

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 67 (1949)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Amerikanische diesel-elektrische Lokomotiven  
**Autor:** Giger, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-84013>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

## Amerikanische diesel-elektrische Lokomotiven

Von Dipl. Ing. ETH W. GIGER, Konsultierender Ingenieur, Allis Chalmers Mfg. Co., Milwaukee, Wisconsin, USA

DK 625.282-833.6 (73)

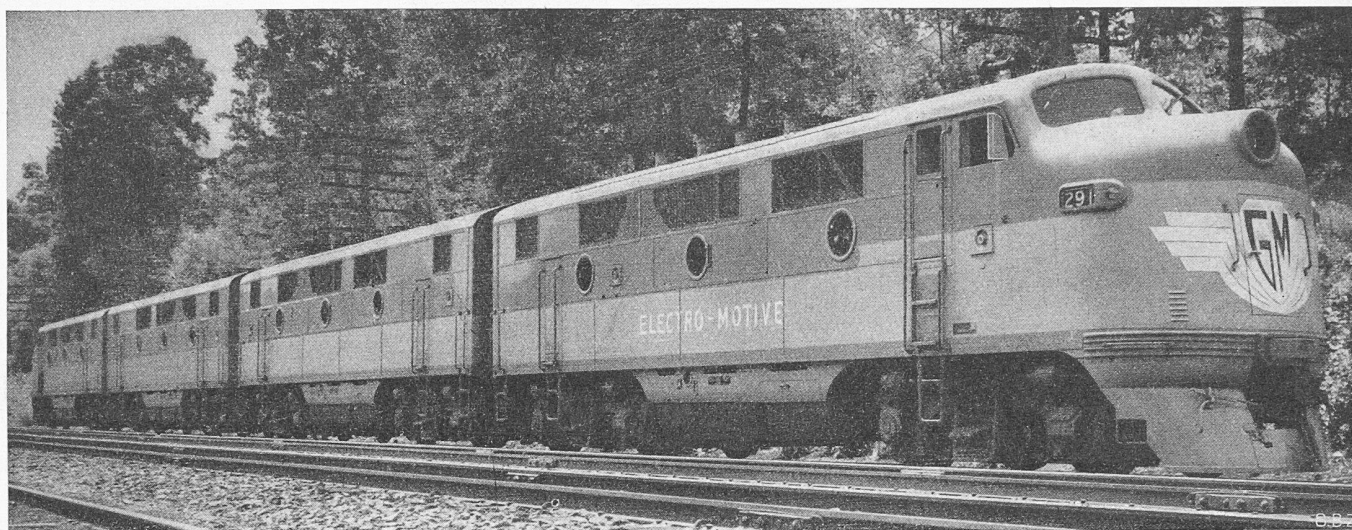


Bild 1. Diesel-elektrische Güterzuglokomotive der Electro Motive Corporation, bestehend aus vier Einheiten Typ F3 zu je 1500 PS

### 1. Allgemeines

Seit der Eröffnung der ersten Eisenbahnlinie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika im Jahre 1827 sind mehr als 100 Jahre verflossen, ohne dass die Vormachtstellung der Dampflokomotive durch andere Traktionsmittel ernstlich gefährdet worden wäre. Wohl sind in diesem Lande grosse Bahnelektrifikationen durchgeführt worden, vor allem bei folgenden Bahnen: Pennsylvania, Norfolk und Western, Virginian, Great Northern, Chicago Milwaukee St. Paul und Pacific, New York Central, New York New Haven und Hartford und Illinois Central. Sie haben aber in dem rd. 400 000 km umfassenden amerikanischen Bahnnetz infolge der hier herrschenden Verhältnisse nicht die Bedeutung erlangt, wie z. B. die Elektrifikation der SBB oder anderer ausseramerikanischer Bahnen. Ein Hauptgrund hierfür ist natürlich die Tatsache, dass die USA über enorme Kohlenlager verfügen, die bis vor wenigen Jahren die Bahnen mit verhältnismässig billigem Brennstoff versorgten. Weiter weisen viele Bahnlinien, hauptsächlich die im Westen des Landes liegenden, einen verhältnismässig schwachen Verkehr auf, und eine Elektrifikation würde sich dort nicht bezahlt machen.

Nach der Jahrhundertwende entstanden vor allem in Europa viele Dieselfahrzeuge. Ein Teil davon waren mit mechanischen oder hydraulischen Getrieben ausgerüstet. Dies traf besonders für kleinere Fahrzeuge zu, während grössere Einheiten mit elektrischer Uebertragung versehen wurden, da sich diese Uebertragungsart für grössere Leistungen (rd. 600 PS und mehr) als zuverlässig, sehr anpassungsfähig und für den schweren Bahnbetrieb als am besten geeignet erwies.

Im Jahre 1924 wurde in USA die erste diesel-elektrische Lokomotive in Betrieb genommen. Es handelte sich um eine Rangierlokomotive von 300 PS, die von den Firmen General Electric Company, American Locomotive Company und der Ingersoll Rand Company, gebaut wurde. Dieser Lokomotive folgten bald weitere mit Leistungen von 600 bis 900 PS, darunter auch Streckenlokomotiven. Die meisten von ihnen wurden von den obgenannten Firmen geliefert, einige Einheiten auch von den Baldwin Locomotive Works in Verbindung mit der Westinghouse Corporation. In dieser Zeit entstanden selbstverständlich auch eine grössere Anzahl Werk-Lokomotiven mit mechanischen oder elektrischen Getrieben, von denen jedoch hier nicht die Rede sein soll.

Etwa ums Jahr 1936 setzte eine gewaltige Entwicklung ein. Damals hatte die General Motors Corporation in den Werkstätten ihrer Tochterfirma, der Electro Motive Corporation, die serienmässige Herstellung von Diesellokomotiven aufgenommen. Tabelle 1, die der Zeitschrift «Railway Age» vom 3. Januar 1948 entnommen ist, zeigt deutlich die sprunghafte Entwicklung, die damals einsetzte, und deren Tempo sich bis auf den heutigen Tag eher noch beschleunigt hat.

Zum besseren Verständnis dieses Vorganges sind auch die Zahlen der bestellten Dampflokomotiven für die gleiche Zeit angegeben.

Tabelle 1. Uebersicht der seit 1929 in USA bestellten Lokomotiven

Jahr	Dampf	Diesel	Elektrisch	Total
1929	1055	80	95	1230
1930	382	18	21	421
1931	62	21	91	174
1932	5	7	—	12
1933	17	25	—	42
1934	72	37	76	185
1935	30	60	7	97
1936	435	77	24	536
1937	173	145	36	354
1938	36	160	29	225
1939	119	249	32	400
1940	207	492	13	712
1941	302	1104	38	1444
1942	363	894	12	1269
1943	413	635	—	1048
1944	74	680	3	757
1945	148	691	6	854
1946	55	989	8	1052
1947	79	2075	1	2155
Total	4027	8439	492	12958

Tabelle 2. In den Jahren 1946 und 1947 bestellte diesel-elektrische Lokomotiven nach Leistungen geordnet

Leistung *) PS	Anzahl Lokomotiven	
	Jahr 1946	Jahr 1947
8000	1	—
6000	101	144
4500	81	38
4000	9	17
3000	41	45
2000	60	178
1500	227	628
1000	221	684
600 bis 600	62	181
weniger als 600	35	35
Total	838	1950

\*) Die sämtlichen Leistungsangaben beziehen sich auf die Kupplung an der Diesel-Motorwelle.



Bild 2. Diesel-elektrische Schnellzuglokomotive der Fairbanks Morse Co., bestehend aus zwei Einheiten von je 2000 PS

Tabelle 3. Gesamter Bestand an Vollbahn-Lokomotiven in USA, Stand Oktober 1947

	Dampf	Diesel	Elektrisch
Rangierlokomotiven . . .	5 990	2841	111
Streckenlokomotiven . . .	29 268	1248	614
Total	35 258	4089	725

Von den hier aufgeführten Lokomotiven waren 3880 Stück für den Export bestimmt. Wie ersichtlich sind seit dem Jahr 1938 in jedem Jahr bedeutend mehr Diesel- als Dampflokomotiven bestellt worden. Wie diese Diesellokomotiven sich z. B. für die Jahre 1946 und 1947 auf die eingebauten Leistungen verteilen, geht aus Tabelle 2 hervor.

Tabelle 3 orientiert über den gesamten Bestand an Vollbahnlokomotiven in USA im Oktober 1947. Darnach standen insgesamt 40072 Lokomotiven im Dienst. Von den in den Jahren 1929 bis 1947 gebauten Diesellokomotiven (s. Tabelle 1) sind 4089 in Vollbahnen eingesetzt. Der Grossteil der restlichen 3950 Lokomotiven wird in industriellen Betrieben verwendet oder wurde exportiert. So wurden z. B. im Jahre 1947 allein 505 Diesellokomotiven von fremden Ländern (hauptsächlich Südamerika) in USA bestellt. Hievon sollen 305 Lokomotiven für die Argentinischen Staatsbahnen bestimmt sein.

Wie schon oben vermerkt, begann die Electro Motive Corporation

ums Jahr 1935 die Methoden der serienweisen Herstellung von Automobilen auch auf Diesellokomotiven anzuwenden. Sie entwickelte damals drei Lokomotivtypen, nämlich eine 660 PS-Rangiermaschine, eine 1350 PS-Güterzuglokomotive und eine 2000 PS-Schnellzuglokomotive. Der serienweise Bau dieser Fahrzeuge ermöglichte sehr kurze Lieferzeiten und ein einheitlich normalisiertes Produkt. Die neueste von dieser Firma gebaute Lokomotive ist eine Einheit von 1500 PS (Typ F3), die durch Aenderung des Uebersetzungsverhältnisses der Triebmotoren für Güter- oder Schnellzugdienst verwendbar ist.

Der Erfolg der Electro Motive Corporation veranlasste andere Lokomotivfirmen, ähnliche Fabrikationsmethoden anzuwenden. Heute pflegen die folgenden amerikanischen Firmen den serienweisen Bau von Diesellokomotiven:

- a) Electro Motive Corporation, La Grange, Ill.;
- b) American Locomotive Company, Schenectady, N. Y.;
- c) Baldwin Locomotive Works, Philadelphia, Pa.;
- d) Fairbanks Morse Company, Chicago, Ill.

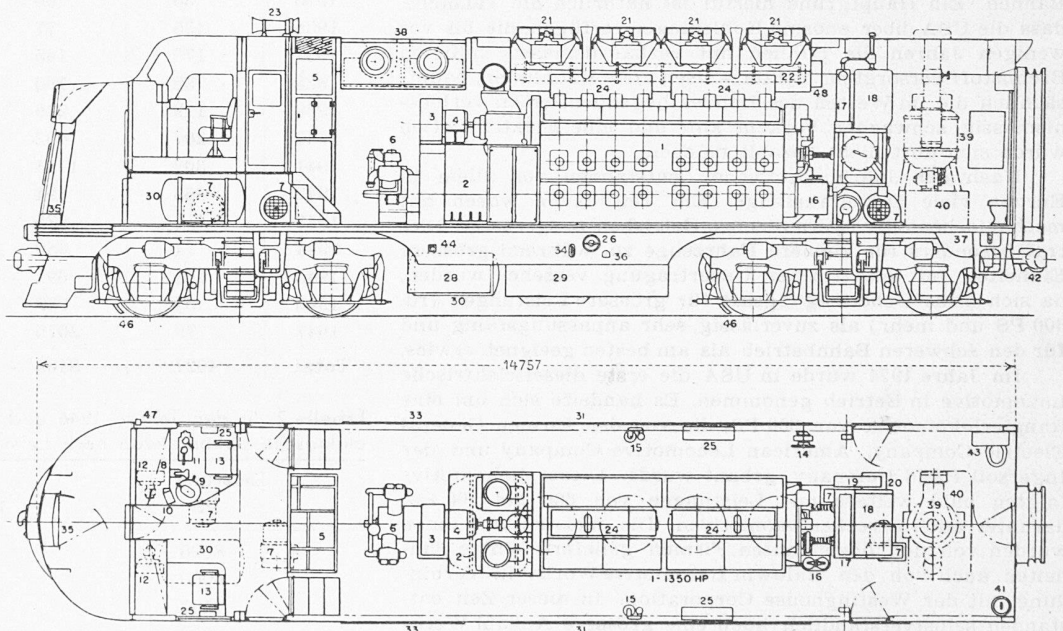


Bild 4. Führungseinheit Typ F3 der Electro Motive Corp. von 1500 PS, Masstab 1:110

Legende zu Bild 4

- 1 Dieselmotor
- 2 Hauptgenerator
- 3 Ventilator zu 2
- 4 Hilfsgenerator
- 5 Schalterschrank
- 6 Luftkompressor
- 7 Triebmotorventilator
- 8 Schalttafel
- 9 Kontroller
- 10 Registr.-Geschwindigkeitsmesser
- 11 Druckluft-Bremsventil
- 12 Heizelement
- 13 Führersitz
- 14 Handbremse
- 15 Brennstoff-Behälterventil mit Brandschutz
- 16 Schmierölfilter

- 17 Oelkühler
- 18 Kühlwasserbehälter
- 19 Instrumententafel zu 1
- 20 Lastregler
- 21 Kühlluftventilatoren
- 22 Wasserrückkühler
- 23 Pfeife
- 24 Auspuffsammler
- 25 Sandbehälter
- 26 Brennstoff-Einfüllstutzen
- 27 Vorderlampe \*)
- 28 Batterie
- 29 Brennstoffbehälter
- 30 Druckluftbehälter
- 31 Lufteintritt mit Klappen
- 32 Boiler-Wasser-Einfüllstutzen in Seitenwänden \*)
- 33 Lufteintritt für Maschinenraum
- 34 Standanzeiger für Brennstoff
- 35 Türe
- 36 Notabschluss für Brennstoff
- 37 Kühlwasser-Füllstutzen
- 38 Bremswiderstände mit Ventilatoren
- 39 Dampfkessel
- 40 Wasserbehälter zu 39
- 41 Wasserenthärter
- 42 Kupplung
- 43 Toilette
- 44 Stecker für Batterieladen
- 45 wie 32
- 46 Sanddüsen
- \*) Auf Bild unsichtbar



Bild 3. Diesel-elektrische Lokomotive der Baldwin Locomotive Works, Achsfolge 2 D<sub>0</sub> - D<sub>0</sub> 2 von 3000 PS

Es kann sich natürlich im Umfang dieses Aufsatzes nicht darum handeln, alle die von diesen Firmen gebauten Diesel-Lokomotiven im Einzelnen zu beschreiben. Vielmehr seien nur einige der von den verschiedenen Firmen verwendeten konstruktiven Prinzipien hervorgehoben.

Im Gegensatz zum Dampflokotivbau sind weitgehend die im Automobilbau üblichen Methoden verfolgt worden: Wie heute noch in Europa üblich, wurden früher auch in den USA die Dampflokotiv-Konstruktionen den Wünschen der verschiedenen Bahngesellschaften angepasst. So kam es dann vor, dass eine Lokomotive ein und der selben Leistung von einer Lokomotivfirma für zwei verschiedene Kunden in völlig verschiedener Ausführungsart gebaut werden musste. Dies verteuerte selbstverständlich die Maschinen, verlangte längere Lieferzeiten und war für die Haltung von Reserveteilen und den Unterhalt nicht erwünscht, von der unnötigen Verschwendung von Arbeitsstunden und Material gar nicht zu sprechen.

Jede Firma ging daher dazu über, nur noch bestimmte Lokomotivtypen zu bauen. Durch dieses Verfahren ist die Konkurrenz zwischen den Firmen immer noch gewahrt, und damit bleibt der Ansporn für die fortwährende Verbesserung erhalten. Naturgemäss ist es bei dieser Fabrikationsart nötig, das Betriebsprogramm und den Fahrplan dem Leistungsvermögen der Lokomotiven anzupassen. Dank den Mehrfachsteuerungen lässt sich auch bei wenigen Lokomotivtypen eine durchaus genügende Anpassung erreichen. So kann man bis vier Einheiten zu je 1500 PS bzw. 2000 PS zusammenkuppeln und auf diese Weise ein Leistungsgebiet von 1500 bis 6000 PS bzw. von 2000 bis 8000 PS mit genügend feiner Abstufung überdecken.

Die Vereinheitlichung wird weiter durch den Umstand gefördert, dass jede Lokomotivfirma nur gewisse Dieselmotortypen baut, die abgesehen von Verbesserungen an Einzelheiten möglichst lange beibehalten werden. Das Beschaffen von Reserveteilen wird dadurch wesentlich erleichtert, Kinder-

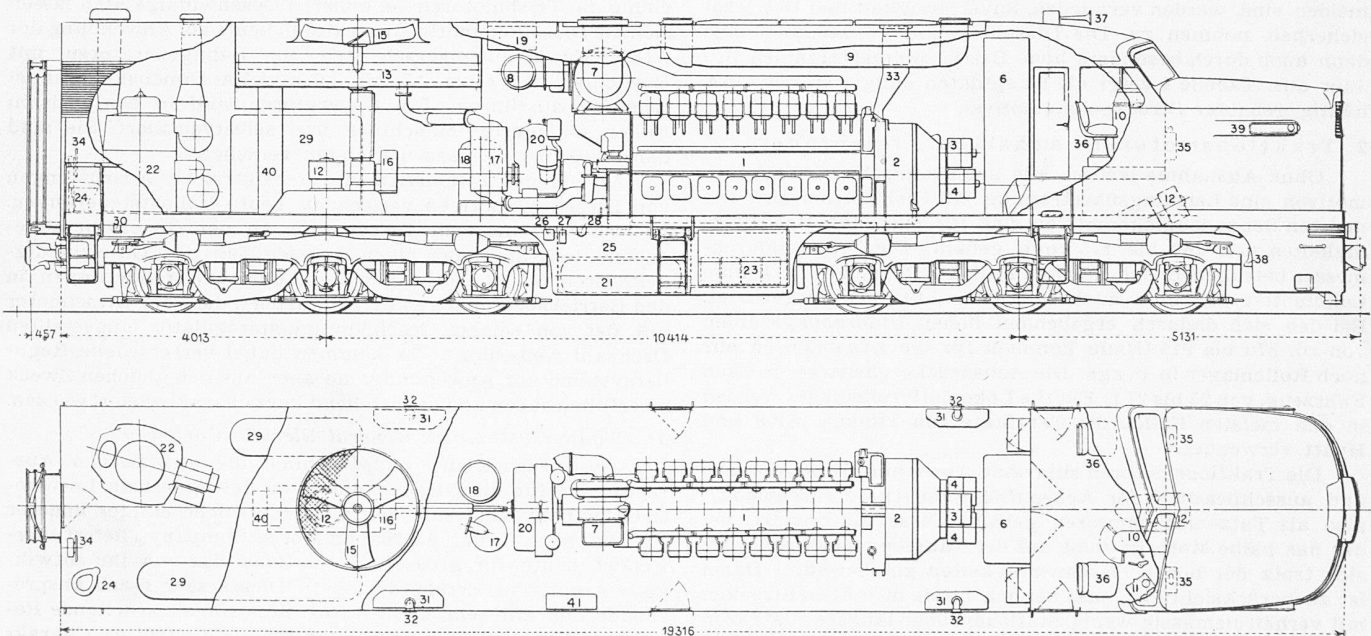


Bild 5. Führungseinheit der American Locomotive Co. von 2000 PS, Masstab 1 : 110.

Legende zu Bild 5

- |                                   |                                       |                               |                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1 Dieselmotor                     | 11 Bremsventil                        | 21 Hauptluftbehälter          | 32 Füllstutzen zu 31      |
| 2 Hauptgenerator                  | 12 Kühlluftventilator für 5           | 22 Dampfkessel für Zugheizung | 33 Kühlluftkanal zu 2     |
| 3 Erreger                         | 13 Wasserrückkühler                   | 23 Batterie                   | 34 Handbremse             |
| 4 Hilfsgenerator                  | 14 Luftklappen in Seitenwand zu 13 *) | 24 Toilette                   | 35 Heizelemente           |
| 5 Triebmotoren *)                 | 15 Ventilator zu 13                   | 25 Brennstoffbehälter         | 36 Führersitz             |
| 6 Schalterschrank                 | 16 Kupplung zu 13                     | 26 Füllstutzen zu 25          | 37 Signalpfeife           |
| 7 Aufladegeräusche                | 17 Schmieröl-Kühler                   | 27 Standanzeiger zu 25        | 38 Glocke                 |
| 8 Filter und Schalldämpfer zu 7   | 18 Filter zu 17                       | 28 Notabschluss zu 25         | 39 Nummerhalter           |
| 9 Bremswiderstände mit Ventilator | 19 Motor-Wasserbehälter               | 29 Wasserbehälter             | 40 Werkzeugschrank        |
| 10 Kontroller                     | 20 Luftkompressor                     | 30 Füllstutzen zu 29          | 41 Instrumententafel zu 1 |
|                                   |                                       | 31 Sandbehälter               | *) Auf Bild unsichtbar    |

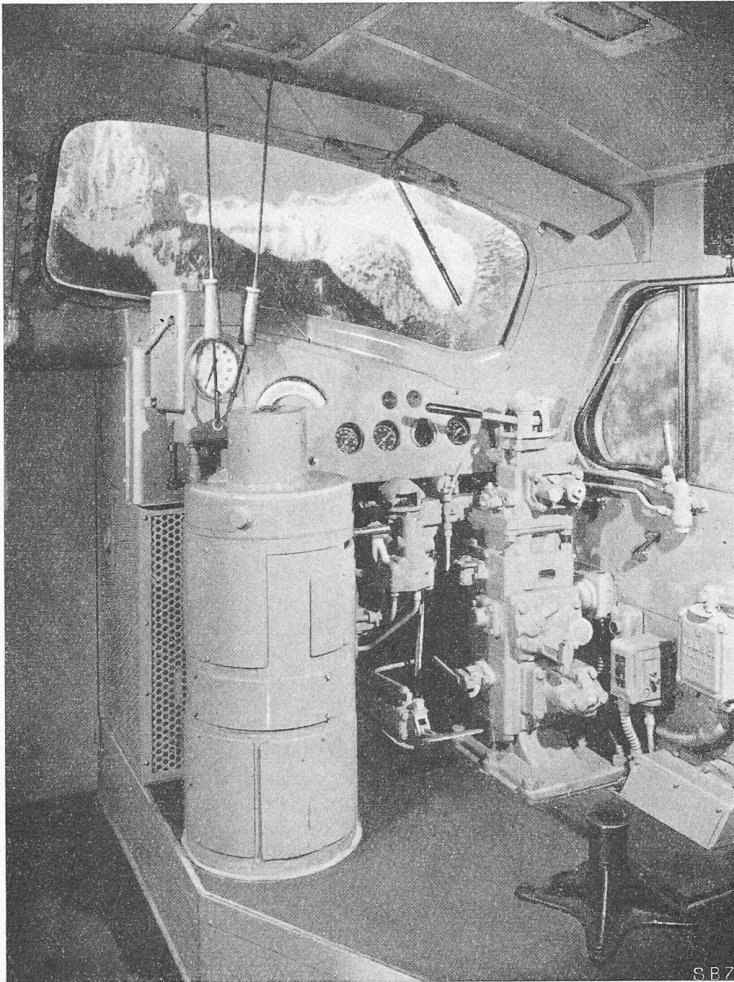


Bild 6. Führerstand der Lokomotive Typ F3 der Electro Motive Corp.

krankheiten, die bei Einführung neuer Typen kaum zu vermeiden sind, werden vermieden, Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit nehmen zu. Die Diesellokomotiven zeichnen sich denn auch durch besonders hohe Betriebskilometerzahlen pro Jahr aus. Tabelle 4 zeigt die Hauptdaten einiger in den USA häufig gebauter Streckenlokomotiven.

### 2. Traktionsmotoren, Achslager, Triebräder

Ohne Ausnahme weisen alle amerikanischen Diesellokomotiven eine Leistungübertragung mit Gleichstrom auf. Die meisten Schnellzuglokomotiven sind für maximale Geschwindigkeiten von 160 bis 175 km/h gebaut. Die Triebraddurchmesser betragen in den meisten Fällen 42" (1,067 m). Einige Lokomotivtypen sind auch mit 40" (1,019 m) ausgerüstet. Bei den sich dadurch ergebenden hohen Umdrehungszahlen von rd. 870 bis 915 U/min kommen für die Achsbüchsen nur noch Rollenlager in Frage. Die Achsdrücke variieren, je nach Fahrzeug, von 23 bis 27 t. Für die Lokomotivrollenlager werden in den meisten Fällen die Fabrikate von Timken, SKF und Hyatt verwendet.

Die Traktionsmotoren sind ohne Ausnahme Serie-Motoren und ausschliesslich für Achsaufhängung (nose suspension), also als Tatzenlagermotoren gebaut. Diese Motorenart, bei der das halbe Motorgewicht auf der Fahrzeugachse ruht, hat sich trotz der hohen Geschwindigkeiten gut bewährt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei den hiesigen langen Strecken mit verhältnismässig wenig Stationen über längere Distanzen mit hohen Geschwindigkeiten gefahren wird. Die amerikanischen Gleise sind allerdings meistens schwerer als europäische, was aber die Verhältnisse für den Achsmotor nicht unbedingt günstiger gestaltet. Bekanntlich spielt auch der Zustand des Gleises eine grosse Rolle.

### 3. Hauptgeneratoren und Leistungsregulierung

Parallel mit der Vervollkommnung der Diesellokomotive im allgemeinen ging auch eine entsprechende Entwicklung der Generatoren und der Steuersysteme. Mit wenigen Ausnahmen sind die hiesigen Diesellokomotiven mit Serie-Parallel-

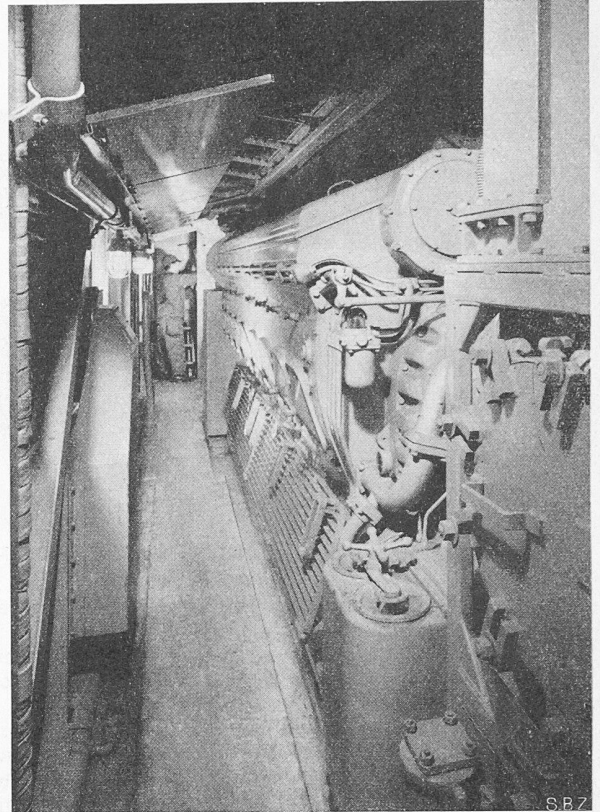


Bild 7. Maschinenraum der Lokomotive Typ F3 der Electro Motive Corp. (Bilder 1 und 4)

Schaltung der Triebmotoren ausgerüstet. Die Lokomotiven weisen ferner ohne Ausnahme einen grossen Dauerlast-Geschwindigkeitsbereich auf, in den meisten Fällen von etwa 25 bis 100 % des totalen Geschwindigkeitsbereiches.

In Verbindung mit der Serie-Parallelschaltung der Triebmotoren und der heute überall verwendeten Feldschwächung der Triebmotoren bei höheren Geschwindigkeiten lassen sich die Diesellokomotiv-Generatoren heute bei Anwendung der AIEE-Erwärmungsvorschriften für Bahngeneratoren mit Gewichten von etwa 2,7 bis 3,0 kg/kVA Dimensionierungsleistung ausführen. Die Generatoren sind in den meisten Fällen einlagerige Maschinen und selbstventiliert. Sie sind durchwegs mit Anlasswicklungen versehen.

Alle Konstruktionsfirmen für elektrische Ausrüstungen von Diesellokomotiven verwenden heute Vollaststeuerungen. Hierbei wird die vom Dieselmotor an den Generator abgegebene Leistung über einen grossen Teil des Geschwindigkeitsbereiches konstant gehalten, oder bei Aenderungen in den Betriebsbedingungen derart variiert, dass der Dieselmotor mit der von seinem Geschwindigkeitsregulator eingestellten Drehzahl weiterläuft. Es kommen dabei verschiedene Reglersysteme zur Anwendung, die aber alle den gleichen Zweck zu erfüllen haben und nachstehend kurz charakterisiert werden.

#### a) Reglersystem der General Electric Company

Diese Firma, die hauptsächlich die elektrischen Ausrüstungen für die Diesellokomotiven der American Locomotive Company, und zum Teil auch für solche einiger anderer Firmen, so z. B. der Fairbanks Morse Company, liefert, verwendet heute für grosse Lokomotiven das von ihr entwickelte Amplitudenerregersystem<sup>1)</sup>. Dieses sehr rasch ansprechende und mit sehr kleinen Regulierströmen arbeitende Reglersystem gibt dem Generator folgende wichtige Charakteristik:

1. Begrenzung und Regulierung des maximalen Anfahrstromes;
2. Begrenzung und Konstanthaltung der Dieselleistung unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit;
3. Begrenzung des maximalen Erregerstromes und der maximalen Generatorspannung.

<sup>1)</sup> «AIEE-Technical Paper», 47-37, December 1947, Developments in Diesel-Electric Traction Generator Excitation Control Systems by C. A. Brancke and G. H. Adams.



Bild 8. Diesel-elektrische Lokomotive der American Locomotive Co., bestehend aus drei Einheiten zu je 2000 PS

Das Amplidyne-Erregersystem wird auch zur Strom- und Spannungsregulierung während des elektrischen Bremsens verwendet.

b) *Reguliersystem der Baldwin Loc. Works und der Westinghouse Corp.*

Das in den von den Baldwin Werken und der Westinghouse Corp. gebauten Diesellokomotiven verwendete Reguliersystem ist dem von Schweizer-Firmen verwendeten Servo-Reglersystem in Kombination mit Differential-Erregung des Hauptgenerators sehr ähnlich und in seiner Wirkung gleich. Bei diesem System wird für eine bestimmte Dieselmotordrehzahl die Erregung des Hauptgenerators unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Wicklungstemperaturen oder der Leistungen der Hilfsbetriebe automatisch derart eingestellt, dass die Dieseldrehzahl konstant gehalten wird<sup>2)</sup>.

c) *Reguliersystem der Electro Motive Corporation (General Motors Corp.)*

Die Electro Motive Corporation verwendet für die Leistungsregulierung ihrer Fahrzeuge die klassische Servofeldreglersteuerung<sup>3)</sup>, bei dem die Regulierung des Hauptgenerators vom Regulator des Dieselmotors aus erfolgt und zwar derart, dass die eingestellte Dieseldrehzahl unter allen Bedingungen, also unabhängig von der Lokomotivgeschwindigkeit, der Hilfsbetriebsbelastungen oder der Wicklungstemperaturen der Triebmotoren und des Hauptgenerators konstant gehalten wird.

#### 4. Dieselmotoren

Die in den amerikanischen Diesellokomotiven verwendeten Dieselmotoren sind das Ergebnis jahrelanger Erfahrungen und fortwährender Vervollkommnung. Die oben erwähnten Diesellokomotivfirmen verwenden heute für ihre schweren Streckenlokomotiven hauptsächlich folgende Motoren:

a) *American Locomotive Company*

Ein aufgeladener Viertakt-V-Motor: Bohrung 228 mm, Hub 266 mm, Leistung für 12 Zylinder 1500 PS bei 1000 U/min, Leistung für 16 Zylinder 2000 PS bei 1000 U/min.

Der 1500 PS-Zwölfzylinder-Motor wird in einer normalisierten, vierachsigen Drehgestell-Lokomotive eingebaut. Bis zu vier solcher Einheiten mit und ohne Führerstände werden in Mehrfachsteuerung betrieben und bilden auf diese Weise sehr leistungsfähige Lokomotiven, bei denen alle Achsen angetrieben sind. Die Anfahrzugkraft dieser Lokomotiven ist daher verhältnismässig hoch.

Der 2000 PS-16-Zylinder-Motor wird in einer sechsachsigen Drehgestell-Lokomotive eingebaut. Der Lokomotivkasten ruht dabei auf zwei dreiachsigen Drehgestellen, von denen nur die zwei äusseren Achsen angetrieben sind.

<sup>2)</sup> «AIEE-Technical Paper», 47-36, December 1946. 3000 PS Diesel Electric Locomotive for the Seaboard Air Line Railway by D. R. Staples, T. L. Weybrew and C. A. Atwell.

<sup>3)</sup> Siehe Buch: Diesel Electric Locomotives by Charles Foell and M. E. Thompson, Fig. 4 bis 14, S. 74.

b) *Baldwin Locomotive Works*

Die Baldwin Locomotive Works verwenden für ihre schweren Streckenlokomotiven einen nach dem Büchi-Verfahren aufgeladenen Achtzylinder-Viertakt-Reihenmotor von folgenden Zylinder-Dimensionen: Bohrung 323,8 mm, Hub 393,7 mm, Leistung bei 625 U pro min 1500 PS. Zwei solche Dieselmotoren werden in eine Lokomotive mit der Achsanordnung 2 D<sub>0</sub>-D<sub>0</sub> 2 eingebaut. Diese 3000 PS-Lokomotive enthält gegenwärtig die grösste in USA in einem Kasten eingebaute Leistung.

c) *Electro Motive Corporation*

Die neuesten Streckenlokomotiven der Electro Motive Corporation sind mit den folgenden Zweitakt-V-Motoren ausgerüstet: Bohrung 216 mm, Hub 254 mm, Leistung für zwölf

Zylinder 1000 PS bei 720 U/min, Leistung für 16 Zylinder 1500 PS bei 720 U/min.

Der neueste Lokomotivtyp der Electro Motive Corporation ist eine B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Drehgestell-Maschine, Klasse F3, die mit einem 16-Zylindermotor von 1500 PS ausgerüstet ist, während die sechsachsigen 2000 PS-Drehgestell-Lokomotiven zwei Zwölfzylinder-Motoren von je 1000 PS aufweisen.

d) *Fairbanks Morse Company*

Diese Firma, die über bedeutende Erfahrungen im Dieselmotorenbau verfügte, nahm nach Ende des letzten Krieges den Bau von diesel-elektrischen Lokomotiven auf. Bis heute hat sie bereits eine grosse Anzahl solcher Lokomotiven verschiedener Leistungen geliefert. Für ihre Streckenlokomotiven entwickelte sie einen Zweitakt-Gegenkolbenmotor mit ölgekühlten Kolben, Bohrung 206 mm, Hub 254 mm, Leistung für acht Zylinder 1500 PS bei 850 U/min, Leistung für zehn Zylinder 2000 PS bei 850 U/min.

#### 5. Hilfsbetriebe

Bei den Hilfsbetrieben zeigt sich je nach dem Fabrikat der Lokomotiven eine grosse Mannigfaltigkeit. Bei vielen älteren Lokomotiven wurden die Ventilatoren für die Wasserkühler und die Triebmotoren sowie der Bremsluftkompressor vom Dieselmotor unter Zwischenschaltung von Keilriemengetrieben und Transmissionswellen angetrieben. In einigen Fällen ist der Bremsluftkompressor direkt mit dem Dieselmotor zusammengebaut. Hilfs- und Erregergeneratoren werden in den meisten Fällen mittelst Keilriemen von der Hauptgeneratorwelle angetrieben, so dass hierfür kleine, schnelllaufende Maschinen verwendet werden können.

Neuerdings macht sich das Bestreben bemerkbar, die Hilfsbetriebe elektrisch anzutreiben. Dies bedingt aber grössere Hilfsgeneratoren und eine teurere Anlage. Man hat auch zur Vereinfachung der Ausrüstungen und zur Verbilligung des Unterhaltes neue Diesellokomotiven mit von Dreiphasen-Kurzschlussmotoren angetriebenen Wasserkühler- und Triebmotor-Ventilatoren ausgerüstet. Zum Antrieb dieser Wechselstrommotoren muss nun allerdings wieder ein mit dem Hauptgenerator gekuppelter Dreiphasengenerator vorgesehen werden. Die Drehzahl der von diesem Generator angetriebenen Hilfsmotoren ändert sich naturgemäss mit der Drehzahl des Dieselmotors.

Die Gleichstromspannung der Hilfsbetriebe wird überall mit Spannungsreglern konstant gehalten. Für die Akkumulatoren-batterien werden in allen Fällen nur Bleibatterien verwendet; die Spannung beträgt in den meisten Fällen 64 V (32 Zellen).

Alle für Passagierzüge verwendeten Lokomotiven sind mit vollautomatisch arbeitenden Dampfkesseln der Vapor Car Heating Co., Chicago, Ill., versehen, deren Arbeitsdruck allgemein rd. 17 atü beträgt. Das am meisten verwendete Modell liefert rd. 900 kg Dampf pro Stunde. Da jede Lokomotiveinheit einen solchen Dampfkessel aufweist, ergeben sich für die Mehrfacheinheiten, die für schwerere Züge verwendet werden müssen, von selbst auch grössere Dampfmen-gen.

Tabelle 4. Charakteristische Daten verschiedener amerikanischer diesel-elektrischer Lokomotiven

Firma	ALCO *)	ALCO *)	Baldwin	Electro Motive Corporation	Electro Motive Corporation	Fairbanks Morse
Totale Motorleistung PS	1500	2000	3000	1500	4500	2000
Achsanordnung . . . . .	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>	A <sub>0</sub> 1 A <sub>0</sub> -A <sub>0</sub> 1 A <sub>0</sub>	2 D <sub>0</sub> -D <sub>0</sub> 2	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>	3 × (B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> )	A <sub>0</sub> 1 A <sub>0</sub> -A <sub>0</sub> 1 A <sub>0</sub>
Anzahl Einheiten . . . . .	1	1	1	1	3	1
Anzahl Dieselmotoren . . . . .	1	1	2	1	3	1
Zylinderzahl pro Motor . . . . .	12	16	8	16	16	10
Gesamtgewicht . . . . . t	105,000	138,500	260,000	104,000	312,000	156,500
Leistungsgewicht . . . . . kg/PS	70	69,25	86,6	69,4	69,4	78,25
Gesamtlänge . . . . .	15,7	20,0	27,9	15,0	45,0	19,8
Anzahl Achsen . . . . .	4	6	12	4	12	6
Anzahl Triebachsen . . . . .	4	4	8	4	12	4
Adhäsionsgewicht . . . . . t	105,000	92,400	186,400	104,000	312,000	109,000
Raddruck . . . . . t	13,25	11,60	11,65	13,00	13,00	13,62
Raddurchmesser . . . . . m	1,016	1,016	1,067	1,016	1,016	1,067
Zugkraft { Anfahren . . . . . t	26,25	23,20	46,50	26,00	78,00	28,00
{ Dauerleistung t	15,90	12,00	20,60	9,54	28,60	13,40
Geschwindigkeit { bei Dauerleistung . km/h	20,9	40	33	35,4	35,4	34,7
	129	190	137	164	164	155

\*) ALCO = American Locomotive Company

## 6. Elektrische Bremsung

Seit einigen Jahren erhalten Strecken-Diesellokomotiven oft elektrische Widerstandsbremsen. Die Schaltung ist meistens derart getroffen, dass die Triebmotorenfelder einer Einheit in der Bremsschaltung elektrisch in Serie geschaltet sind, und vom Hauptgenerator bei der Leerlaufdrehzahl des Dieselmotors erregt werden. Die Triebmotoren arbeiten in dieser Schaltung als fremderregte Generatoren auf forciert gekühlte Bremswiderstände. Die Regulierung der Bremsleistung erfolgt dabei durch Verändern der Erregung des Hauptgenerators. Wenn in einem Fahrzeug zwei Hauptgeneratoren vorhanden sind, so wird nur einer für die Bremserrregung verwendet. Die Bremsausrüstung ist meistens derart bemessen, dass die volle Bremsleistung ungefähr über den gleichen Geschwindigkeitsbereich wie die Dauerleistung der Lokomotive entwickelt werden kann. Die Bremsleistung ist dabei gleich der im Motorbetrieb abgegebenen Dauerleistung der Lokomotive.

## 7. Mechanische Teile

Entsprechend der amerikanischen Lokomotivpraxis sind die mechanischen Teile der Diesellokomotiven sehr schwer ausgeführt. Die Drehgestellrahmen bestehen mit wenigen Ausnahmen in Stahlguss-Konstruktion, während die Lokomotiv-Unterrahmen in den meisten Fällen geschweisst sind. Der Kastenunterrahmen ist in Verbindung mit den Gerüsten der Seitenwände zu einem Brückenträger ausgebildet. Die Seitenwände sind in vielen Fällen fest mit den Gerüsten verschweisst, in anderen Fällen wegnehmbar, wobei sie aus leichtem stahlarmiertem Sperrholz (Metalplywood) bestehen.

## 8. Zukunftsaussichten für diesel-elektrische Lokomotiven

Gegenwärtig stehen bei den amerikanischen Bahnen diesel-elektrische Lokomotiven mit einer Gesamtleistung von rd. 7 Mio PS im Betrieb. Einige grössere Bahngesellschaften haben ihren gesamten Schnellzugbetrieb auf diesel-elektrische Traktion umgestellt. Andere sind daran, den Güterzugbetrieb mit Diesellokomotiven zu bewältigen. Vor einigen Monaten hat sich die American Locomotive Company auf den ausschliesslichen Bau von Diesellokomotiven umgestellt und die Electro-Motive Corporation hat seit 1936 überhaupt nur solche Fahrzeuge hergestellt. Man rechnet damit, dass bis zum Jahre 1955 rd. 40 Mio PS in Diesellokomotiven eingebaut und im Betriebe sein werden.

Diese Umstellung auf Diesellokomotiven hat natürlich auch ihre Schattenseiten. Der Dieselölverbrauch der amerikanischen Bahnen wird enorm steigen. Die bekannten Oelvorkommen der USA sind gar nicht etwa unerschöpflich und man fragt sich schon heute, wie die Bahnen in einem zukünftigen Krieg bei dem enormen Brennstoffverbrauch der Armeen betrieben werden sollen.

Andererseits verfügen die USA über ganz enorme Kohlenvorräte; man spricht von Zahlen, nach denen für 3000 Jahre

genügend Kohle vorhanden sein soll. Es sind aus diesem Grunde auch ernsthafte Bestrebungen im Gang, kohlenbrennende Gasturbinenlokomotiven herzustellen. Zwei solcher Gasturbinenlokomotiven von rd. 4000 PS Leistung sind gegenwärtig in Fabrikation. Die Preise von Dieselöl (8 bis 10 cents per Gallone, je nach Ort) und Kohle (4 bis 5 \$/t) liegen heute schon derart, dass die kohlenbrennende Gasturbinen-Lokomotive ein scharfer Konkurrent der Diesellokomotive werden könnte. Immerhin werden in Gebieten, wo Kohle auf grosse Distanzen zugeführt werden muss, wie z. B. im Westen, öl-brennende Diesel- oder Gasturbinen-Lokomotiven das Traktionsfahrzeug der Zukunft für Streckenlokomotiven sein.

Tabelle 4 zeigt einige interessante Vergleichswerte von heute in den USA meistens gebauten Streckenlokomotiven.

## Der unsymmetrische Dreigelenkbogen

DK 624.072.325

In ihrer Zeitschrift Nr. 3 vom 15. Januar 1949 hat Prof. Dr. F. Stüssi darauf aufmerksam gemacht, dass der unsymmetrische Dreigelenkbogen anwendbar sein könnte als Ersatz für Verspannvorrichtungen, wie sie bei den stählernen Mittelöffnungen der SBB-Rheinbrücke bei Eglisau (90 m) und, einige Jahre später, bei der BT-Sitterbrücke bei Bruggen (120 m) angewendet wurden. Seither sind solche Verspannvorrichtungen noch bei mehreren kleinen Brücken der schweizerischen Privatbahnen ausgeführt worden, also bei gegebenen, im Betrieb befindlichen Bauten. Bei neu zu erstellenden Bauten dürften jeweils besondere Verhältnisse vorliegen, wofür die Darlegungen von Prof. Stüssi reiche Anregungen bieten.

Ich gelangte zur Idee der Verspannvorrichtung durch die Veröffentlichung von Prof. Mehrrens in seinem Buche Vorlesungen über Ingenieurwissenschaften, II. Teil, Eisenbrückenbau, 1. Bd., 1908, S. 617/26: Ueber die 1877/78 erstellte Elbebrücke bei Riesa der Linie Leipzig-Dresden. Dort hat Köpcke die aber von Anfang an vorgesehene Entlastungsvorrichtung des Untergurtes dieser Brücke angeordnet und die Untergurtkräfte der zusammengekoppelten Parabelträger (3 × 100 + 47,4 m) für Eigengewicht künstlich durch belastete Hebel aufgehoben und auf die Widerlager übertragen. Bei der Rheinbrücke bei Eglisau wurde durch die Verspannvorrichtung auch eine erwünschte Entlastung des Untergurtes erzielt. Durch Tieflegung der Angriffspunkte von Verspannvorrichtungen könnte auch der Obergurt entlastet werden, sodass ein unterspannter Balken entstünde.

Bei der Verwendung von Dreigelenkbogen im Hochbau darf daran erinnert werden, dass der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN) seinerzeit das System der Viergelenkbogen patentiert wurde, das bei unsymmetrischen Kräften (z. B. Wind) so wirkt, dass jeweils, infolge entsprechender Formänderung, ein Gelenk automatisch ausgeschaltet wird, was wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen kann.

Dr. A. Bühler, Bern