

des und seiner einzelnen Gebiete haben dazu geführt, daß der elektrische Betrieb der Schweizer Bahnen von großer Mannigfaltigkeit ist, wie kaum in einem anderen Lande. Neben schweren ausgelasteten Güterzügen von bis zu 2000 Tonnen und internationalen Schnellzügen bis zu 750 Tonnen, die über unsere Gebirgsbahnstrecken am St. Gotthard und Lötschberg mit einer Steigerung von 26%⁰⁰ und einer Geschwindigkeit von 65 km/h geschleppt werden, gibt es Leichtschnellzüge auf ausgedehnten Flachlandstrecken, die aus der kleinen Berührungsfäche von Bügel und Fahrdrat die Kraft zur Entwicklung einer Höchstgeschwindigkeit von 125 km/h ziehen. Eine Reihe von bekannten Bergen werden durch elegante Triebwagen mit Geschwindigkeiten von 12,5, 15 ja 30 und mehr km/h erklommen.

So hat sich insgesamt die Elektrifikation der schweizerischen Eisenbahnen als betriebs- und volkswirtschaftlich gleich vorteilhafte Lösung erwiesen.

Wir haben damit nur einige der nächsten und unmittelbaren Folgen zusammenfassend festgehalten. Daß diese technische Großleistung eine Reihe von beachtenswerten Ausstrahlungen und Fernwirkungen hatte und noch heute hat, sei nur nebenbei bemerkt. So erwies sich die unter ausschließlicher Mitarbeit der schweizerischen Industrie durchgeführte Betriebsumstellung als wertvolles Versuchsfeld der Maschinen- und Elektroindustrie, die sie auf dem Wege zu technischen Höchstleistungen maßgeblich unterstützte und sie im Kampfe gegen die internationale Konkurrenz stärkte.

Die Arbeit ganzer Generationen hat Europa in einer langen Entwicklung zu einem vielgestaltigen Gebilde geformt, in welchem die verschiedenen Agrar- und Industriestaaten den Völkern des zwanzigsten Jahrhunderts alle Voraussetzungen und Grundlagen für ein glückliches Leben im Wohlstand boten. Als besonders bedeutsam erwies sich dabei das in allen Staaten im Laufe der letzten Jahrzehnte ausgebaute Geflecht der Schienen-, Land-, Wasser- und Luftverkehrswege.

Ein mächtiges Eisenbahnnetz von rund 415 000 km Länge, durchpulst vom ununterbrochenen Strom des Personen- und Güterverkehrs, bildet eine der Hauptvoraussetzungen der modernen Wirtschaft und Kultur. Die Pflege aller inner- und zwischenstaatlichen Beziehungen ist durch die Eisenbahnen, das Rückgrat des Verkehrs, wenn nicht erst ermöglicht, so doch wesentlich erleichtert worden.

Unter dem Einfluß der voranstrebenden Technik hat die Sicherheit, Schnelligkeit, aber auch die Bequemlichkeit und die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen im Wandel der Jahrzehnte mächtige Fortschritte erzielt.

Besonders wichtig im Zuge dieser technischen Entwicklung war die Elektrifikation der Eisenbahnen. Die Umstellung des Bahnbetriebes auf die Zugkraft der elektrischen Energie hat, wie ich Ihnen darstellte, unserem Lande mannigfache technische und wirtschaftliche Vorteile gebracht. Mögen diese Vorzüge auch Deutschland mehr und mehr zustatten kommen.

Die Elektrifizierung der französischen Eisenbahnen

Oberingenieur Paul de Giacconi:

Leiter der Verbindungsstelle der SNCF in Deutschland

Meine Damen und Herren! Ich habe heute die Absicht, Sie in kurzen Zügen mit den letzten Entwicklungen der französischen Elektrifizierung bekanntzumachen, einschließlich der letzten Neuheiten, deren Verwirklichung von Tatsachen abhängt, die Ihnen manchmal von geringer Tragweite erscheinen, die indessen die Grundlagen bilden für alle allgemeinen wirtschaftlichen Untersuchungen, die im Zusammenhang damit anzustellen sind.

Wir, Ingenieure und Konstrukteure der Eisenbahntechnik, sind gewohnt, wie man so schön sagt, mit den Füßen auf den Schienen zu bleiben. Und von hier nimmt ja auch die ganze Elektrifizierung ihren Ausgang. Zwischen Schiene und Fahrdrat liegen zumindest 50% des Problems. Die anderen 50% liegen außerhalb und sind leichter zu lösen. Ich werde zu Ihnen von Lokomotiven und ortsfesten Anlagen sprechen, und ich hoffe, daß Sie am Ende dieser Plauderei einen kleinen Einblick in die Probleme des elektrischen Bahnsystems gewonnen haben und sehen, was man von ihm für die Zukunft erwarten kann.

Es ist in einer kurzen Rede selbstverständlich unmöglich, alle technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte, die mit der Anwendung des neuen 50 Hz Einphasenstrom-Systems in Frankreich gegenüber dem 1500 V Gleichstrom-System zusammenhängen, eingehend zu behandeln. So möchte ich lediglich versuchen, klare und grundlegende Gedanken und die augenblicklich erreichten technischen Ergebnisse herauszustellen.

Ein Hinweis auf die allgemeine Lage in Frankreich ist notwendig.

Die Landkarte Frankreichs zeigt Ihnen die Hauptadern, die augenblicklich mit 1500 V Gleichstrom elektrifiziert sind: Paris—Hendaye, 816 km; Paris—Toulouse—Narbonne—Nîmes, 1010 km; Paris—Le Mans, 211 km; Paris—Dijon, 315 km; Culze—Modane, 135 km; Beziere—Neussaregeus, 200 km; Toulouse—Bayonne, 323 km.

Hinzu kommt die erste 50-Hz-Strecke Aix-les-Bains—Annecy—La Roche—sur-Foron mit 78 km.

Fast alle diese Strecken haben eine große Verkehrsdichte. Besonders der Streckenabschnitt Paris—Dijon ist augenblicklich die am meisten belastete Verkehrsstrecke Europas. Ein kleines Beispiel soll es Ihnen erklären: Am Weihnachtsabend zwischen 8 und 10 Uhr befahren diese Strecke Schnellzüge in einem Abstand von 5 Minuten, mit einer Geschwindigkeit von 130 km/h und einer Anhängelast von 750 t pro Zug.

Die Leistung dieses elektrifizierten Netzes zeigt, daß die französischen Eisenbahnen mit seinem Ergebnis sehr zufrieden sind. Denn sowohl die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit wie auch die technische Sicherheit sind augenblicklich vollkommen gewährleistet. Die Ersparnisse gegenüber dem Dampftrieb sind beträchtlich. Um nur ein Beispiel anzugeben: die Betriebskosten des Streckenabschnittes La Roche—Dijon sind augenblicklich ein Zehntel vom früheren Dampftrieb.

Warum haben sich nun die französischen Eisenbahnen trotz dieser Ergebnisse nach einer anderen Richtung hin orientiert?

Es gibt hierfür besonders zwei Gründe: die sehr hohen Kosten der ortsfesten Anlagen bei 1500 V Gleichstrom und deren lange Bauzeit. Denn es sind ja im wesentlichen die ortsfesten Anlagen, die eine Freigabe der Strecke für den Verkehr bei 1500 V Gleichstrom bestimmen. Hierzu kommen die anderen mehr zweitrangigen Erwägungen, deren Wichtigkeit nicht zu unterschätzen ist, deren Darlegung aber hier zu weit führen würde.

Durch die seit Jahren dauernd ansteigenden Materialkosten ist die Lage so geworden, daß es aus Gründen der Rentabilität nicht mehr möglich ist, weiterhin beträchtliche Summen für die Elektrifizierung aufzuwenden. Auch muß unserer Ansicht nach in Frankreich, wenn wir uns auf der Basis von 1948 bewegen, eine Elektrifizierung mit 1500 V Gleichstrom mindestens einen jährlichen Kohlenverbrauch von 500 t/km aufwiegen, wenn sie von Interesse sein will. Wenn man jedoch will, daß Fahrgast sowie Frachtgut in den Genuß der elektrischen Modernisierung gelangen, muß diese Zahl von 500 t/km bedeutend gesenkt werden.

Angesichts dieser Lage standen die verantwortlichen Männer der SNCF vor mehreren Lösungen, und es ist der einzigartigen Tatkraft unseres augenblicklichen Generaldirektors, Herrn Armand, zu verdanken, daß Studien aufgenommen wurden, ein System zu finden, das große Vorteile bietet. Ich gehe nun unmittelbar über zu diesen letzten Jahren, wo wir die Ingenieure der SNCF und der französischen Eisenbahndienststellen der Besatzungszone seit Kriegsende zusammen mit deutschen Eisenbahningenieuren, denen die 50-Hz-Strecke des Höllentals unterstand, bei gemeinsamer Arbeit wiederfinden.

Während dieser Zeit konnte sich, infolge des ausgezeichneten gegenseitigen Verständnisses, diese Technik sehr rasch entwickeln; die Zusammenarbeit der Ingenieure beider Eisenbahnen war hervorragend, und nur ihr ist es zu verdanken, daß es gelang, gemeinsam ein rollendes Material zu bauen, das Sie letztes Jahr auf eben dieser Höllentalstrecke fahren sehen konnten. Daher möchte ich diesen Vortrag zum Anlaß nehmen, um all denen zu danken, die in Deutschland bei den Südwestdeutschen Eisenbahnen und der Bundesbahn in so bewunderswerter Weise mit uns zusammengearbeitet haben. Auch möchte ich die großen deutschen Firmen nicht vergessen, die mit der tatkräftigen Unterstützung der französischen Eisenbahnen den Bau moderner Fahrzeuge verwirklichten. Die SNCF machte auch ihren Einfluß geltend, daß die zerstörten Tunneln und Brücken auf der Strecke Freiburg—Neustadt wieder aufgebaut wurden. Zur gleichen Zeit eröffneten sie die Strecke Aix-les-Bains—La Roche—sur-Foron mit 20 kV 50 Hz. Ich bin davon überzeugt, daß Sie jetzt, nach dieser kurzen historischen Darlegung, gerne etwas über die technische Bilanz all dieser Anstrengung wissen möchten.

Von französischer Seite wurde eine CC-Lokomotive mit 104 t (davon 7 t für GS-Apparate) und einer Leistung von 3150 kW Stundenleistung fertiggestellt, die seit September 1950 auf der französischen 50-Hz-Strecke in Betrieb ist. Sie ist mit sechs Oerlikon-Einphasen-Motoren, wobei jeder Motor einen Kollektor hat, ausgerüstet. Sie hat bisher 48 000 km ohne jeden Schaden durchlaufen und besitzt eine Anlage, die es erlaubt, automatisch von Gleichstrom auf 50 Hz 20 000 V Einphasenstrom überzugehen. (Die Hauptgleise des Bahnhofs Aix-les-Bains werden in der Tat mit 1500 V Gleichstrom der Strecke Culoz-Modane gespeist.) Die Einphasen-Motoren dieser Lokomotiven laufen ausgezeichnet, die Kohlenbürstenabnutzungen, ein wichtiger Punkt bei diesen Motoren, haben sich von 0,4 mm pro 1000 km in einer asymptotischen Kurve auf 0,25 mm pro 1000 km verringert, und diese Ziffer hat augenscheinlich die Tendenz, noch mehr abzufallen. Die Fahrt unter Gleichstrom erfolgt bei schwacher Leistung.

Ein 50 Hz 20 000 V Doppeltriebwagen, mit 4 Motoren à 350 kW, fährt seit Juli 1950 für Versuchszwecke auf der Höllentalbahn; er ist für die französische Strecke Aix-les-Bains bestimmt. Die Kohlenbürstenabnutzungen, die mit 0,36 mm pro 1000 km begannen, haben sich nach den ersten 3000 km bereits auf 0,3 mm

pro 1000 km verringert und haben ebenfalls offensichtlich die Tendenz, noch mehr abzusinken.

Eine CC-Lokomotive von 115 t mit 12 direkten Einphasen-Motoren von einer Leistung von 2650 kW Stundenleistung der Firma Alsthom befindet sich augenblicklich im Bau und wird noch im Laufe dieses Jahres geliefert. Eine Gleichrichter-Lokomotive derselben Leistung der Firma Alsthom und eine Einphasen-Gleichstrom-Lokomotive der Firma Schneider-Westinghouse seien ebenfalls erwähnt. Letztere hat ein Gewicht von 114 t und eine Stundenleistung am Radumfang von 2650 kW. Sie läuft bei gleicher Leistung unter Einphasenstrom und unter Gleichstrom und ist für den Betrieb zwischen den 1500 V Gleichstrom- und den Einphasenstromstrecken bestimmt, da sie automatisch von einem Strom zum anderen überwechseln kann.

Es bleibt zu bemerken, daß die angegebenen Leistungsziffern dieser Fahrzeuge nicht unter gleichen Bedingungen festgestellt wurden. In Wirklichkeit können alle diese Lokomotiven denselben Dienst versehen.

Auf deutscher Seite wurden zusätzlich zu den bereits im Jahre 1936 gelieferten Fahrzeugen zwei moderne Maschinen gebaut:

1. Eine BB-Lokomotive der Firma AEG von 85 t und einer Leistung von 2800 kW Stundenleistung. Infolge weit schwierigerer Betriebsbedingungen auf der Höllentalbahn hat dieses Fahrzeug augenblicklich noch nicht den gleichen Kilometerstand aufzuweisen wie die französische Oerlikon-Maschine. Aber diese Lokomotive hat auf dem Prüfstand in Berlin sehr bemerkenswerte Resultate gezeitigt. Besonders hervorzuheben ist ein Versuch, der auf die Bitte von Oberingenieuren der elektrotechnischen Dienststellen der SNCF durchgeführt wurde und für die Annalen der Einphasengeschichte von großer Wichtigkeit ist. Man blockierte den Motor und besetzte ihn mit einem Strom, der 6000 kg am Radumfang entspricht, d. h. einer Reibungskraft von 30%. Dieser Versuch wurde während 50 Sekunden mehrmals wiederholt. Es zeigte sich dabei weder eine Verschlechterung des Kollektors noch der Kohlen, und der Motor wies in der Folge eine doppelt so große Leistung auf wie ein Motor bei ausgezeichneter Kommutierung während einiger Minuten.
2. Doppeltriebwagen mit 1540 kW Stundenleistung, 110 t, der Firma Siemens-Schuckert, der augenblicklich auf der Höllentalbahn in Betrieb und für Personenverkehr bestimmt ist. Die Motoren wurden in Siemensstadt gebaut und bewähren sich sehr gut. Bei dieser Gelegenheit sei noch bemerkt, daß z. B. die Motoren des französischen Triebwagens, die nach Berechnungen von Prof. Dr. Paul Müller entwickelt wurden, den besten cos φ aufweisen. Wir haben bei Stundenleistung einen Wert von 0,98 gemessen. Dieser Wert ist mehrmals von ausländischen Kommissionen geprüft worden. Diese Motoren wiegen pro kW nur 6,15 kg. Die Oerlikon-Motoren haben ein Gewicht von 5,7 kg, die Siemens-Motoren ein Gewicht von 6,5 kg und die AEG-Motoren ein solches von 6,3 kg.

Nach dieser kurzen Übersicht über das rollende Material ist es notwendig, auch einige Worte über die praktischen Ergebnisse der ortsfesten Anlagen zu sagen. Die Höllentalbahn konnte bis zu 27 500 V, d. h. 10% mehr als 25 000 V, unter Spannung gesetzt werden. Hierbei haben sich die ortsfesten Anlagen glänzend bewährt, sogar bei Dampftrieb. Es ist damit erwiesen, daß die sehr günstige Spannung von 25 000 V keine besonderen Schwierigkeiten mit sich bringt. Die Dienststellen der SNCF, des Badenwerks Karlsruhe, des Reichsbahnzentralamtes München und der Eisenbahndirektion Karlsruhe haben im Jahre 1946 auf dem Badenwerknetz und in Freiburg sehr ernsthafte Einphasenlast-Versuche durchgeführt, und man konnte die Einphasenstromentnahme sehr stark (15 bis 20%) vorantreiben, ohne Störungen im Hochspannungsnetz hervorzuufen. Untersuchungen der Telefonleitungen haben hierbei ergeben, daß für die Über-

tragung von dieser Seite her keine Störung zu befürchten ist, unter der Voraussetzung, daß die bei Einphasenstrom üblichen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

Ergänzend ist zu bemerken, daß die Einfachheit der ortsfesten Anlagen und ihre Solidität bei 50 Hz Einphasenstrom eine sehr bekannte Tatsache sind, und daß die Ersparnis dieser Einrichtung gegenüber 1500 V Gleichstrom 60% überschreiten kann. Was das rollende Material betrifft, so wissen wir heute, nachdem bereits einige Fahrzeuge gebaut sind, daß die Kosten auf gleicher Höhe wie bei 1500 V Gleichstrom liegen. Auf Grund mehrerer Versuchs- und Betriebsjahre sowie wertvoller Ergebnisse sind wir überzeugt, daß der 50 Hz Einphasenstrom für Strecken mit großer und mittlerer Verkehrsdichte wie auch für den Vorortverkehr von Großstädten geeignet ist. So ließ der Generaldirektor der SNCF im letzten Jahr Studien für die Elektrifizierung der großen Kohlenstrecke, die die französischen Becken mit den lothringischen Becken verbindet, aufnehmen. Es handelt sich um die 296 km lange Strecke Valenciennes—Longwy—Thionville—Apach. Diese Strecke ist zweigleisig und mit selbsttätigem Streckenblock ausgerüstet. Ihrer Lage nach ist sie ausgezeichnet für die Einphasenstromentnahme von den Hochspannungsnetzen Nordfrankreichs geeignet. Diese Netze sind übrigens mit den ausländischen Hochspannungsnetzen verbunden.

Die mögliche Entnahme von Einphasenstrom kann durch den Kurzschlußwert der Hochspannungstransformatoren bestimmt werden, deren installierte Leistung hier 2 Millionen KVA beträgt. Bei einer Entnahme von 1% zum Beispiel können für die elektrische Zugförderung 20 000 KVA verwendet werden, die in drei Phasen auf die Hochspannung zu verteilen sind.

Es muß übrigens bemerkt werden, daß dieser Wert von 1% äußerst gering ist, und daß die Energiewirtschaft Frankreichs die SNCF berechtigt, den Wert dieser Entnahme zu erhöhen, vorausgesetzt, daß zusammen mit den verschiedenen privaten Stromentnahmen in den Städten und Dörfern der in dem Strom-Mietvertrag festgelegte Wert nicht überschritten wird. Bei unserer Strecke würde dies bedeuten, daß der augenblickliche Verkehr verdoppelt werden könnte.

Diese Frage der Hochspannungszuführung führt uns natürlich zu den Beziehungen zwischen Eisenbahn und Stromerzeuger.

Die SNCF nimmt die gleiche Stellung ein wie ein privater Stromverbraucher. Am Rande sei vermerkt, daß von Paris bis Lyon ein Viertel der Energieerzeugung des Rhônekraftwerkes Génissiat für die elektrische Zugförderung zur Verfügung steht. Sollte das Kraftwerk nicht genügend Energie erzeugen können, so muß der Stromerzeuger zunächst der Fahrleitung das Vorrecht geben. Unsere Strecken werden in Frankreich zum Teil durch eisenbahneigene Kraftwerke, zum Teil vom öffentlichen Stromnetz her gespeist. Die Versorgung durch das öffentliche Stromnetz hat noch nie Schwierigkeiten verursacht.

Ich weiß, das andere Länder, wie z. B. die Schweiz und Deutschland, ihre Fahrstrecken durch eisenbahneigene Kraftwerke speisen. Dies ist ein Standpunkt, den wir sehr gut verstehen, und den wir in Südfrankreich in den Pyrenäen ebenfalls vertreten haben. Eine Erweiterung dieses Systems jedoch ist für uns nicht zu empfehlen, da die Hochspannungsnetze in Frankreich äußerst günstig verteilt sind und somit die wirtschaftlichen und energiemäßigen Gegebenheiten und Möglichkeiten, vereint, auf das günstigste verwertet werden können. Es darf außerdem nicht vergessen werden, daß die Kosten eisenbahneigener Kraftwerke heute sehr hoch liegen, und daß es immer weniger angebracht erscheint, die Finanzierung einer Elektrifizierung mit solchen Einrichtungen zu belasten; außerdem ist es bekannt, daß selbst eine sehr weit vorangetriebene Elektrifizierung der Eisenbahnen im allgemeinen nur einen geringen Teil des gesamten Energieverbrauches eines Landes ausmacht. Es ist in Frankreich z. B. für 1952 vorgesehen, daß die Belastung der Strecke Paris—Lyon 250 Millionen kWh sein

soil. Dem steht ein französischer Gesamtkraftwerksplan von 38 Milliarden kWh (0,7%) entgegen.

Ich bitte um Entschuldigung, wenn ich bisher nur von der Elektrizität gesprochen und alle anderen bekannten modernen Lösungen für das Eisenbahnwesen außer acht gelassen habe. Ich kann in diesen wenigen Minuten, die mir zur Verfügung stehen, nicht auf die Einzelheiten dieser verschiedenen Probleme eingehen, wie zum Beispiel die verschiedenen Arten des Dieselzugverkehrs, wobei eine Lieferung von Gasol, Benzin usw. durch das Ausland, beziehungsweise durch die Kokereien erforderlich ist, oder auf das Problem des noch so verbreiteten Dampfbetriebes.

Dies alles war bereits Gegenstand so zahlreicher Studien in allen Teilen der Welt, daß die Dinge zu bekannt sind, um hier erwähnt zu werden. Ich möchte lediglich in einem Satz sagen, daß wir nicht aus Liebe zur „Zauberin Elektrizität“ elektrifizieren wollen (denn ich selbst komme aus dem Lager der Ingenieure für Dampflokomotiven). Und man weiß in Deutschland wie in Frankreich sehr gut, was ich schon mehrere Male gesagt habe, daß ich sofort den Einphasenstrom aufgeben würde, wenn ich zum Beispiel eine äußerst leichte Akkumulatorenbatterie entdecken würde. Aber Ingenieure müssen Realisten sein, und so müssen wir uns zunächst auf das stützen, was bereits besteht und sich in der Praxis bewährt.

Doch kehren wir zurück zur Strecke Valenciennes — Thionville — Longwy. Sie bemerken, daß wir dabei an der luxemburgischen und deutschen Grenze anlangen. Es ist natürlich äußerst verlockend für einen Ingenieur weiterzugehen — er kennt ja nur Schienenunterbrechungen, aber keine Grenzpaß.

Sie können sich vorstellen, daß der Gedanke, weiterzugehen, die Gemüter vieler Ingenieure beschäftigte; man sieht das offensichtliche Interesse, diese elektrifizierte Strecke über die politischen Grenzen hinaus zu verlängern. Es ist sicher, daß der wirtschaftliche Austausch, wie er neuerdings vorgesehen ist, eine Modernisierung des Transportwesens im Hinblick auf schwere Güter verlangt. Wenn man einerseits diese Modernisierung in der Verwendung neuer Güterwaggons mit leichtem Taragewicht und großem Fassungsvermögen sieht, so ist es andererseits verständlich, wenn man für diese Züge eine moderne elektrische Zugförderung schafft.

Die technischen Dienststellen der französischen Eisenbahnen, denen die Gesamtuntersuchungen dieses Problems obliegen, sind zu dem Schluß gekommen, daß es, betriebs- und verkehrstechnisch gesehen, in dem besonders betrachteten Falle der Strecke Valenciennes — Longwy — Thionville sehr wünschenswert wäre, eine Verlängerung auf luxemburgischem und deutschem Gebiet zu erstreben.

Es ist für niemanden mehr ein Geheimnis, denn das deutsche Radio und die lokalen Tageszeitungen haben es ja bereits erwähnt, daß die Eisenbahntechniker unserer beiden Länder augenblicklich ein erfolgversprechendes Werk vollbringen und es ihnen gelungen ist, den Entschluß für eine internationale elektrische Zugförderung zu fassen, die vom Rheinufer aus dem lothringischen Gebiet und den nordfranzösischen Fabriken zugute kommt und auch in umgekehrter Richtung ihren Nutzen trägt. Es handelt sich hier auf dem Gebiet der Technik um eine sehr wichtige Angelegenheit; denn selbst unabhängig von allen allgemeineren Fragen erlaubt diese quer durch die Länder führende Eisenbahnstrecke die eingehende Behandlung einer ganzen Reihe technischer Probleme, deren Lösung unerlässlich ist.

Ich selbst lese seit langem mit großem Interesse die zahlreichen Berichte, die von den Möglichkeiten einer Vereinigung der westeuropäischen Eisenbahnen handeln. Jedoch möchte ich hier sehr offen meine Meinung dazu äußern. Ich glaube, daß man bei dem Bau eines Hauses zunächst mit dem Keller beginnen

muß, d. h. es gibt noch viele Fragen, deren vorherige Lösung unbedingt erforderlich ist.

Die Stunde ist bereits vorgeschritten, und ich muß mich leider kurz fassen. Aber ich möchte dennoch einige Beispiele anführen, die zeigen sollen, mit welchem realen Sinn die Ingenieure arbeiten müssen, und welches großes Verständnis die französischen Eisenbahner in dieser Hinsicht bei den deutschen Eisenbahningenieuren gefunden haben. Diese Übereinstimmung auf beiden Seiten zeigt, daß wir wirklich auf dem rechten Wege sind.

Jedermann weiß, was ein Profil (Lichttraum) ist. Aber vielleicht wissen nur wenige, daß es in Europa und auf der ganzen Welt Profile verschiedener Art gibt. Ein praktisches Beispiel möge Ihnen dies erklären: die 50 Hz Oerlikon-Maschine Frankreichs kann sehr gut auf der Höllentalstrecke fahren, aber damit die AEG-Lokomotive des Höllentals, wie es der Wunsch beider Eisenbahnen ist, auf der französischen Strecke fahren kann, müssen alle nicht wesentlichen Teile demontiert und, wer weiß, muß vielleicht sogar der Aufbau geändert werden.

Ein anderes merkwürdiges Beispiel: nach der Auslegung der amtlichen Unterlagen können die Stromabnehmer beider Länder nicht ausgetauscht werden. Ohne Rücksicht auf diese amtliche Feststellung hat der Redner einen dieser angeblich nicht passenden Apparate auf einem Fahrzeug anbringen lassen, und es stellte sich heraus, daß es keinerlei Schwierigkeiten verursacht.

Es ist in diesen Fragen zwischen den verschiedenen europäischen Eisenbahnen eine solche Verwirrung eingetreten, daß es erklärlich ist, wenn die Dienststellen sich nur mit Zittern und Zagen an Abweichungen heranwagen. Doch müssen wir die Dinge einmal ganz klar sehen.

Wieder ein Beispiel: Eine sehr ernste Behinderung im Fahrzeugbau ist die Befahrung der Depotkurven. Es gibt Länder, die 80 Meter zulassen, andere 150 Meter. Der Einfluß der Länge auf die Leistung der Maschine ist sehr groß. Nun, die Ingenieure unserer beiden Länder kamen in kleinen Gruppen zu je zwei oder drei Personen in Paris und in Deutschland zusammen. In sehr kurzer Zeit kamen sie überein, daß für die elektrischen Lokomotiven das kleinstmögliche Profil angenommen werden muß, und man hat geprüft, ob die leistungsfähigen modernen Fahrzeuge im Wagenprofil gebaut werden können. Nun, ohne ein Geheimnis zu verraten, kann ich Ihnen bereits berichten, daß wir überzeugt sind, daß man ohne Schwierigkeiten solche Lokomotiven bauen kann. Dies ist der Fortschritt der modernen Technik. Vor 15 Jahren noch hätte man dies nicht erreichen können. Man glaubt vielleicht, daß es sich hierbei um eine geringfügige Sache handelt, aber Sie werden die ungeheuren Auswirkungen sehen.

Die Differenz zwischen dem deutschen Profil und dem Wagenprofil zum Beispiel beträgt für diese Maschinen 370 mm in der Höhe (und 60 mm zwischen unterem Wagenteil und Schienenoberkante). Für den oberen Teil sehen Sie sofort die Folgen: nämlich Neubau oder Umbau von Brücken, Tunnels usw. werden weit geringer sein. Infolge der großen Einrichtungssignale zwischen der Schiene und dem unteren Wagenteil entstehen für Frankreich große Profilschwierigkeiten. Man kann annehmen, daß der Wiederaufbau dieser Bauwerke bis zu 15% der Kosten der ortsfesten Anlagen ausmacht, eine Summe, die sich auf einige 10 Millionen Mark beläuft.

Da ich gerade dabei bin, von Preisen zu sprechen, kommen wir jetzt zu einem anderen sehr wichtigen Punkt unserer Betrachtung.

Es ist ein Gedanke, der Ihnen, meine lieben Hörer, sicher verständlich ist. Macht man sich überhaupt eine Vorstellung davon, was Elektrifizierungen kosten?

Leider ja! Jedoch ist dieser Gedanke bei Gleichstrom derart erschreckend, daß

man zögert, Zahlen anzugeben. Es ist jedoch weniger furchterregend bei Einphasenstrom. Auch dies ist eine Frage, die auf der Tagesordnung der Arbeiten der Techniker steht. Die Preise für ortsfeste Anlagen und für das rollende Material müssen soweit wie möglich gesenkt werden, und zwar dies durch die einfachste und billigste Lösung. Zunächst muß die Zahl der Maschinen unter allen Umständen vermindert werden, dadurch, daß man sie so gut wie möglich beansprucht. Eines der Hauptinteressen der elektrischen Zugförderung ist vor allem die Vereinfachung. Es muß erreicht werden, daß ein oder höchstens zwei Lokomotivführer den Dienst auf großen Strecken bewältigen können. In Frankreich versieht auf Nachtschnellzügen, wie zum Beispiel dem Barcelona-Expres, auf einer Fahrtstrecke von 715 km das gleiche Fahrpersonal den Dienst. Ebenfalls muß hierbei versucht werden, daß nur ein oder zwei Lokomotivtypen eingesetzt werden.

Ein Gedanke liegt unserem Generaldirektor besonders am Herzen und hat sicherlich seinen Wunsch, eine internationale Strecke für den Transport schwerer Güter einzurichten, beeinflusst. Er vertritt die Ansicht, daß eine elektrische Lokomotive, um voll ausgelastet zu sein, pro Tag mindestens 1000 km durchfahren muß. Wir haben auf elektrifizierten französischen Strecken häufig die Probe aufs Exempel gemacht. Auch viele ausländische Ingenieure vertreten, wie wir wissen, den gleichen Standpunkt. Wenn wir die Landkarte Nordfrankreichs und der Nachbarländer bis zum Rhein betrachten, finden wir ungefähr 300 km der Strecke in Frankreich, 50 km in Luxemburg und 120 km bis zum Strom. Man sieht sofort, daß Hin- und Rückweg zusammen die ins Auge gefaßten 1000 km darstellen. Für eine so große Marschroute müssen die Lokomotiven zweifellos technisch so ausgerüstet sein, daß sie auf den Strecken aller beteiligten Länder fahren können. Auch dürfen keine langen Aufenthalte an der Grenze entstehen. Angenommen, diese Frage ist für Güter nicht so rasch zu lösen, so gibt es doch in Europa sicherlich niemanden, der es nicht begrüßen würde, Fahrtunterbrechungen an der Grenze auf ein Minimum beschränkt zu sehen. Man hat in dieser Hinsicht bereits Fortschritte erzielt und diesen Gedanken zum Beispiel zwischen Paris und Brüssel verwirklicht. Es besteht ein direkter Durchgangsverkehr zwischen Paris — Brüssel — Lüttich.

Ich sprach soeben von einer internationalen Normalisierung in bezug auf den Lokomotivbau. Dieser von den französischen Ingenieuren sehr erstrebte Gedanke muß unter einem sehr weiten Gesichtswinkel gesehen werden. Um dies näher zu erklären: wir verstehen darunter keineswegs die genaue Nachahmung eines mühevoll und bis ins kleinste ausgearbeiteten Prototypes unter Zugrundelegung aller Pläne europäischer Lokomotiven. Die in anderen Ländern auf dieser Basis bereits durchgeführten Normalisierungen haben uns das Gesamtbild eines solchen Werkes gezeigt. Es ist für uns von geringer Wichtigkeit, wenn ein Zug gut fährt, ob die Motoren bei inländischen oder bei ausländischen Firmen gebaut wurden. Hauptsache ist, daß sie stets einsatzbereit sind und keine Schäden zeigen. Eine in Frankreich beschädigte Lokomotive kann leicht nach dem Heimatland überführt werden oder umgekehrt. Es genügt deshalb, gewisse wesentliche Dinge der Führung und des Lokomotivbaues zu normalisieren. Macht man nun eine praktische technische Analyse, so bleiben nur wenige Dinge übrig. Wir Franzosen z. B. sehen keinerlei Schwierigkeit, das Führerbremsventil auf der rechten oder der linken Seite im Führerstand anzubringen. Es ist uns ebenfalls gleichgültig, ob sich Signalanlagen rechts oder links befinden.

Ein treffendes Erfahrungsbeispiel hierfür sind vor allem die Dampflokomotiven, die auf der Strecke von Nancy nach Straßburg vom linken auf das rechte Geleise überwechselt.

Ich möchte nicht boshaft sein, aber es scheint mir, als ob diese Auffassung der Vereinfachung für die Eisenbahn eine schöne Sache wäre. Denn wenn die Loko-

motiven in einem Lande teurer sind als in dem anderen, dann haben die Eisenbahnen des Landes mit höheren Herstellungskosten einen guten Grund, die Preisforderungen gewisser Firmen zu beschneiden. Voraussetzung dafür ist natürlich, daß die Hersteller des anderen Landes ihren Kunden keine Preiserhöhung auferlegen. Da ich niemanden vergessen möchte, muß erwähnt werden, daß die Elektrizitätsgesellschaften ihre Freude über die Ankunft des guten Kunden „Eisenbahn“ nicht in einer Erhöhung des kW-Preises ausdrücken sollten, eine unangenehme Überraschung, die wir in Frankreich einige Male erlebt haben. Aber ich muß sagen, gutes, gegenseitiges Verständnis übt seinen Einfluß auch auf die Ausführung der Arbeiten aus. Gelingt es, diese vorbildliche Atmosphäre, die wir schaffen konnten, auch in Zukunft zu bewahren, so ist wirklich nichts zu befürchten.

Meine Herren, man hat den Eisenbahnen ihre Langsamkeit stets vorgeworfen. Wir müssen bei der kommenden Elektrifizierung beweisen, daß wir in der Lage sind, sehr schnell etwas zu verwirklichen. Infolge seiner einfachen ortsfesten Anlagen ist das 50-Hz-System gut dafür geeignet. Die Eisenbahntechniker haben die Notwendigkeit dieser raschen Arbeitsausführung voll begriffen. Es wäre sehr unklug von mir, Termine anzugeben. Aber so viel kann ich sagen: eine internationale Strecke wie die vorgesehene müßte nach zwei Jahren, vom Zeitpunkt ihrer Finanzierung an gerechnet, dem Verkehr freigegeben werden können. Ich greife meine Behauptungen nicht aus der Luft; denn die Praxis hat bewiesen, daß es in unseren beiden Ländern möglich war, in sehr kurzer Zeit etwas zu vollenden, wenn alle von dem Wunsche beseelt sind, gemeinsam ein großes Werk zu schaffen.

Meine Herren, wir kommen nun zum wichtigsten Punkt meiner Ausführungen. Es ist der Grundsatz aller Ingenieure, zunächst ernsthaft irgendeine Sache zu verwirklichen, die in der Folge als feste Basis für die Zukunft angesehen werden kann. Das Thema des heutigen Tages „die Elektrifizierung der westeuropäischen Eisenbahnen“ berechtigte mich, die Stellung darzulegen, die die französischen Eisenbahnen für den Norden ihres Landes einnehmen, und die Entwicklung nach Osten, die in neuester Zeit angestrebt wird. Ich möchte diese Gelegenheit benutzen, um vor Ihnen eine oft wiederholte Tatsache auszusprechen: die Eisenbahningenieure denken europäisch, wenn nicht gar im Hinblick auf die ganze Erde. Diese Einstellung ist durch ihre Bildung und ihren Beruf, der sie häufig mit anderen Ländern in Berührung bringt, bedingt. Ich führte bereits aus, daß unmittelbar nach Kriegsende in einem Augenblick, als Geist und Herz aller Menschen bluteten, Eisenbahningenieure diese gemeinsame Arbeit in der Stille begannen und bereits ein sichtbares Werk geschaffen haben.

Auch die deutschen Eisenbahnen hegten den Wunsch, ihr Teil zur modernen internationalen Technik beizutragen. Sie haben den Gedanken der französischen Eisenbahnen sehr viel Verständnis entgegengebracht und damit die Bande zwischen den beiden Ländern enger geknüpft. Ich weiß, daß den Präsidenten dieser Tagung und den Herren Ministern der Bundesregierung dieser gleiche Geist innewohnt. Ihnen allen danke ich, daß Sie den Ingenieuren der Eisenbahnen und der Industrie bei der Verwirklichung eines wahrhaft großen Werkes ihr ganzes Vertrauen schenken.

Die Elektrifizierung der britischen Eisenbahnen

von H. H. Swift BE, London, Mechanical and Electrical Engineer of the Southern Region of British Railway

1. Einleitung

Mit Ausnahme der Londoner Vororte und gewisser Hauptlinien, die von London zur Südküste ausstrahlen, gibt es in England keine Elektrifizierung auf breiter Basis. Andere Strecken, die elektrifiziert sind, bilden nur isolierte Systeme in der Umgebung großer Städte; sie haben einen reinen Vorortcharakter.

Es ist daher unmöglich, ein einheitliches Bild vom Fortschritt der Elektrifizierung oder von ihren wirtschaftlichen Ergebnissen zu geben. Der Vortrag beschränkt sich in der Hauptsache auf eine Betrachtung gewisser typischer Gesichtspunkte für die oberirdischen Eisenbahnen, die der Railway Executive unterstehen. Das Londoner Untergrundbahnsystem weist besondere Eigenheiten und Probleme auf. Es erschien daher ratsam, in diesem kurzen Vortrag auf dieses System nicht näher einzugehen.

Ich gebe zunächst einen kurzen Abriss der Geschichte der Elektrifizierung in Großbritannien sowie einen Ausschnitt aus der Entwicklung der technischen Ausführung der elektrischen Zugförderung. Es folgt dann eine kurze Beschreibung der Entwicklung und der Ergebnisse der Elektrifizierung von zwei bedeutenden Eisenbahnsystemen, nämlich dem der Südbahn und dem der kürzlich elektrifizierten Strecken von Liverpool Street nach Shenfield, um dann mit einem Überblick über die Zukunftsaussichten der Elektrifizierung abzuschließen.

2. Historisches

Der Grund für die außerordentlich langsame Ausbreitung der Elektrifizierung in Großbritannien ist nicht ganz klar. Er scheint aber verbunden zu sein mit der Geschichte der britischen Eisenbahnen und der finanziellen Lage der großen Zahl von kleinen Eisenbahngesellschaften, die vor 1923 in Betrieb waren. Selbst nachdem im Jahre 1923 Gruppen dieser kleinen Eisenbahngesellschaften sich zu den vier Haupteisenbahngesellschaften zusammengeschlossen hatten (der London Midland & Scottish Railway Co., der London & North Eastern Railway Co., der Great Western Railway Co. und der Southern Railway Co.), ist es durchaus verständlich, daß die Aufsichtsräte dieser Gesellschaften zögerten, bevor sie an die beträchtlichen Kapitalinvestitionen herangingen, die für die Elektrifizierung größerer Längen ihrer Hauptstrecken notwendig waren. Trotzdem wurde während dieser ganzen Periode die Elektrifizierung einer Anzahl von verschiedenen Strecken hauptsächlich des Vorortverkehrs durchgeführt. Während einige der frühesten Systeme wieder verlassen sind, wurden andere modernisiert oder erweitert. Tabelle 1 gibt ein Verzeichnis der elektrifizierten Strecken, die heute in England in Betrieb oder im Bau begriffen sind, mit den Daten des Beginns ihrer Elektrifizierung. Es ist nicht ohne Interesse zu wissen, daß die ersten elektrifizierten Strecken in England die der Volks Electric Railway in Brighton waren. Sie arbeiteten mit 140 Volt Gleichstrom und 3. Schiene.

Diese Linie war ungefähr eine Meile lang und wurde 1863 in Betrieb genommen, nur vier Jahre nach dem historischen Datum von 1879, als die erste