

R. Bauch an den Erörterungen. Zum Schluß stellte Herr Strecker den Antrag, die bereits weitgeförderte Vorlage an den Unterausschuß für einheitliche Formelzeichen zur weiteren Ausgestaltung zurückzugeben. Dem Antrage wurde nicht widersprochen.

Sodann hielt Herr Dr. Th. Bruger aus Frankfurt a. M. seinen angekündigten Vortrag über: „Elektrodynamometer“.

Die Diskussion über einheitliche Formelzeichen und der Vortrag des Herrn Dr. Bruger werden in späteren Heften der „ETZ“ zum Abdruck kommen.

Hierauf teilte der Vorsitzende zum Schluß noch mit, daß der Vorstand beschlossen hat, von der Einladung zur Entsendung eines Vertreters zum internationalen elektrischen Kongreß in St. Louis (vergl. Sitzungsbericht vom 26. April, S. 372) keinen Gebrauch zu machen, sondern dankend abzulehnen. Auf diesem Kongreß sollten Fragen des absoluten Maßsystems und der Namengebung besprochen und voraussichtlich Beschlüsse gefaßt werden, für welche auch nach Ansicht des technischen Ausschusses kein Bedürfnis vorliegt. Die Verhältnisse auf einem internationalen Kongresse, wie er sich am Orte einer Weltausstellung durch Zufall zusammenfindet, erscheinen nicht geeignet, in solchen Fragen Beschlüsse zu fassen. Die abweichende Meinung des Elektrotechnischen Vereins dort vorzutragen, erschien vergeblich. Der Vorstand erachtet es daher für besser, daß der Verein als solcher, dem Kongresse fernbleibt. Andererseits würde er es aber gern sehen und hat es in dem Antwortschreiben auch zum Ausdruck gebracht, wenn Mitglieder des Vereins privatim an den sonstigen Arbeiten des Kongresses teilnehmen.

Mit dem Wunsche, daß die beginnenden Ferien den Mitgliedern gute Erholung bringen mögen, wurde die Sitzung geschlossen.

Nächste Sitzung:

Dienstag, den 25. Oktober 1904.

Emil Naglo, Vorsitzender. Strecker, Schriftführer.

II.

Mitgliederverzeichnis.

A. Anmeldungen aus Berlin.

- 1744. Tröger, Richard. Ingenieur.
- 1745. Hausmann, Max. diplom. Ingenieur.
- 1746. Rebentisch, Hans. diplom. Ingenieur.
- 1747. Leyser, Ernst. diplom. Ingenieur.
- 1748. Heßlich, Willi. Ingenieur.

B. Anmeldungen von außerhalb.

- 4575. Meirowsky & Co. Cöln-Ehrenfeld.
- 4576. Weissmann, Gustave. Ingenieur Electricien. Paris.
- 4577. Gobiet, A. Cassel.
- 4578. Cosulich, Nicolo M. diplom. Ingenieur. Görz.

III.

Vorträge und Besprechungen.

Über die Zuführung elektrischer Energie für größere Bahnnetze.

Vortrag, gehalten in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins am 29. März 1904 von

W. Reichel.

M. H.! Die Zuführung elektrischer Energie für größere Bahnnetze ist in den letzten Jahren immer mehr ein Problem geworden, an dessen Lösung eifrig gearbeitet wird. Es handelt sich hierbei weniger um Straßenbahnen, die man heute als abgetan ansehen kann, als vielmehr um Vollbahnen. Bei der Betrachtung dieses Problems geht man am besten von einem konkreten Beispiel aus. Als solches giebt es für den Elektrotechniker auf dem Gebiete des elektrischen Eisenbahnwesens kein sowohl in theoretischer als auch in praktischer Hinsicht besser geeignetes als die Versuchsschnellbahn Marienfelde-Zossen, da dort bei den größten Geschwindigkeiten Energiemengen von der Zuleitung auf das Fahrzeug zu übertragen

sind, welche alle anderen, bisher angewendeten weit übersteigen.

Die Zeitungen haben über die Ergebnisse der Schnellfahrversuche, welche im Herbst vergangenen Jahres auf dieser Bahn angestellt worden sind, allgemeine Nachrichten gebracht, sodaß ich wohl einige Kenntnis derselben voraussetzen kann. Nirgends aber ist bisher gerade das, was für uns Elektrotechniker von Interesse ist, besprochen worden und ich möchte daher heute Ihnen einige Mitteilungen

schärfsten Bedingungen für die Zuführung elektrischer Energie jedenfalls für Schnellbahnen vorliegen und daß, wenn es gelingt, dieselben zu bewältigen, damit das gesamte Gebiet erschlossen sein würde. Denn nach den bereits vorliegenden Erfahrungen des Eisenbahnbetriebes treten beim Schnellbetrieb nicht bloß die höchsten Leistungen auf, sondern es ist auch bei diesem wiederum die Stromabnahme infolge der großen Geschwindigkeit am schwierigsten.

Hochbahn Berlin

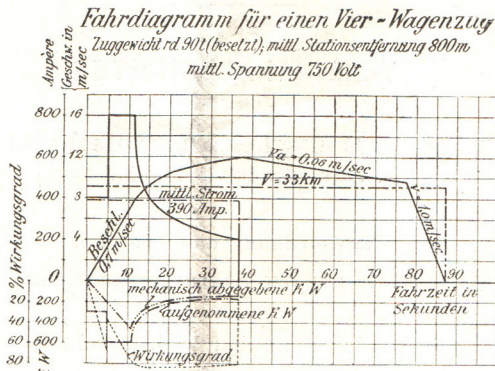


Fig. 37.

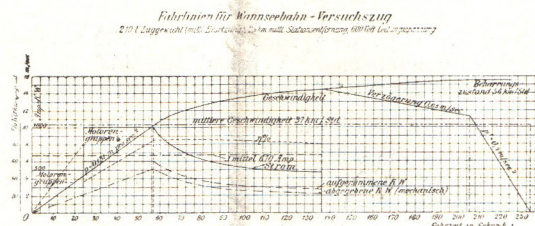


Fig. 38.



Fig. 39.

darüber machen, wie es gelungen ist, den Fahrzeugen die erforderliche Energie zuzuführen und möchte ferner an der Hand der Mitteilungen einige Betrachtungen anstellen.

Zunächst muß gesagt werden, daß die vorhandenen Schwierigkeiten nicht etwa allein im vergangenen Jahre gelöst worden sind, sondern daß es hierzu einer ganzen Kette von Arbeiten bedurfte, denen sich vorzugsweise die Firma Siemens & Halske unterzogen hat und in denen sie bahnbrechend vorgegangen ist.

Eine Betrachtung von Beispielen macht das sogleich klar. Es braucht z. B. ein Hochbahnzug, bestehend aus 4 Wagen, dessen Gesamtgewicht etwa 90 t beträgt, bei einer Beschleunigung von 0,65 bis 0,7 m pro Sekunde für die Hauptanfahrperiode eine elektrische Höchstleistung von etwa 500 bis 600 KW. Ein Doppelzug von 8 Wagen und 180 t Gewicht, wie er für den späteren Vollbetrieb auf der Hochbahn in Frage kommen wird, braucht also 1000 bis 1200 KW. Dieser im Vergleich zu anderen



Fig. 40.

I. Bericht über die Entwicklung und Gestaltung der Schnellbahn-Leitungsanlage für Hochspannung bis 15 000 V.

Wie Ihnen vielleicht bekannt sein wird, hatte Siemens & Halske gegen Ende des Jahres 1897 die Benutzung des hochgespannten Wechselstromes für den Bau einer Versuchsbahn in Aussicht genommen mit der Absicht, für die beim Schnellverkehr bestehenden Betriebsverhältnisse Klärung zu schaffen. Veranlassung hierzu gab die Erwägung, daß die

Vorortbahnen ziemlich erhebliche Kraftverbrauch während der Hauptanfahrperiode ergibt sich aus dem Vorhandensein der kurzen Stationsabstände von 800 m im Mittel, und der hohen Reisegeschwindigkeit von wenigstens 25 km im Mittel, d. h. 25% mehr als bei der Stadtbahn. (Fig. 37 Anfahrtdiagramm.)

Annähernd dieselbe Leistung beim Anfahren erfordert ein Vorortzug, wie z. B. der Wannseebahn-Versuchszug, welcher vom August 1900 bis Juli 1902 in Betrieb gewesen ist. Hier ist

ein Gewicht von 230 t (besetzt) zu beschleunigen (Stationsentfernung 2,4 km) und eine elektrische Leistung von 800 bis 1000 KW je

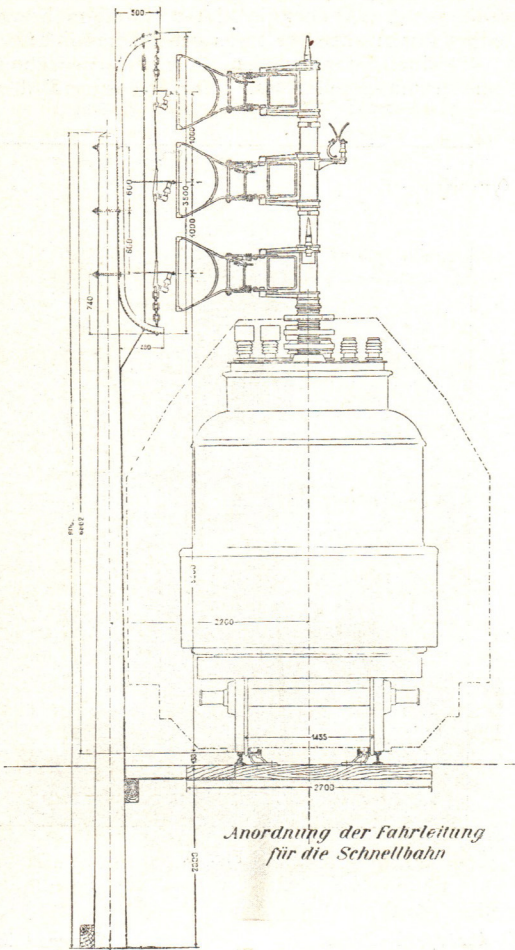


Fig. 41.

nach der Höhe der Beschleunigung zuzuführen (Fig. 38, Abfahrtdiagramm). Die Stromabnahme bei beiden, Hochbahn und Wannseebahn, ist leicht zu bewältigen, da die höchste Fahrgeschwindigkeit nur 50 km beträgt.



Fig. 43.

Dagegen braucht ein Vollbahnzug für 150 bis 200 km Geschwindigkeit, bestehend aus einem Motorwagen und vier Anhängewagen von insgesamt etwa 250 t Gewicht für die Hauptanfahrperiode eine elektrische Leistung von etwa 2000 bis 3000 KW, d. h. bei 1000 V Gleichstrom etwa 2000 bis 3000 A. Die Stromabnehmer müßten daher notgedrungen sehr schwer werden. Im entsprechenden Verhältnis zu den Höchstleistungen stehen auch die kleineren Leistungen während der Fahrt, die

wohl für Bemessung des Kupferaufwandes, aber weniger für die Bemessung der Stromabnehmer in Betracht kommen.

In Erkenntnis der für Schnellbahnen vorliegenden Schwierigkeiten regte nun Herr Wilhelm von Siemens im Jahre 1897 an, ob es nicht unternommen werden könnte, Hochspannung zu verwenden. Für Gleichstrom mit Hochspannung waren noch keine Vorlagen vorhanden. Serienmotoren für Einphasen-Wechselstrom waren zwar bereits bei Siemens

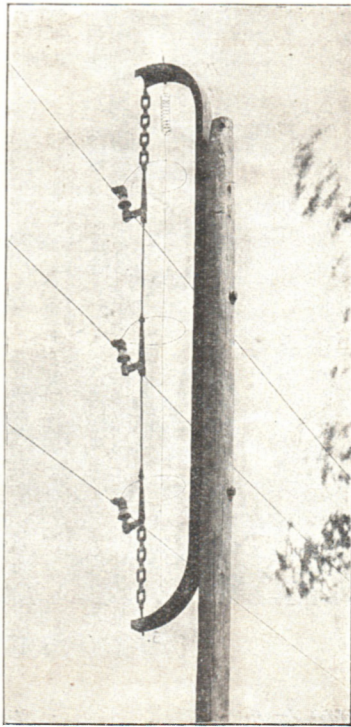


Fig. 42.

& Halske zuerst 1886 und dann wieder 1891 von Görges probiert worden, aber sie waren noch nicht weit genug in ihrer Ausbildung und die Induktionsmotoren ebenfalls nicht, da sie nur mit Kunstphase und auch dann nur mit nicht genügend hoher Zugkraft anlaufen. Dagegen war die Brauchbarkeit von Motoren für Dreiphasenstrom wohl bekannt und deshalb nahm Herr von Siemens 1897 in Aussicht, diesen zunächst als bequemes Mittel zu benutzen und zwar mit Spannungen von 10 000 V und mehr.

durch eine Anzahl von Versuchen die Anlage in Groß-Lichterfelde in ihrer endgültigen Form so fertiggestellt, wie sie die nachfolgenden zwei Lichtbilder wiedergeben. (Fig. 39 und 40, beschrieben in der „ETZ“ 1900, Heft 23).

Es war damit der Grundstein zur Verwendung des hochgespannten Wechselstromes für elektrische Bahnen gelegt worden.

Mit der Veröffentlichung der Versuche in Lichterfelde und deren Nutzbarmachung für die Schnellbahn im Jahre 1900 beginnt wiederum ein neuer Vorstoß auf dem Gebiete elektrischer Bahnen und eine neue Aera der Bestrebungen, den hochgespannten Wechselstrom zu benutzen und zwar wenn möglich, an Stelle des dreiphasigen verketteten, den einphasigen Wechselstrom. Zu dem letzteren Gedanken hat auch ganz besonders im Ministerium der öffentlichen Arbeiten Herr Geheimer Baurat Wittfeld Anregung gegeben. Als Eisenbahntechniker erkannte er, daß ein solches System wegen der Vereinfachung der Fahrleitung und des Fortfalles umlaufender Umformer eine wesentliche Bedeutung für den Bahnbetrieb auf Hauptbahnen gewinnen würde, insofern hierdurch ein wertvolles Hilfsmittel für die elektrische Zugförderung gegeben sei.

Aus den Auslassungen verschiedener bedeutender Elektrizitätsfirmen und hervorragender Elektrotechniker geht ausdrücklich hervor, daß sich dieselben seit 3 bis 4 Jahren mit dem einphasigen Wechselstrom für elektrische Bahnen befassen. Der Zeitpunkt des Beginnes der Bestrebungen fällt demnach später als die Versuche von Siemens & Halske und ziemlich genau mit der Bekanntmachung derselben im Jahre 1900 zusammen. Trotz der 4 Jahre dieser Bestrebungen ist es noch nicht endgültig gelungen, ein größeres Bahnnetz für Betrieb mit einphasigem Wechselstrom auszurüsten und Betriebserfahrungen zu sammeln; es ist aber zu hoffen, daß das demnächst kommen wird.

Nunmehr nach Vollendung der Versuche in Lichterfelde wurde von der Studiengesellschaft beschlossen, die Einrichtungen für Schnellbahnversuche nach dem Muster der Lichterfelder Hochspannungsversuche zu treffen und die Erfahrungen von Siemens & Halske zu weiteren Verbesserungen zu verwerten. Daher baute Siemens & Halske im Jahre 1901 im Auftrage der Studiengesellschaft die vervollkommnete Leitungsanlage für Hochspannungen bis 15 000 V (Fig. 41 und 42). Nachdem auch die Schnellbahnwagen, von denen Siemens & Halske und Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft je einen lieferten, fertiggestellt waren, begannen im Oktober des Jahres 1901 die Fahrversuche, bei denen es der Siemens-

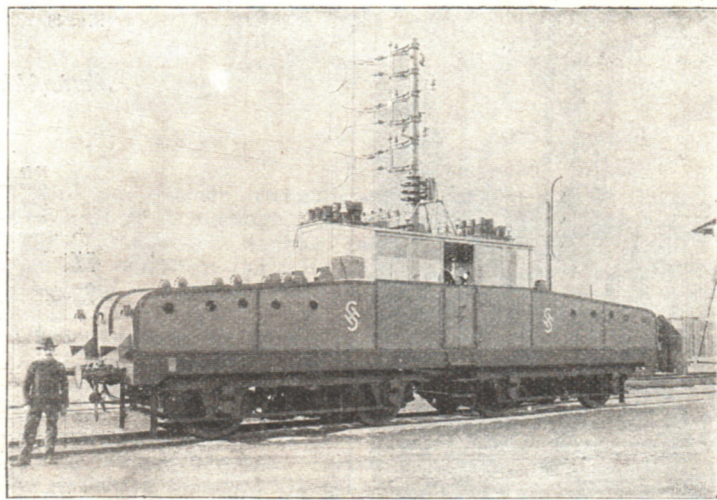


Fig. 44.

Es ergibt sich dann für eine Leistung von 2000 KW eines Motorwagens während des Anfahrens bei einem Güteverhältnis  $\cos \varphi \times$  Wirkungsgrad = 0,82 immer noch eine Stromstärke von 140 A pro Phase, d. h. es sind für ein Fahrzeug 2 Bügel notwendig, um die Abnutzung der Bügel und der Leitung klein zu halten.

Darauf wurde noch 1897 der Bau einer Hochspannungs-Versuchsbahn in Groß-Lichterfelde von der Firma Siemens & Halske beschlossen und in den Jahren 1898 und 1899

Wagen auf 160 km Geschwindigkeit brachte. Die elektrische Ausrüstung der Leitungsanlage und des Wagens erwies sich hierbei als ausreichend, aber die mechanischen Teile, namentlich des Oberbaues, mußten noch umgeändert und verbessert werden, sodaß weitere zwei Jahre vergingen, während welcher man auch Drehgestelle mit verlängertem Radstand beschaffte. Die elektrischen Ausrüstungen des Siemens-Wagen blieben während dieser Zeit ungeändert.

Im vergangenen Jahre begannen dann die Versuche zuerst mit dem Siemens-Wagen mit 145 km Geschwindigkeit. Im Laufe von fünf Steigerungsphasen wurde die Geschwindigkeit von 200 km am 6. Oktober vom Siemens-Wagen erreicht und später noch von beiden Wagen auf 210 km erhöht.

Im Jahre 1901 hatte Siemens & Halske einen Stromabnehmer nach folgender Form gebaut (Fig. 43), der für Geschwindigkeiten bis 100 km ausreichte. Derselbe mußte für die Geschwindigkeiten von 100 bis 160 km noch mit einem zweiten Gelenk versehen werden (Fig. 44).

In dem vergangenen Jahre stellte sich bei 175 km Geschwindigkeit heraus, daß diese Form noch nicht genügte, sondern die Maße des Schleifstückes und des äußersten Teiles des Stromabnehmers noch zu groß und daß letzterer Teil nicht genügend nachgiebig in der Federung war. Die Leitung wurde in starke Schwankungen versetzt und es traten Unterbrechungen an den Stromabnehmern ein. Deshalb mußte dem Stromabnehmer eine veränderte Form gegeben werden, die endgültig alle Schwierigkeiten löste und von der Studiengesellschaft allen Anforderungen entsprechend anerkannt und als maßgebend für beide Wagen vorgeschrieben wurde. Sie ist in folgendem Bilde dargestellt, Fig. 45 und 46 (kurze Beschreibung der Stromabnehmer, Vorzeichnung des eigentlichen Schleifstückes von 650 g, ganzer Bügelvorderteil mit Schleifstück 1600 g, Hauptteil des Stromabnehmers bis zur Hauptdrehachse 3860 g, Lagerböcke u. s. w. 28 1/2 kg, Druck gegen die Leitung 2 1/2 bis 3 kg).

Außerdem mußte noch die Leitungsanlage selbst, die durch den Gleisumbau aus ihrer Lage gekommen war, einer Revision unterzogen werden, bei welcher die Abweichungen von der geometrisch richtigen Lage der Leitungen auf etwa 8 cm festgesetzt wurden (Fig. 47). (Hierbei mußten auch die Erdungsvorrichtungen nachgespannt werden, die Abspannungen und Nachspannungsvorrichtungen abgeglichen werden. Die Erdungsvorrichtungen haben wiederholt tadellos gearbeitet und bei Leitungsbruch den Draht stromlos gemacht).

Nachdem diese Arbeiten mit großer Energie betrieben worden waren, gelang es mit diesem so veränderten Stromabnehmer und der revidierten Leitungsanlage, Energiemengen bis 2500 KW abzunehmen. Fahrlinien der (Historischen Fahrt von 201 km, Fahrt von 207 und Fahrt von 210 km Fig. 48, 49, 50.)

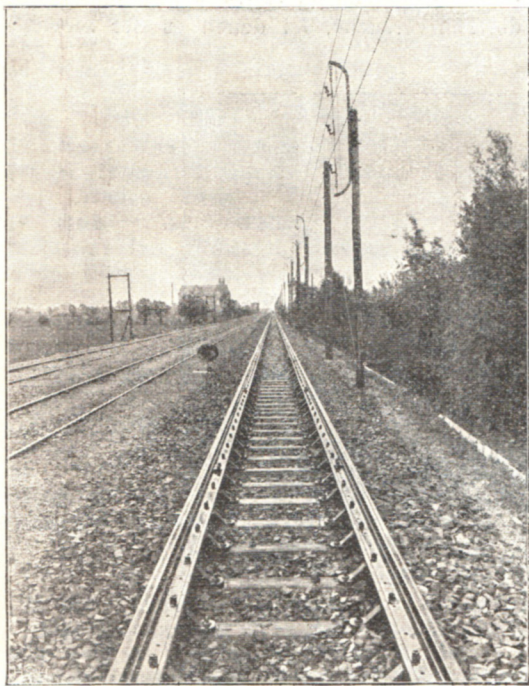


Fig. 47.

II. Betrachtungen.

Wie wir gesehen haben, hat es eines Zeitraumes von 5 Jahren und erheblicher Aufwendungen bedurft, um die etwas mühsame Ausbildung der Hochspannungsleitungsanlage und Stromabnehmer für Schnellbahnen endgültig als gelungen ansehen zu können.

Neben der Sammlung von Erfahrungen für Schnellfahrten an sich mit Geschwindigkeiten, wie sie bisher noch nicht erzielt worden sind, haben die Schnellbahnversuche für die Elektrotechniker den großen Wert gehabt, daß die Abnahme von hochgespanntem Wechselstrom in die Praxis eingeführt und universelle Erfahrungen damit gesammelt worden sind, die

Die bereits in Groß-Lichterfelde von Siemens & Halske gemachten Erfahrungen sind durchaus bestätigt worden, indem festgestellt wurde, daß die vorgeschlagene Benutzung der Hochspannung große Vorteile bietet, da sie mehrere Bedingungen ohne weiteres erfüllt, nämlich:

1. Einen vorzüglichen Kontakt zwischen dem Stromabnehmer des Fahrzeuges und der

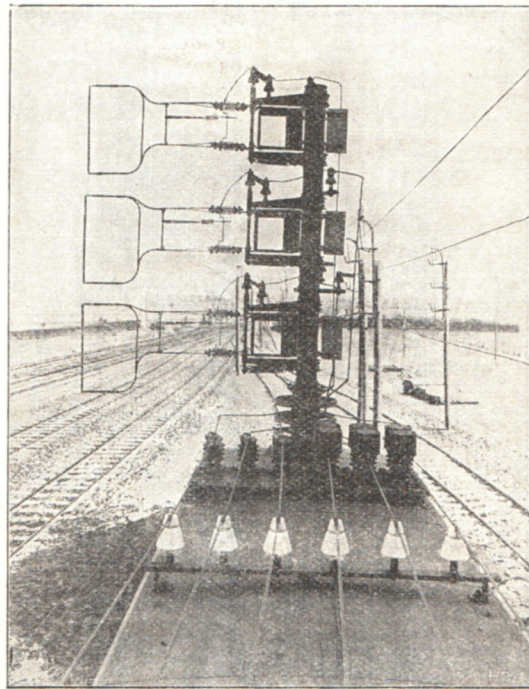


Fig. 45.

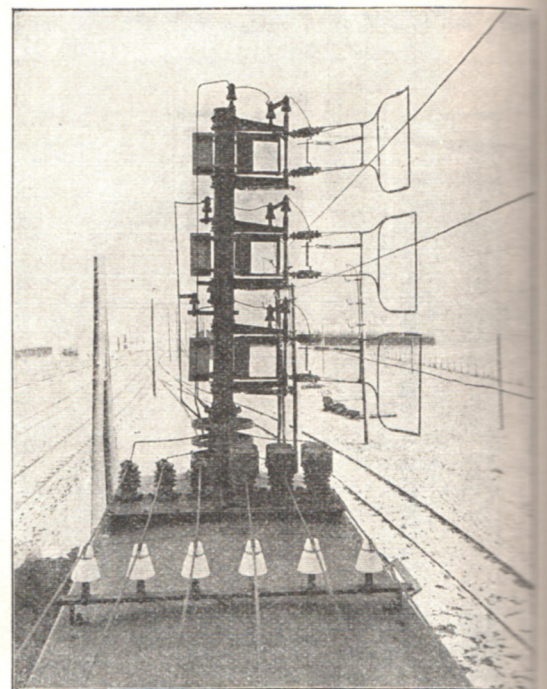


Fig. 46.

Marienfelde - Zossen

Siemens & Halske A. G.

Marienfelde - Zossen

Siemens & Halske A. G.

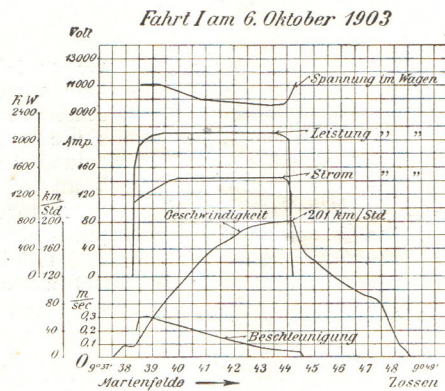


Fig. 48.

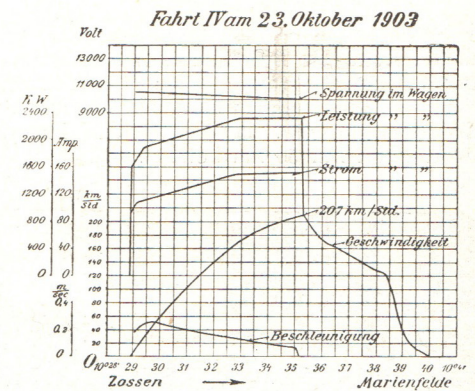


Fig. 49.

Marienfelde - Zossen

Siemens & Halske A. G.

Fahrt III am 25. November 1903

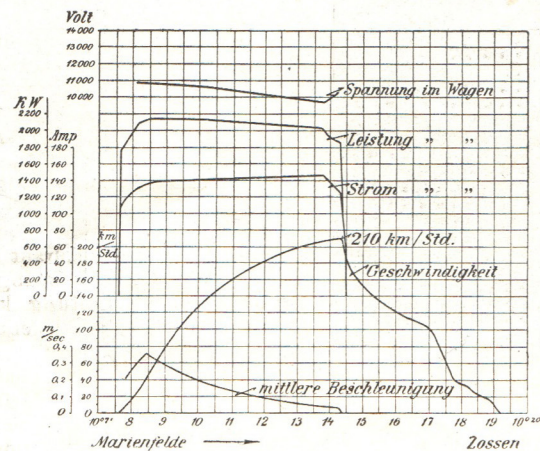


Fig. 50

für die nächsten Ausführungen von Vollbahnen als maßgebend angesehen werden können. Man hat gelernt, die größten vorkommenden Energiemengen bei den größten auftretenden Geschwindigkeiten zu beherrschen, sodaß man wohl in der Lage sein dürfte, jede Aufgabe für Bahnanlagen zu lösen (vergl. weiter unten bei den Arten der Hochspannungsfahrleitungen).

Fahrleitung bei geringer Abnutzung des Schleifstückes und der Leitung zu erzielen. Hierdurch wird es möglich, auch innerhalb größerer Bahnnetze die verlangten Kraftleistungen ohne zu hohe Aufwendungen zu übertragen.

2. Die Betriebssicherheit des Stromabnehmer-Kontaktes und der Fahrleitungen trotz Verwendung der Hochspannung wird größer, und die



lich, aber diese ist schwierig ausführbar und verlangt die Anwendung besonderer Kaskaden-Motoren.

Daher steht für Vorortbahnen nur Gleichstrom und einphasiger Wechselstrom zum Vergleich einander gegenüber und man kann folgende Arten der Stromzuführung zum Fahrzeug annehmen:

a) Gleichstrom von Mittelspannung bis 1000 V durch die sogenannte dritte Schiene,

Als erste Anwendung der letztgenannten Systeme in der Praxis ist diejenige der Compagnie de L'Industrie Electrique, Genf, von St. Georges nach la Mure zu bezeichnen, woselbst Lokomotiven mit 2500 V Dreileiter-Spannung betrieben werden.

c) Für den einphasigen Wechselstrom bestehen zur Zeit große Aussichten. Denn wir können ihn mit einer Spannung von 6000 V, welche im Kraftwerk unmittelbar in den Dyna-

der Wirkungsgrade beim Hochbahnfahrprogramm und einem Entwurf für Wechselstrom bei 2400 m Stationsabstand gibt für beide Teile  $\eta = 0,72$ . Dagegen würde der Wirkungsgrad für Wechselstrom günstiger werden, wenn der Stationsabstand klein genommen wird, also z. B. Hochbahn 800 m. Für Gleichstrom liegt noch die Möglichkeit vor, auch ohne Regulierung mit Widerständen anzufahren. Ich erinnere nur an die Schaltung von Compoundmotoren Umformerschaltung u. s. w.

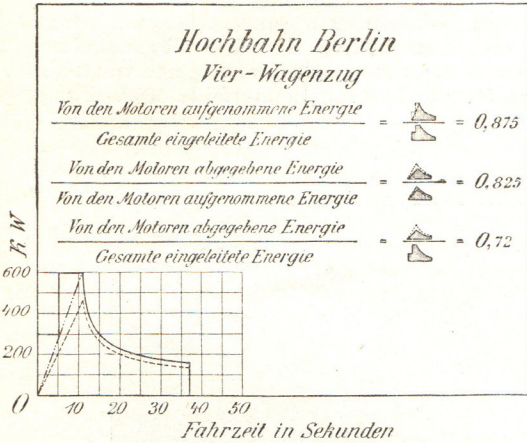


Fig. 56.

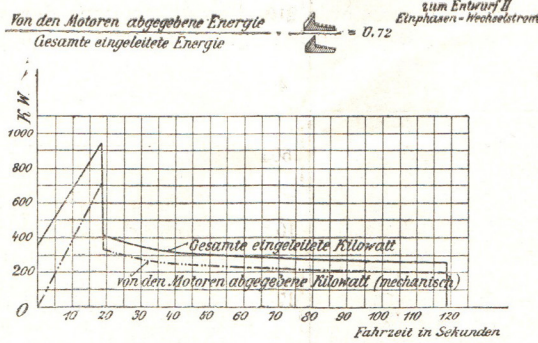


Fig. 57.

die Rückleitung erfolgt durch die Fahrschiene. Die Stromerzeugung geschieht für größere Bahnnetze in der Weise, daß man hochgespannten Drehstrom im Kraftwerk erzeugt und von da zu Unterstationen leitet, wo er in Gleichstrom umgeformt wird. Wagenmotoren 1000 V. Es ist auch Dreileiter-System ausführbar mit Erde als Mittelleiter und die Außenleiter je 1000 V gegen Erde. Zwischen den Außenleitern ist also eine Spannung von 2000 V vorhanden.

b) Gleichstrom-Hochspannung von 2000 V und mehr in oberirdischen Leitungen: Rück-

mos erzeugt wird, den Fahrzeugen durch einfache Oberleitung zuführen und die Rückleitung durch die Fahrschienen erfolgen lassen.

Um einen Überblick zu erhalten, wie die drei Systeme sich von einander unterscheiden, wollen wir kurz die einzelnen Teile der Anlage nacheinander betrachten und zwar im wesentlichen im Vergleich zwischen a) und c).

1. Wagen.

a) Dem Gewichte nach am leichtesten werden die Wagen für Gleichstrommittelspannung

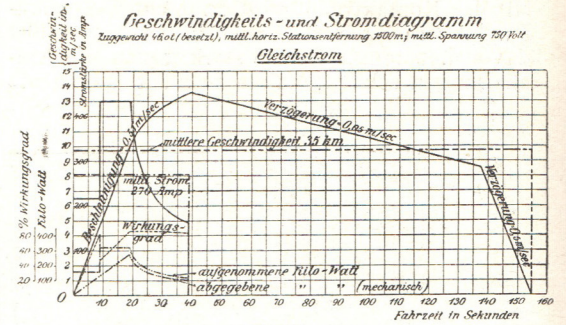


Fig. 59.

b) Das Gewicht der Wagen für Gleichstrom-Hochspannung wird etwas höher sein, aber sich von dem für Mittelspannung nicht wesentlich unterscheiden.

c) Dagegen werden die Wagen für einphasigen Wechselstrom entschieden schwerer als Wagen für Gleichstrom. R. M. Lincoln („Street Railway Journal“ 12. XII. 1903) gibt die Gewichtsvermehrung an zu 18%. Ich glaube, daß man mit einer Vermehrung bis etwa 10% auskommen kann. Trotzdem nun das Anlassen

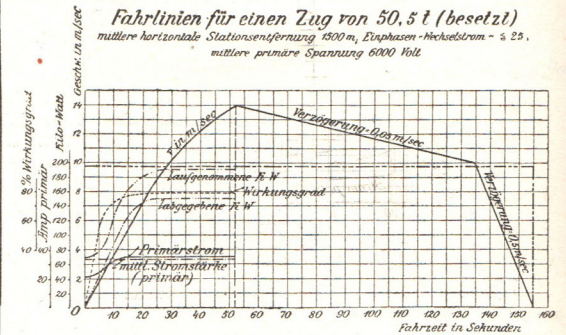


Fig. 60.

der Motoren nicht durch Vorschaltung von Widerständen, sondern durch Erzeugung variabler Spannung an Transformatoren erfolgt, Energieverluste beim Anfahren also nicht auftreten (bzw. nur im Transformator und Motor), so wird doch der Kraftverbrauch — Wattstundenverbrauch — für den Wagen selbst infolge der größeren Gewichte und geringeren Wirkungsgrades der motorischen Ausrüstung nicht niedriger sein, als beim Gleichstromwagen, namentlich dann nicht, wenn die Fahrstrecke im Verhältnis zur Abfahrstrecke lang ist, z. B.

**Fahrkurven.**  
 Stationsentfernung . . . . . 3,2 km,  
 Mittlere Fahrgeschwindigkeit . . . . 48,0 km/St,  
 Abfahrtsbeschleunigung . . . . . 1 m/ssek,  
 Bremsverzögerung . . . . . 2 m/ssek.

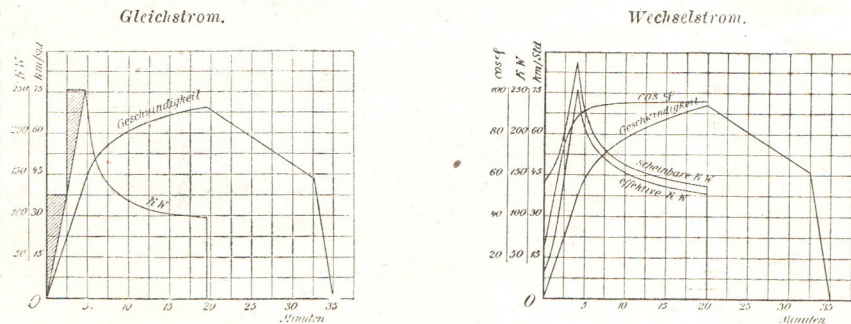


Fig. 58.

Tabelle 1.

	Gleichstrom	Einphasenstrom
Wagengewicht . . . . .	35,0 t	41,3 t
Anzahl der Motoren . . . . .	2	2
Leistung der Motoren . . . . .	150 PS	165 PS
Zahnrad-Übersetzung . . . . .	1:2,4	1:3,2
Raddurchmesser . . . . .	900 mm	900 mm
Spannung am Motor . . . . .	550 V	200 V
Energieverbrauch . . . . .	67,2 KW	73,9 KW am Motor (scheinbar 84,7 KW gemessen).

leitung durch die Fahrschienen. Spannung gegen Erde 2000 V. Zwei Motoren im Wagen à 1000 V, in dauernder Hintereinanderschaltung. Das Kraftwerk liefert 2000 V bei Zweileiter- und 4000 V bei Dreileitersystem; letzteres System reicht für größere Vorortbahnen aus. Da anzunehmen ist, daß größere Gleichstrommotoren auch für höhere Spannung und zwar mindestens für 1500 V gebaut werden können, so kann die Dreileiterspannung sogar auf 6000 V gesetzt werden.

Die Motoren werden am leichtesten, denn es gibt keinen Motor, welcher dem Gleichstromserienmotor an Güte gleichkommt. Das Anlassen erfolgt auf einfache Weise mittels Widerständen. Hierdurch entstehen allerdings beim Anfahren Energieverluste, aber dieselben können durch die Hintereinander- und Parallel-Schaltung klein gehalten werden und fallen um so weniger ins Gewicht, wenn die Haltestellenabstände größer sind (Fig. 56, 57). Ein Vergleich

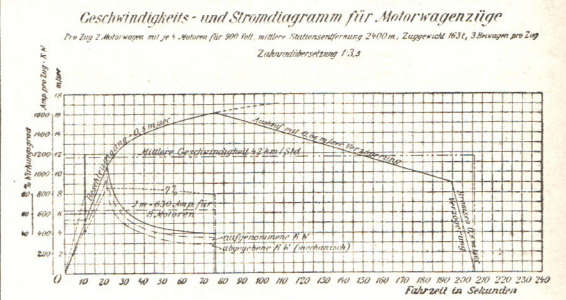


Fig. 61.

bis 2000 m; 1500 m Stationsabstand. Ob Serienmotoren oder kombinierte Repulsionsmotoren angewandt werden, spielt übrigens dabei keine wesentliche Rolle. R. M. Lincoln hat über den Kraftverbrauch interessante Angaben gemacht, die man für den von ihm behandelten Fall wohl als zutreffend ansehen kann (Fig. 58 und Tabelle 1).

Einige andere für Wechselstrom günstigere Ergebnisse von Entwürfen stellen die folgenden Schaulinien dar (Fig. 59, 60, 61, 62).

Tabelle 2 enthält eine Zusammenstellung der aus den eben gezeigten Fahrten ermittelten Wattstundenverbräuche, nach welcher Wechselstrom und Gleichstrom sich die Wage halten.

d) Die Anlagekosten der Wagen für einphasigen Wechselstrom werden im ganzen höher ausfallen als die für Gleichstrom.

e) Die Unterhaltungs- und Betriebskosten der Wagen für einphasigen Wechselstrom werden nicht kleiner sein als die für Gleichstrom.

2. Leitungsanlage.

a) Allgemeine Bemerkungen. Die Fahrleitungen für Wechselstrom verhalten sich wesentlich ungünstiger als die für Gleichstrom, denn es treten zu den ohmischen Verlusten noch die induktiven hinzu. Bei gleichen Kosten für die Fahrleitungsanlage (z. B. dritte Schiene von 27 kg gegenüber 200 qmm Hochspannungs-Oberleitung) wird das Wertigkeitsverhältnis der Spannungen 1:10. Was die Stromabnehmer anlangt, so ist ein Umstand hier zu beachten, nämlich das Verhalten der Stromabnehmer bei Rauhreif und Glatteis. In solchen Fällen ist zunächst die dritte Schiene bei Gleichstrom robuster, da man sie erstens mit Schneebürsten reinigen kann (Fig. 63) und zweitens den Strom-

Tabelle 2.

System	Zuggewicht in t	Spannung	J Mittel	Kilowatt (Mittel)	Wattstunden Verbrauch pro tkm	Fahrstrecke in km	Mittlere Geschwindigkeit in km	Maximale Kilowatt	Bemerkungen
1. Hochbahn Berlin, Gleichstrom	90	750	390	293	42	0,8	33	600	
2. Wannseebahn-Versuchszug, Gleichstrom	210	600	670	400	30	2,4	37	600	
Entwurf I	Gleichstrom	46	750	270	203	1,5	35	325	
	Einphasen-Wechselstrom 25 Perioden	50,5	6000 primär 100 bis 260 sekundär	34 primär	165	31	1,5	35	200
Entwurf II	Gleichstrom	163	900	630	565	30	2,5	42	1080
	Einphasen-Wechselstrom 25 Perioden	175	6000 primär 100 bis 300 sekundär	78 primär	380	30	2,5	42	960

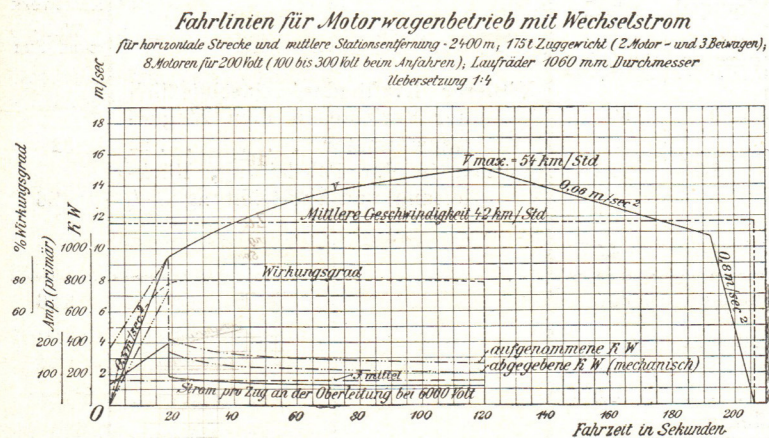


Fig. 62.

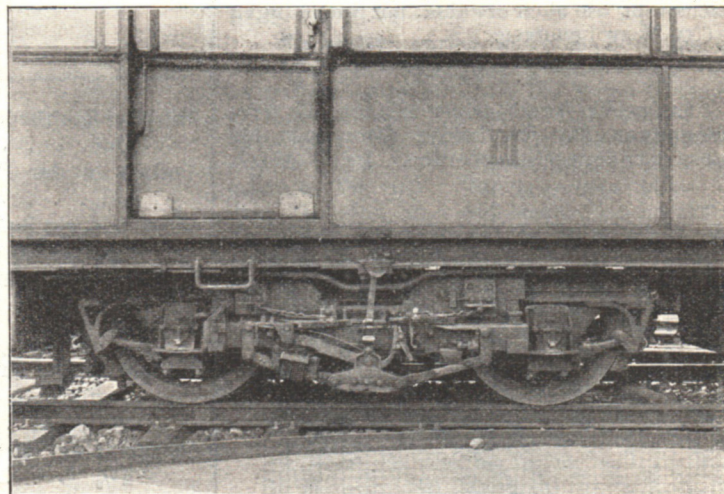


Fig. 63.

abnehmer mit vergrößerter Gewalt gegen die dritte Schienen pressen kann, während man den Druck des Stromabnehmers an der Oberleitung nicht wesentlich steigern darf. Es lassen sich aber Einrichtungen treffen, durch welche der Fahrdraht durch Betriebsstrom erwärmt und von Schnee und Eis befreit werden kann.

Die Handhabung endlich der Hochspannung, die Unterhaltung der Leitungsanlage im Betriebe scheint fürs erste etwas umständlicher als die der dritten Schiene. An dieser kann man mitten im Betriebe mittels Isolirtisch revidieren und Notarbeiten ausführen. Es würde aber wohl schwerlich Verantwortung dafür zu übernehmen sein, Reparaturen oder Revisionen an einer Hochspannungsleitung ausführen zu lassen, so lange die Leitung unter Spannung steht. Daher müssen einzelne Teile derselben sektionsweise abschaltbar eingerichtet werden.

Telephonstörungen und Störungen im Blockbetriebe sind, wie bei den Schnellbahnversuchen und in Licherfelder festgestellt wurde, bei Wechselstrom größer und nur durch doppelt isolierte und gekreuzte Leitungen der Kabel zu verhüten.

b) Anlagekosten. Für das System, bei welchem durch Gleichstrom-Mittelspannung betrieben wird, sind die Unterstationen und Leitungen bis zum Kraftwerk als der Leitungsanlage zugehörig anzusehen. Es ist daher von vornherein zu übersehen, daß das System Gleichstrom-Mittelspannung mit Einphasen-Wechselstrom hinsichtlich der Anlagekosten nicht konkurrieren kann.

Denn werden die Anlagekosten für die eigentliche Fahrleitung wieder als gleich vorausgesetzt, z. B. dritte Schiene von 27 kg = Oberleitung von 200 qmm, so werden die Anlagekosten des übrigen Teiles der Leitungsanlage bei Gleichstrom 1000 V wesentlich höher durch die Kosten für die Unterstationen, denen

30 Haltestellen; Stationsentfernung 3,2 km.  
 Fahrleitung: { Gleichstrom: 27 kg dritte Schiene = 425 qmm Kupferquerschnitt.  
 Wechselstrom: Drahtoberleitung = 110 " "  
 Rückleitung: 36 kg Schiene.

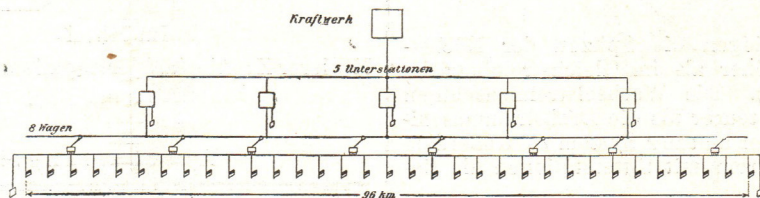


Fig. 66.

Tabelle 3.

	Gleichstrom	Wechselstrom
Spannung . . . . .	550 V	3000 V
Mittlerer Kraftbedarf pro Wagen und Fahrt . . . . .	67,2 KW	73,9 KW
Leistungsverlust pro Unterstation . . . . .	16,1 "	3,32 "
Mittlerer Kraftbedarf aus der Unterstation, 1,6 Wagen pro Unterstation 1,6. 67,2 + 16,1 . . . . .	123,6 "	121,3 "
Verlust im Spannungswandler und Wagentransformator in der Stromzuführung . . . . .	—	5 %
" " den Transformatoren . . . . .	15,5 %	2,8 %
" " Umformern . . . . .	3,5 %	3,5 %
Hochspannungsspeiseleitung . . . . .	1) 10 %	—
Verlust in derselben . . . . .	3 . 13,2 qmm	2 . 26,6 qmm
" " den Transformatoren . . . . .	2,5 %	2,7 %
" " vom Wagen nach Kraftwerk . . . . .	3,5 %	3,5 %
Gesamtkraftwerksverbrauch . . . . .	2) 39,5 %	18,4 %
	750 KW	700 KW
		(825 KW scheinbar)
Maximaler Kraftverbrauch . . . . .	1200 "	1400 KW
		(1400 KW scheinbar)

1) Zu hoch.  
 2) Die Ziffer ergibt sich nicht aus der Summe der einzelnen Procente, sondern durch die Aufeinanderfolge der Erholungen um die Procentsätze.

bei Wechselstrom 6000 V nur die Kosten der Speiseleitungen oder Kabel und eventuell ruhender Transformatoren gegenüberstehen.

c) Die Betriebskosten sind ebenfalls bei Wechselstrom kleiner, denn die Kosten für Umformerverluste und Bedienung der Unterstationen fallen fort. Letztere könnte allerdings durch anderes in Haltestationen so wie so vorhandenes Personal mitbesorgt werden. Einen gewissen betriebstechnischen Vorteil haben übrigens die Unterstationen doch, wenn sie mit Bufferbatterien ausgerüstet sind, die durch umkehrbare Zusatzmaschinen stark zur Aufnahme der Belastungsstöße herangezogen werden. Letztere werden alsdann nicht bis zum Kraftwerk kommen, sodaß dasselbe sehr gleichmäßig arbeiten und für den mittleren Kraftbedarf eingerichtet werden kann. Immer aber beeinflussen die Kosten für die Umformerverluste sowie die Kosten für Amortisation und Verzinsung des Anlagekapitals eine Gleichstromanlage in ungünstigster Weise.

Ist nun in Bezug auf die Leitungsanlage der Wechselstrom von 6000 V dem Gleichstrom von 1000 V überlegen, so würde ihm Gleichstrom von 4000 bis 6000 V nicht nachstehen, zumal da dieser noch obendrein in Bezug auf die Verluste in den Leitungen sich bei weitem günstiger verhält als der Wechselstrom. Es bleibt abzuwarten, ob es gelingen wird, den Gleichstrom, wie oben erwähnt, mit Spannungen bis 6000 V zu benutzen.

3. Kraftwerk.

Für das Kraftwerk selbst können die Vorbedingungen für die beiden Stromarten als gleichartig angesehen werden. Im Wechsel-

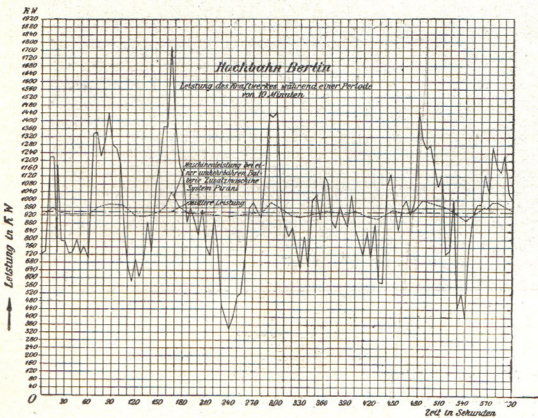


Fig. 64.

strombetrieb liegen die Spitzen der Höchstbelastungen höher als im Gleichstrombetriebe (Fig. 64 und 65). Die Wechselstrommaschinen System c sind teurer als die Drehstrommaschinen von gleicher Leistung System a. Außerdem ist bei Gleichstrom mit Unterstationen die Be-

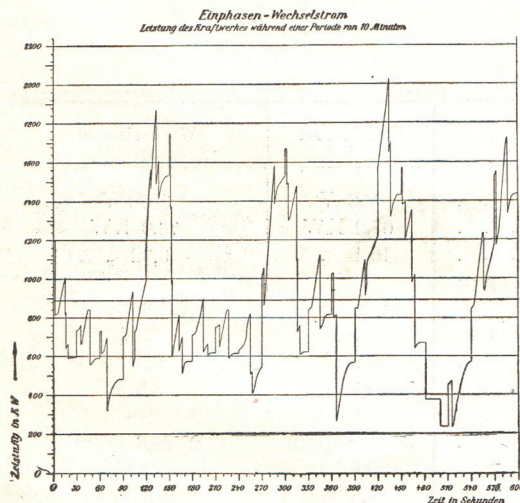


Fig. 65.

lastung im Kraftwerk gleichmäßiger und die Hauptmaschinen arbeiten rationeller und mit weniger Leerlaufarbeit. Dafür ist im Gleichstrombetriebe etwas mehr Energie aufzubringen. Im grossen ganzen werden die beiderseitigen Vor- und Nachteile sich ausgleichen.

Aus der Betrachtung der Einzelteile der Anlage geht somit hervor, daß die Vorteile des einphasigen Wechselstromes in der Vereinfachung der Fahrleitung und den Fortfall der umlaufenden Umformer bestehen.

Einen Überblick über eine ganze Anlage im Zusammenhang bekommt man bei der Betrachtung von Entwürfen, so z. B. eines Ent-

wurfes von R. M. Lincoln im „Street Railway Journal“ vom 12. December 1903 (Fig. 66 und Tabelle 3 und 4). Dieser Entwurf weist eine Überlegenheit des Wechselstromes nach, ebenso wie ein neuerdings für Hamburg-Altona aufgestellter.

Ein anderes Ergebnis zeigt der in Fig. 67 und Tabelle 5 bis 7 dargestellte Entwurf, bei

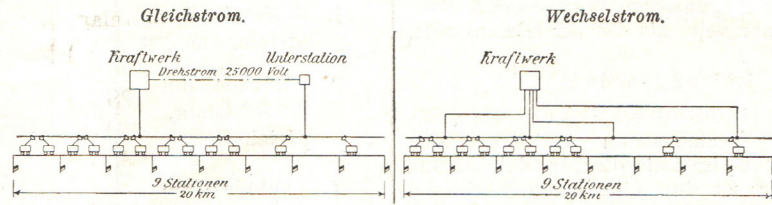


Fig. 67.

Tabelle 5.

Fahrleitung: Dritte Schiene 60 kg/m = 7650 qmm = 960 qmm Kupferquerschnitt.  
 Rückleitung: Fahrschiene 41 kg/m = 5230 qmm = 650 qmm Kupferquerschnitt.  
 Zuggewicht: 163 t.  
 Spannung: 900 bis 950 V.

Fahrleitung: Oberleitung 60 qmm Kupferquerschnitt.  
 Rückleitung: Fahrschiene 41 kg/m = 5230 qmm = 650 qmm Kupferquerschnitt.  
 Zuggewicht: 175 t.  
 Spannung: 6000 V bei 25 Perioden.

	Kraftwerk Watt- stund./tkm	Unter- station Watt- stund./tkm
Mittlerer Kraftbedarf am Wagen . . . . .	30	30
Verlust in der Fahrleitung 5% . . . . .	1,5	1,5
Verlust in der Bufferbatterie und den Batteriezusatzmaschinen 15% . . . . .	4,5	4,5
Zusammen		36
Verlust in den Transformatoren und Umformern in der Unterstation 12% . . . . .		4,3
Verlust in der Hochspannungsleitung 2% . . . . .		0,7
Verlust in den Transformatoren im Kraftwerk . . . . .		1,0
Zusammen	36	42
Im Mittel	38,5	
Mittlerer Kraftbedarf per Zugkilometer	6,3 KW-St.	

	Kraftwerk Watt- stund./tkm
Mittlerer Kraftbedarf einschließlich der Verluste in dem Wagentransformator . . . . .	32
Verlust in der Fahrleitung, Rückleitung und Speiseleitung 5% . . . . .	1,6
Zusammen	33,6
Mittlerer Kraftbedarf per Zugkilometer	5,9 KW/St.

Tabelle 4.

Anschaffungskosten der elektrischen Ausrüstung.

	Gleichstrom M	Wechselstrom M
Kraftwerk . . . . .	138 300 <sup>1)</sup>	138 000
Hochspannungsspeiseleitung . . . . .	193 600	253 500
Unterstationen . . . . .	230 500	100 400
Fahrleitung . . . . .	773 000 <sup>2)</sup>	387 400
12 Wagenausrüstungen . . . . .	266 400	432 000
Gesamtkosten	1 601 800	1 311 300
Betriebskosten.		
Kraftwerk (Personal) . . . . .	38 000	38 000
Unterstationen „ . . . . .	30 400 <sup>3)</sup>	
Kohlen, Wasser, Schmieröl . . . . .	104 000 <sup>4)</sup>	98 000
Reparaturen und Unterhaltungskosten		
Kraftwerk . . . . . 3%	4 140	(3%) 4 140
Hochspannungsleitung 5%	9 680	(5%) 12 675
Unterstationen . . . . . 4%	9 200	(6%) 6 000
Fahrleitung . . . . . 1%	7 730	(4%) 15 500
Wagenausrüstungen . 12%	32 000	(10%) 43 200
	235 160	217 515

1) Drehstromgeneratoren billiger als Wechselstromgeneratoren.  
 2) So wesentlich ist der Unterschied nicht.  
 3) Unterstationenbedienung ziemlich hoch (geht auch mit Haltestellenpersonal).  
 4) Infolge geringeren Verlustes in den Umformern als 10% wird der Verbrauch an Kohle u. s. w. in beiden Fällen annähernd gleich.

Tabelle 6.

Anschaffungskosten der elektrischen Ausrüstung.

Gleichstrom			Wechselstrom		
Kraftwerk	Mark	Mark	Kraftwerk	Mark	Mark
Bauliche Anlagen . . . . .	640 000		Bauliche Anlagen . . . . .	610 000	
Kessel- und Maschinenanlage normal 3 × 2500 PS . . . . .	950 000		Kessel- und Maschinenanlage normal 5 × 1500 PS . . . . .	1 070 000	
maximal (dauernd) 3 × 3100 PS . . . . .			maximal (vorüber- gehend) 5 × 2900 PS . . . . .		
Elektrischer Teil			Elektrischer Teil		
Drehstrom- Gleichstrom- generatoren . . . . .	650 000		normal 5 × 1500 KVA . . . . .	425 000	
maximal (dauernd) 3 × 1900 KW . . . . .			maximal (vorüber- gehend) 5 × 2200 KVA . . . . .		
Verschiedenes			Verschiedenes . . . . .	30 000	2 135 000
Laufkräne u. s. w. . . . .	30 000	2 270 000			
Unterstation					
Bauliche Anlagen . . . . .	106 000				
Elektrischer Teil					
Einankerumformer 3 × 1200 KW Gleich- strom . . . . .	450 000				
Transformatoren 3 × 1500 KVA . . . . .					
Verschiedenes . . . . .	9 000	565 000			
Gesamtkosten der Kraft- erzeugungsanlage . . . . .		2 835 000	Gesamtkosten der Kraft- erzeugungsanlage . . . . .		2 135 000
Leitungsanlage			Leitungsanlage		
Arbeitsleitung und Schienen- rückleitung			Arbeitsleitung und Schienen- rückleitung . . . . .	340 000	
20 km Doppelgleis . . . . .	630 000		Speiseleitungen . . . . .	210 000	
Hochspannungsspeiseleitung 10 km auf Holzmasten . . . . .	70 000		Ausrüstung d. Betriebsbahn- höfe und Verschiedenes . . . . .	70 000	620 000
Ausrüstung d. Betriebsbahn- höfe und Verschiedenes . . . . .	60 000	760 000	Betriebsmittel		
Betriebsmittel			70 vierachsige Motorwagen komplet je 73 000 M . . . . .	5 100 000	
70 vierachsige Motorwagen komplet je 61 000 M . . . . .	4 270 000		Ausrüstungen von Beiwagen, Ersatzteile und Verschie- denes . . . . .	100 000	5 200 000
Ausrüstung von vorhandenen Beiwagen mit elektrischen Leitungen, Ersatzteile und dergleichen . . . . .	90 000	4 360 000	Gesamt-Anlagekosten		7 955 000
Gesamt-Anlagekosten		7 955 000			

arbeiten sein möchte. Im Schnellverkehr wird selten angefahren, also die hierbei entstehenden Verluste in Widerständen fallen beinahe gar nicht ins Gewicht. Der Motor mit Schleifringen ist betriebssicherer als der Kommutatormotor, namentlich bei hoher Umfangsgeschwindigkeit, z. B. Schnellbahn 180 km, d. i. 50 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit an Bandage und 30 m an den Ringen oder Kommutator. Schwierigkeiten hinsichtlich einer Leitungsanlage für Drehstrom existieren für Schnellbahnen nicht, wie wir bereits oben gesehen haben. Also auch in Bezug auf Betrieb von Vollbahnen wird man erst noch abwarten müssen, ehe man ein endgültiges Urteil fällen kann.

Was nun aber den Stand der Leistungsfähigkeit der Elektrotechnik anlangt, so hat sich bei den Schnellbahnfahrten gezeigt, daß es möglich war, innerhalb eines verhältnismäßig kurzen Zeitraumes elektrische Ausrüstungen zu schaffen, die ungeändert für die Erzielung von bisher noch nicht erreichten Fahrgeschwindigkeiten vollkommen ausgereicht haben. Ähnliches ist also für weitere Arbeiten zu erwarten und man darf füglich behaupten, daß die Elektrotechnik sehr wohl so weit fortgeschritten ist, um auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens die Konkurrenz in technischer Hinsicht aufzunehmen und infolge der wesentlichen Verbesserungen der vergangenen Jahre auch in wirtschaftlicher Beziehung nicht nachstehen wird.

Wir blicken zurück auf einen Zeitraum von 25 Jahren der beständigen Entwicklung. Denn es war im Jahre 1879, als die Firma Siemens & Halske, auf Anregung von Werner von Siemens, die erste elektrische Lokomotive der Welt für 110 V Spannung und 10 Pferde erbaute (Fig. 68). Wir schreiben heute das Jahr 1904 und sind auf einem Standpunkt angelangt, welcher am besten durch ein Gegenstück zur vorigen Lokomotive, durch das Bild einer 1000-pferdigen Lokomotive, die mit 10000 V Hochspannung betrieben wurde, wiedergegeben wird (Fig. 69).



Fig. 68.

welchem für Gleich- oder Wechselstrom annähernd dasselbe herauskommt.

III. Schluß.

Wir haben nun gesehen, daß die Verhältnisse für die Anwendung des einphasigen Wechselstromes besonders günstig liegen. Es wäre aber verkehrt, aus diesem Grunde von der Benutzung des Gleichstromes ganz und gar abzuspringen und den einphasigen Wechselstrom ohne Prüfung in jedem Falle als das einzig richtige für Bahnzwecke anzusehen. Für manche Anlagen wird man wahrscheinlich ruhiger bei Gleichstrom

bleiben, z. B. Hoch- und Untergrundbahnen. Hier kann durch das Profil ein bestimmter Zwang geübt werden, durch Unterhaltungsarbeiten im Betriebe u. s. w. (New York Central and Hudson River Railroad 650 V). Man wird also der Zukunft noch etwas überlassen müssen, soll aber jedenfalls eifrig danach streben, durch demnächstige Ausführungen vollständige Klarheit zu schaffen.

Dasselbe gilt von Vollbahnen, die über längere Strecken ausgedehnt sind. Auch hier kann in Frage kommen, ob nicht unter gewissen Verhältnissen auch mit Drehstrom weiter zu

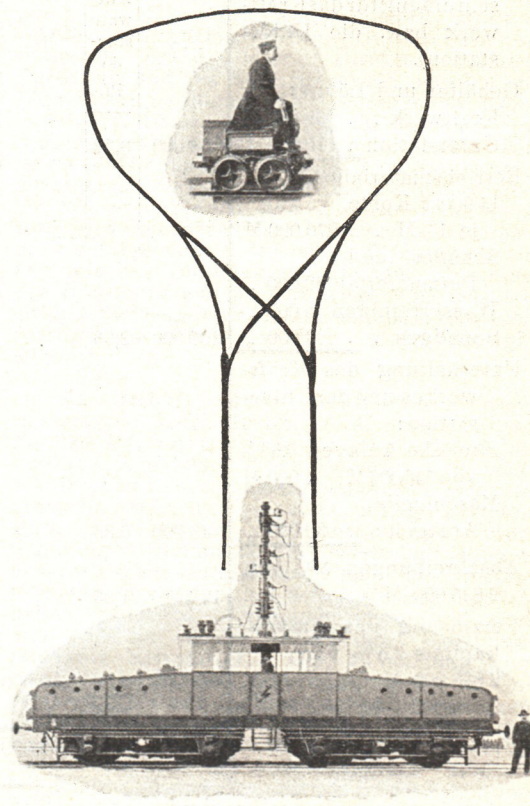


Fig. 69.

Überall sind wir Deutsche bahnbrechend vorgegangen. Die erste elektrische Bahn, die erste oberirdische und unterirdische Stromzuführung, die erste elektrische Schnellbahn stammt aus unserem Lande. Daher darf unsere deutsche Elektrotechnik namentlich in Anbetracht der wertvollen letzten Arbeiten mit Befriedigung auf eine 25-jährige erfolgreiche Tätigkeit zurückblicken und hoffen, daß in Anerkennung derselben mit der Verwertung der Errungenschaften nicht zurückgehalten und dieselbe dem Ausland nicht überlassen werden wird.



Tabelle 7.  
Betriebskosten.

Gleichstrom			Wechselstrom		
Jahresleistung:	Mark	Mark	Jahresleistung:	Mark	Mark
Zugkilometer . . . . . 2 288 000			Zugkilometer . . . . . 2 288 000		
Tonnenkilometer . . . . . 305 000 000			Tonnenkilometer . . . . . 305 000 000		
Erzeugte Kilowattstund. 13 000 000			Erzeugte Kilowattstund. 13 000 000		
Gehälter des Zugpersonals		180 000			180 000
Unterhaltung der Züge:					
Schmier- u. Putzmaterial	9 000		9 000		
Unterhaltung der Motorwagen					
a) mech. Teil 1,5 Pf. per Motorwagenkilometer	70 000		70 000		
b) elektr. Teil 2,5 Pf. per Motorwagenkilometer	117 000		117 000		
Unterhaltung der Anhängewagen . . . . .	62 000	258 000	62 000	258 000	
Unterhaltung d. Leitungsanlage:			Unterhaltung d. Leitungsanlage:		
Arbeitsleitung 2% von 690 000 M . . . . .	13 800		Arbeitsleitung 2% von 410 000 M . . . . .	8 200	
Hochspannungsleitung 3/4% von 70 000 M . . . . .	5 200	19 000	Speiseleitung 3/4% von 210 000 M . . . . .	1 600	rd. 10 000
Verzinsung und Abschreibung:			Verzinsung und Abschreibung:		
Betriebsmittel 3 1/2% + 5% = 8 1/2% 8 1/2% von 4 360 000 M	370 000		Betriebsmittel 3 1/2% + 5% = 8 1/2% 8 1/2% von 5 200 000 M	440 000	
Leitungsanlage 3 1/2% + 3% = 6 1/2% 6 1/2% von 760 000 M .	50 000	420 000	Leitungsanlage 3 1/2% + 3% = 6 1/2% 6 1/2% von 620 000 M .	40 000	480 000
Zugförderungskosten (ohne Strom) . . . . .		877 000	Zugförderungskosten (ohne Strom) . . . . .		928 000
Stromkosten (einschließlich Verzinsung und Abschreibung für das Kraftwerk bzw. die Unterstation).			Stromkosten.		
Gehälter und Löhne:			Gehälter und Löhne:		
Kraftwerk . . . . . 58 000 M			Kraftwerk . . . . . 58 000 M		
Unterstation . . . . . 10 000 „	68 000	0,52	Unterstation . . . . .	58 000	0,52
Betriebsmaterialien:			Betriebsmaterialien:		
15 900 t Kohle je 17 M . . . . .	270 000 M		15 900 t Kohle je 17 M . . . . .	321 000 M	
Schmier- und Putzmaterial 32 000 „			Schmier- und Putzmaterial 34 000 „		
Wasserreinigen 2 000 „			Wasserreinigen 2 000 „		
Sonstiges . . . . . 3 000 „	307 000	2,36	Sonstiges . . . . . 3 000 „	360 000	3,20
Unterhaltung des Kraftwerkes und der Unterstation:			Unterhaltung des Kraftwerkes:		
Bauliche Anlagen 0,5% von 746 000 M . . . . .	4 000 M		Bauliche Anlagen . . . . . 3 000 M		
Maschinelle Anlagen . . . . . 39 000 „	43 000	0,33	Maschinelle Anlagen . . . . . 23 000 „	26 000	0,23
Abschreibungen 5% von 2 835 000 M . . . . .	142 000	1,09	Abschreibungen 5% von 2 135 000 M . . . . .	106 000	0,95
Verzinsung des Anlagekapitals 3,5% von 2 835 000 M . . . . .	99 000	0,76	Verzinsung des Anlagekapitals 3,5% von 2 135 000 M . . . . .	75 000	0,67
		5,06			5,57
		1 536 000			1 553 000

habe ich dieser Gesellschaft Induktoren der verschiedensten Bauart mit meinem Umformer abgestimmt.

Ebenfalls habe ich der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Prof. Braun und Siemens & Halske diese Resonanzerscheinungen erstmals im Mai 1902 und auch bei späteren Gelegenheiten vorgeführt.

Obwohl ich beide Gesellschaften auf die Tragweite der mit meinem Umformer leicht zu erzielenden Resonanz wiederholt aufmerksam gemacht habe, stieß ich bei beiden Gesellschaften jedoch auf Widerstand, indem dieselben vorgaben, für die Zwecke der drahtlosen Telegraphie die für Röntgenzwecke gebauten Induktoren verwenden zu müssen, sodaß meine Bemühungen nicht den angestrebten Erfolg hatten.

Meine eigenen Experimente reichen bis Ende September 1901 zurück. Ich räume daher Herrn Grisson bereitwilligst ein, vor mir Resonanzinduktoren benützt und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft vorgeführt zu haben. Ich darf wohl hinzufügen, daß eine Veröffentlichung seitens Herrn Grissons bisher nicht erfolgt ist, und daß es sich bei seinen Experimenten entsprechend der Art seines Umformers nur um „Stromresonanz“ handelt haben kann. Über den Termin der ersten Vorführung, nach Graf Arco 1902, nach Grisson 1901, bitte ich die Herren sich selbst auseinanderzusetzen.

In ein neues Stadium trat die Angelegenheit, als ich gelegentlich einiger geschäftlicher Verhandlungen Herrn Grafen Arco auf die Notwendigkeit hinwies, die Induktoren zur Erzielung größerer Leistungen einer Umkonstruktion zu unterziehen und im Betriebe auf Resonanz abzugleichen. Dies geschah Ende Juni oder in den ersten Tagen des Juli 1902. Ich stieß auf die gleiche Abneigung wie Herr Grisson, sodaß ich Herrn Grafen Arco erst nach längerem Gespräche bewegen konnte, wenigstens einen Versuch zu machen. Der Name Grisson wurde von ihm nicht erwähnt, dagegen erinnerte er sich der Kabelexperimente des Herrn Mauritius (Drosselspule parallel zum Kabel, Abgleichung auf Stromresonanz im Heineschen Sinne) sowie eines Experimentes, welches einer der Ingenieure der funktentelegraphischen Abteilung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft nach der Schaltung des Herrn Mauritius an Induktoren ausgeführt hatte.

Einige Tage nachher erhielt ich die Einladung, die Prüfung meiner, der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft angebotenen Erfindungen im Kabelwerk selbst zu überwachen und mir bei dieser Gelegenheit auch die nach meinen Angaben angestellten Experimente an Resonanzinduktoren anzusehen. Mein erster Besuch erfolgte am 8. (nach Graf Arco erst am 11.) Juli 1902. Um Diskretion wurde ich nicht ersucht. Ein derartiges Ansinnen wäre nach Lage der Dinge von mir höflichst abgelehnt worden. Der von Herrn Rendahl zwischen den Zeilen erhobene Vorwurf, daß ich auf Grund der mir vorgeführten Experimente ein Patent angemeldet habe, ist unberechtigt und gegenstandslos, da mein Patent in keinerlei Zusammenhang mit jenen Versuchen, ja sogar im Gegensatz zu denselben steht. Patentanspruch 1 bezieht sich auf die künstliche lose Kuppelung zwischen primärer und sekundärer Spule, Anspruch 2 auf die Veränderung der Resonanzanlage. Die Versuche hatten ergeben, daß jede Lockerung der Kuppelung eine Verringerung des Effektes zufolge hatte. Sie hätten mich daher eher von der Anmeldung des Patenten abbringen sollen. Für die Einreichung derselben aber habe ich meinen guten Grund gehabt.

Anspruch 1 ist von Herrn Rendahl bei der Erwähnung des Patenten mit Stillschweigen übergangen worden.

Angaben über „bestimmte Dimensionierung“ (vgl. Spalte 2, Zeile 22 von unten) der Induktoren habe ich Herrn Grafen Arco zu der damaligen Zeit nicht gemacht. Hierauf habe ich auch keinen Anspruch erhoben. Wohl aber habe ich ihm die Gesichtspunkte für die Änderungen auseinander gesetzt, nämlich Verkleinerung der Typen, der sekundären Selbstinduktion und Wahl dickeren Sekundärdrähtes. Hierauf wird auch in meiner Patentschrift hingewiesen, welche am 16. Juli eingereicht worden ist, d. h. vor der Zeit, als Herr Rendahl begann, sich mit der Sache zu beschäftigen.

Nach Graf Arco waren im Anschluß an die Vorführungen des Herrn Grisson im Januar und Februar 1902 und die Arbeiten des Herrn Mauritius im April 1902 „ununterbrochene Versuche mit Resonanzinduktoren“ im Gange, welche von den Herren Pietrkowski, Kayser und Scheller ausgeführt wurden.

An Herrn Scheller, welcher Ingenieur der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie ist, habe

**BRIEFE AN DIE REDAKTION.**

(Für die in dieser Spalte enthaltenen Mitteilungen übernimmt die Redaktion keinerlei Verbindlichkeit. Die Verantwortlichkeit für die Richtigkeit der Mitteilungen liegt lediglich bei den Korrespondenten selbst.)

**[Über Resonanzinduktoren und ihre Anwendung in der drahtlosen Telegraphie.]**

Herr Ragnar Rendahl wendet sich in Heft 19 der „ETZ“ gegen die Bemerkungen, welche ich am Schluß meines Aufsatzes in Heft 14 über die historische Entwicklung der Resonanzinduktoren und ihre Einführung in die Praxis gemacht habe. In einem Punkte, nämlich über die Rolle, welche Herr Grisson hierbei gespielt hat, habe ich mich zu meinem

Bedauern in Unkenntnis befunden, in allen übrigen vermag ich die Ausführungen des Herrn Rendahl als berechtigt nicht anzuerkennen.

Herr Grisson schreibt mir am 17. d. M.: „Ihrem Wunsche entsprechend gebe ich Ihnen im folgenden Aufschluß über meine Beziehungen mit der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Prof. Braun und Siemens & Halske bezüglich meines Umformers und der damit zu betreibenden Induktoren.“

Im März 1901 habe ich zum ersten Male Herrn Grafen Arco einen Umformer vorgeführt und hierbei auf das Vorhandensein der Resonanz bei funkenfreiem Arbeiten aufmerksam gemacht. In der darauffolgenden Zeit