bedingen aber einen häufigen Wechsel von Leistungen und Arbeitspausen der Triebmotoren der Lokomotiven, also, da die Umformergruppe hierbei nicht jedesmal abgestellt werden kann, verhältnismässig häufigen Leerlauf, mithin trotz spezifisch hohem Nutzeffekt effektiv einen grossen Stromverbrauch. Aus diesem Grunde und da schon während des Baues dieser Lokomotive die Konstruktion grösserer Einphasen-Kollektormotoren für 15 Perioden gelungen war und die Frage der Telefonstörungen wissenschaftlich abgeklärt werden konnte, entschloss man sich zum Umbau dieser Lokomotive in eine reine Einphasen-Lokomotive, ähnlich der inzwischen ebenfalls erprobten Maschine Nr. 2.

b) Lokomotive Nr. 2.

Die Lokomotive Nr. 2 hat als Triebmotoren Wechselstrommotoren, die mit auf der Lokomotive selbst von Hoch- auf Niederspannung transformiertem Einphasenstrom variabler Klemmenspannung — entsprechend der verlangten Geschwindigkeit — getrieben werden.

Der mechanische Teil dieser im Jahre 1905 fertig gestellten 42 t schweren Lokomotive entspricht der Bauart der eben beschriebenen Lokomotive Nr. 1, nur ist der Wagenaufbau vollständig hoch geführt und hat an seinen

beiden Stirnen je einen vom übrigen Aufbau abgeteilten Führerstand (Abb. 42). Zur Stromabnahme auf dem Dache ist wie auch bei Lokomotive Nr. 1 ein Rutenpaar und ein Bügel angebracht. Zum Schutze gegen allfällige atmosphärische Entladungen sind Induktionsspule und Hörnerblitzschutzapparat in den Hochspannungsstromkreis eingeschaltet, bzw. angeschlossen. Die Hochspannungsleitung tritt vom Dache direkt über den Transformatoren und durch grosse Mikantiröhren geschützt, in das Wageninnere und schliesst oben an die Primärwindungen des Hochspannungs-Transformators an, während deren untere Hochspannungs-Wicklungsenden an dem Lokomotivgestelle geerdet, bzw. mit der Schienepfleitung verbunden sind. Die zwei parallel geschalteten luftgekühlten *Transformatoren* von je 250 KVA. und einem Transformationsverhältnis von 15000/700 Volt sind in der Mitte des Innenraumes der Lokomotive aufgestellt. Sie haben auf ihren Sekundärseiten 20 Unterteilungen, sodass zwischen je zwei dieser Abstufungen eine Spannungsdifferenz von rund 35 Volt besteht. Das untere Ende dieser Abstufungen ist mit den Motoren direkt verbunden, während von jeder Stufe eine Leitung zu den Stufen-Schaltapparaten führt, die ihrerseits wieder durch eine Leitung und durch die, entsprechend der gewünschten Fahrrichtung zu betätigenden Aus- bzw. Umschalter mit den Triebmotoren verbunden sind, wodurch der sekundäre Stromkreis, in dem die Triebmotoren liegen, geschlossen wird.

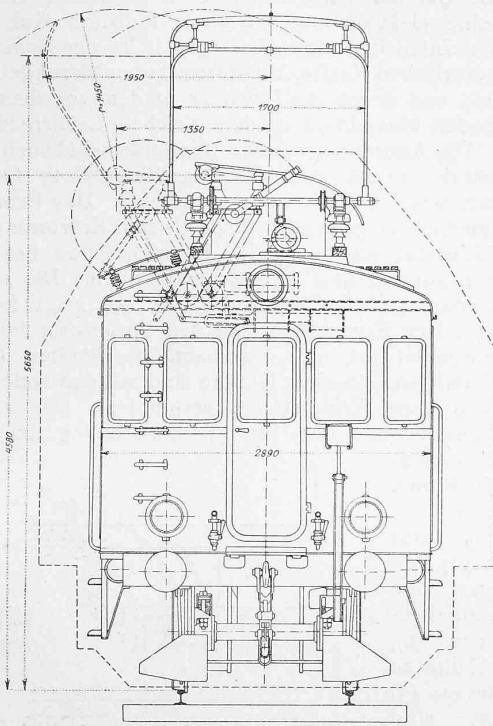


Abb. 45. Vorderansicht der Lokomotive Nr. 2. — 1 : 60.

Die zwei ebengenannten *Aus-* und *Umschalter* sind im Innenraum an den Trennungswänden gegen die Führerstände hin montiert und werden in der Regel pneumatisch durch Luftdruck-Zylinder betätigt; ausnahmsweise können

dieselben aber auch vermittelt eines aufzusteckenden Handhebels aus direkt ein- bzw. ausgeschaltet werden. Zur Zeit sind diese Schalter bei Betätigung mit Luft nur teilweise, d. h. als reine Ein- und Ausschalter im Gebrauch und zwar jeder Schalter für die Fahrriehung derjenigen Seite, auf der er montiert ist. Die Luftleitungen beider Schalter führen zu den Führerständen und sind dort zu gemeinsamen Ventilen vereinigt. Der Leitungsabschluss

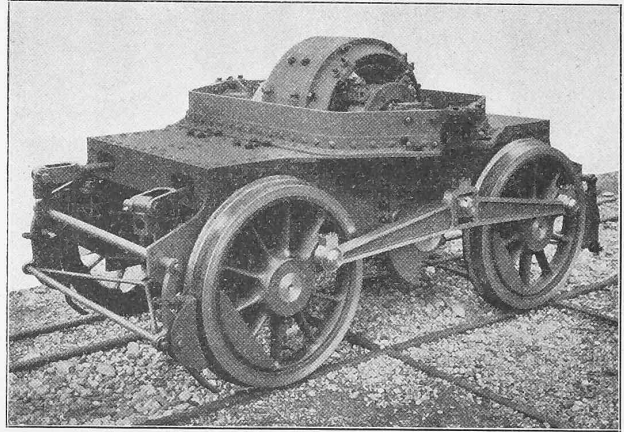


Abb. 46. Drehgestell der Lokomotiven Nr. 1 und 2.

und die Steuerung der Ventile für Betätigung des Vorwärts- und Rückwärts-Schaltens erfolgt durch gemeinsame Aufsteckschlüssel, die nur in der Nullstellung herausgenommen werden können.

Als *Stufen-Schaltapparate* sind zwei verschiedene Konstruktionen im Gebrauch und zwar einerseits ein Zellen-

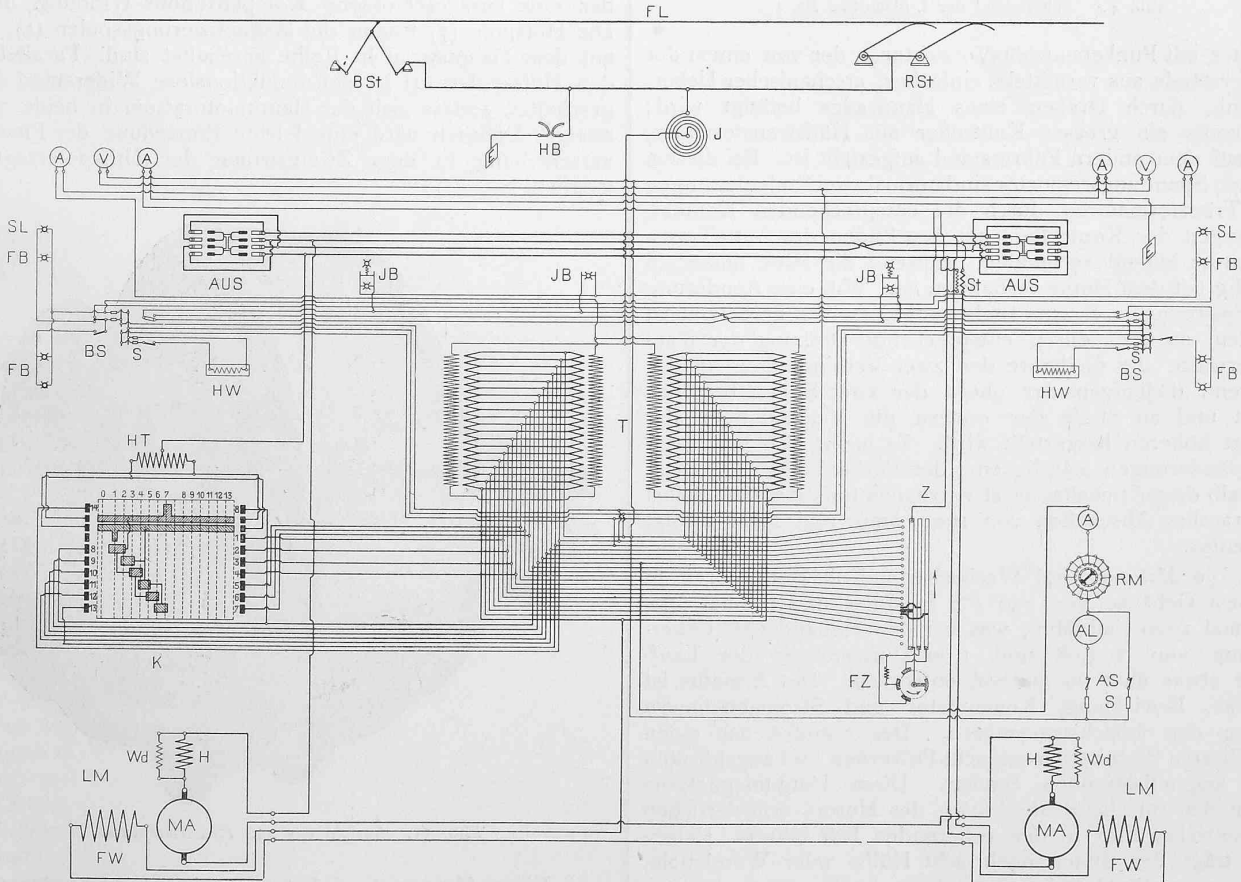


Abb. 47. Schaltungsschema der Lokomotive Nr. 2.

Legende: A Ampèremeter, AL Automat. Luftdruckregler, AS Ausschalter, AUS Aus- und Umschalter, BS Beleuchtungsschalttafel, BSt Bügel-Stromabnehmer, E Erde, FW Feldwicklung, FB Führerstandbeleuchtung, FL Fahrdrathleitung, FZ Funkenentziehvorrichtung, H Hilfspolwicklung, HB Hörner-Blitzschutz, HT Hilfs-Transformator, HW Heizwiderstand, J Induktionsspule, JB Innenbeleuchtung, K Controller, LM Lokomotivmotor, MA Motoranker, RM Repulsionsmotor für Kompressor, RSt Rutenstromabnehmer, S Sicherung, SL Signallampe, St Stromwandler, T Transformator, V Voltmeter, Wd Widerstand, Z Zellenschalter.



Abb. 48. Führerstand der Lokomotive Nr. 2.

schalter mit Funkenentzieh-Vorrichtung, der von einem der Führerstände aus vermittelt einfacher, mechanischer Uebersetzung, durch Drehen eines Handrades betätigt wird; andererseits ein grosser Kontroller mit Hilfstransformator, der auf dem andern Führerstand aufgestellt ist. Bei diesem zweiten Spannungsregulator sind normal zwei Stufenleitungen der Transformatoren durch die entsprechenden Kontaktstellungen des Kontrollers mit den Enden des Auto-Transformators leitend verbunden, während die Mitte desselben ständig mit dem Motor verbunden ist. Will eine Aenderung der Spannung, z. B. eine Steigerung derselben herbeigeführt werden, so wird durch entsprechende Drehung der Kontrollerwalze die niederere der zwei Verbindungen gelöst, während diejenigen der obere der zwei Stufen bestehen bleibt und an Stelle der erstern die Verbindungen der nächst höheren hergestellt wird. Es bleibt also bei Spannungsänderungen ständig eine der Verbindungen bestehen, weshalb dieser Schaltapparat vorzüglich funktioniert. Selbst ein rasches Abschalten von 1000 Amp. und mehr erfolgt funkenlos.

Die Motoren sind Wechselstrom-Kollektormotoren in offenem Gehäuse von 250 PS Leistung und normal 650, maximal 1000 Uml./Min., was bei der vorhandenen Uebersetzung von 1:3,08 und 1 m Durchmesser der Laufäder etwas über 60 km/Std. entspricht. Die Armatur ist in Bau, Bewicklung, Kommutator und Stromabnehmern analog den Gleichstromankern. Der Ständer hat einen lamellierten Eisenkörper mit acht Polkernen und zugehörigen acht magnetisierenden Spulen. Diese Hauptmagnetpole sollen den für die Kraftwirkung des Motors erforderlichen magnetischen Flux in den rotierenden Teil führen. Ueberdies trägt der Stator noch acht Hilfs- oder Wendepole, deren magnetische Achse gegenüber der Hauptpolachse um 90° verschoben ist; deren Erregung erfolgt durch Spulen, die von einem Strom solcher Phase und Intensität durchflossen werden, dass durch das magnetische Feld dieser Hilfspole in den rotierenden Leitern, die zwischen den

durch die Bürsten kurzgeschlossenen Kommutatorlamellen liegen, eine elektromotorische Kraft indiziert wird, deren Phase und Intensität angenähert gleich ist der Summe der elektromotorischen Kräfte, die durch das pulsierende Hauptmagnetfeld und durch die Drehung in dem von dem Rotor herrührenden Magnetfeld in den gleichen Leitern indiziert werden. Die Anordnung dieser phasenverschobenen Quersfelder wurde zuerst von der Maschinenfabrik Oerlikon angewandt und im März 1904 patentiert. Das Prinzip ist seither vielfach Gegenstand theoretischer Erörterungen in der Fachliteratur und erscheint in zahlreichen besondern Ausführungsformen und Patentanmeldungen. Die schematische Darstellung der Motoren (Abb. 49) zeigt folgende Hauptteile: Den Kommutator (1), den Umschalter für Drehrichtungswechsel (2), die Stromabnehmerbürsten (3) die auf den Lamellen schleifen; letztere sind mit den rotierenden Windungen ohne Widerstände verbunden. Das ruhende System besteht aus den Hauptpolkernen (5), dem diese Polkerne verbindenden Jochringe (6) und den Hilfspolen (7). Auf den Hauptpolen (5) liegen die Hauptmagnetisierungsspulen (8), die in Reihe zu den Bürsten (3) geschaltet sind und so den Hauptstromkreis bilden. Innerhalb eines jeden Polkernes (5) ist eine Nute (9) angebracht, in der eine kurzgeschlossene Kompensations-Windung liegt. Die Hilfspole (7) tragen die Magnetisierungsspulen (4), die mit dem Hauptstrom in Reihe geschaltet sind. Parallel zu den Hilfsspulen (4) ist der induktionslose Widerstand (10) geschaltet, sodass sich der Hauptmotorstrom in beide verzweigt. Dadurch wird eine leichte Einstellung der Phasenverschiebung in dem Zweigstrom der Hilfspolerregung möglich.

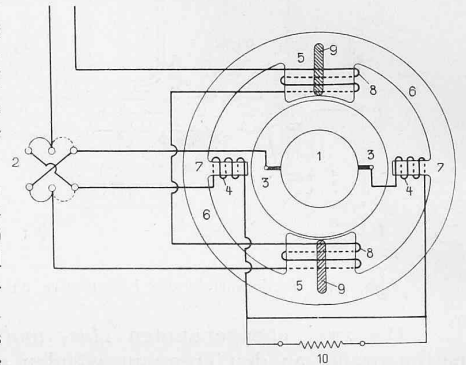


Abb. 49. Schema des 250 PS-Seriemotors.

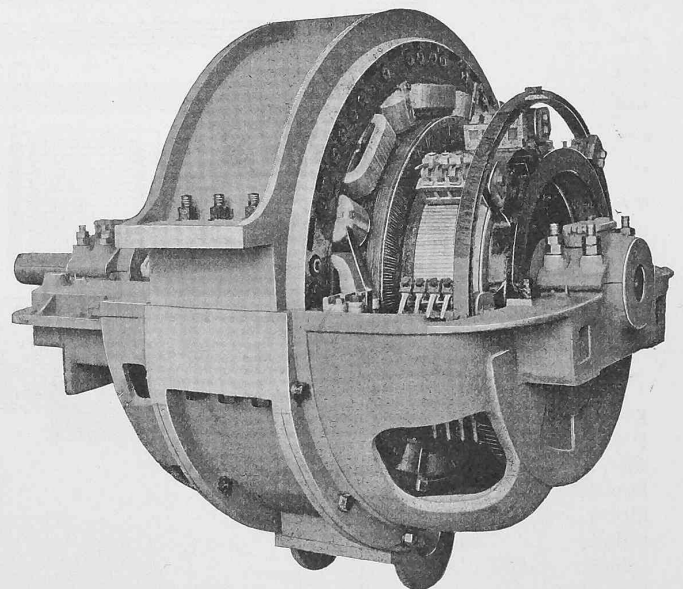


Abb. 51. Ansicht des 250 PS-Seriemotors.

Dieses Motorsystems hat sich mit Rücksicht einerseits auf die niedere Periodenzahl des Betriebsstroms, andererseits auf die beim Bahnbetrieb zufolge der Gefällsverhältnisse, dem häufigen Anfahren und der stark veränderlichen Geschwindigkeit sich geltend machende, stark wechselnde

Beanspruchung als besonders vorteilhaft erwiesen. Die Armaturwicklung besitzt im Gegensatz zu andern bekannten Ausführungen von Wechselstrom-Kommutatormotoren zwischen Wicklung und Kommutator keinerlei Widerstandsverbindungen, sodass auch bei länger dauernden Anfahrströmungen des Motors keine Gefährdung dieser Verbindungen durch Kurzschlussströme auftritt. Die

Versuche haben auch ergeben, dass sie ohne weiteres auch mit Strom von 25 Perioden gut arbeiten.

Die zur Betätigung der Stromabnehmer, Schalter, der Signalpfeife, Bremsen und Sandstreuer benötigte Druckluft wird durch eine *Luftpumpe mit Repulsions-Motor* erzeugt. Sowie der Druck in den zwei Luftbehältern, die aussen seitlich der Längsträger angeordnet sind, unter ein beliebig

Einphasenwechselstrombahn Seebach-Wettingen.

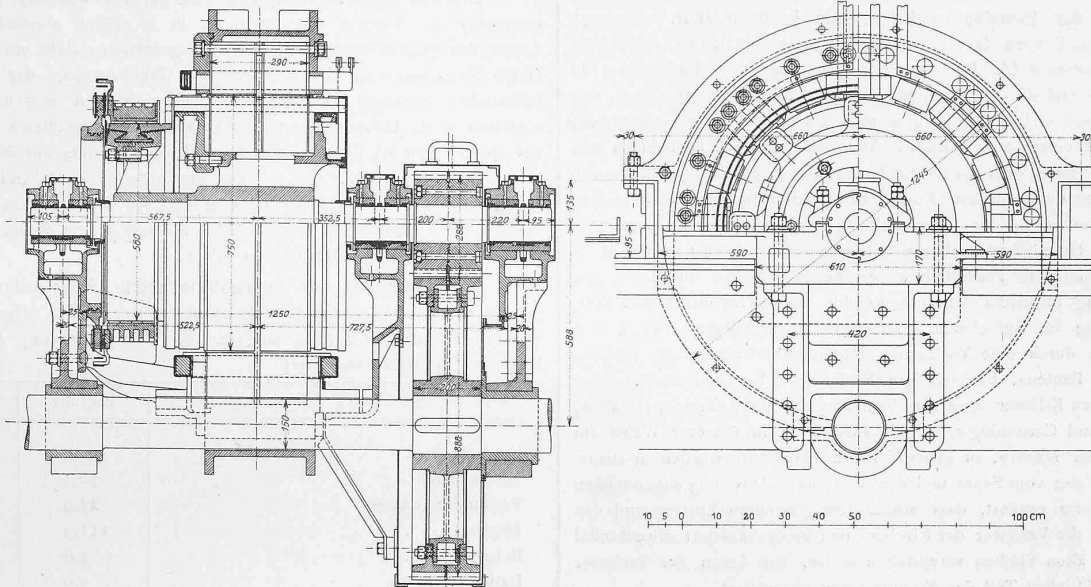


Abb. 50. Schnitt und Ansicht des 250 PS-Seriemotors der Lokomotiven Nr. 1 und Nr. 2. — Masstab 1 : 20.

Motoren entwickeln unter den nach den Normalien zulässigen Erwärmungen eine Stundenleistung von 250 PS bei 650 Umläufen in der Minute, oder 40 km/Std. Geschwindigkeit, für jeden Motor wird somit $Z = 1700 \text{ kg}$ an den Schienen. Diese Lokomotive entwickelt also mit zweiachsigen Drehgestellen und je einem Motor total 3400 kg Zugkraft bei 40 km/Std. Geschwindigkeit.

einstellbares Minimum (5 at) sinkt, tritt ein Automat in Tätigkeit und schaltet den Pumpenmotor unter voller Spannung und ohne Vorschaltwiderstand ein. Ist der Luftdruck auf den Maximalbetrag (7 at) gestiegen, so wird der Motor wieder automatisch abgestellt; die ganze Anlage bedarf also keiner besondern Wartung. Der Pumpenmotor von 6 PS ist direkt an die untersten vier Stufen der Transformatoren angeschlossen, arbeitet also mit 140 Volt und macht 500 Uml./Min.

Die Transformatoren sind ferner noch angezapft für die *Heizung* (4 Stufen), sowie die *Beleuchtung* der Lokomotive (1 Stufe). Die Lampen in den Führerständen und im Innern sind in Gruppen für sich abschaltbar angeordnet, ebenso die obere Signallampen aussen an den Lokomotiven. Die unteren Signallampen dagegen sind die bei den Dampflokomotiven üblichen Petrollaternen. (Forts. folgt.)

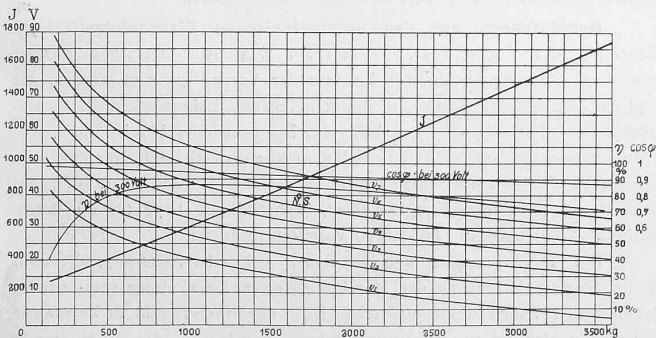


Abb. 52. Charakteristische Kurven des 250 PS-Motors.

Betriebsmässig können Zuggewichte bis 250 t Nettogewicht mit 40 km Geschwindigkeit über die Strecke gezogen werden, die längere Rampen von 8 und 10 ‰ und kurze von 12 ‰ Steigung aufweist. Beim Anfahren kommen Zugkräfte bis 6000 kg bzw. 3000 kg auf einen Motor vor. Dabei verhalten sich die Kommutatoren ganz tadellos, die Funkenbildung beim Anfahren und Fahren scheint geringer und ungefährlicher als bei ähnlichen Gleichstrommotoren. Vom Beginn des Probetriebes bis zum Ersatz der Anker durch neue, den Telephonverkehr nicht mehr störende Anker, also fast anderthalb Jahre, sind zum grossen Teil die gleichen Kohleneinsätze im Betrieb gewesen und die Kommutatoren haben ihr blankes Aussehen ohne irgend eine Nachhilfe bewahrt. Die Belastungsversuche, denen diese Motoren unterworfen wurden, sind im Kurvenblatt (Abb. 52) zusammengestellt. Weitere

Miscellanea.

Einphasenwechselstrom-Lokomotive der Preussischen Staatsbahn. Die erste derartige Lokomotive in Preussen, die gegenwärtig auf der Oranienburger Versuchsbahn¹⁾ ihre Probefahrten macht und in E. T. Z. vom 23. April eingehend beschrieben ist, stammt aus den Werkstätten der A. E. G. in Berlin in Verbindung mit der Maschinenbau-A.-G. Vulkan in Stettin. Die 14,140 m lange Maschine besteht aus zwei zweiachsigen kurzgekuppelten Einheiten, deren vordere durch zwei Bügelstromabnehmer dem Fahrdraht den Strom von 6000 Volt und 25 Perioden entnimmt, um ihn dem Haupttransformator mit dem Uebersetzungsverhältnis von 6000/1000 Volt zuzuführen. Die Regulierschützen, sowie Fahrtwender, Trennschalter usf. sind alle in diesem vordern Lokomotivteil vereinigt. Die hintere Hälfte enthält einen Siroccoventilator für die Luftkühlung des Transformators und der Motoren, den Kompressor für die Druckluft zur Betätigung der Bremsen, Stromabnehmer, Sandstreuer usf. Von den vier Achsen sind drei mit Winter-Eichberg-Motoren von je 250 PS bei 450 Uml.-Min. Dauerleistung und 350 PS bei 450 Uml.-Min. Stundenleistung angetrieben; die vierte Achse kann nötigenfalls auch mit einem solchen Motor ausgerüstet werden.

¹⁾ Bd. II, S. 130.