

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LV. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich.
Alle Rechte vorbehalten.

17. Heft. 1918. 1. September.

Der eiserne Oberbau der Oldenburgischen Staatsbahnen.

Schmitt, Geheimer Oberbaurat in Oldenburg.
Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 12 auf Tafel 45.

Nach den Erfahrungen, die seit mehr als fünfzig Jahren mit eisernem Oberbau im Eisenbahnbetriebe gemacht sind, kann als feststehend angesehen werden, daß eiserne Querschwellen an sich bei richtiger Gestaltung und geeigneter Unterbettung den Anforderungen selbst des schwersten Betriebes genügen und in wirtschaftlicher Beziehung den Wettbewerb mit Holzschwellen aufnehmen können.

Dagegen entsprechen alle bisher zur Verwendung gelangten Schienenbefestigungen den an sie zu stellenden Anforderungen nur unvollkommen, und die schlechten Erfahrungen, die mit manchem eisernen Oberbaue gemacht sind und die Zweckmäßigkeit der Verwendung eiserner Querschwellen zeitweise sogar in Frage gestellt haben, sind vorwiegend auf die mangelhafte Befestigung der Schiene auf der Schwelle zurück zu führen.

Der Grund hierfür ist in erster Linie in dem Umstande zu suchen, daß bei allen bekannt gewordenen Bauarten die an der Schiene wirkenden wagerechten Seitenkräfte ausnahmslos durch die Befestigungsmittel (Hakenschraube, Klemmplatte oder Unterlegplatte) an den Leibungen der Schwellenlochungen auf die Schwelle übertragen werden. Wegen der Schwächung, die der Schwellenquerschnitt an der meist beanspruchten Stelle durch die Lochungen erfährt, müssen diese möglichst klein gehalten werden; daher ist der hier auftretende Leibungsdruck, wie eine einfache Rechnung lehrt, ein außerordentlich hoher, der oft die Elastizitätsgrenze überschreitet und der Festigkeit nahe kommt. Die Schwelle ist also an der empfindlichsten Stelle Angriffen ausgesetzt, denen der Schwellenstoff dauernd nicht widerstehen kann. Dazu kommt, daß fast bei allen bekannt gewordenen Befestigungsarten die Lochungen in der Schwellendecke aus baulichen Gründen viereckig sein müssen. Solche Lochungen sind nur durch Stanzen herzustellen, wobei der Schwellenstoff in ungünstigster Weise beansprucht wird und, wie schon lange bekannt ist, in den Ecken leicht Anrisse entstehen, die sich dann unter der ungünstigen Druckbeanspruchung der Lochleibungen bald erweitern und zu vorzeitiger Auswechslung der sonst noch brauchbaren Schwelle führen. Die Abrundungen der Ecken, mit denen man diesem bedeutungsvollen Übelstande zu begegnen versucht, können aus baulichen Rücksichten

nur knapp sein, erfüllen diesen Zweck daher nur ungenügend, und ändern nichts an dem Tatbestande, daß der Leibungsdruck das zulässige Maß überschreitet.

Diesem Übelstande kann nur dadurch abgeholfen werden, daß die an der Schiene angreifenden Seitenkräfte auf andere Weise in die Schwelle überführt werden und zwar so, daß die Lochleibungen nicht zur Übertragung des Druckes herangezogen werden, damit sie und die Befestigungsmittel vollständig entlastet bleiben.

Zweifellos wird auf diese Weise eine wesentliche Verlängerung der Lebensdauer der Eisenschwelle zu erreichen sein, namentlich dann, wenn es gelingt, eine Anordnung zu finden, die die viereckige Gestalt der Schwellenlochungen beseitigt.

Erwägungen dieser Art waren maßgebend, als nach Ausbruch des Krieges die Preise für Holzschwellen unverhältnismäßig in die Höhe gingen, und es sich für die oldenburgische Eisenbahnverwaltung darum handelte, ihren Schwellenbedarf zum Teile in Eisen zu decken.

Bei der Wahl der zu verwendenden Oberbauanordnung schied sowohl der Oberbau mit Hakenplatten, wie die preussisch-hessischen Staatsbahnen ihn verwenden, wie auch der von Roth und Schüler der badischen Staatsbahnen aus, da beide Anordnungen nach den damit gemachten Erfahrungen den Anforderungen nicht entsprechen, die nach den obigen Ausführungen an einen einwandfreien Oberbau zu stellen sind. Da auch die sonst noch bekannt gewordenen Bauarten in dieser Beziehung keine Vorzüge haben, wurde versucht, die vorliegende Aufgabe mit einer neuen Anordnung zu lösen, die im Nachfolgenden näher beschrieben werden soll.

Das Wesentliche der neuen Bauart, Abb. 1 bis 12, Taf. 45, bei der die Schienen unmittelbar auf den Schwellen ruhen, besteht darin, daß zu beiden Seiten des Schienenaufagers je eine dachförmige Querrippe aus der Schwellendecke herausgepreßt ist, gegen die die Schiene mit keilförmigen, auf der einen Seite den Schienenfuß seitlich und von oben fassenden, auf der andern sich an die Querrippen anlegenden, durch die in die Schwellendecke eingreifenden Hakenschrauben fest zwischen Schiene und Querrippen gezwängten Klemmplatten gestützt wird, ohne daß die Klemmplatten dabei die Schwellen-

decke berühren. Die Übertragung des Druckes findet also nur am Schienenfusse und an der Querrippe statt. Die Breitenabmessungen der zum Wenden eingerichteten Klemmplatten sind verschieden und so gewählt, daß sich durch Wenden und Vertauschen der beiden Klemmplatten sieben verschiedene, von 3 zu 3 mm abgestufte Spurweiten herstellen lassen; für gewöhnlich reichen also die beiden Muster der Klemmplatten zur Herstellung aller vorkommenden Spurweiten aus.

Die Schwellenlochungen sind mit Rücksicht auf die Spurregelung in der Richtung der Schwellenachse länglich; dadurch wird gleichzeitig erreicht, daß die Hakenschrauben von oben eingeführt werden können. Bei dieser Anordnung sind die Leibungen der Schwellenlöcher und die Hakenschrauben von dem Seitendrucke der Schiene vollständig entlastet.

Dies muß als ein besonderer Vorzug angesehen werden, da grade der bei den bisher gebräuchlichen Arten der Befestigung durch den Seitendruck der Schiene in den Schwellenlochungen erzeugte beträchtliche Leibungsdruck starke Abnutzungen der Leibungen bewirkt, die Spurerweiterungen und Lockerungen verursachen und vorzeitiges Auswechseln der Schwelle nötig machen; auch die oft beobachtete Tatsache, daß sich von den Schwellenlochungen ausgehende Rißbildungen zeigen, ist auf den zu hohen Leibungsdruck zurückzuführen.

Die gleichartige Befestigung auf beiden Seiten der Schiene in Verbindung mit der keilförmigen Gestalt der Klemmplatten, die durch die Hakenschrauben außerordentlich fest geklemmt werden können, gewährleisten eine einwandfreie Verbindung zwischen der Schiene und jeder einzelnen Schwelle, was zur Verhinderung des Wanderns von wesentlicher Bedeutung ist, zumal angenommen werden kann, daß die Klemmplatten bei Eintritt des Wanderns ecken und auf diese Weise schon ein Vorschieben der Schiene verhindern würden.

Vor anderen Arten der Befestigung hat die vorliegende den weitem Vorzug, daß die Zahl ihrer Teile auf das geringste Maß eingeschränkt ist. Die unter Druck stehenden und daher etwaigen Abnutzungen ausgesetzten Flächen können außerdem so groß gewählt werden, daß der Flächendruck das zulässige Maß nicht überschreitet, Abnutzungen daher wohl kaum in Frage kommen.

Sollten trotzdem Abnutzungen eintreten, so würde dies auf die Befestigung der Schienen keinen Einfluß haben, da diese sich durch Anziehen der Hakenschrauben von selbst nachstellen würde, so daß Lockerungen ausgeschlossen sind. Wirksame Spannplatten zwischen Klemmplatte und Schraubmutter besorgen dieses Nachstellen bis zu einem gewissen Grade sogar von selbst.

Aus demselben Grunde haben auch Ungenauigkeiten in der Ausführung der einzelnen Befestigungsteile keinen Einfluß auf die Befestigung der Schienen und die Spurweite. Denn kleineren Abweichungen kann man durch eine etwas geneigte Stellung der Klemmplatten begegnen; die dadurch bedingte, von der Senkrechten etwas abweichende Stellung der Hakenschraube ist erfahrungsgemäß unschädlich; größeren Abweichungen von den vorgeschriebenen Mäßen, die auf die Spurweite merkbaren Einfluß haben würden, kann man, wie bei der

Spurregelung, durch Wenden oder Vertauschen der Klemmplatten Rechnung tragen.

Der neue Oberbau gestattet also in einfachster Weise eine sehr genaue Spurregelung und gewährleistet eine einwandfreie, feste Verbindung der Schiene mit der Schwelle, die durch Ungenauigkeiten in den Abmessungen der einzelnen Oberbauteile oder durch Abnutzung im Betriebe nicht beeinflusst wird.

Da die Schwellenlochungen nicht mehr die Aufgabe haben, die Stellung einzelner Teile in der Längsrichtung der Schwelle zu sichern, brauchen sie nicht viereckig zu sein, können vielmehr bei entsprechender Gestaltung des Kopfes der Hakenschraube nach Halbkreisen abgerundet werden. Damit wird die Gefahr, daß sich beim Stanzen der Löcher Anrisse bilden, beseitigt; man könnte sogar die Herstellung der Löcher durch Bohren in Betracht ziehen.

Die neue Bauart bietet den weitem Vorteil, daß dieselbe Schwellenlochung nicht nur für verschiedene Spurweiten, sondern auch für verschiedene Schienenquerschnitte ausreicht; gegebenen Falles brauchen nur die Klemmplatten geändert zu werden. Der Gedanke einer Einheitschwelle ließe sich daher mit dem neuen Oberbaue ohne Weiteres verwirklichen, andererseits ist auch die Möglichkeit geboten, für Hauptgleise unbrauchbar gewordene Schwellen in untergeordneten Gleisen wieder zu verwenden.

Was die neuartige Bearbeitung der Schwelle betrifft, so zeigten schon die ersten Versuche, die damit von der Gewerkschaft »Deutscher Kaiser« in Bruckhausen gemacht wurden, daß das Herauspressen der dachförmigen Querrippen in warmem Zustande nicht die geringsten Schwierigkeiten macht, ohne jeden schädlichen Einfluß auf den Schwellenstoff ist und mit aller erforderlichen Genauigkeit ausgeführt werden kann. Tatsächlich hat diese Gewerkschaft die bisherigen Lieferungen zur vollsten Zufriedenheit ausgeführt. Beanstandungen sind kaum erforderlich gewesen. Rißbildungen, die man an den äußersten Ecken der herausgepreßten Querrippen vermuten könnte, sind nur in ganz vereinzelt Fällen beobachtet worden und waren ausnahmslos auf Fehler zurückzuführen, die in dem Schwellenstoff vorher schon vorhanden waren.

Damit der an den einzelnen Teilen auftretende Flächen- druck das zulässige Maß nicht übersteigt, ist die Länge der in dieser Beziehung am meisten beanspruchten Klemmplatten zu 120 mm angenommen, ein Maß, das sich bei ähnlichen Anordnungen als ausreichend bewährt hat. Die aus der Schwellendecke herauszupressende Querrippe muß, wenn die Klemmplatte in ihrer ganzen Länge anliegen soll, entsprechend länger sein. Dafür reicht die obere Breite der gebräuchlichen Schwellen nicht aus. Außerdem ist es angezeigt, die Schwellendecken mindestens 10 mm dick zu machen, damit die Querrippen durch die mit dem Herauspressen verbundene Streckung, nicht zu schwach werden.

Daher wurde eine neue, oben 160, im Ganzen 280 mm breite und 100 mm hohe Schwelle gewählt.

Um das durch die größere Höhe erschwerte Stopfen der neuen Schwelle zu erleichtern und die Bettung zu schonen, sind die Seitenwände unten nach 28 mm Halbmesser abgerundet.

Das Gewicht der neuen Schwelle beträgt 27,25 kg/m oder bei 2,5 m Baulänge 74,15 kg.

Im Vergleiche zu der Schwelle 71^d der preussisch-hessischen Staatsbahnen und der badischen Hauptbahnschwelle 1893/9 hat die neue Schwelle folgende Betriebswerte.

	Preußen- Hessen 71 ^d	Baden 1893/9	Olden- burg D 1915
Trägheitmoment J cm ⁴	158,9	302	397
Widerstandmoment W cm ³	{ 56,5 30,4	{ 90,5 43,6	{ 122,0 58,8
Querschnitt F qcm	28,1	34,2	34,7
Verhältnis J:F cm ²	5,66	8,88	11,4
Länge m	2,7	2,4	2,5
Gewicht kg	62,39	rd. 70,00	74,15
Auflagerfläche der Schiene qcm	132	137,5	200
	auf der Unterlagplatte	auf der Schwelle	auf der Schwelle
Auflagerfläche der Schwelle auf der Bettung qcm	626,4	552	700
Mit Bettung ausgefüllter Hohlraum der Schwelle l	32	41	46

Die neue Schwelle ist den beiden anderen hiernach in jeder Beziehung, teilweise ganz erheblich, überlegen; freilich ist dieser Verzug durch 18,8 % Mehrgewicht gegen die preussisch-hessische und durch 5,9 % gegen die badische erkauft. Indessen dürfte dieser Mehraufwand wohl zu rechtfertigen sein, da das größere Gewicht an sich eine sehr erwünschte Verbesserung darstellt, und diesen Mehrkosten verglichen mit dem preussisch-hessischen Oberbau 15^E eine Kostenersparnis gegenübersteht, weil die teureren Hakenplatten wegfallen.

Neben diesen Schwellen für Hauptbahnen ist neuerdings bei der oldenburgischen Eisenbahnverwaltung noch eine leichtere für Nebenbahnen eingeführt; sie ist oben 160, unten 240 mm breit, 75 mm hoch, 2,5 m lang und 59,5 kg schwer, ihre Betriebswerte sind in Abb. 5, Taf. 45 angegeben. Im Übrigen ist die Befestigung der Schienen bei diesem Oberbau für Nebenbahnen dieselbe wie bei dem für Hauptbahnen (Abb. 5 und 8, Taf. 45).

Zur Unterstützung des Stosses ist eine Breitschwelle gewählt, auf der die Schienen ebenso befestigt sind, wie auf den Mittelschwellen. Der Kostenersparnis wegen ist dabei die vorhandene Breitschwelle 64 der preussisch-hessischen Staatsbahnen verwendet, obwohl mit einer 100 mm statt der 75 mm hohen noch eine wesentliche Verbesserung der Stofsausbildung zu erzielen gewesen wäre.

Die oldenburgische Schiene D für Hauptbahnen entspricht in ihren Hauptabmessungen der der süddeutschen Staatsbahnen, nur der Kopf hat abweichend davon eine etwas keilige Gestalt, um breitere Laschenanlagen zu erzielen.

Sonst ist die Stofsausbildung dieselbe wie bei dem oldenburgischen Oberbau von 1912 auf Holzschwellen, bei dem ausen eine besondere Einsatzlasche verwendet wird, die so gestaltet ist, daß die Laschenanlage am Schienenkopfe erhalten bleibt und die Lauffläche am Stosse nicht wesentlich breiter wird, als bei der unbearbeiteten Schiene. Die aus diesem Grunde

starken Angriffen ausgesetzte Einsatzlasche besteht aus hochwertigem Kohlenstoffstahle mit einer Festigkeit von 85 bis 100 kg/qmm, die erforderlichenfalls durch Härten in Öl erreicht wird. Diese Stofsausbildung, die in der Ausführung allerdings Genauigkeit erfordert, bewährt sich gut und sichert ruhiges Befahren.

Zusammenfassend darf nach den vorstehenden Ausführungen und den bisherigen Erfahrungen von dem neuen Oberbaue behauptet werden, daß

er sich durch große Einfachheit auszeichnet und eine einwandfreie Befestigung der Schienen auf den Schwellen gewährleistet,

Ungenauigkeiten oder Abnutzungen der einzelnen Oberbauteile durch den Betrieb leicht zu berichtigen und ohne Einfluss auf Befestigung und Spurweite sind,

sowohl die Leibungen der Schwellenlochungen wie die Hakenschrauben von dem Seitendruck der Schiene vollständig entlastet sind,

die Zahl der unter Druck stehenden Teile auf das kleinste Maß beschränkt ist und die Druckflächen so bemessen werden können, daß ihre Abnutzung kaum in Frage kommt,

die runde Gestalt der Schwellenlochungen die Schwellen beim Stanzen schont,

die Schienen gegen Wandern gesichert, besondere Mittel dagegen also entbehrlich sind,

für verschiedene Spurweiten und Schienen ein und dieselbe Lochung ausreicht, die Schwelle sich daher zu einer Einheitschwelle eignen würde,

der Oberbau bei gleich schweren Schwellen billiger ist, als der mit Hakenplatten.

Stopfen der Schwellen.

Wenn man ein im Betriebe befindliches Gleis untersucht, findet man, daß die durchaus einwandfreie Unterstopfung eiserner Querschwellen eine Seltenheit ist; meist wird man überrascht sein, wie wenige Stellen der untergestopften Bettung tatsächlich zum Tragen kommen. Daher war zu erwarten, daß das zuverlässige Unterstopfen der höhern neuen Schwelle mit dem größeren Hohlraume schwierig sein und erhebliche Mehrkosten verursachen werde.

Um das zu vermeiden, ist beim Einbauen des neuen Oberbaues ein von dem bisher üblichen abweichendes Verfahren angewendet worden, bei dem der den Hohlraum der Schwelle ausfüllende Bettungskörper vor dem Verlegen der Schwelle hergestellt wird. Zu dem Zwecke werden zunächst hölzerne, der Gestalt der Eisenschwelle genau entsprechende, oben offene Kastenlehren an die Stellen gelegt, wo später die Eisenschwellen liegen sollen, dann von oben mit Bettung gefüllt und festgestampft. Dadurch bildet sich ein der Schwellenform entsprechender Bettungskörper, der in sich so weit gefestigt ist, daß die Kastenlehren ohne dessen Beschädigung entfernt werden können. Wenn dann die eisernen Schwellen auf diese Bettungskörper gelegt werden, hat man die Sicherheit, daß der Hohlraum der Schwelle tatsächlich mit Bettung gefüllt ist; die endgültige Rogelung der Gleislage erfordert nur sehr geringes Nachstopfen.

Der Vorgang ist mit hinreichender Deutlichkeit aus den Textabbildungen 1 bis 6 zu ersehen.

Das Verfahren hat sich außerordentlich gut bewährt;

Abb. 1. Füllen und Feststampfen der Kastenlehren.

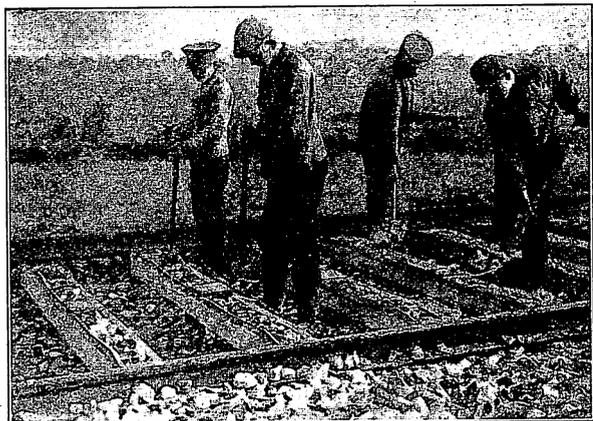
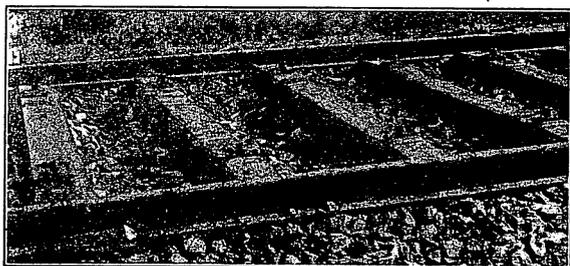


Abb. 3. Abheben der Kastenlehren.



Abb. 5. Die eisernen Schwellen sind auf den Bettungskörpern verlegt.



Voraussetzung ist allerdings, daß zum Einbauen für mehrere Schienenlängen genügend Zugpausen zur Verfügung stehen.

Abb. 2. Die Kastenlehren sind fertig verfüllt und festgestampft.

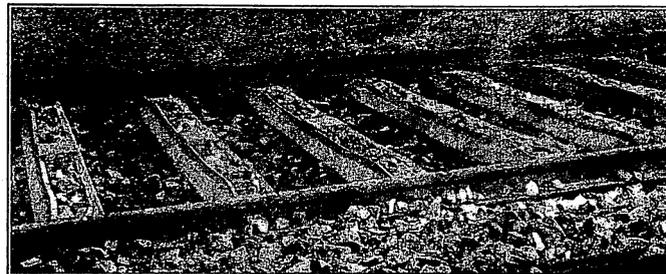
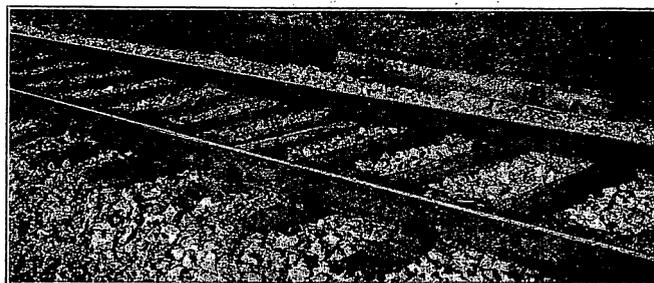


Abb. 4. Auflegen der eisernen Schwellen auf die fertigen Bettungskörper.



Abb. 6. Fertig gestopftes Gleis.



Der neue Oberbau, von dem für die oldenburgischen Staatsbahnen seit 1915 etwa 35 km geliefert sind, hat sich bisher in jeder Beziehung gut bewährt und allen Erwartungen entsprochen.

Außerdem haben bisher die schweizerischen Bundesbahnen und die sächsischen Staatsbahnen größere Versuchstrecken verlegt, letztere von 20 km bis jetzt 6,045 km auf der Strecke

Riesa-Chemnitz mit Neigungen bis 1:100 und Bögen bis 600 m Halbmesser. Die Erfahrungen, die hier bislang, freilich erst in 10 Monaten Liegedauer, gemacht sind, befriedigen ebenfalls durchaus.

Wegen der Kriegsverhältnisse waren die in Frage kommenden Werke bisher nicht in der Lage, mehr von dem neuen Oberbau zu liefern.

Die Berechnung von Bogenweichen.

W. Strippgen in Weimar bei Bochum.

(Fortsetzung von Seite 249.)

V) Nach außen abzweigende Weiche mit krummem Hauptgleise.

(Textabb. 5.)

Die Halbmesser R , r beziehen sich auf die Außenstränge. Die Richtlinie AB berührt das Hauptgleis in k_0 , R steht in k_0 rechtwinkelig auf AB , r in A .

Von den sieben Hauptgrößen R , r , n , α , β , δ , φ müssen neben $\alpha = \beta + \delta$ zur Berechnung von zwei vier gegeben sein.

Aus Textabb. 5 folgen die Grundgleichungen.

$$\text{Gl. 84) } r \sin \varphi + R \sin \delta + n \cos \delta = r \sin \beta + n \cos \beta,$$

$$\text{Gl. 85) } R - 2s + r \cos \varphi = R \cos \delta - n \sin \delta - n \sin \beta + r \cos \beta.$$

$$\text{Gl. 98) } \left(r + s - n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \sin(\gamma + \delta) - \left(R + s - n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \sin \beta = \\ = m + r \sin \gamma - p \cos \gamma.$$

$$\text{Gl. 99) } \left(r + s - n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \cos(\gamma + \delta) + \left(R + s - n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \cos \beta = \\ = R + r \cos \gamma + p \sin \gamma.$$

0. Z. 1). Gegeben: R, r, m, n ; gesucht α, β .

Aus Gl. 98) und 99) folgt mit $\gamma + \delta = \alpha - \beta$, wenn man jede Seite mit sich selbst vervielfältigt und dann zusammenzählt:

$$\cos \alpha - \frac{n(R+r+2s)}{(R+s)(r+s) - n^2} \sin \alpha = \\ = \frac{2(rR - mp) \cos \gamma + 2(pR + mr) \sin \gamma + m^2 + p^2 - 2n^2 - 2s(R+r+s)}{2[(R+s)(r+s) - n^2]},$$

dann mit

$$\text{Gl. 100) } \dots \frac{n(R+r+2s)}{(R+s)(r+s) - n^2} = \operatorname{tg} \varphi_1 \text{ erhält man:}$$

$$\text{Gl. 101) } \cos(\alpha + \varphi_1) = \\ = \left\{ \frac{2(rR - mp) \cos \gamma + 2(pR + mr) \sin \gamma + m^2 + p^2}{2[(R+s)(r+s) - n^2]} - \frac{n^2 + s(R+r+s)}{(R+s)(r+s) - n^2} \right\} \cdot \cos \varphi_1,$$

und β nach Gl. 117).

0. Z. 2). Gegeben: R, r, m, α ; gesucht β, n .

Aus Gl. 94) und 95) folgt:

$$\cos \beta - \frac{R \cos \frac{\alpha}{2} + r \cos \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) - p \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) + m \sin \frac{\alpha}{2}}{R \sin \frac{\alpha}{2} + r \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) + p \cos \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) - m \cos \frac{\alpha}{2}} \sin \beta = \\ = \frac{(R-r) \sin \frac{\alpha}{2}}{R \sin \frac{\alpha}{2} + r \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) + p \cos \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) - m \cos \frac{\alpha}{2}}, \text{ mit}$$

$$\text{Gl. 102) } \frac{R \cos \frac{\alpha}{2} + r \cos \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) - p \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) + m \sin \frac{\alpha}{2}}{R \sin \frac{\alpha}{2} + r \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) + p \cos \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) - m \cos \frac{\alpha}{2}} = \\ = \operatorname{tg} \varphi_2 \text{ wird:}$$

$$\text{Gl. 103) } \cos(\beta + \varphi_2) = \\ = \frac{(R-r) \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \varphi_2}{R \sin \frac{\alpha}{2} + r \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) + p \cos \left(\frac{\alpha}{2} - \gamma \right) - m \cos \frac{\alpha}{2}}.$$

0. Z. 3). Gegeben: R, r, m, β ; gesucht δ, n .

Aus Gl. 96) und 97) folgt:

$$\cos \delta - \frac{p + R \sin \gamma - m \cos \gamma - (R-r) \sin(\beta + \gamma)}{r + R \cos \gamma + m \sin \gamma - (R-r) \cos(\beta + \gamma)} \sin \delta = \\ = \frac{r + R \cos \beta + r \cos(\beta + \gamma) + p \sin(\beta + \gamma) - R - m \sin \beta}{r + R \cos \gamma + m \sin \gamma - (R-r) \cos(\beta + \gamma)}, \text{ mit}$$

$$\text{Gl. 104) } \frac{p + R \sin \gamma - m \cos \gamma - (R-r) \sin(\beta + \gamma)}{r + R \cos \gamma + m \sin \gamma - (R-r) \cos(\beta + \gamma)} = \operatorname{tg} \varphi_3 \text{ wird:}$$

$$\text{Gl. 105) } \cos(\delta + \varphi_3) = \\ = \frac{r + R \cos \beta + r \cos(\beta + \gamma) + p \sin(\beta + \gamma) - R - m \sin \beta}{r + R \cos \gamma + m \sin \gamma - (R-r) \cos(\beta + \gamma)} \cos \varphi_3.$$

0. Z. 4). Gegeben: R, r, m, δ ; gesucht β, n .

Aus Gl. 96) und 97) folgt:

$$\cos \beta - \frac{m + (R-r) \sin(\gamma + \delta) + r \sin \gamma - p \cos \gamma}{R + (R-r) \cos(\gamma + \delta) + r \cos \gamma + p \sin \gamma} \sin \beta = \\ = \frac{R + R \cos(\gamma + \delta) + r \cos \delta + m \sin(\gamma + \delta) - r - p \sin \delta}{R + (R-r) \cos(\gamma + \delta) + r \cos \gamma + p \sin \gamma}, \text{ mit}$$

$$\text{Gl. 106) } \frac{m + (R-r) \sin(\gamma + \delta) + r \sin \gamma - p \cos \gamma}{R + (R-r) \cos(\gamma + \delta) + r \cos \gamma + p \sin \gamma} = \operatorname{tg} \varphi_4 \text{ wird:}$$

$$\text{Gl. 107) } \cos(\beta + \varphi_4) = \\ = \frac{R + R \cos(\gamma + \delta) + r \cos \delta + m \sin(\gamma + \delta) - r - p \sin \delta}{R + (R-r) \cos(\gamma + \delta) + r \cos \gamma + p \sin \gamma} \cos \varphi_4.$$

0. Z. 5). Gegeben: R, r, n, α ; gesucht β, m .

Aus Gl. 95) folgt:

$$\sin \beta + \frac{R + s + (r+s) \cos \alpha - n \cdot \sin \alpha}{(r+s) \sin \alpha + n \cos \alpha - n} \cos \beta = \\ = \frac{R + r \cos \gamma + p \sin \gamma}{(r+s) \sin \alpha + n \cos \alpha - n}, \text{ mit}$$

$$\text{Gl. 108) } \frac{R + s + (r+s) \cos \alpha - n \sin \alpha}{(r+s) \sin \alpha + n \cos \alpha - n} = \operatorname{tg} \varphi_5 \text{ erhält man:}$$

$$\text{Gl. 109) } \sin(\beta + \varphi_5) = \frac{R + r \cos \gamma + p \sin \gamma}{(r+s) \sin \alpha + n \cos \alpha - n} \cdot \cos \varphi_5.$$

0. Z. 6). Gegeben: R, r, n, β ; gesucht δ, m .

Aus Gl. 95) folgt:

$$\cos(\gamma + \delta) - \frac{n}{r+s} \sin(\gamma + \delta) = \\ = \frac{R + r \cos \gamma + p \sin \gamma + n \sin \beta - (R+s) \cos \beta}{r+s}.$$

Mit Gl. 40) erhält man:

$$\text{Gl. 110) } \cos(\gamma + \delta + \varphi_7) = \\ = \frac{R + r \cos \gamma + p \sin \gamma + n \sin \beta - (R+s) \cos \beta}{r+s} \cos \varphi_7.$$

0. Z. 7). Gegeben: R, r, n, δ ; gesucht β, m .

Aus Gl. 95) folgt:

$$\cos \beta - \frac{n}{R+s} \sin \beta = \\ = \frac{R + r \cos \gamma + p \sin \gamma + n \sin(\gamma + \delta) - (r+s) \cos(\gamma + \delta)}{R+s}.$$

Mit

$$\text{Gl. 111) } \dots \frac{n}{R+s} = \operatorname{tg} \varphi_7 \text{ erhält man:}$$

$$\text{Gl. 112) } \cos(\beta + \varphi_7) = \\ = \frac{R + r \cos \gamma + p \sin \gamma + n \sin(\gamma + \delta) - (r+s) \cos(\gamma + \delta)}{R+s} \cos \varphi_7.$$

0. Z. 8). Gegeben: R, m, n, α ; gesucht δ, r .

Aus Gl. 96) und 97) erhält man:

$$\text{Gl. 113) } \operatorname{tg} \frac{\delta}{2} = \\ = \frac{R \cos \gamma + m \sin \gamma + n \sin \alpha - s - (R+s) \cos \alpha}{p + R \sin \gamma + (R+s) \sin \alpha + n \cos \alpha - n - m \cos \gamma}.$$

0. Z. 9). Gegeben: R, m, n, β ; gesucht δ, r .

Aus Gl. 96) und 97) erhält man:

$$\text{Gl. 114) } \operatorname{tg} \frac{\delta}{2} = \\ = \frac{(R+s) \cos(\beta + \gamma) + s - n \sin(\beta + \gamma) - R \cos \gamma - m \sin \gamma}{(R+s) \sin(\beta + \gamma) + n + n \cos(\beta + \gamma) + m \cos \gamma - R \sin \gamma - p}.$$

0. Z. 10). Gegeben: R, m, n, δ; gesucht α, r.

Aus Gl. 96) und 97) folgt:

$$\cos\left(\alpha - \frac{\delta}{2}\right) - \frac{n}{R+s} \sin\left(\alpha - \frac{\delta}{2}\right) = \frac{R \cos\left(\gamma + \frac{\delta}{2}\right) + m \sin\left(\gamma + \frac{\delta}{2}\right) - s \cdot \cos \frac{\delta}{2} - (p-n) \sin \frac{\delta}{2}}{R+s}$$

Mit Gl. 111) erhält man:

$$\text{Gl. 115) } \cos\left(\alpha - \frac{\delta}{2} + \psi_1\right) = \frac{R \cos\left(\gamma + \frac{\delta}{2}\right) + m \sin\left(\gamma + \frac{\delta}{2}\right) - s \cdot \cos \frac{\delta}{2} - (p-n) \sin \frac{\delta}{2}}{R+s} \cdot \cos \psi_1$$

Für die Aufgaben 8), 9) und 10) erhält man nach Berechnung des zweiten Winkels aus Gl. 95)

$$\text{Gl. 116) } r = \frac{2s \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right) - 2R \sin^2 \frac{\beta}{2} - p \sin \gamma - 2n \sin \frac{\alpha}{2} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right)}{2 \sin \frac{\delta}{2} \sin\left(\gamma + \frac{\delta}{2}\right)}$$

0. Z. 11). Gegeben: r, m, n, α; gesucht β, R.

Aus Gl. 94) und 95) erhält man:

$$\text{Gl. 117) } \text{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{r \cos \gamma + n \sin \alpha + p \sin \gamma - s - (r+s) \cos \alpha}{m + r \sin \gamma + (r+s) \sin \alpha + n \cos \alpha - n - p \cos \gamma}$$

0. Z. 12). Gegeben: r, m, n, β; gesucht α, R.

Aus Gl. 94) und 95) folgt:

$$\cos\left(\alpha - \frac{\beta}{2}\right) - \frac{n}{r+s} \sin\left(\alpha - \frac{\beta}{2}\right) = \frac{r \cos\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right) + p \sin\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right) - s \cdot \cos \frac{\beta}{2} - (m-n) \sin \frac{\beta}{2}}{r+s}$$

Mit Gl. 40) erhält man:

$$\text{Gl. 118) } \cos\left(\alpha - \frac{\beta}{2} + \psi_1\right) = \frac{r \cos\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right) + p \sin\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right) - s \cdot \cos \frac{\beta}{2} - (m-n) \sin \frac{\beta}{2}}{r+s} \cdot \cos \psi_1$$

$$\text{Gl. 124) } \dots R = \frac{2s \cos \frac{\alpha}{2} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right) - 2r \sin \frac{\delta}{2} \sin\left(\gamma + \frac{\delta}{2}\right) - p \sin \gamma - 2n \sin \frac{\alpha}{2} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right)}{2 \sin^2 \frac{\beta}{2}}$$

0. Z. 19). Gegeben: m, n, zwei Winkel; gesucht r, R.

Aus Gl. 94) und 95) erhält man:

$$\text{Gl. 125) } \dots r = \frac{m \sin \frac{\beta}{2} + 2s \cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} - p \sin\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right) - 2n \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}}{2 \sin \frac{\delta}{2} \sin \frac{\alpha + \gamma}{2}}$$

und aus Gl. 96) und 97):

$$\text{Gl. 126) } \dots R = \frac{2s \cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha - \delta}{2} + p \sin \frac{\delta}{2} - 2n \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha - \delta}{2} - m \sin\left(\gamma + \frac{\delta}{2}\right)}{2 \sin \frac{\beta}{2} \sin \frac{\alpha + \gamma}{2}}$$

Da bei den Bogenweichen, die Krümmung des Hauptgleises im Herzstücke weit durchgeht, so sollen die entsprechenden

0. Z. 13). Gegeben: r, m, n, δ; gesucht β, R.

Aus Gl. 94) und 95) erhält man:

$$\text{Gl. 119) } \text{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{s + (r+s) \cos(\gamma + \delta) - n \cdot \sin(\gamma + \delta) - r \cos \gamma - p \cdot \sin \gamma}{n + (r+s) \sin(\gamma + \delta) + n \cos(\gamma + \delta) + p \cos \gamma - m - r \sin \gamma}$$

Für die Aufgaben 11), 12) und 13) erhält man nach Berechnung des zweiten Winkels aus Gl. 96)

$$\text{Gl. 120) } R = \frac{2s \cos \frac{\alpha}{2} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \delta\right) - 2r \sin^2 \frac{\delta}{2} - 2n \sin \frac{\alpha}{2} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \delta\right) - m \sin \gamma}{2 \sin \frac{\beta}{2} \sin\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right)}$$

0. Z. 14). Gegeben: R, r, zwei Winkel; gesucht n, m.

Gl. 95) gibt:

$$\text{Gl. 121) } n = \frac{(R+s) \cos \beta + (r+s) \cos(\gamma + \delta) - (R+r \cos \gamma + p \sin \gamma)}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right)}$$

dann folgt m aus Gl. 94).

0. Z. 15). Gegeben: R, m, zwei Winkel; gesucht r, n.

Aus Gl. 96) und 97) erhält man:

$$\text{Gl. 122) } r = \frac{2R \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} + m \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right) - p \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \delta\right)}{2 \sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\alpha - \delta}{2}}$$

0. Z. 16). Gegeben: R, n, zwei Winkel; gesucht r, m. r folgt aus Gl. 116).

0. Z. 17). Gegeben: r, m, zwei Winkel; gesucht R, n.

Aus Gl. 94) und 95) erhält man:

$$\text{Gl. 123) } R = \frac{2r \sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\alpha - \delta}{2} + p \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \delta\right) - m \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right)}{2 \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}}$$

0. Z. 18). Gegeben: r, n, zwei Winkel; gesucht R, m.

Aus Gl. 95) erhält man:

$$\text{Gl. 123) } R = \frac{2r \sin \frac{\delta}{2} \cos \frac{\alpha - \delta}{2} + p \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \delta\right) - m \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \beta\right)}{2 \sin \frac{\beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}}$$

sechs Weichen auch behandelt werden.

(Schluß folgt.)

Vielachsige, bogenläufige Lokomotive mit lenkbaren Endachsen, Bauweise Klien-Lindner.

Lindner, Oberbaurat in Dresden.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel 46.

(Aus dem Nachlasse des Geheimen Baurates a. D. Klien.)

1. Anordnung.

(Abb. 1, Taf. 46 und Textabb. 1.)

Die bekannte, bislang vielfach an C-, D- und 1 D-Lokomotiven ausgeführte lenkbare Kuppelachse, von Klien-Lindner*) bestehend aus einer in gebräuchlicher Weise gelagerten und abgefederten Kernachse und einer die Räder tragenden, um einen kugeligen Mittelkropf der Kernachse schwingenden und auf der Kernachse verschiebbaren Hohlachse, die von der Kernachse durch einen das Kugelgelenk durchdringenden Querzapfen angetrieben wird, hat neuerdings auch an den Endachsen vielachsiger, bogenläufiger Lokomotiven Verwendung gefunden. Diese nach gegebenem Vorentwurfe und unter steter Mitwirkung des Vorstandes des maschinentechnischen Büros der sächsischen Staatsbahnen, Oberbaurat Lindner, bei R. Hartmann in Chemnitz durchgearbeiteten und ausgeführten Lokomotiven (Abb. 1, Taf. 46 und Textabb. 1) weisen zwei lenkbare Endkuppelachsen, oder Laufachsen a_1, a_2 , zwei diesen Endachsen benachbarte unverschiebbar gelagerte Triebachsen c_1, c_2 und zwei bis vier mittlere Kuppelachsen b_1, b_2 mit Verschieblichkeit in den Lagerstellen, oder auf unverschiebbar gelagerten Kernachsen von diesen angetriebene verschiebbare Hohlachsen auf. Mit Ausnahme der etwa verwendeten lenkbaren Laufachsen sind alle Achsen im Haupttrahmengestelle gelagert. Der Antrieb der Achsen erfolgt zweckmäßig, nach zwei Gruppen getrennt, von der Mitte der Lokomotive aus, bei Dampflokomotiven unter Zusammenbau der Zylinder auf jeder Lokomotivseite, doch können die beiden Achsengruppen auch durch von einander getrennte, beliebig angeordnete Maschinen oder bei Aufgabe der Gruppentriebe nur durch eine Maschine angetrieben werden. Die Hohlachsen haben keine inneren Rückstellfedern und sind, wie auch die an ihrer Stelle verwendeten Laufachsen, in Deichseln gelagert, die um Kugelzapfen in der Mittellinie der Lokomotive schwingen. Ausschlag v und Schwingungshalbmesser l dieser Deichseln stehen in solchem Verhältnisse zu einander, daß die im Bogen voran laufende lenkbare Achse stets über die Richtung nach dem Mittelpunkte hinaus gedacht liegt. Die Deichseln schwingen im Sinne der Bewegung der Hohlachse durch ein sie nicht zwangweise verbindendes, abgefedertes Kreuzgestänge in entgegengesetzter Drehrichtung aus. Die in jede Deichsel mit Voranspannung eingesetzten Federn wirken bei jedem Deichselausschlage gleichzeitig.

Die neue Bauweise eignet sich für Dampf- und elektrische Lokomotiven. Bei letzteren können die Achsgruppen auch bei Hochlage der Triebmaschinen einander erheblich genähert werden, was bei vier Achsen in jeder Gruppe wünschenswert erscheint.

2. Lage der einzelnen Achsen in den Gleisbogen.

(Abb. 2 bis 4, Taf. 46)

Die bei Anordnung der Dampfzylinder in der Mitte der Lokomotive in erheblichem Abstände unverschiebbar gelagerten Achsen

c_1, c_2 führen die Lokomotive bei spiefseckiger Lage ihres Abstandes in flachen Bogen bis zum Erreichen des als zulässig angenommenen Radanschneidwinkels von etwa 1° der voran laufenden, unverschiebbar gelagerten Achse c_1 an der Aufsenschiene. Die Verschieblichkeit der mittleren Achsen b_1, b_2 ist für das Selbstspuren der voran laufenden Achse b_1 an der Aufsenschiene für diese flachen Bogen bemessen. In diesen schlägt die voran laufende Lenkachse a_1 , zunehmend mit der Krümmung, zwangweise um einen Teil V_t ihres ganzen Ausschlages V aus (Abb. 2, Taf. 46). Die Voranspannung der zwischen Kreuzgestänge und Deichseln der Lenkachsen eingesetzten Federn wird hierbei zunächst überwunden und unter Weiterspannung dieser Federn auch die nachfolgende Lenkachse zum Ausschlage gebracht. Der Rest V_r des ganzen Ausschlages bleibt für die Einwärtsbewegung der über die Richtung nach dem Mittelpunkt hinaus liegenden Achse a_1 , sobald diese die Weiteranspannung der Federn bewirkt und die nachlaufende Lenkachse a_2 hierdurch in erhöhtem Maße zum Ausschlage bringt. Wenn bei den an der Aufsenschiene laufenden Rädern der drei voran laufenden Achsen a_1, c_1 und b_1 das Rad der unverschiebbar gelagerten Achse c_1 den als zulässig angenommenen Anschneidwinkel erreicht hat (Abb. 3, Taf. 46), übernimmt in schärferen Bogen die Lenkachse a_1 in zwangweise voll ausgeschlagener Lage die vordere Führung des Fahrzeuges und die Räder der beiden ihr folgenden Achsen c_1 und b_1 werden zunehmend mit der Schärfe des Bogens von der Aufsenschiene ferngehalten (Abb. 4, Taf. 46).

In allen flacheren Bogen (Abb. 2, Taf. 46) spurt das Rad der nachlaufenden, unverschiebbar gelagerten Achse c_2 mit einem dem Spielskantlaufe entsprechenden kleinern Winkel an der Innenschiene, als das Rad der voran laufenden, unverschiebbar gelagerten Achse c_1 an der Aufsenschiene. In allen schärferen Bogen (Abb. 4, Taf. 46), in denen die voran laufende, unverschiebbar gelagerte Achse c_1 nicht mehr spurt, wächst dagegen der Anschneidwinkel des Rades der nachlaufenden, unverschiebbar gelagerten Achse c_2 mit Zunahme der Schärfe des Bogens und erreicht die zugelassene Größe in dem vorausgesetzten schärfsten Bogen.

3. Wirkung des abgefederten Kreuzgestänges.

Wäre das die Deichseln der Lenkachsen verbindende abgefederte Kreuzgestänge nicht vorhanden, so würde der Spurdruk der Achse c_2 in allen Bogen dem vollen, zur steten Verschiebung der Achse erforderlichen Spurdruk gleich sein. Durch das abgefederte Kreuzgestänge wird aber mit dem Ausschlagen der voran laufenden Lenkachse a_1 auch das entgegengesetzt gerichtete Ausschlagen der folgenden Lenkachse a_2 kräftig unterstützt, die hierdurch unter Annäherung ihres Innenrades an die Innenschiene in eine Richtung über die nach dem Mittelpunkte hinaus gelangt. Wegen Überwiegen seines Laufkreises sucht dann das Innenrad vorzulaufen und die Lenkachse, hier die Hohlachse um den Kugelkropf der Kernachse, die lenkbare Laufachse um die Laufstelle ihres Aufsensrades

*) Organ 1915 S. 346.

zu drehen, welches Drehbestreben durch das Nachlaufen ihres Aufsensrades auf zu kleinem Laufkreise unterstützt wird. Die Folge hiervon ist ein starker, nach aufsen gerichteter Druck auf den Drehzapfen der Deichsel der nachlaufenden Lenkachse a_2 , der sich durch das Hauptrahmengestell auf die benachbarte nachlaufende, unverschiebbar gelagerte Achse c_2 überträgt, sodafs sich der aus der steten Verschiebung der Achse c_2 stammende Spurdruk des Rades dieser Achse an der Innenschiene erheblich abmindert und bis zum Loslösen des Flansches von der Schiene führen kann. Die Stellung der Achse a_2 über die Richtung nach dem Mittelpunkte hinaus ist in den Abb. 2 bis 4, Taf. 46 nicht aufgenommen, die Achse a_2 daher nachschleppend in der Richtung nach dem Mittelpunkte gezeichnet.

4. Laufwiderstand und Abnutzung von Radreifen und Schienen.

Als Vergleichmafsstab für den Laufwiderstand in Bogen und der Abnutzung von Radreifen und Schienen gegenüber anderer Bauweisen, kann nach von Helmholtz die Summe der Vervielfältigung des Spurdrukkes mit dem Sinus des Anschneidwinkels der Räder der stetig von den Schienen zu verschiebenden Achsen angesehen werden. Die Verfolgung von Spurdruk und Anschneidwinkel der von den Schienen stetig zu verschiebenden Achsen läfst nun erkennen, dafs die ange-

gebene Summe für die vielachsige Bogenlokomotive nur eine sehr mäfsige ist, und gegen die anderer vielachsiger Lokomotiven erheblich zurücksteht.

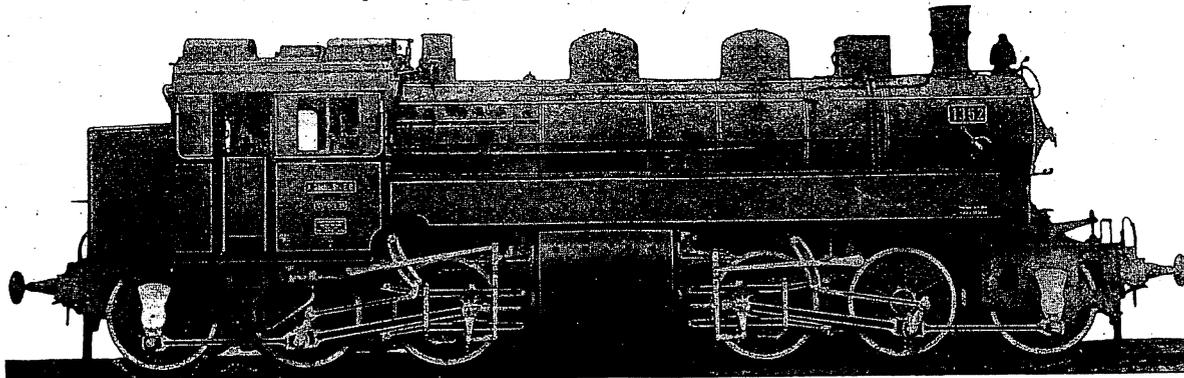
5. Vorteile der Bauweise Klien-Lindner.

Der große Abstand der mittleren Achsen und die reichliche Entfernung der anderen Achsen von einander gewährleisten eine erheblich geringere Beanspruchung des Gleises gegenüber Lokomotiven anderer Bauweisen mit mehr, als drei gekuppelten Achsen, die nahe aneinander stehen und im Hauptrahmengestelle gelagert sind.

Durch Lagerung aller Achsen im Hauptrahmengestelle verbleibt für den Kessel bei größerer Einfachheit der Bauweise ein erheblich größerer Teil des Gewichtes, als bei den hinsichtlich der Befähigung zum Bogenlaufe vergleichbaren Lokomotiven mit Triebdrehgestellen und derselben Zahl an Achsen im Ganzen.

Die Anordnung der Achsen in zwei gesondert angetriebenen Gruppen vermindert gegenüber anderen Bauweisen mit fünf oder sechs gekuppelten Achsen den Eigenwiderstand der Lokomotive erheblich, vermeidet die mit der vielfachen Kuppelung verbundenen Schwierigkeiten in Erhaltung der regelrechten Lage der Achsen und der hieraus folgenden starken Abnutzung der Kuppelzapfen und Stangenlager, sowie den Ausgleich der Massenwirkung schwerer Kolben- und Kurbelstangen.

Abb. 1. C + C. II. T. \mathbb{F} -Tenderlokomotive der sächsischen Staatsbahnen.



Die Anordnung der Achsen in zwei Gruppen und der große Abstand der Gruppen gestattet deren getrennten Antrieb von der Mitte der Lokomotive aus, den Fortfall schwerer nach vorn und hinten überhängender Massen, sowie den Zusammenbau der Zylinder jeder Lokomotivseite, sodafs gegenüber getrennt angeordneten Zylindern eine Abminderung der Wärmeverluste herbeigeführt wird.

Die Anordnung von zwei getrennten Antrieben ermöglicht die Verbundanordnung, bei der die Niederdruckzylinder noch innerhalb der Umgrenzung für die Lokomotive bleiben, während dies beim Niederdruckzylinder nur einer zum Antriebe beider Achsgruppen dienenden II. \mathbb{F} -Lokomotive nicht zu erreichen sein würde.

Der geringe Laufwiderstand, der sich daraus ergibt, dafs die Räder der lenkbaren Endachsen die Schienen überhaupt nicht, die der unverschiebbar gelagerten Achsen höchstens bei dem zugelassenen mäfsigen Winkel und die mittleren, nur verschiebbaren Achsen unter sehr kleinem Winkel anschneiden. Bei keiner der mit ihrem Rade an die Schiene schneidenden Achsen wird der zur eigenen steten Verschiebung erforderliche

Spurdruk überschritten; bei der voran laufenden, unverschiebbar gelagerten Achse wird er in schärferen Bogen vielmehr vollständig aufgehoben, bei der nachlaufenden, unverschiebbar gelagerten Achse in allen Bogen mindestens erheblich abgemindert.

Der Antrieb durch vier Zylinder ist ohne Verwendung von Kropfachsen oder Triebgestellen ermöglicht.

6. Ausgeführte Lokomotiven der neuen Bauweise.

Die ersten, Mitte 1916 von den sächsischen Staatsbahnen beschafften Lokomotiven dieser Art (Textabb. 1) sind C + C. II. T. \mathbb{F} -Tenderlokomotiven mit den nachstehenden Hauptabmessungen.*)

Durchmesser des Hochdruckzylinders d	440 mm
» » Niederdruck- » d_1	680 »
Kolbenhub h	630 »
Durchmesser der Triebräder D	1400 »
Achsstand der um 26 mm aus der Mittel- lage verschiebbaren mittleren Achsen	4000 »

*) Erhöhung des Raddrukkes um etwa 0,4 t, hiermit des Dienstgewichtes auf 97 t und darüber gestattet günstige Vergrößerung der Rostfläche, der Heizfläche und Vorräume.

Achsstand der unverschiebbar gelagerten Achsen	7500 mm
Achsstand der um 37 mm aus der Mittellage schlagenden lenkbaren Kuppelachsen	11100 »
Halbmesser der Schwingung der Endachsenlenker	1100 »
Ganzer Vorspanndruck der Federn eines Lenkers	1800 kg
Ganzer Druck der Federn eines voll ausgeschlagenen Lenkers	2400 »
Rostfläche R	2,5 qm
Heizfläche des Kessels $H=11,29+115,91=$	127,2 »
» des Überhitzers H_0	40,9 »
Dampfüberdruck p	15 kg/qcm
Leergewicht G	74,6 t
Dienstgewicht G_1	92,2 »
Zugkraft $Z=0,01 \cdot 15 \cdot 44^2 \cdot 63 : 1400=$	13,2 »
Zugkraft Z_1 aus 16,7% Reibung	15,4 »
Zugkraft Z_2 am Zughaken	15,8 »
Wasservorrat	8,5 cbm
Kohlevorrat	2,2 t
Größte zulässige Geschwindigkeit	70 km/st.
Kleinster zulässiger Halbmesser der Bogen auf freier Strecke	170 m
Verhältnis H : R	50,8 qm/qm
» H : G_1	1,38 qm/t
» Z : H	103,5 kg/qm
» Z_1 : G_1	167 kg/t.

In schlanken Bogen mit mehr als 293 m Halbmesser läuft die voran laufende Hohlachse in kaum merkbarer Schlangelinie von etwa 40 m Wellenlänge. Die lenkbaren Endachsen a_1 und a_2 (Abb. 1 bis 5, Taf. 46) spüren nicht, wohl aber die voran laufende, unverschiebbar gelagerte Achse c_1 bei einem durch den Federgegendruck der ausgelenkten Endachse a_1 verminderten Spurdrucke, die mittleren verschiebbaren Achsen b_1

an der Aufsenschiene mit einem Anschneidwinkel unter 40' und die nachlaufende, verschiebbare Achse b_2 an der Innenschiene mit höchstens 7' Anschneidwinkel. Ebenso spurt an der Innenschiene die nachlaufende, unverschiebbar gelagerte Achse c_2 mit höchstens 28' Anschneidwinkel, jedenfalls aber mit stark abgemindertem Drucke, weil die nachlaufende Lenkachse nach dem Mittelpunkte gerichtet läuft. In Bogen von etwa 293 m Halbmesser tritt in der dargelegten Weise der Wechsel in der vordern Führung der Lokomotive ein. In Bogen unter 293 m Halbmesser spurt die voran laufende Lenkachse a_1 an der Aufsenschiene unter höchstens 35' ablaufend, als über die Richtung nach dem Mittelpunkte hinaus gestellt. Die nachlaufende Lenkachse a_2 läuft nach dem Mittelpunkte gerichtet, die voran laufende, unverschiebbar gelagerte Achse c_1 und die voran laufende der beiden mittleren Achsen b_1 spüren nicht, wohl aber die nachlaufende, verschiebbare Achse b_2 mit höchstens 29', und die nachlaufende, unverschiebbar gelagerte Achse c_2 mit höchstens 62' Anlaufwinkel, letztere bei Richtung der nachlaufenden Lenkachse a_2 nach dem Mittelpunkte mit stark abgemindertem Drucke.

Der Lauf der Lokomotive ist bei der angegebenen Höchstgeschwindigkeit durchaus ruhig und in Gleisbogen wesentlich leichter, als der von E-Lokomotiven mit teilweise verschiebbaren Achsen. In den zwanzig Monaten ihrer bisherigen Verwendung im regelmäßigen Schlepplienste ergaben die Lokomotiven beachtenswerte Leistungen. Probefahrten auf einer Gebirglinie mit vielen Bogen von 170 m Halbmesser, für die die Lokomotiven gebaut sind, und vor einem schweren Reisezuge auf einer Hauptlinie mit Steigungen bis 25‰ führten zu Ergebnissen, die ebenfalls sehr befriedigten. Die Spurkränze der Radreifen sind ohne Schmierung auf bisher 40 000 km Laufänge nur mäßig angelaufen, so daß sie lange Betriebsdauer verheissen, weil ihr Abdrehen von der Abnutzung der Spurkränze fast unabhängig ist.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Erweiterung des bulgarischen Eisenbahnnetzes.

(Deutsche Levante-Zeitung, Juni 1918, 8. Jahrgang, Nr. 12, S. 357.)

Das bulgarische Eisenbahnministerium beabsichtigt eine großzügige Erweiterung des bulgarischen Eisenbahnnetzes, die entlegenen Punkte des Reiches sollen Anschluß erhalten.

Die Kosten der neuen Linien betragen nach dem Voranschlage rund 4,8 Millionen \mathcal{A} , die durch Anleihen aufgebracht werden sollen. Die Bauzeit wird auf drei bis vier Jahre veranschlagt. Zunächst ist der Neubau der Strecken von Tultscha nach Obrid und von Viddin nach Kawalla vorgesehen.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Sicherungen der Scherzer-Wippbrücke über den Trent bei Keadby.

(J. B. Ball, Engineering 1918 I, Bd. 105, 15. Februar, S. 172 und 1. März, S. 225, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 7 auf Tafel 47.

Für den Betrieb der Signale und Weichen auf der ungefähr 3,5 km langen Strecke von Canal-Junction auf der Westseite bis Gunhouse-Junction auf der Ostseite des Trent und der Vorrichtungen zum Schutze der Scherzer-Wippbrücke über den Trent bei Keadby*) dient ein Stellwerk im Wärterhause der Brücke auf deren Ostseite beim hinteren Ende

des beweglichen Überbaues (Abb. 1, Taf. 47). Beide Gleise leiten Gleisstrom, die Stromkreise über den beweglichen Überbau haben besondere Schließfer. Die Bahn steigt nach der Brücke von Westen mit 1:270, von Osten mit 1:200. Als Schutz gegen Überfahren der Signale bei geöffneter Brücke dienen Sandweichen in beiden Gleisen.

Bevor der Verkehr auf der Brücke frei gegeben werden kann, muß der bewegliche Überbau am vordern Ende verriegelt, gleiche Richtung und Höhenlage seiner Schienen**) mit denen der festen Überbauten dadurch gesichert werden,

*) Organ 1918, S. 126.

**) Organ 1918, S. 257.

dafs sie am vordern und hintern Ende rechtwinkelig verbolzt, und diese Verbolzung angezeigt werden.

Die Strafsse verschliefst ein Paar elektrisch bewegter Tore am östlichen, ein von Hand bewegtes am westlichen Ende. Handbetrieb ist für dieses ungefähr 60 m vom Brückenhaufe entfernte Tor wegen des zu gewissen Jahreszeiten herrschenden Nebels vorgesehen. Die Tore an beiden Enden werden durch vom Stellwerke elektrisch gesteuerte Riegel verschlossen und entriegelt. Durch elektrische Glocken auf den Zufahrten und durch farbige Lichter wird der Verkehr auf der Strafsse und auf dem Flusse bezüglich der Lage der Brücke verständigt; tags dient ein Kugelsignal für den Fluss.

Um die Brücke für Schiffe zu öffnen, wird zunächst der Hebel für die Glockensignale der Strafsse bedient, die Glocken läuten so lange, bis die Tore fast geschlossen sind. Die Warnsignale werden bei Nacht beleuchtet, so dafs sie »Gefahr« zeigen. Der Hebel für die Warnsignale entriegelt den Hebel zur Steuerung der Torriegel, der dann gezogen wird. Dieser entriegelt den Hebel zum Bewegen der östlichen Tore. An der Bude des Torwärters ertönt auch eine Glocke, um diesen zum Schliessen seines Tores aufzufordern. Durch das Schliessen der Tore werden die Stromschliesser der Tore geschlossen, und durch Zurücklegen des Steuerhebels der östlichen Tore in die Grundstellung wird der Hebel für die Torriegel als Rückmeldung richtigen Arbeitens selbsttätig in die Endstellung weiter bewegt. Darauf werden die beiden Sandweichen-Hebel gezogen, ihr Hub als Rückmeldung der richtigen Stellung der Sandweichen selbsttätig vollendet. Dies bewirkt die Entriegelung der beiden Hebel für die Schienen-Anzeiger an den beiden Enden des beweglichen Überbaues, Abb. 2, Taf. 47 zeigt die Vorrichtung für den Schienen-Anzeiger am vordern Ende. Die Bewegung des Hebels bewirkt zuerst das Zurückziehen des Anzeigerbolzens A und das Öffnen der Stromkreise durch die Stromschliesser B der Brücke, die durch die Verbindung C einer schwingenden Welle betätigt werden. Darauf werden die Schienenbolzen D, E, F, G durch die Verbindung H einer schwingenden Welle von den Enden der Schienen zurück gezogen, die Endbewegung des Anzeigerbolzens A meldet die richtige Umstellung der Schienenbolzen, und die Triebmaschine erzeugt Arbeitstrom, der den Hub des Hebels als Rückmeldung selbsttätig beendet. Eine gleiche Vorrichtung ist für den Schienen-Anzeiger am hintern Ende des beweglichen Überbaues vorgesehen. Sobald die beiden Hebel für die Schienen-Anzeiger richtig gearbeitet haben, wird der Hebel für den Brückenriegel entriegelt. Das Ziehen dieses Hebels bewirkt das Schliessen eines Stromkreises zur Betätigung einer Reihe von Stromschliessern im Stellwerke, durch deren Anschläge Strom nach der Triebmaschine zum Zurückziehen des Brückenriegels fließt. Nach richtigem Arbeiten der Teile erhält der Hebel eine selbsttätige Bewegung als Rückmeldung. Die letzte Vorrichtung vor dem Öffnen der Brücke ist das Ziehen eines durch das richtige Arbeiten des Hebels für den Brückenriegel entriegelten Haupthebels. Hierdurch wird ein Magnetschalter erregt, durch dessen Anschläge der Strom für die Triebmaschinen der Brücke nach den Stromschliessern des Steuerhalters fließt; zugleich wird ein elektrischer Verschluss auf

dem Hebel des Steuerhalters geöffnet. Sobald dieser Hebel aus der Grundstellung bewegt wird, wird der Haupthebel in der gezogenen Stellung verschlossen. Bevor das Stellwerk wieder gebraucht werden kann, muss der Haupthebel in die Grundstellung zurück gelegt werden; dies kann nur geschehen, wenn der bewegliche Überbau auf seine Auflager gesenkt ist und ein Stromschliesser am vordern Ende dieses Überbaues in Reihe mit anderen Stromschliessern am Verschlusse des Steuerhalters geschlossen ist. Letztere Stromschliesser dienen zum Verschliessen des Steuerhalters in der Grundstellung. Um die Brücke für regelrechten Verkehr zu schliessen, werden die erwähnten Hebel in umgekehrter Reihenfolge bewegt.

Das Stellwerk für 28 Hebel hat sechs Hebel für die Signale beider Gleise, zwei für die Sandweichen, zwei für elektrische Riegelverschlüsse der Hebel der von Hand gestellten Weichen einer nach einem Anschlussgleise führenden Verbindung, zwei für die Schienen-Anzeiger, einen für den Brückenriegel, einen Haupthebel, je einen für die Strafsen-Warnsignale, Torriegel und Flufssignale, 11 Hebelstellen sind verfügbar. Abb. 3 und 4, Taf. 47 zeigen das Stellwerk mit Weglassung des Gehäuses. Das Gestell besteht aus gufseisernen Pfosten, vorderen und hinteren Verbindungstücken und ist zusammen mit den Verschlusskästen in Abschnitten für vier oder acht Hebel gebaut. Die Hebel-Gufsstücke sind in 762 mm Teilung an die Verbindungstücke geschraubt. Auf der Decke einiger Hebel sind elektrische Verschlüsse angebracht, die in Nuten in der obern Kante des Hebelschiebers greifen. In den Stromkreis jedes Hebels ist ein Dauer-Magnetschalter aus weichem Eisen auf einer Längsplatte hinten am Gestelle eingeschaltet, um fremde oder verirrte Ströme anzuzeigen. In den Stromkreis jedes Weichenhebels ist ein Schaltmagnet als Rückmelder hinten am Gestelle eingeschaltet. Dieser besteht aus zwei Elektromagneten für Arbeit- und Ruhe-Stellung und einem Anker.

Über dem Stellwerke befindet sich ein Gleisplan mit den durch verschiedene Farben angedeuteten Gleisstromkreisen. In der Mitte jedes Abschnittes ist ein Anzeiger mit einer roten und einer weifsen Scheibe befestigt, die durch Elektromagnete betätigt werden. Die erregte Grundstellung dieser Anzeiger zeigt weifs bei unbesetztem, die stromlose Stellung rot bei besetztem Gleise oder Versagen des Stromes.

Dafs der selbsttätige Schluss der Bewegung jedes Hebels zur Rückmeldung und zur Entriegelung des folgenden Hebels dient, wurde bei der Aufführung der einzelnen Hebel oben besprochen. Die Rückmeldung geschieht durch Arbeitstrom der Triebmaschine der in richtige Stellung gebrachten und verriegelten Vorrichtung, er verhütet von einer Kreuzung der Drähte des Stromkreises herrührende falsche Rückmeldung. Der Hebelbalken A (Abb. 5, Taf. 47) für eine Sandweiche hat beispielweise einen Daumenschlitz B, der die Bewegung auf einen Daumen zur Bedienung der Riegel überträgt. Durch den Schlitz C mit rechten und linken Daumenflächen D und E erhält der Hebel einen selbsttätigen Rückmeldehub von einem Solenoid-Magneten F, dessen Triebstange eine Rolle G trägt, die auf die geeigneten Daumenflächen D oder E für Arbeit- oder Grund-Stellung wirkt. Eine Verlängerung des Hebel-

balkens trägt einen stromdicht getrennten Stromschließer H, der mit zwei Paaren von Federanschlägen K, K' und L, L' für Grund- und Arbeit-Stellung Stromschluß herstellt. Ein an den Hebel geschraubter Bolzen M arbeitet in einem Schlitz N einer beweglichen Platte O mit einem stromdicht getrennten Stromschließer P, die während des Endteiles der Bewegung des gezogenen Hebels durch den Bolzen M bewegt wird, wodurch der Stromschließer P mit dem festen Federanschlage Q zum Rückmelden Stromschluß herstellt. Diese Anschläge werden auf dem selbsttätigen letzten Teile der Bewegung des Hebels in Arbeit- oder Grund-Stellung geöffnet. Das Triebwerk der Weiche wird durch eine Hauptstrom-Triebmaschine von 110 V getrieben.

Um die Weiche umzulegen, wird der Hebelbalken A um den ersten Teil seines Hubes, ungefähr 5 cm, gezogen; dieser Hub wird durch die gegen den senkrechten Absatz R des wagerechten Schlitzes C stoßende Rolle G der Triebstange des Solenoides begrenzt. Er bewirkt die erste Betätigung der mechanischen Verriegelung durch den Daumenschlitz B, Herstellung des Stromschlusses der Anschlagfedern L, L' für die Arbeit-Stellung durch den Stromschließer H und der Anschlagfedern Q zum Rückmelden durch den Stromschließer P. Der Stellstrom fließt vom Stromspeicher durch die Spule des Sicherheit-Magnetschalters 1 (Abb. 6, Taf. 47), der die Öffnung des örtlichen Stromkreises zum Rückmelden durch die Anschlagfedern 21 und 22 sichert, Spule 3 des Magnetschalters zum Rückmelden, der Stromschluß mit den Federn 4 und 5 herstellt, Anschlagfeder 6 für die Arbeit-Stellung, Draht 7, Spule 8 des Polwechselfers, Anschlag 9 und gemeinsamen Hauptdraht 10 zurück nach dem Stromspeicher, er schließt so den einen Zweig eines Stromkreises, um die Anschläge 11 des Polwechselfers in der gezeigten Stellung zu halten. Der zweite Zweig des Stromkreises geht von Draht 7 durch den Anschlag 12, Anker 13 der Triebmaschine, Anschlag 14, Feldspule 15 und gemeinsamen Hauptdraht 10 zurück nach dem Stromspeicher. Das Schließen dieses Stromkreises setzt die Triebmaschine in Gang. Die Weiche wird entriegelt, umgelegt und verriegelt. Am Ende des Ganges wird der Polwechsler in die entgegengesetzte Stellung gebracht; hierdurch wird der die Triebmaschine treibende Stromkreis geöffnet, der Sicherheitmagnet 1 stromlos. Der Weiterlauf der Triebmaschine erzeugt einen vorübergehenden Arbeitstrom im Stromkreise zum Rückmelden vom Anker 13 der Triebmaschine durch Anschlag 16 des Polwechselfers, Feldspule 15, Rückleitung 10, Dauer-Magnetschalter 17, Spule 18 des Sicherheit-Magnetschalters, Anschläge 4 und 5 des Magnetschalters zum Rückmelden, Anschlag 19 für die Arbeitstellung und Draht 20 nach dem Anker der Triebmaschine. Hierdurch wird der Anker 23 angezogen, um die Anschlagfedern 21 und 22 zu schließen, wodurch ein örtlicher Stromkreis vom Stromspeicher durch die Anschlagfedern 21 und 22 des Sicherheit-Magnetschalters, Federanschlag N des Rückmelders, Solenoid-Magnet 24 zurück nach dem Stromspeicher geschlossen wird. Dieser Stromkreis erregt den Solenoid-Magneten, die Rolle G der Triebstange (Abb. 5, Taf. 47) gibt, auf die Daumenfläche D des Schlitzes C des Rückmelders wirkend, dem Hebelbalken einen selbsttätigen Hub,

wodurch der Hub des Verriegelungsdaumens durch den Daumenschlitz B vollendet wird, und öffnet auch den örtlichen Stromkreis zum Rückmelden an den Anschlagfedern N. Um die Weiche in die Grundstellung zurück zu legen, findet eine ähnliche Reihenfolge von Bewegungen statt. Draht 20 für Rückmeldung der Arbeitstellung wird Stelldraht für die Grundstellung, Stelldraht 7 für die Arbeitstellung wird Rückmeldedraht; die selbsttätige Bewegung des Hebels bei der Zurückführung in die Grundstellung erfolgt durch Erregung des Solenoid-Magneten 24, wodurch dessen Triebstange betätigt wird, deren Rolle G auf die Daumenfläche E des Schlitzes C des Rückmelders wirkt.

Für den Schutz der Durchfahrt sind ein Stromöffner mit roter Lampe und ein Dauer-Magnetschalter auf der Schalttafel vorgesehen (Abb. 7, Taf. 47). Durch die Spulen dieses Magnetschalters fließen alle Stellströme in einer Richtung, um geschlossenen Anschlag zu erhalten, während fremde und verirrte Ströme in den Stelldrähten in entgegengesetzter Richtung durch den Magnetschalter fließen und Öffnung des Anschlages verursachen. Dieser offene Anschlag öffnet den Steuerstromkreis des Stromöffners für den Schutz der Durchfahrt, wodurch der Strom ausgeschaltet wird.

Auf dem westlichen Zwischenpfeiler der Brücke (Abb. 1, Taf. 47) ist ein festes rotes Licht angebracht. Auf dem zweiten Zwischenpfeiler von Westen zeigt eine 61 cm dicke Signalkugel auf der Spitze eines 7,62 m hohen Mastes bei Tage an, wenn die Brücke geöffnet werden soll. In der Mittellinie des Pfeilers befindet sich 1,83 m über dem Lichte am vordern Ende des beweglichen Überbaues ein rotes Licht, das grün wird, wenn der Hebel zuerst gezogen wird, und weiß durch einen Anschlag am Grenzscharter, wenn der Überbau die Stellung unter 45° erreicht hat. Das Licht am beweglichen Überbaue ist weiß, aber in der gesenkten Grundstellung des Überbaues durch einen roten Glasschirm bedeckt, es zeigt nur weiß, wenn die Brücke geöffnet wird oder ist. Auf dem Pfeiler am hintern Ende des beweglichen Überbaues sind zwei feste rote Lichter angebracht.

Der Lichtstrom fließt in der Grundstellung des Hebels durch die hinteren Anschläge zweier stromloser Magnetschalter A und B. Wenn der Hebel gezogen wird, erregt der umgesteuerte Strom den Magnetschalter A und zeigt zugleich ein Signal »Auf« für den Wärter des Kugelsignales. Der Lichtstrom fließt jetzt durch die vorderen Anschläge des Magnetschalters für die grünen Lampen. Eine Abzweigung des umgesteuerten Stromkreises geht nach einem Anschlage am Grenzscharter des beweglichen Überbaues, und sobald der Strom bei dessen Stellung unter 45° geschlossen wird, wird der Magnetschalter B erregt, der Strom gewendet, um weiß zu zeigen. Das weiße Licht auf dem Pfeiler mit dem weißen Lichte an dem geöffneten Überbaue und die beiden festen roten Lichter auf dem Pfeiler am hintern Ende des beweglichen Überbaues zeigen dem Flußverkehre bei Nacht an, daß die Fahrinne frei ist. Wird der Hebel in die Grundstellung gebracht, so wird das rote Licht auf dem Pfeiler gezeigt und das Signal für den Wärter des Kugelsignales von »Auf« in »Ab« verwandelt. Wenn der Überbau ganz gesenkt ist, wird das weiße Licht am vordern

Ende mit rot bedeckt. Speicherstrom für den Magneten und Anschlag zum Rückmelden, die Stell-Anschläge des Hebels für die Grundstellung, die hinteren Anschläge B und A, der Anschlag des Kugelsignales für die Grundstellung vollendet selbsttätig den Hub des Hebels.

Der Strom von 110 V für die Sicherung wird einer Hälfte des Hauptstromspeichers von 220 V für die Stromversorgung der Triebmaschinen entnommen. Stromspeicher dienen zur Speisung der Signal- und Licht-Leitungen. Die Gleis- und die niedrig gespannten Stromkreise auf der Ostseite der Brücke werden von einem Stromspeicher von 14 Zellen im Speicherhause gespeist. Zwei Stromspeicher auf der Westseite der Brücke liefern Strom von 110 V für die Straßenbeleuchtung und von 25 V für die Gleis- und die niedrig gespannten Stromkreise auf der Westseite der Brücke. Eine Petroleum-Maschine von 25 PS, die Stromerzeuger von 37 V, 175 V und 110 V auf einer Welle treibt, ladet die Stromspeicher.

Stell- und Steuer-Drähte sind in Leitungen tunlich in den 1,83 m weiten Zwischenraum der Gleise verlegt. Zwischen dem beweglichen Überbaue und dem Stellwerksgebäude sind biegsame Kabel verwendet, die bei geschlossener Brücke in Trögen aus Winkelleisen liegen, aus denen sie beim Öffnen der Brücke in schlanken Bogen gehoben werden. Die nicht bewegten Teile der Kabel sind am Brückenträger mit Klammern

befestigt. Die Drähte auf den festen Überbauten liegen in hölzernen Leitungen, die quer laufenden Teile zwischen den Schwellen in 76 cm weiten, mit Faserstoff verkleideten gußeisernen Rohren. An den Dehnstellen kann die Leitung durch schlaffen Draht enthaltende Kästen gleiten. Die Leitung auf den festen Überbauten ruht auf schmiedeeisernen, mit Kopfschrauben am Bauwerke befestigten Stützen. Drähte für Speise- und Rück-Leitung speisen die Gleisstromkreise von der Mitte aus. Drähte auf 33,5 m über Hochwasser hohen stählernen Masten verbinden die Stromkreise der Signale und Fernsprecher auf beiden Seiten des Flusses bei geöffneter Brücke. B—s.

Eisenbahntunnel unter dem Sunde von Malmö.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Februar 1918, Bd. 62, Nr. 6, S. 70.

Ingeniör Ohrt hat schon vor dem Kriege den Plan zu einem Tunnel unter dem Sunde von Malmö nach Kopenhagen ausgearbeitet, der jetzt wieder aufgenommen ist. Von den beiden, durch die Insel Amager getrennten Abschnitten reicht der erste von Amager bis zur 5 km entfernten Insel Saltholm, der zweite, 31 km lange, von dieser Insel zum schwedischen Küstenorte Linkamm bei Malmö. Die Baukosten sollen etwa 100 Millionen Mark betragen.

O b e r b a u.

Schwellen aus bewehrtem Grobmörtel mit federnden Schienenstählen von Green und Moore.

(Engineering 1918 I, Bd. 105, 22. Februar, S. 191, mit Abbildungen.)
Hierzu Zeichnungen Abb. 8 bis 18 auf Tafel 47.

Die Ost-Indische Bahn in Britisch-Indien verwendet versuchsweise L. Green zu Haura und R. S. G. Moore zu Westminster geschützte Schwellen aus bewehrtem Grobmörtel mit federnden Schienenstählen. Abb. 8 bis 11, Taf. 47 zeigen die Schwelle mit Stuhl für Doppelkopfschienen, Abb. 12 bis 15, Taf. 47 den Stuhl für Breitfußschienen mit Weglassung der Bewehrung der Schwelle. Der Schienenstuhl besteht aus einer 102 mm breiten, 13 mm dicken stählernen Platte, er ist unmittelbar mit der Bewehrung der Schwelle verbunden. Diese besteht aus zwei durch eine Spurstange verbundenen Teilen. Die Bewehrung ist unter Berücksichtigung der Zugspannungen aus ungleichförmigem Stopfen und der unmittelbaren Zugspannungen aus den durch die Schenkel des Schienenstuhles auf den Grobmörtel übertragenen wagerechten Seitenkräften

angeordnet. In Abb. 8 bis 11, Taf. 47 sind e die unteren, f die oberen Zugglieder. Die unmittelbaren Zugspannungen vom Schienenstuhle werden durch die Glieder h und g, die aus den Biegemomenten in der Querrichtung durch die Glieder b aufgenommen. Hierzu kommen die oberen und unteren Glieder der Seitenrahmen d. Die Befestigung der Breitfußschienen auf dem Schienenstuhle geschieht durch einen Schraubenbolzen mit gevierter Mutter und Federplatte, die Mutter liegt dicht an der Spurstange, so daß sie sich nicht drehen kann. Die Spurstange wird für Doppelkopfschienen durch Keil und Gegenkeil, für Breitfußschienen ebenso oder gemeinsam mit der Schiene durch die die Zahl der losen Teile vermindernde Vorrichtung (Abb. 16 und 17, Taf. 47) am Schienenstuhle befestigt. Wenn die beiden Schienen als Leiter elektrischen Signalstromes stromdicht von einander getrennt werden sollen, können Spurstangen mit mittlern stromdichtem Stofse (Abb. 18, Taf. 47) verwendet werden. B—s.

B a h n h ö f e u n d d e r e n A u s t a t t u n g.

Drahtträger zum Stützen von Drähten unter Gleisen.

(Railway Signal Engineer 1918, Bd. 11, Heft 3, März, S. 69, mit Abbildung.)

Textabb. 1 zeigt einen Träger zum Stützen von Stelldrähten für Signale und Schranken in Kreuzungen mit den Abb. 1. Drahtträger.



Gleisen. Er besteht aus einem 305 mm langen Winkelleisen 51×51 mm, das an ein 660 mm langes Flacheisen von 13×57 mm genietet ist. In das Flacheisen wird je ein 16,5 mm weites Loch etwa 7,5 cm von beiden Enden gebohrt, so daß es mit 16 mm dicken Schrauben an den Schwellen befestigt werden kann. In das Winkelleisen werden 7 mm weite Löcher in ungefähr 5 cm Teilung gebohrt, durch die die Stelldrähte laufen. Die Abmessungen werden nach den örtlichen Bedingungen abgeändert. B—s.

Maschinen und Wagen.

2 C. IV. T. F. S-Lokomotive der englischen Großen Zentralbahn.

(Engineer 1918, Januar, Seite 28. Mit Abbildungen.)

Die erste dieser zur Beförderung schwerer Schnell- und Post-Züge dienenden, aber auch für Fisch- und Eilgut-Verkehr geeigneten Lokomotiven (Textabb. 1) wurde gegen Ende 1917 in den eigenen Werkstätten zu Gorton fertiggestellt.

Die Zylinder liegen in einer Reihe über dem Drehgestelle, die innen liegenden sind in einem Stücke gegossen und haben einen gemeinsamen Schieberkasten, zur Dampfverteilung dienen auf den Zylindern liegende Kolbenschieber mit innerer Einströmung für die Innen- und mit äußerer für die Außen-Zylinder; die Umsteuerung erfolgt durch Schraube. Die Kolben der Innenzylinder treiben die als Kurbelachse ausgebildete erste, die der Außenzylinder die mittlere Triebachse unmittelbar an. Äußere und innere Kurbel einer Seite sind um 180° gegeneinander versetzt. Eine aufsergewöhnliche Länge der äußeren Triebstangen wurde dadurch vermieden, daß man die Kolbenstangen der Außenzylinder verlängerte und in einer besonders kräftig aus Gußstahl hergestellten Stütze führte, an die die Gleitbahnen anschließen. Die übliche Verbindung der Gleitbahnen mit den hinteren Zylinderdeckeln fällt fort.

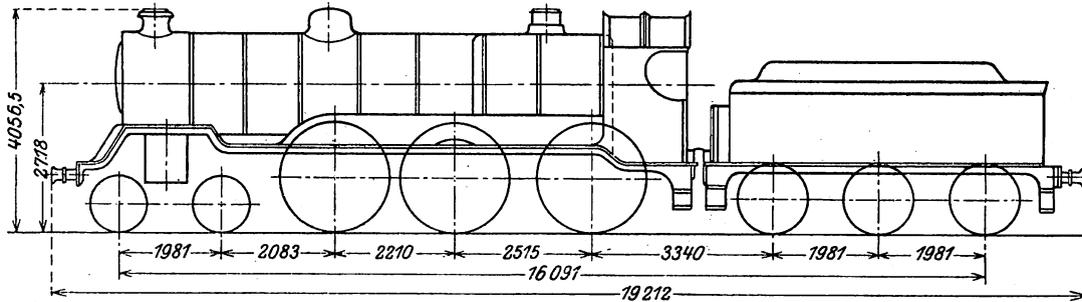
Das Drehgestell zeigt die Bauart der Eigentumsbahn ein seitlicher Ausschlag von 165 mm setzt die Lokomotive in den Stand, Gleisbogen bis zu 100,58 m Halbmesser anstandslos zu durchfahren.

Der Kessel gleicht dem der 2 C. II. T. F. S-Lokomotive*), der aus 16 mm starken Blechen hergestellte Langkessel besteht aus drei Schüssen, der Stehkessel hat eine flache Decke. Der Überhitzer nach Robinson hat 24 Glieder, der Dampfsammelkasten besteht aus Gußeisen, zu den vorderen Deckeln wurde Flußeisen verwendet. Zwei über den Deckeln liegende Dampfleitungen führen zu den Schieberkästen der Außen-, zwei unterhalb liegende zu denen der Innen-Zylinder. Alle Dampfrohre bestehen aus Flußeisen und sind nahtlos. Weder Überhitzerklappen noch Zugverzögerer sind vorgesehen, nach dem Schließen des Reglers wird der Inhalt des Dampfsammelkastens und der Überhitzerrohre in das Blasrohr gesogen.

Zu der Ausrüstung gehören zwei selbstanziehende Dampfstrahlpumpen; eine auf alle Triebräder wirkende Dampfbremse, bei deren Inangsetzung die Saugebremse des Zuges selbsttätig eingeschaltet wird; ein im Führerhause aufgestellter

*) Organ 1918, S. 443.

Abb. 1. 2 C. IV. T. F. S-Lokomotive der englischen Großen Zentralbahn.



»Intensifore«-Sichtöler, der das Öl unter 19 at Druck in zwei Verteiler preßt, die, einer an jeder Seite des Führerstandes, das Öl durch sechs Auslässe den Achslagern der unmittelbar angetriebenen Achsen, den Schieberkästen und den Zylindern zuführen; mit einer »Reliostop« genannten Vorrichtung zum selbsttätigen Anhalten des Zuges.

Der dreiachsige Tender zeigt die Regelbauart der Großen Zentralbahn, er ist mit einer Vorrichtung zum Wasserschöpfen, einer Hand- und einer selbsttätigen Dampfbremse ausgerüstet, die auf alle Räder wirkt.

Lokomotiven dieser Bauart werden auf Strecken mit Steigungen von 5,7 bis 10‰ verwendet, sie leisten dabei bei voller Ladung bis 1600 PS. Bei dem Baue weiterer Lokomotiven dieser Art wurde die Zahl der Glieder des Überhitzers auf 28 erhöht, und damit eine Steigerung der Dampfwärme von 315,5 auf $343,3^\circ\text{C}$. erreicht.

Die Hauptverhältnisse der Lokomotive sind:

Durchmesser der Zylinder d	406 mm
Kolbenhub h	660 »
Durchmesser der Kolbenschieber	203 »
Kesselüberdruck p	12,65 at
Größter Durchmesser des Kessels, außen	1676 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2718 »

Heizrohre, Anzahl	116 und 24
» , Durchmesser außen	57 » 133 mm
Durchmesser der Überhitzerrohre	26,5/35 »
Heizfläche der Feuerbüchse	13,29 qm
» » Heizrohre	157,27 »
» des Überhitzers	31,86 »
» im Ganzen H	202,42 »
Rostfläche R	2,42 »
Durchmesser der Triebräder D	2057 mm
» » Laufräder	1067 »
» » Tenderräder	1321 »
Triebachslast G_1	58,07 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G	79,15 »
» des Tenders	49,08 »
Wasservorrat	18,16 cbm
Kohlenvorrat	6,1 t
Fester Achsstand	4725 mm
Ganzer »	8789 »
» » mit Tender	16091 »
Länge mit Tender	19212 »
Zugkraft $Z = 2 \cdot 0,75 \cdot p \cdot (d^{em})^2 h : D =$	10037 kg
Verhältnis H : R	= 83,6
» H : G_1	= 3,49 qm/t

Verhältnis H : G	=	2,56 qm/t
» Z : H	=	49,6 kg/qm
» Z : G ₁	=	172,8 kg/t
» Z : G	=	126,8 »

—k.

Lokomotiven mit Wechselstrom für Güterzüge.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Februar 1918, Bd. 62, Nr. 8, S. 94.)

Zwischen Magdeburg, Leipzig und Halle verkehren jetzt drei Lokomotiven von 1200 PS für Einwellenstrom mit 13 500 V und 16,7 Schwingungen, jede mit zwei Triebmaschinen, die durch Kurzkuppelungen auf die Räder wirken. Der Oberrahmen mit den Masten wird durch die Zugkraft nicht beansprucht. Die Zugkraft beim Anfahren beträgt 20 t, die Höchstgeschwindigkeit 50 km/st. Nach Erprobung sind weitere 27 derselben Bauart bei der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft bestellt.

Elektrische Lokomotiven für die Gotthardbahn.

(Schweizerische Bauzeitung, Mai 1918, Nr. 20, S. 213. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 19 bis 26 auf Tafel 47.

Die Verwaltung der schweizerischen Bundesbahnen hat im Mai 1917 vier Probelokomotiven für den elektrischen Betrieb der Gotthardbahn in Auftrag gegeben, die demnächst abgeliefert und dann auf der 116 km langen Strecke Brig—Scherzigen—Bern erprobt werden sollen. Die drei verschiedenen Bauarten dieser Lokomotiven, je eine größere und kleinere für Schnellzüge und eine für Güterzüge, sollen folgenden Bedingungen genügen:

a) Die S-Lokomotiven sollen täglich drei Fahrten Luzern—Chiasso hin und her mit 15 min Zeit zum Umsetzen an den Endpunkten machen, das Anhängengewicht ist 430 t, wobei auf den Strecken mit mehr als 21 ‰ Neigung eine kleinere S-Lokomotive vorgespannt wird. Für die Fahrt Chiasso—Bellinzona ohne Vorspann darf das Anhängengewicht auf 350 t herabgesetzt werden. Die Neigungen 26 ‰ sollen von den kleineren Lokomotiven mit 215 t, von den größeren mit 300 t im Anhang und 50 km/st befahren werden. Die größte Fahrgeschwindigkeit soll 75 km/st betragen.

b) Die G-Lokomotiven sollen täglich zwei Fahrten Goldau—Chiasso hin und her mit 860 t Anhängengewicht machen, wobei auf den 21 ‰ übersteigenden Strecken nachgeschoben wird. Für die Fahrt Chiasso—Bellinzona mit einer Lokomotive wird das Anhängengewicht auf 625 t herabgesetzt. Auf Neigungen von 26 ‰ sollen 430 t Last mit 35 km/st befördert werden, die größte Fahrgeschwindigkeit soll 65 km/st betragen.

Alle Lokomotiven müssen Gleisbogen mit 180 m und Weichenbogen mit 114 m Halbmesser befahren können. Als Achslasten sind für die Laufachsen mindestens 12, höchstens 16 t, für die Triebachsen 18 t zugelassen. Die Mittelachsen der G-Lokomotiven dürfen bei 2 m Achsstand mit 19 t belastet sein, wenn die Lasten auf den Endachsen nur je 17 t betragen. Das Gewicht soll 7 t/m nicht überschreiten. Auf der Talfahrt müssen die Lokomotiven wenigstens ihr eigenes Gewicht selbst abbremsen. In Oerlikon und Winterthur wird

1. eine 1 C 1 . S-Lokomotive nach Abb. 19, Taf. 47 geliefert. Die Anordnung entspricht der der großen Löttschberg-Lokomotiven.

Die beiden in der Mitte zusammengedrängten Einwellen-Reihen-Triebmaschinen der Bauart Oerlikon haben zwölf Pole, in der Welle verschobene Hilfsfelder und leisten je 825 PS. Sie sind miteinander verbunden auf dem Rahmen gelagert und übertragen die Kraft durch federnde Zahnräder an beiden Enden der Läuferwelle auf die zugehörigen Blindwellen, die die drei Triebachsen mit Kurbeldreieck und Kuppelstangen antreiben. Über den Maschinen liegen die durch Preßluft betätigten Fahrwender, der Deckenlüfter und die Bremsrichtungen, davor die Abspanner mit aufgebauten Stufenschaltern und die Hauptschalter und Luftpreßpumpen. Die Zugkraft beträgt 8900 kg, höchstens 13500 kg, die Leistung während einer Stunde 1650 PS, die Regelgeschwindigkeit 50 km/st, das Gewicht wird voraussichtlich im Ganzen 90 t betragen.

2. Die 1 B + B 1 . S-Lokomotive nach Abb. 20, Taf. 47 desselben Werkes wiegt 106 t und ist 16,2 m lang. Je zwei Triebmaschinen von je 560 PS mit zehn Polen sind zwischen den beiden Triebachsen der Drehgestelle ziemlich tief gelagert und übertragen die Triebkraft mit gemeinsamem Vorgelege auf beiden Seiten über eine Blindwelle und Schlitzstange auf beide Triebräder. In der Mitte des Kastenaufbaues steht der Ölspanner mit den zugehörigen Stufenschaltern und dem Deckenlüfter, die Hilfsmaschinen, Luftpreßpumpe und Umformer sind in niedrigen Vorbauten an den Stirnseiten untergebracht. Der schwere Abspanner in der Mitte des Fahrzeuges bedingt sorgfältige Versteifung des Rahmens. Die Zugkraft beträgt 12, höchstens 18 t, die Regelleistung 2250 PS.

Die Steuerung ist bei beiden Lokomotiven ähnlich der bei der Löttschberg-Bahn durchgebildet. Bei der ersten ist die Zahl der Schaltstufen vermehrt. Beide Lokomotiven können elektrisch gekuppelt werden, so daß beide von einem Führerstande aus geschaltet werden können.

3. Die 1 B + B 1 . S-Lokomotive von Brown, Boveri u. G. ist der Probelokomotive unter 2. in der allgemeinen Anordnung ähnlich. Die Führerstände befinden sich jedoch unmittelbar an den Stirnseiten.

4. Für die Beförderung der Güterzüge soll die C + C-Lokomotive desselben Werkes erprobt werden (Abb. 21, Taf. 47).

Die beiden dreiachsigen Triebdrehgestelle enthalten zwischen der zweiten und dritten Achse ein Paar Triebmaschinen, das die Triebkraft mit doppeltem Vorgelege, Blindwelle, Trieb- und Kuppel-Stangen auf die Achsen überträgt. Die Zugkraft am Umfange der Triebachsen beträgt 16 t, höchstens 24 t, die Leistung 2050 PS, die Geschwindigkeit bis 65 km/st, das Gewicht voraussichtlich 112 t.

Außer diesen Probelokomotiven sind denselben Werken unterdessen zwanzig weitere Lokomotiven für die Gotthardbahn in Auftrag gegeben und 1919 zu liefern. Die Hälfte davon entspricht der Abb. 21, Taf. 47 und wird von Brown, Boveri u. G. mit Winterthur gebaut, die andere Hälfte von Oerlikon als 1 C + C 1 . G-Lokomotiven nach Abb. 22, Taf. 47.

Die beiden Drehgestelle sind unmittelbar gekuppelt. Die Trieb- und die Hilfs-Maschinen sind möglichst nach den Stirnen gerückt und mit niedrigen Schutzhauben abgedeckt, sie lassen zu beiden Seiten Laufstege auf dem Rahmen frei. Der Kasten der Lokomotive umfaßt nur noch ein Drittel der ganzen Länge,

ruht mit zwei Drehzapfen an seinen Enden auf dem innern freien Drittel der beiden Drehgestelle und trägt in seiner Mitte den Abspanner und Hauptschalter. Zu beiden Seiten schliessen sich die Stufenschalter an, so dass die Verbindungen mit dem Abspanner sehr kurz werden. An den Enden des Kastens befinden sich die Führerstände. Die Deckel des Abspanners und Hauptschalters bilden zugleich einen Teil des Daches, so dass alle Leitungen vereinfacht, besondere Durchführungen durch das Dach und ein besonderer Raum für die Hochspannung vermieden werden. Da die Drehzapfen nahe zusammen liegen, kann der Kasten bei kleinen Ausschlägen breit gehalten werden. Die Drehzapfen sind leicht zugänglich. Die wenigen biegsamen Kabel nach den Triebmaschinen können bequem auf die Drehgestelle übergeführt werden. Als Vorteil wird auch der Umstand angesehen, dass der Führer noch grössere Massen des Fahrzeuges vor sich hat, die ihm ein gewisses Gefühl von Sicherheit geben und im Gefahrfalle darin bestärken, auf seinem Platze auszuharren. Für die Werkstätten bringt diese Anordnung den Vorteil raschen Ein- und Aus-Baues der

Maschine und des Wagenkastens. Die Zahl der Ersatzteile kann niedrig gehalten werden.

Für die Ausbildung des Antriebes sind verschiedene Lösungen möglich, mit Schrägstange nach Abb. 21, Taf. 47, mit Kurbeldreieck nach Abb. 23, Taf. 47, oder nach Abb. 24, Taf. 47 mit senkrechter Triebstange oder mit der schliesslich gewählten schrägen Stange mit Hülfsweile. Die Übersetzung des Vorgeleges ist auf 1 : 4 festgelegt. Die vier Triebmaschinen sollen am Radumfang 2100 PS leisten. Das Gewicht soll im ganzen 129 t oder 6,25 t/m, das Reibgewicht 107 t betragen.

Abb. 25, Taf. 47 zeigt noch eine Lokomotive gleicher Bauart in leichterer Ausführung mit 660 PS und 6 t Zugkraft für Nebenstrecken, Vorortverkehr und Verschiebedienst. Die Anordnung ist auch für Schmalspurbahnen möglich, wie die Entwurfskizze einer 1 D + D 1 Lokomotive der Rhätischen Bahn erläutert (Abb. 26, Taf. 47). Hier sind die Hauben um die Triebmaschinen zwar so hoch, wie der Kastenbau, gewähren dem Führer aber doch bessern Überblick als bei Dampflokomotiven.

A. Z.

Besondere Eisenbahntypen.

Elektrischer Ausbau österreichischer Eisenbahnen.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Januar 1918, Bd. 62, Nr. 4, S. 48.)

Der Ausschuss des Staatseisenbahnrates für Elektrizität hat beantragt, die Wiener Stadtbahnen, die Arlbergbahn, die Erzbergbahn und andere Strecken elektrisch zu betreiben. Das Eisenbahnministerium hat eine Denkschrift über die vorbereitenden Massnahmen zur Ausnutzung der Wasserkräfte für diese Zwecke herausgegeben.

Neue Untergrundbahn in Kopenhagen.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Januar 1918, Band 62, Nr. 2, S. 23.)

In Kopenhagen ist die 3 km lange unterirdisch geführte Strecke vom Österbro- zum Vesterbro-Bahnhofe dem öffentlichen Verkehre übergeben. Die Kosten betragen 7 Millionen Mark. 1,5 km der Strecke liegen in geschlossenem Tunnel.

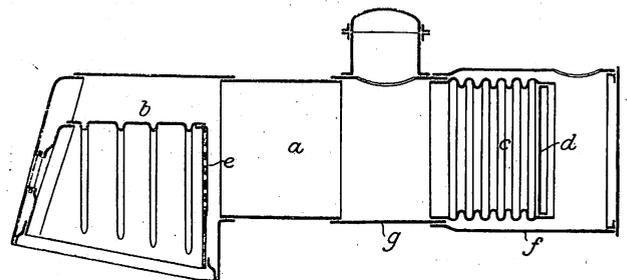
Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Lokomotivkessel.

(D. R. P. 301170). Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke in Dillingen a. d. Saar.)

Zum Ausgleich der Wärmespannungen zwischen den Heizrohren und dem Mantel a des Lokomotivkessels (Textabb. 1) ist der vordere Schufs c gewellt. Der die Rauchkammer bildende Mantelschufs f ist an das Ende des vorletzten Kesselschusses g genietet, so dass der gewellte Schufs c mit der Rauchkammerrohrwand d frei in das Innere der Rauchkammer hineinragt. Der mit dem Rahmen fest verbundene Schufs f überträgt daher die Erschütterungen, namentlich des Bremsens nicht auf die Rohrwand d, sondern auf die Mitte des Kessels; sie gelangen also an die Rohrwand erst unter Vermittelung der

Abb. 1.



Wellen im Schusse c und werden dadurch gemildert, die Verbindungen der Heizrohre in den Rohrwänden erheblich geschont.

A. Z.

Bücherbesprechungen.

Die Wohnungsfrage eine Verkehrsfrage. Ein Weg zur Lösung.

H. von Frauendorfer, Staatsminister a. D. Schriften des bayerischen Landesvereines zur Förderung des Wohnungswesens, e. V. Heft 14. München, E. Reinhardt.

Die Schrift behandelt in verdienstvoller und aufklärerischer Weise die Tatsache, dass dem Mangel an Kleinwohnungen nur durch beträchtlich wirksame Aufschliessung der Umgebung der Städte durch Anlage den örtlichen Verhältnissen entsprechender Verkehrsmittel abgeholfen werden kann, sie sucht Mittel und Wege, mit denen diesem dringenden Bedürfnisse zu genügen ist, und gibt so einen wertvollen Beitrag zur Lösung einer der wichtigsten wirtschaftlichen und Standes-Fragen, die wir in der nächsten Zukunft werden zu behandeln haben.

Deutsche Zukunftsaufgaben und die Mitwirkung der Ingenieure von Dr. A. v. Rieppel, Reichsrat, Generaldirektor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. Berlin 1918, Selbstverlag des Vereines deutscher Ingenieure, käuflich bei J. Springer. Preis 1,6 M.

Der Verfasser teilt hier seine teilweise in Vorträgen ausgesprochenen Gedanken über die Bildung, Stellung, Tätigkeit und öffentliche Bedeutung des Ingenieurs unter den in allen Beziehungen neuen Verhältnissen mit, denen uns der Krieg entgegenführt. Ihrer Bedeutung entsprechend gelangt auch die Zusammenarbeit mit dem Arbeiter zu breiter Erörterung. Die Schrift aus einer Feder, die zu den berufensten, erfahrensten und klarst urteilenden auf diesem Gebiete gehört, bietet eine Fülle von beherzigenswerten Fingerzeigen und Mahnungen, sie verdient die weiteste Verbreitung.