

# Fortschritte im Bau elektrischer Lokomotiven

## Wagenteil

Von Dr. techn. K. Sachs, Baden

Die Ausdehnung des elektrischen Bahnbetriebes hatte eine starke Entwicklung der elektrischen Triebfahrzeuge zur Folge. Bemerkenswerte Neuerungen wurden beim Wagenteil und bei der elektrischen Ausrüstung geschaffen<sup>1)</sup>. Als Antrieb hat sich im allgemeinen der Einzelachsantrieb durchgesetzt, dessen Ausführungen verglichen werden. Dann werden Neuerungen an Drehgestellen und Einzelteilen des Wagenteils beschrieben.

### Antrieb

Die Ausbildung des Wagenteils wird am stärksten beeinflusst von der Art des verwendeten Antriebes. Hier ist insofern eine Klärung eingetreten, als im allgemeinen keine Lokomotiven mit Stangen als Übertragungs- und Kuppelrichtungen mehr gebaut wurden. Ausgenommen sind ausgesprochene Verschubmaschinen, Schmalspurlokomotiven für große Zugkraft und geringe Geschwindigkeit, weiter die aus Gründen der betriebstechnischen Einheitlichkeit unverändert fortgesetzte Reihe der IC1-Lokomotiven der Schwedischen Staatsbahnen und die 1D1- und F-Lokomotiven der Ungarischen Staatsbahnen (M. A. V.), die schon durch das angewendete Stromsystem eine Sonderstellung einnehmen und mit dem *Kandösch* Dreistangenantrieb ausgerüstet sind. Der Einzelachsantrieb hat sich fast unumschränkt durchgesetzt. Dabei stehen bei fest im abgefederten Rahmen gelagertem Antriebsmotor zur Aufnahme der Relativbewegungen zwischen abgefedertem und nicht abgefedertem Teil zwei Arten von Übertragungseinrichtungen in scharfem Wettbewerb: die allseitig beweglichen Kupplungen mit Gelenkhebelüber-

tragungen und die Kupplungen mit Federn als elastische Übertragungsmittel. Dieser Gruppe steht der elastisch im Rahmen aufgehängte Tatzenlagermotor gegenüber.

### Antrieb mit Gelenkhebelkupplungen

Von der großen Zahl der neu ersonnenen Kupplungen mit Gelenkhebelübertragung, die durch Zeitschriften und Patentanmeldungen bekannt geworden sind, wurde nur ein geringer Teil wirklich ausgeführt. Die Kupplung der Cie. Generale de Construction de Locomotives, Paris, Abb. 1 bis 3, besteht im wesentlichen aus einem Rhombus-Rahmen. Die kulissenartig ausgebildeten Eckpunkte liegen je zu zweit diametral gegenüber und vermitteln einerseits den Anschluß von der Hohlwelle her, andererseits zum Triebrad hin. Je eine an jedem Achsstummel angeordnete Ölpumpe fördert das Öl zu den Triebachslagern und über eine Durchbohrung der Radachse nach den Kulissenleitflächen. Diese auf die alte Oldham-Kupplung zurückgehende Bauart wird erstmalig bei den beiden 2D<sub>2</sub>-Schnellzuglokomotiven Reihe E 701 der Paris-Orléans-Bahn (P. O.) angewendet. Bei dieser Bauart arbeitet je Triebachse ein Zwillingmotor einseitig mit gefederten Ritzeln auf das mit der Hohlwelle fest verbundene, gefederte große Zahnrad.

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu den letzten Bericht von K. Sachs, Z. VDI Bd. 78 (1929) S. 677.

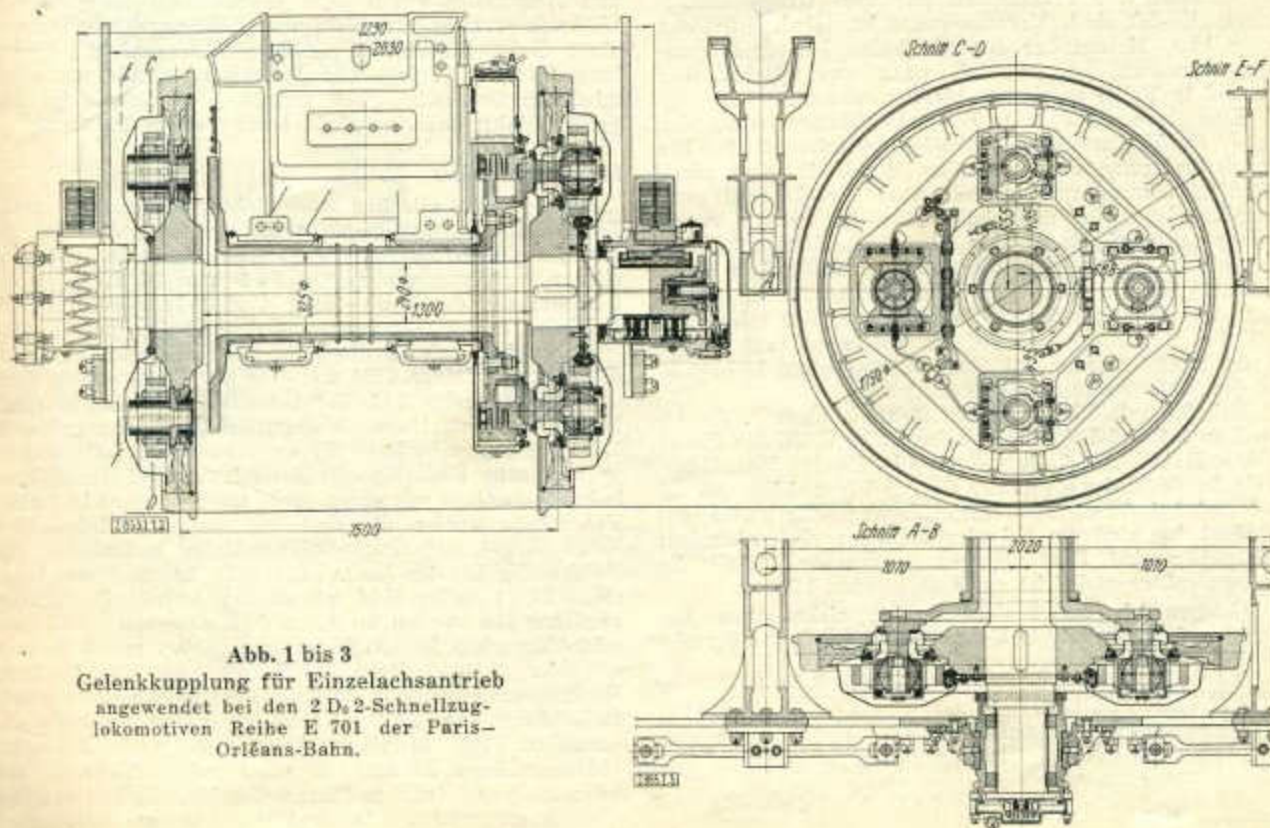


Abb. 1 bis 3  
Gelenkkupplung für Einzelachsantrieb  
angewendet bei den 2D<sub>2</sub>-Schnellzug-  
lokomotiven Reihe E 701 der Paris-  
Orléans-Bahn.



Um die Gefahr des Schleuderns der einzelnen Triebachsen zu vermindern, sind hier bei jeder der beiden vorderen und der beiden hinteren Triebachsen die Ritzel der einander zugekehrten Zwillingsmotorhälften (Motoranker) über ein Übertragungsrad mit festem, d. h. ungefedertem Radkranz gekuppelt.

Bei einer weiteren 2 D<sub>0</sub> 2-Schnellzuglokomotive der Reihe E 703 der gleichen Bahnverwaltung wird jedes der beiden Triebachsatzpaare durch einen Drillingsmotor angetrieben. Die äußeren beiden Anker des Motordrillings arbeiten auf die beiden benachbarten Triebachsen, während das Ritzel des mittleren Ankers in ein auf einer Blindwelle sitzendes Übertragungsrad eingreift, das nach rechts und links mit den Zahnrädern der Triebäder kämmt<sup>2)</sup>. Der Mittelanker arbeitet also zur Hälfte auf die beiden Triebachsen. Die verwendete Gelenkkupplung besteht aus zwei Hebelpaaren, die miteinander einen rechten Winkel bilden, von denen ein Hebel den Anschluß zur Hohlwelle, der andere den Anschluß zum Triebad vermittelt. Beide Hebelsysteme sind durch einen kräftigen Lenker verbunden, der den Triebachsstummel augenartig umschließt. Die Kupplung ist zweiebenig ausgeführt<sup>3)</sup>; die Gelenkverbindungen sind zur Vermeidung jeglicher Schmierung in Form von Büchsen aus besonderem Kautschuk ausgeführt. Auch hier soll das vom Mittelanker angetriebene Zwischenrad, das auf beide Triebäder arbeitet, ein Schleudern der einzelnen Triebäder hintanhaltend. Die Verwendung des sperrigen Drillingsmotors, dessen Gehäuse schwierig zu formen und zu gießen ist, erlaubt die Schaltung der sechs Motoren in drei Gruppen für die Geschwindigkeitsregelung, während bei nur vier Motoren entsprechend vier Triebachsen nur zwei Gruppenschaltungen möglich sind. Voraussetzung ist dabei, daß jeder Motor bzw. Motoranker für die halbe Fahrdrachtspannung bemessen ist, so daß stets zwei Motoranker dauernd in Reihe geschaltet bleiben müssen.

Eine bemerkenswerte Fortentwicklung nahm der von J. Buchli herrührende BBC-Einzelachsantrieb. Die Einzelschmierung des Antriebes durch eine zwei-zylindrige Exzenterpumpe mit zwei Druck- und zwei Saug-Kugelventilen, die vielleicht nicht immer zuverlässig war, wurde durch eine selbsttätige Umlaufschmierung mit Überlaufrohr ersetzt. Abb. 4 und 5 zeigen einen Radsatz<sup>4)</sup> mit einer in dieser Weise ausgeführten Kupplung. Das Anbringen einer Pumpe war hier schwierig, weil der Antrieb innerhalb des Radsatzes angeordnet wurde. Damit werden bei diesem Antrieb die Hohlwelle und der Außenrahmen unvermeidlich.

Bei den mit BBC-Einzelachsantrieb nach J. Buchli versehenen 2 D<sub>0</sub> 2-Lokomotiven der Reihe E 503 der Paris-Orléans-Bahn, Abb. 6, die von der Cie. Electro-Mécanique, Paris, in Verbindung mit der Cie. de Fives, Lille, gebaut sind und bei denen der Antrieb beiderseitig außen angeordnet ist, sind die Schmierpumpen noch vorhanden; gleichzeitig sind Überlaufrohre vorgesehen, damit die Pumpen später vielleicht entfernt werden können.

Gelegentlich der Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der Strecke Orléans - Tours wurde die Strecke

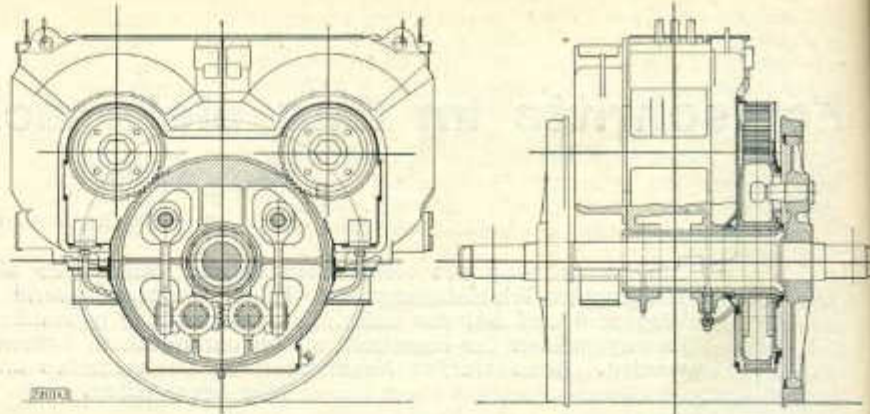


Abb. 4 und 5. Gelenkkupplung für Einzelachsantrieb.  
Anordnung innerhalb des Radsatzes mit Hohlwelle.

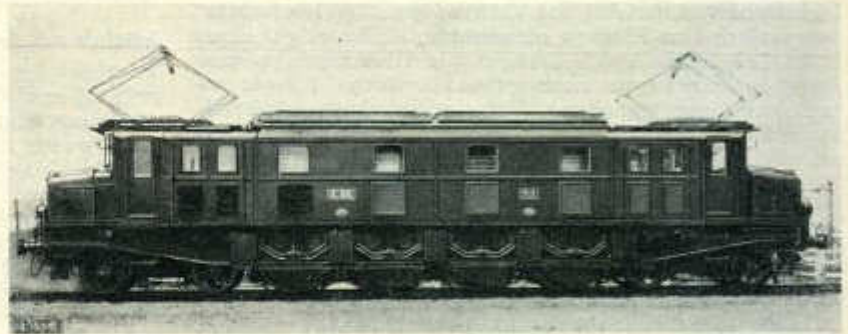


Abb. 6. 2 D<sub>0</sub> 2-Schnellzuglokomotive  
Reihe E 503 der Paris-Orléans-Bahn  
mit Einzelachsantrieb.

Paris - St. Pierre des Corps (233 km) von einem von der Lokomotive E 502 geführten Zug von 500 t Anhängelast in 115 min durchfahren, was einer mittleren Geschwindigkeit von 121 km/h entspricht. Zwischen Monnerville und Angerville wurde eine Höchstgeschwindigkeit von 152 km/h erreicht. Im November 1933 durchfuhr der von einer dieser Maschinen geführte Südexpress die 100 km lange Strecke Juvisy - Les Aubrais in 40 min, was einer mittleren Geschwindigkeit von 150 km/h entspricht. Die größte Fahrgeschwindigkeit betrug dabei 158 km/h.

#### Federtopfantrieb

Unter den allseitig beweglichen Kupplungen unter Zuhilfenahme von Federn steht der von Kleinow geschaffene Federtopfantrieb der AEG heute an Bedeutung obenan, der, von den zwei 2 D<sub>0</sub> 1- und 38 Stück 1 D<sub>0</sub> 1-Lokomotiven der Reihe E 21 und E 17 der Deutschen Reichsbahn ausgehend, auch in Amerika in großem Ausmaß Eingang gefunden hat, und zwar bei den 2 C<sub>0</sub> 2-Lokomotiven der Reihen 4701 und 4755 der Pennsylvania-Bahn und bei den zehn 2 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub> 2-Lokomotiven Reihe 0351 der New York, New Haven & Hartford-Bahn. Der größeren Leistung wegen besitzen die amerikanischen Lokomotiven je Rad acht Federtöpfe, während man bei den Reichsbahnlokomotiven mit deren sechs ausgekommen ist. Fünf Federtöpfe werden die Radsätze der 2 D<sub>0</sub> 2-Lokomotive Reihe E 704 der Paris-Orléans-Bahn aufweisen. Die Reichsbahn hat im Jahre 1931 zehn Lokomotiven Achsfolge 1 C<sub>0</sub> 1 Reihe E 04 mit diesem Antrieb in Auftrag gegeben; sie wurden im Jahre 1933 abgeliefert und dem mitteldeutschen Bezirk überwiesen, Abb. 7 und 8 (gebaut von der AEG). Zwei Maschinen sind für 130 km/h Höchstgeschwindigkeit bemessen; eine Lokomotive dieser Reihe führte am 28. Juni 1933 einen Zug von 309 t Anhängelast von München über Ulm nach Stuttgart (Streckenlänge 241 km) in einer reinen Fahrzeit von 146 min, was einer mittleren Geschwindigkeit von rd. 99 km/h entspricht. Die erreichte Höchstgeschwindigkeit

<sup>2)</sup> Französ. Patent (P. P.) Nr. 710 963 Schweiz. P. Nr. 158 422 (Constructions Electriques de France).

<sup>3)</sup> P. P. 782 466, 782 510 (Constructions Electriques de France). In dreiebniger, sonst aber grundsätzlich gleicher Form ist diese Kupplung von der ehemaligen Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort, verschweisweise bei einem Drehgestell der 2 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 2-Lokomotiven Reihe 242. AE der P. L. M.-Bahn ausgeführt worden.

<sup>4)</sup> Der 2 B<sub>0</sub> 2 + 2 B<sub>0</sub> 2-Lokomotiven der Reihe 7854 der Pennsylvania Railroad.





Abb. 7. 1 Co 1-Schnellzuglokomotive  
Reihe E 04 der Deutschen Reichsbahn-  
Gesellschaft  
mit Federtopf-Antrieb.

Die Maschine erzielte auf der Strecke Ulm-  
Stuttgart 151,5 km/h Höchstgeschwindigkeit.

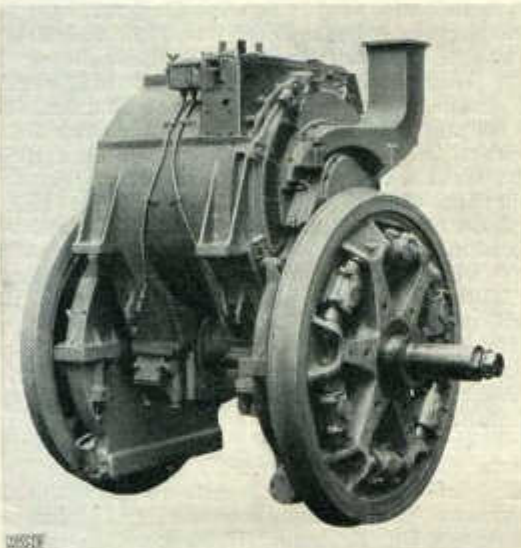


Abb. 8. Radsatz der 1 Co 1-Lokomotive, Abb. 7,  
Reihe E 04 der Deutschen Reichsbahn-  
Gesellschaft.

betrug 151,5 km/h. Weitere elf Maschinen dieser Reihe für 130 km/h Höchstgeschwindigkeit sind z. T. bereits abgeliefert, z. T. noch im Bau, ebenso zwei 1 D<sub>0</sub> 1-Lokomotiven Reihe E 18 für 140 km/h Höchstgeschwindigkeit mit dem gleichen Antrieb.

Der Vorteil des Federtopftriebes liegt vor allem darin, daß die Federn unabhängig von der Fahrtrichtung immer nur auf Druck beansprucht und vor ungünstigen Drehbeanspruchungen praktisch geschützt sind. Da eine feste Verbindung zwischen den Federn und den Triebrädern nicht besteht, können bei Schiefstellung des Radsatzes Verwürgungen der Federachsen nur in ganz geringem Maße auftreten. Ähnliche Verhältnisse liegen bei den Federantrieben vor, bei denen die Federn unter Zwischenschaltung eines freischwebenden Zwischenringes von der Hohlwelle auf die Triebachse arbeiten. Grundsätzlich wurde diese Lösung schon im Jahre 1915 von J. Buchli vorgeschlagen<sup>5)</sup> und erstmalig von den Constructions Electriques de France bei den 2 Co 2-Lokomotiven mit Senkrecht-Motoren der Reihe E 3101 der Chemins de fer du Midi angewendet<sup>6)</sup>. Abb. 9 und 10 zeigen den Antrieb in der Form, wie er bei den 2 D<sub>0</sub> 2-Lokomotiven der Reihe E 4801 der gleichen Bahngesellschaft ausgeführt wurde.

Für kleine Raddurchmesser, wie sie bei Güterzuglokomotiven und bei Triebwagen vorkommen, macht es Schwierigkeiten, die Federn oder Federtöpfe in den Triebrädern unterzubringen. Es ist vorgeschlagen worden, in diesem Falle die Federtöpfe zwischen Nabe und Kranz des Zahnrades einzubauen und auf Mitnehmer wirken zu lassen, die vom Triebad in das große Zahnrad hineinragen. Diese Anordnung<sup>7)</sup> hat den Vorteil, daß die Federtöpfe im Radschutzkasten vor äußeren Einflüssen geschützt untergebracht und an ihren der Abnutzung unterliegenden Teilen dauernd geschmiert sind. Außerdem sitzen die Federn auf einem kleineren Durchmesser und unmittelbar über der Lauffläche des Zahnrades auf der zweckmäßig feststehenden Hohlwelle. Der Antrieb wird damit der Tatzenlagerbauart in Hinsicht auf den Einbau gleichwertig, ist ihm aber für höhere Geschwindigkeit dynamisch überlegen, da der Motor fest im Haupt- oder Drehgestellrahmen aufgehängt ist und die Hohlwelle die hämmernde unabgefederte Belastung der Triebachse, wie sie bei der Tatzenlagerbauart auftritt, hintanhält. Das gleiche ist natürlich auch mit dem Federtopf-antrieb<sup>8)</sup> der AEG zu erreichen. Der „quill-drive“ Antrieb in der Abänderung der S. A. des Ateliers de Sécheron mit drei Doppelfederelementen, die mittels der drei mittleren starren Federfassungen mit der Hohlwelle der beiden sechs äußeren Fassungen mit dem Triebad verbunden sind<sup>9)</sup>,

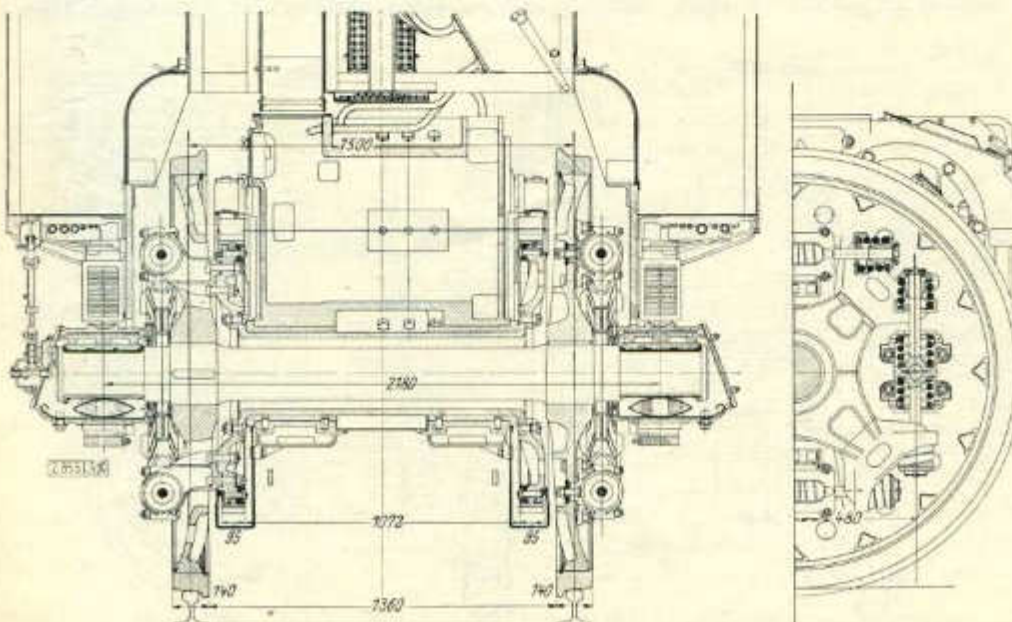


Abb. 9 und 10. Einzelachs Antrieb mit Federbolzen und freischwebendem Zwischenring angewendet bei den 2 D<sub>0</sub> 2-Lokomotiven der Reihe E 4801 der Chemins de fer du Midi.

<sup>5)</sup> DRP. 295 224 (HRC).  
<sup>6)</sup> F. P. 549 412.

<sup>7)</sup> Schweiz. P. 165 029

(BBC — F. Praant). Vorgeschen für einen der drei Bz2-2Bo-Doppeltriebwagen der D. R. G. für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit und bei dem 2 Bo-Leichttriebwagen Nr. CLe 24 202 der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB).

<sup>8)</sup> Vorgeschen bei einem der drei Bz2-2Bo-Doppeltriebwagen der D. R. G. für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit.

<sup>9)</sup> 1 Co 1-Lokomotiven Reihe 201 der Lötschbergbahn (B. L. S.); Bo-Bo-Lokomotiven der Reihen 1170, 1175, 100 und 1170, 200 der Oester. Bundesbahnen; Bo-Bo-Lokomotiven und Triebwagen der Bodensee-Toggenburg-Bahn, der Burdorf-Thun-Bahn, der Emmentalbahn und der Solothurn-Münster-Bahn; Bo-Bo-Lokomotive Nr. 82 der Bernina-Bahn; Bo-Bo-Lokomotiven der Chemins de fer de St. Georges de Commiers à La Mure et à Gap.



weist die gleichen Vorteile auf, Abb. 11 (gebaut von der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur). Allerdings wird wegen der Unterbringung der Federn im Triebwerk dessen Durchmesser nicht wesentlich unter 1000 mm herunterzudrücken sein, eine bei Triebwagen unter Umständen unangenehme Baubeschränkung.

In Italien hat G. Bianchi die Federn als elastische Zwischenglieder zwischen Hohlwelle und Triebwerk in Form von sechs unter 60° gegeneinander versetzten Blattfederbündeln ausgebildet, Abb. 12 und 13, und zunächst bei zehn Lokomotiven Achsfolge 2 C<sub>0</sub> 2 und bei acht Lokomotiven Achsfolge 2 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 2 (je für 130 km/h Höchstgeschwindigkeit) der Gruppen E 326 und E 428 angewendet. Die auch bei Schiefstellung des Radsatzes immer nur auf Biegung beanspruchten Blattfederbündel, deren reichliche Bemessung der große Raddurchmesser ermöglicht, haben sich im Betriebe gut bewährt.

#### Antrieb mit Tatzenlagermotor

Der Einzelachsantrieb mittels Tatzenlagermotor besteht immer wieder wegen seiner Einfachheit und Billigkeit. In Europa hat dieser Antrieb nach dem Kriege im Elektrolokomotivbau zunächst in Frankreich eine ausgedehnte Verwendung gefunden, und zwar vorwiegend bei vierachsigen Drehgestell-Lokomotiven mit der Achsfolge B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> der Paris-Orléans-Bahn (Reihen E 1, E 101, E 201, E 209 und E 224) und der Chemins de fer du Midi (Reihen E 4001, E 4101, E 4501, E 4601 und E 4701), dann aber auch bei den 1 C<sub>0</sub>+C<sub>0</sub> 1- und 1 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub> 1-Lokomotiven der Reihen 161.AE, 161.BE, 161.CE und 161.DE der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn (P. L. M.). Bei jenen handelt es sich um verhältnismäßig leichte Motoren, bei diesen, von einer einzigen Ausnahme abgesehen (1 C<sub>0</sub>+C<sub>0</sub> 1-Lokomotive Nr. 161.AE), um ausgesprochene Güterzuglokomotiven für geringe Geschwindigkeit. Gleichwohl scheint die französische Praxis den Tatzenlagermotor für höhere Geschwindigkeiten als etwa 80 km/h in Zukunft nicht verwenden zu wollen.

Um so bemerkenswerter scheint in diesem Zusammenhang der Vorstoß der Deutschen Reichsbahn und der Siemens-Schuckertwerke zugunsten dieses Antriebes. Nachteilig ist beim Antrieb durch Tatzenlagermotoren, daß die Triebachsen mit einem mehr oder weniger großen Teil des Motorgewichts, das unmittelbar über die Tatzenlager einwirkt, belastet werden. Diese Belastung kann nur zum Teil durch federnde Ausbildung der Lager<sup>10)</sup> vermindert werden. Es ist aber sicher, daß diese Nachteile dynamischer Art jahrelang in ihrer Auswirkung überschätzt wurden. Im letzten Bericht<sup>1)</sup> konnte bereits auf die beiden 1 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 1 und 1 D<sub>0</sub> 1-Lokomotiven der Reichsbahn, Reihe E 15 (früher E 18) bzw. E 16 101, für 110 km/h Höchstgeschwindigkeit hingewiesen werden, die sich im mitteldeutschen Bezirk der Reichsbahn bewährt haben. Gestützt auf die dort gewonnenen Erfahrungen ließ die Reichsbahn im Jahre 1931 zunächst unter vorsichtiger Beschränkung auf eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h von den Firmen Siemens-Schuckertwerke (SSW), Maffei-Schwartzkopffwerke (MSW) und Bergmann-Elektrizitäts-Werke

(BEW) je eine Lokomotive mit der Achsfolge B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>, Nr. E 44 001, E 44 101 und E 44 201 entwerfen, die dann unter der geistigen Führung der Siemens-Schuckertwerke zu der höchst bemerkenswerten Reihe E 44 002 bis

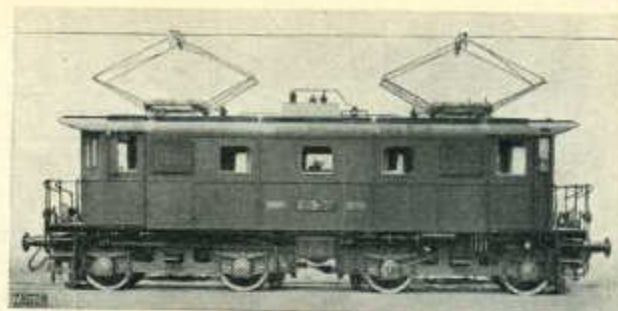


Abb. 11. B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Personenzuglokomotive der Solothurn-Münster-Bahn mit Federantrieb.

E 44 039 bzw. E 44 102 bis E 44 109 fortentwickelt wurden. Diese Maschinen, Abb. 14 (gebaut von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, und Henschel & Sohn, A.-G., Kassel), entwickeln einstündig eine Zugkraft von 12 400 und 13 600 kg und wiegen dabei nur 77,15 und 80 t, was durch weitgehende Anwendung der Schweißung beim gesamten Wagenteil und bei den Tatzenlagermotoren erreicht wurde. Diese wiegen bei einer Stundenleistung von 675 PS und 740 PS bei 1090 U/min nur etwa 3500 kg; dieser Wert ist auch bei Gleichstrommotoren gleicher Leistung, Drehzahl und Baustoffausnutzung kaum zu unterschreiten. In gleicher Richtung bewegt sich der Entwurf der AEG einer C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>-Güterzuglokomotive der Reihe E 93 für 65 km/h Höchstgeschwindigkeit, Abb. 15, die eine Dauerzugkraft von 15 300 kg bei einer Geschwindigkeit von 45,5 km/h entwickelt und 117 t wiegt.

Gestützt auf die guten Erfahrungen mit dem Einzelachsantrieb durch Tatzenlagermotoren für mäßige Höchstgeschwindigkeit konnte nun der bei den Schnellzuglokomotiven mit 110 km/h Höchstgeschwindigkeit gemachte Versuch fortgesetzt werden. Die jüngste Entwicklungsstufe in dieser Richtung bilden drei von den Siemens-Schuckertwerken und Henschel & Sohn, A.-G., Kassel, entworfene 1 C<sub>0</sub> 1-Schnellzuglokomotiven der Reihe E 05, von denen zwei für 110 km/h, eine mit der Dienstnummer E 05 103 sogar für 130 km/h Höchstgeschwindigkeit bemessen ist, Abb. 16. Der Versuch ist, soviel sich bis jetzt beurteilen läßt, als geglückt anzusehen.

#### Weiterentwicklung des Antriebs

Eine Voraussage über die weitere Entwicklung der Antriebsfrage ist heute schwer zu treffen. Die Entscheidung wird sehr stark von der Eignung des Antriebes

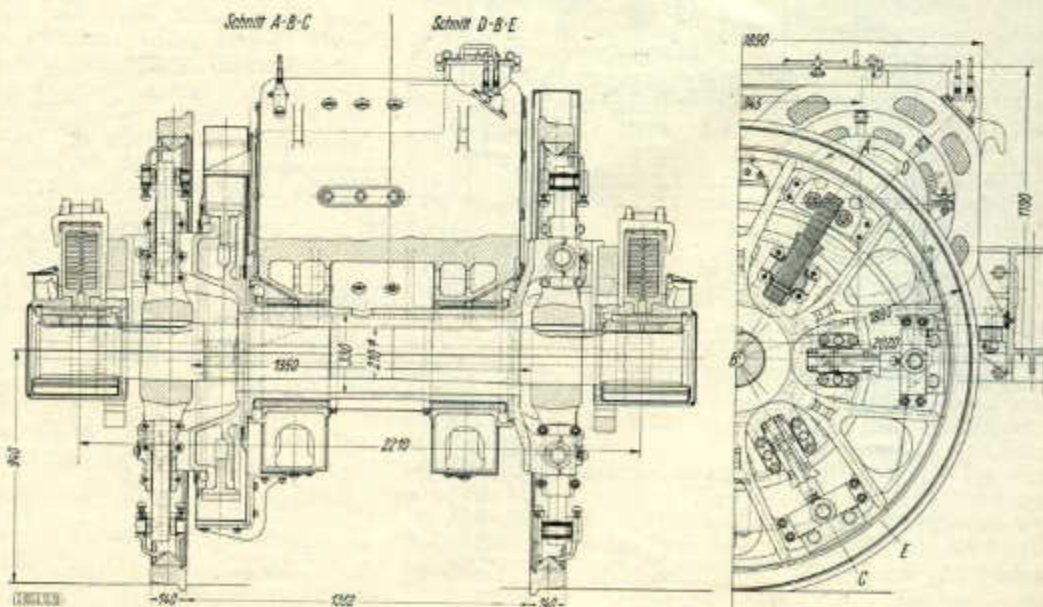


Abb. 12 und 13. Einzelachsantrieb mit sechs Blattfederbündeln.

<sup>10)</sup> Siehe z. B. DRP. 569 209 (SSW).





Abb. 14. B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Personenzuglokomotive Reihe E 44 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit Antrieb durch Tatzenlagermotoren.



Abb. 15. C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>-Güterzuglokomotive Reihe E 93 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit Antrieb durch Tatzenlagermotoren.

durch Tatzenlagermotoren bei hohen Geschwindigkeiten abhängen. Schon heute aber scheint eindeutig erwiesen, daß für Fahrzeuge für mäßige Höchstgeschwindigkeit der Tatzenlagermotor immer mehr und vielleicht bald ausschließlich in Frage kommen dürfte. Die B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Lokomotiven der Reihe E 44 der Reichsbahn sind damit als logische Fortentwicklung der 1 B + B 1- und 1 B-B 1-Lokomotiven der Reihen E 77 und 75 anzusprechen, die mit ihren Stangenantrieben im Entwurf ebenso ihrer Zeit angehören und als überholt anzusehen sind, wie die 1 C 1-Lokomotiven der Reihe E 32 06 und die 2 B-B 2-Lokomotiven der Reihe E 52. Bei schweren Güterzug- und Gebirgs-Schnellzuglokomotiven hielt man lange Zeit den Stangenantrieb vom Kurbelzapfen des Vorgelegezahnades für allein richtig und möglich; das Zahnrad kann neben oder über den Triebädern gelagert werden und wird von ein oder zwei Motoren angetrieben (C-C-Lokomotiven, Reihe E 91 der D. R. G., 1 C-C 1- und C-C-Lokomotiven der Reihen 14301 bzw. 15301 der S. B. B. u. a.). Auch hier erscheint heute, wie das Beispiel der C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>-Lokomotive der Reihe E 93 zeigt, der Antrieb durch Tatzenlagermotoren als zweckmäßigere und billigere Lösung (Maschinen für Schmalspur und solche für besonders niedrigen Achsdruck ausgenommen), obwohl die gesamte Lokomotivleistung auf sechs Motoren aufgeteilt werden muß.

### Triebwerk und Drehgestelle

In engster Abhängigkeit vom Antrieb vollzog sich die Entwicklung des Triebwerks.

Beim Krauß-Helmholtz-Drehgestell wurde die Deichsel, die aus zwei kegelig zulaufenden Blechen oder aus einem rechteckigen Rahmen gebildet wird, bisher seitlich an der Doppelachskiste der nachlaufenden Triebachse an-

gelenkt. Die Lokomotivfabrik Krauß & Co., A.-G., München, hat eine bemerkenswerte Verbesserung<sup>11)</sup> getroffen, die allerdings schon einige Zeit zurückliegt und darin besteht, daß die Deichsel an der Triebachse unter Zwischenschaltung eines parallel verschiebbaren dreieckigen Rahmens *d* angelenkt wird, Abb. 17 bis 20. Die Basis desselben wird durch den Mitnehmerzapfen *a* der Achse *b* hin- und vorgeschoben, liegt in der oberen Achsebene und ist in Zapfen *c* drehbar gelagert, die mit der Doppelachskiste der Triebachse *b* fest verbunden sind. Dadurch ist der ganze Dreieckrahmen *d* in bezug auf Querverdrehungen mit dem Haupttrahmen *e* gleichwertig. Die Spitze des Dreiecks liegt in der Ebene der Deichsel *f* und nimmt deren kugelige Endzapfen *g* auf. Die Anordnung bietet den Vorteil, daß das Deichselende nunmehr an der Federung durch die Tragfedern teilnimmt, was sich um so stärker auswirkt, je größer der Triebdurchmesser gegenüber dem Laufreddurchmesser ist.

Nachdem W. Kleinow das Krauß-Helmholtz-Drehgestell in sinnreicher Weise für Hohlwellen-Antriebe abgeändert hatte, das in seiner Bauart<sup>12)</sup> nach den 1 D<sub>0</sub> 1-Lokomotiven der Reihe E 17 der Reichsbahn inzwischen

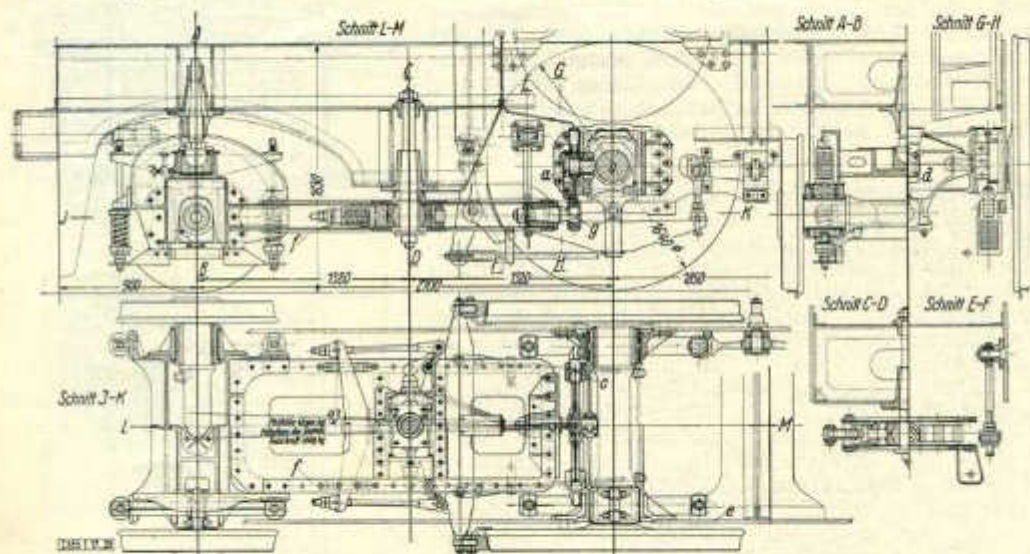


Abb. 17 bis 20. Krauß-Helmholtz-Drehgestell der 1 D<sub>0</sub> 1-Schnellzuglokomotiven Reihe E 16 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

- a Mitnehmerzapfen      c Zapfen                      e Haupttrahmen              g kugelige Endzapfen  
b Triebachse              d Dreieckrahmen              f Deichsel                      der Deichsel

<sup>11)</sup> DRP. 385 148 (Lokomotivfabrik Krauß & Co., A.-G.). Angewendet bei den 1 D<sub>0</sub> 1-Lokomotiven Reihe E 16 der D. R. G.

<sup>12)</sup> DRP. 479 268, 480 009, 583 784 (AEG - W. Kleinow).



auch bei den 1 Co 1-Lokomotiven der Reihe E 04, Abb. 7, zur Anwendung kam und bei den 1 D<sub>0</sub> 1-Lokomotiven der Reihe E 18 angewendet werden wird, lag die Aufgabe vor, eine von einem Tatzenlagermotor angetriebene (Trieb-)Achse in Abhängigkeit von der Kurvenauslenkung der Laufachse axial oder auch radial verschiebbar auszubilden.

Den ersten Vorschlag in dieser Richtung hat wieder W. Kleinow (AEG) gemacht<sup>13)</sup>, und zwar für den Fall, daß der Motor der Triebachse zwischen dieser und der Laufachse angeordnet ist. Damit wird die Triebachse unzugänglich und ein Krauß-Helmholtz-Drehgestell üblicher Bauart nicht ausführbar. Nach Kleinows Vorschlag wird die Laufachse mit der benachbarten Triebachse durch ein schwenkbar am Rahmen gelagertes Steuergestänge verbunden und in dieses ein Federlement in Gestalt eines Federtopfes geschaltet. Dadurch wird erreicht, daß die Triebachse selbständige, zusätzliche und quer gerichtete Bewegungen ausführen kann. Das Steuergestänge kann dabei die Triebachse entweder seitlich von beiden Enden her fassen oder über den Motor winkelig hinwegführen und jenseits des Motors in der Mitte der Triebachse angreifen.

Ist der Motor der Triebachse nicht der Laufachse, sondern der Nachbartrieb- achse zugekehrt, dann kann die Drehgestelldeichsel unmittelbar am Tatzenlager- motor angreifen, und zwar zweckmäßig über ein Universalgelenk<sup>14)</sup>.

Die Henschel & Sohn, A.-G., Kassel, hat bei der 1 Co 1-Lokomotive Nr. E 05 103 mit Tatzenlagermotoren, Abb. 16, die Verbindung zwischen Laufachse und Trieb- achse in folgender Weise durchgeführt.

Die Laufachse konnte wegen des geringen Raumes nicht als Bissel-Achse ausgebildet werden. Ihr Gestell wird mit zwei ungleich langen Lenkerhebeln an einer schiefen Welle aufgehängt, die fest im Hauptrahmen gelagert ist und um die die Laufachse seitlich ausschlagen kann. Dadurch erhält die Laufachse einen ideellen Drehpunkt, der in der Richtung der schiefen Welle liegt. Führungs- hebel, die mit ihren Enden einerseits an den Laufachsstummeln, andererseits an den Triebachsstummeln angreifen und im Hauptrahmen drehbar gelagert sind, machen die Seitenverschiebbarkeit der Triebachse zwangsläufig vom Seitenaus- schlag der Laufachse abhängig.

Es sei noch angeführt, daß bei einem Teil der 1 D 1-Lokomotiven der Reihe V 40 der M. A. V. die Laufachsen nicht mit der benachbarten, sondern mit der übernächsten Triebachse ein Krauß-Helmholtz-Gestell bilden. Es handelt sich hier um die erste und bis jetzt einzige Verwendung dieser Sonderbauart bei elektrischen Lokomotiven.

## Einzelteile des Wagenteils

### Drehzapfen

Bei großen Drehgestell-Lokomotiven mit schwerem Kastenoberteil hat sich gelegentlich das Bedürfnis herausgestellt, die Pfannen der Drehzapfen unmittel- bar mit einer Federung zu versehen, ohne daß dabei auf die federnde Ausbildung der seitlichen Druckstützen verzichtet werden konnte. Abb. 21 zeigt einen ged- federten Drehzapfen französischer Bauart (Cie. de Construction de Loco- motives) mit kugelflächiger Auflagepfanne, die 30 mm Längsspiel aufweist. Die Federung ist hier durch zwölf Tellerfedern nach Belleville von je 5,3 mm Sprengung im unbelasteten Zustand erreicht worden. Die französische Praxis hat ferner vorgeschlagen, entgegen der üblichen Bauart den eigentlichen Dreh- zapfen in das Drehgestell und die Drehpfanne nunmehr konkav nach unten mit dem Lokomotivkasten zu verbinden. Diese Anordnung bedingt ein wesentlich größeres Trägheitsmoment des in der Längsrichtung schwingenden Wagen- kastens, was durch Tieferlegung der Schwingungsachse erreicht wird. Dadurch wird die Dauer der Kastenschwingungen verlängert. Diese erstmalig bei den Güter- und Personenzuglokomotiven Achsfolge B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> der Reihen E 4101 und E 4601 der Chemins de fer du Midi angewendete Bauart hat sich bewährt und findet sich bei der Deutschen Reichsbahn bei der B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Lokomotive Nr. E 44 101.

### Kupplung der Drehgestelle

Die Frage, ob die Drehgestelle untereinander zu kuppeln seien oder nicht, ist im wesentlichen, wo dies baulich möglich ist, zugunsten der ersten Auffassung entschieden worden. Abb. 22 zeigt eine spielfreie Kupplung französischer Bau- art<sup>15)</sup> mit Kugelzapfen in Lagerschalen aus Phosphorbronze. Die Lagerschalen sind in ein Stahlgußstück eingesetzt, das auf der hinteren Traverse des einen Gestells sitzt. Abstandringe, die auf dem „weiblichen“ Teil der Kupplung be- festigt sind und die von dem hinteren Querträger des zweiten Untergestells ge- tragen werden, begrenzen das senkrechte Spiel der Kupplung auf 2 mm nach oben und nach unten. Der stählerne Kupplungsbolzen trägt ein Schmiergefäß zur Schmierung der verschiedenen Teile des Gelenkes. Längs- oder Querspiel ist hier also nicht vorhanden. Ähnlich ist die in Abb. 23 und 24 dargestellte Kupp- lung ausgeführt<sup>16)</sup>, bei der der Kupplungsbolzen mit eingedrehtem Ölgefäß zu- nächst versuchsweise innerhalb des Kugelzapfens Spiel hatte, damit die Dreh- gestelle auch senkrechte Bewegungen unabhängig voneinander ausführen können. Die Folge war eine sehr rasche Abnutzung des Kupplungsbolzens, die durch reichliche Schmierung nicht zu mildern war. Man hat daher später, wie es die

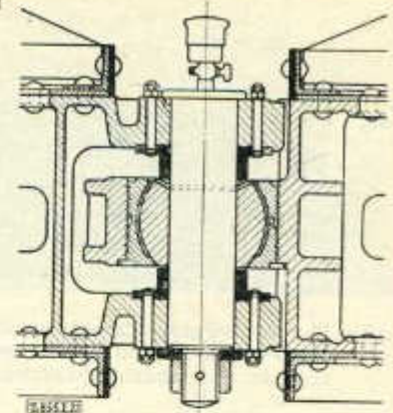


Abb. 21  
Spielfreie Kupplung mit Kugel-  
zapfen für Drehgestell-  
Lokomotiven.

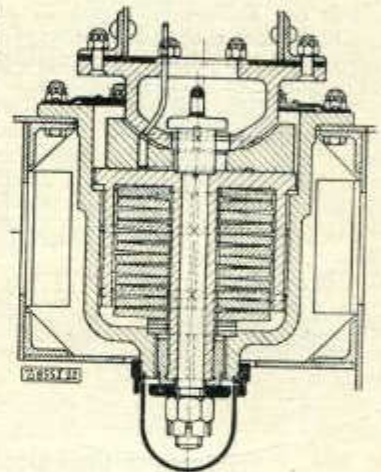


Abb. 22  
Gefederter Drehzapfen.

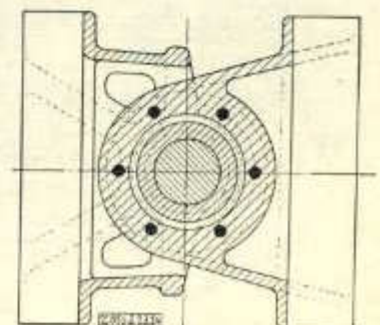
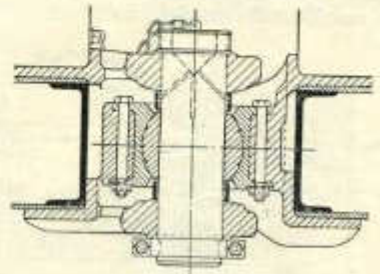


Abb. 23 und 24  
Kurzkupplung für Drehgestell-  
Lokomotiven.

<sup>13)</sup> DRP 389 827 (AEG - W. Kleinow).

<sup>14)</sup> DRGM 1261 314 (Fried. Krupp, A.-G., Essen).

<sup>15)</sup> Angewendet bei den 2 Co-Co 2-Lokomotiven Reihe 202. AE 1 bis 8 der P. L. M.-Bahn, gebaut von der Cie. Gle. de Construction de Locomotives, Paris.

<sup>16)</sup> Angewendet bei den 1 Co+Co 1-Lokomotiven der Reihen 161. BE und 161. DE der P. L. M.-Bahn.



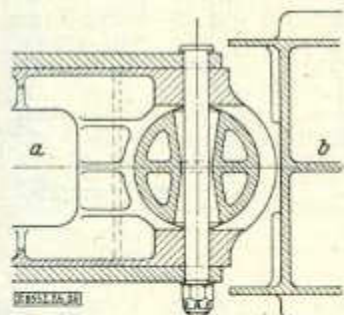
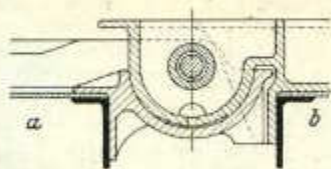


Abb. 25 und 26  
Allseitig bewegliche Kupplung  
für die Verbindung eines Lauf-  
rad-Triebrad-Drehgestells mit  
dem Haupttrahmen.  
a Drehgestell b Haupttrahmen

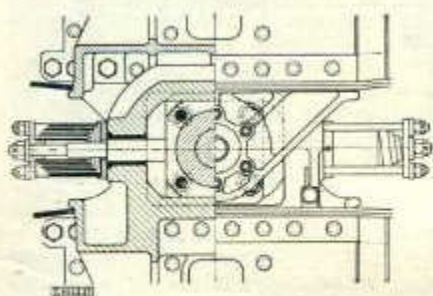


Abb. 27. Seitlich verschiebbare  
Kupplung für Drehgestell-  
Lokomotiven.

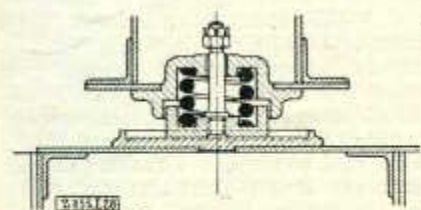


Abb. 28. Druckstütze zur  
Verhütung von Schwankungen in der  
Ebene mit dem Kastenzapfen.

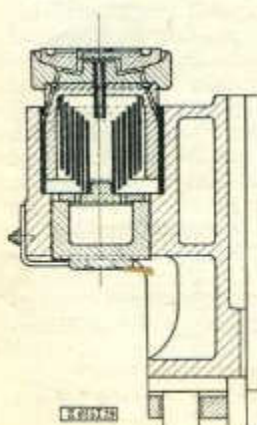


Abb. 29  
Druckstütze  
hinter dem  
Kastenzapfen.

Abb. 23 und 24 zeigen, den Kupplungsbolzen spielfrei in den Kugelpfannen eingesetzt und durch Aufsetzen von Ringen auf den Kugelpfannen das Spiel in der Senkrechten auf je 2 mm nach aufwärts und abwärts begrenzt.

Bei den 1 C<sub>0</sub>+C<sub>0</sub> 1-Lokomotiven Reihe 161.BE der P. L. M.-Bahn, bei denen die Laufachsen je mit den benachbarten Triebachsen zu Drehgestellen vereinigt sind (Bezeichnung daher richtiger 1 A-B<sub>0</sub>+B<sub>0</sub>-A 1), sind die Drehgestelle a, Abb. 25 und 26, mit dem Haupttrahmen b durch eine allseitige Beweglichkeit vermittelnde Kupplung verbunden.

Abb. 27 zeigt eine neuartige Drehgestellkupplung, die in der Längsrichtung starr, aber in der Seitenrichtung beweglich ist. Zu diesem Zwecke können sich die Lagerschalen des Kugelpfanns um 50 mm seitlich nach beiden Richtungen in bezug auf die Achse des männlichen Teiles der Kupplung verschieben. Das Spiel wird durch Federn begrenzt, deren Vorspannung auf 1000 kg eingestellt ist<sup>17)</sup>.

#### Druckstützen

Auch für die seitlichen Druckstützen sind wesentliche Verbesserungen getroffen worden. Die Druckstützen haben die Aufgaben: 1. das Gewicht des Fahrzeugkastens zu tragen und auf die Drehgestelle und damit die Radsätze zu übertragen, 2. die Lage des Kastens zu sichern. Die Neukonstruktionen haben z. T. den Zweck, beide Aufgaben zu trennen. Die Druckstütze, Abb. 28, ist in der Ebene des Drehzapfens angeordnet und soll den Schwankungen des Kastens entgegenwirken. Die Wendelfeder der Stütze ist mit großer Vorspannung eingesetzt. Statt Wendelfedern werden gerade jetzt dämpfungsreiche Blattfedern als Druckstützen trotz größerem Platzbedarf verwendet, mit denen der Kasten an den Drehgestellen hängt<sup>18)</sup>, mitunter unter Zwischenschaltung von Gelenkdreiecken nach Robert<sup>19)</sup>.

Eine neuere Bauart einer Druckstütze zeigt Abb. 29. Sie ist hinter dem Drehzapfen zu dessen Gewichtsentlastung angeordnet. Die von der Druckstütze zu übernehmende Belastung kann durch einen Schraubenbolzen geregelt werden, der im unteren Teil des Federgehäuses angreift.

#### Achslastausgleicher

Die mechanischen Achslastausgleicher haben den Zweck, der Entlastung der in der Fahrtrichtung vorlaufenden Triebachsen von Lokomotiven sowie der entsprechenden Belastung der nachlaufenden Triebachsen entgegenzuwirken<sup>20)</sup>. Besonders ungünstig wirkt sich diese Erscheinung bei laufachslosen Fahrzeugen und hier wieder bei den beliebten B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Lokomotiven aus; die vorlaufenden Achsen können hier bei den aus Gründen des Kurvenlaufs verhältnismäßig kurzen Radständen bei Anfahrt mehr als 20 % ihrer Belastung verlieren, die für die Zugkraftausnutzung verloren gehen.

Bei der B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Lokomotive Nr. E 44 201 wirken die Achslastausgleicher unmittelbar auf die 2 × 4 Druckstützen, mit denen der Oberkasten auf die beiden Drehgestelle abgestützt wird.

Die Druckstützen bestehen aus federnden Stützapfen, die je zu zweit gerade über den Achsen angeordnet und durch einen besonderen Kolben zu Druckluftzylindern umgebildet sind. Durch veränderliche Beaufschlagung mit Druckluft ist es möglich, die durch den Stützapfen übertragene Kraft zu ändern und hiermit je nach der Fahrtrichtung den ideellen Stützpunkt zwischen dem Oberkasten und den Drehgestellen zu verschieben. Hierdurch werden die Achsdruckänderungen bei Entwicklung großer Zugkräfte vermindert.

Bei den B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Lokomotiven der Reihe E 44 101 besteht der Achslastausgleicher aus zwei Zylindern in jedem Führerstand, von denen der größere stehend, der kleinere liegend angeordnet ist. Der große Zylinder drückt mit einer Rolle, die am Ende der Kolbenstange sitzt, auf einen mit dem Drehgestell fest verbundenen Bügel. Der kleine Zylinder wirkt auf einen doppelarmigen Hebel, an dem ebenfalls eine Rolle angebracht ist, die aber unter den Bügel greift und deshalb bei Betätigung eine Kraft ausübt, die das Drehgestell anhebt. Bei Vorwärtsfahrt der Lokomotive werden beim Anstellen der Ausgleicher im vorderen Führerstand der große Luftzylinder und im hinteren der kleine unter Druck gesetzt. Die Rollen, die auf die an den Stirnbohlen der Drehgestelle befestigten Bügel nach oben oder unten wirken, stehen in ausgeschaltetem Zustand so weit ab, daß die Bügel nicht berührt werden und frei spielen können. Wenn das Einstellventil betätigt wird, bewegen sie sich bei vermindertem Druck langsam bis zur Berührung mit den Bügeln und üben dann den vollen Druck aus. Die Anstellventile werden nur benutzt, wenn eine schwere Anfahrt bevorsteht oder wenn die Achsen während der Fahrt ins Schleudern geraten. Sie werden wieder ausgeschaltet, sobald die Anfahrt oder das Schleudern beendet sind. Durch besondere Rückzugfedern werden die Druckrollen beim Ausschalten in die Endlage gebracht. Die Rollen sind geführt, damit die Kolbenstangen nicht auf Biegung beansprucht werden.

<sup>17)</sup> Angewendet bei der 2 C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub> 2-Lokomotive N. 262. AE der P. L. M.-Bahn.

<sup>18)</sup> z. B. bei den 2 B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 2-Lokomotiven der Gruppe E 428 der Italienischen Staatsbahnen.

<sup>19)</sup> z. B. bei den B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> 2-Lokomotiven der Reihen E 4101 und E 4601 der Chemins de fer du Midi.

<sup>20)</sup> s. a. Z. VDI Bd. 74 (1933) S. 1466 u. 1519.



Abb. 30 bis 32  
Druckregler zur Erhöhung des  
Betriebsdruckes im Haupt-  
luftbehälter um 1 bis 2 at.

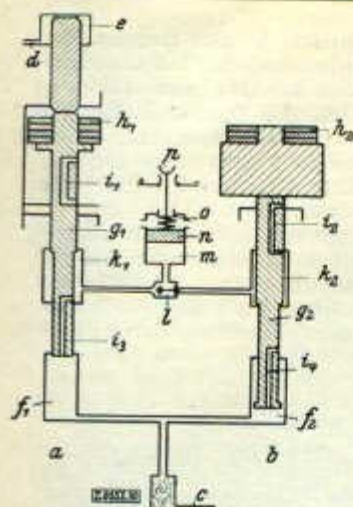


Abb. 30. Fahrstellung:  
Kontakt *p* geöffnet, Nieder-  
druckregler hat den Ver-  
dichter abgeschaltet.

Ähnlich wirkt der bei den Lokomotiven Reihe E 44 001 eingebaute Achslastausgleicher von SSW mit je einem doppelt beaufschlagten Druckluftzylinder an jedem Lokomotivende, wobei der vordere Zylinder, in Fahrtrichtung gesehen, auf das vordere Drehgestell drückt, der hintere am hinteren Drehgestell zieht. Der Brückenträger der Lokomotive liegt dabei nicht frei in seinen Unterstutzungen auf den Drehgestellen auf, sondern ist in Höhe der Unterstutzungen gegen die Drehgestelle an den Drehzapfen mit je einer Feder vorgespannt.

In der Wirkungsweise verschieden sind die bei den 1 B<sub>0</sub> 1 B<sub>0</sub> 1 + 1 B<sub>0</sub> 1 B<sub>0</sub> 1-Lokomotiven Nr. 11 801 und 11 851 der Schweizer Bundes-Bahnen (S. B. B.)<sup>21)</sup> angewendeten Adhäsionsvermehrter. Sie bestehen aus einem Druckluftzylinder, dessen Kolben über ein Gestänge je am Federband der Mittellaufachsen der Halblokomotiven angreift. Beim Einlassen von Luft in den Zylinder wird die Laufachse, die mit den gefederten Triebachsen der Lokomotivhälfte durch Ausgleichhebel verbunden ist, so weit entlastet, daß das gesamte Reibungsgewicht der Lokomotive sich um rd. 12 t erhöht. Adhäsionsvermehrter und Sandstreuer werden durch den gleichen Schalter im Führerstand betätigt.

### Geschweißte Rahmen und Kasten

Was den Wagenteil in seiner Gesamtheit anbelangt, sei hier auf die geschweißte Rahmen- und Kastenkonstruktion als wesentliche Neuerung hingewiesen<sup>22)</sup>, die bei der B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-Lokomotive der Reihe E 44 der D. R. G., Abb. 14, aber auch bei der 1 C<sub>0</sub> 1-Lokomotive der Reihe E 05, Abb. 16, zu einer ganz beträchtlichen Gewichtsersparnis geführt hat. Dem gleichen Zweck dient bei Triebwagen und beim Kastenaufbau von Schmalspurlokomotiven gelegentlich die Verwendung besonderer Aluminiumlegierungen, z. B. von „Antikorodal“ für Bestandteile aus Walzblech (Verschalungen des Kastens und von Vorbauten) und von „Alufont“ für gegossene Teile (Handbremsräder u. dgl.). Beide Legierungen sind spezifisch etwa gleich schwer wie Reinaluminium, weisen aber eine mehr als doppelt so hohe Streckgrenze, Zerreißfestigkeit und Brinellhärte auf.

### Zubehörteile

Bemerkenswerte Fortschritte weisen die kleineren Zubehörteile des Wagenteils auf. So hat die Firma Knorr im Verein mit den Bergmann-Elektrizitätswerken A.-G. einen Kolbenverdichter entwickelt, der bei gleicher

Zu Abb. 30 bis 32:

- a Niederdruckteil
- b Hochdruckteil
- c Anschluß zum Hauptluftbehälter
- d Anschluß zum Führerbremsschieber
- e obere Druckkammer
- f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub> untere Druckkammer
- g<sub>1</sub>, g<sub>2</sub> Kolben
- h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> Gewichte
- i<sub>1</sub>, i<sub>2</sub>, i<sub>3</sub>, i<sub>4</sub> Bohrungen
- k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub> Druckkammer
- l Doppelryckschlagventil
- m Schaltkammer
- n Schaltkolben
- o Rückstellfeder
- p Kontakt in der Zuleitung zum Verdichtermotor

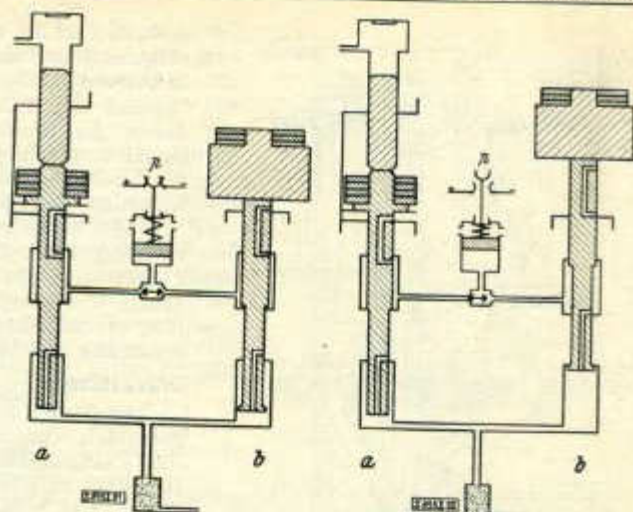


Abb. 31. Stellung nach dem Bremsen: Kontakt *p* geschlossen, Verdichter arbeitet.

Abb. 32. Stellung nach Erhöhen des Druckes: Hochdruckregler hat abgeschaltet.

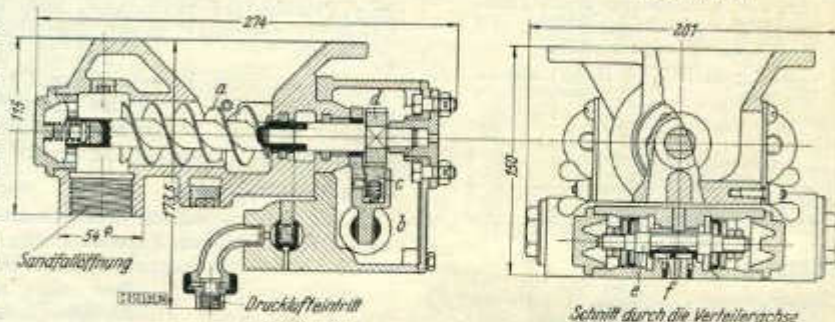


Abb. 33 und 34. Druckluft-Sandstreuer.

Der Sand wird von einer Schnecke vom Sandkasten zum Abfallrohr befördert; Antrieb durch Druckluftmotor.

- a Schnecke
- b Druckluftmotor
- c Klinke
- d Zahnrad
- e Doppelkolben
- f Schiebersteuerung

Leistung von 20 PS nur noch 765 kg (Motor allein: 315 kg) statt 1050 kg (Motor allein: 505 kg) wiegt. Bei 40 mm geringerer Breite und 55 mm geringerer Höhe ist die neue Pumpe nur noch 1250 statt 1585 mm lang.

Heute werden mehr und mehr die dem raschlaufenden Elektromotor besser entsprechenden zweistufigen Zellengebläse verwendet. Die von diesen geförderte Preßluft ist nicht frei von Ölschwaden, die von den Ölabscheidern heutiger Bauart nicht völlig niedergeschlagen werden.

Bei der Reichsbahn wird neben dem Druckregler von Knorr neuerdings jener der Maffei-Schwartzkopffwerke viel verwendet. Eine neuartige Bauart eines Druckreglers hat die Firma Jourdain Monneret in Paris entwickelt, Abb. 30 bis 32. Der Regler ist aus dem Bedürfnis entstanden, die selbsttätige Bremse bei langen schweren Zügen nach längerer Bremsung dadurch rasch wieder betriebsbereit zu machen, daß man vorübergehend unter Einwirkung des Führers den Luftbehälter 1 bis 2 at über den normalen Höchstdruck, z. B. von 7 auf 9 at überdruck, hochpumpt. Jourdain Monneret löst diese Aufgabe durch einen Druckregler mit Nieder- und Hochdruckzylinder. Für den gewöhnlichen Druckbereich dient der Niederdruckzylinder *a*, Abb. 30 bis 32. Dabei spricht der Druckregler nicht auf den Behälterdruck, sondern auf den von der Stärke der Bremsung und damit vom Druckluftverbrauch viel stärker abhängigen Druckunterschied zwischen der Hauptluftleitung und dem Behälter an. Die Kammer *e* ist über den Bremsschieber im Führerstand dauernd mit der Hauptluftleitung verbunden. Sinkt im Verlauf des Bremsvorganges der Behälterdruck, so bewegt sich der Kolben *g*<sub>1</sub>, der oben einen größeren Querschnitt aufweist als unten, unter Einfluß des Gewichtes *h*<sub>1</sub> nach abwärts. Die Kammer *k*<sub>1</sub> steht bei der Tiefstlage des Kolbens *g*<sub>1</sub>, Abb. 31, mit der Außenluft

<sup>21)</sup> Vgl. Z. VDI Bd. 75 (1931) S. 911. <sup>22)</sup> Vgl. Z. VDI Bd. 74 (1930) S. 767.



über die Bohrung  $i_1$  in Verbindung. Durch die Rückstellfeder  $o$  wird der Schaltkolben  $n$  niedergedrückt und der Kontakt  $p$  geschlossen, der den Verdichtermotor einschaltet. Steigt der Behälterdruck, so bewegt sich der Kolben  $g_1$  aufwärts, um schließlich die Höchststellung, Abb. 30, zu erreichen. Kurz vorher wird die Schaltkammer  $m$  und die Kammer  $k_1$  durch das sich nach rechts bewegende Doppelrückschlagventil  $l$  gegen die Außenluft abgeschlossen. Die Schaltkammer kommt unter Einfluß des Behälterdruckes, der Schaltkolben überwindet die Wirkung der Feder  $o$  und schaltet den Verdichtermotor ab. Soll der Druckluftbehälter auf höheren Druck kommen, so verbindet der Führer mit dem Bremsschieber die Kammer  $e$  unmittelbar mit dem Behälter. Dann bleibt der Kolben  $g_1$  des Niederdruckreglers in der Tiefstlage, Abb. 31; der Verdichtermotor bleibt eingeschaltet. Die Druckluft strömt nach rechts zum Hochdruckregler und treibt mit zunehmendem Druck den Kolben  $g_2$  mit

dem Gewicht  $h_2$  nach aufwärts. In der Endstellung, Abb. 32, wenn der neue Höchstwert erreicht ist, bewegt sich das Doppelrückschlagventil  $l$  nach links und der Schaltkolben schaltet den Verdichtermotor ab.

Die Firma Jourdain Monneret hat auch einen neuartigen Sandstreuer, Abb. 33 und 34, entwickelt, bei dem der Sand von einer Schnecke  $a$  vom Sandkasten nach dem Abfallrohr gefördert wird. Die Schnecke  $a$  wird von einem Druckluftmotor  $b$  über eine Klinke  $c$  und Zahnrad  $d$  angetrieben. Der Druckluftmotor besitzt einen Doppelkolben  $e$ , der bei Betätigung des Sandhahns im Führerstand durch eine Schiebersteuerung  $f$  von beiden Seiten beaufschlagt wird. Die mitunter ölige oder feuchte Druckluft kommt nicht mit dem Sand in Berührung; das Zusammenbacken oder Einfrieren des Sandes wird durch die am Fuße des Sandkastens eingebaute Schnecke vermieden<sup>23)</sup>. B 855

<sup>23)</sup> Über die elektrische Ausrüstung wird demnächst berichtet.