

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	65 (1947)
<b>Heft:</b>	15: Schweizer Mustermesse Basel, 12.-22. April 1947
 <b>Artikel:</b>	 Dieselelektrische Lokomotiven Bo-Bo von 735 PS der Thailändischen Staatsbahnen
<b>Autor:</b>	Gebrüder Sulzer AG
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-55858">https://doi.org/10.5169/seals-55858</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

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

Die Schweizer Mustermesse in Zahlen DK 381.12 (494)

Aus dem der Generalversammlung vom 27. Febr. 1947 vorgelegten Jahres- und Messebericht für das Jahr 1945/46 geht hervor, dass die Gesamteinnahmen 3246 055 Fr. betragen. Die Mehrreinnahmen von 764 675 Fr. gegenüber dem Vorjahr sind hauptsächlich auf die Messevermietungen und die Eintrittsgelder zurückzuführen; die erstgenannten erbrachten 1 780 602 Fr., die letzten 1 021 635 Fr. Die Betriebsausgaben belaufen sich auf 2 587 071 Fr. oder 675 910 Fr. mehr als im vorhergehenden Berichtsjahr.

Angesichts der Tatsache, dass dieser Abschluss als befriedigend oder als gut bezeichnet werden kann, muss aber auch mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, wie sehr mit dem Wachstum der Beschilderung auch die Ansprüche an Platzbedarf und Platzgestaltung immer mehr anwachsen. So wurden im abgelaufenen Geschäftsjahr für 1811158 Fr. provisorische Holzbauten errichtet und für 890920 Fr. neues Standmaterial angeschafft. Auch Verzinsungen, Amortisatio-

nen, Reparaturen und Unterhalt erfordern stets steigende Aufwendungen. Die Zinsen, Steuern und Abgaben sind gegenüber dem Vorjahr um 51 241 Fr. auf 557 179 Fr. gestiegen, der Posten für Reparaturen und Unterhalt ist von 152 304 Fr. im Vorjahr auf 275 097 Fr. angewachsen.

Die Bilanzsumme hat sich gegenüber 1944/45 um rund 2,5 Mio Fr. auf 13144260 Fr. erhöht, was zur Hauptsache bedingt ist durch weitere provisorische Bauten auf dem Schapperareal und Anschaffung des notwendigen Standmaterials. Durch die Ausgabe neuer Anteilscheine ist das Genossenschaftskapital um 836000 Fr. auf 1870500 Fr. angewachsen. Für die im Bau befindliche Erneuerung der Hallen III b und II b wurde der Mustermesse von der Basler Kantonalbank ein vom Staate garantierter Kredit von 4,5 Mio eingeräumt. Die seit Bestehen der Messe in Gebäuden, Einrichtungen und Mobiliar investierten Kapitalien belaufen sich auf 19775193 Fr. Hier von sind bis Ende des Geschäftsjahrs 9214955 Fr. abgeschrieben worden.

## Diesel-elektrische Lokomotiven Bo-Bo von 735 PS der Thailändischen Staatsbahnen

Mitgeteilt von GEBRÜDER SULZER A.-G., Winterthur

## 1. Aufgabe

Die Thai State Railways (TSR) sind, abgesehen von den Vereinigten Staaten von Nordamerika, in den überseeischen Ländern diejenige Bahnverwaltung, die den grössten Park an Diesellokomotiven aufweist. Seit etwa 15 Jahren verfügt sie über zwei Diesel-mechanische und 13 Diesel-elektrische Lokomotiven (von 1400, 900 und 450 PS), sowie sechs Diesel-elektrische Triebwagen.

Bisher wurden die von Gebrüder Sulzer gelieferten Lokomotiven von 450 PS auf der 570 km langen Nord-Ost-Linie

### *Daten der Strecke:*

Minimale Höhe über Meer . . . . .	0 m
Maximale Höhe über Meer . . . . .	434 m
Minimale Aussentemperatur am Schatten . . .	10 °C
Maximale Aussentemperatur am Schatten . . .	40 °C
Spurweite . . . . .	1000 mm
Maximal zulässiger Achsdruck . . . . .	12 t
Minimaler Kurvenradius auf offener Strecke .	180 m
Minimaler Kurvenradius in Weichen . . . . .	156 m
Maximalgeschwindigkeit . . . . .	65 km/h
Maximale Steigung . . . . .	24 ‰
Maximales Anhängegewicht auf 24 ‰ . . . . .	180 t

#### *Hauptdaten der Lokomotive:*

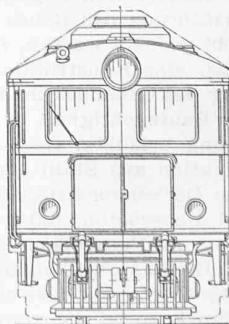
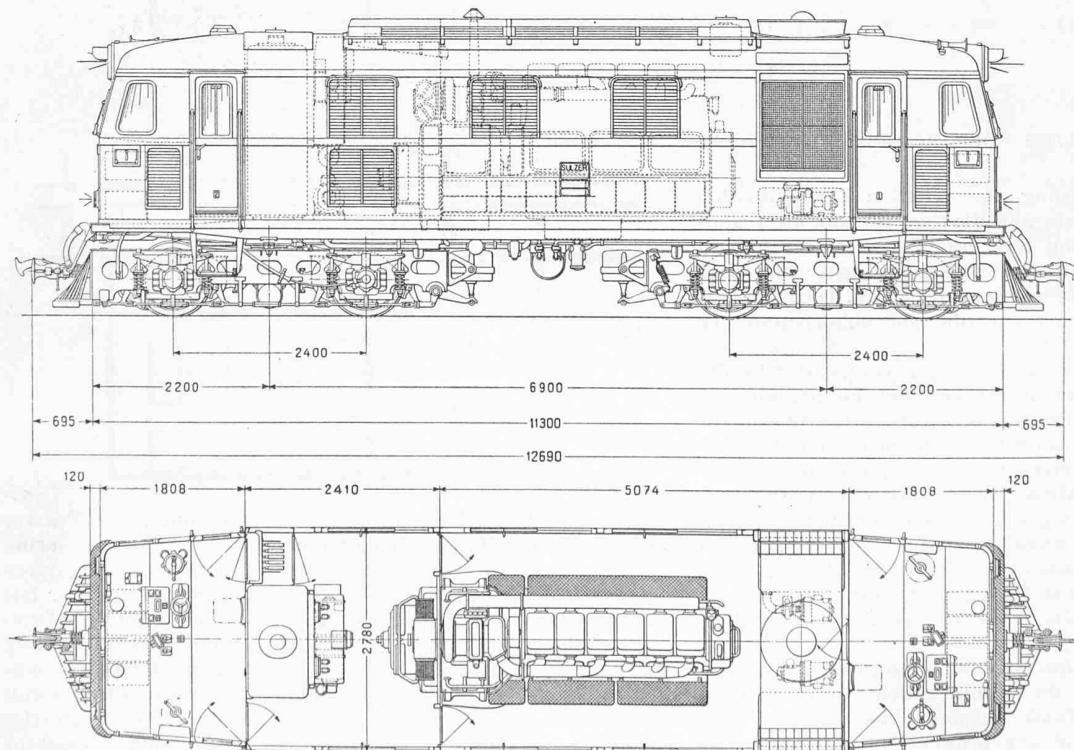


Bild 3. Stirnansicht

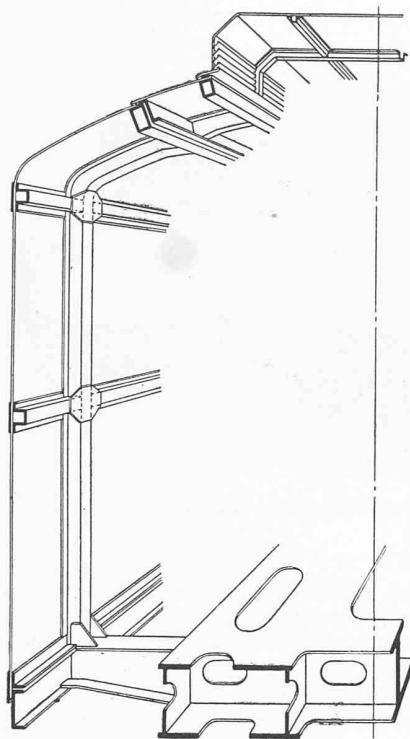


Bild 4. Aufbau-Schema des Lokomotivkastens

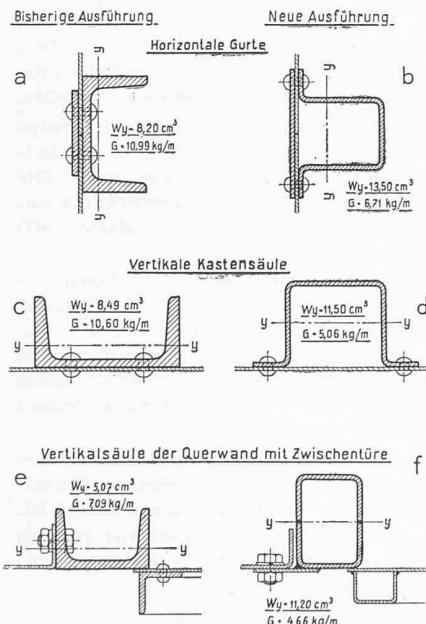


Bild 5. Typische Trägerprofile bisheriger und neuer Bauart  
 $W_y$  = Widerstandsmoment bezügl. y-Axe  
 $G$  = Gewicht pro m

In Bild 6 dargestellten Lokomotiven haben auf Strecken mit gebirgigem Charakter mit zahlreichen Kurven zu verkehren. Es war also naheliegend, die Achsanordnung Bo-Bo zu verwenden.

In der Typenskizze Bild 1 bis 3 sind die Hauptdimensionen eingetragen. Bei der Konstruktion wurde die Frage geprüft, ob nicht im Interesse des Unterhalts weitgehend gleiche Teile wie bei den alten Lokomotiven verwendet werden sollten. Die massgebenden Organe der TSR begrüssten diesen Vorschlag, äusserten jedoch den Wunsch, dass dies nur dort geschehe, wo der technische Fortschritt oder die Gewichtsersparen nicht die Anwendung von Neukonstruktionen gebiete. Diese grosszügige Einstellung der Bestellerin ermöglichte es, bei der Ausbildung jedes Details die neuesten Gesichtspunkte an-

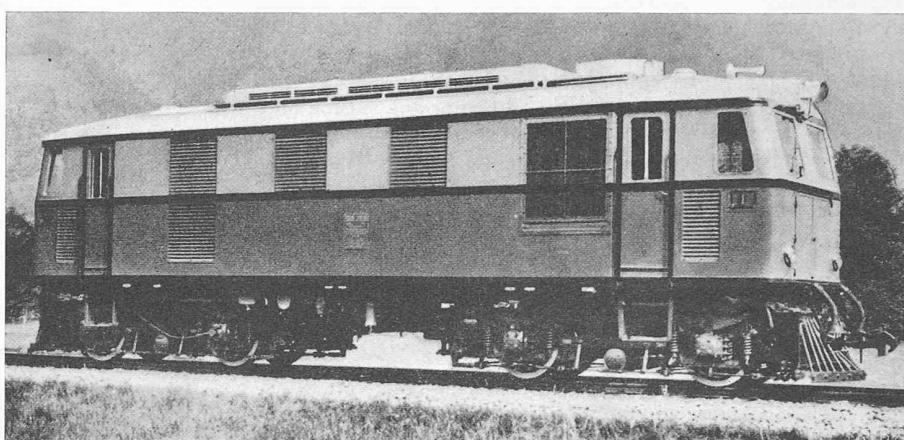


Bild 6. Ansicht der Lokomotive

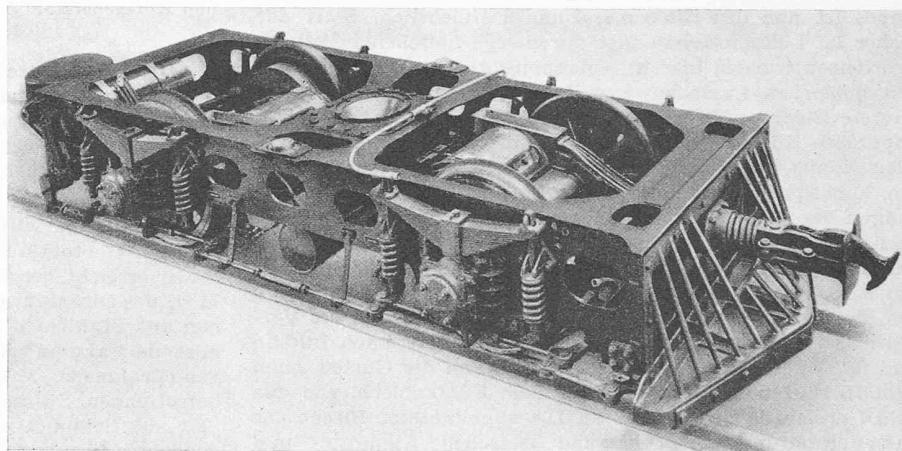


Bild 7. Drehgestell mit eingebauten Triebmotoren

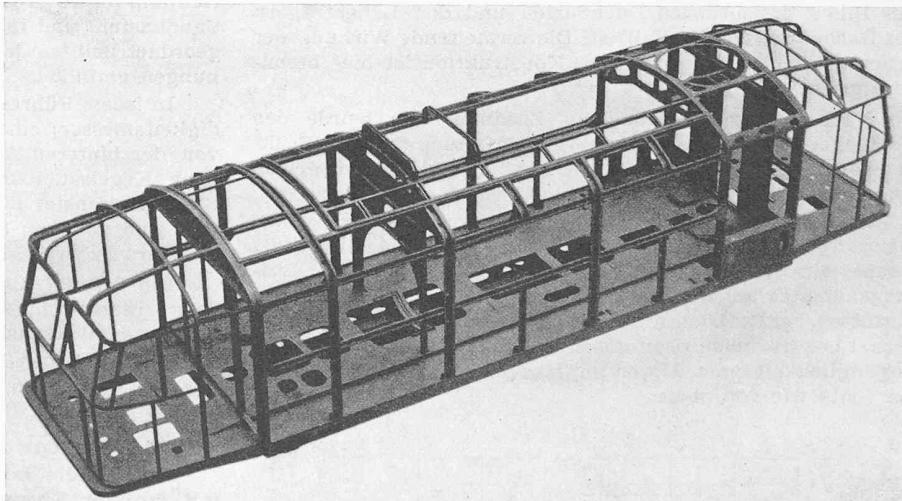


Bild 8. Kastengerippe

zuwenden und dadurch Maschinen zu schaffen, die bezüglich Gewicht, Einfachheit der Bedienung und Betriebsicherheit ein Optimum darstellen. Der Fortschritt gegenüber den alten Lokomotiven kommt unter anderem darin zum Ausdruck, dass trotz einer um 63 % höheren Leistung zwei Laufachsen weggelassen werden konnten, und zwar bei sehr solider Bauart ohne Verwendung von Leichtmetall.

## 2. Fahrzeugteil

Die Drehgestellrahmen (Bild 7) sind vollständig geschweisst. Sie stützen sich über Schrauben- und Blattfedern auf die Achslager ab, die die Achsen in Rollenlagern halten. Jede Achse wird durch einen eigenen Motor angetrieben. Diese Motoren sind im Drehgestell mit Tatzenlageraufhäng-

gung eingebaut und übertragen ihr Drehmoment auf die zugehörige Achse über ein einseitig angeordnetes, ungefedertes Zahnradgetriebe.

Der Brückenträger ist ebenfalls vollständig in geschweißter Blechkonstruktion ausgeführt. Die Hauptlängsbleche sind durch eine grössere Anzahl Querbleche verbunden und bilden zusammen mit diesen und den Ober- und Untergurten einen sehr steifen Rahmen (Bild 4, unten). Im Brückenträger sind die beiden Drehzapfen und die federnden Seitenstützen eingebaut, die das Kastengewicht auf die Drehgestelle übertragen. Für die Schmierung der Drehzapfen und der Seitenstützen sind zu Gruppen zusammengefasste Tropföler an geeigneten Stellen im Maschinenraum angeordnet.

Als Zug- und Stossvorrichtung dient die von der TSR vorgeschriebene ABC-Mittelpufferkupplung (Bild 7), die wie die Kuhfänger an den Drehgestellen befestigt sind. Mit Rücksicht auf die Bandagenabnutzung sind diese Fänger in der Höhe verstellbar.

Im Kastenaufbau folgen sich von vorn nach hinten vorderer Führerraum, Kühler- und Maschinenraum, Apparateraum und hinterer Führerraum. Die Bauart des Kastengerippes ist aus den Bildern 4, 5 und 8 ersichtlich. Statt der bisher im Lokomotivbau fast durchwegs üblichen gewalzten Profileisen wurden hier in Anlehnung an den Flugzeug- und den modernen Personenwagen-Leichtbau, weitgehend abgekantete Blechprofile verwendet. Dieser von Gebrüder Sulzer angeregte Konstruktionsgrundsatz wurde, soweit nicht Profileisen aus zwingenden Gründen beibehalten werden mussten, konsequent für alle horizontalen und vertikalen Versteifungen des Gerippes angewendet. Die horizontale Brustgurte und die Obergurte in Bild 4 haben in der neuen, auf Bild 5 b dargestellten Form trotz um 39 % geringerem Gewicht ein um 65 % höheres Widerstandsmoment für Biegungsmomente um die vertikale Schwerpunktstaxe. Aehnlich liegen die Verhältnisse auch bei der vertikalen Kastensäule nach Bild 5 c und d. Die Kastenträger nach Bild 5 d und die Gurten nach Bild 5 b sind unter sich und mit dem Knotenblech, wie aus Bild 4 ersichtlich, verschweisst. Die abgekanteten Bleche der zur Versteifung der Querwand zwischen Apparate- und Maschinenraum dienenden Säulen sind vor dem Zusammenbau mit dem Brückenträger nach Bild 5 f zu einem geschlossenen Kasten zusammengeschweisst, wie das übrigens auch bei den aus Bild 4 ersichtlichen Dachgurten und den Längsträgern des Dachaufsatzes der Fall ist. Die verstifende Wirkung der neuen gegenüber der bisherigen Konstruktion ist hier besonders gross.

Nach seinem vollständigen Zusammenbau wurde das Kastengerippe durch Schweißung und Nietung mit dem Brückenträger verbunden, Bild 8. Die Kastenwände und das Dach sind hierauf am Gerippe festgenietet worden.

Der Dachteil über dem Diesel-Generator-Aggregat ist auf die nötige Breite abnehmbar, damit der Maschinensatz als Ganzes ein- und ausgebaut werden kann. In ihm sind Lüftungsaufsätze angeordnet, die ebenfalls abnehmbar sind; sie gestatten, bei Revisionsarbeiten am Dieselmotor die Zylinderdeckel bequem nach oben auszubauen. Bild 12 zeigt die gute Zugänglichkeit zum Motor im Maschinenraum, sowohl von der Seite wie von oben.

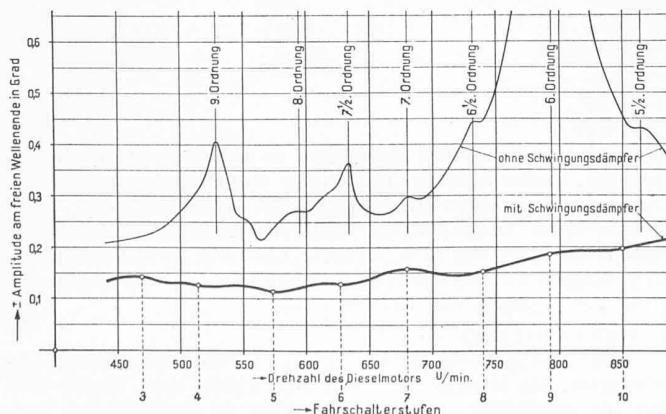


Bild 10. Torsionsschwingungen am freien Ende der Kurbelwelle

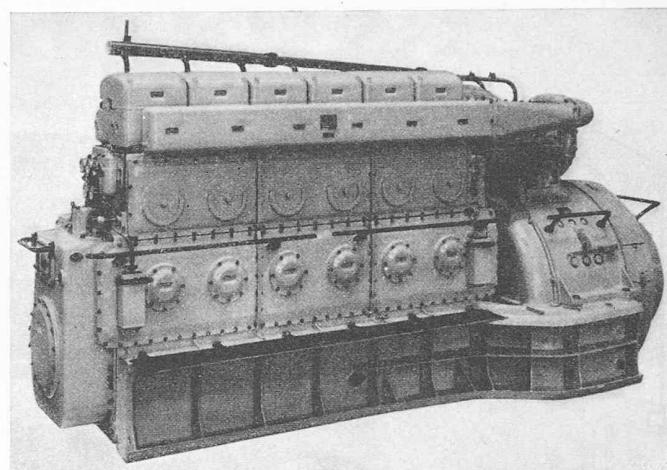


Bild 9. Sechszylinder-Viertakt-Dieselmotor mit Haupt- und Hilfsgenerator

Die Anlassbatterie ist je zur Hälfte vor den beiden Führertischen in gesonderten, von aussen gut zugänglichen und belüfteten Räumen untergebracht. Der Hauptbrennstoffbehälter mit etwa 2000 l Inhalt befindet sich im Apparateraum, die Hauptwasserbehälter unterhalb der Kühler.

Die Lokomotive ist mit Vakuumbremsen ausgerüstet. Das nötige Vakuum wird von einer SLM-Rotationsvakumpumpe erzeugt. Die totale Bremskraft auf die beidseitig gebremsten Räder erreicht bei 70 % Vakuum in den Bremszylindern etwa 71 % des Dienstgewichtes. Jedes Drehgestell hat seinen eigenen aus Stahlblech gepressten Bremszylinder. Der dazu gehörende Vakuumbehälter befindet sich innerhalb des Drehgestellrahmens. Mit der Handbremse kann das unter dem betreffenden Führerraum befindliche Drehgestell mit etwa 34 % des Lokomotiv-Dienstgewichtes bzw. 68 % des Reibungsgewichtes für das betreffende Drehgestell abgebremst werden.

Die Sandstreuer werden pneumatisch mit Druckknopf vom Führertisch aus betätigt, wobei jeweils die in der Fahrrichtung erste Achse der Lokomotive gesandet wird. Die Sandkästen sind in den Seitenwänden der Führerräume angeordnet und werden von aussen durch verschliessbare Öffnungen gefüllt.

In jedem Führerstand befindet sich ein Hasler-Geschwindigkeitsmesser; einer davon ist registrierend. Sie werden je von der hinteren Achse des betreffenden Drehgestelles aus über Kegelräder und eine flexible Welle angetrieben. Die Stirnwandfenster der Führerstände bestehen aus Sekuritglas und sind vor dem Standort des Führers mit pneumatischen Fensterwischern Bauart BBC versehen.

Ein Teil der Kühlluft für die Triebmotoren wird aus den Führerräumen angesaugt. Dadurch sind stets gut ventiliert, was mit Rücksicht auf das tropische Klima erwünscht ist.

Alle hölzernen Teile sind aus Teakholz, bzw. aus speziell imprägnierten, harten Sperrholzplatten hergestellt, um sie gegen Zerstörung durch Termiten zu schützen.

### 3. Dieselmotor mit Zubehör

Die für die Lokomotiven verwendeten Viertaktmotoren mit direkter Einspritzung und Aufladung weisen folgende Merkmale auf:

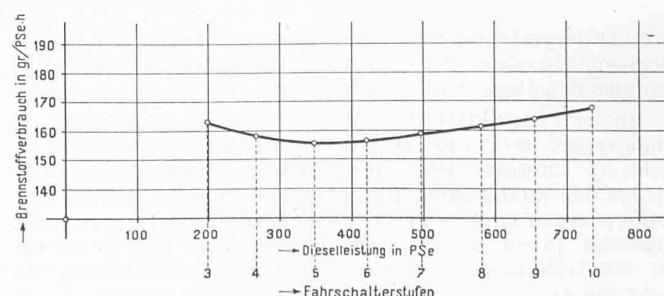


Bild 11. Spezifischer Brennstoffverbrauch in Abhängigkeit der Wellenleistung

Die Hauptbauteile (Kurbelgehäuse, Zylinderblock) sind aus Stahlguss und Stahlblech durch Schweißung zusammengebaut. Aluminiumlegierungen werden mit Ausnahme der Kolben, wo Leichtmetall wegen der guten Wärmeleitfähigkeit grosse Vorteile bietet, nur für unbeanspruchte Teile verwendet. Dadurch wird eine im Verhältnis zum Gewicht sehr grosse Festigkeit aller Teile erreicht. Bei der Detailkonstruktion wurde einfacher Unterhalt angestrebt. Der Abnützung unterworfenen Teile sind auswechselbar (für jeden Zylinder separate Zylinderdeckel, auswechselbare Zylindereinsätze, Gleitlager für Schubstangen und Kurbelwelle). Staubdichte Verschalung und vollständig automatische Schmierung aller bewegten Teile ist vorgesehen, wobei am und im Dieselmotor separate Rohrleitungen auf ein Minimum reduziert und so weit wie möglich durch Bohrungen in den entsprechenden Maschinenteilen ersetzt sind.

Die Hauptdaten des Dieselmotors sind:

Zylinderzahl . . . . .	6
Zylinderbohrung . . . . .	250 mm
Kolbenhub . . . . .	320 mm
Stundenleistung . . . . .	735 PS bei 850 U/min
Dauerleistung . . . . .	650 PS bei 750 U/min

Bild 9 zeigt den fertig montierten Dieselmotor samt Aufladegruppe, zusammengebaut mit dem Haupt- und Hilfs-Generator; diese sind auf Armen des Kurbelgehäuses abgestützt.

Die Aufladegruppe eigener Konstruktion ruht auf dem Hauptgenerator auf. Ihre Welle läuft in zwei Gleitlagern, die an das Schmierölsystem des Dieselmotors angeschlossen sind. Das Turbinengehäuse erhält zur Kühlung Dieselmotor-Kühlwasser.

Die Sicherheitsvorrichtungen entsprechen den früheren Ausführungen. Öl- und Wasserdruk-Kontaktgeber stellen den Dieselmotor ab, falls in dem einen oder andern System der Druck einen unteren Grenzwert erreicht. Das gleiche bewirkt ein Wassertemperaturschalter, wenn beispielsweise bei Defekt des Kühlerventilator-Motors die Temperatur des Kühlwassers zu hoch ansteigt. Schliesslich ist auch noch die Aufladeschutzvorrichtung zu erwähnen, die die Höchstfüllung der Brennstoffpumpen in Funktion des Aufladedruckes begrenzt.

Die bei diesem Motor vorgesehene Drehzahl- und Leistungsregulierung stellt eine der Firma Gebrüder Sulzer patentierte Weiterentwicklung bisheriger Lösungen dar. Die Belastung wird wie bisher durch Verändern der Fremderregung des Hauptgenerators mit einem vom Brennstoff-Regler des Dieselmotors gesteuerten Servomotor geregelt. Der Steuerschieber dieses als Feldregler bezeichneten Apparates ist bei der neuen Konstruktion in den Brennstoff-Regler des Dieselmotors eingebaut. Seine Stellung ist nicht nur von der Brennstoffregler-Muffe, sondern auch von der Drehzahlverstellvorrichtung abhängig.

Das Drehmoment wurde früher unabhängig von der Drehzahl durch besondere Elektromagnete eingestellt, wobei für jede Drehzahl nach Belieben ein oder mehrere Drehmomente

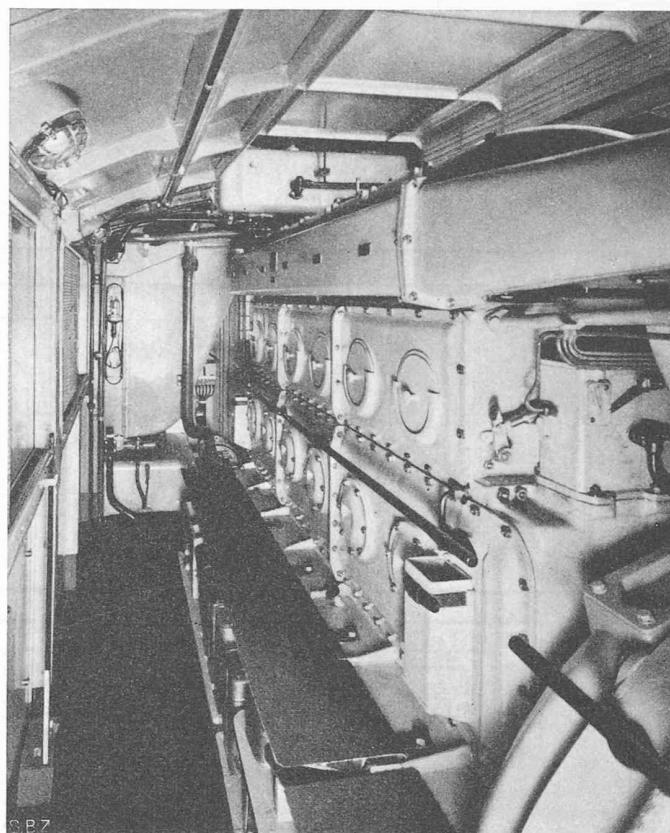


Bild 12. Maschinenraum

vorgesehen werden konnten. Bei der vorliegenden Ausführung wird nun jeder Drehzahl ein bestimmtes Drehmoment zugeordnet, und zwar so, dass mit steigender Drehzahl auch das Drehmoment nach einem gewissen Gesetz zunimmt. Um für den Fahrbetrieb eine hohe Anzahl von Regulierstufen zu erhalten, wäre eine kontinuierliche Drehzahlregulierung erwünscht. Praktisch genügen jedoch acht bis zehn Fahrstufen. Die Steuerung ist deshalb so ausgebildet worden, dass acht Drehzahlstufen und dazu noch zwei weitere, der Anfahrt dienende Fahrstellungen bei der niedrigsten Drehzahl eingestellt werden können (Bild 13).

Ein Betrieb mit acht verhältnismässig nahe beieinander liegenden Drehzahlen ist nur möglich geworden durch die Verwendung eines Schwingungsdämpfers. Bild 10 zeigt die Schwingungsamplituden des freien Wellenendes in Funktion der Drehzahl mit und ohne diesen Dämpfer und lässt die hohe Wirksamkeit dieses Apparates erkennen. In Bild 11 wurde der auf dem Prüfstand gemessene Brennstoffverbrauch

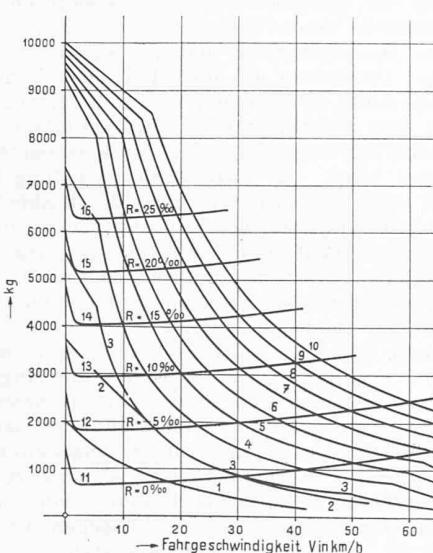


Bild 13 (links). Fahrwiderstände und Zugkräfte der 735 PS-Diesel-elektrischen Lokomotive.

1 bis 10 Zugkraftkurven für die verschiedenen Fahrstufenstufen.

11 bis 16 Fahrwiderstand für 0 bis 25 % Steigung auf gerader Strecke mit 180 t Anhängewegewicht.

Der spezifische Fahrwiderstand in kg/t auf gerader Strecke wurde nach folgenden Formeln berechnet:  
für die Lokomotive

$$w_0 = 3,5 + 0,55 \frac{F}{G} \frac{(V + 12)^2}{10} + R$$

für die Wagen

$$w_0' = 2,5 + \frac{(V + 12)^2}{2000} + R$$

Hierin bedeuten:

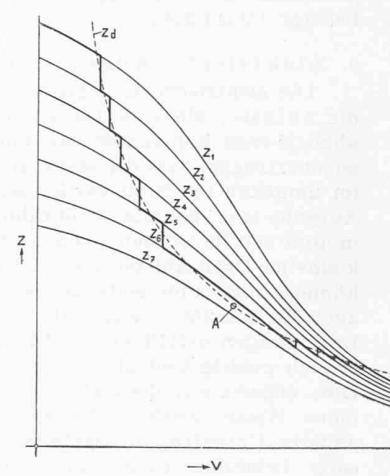
F Grösste Querschnittsfläche der Lokomotive (8,8 m<sup>2</sup>)  
G Dienstgewicht der Lokomotive (46,5 t)  
R Steigung in %

Bild 14 (rechts). Prinzipdiagramm der Zugkraft für verschiedene Feldreglerstellungen

Z<sub>1</sub> bis Z<sub>7</sub>, Zugkraftverlauf für die einzelnen Feldreglerstellungen

Z Zugkraftverlauf für konstante Dieselleistungen

A Punkt, bei welchem der Feldregler bei Vollast des Dieselmotors theoretisch den maximalen Widerstand eingeschaltet hat



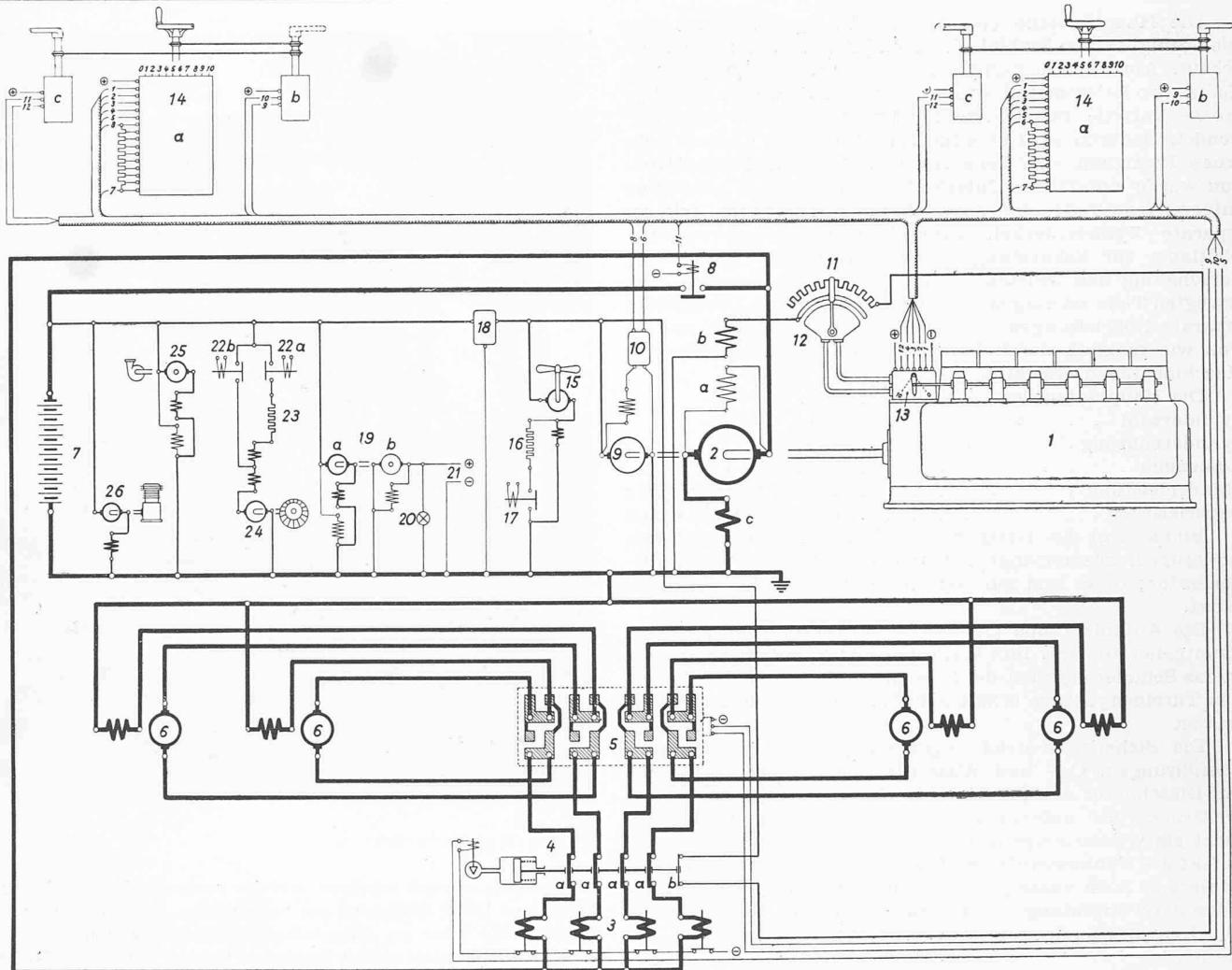


Bild 15. Schaltschema der elektrischen Ausrüstung

- |                                    |                             |                                  |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 Dieselmotor                      | 10 Spannungsregler          | 19 Umformergruppe                |
| 2 Hauptgenerator                   | 11 Feldreglerwiderstand     | a Motor                          |
| a Nebenschlusswicklung             | 12 Feldregler               | b Generator                      |
| b Fremderregerwicklung             | 13 Brennstoffregler         | 20 Beleuchtung                   |
| c Gegenkompond- und Anlasswicklung | 14 Kontroller               | 21 Steuerung                     |
| 3 Maximalstromrelais               | a Hauptwalze                | 22a Hüpför für niedrige Drehzahl |
| 4 Triebmotorschütz                 | b Wendewalze                | b Hüpför für hohe Drehzahl       |
| 5 Wendeschalter                    | c Anlass- und Abstellwalze  | 23 Vorwiderstand                 |
| 6 Triebmotor                       | 15 Kühlerventilatatorgruppe | 24 Vakuumpumpengruppe            |
| 7 Anlassbatterie                   | 16 Feldschwächhüpfer        | 25 Kühlwasserpumpengruppe        |
| 8 Anlass-Schütz                    | 17 Feldschwächhüpfer        | 26 Kompressorgruppe              |
| 9 Hilfsgenerator                   | 18 Ladeapparat              |                                  |

bei diesen acht Drehzahlen aufgezeichnet; dort ist auch die Zuordnung der Leistungen und Fahrschalterstufen zu den einzelnen Drehzahlen eingetragen. Der auf dem Prüfstand gemessene Schmierölverbrauch des Motors bei Dauerleistung beträgt 1,9 g/PSeh.

#### 4. Elektrische Ausrüstung

Die elektrische Energieübertragung hat im wesentlichen die Aufgabe, ein vom Dieselmotor bei konstanter Drehzahl abgegebenes konstantes Drehmoment so auf die Triebräder zu übertragen, dass bei stark veränderlicher Geschwindigkeit im umgekehrten Sinn varierende Zugkräfte auftreten. Diese Aufgabe muss bei allen Drehzahlen und Leistungen des Dieselmotors erfüllt werden können. Man muss also auch bei der kleinsten Drehzahl noch mit Maximalgeschwindigkeit fahren können, und anderseits ist bei dieser Drehzahl annähernd auch die maximale Zugkraft zu entwickeln. Nur wenn diese Bedingungen erfüllt sind, sind Brennstoff- und Schmierölverbrauch niedrig und die Lebensdauer des Dieselmotors gross. Dies erlaubt nur die elektrische Uebertragung auf vollkommene Weise, weshalb trotz den technischen Fortschritten anderer Uebertragungssysteme heute für Lokomotiven grösserer Leistung immer noch die elektrische Uebertragung bevorzugt wird. Aus dem Zugkraftdiagramm Bild 13 ist die gleichmässige Zugkraftabstufung und die Einhaltung hoher Zugkräfte bei den unteren Fahrschalterstellungen ersichtlich.

Die der Uebertragung dienenden, auf Bild 15 dick ausgezogenen Hauptstromkreise umfassen im wesentlichen folgende Teile: Der mit dem Dieselmotor 1 starr gekuppelte Hauptgenerator 2 speist die vier Hauptschluss-Traktionsmotoren 6 über Maximalstromrelais 3, einen Trennschützen 4 und die Wendeschalter 5. Der Hauptgenerator hat im Fahrbetrieb Nebenschlussserregung (Wicklung a) und Fremderregung (Wicklung b) und wird durch die Wicklung c gegenkompondiert; diese verleiht dem Generator eine stark abfallende Charakteristik, wodurch der Regulierbereich der Fremderregung reduziert werden kann. Die Nebenschlusswicklung a des Generators trägt auch wesentlich zu einer stark abfallenden Stromspannungs-Charakteristik des Hauptgenerators bei und reduziert dadurch ebenfalls den notwendigen Regulierbereich des Feldreglers 12. Daneben hat sie aber auch eine Begrenzung des maximalen Generatorstromes und dadurch der grössten Zugkraft zur Folge.

Damit die Zugkraft bei ganz kalten Wicklungen nicht unerwünscht hohe Werte annimmt, hat der Führer die Möglichkeit, mit Hilfe eines in jedem Führerstand angeordneten besonderen Schalters in zwei Stufen Widerstände in den Fremderregerstromkreis des Hauptgenerators einzuschalten. Dieser Schalter ist aber nur ausnahmsweise bei schweren Anfahrten mit kalter Maschine zu bedienen und wurde, da er für die prinzipielle Wirkungsweise der elektrischen Ausrüstung un wesentlich ist, auf Bild 15 nicht dargestellt.

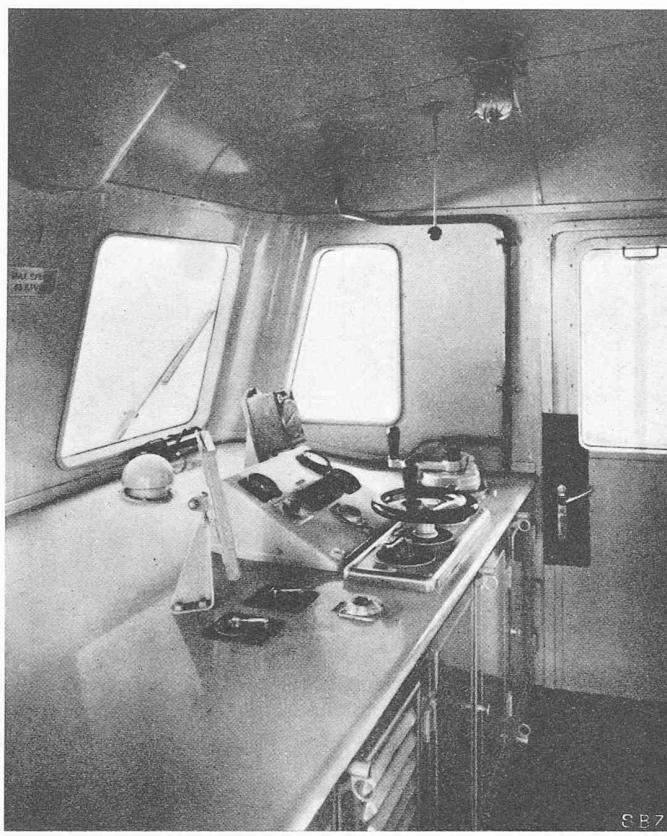


Bild 16. Führerstand der Diesel-elektrischen Thailand-Lokomotive

Die Batterie 7 dient in der Hauptsache zum Anlassen des Dieselmotors, wobei der Generator als Seriemotor arbeitet. Durch geeignete Schaltung des Fahrschalters 14 wird bei Betätigung der Anlasswalze c der Schütz 8 und bei Betätigung der Hauptwalze a der Schütz 4 eingeschaltet.

Mit 13 ist der Brennstoff-Regler des Dieselmotors ange- deutet. Von der Hauptwalze des Fahrschalters 14 werden über die Leitungen 1 bis 4 die Drehzahlen eingestellt. Der Steuerschieber des Feldreglers 12 ist im Innern des Brennstoff-Reglergehäuses untergebracht. Solange dieser Schieber in der Abschluss-Stellung verharrt, ist die Erregung des Generators konstant und somit, unter im übrigen gleich bleibenden Verhältnissen, auch die Belastung des Dieselmotors. Nimmt die Belastung des Dieselmotors zu, beispielsweise infolge Einfahrt des Zuges in eine grössere Steigung, so dreht sich der die Brennstoffregler-Stellung anzeigen Hebel im Sinne einer Erhöhung der Brennstoffmenge von 0 gegen die Zahl 10. Der Feldregler-Steuerschieber bewegt sich dann aus der Abschlusslage heraus, derart, dass sich der Kolben des Servomotors 12 entgegen dem Uhrzeiger dreht und den in den Feldstromkreis des Hauptgenerators eingeschalteten Widerstand 11 erhöht. Dadurch sinkt die Leistung, worauf der Zeiger wieder so lange zurückgeht, bis der Schieber in die Abschlusslage kommt.

Die Wirkungsweise des Feldreglers ist auch aus Bild 14 ersichtlich. Die Kurven  $Z_1$  bis  $Z_7$  stellen die Zugkraft in Funktion der Geschwindigkeit für bestimmte Feldreglerstellungen und konstant bleibende Dieselmotor-Drehzahl dar, die Kurve  $Z_d$  die Zugkraft, die einer konstanten Dieselmotorleistung entspricht. Bei der Anfahrt folgt vorerst, solange die volle Dieselmotorleistung noch nicht erreicht ist, die Zugkraft von  $v = 0$  aus der Linie  $Z_1$  bis zum Schnittpunkt mit  $Z_d$ . Bei Ueberschreiten dieses Punktes wird der Dieselmotor etwas überlastet, worauf der Brennstoffregler den Steuerschieber zum Feldreglerservomotor 12 öffnet, sodass der Feldregler auf die Stufe  $Z_2$  umschaltet. Sehr bald tritt wieder eine kleine Ueberlastung auf, so dass der Feldregler schrittweise den vorgeschalteten Widerstand auf immer grössere Werte bringt, bis ungefähr bei A ein Punkt erreicht wird, wo infolge des Verlaufs der Generatorcharakteristik bei weiterer Beschleunigung der Dieselmotor wieder entlastet wird. Der Feldregler schliesst alsdann bei weiterhin wachsender Geschwindigkeit

allmählich die Widerstandsstufen wieder kurz, bis im Bereich der Maximalgeschwindigkeit kein Widerstand mehr eingeschaltet ist.

Wird der Dieselmotor durch Drehen der Fahrschalter-Hauptwalze 14a auf eine höhere Drehzahl gebracht, so bewirkt eine geeignete Gestängeübersetzung zwischen Brennstoff-Regler, Drehzahl-Verstellvorrichtung und Feldregler-Steuerschieber, dass dieser bei einer andern Brennstoff-Reglerstellung in seine Abschlusslage kommt. Dadurch entsteht eine bestimmte Zuordnung von Drehzahl und Drehmoment.

Im Erregerstromkreis des Hauptgenerators ist noch der Schalter 4b zu erwähnen, der den Erregerstromkreis beim Uebergang von Fahrschalter-Stufe 0 auf Stufe 1 schliesst und zwecks Vereinfachung hier zum ersten Mal mit dem Triebmotorschütz zu einem gemeinsamen Apparat zusammengebaut worden ist.

Im Erregerstromkreis des Hilfsgenerators wird mit der Fahrschalterhauptwalze a ein Widerstand derart verändert, dass die Hilfsgenerator-Spannung für die verschiedenen Drehzahlen konstant bleibt. Die Ausregulierung der Spannung bei variabler Belastung besorgt der Spannungsregler 10.

An wesentlichen Apparaten für die Steuerung der Lokomotive sind noch zu erwähnen: die Wendewalze b des Fahrschalters 14, die zur Steuerung des Wendeschalters 5 dient; die Anlass- und Abstellwalze c des Fahrschalters, mit der der Anlassschütz 8 und (über die Leitung 12) das Abstellventil am Dieselmotor-Regler gesteuert werden. Die Hauptwalze a und die Anlasswalze c können nur in einer Betriebstellung der Wendewalze b betätigt werden, während eine Drehung von b nur möglich ist, wenn sich die beiden andern in der 0-Stellung befinden.

Neben den bisher angeführten, direkt oder indirekt der Uebertragung dienenden Stromkreisen sind noch die Hilfsbetriebe aufzuzählen. Bei laufendem Dieselmotor sind alle Hilfsbetriebe an den Hilfsgenerator 9 (150 V) angeschlossen. Der Kühlerventilatormotor 15 läuft an, sobald sich der Hilfsgenerator erregt. Dieser Motor hat bei kalter Witterung oder bei niedriger Belastung des Dieselmotors volles Feld, während es im Sommer bei hoher Belastung mit dem Schütz 17 geschwächt wird, wodurch die Drehzahl entsprechend steigt. Beim Abstellen des Dieselmotors wird der Ventilatormotor spannungslos und steht daher nach einiger Zeit still. Der Umformer 19 speist die Steuerung 21 und die Beleuchtung 20 mit 32 V. Die Vakuumpumpengruppe 24, die Kühlwasserpumpengruppe 25 und die Hilfskompressorgruppe 26 können hingegen auch mit Speisung von der Batterie 7 aus laufen. Nach dem Abstellen des Dieselmotors kann man zur Kühlung der heissen Zylinderwandungen die Kühlwasserpumpe noch in Betrieb halten. Ferner muss man zum Aufrechterhalten des Vakuums bei ungebremster Fahrt oder zum Lösen der Bremsen den Dieselmotor nicht in Betrieb nehmen.

Sobald der Hilfsgenerator beim Anlaufen des Dieselmotors die Normalspannung erreicht, schaltet der aus einem Relais und Schütz bestehende Apparat 18 den Hilfsgenerator mit der Batterie parallel, worauf die Batterie automatisch geladen wird.

Bild 16 zeigt den Führerstand. Vor dem Fahrschalter befinden sich die Anzeigegeräte für die Vakumbremse, die Druckluft und die Drehzahl des Dieselmotors. In der Mitte befindet sich ein Wattmeter, dessen Skala nur die Fahrschalterstellungen trägt und Belastungsrückmelder genannt wird. Wenn die wirkliche Leistung mit der Solleistung übereinstimmt, so zeigt dieses Instrument die Zahl, auf der der Fahrschalter steht. Weiter ist auf diesem Pult ein Abblendenschalter für den Scheinwerfer und der Druckknopfschalter zum Abstellen der Kühlwasserpumpe zu sehen. Neben dem Fahrschalter ist rechts das Führerbremsventil, links ein Druckknopf für die Sander und ein Schalter für den Kompressor mit einer 0-Stellung und zwei Betriebstellungen. Bei der einen davon wird der Kompressor an den Druckregler angeschlossen, bei der andern direkt eingeschaltet. Daneben ist der Schalter für Begrenzung der Hauptgenerator-Erregung bei kalten Wicklungen sichtbar.

Bei den alten Lokomotiven saugten die Triebmotoren die Ventilationsluft direkt unter dem Lokomotivkasten an. Diese Luft ist auf langen Strecken derart staubhaltig, dass die Motoren rasch verschmutzen. Die TSR drückte deshalb den Wunsch aus, dass die Ventilationsluft oberhalb des Kastenbodens angesaugt werde. Die Triebmotoren der neuen Loko-

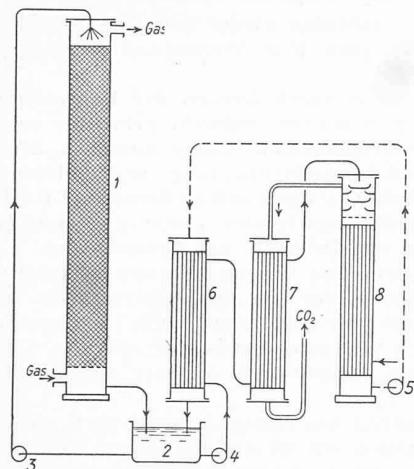


Bild 1. Schema der Gaswäsche mit Pottaschelösung.  
 1 Waschturm, 2 Ausgleichbehälter, 3 Umwälzpumpe der Gaswäscherei, 4 Pumpe für die reiche Lösung, 5 Pumpe für die arme Lösung, 6 mit armer Lösung geheizter Wärmeaustauscher, 7 mit Dampf-Gasmisch geheizter Wärmeaustauscher, 8 Kocher.

motive haben ebenfalls Eigenventilation; die Luft wird aber durch besondere Kanäle aus dem Führerraum angesaugt, wodurch diese gleichzeitig entlüftet werden.

Die beiden Lokomotiven waren 1942 bereits fertiggestellt, konnten aber wegen des Krieges nicht vor Ende 1946 versandt werden. Sie wurden auf verschiedenen Linien der Rhätischen Bahn mit Belastungen ausprobiert, die den Verhältnissen in Thailand entsprechen; sie haben sich dabei in allen Teilen aufs Beste bewährt.

## Die Entfernung des Kohlendioxyds aus dem Holzgas

DK 662.765.1.074.332

In den Zeiten grosser Kohlenknappheit sehen sich unsere Gaswerke veranlasst, ihr übliches Verfahren der Gasherstellung aus Steinkohlen durch weitere Prozesse unter Ausnutzung inländischer Ersatzbrennstoffe zu ergänzen. Als solche wurde in grossen Mengen Holz verwendet. Das daraus hergestellte Rohgas weist einen verhältnismässig niedrigen Heizwert auf (oberer Heizwert 3800 bis 4200 kcal/Nm<sup>3</sup>). Er kann durch Entfernen von Beimengungen, hauptsächlich von CO<sub>2</sub>, um etwa 10 % verbessert werden. Dr. G. Bodmer, Schlieren, beschreibt im «Bulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern», Nr. 5 vom Mai 1946 das hierfür vom Gaswerk Zürich verwendete Verfahren. Darnach wird, wie es in der Fabrikation von CO<sub>2</sub> schon seit langem üblich ist, das Gas mit einer 20 prozentigen Pottaschelösung gewaschen. Bild 1 zeigt ein prinzipielles Schema des Prozesses. Die in Schlieren aus vorhandenen Behältern aufgebauten Waschtürme wurden mit Koks gefüllt, über den die Lösung im Gegenstrom zum aufsteigenden Gas herunterrieselt; sie ist imstande, den CO<sub>2</sub>-Gehalt von 150 bis 200 m<sup>3</sup>/h Gas von 20 % auf 10 % zu verringern. Die hierbei auftretende chemische Reaktion nach der Gleichung

ergibt eine grösste  $\text{CO}_2$ -Aufnahme bei 70 bis 80 °C, die etwa 60% höher liegt, als bei 25 °C, weshalb der Prozess möglichst in diesem Temperaturbereich durchgeführt werden soll.

Zum Regenerieren wird die reiche Lösung bei etwa 104° und Atmosphärendruck ausgekocht. Um an Heizdampf zu sparen, erwärmt man sie in Wärmeaustauschern im Gegenstrom mit der armen Lösung bzw. mit dem Dampf-Gasmisch aus dem Kocher. Man kann das Austreiben

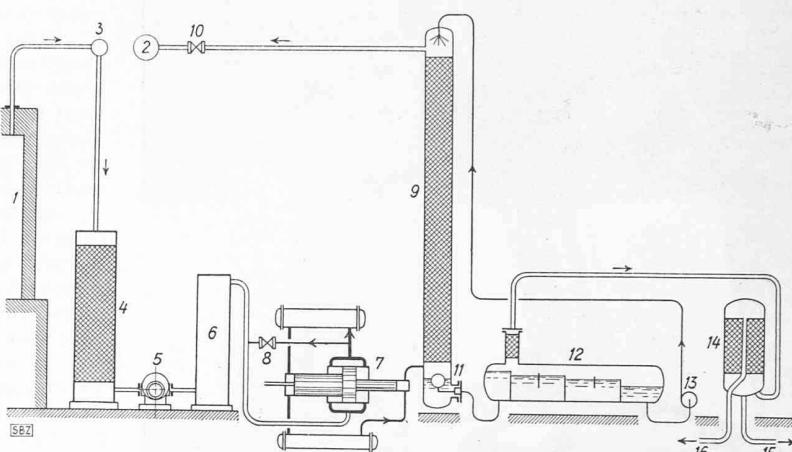


Bild 2. Schema der Druckwaschanlage.  
 1 Ofen, 2 Steinkohlengas-Vorlage, 3 Holzgas-Vorlage, 4 Skrubber, 5 Exhauster,  
 6 Elektrofilter, 7 Kompressor mit Zwischenkühlern, 8 Saugdruckregler,  
 9 Waschkolonne, 10 Entspannungsregler, 11 Schwimmerventil, 12 Gas-  
 abscheider, 13 Druckwasserpumpe, 14 Benzol-Absorber, 15 Rohbenzol,  
 16 benzolfreie Abgase

von  $\text{CO}_2$  beschleunigen, wenn man durch die kochende Lösung Luft oder Dampf durchleitet.

Gleichzeitig mit dem  $\text{CO}_2$  werden aus dem Gas Essigsäure, Phenole und  $\text{H}_2\text{S}$  entfernt; sie reagieren mit der Pottasche. Die hierbei entstehenden Verbindungen lassen sich nicht mehr rückgängig machen; sie ergeben also einen Pottascheverbrauch. Die schweren Kohlenwasserstoffe, die dank ihres hohen Heizwertes besonders wertvoll sind, bleiben bei diesem Verfahren im Gas erhalten.

Das Gaswerk Basel verwendet für den gleichen Zweck eine wesentlich umfangreichere Anlage, bei der das Gas unter höherem Druck (12 atü) in Waschtürmen mit kaltem Wasser in innige Berührung gebracht und dabei das  $\text{CO}_2$  vom Wasser aufgelöst wird. Bild 2 zeigt das Schema dieser Druckwaschanlage. Der hierfür nötige dreistufige Kolbenkompressor, Bild 6, S. 204, der von der Maschinenfabrik Burckhardt, Basel, geliefert wurde, ist für  $1250 \text{ m}^3/\text{h}$  Ansaugvolumen gebaut, und verbraucht bei voller Fördermenge 175 PS. Das rohe Holzgas wird vorher in mit Raschigringen gefüllten und von Wasser berieselten Skrubbern gekühlt und gut gereinigt, hierauf von einem Exhaustor durch einen Elektrofilter (der Firma Oski, A.-G., Zürich), gefördert, der mit 50 000 Volt arbeitet und in dem Kondensat, Holzessig und Teer möglichst vollständig ausgeschieden werden. In den Kühlern, die den einzelnen Verdichtungsstufen nachgeschaltet sind, fallen mit dem Kondensat auch noch Reste der andern Beimischungen aus. Die Kompressorzyylinder kühlt man nur mässig, um in ihnen Benzolausscheidungen möglichst zu vermeiden. Benzol macht das Schmieröl dünnflüssig und zwingt zur Verwendung eines

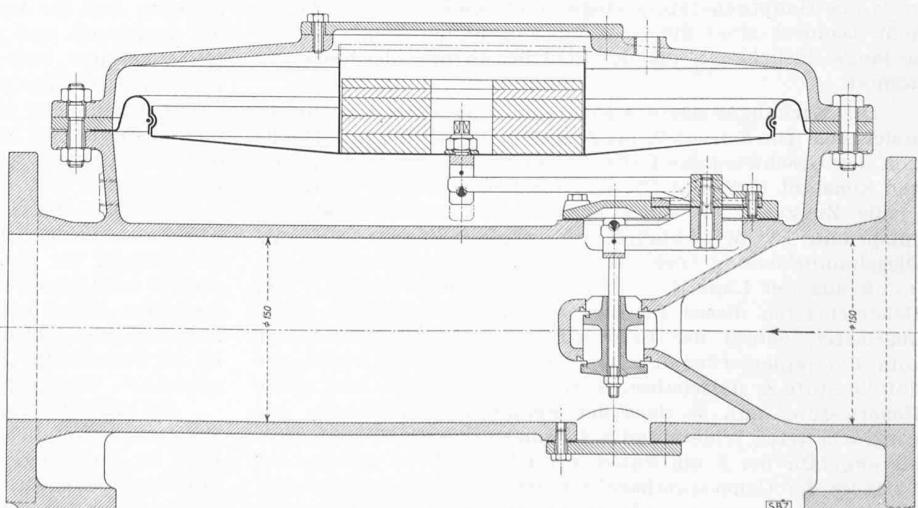


Bild 3. Saugdruckregler, Maßstab 1:6