

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

92. Jahrgang

15. November 1937

Heft 22

Bogenweichen mit Überhöhung und Untertiefung.

Von Dr. Ing. Rudolf Vogel, Gesellschaft für Oberbauforschung, Berlin.

Hierzu Tafel 31 und 32.

(Schluß.)

3. Bogengleisverbindungen.

a) Einfache Gleisverbindungen bestehend aus zwei einfachen Bogenweichen 1:18,5 mit Stammhalbmesser $R = 1200$ m. (Zahlentafel 7, Taf. 31.)

Wie unter B_1 und B_2 nachgewiesen wurde, bleiben die Rucke ψ beim Verbiegen von Weichen unverändert, wenn die an die Weichenanfänge und -enden anschließenden Gleisstücke auf Halbmesser R_1 mit verbogen werden. Daher lassen sich auch Gleisverbindungen mit Gleisabstand A nach Abb. 9 verbiegen, ohne daß an den vier Bogenwechsellinien a, b, c, d eine Veränderung von ψ entsteht. Alle Geraden in Abb. 9 werden in den Bogengleisverbindungen Abb. 10 bis 12 zu R_1 bzw. $R_1' = R_1 + A$ verbogen, auch die ursprüngliche Zwischengerade z , deren Halbmesser zwischen R_1 und R_1' liegt. Bei

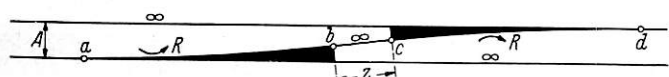


Abb. 9.



Abb. 10.

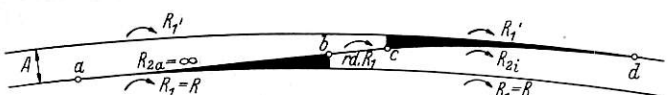


Abb. 11.

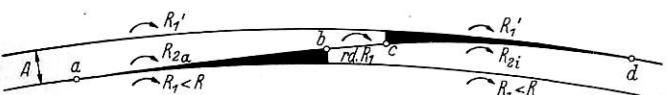


Abb. 12.

Halbmessern R_1 zwischen ∞ und 1201 m ist eine Weiche Außenbogen-, die andere Innenbogenweiche. Bei $R_1 = 1200$ m = R hat eine Weiche Grundform ($R_{2a} = \infty$), die andere ist Innenbogenweiche (Abb. 11). Bei $R_1 < 1200$ m sind beide Weichen Innenbogenweichen (Abb. 12).

Die untere Verbiegungsgrenze wird durch die nach innen abzweigenden Weichen zu $R_1' = 300$ m und $R_{2i} = 240$ m, $R_1 = 295$ m und $R_{2a} = 391$ m bestimmt.

Es ist natürlich auch möglich, Weichen mit verschiedenen Halbmessern R_1 bzw. R_1' aneinanderzulegen und dadurch für eines der Hauptgleise Geschwindigkeitsgewinne zu erzielen. Dafür werde ich in dem bereits angekündigten Aufsatz einige Beispiele bekanntgeben.

Wählt man $A = 4,5$ m, dann wird der Zwischenbogen R_1 über 18 m lang, so daß auch die längsten Fahrzeuge aus der ersten Weiche vollständig ausgefahren sein können, ehe sie in die Gegenweiche einschwenken. Zur Not genügt $A = 4,25$ m mit $z = 14$ m (vergl. Aufsatz Fußnote 1).

Die bei freiliegenden Innenbogenweichen mögliche große Überhöhung läßt sich bei Verbindungen mit Außenbogen-

weichen nicht erhalten. Zwar kann zwischen b und c eine Rampe eingefügt werden. Die durchgehenden Schwellen hinter den Weichen übertragen aber die Rampe auf die Hauptgleise R_1 und R_1' ; es wird die ganze Gleisverbindung verbogen. Die Rampenneigung muß daher nach V_1 gewählt werden, so daß bei Verbindung von Außenbogen- mit Innenbogenweichen Neigungen 1:10 $V_1 = 1:1450$ bis 1:1800 entstehen. Selbst ohne Berücksichtigung von Ausrundungen sind daher nur Überhöhungsunterschiede von 12 bis 10 mm herauszuholen. Das bringt in Halbmessern $R_1 > 1200$ m weder für V_2 noch für V_1' (in R_1') einen verwertbaren Vorteil. Etwas besser wirkt diese Maßnahme bei $R_1 < 1200$ m. Durch die steileren Rampen wachsen die Höhenunterschiede bis auf 24 mm; die Hälfte davon kann für Geschwindigkeitssteigerungen in R_1' ausgenutzt werden, der volle Betrag für Erhöhung von V_{2i} und damit V_2 . Es lassen sich dadurch teilweise Gewinne von 5 km/h erzielen, falls $h > 120$ mm werden darf. Die Verwindung verlangt jedoch eine außerordentliche Sorgfalt beim Verlegen und setzt viel Vorstellungsvermögen voraus. Im übrigen wird für diese Verfeinerung nur in seltenen Fällen ein Bedürfnis vorliegen, deshalb führe ich die folgenden Beispiele für gleichmäßige h in der ganzen Gleisverbindung durch. Die Überhöhung und damit V_1 und V_1' werden hierbei nach Zahlentafel 7 durch die nach außen abzweigenden Weichen wie in Zahlentafel 4 begrenzt.

Bei Halbmessern $R_1 < 1000$ m wird V_2 durch die nach innen abzweigenden Weichen bestimmt und daher < 100 km/h. Um V_2 möglichst groß halten zu können, muß zwischen $R_1 = 1200$ m und $R_1 = 933$ m in R_{2a} ein $c_{2a} > 100$ mm auch dann zugelassen werden, wenn V_1 nicht die Höchstgeschwindigkeit erreicht. Bei frei liegenden Außenbogenweichen wird nur bei V_{1max} dieses höhere c_{2a} nötig.

Bei $R_1 > 1200$ m muß die zu wählende Überhöhung zwischen den Grenzen

$$h = \frac{11,8 V_2^2}{R_{2i}} - 100$$

und

$$h = 100 - \frac{11,8 V_2^2}{R_{2a}}$$

liegen. Wollte man hier die Abrundung auf volle 5 mm beibehalten, dann würden teilweise diese Grenzen um 1 bis 2 mm überschritten. Deshalb ist es hier zweckmäßig, unrunde Zahlen zuzulassen und die gewählte Überhöhung zwischen den beiden Grenzen zu halten. Dafür ist nur die einfache Gleichung nötig:

$$h = \frac{11,8 V_2^2}{\frac{1}{2} (R_1 + R_1')}$$

oder noch einfacher und genau genug

$$h = \frac{11,8 V_2^2}{R_1}$$

Die unrunder Zahlen bereiten beim Verlegen nicht mehr Schwierigkeiten als die runden, sie bieten zudem den Vorteil, daß bei entstehenden Höhenfehlern die Grenzen überall um das kleinstmögliche Maß überschritten werden. Die einfache Formel gilt aber nur, wenn V_2 Höchstgeschwindigkeit ist (hier 100 km/h).

Die Überhöhungsmaße, die von der Überhöhungstabelle für Streckengleise abweichen, sind in Zahlentafel 7 durch Starkdruck hervorgehoben.

Höfer³⁾ hat ebenfalls vorgeschlagen, zwischen Innenbogenweichen wie in Abb. 12 einen Bogen mit Halbmesser R_1 (angenähert) einzuschalten. Bei Verbindungen von Außenbogen- mit Innenbogenweichen wählte er jedoch eine andere Gleisführung als in Abb. 10. Er legt nach Abb. 13 an das Ende b der Außenbogenweiche eine Gerade b—c', an die er den verlängerten Bogen R_{2i} der Innenbogenweiche berührend anschließt. Damit wird zwar der S-Bogen R_{2a} \cup R_1 bei b vermieden, der Ruck also im Vergleich zu Abb. 10 gemildert. Es entsteht jedoch ein stärkerer Ruck bei c' in Abb. 13 als bei c in Abb. 10, weil Bogen R_{2i} statt an R_1 gleichen Krümmungssinnes an eine Gerade anschließt. Bei $R_1 = 1200$ m ist dieser Ruck bei c' in Abb. 14 doppelt so kräftig, als in Abb. 11 bei c und b. Andererseits ist es nicht unbedingt nötig, den Ruck bei b zu mildern, weil er die zulässige Stärke nicht überschreitet.



Abb. 13.

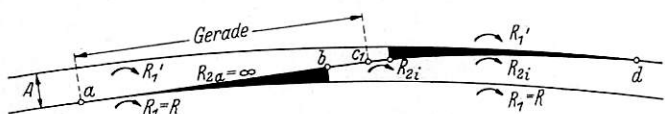


Abb. 14.

Der Vorschlag von Höfer könnte nur dann als vorteilhaft gelten, wenn zwischen b und c in Abb. 14 ein Übergangsbogen eingeschaltet würde. Da er hier bei $A = 4,5$ m Gleisabstand etwa 18 m lang wird, kommt er zweifellos zur Wirkung, so daß diese Gleisführung vielleicht sogar etwas günstiger ist als die in Abb. 11. Mit Zunahme von R_1 wird aber das Bogenstück R_{2i} , das die Innenbogenweiche überragt, immer kürzer und damit auch der Übergangsbogen. Bei $R_1 = -R_{2a} = -2400$ m hat er nur noch eine Länge von etwa 12 m und die Seitenverschiebung f sinkt auf 7 mm. Ob dieser Übergangsbogen den verstärkten Ruck noch ausreichend mildert, ist zweifelhaft. Mit weiterer Zunahme von R_1 wird der Übergangsbogen immer kürzer und f sinkt rasch auf unter 1 mm. Zumindest wird durch diese Bogenführung keine wesentliche Fahrtbesserung im Vergleich zu Abb. 10 erzielt werden. Aber bautechnisch ist Abb. 13 bestimmt komplizierter als Abb. 10. Für jede Gleisverbindung muß ein anderer Schwellensatz vorgesehen werden, der nur teilweise aus normalen Schwellen zu gewinnen ist. Bei Ausführung nach Abb. 10 ist dagegen stets der normale Schwellensatz für gerade Gleisverbindungen verwendbar; die Schwellenteilung ist gleichmäßig und daher einfach zu berechnen und zu verlegen. Ich schlage deshalb vor, alle Bogengleisverbindungen einheitlich nach den Abb. 10 bis 12 auszuführen.

Wenn für die Zweigfahrten $V_2 = 65$ km/h genügt, dann sind die Überhöhungen nach Zahlentafel 7a, Taf. 31 und damit höhere Geschwindigkeiten V_1 in Gleisbogen mit $R_1 > 1200$ m möglich. Der Gleisabstand kann hier bis auf 3,5 m eingeschränkt werden, weil dann der Zwischenbogen R_1 entbeh-

lich wird. $c_{2a} > 100$ mm kann bei $R_1 \leq 1300$ m auf die Fälle beschränkt werden, in denen V_1 Höchstgeschwindigkeit ist.

Bei $R_1 > 1200$ m ist die Überhöhung, die überall runde Zahlen gestattet, lediglich nach R_{2a} zu bestimmen;

$$h \leq 100 - \frac{11,8 V_2^2}{R_{2a}}$$

Zahlentafel 7a ist auch für freiliegende Außenbogenweichen bei $V_{2a} = 65$ km/h zu verwenden. Die Verbiegungsgrenze liegt dann etwas tiefer (Zahlen unter dem starken waagerechten Strich in Zahlentafel 7a).

b) *Einfache Bogengleisverbindungen, bestehend aus zwei EW-1:12 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m bei Gleisabstand $A \geq 4,0$ m oder zwei EW-1:14 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m bei Gleisabstand $A \geq 3,5$ m.*

Die Überhöhungstabelle Zahlentafel 8, Taf. 31, ist für $V_2 = 65$ km/h aufgestellt; sie eignet sich auch für freiliegende Außenbogenweichen. Für die Berechnung gilt sinngemäß das unter B 3a Gesagte.

c) *Einfache Bogengleisverbindung, bestehend aus einer EW-1:12,2/9 und einer einfachen Kreuzungsweiche 1:9/12,2 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m bei Gleisabstand $A = 4,5$ m bis 4,75 m.*

Auch die in Abb. 15 in Grundform dargestellte Gleisverbindung, die in einem später folgenden Aufsatz „Kreuzungsweichen für mittlere Fahrgeschwindigkeiten“ noch näher beschrieben werden wird, läßt sich verbiegen. Hierfür gilt Zahlen-



Abb. 15.

tafel 8 nur mit dem Unterschied, daß die untere Verbiegungsgrenze wie bei allen Kreuzungsweichen 1:9 etwa bei $R_1 = 1000$ m liegt (zweiter starker waagerechter Strich in Zahlentafel 8). Voraussichtlich können hierbei die normalen Schwellensätze Verwendung finden, wenn beim Entwerfen dieser Weichen auf das Verbiegen Bedacht genommen wird.

d) *Abzweigung eines Überholungsgleises aus einem zweigleisigen Streckengleisbogen, bestehend aus einer EW-1:12/9 und einer EKW.-1:9 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m.*

Erfolgt die Abzweigung des Überholungsgleises 3 aus dem Doppelgleis 1/2 mit $A \leq 4$ m Abstand nach innen (Abb. 16) und kann das abzweigende Gleis (3) einen verhältnismäßig

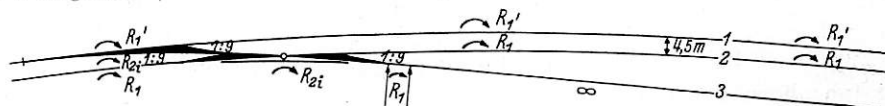


Abb. 16.

großen Abstand von den Hauptgleisen erhalten, dann lassen sich beide Weichen nach Zahlentafel 2 überhöhen. An das freie Ende der Kreuzungsweiche muß ein wenigstens 5 bis 6 m langer Bogen anschließen, der gleichgerichtet mit R_1 ist und dessen Halbmesser zwischen R_1 und R_{2i} liegen darf. Auch ein Übergangsbogen zu R_1 kann anschließen. Sofortiger Anschluß einer Geraden würde den Ausfahrdruck unzulässig verstärken. Der Abstand des Überholungsgleises vom inneren Hauptgleis 2 wird meistens wesentlich größer als 4,5 m.

Darf der Abstand des Überholungsgleises 3 vom Hauptgleis 2 nicht größer als 4,5 m sein, dann muß an die Kreuzungsweiche erst R_1 und dann ein Gegenbogen R_{2a} anschließen. Dieser ist wie eine Außenbogenweiche zu behandeln und daher die Überhöhung der ganzen Anlage nach B 3c zu wählen.

Genügt es, den Gleisabstand von 4,5 m erst in einer größeren Entfernung von der Abzweigung herzustellen, dann bleibt die große Überhöhung der Abzweigung möglich. Es muß nur nach Abb. 17 der Gegenbogen so weit von der Kreuzungsweiche abliegen, daß die Überhöhungsrampe zur Absenkung von h auf die zulässige Untertiefung für V_2 in dem Gegenbogen mit zu wählendem Halbmesser Platz findet. Tabellen dafür lassen sich nicht aufstellen, weil das jeweils von den örtlichen Verhältnissen abhängt.

Abzweigungen nach außen verlangen fast die gleichen Beschränkungen in der Überhöhung wie die Gleisverbindungen nach B 3c. Maßgebend ist hierfür die Zahlentafel 5 für

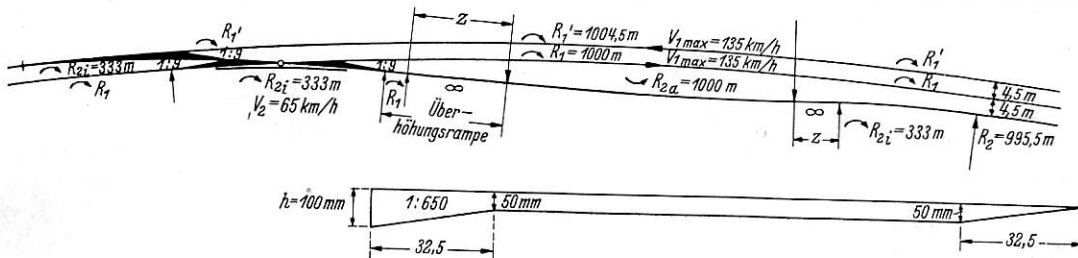


Abb. 17.

beide Weichen. Das Überholungsgleis kann wie bei B 3c angeschlossen werden.

e) *Einfache Bogengleisverbindung, bestehend aus einer EW-1:14 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m und einer EW-1:18,5/14 mit Stammhalbmesser $R = 1200$ m bei Gleisabstand $A \geq 4,5$ m.*

$V_2 = 65$ km/h.

Wie Zahlentafel 8 erkennen läßt, sind die Geschwindigkeitsverluste für V_1 beim Einbau von Gleisverbindungen 1:12 namentlich im Bereiche der häufig vorkommenden und auch selten zu verflachenden Halbmesser zwischen 500 und 1000 m (Flußtäler in Mittelgebirgen) so groß, daß eine günstigere Lösung für $V_2 = 65$ km/h erwünscht ist. Diese Abhilfe bieten Gleisverbindungen nach Abb. 18 und 19, die nach Zahlentafel 9, Taf. 31, wesentlich größere Überhöhungen und damit Geschwindigkeiten V_1 gestatten als Gleisverbindungen nach Zahlentafel 8 und doch rund 15 m kürzer sind, als Verbindungen aus zwei EW-1:18,5 bei $A = 4,0$ m Gleisabstand. Die Grenzen stimmen mit Zahlentafel 7a überein und sind durch EW-1:18,5 bedingt. Die Unterschiede gegenüber Zahlentafel 7a (zwei EW-1:18,5, für $V_2 = 65$ km/h) sind durch die Weiche 1:14 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m verursacht.

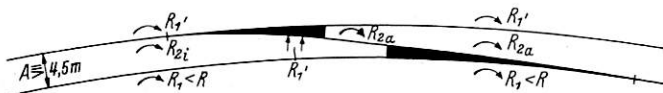


Abb. 18.



Abb. 19.

Der erforderliche Gleisabstand beträgt bei diesen Gleisverbindungen $A \geq 4,5$ m; nach Abb. 20, die die Grundform der Verbindung zeigt, bildet die Gerade vor der Herzstückspitze der Weiche 500—1:14 die für $V_2 = 65$ km/h eben ausreichende Zwischengerade z ; sie wird bei Bogengleisverbindungen zu R_1 verbogen. Der Gegenbogen mit $R = 1200$ m beginnt dicht hinter der Herzstückspitze 1:14. Die innere Spitzenschiene muß daher leicht angebogen werden; ferner ist ein abnormer Schwellensatz zwischen der Herzstückspitze 1:14 und dem Gleisabstand von 2,25 m erforderlich.

Bei $A \geq 4,75$ m kann der gewöhnliche Schwellensatz der Weiche 500—1:14 mit etwas veränderter Teilung verwendet werden.

f) *Abzweigung eines Überholungsgleises aus einem zweigleisigen Streckenbogen nach innen, bestehend aus zwei einfachen Innenbogenweichen 1:14 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m und einer einfachen Bogenweiche 1:18,5/14 mit Stammhalbmesser $R = 1200$ m.* (Abb. 21.)

Gleisabstand $A \geq 4,5$ m; $V_2 = 65$ km/h. (Zahlentafel 9.)

Diese Abzweigung entsteht durch Anfügen einer weiteren Weiche 1:14 an die in Abb. 18 dargestellte Gleisverbindung.

Zu beachten ist dabei, daß zwischen den Spitzen der Weichen 2 und 3 ein Bogenstück mit Halbmesser R_1 von etwa 3 m, besser 6 m Länge vorhanden sein muß; es entspricht der Zwischengeraden in der Grundform. Diese Abzweigung gestattet nicht ganz so hohe V_1 wie die Abzweigung nach Abb. 16 und hat bei

$R_1 > 1200$ m den Nachteil der Schlangenfahrt. Außerdem beansprucht sie größere Länge. Sie ist aber die gegebene

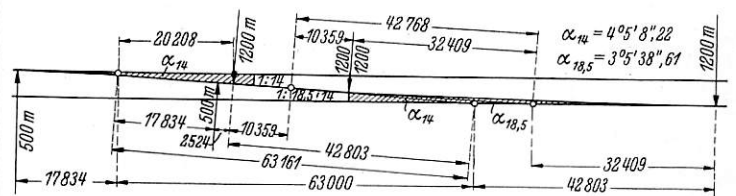


Abb. 20.

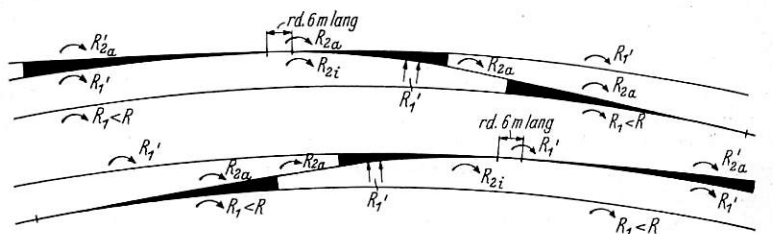


Abb. 21 und 22.

Lösung für $R_1 < 1000$ m, bei denen Abb. 16 nicht mehr anwendbar ist. Ferner ermöglicht sie einen Abstand von 4,5 m des Überholungsgleises von dem inneren Hauptgleis ohne Gegenbogen und daher ohne Verlust an Überhöhung und V_1 . Maßgebend für diese Abzweigung ist Zahlentafel 9.

g) *Abzweigung eines Überholungsgleises aus einem zweigleisigen Streckenbogen nach außen, bestehend aus zwei einfachen Bogenweichen 1:18,5/14 mit Stammhalbmesser $R = 1200$ m und einer Innenbogenweiche 1:14 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m.* (Abb. 22.)

Gleisabstand $A \geq 4,5$ m; $V_2 = 65$ km/h. (Zahlentafel 9.)

Diese Abzweigung ist für jedes R_1 die vorteilhafteste Lösung, es sei denn, daß Beschränkung in der Längenentwicklung zu der Lösung nach Abb. 17 und damit zu Verlusten für V_1 zwingt. Auch hierfür gilt Zahlentafel 9.

h) *Einfache Bogengleisverbindung, bestehend aus zwei EKW, zwei EW oder zwei DKW-1:9 mit Stammhalbmesser $R = 190$ m.*

Für $V_2 = 40$ km/h (Zahlentafel 10, Taf. 32)

und $V_2 = 25$ km/h (Zahlentafel 10a, Taf. 32).

Die Verbiegungsgrenze liegt bei $R_1 = 2000$ m; sie wird durch die Innenbogenweiche dieser Gattung (Zahlentafel 3)

gezogen. Die größten Überhöhungen und damit V_1 werden wiederum durch die Außenbogenweichen bestimmt (Zahlentafel 6). Es entsteht so für $V_2 = 40$ km/h die Zahlentafel 10. Die Gleisverbindung kann sowohl aus einfachen Weichen als auch aus einfachen Kreuzungsweichen oder doppelten Kreuzungsweichen gebildet sein, ohne daß sich an den Überhöhungen etwas ändert.

Zahlentafel 10a gilt für $V_2 = 25$ km/h (Verschiebefahrten) bis herab zu $R_1 = 2000$ m für Gleisverbindungen und Außenweichen, bis herab zu $R_1 = 1000$ m für freiliegende EKW und EW und bis zu $R_1 = 174$ m für einfache Außenweichen.

Die Zahlen in () gelten für $c_{2a} \bar{\geq} 120$ mm (vergl. Abschnitt B 2e).

i) Doppelte Kreuzungsweichen 190/500-1:9 im Bogen.

Da in dem Zweigstrang mit 190 m Halbmesser Zungen mit Überschneidung verwendet werden müssen, sind Verbiegungen, die $R = 190$ m verkleinern, wahrscheinlich nicht zulässig, wohl aber Verbiegungen nach der anderen Seite bis herab zu $R_1 = 1000$ m. Die größten Überhöhungen werden hierbei durch Zahlentafel 6 und 10a begrenzt. Da DKW 190/500-1:9 noch nicht eingeführt sind, wird die Bekanntgabe der Überhöhungstafel noch zurückgestellt.

Anmerkung:

Die unter B1, B2 und B3 beschriebenen Bogenweichen können auch in Übergangsbogen zu den Hauptgleisen verlegt werden. Dadurch verändern sich zwar die Rucke ψ etwas, sie werden aber nie kräftiger als in den gleichmäßig gekrümmten Bogen oder in der Grundform. Es sind lediglich an Stelle R_1, R_1', R_{2a} und R_{2i} die Krümmungshalbmesser der Übergangsbögen $\varrho_1, \varrho_1', \varrho_{2i}$ und ϱ_{2a} zu setzen und darauf h oder V_1 und V_2 abzustimmen.

Die Überhöhungstafeln für Gleisverbindungen (Abschnitt B3) gelten auch gleichzeitig für doppelte Kreuzungsweichen mit gleich großen Halbmessern in den Zweigsträngen. Beispielsweise können und müssen freiliegende DKW 300/300-1:9 genau so überhöht werden wie Gleisverbindungen, die aus zwei EW 300-1:9 gebildet sind.

Ferner sind zweigleisige Abzweigungen aus einem zweigleisigen Streckenbogen genau so wie freiliegende einzelne Weichen, die nach innen (Zahlentafel 1, 2 oder 3) oder außen (Zahlentafel 4, 5 und 6) abzweigen, zu behandeln. Die an die eine EW anschließende Kreuzung unterliegt aber der Beschränkung $R_1 \geq 1000$ m bei Neigung 1:9; andererseits können sich in der Kreuzung auch die zulässigen Bemessungen von h ändern. In dem bereits angekündigten späteren Aufsatz werde ich einige Beispiele dafür bringen.

C. Sonderfälle.

Die Geschwindigkeit V_2 im Zweigstrang R_2 kann dadurch erhöht werden, daß die Weiche zur Außenbogenweiche aufgebogen und im Anschluß an eine wenigstens 14 m lange Gerade verlegt wird. Das geht aber auf Kosten der Geschwindigkeit V_1 im Hauptstrang R_1 . Der Grenzfall ist die symmetrische Außenbogenweiche (Abb. 23) mit $R_1 = R_{2a} = 2R$ und $V_1 = V_2$. Die Geschwindigkeiten in beiden Strängen werden — je nach Weichengattung — durch die Fliehkraft zu $V = \sqrt{\frac{95 \cdot 2R}{11,8}}$

oder den Ruck ψ zu $V = 9 \sqrt[3]{\frac{2R}{2R}}$ bis $9,5 \sqrt[3]{\frac{2R}{2R}}$ begrenzt, was in dem Aufsatz Bewertung der Gleisverbindungen S 49 nach dem „Ruck“ eingehend erörtert wurde. Der kleinste Wert ist abgebend.

Nach Zahlentafel 11 ist bis einschließlich Außenbogenweiche 1000/1000-1:12 die Fliehkraft entscheidend. Bei Weichen 2400/2400-1:18,5 schränkt aber die Rücksichtnahme auf den Ruck die im Hinblick auf die Fliehkraft zulässige Fahrgeschwindigkeit um 12 bis 19 km/h ein. Immerhin

Zahlentafel 11.

Weiche in Grundform		Symmetrische Außenbogenweiche $R_1 = R_{2a} = 2R$ in m	V_{max} in km/h für $h = 0$		rund
1:n	R		Im Hinblick auf Fliehkraft $= \sqrt{95 \cdot 2R} : 11,8$	Im Hinblick auf den Ruck $= 9 \sqrt[3]{\frac{2R}{2R}}$ bis $9,5 \sqrt[3]{\frac{2R}{2R}}$	
1:7,5	190	380	55	(65 bis 69)	—
1:9	300	600	70	(76 „ 90)	—
1:12	500	1000	90	(90 „ 95)	—
1:18,5	1200	2400	(139)	120 „ 127	125

wird es in manchen Fällen vorteilhaft sein, wenn beide gleichwichtigen Stränge mit der gleichen Geschwindigkeit von 120 bis 125 km/h befahren werden dürfen.

Auch bei Innenbogenweichen ist es möglich, beide Stränge für gleiche und ebenso große Geschwindigkeit einzurichten, wie in Zahlentafel 11. Um das zu erreichen, muß der Ruck ψ bei der Einfahrt sowohl in den flachgekrümmten Strang R_1



Abb. 23.

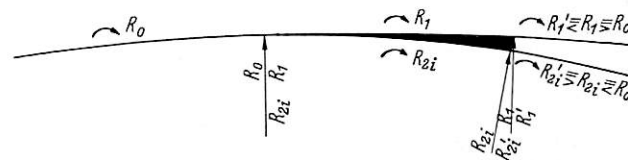


Abb. 24.

als auch den stark gekrümmten Strang gleich und so groß gehalten werden, daß die der Zahlentafel 11 zugrundeliegenden Verhältnisse entstehen. Es muß also sein, wenn mit R_0 der Halbmesser des Gleisbogens vor dem Weichenanfang bezeichnet wird (Abb. 24):

$$\frac{R_0 \cdot R_{2i}}{R_0 - R_{2i}} = 2R \text{ oder } R_0 = \frac{2R \cdot R_{2i}}{2R - R_{2i}}$$

Es ist dann auch

$$\frac{R_1 \cdot R_0}{R_1 - R_0} = 2R \text{ oder } R_0 = \frac{2R \cdot R_1}{2R + R_1}$$

weil

$$R_{2i} = \frac{R \cdot R_1}{R + R_1}$$

ist (s. Abschnitt B 1a).

Der Anwendungsbereich ist nicht wie bei Zahlentafel 11 auf eine Verbiegungsart beschränkt, sondern läßt einen — wenn auch kleinen — Spielraum. Die obere Grenze liegt bei $R_1 = \infty$ und $R_{2i} = R$ (Grundform); die untere Grenze ist durch

$$h = \frac{11,8 V''^2}{R_1} + 100 = \frac{11,8 V^2}{R_{2i}} - 95$$

gezogen, wobei $V'' = \frac{1}{2} V$ zu setzen ist. Weichen 1:7,5 sind

nur in der Grundform verwendbar, da sie nicht nach innen verbogen werden dürfen. Im übrigen ist V aus Zahlentafel 11 zu entnehmen (stark gedruckte Zahlen); eine Ausnahme bildet Weiche 1:7,5, deren V_2 wegen des Bogenhalbmessers 190 nicht

größer als 50 km/h sein darf. Weiterhin gilt $R_1 = \frac{R \cdot R_{2i}}{R - R_{2i}}$.

Es ergeben sich daraus die aus Zahlentafel 12 ersichtlichen Einbaumöglichkeiten.

Zahlentafel 12.

Weiche in Grundform	Eingebaut als Innenbogenweiche mit		Überhöhung h mm	Vor der Weiche liegt ein Bogen mit $R_0 = \frac{2R \cdot R_{2i}}{2R - R_{2i}}$ m	Höchstgeschwindigkeit		
	R m	R_{2i} m			R_1 m	V_1	V_2
1:7,5	190	190	∞	60 bis 100	380	55	50
1:9	300	300	∞	100	600	70	70
„	„	297	29700	„	588	„	„
1:12	500	500	∞	100	1000	90	90
„	„	490	24500	„	961	„	„
1:18,5	1200	1200	∞	60 bis 100	2400	125	125
„	„	1133	20293	70 „ 100	2146	„	„
„	„	1067	9627	80 „ 105	1921	„	„
„	„	1000	6000	90 „ 105	1714	„	„
„	„	933	4193	105 „ 110	1526	„	„
„	„	900	3600	110	1440	„	„

Der Spielraum für die Verwendung ist nach Zahlentafel 12 bei Weichen 1:18,5 wesentlich größer als bei den übrigen Weichen. Wie nutzbringend das ist, wird in dem oben bereits angekündigten späteren Aufsatz an Hand von Beispielen gezeigt werden.

D. Sicherheit gegen Entgleisung bei irrtümlich starker Überschreitung der Fahrgeschwindigkeit.

Gegen das Verlegen von Außenbogenweichen mit Überhöhung des Hauptstranges R_1 , die für den Zweigstrang R_{2a} Untertiefung ist, werden häufig Bedenken laut. Es wird befürchtet, daß bei irrtümlichem Befahren des Zweigstranges mit der für den Hauptstrang zulässigen Höchstgeschwindigkeit V_1 wegen der Untertiefung die Entgleisungsgefahr größer ist als bei Weichen der Grundform ohne Überhöhung. Diese Sorge ist an sich seit Einführung des dreibegriffigen Vorsignals zwar nicht gegenstandslos geworden, aber doch nicht mehr von solcher Bedeutung wie früher. Insbesondere ist bei den flachsten Weichen (1:18,5) die Gefahr der irrtümlichen Geschwindigkeitsüberschreitung nicht größer als bei gewöhnlichen Gleisbogen. Jedem Lokomotivführer ist bekannt, daß keine Abzweigung — von den sehr seltenen in Abschnitt C geschilderten Fällen abgesehen — mit mehr als 100 km/h befahren werden darf; daran erinnert ihn spätestens, auch wenn es sich um eine ausnahmsweise Zweigfahrt handelt, das Vorsignal. Daher könnten Irrtümer nur bei Fahrten durch Gleisverbindungen 1:18,5 gefährlich werden, die planmäßig mit $V_{2a} < 100$ km/h befahren werden dürfen; das ist aber lediglich bei Gleisverbindungen 1:18,5 mit $R < 1000$ m der Fall, in denen ausschließlich Innenbogenweichen liegen. Mehr gefährdet sind jedoch Fahrten durch Gleisverbindungen 1:12 und noch mehr 1:9. Der Lokomotivführer kann der Meinung sein, eine Gleisverbindung 1:18,5 vor sich zu haben und sie mit $V_2 = 100$ km/h befahren; das Vorsignal macht ihn auf diesen Irrtum nicht aufmerksam. Es ist daher nicht unwichtig festzustellen, bei welcher Geschwindigkeit Entgleisungsgefahr entsteht. Der Vollständigkeit halber wird die Untersuchung auch für Gleisverbindungen 1:18,5 durchgeführt.

Nach Baumann und Jaehn⁸⁾ liegen die Gefahrgrenzen für Umkippen nach außen: bei

$$V = \sqrt{(40,8 + 85 h) R}$$

⁸⁾ Mschr. int. Eisenbahn-Kongr.-Vereinigung, November 1932, S. 2174 bis 2177 und 2200 bis 2204.

und für Entgleisung nach innen beim Fehlen eines Übergangsbogens am Bogenende bei

$$V = \sqrt{(24,3 + 85 h) R},$$

wenn $\frac{Y}{Q} = 1$, oder bei

$$V = \sqrt{(26,5 + 85 h) R},$$

wenn $\frac{Y}{Q} = 1,25$ gesetzt wird.

Für die folgenden Betrachtungen ist es bequemer und übersichtlicher, diesen Gleichungen die Gestalt der Überhöhungformel zu geben:

$$h = \frac{11,8 V^2}{R} - c \quad \text{oder} \quad c = \frac{11,8 V^2}{R} - h,$$

worin h und c in mm ausgedrückt sind. Es muß dann bei den Gefahrgrenzen sein für Umkippen nach außen:

$$c = 40,8 \cdot 11,8 - h = 480 - h$$

und für Entgleisung nach innen beim Fehlen eines Übergangsbogens am Bogenende:

$$c = 24,3 \cdot 11,8 - h = 287 - h,$$

wenn $\frac{Y}{Q} = 1$ oder

$$c = 26,5 \cdot 11,8 - h = 313 - h,$$

wenn $\frac{Y}{Q} = 1,25$ gesetzt wird.

Das Verhältnis $\frac{Y}{Q} = \frac{\text{waagerechter Führungsdruck}}{\text{Raddruck}}$ wird

nur bei Anlaufwinkeln über 2° kleiner als 1,25, auch wenn ein besonders großer Reibungsbeiwert ($\mu = 0,25$) berücksichtigt wird. In den Gleisverbindungen, die hier zur Erörterung stehen, kommen wesentlich kleinere Anlaufwinkel in Frage. Die ungünstigsten Vorbedingungen für Entgleisungen am Bogenende bei unmittelbarem Übergang in eine Gerade sind:

- a) Weiterdrehen des Fahrzeuges im Bogenhalbmesser R bis zum Anstoßen an die gerade Schiene, die die Fortsetzung der Bogeninnenschiene bildet,
- b) neue Radreifen, weil sie den flachsten Spurkranzwinkel α aufweisen,
- c) bis zu 10 mm Seitenabnutzung der Bogenaußenschienen, die den Gleisspielraum und damit den Auftreffwinkel vergrößert,
- d) zusätzliche Spurerweiterung von 5 mm als Folge des Betriebs,
- e) Radialstellung der führenden Achse; die ungünstigere Überradialstellung ist kaum denkbar.

Es ergeben sich hieraus folgende größtmöglichen Auftreffwinkel τ :

Weichen 190 mit anschließender Geraden:
 $\tau = 65' + \text{Sicherheitszuschlag} = 75'$

Weichen 300 mit anschließender Geraden:
 $\tau = 45' + \text{Sicherheitszuschlag} = 55'$

Weichen 500 mit anschließender Geraden:
 $\tau = 35' + \text{Sicherheitszuschlag} = 45'$

Weichen 1200 mit anschließender Geraden:
 $\tau = 23' + \text{Sicherheitszuschlag} = 35'$

Nach der gewählten Anordnung der Gleisverbindungen bleiben die Auftreffwinkel bei jeder Weichengattung die gleichen, auch wenn sie als Bogengleisverbindungen verwendet werden und an Stelle der Zwischengeraden ein Zwischenbogen mit Halbmesser R_1 tritt.

Die von Baumann angegebenen, von Dr. Ing. e. h. R. P. Wagner entwickelte Formel liefert folgende $\frac{Y}{Q}$ -Werte:

Zahlentafel 13.

Weichen- halb- messer	Anlauf- winkel τ	Reibungs- zahl μ	Spur- kranz- flanken- winkel α	$\frac{Y}{Q}$	c gewählt	Stand- sicher- heitsgrad $n = 480 : c$
190 m	1° 15'	0,25	60° 11' 51''	1,28	310 mm	1,55
300 „	55'	„	„	1,34	315 „	1,52
500 „	45'	„	„	1,40	320 „	1,50
1200 „	35'	„	„	1,52	330 „	1,45

Man darf daher unbedenklich die in Zahlentafel 13 angegebenen c-Werte einsetzen, die nochmals Sicherheitszuschläge einschließen. Aus ihnen ergibt sich der Standsicherheitsgrad

$$n = \frac{480}{c}$$

Hiernach sind die Zahlentafeln 14 und 15, Taf. 32, aufgestellt. Sie zeigen, daß in den Weichen 1200-1:18,5 ohne Überhöhung erst bei einer Fahrgeschwindigkeit von 180 km/h die Gefahr der Innenentgleisung eintritt, in Weichen 500-1:12 aber schon bei 115 km/h. Die Gefahr des Umkippen ist in Weichen 1:18,5 selbst bei 200 km/h noch nicht vorhanden, in Weichen 1:12 aber schon bei 140 km/h. In Weichen 300-1:9 liegen diese Grenzen bei 85 und 115 km/h, in Weichen 190 bei 70 und 85 km/h.

Bei Bogengleisverbindungen sind in jeder Fahrrichtung vier Bogenwechsel (a, b, c, d in Abb. 25, die mit Abb. 10 übereinstimmt) zu untersuchen.



Abb. 25.

Fahrrichtung a—d. a ist ganz ungefährlich. Es ist zwar ein S-Bogen ohne Zwischengerade R_1 (rechts) — R_{2a} (links) zu durchfahren; die Auftreffwinkel sind aber nahezu die gleichen wie bei der Einfahrt aus der Geraden in eine Weiche der Grundform. Nur ist das auf die Bogenaußenschiene von R_{2a} auftreffende Rad nicht voll belastet, wenn irrtümlich V_2 auf V_1 erhöht wird. Es kann aber dabei c nie 95 mm übersteigen, so daß kein Aufklettern in Gefahr steht.

Bei b dagegen, wo wiederum ein S-Bogen ohne Zwischen-gerade R_{2a} (links) — R_1 (rechts) zu durchfahren ist, ist das die Außenschiene R_1 anlaufende Rad durch den vorausgehenden untertiefen Bogen stark entlastet worden, so daß bei hoher Fahrgeschwindigkeit Entgleisung erfolgen kann.

c ist wiederum ungefährlich. Auf den großen Halbmesser R_1 folgt der gleichgerichtete Bogen mit dem wieder kleineren Halbmesser R_{2i} . Wird $V_2 = V_1$, dann ist sogar das führende Rad überlastet, kann daher keinesfalls aufklettern. Das Fahrzeug könnte höchstens im Bogen R_{2i} umkippen. Dazu gehört aber eine sehr viel höhere Fahrgeschwindigkeit als nötig ist, um bei d eine Innenentgleisung herbeizuführen. Hier folgt der große Halbmesser R_1' auf den kleinen Halbmesser R_{2i} , in dem das Innenrad bei zu hoher V_2 stark entlastet wird, so daß es durch den Drehschwung hinter d zum Aufklettern auf die Innenschiene von R_1 kommen kann.

Fahrrichtung d—a. d ist ebenso ungefährlich wie c in umgekehrter Fahrrichtung, c aber genau so gefährlich wie d bei entgegengesetzter Fahrt, b ist wiederum mit a in umgekehrter Richtung zu vergleichen; unsicher bleibt hierbei nur, ob bei der Kürze des Zwischenbogens R_1 die bei c noch voll vorhandene starke Entlastung des hinter b zur Führung

kommenden Rades unwirksam geworden ist. Es wird sich später aber zeigen, daß eine Entgleisung bei b als ausgeschlossen gelten darf, wenn das Fahrzeug bei c im Gleis geblieben ist. a ist ähnlich gefährlich wie b in entgegengesetzter Fahrrichtung.

Es liegen also etwa die gleichen Verhältnisse bei b in Fahrrichtung a—d und bei a in Fahrrichtung d—a vor, ebenso bei d (Fahrrichtung a—d) und c (Fahrrichtung d—a). Daher sind nur zwei Fälle zu untersuchen: Gegenbogen R_{2a} (untertief) — R_1 (überhöht) und Gleichbogen R_{2i} — R_1 (beide überhöht). Hieraus lassen sich dann Schlußfolgerungen auf den besonderen Fall (b in Fahrrichtung d—a) ziehen.

Für die Beurteilung der Entgleisungsgefahr genügt es, weil die Auftreffwinkel stets annähernd gleich sind, den Entlastungsgrad in dem Bogen R_{2a} und R_{2i} , also c_{2a} und c_{2i} bei Überschreitung von V_2 festzustellen. Sie sind aus den Spalten 8 und 12 der Zahlentafel 14 und 15 ersichtlich. Hierin deuten die Vorzeichen nur an, ob die linke oder die rechte Schiene stärker belastet ist.

Zunächst mag es überraschen, daß die Innenentlastung der Fahrzeuge bei gleich hoher Fahrgeschwindigkeit in untertiefen Außenbogenweichen geringer ist als in Weichen der Grundform. Die Erklärung dafür liefert aber folgende einfache Überlegung an Hand eines Beispiels.

Ist R_{2a} doppelt so groß als R der Grundform, bei Weichen 1:18,5, also $R_{2a} = 2400$ m, dann ist $c_{2a} = \frac{1}{2} c$, wenn beide Weichen ohne Überhöhung verlegt werden. Dieses halbe c ist bei hohen Fahrgeschwindigkeiten wesentlich größer als das Maß der möglichen Untertiefung; $\frac{1}{2} c + h = c_{2a}$ ist daher stets kleiner als c, so daß bei gleicher Fahrgeschwindigkeit die Entlastung des Innenrades in Außenbogenweichen stets geringer ausfällt als in Weichen der Grundform.


Beispiel: $V_2 = 175$ km/h. In Weiche 1200—1:18,5 mit $h = 0$ wird $c = 301$ mm, in Weiche 2400/2400—1:18,5 ist beiderseits $c_{2a} = c_1 = 151$ mm, wenn die Weiche nicht überhöht wird. Ist R_1 um 49 mm überhöht, R_{2a} also um 49 mm untertief, dann wird $c_1 = 151$ mm — 49 = 102 mm und $c_{2a} = 151 + 49 = 200$ mm; das sind $301 - 200 = 101$ mm weniger als c in der Grundform. Daher steigt die Grenze, bei der Innenentgleisung in Gefahr steht, bei Außenbogenweichen 1:18,5 trotz der Untertiefung auf über 200 km/h, geht aber auf 180 km/h trotz abnehmender Untertiefung zurück, wenn R_1 größer, also R_{2a} kleiner wird und sich damit der Grundform nähert.

Umgekehrt ist es bei Innenbogenweichen. Trotzdem der auf R_{2i} folgende Bogen R_1 gleichgerichtet ist, entsteht in Weichen 1:18,5 schon bei $V_2 > 155$ km/h die Gefahr von Innenentgleisungen und bei $V_2 > 195$ km/h die Gefahr des Umkippen. Bogengleisverbindungen mindern sonach tatsächlich die Sicherheit gegen Entgleisungen, nur sind die Gefahrpunkte nicht bei den Außenbogenweichen, sondern bei den Innenbogenweichen zu finden, gegen die bisher Bedenken nicht geäußert wurden. Wenn c_{2i} die Gefahrgrenze von 330 mm (für Weichen 1:18,5) fast erreicht hat, ist c_{2a} noch nicht halb so groß. Bei der Fahrt von d nach a müßte daher das hohe c_{2i} im Bogen d—c unvorstellbar stark bis b nachwirken, um hier c_{2a} bis zur Entgleisungsgefahr zu erhöhen. b ist daher tatsächlich kein Gefahrpunkt. Es ist folglich auch nicht nötig, diese Stelle durch Einfügung einer Zwischengeraden (Vorschlag Höfer) zu verbessern, ja sogar fehlerhaft, weil sie den gefährlichen Punkt c noch gefährlicher macht.

Es liegt auf der Hand, daß durch Ermäßigung oder Fortlassen der Überhöhung die Verhältnisse nur noch schlechter werden würden. Man muß sich daher, wenn man nicht ganz und gar auf Bogengleisverbindungen verzichten will, damit abfinden, daß bei starken Geschwindigkeitsüberschreitungen die Sicherheit gegen Innenentgleisungen nicht ganz so groß ist wie in Gleisverbindungen der Grundform. Selbst voll überhöhte Innenbogenweichen (Zahlentafel 9 und 13) sind in dieser Hinsicht im Nachteil; nur freiliegende, untertiefte Außenbogenweichen sind gleich sicher, ja sogar sicherer als Weichen der Grundform.

Es erweist sich sonach der in Abschnitt B geschilderte Vorschlag zur Ausgestaltung von Bogengleisverbindungen auch im Hinblick auf die Sicherheit gegen Entgleisungen als der günstigste.

In den Zahlentafeln 1 bis 10 ist die beginnende Gefahr von Innenentgleisungen

am Bogenwechsel $R_{2i} \frown R_1$ durch Punktreihen 

am Bogenwechsel $R_1 \frown R_{2a}$ durch Kreuzreihen 

kenntlich gemacht.

Ein Vergleich zeigt, daß in allen Gleisverbindungen, die aus Weichen 1:12 oder 1:14 mit Stammhalbmesser $R = 500$ m gebildet sind, ohne Entgleisungsgefahr V_2 eben noch bis zu der für Gleisverbindungen 1:18,5 zulässigen Fahrgeschwindigkeit ($V_2 = 100$ km/h bis herab zu $R_1 = 1000$ m, dann abfallend) überschritten werden kann. Es entsteht also wahrscheinlich noch kein Unglück, wenn der Lokomotivführer irrtümlich annimmt, eine Gleisverbindung 1:18,5 vor sich zu haben. Aber schon 5 km/h mehr führen die Entgleisung herbei. Das gilt vor allem von Gleisverbindungen nach Zahlentafel 8, während Zahlentafel 9 einen größeren Sicherheitsüberschuß bietet und daher überall da vorgezogen werden sollte, wo die örtlichen Verhältnisse es irgend gestatten.

Die größte Sicherheit bieten in jedem Falle Gleisverbindungen 1:18,5, in denen selbst bei Überschreitungen von $V_2 = 100$ km/h um 55% noch keine Entgleisung zu befürchten ist. Es ist deshalb zu empfehlen, von dieser neuen Weichengattung bei Bogengleisverbindungen ausgiebig Gebrauch zu machen. Auch die Kostenfrage steht dem meines Erachtens nicht im Wege. Beim Vergleich der $65 + 18 + 65 = 148$ m langen Gleisverbindung 1:18,5 mit der 106 m langen Gleisverbindung 1:12 (Gleisabstand in beiden Fällen 4,5 m) ist zu berücksichtigen, daß für die zweite 42 m mehr einfaches Gleis zu beschaffen sind. Der übrig bleibende Unterschied wird sicherlich durch die Schonung der Bogenaußenschienen und der Fahrzeuge ausgeglichen, wenn überwiegend die Höchst-

grenze von $V_{2a} = 100$ km/h nicht ausgenutzt wird, oder durch Ersparnis an Brems- und Anfahrkosten bei voller Ausnutzung von V_2 .

Eine kleine Erhöhung der Sicherheit ist bei Gleisverbindungen möglich, die nach Abb. 25 in Richtung a—d befahren werden. Man kann hier von der Mitte des Zwischenbogens ab die Innenbogenweiche R_1/R_{2i} in sich etwas verwinden, derart, daß bei d eine etwas größere Überhöhung entsteht. Bei Gleisverbindungen 1:18,5 läßt sich — je nach Rampenneigung, die von V_1 abhängig ist — h um 40 bis 50 mm vergrößern und dadurch die Gefahrgrenze der Entgleisung auf eine um 5 bis 10 km/h höhere V_2 hinausschieben. Auch die kürzeren Gleisverbindungen 1:12 gestatten solchen Gewinn, weil in dem gefährlichsten Bereich — $R_1 < 1400$ m — die Rampen steiler sein können. In Fahrrichtung d—e ist hierdurch aber keine höhere Sicherheit zu erzielen. Wegen der Verwechslungsgefahr ist es jedoch stets zweckmäßig, die ungünstigsten Verhältnisse zugrunde zu legen, wenn über die zu wählende Gleisverbindung eine Entscheidung getroffen werden muß. Auch dahingehende Vorschriften kann man nicht allzu sehr verfeinern.

Schlußbemerkung.

Es sind Überhöhungstabellen für die wichtigsten Verwendungsarten von Bogenweichen und Bogengleisverbindungen aufgestellt worden. Ferner wurde der Nachweis erbracht, daß die Sicherheit gegen Entgleisungen bei irrtümlich starken Geschwindigkeitsüberschreitungen in Bogengleisverbindungen etwas geringer ist als in Gleisverbindungen der Grundform, jedoch nicht — wie oft befürchtet wird — infolge der Untertiefung der Außenbogenweichen, sondern infolge der zu geringen Überhöhung der Innenbogenweichen. Die Entgleisungssicherheit ist aber trotzdem bei Bogengleisverbindungen 1:18,5 sehr hoch und bei Bogengleisverbindungen 1:12 eben noch ausreichend. Einzelne untertiefte Außenbogenweichen sind stets betriebssicherer als Weichen der Grundform und überhöhte Innenbogenweichen.

Bei Ermittlung der erforderlichen Überhöhungen und zulässigen Fahrgeschwindigkeiten in Bogenweichen sind eine ganze Reihe verschiedenartiger Begrenzungen zu berücksichtigen. Selbst Geübten kann leicht ein Fehler unterlaufen, zumal die große Mannigfaltigkeit in der Verwendungsart von Bogenweichen sehr viele Möglichkeiten einschließt, — es falsch zu machen. Ich möchte daher empfehlen, für das Verlegen von Bogenweichen mit Überhöhung eingehende Vorschriften herauszugeben und des weiteren § 38 der Fahrdienstvorschrift, soweit er sich mit den zulässigen Fahrgeschwindigkeiten in untertiefen Weichen befaßt, zu berichtigen.

Prüfung geschweißter Schienenstoßverbindungen der Bull Head-Schienen mit schrumpfender Fußlasche.

Von D. Csilléry und L. Péter, Budapest.

- I. Die englischen Prüfungsvorschriften.
- II. Untersuchung des Schienenstahls.
- III. Die Materialuntersuchung der schrumpfenden Fußlasche.
- IV. Die Untersuchung der Elektroden und der Schweißnähte.
- V. Prüfung des geschweißten Schienenstoßes.
- VI. Materialaufwand und Arbeitslohn.
- VII. Zusammenfassung.

Wir untersuchen den Stahl der Schienen und der Verbindungsstücke vor dem Einbau nach den genau festgestellten Vorschriften. Auf dieser Grundlage werden auch die geschweißten Schienenstöße einer Prüfung unterzogen. Da auf diesem Gebiete ausgeprägte Prüfungsmethoden oder Bedingungen nicht vorhanden sind, wird es nicht ohne Interesse sein, wenn wir die Ergebnisse der nach den Vorschriften des London Passenger Transport Board untersuchten Schienenstoßverbindungen System Katona, mit schrumpfender Fußlasche, bekanntgeben.

In Zahlentafel I (Seite 410) finden wir eine Zusammenstellung der 20 Stück 762 mm langen, 145,26 mm hohen, 95 Lbs/Yard = 47,13 kg/m schweren Bull Head-Schienen. In der Zusammenstellung geben wir die Nummerung, die Stahlbeschaffenheit und die im vorhinein bestimmten englischen Prüfungsvorschriften an.

I. Die englischen Untersuchungsvorschriften.

a) Die chemische und metallurgische Untersuchung des Grundstoffes und der zur elektrischen Schweißung verwendeten Stoffe.

b) Feststellung der Härte der Laufflächen, und zwar in der Mitte der Kronenschweißung, dann 12,5, ferner 25, 50, 100 und 610 mm davon links und rechts entfernt.

c) Bei der Biegeprobe ist die 1070 mm weit gestützte, am Fuße stehende Schiene in der Mitte mit einer Druckkante von 100 mm Halbmesser zu belasten. Die Durchbiegung ist

nach je 10160 kg festzustellen. Womöglich soll auch die Längenänderung der Zug- und Druckzone bestimmt werden.

Zahlentafel I.

Übersicht der an den „Bull Head“-Schienen vorgenommenen Prüfungen.

Zahl	Stück	Bezeichnung	Art der Festigkeitsuntersuchung	Stoffbeschaffenheit	Bemerkung
1	2	K 28 — K 28	Schlag	Kohlenstoffarm	Aus den 762 mm langen Schienenstücken sind
2	2	K 29 — K 29	Schlag		
3	2	K 32 — K 32	Schlag		
4	2	K 30 — K 30	Biege	Hoher Kohlenstoff- und Mangan-gehalt	1524 mm lange Stöße nach System Katona herzustellen
5	2	K 31 — K 31	Biege		
6	2	K 33 — K 33	Schlag		
7	2	K 34 — K 34	Schlag		
8	2	K 37 — K 37	Schlag		
9	2	K 35 — K 35	Biege		
10	2	K 36 — K 36	Biege		

Der Querschnitt der Bull Head-Schienen ist aus Abb. 2 und 4 zu entnehmen. Diese sind genormt in Brit. Stand. Specif. Nr. 9, 1935.



Abb. 1. Das Kleingefüge der weicheren Bull Head-Schienen.

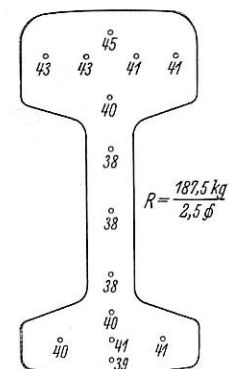


Abb. 2. Die Rockwellsche Härtezahlen der weicheren Bull Head-Schienen.

d) Die Schlagfestigkeitsuntersuchung ist mit einem 1016 kg schweren, auf 127 mm abgerundeten Schlagkante aus 917 mm Höhe herabfallenden Bär zu bestimmen. Der Schlag wirkt in der Stützenmitte. Die Durchbiegung ist nach jedem Schlag festzustellen. Der Versuch ist bis zum Bruche fortzusetzen.

e) Die zu einer Probe verwendeten Schweißstoffe sind anzugeben, desgleichen der Zeitaufwand.

Abweichend von obigen Bestimmungen haben wir nach gemeinsamer Vereinbarung die Durchbiegung nach je 10000 kg Belastung festgestellt, den Schlagversuch mit einem 500 kg schweren Bär und doppelter Fallhöhe ausgeführt und die Härteprüfung durch den Spindelschen Verschleißversuch ergänzt.

II. Prüfung des Schienenstoffes.

Um die Güte und Schweißbarkeit der Hartstahlschienen festzustellen, haben wir ihre chemische Zusammensetzung,



Abb. 3. Das Kleingefüge der härteren Bull Head-Schienen.

ihren Gefügestand und ihre Festigkeit untersucht. Bei der Durchführung dieser Untersuchungen war Herr Oberingenieur Ferenc Benesch behilflich. Für seine Arbeit danken wir ihm auch an dieser Stelle.

Die chemischen Zusammensetzungen der Schienen kleineren Kohlenstoffgehaltes sind in der Zahlentafel II zusammengestellt. Diese stehen in vollem Einklang mit dem Stoffgefüge (Abb. 1), die am Rande der Perlitkristalle eine große Menge Ferrit zeigt. Die Gleichmäßigkeit der Härte haben wir an dem in Abb. 2 gezeigten Schienenquerschnitt bei einer Belastung von $R_B = 187,5/2,5$ kg geprüft. Das Ergebnis weist auf vollständig gleichen Zustand. In der Zahlentafel III sind die Zerreiß- und die Schlagfestigkeitswerte der aus der Schienenkronen herausgearbeiteten Proben zu finden.

Die chemische Zusammensetzung der Schienen höheren Kohlenstoff- und Mangan-gehaltes haben wir in Zahlentafel IV zusammengestellt. Diesem entspricht das in Abb. 3 ersichtliche Mikrogefüge, an dem man entsprechend der größeren Menge des Kohlenstoffs und Mangans mehr Perlit und an den Kristallitgrenzen weniger Ferrit findet.

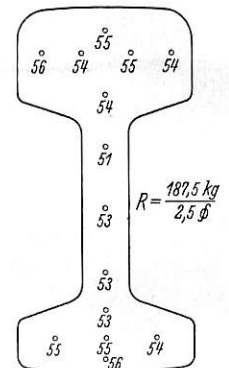


Abb. 4.

Die Rockwellsche Härtezahlen der härteren Bull Head-Schienen.

Aus der Abb. 4 kann man die Härtezahlen des Schienenquerschnittes entnehmen. Diese bezeugen ebenfalls die Gleichmäßigkeit des Stahlstoffes. Aus Zahlentafel V sind die Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchung entnehmbar. Aus ihnen ist

Zahlentafel II.

Die chemische Zusammensetzung der Schienen kleineren Kohlenstoffgehaltes.

Bezeichnung	C	Mn	Si	Cu	S	P	Cr
K 28	0,42	0,76	0,17	—	0,020	0,030	—
K 29	0,41	0,77	0,16	—	0,021	0,029	—
K 30	0,42	0,77	0,16	—	0,022	0,029	—
K 31	0,42	0,77	0,16	—	0,021	0,029	—
K 32	0,42	0,69	0,18	—	0,022	0,030	—
Mittelwert	0,42	0,75	0,16	—	0,021	0,029	—
Angaben der Engländer	0,41	0,77	0,131	—	0,030	0,027	—

feststellbar, daß beide Gattungen legierter Schienen gut schweißbar sind.

Zahlentafel III.
Die Festigkeitswerte der Schienen K₃₂.

Zeichen der Probe	σ_s	σ_B	δ_2	δ_5	δ_{10}	ψ	Ermüdung	a_K
	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	%	%	σ_D kg/mm ²	
• K 32	35,1	52,8	—	28,0	20,5	51,5	—	10,98
•• K 32	37,7	55,6	—	30,0	24,5	50,0	—	—
Mittelwert	36,4	54,2	—	29,0	22,5	50,7	—	10,98

Zahlentafel IV.
Die chemische Zusammensetzung der Schienen höheren Kohlenstoff- und Mangangehaltes.

Bezeichnung	C	Mn	Si	Cu	S	P	Cr
K 33	0,53	1,05	0,12	—	0,026	0,045	—
K 34	0,52	1,05	0,12	—	0,025	0,045	—
K 35	0,53	1,08	0,14	—	0,025	0,043	—
K 36	0,53	1,08	0,12	—	0,025	0,044	—
K 37	0,55	0,82	0,12	—	0,020	0,040	—
Mittelwert	0,53	1,01	0,12	—	0,024	0,043	—
Angaben der Engländer	0,52	1,10	0,12	—	0,030	0,12	—

Zahlentafel V.
Die Festigkeitswerte der Schienen K₃₇.

Zeichen der Probe	σ_s	σ_B	δ_2	δ_5	δ_{10}	ψ	Ermüdung	a_K
	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	%	%	σ_D kg/mm ²	
• K 37	45,5	69,7	—	9,0	14,5	42,6	{ 26,00 23,00 25,00 }	1,483
•• K 37	46,7	70,5	—	20,0	16,5	39,4	—	—
Mittelwert	46,1	70,1	—	14,5	15,5	41,0	24,66	1,483

III. Die Untersuchung der Fußlasche.

Zahlentafel VI.

Die chemische Zusammensetzung und die Festigkeitswerte der schrumpfenden Fußlasche.
Chemische Zusammensetzung.

Zeichen	C	Mn	Si	Ni	V	W	Mo	S	P	Cu
Laschenmaterial	0,04	0,41	0,05	—	—	—	—	0,017	0,025	—

Festigkeitswerte.

Zeichen	σ_s	σ_B	δ_2	δ_5	δ_{10}	ψ	Ermüdung	a_K
	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	%	%	σ_D kg/mm ²	
I	—	36,6	—	42,5	30,7	70,3	—	—
I	—	32,4	—	44,3	32,2	71,5	—	—

Die Abmaße und die Gestalt der schrumpfenden Fußlasche sind in Abb. 5 gezeigt. Ihre chemische Zusammensetzung und ihre Festigkeitswerte sind in der Zahlentafel VI zusammengefaßt. Das aus reinem Ferrit bestehende Gefüge der Fußlasche ersehen wir aus Abb. 6. Sowohl aus dem Kleingefüge als aus der chemischen Zusammensetzung geht klar hervor, daß die Fußlasche gut schweißbar ist.

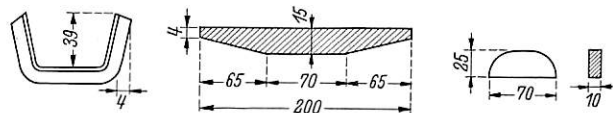


Abb. 5. Die schrumpfende Fußlasche und die Einlegeplatte.

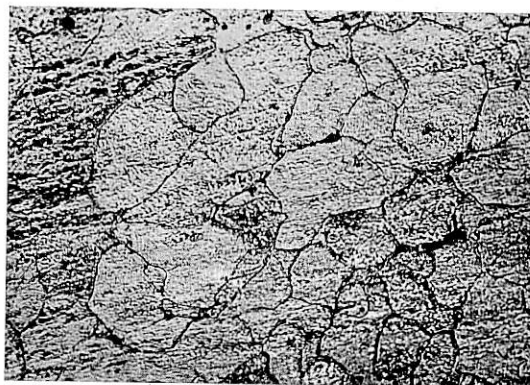


Abb. 6. Das Kleingefüge der schrumpfenden Fußlasche.

IV. Die Prüfung der Elektroden und ihrer Schmelzen*).

Alle Probestücke, d. h. die Schienenstöße, wurden mit dick umhüllten und blanken Elektroden ungarischer Herkunft geschweißt. Zum Schweißen der Schienenkronen und zu den Nähten der Fußlasche und des Einlegeplättchens wurden die ummantelten, zu jenen der Gleitfläche die blanken Elektroden verwendet.

Die chemische Zusammensetzung des ummantelten Elektrodenstoffes sind in Zahlentafel VII zu finden. Beim Schweißprozeß brennt ein bestimmter Teil des Kohlenstoffs und des Mangans sowie des desoxydierenden Vanadiums aus, so daß der Vmhundertersatz dieser Legierungsteile in der Schweißung geringer wird; sie wird aber durch Silizium legiert, das aus dem Umhüllungsmantel entnommen wird.

Zahlentafel VII.

Prüfungsergebnisse der dickummantelten Elektroden.
Die chemische Zusammensetzung der Elektroden.

	C	Mn	Si	Ni	V	W	Mo	S	P	Cu
Elektroden	0,23	0,72	0,05	—	0,10	—	—	0,021	0,018	—
Schmelze	0,08	0,18	0,11	—	—	—	—	0,021	0,018	—

Härtezahlen.

Zahl	1	2	3	4	5	6	7	8
R 187,5/2,5	53	52	51	55	59	35	39	25
	60	60	59	63	67	37	37	33
	53	52	53	59	60	36	35	35
H 1000/10/30	195	192	188	203	220	144	153	124
	225	225	220	238	258	149	149	140
	195	192	195	220	225	146	144	144
Mittelwert	205	203	201	220	234	146	148	136

*) Vergl. den Aufsatz: „Die Schweißbarkeit verschiedener Stahlschienen bei Anwendung der Lichtbogenschweißung“ von D. Csilléry und L. Péter in der Zeitschrift Elektroschweißung, Jahrgang VII, Heft 3/4, 1936.

Festigkeitswerte.

	σ_s	σ_B	δ_2	δ_5	δ_{10}	ψ	Ermüdung σ_D	a_K
	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	%	%	kg/mm ²	mkg/cm ²
Mittelwert	39,2	45,5	21,6	1,03	5,9	30,7	11,6	12,68

Zahlentafel VIII.

Prüfungsergebnisse der blanken Elektroden.
Die chemische Zusammensetzung der Elektroden.

	C	Mn	Si	Ni	V	W	Mo	S	P	Cu
Elektrode	0,85	0,55	0,35	—	—	—	—	—	—	—
Schmelze	0,60	0,49	0,18	—	—	—	—	—	—	—

Härtezahlen.

Zahl	1	2	3	4	5	6
Brinell	230	250	260	230	255	275

Festigkeitswerte.

Zeichen	σ_s	σ_B	δ_2	δ_5	δ_{10}	ψ	Ermüdung σ_D	a_K
	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	%	%	kg/mm ²	mkg/cm ²
Mittelwert	—	51,0	4,2	2,1	—	2,1	—	4,1

Die zur Feststellung der Festigkeitsergebnisse der Schmelze notwendigen Proben haben wir aus der in vollem Querschnitt geschweißten Schienenkronen derart entnommen, daß die Schmelze in die Mitte des Probestückes kam. Die Makroauf-

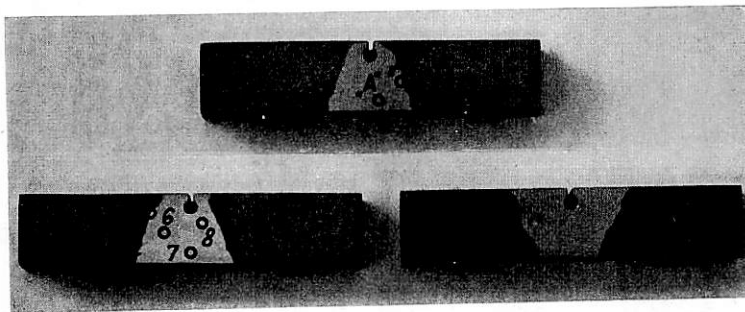


Abb. 7. Schlagproben, herausgearbeitet aus einem mit dickumhüllten Elektroden hergestellten Schienenstoß.

nahmen der zur Schlagarbeit vorgenommenen Proben sind in Abb. 7 gezeigt. Das Gefüge ist bei ganz geringer wärmebeeinflusster Zone vollständig gleichmäßig. Die zur Feststellung der Härtezahlen dienenden Kugeldrucke wurden in den Punkten 1 bis 8 ausgeübt. Die mit „A“ bezeichnete Makroaufnahme der Abb. 8 stellt das Kleingefüge der mit umhüllter Elektrode gefertigten Schweiße dar, wo man an der Grenze sehr feiner Ferritkristalliten nur ganz wenig Perlit findet; „B“ zeigt den vollkommen gleichmäßigen und ständigen Übergang zwischen Schmelze und der wärmebeeinflussten Zone, „C“ den ebenfalls vollkommenen und stetigen Übergang zwischen der Wärmezone und des Grundstoffes.

Die Härtezahlen des Werkstoffes, der Übergangszone und der Schweiße sind auch in Zahlentafel VII angegeben. Aus den Durchschnittswerten ersehen wir, daß der Grundwerkstoff gleichmäßig ist, daß die Härte im Übergangsbereich zunimmt,

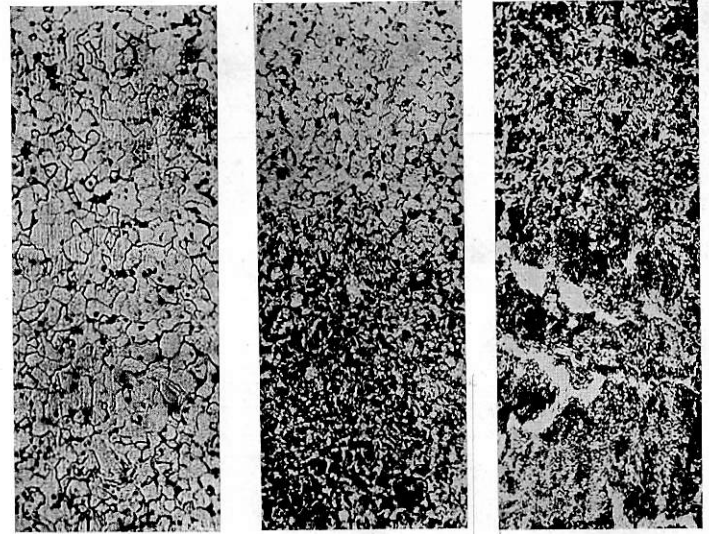


Abb. 8. Mikrogefüge der „A“, „B“- und „C“-Punkte des oberen Probestückes.

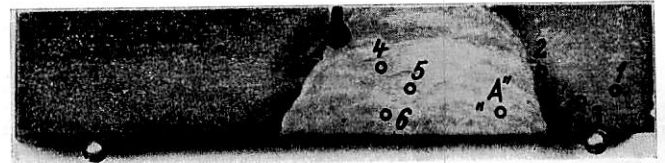
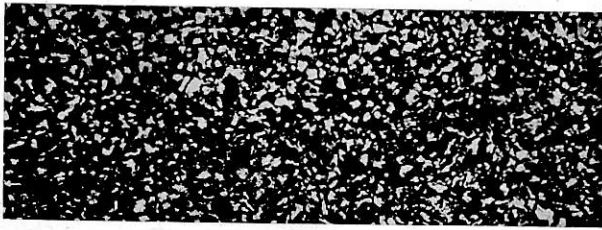


Abb. 9. Schlagprobe, herausgearbeitet aus einem mit blanker Elektrode geschweißten Schienenstoß.

während die Schmelze selbst ganz weich ausfällt. Die Festigkeitswerte sind ebenfalls aus Zahlentafel VII entnehmbar. Der Unterschied der Grenzwerte der Fließgrenze beträgt 7,8 kg/mm², jener der Zugfestigkeit 7,9 kg/mm². Dieser Umstand ist ein Beweis der Vollkommenheit der elektrischen Lichtbogenschweißung. Wenn wir nun die Mittelwerte der übrigen Versuchsergebnisse betrachten, so sehen wir, daß die Zugfestigkeit bei einer auf δ_2 , also auf die ganze Länge der Schweiße bezogenen Dehnung von 22%, 46 kg/mm² beträgt; die Fließgrenze liegt bei 59 kg/mm², also bei 84% der Dehnung. Die auf δ_5 und δ_{10} bezogenen Dehnungen sind ganz beträchtlich; sie erreichen aber jene des Grundstoffes nicht, da die Nähte bei diesem Werte von 46 kg/mm² bereits reißen, so daß im Grundwerkstoff bei größerem Zeichenabstand keine Dehnungen mehr vorkommen können. Die durchschnittliche Kontraktion beträgt 31%, der Schlagarbeitswert 13 mkg/cm², die auf 5 Millionen Umdrehungen und bruchlose Beanspruchung bezogene Dauerfestigkeit ergibt sich zu 12 kg/mm². Die Schmelze ist eigentlich ein Gußstoff, der diese ausgezeichneten Festigkeitswerte ohne Wärmebehandlung und ohne mechanische Bearbeitung erreicht.

Als Füllstoff haben wir nicht die Schweiße verwendet, die eine dem Hartstahl gleichkommende Naht ergibt. Die chemische Zusammensetzung der zum Schweißen der Verschleißflächen verwendeten, blanken Elektroden und ihrer Schmelze sind aus Zahlentafel VIII ersichtlich. Die Makroaufnahme der zur Bestimmung der spezifischen Schlagarbeit dienenden Probe ist in Abb. 9 gezeigt. Der Übergang ist da gleichmäßig und die Schmelze vollkommen homogen. Die

Mikroaufnahme ist von der mit A bezeichneten Stelle entnommen. In den Punkten 1 bis 6 sind Brinellsche Kugelproben vorgenommen worden. In Abb. 10 ist das Mikrogefüge der mit blanken Elektroden hergestellten Naht dargestellt: bei gleichmäßig feiner Kristallverteilung ist mehr Perlit als Ferrit zu finden.



„A“

Abb. 10. Das Kleingefüge der Naht an der Stelle A.

Aus den in der Zahlentafel IX zusammengestellten Brinellzahlen ersehen wir, daß die dem Schienenwerkstoff zugeordneten Härtezahlen kleiner, jene der Schmelze größer sind. In der Zahlentafel sind noch Festigkeitswerte der Schmelze aufgeführt.

Bei der Herstellung der Verschleißflächen geht das Bestreben dahin, eine Schmelze zu gewinnen, die dem Schienenwerkstoff möglichst gleich ist. Das besteht im gegebenen Falle in vollem Maße, so daß die Schmelze dem Verschleiß ebenso widersteht wie die Schiene selbst.

V. Prüfung der geschweißten Schienenstöße.

a) Härte und Verschleißprüfung.

Wir verschweißen die der Untersuchung unterworfenen Schienenstöße zeichnungsgemäß aus zwei 762 mm langen Schienen zu einer 1524 mm langen. Dies geschah im vollen Querschnitt des Schienenfußes. Die Schienenkronen wurde durch eine oben etwas erweiterte U-förmige Öffnung mit dickumhüllten, 40 bis 50 kg/mm² Festigkeit ergebenden Elektroden geschweißt, die große Dehnung und Kontraktion gewährleistet. Die Lauffläche selbst wurde dabei in 10 bis 15 mm starken Schichten aus Elektroden höheren Kohlenstoff- und Mangangehaltes geschmiedet. An die Sohle des so verschweißten Schienenstoßes wurde eine 15 mm starke, sich gegen die Enden zu verjüngende, 200 mm lange Platte bei Rotglut aufgeschmiedet. Die auf den oberen Schienenfußflächen liegenden Kanten dieser Platte haben wir mit der bereits oben erwähnten, dickumhüllten Elektrode an die Schienensohle angeschweißt. In Fußlaschenmitte, beiderseits des Schienensteges, ist eine Einlegeplatte von 70 × 25 × 10 eingeschweißt.

Die nach der geschilderten Weise hergestellten, weicheren Stahlschienenproben haben wir den in Punkt 2 angegebenen Vorschriften gemäß nach Abb. 11 einer vergleichenden Kugel-

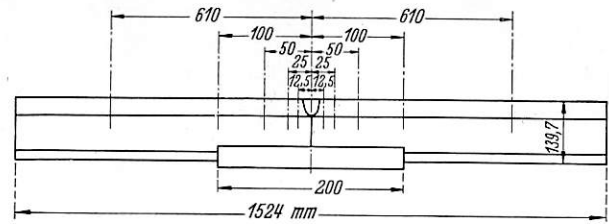


Abb. 11. Die auf Brinellhärte untersuchten Punkte des Schienenstoßes.

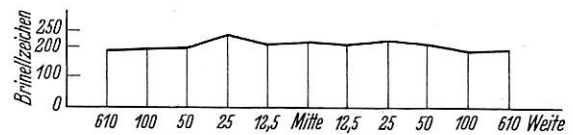
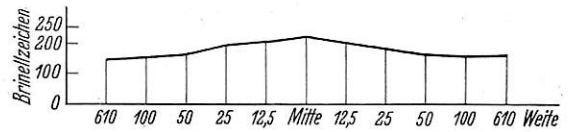


Abb. 12. Oben: Die Brinellhärtezahlen der Schienenstöße aus weicheren Schienen. Unten: Die Brinellhärtezahlen der Schienenstöße aus härteren Schienen.

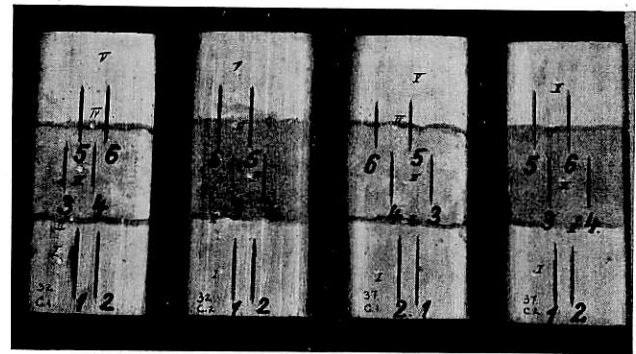


Abb. 13. Die Brinell- und Spindelproben des geschweißten Schienenstoßes.

druckprobe unterworfen. Die Ergebnisse haben wir in dem Linienbild 12 aufgetragen (die in Ungarn verwendete Schiene ist härter als die englische; die unserem Schienenstahl angepaßten Elektroden ergeben dementsprechend höhere Härte-

Zahlentafel IX.

Die Werte der Brinellhärte und der Spindelschen Abnutzungsuntersuchung der Schienenstöße.

Bezeichnung	Brinellhärte					Spindelsche Verschleißuntersuchung															
	I	II	III	IV	V	Sehnenlänge mm						Verschleißfestigkeitswerte									
						1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6				
Weiche Schienen	K 32																				
	Cl	210	210	190	264	183	36,5	35,0	27,0	27,0	30,0	30,0	12,34	13,98	30,37	28,67	20,05	20,35			
Harte Schienen	K 32																				
	C2	210	157	245	226	160	32,5	33,0	28,5	28,8	32,5	33,4	17,63	16,81	26,06	25,22	18,35	16,11			
Harte Schienen	K 37																				
	Cl	210	264	225	226	183	35,5	35,0	26,5	28,5	27,0	25,5	13,66	14,22	32,73	26,26	30,85	36,55			
	K 37 C2	199	238	226	226	226	33,0	31,0	29,0	27,0	31,0	32,0	17,14	19,68	25,19	31,17	20,57	17,82			

zahlen, als dieser Grundstoff, welcher Umstand aus dem Linienbild recht gut zu entnehmen ist).

Linienbild 12 gibt Aufklärung über die Härteeigenschaften der aus härteren Stahlschienen hergestellten Proben, bei denen der Stoff der Schweißse, also jener der Verschleißfläche im vollen Einklang mit jenem des Grundstoffes ist.

Das Verhältnis der Härte- und der Verschleißfestigkeitswerte des Grund- und des Schweißstoffes ist an eigens hergestellten Proben mit dem Kugel- und Spindelverfahren festgestellt worden (Abb. 13). Die Spindelschen Versuche haben wir mit einer Scheibe von 5 kg Belastung und einer Umdrehungszahl von 200 in 29 Sek. ausgeführt.

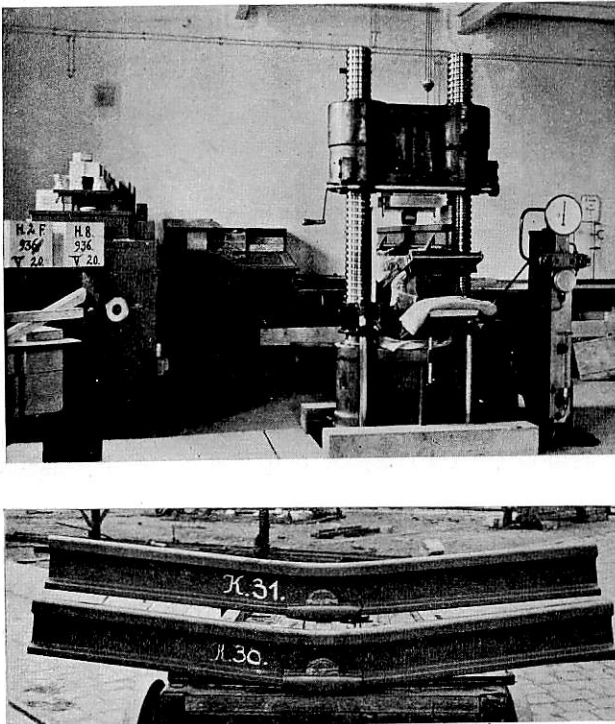


Abb. 14. Oben: Die zur Ausführung der Biegeproben dienende Amslersche Presse. Unten: Geschweißte Schienenstöße nach der Biegeprobe.

Von den vier Proben sind zwei aus weicherem und zwei aus härterem Stahl hergestellt. Die Reibungsfläche einer Probe war aus einer Schmelze höheren (C_1), jene der anderen (C_2) aus einer Schmelze kleineren Kohlenstoff- und Mangangehaltes gefertigt. An der Makroaufnahme sind jene Stellen zu sehen, an denen die Untersuchung vorgenommen wurde. Die bezüglichen Ergebnisse sind in der Zahlentafel IX zusammengefaßt. Im allgemeinen zeigen diese Ergebnisse, daß das Untersuchungsverfahren Stoffunterschiede von kleinerem Ausmaß nicht empfinden läßt, was ziemlich beruhigend ist, denn es läßt darauf schließen, daß die geschweißten Flächen den Einfluß der Fahrzeugräder ebenso ertragen werden, wie die Schienen. Das ist übrigens auf praktischem Wege auch bestätigt.

b) Biegeproben.

Die Biegeproben wurden im Laboratorium der Ungarischen Technischen Hochschule an einer Biegemaschine von J. Amsler, Schaffhausen, mit 100 t Leistung nach den bezüglichen Bedingungen und Vereinbarungen durchgeführt.

Die Durchbiegungen der Probe K_{31} (Hartstahlschienen kleineren Kohlenstoffgehaltes) findet man in Abb. 15. Der Fließbeginn wurde bei 38 t Belastung festgestellt. Nach vollführter Belastung maßen wir bei 56 t eine bleibende Durch-

biegung von 44,44 mm. Wie aus Abb. 14 zu ersehen ist, blieben die Proben vollkommen unversehrt. Die Änderung der gedrückten und der gezogenen Zonen sind aus Abb. 16 zu entnehmen. Die an einer Länge von 463,54 mm gemessene Längenänderung betrug in der Druckfaser 7,95 mm, an der Zugseite 11,11 mm.

Die Durchbiegungen der Proben K_{35} , die aus Hartstahlschienen höheren Kohlenstoff- und Mangangehaltes entnommen wurden, sind aus Abb. 19 zu entnehmen. Die Fließgrenze liegt hier natürlich höher, und zwar bei 47 t Belastung. Die bleibende Durchbiegung der Probe K_{35} mißt 34,52 mm bei einer Belastung von 65 t. Bei der zweiten Belastung von 64 t

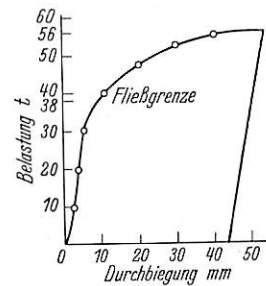


Abb. 15. Belastungsbild des Schienenstoßes K_{31} (weichere Stahlschiene).

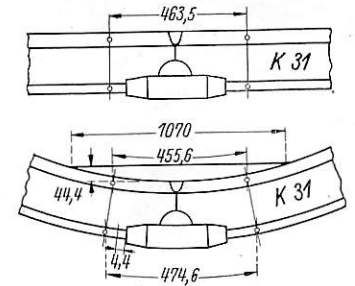


Abb. 16. Die Biegeform der Probe K_{31} (weichere Stahlschiene).

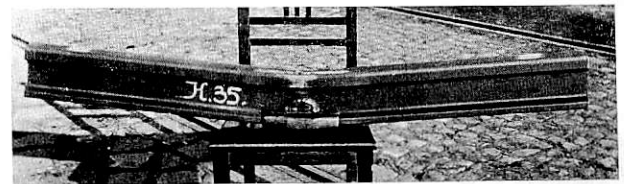


Abb. 17. Der Schienenstoß K_{35} (aus der härteren Stahlschiene) nach der Belastung.

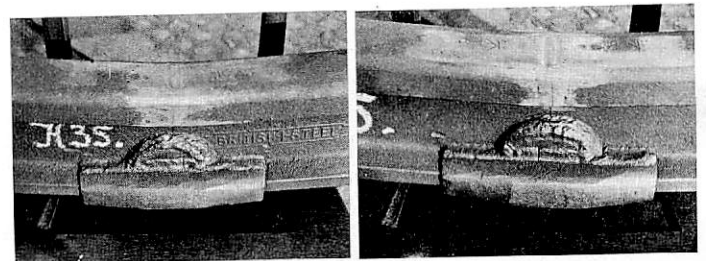


Abb. 18. Die Risse der seitlichen Schweißnähte rechts und links. Die Fußlasche ist unbeschädigt.

entstand ein Riß an der Naht der Einlegeplatte und der Fußlasche, die Belastung sank auf 18 t zurück; diese Belastung konnte die Probe weiter ertragen. Man hätte sie weiter steigern können. Die endgültige bleibende Durchbiegung betrug 45,24 mm. Die gerissene Probe ist aus Abb. 17, der Riß aus Abb. 18 zu ersehen. Es ist feststellbar, daß die Fußlasche unversehrt blieb. Die hier gewonnenen Ergebnisse sind für den hier behandelten Schienenschweißstoß sehr kennzeichnend; obwohl die Schienenfußschweißung samt den Fußnähten zugrunde ging, waren die Fußlaschen (die als ein Rohrtragwerk wirkten) fähig, der Belastung weiter standzuhalten, ebenso die Kronenschweißung.

Die Längenänderungen, die die Probe K_{35} erlitt, sind in Abb. 20 aufgetragen. Diese betragen nach der ersten Probe 6,35 mm an der Druckfaser und 8,73 mm an der Zugfaser. Die Meßlänge war 276,22 mm. Bei der zweiten Belastung war an der Druckseite keine, an der Zugseite nur eine Längen-

änderung von 9,52 mm festzustellen, also nur um 0,79 mm größer als früher.

e) Schlagproben.

Die Schlagversuche wurden mittels des in Abb. 21 sichtbaren Schlagwerkes der Maschinen-, Waggon- und Schiff-fabrik Ganz & Co. ausgeführt.

Die an geschweißten Proben geringeren Kohlenstoff-gehaltes vorgenommenen Schlagversuche wurden mit einem 500 kg schweren Bär aus 1834 mm Fallhöhe ausgeführt. Die Ergebnisse sind im Linien-bild (Abb. 22) zu ersehen.

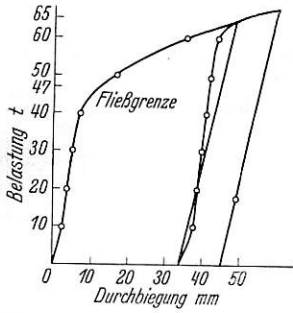


Abb. 19. Belastungsdiagramm des Schienenstoßes K₃₅ (härtere Stahlschiene).

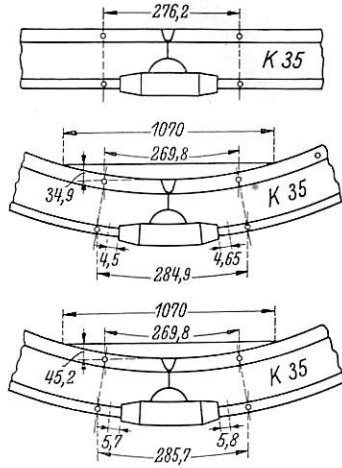


Abb. 20. Die Biegeform der Probe K₃₅ (härtere Stahlschiene).

Die Probe K₂₈ brach beim zweiten Schlag. Die Probe K₂₉ kippte nach dem zweiten Schlag um und konnte dem neuerdings herabfallenden Bär nicht widerstehen.

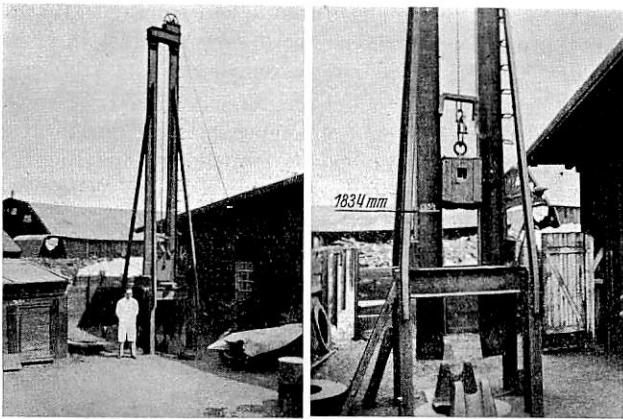


Abb. 21. Die verwendete Ramme.

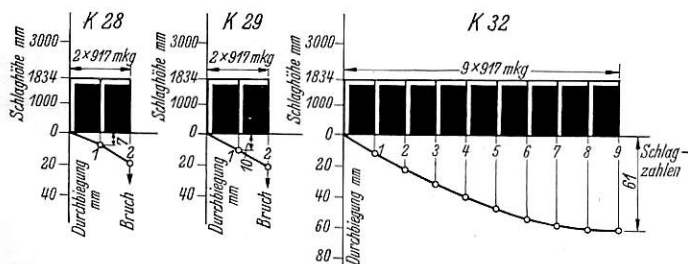


Abb. 22. Die Schlagversuchsergebnisse der Schienenschweißstöße aus den weicheren Stahlschienen.

Die Probe K₃₂ ertrug neun Schläge ohne Beschädigung. Die größte Durchbiegung maß 31 mm, die seitliche Ausbiegung 41 mm. Die Schläge wurden deshalb nicht bis zum Bruche fortgesetzt, weil die Probe wegen ihrer großen seitlichen Ausbiegung dem Bär auswich, d. h. die Beanspruchungen ohne

Formänderung aufnahm. Die erstgenannten zwei Proben sind in Abb. 23, die zwei Ansichten der dritten in Abb. 24 dargestellt.

Die Schlagversuchsergebnisse der Schienen höheren Kohlenstoff- und Mangangehaltes sind in Abb. 25 dargestellt.

Die Probe K₃₃ brach nach dem dritten Schlag, die Probe K₃₄ hielt sechs Schläge ohne Beschädigung aus. Die Naht



Abb. 23. Die geschweißten Schienenstöße (weichere Stahlschienen) nach der Schlagprobe.

ihrer Fußlasche barst erst nach dem siebenten Schlag. Dieser Spalt erweiterte sich infolge des achten Schlages; wie wir aber

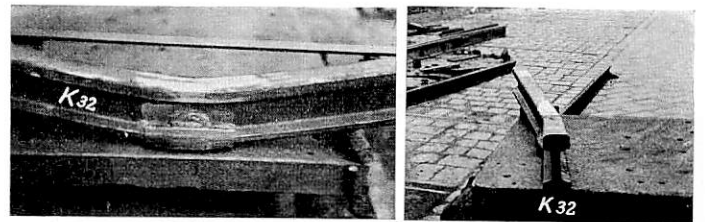


Abb. 24. Zwei Ansichten einer Probe nach dem Schlagversuch.

aus Abb. 26 entnehmen können, hielt die Probe trotz der ganz beträchtlichen Schlagarbeit von 7336 mkg in einem Stück zusammen. Die beiden Seiten des Probestückes sind in Abb. 27

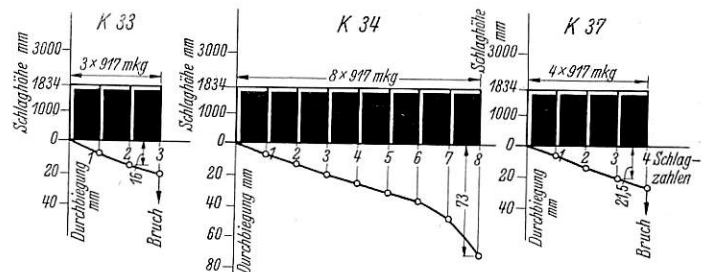


Abb. 25. Schlagversuchsergebnisse der Schienenschweißstöße aus den härteren Stahlschienen.

sichtbar. Die Probe K₃₇ hielt vier Schläge aus. Die Bruchstellen sind sozusagen wesensgleich mit jenen der in Abb. 23 sichtbaren.

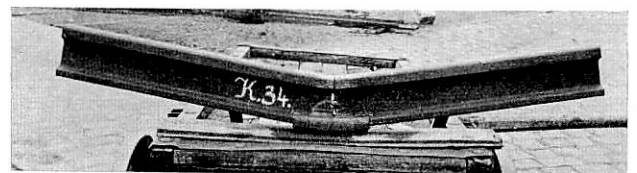


Abb. 26. Der Schienenstoß (härtere Schienen) nach dem Schlagversuch.

d) Ermüdungsprobe.

Die Engländer hatten Ermüdungsversuche nicht vorgeschrieben. Zur Ergänzung dieses Aufsatzes erwähnen wir jedoch, daß das Deutsche Reichsbahnzentralamt für Bau- und Betriebstechnik Schwingungsversuche gemacht hat. Diese

wurden an Breitfußschienen von 48,3 kg/m Gewicht und mit der behandelten Schienenverbindung bei 20 t ständiger Last (Vorbelastung 1 t) vorgenommen. Der schwächer bemessene Schienenstoß ertrug 4,3 Millionen, der stärker bemessene 6,65 Millionen Lastwechsel. Es ist zu bemerken, daß diese

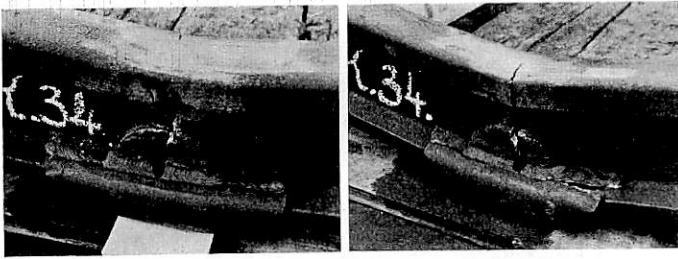


Abb. 27. Die beiden Seiten der Probe nach dem Schlagversuch.

Proben im Jahre 1935 mit dünnumhüllten Elektroden gefertigt waren, deren Zugfestigkeit 36 kg/mm², Dehnung 12%, Kontraktion 14% und spezifische Schlagarbeit 1,9 mkg/cm² betrug.

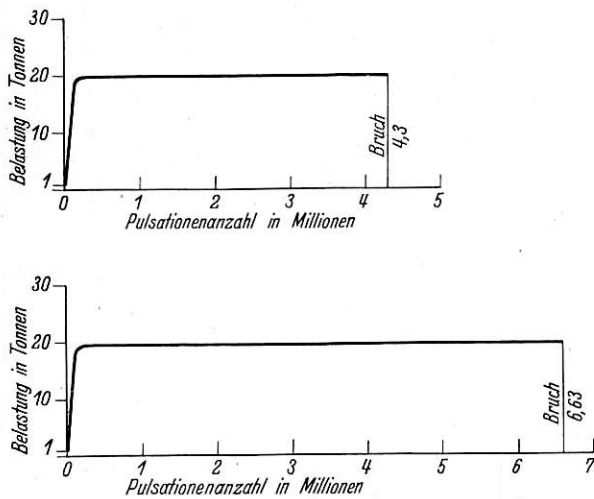
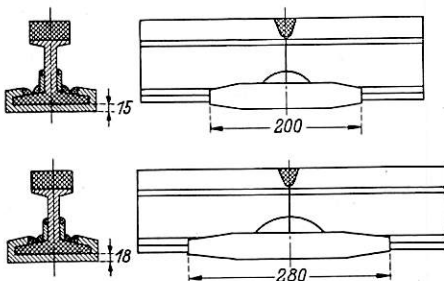


Abb. 28.



Zu Abb. 28.

Abb. 28. Diagramm der Ergebnisse der mit Breitfußschienen von 48,3 kg/m vorgenommenen Ermüdungsversuche.

VI. Zusammenstellung der Arbeitszeit und des Stoffbedarfes.

1. 1 Stück Fußlasche: 200 × 15, von 2,82 kg Gewicht, 2 Stück Seitenlaschen: 80 × 25 × 15, von 0,22 kg Gewicht.

2. Ausbrennen der Schienenkrone und des Schienenfußes: Dissousgas 3 kg, Sauerstoff $\frac{1}{8}$ m³, Arbeitszeit 5 Min.

3. Schweißen der Schienenkrone und der Fußlasche: Elektroden: dickumhüllte 12 Stück von 4 mm Durchmesser, blanke 5 Stück von 4 mm Durchmesser. Arbeitszeit 50 Min.

4. Erhitzen und Aufschmieden der Fußlasche, Schweißen des Einlegeplättchens: Koks 3 kg, Schmiedearbeit 4 Min. Elektrode: dickumhüllte 11 Stück von 4 mm Durchmesser, Arbeitszeit 48 Min.

5. Stromverbrauch der Schweißmaschine 5 kVA.

6. Bearbeiten der geschweißten Schienenkrone: Schleifstein 1/100 Stück, Schienenhobel 1/20 Stück, Schmirgelleinen 2 Stück, Arbeitszeit 12 Min.

VII. Zusammenfassung.

Bei der Herstellung der Hartstahlschiene ist das Hauptaugenmerk darauf gerichtet, daß sie bei derselben chemischen Zusammensetzung womöglich dasselbe Gefüge erreiche, weil die Standsicherheit und der Verschleißwiderstand der Schiene nur unter solchen Bedingungen die gleiche sein kann. Zur Feststellung dieses Umstandes dienen die Festigkeitsprüfungen. Diese Sicherheitseinflüsse darf man beim Schweißen der Schienenenden nicht stören, man darf also nur solche Schweißverbindungen zulassen, die das Mikrogefüge gar nicht oder nur in geringem Maße ändern.

Aus dieser grundlegenden Bedingung geht hervor, daß man neue oder alte Schienenenden weder vor noch während des Schweißens einer Wärmebehandlung aussetzen darf, denn dies würde die Änderung des Gefüges und mithin die Änderung des Sicherheitsgrades bedeuten. Es wäre also vollkommen verfehlt, wenn man zur Erreichung besserer physikalischer Ergebnisse die zur Probe dienenden Schienenstöße einer Wärmebehandlung unterwerfen wollte.

Wir betonen das, weil wir bei den Proben unserer Versuchsreihe keine Normalisierung oder sonstige Wärmebehandlung anwendeten, sondern sie derart ausführten, als wenn sie auf der Strecke eingebaut wären.

Es ist klar, daß bezüglich der chemischen Legierung des weichen und des härteren Schienenstahles ein großer Unterschied besteht; beide sind aber mit dem elektrischen Lichtbogen gut schweißbar. Die Hitzeeinwirkung bei der Schweißung der Schienenkrone und der Fußlasche beschränkt sich auf ein ganz kleines Gebiet des umgebenden Grundstoffes; wie man aus den Mikroaufnahmen entnehmen kann, ist der Übergang vollkommen gleichmäßig. Das Schweißgut der Fußlasche und des Einlegeplättchens sind kleine Mengen, sie sind auf große Flächen verteilt, ihre gefügeändernde Wirkung ist daher bedeutungslos.

Die an den Laufflächen durchgeführten Kugeldruck- und Verschleißversuche bezeugen, daß sowohl die warmgeschmiedete Schweißung der blanken Elektroden wie auch ihre Übergänge die gleichen Härte- und Verschleißverhältnisse aufweisen wie der Schienenwerkstoff. Die Erfahrung zeigt, daß die Fahrzeugräder die Unterschiede der Laufflächenhärten, die sich auf so kleine Flächen erstrecken, nicht empfinden, wenn die geschweißte Lauffläche mit der Schiene eine Ebene bildet und ihr Übergang glatt bearbeitet ist.

Aus den Ergebnissen der Biegeversuche ersieht man, daß der Stahlstahlschiene, das weiche Füllstück und der kohlenstoffarme Fußlaschenstoff den Biegebeanspruchungen gemeinsam widerstehen.

Die großen Dehnungswerte, die in der Zugfaser meßbar sind, weisen auf die hohe Zähigkeit der Stoßverbindung hin. Die Ergebnisse der Schlagversuche bestätigen diese Erkenntnis.

Beitrag zur Form des Übergangsbogens.

Von Reichsbahnoberrat A. Lange, Dresden.

In einem Aufsatz „Beitrag zur Gestaltung der Übergangsbögen“*) entwickelt Dr. Ing. Klein eine weitere Form des Übergangsbogens. Bei dieser weist die Überhöhungsrampe die Gestalt einer von einer Sinuslinie überlagerten Geraden auf und Klein legt dar, daß diese Form gewisse Vorzüge vor anderen, bisher gefundenen Lösungen besitze. Sie sei auch besser als die Linien, die Dr. Ing. Bloss seinen Betrachtungen zugrunde gelegt hat.

Es ist aber sehr leicht, die Linie dritter Ordnung, die Bloss**) unter andern mit behandelt, in eine solche Form zu bringen, daß sie dieselben guten Eigenschaften bekommt, wie die Kleinsche Sinuslinie. Man braucht nur die Linie so zu ergänzen, wie es in Abb. 1 geschehen ist. Dann erhält man als Bild der Überhöhungsrampe oder des Krümmungsverlaufs des Übergangsbogens eine Kurve fünfter Ordnung.

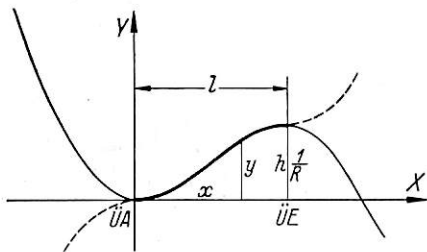


Abb. 1. Krümmungsbild und Überhöhungsrampe.

Diese hat die allgemeine Form

$$y = Ax^5 + Bx^4 + Cx^3 + Dx^2 + Ex + F.$$

Da die Linie durch den Anfangspunkt geht, ist $F = 0$. Die weiteren Bedingungen sind: Für $x = 0$ wird $\frac{dy}{dx} = 0$ und $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$. Hieraus folgt $E = 0$ und $D = 0$. Ferner ist für $x = 1$ $y = h$ und ebenfalls $\frac{dy}{dx} = \frac{d^2y}{dx^2} = 0$. Man erhält also die drei Gleichungen

- 1) $\dots \dots \dots Al^5 + Bl^4 + Cl^3 = h$
- 2) $\dots \dots \dots 5Al^4 + 4Bl^3 + 3Cl^2 = 0$
- 3) $\dots \dots \dots 20Al^3 + 12Bl^2 + 6Cl = 0.$

Aus diesen folgt $A = \frac{6h}{l^5}$, $B = -\frac{15h}{l^4}$ und $C = \frac{10h}{l^3}$.

Somit ist die Gleichung der gesuchten Linie

$$4) \dots \dots \dots y = 6x^5 \cdot \frac{h}{l^5} - 15x^4 \cdot \frac{h}{l^4} + 10x^3 \cdot \frac{h}{l^3}.$$

Hier ist einmal $y = h_x$, die Gl. 4) bestimmt also die Gestalt der Überhöhungsrampe. Man kann also auch y als $y = \frac{1}{\rho} = \frac{d^2y}{dx^2}$ auffassen. In diesem Falle wird $h = \frac{1}{R}$. Die Gl. 4) nimmt also folgende Form an:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{R} \cdot \left[6 \cdot \frac{x^5}{l^5} - 15 \frac{x^4}{l^4} + 10 \frac{x^3}{l^3} \right]$$

und stellt die Differentialgleichung des Übergangsbogens dar. Integriert man sie, so erhält man

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{R} \cdot \left[\frac{x^6}{l^5} - \frac{3x^5}{l^4} + \frac{5x^4}{2l^3} \right] + C_1.$$

C_1 ist aber offenbar gleich Null. Die zweite Integration gibt, da auch die zweite Integrationskonstante gleich Null

wird, als Gleichung des Übergangsbogens die Linie siebenter Ordnung

$$5) \dots \dots \dots y = \frac{1}{14 R \cdot l^3} \cdot \left[\frac{2x^7}{l^2} - \frac{7x^6}{l} + 7x^5 \right].$$

Die Endordinate für $x = 1$ wird $y_{x=1} = \frac{l^2}{7R}$ und das Einrückmaß findet sich zu $m = \frac{l^2}{R} \cdot \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{8} \right) = \frac{l^2}{56R}$, ist also fast so klein wie bei der Sinuslinie $l = \left(\frac{l^2}{61,3R} \right)$.

Die Hubbeschleunigung p_h ist $p_h = \frac{dv_h}{dt}$, wenn v_h die Hubgeschwindigkeit ist. Diese ist aber $v_h = \frac{dh_x}{dt}$, oder

$$v_h = \frac{dh_x}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \cdot \frac{dh_x}{dx},$$

da man $\frac{dx}{dt} = v$ setzen kann. Wir erhalten also

$$p_h = \frac{dv_h}{dt} = \frac{dv_h}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \cdot \frac{dv_h}{dx} = v^2 \cdot \frac{d^2h_x}{dx^2}.$$

h_x ist gegeben durch Gl. 4).

$$6) \dots \dots \dots h_x = 6x^5 \cdot \frac{h}{l^5} - 15x^4 \cdot \frac{h}{l^4} + 10x^3 \cdot \frac{h}{l^3}.$$

Hieraus erhält man die Hubbeschleunigung

$$7) \dots \dots \dots p_h = \frac{60 h v^2 \cdot x}{l^5} \cdot (2x^2 - 3lx + l^2).$$

Hierin ist v in m/s gemessen, man kann aber auch die Geschwindigkeit V in km/h einführen. Es wird $v = \frac{V}{3,6}$, also

$$8) \dots \dots \dots p_h = \frac{60 h \cdot V^2 \cdot x}{3,6^2 \cdot l^5} \cdot (2x^2 - 3lx + l^2).$$

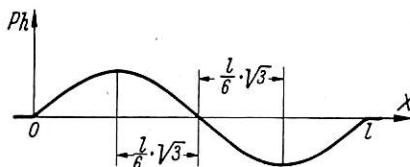


Abb. 2. Hubbeschleunigung.

Sie wird Null für $x = 0$, $x = 1$ und $x = \frac{1}{2}$. Ihre Form ist ähnlich der bei Klein (siehe Abb. 2). Je ein Maximum und Minimum befindet sich bei $x = \frac{1}{2} \pm \frac{1}{6} \sqrt{3}$, also etwa bei $x_1 = \frac{1}{5} l$ und $x_2 = \frac{4}{5} l$. Die Grenzwerte sind

$$p_{h \max} = \pm \frac{10 h V^2 \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot 3,6^2 \cdot l^2} = \sim \frac{V^2 \cdot h}{2,25 l^2}$$

sind also noch etwas kleiner als bei der Kleinschen Sinuslinie, bei der der Faktor im Nenner 2,06 beträgt.

Die Größe des Rucks $\Psi = \frac{dp}{dt} = \frac{dp}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \cdot \frac{dp}{dx}$ ergibt sich wie folgt (siehe Abb. 3).

Die Zentrifugalbeschleunigung p ist

$$p = c - c^1 = \frac{v^2}{\rho} - g \cdot \frac{h_x}{s},$$

wenn s der Abstand der Schienenmitten ist. Weiter ist aber $\frac{1}{g} = \frac{h_x}{h} \cdot \frac{1}{R}$, wobei h_x in Gl. 6) gegeben ist. Dann wird

*) Gleistechnik und Fahrbahnbau 1937, Heft 9/10.

**) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1936, Heft 15.

$$p = h_x \cdot \left(\frac{v^2}{h \cdot R} - \frac{g}{s} \right) = \frac{h}{l^5} \cdot \left(\frac{v^2}{h \cdot R} - \frac{g}{s} \right) \cdot (6x^5 - 15x^4 \cdot l + 10x^3 \cdot l^2)$$

und

$$9) \dots \Psi = \frac{30 v \cdot h \cdot x^2}{l^5} \cdot \left(\frac{v^2}{h \cdot R} - \frac{g}{s} \right) \cdot (x^2 - 2lx + l^2).$$

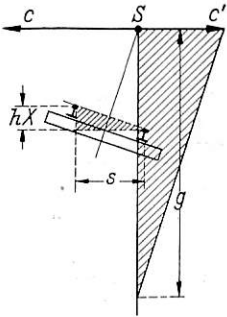


Abb. 3.
Seitenbeschleunigung.

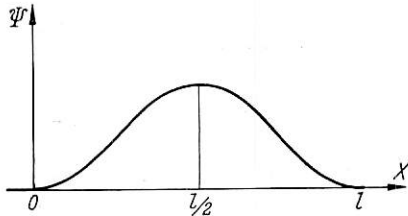


Abb. 4.
Rucklinie.

Der Ruck Ψ (siehe Abb. 4) wird hiernach genau wie bei der Sinuslinie gleich Null für $x = 0$ und $x = l$. Das Maximum liegt, wie die weitere Untersuchung zeigt, ebenfalls wie bei der Sinuslinie bei $x = \frac{l}{2}$. Die Größe des Rucks ist dort

$$\Psi_{\max} = \frac{15 v \cdot h}{8 l} \cdot \left(\frac{v^2}{h \cdot R} - \frac{g}{s} \right)^2. \text{ In V (km/h) ausgedrückt}$$

wird $\Psi_{\max} = \frac{V^3}{24,88 l \cdot R} - \frac{3,41 V}{l}$. Hier ist das erste Glied kleiner als bei der Sinuslinie, das zweite aber auch, so daß sich hier unsere Linie eine Kleinigkeit ungünstiger stellt als die Sinuslinie.

Zusammenfassend kann man aussprechen, daß es möglich ist, die Sinuslinie der Überhöhungsrampe und im Krümmungsbild sowie des Übergangsbogens der Kleinschen Lösung durch algebraische Kurven zu ersetzen, ohne das Ergebnis wesentlich zu verschlechtern. Jedenfalls wird das Arbeiten mit dem Übergangsbogen

$$y = \frac{x^5}{14 R \cdot l^5} \cdot [2x^2 + 7l(1-x)],$$

siehe Gl. 5) namentlich was das Abstecken anbetrifft, trotz der hohen Potenzen für viele bequemer sein, als das mit einer transzendenten Funktion. Schon Dr. Ing. Bloss hat deutlich darauf hingewiesen, daß es für die Anwendung erwünscht sei, möglichst einfache Lösungen zu suchen. Das gilt nicht nur für das trigonometrische Abstecken von Neubaulinien, sondern auch für die mehr oberbautechnischen Absteckarbeiten des Winkelbildverfahrens, bei dem der Schritt von der Gleichung des Übergangsbogens zu seinem Abbild im „Entwurf“ eine mathematische Umformung erfordert.

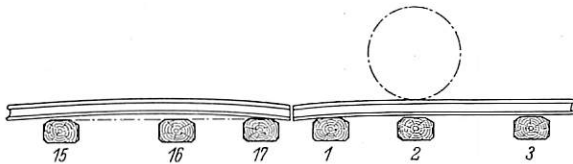
Rundschau.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Aufarbeiten der Schienenstöße an der schwedischen Bahn Hälsingborg-Hässleholm.

Ein in seiner Ursprünglichkeit bemerkenswertes Verfahren, einen abgenutzten Eisenbahnoberbau wieder aufzurichten, schildert Tekn. Tidskr. Mekanik 1937, Heft 8. Es dürfte vielleicht für manche ähnlich gelagerte Fälle Anregungen geben.

Es handelt sich um die Bahn Hässleholm-Klippan. Die ursprünglich 34 kg/m schweren Schienen liegen in Längen von 12 m seit 1905, abgenutzt um 5 mm in Krümmungen unter 900 m und um 4 mm im übrigen, die Schienenstöße bis zum äußersten eingefahren. Man berechnete, daß die Schienen mit geringen Ausnahmen unter Beibehaltung der bisherigen Schwelleinteilung, des Raddruckes, der Geschwindigkeit und der Verkehrsstärke weiter etwa noch zehn Jahre gehalten werden können, wenn es gelänge,



die im Mittel 7 bis 8 mm eingefahrenen, abgenutzten und platt geschlagenen Schienenstöße auf wirtschaftlich vertretbare Weise aufzubessern. Schienenauswechslung und Schienenschweißung (das sonst bei schwedischen Bahnen beliebte Verfahren, die Enden der abgenutzten Schienen abzuschneiden und die abgelängten Schienen zu größeren Längen zusammenzuschweißen) verboten sich bei den vorliegenden alten Schienen aus wirtschaftlichen Erwägungen. Man mußte sich auf andere, billigere Weise helfen. Vor allem suchte man den Verkehr selbst beizuziehen, um die an den Stößen stark eingefahrenen Schienen wenigstens zum Teil wieder gerade zu biegen. Man lockerte zu diesem Zwecke zunächst die Schienennägel an den Schwellen 16 und 2 (s. Abbildung) und hob dort die Schienen um 7 bis 8 mm. Den Stoß selbst hob man ungefähr auf die Höhe der Schienenmitte und stopfte dabei die Stoßschwellen 17 und 1 gründlich unter Beigabe frischer Bettungstoffe. Die Nachbarschwellen 16 und 2 wurden so unterstopft, daß sie ebenso hoch lagen wie die Stoßschwellen. Damit lagen die

Schienen unbelastet über den Schwellen 16 und 2 um das gleiche Maß hohl, um das die Schienenenden eingefahren waren.

Diese im Herbst 1935 durchgeführte Zurichtung erwies sich recht nützlich. Bis zum Frühjahr 1936 hatte der Verkehr die Schienen schon so weit zurechtgefahren, daß die Einbiegung statt 7 bis 8 mm nur mehr 4 bis 5 mm betrug. Man konnte also auf diesem Wege allein schon eine Besserung der Gleislage herbeiführen.

Die Winkellaschen auf dieser Strecke waren stark abgenutzt und lagen am Schienensteg an. Bevor man an weiteres denken konnte, wollte man hier abhelfen. Die Auswechslung der Laschen gegen neue oder die Anbringung von Lascheneinlagen hielt man für verfehlt. Man streckte vielmehr die Lascheninnenseite in kaltem Zustand mittels Lufthammer, schmirgelte sie ab und paßte sie in einer aus zusammengefahrenen, abgenutzten Schienen hergestellten Matrize ab. Dabei gab man ihnen 3 mm Überhöhung. Nachdem man bei Auswechslung der Laschen die Höhenlage der Stöße durch Unterstopfen der Stoßschwellen neu in Ordnung gebracht hatte, erzielte man, daß bei einer Messung im Dezember 1936 praktisch genommen die Einbiegungen der Stöße 3 mm nicht mehr überstiegen. Die Befürchtung, daß die Kaltbehandlung eine schädliche Wirkung haben könnte, bestätigte sich nach den angestellten Proben nicht. Die Laschen hielten die vorgeschriebenen Proben aus.

Nun handelte es sich noch darum, dem nach diesen Ausbesserungen noch verbliebenen Rest an Abnutzung und Abplattung der Stöße zu Leibe zu gehen. Nach vorgegangenen Versuchen erhitzte man den Schienenkopf an den Schienenenden etwa bis zur Stoßschwelle in der Mitte mittels einer Schweißflamme auf etwa 850° C, worauf mittels Hammerschlägen der Schienenstoff von beiden Seiten des Schienenkopfes aufgetrieben wurde. Dann wurden die Schienenkopfseiten ebenso erwärmt und der Schienenstoff vollends auf die ganze Höhe aufgetrieben. Dann wurde die ganze Lauffläche erwärmt und mit einem Planierhammer abgeglichen, schnell mit Wasser begossen, bis die Temperatur auf etwa 150° C gesunken war, worauf man die Schienenköpfe auf etwa 350° C mit nachfolgender Luftkühlung anlaufen ließ. Bei diesem Verfahren läuft man natürlich Gefahr, daß der Schienenstoff zu weich oder zu hart wird, aber wenn die Arbeit richtig

ausgeführt wird, dürfte die Gefahr vermieden werden können. Im vorliegenden Falle wurde durch eingehende wissenschaftliche Prüfung festgestellt, daß eine schädliche Einwirkung auf die Laschen durch die vorgenommene Behandlung nicht nachweisbar war und daß die Schienenenden unter der beschriebenen Behandlung eine bedeutende Verbesserung erfahren hatten. Während Fuß und Steg die ursprüngliche Härte und Zähigkeit beibehalten hatten, war der Kopf merklich gehärtet. Die Kosten betragen für den Stoß etwa 1,5 Kr., waren also wesentlich niedriger als die für eine Auflageschweißung.

Dieses Ausbesserungsverfahren durch Aufschmieden soll mit gutem Erfolg u. a. in Amerika schon zur Anwendung gekommen sein bei Stößen, die bis zu 1,5 mm eingefahren waren. Die schwedische Anwendung bei Stößen, die sogar 3 mm eingefahren waren, dürfte aber neu sein. Jedenfalls wurde auf diese Weise gegenüber anderen Verfahren, vor allem gegenüber einer Schienen- auswechslung, eine große Ersparnis erzielt. Dr. Saller.

Schienenlader.

In Auswertung der praktischen Erfahrungen beim Laden von Schienen, sowie in Erfüllung der Richtlinien, die verschiedene Bahnverwaltungen für den Bau von Schienenladern herausgegeben haben, sind in den letzten Jahren Schienenlader entstanden, die im wesentlichen aus frei ausladenden, als Fahrbahn für die Laufkatze dienenden Auslegern und aus Spannvorrichtungen bestanden, die das Kippmoment auf den Rahmen der Eisenbahnwagen zu übertragen hatten. Doch verhältnismäßig großes Ge-

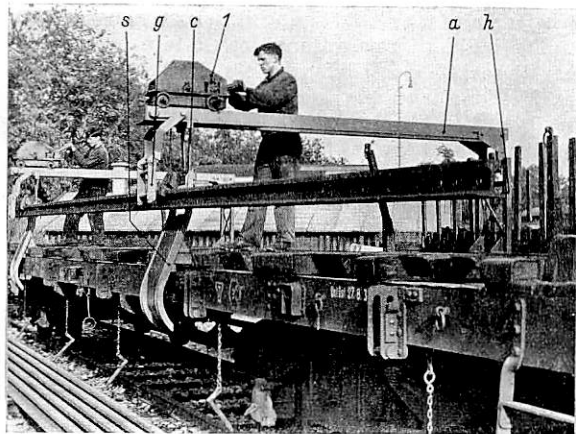


Abb. 1. Schienenlader mit Schienen-Durchschleusung. Hochheben der Schiene. Laufbrücke a ist auf Klappstütze c abgestützt.

wicht, eine gewisse Umständlichkeit in der Aufstellung auf Eisenbahnwagen, die nicht ganz beseitigte Standunsicherheit und die immer noch vorhandene Gefahr der Beschädigung von Eisenbahnwagen waren einige Nachteile bei diesen für abgeschlossen gehaltenen Geräten. Diese sind bei einer von der Firma Robel, München, hergestellten Anordnung dadurch vermieden, daß der die Laufkatze tragende Ausleger nicht mehr frei ausladend gebaut, sondern an beiden Enden abgestützt wurde, aber bei der auf der Ladeseite befindlichen Stütze, zu einem unbehinderten Ladevorgang, das sogenannte „Schleusenprinzip“ angewendet worden ist. Die Abb. 1 und 2 lassen den Durchschleusungsvorgang für eine aufzuladende Schiene erkennen. Der auf den Wagenlängsträgern aufgebaute Schienenlader besteht aus der Laufbrücke a mit der Laufkatze 1. Die Brücke ruht auf der Hauptstütze h und der an der Ladeseite befindlichen Schleusenstütze s. Die Schleuse wird durch die Klappstütze c und die Gelenkstütze g gebildet. Beim

Hochheben der Schiene ist die Laufbrücke auf der Klappstütze abgestützt (Abb. 1). Sobald die Schiene in den Raum zwischen Klapp- und Gelenkstütze eingefahren ist, wird die Gelenkstütze eingelegt (Abb. 2), die nunmehr infolge starrer Verbindung zwischen s und g das Gewicht der Laufbrücke aufnimmt. Gleichzeitig wird die Klappstütze umgelegt, womit die Verschiebung der Schiene durch die Katze über die Wagenplattform hin erfolgen kann. Der Vorgang ähnelt dem bei einer Schiffsschleuse und dauert nicht länger als eine bis zwei Sekunden.

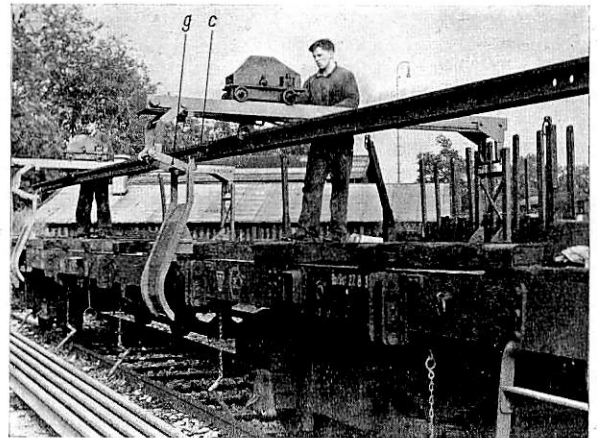


Abb. 2. Schienenlader mit Schienen-Durchschleusung. Einfahrt der Schiene. Laufbrücke a ist auf Gelenkstütze g abgestützt und Klappstütze c umgelegt.

Zusammenfassend werden für die neue Bauart des Schienenladern folgende Vorteile angegeben: Bedeutend vermindertes Gewicht, Fortfall von Spannvorrichtungen, leichte Aufstellung auf den Eisenbahnwagenboden, vollkommene Standsicherheit, gute Kräfteübertragung auf die Träger des Eisenbahnwagens.

Przygode.

Winkelbildverfahren zur Untersuchung der Korbformen- und der Kreisbogeneinfahrt.

In den Mitteilungen aus den Forschungsanstalten des GHH-Konzerns, Februar 1937, wird eine reizvolle Ableitung von Korbformen gebracht, die bei Straßenbahngleisen die Übergangsbogen vollwertig ersetzen können. Die Notwendigkeit der Verwendung von Kreisbogen ist bekanntlich begründet in der Werkstattarbeit, in der die Straßenbahngleise vorgebogen werden müssen. Die Vereinfachung der Werkstattarbeit bei Anwendung der beschriebenen Berechnungsverfahren wird in der Abhandlung nachgewiesen.

Die Angaben des Verfassers stützen sich auf die Gesetze des Winkelbildverfahrens auf Grund dessen z. B. ein Reichsbahngleis aus einer alten in eine neue Lage lediglich verschoben zu werden braucht: Das heißt, die gebachten Formeln für die Korbformen gewährleisten, daß die gebogenen und verlegten Kreisbogen von den Übergangsbogen um nicht größere Seitenverschiebungen abweichen, als die Werkstatttoleranz ausmacht.

Als Ergebnis der Untersuchung werden drei mögliche Korbformen festgestellt, deren Anwendungsbereich näher beschrieben, kritisch beleuchtet und durch ausreichende Beispiele erläutert wird. Bemerkenswert sind weiter die einfachen Formeln über die Längen der Innen- und Außenschienenstränge der Korbformen, die Angaben über die Weicheneinfahrtparabeln und die Zulässigkeit von Halbmessersprüngen sowie schließlich die Erläuterungen über den Einfluß des Produktes $C = Lr$ auf die Art der Gestaltung der Korbformen.

Leisner.

Bücherschau.

Abstecken und Vermarken von Gleisbogen nach dem Winkelbildverfahren. Berlin 1937, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft. 184 S. mit 5 Tafeln, Preis 2,20 RM., Reichsbahn-Vorzugspreis 2,00 RM.

Das Buch ist als sogenanntes Hilfsheft ein Lehrmittel für das Unterrichts- und Bildungswesen der Deutschen Reichsbahn. Ver-

fassernamen werden bei diesen Hilfsheften nicht genannt, es sei jedoch verraten, daß das vorliegende Heft von Dr. Ing. Gerhard Schramm stammt. Schramm hat darin seine bisher in verschiedenen Fachzeitschriften verstreuten Arbeiten in einer sehr klaren, übersichtlichen, überzeugenden, leicht faßlichen Form zusammengestellt und durch Beigabe zahlreicher Beispiele ein

Lehrbuch geschaffen, das ein zuverlässiger, zielsicherer Führer für die Anwendung ist. Schramm nennt das Winkelbildverfahren im Untertitel „Nalenz-Höfer-Verfahren“. Er läßt damit seinen verdienten Vorgängern ihr Recht. Es verdient aber doch hervorgehoben zu werden, daß der von ihm eingeführte Begriff des Winkelbildes außerordentlich sinnfällig ist und einen wirklich leicht gangbaren Weg zum Verständnis der Aufgabe erschließt, einen neuen Bogen von einem gegebenen Standbogen (oder von einem beliebigen, engmaschigen Vieleckzuge aus) abzustecken. Denn das ist, um es ganz deutlich auszusprechen, der Inhalt des Buches, nicht das trigonometrische Bogenabstecken bei Eisenbahnvorarbeiten.

Die Begriffsbildung steigt vom Krümmungsbilde zum Winkelbilde auf und führt weiter über die Entwurfslinie zur Summenlinie und zu den Bezugslinien weiter. Ausgehend von oberbautechnischen Grundlagen wird an der Hand dieser Begriffe das Abstecken von Einzelbogen behandelt, dann das Abstecken von Gegenbogen, das — auch schon von Höfer geübt — Abstecken von einem Vieleckzuge aus, ferner der Übergangsbogen mit geschwungener Rampe, die Gestaltung von Gleisverziehungen und das Berichtigen von Bogenabsteckungen. Den Abschluß des Buches bildet eine mathematische Begründung des Verfahrens nach Schramm und nach Höfer, der bekanntlich die Abstände des neuen Bogens von der Standlinie aus Evolventen-Unterschieden hergeleitet hat.

Das Buch verdient als glänzendes Hilfsmittel für die Arbeiten der Eisenbahnlandmesser und der Oberbaufachleute weiteste Verbreitung. Besser gesagt, es wird vermöge seiner Vorzüge den Weg zu den Ausübenden ganz von selbst finden. Daneben wird es aber auch für die Lehre an technischen Fach- und Hochschulen reichen Nutzen stiften.

Dr. Bloss.

Ausführung von Stollenbauten in neuzeitlicher Technik. Von Dipl.-Ing. Karl Wiedemann, München. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn 1937. 132 Seiten. Preis geb. 12,60 *RM*.

Das Buch behandelt im wesentlichen den Bau von Stollen für Wasserkraftanlagen und Wasserversorgungen, von Verkehrstunneln nur den Tunnel der Bayerischen Zugspitzbahn, dessen Bau sich wegen des verhältnismäßig geringen Lichtraums einfacher gestaltete als der eines Vollbahntunnels. Aber trotzdem kann das Buch auch dem Eisenbahningenieur zur regen Beachtung empfohlen werden. Denn der Verfasser schöpft durchweg aus eigenen Beobachtungen und Erfahrungen, die auch auf den eigentlichen Tunnelbau anwendbar sind. Der Untertitel „Winke für die Praxis“, den das Buch trägt, besteht völlig zu Recht. Denn das Buch ist sozusagen auf der Baustelle entstanden. Es bringt, um nur einiges anzuführen, sinnfällige Näherungsrechnungen für die Vortriebsgeschwindigkeit der Stollen, Betrachtungen über neuzeitliche Tunnelbaumaschinen, über die Kunzsche Tunnelrüstung und Nachdenkliches über die Abdichtung von Tunnelgewölben. Es wäre zu wünschen, daß das Buch eine weite Verbreitung findet, um die unter Eisenbahningenieuren weit verbreitete Tunnelscheu überwinden zu helfen. Denn wenn nicht alle Zeichen trügen, wird der Tunnelbau eine wichtige Rolle zu spielen haben, wenn es künftig gilt, Linien höchster Leistungsfähigkeit zu schaffen.

Dr. Bloss.

Verkehrswirtschaft und Krieg. Von Dr. jur. habil. Karl Wilhelm Förster, Freiberg/Sa. Hamburg 1937, Hanseatische Verlagsanstalt. 58 Seiten.

Die vorliegende Schrift zeichnet sich durch einen außerordentlich klaren Aufbau aus. Als Verkehrsträger, die im Kriege wichtige, selbst entscheidende Aufgaben zu bewältigen haben, behandelt der Verfasser die Eisenbahnen, die Binnenschifffahrt, Straße und Kraftverkehr, den Flugverkehr, das Nachrichtenwesen

und die Energiewirtschaft. In einem einführenden Teile wird dargestellt, wie der militärische Gedanke die Entwicklung dieser Verkehrsmittel beeinflusst hat. Dann tritt das große Gesehen des Weltkrieges vor unsere Augen. Wir erleben, was die Verkehrsmittel im Dienste der Kriegführung geleistet haben, aber auch, wo und weshalb das Unzulängliche Ereignis wurde. Die beiden letzten Teile sind auswertend. An eine Darstellung, welche Entwicklung die Verkehrswirtschaft seit Kriegsende bis heute genommen hat, schließen sich Gedanken über die Aufgaben der Verkehrswirtschaft im Hinblick auf die Vorsorge für die Möglichkeit eines kommenden Krieges. Die Schrift bietet bei aller Kürze eine wirklich umfassende Darstellung, anregend und bedeutungsvoll nicht nur für alle Kreise von Verkehrsfachleuten, sondern darüber hinaus für alle, die Sinn und Gehör für Schicksalsfragen haben. Und die lebendige Einheit der gesamten Verkehrswirtschaft erhebt sich daraus als Gebot der Zeit.

Dr. Bloss.

VDI. Wasserdampftafeln, herausgegeben vom VDI und in dessen Auftrag bearbeitet von Dr. Ing. We. Koch. Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin und von Julius Springer in Berlin 1937. Preis kartoniert 7,50 *RM*.

Die Bearbeitung der Tafeln ist veranlaßt durch Abweichungen, die sich in den bisher in Gebrauch befindlichen Tafeln von Mollier und von Knoblauch, Raisch, Hausen und Koch vorfinden und die größer sind als die in den internationalen Rahmentafeln angegebenen Toleranzen. Die neuen Tafeln weisen ferner gegen die oben genannten älteren Tafeln Erweiterungen auf, insofern als die Abstufungen beträchtlich verkleinert und Werte für das Wasser unterhalb des Sättigungsdruckes neu aufgenommen wurden. Die bildliche Darstellung der i/s -, i/p - und i/x -Werte — nach dem Beschluß des VDI vom 26. Mai 1936 zu Ehren des Urhebers Mollier-Diagramm genannt — ist beigefügt. Sie ist auch im doppelten Maßstab entworfen worden und gesondert erhältlich.

DIN-Normblatt-Verzeichnis 1937. Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7. Ausgabe 1937. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19. 358 Seiten, Normformat A 5. Preis 4,00 *RM* ausschließlich Versandkosten.

Seit der letzten Ausgabe nach dem Stand vom Dezember 1935 sind etwa 200 Normblätter hinzugekommen, so daß das Verzeichnis jetzt fast 6200 Normblätter des Deutschen Normenausschusses und seiner 49 Fachnormenausschüsse umfaßt. Ferner enthält es etwa 700 Normblattentwürfe, die nach Verarbeitung der Einwände und Anregungen als endgültige Normblätter herausgegeben werden sollen. Das Verzeichnis führt auch zahlreiche Veröffentlichungen anderer Organisationen auf, die zur Erläuterung und Ergänzung der Normblätter zweckmäßigerweise mit herangezogen werden.

Die Normblätter sind sachlich geordnet, wieder nach der Dezimalklassifikation, einer Einteilung, die 1935 eingeführt wurde und sich in der Praxis bewährt hat. Ein ausführliches Stichwortverzeichnis, zwei Gruppenverzeichnisse und Nummernverzeichnisse der allgemeinen und der Fachnormen erleichtern das Auffinden jedes gewünschten Blattes.

Neu ist an dieser Auflage vor allem die Aufnahme der „Erf-Normblätter“ (Erf = Erfahrungs-Austauschstelle im Verein deutscher Ingenieure). Erstmalig veranschaulichen ferner eine Reihe von Bildern Zweck und Nutzen der Normungsarbeiten auf den verschiedenen Gebieten.

Ergänzt wird das Buch durch ausführliche Erläuterungen sowie Verzeichnisse aller deutschen Fachnormenausschüsse, und der 26 ausländischen Normenausschüsse, mit denen der Deutsche Normenausschuß in Verbindung steht und deren Normen er in seiner Geschäftsstelle sammelt.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.

Als Herausgeber verantwortlich: Direktor bei der Reichsbahn Dr. Ing. Heinrich Uebelacker in Nürnberg. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.