

Die Lokomotive der Zukunft : Entwicklung und Bedeutung der dieselektrischen Zugförderung

Autor(en): **Niklitschek, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **5 (1950)**

Heft 11

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654314>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Lokomotive der Zukunft

Entwicklung und Bedeutung der dieselelektrischen Zugförderung

Von Ing. A. Niklitschek

Der Sieg Stephensons mit seiner „Rocket“ bei dem berühmten Lokomotiv-Wettrennen zu Rainhill am 27. September 1825 erwies sich für die weitere Entwicklung der Landfahrzeugtechnik von wirklich schicksalhafter Bedeutung. Fürs erste war dadurch der Dampflokomotive die grundlegende Bauform gegeben, die den Sieg des Schienenfahrzeugs über das Straßenfahrzeug in nicht zu widerlegender Weise dokumentierte, und rasch erlahmte jedes weitere Interesse daran, die Dampfmaschine auf leichteren, schienenfreien Fahrzeugen zu verwenden. Die Landstraßen, seit Jahrtausenden die wichtigsten Landverkehrswege der Menschheit, verfielen in eine Art Dornröschenschlaf, der beinahe ein volles Jahrhundert dauerte. Darüber hinaus aber war auch für die Lokomotive eine Bauform gefunden worden, die sich als derart vollkommen erwies, daß keiner der im nachfolgenden gefundenen Verbesserungsvorschläge durchdringen konnte. In der Tat stellen selbst die neuesten nordamerikanischen Dampflokomotivmonstren, so sehr sie sich in ihren riesigen Abmessungen von der halb spielzeughaft anmutenden „Rocket“ unterscheiden, nichts anderes vor als eben ins Riesen-

hafte entwickelte Varianten der „Urlokomotive“ Stephensons.

Andrerseits freilich waren sich die Techniker in den letzten Jahrzehnten längst im klaren, daß das Ende der Dampflokomotive nicht mehr fern sein könne. Vor allem aus zwei Gründen. Zunächst war die dampfgetriebene Lokomotive zu groß, zu stark geworden. Man war sozusagen an einer obersten Grenze angelangt, die nicht mehr zu überschreiten war, weil die Materialfestigkeiten dies nicht zuließen. Besonders die überriesigen nordamerikanischen Konstruktionen erwiesen sich nicht nur als derart kompliziert, empfindlich und überdies für den Erhaltungszustand der befahrenen Geleise derart vernichtend, daß der Ruf nach Abhilfe immer dringender wurde. Außerdem setzte sich immer mehr der Gedanke durch, daß es unverantwortlicher Leichtsinns sei, hoch- und höchstwertige Kohlen in derartigen Massen auf den Rosten verhältnismäßig unwirtschaftlich arbeitender Lokomotivfeuerungen zu verbrennen, von den anderen Nebenfaktoren, wie der Unsauberkeit des Betriebes, der Rauchbelästigung der Umgebung usw. erst gar nicht zu reden. Lange Zeit hindurch war man da der Ansicht,

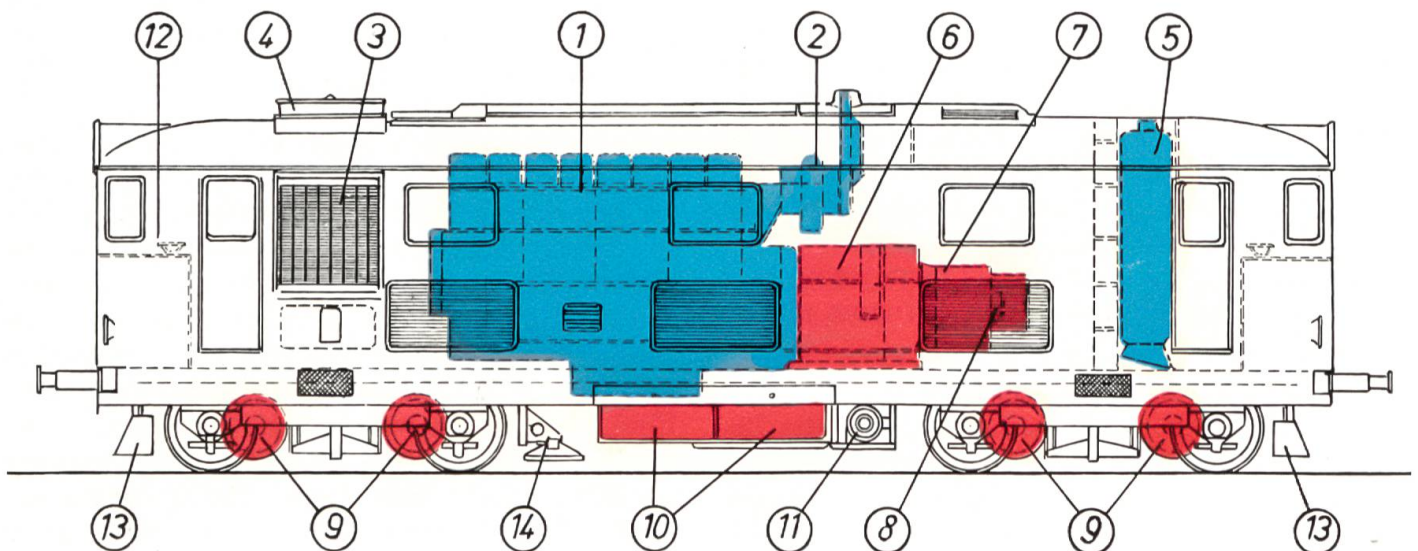


Abb. 1. Der Grundaufbau einer dieselelektrischen Lokomotive (schematisch). Die Teile der Dieselmotoranlage sind blau, die elektrischen Teile rot dargestellt. Es bedeuten: 1 = Dieselmotor, 2 = Aufladegebläse (Kompressor), 3 = Wasser- und Schmierölkühler, 4 = Kühlerventilator, 5 = Haupt-Brennstoffbehälter, 6 = Gleichstrom-Hauptgenerator, 7 = Einphasenstrom-Heizgenerator, 8 = Gleichstrom-Hilfsgenerator, 9 = Triebmotoren, 10 = Anlaßbatterien, 11 = Motorkompressor (vornehmlich für die Druckluftbremse), 12 = Führerstand, 13 = Schneebleche

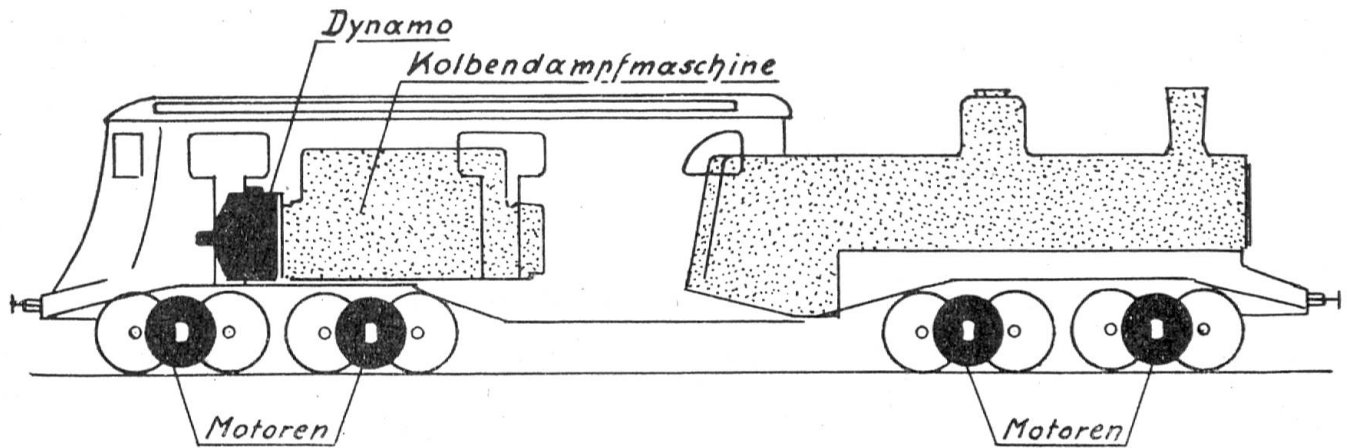


Abb. 2. Die erste dampfelektrische Lokomotive System Heilmann (1900)

daß unstreitig der elektrischen, so vollkommenen Lokomotive die Zukunft gehören werde. Aber auch da gab es bald eine ziemliche Ernüchterung. Denn der elektrische Betrieb mit seinen umfangreichen Stromerzeugungs- und Fortleitungsanlagen, seiner großen Empfindlichkeit und Vielteiligkeit erwies sich vor allem einmal wesentlich teurer als der Dampfbetrieb, so daß die Rentabilität nur für gewisse sehr verkehrsdichte Strecken gegeben war. Auch erhoben sich genug warnende Stimmen, die dasselbe wie von der Vergeudung der Kohle hier behaupteten: es sei unverantwortlich, die teure elektrische Energie im Bahnbetrieb zu verschleudern. Selbst mit natürlichen Wasserkraften reich gesegnete Länder mußten es bald einsehen, daß diese Rechnung meist stimmte. Und erst seit etwa zwei Jahrzehnten hat es die Praxis gezeigt, daß die Lösung dieses großen Problems von einer ganz anderen Seite zu erwarten sei. Nämlich von der dieselelektrischen Lokomotive her. Die Geschichte dieser Erfindung ist so eigenartig, daß es sich lohnt, darauf mit einigen Worten einzugehen.

Schon in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts war im Kopf des deutschen Ingenieurs Rudolf Diesel der Gedanke gereift, einen Motor zu bauen, der unmittelbar mit feinpulverisierter Kohle betrieben werden könnte. Von der Industrie stark gefördert, widmete sich Diesel Jahrzehnte hindurch der Weiterentwicklung seines Motors, wobei er allerdings bald feststellen mußte, daß sich die ursprüngliche Idee der Kohlenstaubverbrennung als nicht durchführbar erwies, der Motor jedoch mit schweren, sonst kaum verwertbaren Ölen betrieben, eine außerordentlich hohe Wirtschaftlichkeit erreichen ließ. Allein es dauerte bis zum Jahre 1897, bevor der erste Dieselmotor praktisch brauchbare Form angenommen hatte, und dann

war er auch noch so schwer, daß er nur als ortsfeste Maschine in Verwendung kommen konnte. Seine Wirkungsweise ist kurz folgende: Im Motorenzylinder wird die angesaugte Luft derart stark verdichtet, daß sie sich bis auf etwa 500°C erhitzt. In diese heiße Luft wird nun mit Hilfe einer kleinen Druckförderpumpe der Brennstoff eingespritzt, der sich augenblicklich entzündet und durch seine Verbrennung im Zylinder den zum Vortrieb des Kolbens notwendigen Druck erzeugt. Dadurch wird eine außerordentlich günstige Ausnützung der im Brennstoff enthaltenen Energie erzielt. Während z. B. bei der Kolbendampfmaschine im Mittel nur 20% (im praktischen Lokomotivbetrieb meist gar nur 5 bis 10%) des Brennstoff-Wärmeinhalts verwertet werden, der Benzinmotor üblicher Bauart (Otto-Motor) es auf etwa 20% bringt, sind mit dem Dieselmotor Wirkungsgrade bis zu 35% erreichbar, was hier um so schwerer wiegt, als überdies der notwendige Brennstoff, das „Dieselöl“ eine Art Abfallprodukt bei der Benzinerzeugung vorstellt und an sich sehr billig ist. Dafür hat freilich der so wirtschaftlich und billig arbeitende Dieselmotor andere schwerwiegende Nachteile. Er arbeitet vor allem so „starr“ und „hart“, das heißt, ist in seiner Umdrehungszahl so wenig regelbar, daß ein un-

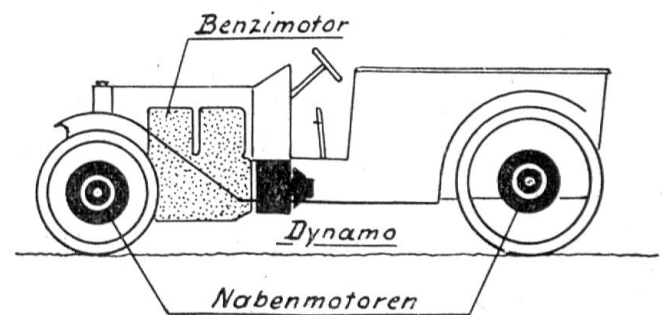


Abb. 3. Schema eines Kraftfahrzeugs nach dem System „Electro-mixte“ (um 1905)

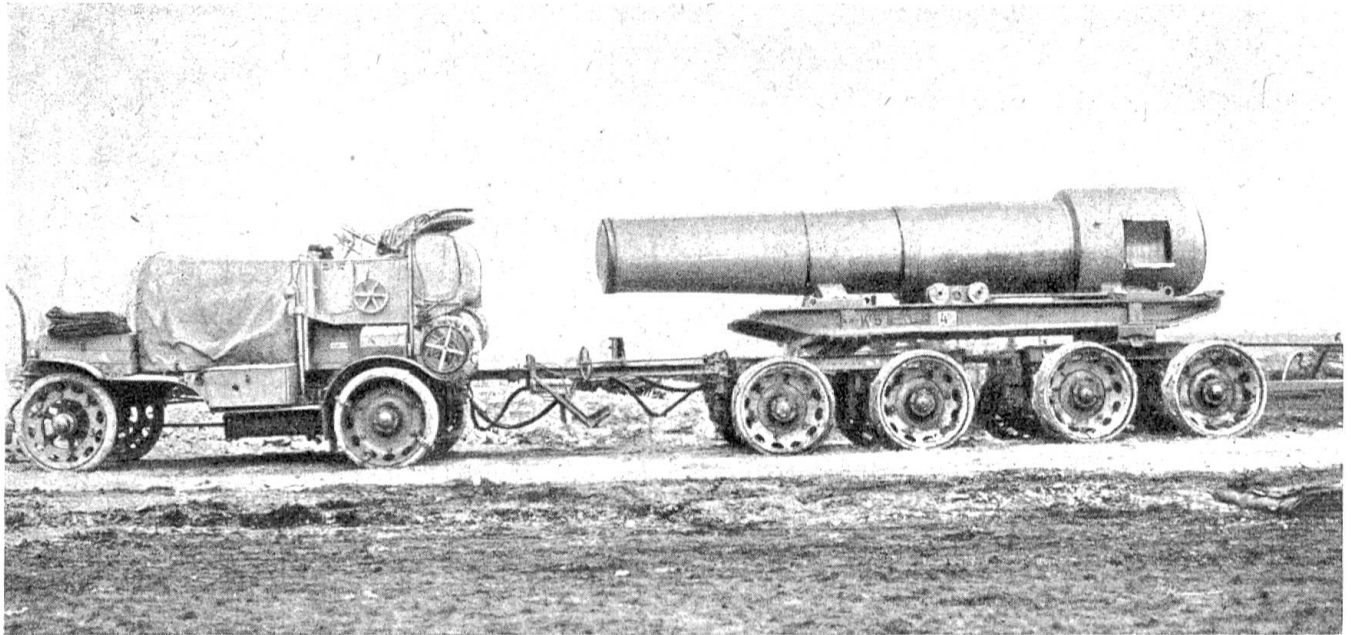


Abb. 4. Die berühmteste und großartigste Durchbildung des „Electro-mixte“-Systems im Kraftfahrzeugbau bildeten die sogenannten „C-Züge“ von Austro-Daimler, die in der k. u. k. österreichisch-ungarischen Armee zum Transport der schweren Belagerungsgeschütze von 24 bis 42 cm Kaliber verwendet wurden. Dargestellt ist hier der Rohrwagen einer 38-cm-Haubitze, links der Generatorwagen

mittelbarer Antrieb von Fahrzeugen durch ihn gar nicht in Frage kommt. Das Verkehrswesen vor allem hatte deswegen noch lange Zeit nichts von dem neuen großartigen Motor, ja Diesel selbst, an sich und den Wert seiner Erfindung verzweifelnd, verübte im Jahre 1913, finanziell schwer bedrängt, Selbstmord.

Inzwischen war aber eine andere originelle Idee aufgetaucht und wurde im Bau der Straßenfahrzeuge wie Eisenbahnfahrzeuge mit wechselndem Erfolg versucht. Es war die Zwischenschaltung der elektrischen Kraftübertragung zwischen dem Motor und die angetriebenen Räder. Der Motor selbst trieb erst eine stromerzeugende Dynamomaschine an, deren Strom die mit den Rädern verbundenen Elektromotoren in Bewegung setzte. Damit war zwischen Motor und Rad eine ideale, weiche und feinst abstimmbare und umsteuerbare Kraftübertragung dazwischengeschaltet, die alle Wünsche der Praxis mehr als befriedigte. Schon bei der Weltausstellung in Paris im Jahre 1900 machte eine von dem französisch-deutschen Ingenieur Heilmann entworfene „elektrische“ Lokomotive beträchtliches Aufsehen (Abb. 2). Sie bestand im wesentlichen aus einem Lokomotivkessel üblicher Bauart, dessen Dampf aber in einer stehenden Mehrfachexpansionsmaschine zur Arbeit gelangte. Diese trieb einen Gleichstrom-generator an, dessen Strom wieder Elektro-

motoren antrieb, die unmittelbar auf die Radachsen einwirkten. Ein praktischer Erfolg war dieser gewiß genialen Konstruktion nicht beschieden. Vor allem war es ja an und für sich überflüssig, zwischen die so hochelastische, leicht umsteuerbare Kolbendampfmaschine und die Räder die komplizierte elektrische Kraftübertragung einzuschalten. Dann krankte die ganze Maschine noch an allerlei Übeln, deren schwerstwiegendes der geringe Wirkungsgrad war. Die an und für sich vierteilige und schwerfällige Konstruktion fraß „in sich“ zuviel Energie hinein, und von den an der Dampfmaschine gemessenen 900 PS kamen nur etwa 500 an den Radumfängen zur Wirkung. Tatsächlich kam diese interessante Maschine nie in den praktischen Verkehr.

Weit erfolgreicher aber erwies sich dieselbe Idee im damals noch recht jungen Automobilebau. Da war es vor allem die von dem kürzlich in Stuttgart verstorbenen berühmten Konstrukteur Dr.-Ing. h. c. F. Porsche hochentwickelte und unter der Bezeichnung „Electro-mixte System Lohner-Porsche“ bekannte Bauart, die weitestgehende Anwendung erfuhr. Das Prinzip war dasselbe wie bei der Heilmann-Lokomotive. Der Benzinmotor des Autos trieb eine Dynamomaschine an, deren Strom die in den Radnaben untergebrachten Elektromotoren in Bewegung setzte (Abb. 3). Bis etwa zum Jahre 1930 waren derartige Wagen

vielfach im Betrieb und bewiesen so die praktische Verwendbarkeit dieses Systems. Seine leistungsfähigste und berühmtgewordene Ausführung aber erfuhr es in der Artillerie des österreichisch-ungarischen Heeres. Zum Transport schwerster Belagerungsgeschütze entwarf Dr. P o r s c h e nämlich die sogenannten „C-Züge“, bei denen die einzelnen Lasten eines schweren Geschützes auf Wagen montiert waren, deren Räder durch Elektromotoren angetrieben wurden (Abb. 4). Den dazu notwendigen Strom lieferte ein Zugwagen, dessen 150-PS-Motor eine entsprechend starke Dynamomaschine antrieb. Dadurch war eine Beweglichkeit des sowohl auf Schienen als auch auf der Straße fahrbaren Zuges gegeben, der mit anderen Mitteln einfach nicht zu erreichen gewesen wäre. Bis zu fünf derartiger Züge waren notwendig, um ein einziges Geschütz von 38 oder 42 cm Kaliber transportieren zu können, eine technische Großleistung, die noch heute kaum überboten dasteht. Dennoch kam man aber in der Folgezeit von diesem „E l e c t r o - m i x t e -

S y s t e m“ immer mehr ab. Denn die Benzinmotore wurden geradeso wie die mechanischen Getriebe ständig verbessert, so daß es nicht mehr notwendig war, die immerhin teure und verwickelte elektrische Zwischenanlage zu verwenden. Dafür begann sich diese elektrische Kraftübertragung im Verein mit dem inzwischen ununterbrochen weiter entwickelten Dieselmotor im Eisenbahnwesen einzuführen, wo sie sich nach langen Mißerfolgen derart bewährte, daß es seit etwa 1930 ziemlich feststeht, die neugeschaffene dieselektrische Lokomotive werde nicht nur das ungeheuere Erbe der Dampflokomotive antreten, sondern auch der voll-elektrischen Lokomotive, die ihren in der Ferne erzeugten Strom durch die Fahrtdrahtleitung erhält, sehr gefährliche Konkurrenz machen. Vor allem aus zwei Gründen: Der dieselektrische Betrieb irgendeiner Strecke ist nämlich nicht nur unverhältnismäßig billiger, sondern auch betriebssicherer als der vollelektrische.

Sehen wir uns nun einmal eine moderne dieselektrische Lokomotive



Abb. 5. Ein von einer Diesellokomotive gezogener Güterzug der „Southern Railway“ (USA.)

genauer an. Auch hier hat die Praxis so etwas wie eine allgemeingültige Grundbauart entstehen lassen, die mit nur ganz geringfügigen Änderungen heute beinahe auf der ganzen Welt gleichartig ausgeführt wird (Abb. 1). Als Kraftquellen werden meistens stehende Motoren mit 12 bis 16 Zylindern verwendet, die auf eine oder zwei Motorwellen arbeiten. Meist geht man über eine Leistung von etwa 1000 PS je Motor nicht hinaus, da sowohl die beschränkten Abmessungen als auch konstruktive Rücksichten die Herstellung größerer Einheiten nicht ratsam erscheinen lassen; bei größeren Leistungen werden eben mehrere Motoren verwendet. Unter Zwischenschaltung einer elastischen Kupplung sind die Motoren mit entsprechend großen elektrischen Generatoren verbunden. Ein großer Generator ist für die Erzeugung des Motorenstromes vorgesehen, auf derselben Welle befinden sich dann eine Erregerdynamomaschine und fallweise auch ein Generator für die Erzeugung des Heizstromes. Wegen der besonders günstigen Eigenschaften der Gleichstrommotoren

verwendet man fast ausschließlich Gleichstrom, nur die Heizgeneratoren erzeugen Einphasenwechselstrom. Eine ziemlich verwickelte, nahezu vollautomatische elektrische Steuervorrichtung sorgt dafür, daß bei den schwankenden Belastungen sowohl der Dieselmotor als auch der Hauptgenerator unter den ihnen zusagenden Bedingungen arbeiten. Die Spannung des Motorenstromes variiert und erreicht im Höchsfalle etwa 500 bis 700 Volt. Wie heute auch im Bau der Elektrolokomotiven, wendet man hauptsächlich den Einachsantrieb an, das heißt, jede Achse wird von einem passend eingebauten Gleichstrom-Hauptschlußmotor angetrieben, wogegen früher im Bau von elektrischen Lokomotiven die Verwendung eines oder nur zweier starker, großer Elektromotoren üblich war, die ihr Drehmoment durch Kuppelstangen auf mehrere Achsen verteilten. Wegen der vielfältigen Nachteile der Stangenverwendung ist man indes von dieser Bauart heute meist völlig abgegangen. Allerdings erfordert der Einbau der schweren Einzelmotoren in die Achsen eine

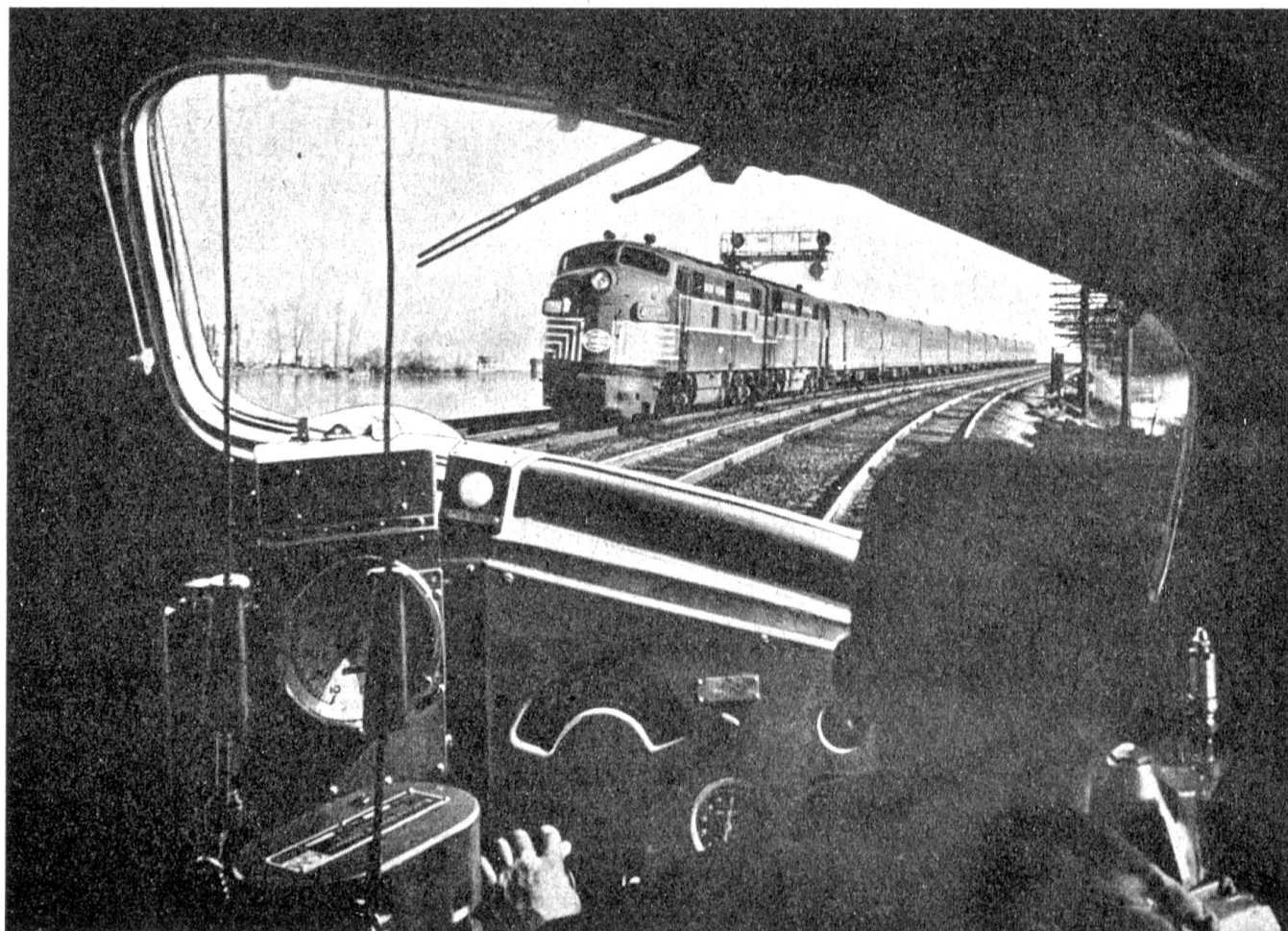


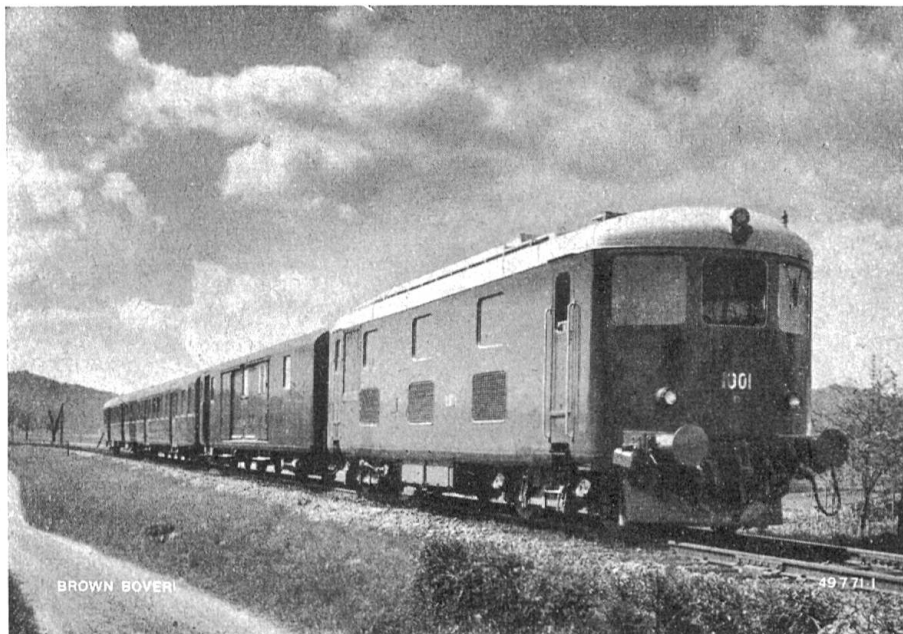
Abb. 6. Blick vom Führerstand einer modernen amerikanischen Expresszuglokomotive mit dieselektrischem Antrieb auf eine entgegenkommende Maschine gleicher Bauart

Abb. 7. 1200 PS dieselelektrische Lokomotive der Schweizerischen Bundesbahn (erbaut von Brown-Boveri & Cie., Baden)

ganz besondere, nicht gerade einfache Bauart, um die erheblichen Gewichte der Motoren abfedern zu können. Die Ausführungen mit Hohlwellen und federnden Kupplungen beherrschen heute das Feld.

In den USA. sind schon Maschinen bis zu 6000 PS Leistung ausgeführt worden, die im wesentlichen aus drei ständig miteinander gekuppelten Einheiten bestehen. Bei diesen Riesenausführungen kommen die Vorteile des dieselelektrischen Betriebes am stärksten zur Geltung. Denn diese Maschinen arbeiten sehr gleichmäßig, die schweren Stöße und Erschütterungen des Geleises, die bei der Dampflokomotive durch das Spiel der hin und her gehenden Massen und die Wirkung der in den Rädern eingebauten Gegengewichte hervorgerufen werden, fallen vollständig weg, so daß die bei sehr starken Kolbendampflokomotiven schon verhängnisvoll argen Zerstörungen am Oberbau vermieden werden. Dazu kommt noch ein kostensparender Betrieb, da der Brennstoff außerordentlich billig ist und alle Instandhaltungsarbeiten am Dampfkessel, dessen Reinigung und ständige Reparatur sowie alle Rostinstandhaltungsarbeiten völlig in Fortfall kommen. Dem vollelektrischen Betrieb gegenüber hat die dieselelektrische Lokomotive den enormen Vorteil, von jedem Kraftwerk und jeder kostspieligen Stromzuleitungsanlage völlig unabhängig zu sein, ein beinahe entscheidender Faktor, wenn man die ungeheuren Beträge ins Auge faßt, die zur Errichtung von Bahnstromanlagen, den Unterstationen und den verwickelten Fahrdradleitungen notwendig sind. „Billiger als Dampf und besser als elektrisch!“ Auf diese einfache Formel haben die Amerikaner die Vorteile des dieselelektrischen Betriebes zusammengefaßt; eine Wahrheit, die schon aus der schematischen Gegenüberstellung der Wirkungsgrade unserer wichtigsten Wärmekraftmaschinen hervorgeht und durch die erwähnte Kostspieligkeit der elektrischen Anlagen noch stärker unterstrichen wird.

Faßt man alle Faktoren zusammen, so ergibt sich heute etwa folgendes Übersichtsbild:



1. Dampfbetrieb

Vorteile: Maschinen sehr einfach und robust; sie können wechselweise auf den verschiedensten Strecken eingesetzt werden, sofern diese nur dem Gewichte der Lokomotiven angepaßt sind.

Nachteile: In den Maschinen wird sehr hochwertiger Brennstoff nur unvollkommen verbrannt, daher vielfach sehr teuer und vom Standpunkt der Gesamtwirtschaft höchst unökonomischer Betrieb. Bei sehr starken Ausführungen der Maschinen sind schwere Beanspruchungen und rascher Verschleiß der Schienenanlagen (des Oberbaues) nicht zu umgehen. Belästigung der Reisenden und der Umgebung durch Rauch und Ruß, erhebliche Inbrandsetzungsgefahr durch Funkenflug.

2. Vollelektrischer Betrieb

Vorteile: Maschinen sind sehr vollkommen und nützen die zugeleitete Energie ausgezeichnet aus. Stärkste Leistungen sind leicht erreichbar, die Geleiseanlagen werden weitgehend geschont. Keine irgendwelche Belästigung oder Gefährdung der Reisenden und der Umgebung, reinlichster von allen Betrieben, erhebliche Geschwindigkeiten sowie dichte Zugfolge sind leicht erreichbar.

Nachteile: Wegen der Anlage eigener Elektrizitätswerke, eigener Umformerstationen und einer sehr teuren Streckenausrüstung stellt sich der Betrieb oft sehr teuer und ist meist überhaupt nur dort möglich, wo reiche natürliche Wasserkräfte zur Verfügung stehen. Die

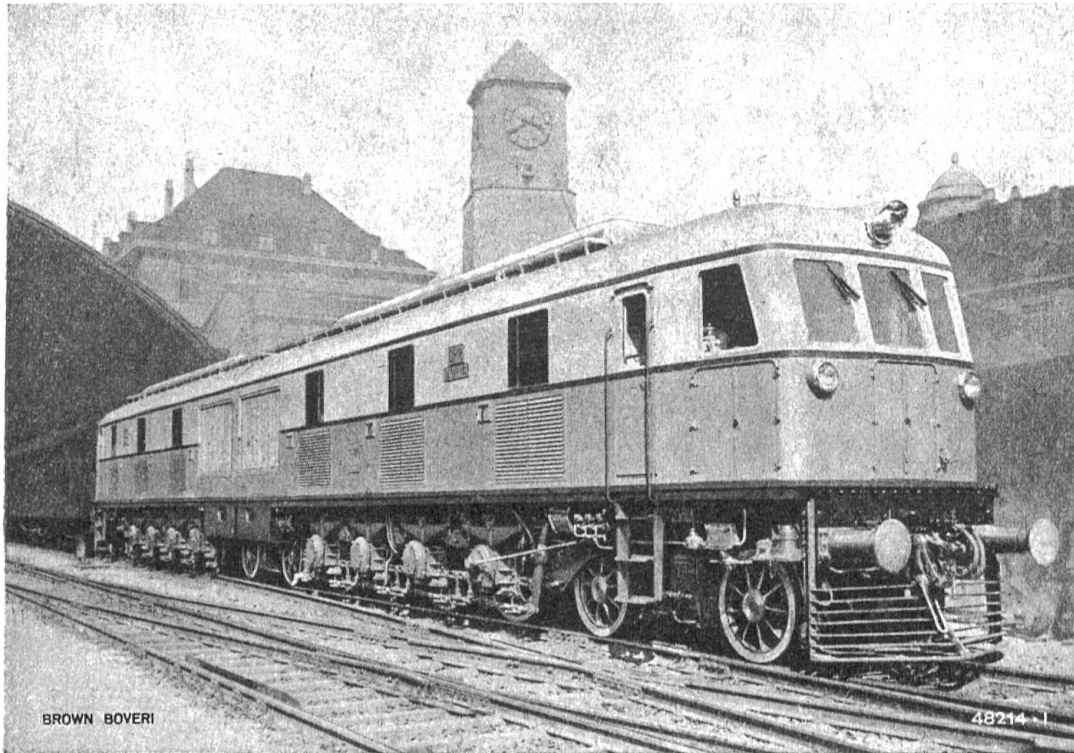


Abb. 8. 4400 PS
dieselelektrische
Lokomotive der Ru-
mänischen Staats-
bahn (erbaut von
Brown-Boveri &
Cie., Baden)

(Zeichnungen vom
Verfasser, Photos:
Archiv u. Werkphoto
Brown-Boveri)

elektrische Zugsförderung ist nur auf eigens eingerichteten Strecken möglich und wegen der Vierteiligkeit der Gesamtanlage Störungen weit mehr unterworfen als der Dampf- oder der dieselelektrische Betrieb.

3. Dieselelektrischer Betrieb

Vorteile: Die Lokomotiven sind von der Streckenausrüstung vollständig unabhängig und können auf bisher mit Dampf betriebenen Strecken sofort in Verkehr gesetzt werden. Als Brennstoff wird nur minderwertiges, billiges Material verbraucht und dieses mit einem hohen Wirkungsgrad ausgenutzt. Der Betrieb stellt sich demnach sehr billig, auch werden die Geleiseanlagen geschont. Leistungen, wie sie bisher von den stärksten Dampflokomotiven erreicht wurden, sind auch mit dem dieselelektrischen Betrieb leicht zu verwirklichen.

Nachteile: Die Lokomotiven sind vierteilig und kompliziert. Geringe Rauchbelastigung der Reisenden.

So etwa liegen die Verhältnisse heute. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß sich schon in naher Zukunft das Bild immer mehr zugunsten der dieselelektrischen Lokomotive verschieben wird, die heute schon dran und drauf ist, einen Siegeszug ohnegleichen über die ganze Welt anzutreten. Und imponierende Zahlen sind es, die diesen technischen Sieg der neuen Lokomotive illustrieren. Nach einer kürzlich

veröffentlichten Schätzung der „Interstate Commerce Commission“ haben die amerikanischen Bahnen durch Einführung des Dieselantriebes im Jahre 1948 324,4 Millionen Dollar erspart. Die vollständige Umstellung auf Diesellokomotiven würde nach derselben Quelle eine Gesamtersparnis von 803,8 Millionen Dollar jährlich ergeben. Dementsprechend wurden im ersten Halbjahr 1950 nur mehr Diesellokomotiven, und zwar 1108 Stück in Auftrag gegeben, wogegen sich im gleichen Zeitraum 1949 unter insgesamt 310 bestellten Lokomotiven noch 7 elektrische und 13 Dampflokomotiven befanden. Ja, man ist in den USA. sogar schon so weit, daß man sogar Diesellokomotiven auf elektrisch ausgerüsteten Strecken in Verkehr nimmt und da und dort ernstlich daran denkt, elektrifizierte Strecken wieder abzubauen.

Damit aber scheint auch das Schicksal der alten Kolbendampfmaschine, die es in erster Linie war, die den unerhörten Triumph der modernen Technik einleitete und die sich in ihrer Form als Dampflokomotive am längsten zu bewähren mußte, endgültig besiegelt zu sein, zumal die dieselelektrische Lokomotive in ihrer heutigen Form, das heißt mit Kolben-Dieselmotor versehen, ja auch nur eine Zwischenlösung vorstellen dürfte, die schon sehr bald durch die Verwendung von Verbrennungsturbinen weitere Vervollkommnung erfahren wird.