



DIE ELEKTRISCHE Bo-Bo-LOKOMOTIVE REIHE E 44 DER DEUTSCHEN REICHSBAHN-GESELLSCHAFT

VON REICHSBAHNRAT HEYDMANN, MÜNCHEN

Die Bo-Bo-Lokomotive Reihe E 44 für Einphasen-Wechselstrom von 15000 Volt Fahrdrachtspannung und 16 2/3 Hertz wurde im Jahre 1931 durch die Deutsche Reichsbahngesellschaft in einer Serie von 20 Stück in Auftrag gegeben: Die Lieferung der Fahrzeugteile wurde der Lokomotivfabrik Henschel & Sohn, die Herstellung und der Einbau der elektrischen Teile den Siemens-Schuckert-Werken übertragen. Die neuen Lokomotiven sind z. T. für die neu elektrisierte Strecke Augsburg-Stuttgart bestimmt; sie sind in Leistung und Geschwindigkeit so ausgelegt, daß sie zur Beförderung von leichteren Güterzügen (ca. 950 t auf 10⁰/₁₀₀ Steigung) im Gebirgsgelände, von schweren Güterzügen im Flachland und zur Bedienung des Personen- und Eilzugdienstes in jedem Gelände verwendet werden können. Ihre Höchstgeschwindigkeit beträgt 80 km/h.

Die erste Maschine dieser neuen Bauart ist durch

die Firma Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Siemensstadt gebaut worden; sie wurde im August 1930 in Betrieb gesetzt und läuft seit dieser Zeit auf den bayerischen Strecken. Die grundlegenden Neuerungen, die bei ihr durchgeführt wurden, haben so günstige Ergebnisse gezeitigt, daß die erwähnte Serie in Auftrag gegeben werden konnte. Die bei dieser Serie getroffenen Änderungen waren hauptsächlich durch das Bestreben der D.R.G. bedingt, altbewährte und restlos ausgeprobte Einheitsteile auch bei dieser Bauart zu verwenden; weiterhin bedingte auch die Serienherstellung von 20 Lokomotiven die Einhaltung von konstruktiven und betrieblichen Grundsätzen, die für eine Probeausführung noch nicht maßgebend waren: Die Lokomotiven stellen einen wesentlichen Fortschritt im Bau elektrischer Vollbahnlokomotiven dar: sie vereinigen geringes Gewicht mit großer Leistung und Zug-

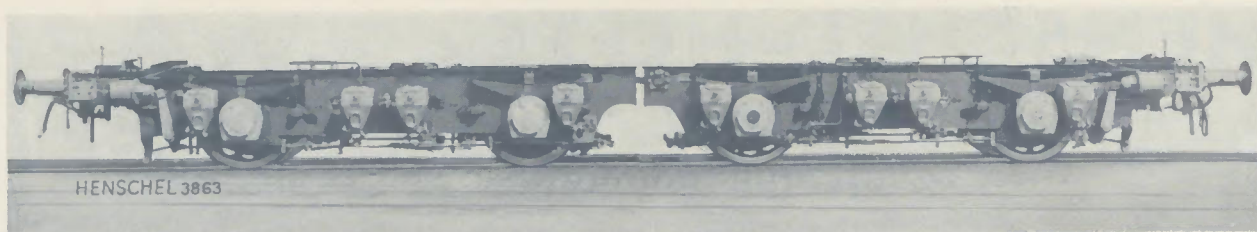


Abmessungen:

Treibrad-Durchmesser 1250 mm
Länge über Puffer 15 200 mm
Gesamt-Radstand 9 800 mm

Entfernung der Drehzapfen . . . 6 300 mm
Radstand der Drehgestelle . . . 3 500 mm
Länge des Brückenträgers . . . 13 200 mm
Dachhöhe über Schienenoberkante 3 950 mm

Gewicht des mechanischen Teils . . 42 250 kg
Gewicht der elektrischen Ausrüstung 33 350 kg
Gesamt-Leer-Gewicht 75 600 kg



ZWEI DREHGESTELLE, KURZ GEKUPPELT

2

kraft und sind daher durchaus geeignet, den gesteigerten Anforderungen an die Güte und Schnelligkeit des Bahnverkehrs bei gleichzeitig erhöhter Wirtschaftlichkeit des Betriebes nachzukommen. Dieses Ziel wurde durch zusammenfassende Anwendung aller Erfahrungen der letzten Zeit verwirklicht:

Der Fahrzeugteil konnte durch erstmalige weitgehende Anwendung der elektrischen Lichtbogenschweißung eine wesentliche Gewichtsverminderung gegenüber den bisher üblichen genieteten Konstruktionen erfahren; bei der elektrischen Ausrüstung bot sich durch die im Laufe der Jahre erzielte Vervollkommnung und Leistungssteigerung des Einphasen-Triebmotors die Möglichkeit der Anwendung des Tatzlager-Motors, dessen Gewicht und Volumen heute bereits den Einbau von Einheiten mit über 500 kW Leistung je Achse in Triebdrehgestelle ermöglicht, nachdem die Überlegenheit des Einzelachsenantriebes gegenüber dem Stangenantrieb durch die Betriebsergebnisse der letzten Jahre bewiesen worden war. Die durch die geschilderten Fortschritte erbrachte bedeutende Gewichtsverminderung, die gegenüber gleich leistungsstarken früheren Lokomotiven fast 30% beträgt, ermöglichte schließlich den Bau des neuen Triebfahrzeuges mit nur 4 Treibachsen ohne zusätzliche Laufachsen. So entstand aus der vergleichbaren früheren Bauart IB-BI die neue Bauart Bo-Bo. Die Zusammenfassung je zweier Treibachsen zu einem Triebdrehgestell unter mechanischer Kupplung beider Gestelle bot eine willkommene Verbesserung der Laufeigenschaften der Lokomotive. In Bild 1 ist der Aufbau der Lokomotive ersichtlich.

Der Fahrzeugteil der Lokomotive besteht im Wesentlichen aus den beiden mechanisch gekuppelten Drehgestellen und dem in Vierpunktlagerung abgestützten Brückenträger mit darauf aufgebautem Wagenkasten, der in beiden Drehgestellen durch Drehzapfen geführt wird. Der Wagenkasten enthält in der Mitte den Maschinenraum, daran anschließend an jedem Ende einen Führerstand mit je einem niedrigen Vorbau, der dem Führer die Sicht auf die Strecke freiläßt.

Drehgestelle und Brückenträger sind vollkommen mittels elektrischer Lichtbogenschweißung hergestellt; bei der konstruktiven Durchbildung haben die Schweißfachleute der Baufirmen und der D.R.G. mitgewirkt. Die Ausführung stand unter dauernder Überwachung von Schweißingenieuren der Firmen und der Reichsbahn; die zur Arbeit herangezogenen Schweißer wurden vor Arbeitsbeginn einer eingehenden praktischen Prüfung (nach Din) unterzogen; die Zerreißversuche an den von ihnen hergestellten Probeschweißungen ergaben Festigkeitswerte von durchschnittlich mehr als 30 kg/mm^2 , womit die Prüfungsvorschriften (25 kg/mm^2) weitgehendst erfüllt waren; die Schweißnahtstärken wurden zudem mit Sicherheitsfaktoren errechnet, die dem praktischen Betrieb so angepaßt sind, daß die zu erwartende Lebensdauer der Fahrzeuge nicht hinter den genieteten Konstruktionen zurückbleibt.

Die **Drehgestellrahmen** (Bild 4) sind als Außenrahmen durchgebildet und bestehen aus 20 mm starken Wangenblechen, die durch Längsurte versteift und an den Enden durch kräftige, kastenartig abgesteifte Querverbindungen miteinander vereinigt sind. Die unter den Lokomotivenden liegenden Querverbindungen nehmen die Zugvorrichtungen auf und sind mit der Einheitspufferbohle ausgerüstet, die konstruktiv so mit dem Drehgestell vereinigt ist, daß die Pufferkräfte sich nicht unmittelbar auf die Rahmen auswirken können. Schädliche Einwirkungen der Pufferstöße, die sich nicht in Zerstörung der Schweißnähte, sondern in Formänderung der Rahmen auswirken könnten, werden auf diese Art vermieden. Die in Lokomotivmitte liegenden einander zugekehrten Drehgestellenden sind untereinander durch eine dreieckförmige, aus einem Stück geschmiedete Kuppelungskonstruktion verbunden. Die in Drehgestelllängsmittle liegende Spitze des Kuppelungsdreieckes ist durch einen im hinteren Drehgestellquerhaupt kugelig gelagerten Bolzen befestigt; die Traverse des Kuppelungsdreieckes läuft in je einen Zapfen an jeder Seite des vorderen Drehgestelles aus, die in besonders ausgebüchsten Lagern in den Drehgestellwagen aufgenommen werden.



Oben Mitte: Die St. Ulrichs-Kathedrale in Augsburg.

Darunter: Das Denkmal des Erbauers der Geislinger Steige, Baurats Knoll, auf der Steige zwischen Geislingen und Amstetten.

Oben links: Durchfahrt eines Güterzuges durch Bahnhof Geislingen.



Oben rechts: Die Geislinger Steige (1:44)

Mitte: Das Stuttgarter Bahnhofs-Gelände vom Bahnhofs-Turm. Ein Zug fährt ein.

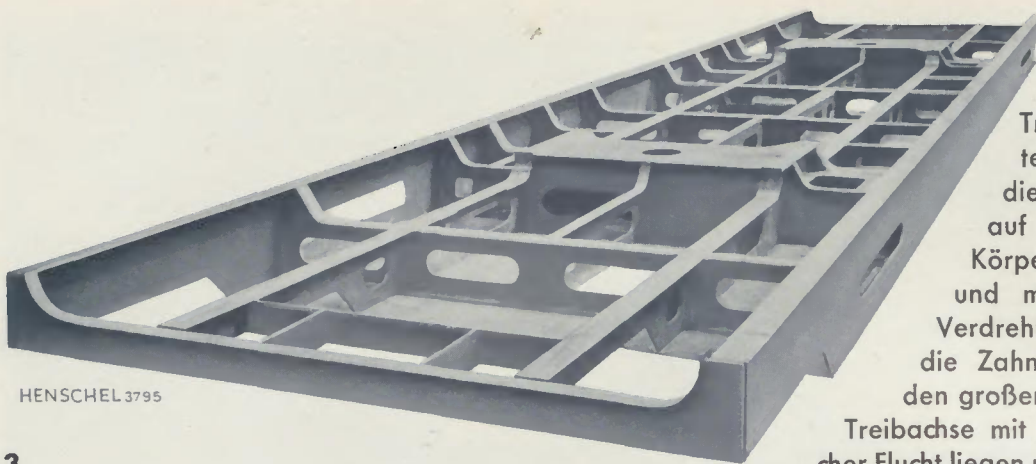
Unten Mitte: Einfahrt eines Personenzuges in den Stuttgarter Hauptbahnhof.



Abfahrt eines Personenzuges von Station Geislingen.

Ausfahrt eines Personenzuges aus Station Esslingen.

ZUR ELEKTRISIERUNG DER REICHSBAHN-STRECKE AUGSBURG-STUTTGART



HENSCHEL 3795

3

BRÜCKENTRÄGER, VON UNTEN GESEHEN

Diese Kupplung ermöglicht also die Krümmungseinstellung der Gestelle gegeneinander und läßt bei Fahrt auch gegenseitige senkrechte Verschiebungen der Gestelle zu. (Schienenstöße, Ablaufberge!) Durch diese Kupplung beider Treibdrehgestelle wird der eigentliche Wagenkasten für die Übertragung der Zugkräfte ausgeschaltet. Die Drehgestelle sind mit dem Brückenträger durch 2 kugelig gelagerte Drehzapfen verbunden, die seitlich im Drehgestellmittelträger verschieblich und mit federnder Rückstellung ausgerüstet sind. Der Zapfen des hinteren Gestelles ist unter Berücksichtigung der Einstellung des Fahrzeuges in Kurven (150 m in Nebengleisen) auch längsverschieblich. Die Kugelpfannen sind in besondere Stahlgußkästen eingebaut, die ihrerseits durch die Schweißkonstruktion des mittleren Drehgestellquerträgers umschlossen werden und mit ihr verschraubt sind. Diese besonders stark gehaltenen mittleren Querverbindungen tragen die Konsolen für die federnden Aufhängungen der Motoren, deren Auflage- und Befestigungsflächen am Schweißträger besonders verstärkt und entlastet sind. Die Achsausschnitte der Drehgestellwangen sind durch zwei senkrechte und einen wagrechten Steg verstärkt. Die Treibachsen, die über je einen Motor mittels beiderseitigen schrägverzahnten Zahnradgetriebes, bestehend aus Groß- und Kleinrad, angetrieben werden, sind in Peynhauser-Lagern gelagert (Isothermos), bei welchen die Schmierung des Achsschenkels durch besonders ausgebildete in der Achsschenkelstirnseite befestigte rotierende Ölschleudern erfolgt. Der Ölverbrauch bei diesen Lagern beträgt nur einen geringen Bruchteil des bei sonstigen Gleitlagern üblichen Verbrauches. Die Naben und Körper der großen, zu den Treibrädern gehörigen Zahnräder sind zwecks Gewichtsersparnis

aus Blechen geschweißt und auf den verlängerten Treibradnaben mittels Keiles befestigt, die Zahnkränze sind auf die zugehörigen Körper aufgeschumpft und mit Stiften gegen Verdrehung gesichert. Da die Zahnflanken der beiden großen Zahnräder einer Treibachse mit $\pm 0,25$ mm in gleicher Flucht liegen müssen, um gleichmäßige Drücke der Zähne zu gewährleisten, mußte beim Aufschumpfen der Zahnkränze zwecks Gewährleistung der geforderten Genauigkeit besondere Sorgfalt geübt werden.

Der ebenfalls vollständig geschweißte **Brückenträger** (Bild 3) weicht in seiner Formgebung erheblich von den üblichen Konstruktionen ab. Er besteht aus 4 Längsblechen, von denen die beiden äußeren eine durchgehende Länge von 13200 mm besitzen und größere Höhe aufweisen, auch stärker sind (15 mm) als die unterteilten inneren Längsbleche. Die Querverbindungen werden durch eine größere Anzahl von Blechen gebildet, die zwecks Gewichtsersparnis und zur Freigabe von Wegen für durchlaufende Rohre, Steuerungsteile und Luftkanäle mit Aussparungen versehen sind. Während die Längsbleche zur Erhöhung des Widerstandsmomentes mit symmetrisch angeschweißten Gurtblechen armiert sind, wurde der gleiche Zweck aus fabrikatorischen Gründen bei den Querverblechen durch Umbördeln des unteren Randes erreicht, sodaß sie L-förmige Gestaltung aufweisen. Das gesamte System von Längs- und Querträgern ist auf dem Deckblech, das den Wagenkastenboden bildet und aus großen Blechtafeln besteht, aufgeschweißt. Der Blick auf die Unterseite des Brückenträgers zeigt auch die beiden besonders kräftig versteiften, kastenartigen Querverbindungen, die das Führungsstück der beiden Drehzapfenoberteile, sowie die in geschlossenen Töpfen untergebrachten seitlichen Unterstützungsfedern aufzunehmen haben. Für letztere sind in beiden Querverbindungen besondere Räume ausgebildet worden. Die Mittelebenen der beiden Stützfederpaare sind, in Brückenträgerlängsebene gemessen, um 260 mm gegen die der Führungzapfen nach Lokomotivmitte zu verschoben. Dieses Maß ergab sich durch die selbstverständliche Forderung gleicher Achsdrücke.

Die Federtöpfe ruhen mit ihrem kugelig ausgebildeten Unterteil in entsprechenden Druckpfannen der Drehgestelle, die dort auf den oberen Wangengurten aufgebaut sind. Die Vierpunktaufhängung erbringt außerordentlich ruhigen Lauf und sanftes Einfahren der Lokomotiven in Krümmungen.

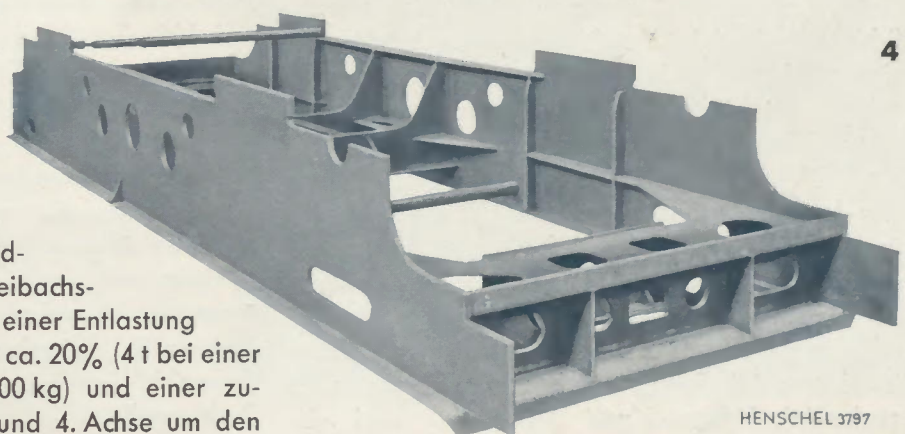
Bei der Ausführung der Schweißungen boten sich besondere Schwierigkeiten infolge der unvermeidlichen Wärmespannungen, die zu beträchtlichen Formänderungen der Schweißkonstruktion führen können. Durch Vorspannen der vorbereiteten Bleche und entsprechendes örtliches Ansetzen der gleichzeitig arbeitenden Schweißer konnten diese Erscheinungen jedoch so gut beherrscht werden, daß selbst die Brückenträger praktisch verwerfungsfrei ausgefallen sind. Voraussetzung für das gute Gelingen der Schweißarbeiten war die Verwendung großer Richtplatten für die außergewöhnlich großen Abmessungen der Schweißkonstruktion. Die Endvermessung der geschweißten Teile zeigte jedenfalls, daß die Konstruktionsmaße überraschend gut und gleichmäßig bei der ganzen Serie eingehalten worden sind. Daß auch hinsichtlich der Festigkeit der Rahmenkonstruktionen keinerlei Befürchtungen zu hegen sind, ergab die kürzlich stattgefundene genaue Untersuchung der Probelokomotive, die sehr befriedigende Ergebnisse geliefert hat. Über die Schweißungen selbst wird demnächst in einer besonderen Arbeit genauer berichtet werden. Der Kastenaufbau ist aus gut gerichteten, durch Nietung verbundenen Blechen erstellt. Auf den äußeren, etwas abgesetzten Enden des Brückenträgers befinden sich die schon erwähnten niedrigen Vorbauten, von denen der vordere den Drucklauf-erzeuger nebst Zwischenkühler (außen) und die Beleuchtungsbatterie (24 Volt) für die Lokomotive aufnimmt, im hinteren Vorbau ist der Haupt- und Hilfsluftbehälter untergebracht. Beide Vorbauten dienen ferner zur Aufstellung je einer **Achsdruckausgleichvorrichtung**.

Da bei 4achsigen Lokomotiven mit 2 Treibdrehgestellen und Tatzlagermotorantrieb bei Anfahrt mit größeren Zugkräften unvermeidlich Verschiebungen der Treibachsdücke eintreten, die sich in einer Entlastung der 1. und 3. Treibachse um ca. 20% (4 t bei einer Anfahrzugkraft von ca. 20 000 kg) und einer zusätzlichen Belastung der 2. und 4. Achse um den gleichen Betrag auswirken, würde ohne ausglei-

chende Maßnahmen die Schleudergefahr der entlasteten Achsen und die Überlastungsgefahr der anderen Achsen betriebliche Schwierigkeiten verursachen. Die erwähnte Vorrichtung gestattet den nahezu vollkommenen Ausgleich dieser Achsdruckdifferenzen; sie besteht aus je einem doppelt wirkenden Druckluftzylinder in jedem Vorbau, deren Kolbenstangen mittels Druckrollen auf die Kopfen der Drehgestelle im jeweils vorderen Gestell belastend, im hinteren Gestell entlastend einwirken. Die Betätigung beider Zylinder erfolgt durch einen Ventilhebel in jedem Führerstand. Über die Theorie und Wirkungsweise der Vorrichtung wurde bereits in den „Elektrischen Bahnen“ 1930, Seite 297 ff. berichtet.

Der eigentliche Maschinenraum (Bild 5) nimmt die wesentlichen Teile der elektrischen Ausrüstung auf: in der Mitte steht der Haupttransformator mit Ölpumpe und aufgebautem Zusatztransformator, rechts und links davon die Steuerungsorgane (Nockenschaltwerk, Feinregler und Fahrtwender). Über dem Fahrtwender, ins Dach eingehängt, findet sich der Lokomotivhauptschalter. Die rechte Maschinenraumseite ist als Laufgang zwischen den Führerständen ausgebildet und von diesen aus mittels Türen in den Führerstandsrückwänden zugänglich. Links des Ganges sind die mit Gittern abgedeckten beiden Apparategerüste aufgestellt, welche die verschiedenen kleineren elektrischen Ausrüstungsgegenstände enthalten.

Die linke Maschinenraumseite wird vollständig durch die Lüftungseinrichtungen zur Kühlung der Fahrmotoren und des Transformatoröles eingenommen. Bei dieser Lokomotive wurde, wie bei den meisten elektrischen Triebfahrzeugen der D.R.G., die **geschlossene Luftführung** angewendet. Die Kühlluft wird über besonders ausgebildete, gegen Einzug von Regen und Schnee infolge ihrer Bauart geschützte Jalousien (Bauart Schweiger) eingesogen, in besonderen Kanälen



DREHGESTELL-RAHMEN, VON UNTEN GESEHEN



LAUFGANG IM MASCHINENRAUM

den Lüftern zugeführt und von diesen in weiteren Kanalführungen in die Fahrmotoren gedrückt. Da die benötigte Kühlluftmenge (1,8 cbm je sec. für Transformator, 7,5 cbm/sec. für die 4 Fahrmotoren) beträchtlich ist, würde ihre freie Entnahme aus dem Maschinenraum gesundheitsschädliche Zugluftbildung in den Führerständen und mittelbare oder unmittelbare Feuchtigkeitsniederschläge auf elektrischen Apparaten hervorrufen können, die deren Isolation unter Umständen bald zu zerstören vermöchten. Bei dem verwendeten geschlossenen Kanalsystem hingegen wird jeder schädliche Unterdruck im Maschinenraum vermieden. Es sind zwei gleichgebaute Lüfteraggregate vorgesehen, bestehend aus je einem Motor von 12 kW, der auf der der Lokomotivmitte zugekehrten Seite ein Lüfterrad für die Transformatoröl-Kühlluft, auf der der Führerständen zugekehrten Seite ein Lüfterrad für die Motorkühlluft für je zwei Fahrmotoren eines Gestelles trägt. Es sind 3 Luftkanalsysteme vorhanden: 2 symmetrisch zur Lokomotivmitte angeordnete Motorkühlluftanlagen, bestehend aus Jalousien, Saugkanal (wagrecht und senkrecht), Lüfterrad und Druckkanal, und ein System für die Transformatorölkühlung mit einer

Jalousie in Lokomotivlängsseitenmitte, einem sich gabelnden Saugkanal, dessen Zweige an je einen Ölkühler angeschlossen sind, die beiden Lüfterräder und der zu jedem von ihnen gehörende Ausblaseschacht, der im Lokomotivdach mündet. Für die Lüftung im Winter, die durch wesentlich geringeren Luftbedarf gekennzeichnet ist, ist teilweiser oder ganzer Abschluß der Motorluftsaugkanäle vorgesehen; die Kühlluft kann in diesem Fall durch besondere, im Sommer abgedeckte Klappen in den Saugschächten unmittelbar oberhalb der Lüfterräder vom Maschinenraum her angesogen werden.

Die Gangseitenlängswand ist ebenfalls mit Jalousien zur Belüftung des Maschinenraumes ausgestaltet, vor welche die verschiebbar ausgebildeten Fenster geschoben werden können.

Der Maschinenraum nebst Führerständen besitzt ein gemeinsames festes Dach, das über Transformator und Nockenschaltwerk zwecks Ausbau dieser Teile abnehmbar ist. Die haubenförmig ausgebildeten, mit gepreßten Belüftungsjalousien und Revisions-türen versehenen Abdeckungen der Vorbauten sind ebenfalls vollkommen abnehmbar. Für den Ausbau der Lüfteraggregate und der Ölkühler sind in der linken Wagenkastenwand entsprechende, herabklappbare Türen vorgesehen.

Zur weiteren mechanischen Ausrüstung gehört die Einkammerdruckluftbremse in der üblichen Anordnung; jedes Treibrad wird einseitig abgebremst; die gesamte Abbremsung der Lokomotive beträgt 77,3% bei Betriebsbremsung, 100% bei Zusatzbremsung. Auf jedes Gestell wirkt außerdem eine Spindelhandbremse. Die Druckluft wird durch einen 2stufigen Kompressor erzeugt, der durch einen Einphasenmotor angetrieben wird und 100 cbm Druckluft je Stunde gegen 8 atü fördern kann. Das Druckluftaggregat ist im vorderen, die Luftbehälter sind im hinteren Vorbau untergebracht.

Die Lokomotive ist ferner mit Druckluft-Sandstreuern versehen, die mittels Handhebelbetätigung von den Führerständen aus die Sandung der vorderen Achse allein oder sämtlicher 4 Achsen zusammen bewirken und zwar in jeder Fahrtrichtung. Zur Aufnahme des nötigen Sandvorrates dienen 16 Sandkästen an den Außenseiten der Drehgestelle.

Die **elektrische Ausrüstung** der Lokomotive

besteht im wesentlichen aus Stromabnehmern, Hauptschalter, Haupt- und Zusatztransformator, Steuerungsorganen und Fahrmotoren nebst verschiedenen Hilfsapparaten für Überwachung, Heizung, Beleuchtung usw.

Die beiden **Scherenstromabnehmer** sind parallelgeschaltet und entsprechen der Einheitsausführung der D.R.G. Sie besitzen gefederte, auswechselbare Aluminiumschleifstücke, deren W-förmiger Querschnitt mit Starrfett ausgefüllt ist.

Sie werden von beiden Führerständen aus mittels der Führerbügelventile durch Druckluft gehoben, durch Auslaß derselben aus den Hubzylindern gesenkt. Der durchschnittliche Anpreßdruck der Schleifstücke an den Fahrdrabt beträgt 4,5 - 6 kg, wobei die der Höchstleistung des Fahrzeuges entsprechenden Stromstärken je Schleifstück von ca. 100—120 Amp. gut abgenommen werden. Unmittelbar hinter jedem Stromabnehmer ist ein vom Maschinenraum aus bedienbarer Handtrennschalter angeordnet, der den zugehörigen Stromabnehmer im Falle von Beschädigungen von der zu dem Hauptschalter führenden, beiden Abnehmern gemeinsamen Hochspannungsleitung abzutrennen ermöglicht.

Der **Hauptschalter** ist bei 12 Lokomotiven als Ölschalter, Einheitsbauart Brown Boveri, ausgebildet, bei den übrigen 8 Stück wurde der von SSW entwickelte Expansionsschalter eingebaut. Beim **Ölschalter** erfolgt die Mehrfach-Unterbrechung des hochgespannten Stromes unter Öl und zwar mittels einer beweglichen mit Druckluft oder Handkraft zu hebenden Kontaktbrücke, deren Kontakten die Festkontakte im Ölschalterdeckel gegenüberstehen. Das Schaltsystem ist am Deckel befestigt und in einen druckfesten Ölkessel eingesetzt, der in einer am Lokomotivdach eingelassenen Grundplatte befestigt ist und in den Maschinenraum hineinragt. Der Deckel, der das gesamte Schaltsystem trägt, kann zum Zwecke der Nachschau über das Lokomotivdach hochgekurbelt werden. Beim **Expansionsschalter** findet die Stromunterbrechung durch einen in senkrechter Richtung beweglichen Schaltstift mit Kontakttulpe statt. Letztere ist in einer kleinen mit Expansinflüssigkeit gefüllten Druckkammer eingesetzt. Die Lichtbogenlöschung beim Ausschalten wird durch Druckgas bewirkt, das sich aus dem Expansin im Augenblick des Abschaltens durch die Lichtbogenhitze bildet. Beide

Schalter-Bauarten sind mit 3 sogen. Relais versehen. Ein Relais setzt stets elektrische Energie in mechanische Wirkungen um, eignet sich also für Fernbetätigung. Auf die mechanische Auslösevorrichtung des Hauptschalters wirken nun 3 Relais:

Das **Nullspannungsrelais** löst den Ölschalter dann selbsttätig aus, wenn die Fahrleitung aus irgendwelchen Gründen länger als 2 Sekunden ohne Oberspannung bleibt: Das plötzliche Wiederkehren der Spannung bei eingeschalteten Motoren würde diese beschädigen.

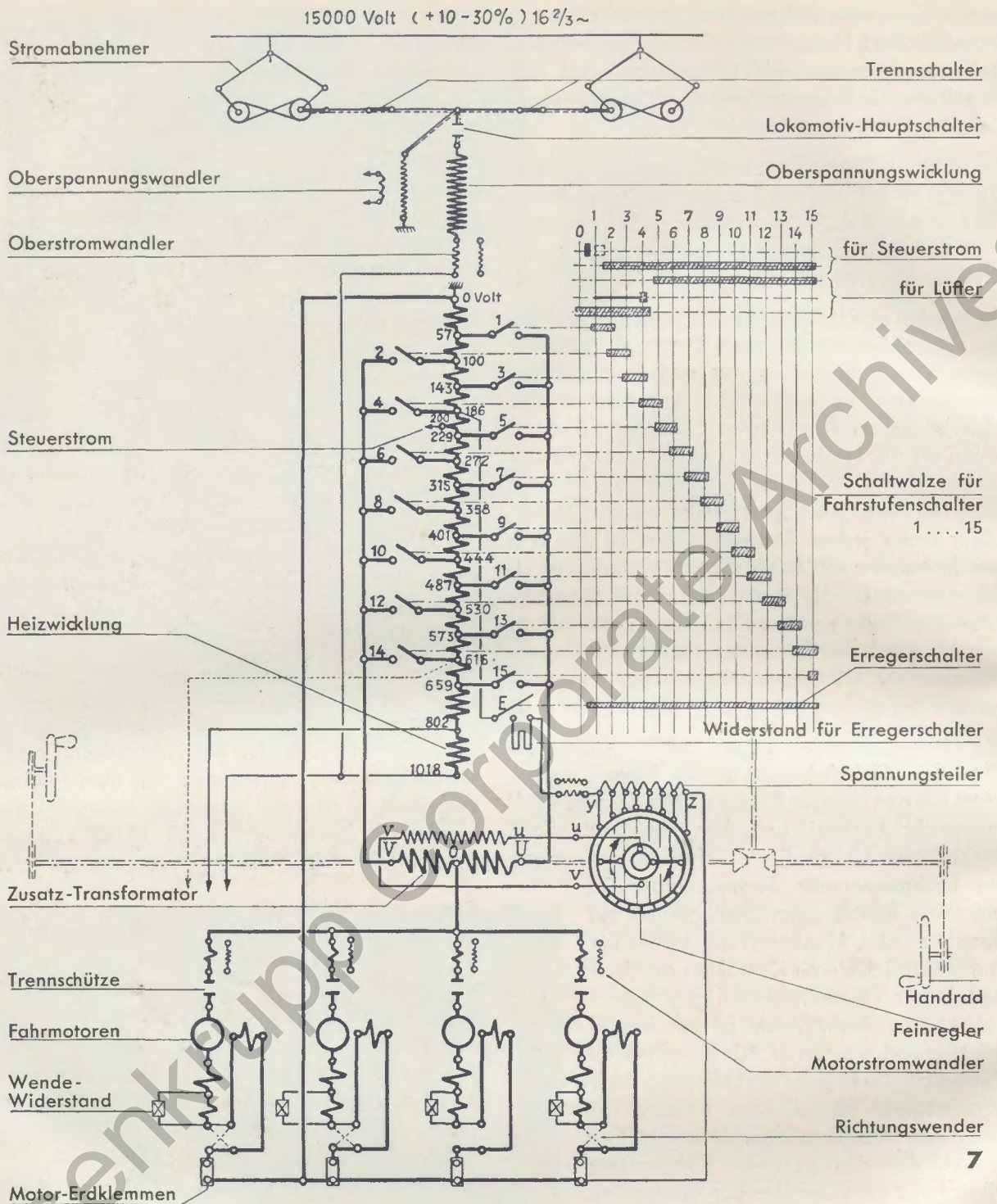
Das **Überstromrelais** bewirkt die Auslösung des Schalters, sobald der Hochspannungsstrom über ein bestimmtes, einstellbares Maß ansteigt.

Das **Auslöserelais** schließlich kann sowohl mittels eines Kontaktes am Führerbügelventil von Hand betätigt werden, wie auch durch die Schutzrelais für Heizung etc. zum Ansprechen gebracht werden. Neben diesen elektromagnetisch bewirkten Betätigungen des Ölschalters besteht für den Führer noch die Möglichkeit der rein mechanischen Hand-Ein- und Ausschaltung.

Vom Ölschalter führt die Hochspannungsleitung 15 kV zur Einführungsklemme des Haupttransformators, der die der Fahrleitung entnommene Hochspannung in die für die Fahrmotoren nötige Niederspannung umwandelt. In dem gleichen Verhältnis, in dem die Spannung erniedrigt wird, werden die Ströme erhöht (z.B. 15 000 Volt x 200 Amp. = 600 Volt x 5000 Amp.). Bei diesem Trans-



FOHRERRAUM



formator, der eine Dauerleistung von 1450 kVA besitzt, selbstverständlich aber für begrenzte Zeitdauer jede von den Fahrmotoren benötigte Leistung abzugeben vermag, ist die Sparschaltung angewendet, d. h. Hoch- und Niederspannungswicklung sind hintereinander geschaltet und am Lokomotivrahmen geerdet. Der aktive Teil (Eisenkern, Wicklungen und Anzapfungsleitungen) ist in einen Ölkessel eingehängt, durch dessen Deckel die Stufenanzapfungen herausgeführt sind.

Die entstehende Stromwärme wird durch das den aktiven Teil umgebende Öl aufgenommen, das über eine Ölpumpe zu den früher erwähnten Ölkühlern geleitet, dort abgekühlt und dem Transformator im Umlauf wieder zugeführt wird. Auf dem Transformator ist der Zusatztransformator aufgebaut, dessen Bedeutung bei Erläuterung der **Steuerung** geschildert wird.

Die Drehzahl und Leistung des Einphasen-Reihenschlußmotors steigt proportional der zugeführten

Spannung an, wie beim Gleichstrom-Motor. Wie dieser darf er beim Anlauf nicht unmittelbar an die volle Endbetriebsspannung gelegt werden, sondern muß mit stark herabgesetzter Spannung erst auf eine bestimmte Mindestdrehzahl gebracht werden. Während beim Gleichstrom-Motor die Herabsetzung der Spannung in Widerständen vorgenommen wird, also mit bisweilen beträchtlichen Energieverlusten verbunden ist, erfolgt die Spannungsregelung beim Einphasenreihenschlußmotor verlustlos durch den Transformator, dessen Niederspannungswicklung hier 15 Spannungsstufen besitzt, (Bild 7: Schaltbild der Hauptstromkreise) die jeweils an die Motoren angeschaltet werden können. Die Einrichtungen, die die Schaltung der verschiedenen Stromkreise besorgen, faßt man unter dem Begriff der **Steuerung** zusammen.

Diese ist bei unserer Lokomotive als **Feinregler-nockensteuerung** mit mechanischer Betätigung ausgeführt und ermöglicht die Schaltung von 15 Dauerefahrstufen. Im Gegensatz zu den gebräuchlichen Schützensteuerungen, bei welchen die Spannungserhöhung sprungweise vonstatten geht, erfolgt hier durch den Feinregler der Spannungsanstieg stetig, wodurch Zugkraftsprünge vermieden werden.

Die Steuerung besteht aus dem senkrecht stehenden **Nockenschaltwerk**, das auf gemeinsamer Welle übereinanderliegend die 15 Nockenscheiben für die entsprechenden Hauptschalter, sowie Nockenscheiben für Erregung des Feinreglers, für Steuerstrom und Lüftermotoren enthält, dem **Feinregler**, dem Schalt- oder **Zusatztransformator** (siehe oben) und den **Betätigungs-kontrollern** in beiden Führerständen, von welchen aus durch mechanische Kraftübertragung über Kettenräder und Wellen das Nockenschaltwerk und der Feinregler-Bürstenapparat synchron angetrieben werden.

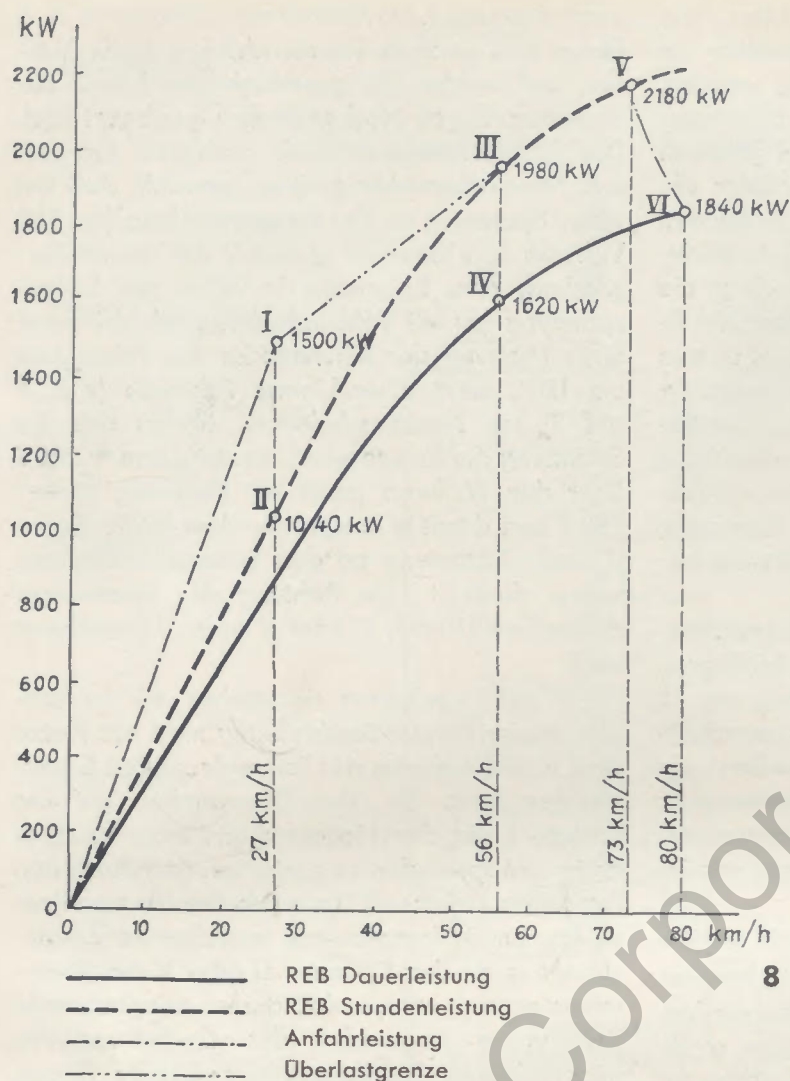
Der Feinregler besteht aus einem kleinen Spannungsteiler und einem feststehenden Kommutator, dessen Segmente durch Widerstandsbänder mit den Spannungsteiler-Anzapfungen verbunden sind. Die mit den äußersten Anzapfungen des Spannungsteilers verbundenen Segmente sind breiter gehalten, als die übrigen. Je 2 von den breiten Segmenten gleich weit entfernte schmale Segmente sind miteinander im Innern des Kommutators durch Kupferbänder verbunden. Um den Kommutator dreht sich ein Bürstenjoch mit 2 Bürsten-spindeln, zwischen welchen die Erregerwicklung des Zusatztransformators liegt. Die zweite Wicklung desselben wirkt als Stromteiler, ihrer Mittel-

anzapfung wird der Motorstrom entnommen, ihre Enden sind an zwei Sammelschienen angeschlossen, auf welche die geradzahigen bzw. die ungeradzahigen Nockenschalter geschaltet sind. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Erreger- und Stromteilerwicklung ist so gewählt, daß bei voller Spannung an der Erregerwicklung (ca. 180 Volt) an den Klemmen U und V der Stromteilerwicklung eine Spannung in Höhe der Stufenspannung (ca. 43 Volt) induziert wird. Während einer Drehung der Bürstenjochs des Feinreglers um 180° , entsprechend einer Fahrstufe (z. B. 1 auf 2) am Nockenschaltwerk, ändert sich die Spannung der Erregerwicklung stetig von $+180\text{V}$ über den Nullwert (nach 90° Drehung) in -180V und damit in entsprechendem Maße die induzierte Spannung an den Stromteilerklemmen, wobei durch $\pm$ die Richtung des Spannungsflusses von U nach V oder V nach U bezeichnet wird.

Ohne auf Einzelheiten einzugehen, die im Rahmen dieser kurzen Beschreibung nicht am Platze sind, ist die Aufgabe des Feinreglers nebst Schalttransformators die, das Umschalten auf die nächste Stufe des Nockenschaltwerkes dadurch stetig und sprungfrei zu gestalten, daß durch den Feinregler zwischen 2 Dauerschaltstufen eine linear bis zur Stufenspannung ansteigende Zusatzspannung an den Klemmen U oder V des Stromteilers erzeugt wird, sodaß dessen entsprechende Klemme im Augenblick des Zuschaltens des nächsthöheren Nockenschalters bereits dessen Potential besitzt, der Schalter also praktisch funkenfrei schließt. Im übrigen geht der Schalttakt aus dem Schaltbild klar hervor.

Zur Steuerung gehört auch noch der elektropneumatisch betätigte Fahrtwender, in welchem durch Vertauschen der Klemmen der Motorerrergerwicklungen die beiden Fahrtrichtungen hergestellt werden können. Der Betätigungsgriff des Fahrtwenders ist nur einmal für jede Lokomotive vorhanden, er kann in der Nullstellung des Fahrtwenderkontrollers in jedem Führerstand abgezogen werden, wodurch die sämtlichen Betätigungsorgane der Steuerung ebenfalls in ihrer Nullstellung verriegelt sind.

Die 4 Fahrmotoren endlich sind dauernd parallelgeschaltet; jeder von ihnen wird im Falle von Überlastungen durch ein elektromagnetisch vom zugehörigen Überlastrelais (zugleich Motorstromwandler) aus gesteuertes Trennschütz abgeschaltet. Die Einschaltung der Trennschütze bei Fahrtbeginn erfolgt durch den Steuerstromschalter der Nockenwalze.



LEISTUNGS-SCHAUBILD DER LOKOMOTIVE

Die Fahrmotoren selbst sind 12-polige Einphasen-reihenschlußmotoren WBM 380 mit einer Höchst-drehzahl von ca. 1650 U.p.M. bei Höchstge-schwindigkeit der Lokomotive. Sie arbeiten über je ein doppelseitiges ungefedertes Zahnradge-triebe (Zähnezahlen 18 bzw. 83) mit Schrägver-zahnung und einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 4,61 auf die zugehörige Treibachse. Das Mo-torgehäuse ist zwecks Gewichtsersparnis aus Walzstahl geschweißt worden. Die Zahnräder sind durch Schutzkasten aus Blech umschlossen und laufen in Öl. Ein Teil des Motorgewichtes stützt sich mittels Tatzenlagern auf die Treib-achsen, der andere Teil ist mittels je zweier Zug-und Druckfedern an den Mittelträgern der Mo-toren aufgehängt. Der Ausbau der Fahrmotoren erfolgt mit der zugehörigen Treibachse ohne An-heben des Wagenkastens auf der Achsenke nach unten. Die Motoren sind mit Fremdlüftung

versehen. Die Kühlluft (1,85 cbm je sec. für jeden Motor) wird durch die oben beschriebenen Luftkanäle über bewegliche Faltenbälge in das dem Kommutator gegenüber-liegende Lagerschild gedrückt und wird in vielen parallel- und hinter-einander geschalteten Schlitten in Läuferisen und -Nabe durch den Motor geleitet. Die erwärmte Luft streicht dann über den Kommutator und wird über das zugehörige Lagerschild längs des Umfangs ins Freie gedrückt. Das Gewicht des Motors ist mit ca 3200 kg außerordentlich günstig. Die auf der Treib-achse ruhenden ungefederten Las-ten sind daher verhältnismäßig ge-ring. Jeder Motor vermag bei einer Stromstärke von ca. 1250A bei 70% der Lokomotivgeschwindigkeit (gl. 56 km/h) eine Stundenleistung von ca. 495 kW, eine Dauerleistung bei 1040 A und gleicher Geschwin-digkeit von 405 kW abzugeben (nach den REB). Das gesamte Leistungs-schaubild der Lokomotive ist in Bild 8 dargestellt. Die höchste im Be-trieb zugeführte Klemmspannung beträgt ca. 560 Volt. Die größte Zugkraft der Lokomotive, am Zug-haken im Stillstand gemessen, be-trägt ca. 19500 kg.

Die beiden Führerstände schließlich enthalten neben der üblichen me-chanischen Ausrüstung am Führerschalt-pult die Meßinstrumente für Hochspannung und -Strom, Strom- und Zugkraftmesser für jeden Motor, Geschwindigkeitsmesser usw. Da auch für die Anordnung der Apparate in den Führerständen gewisse feststehende Richtlinien bestehen, die zu einer Art von Einheitsbauform für sämtliche elek-trischen Triebfahrzeuge geworden sind, braucht hierüber nicht weiter berichtet zu werden.

Die Lokomotiven sind mit dem blaugrauen Ein-heitsanstrich versehen und gewähren durch ihre großen ruhigen Linien auch einen bestechenden äußeren Anblick. Es sei im Rahmen dieser kurzen Beschreibung, die vor allem für den elektrischen Teil nur das Wichtigste zur Darstellung bringen konnte, der Hoffnung Raum gegeben, daß die neue Lokomotive durch Bewährung im Betrieb werbend für den weiteren Ausbau des elektrisch betriebenen Bahnnetzes wirken möge.

GESCHWEISSTE KONSTRUKTIONEN

VON INGENIEUR JASPER, KASSEL



HENSCHEL 3872

9

Die Schmelzschweiß-Technik hat in den letzten Jahren einen ganz außerordentlichen Aufstieg genommen. Es gibt heute kaum noch eine eisenverarbeitende Industrie, in die dieses neue Verbindungsverfahren nicht Eingang gefunden hat. Es ist daher interessant, sich den Entwicklungsgang der Schweißtechnik zu veranschaulichen.

Bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts war es möglich, die Kanten zweier an- oder übereinander gelegter Werkstücke zum Schmelzfluß zu bringen. So wurde um 1885 Nikolaus von Bernarodos ein elektrisches Schweißverfahren patentiert. Es stützte sich darauf, den einen Pol einer elektrischen Energiequelle an das Werkstück, den anderen an einen Kohlestab als Elektrode zu legen. Durch Berühren und Wiederentfernen der Kohlelektrode vom Werkstück entstand ein Lichtbogen, der die Kanten des Werkstückes abschmolz. Gleichzeitig wurde ein in den Lichtbogen gehaltener Eisenstab abgeschmolzen.

Kurze Zeit später entwickelte Dr. Zerener ein Verfahren, den elektrischen Lichtbogen zwischen zwei Kohlelektroden zu ziehen, sodaß eine brennerähnliche Wärmequelle entstand. Auch hierbei wurden die von dem Lichtbogen getroffenen Kanten der Werkstücke sowie Eisenstäbe abgeschmolzen.

Zur gleichen Zeit wurde Slavianoff ein Verfahren patentiert, bei dem als Elektrode ein Eisenstab benutzt wurde. Bei dem zwischen Elektrode und Werkstück gebildeten Lichtbogen schmilzt mit der Kante des Werkstücks auch das untere Elektrodenende ab und liefert auf diese Weise den Zusatzwerkstoff.

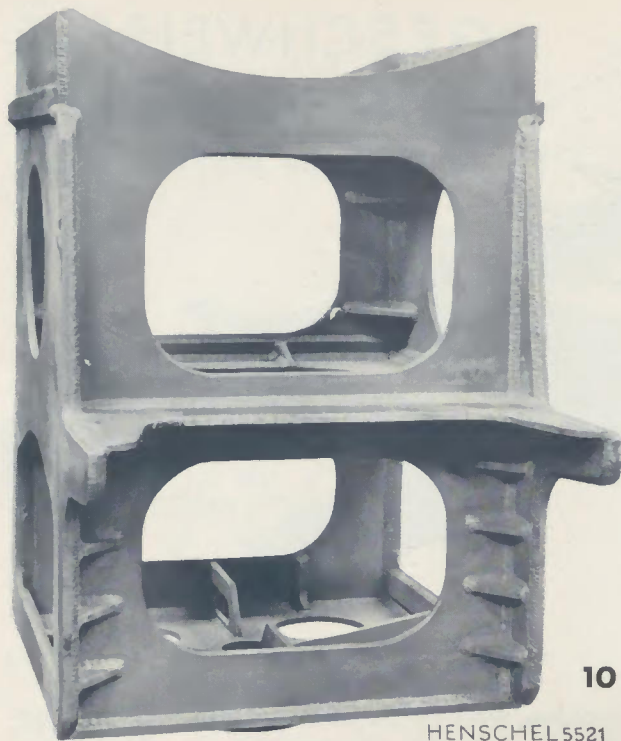
Das damals ebenfalls bereits bekannte „autogene“ Schweißverfahren bestand, wie noch heute, darin, mit Hilfe einer Azetylen-Sauerstoff-Flamme die Werkstoffkanten einzuschmelzen und Zusatzwerkstoff nach Bedarf zuzusetzen.

Neben einigen anderen Schweißverfahren, die mehr oder weniger für Spezialgebiete entwickelt

wurden, werden die oben geschilderten auch gegenwärtig noch angewandt. In der Maschinenindustrie haben sich jedoch vornehmlich zwei Verfahren weiterentwickelt. Es sind dies das elektrische „Slavianoff-Verfahren“ (wenn heute von Lichtbogenschweißung im allgemeinen die Rede ist, so handelt es sich meist um dieses Verfahren) und die „autogene Schweißung“, heute mit „Gas-Schmelz-Schweißung“ bezeichnet.

Trotz des Aufsehens, das die ersten Schweißversuche erregten, blieb die Anwendung der Schweißtechnik doch jahrelang recht beschränkt. Der Hauptgrund hierfür war der, daß der abgeschmolzene Schweißwerkstoff keine besonderen Gütewerte hatte. Die Schweißnaht glich in ihrer Struktur einem rohen, grobkristallinen Gußgefüge, stark durchsetzt mit Schlacken und sonstigen schädlichen Einschlüssen, die die chemischen und physikalischen Eigenschaften natürlich stark herabsetzten. Andererseits waren die Schweißmaschinen und Geräte noch recht einfach und primitiv, sodaß es schlecht möglich war, auch nur einigermaßen brauchbare Schweißnähte mit Sicherheit herzustellen. Auch fehlte es an erfahrenen Fachleuten, sodaß bis etwa 1914 nur ganz vereinzelt hier und dort einige Spezialisten mit einigermaßen guten Schweißarbeiten an die Öffentlichkeit traten.

Die in Deutschland hauptsächlich nach dem Kriege einsetzende technische Entwicklung, die Veredelung der Werkstoffe und die dadurch gegebene höhere Beanspruchungsmöglichkeit beeinflusste auch die Schweißtechnik in hohem Maße. Erhöhte Anforderungen an Qualität und wirtschaftliche



10

HENSCHEL 5521

Herstellung der Werkstücke lenkten die Aufmerksamkeit verstärkt auf die Schweißtechnik. Nachdem von einigen mutigen Unternehmern mehrere imposante Schweißkonstruktionen entwickelt und ausgeführt worden waren, setzte eine umfassende wissenschaftliche Untersuchung aller schweißtechnischen Vorgänge ein. Die sich hieraus ergebenden Verbesserungen der Schweißmaschinen, Geräte und Zusatzmaterialien schufen die Grundlagen für Schweißverbindungen mit hohen Güteigenschaften.

Begreiflicherweise ist die Entwicklung der Schweißtechnik von mancherlei Kontroversen bezüglich des praktischen Wertes und der Bewährung der geschweißten Konstruktionen begleitet worden. Auch heute sind noch kritische Betrachtungen und ungünstige Urteile zu hören. Demgegenüber muß jedoch festgestellt werden, daß es für einen ernsthaften Fachmann keine Schwierigkeiten mehr darstellt, hochwertige Schweißkonstruktionen durchzubilden und auszuführen. Allerdings kann nicht etwa einfach aus dem Handgelenk heraus zusammengeschweißt werden; eine gute Schweißkonstruktion setzt ernste Ingenieurarbeit voraus. Jede Schweißkonstruktion muß, genau wie andere Konstruktionen, ihrer Eigenart entsprechend entwickelt werden. Eine gut berechnete, durchkonstruierte und mit eindeutigen Schweißmaßen versehene Konstruktion schafft erst die Grundlage für einwandfreie Werkstattarbeit. Dauernde Überwachung der Schweißer vermag eine stets gleich-

bleibende Güte der Schweißnaht zu gewährleisten. Es ist heute nicht mehr daran zu zweifeln, daß Schweißkonstruktionen, die unter Berücksichtigung obiger Gesichtspunkte entwickelt werden, gut und zuverlässig sind.

Die von der Henschel & Sohn A. G. bisher ausgeführten Schweißarbeiten wurden unter peinlicher Beachtung der oben geschilderten Umstände hergestellt. Opfer an Geld und Zeit wurden nicht gescheut, um eine vollendete Güte und gleichbleibende Sicherheit der Schweißnähte zu gewährleisten. Die ausgeführten Arbeiten lassen schon rein äußerlich eine hohe Entwicklungsstufe erkennen. Der Ausdruck „Zweckbau“ scheint gerade bei folgerichtig entwickelten Schweißarbeiten besondere Berechtigung zu haben.

So zeigt der in Bild 9 dargestellte Haupttrahmen für einen Kühltender einen solchen Zweckbau. Es handelt sich hier um eine für Rußland bestimmte Kühltender- oder Kondensations-Lokomotive. Die überaus guten Ergebnisse dieser von der Henschel & Sohn A. G. nach Argentinien gelieferten Kondens-Lokomotivtype veranlaßten die U.d.S.S.R.,



11

HENSCHEL 3602



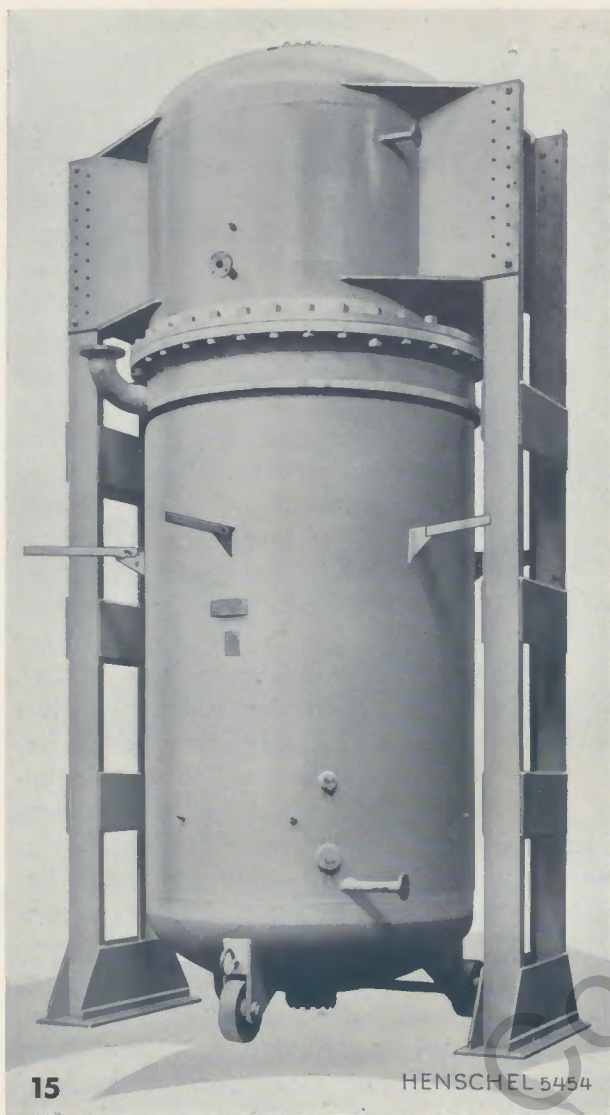
Lichtbogenschweißung in weitestem Maße angewandt worden.

Zu den interessantesten Schweißkonstruktionen ähnlicher Art dürfen mit Recht die Brückenträger u. Drehgestelle der elektrischen Lokomotiven Bo-Bo gezählt werden, die für die Strecke Augsburg-Stuttgart hergestellt wurden. Über diese Lokomotivtype wird von Herrn Reichsbahnrat Heydmann (S. 1 ff.) ausführlich berichtet. Hier soll lediglich über die Schweißarbeit nach einiges gesagt werden. Der Brückenträger hat eine Länge von etwa 13 m. Die Breite beträgt etwa 2,9 m. Die Konstruktion besteht aus 2 außen liegenden Hauptwangen und

den Auftrag auf eine ähnliche Lokomotive zu erteilen. Das Leergewicht des Tenders beträgt 52 t, das Dienstgewicht etwa 72 t. Der Tender läuft auf vier Achsen und hat eine Spurweite von 1524 mm. Die Dampfniederschlags-Leistung des Kühltenders beträgt 10 000 kg/h. Bei 10 t Wasservorrat gestattet diese Bauart eine Fahrt von ca. 1000 km ohne jegliche Wasseraufnahme. Der Hauptrahmen des Tenders besteht aus zwei Breitflanschträgern von 360 mm Höhe und etwa 12 m Länge. Beide Träger sind durch Querstreben verbunden, die ihrer Beanspruchung entsprechend aus flußstählernen Blechen in Schweißkonstruktion hergestellt und mit den Hauptträgern verschweißt sind. Zur Aufnahme der außerhalb des Hauptrahmens liegenden Tenderkonstruktion sind U-förmig gepreßte Konsolen an die Hauptträger geschweißt. Die gesamte Konstruktion ist lichtbogengeschweißt, wobei besonders Gewicht auf eine praktisch spannungsfreie Ausführung gelegt wurde. Nach der Schweißung war nicht die geringste Verwerfung festzustellen. Zweckentsprechender hätte kaum eine andere Konstruktion entwickelt werden können. Auf der ganzen Rahmenlänge ist das Profil weder durch Nietlöcher geschwächt noch durch Knotenbleche und Formeisenverbindungen unnötig belastet. Übrigens ist auch an den sonstigen Teilen des Kühltenders die

2 Innenwangen, die untereinander durch Querstreben verbunden sind. Schweißtechnisch betrachtet stellt diese Anordnung eine ausgezeichnete Lösung dar. Ohne örtliche Anhäufung von Schweißnähten konnten alle Querverbindungen an den Stellen der auftretenden Kräfte angeordnet werden. Wie das Bild des Brückenträgers auf Seite 4 zeigt, ist die Gesamtkonstruktion hierdurch in keiner Weise gestört worden. Die Ausführung dieser Schweißarbeiten stellte eine ganze Reihe nicht gerade einfacher





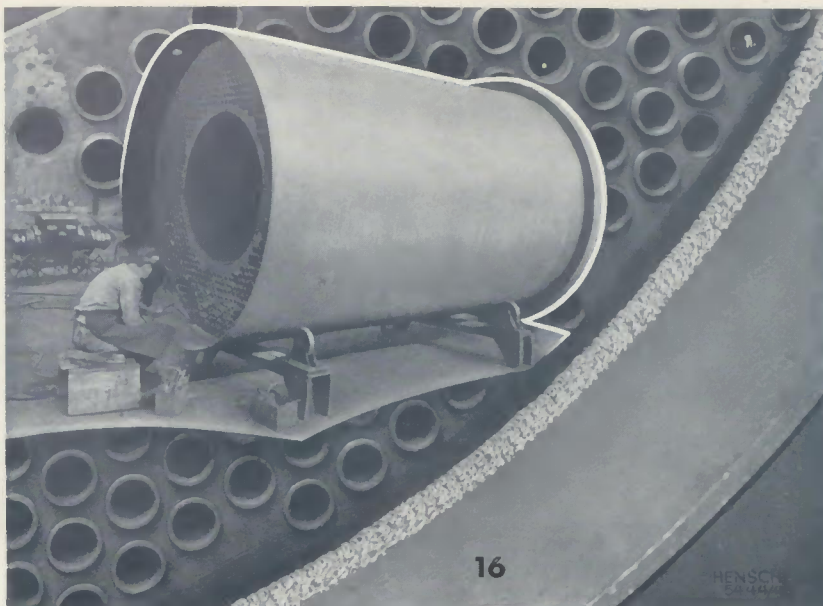
Aufgaben. Die planmäßige Herstellung der inneren Konstruktionen, der Zusammenbau der gesamten Einzelkonstruktionen zu einem maßhaltigen und spannungsfreien Stück, die Herstellung der langen Nähte in einem Zuge und dergleichen mehr erforderten ein gutes Teil von Erfahrungen und ein gut geschultes Schweißpersonal. Es ist verständlich, daß die hier beteiligten Schweißer einer laufenden strengen Kontrolle unterstanden. Es wird interessieren, daß bei den Kreuzstoßproben, für die eine Festigkeit von 26 kg/mm^2 gefordert war, von jedem Schweißer durchschnittlich eine Festigkeit von $33\text{--}35 \text{ kg/mm}^2$ erreicht wurde. Die ganze Konstruktion ist unter Vermeidung irgendwelcher Walzprofile nur aus Blechen zusammengeschweißt. Durch geeignete Maßnahmen ist es vorzüglich gelungen, den durch den Schweißprozeß auftretenden Schrumpfungen von vornherein so zu begegnen, daß nach der Schweißung keiner-

lei Verwerfungen in der ganzen Konstruktion festzustellen waren.

Die in Bild 10 dargestellte, geschweißte Rahmenverbindungsstrebe für Reichsbahn-Lokomotiven der Reihe 03 stellt den Ersatz für Stahlguß-Ausführungen dar. Das ganze Werkstück ist aus Blechen (St. 37,21) 15 mm stark, in Lichtbogensschweißung hergestellt. Derartig glattwandige Konstruktionen sind infolge ihrer allseits guten Zugänglichkeit für die Schweißung besonders gut geeignet und können mit einem hohen Grad von Sicherheit hergestellt werden. Der Gewichtsvergleich zwischen Stahlguß- und Schweißkonstruktion zeigt, daß diese auch wirtschaftlich von Vorteil ist. In Stahlgußausführung betrug das Rohgewicht 1450—1550 kg, das geschweißte Stück wiegt 1200 kg. Die Deutsche Reichsbahn hat eine Anzahl der geschweißten Streben zum Einbau in neue Lokomotiven bestimmt.

Ein markantes Beispiel für die Vereinfachung der Konstruktion und zweckentsprechende Formgebung mit Hilfe der Schweißtechnik bietet die Herstellung der Wasserkammern, Bauart „Nicholson“. Es handelt sich hier um trichterförmige Kammern für Lokomotiv-Feuerbuchsen. Die Aufgabe dieser Kammern besteht darin, die effektive Heizfläche in der Feuerbuche zu erhöhen, hiermit die Dampferzeugung zu steigern und gleichzeitig einen erhöhten Wassenumlauf im Stehkessel hervorzurufen. Durch den letztgenannten Umstand wird die Gefahr des Durchbrennens der Feuerbuchsdecke bei zu niedrigem Wasserstand herabgemindert. In Bild 11 ist das Einschweißen einer Wasserkammer in eine Feuerbuche dargestellt. Die Kammern selbst werden aus einer Blechtafel in Gesenkarbeit hergestellt. Die zuletzt offen bleibenden Stoßkanten werden mit Hilfe der Gasschmelz-Schweißung verbunden. Bild 12 zeigt eine zur Schweißung vorbereitete, Bild 13 eine fertige, geschweißte und Bild 14 eine zum Einschweißen in die Feuerbuche fertige Wasserkammer. Die Gasschmelz-Schweißnähte müssen bei diesen Ausführungen besonders dehnbar und zäh hergestellt werden, da sie vielseitigen Beanspruchungen bei hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Zu den wechselnden Beanspruchungen während des Fahrbetriebs kommen hier nämlich noch die hohen Spannungen infolge des Temperatur-Unterschiedes zwischen Feuerzone und Wasser. Trotz dieser ungünstigen Beanspruchungen sind selbst von schon jahrelang im Betrieb befindlichen Wasserkammern keinerlei Beanstandungen zu verzeichnen.

Der Kessel- und Behälterbau ist für Schweißkon-



völlige Dichtigkeit sämtlicher Nähte. Im Innern dieser Umformer ist ein Rohrbündel von etwa 800 Rohren mit 40 mm lichter Weite angeordnet. Die Einschweißung der Rohrwände erfolgte in Lichtbogenschweißung (Bild 16). Auch diese Umformer sind schon einige Jahre ohne jegliche Beanstandung im Betrieb.

Der in Bild 17 dargestellte Speisewasserspeicher stellt ebenfalls eine recht beachtliche Leistung dar. Diese mehrfach ausgeführten Behälter sind 15000 mm lang, haben einen lichten Durchmesser von 2600 mm und Wandstärke von 12 mm. Ein Behälter faßt 80 m³ Wasser. Die Längs- und Rund-

strukturen ganz besonders geeignet. Das Verwendungsgebiet der Behälter in Druckluft-, Druckwasser-, Brennstoff-, Laugen- und Dampfbetrieben verlangt ausschließlich erstklassige Schweißverbindungen. Daß die Henschel & Sohn A. G. auch auf diesem Gebiete über wertvolle Erfahrungen verfügt, beweisen ihre zahlreichen Lieferungen geschweißter Behälter. Hier können naturgemäß nur einzelne Ausführungen gezeigt werden. Bild 15 stellt einen Dampfumformer für 10 bzw. 7 atü Dampfdruck dar. Der lichte Durchmesser beträgt 2264 mm, die Höhe 6676 mm, die Wandstärke 18 mm. Sämtliche Längs- und Rundnähte sind in Gasschmelz-Schweißung ausgeführt. Zwecks Erzielung höchster Gütewerte wurde hierbei die Parallelschweißung angewandt, bei der zwei Schweißer von beiden Seiten gleichzeitig arbeiten und die Schweißnaht gehämmert wird. Die Druckprobe von 15 atü ergab denn auch

nähte sind in Gasschmelz-Schweißung hergestellt. Die Aufzählung interessanter Schweißarbeiten könnte noch weitgehend fortgesetzt werden. Jedoch dürften die hier ausgewählten Beispiele schon einen kleinen Überblick über die vielseitige Verwendungsmöglichkeit der Schweißtechnik übermitteln. Die Entwicklung geschweißter Konstruktionen geht auf allen Gebieten unaufhaltsam weiter. Bleibende Erfolge können jedoch nur dann erzielt werden, wenn in maßvoller Zurückhaltung nur solche Schweißkonstruktionen entwickelt werden, die anderen Konstruktionen an Güte nicht nachstehen. Dabei ist der Gesichtspunkt maßgebend, geschweißte Konstruktionen wirtschaftlicher und, soweit möglich, auch leichter herzustellen als etwa genietete oder gegossene Ausführungen. Indem die Henschel & Sohn A. G., Kassel, das Gebiet der Schweißkonstruktionen auf diese Weise behandelt, hofft sie, dem gesunden Fortschritt zu dienen.





BENZIN-ELEKTRISCHE VERSCHIEBE-LOKOMOTIVE IM DIENST, ANHÄNGELAST 475 t IN DER EBENE

HENSCHEL-VERSCHIEBE-LOKOMOTIVE MIT VERBRENNUNGS-MOTOR UND ELEKTRISCHER KRAFTÜBERTRAGUNG

VON H. LÖWENTRAUT, KASSEL

Aus dem Bericht des Internationalen Elektrizitäts-Kongresses zu Paris 1932 geht u. a. hervor, daß etwa 98% aller motorischen Straßenfahrzeuge durch Verbrennungsmotoren angetrieben werden. Dieses Ergebnis ist wohl darauf zurückzuführen, daß der Verbrennungsmotor der wirtschaftlichste, leichteste und billigste Motor ist, der hierfür zur Verfügung steht.

Die Bedeutung des Verbrennungsmotors wurde auch im Schienenfahrzeugbau erkannt. Besonders in der Zeit nach dem Weltkriege wurde namentlich im Verschiebedienst der öffentlichen Eisenbahnen und Industriebahnen, wo in der Regel kleine Zugeinheiten in größeren Zeitabständen verschoben werden, die Lokomotive mit Verbrennungsmotor angewendet.

Die Schwierigkeit bei der Verwendung des Verbrennungsmotors für Schienenfahrzeuge lag anfänglich in der Kraftübertragung zwischen Verbrennungsmotorwelle und Treibachse des Fahrzeuges. Die Kraftübertragung arbeitet bei einem Schienenfahrzeug infolge der um ein Vielfaches größeren Massenkräfte des Fahrzeuges unter schwierigeren Bedingungen als bei einem Straßenfahrzeug.

Von den verschiedensten Lösungen hat sich das mechanische Schaltgetriebe für Leistungsübertragungen bis etwa 300 PS am meisten durchgesetzt. Von vielen anderen Möglichkeiten der Kraftübertragung — Flüssigkeitsgetriebe Lentz, Janney,

Schneider, gasförmige Übertragung vieler Systeme — sind brauchbare Konstruktionen bis heute noch nicht erreicht worden. Erfolg versprechen die neuen Flüssigkeitsgetriebe nach Art des Föttinger-Transformators.

Die elektrische Kraftübertragung hat sich seit vielen Jahren und unter den verschiedensten Betriebsverhältnissen bewährt. Sie ist in erster Linie für Schienenfahrzeuge größerer Leistung angewendet. Für geringere Leistungen etwa unter 150 PS, wurde die elektrische Übertragung wenig angewendet, weil man Schwierigkeiten hinsichtlich des Preises und des Gewichtes befürchtete.

In dem Bestreben, auch für Fahrzeuge kleiner Leistung von der Stufenschaltung abzugehen und die ideale elektrische Energieübertragung anzuwenden, wurde nach vielen Entwicklungsarbeiten von der Henschel & Sohn A. G., Kassel, eine neuartige Lokomotive mit elektrischer Übertragungseinrichtung der Siemens-Schuckert-Werke gebaut, die für den Verschiebedienst besonders geeignet ist.

Die Untersuchungen erstreckten sich vorwiegend darauf, Gewicht und Herstellungspreis in erträglichen Grenzen zu halten. Der Anschaffungswert einer solchen Lokomotive darf nicht nennenswert über dem Preis einer Lokomotive gleicher Leistung mit mechanischer Kraftübertragung liegen, denn trotz der unverkennbaren Vorteile der elektrischen Kraftübertragung spielt der Anschaffungspreis bei

diesen kleinen Lokomotiven eine ausschlaggebende Rolle. Da die Beschaffungskosten der elektrischen Übertragung allgemein höherliegen als die der mechanischen Kraftübertragung, mußte durch geeignete Wahl der elektrischen Apparate ein Ausgleich gefunden werden. Nach Erwägung verschiedener Möglichkeiten wurde als Triebmotor ein normaler Elektromotor stationärer Bauart vorgesehen. Damit und in Verbindung mit verschiedenen anderen Vereinfachungen wurde erreicht, daß die Lokomotive mit elektrischer Kraftübertragung erfolgreich in Wettbewerb mit gleichen Fahrzeugen mit mechanischer Übertragung treten kann. Auch die verschiedenen Systeme der elektrischen Übertragung — Leonard, Lemp, Gebus — wurden in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Für die elektrische Kraftübertragung wird ausschließlich Gleichstrom verwendet. Es sind verschiedene Steuerungssysteme vorhanden, doch unterscheidet man grundsätzlich zwei verschiedene Systeme, und zwar mit konstanter und mit veränderlicher Drehzahl des Verbrennungsmotors.

Bei der ersten Steuerungsart, der Leonard-Schaltung, die in Deutschland durch die dieselelektrische Lokomotive von Lomonossoff bekannt wurde, erfolgt die Einstellung der Leistung auf elektrischem Wege durch Regelung der Erregung des Generators. Bei dem Lemp- und Gebus-System geschieht die Beeinflussung der vom Verbrennungsmotor abgegebenen Leistung nur durch die Regelung der Brennstoffzufuhr des Verbrennungsmotors. Die elektrische Ausrüstung paßt sich selbsttätig der Leistung des Verbrennungsmotors an.

Das Leonard-System hat vorwiegend bei größerer Fahrzeugleistung Verwendung gefunden, während die anderen Systeme für Fahrzeuge geringerer Leistung geeigneter erscheinen.

Das Gebus-System ist steuerungstechnisch das einfachste. Es zeichnet sich durch die Einfachheit der Anordnung aus, da der Fahrmotor über den Fahrtwender ständig mit dem an den Verbrennungsmotor gekuppelten Gleichstromerzeuger verbunden ist, sodaß die Zwischenschaltung von Widerständen, Apparaten und Reglern vermieden wird. Durch die Vermeidung von Widerständen wird die erzeugte elektrische Energie restlos ausgenutzt. Die elektrischen Maschinen sind so bemessen und aufeinander abgestimmt, daß sich über einen weiten Bereich eine praktische Konstanthaltung der Leistung bei wechselnden Zugkräften und Geschwindigkeiten nach der theoretischen Hyperbel $\frac{Z \cdot v}{270 \cdot \eta} = N$ ergibt.

Für die Bedienung während der Fahrt ist nur die Regelung der Brennstoffzufuhr notwendig. Bei steigender Zugkraft paßt sich die Geschwindigkeit selbsttätig der mittels des Brennstoffhebels eingestellten Leistung an. Es entfallen also alle Schalt- und Kuppelvorgänge. Das Gebus-System wurde aus diesen Gründen auch bei der neuen Henschel-Verschiebelokomotive angewendet.

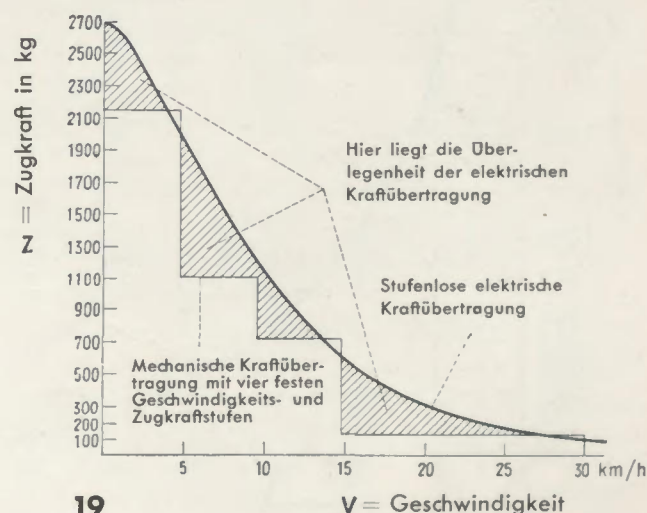
Die von der Firma Henschel gebaute Verschiebelokomotive hat als Antriebskraft einen Vierzylinder-Viertakt-Lastwagenmotor eigener Ausführung mit 120 mm Bohrung, 160 mm Hub und einer Leistung von 64 PS bei 1200 Umdrehungen/Minute. Er ist in vielen Lastwagen eingebaut und erprobt. Die Zylinder sind in einem Block zusammenge-
gossen.

Infolge der Lagerung der Gaskanäle im Zylinderkopf kann der Vergaser ohne besondere Maßnahmen für die verschiedenen Brennstoffe, wie Benzin, Benzol, Dapolin, Monopolin und dergl., verwendet werden.

Auf Wunsch kann als Antriebsmaschine auch ein Dieselmotor eingebaut werden.

Der Verbrennungsmotor ist direkt elastisch mit einem Gleichstrom-Nebenschlußgenerator gekuppelt. Verbrennungsmotor und Dynamomaschine, die so zu einer Einheit zusammengebaut sind, bilden das Stromerzeugungsaggregat, das den Strom einem Elektromotor zuführt, der mechanisch die beiden Treibachsen der Lokomotive antreibt.

Der Verbrennungsmotor wird wie bei einem Kraftwagen elektrisch angelassen. Durch ein Handrad erfolgt die Einstellung der Fahrtrichtung und die Regulierung der Fahrgeschwindigkeiten. Der Lokomotivführer hat für die Bedienung der Lokomotive nur ein einziges



Handrad zu bedienen. Beim Anfahren wird die mit dem Verbrennungsmotor direkt gekuppelte Dynamomaschine auf höhere Drehzahl gebracht, wodurch sich die Spannung erhöht. Sobald die Spannung einen solchen Wert erreicht hat, daß die Stromstärke in dem Fahrmotor ausreicht, um den Zugwiderstand zu überwinden, beginnt die Lokomotive außerordentlich sanft anzufahren.

Mit der Drehzahl der Dynamomaschine nimmt automatisch die Geschwindigkeit der Lokomotive zu, bis sie, ohne daß irgendeine Bedienung durch den Lokomotivführer notwendig wäre, vollkommen von selbst jene Höchstgeschwindigkeit erreicht, bei der der Verbrennungsmotor gerade am besten ausgenutzt ist. In der Steigung oder bei größerer Anhängelast nimmt die Geschwindigkeit ab, während sie im entgegengesetzten Falle größer wird. Die Lokomotive arbeitet also selbsttätig und unabhängig von der Aufmerksamkeit und Geschwindigkeit des Führers. Es erfolgt eine selbsttätige Anpassung der Lokomotive an die Zugkraftforderungen des Betriebes.

Der Führer hat weder Regelapparate zu bedienen, noch Meßinstrumente zu beobachten, er kann also seine volle Aufmerksamkeit der Strecke

widmen. Der Gashebel ist mit dem Hebel zur Einstellung der Fahrtrichtung verriegelt, sodaß auf den Fahrstellungen des Gashebels keine Betätigung des Fahrtrichtungsschalters erfolgen kann. Ein Bedienungsfehler ist somit ausgeschlossen.

Die elektrische Kraftübertragung hat folgende Vorteile:

Selbsttätige Anpassung der Geschwindigkeit an die Zugkräfte, kein Umschalten während der Fahrt, keine Zugkraftunterbrechung;

Vollkommen stoßfreies und sanftes Anfahren.

Anfahren mit vollem Drehmoment vom Stillstand der Lokomotive aus.

Bedeutende Anfahrzugkraft ohne Überbeanspruchung.

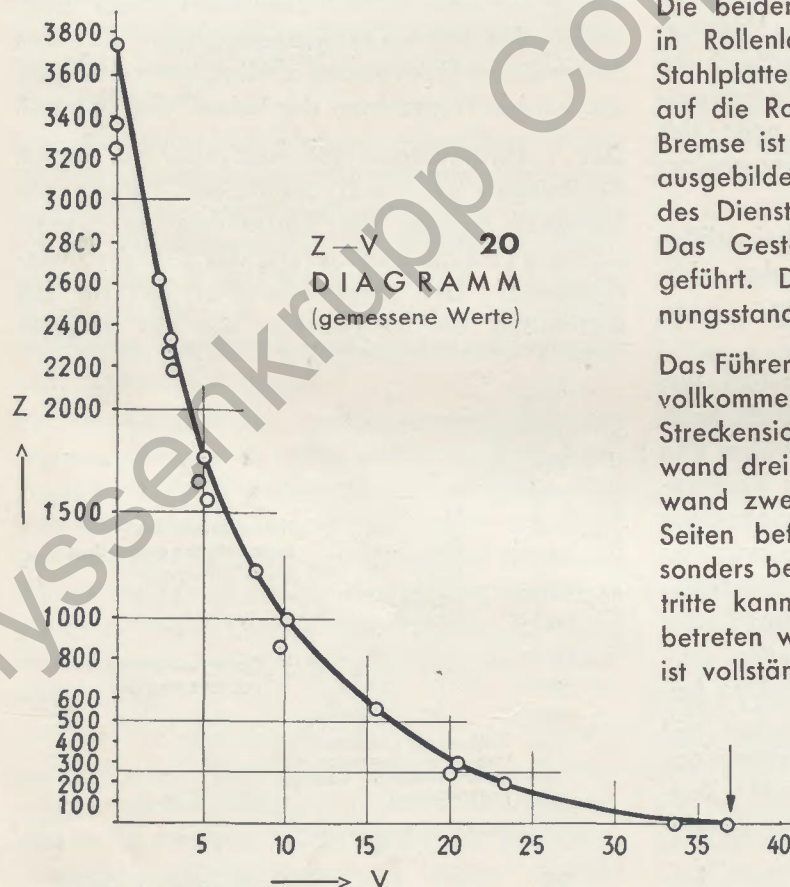
Schonung des Verbrennungsmotors infolge stoßfreier Beanspruchung.

Geringer Brennstoffverbrauch infolge ständig günstiger Ausnutzung des Verbrennungsmotors. Geringe Unterhaltungskosten und lange Lebensdauer der elektrischen Ausrüstungsteile.

Vollkommene Anpassung der Lokomotive an die verschiedenen Steigungs- und Belastungsverhältnisse.

Die beiden Treibachsen der Lokomotive laufen in Rollenlagern. Der sehr kräftig gehaltene Stahlplattenrahmen stützt sich mittels Blattfedern auf die Rollenachslager der Treibachsen. Die Bremse ist als Backenbremse mit Fußbetätigung ausgebildet, die mit einem Druck von 60% des Dienstgewichtes auf alle vier Räder wirkt. Das Gestänge ist als Ausgleichsgestänge ausgeführt. Die Nachstellung erfolgt vom Bedienungsstand aus.

Das Führerhaus ist bis auf die Eingangsöffnungen vollkommen geschlossen ausgeführt. Zur guten Streckensicht befinden sich in der hinteren Stirnwand drei große Fenster, in der vorderen Stirnwand zwei große Sichtfenster. Die zu beiden Seiten befindlichen Einsteigöffnungen sind besonders bequem angelegt, ohne besondere Fußtritte kann das Führerhaus vom Erdboden aus betreten werden, der Durchgang im Führerhaus ist vollständig frei. Im Führerhaus befindet sich ein kastenartiger Tisch (Führertisch), in dem auch die Anlaß- und Lichtbatterie, der Fahrtwender u. Werkzeuge untergebracht sind. An den beiden Seiten des Führertisches ist je ein Handrad zur Ein-



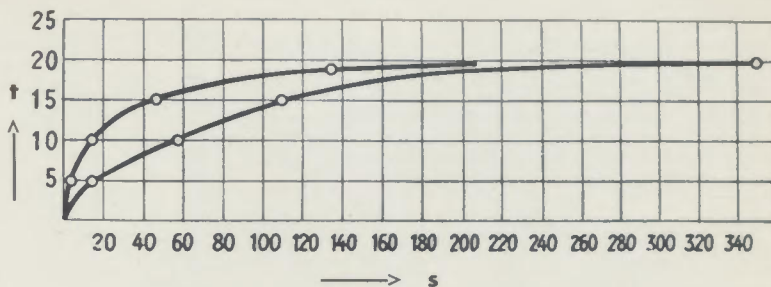
stellung der Fahrtrichtung und für die Brennstoffregulierung des Antriebsmotors vorgesehen. Weiter befinden sich im Führerhaus die Fußhebel für die Backenbremse und die automatische Zugkupplung. Sämtliche Bedienungshebel sind doppelseitig angeordnet, sodaß der Führer je nach den örtlichen Verhältnissen rechts oder links stehen kann.

Über dem Antriebsmotor und dem Generator ist eine Blechhaube angebracht, in deren Stirnwand der Wasserrückkühler sitzt. In den Seitenwänden und in der Decke dieser Haube befinden sich große Klappen, die einen sehr bequemen Zugang zum Antriebsmotor und Generator ermöglichen. Die Haube kann auch vollständig abgenommen werden, sodaß das Stromerzeugungsaggregat — Antriebsmotor mit Generator — zusammen und auch einzeln ohne Entfernung anderer Teile frei ein- und ausgebaut werden kann.

Die Zug- und Stoßvorrichtungen sind an besonders kräftigen Versteifungen des Hauptrahmens befestigt.

Die sonst übliche Kupplung von Hand entfällt durch Anwendung einer automatischen Zughakenkupplung, die im Führerhaus durch Fußbetätigung erfolgt.

Nach eigener Werkserprobung wurden von der Lokomotiv-Versuchsabteilung der Deutschen Reichsbahn in Grunewald eine große Anzahl von

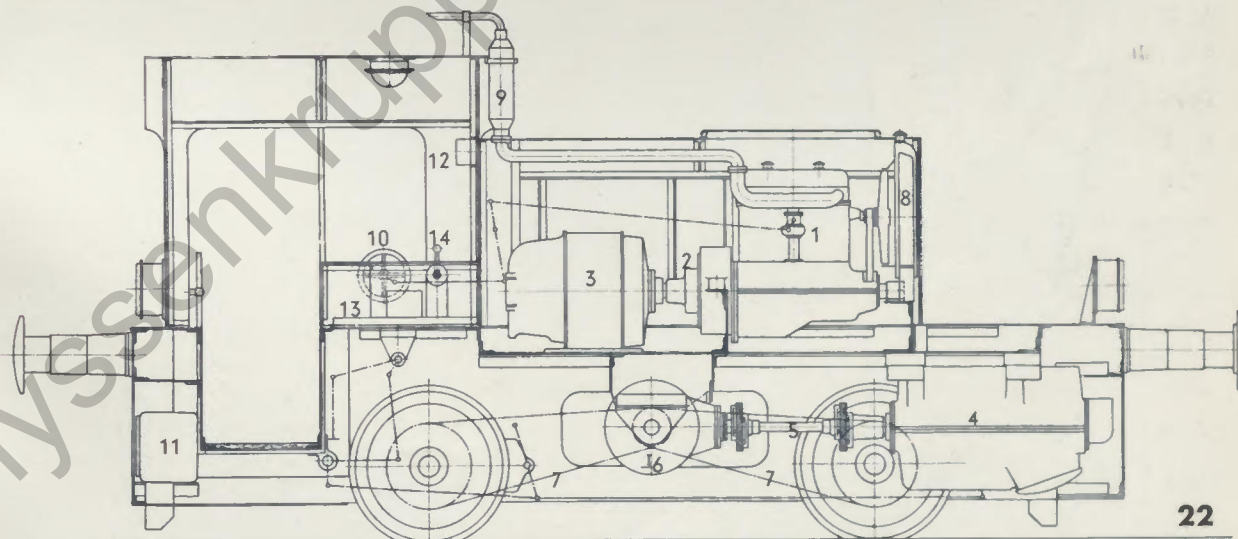


BESCHLEUNIGUNGS-DIAGRAMM

21

Rangier- und Meßfahrten vorgenommen. Beispielsweise wurde ein Zug von 475 t Anhängelast, der schon drei Tage stand, ohne jede Schwierigkeit abgefahren. Als größte Anfahrzugkraft wurden 3750 kg am Zughaken gemessen. Nach dieser Prüfung wurde die Lokomotive mehrere Monate im Verschiebedienst eines Reichsbahnhofes eingestellt. Allgemein wurde die überaus leichte und einfache Handhabung der Lokomotive, die gute Beschleunigung bei sanftem Anfahren anerkannt, wodurch sich die Rangierarbeit glatt abwickeln läßt.

Das vorstehend beschriebene Schienenfahrzeug stellt die neuzeitlichste, wirtschaftlichste und einfachste Lokomotive für den Rangierbetrieb dar. Sie ist als erste Lokomotive dieser Bauart in Deutschland anzusprechen. Die spielend leichte Bedienung, die Einfachheit, Betriebssicherheit und die geringen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sind die Hauptvorteile dieses Verschiebefahrzeugs zur Verminderung der Betriebs- und Personalausgaben.



22

Zeichen-Erläuterung:

1. 4 Zyl. Vergaser Motor
2. Elastische Kupplung

3. Generator
4. Fahrmotor
5. Gelenkkupplung

6. Kegelrad-Vorgelege
7. Doppel-Treibkette
8. Kühler

9. Auspuff-Schalldämpfer
10. Brennstoffregulierung
11. Brennstoffbehälter

12. Unterdruckförderer
13. Batterie
14. Richtungswender

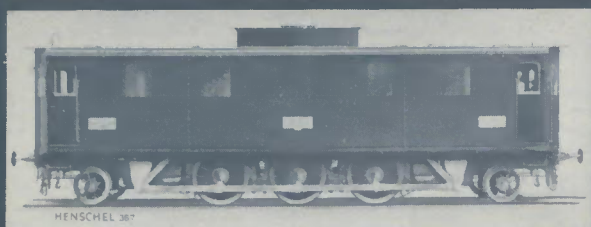
Abmessungen:

Spurweite 1435 mm
Radstand 2500 mm

Rad-Durchmesser 850 mm
Gesamte Länge über Puffer . . . 6860 mm
Gesamte Höhe 2700 mm

Gesamte Breite 3050 mm
Motorleistung 64 PS bei $n = 1200$
Dienstgewicht 15 t

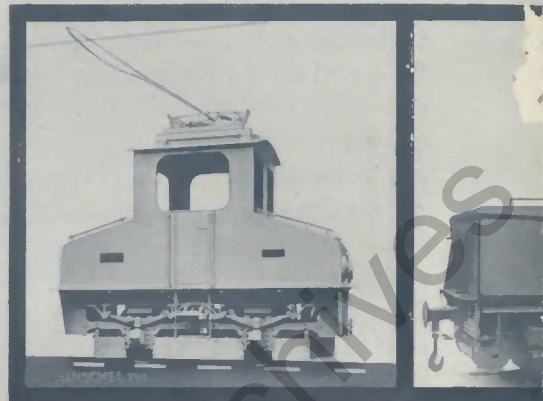
ELEKTR. H



HENSCHEL 387



HENSCHEL 488



1906. Schmalspurige Henschel-Bo-Elekt.-Lokomotive für die ehemalige Sächsische Staats-Eisenbahn.

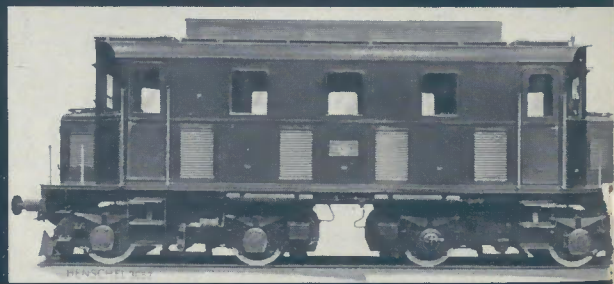
1929. Henschel-Horn

Oben: 1910. Regelspurige Henschel-1C1-Elekt.-Lokomotive für die französische Südbahn.

Unten: 1913. Regelspurige Henschel-Bo-Bo-Elekt.-Lokomotive für die ehemalige Preußische Staatsbahn (Hafenbahn Altona).



HENSCHEL 5978



HENSCHEL 1676

1921—1930. Henschel-Bo-Bo-Elekt.-Abraum-Lokomotive für Braunkohlen-Bergwerke, Kanal- und Tunnelbauten, Sandtransporte usw. 900 mm Spur.

1931. Henschel-Bo-Bo-Diesel-elektrische Verschiebelokomotive für Rosario (Argentinien). 1676 mm

ENSCHHEL-LOKOMOTIVEN



1929/30. Henschel-Bo-Elekt.-Lokomotive für Spei- und Oberleitungsbetrieb für Altos (Spanien).
Meterspur.

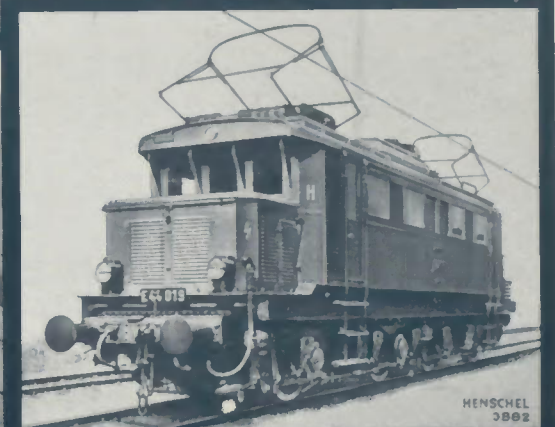


1929/30.

Regelspurige Henschel-Bo-Bo-Elekt.-Lokomotive der Japanischen Schieferminen Fu-Shun-Colliery.



1928. Regelspurige Henschel-Bo-Bo-Elekt.-Lokomotive für Oberleitungs- und Speicherbetrieb der Chile Exploration Co.

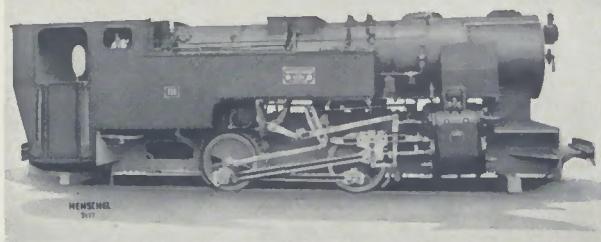


1933. Regelspurige Henschel-Bo-Bo-Elekt.-Lokomotive für Personen- und Güterzüge der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.



1931. Henschel A1A+A1A-Diesel-elektrische Lokomotive für die Siamesischen Staatsbahnen.
Meterspur.

23

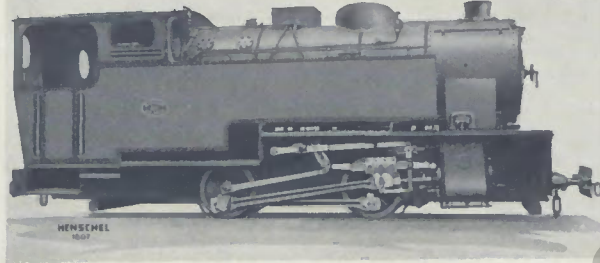


**270 PS Henschel-Abraum-Lokomotive
Bauart „Lausitz“**

Abmessungen:

Spurweite	900 mm	Kohlenvorrat	1,2 m ³
Zylinder-Durchmesser	410 mm	Leergewicht etwa	21,5 t
Kolbenhub	400 mm	Dienstgewicht etwa	28 t
Treibrad-Durchmesser	800 mm	Achsdruck etwa	14 t
Achsstand	1800 mm	Länge einschl. Puffer	8200 mm
Dampfüberdruck	14 kg/cm ²	Breite	2200 mm
Rostfläche	1,5 m ²	Höhe	2450 mm
Heizfläche, wb.	63 m ²	Zugkraft 0,6 pd ² s/D	7050 kg
Wasservorrat	2,5 m ³	Leistung etwa	270 PS

24



**300 PS Henschel-Abraum-Lokomotive
Bauart „Hindenburg“**

Abmessungen:

Spurweite	900 mm	Kohlenvorrat	1,5 m ³
Zylinder-Durchmesser	430 mm	Leergewicht etwa	25 t
Kolbenhub	400 mm	Dienstgewicht etwa	32 t
Treibrad-Durchmesser	800 mm	Achsdruck etwa	16 t
Achsstand	2000 mm	Länge einschl. Puffer	8100 mm
Dampfüberdruck	14 kg/cm ²	Breite	2400 mm
Rostfläche	1,75 m ²	Höhe	3000 mm
Heizfläche, wb.	76,2 m ²	Zugkraft 0,6 pd ² s/D	7750 kg
Wasservorrat	3 m ³	Leistung etwa	300 PS

HENSCHEL ABRAUM-LOKOMOTIVEN

Als Abraum-Lokomotiven bezeichnet man alle Lokomotiven, die im Braunkohlen-Tagebau das Fortschaffen des über den Kohlenfeldern lagernden Erdreiches und die Beförderung der Kohle besorgen. Sie kennzeichnen sich in der Regel durch geringe Bauhöhe, die in Rücksicht auf das Durchfahren der niedrigen Baggerportale eingehalten werden muß. Die Spurweite beträgt in den meisten Fällen 900 mm.

Dampf-Lokomotiven für Abraumbetrieb mit Braunkohlenbrikett-Feuerung bilden seit Jahrzehnten einen Sonderzweig unserer Fertigung. Sie sind in allen ihren Teilen den rauen Erfordernissen dieses Betriebes besonders angepaßt.

Als Kennzeichen dieser Lokomotiven sind zu erwähnen: die niedrige Bauart zum Durchfahren

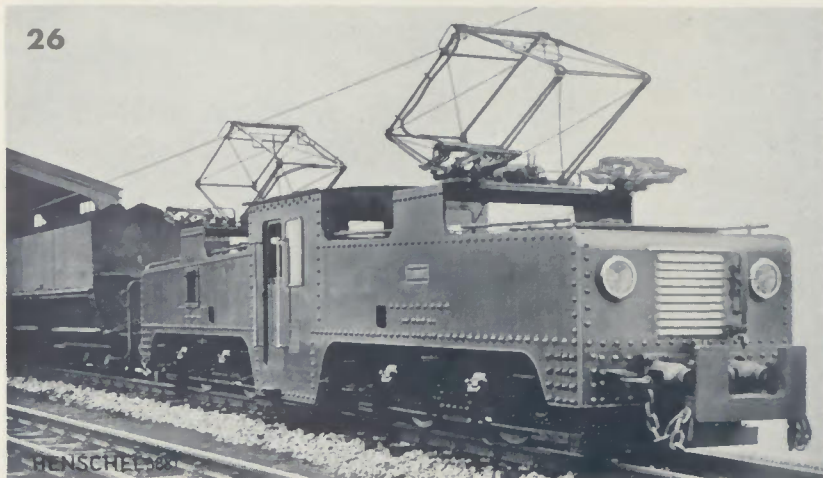
aller in Frage kommenden Baggerprofile, der kurze Achsstand zum Durchfahren von Gleisbögen mit kleinstem Halbmesser, das kräftige Triebwerk mit reichlich bemessenen Lagerstellen und großen Zylindern zur Ausübung größter Zugkräfte bis zur Reibungsgrenze der Lokomotive, die geräumige Rauchkammer, der wirksame Funkenfänger eigener Bauart, der kräftige Blechrahmen mit zwischenliegendem Wasserkasten und Bügel-puffern an den Stirnenden, schließlich die wirksame Wurfhebel-Handbremse.

Als Sonderausrüstungen erhalten die Lokomotiven je nach Bedarf Dampfplätewerk, Dampfbremse oder Luftdruckbremse und in Verbindung damit Einrichtung zum Kippen der angehängten Wagen mittels Druckluft, elektrische Beleuchtung u.a.m.

25



HENSCHEL 3880



Zu den bemerkenswertesten Lokomotiven dieses Sondergebietes rechnen unsere Bauarten „Lausitz“ und „Hindenburg“ (Bild 23 und 24).

Die Anforderungen, die an die Abraum-Lokomotiven gestellt werden, sind außerordentlich hoch und steigen infolge der Vervollkommnung des Baggerbaues ständig weiter. Im Dampfbetrieb haben sich aus Gründen der Einfachheit Abraum-Lokomotiven mit mehr als zwei Achsen nicht einzubürgern vermocht. Der Achsdruck ist bis auf etwa 16 t gestiegen, entsprechend einer höchsten Kesselleistung von etwa 300 PS und einer höchsten Zylinder-Zugkraft von etwa 7000 kg. (Bild 23 und 24). Bei elektrischem Lokomotivbetrieb lassen sich die Werte für Leistung und Zugkraft mühelos auf weit über das Zweifache hinaus steigern. Wenn der Lokomotivbau den Fortschritten der Fördertechnik im Bergbau folgen konnte, so ist dies der Umstellung auf elektrischen Betrieb zu verdanken. Wohl auf keinem Gebiete zeigt sich eine derart bedingungslose Überlegenheit der Elektrizität über die Dampfkraft.

Die in Bild 25 bis 27 wiedergegebenen elektri-

schen Bo-Bo-Lokomotiven zählen mit einem Dienstgewicht von 60 t und einer Dauerleistung von etwa 710 PS mit zu den leistungsfähigsten Abraum-Lokomotiven, die gebaut worden sind. In ihrem Gesamtaufbau weisen sie die kennzeichnenden Merkmale einer neuzeitlichen elektrischen Abraum-Lokomotive auf: Geringe Bauhöhe, versenkte Anordnung des Führerhauses zwischen den beiden Drehgestellen, übersichtliche Anordnung der elektri-

schen Ausrüstung, gute Aussicht vom Führerstand aus nach beiden Fahrtrichtungen, handliche Anordnung der Bedienungselemente im Führerhaus, Antrieb aller vier Achsen durch je einen Tatzlagermotor, Ausrüstung der Lokomotive mit Druckluftbremse, Handbremse, Druckluft-Sandstreuer, Druckluft-Läutewerk, Druckluftpfeife, elektrischer Heizung für das Führerhaus und zwei Stromabnehmern. Als Kraftquelle dient Gleichstrom. Das Rückgrat des Hauptrahmens sind zwei 32 mm starke, über die ganze Länge der Lokomotive sich erstreckende Seitenbleche, die gleichzeitig die Wände für das Führerhaus bilden. Die Drehgestelle weisen Außenrahmen mit 32 mm starken Hauptplatten auf. Der Haupttrahmen ruht mittels zweier kräftig ausgebildeter kugelförmiger Drehzapfen auf den Drehgestellen und stützt sich seitlich auf je zwei federnde Gleitstühle, deren Widerlager an den Drehgestellen angeordnet sind.

Die elektrische Ausrüstung der Lokomotive stammt von der Siemens-Schuckert-Werke A. G., den Fahrzeugteil fertigte die Henschel & Sohn A. G.

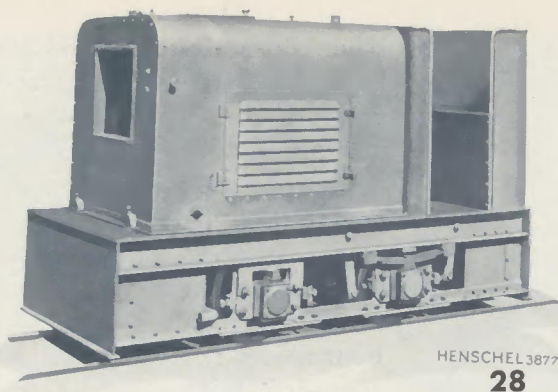
710 PS Henschel-Bo-Bo-Elektrische - Abraum-Lokomotive für Braunkohlen-Bergwerke, Kanal- und Tunnel-Bauten, Sandtransporte

Abmessungen:

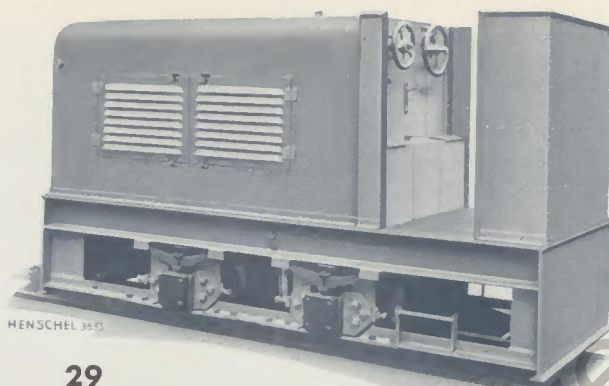
Spurweite	900 mm
Länge über Puffer	12960 mm
Breite	2050 mm
Gesamthöhe	2500 mm
Drehgestell - Achsstand	1700 mm
Gesamt - Achsstand	6500 mm
Laufgrad - Durchmesser	950 mm
Leistung	710 PS
Spannung	1100 Volt
Geschwindigkeit	35 km/h
Dienstgewicht	60 t

27





HENSCHEL 3877
28

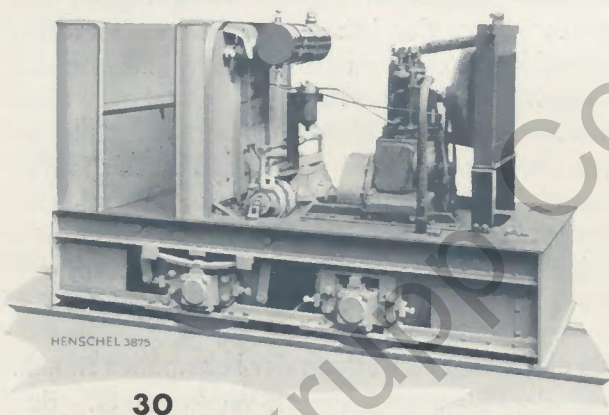


HENSCHEL 3553
29

HENSCHEL-DIESEL-KLEIN-LOKOMOTIVEN

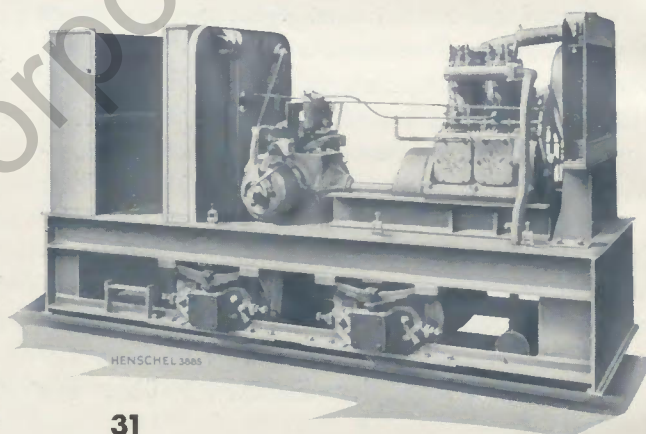
Die Motor-Kleinlokomotive hat sich für den Betrieb von Feld-, Wald- und Industriebahnen als ein zuverlässiges und billig arbeitendes Schienenfahrzeug erwiesen. Sie hat als Beförderungsmittel in Baubetrieben, Ziegeleien, Steinbrüchen, Sand- und Tongruben sowie landwirtschaftlichen Betrieben, wo in der Regel kleine Lasten befördert werden, in den letzten Jahren eine Vormachtstellung errungen.

Der Dieselmotor, Lizenz Lanova, der in eigenen Werkstätten hergestellt wird, ist entsprechend den besonderen Verhältnissen des Lokomotivbetriebes gebaut. Der Vorteil des Motors liegt in der besonderen Ausbildung der Verbrennungskammer und der Luftspeicher. Die Explosion verläuft nicht mehr schlagartig, wodurch das gesamte Triebwerk weitgehend geschont wird. Als Antriebsstoff wird billiges Rohöl (Gasöl) verwendet, das



HENSCHEL 3875

30



HENSCHEL 3005

31

ZWEIACHSIGE SCHMALSPUR-LOKOMOTIVEN

Type	Normale Motorleistung PSe	Dienstgewicht t	Geschwindigkeiten km/h	Hakenzugkraft kg	Brutto-Anhängelast in t auf gerader Steigung von				
					1 : ∞	1 : 200	1 : 100	1 : 50	1 : 40
DG 10	10	2,8	4	570	57	37	27	17	14
			8	270	27	17	12	7	6
DG 20	20	4,9	4	1150	115	75	55	35	29
			8	550	55	35	25	15	12
DG 30	30	8,0	5	1340	134	86	63	39	32
			10	630	63	39	27	15	12
			15	395	39	23	15	7	5
DG 40	40	9,0	5	1820	182	117	86	54	45
			10	860	86	54	38	22	18
			15	545	54	33	22	12	9

Die Anhängelasten gelten unter der Voraussetzung eines Bahnwiderstandes von 10 kg/t auf ebener gerader Strecke. Die Typenbezeichnung DG 10 bedeutet: Diesel-Getriebe-Lokomotive 10 PS. Die Lokomotiven können auch für Normalspur geliefert werden.

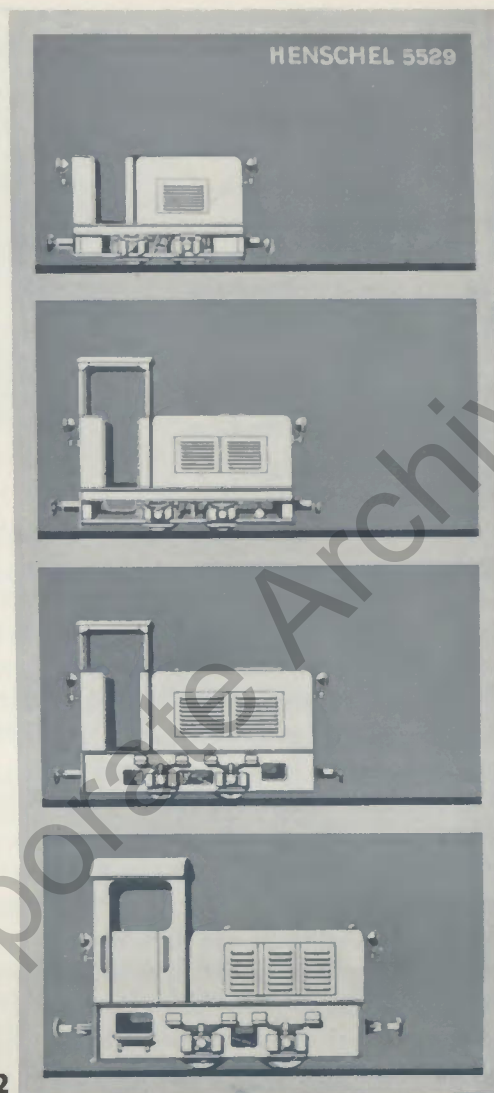
jede Feuersgefahr ausschließt. Das Anlassen erfolgt bei kleineren Leistungen von Hand mittels der mitgelieferten Handkurbel, bei größeren Leistungen durch Druckluft. Zum Anlassen sind keine besonderen Hilfsmittel wie Glühkerzen oder dergl. erforderlich. Der Brennstoffverbrauch ist sehr gering und beträgt nur 200 g/PS/h.

Das Getriebe ist öl- und staubdicht in einem vollständig geschlossenen Gußgehäuse untergebracht und läuft in einem Ölbad. Die Zahnräder sind stets fest im Eingriff, werden also nicht verschoben. Die Geschwindigkeitsveränderung erfolgt durch besondere Reibungskupplungen, die als Trocken-Lamellenkupplungen ausgebildet sind und ein sehr sanftes Einkuppeln ermöglichen. Sie liegen außerhalb des Getriebegehäuses und sind deshalb vollkommen frei zugänglich. Gegenüber den Reibungskupplungen, die im Getriebekasten in Öl laufen, haben die außen liegenden Trocken-Lamellenkupplungen nicht den Nachteil, daß die Lamellen bei erkaltetem Öl kleben und die Kupplung dadurch nicht rechtzeitig auslöst. Auch die Wärmeabführung ist bei den freiliegenden Kupplungen besser; sie vermeiden außerdem eine Erwärmung des Getriebes.

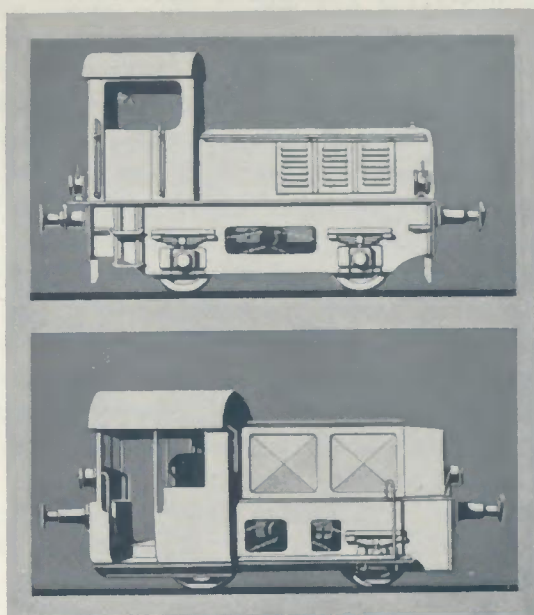
Die beiden Treibachsen der Lokomotive werden durch Spezialketten angetrieben. Der Kettenantrieb hat gegenüber dem Kuppelstangen-Antrieb den Vorteil besserer Ausnutzung der Zugkraft durch gleichförmige Übertragung des Drehmoments.

Das Fahrgestell ist mit Rücksicht auf die bei Feldbahnen in der Regel sehr schlechte Gleisverlegung besonders kräftig gebaut und gut abgefertigt. Der Rahmen ist nicht genietet, sondern elektrisch geschweißt. Über dem Dieselmotor und dem Getriebe ist eine Blechhaube vorgesehen, die vollständig abnehmbar ist. In den Seitenwänden und in der Decke dieser Haube befinden sich Klappen, die eine bequeme Wartung des Motors und des Getriebes gestatten.

Die Bremse ist als Klotzbremse ausgebildet und wird vom Führerstand aus durch ein Handrad betätigt. Die Zug- und Stoßvorrichtung wird der Bauart der zu verwendenden Wagen angepaßt. Die Fertigung der Lokomotiven erfolgt nach den Grundsätzen des Austauschbaues. Für die bauliche Durchbildung ist neben einfachster Handhabung die Rücksicht auf weitestgehende Vereinheitlichung aller Einzelteile maßgebend gewesen. Geringer Preis der Lokomotive, schnellste Beschaffung der dem natürlichen Verschleiß unterliegenden Teile, kleinstes Ersatzteillager sind die Vorzüge, die sich für die Käufer aus einer Typisierung ergeben.



32



DIE TYPENREIHE DER
HENSCHEL-DIESEL-KLEINLOKOMOTIVEN

Löwentraut

ELEKTRISCHE BELEUCHTUNG FÜR DAMPF-LOKOMOTIVEN DURCH TURBO-GENERATOREN

VON BETRIEBSLEITER RICHARD BAUMANN, KASSEL

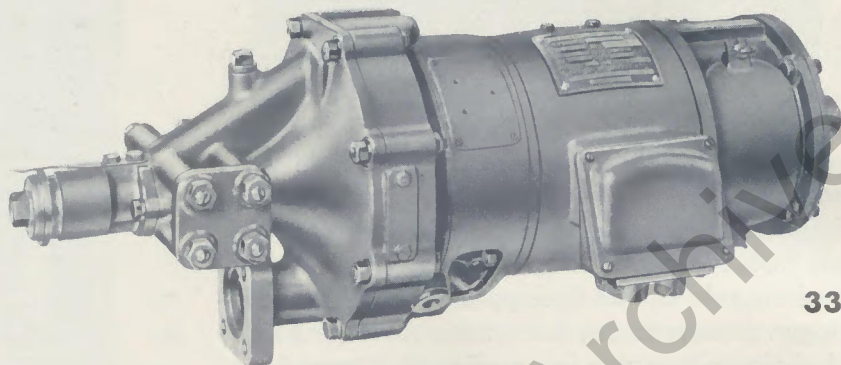
Vor allen anderen Beleuchtungsarten hat die elektrische Beleuchtung auf allen Gebieten den Vorrang errungen. Sie mußte deshalb auch dort als gegeben angesehen werden, wo ihre Vorzüge vom Standpunkt des Reisenden wie des Betriebsmannes als besonders wertvoll und angenehm in die Wagschale fielen: bei der Zugbeleuchtung. Die bisher hierfür verwendeten Lichtquellen, (Preßgas, Azetylen, Petroleum) brachten im Eisenbahn-Betrieb so viele Nachteile, daß ihre Beseitigung nach dem bahnbrechenden Vorgehen Amerikas auch in Europa rasche Fortschritte macht. Die Stromquelle kann entweder eine Dynamomaschine sein, die den Beleuchtungsstrom während der Fahrt erzeugt und meist von der Wagenachse aus angetrieben wird, oder aber eine elektrische Sammlerbatterie, die in einem geeigneten Batteriebehälter untergebracht wird. Die letztere Art der Stromerzeugung (die reine Batteriebeleuchtung) ist bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft schon seit 1910 im Betrieb.

Während die Beleuchtung der Personenwagen der Bequemlichkeit, Betriebssicherheit und Gefahrlosigkeit halber auch in Deutschland schon seit über 20 Jahren elektrisch erfolgt, blieb diese Entwicklung merkwürdigerweise bei den Dampf-Lokomotiven lange Zeit zurück. Erst die letzten Jahre haben hier Wandel geschaffen, nachdem auch hier Amerika vorausging.

Für die Lokomotiv-Beleuchtung wird als Stromquelle fast durchweg ein kleiner Turbo-Dynamo verwendet, der heute auf Grund langer Versuche und großer Betriebserfahrungen so gut durchgebildet ist, daß z. B. bei der Deutschen Reichsbahn alle neuen Lokomotiven mit elektrischer Beleuchtung versehen werden.

Auch der nachträgliche Einbau einer Beleuchtungseinrichtung mit Turbo-Generator in ältere Lokomotiven ist allen Bahnen zu empfehlen.

Die Klein-Dampfturbine bildet eine geradezu ideale Antriebsmaschine wegen ihrer elastischen Anpassung an die Betriebsverhältnisse und ihrer hohen Drehzahl, die eine direkte Kupplung mit



33

dem an sich rasch laufenden Generator gestattet. Der Dampfverbrauch ist sehr gering, er beträgt bei den heutigen Kesselleistungen kaum 1% des gesamten Dampfverbrauchs der Lokomotive.

Berücksichtigt man ferner, daß der Wärmeinhalt des Abdampfs in den Speisewasservorwärmer geleitet und dort nutzbar wiedergewonnen werden kann, so kann man sagen, daß der wärme-wirtschaftliche Wirkungsgrad sehr gut ist.

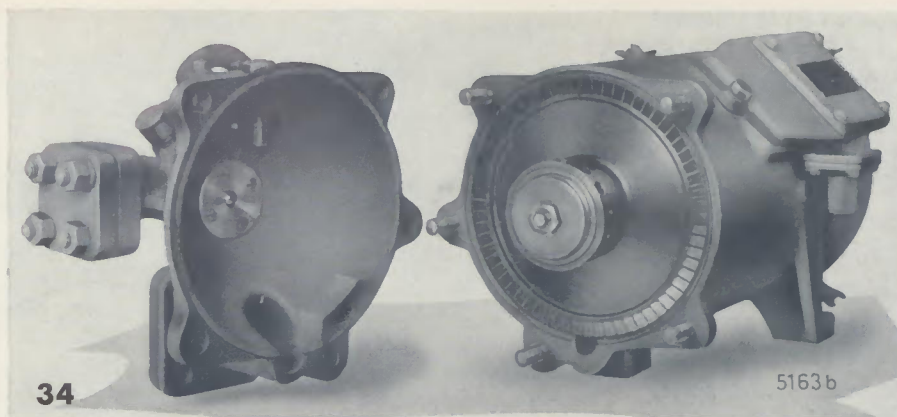
So gestattet also der Turbogenerator die Erzeugung verhältnismäßig hoher Leistungen bei kleinsten Ausmaßen und geringstem Gewicht.

Wichtige Fragen für den Einbau auf Lokomotiven sind:

- 1) Wie wird die Spannung und Leistung durch sinkenden Dampfdruck beeinflusst bzw. innerhalb welcher Dampfdruckgrenzen arbeitet der Turbogenerator? und
- 2) Wie hoch ist der Dampfverbrauch bei den verschiedenen Belastungen?

Auf beide Fragen geben die Betriebskennlinien der Bilder 36a und 36b Aufschluß.

Aus Bild 36a geht hervor, daß bei einem Dampfspannungsbereich von 5—25 atü die elektrische Spannung bei allen Belastungen absolut gleichbleibt. Erst bei 5 atü sinkt die Spannung bei Vollast; bei $\frac{1}{2}$ Last und Leerlauf sinkt sie mit 4 atü Dampfdruck. Weiter geht aus Bild 36a die hohe Empfindlichkeit des Turbinenreglers hervor. Man erkennt, daß zwischen Vollast und Leerlauf einerseits und zwischen 5 und 25 atü Dampfdruck andererseits eine ganz geringe Drehzahländerung von nur ca. 30 Umdrehungen eintritt. Schließlich ist noch zu ersehen, daß der Dampfverbrauch bei Vollast und Leerlauf innerhalb der Grenzen von 57 kg und 26 kg pro Stunde liegt. Bild 36b zeigt die Veränderung der Leistung bei konstanter



bei 4,5 atü. Bei 3 atü z.B. beträgt die Leistung immer noch 250 Watt bei voller Spannung (25 V). Eine Gegenüberstellung der elektrischen Lokomotiv-Beleuchtung mit den früher verwendeten Lichtquellen zeigt, welche wirtschaftlichen Erfolge und welche nicht in Geldbeträgen ausdrückbaren Bequemlichkeiten, Er-

elektrischer Spannung und den verschiedenen Dampfdrücken. Der Leistungsabfall beginnt erst

leichterungen und Sicherheiten durch die elektrische Beleuchtung erzielt werden.

Elektrische Lichtanlagen:

1. Stete Betriebs-Bereitschaft.

2. Unbedingte Betriebssicherheit. Leitungen sind in Stahlpanzerrohren verlegt.

3. Geringe Unkosten für Wartung und Pflege. Der Turbogenerator wird nur 1 mal im Jahr gereinigt. Keine Lampen.

4. Bei geringen Betriebskosten größte Wirtschaftlichkeit. Geringster Dampfverbrauch. Glühlampen haben 1000 Brennstd.

5. Einfachheit und Sauberkeit, wie bei allen elektrischen Beleuchtungsanlagen.

6. Keine Gefahrenquelle bei Zusammenstößen. Brand- bzw. Explosionsgefahr ist ausgeschlossen.

7. Beliebige Anordnungsmöglichkeit der Lampen. Die elektrische Beleuchtung gestattet, an beliebigen Stellen des Fahrzeuges Lampen oder Steckdosen für Handlampen usw. anzubringen.

Neben diesen Vorzügen ist die Anwendung der elektrischen Lokomotiv-Beleuchtung gegenüber der Gas-Beleuchtung auch insofern viel wirtschaftlicher, als die teuren stationären Gas-Erzeugungsanlagen und ihre erheblichen Kosten für Auffüllen, Aufspeichern und Wartung fortfallen.

Der Turbogenerator, wie ihn die Henschel & Sohn A.G., Kassel, heute z. B. für die Deutsche Reichsbahn herstellt, baut sich wie folgt auf:

Frühere Lichtanlagen:

1. Verminderte Betriebs-Bereitschaft. Füllung der Gasbehälter.

2. Geringere Betriebsfähigkeit. Undichte Gasleitungen und Schläuche.

3. Viel Wartung und Pflege. Viel Reinigung nötig.

4. Erhöhte Betriebskosten. Hoher Gaspreis. Leckverluste. Lampen haben nur 100 Brennstunden.

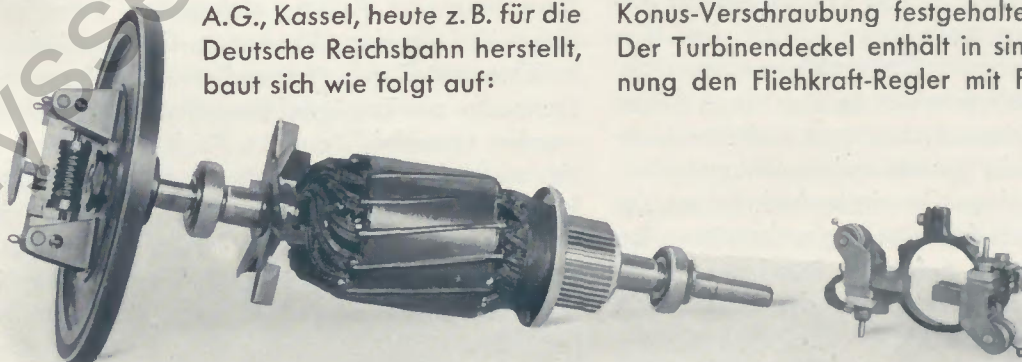
5. Umständliche Bedienung und verrußte Lampen. Jede Lampe muß von Hand angezündet werden.

6. Brand- und Explosionsgefahr. Gas- und Ölbehälter können bei Zusammenstößen leicht explodieren.

7. Erschwerte Anordnungsmöglichkeit bei Gas- und Ölbeleuchtung. Es ist bei Gas- und Ölbeleuchtung nicht möglich, das Fahrzeug an beliebigen Stellen zu beleuchten.

Die Turbine ist gedungen gebaut; alle bewegten Teile — auch die Regulierungs-Einrichtung — liegen in einer Ebene. Das Turbinenrad besteht aus Sonder-Stahlbronze und besitzt Schaufeln, die nach besonderem Verfahren unmittelbar aus dem vollen Radkranz gefräst sind; es sitzt fliegend auf der Welle und wird auf ihr durch eine Konus-Verschraubung festgehalten.

Der Turbinendeckel enthält in sinnreicher Anordnung den Fliehkraft-Regler mit Federeinstellung,

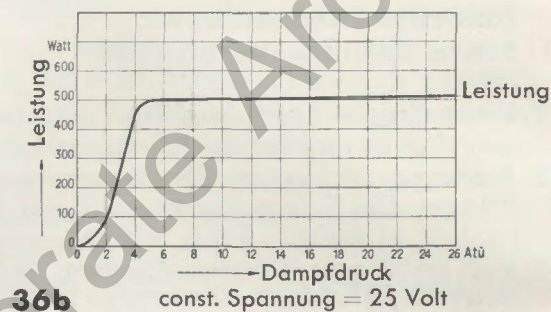
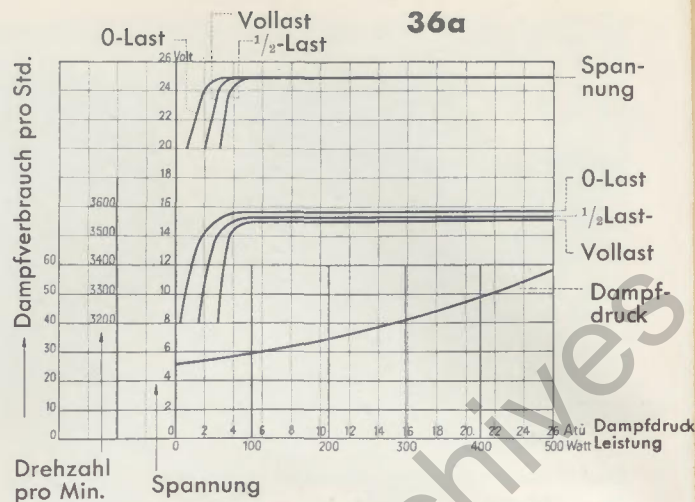


den Steuerstift, die Dampfdüse, den Auspuffkanal und die Dampfeinströmung. Der Drehzahlregler ist ein direkt wirkender Fliehkraftregler einfachster Art mit Federbelastung. Die an den Reglergewichten angreifende Zugfeder überträgt die Kraft durch Schneiden. Die Winkelhebel des Reglers übertragen ihre Bewegung durch gehärtete Zapfen und gehärtete Buchsen auf die fliegende Druckscheibe aus hartem, nichtrostendem Stahl, die ihre Richtung allein durch die Anlage an einer harten Kohlenscheibe erhält. Die Kohlenscheibe selbst wird durch den Reglerschieber geführt und durch die Zusatzfeder in axialer Richtung an die Druckscheibe angepreßt. Druck- und Kohlenscheibe bilden zusammen ein Drucklager, das die Bewegung der Reglergewichte unmittelbar, ohne Zwischenschaltung von Hebeln u. dgl., auf den Reglerschieber überträgt. Turbine und Generator sind durch ein durchbrochenes Gehäuse verbunden und stehen zusammen auf nur 3 Füßen, so daß ein Verspannen beim Anziehen der Fundamentschrauben ausgeschlossen ist.

Die Welle des Turbo-Generators ist beim Durchtritt durch das Gehäuse durch zwei stillstehende, federne Kolbenringe gegen das Gehäuse gedichtet. Der Raum zwischen den beiden Kolbenringen ist mit Anschluß für ein Dunstrohr von $\frac{1}{4}$ " I.W. versehen und dadurch mit der äußeren Atmosphäre verbunden, sodaß der hintere Kolbenring niemals gegen Überdruck zu dichten hat, auch wenn im Gehäuse ein geringer Überdruck durch Betrieb auf den Vorwärmer entstehen sollte. Das Frischdampf-Zuführungsrohr läßt sich je nach den Einbauverhältnissen auf der rechten oder linken Seite des Turbinendeckels anschließen; eine Eintrittsseite ist blind geflanscht.

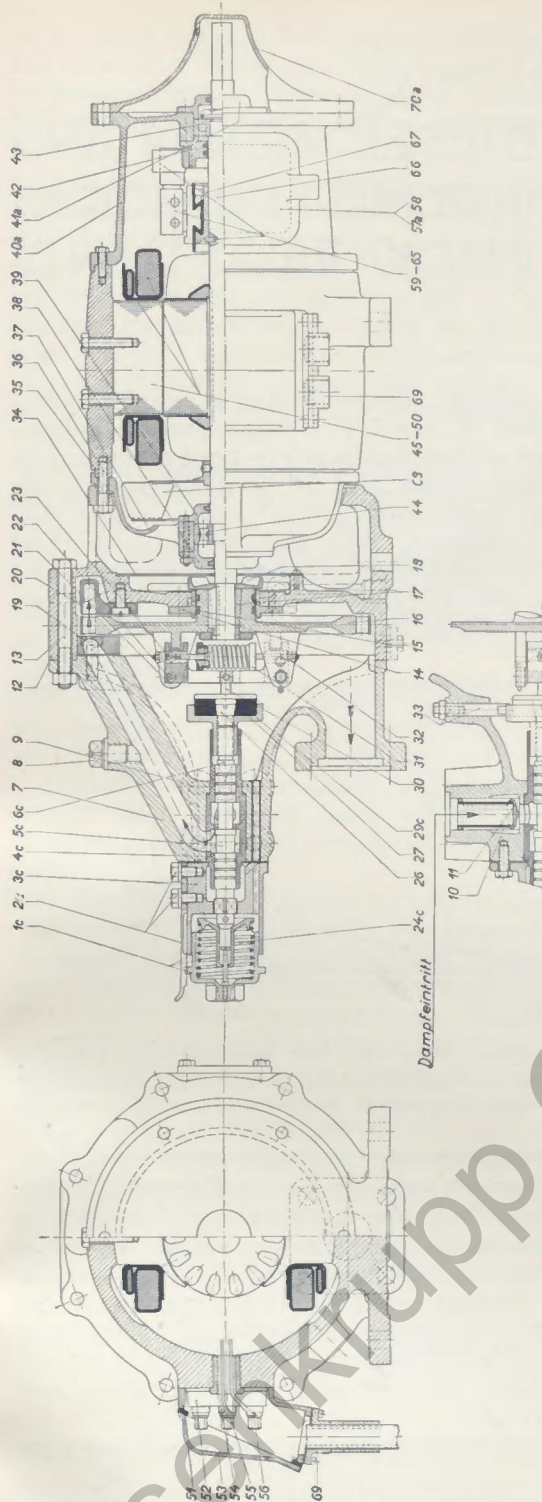
Der Dampf wird zweckmäßig am Kesseldom, an der Dampfpumpenleitung, am Armaturstutzen oder (z. B. bei Schiffen) an der Frischdampfleitung zur Maschine durch Vorschalten eines Absperrventils entnommen. Das Auspuffrohr wird in geeigneter Weise entweder unmittelbar ins Freie, zum Schornstein oder zwecks Verwertung der Abdampfwärme zum Vorwärmer geführt. Der Verbund-Generator besitzt 2 Hauptpole, einen Hilfspol und eine Verbundwicklung, der die Aufgabe zufällt, bei Belastungsänderungen zwischen Leerlauf und Vollast die Spannung konstant zu halten. Das äußere Traglager ist ein hochschultriges Kugellager, das auch den vom Regler herrührenden geringen Axialschub aufnimmt. Das innere Traglager ist ein Rollenlager, das der Welle freie Längsdehnung ermöglicht.

Alle Wicklungen sind sorgfältig isoliert und im-



prägniert und werden durch einen Lüfter kräftig gekühlt.

Der Anker ist statisch und dynamisch ausgewuchtet, so daß ein ruhiger, erschütterungsfreier Gang gewährleistet ist. Die Bedienungsöffnungen im Kollektor-Schildlager werden durch filzgedichtete drehbare Klappen mittels je zweier, einfach zu handhabender Ösenschrauben wasserdicht verschlossen; Regenwasser oder — auf Schiffen — überschlagendes Seewasser schadet dem Generator nicht, selbst wenn es in großen Mengen überspült. Die zwei Anschlußklemmen des Generators sitzen in einem wasserdicht geschlossenen Klemmkasten. Die Anschlußkabel werden durch Stahlpanzerrohr herausgeführt. Die Generatoren entsprechen in allen Punkten den „Regeln für die Bewertung und Prüfung elektrischer Maschinen (R.E.M.)“. An den Gleichstrom-Generator kann kollektorseitig noch fliegend ein Hochfrequenz-Generator zur Zugsignal-Beeinflussung angebaut werden (Beispiel: Deutsche Reichsbahn). Um einheitliche Lampensorten vorrätig halten zu können, hat man die Spannung z. B. bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft mit 25 Volt gewählt. Im Ausland beträgt die Spannung meist 32 Volt. Die Henschel & Sohn A. G. hat bis jetzt über 1500 Stück für die verschiedensten Zwecke, z. B. für Lokomotiv-, Schiffs- und Dampf-



37

SCHNITT DURCH DEN TURBO-GENERATOR L 0,5 V

- 1c Verschlusskapsel mit Federteller und Bundschraube
- 2c Sicherung mit 2 Schrauben
- 3c Haube und Dichtung
- 4c Schieberbuchse mit Sicherungsstift und Dichtung
- 5c Schieber
- 6c Schieberbolzen
- 7 Vorderes Turbinengehäuse mit Blindflansch und Dichtung zum Blindflansch
- 8 Verschlusschraube für Manometerstützen
- 9 8 Stiftschrauben für den Frischdampfanschluß
- 10 Sieb
- 11 Siebkorb
- 12 Hinteres Turbinengehäuse mit 2 Schaudeckeln und Schrauben
- 13 7 kurze Mutterschrauben
- 14 1 lange Mutterschraube
- 15 Stopfbuchse mit 5 Schrauben
- 16 Ringe dazu
- 16a Laufrolle
- 17 Konusb. mit Mutter, Paßfeder und Kupfersicherung
- 18 Schleuderschleibe
- 19 Düse mit 2 Schrauben und Dichtung

- 20 Umkehrschraube mit 2 Schrauben
- 21 Reglergewichte mit Buchsen
- 22 Schneiden mit Bronzebuchsen und Splint
- 23 Brücken für Reglerfeder
- 24c Zusatzfeder
- 26 Schraube zum Spurlager
- 27 Spurlager
- 29c Spurlagergehäuse
- 30 Spurscheibe
- 31 Reglerfeder mit Helm und Zugschr.
- 32 Muttern dazu
- 33 Führungsbolzen mit 2 Schrauben
- 34 Abdichtungsscheibe mit 6 Schrauben
- 35 Polgehäuse
- 36 4 Befestigungsschrauben zum Turbinen- und Polgehäuse
- 37 Lagerschild, antriebsseitig
- 38 Äußere Lagerkappe
- 39 Innere Lagerkappe mit 4 Stiftschrauben
- 40a Lagerschild, kommutatorstg. m. 4 Schraub.
- 41a Äußere Lagerkappe
- 42 Innere Lagerkappe mit 4 Stiftschrauben
- 43 Kugellager kommutatorseitig
- 44 Rollenlager antriebsseitig
- 45 Feldpole mit je 2 Schrauben
- 46 Wendepole mit 2 Schrauben

- 47 Feldpolschraube mit Verbundwicklung
- 48 Isolierunterlage zur Feldpolschraube
- 49 Wendepolschraube
- 50 Isolierunterlage zur Wendepolschraube
- 51 Klemmbrett
- 52 Isolierplatte dazu
- 53 Klemmbrettkasten, vollständig mit Deckel und Schrauben
- 54 Isolierbuchse für Kabel
- 55 Anschlußschraube mit 2 Muttern und Scheibe zum Klemmanschluß
- 56 Brücke für die Anschlußklemmen
- 57a Deckel für Lagerschild
- 58 Gelenkverschluß für den Deckel, vollst.
- 59 Bürstenstern
- 60 Festklemmschraube zum Bürstenstern
- 61 Feststellschraube zum Bürstenstern
- 62 Klemmschraube
- 63 Bürstenbolzen
- 64 Bürstenhalter, vollständig ohne Bürste
- 65 Kohlenbürste
- 66a Lüfter, vollst. mit Welle, ohne Lüfter
- 67 Kommutator
- 68 Lüfter
- 69 Anschlußflansch für Stahlpanzerrohr
- 70a Schutzkappe mit 4 Schrauben

bagger-Beleuchtung, sowie für Schneepflüge, Hilfs- und Lokalbahnzüge geliefert.

Die Henschel & Sohn A. G. führt auch die gesamte Installation der elektrischen Lichtanlage selbst aus.

Neben der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, von der wir z. Zt. über 900 Turbogeneratoren in Auftrag haben, zählen zu unseren Abnehmern viele Reichs- und Wasser-Bauämter, private Eisenbahngesellschaften, Gewerkschaften, Reedereien, Gruben, Lokomotivfabriken u. a. m.

Nach dem Ausland hatten wir ebenfalls größere Lieferungen, so nach Lettland, Belgien, Dänemark, Oesterreich, Schweden, Spanien, der Türkei, Argentinien, Brasilien, China, Columbien, Japan, Cuba, Südafrika, usw.

Die Nachfrage und die bisherigen Erfahrungen haben erwiesen, daß mit der Einführung der Turbo-Generatoren für elektrische Beleuchtung eine empfindliche Lücke ausgefüllt und einem dringenden Bedürfnis abgeholfen wurde.

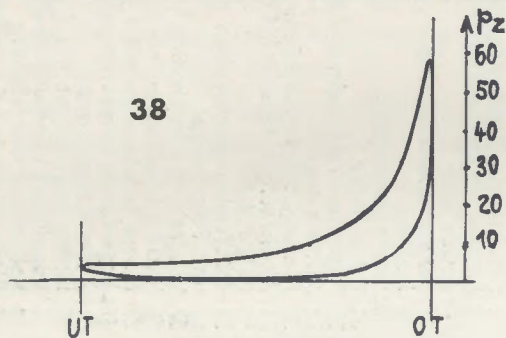
MITTELDRÜCKE BEIM HENSCHEL-LANOVA-DIESEL-MOTOR UND IHRE AUSWIRKUNG AUF GRÖSSE UND GEWICHT DES MOTORS DIE HENSCHEL MITTELDRUCK-REGELUNG

VON OBER.-ING. PAUL FILEHR, KASSEL

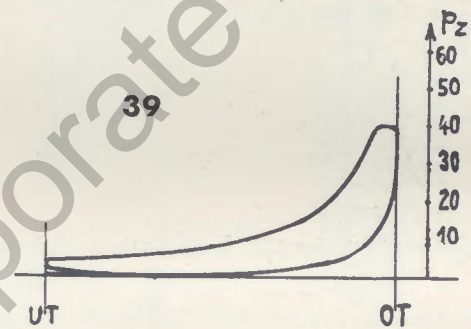
Es ist eine der vornehmlichsten Aufgaben der Konstrukteure, die Motoren so zu bauen, daß sich ein möglichst geringes Gewicht bei hoher Leistung ergibt.

Der Weg, der zu diesem Zweck meistens eingeschlagen wird, ist einmal der, die Kolbengeschwindigkeit zu erhöhen, zum anderen Male die Verwendung von Leichtmetall in weitestgehendem Maße. Dabei ist es aber unvermeidlich, daß Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit häufig zu

kurz kommen. Einen anderen Weg ist man bei der Firma HENSCHEL gegangen; bei ihren Motoren wird besonderer Wert auf einen hohen Mitteldruck gelegt, der sich in außergewöhnlich großem Maße auf GröÙe und Gewicht des Motors auswirkt, ohne daß Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit geschmälert werden. Die GröÙe des Mitteldruckes ist von folgenden Faktoren abhängig:



Das Indikator-Diagramm der Strahl-Zerstäubungs-Motoren ohne Speicher zeigt hohen Spitzendruck mit starker Schlagwirkung. — p_z = Zünddruck in kg/cm^2
UT = unterer Totpunkt, OT = oberer Totpunkt.

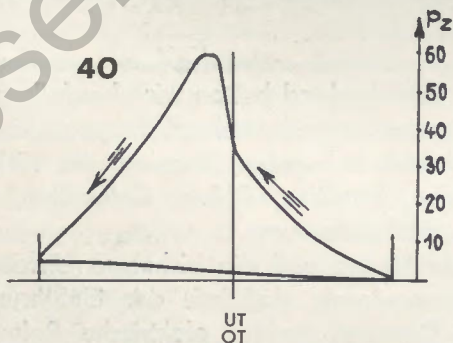


Das Indikator-Diagramm des Henschel-Diesel-Motors mit Lanova-Speicher zeigt wesentlich verringerten Spitzendruck, also einen Druckverlauf, ähnlich wie bei einer Dampfmaschine.

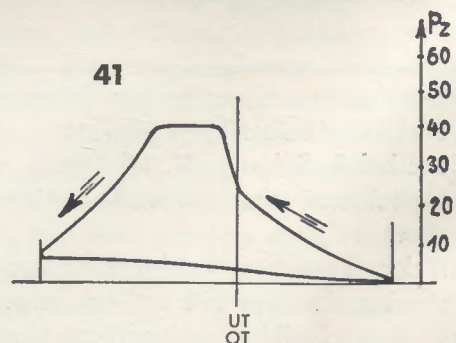
1. von den Reibungsverhältnissen im Triebwerk,
2. von der Kolbengeschwindigkeit,
3. von den Kühlverhältnissen im Zylinder und im Verbrennungsraum,
4. von dem Luftüberschuß, der zur restlosen Verbrennung des Brennstoffes notwendig ist.

Zu 1. Um die Reibungsarbeit im Triebwerk zu verringern, ist die Anwendung von Kugel- oder Rollenlagern für die Lagerung der Kurbel-

welle, ferner Verringerung der Kolbenlaufläche und schließlich Verringerung der Anzahl und des Druckes der Kolbenringe möglich. Während die erste Maßnahme nur wenig bringt, ist die zweite unzweckmäßig, weil der Verschleiß von Kolben und Zylinderlaufbahn zu groß wird. Verringerte Kolbenringanzahl bringt Kompressionsverlust mit sich und damit Leistungsverminderung.



Das versetzte Indikator-Diagramm der Strahlzerstäubungs-Motoren ohne Speicher zeigt, zeitlich auseinandergezogen, den Verlauf der Verbrennung.



Das versetzte Indikator-Diagramm des Henschel-Diesel-Motors mit Lanova-Speicher zeigt, daß die Verbrennung unter gleichbleibendem und niedrigem Druck verläuft.

Zu 2. Als günstigste Kolbengeschwindigkeit hat sich nach den bisherigen Erfahrungen 8 m/sec. im Mittel ergeben. Wird sie höher, so sinkt der Füllungsgrad unverhältnismäßig stark und damit auch der Mitteldruck.

Zu 3. Beschränkung der Abkühlung von Zylinder und Verbrennungsraum verbessern wohl etwas den thermischen Wirkungsgrad, verschlechtern aber den volumetrischen, insbesondere wenn mit der Kolbengeschwindigkeit bis an die zulässige Grenze gegangen wird; im übrigen ist man aus den verschiedensten Gründen an die Wasserkühlung gebunden, und bei 90° ist die praktisch höchstmögliche Kühlwassertemperatur erreicht.

Zu 4. Verringerung der Überschußluft hat bisher bei den Konstrukteuren noch wenig Beachtung gefunden; aber gerade dadurch läßt sich eine ganz erhebliche Steigerung des Mitteldruckes erreichen. Notwendig ist eine gute und schnelle Vermischung von Luft und Brennstoff; je inniger sie erfolgt, desto geringer ist der benötigte Luftüberschuß.

Dem bekannten Mitarbeiter Diesels, Herrn Ing. Lang, ist in steter Verfolgung dieses Zieles eine Bauart gelungen, bei der diese Bedingung in bisher unerreichtem Maße erfüllt wird. Was erreicht wird, soll nach einer kurzen Beschreibung an zwei gegenübergestellten Beispielen erläutert werden.

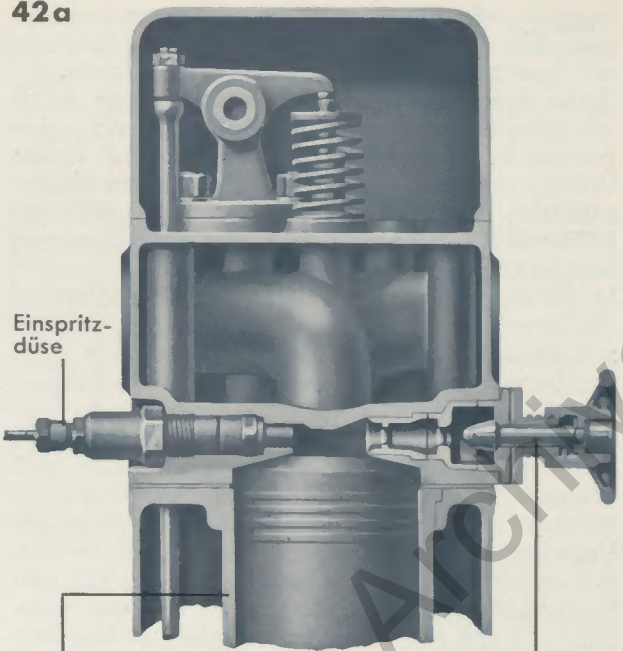
Das Wesen der Bauart beruht in der besonderen Ausbildung der **Verbrennungskammer** und der **Luftspeicher** sowie in der **Anordnung der Düsen und der Speicher**, die im Zylinderkopf einander gleichachsig gegenüberliegen und leicht zugänglich sind.

Die Verbrennungskammer besteht aus zwei miteinander verbundenen Räumen von kreisförmigem Querschnitt, in die das Ein- und Auslaßventil zentrisch hineinragen. Damit ist ein großer Ventilhub ermöglicht worden, zugleich aber die Gefahr vermieden, daß Kolben und Ventil miteinander in Berührung kommen, wenn das Ventil einmal – z. B. bei mangelnder Schmierung – hängen bleibt. (Bild 42b)

Der Luftspeicher ist in zwei hintereinander geschaltete Räume unterteilt. Kammer und Speicherräume sind durch Luft-Düsen miteinander verbunden.

Der Verbrennungsvorgang läuft wie folgt ab: Der von der Boshpumppe geförderte Brennstoffstrahl gelangt teilweise durch die Verbrennungskammer in den Vorspeicher und dann in den Hauptspeicher (Bild 42), nachdem er auf seinem Wege durch die heiße Luft vorgewärmt wurde. Im Hauptspeicher entsteht infolge einer Teilverbrennung eine hohe Drucksteigerung. Die Speicherladung wird dadurch in die Verbrennungskammer ausgeblasen und erzeugt mit deren Inhalt – unter weiterer Verbrennung, aber geringerem Druck – 2 kräftige Kreiswirbel von entgegengesetzter Drehrichtung. Dieser kombinierte Strömungs- und Verbrennungsvorgang erzeugt die angeführten hervorragenden Wir-

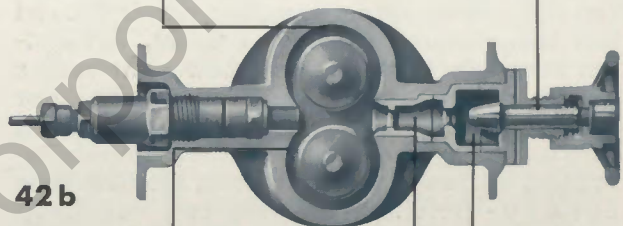
42a



Eingesetzte Zylinderbuchse

Betriebsstellung des Speicherventils
Hauptspeicher geöffnet

Zentrische Lage der Ventile

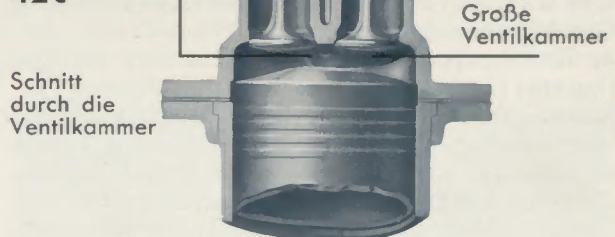


42b

Vorspeicher Hauptspeicher

Verbrennungskammer

42c

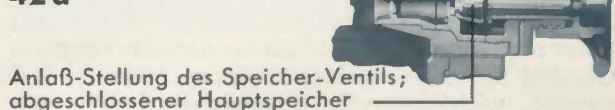


Schnitt durch die
Ventilkammer

Große
Ventilkammer

Dekompressions-Bohrung

42d



Anlaß-Stellung des Speicher-Ventils;
abgeschlossener Hauptspeicher

kungen, wie die abgebildeten Diagramme zeigen, die den Verbrennungsvorgang ohne und mit Speicher vergleichend veranschaulichen.

Zum Anlassen ist der Hauptspeicher durch ein Doppel-Kegelventil abschaltbar, sodaß eine höhere Verdichtung mit außerordentlich hoher Wärmeentwicklung erreicht wird. **Keine Glühspirale, keine anderen empfindlichen Hilfsmittel werden für die Entzündung benutzt.**

In der Zwischenstellung wirkt das Abschaltventil als Vorrichtung zur Entkomprimierung, wie sie z. B. beim Einstellen des Motors gebraucht wird. Größere Mitteldrücke werden nun aus folgenden Gründen erreicht:

1. Durch die nur beim Lanova-Verfahren erreichte kräftige Verwirbelung von Luft und Brennstoff in der herzförmigen Verbrennungskammer des HENSCHEL-Motors wird eine gute Vermischung von Luft und Brennstoff erzielt, d. h. zur restlosen Verbrennung ist nur ein geringer Luftüberschuß erforderlich, und das Hubvolumen des Motors kann bei gleicher Leistung und Drehzahl geringer sein als bei Motoren mit nicht genügender Durchwirbelung.

Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß der Mitteldruck beim Lanova-Verfahren höher ist als bei anderen Motoren.

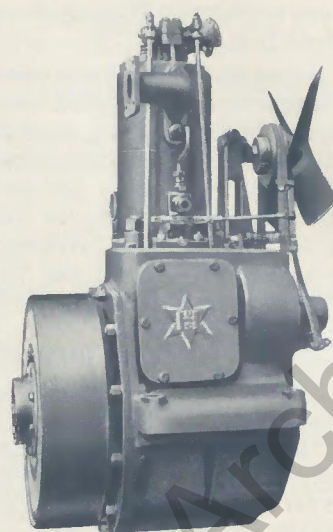
2. Durch das geringere Hubvolumen verringert sich auch die Kompressionsarbeit, da nicht so viel Luft komprimiert zu werden braucht. Bekanntlich kann die Kompressionsarbeit nicht restlos wieder gewonnen werden, weil ein Teil der Arbeit als Wärme an das Kühlwasser abgegeben wird und ein anderer Teil als Kolben- und Lagerreibung verloren geht. Motoren, die nach dem Lanova-Verfahren arbeiten und verhältnismäßig wenig Überschußluft zur Verbrennung benötigen, erreichen also weiterhin verbesserte Mitteldrücke, weil die Kompressionsarbeit gering ist.

3. Das kleinere Hubvolumen besitzt geringere Abkühlungsflächen. Die Ausnutzung der Verbrennungswärme wird besser und der Kompressionsverlust durch Abkühlung geringer; auch dies wirkt sich im Sinne einer weiteren Erhöhung des Mitteldruckes aus.

4. Das Lanova-Verfahren gestattet ein geringeres Kompressionsverhältnis als andere Verfahren, weil die eigenartige Formgebung des Verbrennungsraumes in Verbindung mit dem Luftspeicher auch bei niedrigen Kompressionsdrücken eine gute Zündung ergibt. Das geringere Kompressionsverhältnis bedingt aber wiederum geringere Kompressionsarbeit und, wie dies vorstehend unter 2. ausgeführt, auch eine weitere Erhöhung des Mitteldruckes wegen geringerer Reibungsverluste und Abführung von Kompressionswärme an das Kühlwasser.

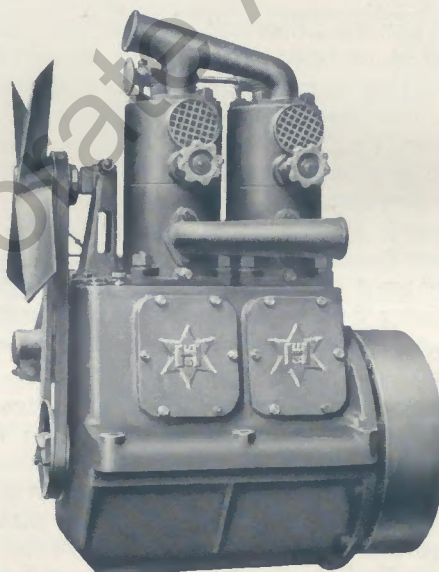
5. Die sich aus den Punkten 1—4 ergebende Mitteldrucksteigerung beträgt 15—20% und hat zur Folge, daß der HENSCHEL-Lanova-Motor unter sonst gleichen Verhältnissen leichter gebaut werden kann als andere Motoren. Das ist besonders wichtig für Fahrzeuge, die bis an die

HENSCHEL-LANOVA- INDUSTRIE-DIESEL-MOTOREN



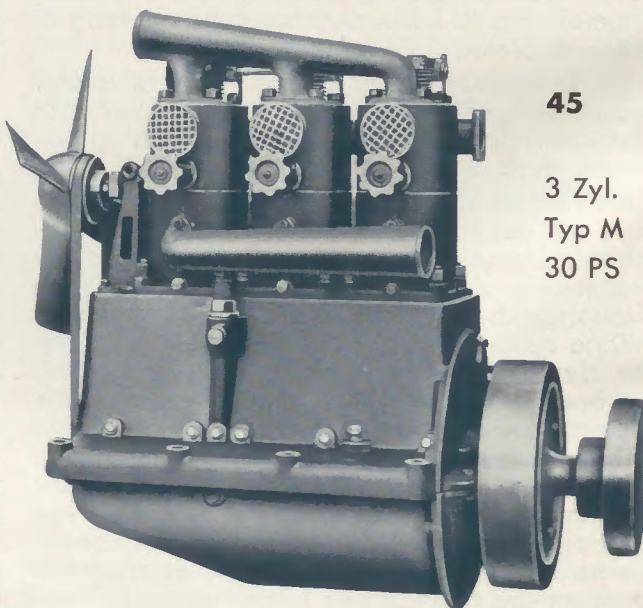
43

1 Zyl.
Typ K
10 PS



44

2 Zyl.
Typ L
20 PS



45

3 Zyl.
Typ M
30 PS

gesetzlich zulässigen Gewichtsgrenzen belastet werden, ferner von Einfluß auf die Bereifung und den Brennstoffverbrauch.

6. Das geringe Hubvolumen gestattet Bohrung und Hub kleiner zu wählen, und der kleinere Hub wiederum eine Erhöhung der Drehzahl, ohne die Grenzen der zulässigen mittleren Kolbengeschwindigkeit zu überschreiten. Durch Erhöhung der Drehzahl ist es aber wieder möglich, den Motor kleiner und leichter zu bauen.

Es zeigt sich also, daß der beim Lanova-Verfahren auf ein größtmögliches Maß gesteigerte Mitteldruck sich nach den verschiedensten Seiten auswirkt. Wenn auch die einzelnen Beträge verhältnismäßig gering sind, so zeigt sich doch ein beachtliches Endresultat. Die nachstehende Vergleichs-Aufstellung gibt Aufschluß über die

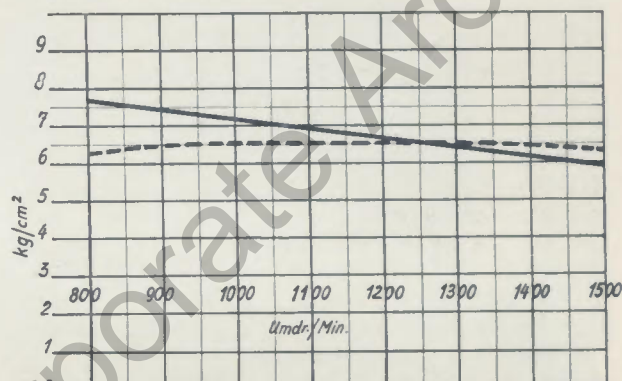
vorliegendenVerhältnisse beim 6 Zyl.HENSCHEL-Lanova-Motor gegenüber einem gleichstarken 6 Zyl. Dieselmotor der üblichen Bauart.

Bauart:		Henschel-Lanova	Vorkammer-Diesel
Leistung	PS	110	110
Bohrung	mm	110	125
Hub	mm	160	170
Hubvolumen	l	9	12,5
Effektiver Mitteldruck	kg/cm²	7,25	5,65
Drehzahl	p. Min.	1500	1400
Kolbengeschwindigkeit	m p. Sek.	8	7,95
Anzahl der Füllungen	p. Min.	750	700
Verbrauchte Luftmenge	l. p. Min.	6750	8750
Kompressions-Verhältnis		1:12,5	1:16,5
Enddruck der Kompress.	Atü	28	40
Kompress. Leistungen	PS	100	150
Gewicht des Motors *)	kg	620	795

*) in Leichtmetallausführung.

46 Schaubild der Steigerung der Mitteldrücke beim HENSCHEL-Lanova-Diesel-Motor im Bereich der niedrigen Drehzahlen durch die HENSCHEL-Mitteldruck-Regelvorrichtung.

----- Mitteldruck **ohne** Regelvorrichtung
 ————— Mitteldruck **mit** Regelvorrichtung



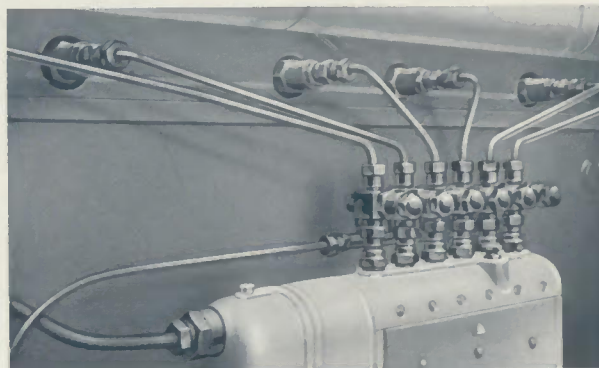
In Erkenntnis der Tatsache, daß durch die Steigerung der Mitteldrücke Vorteile in Bezug auf Größe und Gewicht zu erreichen sind, hat die Firma nach einer anderen Richtung weitergearbeitet und durch eine besondere Konstruktion erreicht, daß bei Fahrzeugmotoren noch eine weitere Steigerung im Bereiche der niedrigen Drehzahlen erreicht wird und auf diese Weise auch für den Dieselmotor Zustände geschaffen werden, wie sie beim Vergasermotor vorhanden und für den Fahrbetrieb notwendig sind.

Diese Einrichtung wird Mitteldruck-Regelvorrichtung genannt, und ihre Notwendigkeit ist nachfolgend begründet:

HENSCHEL-Mitteldruck-Regelvorrichtung für Fahrzeug-Dieselmotoren (Bild 47).

Die Bosch-Brennstoffpumpen sind so gebaut, daß ihre Lieferung pro Hub bei fest eingestellter Reglerstange für Höchstbelastung im höheren Drehzahlbereich praktisch gleich ist. Bei niedrigen Drehzahlen macht sich das erforderliche Pumpenkolbenspiel durch geringere Liefermenge bemerkbar, indem ein Teil des Brennstoffes genügend Zeit hat, am Kolben vorbeizugehen. Bei längerer Betriebszeit tritt eine ähnliche Erscheinung infolge der Abnutzung des Pumpenkolbens auch bei höheren Drehzahlen ein.

Diese Erscheinungen sind im Fahrbetrieb unerwünscht, auch deswegen, weil bei zunehmender Drehzahl die im Motor-Zylinder angesaugte Verbrennungsluft, d.h. der Füllungsgrad geringer wird, also nicht mehr imstande ist, die bei niedrigen Drehzahlen zulässigen Brennstoffmengen rauchlos zu verarbeiten. Es muß daher unter Verzicht auf den größtmöglichen Mitteldruck bei niedriger Drehzahl ein gleichbleibender kleinerer Mitteldruck als er für die Höchstdrehzahl noch zulässig ist, eingestellt werden. Dies hat zu der häufig geäußerten Ansicht geführt, daß unter sonst gleichen Verhältnissen



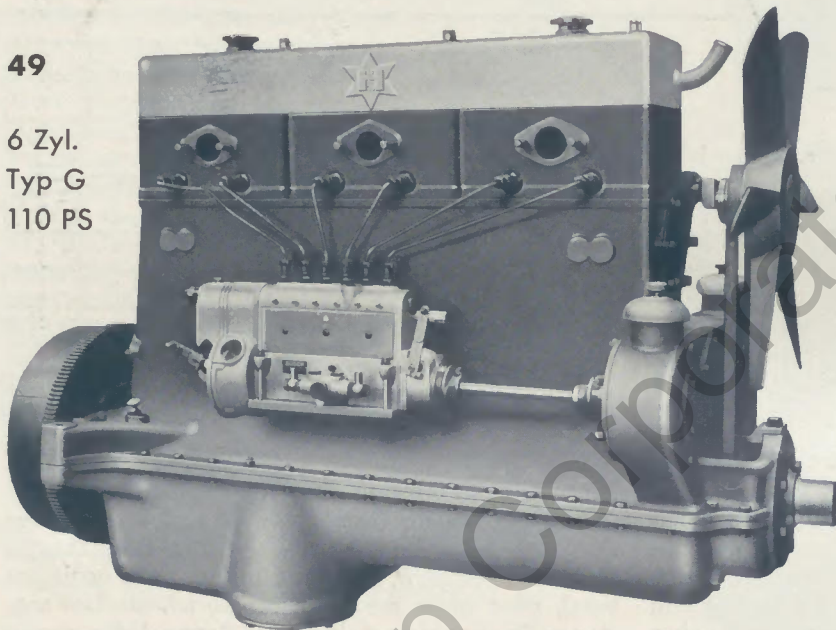
47 HENSCHEL-Mitteldruck-Regelvorrichtung für Fahrzeug-Dieselmotoren

die Leistung eines Dieselmotors etwa 15–20% stärker sein muß als die eines Vergasermotors, der bekanntlich bei abfallenden Drehzahlen zunehmende Mitteldrücke aufweist. Eine Verbesserung der Pumpenförderung wird durch die HENSCHEL Mitteldruck-Regelvorrichtung, die in die Leitung von der Pumpe zur Düse eingebaut ist, ermöglicht. Es werden z. B. beim HENSCHEL-Lanova-Dieselmotor, Type G, den Drehzahlen angepaßte Mitteldrücke (Bild 46, stark ausgezogene Linie) erreicht. (Vergleichsweise sind die für rauchlose Verbrennung im Fahrbetrieb erreichbaren Mitteldrücke ohne

HENSCHEL-LANOVA- FAHRZEUG-DIESEL-MOTOREN

49

6 Zyl.
Typ G
110 PS

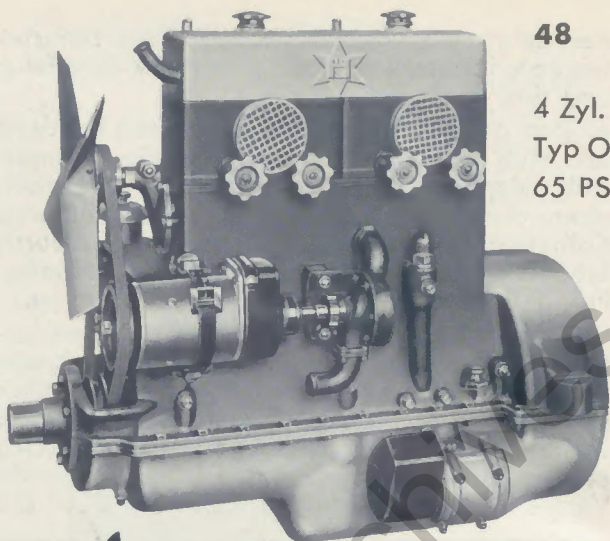


Die Mitteldruck- Regelvorrichtung des Henschel-Lanova- Diesel-Motors gewährt folgende Vorteile:

1. Bessere Durchzugskraft in Steigungen.
2. Weniger Schalt-Arbeit.
3. Geringeres Gewicht des Motors.
4. Geringeren Brennstoffverbrauch.
5. Entlastung des Motors bei hohen Drehzahlen.
6. Abnutzung des Pumpenkolbens macht sich bei entsprechender Nachstellung der Düsendrücke nicht so unangenehm bemerkbar.

48

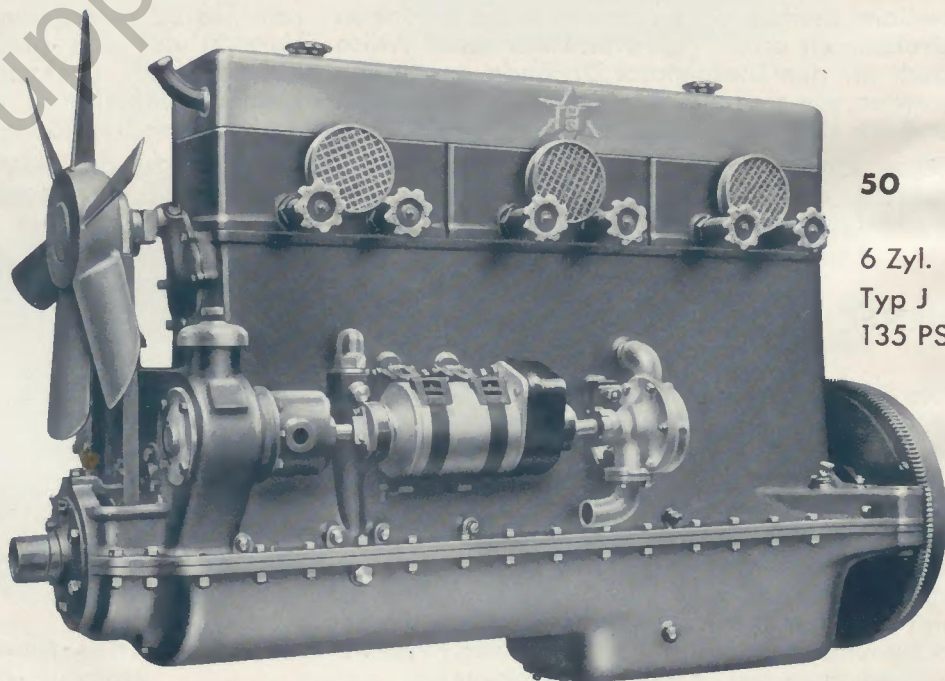
4 Zyl.
Typ O
65 PS



Regel-Vorrichtung strichliert eingetragen.) Die Linien lassen erkennen, daß die angebaute Einrichtung gestattet, dem G-Motor bei ca. 800 Umdrehungen, (d. i. die Drehzahl, bei der gewöhnlich der Gangwechsel vorgenommen wird) soviel Brennstoff zuzuführen, daß gegenüber der Normalausführung eine starke Steigerung des mittleren Druckes erreicht wird. Sie ist so abgestimmt, daß bei $n=1250/\text{min.}$ dem Motor die normale, mit weiter ansteigender Drehzahl aber eine verhältnismäßig kleinere Brennstoffmenge zugeführt wird.

50

6 Zyl.
Typ J
135 PS





51

HENSCHEL 6140

DIE NEUEN HENSCHEL-MOTOR-STRASSENWALZEN

VON OBER-INGENIEUR HEINRICH VOGT, KASSEL

In Erwartung einer Belebung des Straßenbaumaschinen-Geschäftes als Folge der vom Reich angekündigten Bereitstellung namhafter Mittel für den Straßenbau entschloß sich unser Werk, die heute fast allgemein bevorzugten Motor-Straßenwalzen, insbesondere die Dreirad-Walze, weiter zu entwickeln.

In den letzten Jahren wurden Motorwalzen gegenüber den altbewährten Dampfwalzen wegen verschiedener Vorteile, die für diese Maschinen kennzeichnend sind, stark bevorzugt. Vornehmlich sind es die stete Betriebsbereitschaft und die geringeren Betriebskosten, die den Straßenbau-Unternehmer bei der Wahl zwischen Motorwalze und Dampfwalze veranlassen, sich für die Motorwalze zu entscheiden. Hinzu kommt, daß bei der Motorwalze die Aufmerksamkeit des Führers beim Walzen nicht abgelenkt wird durch die bei der Dampfwalze unerläßliche Beobachtung von Wasserstand, Kesseldruck, Feuer u. a.

Die neuen Henschel-Motorwalzen zeigen neben einer guten Linienführung als wesentliche Grundzüge Einfachheit des Aufbaues und zweckent-

sprechende Durchbildung aller Triebwerksteile. Gute Übersicht vom Führersitz aus und bequem zu handhabende Bedienungshebel erleichtern dem Walzenführer die Bedienung der Walzen.

Wir bauen diese Motorwalzen in den beiden Größen 8,5 bis 10 (10,5) t und 11,5 bis 13,5 (14) t. Die Gewichtsunterschiede innerhalb der beiden Typen werden durch die Stärke der Radmäntel bestimmt.

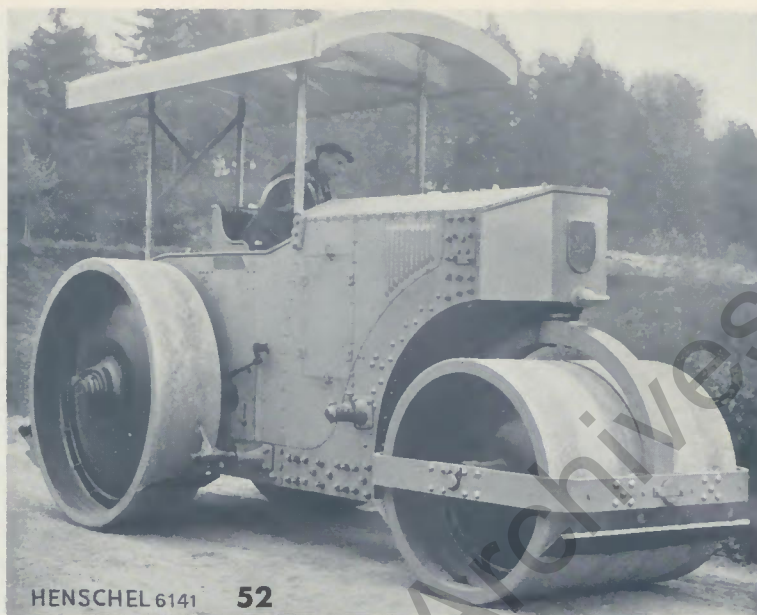
Ein großer Vorzug ist durch die Verwendung von Dieselmotoren eigener Herstellung gegeben. Bei Verwendung von Motoren anderen Fabrikates ergeben sich erfahrungsgemäß manchmal gewisse Unzuträglichkeiten, die durch den Einbau eigener Motoren vermieden werden.

Die kleinere Walzentype besitzt einen stehenden, kompressorlosen 2-Zylinder-Viertakt-Henschel-Diesel 20/24 PS, (n=1000), Lizenz Lanova, die größere Type einen 3-Zylinder-Diesel gleicher Bauart 30/36 PS (n=1000). Brennstoffverbrauch 200/210 g/PS/h. Die Motoren zeichnen sich durch übersichtliche Anordnung und Einfachheit aller Teile aus.

Das Wesen des Lanova-Verfahrens besteht in der besonderen Ausbildung der Verbrennungskammer und der Luftspeicher. Durch die hierdurch erreichten niedrigen Spitzendrücke unter gleichzeitiger Erhöhung des mittleren Druckes wird bei rauchfreier Verbrennung unter außerordentlich weichem Lauf des Motors eine hohe spezifische Leistung erzielt. (Vergl. den Aufsatz über die Henschel-Diesel-Motoren, Seite 30 ff.)

Der Motor hat Thermosyphon-Kühlung mit Lamellenkühler. Er wird von Hand bzw. durch selbsttätig gesteuerte Druckluft-Anlaßvorrichtung angelassen. Das Getriebe ist in einen öldichten, gußeisernen Triebwerkkasten eingebaut und läßt eine Schaltung auf drei Geschwindigkeiten etwa 1,5 - 2,5 - 0,5 km/h sowohl für Vorwärts- wie für Rückwärtsfahrt zu. Für die Triebwerkteile wurde SM-Stahl von hoher Festigkeit verwendet. Die Zähne der Triebwerksräder sind aus dem Vollen geschnitten. Alle Zahnräder, auch das große Antriebsrad auf der Hinterachse, das ebenfalls im Getriebekasten angeordnet ist, laufen im Ölbad. Die Räder werden nicht durch Straßenstaub verschmutzt, sodaß ihre Abnutzung gering bleibt. Alle schnelllaufenden Wellen drehen sich in Kugel- bzw. Rollenlagern.

Der Geschwindigkeitswechsel wird durch Hebel, ähnlich wie beim Kraftwagen, geschaltet; die Schaltung von Vorwärts- und Rückwärtsfahrt geschieht ebenfalls mittels Handhebel unter Verwendung von Federband-Reibungskupplungen völlig stoßfrei.



HENSCHEL 6141 52

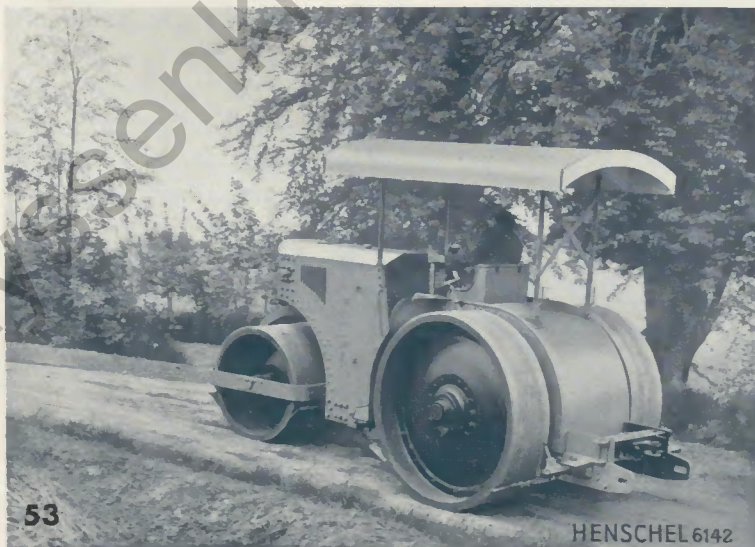
Es ist sowohl Handbremse wie Fußbremse vorhanden; beide wirken unabhängig voneinander auf das Getriebe.

Die Henschel-Walzen erhalten normalerweise kein Differential-Getriebe; jedoch kann auf Wunsch ein solches Getriebe eingebaut werden. Erfahrungsgemäß neigen die mit Differential ausgerüsteten Walzen leicht zum Rutschen; außerdem ist eine gewisse Fahrunsicherheit vorhanden, die bei ungleicher Oberflächen-Beschaffenheit der Straße ein Gefahrenmoment bilden kann. Die Geschwindigkeits-Unterschiede der Hinterwalzen beim Befahren von Kurven werden dadurch ausgeglichen, daß eine Hinterwalze nach Entfernen des Kuppelbolzens lose mitläuft. Die beim Transportfahren in Kurven vorübergehend auftretenden Mehrbeanspruchungen der Hinterachse werden von dieser dank der gewählten Abmessungen

und des geeignetsten Materials mit Sicherheit aufgenommen.

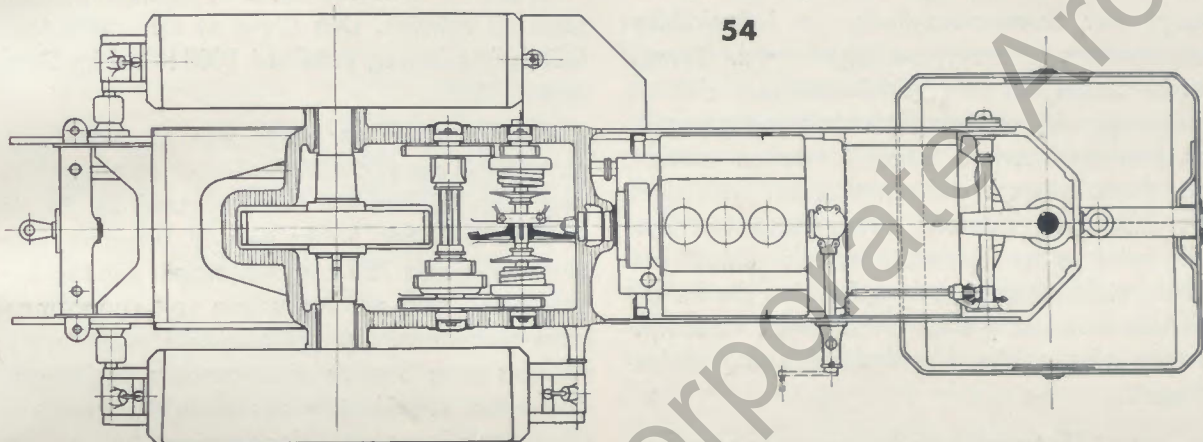
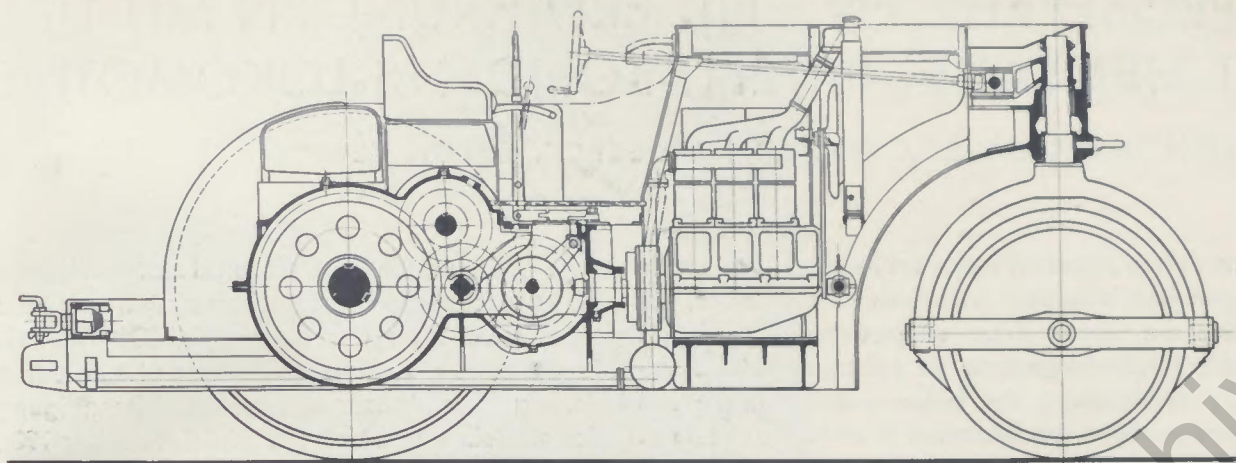
Die Lenkung ist kettenlos; sie wird durch eine Spindel mit Bronzemutter und Hebel bewirkt. Spielfreies Einschlagen der Vorderwalzen und Fahren einer unbedingt geraden Kante sind der Erfolg der neuen Lenkung. Für den Walzenführer bedeutet sie eine Erleichterung. Die Vorderwalzenbügel sind aus geschmiedetem Stahl.

Das Fahrgestell besteht aus einem kräftigen Rahmen aus SM-Blechen und nimmt den Motor und den Triebwerkkasten unverrückbar auf. Übertragung von äußeren Spannungen



53

HENSCHEL 6142



LÄNGENSCHNITT UND HORIZONTALSCHNITT DER HENSCHEL-DIESEL-DREIRADWALZE 13,5 t

auf den Motor und das Getriebe sind ausgeschlossen. Auf große Bodenfreiheit ist Bedacht genommen. Vorder- und Hinterwalzen sind aus zähem, griffigem Stahlguß, die Naben aus Spezialgußeisen (Zylinderguß). Nabe und Radmantel sind nicht, wie früher üblich, durch Speichen, sondern durch gewölbte Böden miteinander verbunden. Die Hinterwalzen sind durch besondere Kuppelbolzen mit den Achsnaben gekuppelt. Zur Erzielung riefenfreier Decken ist reichliche Überdeckung der Vorderwalzen-Außenkanten durch die Hinterwalzen-Innenkanten vorhanden. Nachstellbare Abstreifer sorgen für Sauberhaltung der Walzenmäntel. In der Bekleidung sind zur Beobachtung des Motors an beiden Seiten der Walze genügend große Klapptüren vorhanden.

Die neuen Henschel-Motorwalzen haben sich im Betriebe bisher vorzüglich bewährt. Von den

Baustellen wird insbesondere die Sparsamkeit im Verbrauch von Betriebsmitteln, der einwandfreie Lauf und die leichte, angenehme Bedienung der Maschinen hervorgehoben.

Gute konstruktive Durchbildung aller Teile, sachgemäße Wahl des verwendeten Materials und nicht zuletzt die von der Kundschaft als vorzüglich anerkannte Werkstattarbeit stellen auch die Henschel-Straßenbaumaschinen den anderen unübertroffenen Henschel-Fabrikaten erfolgreich an die Seite.

Außer den hier beschriebenen Motor-Dreiradwalzen baut die Henschel & Sohn A. G. auch die für gewisse Spezialarbeiten besonders geeigneten, sog. „Tandem“-Walzen in den Gewichtsklassen von 3,5 t bis 8 t; die Henschel-Motor-Tandem-Walzen sind ebenfalls mit Henschel-Lanova-Diesel-Motoren ausgerüstet.

PROBEFAHRTEN UND ERFAHRUNGEN MIT DER 1. HENSCHEL-PATENT-KONDENS-LOKOMOTIVE

VON DIREKTOR S. J. WALTER HARDEBECK, SANTA FÉ

Im dritten Henschel-Heft vom Februar 1932 wurde eine Kondensations-Lokomotive beschrieben, mit der ein neuer Weg eingeschlagen wird, um Wasserschwierigkeiten im Lokomotivbetrieb unter Verwendung der bisher gebräuchlichen und vorhandenen Betriebsmittel in einfacher Weise zu überwinden. Die vorhandenen Lokomotiven erhalten einen Kondensationstender, auf dem der Abdampf der Lokomotivzylinder in luftgekühlten Kondensatoren niedergeschlagen wird. Bewußt wurde dabei auf alle Verfeinerungen, die erfahrungsgemäß mit Kompliziertheit und mangelnder Betriebssicherheit bezahlt werden müssen, und deshalb auch auf ein Vakuum verzichtet. Das bisher im Blasrohr verwendete Druckgefälle wird dazu benutzt, mittels einer einfachen, einkränzigen Abdampfturbine die für die Kondensation der jeweils anfallenden Abdampfmenge erforderliche Ventilationsleistung aufzubringen.

Die erste Henschel-Patent-Kondens-Lokomotive, die von der Argentinischen Staatsbahn bestellt und deshalb „Sistema Argentino“ getauft wurde, gelangte am 15. August 1931 in Hamburg zur Verladung, um am 28. September 1931 in Santa Fé als einzige ihrer Art auf argentinischen Boden gestellt zu werden. Nach vollendeter Mon-

tage und einigen inoffiziellen Fahrten begann die argentinische Versuchskommission mit der Lokomotive unter der Nummer „7034“ am 11. Januar 1932 die offiziellen Probefahrten, die laut Vertrag neun Monate dauerten. Bei Beendigung der offiziellen Probefahrten am 10. Oktober 1932 hatte die Lokomotive mit fahrplanmäßigen Güterzügen rund 30 000 km zurückgelegt in insgesamt 48 Fahrten. Das Gewicht der beförderten Güterzüge betrug maximal 1600 t und im Durchschnitt 950 t.

Die Lokomotive war über 2000 Stunden unter Dampf. Die durchschnittliche Dauer einer Fahrt betrug etwa 50 Stunden. Die Mehrzahl der Fahrten erfolgte zwischen Santa Fé und Tucuman, einer Entfernung von 758 km. Außerdem fanden Sonderfahrten statt zur Aufnahme von Diagrammen nach Balnearia, zur nationalen Eisenbahn-Ausstellung nach Buenos Aires zwecks Besichtigung durch den Präsidenten der Republik, nach dem Chaco zur Erprobung der Geeignetheit als Rangier-Güterzuglokomotive und nach Salta zur Erprobung der Lokomotive auf Gebirgsstrecken.

Auf allen diesen Fahrten hat sich die Lokomotive hervorragend bewährt, insbesondere wurde die entscheidende Vertragsbestimmung, 600 km zu durchlaufen ohne Wasser zu nehmen, stets mühe-

55

Die Henschel-Patent-Kondens-Lokomotive vor einer ihrer Probefahrten in Argentinien



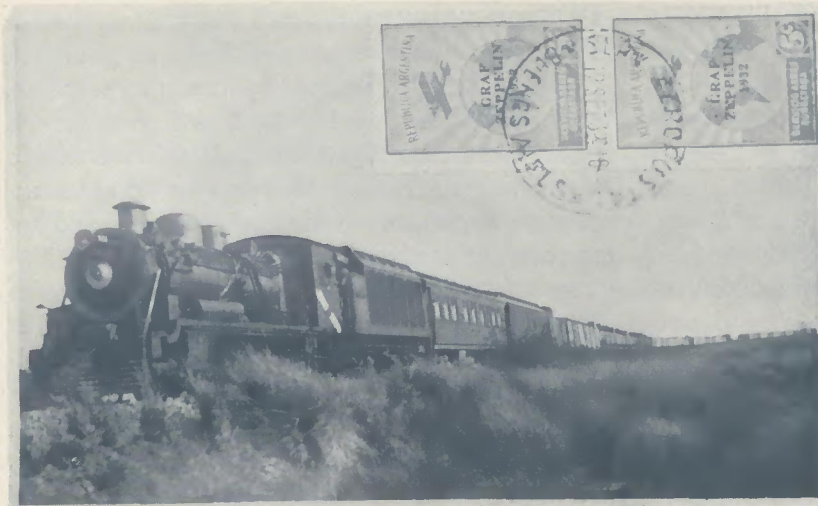


Photo-Postkarte, mit den Briefmarken des Zeppelin-Dienstes frankiert. Sie zeigt die Kondens-Lokomotive im Betrieb der Argentinischen Staatsbahn

56

los erfüllt, sogar bei Temperaturen der Luft, die über der vertraglichen Höchsttemperatur von 45°C lagen. Der erzielte günstigste Wasserverbrauch ist etwa 5 Liter pro km, während der durchschnittliche Wasserverbrauch sich auf etwa 8 Liter pro km stellt. Es besteht danach ohne weiteres die Möglichkeit, Strecken von über 1000 km ohne Wasser nehmen zu durchlaufen.

Die in Argentinien sehr verbreiteten Heuschrecken- und anderen Insektenschwärme, der Staub und die in Mengen auftretenden Pflanzensamen, selbst ein unerwarteter, gefährlicher Widersacher in Form von feinsten Vulkanasche, die uns im Chaco in 1500 km Entfernung von den vulkanischen Kordilleren Mitte April 1932 überraschte, um alles, und besonders den stark ansaugenden Kondens-tender mit einer grauweißen Isolierschicht zu überziehen, konnte der mit vorsorglicher Reserve konstruierten Kondensationsanlage nichts anhaben.

Verglichen mit dem Wasserverbrauch der 135 Schwester-Mikadolokomotiven, jedoch ohne Kondensation, die die Argentinische Staatsbahn besitzt, stellt der erwähnte Wasserverbrauch der Henschel-Patent-Kondens-Lokomotive von 8 Litern pro km eine Ersparnis an Wasser von über 95% dar, womit die Lokomotive die ihr gestellte Aufgabe glänzend gelöst hat. Trotz einer Reihe von mit Frischdampf betriebenen Hilfsapparaten, wie Saugzuggebläse, Brennstoffpumpe, Speisepumpen, Verdampfer, war der Brennstoffverbrauch mit 16–18 l pro km niedriger als bei den erwähnten Schwester-Mikadolokomotiven, was auf die metallreinen Heizflächen des stets mit destilliertem Wasser arbeitenden Kessels zurückzuführen ist.

Die Speisepumpen haben während der ganzen

Versuchszeit ebenfalls einwandfrei gearbeitet, sogar bei Temperaturen des Kondensats von 96°C . Auch der Verdampfer, der die unvermeidlichen geringen Wasserverluste durch Eindampfen des mitgeführten Reserverohrwassers ersetzt, hat sich bestens bewährt. Eine Reinigung des Verdampfers von Rückständen ist im allgemeinen erst nach etwa 3000 km Laufzeit erforderlich gewesen, was in einfacher Weise dadurch geschieht, daß bei leerem Verdampfer Frischdampf durch die Heizschlangen geschickt wird, wodurch die gebildeten Krusten abplatzen und in den leicht und bequem zugänglichen, trichterförmigen Boden als Schalenbruch abfallen.

Die Abdampfturbine auf dem Tender und die Ventilatoren arbeiten dank der gewählten Konstruktion derart leicht und sicher, daß sie sich lediglich mit dem Ausdampf der Hilfsmaschinen bei stehender Lokomotive in Bewegung setzen. Auch das wichtige Problem der Abscheidung des im Abdampf enthaltenen Schmieröls wurde mittels des von der Firma vorgesehenen Apparates, der von großer Einfachheit ist und sich auf die mehrjährigen Betriebserfahrungen mit dem für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft gebauten Turbotriebtender aufbaut, in zufriedenstellender Weise gelöst.

Nach Beendigung der offiziellen Probefahrten wurde die Lokomotive „7034“ nach den Werkstätten der Argentinischen Staatsbahn in Taí Viejo bei Tucumán gebracht und dort vollständig auseinandergenommen. Sämtliche Teile der Lokomotive wurden genau auf ihre Beschaffenheit untersucht. Es ergab sich, daß trotz der starken Strapazierung, der die Lokomotive während der häufig forcierten Probefahrten — eine Fahrt dauerte 109 Stunden über 1958 km bei einer Last von

1111t — unterzogen worden war, alle Einzelteile von Lokomotive und Kondensender sich in einem vollkommen einwandfreien Zustand befanden, so daß die Lokomotive ohne jede Reparatur wieder in Betrieb genommen werden konnte. Die Untersuchung des Kessels nach der Laufzeit von 30 000 km ergab völlig saubere Oberflächen. Demgegenüber zeigen die Schwesterlokomotiven nach der gleichen Laufzeit etwa 4 mm starke Verkrustungen, die schwer zu entfernen sind und dann tiefe, narbige Einfressungen zurücklassen.

Aufgrund der guten Ergebnisse von Probefahrten und Untersuchungen erklärte die Argentinische Staatsbahn, daß die Henschel-Patent-Kondens-Lokomotive „7034“ alle Vertragsbedingungen erfüllt hat und daß sie als ein sicheres Zugmittel betrachtet werden kann, das vollstes Vertrauen verdient, worauf die sofortige bedingungslose Übernahme der Lokomotive erfolgte.

In dem kürzlich von dem jetzigen Cheffingenieur der Argentinischen Staatsbahn, Herrn Pedro Belfiore, vor der Institution of Locomotive Engineers, South American Branch, gehaltenen Vortrag über die Henschel-Patent-Kondens-Lokomotive wird noch als besonderes Lob hervorgehoben, daß auf allen Probefahrten das turnusmäßige Personal ohne jede Vorbereitung die Lokomotive bedient hat, und daß es nur kurzer Zeit bedurfte, bis das Personal mit dem Mechanismus der Lokomotive vertraut war. Hierdurch erklärt sich die gute Aufnahme, die die Maschine überall auf

der Strecke fand, und durch nichts kann besser beleuchtet werden, wie weitgehend es gelungen ist, ein einfaches u. sicheres Fahrzeug zu schaffen. Wird schließlich noch beachtet, daß vorhandene Lokomotiven beliebigen Typs, einerlei ob Kohle oder Ölfeuerung, ohne weiteres zu Kondensmaschinen umgebaut werden können, so erkennt man angesichts der vielen heute ohne Beschäftigung herumstehenden Lokomotiven die große Überlegenheit der Henschel-Patent-Kondens-Lokomotive vor der teuren und komplizierten diesel-elektrischen Maschine. Ferner ergibt eine kurze Berechnung, daß mit den vorgenannten Vorteilen Ersparnisse erzielt werden, die ausreichend sind, um hieraus einen Umbau zu einer Kondenslokomotive durchschnittlich in wenigen Jahren zu bezahlen, womit die Bahnen der heutigen Notwendigkeit gerecht werden können, dem technischen Fortschritt zu folgen, ohne erhebliches Kapital neu zu investieren.

Mit der Schaffung der Henschel-Patent-Kondens-Lokomotive ist erneut erwiesen worden, daß der schon so oft und leicht totgesagte Dampf doch noch neue Entwicklungsmöglichkeiten in sich trägt. Die ganze Welt — soweit ähnliche Wasserprobleme vorliegen — verfolgt den neuen Typ mit dem größten Interesse.

Eine weitere Lokomotive mit Henschel-Patent-Kondens-Tender ist kürzlich an die russische Regierung zum Dienst in den Steppen von Turkestan zur Ablieferung gelangt. (Bild 57).



E-HEISSDAMPF-GÜTERZUG-LOKOMOTIVE MIT HENSCHEL-PATENT-KONDENSATIONS-TENDER FÜR DIE UDSSR

Hauptabmessungen:

Lokomotive:

Spurweite	1524 mm
Zylinder - Durchmesser	650 mm
Kolbenhub	700 mm
Treibrad - Durchmesser	1320 mm
Achsstand	5780 mm
Kesseldruck	12 atü

Rostfläche	4,46 m ²
Heizfläche, fb.	190 m ²
Überhitzer - Heizfläche	50,9 m ²
Leergewicht	71,1 t
Dienstgewicht	84,1 t
Kleinster Kurven - Halbmesser	180 m

Gesamt-Achsstand von Lokomotive und Tender 18716 mm

Tender:

Rad - Durchmesser	1010 mm
Radstand	8600 mm
Kohlenvorrat	10 t
Wasservorrat	10 t
Leergewicht	51 t
Dienstgewicht	71 t

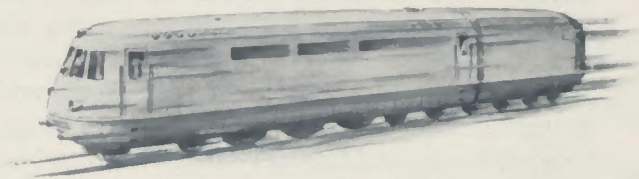
DIE DAMPF-LOKOMOTIVE IM SCHNELLVERKEHR

VON DIREKTOR KARL IMFELD, KASSEL

Die Entwicklung des Kraftwagens und des Flugzeuges zwingt die Bahnverwaltungen dazu, den Einsatz von Zügen mit beträchtlich gesteigerten Geschwindigkeiten zu erwägen. In Deutschland wie auch in anderen Ländern entwickelt man besondere Bauarten von Schnelltriebwagen, wie beispielsweise den „Fliegenden Hamburger“, den Schienenzeppelin von Kruckenberg und den unter dem Namen „Micheline“ bekannten Leichtmetall-Triebwagen. Alle diese neuartigen Fahrzeuge haben den Verbrennungsmotor als Kraftquelle, und man könnte zu dem Schlusse gelangen, daß nur mit diesem Antriebsmittel derartige Geschwindigkeiten im Zugverkehr zu erzielen sind. Es blieb deshalb zu untersuchen, ob die Dampflokomotive für das vorliegende Problem nicht mehr in Betracht kommt, oder ob auch mit ihr ein wirtschaftlicher und sicherer Schnellverkehr durchgeführt werden kann.

Vorerst ist historisch festzustellen, daß bereits im Jahre 1904 von Henschel eine Lokomotive entworfen und geliefert wurde, die mit einem Zuge von 160 t auf der Strecke Spandau-Hannover eine Höchstgeschwindigkeit von 155 km erreichte. Man ersieht aus Bild 58, daß man damals von einer Stromlinienformgebung noch wenig Kenntnis hatte. Letztere blieb durch systematische Forschung einer späteren Entwicklung vorbehalten. Auch eine 1907 von Maffei gebaute 2B2-Lokomotive erreichte trotz ihrer nicht nach aerodynamischen Gesetzen entwickelten Form mit einer Zuglast von 150 t eine Höchstgeschwindigkeit von 154 km/h. Diese Geschwindigkeiten stellten seinerzeit Rekordleistungen dar. Ein Bedürfnis nach einer derartigen Steigerung der Geschwindigkeit lag jedoch damals noch nicht vor.

Auf Anregung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sind dieser in letzter Zeit von den namhaften deutschen Lokomotivfabriken Entwürfe von Schnellzug-Lokomotiven eingereicht worden, die einen Zug von 250 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 150 km/h befördern sollen. Die Firma Henschel & Sohn hat hierzu Entwürfe einer 2C2-Schnellzug-Lokomotive entwickelt. Der erste Entwurf (Taf. 1, oben) zeigt die Lokomotive in an sich normaler Bauart, jedoch sind die vorspringenden Teile zur Verminderung des Luftwiderstandes in Stromlinienführung verkleidet. Taf. 1, unten, zeigt einen zweiten Entwurf, bei dem die ganze Lokomotive einschließlich des Tenders in Stromlinien-



form ummantelt ist. Zur besseren Übersicht der Strecke ist bei diesem Entwurf der Führerstand nach vorn gelegt, was den Einbau des Kessels mit Feuerbüchse voraus und die Verwendung einer Ölfeuerung erfordert.

Auch die auf der Strecke Berlin-Hamburg durch den dieselektrischen Schnelltriebwagen erreichten Geschwindigkeiten ließen sich mit einem leichten Dampfzug durchaus wirtschaftlich durchführen. So hat die 2C1-Schnellzug-Lokomotive, Reihe 03 der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft wiederholt aushilfsweise auf der Strecke Berlin-Hamburg einen aus drei Wagen bestehenden Zug mit nur zehn Minuten Fahrzeitüberschreitung gegenüber dem Fahrplan des „Fliegenden Hamburger“ gefahren. Um jedoch einen solchen Dampfbetrieb wirtschaftlich zu gestalten, bedarf es für Lokomotive und Wagen einer Sonderkonstruktion, bei der aber trotzdem die einfachen und bewährten Bauteile der Lokomotive beibehalten bleiben. Taf. 2, oben, zeigt einen von der Firma Henschel nach diesen Gesichtspunkten für eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h entworfenen Dampfschnellzug, der aus einer 2B1-Tenderlokomotive mit zwei kurzgekuppelten Wagen besteht. Lokomotive und Wagen besitzen Stromlinienform. Wie aus Taf. 2, unten, ersichtlich, übernimmt die Führung der Lokomotive ein zweiachsiges Drehgestell mit langem Radstand. Ihm folgen die beiden miteinander gekuppelten Treibachsen mit 2300 mm Raddurchmesser und eine radial verschiebbare Schleppachse. Bei einem Kesseldruck von 20 atü können die beiden Zylinder noch zwischen die Rahmen eingebaut werden und arbeiten auf den vorderen mit Kropfachse versehenen Treibradsatz. Durch diese Maßnahme werden die Schlingerbewegungen durch die nichtausgeglichene hin- und hergehenden Massen des Triebwerks sehr herabgemindert und gewährleisten einen ruhigen Lauf bei hohen Geschwindigkeiten. Die Zugänglichkeit zum Triebwerk und zur Steuerung ist durch seitliche, mit Klappen verschlossene Einsteigöffnungen gewahrt. Die Wasservorräte sind zum Teil in tiefliegenden, seitlichen Wasserkäs-

ten untergebracht, deren Decke nach vorn geneigt ist, um Führer und Heizer eine gute Übersicht über die Strecke zu geben. Über der Schleppachse befindet sich der Kohlenbehälter und unter diesem noch ein Wasserkasten, der mit den seitlichen Kästen in Verbindung steht. Die Verbindung der Lokomotive mit dem Doppelwagen erfolgt durch eine automatische Kuppung mit Brems- und Dampfheizanschluß. Die über den Kohlenkasten hinaus verlängerte Verkleidung schiebt sich, je nach der Fahrtrichtung, über die vordere oder hintere Spitze des Doppelwagens und bildet somit einen glatten, Luftwirbel vermeidenden Übergang von Lokomotive und Wagen. Der ganze Dampfzug bildet somit mit seinem abgerundeten vorderen Lokomotivende und dem in eine Spitze auslaufenden Wagenende ein Fahrzeug, das in dieser Formgebung den geringstmöglichen Luftwiderstand bietet.

Der Doppelwagen läuft auf einem vorderen und hinteren Drehgestell und wird in der Mitte je zur Hälfte von einem Jacobs-Drehgestell getragen. Er enthält 124 Sitzplätze II. Klasse, einen Gepäckraum und einen Erfrischungsraum. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt etwa 90 t bei 40 t Reibungsgewicht, das Gewicht des Doppelwagens 65 t. Wasser- und Kohlenvorräte sind so reichlich bemessen, daß sie bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 140 km/h für drei Stunden Fahrzeit ausreichen.

Die vorstehend entwickelte Lokomotive stellt, abgesehen von der Ummantelung, eine einfache, sowohl in der Herstellung als in der Unterhaltung billige Bauart dar, deren Einzelteile sich auf bekannte Konstruktionen stützen, die somit im Dauerbetrieb keinerlei unliebsame Überraschungen bieten dürfte.

Wir sehen also, daß bei der Dampflokomotive für die verhältnismäßig geringe Leistung die ge-

stellten Anforderungen ohne Komplikationen durch Drehzahlerhöhungen oder besondere Beanspruchung, Vierteiligkeit oder dergleichen erfüllt werden können und kein Problem bedeuten, während im Gegensatz dazu der Verbrennungsmotor nur durch Anwendung sehr hoher Drehzahlen, evtl. Aufladung usw. in der Lage ist, bei dem begrenzten Gewicht die erforderliche Leistung aufzubringen. Hierdurch ergeben sich hohe Beanspruchungen, Vierteiligkeit der Anlage, Schwierigkeiten der Unterbringung im Fahrgestell usw.; die Lösung dieser Aufgabe stellt beim Verbrennungsmotor heute noch ein technisches Problem dar.

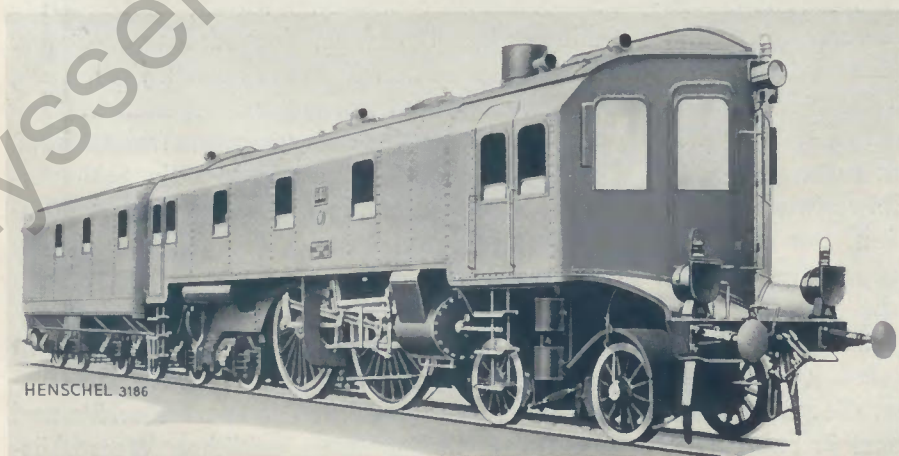
Auch in wirtschaftlicher Beziehung schneidet der vorstehende Entwurf eines Dampfzuges gegenüber dem dieselelektrischen Schnelltriebwagen günstig ab.

Die Anschaffungskosten des dieselelektrischen Schnelltriebwagens stellen sich auf etwa RM 400 000.— gegen RM 260 000.— des vollständigen Dampfzuges. Die Brennstoffkosten betragen bei ersterem etwa 12,5 Pfg. auf den Kilometer, diejenigen des Dampfzuges halten sich bei Verfeuerung von Kohle in ungefähr gleicher Höhe. Es ergibt sich hieraus unter Einrechnung von Verzinsung, Amortisation ein Verhältnis der Gesamtbetriebskosten auf den Kilometer

von Dampfbetrieb zu dieselelektrischem Betrieb	
wie	1 zu 1,7

Aus vorstehender Abhandlung geht hervor, daß die Dampflokomotive in der Lage ist, bei geringeren Anschaffungs- und Unterhaltungskosten mit sicherem Erfolg in den Wettbewerb mit dem dieselelektrischen Schnelltriebwagen zu treten.

Es ist daher zu erhoffen, daß auch der Dampflokomotive Gelegenheit geboten wird, ihre besondere Eignung für den Schnellverkehr zu erweisen.

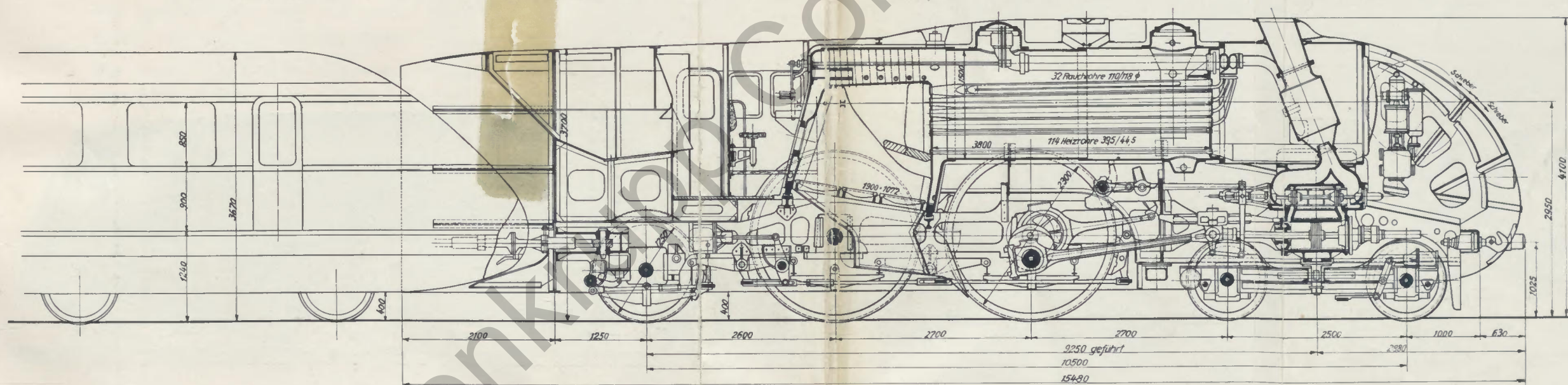


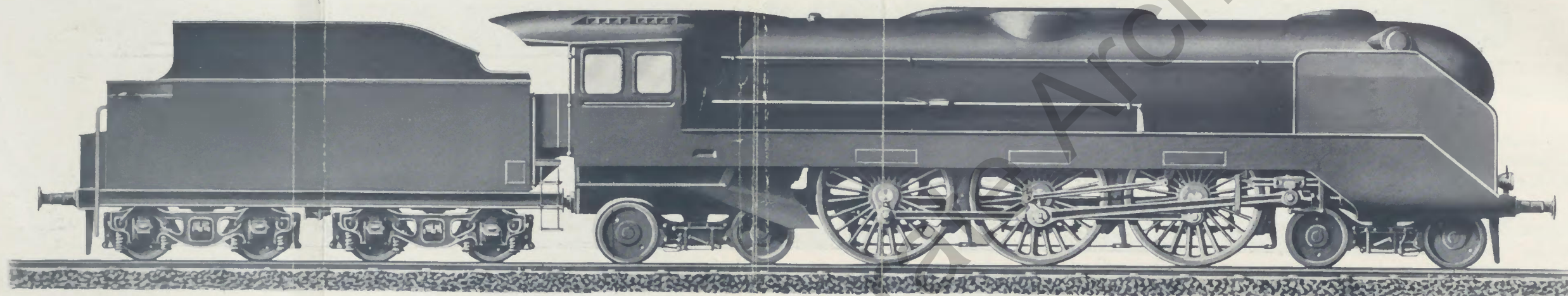
58

1904:
Henschel - Lokomotive für
155 km/h Geschwindigkeit



ENTWURF EINES LEICHTEN DAMPFZUGES FÜR 160 km/h GESCHWINDIGKEIT





ENTWÜRFE EINER 2C2 4 ZYLINDER-VERBUND-HEISSDAMPF-SCHNELLZUG-LOKOMOTIVE FÜR 150 km/h GESCHWINDIGKEIT

