

JAHRBUCH DES EISENBAHNWESENS

12. FOLGE

HERAUSGEBER
PROFESSOR DR.-ING. TH. VOGEL
PRÄSIDENT DES
BUNDESBAHN-ZENTRALAMTES MÜNCHEN

SCHRIFTFLEITER
DR. JUR. E. KADENBACH

1961



CARL RÖHRIG VERLAG DARMSTADT

INHALT

Vorwort	9
Zum Abschluß der Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen	15
<i>Professor Dr. techn. Karl Sachs, Baden (Schweiz)</i>	
Der neuzeitliche Großbrückenbau	43
<i>Dipl.-Ing. Friedrich Lemmerhold, Frankfurt (Main)</i>	
Die österreichische Gütertarifreform vom 1. Jänner 1961 — ein Bemühen um Rationalisierung und Integration	87
<i>Dr. Franz Krempler, Wien</i>	
Neue Fahrzeugtechnik in elektrischen Triebwagen der Deutschen Bundesbahn	99
<i>Dr.-Ing. Gerhard Wilke, München</i>	
Die neuen Brennkrafttriebwagen mittlerer Leistung der DB	120
<i>Dipl.-Ing. Bernhard Schmücker, München</i>	
Fahrbare Gasturbinenzentralen	140
<i>Werner Hunziker und Martin Frick</i>	
Die Deutsche Bundesbahn im Jahre 1960	150
<i>Dr. jur. Ernst Kadenbach, München</i>	
Die Schleuderbremse, ihre Entstehung und Wirkungsweise	181
<i>Dipl.-Ing. Dr. sc. techn. Erwin Meyer, Zürich</i>	

Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Wechselstrombahnen im Spiegel einer internationalen Tagung	188
<i>Dipl.-Ing. Rolf Buckel, München</i>	
Fortschritte im Eisenbahnwesen — Eisenbahn und wissenschaftliche Forschung	195
<i>Dipl.-Ing. Viktor Kammerer, München</i>	
Wichtige Ereignisse im Eisenbahnwesen 1960	210
<i>Dipl.-Ing. Viktor Kammerer, München</i>	
Welt-Eisenbahn-Umschau — Länderbericht	221
<i>Kurt Eitner, Pinneberg bei Hamburg</i>	

VORWORT

Die technische Modernisierung ist das große Generalthema, dem wir uns bei allen bedeutenden Eisenbahnen, in raschem Fortschritt begriffen, gegenübergestellt sehen. Es findet in der Zugförderung seinen vollkommensten Ausdruck in der Elektrisierung stark belegter Netze, deren Betriebsführung und Wirtschaftlichkeit damit in der bestmöglichen Form zur Wirksamkeit kommen. Die Schweiz ist in der glücklichen Lage, in ihren Bahnen das stärkst elektrisierte Land zu sein und die Schweizerischen Bundesbahnen haben im Jahre 1960 die Vollelektrisierung ihres in seinen Betriebsaufgaben so eindrucksvollen Netzes verzeichnen können. Sie haben dieses Ereignis in einer würdigen Feier festlich begangen und in einer hervorragenden, umfassenden Festschrift mit Beiträgen vieler maßgeblicher Fachleute in die Reihe aufschlußreicher und wertvoller Fachliteratur eingehen lassen. Professor Dr. techn. Karl Sachs, Baden (Schweiz), behandelt in einem großangelegten Aufsatz in dem vorliegenden Jahrbuch das Entstehen, Wachsen und Heranreifen dieser Elektrisierung bis zu dem heutigen Abschluß. Keiner könnte dazu über mehr Berufung verfügen als dieser Altmeister der Elektrisierung, der in Konstruktion, gedanklicher Arbeit und hochschulmäßiger Lehre ein dieser Bahntechnik in aller Hingabe geweihtes Berufsleben ein Menschenalter lang aktiv geführt hat. Der Aufsatz ist die Geburtstagsgabe dieses europäischen Lehrers der Bahnelektrisierung, den er als seinen 75. am 30. Mai dieses Jahres inmitten seiner pausenlos weitergeführten Arbeit begangen hat.

Gleich umfassend und fesselnd nach Inhalt und Darstellung ist die Arbeit, welche Ministerialrat Friedrich Lemmerhold dem modernen Großbrückenbau gewidmet hat. Diese Wunderwerke der Technik, welche schon seit altersher in ihrer fortschreitenden Kühnheit das Staunen der Betrachter und der Fachwelt erregt haben, treten in den großen Abschnitten ihrer Entwicklung und in der Lösung der verschiedensten Aufgaben mit vielen Bildern in systematisch geordneter Entwicklung vor unser Auge. Das Jahrbuch freut sich ganz besonders, dieser Technik ein so anschauliches Denkmal in seinen Seiten setzen zu können.

Als kaufmännische Verwirklichung der in der modernen Eisenbahn sich bietenden Verkehrsangebote genießen Tarifprobleme fortlaufend ein weitgespanntes Interesse. Die Arbeit des Kommerziellen Direktors der Österreichischen Bundesbahnen, Dr. Franz Krempler, führt hier mit den Mitteln wissenschaftlicher Analyse und konstruktiver Synthese das Entstehen eines neuen Tarifgebäudes im Rahmen europäischer Denkweise vor. Mit diesen Arbeiten bemüht sich das Jahrbuch, drei wichtige Gebiete des modernen Eisenbahnwesens seinem Leserkreis in grundsätzlicher Darstellung zu vermitteln.

Eine Reihe aktueller Studien schließen sich ihnen an: In den beiden Aufsätzen über neue elektrische Triebwagen, Bundesbahnoberrat Dr.-Ing. Gerhard Wilke, und Brennkraft-Triebwagen, Bundesbahnoberrat Bernhard Schmücker, möchte ein anschaulicher Beitrag zu dem Thema der Verkehrsauflockerung in ihrem Wettbewerb mit dem individuellen Verkehr der Straße geliefert werden. Gerade dieses Gebiet enthält viele Möglichkeiten für die moderne Ausgestaltung eines zukünftigen Nah- und Bezirksverkehrs durch sehr rasche und anpassungsfähige Zugeinheiten, in denen der Triebwagen die maschinelle Leistung für jede Verstärkung mitbringt. Es ist das Gebiet einer nahen und in allen modernen Bahnen in mächtigem Aufstreben begriffenen Entwicklung unter dem Generalthema: Nah- und Bezirksverkehr hoher Beschleunigung und guten Reisekomforts mit 120 Stundenkilometern, eine Hochleistung der modernen Eisenbahn. Das Thema ist ein Gebot unserer Zeit mit ihren Städteballungen und deren Verkehrssorgen, nicht zuletzt der Straße, in welche die Bahn helfend einzugreifen kraft ihrer Möglichkeiten berufen ist. Das Jahrbuch wird in seinen kommenden Folgen diesem Thema seine Arbeit weiter widmen.

Wie stets gibt Dr. jur. Ernst Kadenbach in seinem großen Bericht Einblick in das abgelaufene Betriebs- und Wirtschaftsjahr der Deutschen Bundesbahn für die Leser des In- und Auslandes. Die eigene Bahn gibt gleichzeitig den Stoff dafür, daß Probleme, Entwicklungsvorgänge, Schwierigkeiten und Erfolge auf den verschiedensten Gebieten des Schienenverkehrs ihre Darstellung finden, so wie sie bei vielen anderen Bahnen ähnlich gegeben sein mögen. Die Arbeit bekommt damit ihre über den gezogenen Themenrahmen hinausgehende allgemeine Bedeutung. Viel Zahlenmaterial findet sicherlich Interesse. Dem Abschnitt Verkehrs- und Betriebsleistungen ist in diesem Jahr schwerpunktmäßig Raum gegeben.

Einen interessanten Einblick in die Möglichkeiten, welche Schienenfahrzeuge als Träger moderner Kraftwerksgruppen zu bieten vermögen, gibt die Beschreibung einer fahrbaren Gasturbinenzentrale für Mexiko von den Herren Werner Hunziker und Martin Frick, Schweiz. Die installierte Leistung beträgt 6200 kW, der Kraftwerkszug ist 43 m lang.

Aus der neuen Eisenbahntechnik berichten zu dem Kapitel „Eisenbahn und wissenschaftliche Forschung“ zwei interessante Arbeiten: Obermaschineningenieur Dr. sc. techn. Erwin Meyer der Kreisdirektion III der Schweizerischen Bundesbahnen, der den Lehrstuhl für elektrische Bahnen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich vertritt, gibt eine klare rechnerische Darstellung der theoretischen Vorgänge der Schleuderschutzbremse, die sich in der schweren Zugförderung ausgezeichnet eingeführt hat. Bundesbahnrat Rolf Buckel liefert einen zusammenfassenden Überblick über die große Themenfolge, die auf einer internationalen Tagung über Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Wechselstrombahnen im Jahre 1960 in Freiburg behandelt wurde. Eine seltene Lichtbogaufnahme eines Schaltvorganges schmückt den Aufsatz besonders fesselnd.

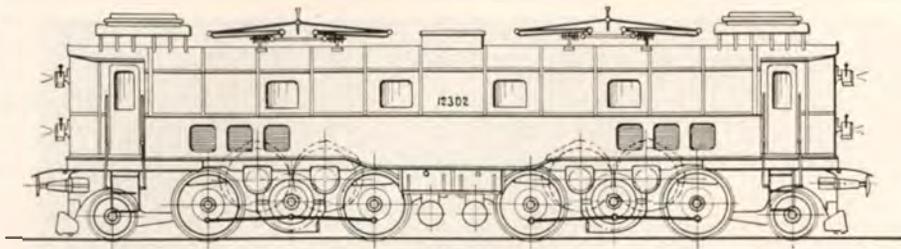
Das große Kapitel „Eisenbahn und wissenschaftliche Forschung“ ist durch Bundesbahnberrat Viktor Kammerer in zahlreichen Berichten mit Sorgfalt weitergeführt worden. Die Schienenverkehrstagung an der Technischen Hochschule Graz und die wissenschaftliche Tagung der Deutschen Bundesbahn mit Hochschulprofessoren in Trier seien daraus zusammen mit der stets so besonders aufschlußreich gestalteten Jahrestagung der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft unter der aktiven Leitung ihres Präsidenten, Generaldirektor Dr. Schantl der Österreichischen Bundesbahnen, hervorgehoben.

Der archivarische Charakter des Jahrbuches wurde in den beiden Schlußabschnitten von den Herren Kammerer und Eitner mit großer Mühewaltung versorgt. Der besondere, alle zwei Jahre erscheinende Bericht über die elektrischen Strecken liegt zusammen mit der europäischen Elektrisierungskarte nach dem Stande vom 1. Januar 1961 in dieser Ausgabe vor.

In ihrem großen Wissen haben die Verfasser der einzelnen Beiträge sich bemüht, den Lesern einen neuen Band des Jahrbuches des Eisenbahnwesens zu übermitteln, der Verlag hat in gleicher Weise sein Bestes getan. Ihnen allen sei vom Herausgeber dafür herzlich gedankt. Möge das Jahrbuch 1961 seine selbst gestellte Aufgabe erfüllen: Über die Eisenbahn zu berichten, für sie Verständnis zu erwecken und dem Verkehr, jenem großen Problem unserer bewegten Tage, im ganzen zu dienen.

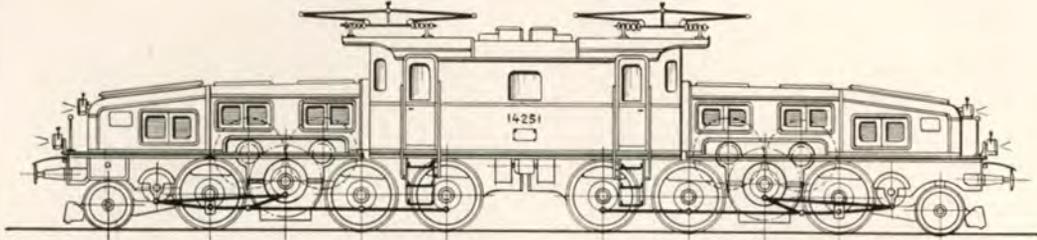
München, Juni 1961

Der Herausgeber



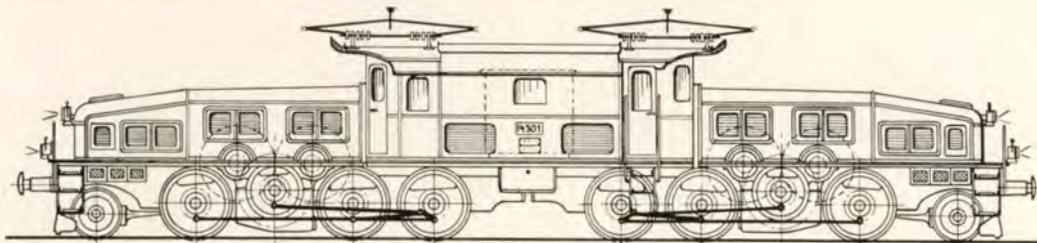
Triebraddurchmesser	1 350 mm
Laufreddurchmesser	930 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 2,75
Dienstgewicht	107,1 t
Reibungsgewicht	75,6 t
Stundenzugkraft	10 200 kg
Geschwindigkeit bei	
Stundenzugkraft	51 km/h
Stundenleistung	1 920 PS
Max. Geschwindigkeit	75 km/h
Anzahl Triebmotoren	4
Länge über Puffer	16 500 mm
Radstand total	13 500 mm
Antrieb	Horizontal- kupplungsgestänge

Bild 3. Be 4/6-Lokomotive Nr. 12302 der SBB (SLM und BBC)



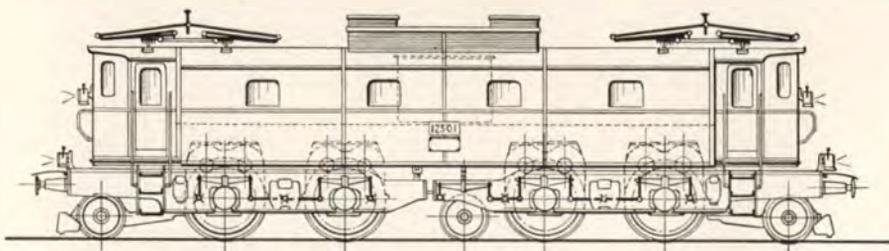
Triebraddurchmesser	1 350 mm	Stundenzugkraft	21 000 kg	Anzahl Triebmotoren	4
Laufreddurchmesser	930 mm	Geschwindigkeit bei		Länge über Puffer	19 400 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 4,03	Stundenzugkraft	45 km/h	Radstand total	16 500 mm
Dienstgewicht	126 t	Stundenleistung	3 500 PS	Antrieb	durch Kuppelrahmen (einendrig)
Reibungsgewicht	103,0 t	Max. Geschwindigkeit	75 km/h		

Bild 4a. Be 6/8-Lokomotive der Serie 13251 der SBB (Typenskizze wie 14251) (SLM und MFO)



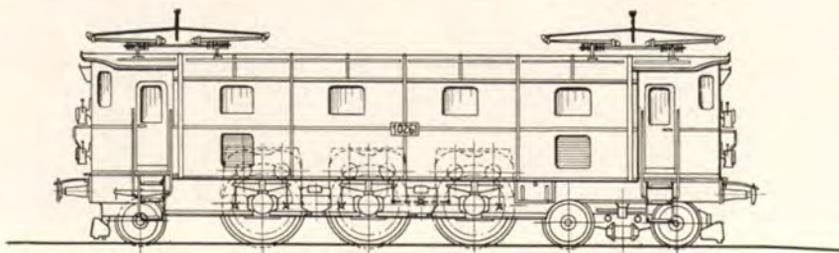
Triebraddurchmesser	1 350 mm	Stundenzugkraft	19 000 kg	Anzahl Triebmotoren	4
Laufreddurchmesser	950 mm	Geschwindigkeit bei		Länge über Puffer	20 060 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 4,03	Stundenzugkraft	35 km/h	Radstand total	17 000 mm
Dienstgewicht	130,9 t	Stundenleistung	2 460 PS	Schrägstangenantrieb	
Reibungsgewicht	108,4 t	Max. Geschwindigkeit	65 km/h		

Bild 5. Ce 6/8 III-Lokomotive der Serie 14301 der SBB (SLM und MFO)



Triebraddurchmesser	1 610 mm
Laufreddurchmesser	930 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 5,7
Dienstgewicht	110,5 t
Reibungsgewicht	73,9 t
Stundenzugkraft	11 500 kg
Geschwindigkeit bei	
Stundenzugkraft	56 km/h
Stundenleistung	2 400 PS
Max. Geschwindigkeit	80 km/h
Anzahl Triebmotoren	4 × 2
Länge über Puffer	16 240 mm
Radstand total	13 640 mm
Antrieb	Westinghouse-Gummiantrieb

Bild 6. Be 4/7-Lokomotive der Serie 12501 der SBB (SLM und SAAS)



Triebraddurchmesser	1 610 mm
Laufreddurchmesser	950 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 5
Dienstgewicht	89 t
Reibungsgewicht	55 t
Stundenzugkraft	7 700 kg
Geschwindigkeit bei	
Stundenzugkraft	63 km/h
Stundenleistung	1 800 PS
Max. Geschwindigkeit	90 km/h
Anzahl Triebmotoren	3 × 2
Länge über Puffer	13 700 mm
Radstand total	10 600 mm
Antrieb	Westinghouse-Federantrieb

Bild 7. Ae 3/6 III-Lokomotive der Serie 10261 der SBB (SLM und SAAS)

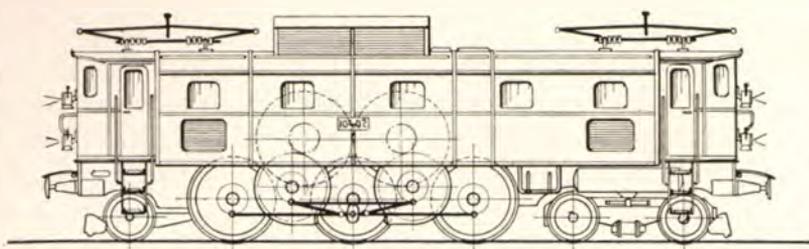


Bild 8. Ae 3/6II-Lokomotive der Serie 10401 der SBB (SLM und MFO)

Triebbraddurchmesser	1 610 mm
Laufbraddurchmesser	950 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 2,224
Dienstgewicht	98,5 t
Reibungsgewicht	55,3 t
Stundenzugkraft	8 300 kg
Geschwindigkeit bei Stundenzugkraft	65 km/h
Stundenleistung	2 000 PS
Max. Geschwindigkeit	100 km/h
Anzahl Triebmotoren	2
Länge über Puffer	14 090 mm
Radstand total	10 800 mm
Antrieb durch flachen Kuppelrahmen	

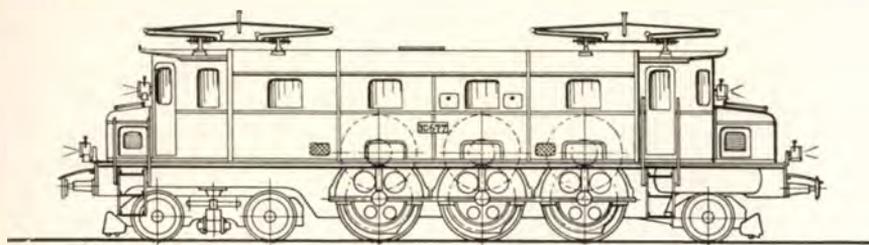


Bild 9. Ae 3/6I-Lokomotive der Serie 10601 der SBB (SLM, BBC, MFO, SAAS)

Triebbraddurchmesser	1 610 mm
Laufbraddurchmesser	930/950 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 2,37
Dienstgewicht	92—95 t
Reibungsgewicht	55,3—56,1 t
Stundenzugkraft	8 350—8 800 kg
Geschwindigkeit bei Stundenzugkraft	61—65 km/h
Stundenleistung	1 890—2 100 PS
Max. Geschwindigkeit	100—110 km/h
Anzahl Triebmotoren	3
Länge über Puffer	14 700 mm
Radstand total	10 700 und 10 730 mm
Antrieb	BBC-Buchli

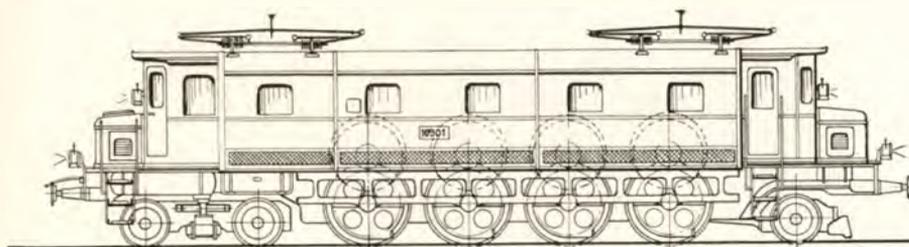


Bild 10. Ae 4/7-Lokomotive der Serie 10901 der SBB (SLM, BBC, MFO, SAAS)

Triebbraddurchmesser	1 610 mm
Laufbraddurchmesser	950 mm
Übersetzungsverhältnis	1 : 2,57
Dienstgewicht	118,2/120 t
Reibungsgewicht	77/79 t
Stundenzugkraft	11 700/13 000 kg
Geschwindigkeit bei Stundenzugkraft	65 km/h
Stundenleistung	2 800/3 300 PS
Max. Geschwindigkeit	100 km/h
Anzahl Triebmotoren	4
Länge über Puffer	16 760 mm
Radstand total	12 680 mm
Antrieb	BBC-Buchli

Die Ae 3/5- und Ae 3/6III-Lokomotiven (Bild 7) erhielten wie die bereits erwähnten Be 4/7-Lokomotiven der Serie 12501 den Westinghouse-Federantrieb in Verbindung mit einem hochtourigen Zwillingsmotor pro Achse, der sich soweit gut bewährt hat. Als sich aber vor einiger Zeit — die Maschinen sind durchschnittlich 3½ Jahrzehnte im Betrieb — bei den Antrieben die Ermüdungsbrüche der beidseitig fest eingespannten und darum einer kombinierten Druck-, Zug-, Biegungs- und Torsionsbeanspruchung unterworfenen Übertragungsfedern häuften, wurden diese der neueren Praxis entsprechend durch Gummiklötze ersetzt.

Im Gegensatz dazu wurde bei der Ae 3/6II-Lokomotive (Bild 8) noch einmal am Antrieb mit flachem Kuppelrahmen und an diesem angelenkten horizontalem Kuppelgestänge wie bei der Be 3/5-Lokomotive Nr. 12201 festgehalten. Bei der Ae 3/6I-Lokomotive (Bild 9) wurde erstmalig der auf J. Buchli († 1945) zurückgehende BBC-Einzelachsenantrieb in Form eines Gelenkhebelmechanismus angewendet⁸⁾. Die Höchstgeschwindigkeit dieser Maschinen betrug anfänglich 90 km/h und wurde später auf 100 km/h und bei einer gewissen Zahl — zur Führung von Leichtschnellzügen — auf 110 km/h erhöht. Wie die Bilder zeigen, bilden die Laufachsen teils zweiachsige Laufdrehgestelle, teils sind es Bissel-Achsen oder auch Adams-Achsen wie bei den Ae 3/6III-Lokomotiven der Serie 10261, bei denen sich aus Platzgründen die Deichseln der Bissel-Achsen nicht unterbringen ließen.

Ende der zwanziger Jahre machte sich das Bedürfnis nach einer leistungsfähigeren Schnellzugslokomotive für das Flachland geltend. Die guten Erfahrungen mit den Ae 3/6-Lokomotiven führten zu einer Weiterentwicklung mit vier Triebachsen mit dem gleichen Einzelachsenantrieb und drei Laufachsen (Ae 4/7). Zwei derselben bilden ein zweiachsiges Laufdrehgestell an einem Ende der Lokomotive, wo auch der Transformator als spezifisch schwerster Teil der elektrischen Ausrüstung angeordnet ist, während die Laufachse am anderen Ende der Lokomotive zum Teil als Bissel-Achse ausgeführt, zum Teil aber mit der Nachbartriebachse zu einem eigenen Drehgestell, das in der Literatur den Namen Java-Drehgestell führt, vereinigt wurde. Bei einem Teil dieser letzteren Lokomotiven ist die Laufachse innerhalb der Java-Drehgestelle nach einem Vorschlag des ehemaligen Obermaschineningenieurs der SBB, M. Weiss († 1930), als Adams-Achse ausgeführt worden, um bei Fahrt in der Kurve ein zusätzliches, d. h. individuelles Ausschwenken der Laufachse zu ermöglichen, nachdem das Drehgestell als Ganzes seinen vollen Ausschlag ausgeführt hat.

Die Ae 4/7-Lokomotiven der Serie 10901 (Bild 10) wurden in den Jahren 1927 bis 1934 in der bis heute für eine Serie größten Zahl von 127 Stück gebaut. Sie leisten immer noch ausgezeichnete Dienste und werden universell für die Führung aller Zugarten eingesetzt.

8) Bei der DB angewendet bei den 1'Da 1'-Lokomotiven der Serie E 16.



Bild 36.
Severinsbrücke Köln, Dreieckpylon

mit einer Mittelspannweite von 1298,45 m und 12 Fahrbahnen auf zwei verschiedenen Ebenen begonnen worden. Diese Brücke wird eine rund 230 m größere Spannweite haben als die im Jahre 1932 gebaute Georg-Washington-Brücke über den Hudson in New York, bei der z. Z. eine zweite Fahrbahnebene (Doppelstock) eingebaut wird. Die Seitenspannweiten von je 370 m wurden aus wirtschaftlichen Gründen gewählt. Die Standsicherheit (gegen Wind) wird durch die große Steifigkeit der Fahrbahnkonstruktion gewährleistet. Die Höhe des Versteifungsträgers beträgt 1 : 180 der Mittelspannweite und der Abstand der beiden Versteifungsträger mit 30,6 m rund 1 : 40 der Spannweite. Eine große Torsionssteifigkeit wird durch die Anordnung von horizontalen Fachwerken in jeder Fahrbahnebene erreicht.

In Großbritannien sind z. Z. zwei Hängebrücken in Bau, eine Straßenbrücke unweit der Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth mit der Spannweite von 1006 m (Bild 37) und eine über den Severn mit 910 m. Auf dem europäischen Kontinent hat seit 1958 die Hängebrücke von Tancarville bei Le Havre mit 608 m die bisher größte Spannweite; sie besitzt sehr hohe Fachwerk-Versteifungsträger. In Deutschland besteht — abgesehen vom Niederrhein — keine Notwendigkeit, Brücken mit Stützweiten über 400 m zu bauen. Die Spannwei-

ten der Hängebrücke Köln-Mülheim, die 1951 dem Verkehr übergeben wurde, betragen 85 + 315 + 85 m. Ihre im Jahre 1929 gebaute Vorgängerin war s. Z. die weitest gespannte Hängebrücke auf dem europäischen Festlande. Die Entwicklung des Stahlbaus ist an der Verringerung des eingebauten Stahls bei der neuen Brücke besonders augenfällig.

Die 1954 wiederaufgebaute Autobahn-Hängebrücke über den Rhein bei Köln-Rodenkirchen hat Stützweiten von 94,5 + 378,0 + 94,5 m. Erstmals wurde hier bei einer Hängebrücke eine auf 576 m durchlaufende fugenlose Stahlbetonfahrbahnplatte, die zugleich Obergurt der Versteifungsträger ist, verwendet.

Das Hauptproblem bei den Hängebrücken ist die Aufnahme der Windlasten. Seit dem Bau der ersten Hängebrücken ist das Bestreben erkennbar, die Versteifungsträger so schlank wie möglich auszubilden. Wie im gesamten Stahlbau ist auch hier durch Verwendung von Vollwandträgern statt Fachwerkträgern dieses Ziel erreicht worden. Seit dem Einsturz der Tacoma-Brücke 1940, die s. Z. die drittlängste Hängebrücke der Welt und ein außergewöhnliches Beispiel für den Hang zu einer schlanken Konstruktion war, wird der Stabilität von Hängebrücken erhöhte Bedeutung beigemessen. Die Höhe der Versteifungsträger der Tacoma-Brücke betrug



Bild 37. Neue Firth-of-Forth-Brücke
(Großbritannien)

nur 1 : 350 der Hauptspannweite. Die Konstruktion war nicht steif genug, so daß durch horizontalen Wind Vertikalschwingungen erzeugt wurden, die sich aufschaukelten und den Einsturz bewirkten.

Die Hängebrücken sind der überzeugendste Ausdruck für die hohe Güte und Festigkeit, die der Stahl heute besitzt. Innerhalb eines Menschenalters sind die hier erreichten Spannweiten verdoppelt worden.

Zusammenfassend kann über die Gestaltung der Brücken gesagt werden, daß kaum eine große Brücke ganz ihrer Vorgängerin gleicht, und das besonders nicht, wenn ein anderes Konstruktionssystem verwendet wird. Obwohl die drei Grundformen, Bogen, Balken und Hängewerk nach wie vor allein den Brückenbau bestimmen, zeigen die vorgenannten Beispiele die Vielgestaltigkeit, in der diese Formen sich abwandeln lassen. Die vollwandige Deckbrücke, bei der oberhalb der Fahrbahn keinerlei Tragwerksteile die Sicht stören, wirkt in ihrer Schlankheit elegant und stellt das Einfachste an Tragwirkung und damit das Vollkommene schlechthin dar. Sie ist das vorherrschende Brückenbild unserer Zeit. Das immer längere und immer schlankere Brücken gebaut werden konnten, ist in der Fortentwicklung der Güte der Baustoffe, der genaueren Berechnungsmethoden und der besseren konstruktiven Durchbildung begründet.

C. Berechnung und bauliche Durchbildung

Stahl und Beton sind die heute im Brückenbau verwendeten Baustoffe für tragende Bauteile. Gelegentlich wird bei kleineren Bogenbrücken der Natur- oder Kunststein benutzt; meist dient er jedoch nur als Verblendung der Ansichtsflächen von Widerlagern und Pfeilern. Aluminium hat im Brückenbau bisher nicht die Bedeutung erlangt, die es im Hochbau zu gewinnen vermochte. 1956 wurde über den Datteln-Hamm-Kanal bei Lünen als erste Leichtmetall-Straßenbrücke Deutschlands eine 44,2 m weit gestützte Fachwerkbrücke unter Hintansetzen wirtschaftlicher Gesichtspunkte als Versuchsobjekt gebaut. Der hohe Preis und der infolge des geringen Elastizitätsmoduls des Aluminiums geringere Verformungswiderstand, der andere Konstruktionsformen bedingt als der Stahl, erschwert seine Verwendung. Ein Anwendungsgebiet besteht bei den beweglichen Brücken, z. B. bei Klappbrücken, bei denen es auf eine Gewichtsersparnis wesentlich ankommt. In den USA und Kanada sind einige Aluminiumbrücken gebaut worden; hier ist der Materialpreis verhältnismäßig niedriger als in Deutschland.

Auch die Kunststoffe haben bisher im Brückenbau keine Bedeutung erlangt; sie werden nur für untergeordnete Bauteile, wie Lager, Entwässerungseinrichtungen u. ä. benutzt.

Nachstehend werden nur die Voraussetzungen, die im deutschen Großbrückenbau bestehen, behandelt, da die verwendeten Baustähle, die amtlichen Vorschriften über Belastung und Bemessung der Bauwerke, Auffassungen über Verbindungsmittel von Land zu Land verschieden sind. In Deutschland ist auch bei Eisenbahnbrücken und bei Straßenbrücken wegen der voneinander abweichenden Art der Beanspruchung die Entwicklung nicht durchweg übereinstimmend verlaufen.

Die Bauweise der großen Balkenbrücken — und nur diese sollen betrachtet werden — sind der Stahlbau, der Verbundbau und der Spannbetonbau.

Stahlbau

Die Baustähle St 37 mit einer Streckgrenze von 24 kg/mm² und St 52 mit einer Streckgrenze von 36 kg/mm² werden fast ausschließlich verwendet. Ihre Werkstoffeigenschaften sind in mancher Hinsicht altbekannt. Sie zeichnen sich vor allen anderen Baustoffen durch ihre zuverlässige Güte, die Fähigkeit, örtliche Überlastungen zu ertragen, und durch die ausgezeichneten Elastizitätseigenschaften aus.

Für die Auswahl des Stahles und für die bauliche Durchbildung von stählernen Brücken sind die Dauerfestigkeit und die Spröbruchempfindlichkeit des Stahles maßgebend. Während für genietete und vorwiegend ruhend belastete Konstruktionen die Kenntnis der Spannungsgrenzen und der Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung genügt, reicht diese Kenntnis nicht aus, wenn Bauteile oft wiederholten Beanspruchungen ausgesetzt oder geschweißt werden. Stählerne Eisenbahnbrücken werden durch in weiten Grenzen veränderliche Lasten wiederholt kurzzeitig beansprucht, wobei die Beanspruchung aus Eigenlast gegenüber der aus Verkehrslast meist stark zurücktritt. Nach 1920 beobachtete Dauerbrucherscheinungen an Fahrbahnträgern und an Fachwerkträgern von Eisenbahnbrücken veranlaßten zahlreiche Versuche, um den Einfluß wechselnder oder schwellender Belastungen zu untersuchen. Die Brüche waren plötzlich und verformungslos bei wesentlich niedrigeren Spannungen eingetreten, als sie der Bemessung für eine einmalige Belastung entsprochen hätten. Zwar war s. Z. das Problem der Dauerfestigkeit, das auch im Maschinenbau von großer Bedeutung ist, bekannt. Die ersten systematischen Versuche von W ö h l e r über die Festigkeit von Werkstoffen unter wiederholter Beanspruchung waren durch ein maschinenbautechnische Aufgabe — Ermittlung der Ursache für den Bruch von niedrig beanspruchten Achsen der Eisenbahnwagen — veranlaßt. W ö h l e r hat auch die grundlegenden Erkenntnisse über die Erscheinung des Ermüdungs- oder Dauerbruchs des Materials veröffentlicht. Seit 1920 ist im wesentlichen der Stahlbau Träger der weiteren Forschung. Die Ergebnisse seiner früheren Versuche fanden ihren Niederschlag in den Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE) und den Vorschriften für geschweißte Eisenbahnbrücken. Die nach dem Kriege neu bearbeiteten Vorschriften berücksichtigen die Erfahrungen, welche beim Bau zahlreicher geschweißter Eisenbahnbrücken gewonnen wurden. Unter Verzicht auf den früher benutzten Dauerfestigkeitsbeiwert sowie auf den Form- und Gütebeiwert bei geschweißten Konstruktionen wird jetzt die nach den anerkannten Methoden der Baustatik ermittelte maximale Grenzspannung unmittelbar der dem jeweils maßgebenden Grenzspannungsverhältnis (Verhältnis der min. Beanspruchung zur max. Beanspruchung im selben Querschnittsbereich $\kappa = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$, wobei κ einen Wert zwischen +1,0 [ruhende Beanspruchung] und -1,0 [wechselnde Beanspruchung] einnehmen kann) zugeordneten zulässigen Dauerbeanspruchung gegenübergestellt. Letztere ist aus den Ergebnissen zahlreicher Versuche für beide Baustähle und genietete Verbindungen in den Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken

Als Betriebsforderung der Baureihe A ist verlangt die Beförderung eines

Schnellzuges mit 475 t Anhängelast und 145 km/h in der Ebene, eines

Güterzuges mit 950 t Anhängelast und 68 km/h, ebenfalls in der Ebene.

Für die Baureihe B wird gefordert die Beförderung eines Güterzuges mit 1250 t Anhängelast bei 68 km/h. Für den gleichgerichteten Einphasenstrom ist eine Welligkeit von 30 % zugelassen.

Zur Bedienung des ausgeprägten Vorortverkehrs sollen 400 elektrische Triebwagen beschafft werden. Sie erhalten ebenfalls die Radsatzfolge Bo'Bo' und eine UIC-Stundenleistung von 680 kW. Ihre Transformatoren haben Ölumlaufkühlung.

Versuchsanlage für dieselektrische Lokomotiven

Die erste Versuchszelle der Dieselversuchsanlage der Britischen Staatsbahnen in Swindon wurde fertiggestellt. Sie ist geeignet für das Prüfen von dieselektrischen Rangierlokomotiven mit einer Leistung bis zu 400 PS. Weitere Versuchsräume für Hauptstreckenlok, Dieselmotoren und hydraulische Getriebe sind geplant.

Die neue Anlage ist in einer Halle von 20 m Länge, 10 m Breite und 6,3 m Höhe untergebracht. Die Halle ist mit 2 Gleisen ausgerüstet, so daß jeweils ein Fahrzeug geprüft werden kann, während das andere für den Versuch bereit gemacht wird. Auf Schallabdichtung ist sowohl bei den Wänden als auch beim Auspuff besonderer Wert gelegt. Der Kontrollraum ist von dem eigentlichen Prüfraum durch eine Glaswand getrennt, so daß die Versuchsobjekte jederzeit gut überwacht werden können.

Die übliche Dauer einer Erprobung erfordert 3 Tage. Der Versuchsablauf umfaßt 4 Stufen, wobei jeweils Leerlauf, Halbblast und Vollast gefahren werden¹¹⁾.

Oberbauzustand und Fahrzeuglauf

Hancock berichtet im Journal of the Institution of the Locomotive Engineers, Bd. 1959/60, S. 457...566, über die Zusammenhänge von Oberbauzustand und Fahrzeuglauf. Seine Betrachtungen gehen aus von analytischen Untersuchungen über den Gleiseinfluß. Als Parameter dieser Methode sind die Besonderheiten der Fahrgestelle und der Federung berücksichtigt. Sodann geht er auf die Auswirkung des Radreifenprofils ein und versucht, für die einzelnen Federarten die konstruktiv günstigen Merkmale herauszuschälen, welche die beste Laufruhe ergeben.

Straßenbrücke über den Ärmelkanal

Zu den Lösungen des wissenschaftlichen Ausschusses für den Bau eines Tunnels unter dem Ärmelkanal, der in der Zwischenzeit als reiner Eisenbahntunnel vorgeschlagen wurde, kommt neuerdings ein Brückenprojekt. Das Bauwerk von 33,6 km Länge soll an der schmalsten Stelle des Kanals erstellt werden und neben 5 Straßenfahrbahnen 2 Eisenbahngleise und 2 Wege für Rad- und Motorradfahrer erhalten. Die Brückenöffnungen sollen 226 m lang werden und normal 52 m über dem Wasserspiegel liegen. Nur an den beiden Stellen für die Schifffahrtwege werden die Träger 70 m lichte Durchfahrhöhe haben. Für den Bau dieses Projektes veranschlagt man 2400 Mio DM¹²⁾.

England — Frankreich

Tunnel unter dem Ärmelkanal

Nach einer Mitteilung der Zeitschrift Verkehr (Wien) 1960, Heft 12, ist in Bälde mit dem Bau des Tunnels unter dem Ärmelkanal zu rechnen. Abweichend von den bisherigen Plä-

nen wird der Tunnel nur für den Eisenbahnverkehr ausgerüstet, da die Belüftung eines Tunnels für Straßenbahnfahrzeuge zu schwierig geworden wäre. Der Tunnel wird 40 km lang und gestattet eine Fahrgeschwindigkeit bis 100 km/h. Bis zum Jahre 1965 soll er vollendet sein.

Italien

Wirtschaftlicher Unterwerksabstand beim elektrischen Zugbetrieb mit Gleichstrom 3000 Volt

Pascucci hat diese Frage in der italienischen Zeitschrift Ingegneria ferroviaria (Juni 1959) untersucht und kommt zu folgenden Ergebnissen:

Nach dem Kriege hat man die früher üblichen Unterwerksabstände von 40...45 km auf 30 km verkürzt. Diese Verkürzung ist nach den Untersuchungen der FS gerechtfertigt. Man unterscheidet bei den FS heute 2 Verkehrsgruppen, und zwar einmal Strecken mit einer Verkehrsdichte von 15 000 bis 50 000 t/Tag und eine weitere mit 30 000...100 000 t/Tag. Für die Unterwerke des FS sind einheitlich Gleichrichtersätze von 2000 kW vorgesehen. Diese sind während 5 min um 200 %, während 2 Stunden um 50 % innerhalb 24 Stunden überlastbar. Bei einem durchschnittlich 20stündigen Betrieb schafft ein derartiger Gleichrichtersatz am Tage rund 30 000 kWh. Der Energieverbrauch bei den FS liegt bei rund 20 Wh/tkm. Der Arbeitsverbrauch für einen 1 km langen Unterwerksabschnitt mit einer Verkehrsdichte von q t/Tag ist demnach

$$W = 20 \cdot q \cdot 1 \text{ kWh/Tag.}$$

Von seiner Größe hängt somit die Zahl der Gleichrichtersätze je Unterwerk ab.

Die Anlagekosten für Unterwerke, wie sie die FS verwendet, sind für ein Gleichrichterunterwerk (UWgl)

1 × 2000 kW ¹³⁾	534 000 DM (= 267 DM/kW)
2 × 2000 kW	700 000 DM (= 175 DM/kW)
3 × 2000 kW	934 000 DM (= 156 DM/kW).

Die FS verwendet vorwiegend ferngesteuerte UWgl, und zwar wird nur alle 150 km ein UWgl mit Personal besetzt, welches die benachbarten UWgl mitsteuert. Je nach UWgl-Abstand (20...50 km) hängen an einem solchen Mutter-UWgl noch 5...2 ferngesteuerte UWgl. Die Anlagekosten für diese Fernsteuerung liegen in der Größe von 50...53 000 DM/UWgl.

Als Lebensdauer der UWgl werden 30 Jahre angenommen; der Zinsfuß für das Anlagekapital wird mit 5 % angesetzt, und für die Unterhaltung der Werke werden 0,5 % berechnet.

Die Energieverluste in den = 3 kV-Fahrleitungen sind relativ hoch. Wird die Zahl der Züge, welche je Gleis zwischen 2 UWgl auf der Strecke fahren, mit „n“ bezeichnet, dann ist der mittlere relative Leitungsverlust eines Zuges bei einer eingleisigen

Strecke $\Delta N = 2,5 \sqrt{n}$ und für eine zweigleisige $\Delta N = 1,6 \sqrt[3]{n}$. Der Ohmsche Verlust in den Fahrleitungen kann bei einem UWgl-Abstand von 40 km mit 7...8 % der UWgl-Arbeit angesehen werden.

Für die Energieumwandlung von Drehstrom aus der Fernleitung in Gleichstrom 3 kV für die Fahrleitung kann je 2000 kW-Gleichrichtergruppe folgendes angenommen werden:

Leerlaufverlust im Trafo	15 kW
Cu-Verlust bei Vollast	25 kW
Lichtbogenverlust bei Vollast	15 kW
zusammen	55 kW.

11) The Railway Gazette vom 1. Juli 1960, S. 13.

12) The Engineer (London) 1960, Heft 5437, S. 607.

13) Die Möglichkeit zur Aufstellung eines zweiten Satzes ist vorgesehen. Schwere Kräne sind in sämtlichen Anlagekosten nicht enthalten, weil die Unterhaltung der Transformatoren zentral erfolgt.

Das ergibt einen Wirkungsgrad für die Umartung von $\eta = 0,975$. Auf den Jahresdurchschnitt umgerechnet ist die Verlustarbeit je 2000 kW-Gleichrichtergruppe:

$$\Delta A = \left[12 + 15 \cdot \frac{N_m}{2000} + 25 \cdot 1,3 \left(\frac{N_m}{2000} \right)^2 \right] \cdot 8760 \text{ kWh/Jahr.}$$

Dabei bedeutet:

- 12 = mittlerer Leerlaufverlust, da Umspanner nur 18...20^h eingeschaltet bleibt,
- N_m = mittlere Leistung einer Gruppe in kW,
- 1,3 = Faktor, welcher angibt, daß die Cu-Verluste im Mittel 30 % der Gruppenleistung sind,
- 8760 = Zahl der Jahresstunden.

Für die Hilfsbetriebe ist der Energiebedarf bei UWgl mit 1×2000 kW rd. 8 kW, bei UWgl mit 2×2000 kW rd. 14 kW und bei UWgl mit 3×2000 kW rd. 19 kW. Der Preis für 1 kWh liegt bei den FS bei 3 Pf/kWh (UW-Eingang, hochspannungsseitig).

Für die Überwachung und Unterhaltung eines ferngesteuerten UWgl rechnen die FS 1,5 Köpfe, für ein normal besetztes UWgl 10 Köpfe. Je Kopf fallen jährlich rund 4340 DM für Gehalt und rund 800 DM für Dienstwohnung an.

Niederlande

Erkenntnisse aus der Oberbauforschung

Die Niederländischen Staatsbahnen haben Schwierigkeiten mit der Seitensteifigkeit ihres Oberbaues, der durch die ungenügende seitliche Festigkeit ihrer Kiesbettung verursacht wird. Um dem abzuweichen, sind sie auf eine neue Anordnung ausgewichen. Sie verwenden ein Zickzack angeordnete Betoneinzelstützen, welche gegeneinander durch Stahlrohre verbunden sind. Auf den Betonstützen werden die Fahrschienen verlegt. Dadurch entsteht ein statisch bestimmtes horizontales Fachwerk von außerordentlicher Festigkeit. Modellversuche haben gezeigt, daß selbst bei ungünstigen Witterungsbedingungen das Gleis selbst auf lange Strecken freiliegen kann, ohne daß eine Seitenknickung zu befürchten ist. Der Schienenfuß liegt in Winkellaschen und wird mit Federklammern gehalten. Nach Erhärtung des Betons wird ein harziges, isolierendes Klebemittel aufgetragen und auf dieses die Winkellaschen gelegt. Dadurch ist gleichzeitig dem Isolationsbedürfnis für das Signalsystem Rechnung getragen.

Auch beim Oberbau K kann diese Befestigung verwendet werden. Die Unterlagplatte kann bleiben; an Stelle der Klemmplatte, des Laschenbolzens und der Federschraube wird nur die Federklammer eingesetzt¹⁴⁾.

Österreich

Schienenfahrzeugtagung der TH Graz vom 16. bis 19. Oktober 1960

Die Schienenfahrzeugtagung des Außeninstituts der TH Graz ist zu einem festen Begriff in der Eisenbahnfachwelt geworden. In der Zeit vom 16. bis 19. Oktober 1960 fand die sechste Jahrestagung statt. Sie stand unter dem Leitmotiv „Moderne Schienenfahrzeuge“. Aus Programmgründen wurde die Werkbesichtigung diesmal vorweggenommen. Die Simmering-Graz-Pauker AG zeigte im Grazer Werk u. a. aus ihrem Fertigungsprogramm einen neuen 26,4 m langen Reisezugwagen, verschiedene Güterwagen und einen elektrischen Triebwagen aus Aufträgen der ÖBB. Besonderes Interesse weckte der neue Oberbaumeßwagen der ÖBB, der nach den modernsten Möglichkeiten der Messung und Bestückung mit Meßgeräten ausgerüstet wird.

Die eigentliche wissenschaftliche Tagung brachte wiederum eine Anzahl von Referaten. Im einzelnen berichteten:

Dipl.-Ing. K. von Meyenburg, Sektionschef der SBB:

Die Mehrsystemtriebfahrzeuge der Schweizerischen Bundesbahnen, technische Probleme und ihre Lösung

Nach einem Überblick über die bei den europäischen Bahnverwaltungen üblichen und bewährten Bahnstromsysteme behandelte der Bericht der derzeit bestehenden Schnellverbindungen mit TEE-Dieseleinheiten und ging auf die Möglichkeiten eines grenzüberschreitenden elektrischen Verkehrs ein. Bekanntlich hat die SBB und auch ein Großteil der schweizerischen Privatbahnen das auch in Deutschland und Österreich übliche $16\frac{2}{3}$ kV-Bahnstromsystem. Während der westliche Nachbar neben dem Einphasenwechselstromsystem 50 kV auch noch einen Teil des Netzes mit $1,5$ kV betreibt, haben sich die Italienischen Staatsbahnen dem 3 kV-System verschrieben. Für einen europaweiten Durchgangsschnellverkehr müssen also die 4 Bahnstromsysteme auf die Gestaltung der Triebfahrzeuge ihren Einfluß ausüben. Zu diesen elektrischen Unterschieden kommen auch noch solche der Fahrzeugbegrenzung, die jedoch durch ein einheitliches UIC-Profil geklärt werden könnten. Der unterschiedliche Zickzack der Fahrleitungsanlagen konnte jedoch nicht ausgeglichen werden; die Abnutzung der einzelnen Schleifstücke ist also verschieden, sofern man nicht, wie beim TEE-Triebzug der SBB, von vorneherein gleich 4 besondere Stromabnehmer vorsieht. Bei Auswahl der Fahrmotoren ist zu unterscheiden zwischen Einphasenkommutatormotoren oder gleichrichter gespeisten Gleichstrommotoren. Je nach Schaltung werden der Aufwand und die Geräte anders. Bei den Fahrzeugtransformatoren bringt die 4-Systemwahl die geringsten Eingriffe, wenn man davon absieht, daß das Kernpaket für die kleinste vorhandene Frequenz und die höchste Oberspannung bemessen werden muß.

Von diesen theoretischen Überlegungen ging der Vortragende sodann auf die ausgeführten Zweisystemfahrzeuge der SBB über, welche für die Systemwechselbahnhöfe bestimmt sind. Es handelt sich hierbei um 6 Ellok für $16\frac{2}{3}$ kV und 50 kV, welche unter beiden Bahnstromsystemen gleiche Zugkräfte und Geschwindigkeiten entwickeln. Nur eine Ellok ist mit Excitron-Gleichstrommotoren ausgerüstet, die anderen fünf haben Einphasenkommutatormotoren. Die guten Betriebsergebnisse ermunterten die SBB, weitere Mehrsystemloks in Auftrag zu geben, und zwar für 4 Systeme.

Abweichend von den Rangierloks sind für die TEE-Triebzüge zwar auch 4 Stromsysteme, aber mit Silizium-Gleichrichtern vorgesehen. Der Triebzug besteht aus 2 Triebwagen an den Enden und bis zu 4 Zwischenwagen. Den Hilfsbetrieben wurde dabei ein besonderes Augenmerk zugewandt. Außer einem Heizstromkreis für eine Warmluftheizung gibt es noch 3 unabhängige Bordnetze und zwar eines für die Nebenbetriebe (Küche, Warmwasser und Klimaanlage) mit 50 kV/220/380 V, eines für die Ladung der Batterien mit 120 V und für jeden Wagen ein besonderes Lichtnetz mit 50 kV/220/380 V.

Als nächster Bericht sprach der Leiter der Zentralstelle für Bahnstromversorgung der DB, Prof. Dr.-Ing. A. Kniffler. Sein Thema lautete:

Die elektrische Lokomotive in betriebswirtschaftlicher Sicht

Die vier entscheidenden Kostenbildner bei den Jahreskosten elektrischer Lokomotiven sind der Kapitaldienst, die Personalkosten, der Aufwand für Unterhaltung und Ausbesserung und schließlich die auf den Stromabnehmer der Lokomotive bezogenen Energiekosten. Nachdem sich die Struktur all dieser Kosten in den letzten Jahren erheblich geändert hat, erschien es lohnend, sie in ihrer heutigen Höhe und in ihrem Einfluß im einzelnen zu untersuchen. Als Bezugsgröße bot sich hierfür zwanglos die Einheit der Zughaken-Förderleistung, der Bruttotonnen-Kilometer (Btkm) an. Es erschien fer-

14) CICE (Rom) 1960, Heft 6, S. 8.

ner zweckmäßig, diese spezifischen Kosten so darzustellen, daß sie von den Jahresförderleistungen der Lokomotive abhängig werden. Es zeigt sich dann von selbst der kostensenkende Einfluß einer möglichst weit getriebenen fördertechnischen Ausnutzung der Lokomotiven.

Untersucht wurden die Verhältnisse an 4 Baureihen von Lokomotiven der Deutschen Bundesbahn, die sämtlich in größeren Stückzahlen seit etwa fünf Jahren im Einsatz und deren betriebswirtschaftliche Kennzahlen damit aussageberechtigt sind. Als Ergebnis der Untersuchung sind zwei Dinge besonders bemerkenswert. Einmal sind die auf den Btkm bezogenen Lokomotivkosten trotz eines recht erheblichen Anteils an unmittelbar von der Förderleistung abhängigen Kosten (wie Energie und ein Teil der Ausbesserungskosten) mit steigender Ausnutzung noch immer nennenswert degressiv. Ferner zeigt sich eindeutig, daß die Energiekosten bis zu 50 % und mehr von den Gesamtjahreskosten einer elektrischen Lokomotive ausmachen, ein Zeichen für den sehr großen Energieumsatz solcher Lokomotiven infolge ihrer guten Ausnutzung, aber auch eine Folge der bereits erreichten Ziele in der Lebensdauer, der Personalarbeit und in den Unterhaltungs- und Ausbesserungskosten. Von den restlichen rund 50 % der Lokomotivkosten je Jahr oder auch je Btkm entfallen 25 % auf den Kapitaldienst, nur 15 % auf die Personalkosten und nicht mehr als 10 % auf den Aufwand für Unterhaltung, Pflege und Ausbesserung. Das sind Ergebnisse, die im Hinblick auf die möglichst rationelle Abwicklung der zugförderungstechnischen Aufgaben einer Eisenbahn besonders beachtet werden sollten. Als jährliche Laufleistungen dürften dabei erreichbar sein, bei

Schnellzug-Ellok	rund 500 000 km,
Eil- und Personenzug-Ellok	rund 400 000 km und
Güterzug-Ellok	rund 300 000 km.

Als Lebensdauer rechnet man bei der DB mit etwa 35 Jahren. Der Höhe des Bahnstromes kommt die günstige Ausnutzung der ortsfesten Anlagen des elektrischen Zugbetriebes zugute, die bei rund 5000 h/Jahr, bezogen auf die installierte Dauerleistung, liegt. (Prof. Dr.-Ing. Kniffler)

Den weiteren Vortrag über „Antrieb und Steuerungen von elektrischen Triebfahrzeugen“ hielt Bundesbahn-Oberbaurat Dipl.-Ing. W. Breyer von der Generaldirektion der ÖBB. Er führte aus:

Bei Einzelachsantrieben beeinflusst deren Bauart in erheblichem Maße die Größe des unterbringbaren Motors. Bei einem gegebenen Triebraddurchmesser bestimmt der Schutzabstand zwischen Schienenoberkante und Zahnradschutzkasten den Durchmesser des Großrades. Bei gegebener Zentrale sind damit auch die Abmessungen des Ritzels und das größtmögliche Übersetzungsverhältnis festgelegt.

Der Schutzabstand ändert sich je nach der Federung des Zahnradschutzkastens mit der Bauart des Antriebes, die Zentrale je nach den zwischen Motorgehäuse und Treibachse unterzubringenden Konstruktionsteilen. Diese Gegebenheiten gestatten die Ableitung einer Formel, die den größtmöglichen Ankerdurchmesser in Abhängigkeit von Treibraddurchmesser, Höchstgeschwindigkeit und Antriebsbauart ausweist. Dabei zeigt sich, daß bei einer Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h und einem Treibraddurchmesser von 1250 mm eine Vergrößerung des Schutzabstandes um 10 mm eine Einbuße an Ankerdurchmesser von 40 mm und eine gleich große Vergrößerung der Zentrale eine solche von 30 mm erfordert. Das heißt, daß die geplante Vergrößerung des Schutzabstandes von 65 auf 80 mm einen Verzicht auf 60 mm Ankerdurchmesser erfordert, das bedeutet bei modernen Motoren eine Einbuße von fast 60 kW an Leistung und von 150 kg an Zugkraft.

Die Steuertechnik mit Transduktoren und Transistoren hat inzwischen auch in die Steuerungen elektrischer Triebfahrzeuge Eingang gefunden. In Triebwagen der Baureihe 4130 der ÖBB wurden zur Steuerung des Schaltwerks und zur Umformerregelung ausschl. Transduktoren verwendet. Ihre Steuer-

wicklungen sind von den Arbeitswicklungen galvanisch getrennt und gestatten die Regelung der verschiedensten Funktionen ohne Kontakte oder bewegte Teile. Als einziger Nachteil wäre zu nennen, daß bei Speisung mit 16²/s Hz die Transduktoren volumenmäßig groß werden und bei höheren Frequenzen einen eigenen Umformer erfordern. Dafür benötigen sie keine Wartung und haben eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer. (Dipl.-Ing. Breyer)

Die Vorträge des zweiten Tages eröffnete Dr.-Ing. H. Prettenhofer vom Institut für Verbrennungsmotoren (Prof. Dr. List), Graz, über

„Konstruktionsprobleme bei Dieselmotoren für den Bahnbetrieb“.

Der Einsatz der modernen Dieselmotoren für den Bahnbetrieb verlangt immer stärkere Motorleistungen bei geringstem Gewicht, Steigerung der Lebensdauer und der Betriebssicherheit, einfache Wartung und große Laufruhe, daneben Möglichkeit der Fernsteuerung und selbsttätige Überwachungseinrichtung für die durch den Einbau der unmittelbaren Beobachtung entzogenen Motoren.

Die erste wichtige Wahl ist die der Konstruktionsdrehzahl. Es folgte eine Gegenüberstellung der zwei zu beobachtenden Tendenzen: Einerseits die verhältnismäßig langsam laufenden Motoren mit $n = 750$ bis 900 U/min (Hauptvertreter sind die amerikanischen Lokomotivmotoren von General Motors) und andererseits, ausgehend von der Triebwagenmotorenentwicklung für die Deutsche Bundesbahn, der schnellaufende Motor mit $n = 1500$ U/min und darüber.

Im weiteren folgten die Überlegungen zur Wahl des Arbeitsverfahrens. Vor- und Nachteile von Viertakt und Zweitakt, letzterer entweder mit Gleichstromspülung und Auspuffventilen oder völlig ventillos mit Umkehrspülung wurden aufgezeigt.

Für die Aufteilung der Gesamtleistung auf die Zylinderanzahl ist entscheidend, daß thermisch und mechanisch gut beherrschbare Zylindereinheiten resultieren. Wirtschaftliche Vorteile der Konstruktion von Motorbaureihen mit verschiedenen Zylinderzahlen und gleichen Zylindereinheiten.

Von weiterem maßgebenden Einfluß auf die Leistungssteigerung der Motoreinheiten ist die Aufladung, Erhöhung des Aufladegrades durch Anwendung von Ladeluftkühlung. Wichtig ist die Anpassung der Motorkonstruktion an die Erfordernisse der Aufladung: Zylinder- und Kurbelanordnung, Zündfolge, Steuerzeiten der Ventile usw. Strömungsgünstige Führung der Auspuff- und Luftleitungen.

Leichtbau ohne zusätzliche Kostenerhöhung ist möglich durch eine genaue Erfassung der Betriebsbeanspruchung aller Teile, wobei die Rechnung durch die Messung an Versuchsteilen und fertigen Motorbaugruppen ergänzt werden muß. Wahl der geeignetsten Werkstoffe und Formgebung.

Die Erhöhung der Lebensdauer wurde erreicht durch sorgfältige Auswertung der Forschung und Zusammenarbeit von Werkstoffachmann, Lagerherstellung, Bearbeitungsfachmann und Betriebsmann mit dem Konstrukteur.

Die Fernüberwachungsanlagen für Drehzahl, Öldruck, Kühlwassertemperaturen wurden kurz erläutert.

Als Voraussetzung für eine wirksame Bekämpfung des Betriebslärmes der Motoren gilt eine genaue meßtechnische Erfassung der einzelnen Schallquellen am laufenden Motor und eine Analyse des Lärmes nach Frequenz und Schallstärke. Auf Grund der dabei gewonnenen Erkenntnisse können die entsprechenden Maßnahmen zur Entlärnung, teils durch Unterdrückung der Lärmquellen am Motor selbst, teils durch schalldichte Einkapselung und schallisolierende Aufstellung getroffen werden. (Dr.-Ing. Prettenhofer)

Bundesbahndirektor Dr.-Ing. H. König vom Bundesbahn-Zentralamt Minden (Westf.) behandelte die „Spezialgüterwagen“.

Die Vorhaltung eines den heutigen Kundenwünschen angepaßten Güterwagenparkes ist ein wirksames Mittel, um ein