

Die neuen verstärkten Schraubenkupplungen der Deutschen Reichsbahn.

Von Regierungs- und Baurat Neubert, Charlottenburg.

Hierzu Tafel 13.

Auf die Ausbildung der Kupplungen hat man von jeher besonderen Wert legen müssen. Sie sind Bestandteile der gesamten Zugvorrichtung und infolgedessen so zu bemessen, daß sie die in der Zugvorrichtung auftretenden Kräfte aushalten. Im allgemeinen pflegt man bei der Berechnung von der ruhenden Zugkraft auszugehen, d. h. derjenigen Kraft, die die Lokomotive an ihrem Zughaken dauernd abgeben kann. Die Lokomotive ist jedoch in der Lage, vorübergehend, wie z. B. beim Anfahren, höhere Kräfte abzugeben. Die Zugvorrichtung muß nicht allein diesen Kräften genügen, sondern sie muß auch noch die Rucke und Schwankungen, die besonders bei schweren und langen Zügen entstehen, aufnehmen. Laufen beispielsweise Fahrzeuge in einem Zuge aufeinander auf, so werden die Pufferfedern gespannt und Kräfte in ihnen angesammelt. Diese Kräfte können nun plötzlich frei werden und wirken dann auf die Zugvorrichtung ein. Ein anderer Fall ist der, daß ein schwerer D-Zug mit Höchstleistung der Lokomotive angefahren ist und, nachdem er eine gewisse Geschwindigkeit erreicht hat, von einem der letzten Wagen aus durch Ziehen der Notbremse gebremst wird. An einer der Kupplungen im Zuge kommen dann außer der Zugkraft der Lokomotive Kräfte zur Auswirkung, die sich aus der Massenbeschleunigung des vorderen, weniger gebremsten Zugteiles ergeben. Diese mehr oder weniger plötzlich auftretenden Kräfte sind nicht bekannt, übertreffen aber die ruhende Zugkraft um ein Vielfaches. Sie lassen sich nur durch Versuche ermitteln. Bei der Bemessung der gesamten Zugvorrichtung wird daher von der ruhenden Zugkraft ausgegangen und für die plötzlich auftretenden Kräfte eine mehrfache Sicherheit vorgesehen.

Die ruhenden Zugkräfte, im folgenden nur mit Zugkraft bezeichnet, sind nun mit der zunehmenden Schwere der Züge immer größer geworden. Die Zugvorrichtungen und auch die Kupplungen mußten daher immer stärker ausgebildet werden. Die Schraubenkupplungen des Deutschen Staatsbahnwagenverbandes — DWV-Kupplungen —, die den Vorschriften des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen — TV (III. Nachtrag) § 75 und 76 — entsprechen, genügen einer Zugkraft von 14 bis 15 t. Dies reicht für die jetzigen Verhältnisse nicht mehr aus, vielmehr muß mit einer höheren Zugkraft gerechnet werden. Die Größe der Zugkraft ist einstweilen auf 21 t festgelegt worden. Diese Zugkraft ist bereits für die übrigen Teile der Zugvorrichtung in TV (III. Nachtrag) § 75 zugrunde gelegt worden. Es war nun notwendig, die Schraubenkupplung den schon verstärkten anderen Teilen der Zugvorrichtung anzupassen, also zu verstärken.

Der Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen hat dies dadurch zu erreichen versucht, daß die Durchmesser der Schraubenspindel von 33/42 mm auf 40/47 mm und die Stärke der Laschen von 14×35 mm auf 14×45 mm bei einer Zerreißfestigkeit des Baustoffes von 45 bis 52 kg/mm² erhöht werden sollte. Eine derartig verstärkte Kupplung — im folgenden neue Vereinskupplung genannt — entspricht aber nach Ansicht der Deutschen Reichsbahn nicht den Anforderungen, die an eine Kupplung für 21 t Zugkraft zu stellen sind. Infolgedessen war ein besonderer Entwurf für eine verstärkte Kupplung aufgestellt worden — vergl. Abb. 4 —. Hierbei hat sich die Deutsche Reichsbahn in erster Linie von dem Gedanken

leiten lassen, den Hauptmangel der DWV-Kupplung, nämlich das Strecken der Spindel, zu vermeiden, außerdem aber auch die Kupplung so auszubilden, daß Brüche möglichst selten eintreten. Nach früheren Vorschlägen des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen sollte die Spindel der schwächste Teil der Kupplung sein. Es war dabei davon ausgegangen, daß der Ersatz einer gebrochenen Spindel die geringsten Kosten verursache, und fast immer auch die Spindel beschädigt werde, wenn ein anderer Teil der Kupplung z. B. eine Lasche, reißt.

Nach Ansicht der Deutschen Reichsbahn ist die Gefahr eines Bruches der Kupplung nicht so hoch anzuschlagen wie der Nachteil, den das Strecken der Spindel und das dadurch bedingte Ungangbarwerden der Muttern mit sich bringt. Wenn nun aber die Spindel als schwächster Teil ausgebildet wird, muß auch an diesem Teil zuerst ein Strecken eintreten. Bei der Deutschen Reichsbahn müssen täglich tausende von Kupplungen wegen Ungangbarkeit der Spindeln ausgewechselt werden, dagegen ist es bei der verhältnismäßig geringen Zahl der Brüche bedeutungslos, ob nur die Spindel oder auch andere Kupplungsteile zugleich beschädigt werden. Vielfach reißen die Laschen, was zum Teil darauf zurückgeführt werden kann, daß auch bei durchaus vorschriftsmäßigen Kupplungen die Spindel nicht immer der schwächste Teil ist. Wenn nämlich der Baustoff der Spindel die höchstzulässige Zerreißfestigkeit — 52 kg/mm² — und der Baustoff der Laschen die niedrigst zulässige Zerreißfestigkeit — 45 kg/mm² — hat, dann sind die Laschen von vornherein schwächer als die Spindel. Zudem finden sich bei den Laschen vielfach Fehler z. B. scharfer Übergang am Auge, ungleiche Laschenlängen.

Bei den meisten Teilen der Kupplung ist ein Strecken in geringen Grenzen unschädlich, nur nicht bei der Spindel, da diese schon bei geringen Längenänderungen ungangbar wird. Bei einer Änderung der Schraubenkupplung muß deshalb in erster Linie darauf Bedacht genommen werden, daß die Spindel sich nicht vorzeitig streckt.

Bei Versuchen und im Betriebe haben sich an der DWV-Kupplung außer dem Strecken der Spindel auch noch andere Mängel gezeigt. Zunächst wird der Bügel häufig lang gezogen, so daß er in seinem bogenförmigen Teil verengt wird. Durch diese Formveränderung ist das Aus- und Einlegen des Bügels und seine Beweglichkeit auf dem Zughaken sehr beeinträchtigt, wenn nicht gar unmöglich gemacht. Ferner wird der Hauptbolzen vielfach krumm; dabei verbiegen sich die Laschen und verhindern die Beweglichkeit der Kupplung beim Befahren von Krümmungen. Auch ist die Befestigung des Schwengelbundes durch Aufschumpfen unzuverlässig. Da durch das Erwärmen beim Aufschumpfen Spannungen in der Spindel entstehen, muß die blanke Spindel ausgeglüht werden, was kostspielig ist und nicht immer richtig ausgeführt wird. Außerdem löst sich bei stärkerer Beanspruchung der infolge des Glühens auf der Spindel sitzende Zunder, wodurch die Gangbarkeit der Muttern beeinträchtigt wird. Bei der Festlegung der Maße muß auf die Abnutzung gewisser Teile Rücksicht genommen werden, und zwar müssen die der Abnutzung unterworfenen Teile so bemessen werden, daß die Bruch-sicherheit noch gewahrt bleibt, wenn die Teile um ein be-

stimmtes Maß abgenutzt sind. Bei den in den TV angegebenen bindenden Mäßen ist hierauf keine Rücksicht genommen.

Bei dem Entwurf einer neuen verstärkten Kupplung mußten die erwähnten Mängel vermieden werden.

Die angestellten Ermittlungen ergaben zunächst, daß es bei einer Zerreißfestigkeit des Baustoffes von 45 bis 52 kg/mm² nicht möglich ist, eine Kupplung für 21 t Zugkraft zu entwerfen, ohne das Gewicht der Kupplung unzulässig zu erhöhen. Ferner ergab sich, daß der Bügel an der Angriffsstelle etwa 50 mm stark werden mußte, so daß er nicht mehr in das nur 40 mm weite Zughakenmaul paßt. Eine Änderung der Zughakenform ist aber nicht möglich, da schon der jetzige Zughaken den zur Verfügung stehenden Raum voll ausnutzt. Dazu kommt noch, daß die Einführung einer Kupplung mit verstärktem Bügel nahezu unmöglich gewesen wäre, da der verstärkte Bügel in den noch nebenher verwendeten alten Zughaken sich nicht hätte einlegen lassen. Es mußten deshalb Baustoffe von mehr als 52 kg/mm² Festigkeit in Aussicht genommen werden.

An Stelle der Schwengelbundbefestigung durch Aufschrumpfen mußte eine andere Befestigung gewählt werden. Wenn auch eine Befestigung mit einem Stift von 13 mm Durchmesser gut hielt, so hatte doch das Bohren des Loches durch die Spindel erheblichen Nachteil. Als Vorteilhaftestes erwies sich, wenn der Schwengelbund angeschmiedet wird. Dies bringt mit sich, daß die ganze Spindel geschmiedet werden muß und nicht gewalzt werden kann. Beim Schmieden aber wird der Baustoff besser durchgearbeitet als beim Walzen. Es sind daher angeschmiedete Schwengelbunde vorgesehen.

Da eine beliebige Verstärkung des Spindeldurchmessers mit Rücksicht auf die ganze Ausbildung der Kupplung nicht angängig ist, wurde zuerst ein Baustoff von 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit zugrunde gelegt. Dabei ergab sich für die Spindel ein Kerndurchmesser von 43 mm. Um das Gewindeschneiden bei dem in Aussicht genommenen Baustoff zu erleichtern, und um die Kupplungsmuttern nicht zu sehr zu schwächen, ist für die Gewindetiefe nur 3,5 mm anstatt 4,5 mm (bei der DWV-Kupplung) gewählt, so daß der äußere Spindeldurchmesser 50 mm wird. Die bisherige Steigung des Gewindes von 7 mm, die sich im Betriebe bewährt hat, ist beibehalten.

Erwähnt sei noch, daß auch versucht worden ist, die Spindel trotz ihrer Verstärkung zum schwächsten Teil der Kupplung zu machen. Zu diesem Zweck wurde der Gewindegang neben dem Schwengelbund auf ein bestimmtes Maß eingedreht. Wie Versuche ergaben, bleibt nun nicht das dem Bruch voraufgehende Strecken auf die Eindrehstelle beschränkt, sondern greift auch auf das benachbarte Gewinde über. Die Versuche bewiesen auch, daß die Zerreißfestigkeit in den Eindrehstellen bei weitem höher liegt, als die Rechnung ergibt. Der Durchmesser des Gewindeganges mußte nach den Versuchen also kleiner werden als nach der Berechnung. Ob eine derartig geschwächte Spindel dann noch bei Stößen ausreichende Sicherheit bietet und besonders bei starkem Frost den Gesetzen der Festigkeit folgt, erschien zweifelhaft. Von weiteren Versuchen mit derartig eingedrehten Spindeln wurde daher abgesehen und der zuerst angegebene Weg weiter verfolgt.

Als schwächster Teil der Kupplung sind die Laschen vorgesehen, da sowohl beim Bügel wie beim Hauptbolzen und auch bei den Kupplungsmuttern eine bestimmte Bruchgrenze schwer einzuhalten ist.

Für die Kupplungsmuttern ist bei einem Kerndurchmesser der Spindel von 43 mm rechnerisch eine Abmessung von 80 × 80 × 80 mm notwendig. Durch Versuche ist jedoch festgestellt, daß infolge der Würfelform mit Abmessungen von 75 × 75 × 75 mm auszukommen ist. Dies hat noch den Vorteil, daß dann die Kupplung bei Verwendung der bisherigen aufgenieteten Endringe dieselbe Ausdrehbarkeit (größte und kleinste Länge der Kupplung) wie die DWV-Kupplung behält.

Der Bügel hat an der Angriffsstelle einen länglichen Querschnitt von 35/40 mm erhalten. Der Berechnung ist ein kreisrunder Querschnitt von 35 mm Durchmesser zugrunde gelegt, so daß der Bügel sich an der Angriffsstelle um 5 mm abnutzen kann, bevor er ausgewechselt werden muß. Der Bügel ist dabei durch Verwendung eines hochwertigen Baustoffes so stark, daß er sich nicht mehr in seinem bogenförmigen Teil verengen kann. Auch wird erreicht, daß er sich nicht mehr von dem Zapfen der Kupplungsmutter abbiegt. Versuche haben ferner ergeben, daß die Splinte bei der Mutter am Bügel weggelassen werden können, was den Vorteil hat, daß die Kuppler beim Einlegen des Bügels in den Haken sich nicht verletzen und die Kleidung beschädigen, sowie daß die Mutterzapfen kürzer ausgeführt werden können. Bei der Mutter an den Laschen können die Splinte nicht entbehrt werden, weil sonst die Laschen herunterfallen würden. Auch wird auf dem einen Zapfen mit dem Splint die Schwengelsicherung befestigt, die ein selbsttätiges Aufdrehen der Spindel verhütet.

Der Querschnitt des Laschenschaftes ist von 14 × 35 mm bei der DWV-Kupplung auf 15 × 40 mm verstärkt worden. Die Laschen- und Bügelaugen haben eine den Zugbeanspruchungen besser entsprechende Form erhalten, bei der sich auch Herstellungsfehler leichter vermeiden lassen. Wegen des aufsermittigen Angriffes des Laschenschaftes am Hauptbolzen ist die Verdickung der Laschenaugen nicht wie bei der DWV-Kupplung abgesetzt — vergl. Taf. 13 — sondern sie geht allmählich in den Schaft über.

Der Hauptbolzen ist im Durchmesser von 45 mm auf 55 mm verstärkt worden. Auch bei den Bolzen muß Rücksicht darauf genommen werden, daß er sich im Betriebe abnutzt.

Die Kupplung wiegt etwa 30 kg, 5 kg mehr als die DWV-Kupplung. Der Kuppler wird somit beim Einhängen der neuen Kupplung ein Gewicht von etwa 15 kg zu bewältigen haben, was zulässig erscheint.

An der Sicherheitskupplung sind nur die Hakenaugen entsprechend den Laschenaugen am Bolzen geändert.

Zur Klärung der Frage, welche Baustoffe für die einzelnen Teile der verstärkten Kupplung notwendig sind, wie sich die DWV-Kupplung, die neue Vereinskupplung und die entworfene verstärkte Kupplung hinsichtlich der Bruchlasten, Streckgrenzen und Bruchsicherheiten verhalten, und wie sich die einzelnen Teile der Kupplungen bei den verschiedenen Baustoffen verhalten, sind Berechnungen gemacht, deren Ergebnisse in folgender Übersicht zusammengestellt sind.

In dieser Zusammenstellung ist auch die bei den Schweizer Bundesbahnen übliche Kupplung, die für eine Zugkraft von 20 t bestimmt ist, zum Vergleich aufgenommen. Bei der Schweizer Kupplung ist die Mindestzerreißfestigkeit von 45 kg/mm² für den Baustoff der Spindel, Bügel, Muttern und des Hauptbolzens die gleiche wie bei der DWV-Kupplung. Für die Laschen dagegen ist eine Mindestzerreißfestigkeit von nur 38 kg/mm² vorgesehen. Die Schweizer Kupplung entspricht in den Hauptabmessungen annähernd der neuen Vereinskupplung.

Aus der Zusammenstellung 1 ist folgendes hervorzuheben. Zu Nr. 1. DWV-Kupplung.

Bei der für die Ausführung vorgesehenen Mindestzerreißfestigkeit von 45 kg/mm² für den Baustoff ist die Spindel mit 38,5 t Bruchlast (Spalte 3) der schwächste Teil der Kupplung. Nach der Berechnung ist die Bruchlast für die Mutter im Zapfen 19,2 t. Darnach wäre diese Stelle rechnerisch die schwächste der Kupplung. In Wirklichkeit liegt ihre Bruchsicherheit höher, da Brüche der Muttern im Betriebe sehr selten vorkommen. Die niedrigste Streckgrenze mit 23,9 t hat von allen Teilen die Spindel, so daß also die Spindel sich zuerst streckt und dadurch ungangbar wird. Auch bei dem Baustoff von 65 kg/mm² Festigkeit (Spalte 5) liegt die Streckgrenze mit 36,5 t für eine Zugkraft von 21 t noch am niedrigsten.

Zu Nr. 2. Neue Vereinskupplung.

Die Kupplung bedeutet für eine Zugkraft von 15 t einen Fortschritt, denn die Streckgrenze für die Spindel wird rechnerisch gegenüber der DWV-Kupplung von 23,9 t auf 35,0 t also um etwa 48 % erhöht (Spalte 3). Die Muttern sind dagegen erheblich geschwächt, und es ist zu befürchten, daß bei höherer Belastung die geschwächten Muttern nicht mehr auf der Spindel gangbar bleiben. Für eine Zugkraft von 21 t ergibt sich für die Spindel eine Bruchsicherheit von 2,69 (Spalte 9). Die Bruchsicherheit der DWV-Spindel ist 2,56 bei 15 t (Spalte 6). Es würde somit auch für die Zugkraft von 21 t die Bruchsicherheit sich nur um etwa 5 % erhöhen. Auch würde bei allen anderen Kupplungsteilen die Bruchsicherheit gegenüber der DWV-Kupplung sich erheblich vermindern, nämlich im Durchschnitt um 29 %, bei den Muttern sogar um 36 %. Besonders ungünstig werden die Verhältnisse aber für den Bügel, der sich jetzt schon im Betriebe vielfach im bogenförmigen Teil verengt.

Zu Nr. 3. Schweizer Kupplung.

Gegenüber der ähnlich gestalteten neuen Vereinskupplung erhöht sich nur für die Muttern die Bruchlast von 34 t auf 37,4 t (Spalte 3). Die Schweizer Kupplung kann deshalb, wie auch die neue Vereinskupplung, für eine Zugkraft von 15 t allenfalls noch als Verbesserung gegenüber der DWV-Kupplung bezeichnet werden, keinesfalls empfiehlt sich, eine dieser beiden Kupplungen mit den gegebenen Baustoffen für eine Zugkraft von 21 t zu verwenden. Hierbei würden hinsichtlich des Streckens der Spindel die gleichen Unzuträglichkeiten auftreten wie bei der DWV-Kupplung, abgesehen davon, daß für einzelne Teile die Sicherheit gegen Bruch wesentlich niedriger wäre als bei dieser. Die neue Vereinskupplung, wie auch die Schweizer Kupplung kommen für 21 t Zugkraft nur dann in Betracht, wenn ein Baustoff höherer Festigkeit verwendet wird. Bei 55 kg/mm² Festigkeit bleiben die errechneten Zahlen für die Bruchsicherheiten, mit Ausnahme derjenigen für Spindel und Laschen, unter den Werten der DWV-Kupplung. Erst bei einer Zerreißfestigkeit von 65 kg/mm² ergeben sich etwas günstigere Werte.

Zu Nr. 4. Neue verstärkte Kupplung (Entwurf).

Die Berechnungen zeigen, daß bei den drei Baustoffarten die Spindel nicht der schwächste Teil ist. Berücksichtigt man, daß Bügel und Hauptbolzen sich verbiegen, so daß die errechnete Bruchlast bei ihnen nicht in Frage kommt, und daß die Muttern erheblich stärker belastet werden können als die Berechnung ergibt, so sind die Laschen die schwächsten Teile der Kupplung. Ein Baustoff von 65 kg/mm² Zerreißfestigkeit genügt nun hinsichtlich der Streckgrenze nicht (62,0 t, Spalte 5) für die Spindel, da in der Zugvorrichtung Kräfte bis zu 65 t und mehr festgestellt worden sind. Die Spindel sollte deshalb bis zum Beginn des Streckens möglichst das 3 $\frac{1}{2}$ -fache der Zugkraft von 21 t, mindestens aber 70 t aufnehmen können. Die Forderung kann nur durch Verwendung noch höherwertiger Baustoffe erfüllt werden, bei denen auch die Streckgrenze hochliegt.

Deshalb wurden Versuche mit Kupplungen vorgenommen, deren Einzelteile aus verschiedenen Baustoffen hergestellt waren, deren Güterwerte durch Zerreißproben ermittelt wurden. Es kamen folgende Stahllarten in Betracht:

- Kohlenstoffstahl
- Federstahl, (Mangan-Siliciumstahl) unvergütet und nicht geblüht
- Federstahl, unvergütet und normal geblüht
- Federstahl, vergütet
- Chromnickelstahl, unvergütet
- Chromnickelstahl, vergütet
- Chromstahl, vergütet.

Die Teile waren in der Weise normal geblüht, daß sie nach dem Fertigschmieden auf Glühhitze gebracht und an der Luft langsam abgekühlt waren.

Bei der Herstellung der Versuchskupplungen aus den hochwertigen Baustoffen ergaben sich keinerlei Schwierigkeiten, insbesondere liefs sich das Gewinde der vor dem Gewindegewinde vergüteten Spindeln anstandslos und sauber schneiden.

Für die Versuche stand durch das Entgegenkommen der Kettenfabrik Schlieper, Grüne i. W., eine Kettenzerreißmaschine zur Verfügung, die das Einlegen der Kupplung mit Zughaken und zwei je 2,5 m langen Zugstangen mit zugehörigen Schalennüfeln gestattete. Die Einrichtung hatte den Vorzug, daß die Belastungssteigerung bis zur Höchstgrenze stoßweise vor sich ging und die Entlastung plötzlich eintrat. Es wurden also die im Betriebe auftretenden Beanspruchungen der Zugvorrichtung nachgeahmt.

Durch die Versuche sollte festgestellt werden, welche Baustoffe für die einzelnen Teile zu verwenden sind.

Gleich bei den ersten Versuchen zeigte sich, daß bei den für 21 t Zugkraft berechneten Zughaken (45 bis 52 kg/mm² Zerreißfestigkeit) die sich rechnerisch ergebende Bruchlast von ungefähr 91 t (Zusammenstellung 1 Spalte 3) nicht erreicht wurde, sondern nur eine Bruchlast von 69,7 t. Die Streckgrenze wurde bereits bei etwa 40 t überschritten; das Zughakenmaul weitete sich von da ab auf, so daß der Zughaken bei etwa 60 t Belastung unbrauchbar wurde. Der Grund für den Unterschied zwischen dem rechnerisch ermittelten und wirklich erreichten Wert der Bruchlast ist darin zu suchen, daß sich derartig geformte Teile kaum einwandfrei berechnen lassen. Der Zughaken muß unter allen Umständen stärker als die Kupplung sein. Da als Höchstbruchlast für die Laschen 80 t angenommen ist, muß die Bruchlast des Zughakens höher liegen als 80 t. Dieser Forderung ist, genügt, wenn der Zughaken, ohne unbrauchbar zu werden, mindestens 84 t aushält, also die vierfache Sicherheit bei der Zugkraft von 21 t hat. Deshalb war für die weiteren Versuche ein Zughaken aus einem Kohlenstoffstahl von 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit, mindestens 35 kg/mm² Streckgrenze und 14 % Dehnung vorgesehen. Bei diesem Baustoff ergibt sich für das Zughakenmaul rechnerisch eine Bruchlast von etwa 115 t und eine wirkliche Bruchlast von etwa 90 t.

Die Zugstangen haben hinsichtlich der Festigkeit den Anforderungen genügt. Der bisherige Baustoff von 45 bis 52 kg/mm² Zerreißfestigkeit kann daher beibehalten werden. Nach Beendigung der Versuche wurden allerdings Längungen in den Zugstangen festgestellt. Für Fahrzeuge, die häufig besonders starken Beanspruchungen in der Zugvorrichtung ausgesetzt sind, kann in Frage kommen, für die Zugstangen einen Baustoff mit höherer Festigkeit und Streckgrenze zu verwenden.

Ogleich die Schalennüfeln große Formänderungen aufwiesen, bestand doch keine Bruchgefahr. Hierfür kann also ebenfalls der jetzige Baustoff beibehalten werden.

Die Ergebnisse der Zerreißversuche mit den aus den verschiedenen Baustoffen hergestellten Kupplungen sind aus folgender Zusammenstellung 2 ersichtlich.

Die Kupplungen aus unvergütetem Kohlenstoffstahl (Nr. 1) genügten mit einer Bruchlast von 74,8 t annähernd den Anforderungen hinsichtlich der Bruchfestigkeit, jedoch nicht hinsichtlich der Streckgrenze, da die Spindel nur bis 55 t gangbar blieb und der Bügel sich bei 62,5 t verengte.

Kupplungen aus unvergütetem und normal geblühtem Federstahl (Nr. 2) zeigten günstigere Ergebnisse. Die Bruchlast — 93,7 t — liegt jedoch zu hoch, da der Zughaken nur 90 t aushält. Auch streckten sich die Spindeln noch zu früh, da sie nur bis 64,6 t gangbar blieben.

Kupplungen, deren Spindeln, Bolzen und Bügel aus unvergütetem aber nicht geblühtem Federstahl hergestellt waren

Zusammenstellung 2.

Lfde. Nr.	Anzahl der zerrissenen Kuppungen	Baustoff	Gütwerte nach den Zerreißproben			Spindeln bleiben gangbar	Bügel blieb auf dem Zughaken beweglich	Durchschnittliche Bruchlast t	Gebrochene Teile	
			Festigkeit kg/mm ²	Streckgrenze kg/mm ²	Dehnung v. H.					
1	2	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19	bis 55 t	bis 62,5 t	74,8	Bügel im Schaft
2	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Federstahl unvergütet, geglüht	76,5	40	16	bis 64,6 t	bis 75 t	93,7	Bügel im Schaft
3	4	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Federstahl unvergütet (nicht geblüht)	87	~ 60	13	bis 67,5 t	bis 80,7 t	80	3 mal Lasche im Schaft und Spindel, 1 mal Bügel im Auge und Spindel
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
4	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Federstahl vergütet	90,5	~ 70	13	noch bei der Bruchlast von 85 t	bis 65,5 t	87	Bruch einer Lasche im Schaft
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
5	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Federstahl vergütet desgl. unvergütet	90,5	~ 70	13	noch bei der Bruchlast von 80,5 t	noch bei der Bruchlast von 80,5 t	80,5	Bruch einer Lasche im Schaft
			Kohlenstoffstahl unvergütet	87	~ 60	13				
6	2	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Federstahl vergütet	77	50	18,5	bis 77,2 t bis 80,5 t	noch bei der Bruchlast von 86,8 t	86,8	Bruch je einer Lasche im Schaft
			Kohlenstoffstahl vergütet	69	42	18				
7	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Chromnickelstahl unvergütet	91,5	~ 65	11,5	noch bei der Bruchlast von 80,5 t	bis 60,5 t	80,5	Bruch des Bügels im Schaft
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
8	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Chromnickelstahl vergütet	105,5	~ 75	11	noch bei der Bruchlast von 85 t	noch bei der Bruchlast von 85 t	85	Bruch einer Lasche im Schaft
			Federstahl unvergütet	87	~ 60	13				
			Kohlenstoffstahl unvergütet	63,6	37,5	19				
9	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Chromstahl vergütet	98,5	~ 65	11	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	86,4	Bruch einer Lasche im Schaft
			Federstahl geglüht	76,5	40	16				
10	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Chromstahl vergütet	98,5	~ 65	11	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	noch bei der Bruchlast von 86,4 t	86,4	Bruch einer Lasche im Schaft
			Federstahl unvergütet	76,5	40	16				
11	1	Spindeln Bolzen Bügel Muttern Laschen	Chromstahl vergütet	98,5	~ 65	11	noch bei der Bruchlast von 93,7 t	noch bei der Bruchlast von 93,7 t	93,7	Bruch einer Lasche im Schaft
			Federstahl unvergütet, geglüht	76,5	40	16				

(Nr. 3), genügten zwar hinsichtlich der Bruchlast und der Widerstandsfähigkeit der Bügel gegen Formveränderung, der Bruch trat aber zum Teil in Querschnitten ein, in denen er nach der Rechnung nicht eintreten durfte. Gleichzeitig mit der Lasche oder dem Bügel brach auch stets die Spindel, alles Zeichen dafür, daß ein unvergüteter nicht geglühter Federstahl zu unzuverlässig ist. Unter allen Umständen müssen daher Teile, die aus unvergüteten Stählen hergestellt sind, normal geglüht werden.

Die Kupplungsteile aus vergütetem Federstahl (Nr. 4 bis 6) aus unvergütetem und vergütetem Chromnickelstahl (Nr. 7 und 8), sowie aus vergütetem Chromstahl (Nr. 9 bis 11) genügten den Anforderungen vollkommen.

Bei der Auswertung der Versuche ist zu beachten, daß die Kupplungsteile verschieden empfindlich sind und infolgedessen nicht sämtlich aus dem gleichen hochwertigen Baustoff hergestellt zu werden brauchen, wodurch die Kupplung verbilligt wird. Als empfindliche Teile, für die ein hochwertiger Baustoff in Frage kommt, sind in erster Linie die Spindeln zu bezeichnen, dann aber auch die Bügel und Hauptbolzen, die beide nicht größer bemessen werden können.

Da die Spindeln möglichst bis zur Bruchgrenze — etwa bis 70 t — gangbar bleiben müssen, schieden die bei den Versuchen — Zusammenstellung 2, Nr. 1 bis 3 — verwandten unvergüteten Kohlenstoff- und Mangan-Silizium-(Feder)Stähle aus. Wird von der Verwendung teurer Chromnickel- oder Chromstähle abgesehen, so kommt für die Spindel nur ein vergüteter Mangan-Siliziumstahl in Frage, da die Vergütung von Kohlenstoffstahl bei der Größe des Spindelquerschnittes nicht gleichmäßig über diesen zu erzielen und auch überaus schwierig auszuführen ist. Wie Versuch Nr. 6 zeigt, ist die Streckgrenze bei vergütetem Kohlenstoffstahl 42 kg/mm^2 . Dies ist ebenso wie die Festigkeit von 69 kg/mm^2 für die Spindel zu gering, so daß auch aus diesen Gründen die Verwendung von vergütetem Kohlenstoffstahl für die Spindel ausscheidet. Mangan-Siliziumstahl ist verhältnismäßig leicht herzustellen und nicht wesentlich teurer als Kohlenstoffstahl. Er ist sicher und leicht in geeigneten Vorrichtungen zu vergüten, auch entstehen dadurch nur geringe Mehrkosten. Wird noch berücksichtigt, daß der Baustoff eine hinreichende Dehnung von mindestens 15% bei 200 mm Meßlänge haben muß, so ergibt sich zweckmäßig ein vergüteter Federstahl wie er beim Versuch Nr. 6 verwandt worden ist. Die Spindeln blieben bei diesem Baustoff, der eine Streckgrenze von mindestens 50 kg/mm^2 hat, bis 80,5 t noch gangbar. Für die Spindeln wurde daher ein Baustoff vorgesehen, der nach seiner letzten Feuerbehandlung eine Zerreißfestigkeit von 75 bis 90 kg/mm^2 , eine Streckgrenze von mindestens 50 kg/mm^2 und eine Mindestdehnung von 15% bei 200 mm Meßlänge hat.

Für die Bügel, die auf dem Zughaken bis zum Bruch der Kupplung beweglich bleiben müssen, kommt unvergüteter Kohlenstoffstahl nach den Versuchen Nr. 1, 4 und 7 nicht in Betracht, da der Bügel aus diesem Baustoff bei 62,5 t, 65,5 t und 60,5 t nicht mehr beweglich war. Dagegen hat schon ein unvergüteter Federstahl genügt — Versuch Nr. 2, 3, 5, 8, 10 und 11 —, was lediglich auf die höhere Streckgrenze zurückzuführen ist. Versuch Nr. 10 und 11 und auch Versuch Nr. 2 lassen erkennen, daß die Streckgrenze bei 40 kg/mm^2 genügt, so daß ein unvergüteter aber geglühter Baustoff von 13% Mindestdehnung bei 200 mm Meßlänge gewählt wurde. Da der Bügel — Versuch Nr. 10 und 11 — bei 86,4 bzw. 93,7 t beweglich blieb, ist anzunehmen, daß dies auch noch der Fall sein wird, wenn er an der Angriffsstelle abgenutzt ist. Vergüteten Kohlenstoffstahl von der angegebenen Mindeststreckgrenze und der erforderlichen Festigkeit für die Bügel zu verwenden, verbietet schon der Umstand, daß die Bügel nach dem Vergüten zum Überbiegen über die Mutterzapfen nochmals auf Hellrotglut erwärmt werden müssen, wenn sie nicht mit den Muttern zusammen vergütet werden.

Da bei den Hauptbolzen ebenso wie bei den Bügeln vor dem Bruch Verbiegen eintritt, muß der Baustoff für die Bolzen auch eine verhältnismäßig hohe Streckgrenze haben. Die Versuche haben gezeigt, daß der Baustoff des Bügels in dieser Beziehung für die Bolzen genügt.

Da für die Laschen ein Strecken in geringen Grenzen bedeutungslos ist, genügt hierfür ein unvergüteter Kohlenstoffstahl von entsprechender Festigkeit, ebenso für die Muttern, die infolge ihrer Form sehr widerstandsfähig sind. Nach den Versuchen Nr. 3, 4, 5, 7 und 8 ergibt ein Baustoff von 60 bis 70 kg/mm^2 Festigkeit reichlich hohe Bruchlasten — 80 bis 87 t — für die Laschen. Infolgedessen ist der ursprüngliche Laschenquerschnitt von $15 \times 40 \text{ mm}$ (Abb. 4) für die endgültige Ausführung auf $14 \times 40 \text{ mm}$ herabgesetzt worden.

Auf Grund der Versuchsergebnisse ist die neue verstärkte Kupplung endgültig festgelegt worden, wie sie in der Taf. 13 dargestellt ist. In den »Besonderen Bedingungen für die Lieferung von Schraubekupplungen usw.« (vergl. Anhang) sind die Baustoffe für die einzelnen Teile näher bezeichnet. Die Zusammensetzung des Stahles ist nicht vorgeschrieben und eine Vergütung der Spindeln nicht gefordert, sondern nur Zerreißfestigkeit, Streckgrenze und Dehnung des Baustoffes in den fertigen Teilen. Wegen der geforderten hohen Streckgrenze von mindestens 50 kg/mm^2 für die Spindel, wird wohl eine Vergütung nicht zu umgehen sein. Zahlreiche Zerreißversuche haben gezeigt, daß die geforderte Streckgrenze meist höher liegt, also leicht eingehalten werden kann. Die Bedingungen enthalten außerdem Angaben für die Herstellung, insbesondere auch für die Wärmebehandlung der einzelnen Teile, sowie Vorschriften für die Güteprüfung.

Allgemein haben die Versuche erwiesen, daß die Kupplungen und Zughaken mit größter Sorgfalt angefertigt werden müssen. Dies gilt nicht allein für die Formgebung, sondern auch für die Behandlung der einzelnen Teile. Scharfe Übergänge, insbesondere an den Augen und Fehler in der Herstellung, wie Einkerbungen, Dopplungen, Kantensprünge usw. sind auf alle Fälle zu vermeiden. Die Kanten der Laschen sind mit einem Halbmesser von 2,5 mm abzurunden.

Ebenso wichtig ist, daß bei den einzelnen Teilen, die in den Stärkeverhältnissen gegeneinander ziemlich genau abgestuft sind, die in der Zeichnung — vergl. Taf. 13 — angegebenen Abmaße eingehalten werden. Besonderer Wert ist auf die Herstellung und Prüfung des Gewindes der Spindel gelegt — vergl. »Das Gewinde der neuen Eisenbahnkupplung, seine Tolerierung und Prüfung, von Oberregierungsbaurath Ittgen, Berlin«. Glasers Annalen vom 1. November 1925, Seite 171. —

Mit einer Anzahl von Schraubekupplungen und Zughaken, die nach den angegebenen Bedingungen angefertigt waren, wurden nochmals besondere Zerreißversuche und Betriebsversuche an Wagen vorgenommen.

Bei den Zerreißversuchen trat der Bruch bei zwei Kupplungen wie beabsichtigt in einem Laschenschaft ein und zwar bei 73,5 und 73 t. Diese Bruchlasten entsprachen den an Zerreißstäben ermittelten Festigkeiten des Baustoffes. Die Spindeln waren bis 70 t Belastung vollkommen gangbar; bei 72,5 t konnten die Muttern noch um 6 bis 8 Gänge aus ihrer ursprünglichen Lage nach dem Schwengelbund hin gedreht werden. Die Bügel hatten sich bei der ersten Kupplung um 2,2 mm, bei der zweiten um 1,5 mm verengt. Sie waren auch nach dem Laschenbruch auf dem Zughaken noch vollkommen beweglich. Nach dem Bruch der Laschen waren die Spindeln krumm. Der Hauptbolzen hatte sich bei der Belastung mit 73,5 t um etwa 1 mm durchgebogen. Die Erweiterung des Zughakenmaules betrug bei einer Belastung von 60 t 0 mm und bei 73 t bei dem einen Haken 2,5 mm, bei dem anderen Haken 3,3 mm.

Die Betriebsversuche wurden mit einem schweren D-Zug in der eingangs schon angedeuteten Weise vorgenommen. Bei

Geschwindigkeiten von 10 und 15 sowie 6 km/h wurden von den hintersten Wagen des Zuges aus drei Notbremsungen vorgenommen. Nach der zweiten Notbremsung war an der Lasche der Kupplung zwischen dem ersten und zweiten Wagen des Zuges eine Längung von etwa 2,5 mm festzustellen. Am Bügel und an der Spindel waren Längenänderungen nicht meßbar. Eine Kupplungslasche zwischen dem zweiten und dritten Wagen hatte sich um 1,5 mm gelängt, ebenso der gerade Teil des Bügels, während die Spindel unverändert geblieben war. Nach der dritten Notbremsung war die Lasche zwischen dem ersten und zweiten Wagen um 4 mm gestreckt, am Bügel und an der Spindel zeigte sich nichts. Die Lasche zwischen dem zweiten und dritten Wagen war 3 mm länger geworden, der Bügel hatte die Längung von 1,5 mm beibehalten, die Spindel war unverändert geblieben.

Die verstärkten Kupplungen und Zughaken haben somit den Erwartungen vollauf genügt.

Wenn durch das Reißen der Laschen im Betriebe Spindeln krumm werden, so liegt es nahe, die Spindeln wieder herzurichten. Das Wiederherstellen ist aber bei den wegen der hohen Streckgrenze wohl meist vergüteten Spindeln sehr schwierig. Die Spindeln müssen warm gerichtet und neu vergütet werden. Die Eisenbahnwerke haben nun die dazu erforderlichen Einrichtungen nicht, und es wird auch kaum zweckmäßig sein, für die verhältnismäßig selten auftretenden Beschädigungen kostspielige Anlagen zu errichten. Daher könnte nur in Frage kommen, die wenigen verbogenen Spindeln den Lieferwerken zur Instandsetzung zu überweisen, wenn man nicht überhaupt die wenigen unbrauchbar gewordenen Spindeln ausmustern will, wie zur Zeit vorgesehen ist.

Zu beachten ist auch, daß die Spindeln unter keinen Umständen durch Abtrennen gereinigt werden dürfen, sondern in anderer Weise wie z. B. durch Abkochen oder Abwaschen mit geeigneten Mitteln gereinigt werden müssen.

Die verstärkte Schraubekupplung und der verstärkte Zughaken werden bei den Fahrzeugen der Deutschen Reichsbahn eingeführt. Voraussetzung für den Einbau ist natürlich, daß an den Fahrzeugen die übrigen Teile der Zugvorrichtung für eine Zugkraft von 21 t bemessen sind.

Wie eingangs schon betont, müssen die Eisenbahnverwaltungen darauf achten, daß die Zugvorrichtungen, insbesondere die Schraubekupplungen, den jeweils üblichen Zugkräften der Lokomotiven entsprechen. Da die Zugkräfte nun fast bei allen größeren Eisenbahnverwaltungen in den letzten Zeiten gesteigert worden sind, ist allgemein das Bedürfnis aufgetreten, verstärkte Schraubekupplungen einzuführen. Eine allgemeine Regelung der Frage schien daher geboten, zumal da auch der Übergangsverkehr fordert, daß die Eisenbahnwagen, insbesondere die Güterwagen, mit annähernd gleichstarken Kupplungen ausgerüstet sind.

Infolgedessen hatte auf Antrag der Deutschen Reichsbahn der Internationale Eisenbahnverband seinem Ausschuss V für technische Fragen die Aufgabe gestellt, die Frage der Widerstandsfähigkeit der Kupplungen für die im internationalen Durchgangsverkehr zugelassenen Fahrzeuge und die Verstärkung der Schraubekupplungen zu prüfen. Der Ausschuss V hatte mit der Vorberatung dieser Angelegenheit einen Unterausschuss betraut, in dem die Deutsche Reichsbahn den Vorsitz führte.

Auf Vorschlag dieses Unterausschusses hat der Ausschuss V in seiner Sitzung am 30. April 1925 in München folgende Bestimmungen gutgeheißen:

1. Die Weite des Zughakenmaules soll mindestens 40 mm, höchstens 45 mm betragen. Der in der Zugrichtung liegende grobe Durchmesser des Kupplungsbügels darf 40 mm nicht überschreiten, während der kleine Durchmesser sein Höchstmaß von 35 mm behält, wie in der Technischen Einheit (Berner Konferenz) vorgeschrieben ist.

2. Es wird eine Zugbeanspruchung von 20 t als Rechnungsgrundlage für die verschiedenen Kupplungsteile angenommen.

3. Für die neuzubauenden Fahrzeuge wird die geringste Widerstandsfähigkeit der Kupplungen zu 65 t festgelegt. Für die vor-

handenen Fahrzeuge wird empfohlen, mindestens 50 t zu erreichen und wenn möglich 65 t.

4. Am Vorsprung des Puffers dem Zughaken gegenüber, so wie er in der Technischen Einheit festgelegt ist, soll nichts geändert werden. Die Entfernung von Mitte des Loches im Zughaken bis zur Angriffsfläche am Zughakenmaul soll mindestens 110 mm, höchstens 125 mm betragen.

5. Die Länge der Schraubekupplung, gemessen von der Innenfläche des Kupplungsbügels, soll 960 bis 1000 mm bei vollkommen ausgeschraubter Kupplung und 690 bis 760 mm bei zusammengesetzter Kupplung betragen. Diese Maße werden nur für Schraubekupplungen im neuen Zustande und für neuzubauende Fahrzeuge verlangt. Der Durchmesser des Kupplungsbolzens soll 55 mm und im abgenutzten Zustande noch mindestens 50 mm betragen. Daraus ergibt sich, daß das Loch im Zughaken größer als 55 mm sein muß.

6. Das Gewicht der Kupplung soll 36 kg nicht überschreiten und wenn möglich, nicht 30 kg.

7. Es wird empfohlen, eine Vorrichtung vorzusehen, welche das selbsttätige Lösen der Kupplung verhindert.

8. Es wird empfohlen, gelenkige Schwengel zu benutzen.

9. Es liegt keine Veranlassung vor, gegenwärtig die Notkupplung abzuschaffen, welche von der Technischen Einheit vorgeschrieben ist. Die Frage wird später bei Gelegenheit der Einführung einer durchgehenden Bremse für Güterzüge aufs neue geprüft werden.

10. Die Laschen sollen mindestens $3\frac{1}{4}$ fache Sicherheit haben und der schwächste Teil der Kupplung sein. Die übrigen Teile der Schraubekupplung und der Zugvorrichtung sollen mindestens $3\frac{1}{2}$ fache Sicherheit haben.

In der Bestimmung zu 10. ist festgelegt, daß die Laschen der schwächste Teil der Kupplung sein sollen. Es steht also nichts im Wege, die Spindel als stärksten Teil auszubilden.

Die verstärkte Kupplung der Deutschen Reichsbahn entspricht den Bestimmungen des Internationalen Eisenbahnverbandes

Dem Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen sind durch die Bestimmungen des Internationalen Eisenbahnverbandes für eine neue Vereins-Schraubekupplung, die einer Zugkraft von mindestens 20 t entsprechen soll, schon bestimmte Richtlinien gegeben. Die näheren Vorschriften für die Technischen Vereinbarungen sind noch aufzustellen.

A nhang.

Vorläufige besondere Bedingungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Lieferung von Schraubekupplungen und Sicherheitskupplungen, Zughaken und Zugstangen.

1. Beschaffenheit.

A. Baustoff.

Lfd. Nr.	Gegenstand	Baustoffbezeichnung nach Din. 1600	Zerreißfestigkeit kg/mm ²	Streckgrenze mindestens kg/mm ²	Mindestdehnung bei	
					200 mm Meßlänge	100 mm Meßlänge
1	Kupplungsspindeln	—	75—90	50	15	18
2	Kupplungsbügel	St C 60.61	70—85	40	13	15
3	Kupplungslaschen	St 60.11	60—70	35	14	17
4	Kupplungsmuttern	St 60.11	60—70	35	14	17
5	Kupplungsbolzen	St C 60.61	70—85	40	13	15
6	Kupplungsschwengel	St 37.11	37—45	—	20	25
7	Schwengelführung	St 37.11	37—45	—	20	25
8	Sicherheitsshaken	St 60.11	60—70	35	14	17
9	Sicherheitsbügel	St C 60.61	70—85	40	13	15
10	Sicherheitsbolzen	St C 60.61	70—85	40	13	15
11	Zughaken	St 60.11	60—70	35	14	17
12	Zugstangen	St 42.11	45—52	—	20	24

Die unter lfd. Nr. 1 bis 5 und 8 bis 11 aufgeführten Güterwerte gelten für die Teile nach ihrer letzten Feuerbehandlung. Für die übrigen Teile gelten die Güterwerte für den Baustoff.

Für den Reinheitsgrad der Baustoffe gelten die deutschen Industrienormen, für den Reinheitsgrad der Spindeln bezüglich des Phosphor- und Schwefelgehaltes die Vorschriften der Dinorm 1661.

B. Herstellung.

Alle Teile müssen den Zeichnungen entsprechen. Abweichungen von den Toleranzen sind unzulässig. — Der Grat ist überall vollständig zu beseitigen.

Die Spindeln dürfen nach der Herstellung des Gewindes nicht mehr im Feuer behandelt werden. Die gewindefreien Übergänge der Spindel neben dem Schwengelbund müssen zur Vermeidung von Kerbwirkung glatt gedreht sein.

Folgende Teile sind auf dem Lieferwerk normal zu glühen:

- a) Die Bügel für die Schrauben- und Sicherheitskupplungen im gestreckten Zustand; zum Überbiegen der Bügel über die Mutterzapfen sind die Bügel in der Schaftmitte nochmals auf Hellrotglut zu erwärmen,
- b) die Laschen und Zughaken nach dem Schmieden,
- c) die Muttern nach dem Schmieden vor dem Gewindeschneiden und Drehen der Zapfen,
- d) die Kupplungsbolzen vor dem Drehen.

Schwengelbund und Schwengelbundlappen der Spindel müssen sauber geschmiedet und vom Glühzunder befreit, die scharfen Kanten gebrochen werden. — Das Gewinde der Spindeln und Muttern ist sofort nach dem Zusammenbau gut einzufetten oder einzuölen, um es vor Rost zu schützen; in gleicher Weise ist bei lose zu liefernden Spindeln und Muttern zu verfahren.

Sämtliche Teile der Schrauben- und Sicherheitskupplungen und die Zughaken und die Zugstangen müssen aus je einem Stück ohne Schweißen hergestellt werden. Die Zapfen der Muttern sind warm abzusetzen und nicht aus dem Vollen zu drehen. — Der Verbindungskopf am Ende des Rundschafte des Zughakens und die Augen der Bügel, Laschen und Sicherheitshaken dürfen nicht angestaucht werden; sie müssen aus dem Vollen ausgeschmiedet werden. — Der Vierkantenschaft des Zughakens darf nicht windschief sein, er muß auf der ganzen Länge einen rechteckigen Querschnitt haben und sauber und glatt geschmiedet werden. — Zum Anstauchen der Verbindungsköpfe an die Zugstangen dürfen diese nur auf höchstens Hellrotglut erwärmt werden, sie müssen dabei in einer Hitze vollkommen hergestellt werden.

C. Kennzeichnung.

Die einzelnen Teile sind an den auf der Zeichnung mit **O** bezeichneten Stellen mit dem abgekürzten Firmenzeichen des Lieferers, der Gattungszahl 1 und der Jahreszahl der Lieferung nach folgendem

Beispiel deutlich lesbar zu kennzeichnen: S. E. $\frac{1}{24}$.

2. Güteprüfung.

A. Umfang der Prüfung.

Der Prüfungsbeamte ist berechtigt, von je 50 Stück oder angefangenen 50 Stücken der unter lfd. Nummer 1 bis 5 und 8 bis 11 zur Abnahme gestellten Teile je 1 Stück auszusuchen und zu prüfen; es müssen jedoch bei jeder, auch der kleinsten Abnahmemenge alle vorgeschriebenen Versuche vorgenommen werden. — Von dem Baustoff der Zugstangen (Walzstäbe) können von je 100 Stangen zwei Stück geprüft werden.

Soweit die Teile der Einzelabnahme unterliegen und mit dem Prüfungsstempel versehen werden, ist er, um ihn leicht auffinden zu können, mit einem weißen Ölfarbanstrich augenfällig zu kennzeichnen. Die Spindeln müssen sowohl nach dem Zugversuch, als auch nach beendeter Prüfung auf dem Schwengelbund den Prüfungsstempel erhalten.

B. Art der Güteprüfung.

Zugversuch.

Wie üblich. Der Proportionalstab soll nur dann verwendet werden, wenn es schwierig ist, den Normalstab zu entnehmen.

Prüfung der Gewinde.

Für die Abnahme des Gewindes der Spindeln und Muttern sind die Anlagen 1 und 2 maßgebend, die einen Teil dieser Bedingungen bilden*).

Schlagversuch.

Fertig bearbeitete Spindeln sind bei einer Auflageentfernung von 400 mm unter einem Fallwerk durch Schläge auf den Schwengelbund bei wagrecht liegenden Lappen bis zum halben Spindeldurchmesser durchzubiegen und nach Drehen der Spindel um 180° wieder auf die gleiche Art gerade zu richten. Der letzte Schlag kann der zu erreichenden Durchbiegung angepaßt werden. Hierbei dürfen Anrisse nicht auftreten. Bärgewicht 100 kg, Fallhöhe 2 m. Die so geprüften Spindeln sind sofort durch Abtrennen des Schwengelbundlappens verwendungsunfähig zu machen.

Kerb Schlagversuch.

Die Reichsbahn ist berechtigt, die Kerbzähigkeit der Spindeln nachzuprüfen. Die Kerbzähigkeit soll 10 m kg/cm² betragen.

Aufdornversuch.

Die Laschen- und Bügelaugen sind einem Aufdornversuch zu unterwerfen, wobei sie sich im kalten Zustande mit einem konisch geformten Dorn, der auf je 10 mm Länge um 1 mm im Durchmesser zunimmt, um 15% des ursprünglichen Durchmessers aufweiten lassen müssen, ohne Anrisse zu zeigen.

Aufweitversuch des Mauls der Zughaken.

Das Maul der Zughaken ist unter einem Fallwerk durch Schläge auf einen Keil von elliptischem Querschnitt, der auf je 10 mm Länge um 1 mm in der Breite zunimmt, auf mindestens 50 mm aufzuweiten. Der letzte Schlag kann der zu erreichenden Anfeuerung angepaßt werden; Anrisse dürfen hierbei nicht auftreten. Bärgewicht 100 kg, Fallhöhe 2 m.

Glühversuch.

Die Reichsbahn ist berechtigt, $\frac{1}{4}$ der zur Abnahme bereit gestellten Teile unter Aufsicht des Abnahmebeamten vom Lieferwerk glühen zu lassen.

3. Lieferung.

Die Kupplungen und Kupplungsteile sind frei Bahnwagen (Güterabfertigung) des Abgangsbahnhofs der Deutschen Reichsbahn innerhalb des deutschen Zollgebietes anzuliefern. Sie müssen sorgfältig verladen werden, so daß Beschädigungen der Teile, insbesondere der Kupplungsgewinde, ausgeschlossen sind. Werfen beim Auf- und Abladen ist verboten.

* Abgedruckt in Glasers Annalen vom 1. November 1925, S. 171 u. f.

Weglassung der Stofslücke im Hohlwellengleis.

Von Finanz- und Baurat i. R. R. Scheibe, Dresden.

Die Stofslücken, die bisher unbestritten im Schienenstrang unentbehrlich sind, erleiden Störungen durch Vergrößerung oder Verkleinerung oder völliges Verschwinden, sobald die Schienen wandern. Die theoretische Voraussetzung für die Veränderung der Schienenlänge durch wechselnde Wärmeeinflüsse ist dann nicht mehr vorhanden. Die Folge hiervon ist u. a. der Eintritt gewisser Spannungen in der Schiene, da die Längsausdehnung unterdrückt wird. In den meisten Fällen können diese Spannungen, wenn das Gleichgewicht mit den Reibungswiderständen im Gleise sonst erhalten bleibt, lange Zeit fortbestehen. Jedenfalls ist anzunehmen, daß sich in einer Gleisanlage infolge der Wärmeeinflüsse und der Wanderschubpressung die verschiedensten Spannungszustände herausbilden. Die Schädlichkeitsgrenze dieser Spannungen ist ziffernmäßig

noch nicht festgestellt, weshalb man sich im allgemeinen darauf beschränkt, um Gleisverwerfungen vorzubeugen, bei Sonnenhitze die Änderung der Reibungszustände zu verbieten.

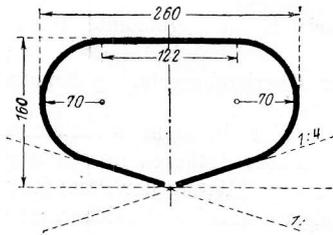
Aus vorstehendem wird man folgenden wichtigen Schluß ziehen dürfen: Wenn ein Oberbau gleich anfangs stofslückenlos hergestellt werden kann, weil er Vorkehrungen besitzt, die eine Steigerung der Wärme in der Schiene unschädlich für diese und ihren Zusammenhang mit dem Gleise machen, so wird dadurch ein sehr sicherer Gleiszustand erzeugt, der dauernd unabhängig von allen Temperaturwirkungen bleibt.

Diese Vorkehrungen müssen so sein, daß bei einer Wärmesteigerung innerhalb einer Schienenlänge ein ungünstiger Einfluß auf deren Nachbarschaft ausgeschlossen ist und die Auswirkung aller auftretenden Kräfte, also auch der Unterdrückung der

Längsdehnung, d. h. der Verarbeitung der zwischen je zwei Schwellen entstehenden Spannung auf den Bereich einer Schiene beschränkt bleibt.

Das Mittel zur Erreichung dieses Zieles besteht nun darin, daß

1. eine elastische, hohle, eiserne Schwelle verwendet wird mit einem großen Widerstandsmoment, einer großen Masse (durch Ausfüllung mit Bettungsstoff) und der Fähigkeit, alle erlittenen Betriebserschütterungen und Temperatureinflüsse in eine Biegearbeit ihrer Querschnittsform umzusetzen (Abb.).



2. Alle auf die Schiene wirkenden Beanspruchungen durch die starre Schienenbefestigung vollständig in die Schwelle gelangen.

3. Die Schiene mit der Eisenhohlschwelle durch eine außerordentlich starke Aufpressung zu einem einzigen Körper so fest verbunden wird und verbunden bleibt, daß er als fast homogen gelten kann. Dann fließt die von der Schiene kommende Wärme dem stets kühleren Schwellenboden und von da dem umgebenden Bettungsstoff zu.

Die dauernd starke Aufpressung mit etwa 10400 kg wird vermittelt einer, die schwache Schwellendecke zu einer genügenden Widerstandsfähigkeit ergänzenden Verstärkungsplatte sowie mit einer besonders starken, die Klemmplatte exzentrisch durchsetzenden Hakenschraube erzeugt. Hierbei bleibt die Zugspannung von 8000 kg noch unter der Fließgrenze. Die stetige Wechselwirkung zwischen dieser Zugspannung und der Biegearbeit innerhalb der Schwelle ist die Gewähr für den dauernden Fortbestand der starren Befestigung.

In neuester Zeit wird den dynamischen Einwirkungen des Betriebs auf das Eisenbahngleis die gebührende Beachtung geschenkt. Das führt u. a. zu dem Bestreben, den Schienenstoß so stark zu gestalten, daß in ihm die angreifenden Kräfte denselben Widerstand finden, wie in der Mitte der Schiene.

Eine Sonderfrage dazu wurde vom Verfasser im Verein mit dem Materialprüfungsamte der Dresdener technischen Hochschule untersucht; ein eingehender Bericht darüber soll folgen. Es läßt sich die Möglichkeit nachweisen, die in der Schiene sich sammelnde Sonnenwärme vermittelt der starren Schienenbefestigung auf der eisernen, elastischen Hohlschwelle nach dieser und der sie einhüllenden Bettung so vollkommen abzuleiten, daß sich die Aussicht eröffnet, durch unmittelbares Aneinanderstoßen der Schienenenden die Stoßlücke entbehrlich zu machen. Damit wären dann stabile Grundlagen für die Konstruktion des Schienenstoßes geschaffen.

Die durch die starre Befestigung unterdrückte Gesamtausdehnung der Schiene erzeugt in den einzelnen Schienenabschnitten zwischen je zwei Befestigungsstellen neue Spannungen, die, hier in die Schwellen abgeleitet, durch kleine Verdrückungen des Schwellenquerschnitts verarbeitet werden. Durch diese Biegearbeit im Querschnitte der elastischen Schwelle wird das infolge der Temperatursteigerung veränderte Gleichgewicht des Gleiszustandes wiederhergestellt und der Spannungszuwachs ausgeglichen.

In gleicher Weise, nur umgekehrt durch Verkürzung der

Schiene spielt sich der Vorgang der Spannungsänderungen und Querschnittsverdrückungen bei Frostwirkungen ab.

Ist mit dem unmittelbaren Zusammenstoß der Stirnen zweier Nachbarschienen der schädliche Einfluß der dynamischen Angriffe auf den Schienenstoß in der Hauptsache ausgeschaltet, haben die Laschen nur noch die statischen Folgen der Trennungsfuge in der Schiene zu überwinden. Diese Aufgabe, die im wesentlichen darin besteht, den Schienenquerschnitt zu ersetzen, werden sie nunmehr leichter erfüllen können.

Nachdem durch die Wärmeableitung und die neue Verarbeitungsform der Stoßkräfte die Ortsbeständigkeit des einzelnen Schienenpaares und damit die des ganzen Gleises herstellbar ist, können unbedenklich die Laschen mit den Schienenenden starr verschraubt werden, um bei der Aufnahme der Betriebslast im Stoßquerschnitt die Unwandelbarkeit der Fahrkante in lot- und wagrechter Richtung zu sichern.

Es wäre auch denkbar, die Schienen zu verschweißen. Aber die starre Verschraubung läßt noch die Möglichkeit offen, die Schienen zu anderweiter Verwendung aus dem Gleise wieder rückzugewinnen zu können.

Beim Walzen der Schienen sind kleine Verschiedenheiten in den Abmessungen der Laschenkammern unvermeidlich, die aber hinreichen, um beim jetzigen Vorgange des Radübertritts vom abgebenden zum aufnehmenden Schienenende Bewegungen und Abnützungen in den Laschenkammern (das sogenannte Arbeiten der Laschen) zu veranlassen.

Dieses Arbeiten wird zweifellos geringer werden, wenn die Stoßlücken wegfallen. Da dieses Arbeiten aber abhängig ist von der Ruhelage der Fahrkante bei der Befahrung des Stoßes, (d. h. vom Abstände der Stoßschwellen voneinander), so wird eine möglichste Verminderung dieses Abstandes in Verbindung mit der starren Verschraubung des Stoßes die Einheitlichkeit des durchlaufenden Schienenstranges schon wesentlich besser gestalten.

Fränkel hat in Nr. 21 der »Gleistechnik 1925« (»Dynamische Einwirkungen auf das Gleis und insbesondere auf die Bauart des Stoßes«) den Grundsatz aufgestellt, den Stoß unter dem Gesichtspunkt auszubilden, daß er dynamisch nicht stärker beansprucht werde, als die Schienenmitte. Diesem Grundsatz kann außer durch den Wegfall der Stoßlücken und die starre Verschraubung noch dadurch Genüge geleistet werden, daß die Abstände der Hohlswellen am Stoße verringert und etwa wie folgt gestaltet werden:

a) beim ruhenden Stoß:

... 80 + 80 + 60 + 50 + 40 | 40 + 50 + 60 + 80 + 80 ...

b) beim schwebenden Stoß:

... 80 + 80 + 75 + 55 + 42 - 3 | 6 - 42 + 55 + 75 + 80 + 80 ...

Dabei ist angenommen, daß man wieder zum ruhenden Stoß zurückkehren kann, wenn künftig die Schläge beim Übertritt des Rades über die Stoßlücke als schädliche Haupteinflüsse wegfallen. Denn der ruhende Stoß auf der federnden Hohlschwelle ist ja auch elastisch. Ob es aber richtiger ist, den schwebenden Stoß mit nur 36 cm Stoßschwellenabstand (d. s. 10 cm Zwischenraum für die Stopfung) beizubehalten, wird wohl nur durch praktische Ausprobungen zu entscheiden sein.

Durch gleichzeitige Anwendung des geschlossenen Stoßes, der starren Laschenverschraubung und der massigeren Stoßunterstützung, muß eine Verbesserung des Stoßes zustande kommen, vermöge deren die Stetigkeit der Fahrkante erreicht wird und gewahrt bleibt. Deshalb wird eine Bestätigung dieser Darlegungen durch Probestrecken allgemein erwünscht sein.

Zur Dynamik des Eisenbahnoberbaues.

Von Reichsbahnoberrat Dr. Saller.

Die Frage, welchen Einfluß die Geschwindigkeit der Lastbewegung auf die Formänderungen der Tragwerke und des Eisenbahnoberbaues äußert, ist seit langem Gegenstand der Aufmerksamkeit sowohl der Wissenschaft als auch der Ausübung. Die Wissenschaft war bisher, soviel mir bekannt, noch

nicht soweit vorgedrungen, um diese Frage eindeutig beantworten zu können und Beobachtungen in der Wirklichkeit begegneten außerordentlichen Schwierigkeiten. Einmal standen bisher geeignete Vorrichtungen für dynamische Messungen überhaupt nicht zur Verfügung und erst seit kurzem hat sich

die Hoffnung ergeben, solche Meßvorrichtungen zu bekommen. Dann tritt aber weiter die große Schwierigkeit auf, die einzelnen Einflüsse, die zu den Wirkungen der Geschwindigkeit beitragen, auseinander zu halten. Zweifellos tragen zur Geschwindigkeitswirkung auch Einflüsse bei, die die Formänderungen vergrößern. Hierher gehören alle Einwirkungen der Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn und der Fahrzeuge und, weil solche Unregelmäßigkeiten und Unvollkommenheiten bei allen menschlichen Einrichtungen nie fehlen und im menschlichen Empfinden eine große Rolle spielen, so besteht in der Wirklichkeit die Gewöhnung, die Geschwindigkeit der Lastbewegung als einen schädlichen Einfluß zu behandeln. Man läßt ohne weiteres Gefahrstellen mit geminderter Geschwindigkeit befahren, ohne völlig darüber klar zu sein, ob es nicht vielleicht vorteilhafter wäre, die Last mit großer Geschwindigkeit möglichst schnell über die Gefahrstelle hinwegzuführen. Man sagt ja auch, daß ein Schlittschuhläufer eine schwache Stelle im Eis viel sicherer mit großer Geschwindigkeit überfliege, als wenn er sie langsam befährt. In solchen Fällen, in denen die Wirklichkeit die Herausschälung von Einzeleinflüssen aus einem ganzen Bereich von solchen Einflüssen verschiedener Richtung nicht zuläßt, ist die Rechnung einzugreifen berufen.

In Heft 6, Jahrgang 1922 des Organs wurde für die Durchbiegungen am durchgehenden Oberbau die Formel aufgestellt:

$$y = \frac{1,414 P}{m e^4} \left\{ \frac{v}{L} e^{-\frac{a}{2}t} \left[\sin \left(t \sqrt{A - \frac{a^2}{4}} \right) \left(2 \frac{v^2}{L^2} + \frac{a^2}{2} + \frac{av}{L} - A \right) + \left(\frac{2v}{L} + a \right) \sqrt{A - \frac{a^2}{4}} \cos \left(t \sqrt{A - \frac{a^2}{4}} \right) \right] + \sqrt{A - \frac{a^2}{4}} \cdot e^{\frac{3\pi}{4}} \cdot 0,707 \left(\frac{2av}{L} + A + 2 \frac{v^2}{L^2} \right) \right\} \dots (1)$$

$$\frac{\sqrt{A - \frac{a^2}{4}} \left\{ \left(2 \frac{v^2}{L^2} + \frac{a^2}{2} + \frac{av}{L} - A \right)^2 + \left(A - \frac{a^2}{4} \right) \left(\frac{2v}{L} + a \right)^2 \right\}}$$

Diese Formel, die von der meiner Ansicht unerläßlichen, vereinfachenden Annahme ausgeht, daß der Oberbau, wie es bei dynamischen Berechnungen zulässig ist, soweit es sich um Gewinnung großer Gesichtspunkte handelt, als Langschwellerbau zu behandeln sei, leidet an dem Grundübel aller dynamischen Berechnungen, daß sie außerordentlich lang und schwerfällig ist. Man wird aber darum, mindestens zu Anfang, nicht herumkommen. Es sei nur daran erinnert, daß zur Lösung des ganz einfachen Falles des beiderseits frei aufliegenden Trägers unter bewegter Last, noch dazu bei vernachlässigtem Eigengewicht eine umfangreiche Abhandlung Dr. Zimmermanns mit einer bisher unbekanntenen Lösung einer Differentialgleichung erforderlich war. Man wird daher bei dynamischen Berechnungen auch bezüglich Annäherungen einen etwas mildereren Maßstab anzulegen haben als bei statischen. Die Theorie der Dynamik des Eisenbahnoberbaues ist ja erst im Werden begriffen und man kann den Pionieren, die in dieses schwierige Gelände einzudringen versuchen, nicht gleich zumuten, daß sie alles aufs bequemste herzurichten vermögen. Jedenfalls scheinen Berechnungen an üblichen Oberbauformen zu zeigen, daß innerhalb der im Eisenbahnbetrieb gebräuchlichen Geschwindigkeiten bis über 100 km/h hinaus, der sin und cos-Ausdruck vernachlässigt werden kann. Damit vereinfacht sich die Gleichung sehr wesentlich zu

$$y = \frac{1,414 P \cdot 0,707 \left(\frac{2av}{L} + A + 2 \frac{v^2}{L^2} \right)}{m \left\{ \left(2 \frac{v^2}{L^2} + \frac{a^2}{2} + \frac{av}{L} - A \right)^2 + \left(A - \frac{a^2}{4} \right) \left(\frac{2v}{L} + a \right)^2 \right\}} \dots (2)$$

In diesen Gleichungen 1) und 2) ist y die Tiefe der Einsenkung, in deren tiefstem Punkt sich das Rad mit der Last P , gleichlaufend zur Ruhelage des Gleises, fortbewegt, v die Ge-

schwindigkeit in cm/sek., m die an der Formänderung beteiligte Masse des Oberbaues, für die im Organ 1922, Heft 6 die von der Oberbauform völlig unabhängige Umrechnungsziffer 0,31736 berechnet wurde; $a = \frac{k}{m}$, wobei k die Dämpfungsziffer, $A = \frac{K}{m}$, worin K die sogenannte Wiederherstellungsziffer und L der in der Oberbauberechnung bekannte Wert $\sqrt[4]{\frac{4 E J}{C b}}$ ist.

Was in dem mehrbenannten Aufsatz im Organ 1922 gegenüber früheren Berechnungen neu eingeführt wurde, ist die Berücksichtigung der Dämpfung der Schwingungen. Ich habe damals, zumal bei der Unsicherheit, praktisch zuverlässige Dämpfungswerte zu greifen, die Sache eigentlich mehr als eine Art Studie betrachtet, bin aber inzwischen zu der Überzeugung gekommen, daß diese Einführung der Dämpfung der entscheidende Schritt zu einer für praktische Zwecke brauchbaren Theorie der Dynamik des Eisenbahnoberbaues ist. Man hat es am Eisenbahnoberbau tatsächlich mit aperiodischen Schwingungen zu tun. Der Oberbau schwingt unter den Verkehrslasten nicht mehrmals auf und ab, sondern er bewegt sich, aus seiner Ruhelage gestört, lediglich aperiodisch nach der Mittellage hin. Inwieweit er diese vorübergehend vielleicht eine Kleinigkeit überschreitet, ist eine zunächst noch Beobachtungen zu überlassende Frage, deren Klärung aber um so wichtiger ist, als von ihr die Größe der Dämpfungsziffer wesentlich abhängt. Die Be-

rechnungsgrundlagen dieser Ziffer dürften im Organ 1922, Heft 6 erschöpfend gegeben sein. In früheren Berechnungen wurde immer Wert darauf gelegt, zu betonen, daß nur auf Annäherungen Anspruch zu machen sei. Es möchte aber für den vorliegenden Fall des durchgehenden Schienenstranges, der unter bewegter Last eine Einsenkung erfährt, in deren tiefstem Punkt sich die Last weiterbewegt, ohne in Form von Hebungen oder Senkungen Arbeitsgrößen zu leisten, dieser Vorbehalt wesentlich eingeschränkt werden. Er scheint nur soweit zu bestehen, als er durch die vereinfachende Annahme des Langschwellerbauens und durch die auch sonst für alle statischen Oberbauberechnungen gegebenen Annahmen begründet ist. Da aber bei der Verwickeltheit der Querschwellerbauerechnungen anzunehmen ist, daß bei dynamischen Berechnungen nie zu einer befriedigenden Berücksichtigung der Querschwellerauflagerung zu gelangen sein wird, vielmehr immer die vereinfachende Annahme des Langschwellerbauens wird zugelassen werden müssen, so möchte fast die Überzeugung ausgesprochen werden, daß in den obigen Formeln ein kleines, aber nicht unwesentliches Kapitel der »Dynamik des Eisenbahnoberbaues« geschrieben ist. Das hierbei angewendete Verfahren besteht also darin, daß die wechselnde, ruhend gedachte Kraft ermittelt wird, unter der ein Punkt des Schienenstranges eines gedachten Langschwellerbauens die Senkungskurve durchläuft und daß ermittelt wird, welche Änderung diese Senkung in ihrem Tiefpunkte erfährt, wenn die Formänderung sich unter bewegter Last mit einer gegebenen Geschwindigkeit vollzieht. Es ist also in gewissem Sinn nichts anderes als eine den Verhältnissen angepaßte Anwendung des wissenschaftlich genauen Verfahrens, das Dr. Zimmermann in seinen »Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last« unter Vernachlässigung des Eigengewichts angewendet hat. Es kann im vorliegenden Fall des durch-

gegenteilige Bestrebungen bestehen, die das Anpressen der Laschen sogar durch besondere Mittel verstärken wollen. Unter Beachtung des von Ebert scharf betonten Widerspruches ist es meines Erachtens doch unbedingt zu verwerfen, wenn — wie Liman & Petsold, Fabrik für Eisenbedarf Wien XII auf der Verkehrsausstellung München mit der nachstellbaren Schlitzlasche (Patent Brudeck-Petsold) dies vorschlug (Gleistechnik 1925, Heft 17) — die Laschen möglichst stark an Schienenfuß und Kopf angepreßt werden, damit sie »tragen«. Es ist meines Erachtens höchste Zeit sich von solchen statischen Unstimmigkeiten frei zu machen.

Bei dem heutigen Stande der Gleistechnik ist mit dem Ebertschen Schienenstofs eine ganze Reihe von Problemen verknüpft, auf die hingewiesen werden muß. Die Probleme sind:

1. Verstärkung der an sich bisher schwächer als die durchlaufenden Schienen wirkenden Stöße durch Eisenbetonroste in der Bettung oder durch Stampfen der Bettung im Stofs;
2. Beseitigung der Stöße durch Verschweißung der Schienen;
3. Aneinanderrücken der Schwellen am Stofs auf kleinsten Abstand unter Erschwerung des Unterstopfens;
4. Verwendung der neueren Doppelschwellen.

Die Ebertsche Stofskonstruktion ist, wie von einem so hervorragenden Statiker und Praktiker nicht anders zu erwarten, so gründlich durchdacht und durchkonstruiert worden, sie hat sich in der langen Reihe von 16 Jahren an den bayerischen Versuchsstrecken so glänzend bewährt, daß unter Berücksichtigung der von Ebert in der Gleistechnik 1925, Heft 15 vorgeschlagenen geringen Verbesserungen eine Stofskonstruktion vorliegt, die nach Umständen geeignet ist, alle die oben genannten Probleme umwälzend zu beeinflussen.

Ebert hebt in seiner neuen Veröffentlichung das starke Einfressen des Stemmlappens der Laschen in die Klemmplättchen besonders hervor und meint, daß dieser konstruktive Mangel durch eine kräftigere Gestaltung der Klemmplättchen leicht behoben werden könnte. Dem ist entgegenzuhalten, daß das Einfressen der Stemmlappen keinesfalls eine der Ebertschen Konstruktion anhaftende Eigentümlichkeit ist, noch dazu, nachdem die Versuchsstöße in einer starken Bremsstrecke liegen. Dieses Einfressen der Laschenstemmlappen in die Klemmplatten tritt bei allen Stofskonstruktionen auf, wenn die Wanderungen der Schienen nicht schon durch die Schwellen in Schienenmitte abgefangen werden (Rambachersche Stützklemmen).

Dieser Mißstand hat seinerzeit Anlaß gegeben, die wanderfreie Stofslasche anzuwenden, die eine freie Bewegung der Schienen über die Schwellen weg gestattet, in der Absicht, dem Stofs den Wanderschub vollständig abzunehmen und ihn nicht gleichzeitig auf Biegung und Schub — also doppelt zu beanspruchen. Diese Gleise haben dann sehr starke Wanderungen erfahren, weil gewöhnlich in Schienenmitte kein genügender Schutz gegen die Wanderung angebracht wurde. Meines Erachtens ist der goldene Mittelweg richtig, den Stofs in mäßiger Weise zum Widerstand gegen die Wanderung heranzuziehen und den Haupt-Wanderschutz auf die Schienenmitte zu verlegen.

Es würde nichts hindern, den Ebertschen Stofs ebenfalls wanderfrei zu gestalten durch Anwendung wanderfreier Stofs-

laschen — doch möchte ich dieser Anordnung nach dem Obigen nicht das Wort reden. Eine wesentliche Verbesserung gegen den Wanderschub ist bei dem Ebertschen Stofs leicht möglich durch Einlegen von gepreßtem Pappelholz zwischen Schienenfuß und Tragplatte, wodurch bekanntlich die Wanderung fast vollständig abgefangen werden kann.

Keinesfalls kann die Verwendung der Winkellaschen und der normalen Klemmplättchen beim Ebertschen Stofs als konstruktiver Fehler bezeichnet werden, so wenig dies für die heutigen sonstigen Stöße mit Winkellaschen geschieht.

Ganz besonders soll darauf hingewiesen werden, daß der Statiker Ebert den Mut besitzt, dem Vorurteil vom »festen Stofs«, dem Schlagwort »vom Hammer und Ambols« entgegenzutreten.

Es wäre vielleicht auch veranlaßt hier gegen das heute nicht selten anzutreffende Vorurteil über eine sogenannte »harte Bettung« einiges auszuführen — doch soll dies bei anderer Gelegenheit geschehen.

Es ist doch statisch ohne weiteres klar, daß, wenn der Stofs sicher und ohne wesentliche Durchbiegung mittels der kräftigen förmigen Tragplatte auf drei Schwellen aufliegt, die befürchteten Nachteile eines festen Stofses nicht mehr auftreten können. Der sogenannte feste Stofs ist eben nur dann schädlich, wenn er nicht fest ist. Demgegenüber ist selbst der neueste Stofs auf den Doppelschwellen eher als gefährlicher fester Stofs anzusehen, da dieser trotzdem noch statisch schwächer erscheint als der Ebertsche Stofs. Von einem harten Befahren kann ebensowenig eine Rede sein wie bei den Schienenmitten oder etwa bei Schienen auf Brücken und die 16jährigen Erfahrungen an den Ebertschen Stößen beweisen doch auch, daß die Schienenköpfe, die bei sogenannten festen Stößen leicht breit geschlagen werden, keinerlei unterschiedliche Abnutzung gegenüber den sonstigen schwebenden Stößen aufweisen.

Ich komme zu dem Ergebnis, daß dem Ebertschen Stofs eine derartige Bedeutung zukommt, daß damit geradezu die folgenden grundsätzlichen Fragen auftauchen und gestellt werden müssen: Was ist besser? Die Bettung am Stofs mit Eisenbetonrosten verstärken, oder lange Schienen zu schweißen, oder die Schwellenlager zu verbreitern, oder den Ebertschen Stofs anzuwenden und auf diese Weise die gleiche Tragfähigkeit der Schiene am Stofs wie in der Schienenmitte zu erzielen?

Wenn mich mein statisches Gefühl nicht täuscht, ist der Ebertsche Stofs vielleicht berufen, in der einfachsten Weise die Vorteile zu bringen, die mit allen möglichen anderen Mitteln bisher erstrebt wurden.

Es ist ja zweifellos ein Verdienst der ehemaligen bayerischen Staatseisenbahnverwaltung, daß sie Gelegenheit gegeben hat, eine Anzahl solcher Ebertscher Stöße zu erproben, es sollte aber unbedingt durch die Reichsbahn Gelegenheit gegeben werden, eine größere Strecke mit Stößen auszurüsten und durch Versuche im Großen eingehend zu untersuchen, ob hierdurch nicht eine neue bahnbrechende Verbesserung unserer Gleise erzielt werden kann.

Der Preis der Winkellasche scheint mir wohl des Schweißes der Gleiswirte wert zu sein — und achtlos an dem Vorschlag eines so bedeutenden Statikers wie Ebert vorüberzugehen, wäre eine Versündigung gegen den gesunden Fortschritt.

Aus amtlichen Erlassen.

Änderung der Achsschenkel der Wagenradsätze bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Häufige Heißläufer bei den Güterwagen mit 20 t Ladegewicht gaben Anlaß, nach einer wirksamen Abhilfe ohne wesentliche Änderung der Abmessungen der Achsschenkel der Wagenradsätze der Regelbauart zu suchen. Die Schweizerischen

Bundesbahnen hatten mit Radsätzen für neuere Wagen mit äußeren, senkrecht angesetzten Schenkelbunden und 2 mm Übergangshalbmesser sowie mit dem Glätten der Achsschenkel durch Stahlwalzen sehr gute Erfahrungen gemacht.

Der senkrechte Anlauf mit vermehrter Druckfläche in wagrechter Richtung bietet in Hinsicht auf Verminderung des

Warmlaufens und Verhinderung des Aufsteigens der Lagerschalen auf den Bund wenigstens nach außen große Vorteile; eine gleichartige Änderung an der inneren Seite ist wegen der Verminderung des Abrundungshalbmessers von 15 auf 2 mm ohne Änderung des Achsschenkels aus Festigkeitsgründen nicht möglich.

Infolge der Verwendung des neuen Ölbleistreifringes muß der Notlauf möglichst glatt sein, daher soll auch er poliert werden.

Der Spielraum zwischen Achslagerschale und Schenkelbund beträgt auf der Innenseite 5 und auf der Außenseite 2,5 mm; der Unterschied ist deshalb gewählt, weil sonst bei ungenauer Arbeit die Lagerschalen die ebenen Anlaufflächen gar nicht berühren würden und der Seitendruck von der Hohlkehle am Notlauf des entgegengesetzten Schenkels aufgenommen würde.

In Zukunft sind daher nach den Anordnungen der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft alle neuen

Radsätze mit 200 mm langen und 115 mm starken Achsschenkeln an den äußeren Achsschenkelbunden mit ebenen Bundflächen bei 2 mm Abrundungshalbmesser und mit hochglanzpolierten Achsschenkel- und Notlaufflächen zu liefern.

Ebenso sind von den Werkstätten alle vorhandenen Radsätze der nämlichen Bauart gelegentlich erforderlicher Dreharbeit an den Achsschenkeln in gleicher Weise abzuändern und auf Hochglanz zu polieren.

Die Eingüsse der Achslagerschalen werden der neuen Schenkelform angepaßt und an der vorderen Stirnseite der Schale mit S gekennzeichnet. (S bedeutet: Schweizer Bauart). Nur in dringenden Fällen, wenn Lagerschalen mit S-Eingufsform nicht zu beschaffen sind, können Lagerschalen mit der alten Eingufsform noch für Achsschenkel neuer Bauart verwendet werden.

Bttgr.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Das Eisenbahnsystem Chinas.

Der von dem Direktor C. S. Liu der chinesischen Staats-eisenbahnverwaltung verfaßte Bericht des Eisenbahndepartements an das Ministerium für Transportwesen enthält eine Reihe sehr interessanter Ziffern, die ein Bild von dem Eisenbahnwesen des Reiches der Mitte geben.

Zu Ende des Jahres 1923 zählte China 7456 englische Meilen Bahnlinien (rund 12000 km), wovon 4614 Meilen (7430 km) Haupt- und Nebenlinien dem chinesischen Staate gehörten und von diesem betrieben und verwaltet wurden.

Das staatliche Bahnnetz Chinas umfaßt 17 verschiedene Linien, die 19 chinesische Provinzen durchziehen. Die Herstellungskosten schwanken natürlich bedeutend, je nach den Geländebedingungen, und bewegen sich zwischen 88000 bis 227000 Dollar pro Meile (1609 m.) Bei einer Bruttoeinnahme von rund 120 Millionen Dollar entfallen auf die Betriebsführung 65 Millionen Dollar, mithin gegen 54 v. H. Auf den Personenverkehr entfielen 32,34 v. H. und den Frachtverkehr 59,04 v. H. der vorgenannten Einnahmen. Im Durchschnitt kommen auf jeden Reisenden 84, auf jede Tonne 172 Fahrkilometer. Auf eine Bahnmeile entfallen durchschnittlich rund 25 Bahnbedienstete.

Nächst diesen Staatslinien besitzen die sogenannten „Konzessionslinien“, die von fremden Gesellschaften gebaut und betrieben werden, große Bedeutung. Da wäre vor allem die Chinesische Ostbahn zu nennen, ferner die südmandschurische Eisenbahn, die englische Section der Kowloon—Canton Bahn, die Normalspur besitzt und die Yunnan-Bahn mit Meterspur. Diese vorgenannten Konzessionslinien besitzen eine Gesamtlänge von 2080 englischen Meilen oder 3347 km.

Schließlich besitzt China noch etwa 36 private Bahnlinien, deren Länge zwischen 3 bis 400 km schwankt und zusammen ungefähr 1230 km beträgt. Ihre Spurweite ist sehr verschieden. Einige besitzen Regelspur, andere die Meter- oder auch Schmalspur von 24 bis 30“ engl. Die zumeist von privatem Kapital gebauten Linien sind nicht allein für den Personenverkehr bestimmt, sondern dienen auch in Industrieanlagen und Erzlagern als Schlepplbahnen.

Der Wagenpark der chinesischen Staatsbahnen betrug Ende 1923 dem Berichte zufolge: 1121 Lokomotiven, 1698 Personen- und 16768 Güterwagen; bei den konzessionierten Linien sind die entsprechenden Ziffern: 952, 1330 und 16602. Die Privatlinien besaßen 126 Lokomotiven, 211 Personen- und 2026 Güterwagen.

Das ungefähr 1,9 Millionen Quadratmeilen messende, von einer Bevölkerung von 439 Millionen Menschen erfüllte Reich besitzt somit im Durchschnitt nur 17 Meilen Bahnlänge auf je eine Million Einwohner und 4 Meilen Bahnlänge auf je 1000 Quadratmeilen. Die entsprechenden Ziffern für Japan sind beispielsweise 124 bzw. 47, für Indien 146 bzw. 32 und für die Vereinigten Staaten Amerikas 2294 bzw. 72.

Im vorangeführten Berichte wird hervorgehoben, daß infolge der großen Ausdehnung der Wasserstraßen in China das Verhältnis zwischen Eisenbahn, Bevölkerungszahl und Bodenfläche stets niedrig bleiben dürfte.

G. W. K.

(Engineering News, Nov. 25.)

Die Eisenbahnen Boliviens.

Am 25. Juli des heurigen Jahres wurde die Eisenbahnlinie von Atocha nach Villazon (Bolivien) eröffnet und mit ihr ein Bindeglied geschaffen zwischen vier südamerikanischen Staaten. In Villazon schließt die Linie an das argentinische Bahnsystem an, in Atocha mit der Antofogasta (Chile) und Bolivia-Eisenbahn via Arica La Paz und nach Arica oder durch die Guayaquil—La Paz Eisenbahn mit den bedeutenderen Städten Perus.

In Bolivien sind gegenwärtig rund 1700 km Bahnlinien vorhanden, doch ungefähr noch zweimal so viel km zur Ausführung beschlossen.

Die bedeutendste Bahn dieses südamerikanischen Staates ist wohl die Bolivia Eisenbahn Co. Ltd., welche 670 km Länge besitzt und mit der Antofogasta und Bolivia-Eisenbahn noch auf chilenischem Boden 443 km Geleise liegen hat. Der seinerzeitige Bau erforderte die Summe von rund 124 Millionen Goldmark. Die einzelnen Linien sind die von Oruro nach Viacha führende (125 Meilen); die Linie Oruro—Cochabamba (127 Meilen); die Linie Rio Mulato—Potosi (108 Meilen) und die Verbindung Uyumi—Atocha (56 englische Meilen).

Eine andere sehr wichtige Bahn Boliviens bildet die fast 100 km lange Guaqui—La Paz Eisenbahn, welche von der bolivischen Regierung bereits im Jahre 1900 erbaut wurde und im Jahre 1910 durch Verkauf an ein peruanisches Konsortium übergang, wobei sich aber Bolivien gleichzeitig die Kontrolle der Bahn vorbehielt.

Durch den Bolivisch-Chilenischen Krieg in den Jahren 1879 bis 1883 kamen Teile der Provinz Arica an Chile. Im Jahre 1904 kam zwischen diesen beiden Staaten nun ein Abkommen zustande, demzufolge Chile eine Bahnlinie von La Paz nach Arica baue, auf der Bolivien jederzeit das Recht habe, Bahnzüge über chilenisches Territorium frei verkehren zu lassen.

Im Jahre 1913 wurde diese Bahnlinie nun dem Verkehre übergeben. Die Arica—La Paz Eisenbahn besitzt somit 244 km Bahnlinien in Bolivien und 201 km in Chile.

Betreffs der eingangs erwähnten heuer eröffneten wichtigen Bahnlinie Atocha—Villazon wäre zu erwähnen, daß bereits im Jahre 1894 ein Übereinkommen zwischen den Regierungen von Bolivien und Argentinien zustande kam, demzufolge Argentinien seine nordwärts führende Central-Eisenbahn bis an einen geeigneten Anschlußpunkt an die bolivische Grenze auszubauen hätte, und Bolivien gleichfalls dies mit seinem Bahnnetze gegen die argentinische Grenze hin anstrebte.

G. W. K.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Das Oberbauprogramm der Deutschen Reichsbahn.

Über dieses wichtige Wirtschaftsgebiet der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft werden uns folgende Einzelheiten mitgeteilt.

Der Oberbau besteht aus den Gleis- und Weichenanlagen und dem Gleisbett. Diese Fahrbahn macht etwa 21% des gesamten Anlagekapitals der Reichsbahn aus. Die stete Erneuerung ist im Interesse des Verkehrs nötig. Die Beschleunigung des Verkehrs hängt von dem Zustand des Oberbaues ab. Vor dem Kriege wurden jährlich 5,33% (das sind rund 4000 km) der durchgehenden Hauptgleise erneuert. In den Jahren 1915 bis 1924 war es nach der wirtschaftlichen Lage nur möglich, etwa 2,75% (das sind rund 2,100 km) zu erneuern, trotzdem mindestens 4% (das sind 3000 km) hätten erneuert werden müssen. Die Reichsbahn ist also mit 9600 km im Rückstand und kann deshalb nicht mehr die im Interesse der Wirtschaft gewünschte Verkehrsbeschleunigung durchführen.

In Wirklichkeit ist also die Reichsbahn gezwungen, aus der Substanz zu leben. Zehrt doch die Nichtdurchführung des notwendigen Oberbauprogramms an dem Material, zumal 520 Millionen Mark jährlich aufgewendet werden müßten für die planmäßige Unterhaltung, Erneuerung und Nachholung der Rückstände.

Von den zum Betriebe der Eisenbahnen nötigen Anlagen ist der Oberbau mit einer der wichtigsten und wertvollsten Bestandteile. Der Wert dieser Fahrbahn kann auf 21% des gesamten Anlagekapitals der Reichsbahn geschätzt werden. Nur wenn die Fahrbahn in bezug auf Bauart und Unterhaltung gut imstande ist, ist es hier, wie auch bei allen anderen Fahrwegen, möglich, die aufkommenden Lasten mit der erwünschten Beschleunigung sicher zu befördern. Wie sieht es nun hiermit bei dem Oberbau der Reichsbahn heute aus?

In der Vorkriegszeit hat der Oberbau in Anpassung an die Erfordernisse des Betriebes und Verkehrs immer in ausreichendem Maße unterhalten und rechtzeitig erneuert werden können, wobei auf künftige Erhöhungen der Zuglasten weitgehend Rücksicht genommen worden ist. So sind in den Jahren 1905 bis einschließlich 1914 im Durchschnitt 5,33 v. H. der durchgehenden Hauptgleise jährlich vollständig erneuert worden, was einer durchschnittlichen Liegedauer der Gleisbaustoffe in diesen Gleisen von rund 19 Jahren entsprach. Die nach dieser Liegedauer ausgebauten, ungefähr zu 66 v. H. noch brauchbaren Stoffe wurden zur Unterhaltung der übrigen Gleise und zu Bauausführungen verwendet. Sie lagen in diesen Gleisen schätzungsweise noch 20 Jahre, so daß die Gesamtlebensdauer damals zu ungefähr 39 Jahren angenommen werden konnte. Selbstverständlich haben nicht alle Oberbaustoffe eine so lange Lebensdauer; ein Teil der Stoffe, namentlich gewisse Kleinteile, muß häufiger ersetzt werden.

Der Krieg hatte eine zunehmende Stoff- und Arbeiterknappheit zur Folge; dabei waren die betrieblichen Beanspruchungen nicht geringer als im Frieden. Es konnten nur die dringendsten Unterhaltungs- und Erneuerungsarbeiten meistens auch nur mit ungeschulten Kräften und unter teilweiser Verwendung minderwertiger Ersatzstoffe ausgeführt werden. Der Bau- und Unterhaltungszustand des Oberbaus wurde infolgedessen ein immer ungünstigerer. Auch die Nachkriegszeit brachte zunächst keine wesentliche Besserung. Wohl standen bald Arbeitskräfte in reichlicher Anzahl zur Verfügung; aber die Gesamtarbeitsleistung war trotzdem nur gering, weil der Arbeitswille durch die Zeitverhältnisse stark beeinträchtigt war. Dazu kam, daß die Beschaffung der nötigen Stoffe immer wieder auf Schwierigkeiten stieß. Einmal bedurfte die Industrie nach dem Kriege einer gewissen Zeit, um sich auf Friedenserzeugnisse umzustellen. Dann kamen die Wirkungen der Inflation, die eine fühlbare Vernachlässigung der Inlandversorgung zugunsten der Ausfuhr zur Folge hatten, und schließlich die Besetzung des Ruhrgebiets, die jegliche Lieferung aus diesem für die Versorgung der Reichsbahn hauptsächlich in Betracht kommenden Industriegebiete unmöglich machte. Alle diese Schwierigkeiten ließen es weder dazu kommen, das im Kriege Versäumte nachzuholen, noch in der Nachkriegszeit zu einer ausreichenden, geordneten Unterhaltung und Erneuerung der Gleise überzugehen. Es konnte nur immer das zur Aufrechterhaltung und Sicherheit des Betriebes jeweilig unmittelbar Notwendige ausgeführt werden, wobei aus Mangel an Stoffen viele Arbeiten bewußt unwirtschaftlich ausgeführt werden mußten. In den Jahren 1915 bis einschließlich 1924 haben infolgedessen im Durchschnitt

nur 2,75 v. H. der Hauptgleise jährlich erneuert werden können, was die Erhöhung der durchschnittlichen ersten Liegedauer der Gleisbaustoffe in diesen Gleisen auf rund 36 Jahre und der Gesamtliegedauer auf 79 Jahre bedeuten würde; also auf das Doppelte der Liegedauer vor dem Kriege. Die nach dieser Liegezeit aus den Hauptgleisen ausgebauten Stoffe könnten, auch schon im Hinblick auf die unzureichende Unterhaltung in der Kriegs- und Nachkriegszeit zur Unterhaltung der übrigen Gleise nur in geringem Umfange wieder verwendet werden, wodurch auch der Unterhaltungszustand der Nebengleise weiter erheblich beeinträchtigt würde. Die Ungunst der gesamten politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse hat es dahin gebracht, daß in den Jahren von 1915 bis heute an der Substanz des Oberbaues der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gezehrt ist. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft wird deshalb in den nächsten Jahren erhebliche Mittel aufwenden müssen, um das in der Kriegs- und Nachkriegszeit Versäumte sobald als möglich nachzuholen.

Der Umfang der jährlich auszuführenden vollständigen Gleiserneuerungen mit Neustoffen ist von der Gesamtlebensdauer der Gleise abhängig. Nimmt man nach den bisherigen Erfahrungen an, daß bei normalen Verhältnissen die äußerste Lebensdauer der Gleisbaustoffe unter Berücksichtigung der verbesserten Oberbaukonstruktionen und Unterhaltungsmethoden künftig im allgemeinen auf etwa 46 Jahre bemessen werden kann, so ergibt sich für die Hauptgleise eine Erneuerungslänge von jährlich 4 v. H., was einer Liegedauer in den Hauptgleisen von 25 Jahren entspricht. Eine Unterschreitung dieser Grenze würde eine Überalterung der Gleise und damit eine Einbuße an Leistungsfähigkeit zur Folge haben, die im Hinblick auf die wachsenden Lokomotiven und Wagengewichte die allgemein erwünschte Erhöhung der Zuggeschwindigkeiten unbedingt vermieden werden muß. Alle Errungenschaften auf maschinentechnischem Gebiet, wie die Verwendung schwerer, leistungsfähiger Lokomotiven und von Großgüterwagen sowie die schnellere Beförderung der mit durchgehender Bremse ausgerüsteten Güterzüge, schließlich auch die Erhöhung der Geschwindigkeiten der Schnellzüge auf das frühere Maß, müßten hinfällig werden, weil der Oberbau diesen Anforderungen dann nicht mehr gewachsen wäre.

Zu diesen normalen Erneuerungen muß auch die Nachholung der Rückstände aus den Jahren 1915 bis 1924 treten. Diese müssen sobald als möglich ausgeführt werden, um die Gleiswirtschaft wieder in geordnete Bahnen zu leiten und damit rechtzeitig die Grundlage für eine gesunde Fortentwicklung des Unternehmens zu schaffen. Unter Zugrundelegung des vorstehend angenommenen Satzes von 4 v. H. ergibt sich für die rückliegenden Jahre ein Rückstand an Gleiserneuerungen von $(4,0 - 2,75) \cdot 10 = 12,50$ v. H. oder bei einer Länge der durchgehenden Hauptgleise von 76 628 km = rund 9600 km. Die Gesamtkosten für diese rückständigen Arbeiten sind auf mindestens 430 Millionen Mark zu schätzen. Wird diese nachzuholende Erneuerung auf den Zeitraum von sechs Jahren verteilt, so ergibt sich eine jährlich nachzuholende Erneuerungslänge von rund 1600 km. In den kommenden sechs Jahren werden also außer der planmäßigen Erneuerung von 4 v. H. = 3000 km noch weitere rund 1600 km zu erneuern sein, insgesamt mithin 4600 km. In den nächsten Jahren müßten an Geldmitteln für die planmäßige Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaus und für die Nachholung der Rückstände insgesamt etwa 520 Millionen Mark jährlich aufgewendet werden.

Inwieweit dieses Programm in den nächsten Jahren wird durchgeführt werden können, hängt lediglich von der finanziellen Leistungsfähigkeit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ab. Sollte die allgemeine Wirtschaftslage weiter, wie jetzt, gedrückt bleiben, und sollten dementsprechend die Verkehrseinnahmen sich weiterhin ungünstig entwickeln, so ist an eine Nachholung der Rückstände in absehbarer Zeit selbstverständlich nicht zu denken. Die sich hieraus ergebenden Folgen sind nicht schwer zu erkennen. Auf die im Interesse unserer Volkswirtschaft dringend erwünschte weitere Beschleunigung der Züge müßte verzichtet werden. Die zur Zeit schon schlecht beschäftigte Industrie würde, soweit die Reichsbahn in Betracht kommt, auf keine Erhöhung der Lieferungsaufträge für Oberbaustoffe rechnen können. Der jetzt bestehende ungesunde Zustand, daß die vorhandenen Produktionsanlagen nur ganz ungenügend ausgenutzt werden können, würde mithin weiter bestehen bleiben und das Heer der Erwerbslosen würde sich eher vergrößern als vermindern.

L o k o m o t i v e n u n d W a g e n .

Selbsttätige Kupplung in Japan.

Im Jahre 1913 wurde von den japanischen Staatsbahnen beschlossen, die selbsttätige Kupplung einzuführen und nach längeren Untersuchungen die Sharon-Type gewählt. Es kamen 3000 Lokomotiven, 9000 Personenwagen und 52 000 Güterwagen in Frage und hierzu noch 5000 Fahrzeuge aller Art von Privatbahnen. Die Vorbereitungsarbeit begann im Jahre 1919 mit der Ausgabe von Zeichnungen für die neue Kupplung und dem Einbau in die vorhandenen Fahrzeuge.

Der Umbau wurde in drei Arbeitsgängen vorgenommen. Zuerst wurden gelegentlich der Instandsetzung oder Untersuchung der Fahrzeuge an den Zugvorrichtungen unter den Wagen und an deren Stirnseiten die nötigen Auswechslungen vorgenommen. Dann wurden die Kupplungen für die Güterwagen verteilt und unter dem Wagenrahmen kreuzweise eingehängt, die Entkupplungshebel wurden gebrauchsfertig eingebaut. Die Kupplungen an den in Betrieb befindlichen Personenwagen wurden in der Zeit vom 1. bis 10. Juli 1925 ausgewechselt, an den in den Werken befindlichen Personenwagen vom 11. bis 16. Juli. Im dritten Arbeitsgang wurden alle Kupplungen untersucht und geprüft, Bolzen und Muttern geölt, um einerseits die Endarbeit zu erleichtern, andererseits die damit noch nicht vollkommen vertrauten Beamten und Arbeiter einzuüben. — Der endgültige Umtausch der Kupplungen wurde innerhalb 24 Stunden für alle Güterwagen an 221 Stellen durchgeführt. An diesen Tagen wurden nur einige Züge mit lebenswichtigen Frachten abgefertigt; eine Unterbrechung des Personenzugdienstes trat nicht ein. — Die Gesamtkosten für die Auswechslung betrugen innerhalb 7 Jahren 22 950 000 Mark. Für die Privatbahnen wurde etwa die Hälfte der Kosten im Betrage von 12 850 000 Mark beigesteuert. Ru.

(Railw. Age, Oktober 1925.)

Versuche mit Gelenklokomotiven.

Die Burma-Eisenbahnen (Spur 1000 mm) haben Versuche zum Vergleich von Mallet-Gelenklokomotiven mit Garratt-Lokomotiven auf einer krümmungsreichen, 37 km langen Strecke mit Steigungen 1:40 und 1:25 vorgenommen. Die Mallet-Lokomotive war für 11 780 kg, die Garratt-Lokomotive für 15 070 kg Zugkraft gebaut. Hinsichtlich Kohlenverbrauch und Verdampfungsfähigkeit war der Garratt-Kessel überlegen, der Vergleich der Lokomotiven im ganzen ergab keinen erheblichen Unterschied, wenn das Gewicht des gezogenen Zuges auf die Zugkraft bezogen wurde. Der Versuch ergab, daß die Garratt-Lokomotive ein durchschnittlich 40% höheres Zuggewicht befördert und dabei nur 16 bis 17% mehr Brennstoff benötigt. Sie ermöglicht nicht nur, 210 t schwere Züge auf der steilen Strecke zu befördern, sondern auch den Wegfall der bei den Mallet-Lokomotiven erforderlichen Schubmaschine.

Weitere Vergleichsversuche zwischen den genannten Lokomotivbauarten sollen in nächster Zeit von der North-Western-State-Bahn in Indien für die 1600 mm-Spurweite vorgenommen werden, bei der Steigungen von 1:25 zu überwinden sind. Es handelt sich um eine 1C + C1-Mallet-Lokomotive mit vierachsiger Schleppender und eine 1C1 + 1C1-Garratt-Lokomotive. Nachstehend folgen Angaben über die Bauart der Lokomotiven:

	Mallet		Garratt	
		mm		mm
Zylinderdurchmesser HD	483		470	
Zylinderdurchmesser ND	750		—	
Kolbenhub	762	"	660	"
Treibraddurchmesser	1320	"	1295	"
Radstand der Lokomotive	13512	"	21945	"
Kesseldurchmesser	1830	"	2100	"
Heizfläche	295	m ²	251	m ²
Heizfläche des Überhitzers	65,7	"	51,1	"
Rostfläche	5,22	"	5,25	"
Dampfdruck im Kessel	15,1	at	12,7	at
Gewicht der Lokomotive	122,18	t	178,39	t
Adhäsionsgewicht	104,8	"	115,4	"
Betriebsgewicht von Lokomotive und Tender	187,68	"	178,39	t
Zugkraft	23800	kg	24000	kg.

Ru.

(The Railway Engineer, November 1925.)

Verschiebelokomotive Bauart Sentinel.

Ähnlich dem Triebwagen, den sie in Wembley ausgestellt hatte*), hat die Firma Cammell Laird und Co. nun auch eine Verschiebelokomotive gebaut, die vor einiger Zeit auf dem Bahnhof Crewe Versuchsfahrten mit einem Meßwagen unternommen wurde. Die Lokomotive wiegt 17 t; sie ruht auf zwei einfachen Wagenachsen, die mittels Ketten von einer zwischen ihnen gelegenen Blindwelle angetrieben werden. Auf die Blindwelle wirkt unmittelbar die stehende Dampfmaschine mit zwei Zylindern von je 159 mm Durchmesser, 228 mm Hub und 103 bis 400 Umdrehungen in der Minute. Der Arbeitsdruck beträgt 19,4 at, die Dampftemperatur etwa 320° C. Die Ventilsteuerung gibt vorwärts und rückwärts je zwei Füllungen von 30 und 80%. Die Speisepumpe wird von der Steuerwelle aus angetrieben, welche die halbe Umdrehungszahl der Treibwelle hat. Auf letzterer sitzt beiderseits eine Scheibe mit 13 Zähnen, von der die Antriebsketten nach den Achsen auf entsprechende Scheiben mit 29 Zähnen gehen, so daß ein Übersetzungsverhältnis 1:2,23 entsteht. Der „Sentinelkessel“ ist ein stehender Wasserrohrkessel ähnlich dem „Fieldkessel“. Die Rohre sind gerade, also leicht zu reinigen. Der Überhitzer liegt in Schlangenform in der Verbrennungskammer. Bei Verfeuerung von guter Kohle kann der Kessel stündlich 770 kg Dampf erzeugen; in 40 Minuten soll er betriebsbereit sein. Der Dampfverbrauch soll 7,7 kg/PSi in der Stunde und der Gesamtverbrauch an Kohle nur 360 kg im Tag gegenüber 1100 kg bei einer normalen Verschiebelokomotive gleicher Leistung betragen.

Bei den Versuchen hat die Lokomotive Zugkräfte bis 4250 kg entwickelt, entsprechend einer Reibungsziffer von 0,25. Dieser verhältnismäßig günstige Wert wird dem Kettenantrieb zugeschrieben. Aus demselben Grund scheint die Lokomotive auch leicht anzufahren. Deshalb und wegen ihrer übersichtlichen Bauart dürfte sie sich für einfache Verhältnisse, wie den Dienst auf Anschlußgleisen und in Fabriken, ganz gut eignen. Auch scheint sie die bequeme Verwendung höherer Kesseldrücke zu ermöglichen. R. D.

(Rev. gén. des Chemins de Fer, 1925, 2. Halbj., Nr. 2.)

Lokomotivfeuerung mit Braunkohlenbriketts unter besonderer Berücksichtigung der Funkenfängerfrage.

Anlässlich einer Vorstellung des Deutschen Braunkohlen-Industrievereins im Jahre 1922 entschloß sich das Reichsverkehrsministerium, die Frage der Feuerung von Braunkohlenbriketts auf Haupt- und Nebenbahnen erneut zu prüfen und beauftragte das Eisenbahn-Zentralamt Berlin mit der Durchführung der Versuche. Bei den ersten Fahrten mit einer dem neuen Brennstoff angepaßten älteren D-Nafsdampf-Güterzuglokomotive mit Funkenfänger Bauart Langer schien es zunächst, als ob die Leistung bei Steinkohlenfeuerung, allerdings bei größerer Anstrengung des Heizers, nahezu erreicht werden könnte; es zeigte sich dabei jedoch ein außerordentlich starker Funkenflug, so daß sich der Langersche Funkenfänger allein als völlig unzureichend erwies und sich die Notwendigkeit ergab, vor allem die Funkenfängerfrage zu studieren. Erleichtert wurde dies dadurch, daß um die gleiche Zeit der Deutsche Braunkohlen-Industrieverein ein Preisausschreiben für die drei besten Funkenfänger mit völliger Vermeidung des Funkenfluges bei genügender Dampferzeugung des Kessels erlassen hatte**).

In die praktische Erprobung der eingegangenen besten Lösungen wurden auch die beiden Bauarten Peters und schwedische Staatsbahn, welche außer Wettbewerb standen, einbezogen. Das Ergebnis war, daß diese Bauarten den Vorzug verdienen und für die Braunkohlenlokomotiven der Reichsbahn unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaßnahmen als betrieblich geeignet bezeichnet werden konnten.

Allgemein läßt sich auf Grund der Erfahrungen aus den umfangreichen Versuchen folgendes sagen:

1. Bei Verfeuerung von Braunkohlenbriketts ist es nicht möglich, die gleichen Leistungen wie bei Steinkohlenfeuerung zu erreichen. Bei einer Schaufelleistung des Heizers von 1500 kg in der Stunde sind 480 PSi bei Nafsdampf- und 720 PSi bei Heißdampflokomotiven als die obere erreichbare Grenze anzusehen; hierbei ist eine vierfache Verdampfung sowie ein Dampfverbrauch von 12,5 kg bei Nafsdampf und 8,3 kg bei Heißdampf für die PSi/h angenommen. (Die Zughakenleistung ist dabei bei Güterzügen etwa die 0,75 fache der indizierten.)

*) Organ 1924, S. 392.

**) Siehe Organ 1924, S. 23.

Das Anwendungsgebiet der Braunkohlenbrikettfeuerung auf dem gewöhnlichen Lokomotivrost beschränkt sich auf Nebenbahn- und Verschlebedienst. Große Lokomotivleistungen mit Braunkohle werden sich nur durch Kohlenstaubfeuerung erreichen lassen.

2. Die Frage des Funkenfluges kann als annähernd gelöst gelten und zwar durch genügend ablenkende Leitradfunkenfänger oder durch Schlitzfunkenfänger mit Unterbringung der Schlitzlöcher in Blechen. Weiter muß der Durchtrittsquerschnitt für die Rauchgase im Verhältnis zur Heizfläche ausreichend sein. Ferner erscheint es geraten, das Lokomotivpersonal anzuweisen, das Aufgeben frischer

Kohlen und das Schüren des Feuers auf ungefährlichen Strecken und Bahnhöfen und vor den Rangierbewegungen vorzunehmen. Einem sorgfältigen Aschkastenverschluss ist besondere Bedeutung beizumessen und für ausreichende Reinigung des Aschkastens, der Rohre und der Rauchkammer von den Rückständen ist zu sorgen.

3. In wirtschaftlicher Beziehung zwingt der geringe thermische Wirkungsgrad der Braunkohlenlokomotive dazu, diese Feuerungsart auf die Braunkohlengebiete zu beschränken, damit der Wärmepreis der Briketts mit möglichst geringen Frachtkosten belastet wird.

Glasers Ann.

Bttgr.

Bücherbesprechungen.

Ernst Kreissig. Theoretisches aus dem Waggonbau. Ein Hilfs- und Nachschlagebuch für das Entwerfen und Berechnen der Eisenbahnfahrzeuge. (Bruno Volger, Verlagsbuchh., Leipzig. Verkehrstechnische Bücherei. Bd. 1. Preis gebunden 10.— M.)

Der Verfasser hat eine Auswahl der beim Bau neuer Eisenbahn- und Straßenbahnwagen in Betracht kommenden dynamischen und statischen Aufgaben vorgeführt und durch Zahlenbeispiele belegt. Das ist gewiß ein begrüßenswertes, aber schwieriges Unternehmen; denn der Leserkreis besteht aus wissbegierigen Werkträgern, die täglich greifbar sehen, wie notwendig die Theorie ist, und die wohl auch den „Gegensatz zwischen Theorie und Praxis“ schon erfahren zu haben glauben, weil es leider auch minderwertige Theorien gibt. Ein Buch das hier befriedigen soll, muß hohe Anforderungen an Güte der Stoffauswahl und der Darstellung erfüllen. Es ist anzuerkennen, daß im Buche von Kreissig viel Wissenswertes über Abmessungen und Kräftewirkungen zusammengestellt ist und daß die erläuternden Zahlenbeispiele das Verständnis für die Anwendung der gegebenen Formeln erleichtern. Der Fachmann wird gern den eingehend behandelten Abschnitt über die Federn zu Rate ziehen und auch in den Ausführungen anderer Abschnitte über Träger, Radsätze, Bremsen usw. viel unmittelbare Brauchbares finden. Aber bei strenger Beurteilung ist nicht alles Dargebotene gutzuheißen, selbst wenn berücksichtigt wird, daß Rechnungen für das Entwerfen von Bauteilen meist nur als Schätzungen zu werten sind. Anfechtbar ist z. B. die Ermittlung der Kräfte, die auf den in einen Gleisbogen einfahrenden Wagen wirken, ferner das im Kapitel über die Langträger von den Gurtmieten Gesagte. Nicht einwandfrei sind auch die Ausführungen über die Berechnung der Sprengwerke auf Grund der Bestimmung der „Inflexionspunkte“, während die Darlegungen über ihre Berechnung aus der Durchbiegung und nach graphischem Verfahren für einen weniger geschulten Leser kaum verständlich sein dürften. An vielen Stellen werden Literaturhinweise vermifft. Das Buch will offenbar eine Lücke in der Fachliteratur ausfüllen. Damit es aber seinen Zweck als zuverlässiges Hilfsmittel für das Entwerfen voll erreicht, ist für die kommende 4. Auflage zu empfehlen, alle Lösungen scharf nachzuprüfen und nur ganz Einwandfreies zu bringen. Bei dieser Gelegenheit könnte auch Wert auf gutes Deutsch gelegt werden. Die äußere Ausstattung ist gut. Manche Abbildungen könnten aber noch verbessert werden.

Dr. Ing. Pfaff.

Diesellokomotiven und ihr Antrieb. Von Dipl. Ing. Wilhelm Bauer. C. W. Kreidel, 1925.

Das 96 Seiten starke Werkchen befaßt sich in vier Kapiteln mit der Leistungsberechnung der Lokomotive auf Grund der üblichen Widerstandsformeln, mit dem Dieselmotor als Antrieb, den Kraftübertragungsarten, insbesondere den gasförmigen Übertragungsmitteln. Der Verfasser teilt im Vorwort mit, daß es „infolge der noch jungen Entwicklung des Motorlokomotivbaues nicht möglich war, von den vielen Firmen, die sich damit beschäftigen, Veröffentlichungsmaterial zu erhalten“. Meines Erachtens hätte dies Anlaß sein sollen, mit der Herausgabe des Buches noch ruhig zuzuwarten, bis Erfahrungen vorliegen, die den Firmen gestatten, mit ihren Bauarten an die Öffentlichkeit zu treten. So enthält das Werkchen konstruktiv gar nichts und es registriert nur, was schon bekannt ist. An allen Stellen, wo es dem Fachmann auf sicheres Urteil ankommt, deckt sich der Verfasser durch ein „scheint“ oder „dürfte“. Das Vertrauen des Lesers wird einigermaßen erschüttert, wenn ihm glaubhaft zu machen versucht wird, daß auf den Ozeandampfern ein Dampfverbrauch von 0,7 bis 0,9 kg je PS und Stunde erreicht wird oder wenn er das Zweitakt- und das Viertakt-Diagramm wechselt sieht.

Dem Lokomotivbauer stehen genügend Werke zu Gebote, die das ausführlicher bringen, was der Verfasser oft nur streift. Dem Anfänger nützlich — sofern er sich gleich an die Diesellokomotive heranwagt — wäre nur eine Arbeit von größerer Klarheit und Zuverlässigkeit.

Dr. Ing. L. Schneider, München.

Der Eisenbeton, seine Berechnung und Gestaltung von Rudolf Saliger, Dr. Ing., ord. Professor an der Technischen Hochschule Wien. Fünfte neubearbeitete und erweiterte Auflage. Leipzig 1925. Verlag von Alfred Kröner.

Wie wenige ist der Verfasser berufen, ein Lehrbuch über den Eisenbeton, an dessen rascher und erfolgreicher Entwicklung er als Forscher und praktisch tätiger Ingenieur hervorragenden Anteil hat, zu schreiben. Er gibt in diesem Werke nicht nur einen Überblick über das bisher Geleistete, sondern läßt auch die Gedanken vor uns erstehen, die noch zur lebendigen Tat gestaltet werden müssen. Daß auf dem Wege zu diesen Zielen Erfahrung und wissenschaftlicher Versuch in erster Linie unsere Führer sein müssen und reine Gedanken- oder Rechenbilder nur gelten dürfen, wenn ihre Voraussetzungen durch Versuch oder Erfahrung genügend begründet sind, ist eine der bedeutsamsten Lehren, die Saligers Werk verkündet.

Leider verbietet der knapp bemessene Raum, mehr als eine kurze Übersicht über Aufbau und Inhalt des Buches zu geben. Zunächst werden die Eigenschaften der beiden Baustoffe des Verbundkörpers und seine Grundformen behandelt. Anschließend folgt das umfangreiche Gebiet der Eisenbetonfestigkeitslehre und schließlich die Gestaltung der Eisenbetonbauten, die Durchlaufträger, umfangs- und punktgelagerte Platten, Bogen, Kuppeln, Rahmen und sonstige Anwendungsformen umfaßt. Die Bauausführungen, die Schäden und ihre Behebung sollen einem zweiten Bande vorbehalten bleiben. Besonders hervorzuheben sind die ausführlichen Bemessungstabellen, die für beliebige Randspannungen gelten. Gut ausgewählte Zahlenbeispiele, eingestreute wirtschaftliche Erwägungen, kritische Verwertung auch der neuesten Veröffentlichungen und eingehende Quellennachweise machen das Buch zu einem ausgezeichneten Ratgeber für Studierende und Ingenieure der Praxis. Die vorurteilslose Betrachtung, die scharfe Hervorhebung des wesentlichen, die muster-gültige Darstellung und nicht zuletzt die wissenschaftliche Durchdringung und Entwicklung des Stoffes zur Höhe abgeklärter Erkenntnis sichern dem Werke einen Platz an der Spitze unserer Fachliteratur.

Schönberg.

Die bisherigen Anschlüsse steifer Fachwerkstäbe und ihre Verbesserung von Dr. Ing. Alb. Dörnen (Verlag Ernst und Sohn, Berlin). 3.00 M.

Nach eingehender Erörterung der Forderungen, die einerseits an eine gute Niete, andererseits an einen guten Stabanschluß zu stellen sind, bespricht der Verfasser die Ergebnisse einer großen Zahl von Versuchen, die im staatlichen Materialprüfungs-Amt Lichterfelde und in der Technischen Hochschule Karlsruhe mit verschiedenen Anschlüssen von Flacheisen- und Winkel-Stäben ausgeführt worden sind. Er leitet aus diesen Versuchen eine Reihe von Folgerungen sowie mehrere Verbesserungsvorschläge für die Ausbildung der Stabanschlüsse her, denen zum Teil ohne weiteres zugestimmt werden kann. — Besonders bemerkenswert ist die eingehende Deutung der Beobachtungen an den Winkelstäben, da sie einen klaren Einblick in die verwickelten Kraftwirkungen an der Anschlußstelle eines Fachwerkstabes gewährt und den Einfluß verschiedener Maßnahmen auf die Spannungsverteilung an den Stabanschlüssen klar erkennen läßt. — Das gründliche Studium des vorliegenden Werkchens ist daher jedem Eisenkonstrukteur wärmstens zu empfehlen.

Karig.