

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

Geleitet von Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen

unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. M. Schlenker für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 45

6. NOVEMBER 1930

50. JAHRGANG

Vergleichende Untersuchungen an Schienen mit wassergehärteter Lauffläche.

Von O. Pilz und H. Meyer in Hamborn.

(Schienenvergütung zur Verhütung von Schienenbrüchen. Oberflächenquerrisse, Nierenbrüche und Eigenspannungen in Schienen. Feststellung der chemischen und physikalischen Eigenschaften von nach verschiedenen Verfahren gehärteten Schienen und des Einflusses des Härtingsgrades auf ihre Zähigkeit und Verschleißfestigkeit.)

Die Abhandlung des erstgenannten Verfassers über „Wege zur Verbesserung des Schienenbaustoffes“¹⁾, der insbesondere die Erhöhung des Verschleißwiderstandes und die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften vergüteter Schienen zugrunde lag, hat einen Meinungs-austausch zur Folge gehabt, in dem die Erzeuger derartiger Schienen auf die große Zähigkeit dieser Schienen mit gehärteter Lauffläche hinwiesen, wodurch das Auftreten von gefährlichen Querrissen auf dem Schienenkopf im Betriebe verhütet oder wenigstens ihre Schädlichkeit vermindert werden könnte. Selbstverständlich wird das Vorhandensein großer Zähigkeit des Schienenstoffes als Mittel zur Erreichung dieses Zweckes gelten können, doch ist andererseits nach den Angaben von H. Viteaux bei den Versuchen in Neuves-Maisons festgestellt worden, daß sich die Querrisse in allen Schienengüten und -härten bilden²⁾. Danach wären also auch die vergüteten Schienen nicht unbedingt sicher vor Querrissen, und wenn auch der dadurch bedingte Bruch der Schiene verzögert werden kann, so ist er jedenfalls doch nicht zu vermeiden, da sich jeder derartige Riß im Schienenstoff auf die Dauer zum Bruch auswirken muß. Glücklicherweise gehört aber das Auftreten von Querrissen in den Schienenköpfen auf der Strecke nach den bisherigen Erfahrungen zur äußersten Seltenheit. Wenn vereinzelt derartig bedingte Schienenbrüche vorgekommen sind, so dürfte mangelnde Streckenaufsicht zum Teil die Schuld tragen haben. Nach der Ansicht von Viteaux sind die Querrisse allein dem Verkehr zuzuschreiben. Sie sollen in großer Anzahl bei den reinsten und besten Schienen auftreten, wenn der Grad der Beanspruchung eine bestimmte Höhe erreicht, und zwar hauptsächlich an den Punkten, wo die Lokomotive leicht zum Schleifen kommt. Derartige Punkte gibt es aber auf nichtfranzösischen Bahnen ebensoviel, und der Grad der Beanspruchung ist dabei sicherlich, wenn vielleicht auch in größeren Zeitabständen, der gleiche wie auf den französischen Bahnen. Wenn daher auf nichtfranzösischen Bahnen diese Erscheinung als Bruchursache praktisch nicht in Frage gekommen ist, so dürfte ihr nicht die große Bedeutung zukommen, die ihr Viteaux beilegt.

Sogenannte Nierenbrüche (*taches ovales*), wie sie bei harten Schienen in Erscheinung traten, sind bei gehärteten Thomasschienen bislang nicht beobachtet worden. Ihre Entstehungsursache scheint erst in neuerer Zeit der Klärung nähergekommen zu sein.

J. R. Freeman und G. W. Quick³⁾ haben festgestellt, daß neben anderen Stählen auch Schienenstähle bei etwa 600° einen Bereich verminderter Formänderungsfähigkeit durchlaufen, die sie als „sekundäre Sprödigkeit“ bezeichnen. Sie vermuten, daß in diesem kritischen Bereich in den abkühlenden Schienen der erste Keim zu den späteren Querrissen sich bildet. Wie schon in der Erörterung zu ihren Ausführungen von A. V. de Forest betont wurde, ist es jedoch nicht sehr wahrscheinlich, daß sich nur durch Eigenspannungen verursachte Risse gerade in diesem Temperaturbereich bilden, da die bei etwa 600° festgestellte Mindestdehnung des Werkstoffes noch über 5 % beträgt. Der Stahl besitzt also in diesem Sprödigkeitsbereich noch eine erhebliche Formänderungsfähigkeit, die weit über das Maß der durch Abkühlungsspannungen bedingten Formänderung hinausgeht. Man darf also wohl eher annehmen, daß die Rißbildung von solchen Stellen ausgeht, die durch kleine Fehler, wie Einschlüsse oder Poren, geschwächt sind, daß der Zeitpunkt der Entstehung nicht auf einen bestimmten Temperaturbereich während der Abkühlung beschränkt bleibt und daß auch nach völliger Abkühlung der Schienen noch solche feinen Risse als Spannungsrisse entstehen können. Jedenfalls bleibt aber die von den genannten Verfassern empfohlene Vorbeugungsmaßnahme ratsam, daß man durch langsame Abkühlung der Schienen nach Möglichkeit einen Temperaturengleich über den ganzen Schienenquerschnitt herbeizuführen versucht.

Die Veröffentlichung von J. R. Freeman und G. W. Quick wirft auch ein Licht auf die Größe der Abkühlungsspannungen in Schienen. Durch Temperaturmessung stellten sie fest, daß mit einem normalen Temperaturunterschied zwischen Rand- und Kernzone der Schienen von 150° zu rechnen ist, wenn der Kern den Bereich von 600° durchläuft. Natürlich bestehen auch Temperaturunterschiede zwischen Kopf, Steg und Fuß der Schiene. Diese Temperaturunterschiede wirken sich im Temperaturbereich leichter Verformbarkeit des Stahles als bildsame Formänderungen aus. Während die Schiene auf dem Warmbett in ihrer Gesamtlänge schwindet, krümmt sie sich abwechselnd nach beiden Seiten, wodurch sich ein Spannungsausgleich vollzieht. Erst nachdem die Abkühlung der kältesten Teile außen die Temperatur von etwa 600° unterschritten hat, werden sich allmählich bleibende Spannungen herausbilden können. Die Verkürzung einer 15-m-Schiene während der Abkühlung

¹⁾ St. u. E. 47 (1927) S. 1645/51.

²⁾ St. u. E. 48 (1928) S. 942.

³⁾ Iron Age 75 (1930) S. 714; vgl. auch St. u. E. 50 (1930) S. 892.

beträgt je nach der Walztemperatur im Mittel etwa 175 mm. Sie bleibt um etwa 20 mm hinter dem rechnermäßigen Betrage, der bei einem linearen Ausdehnungskoeffizienten von 0,000014 im Mittel 1,3 % beträgt, zurück, d. h. um etwa den gleichen Betrag, um den sich die Schiene noch beim Durchgang durch die Richtmaschine verkürzt. Eine anderslautende Angabe von P. Bardenheuer⁴⁾ über die Verkürzung der Schienen während der Abkühlung und über die „unterdrückte Schwindung“ scheint auf einem Irrtum zu beruhen. Die von P. Zetzsche⁵⁾ gefundenen starken Verkürzungen von Grubenschienen nach mehrmaligem Durchgang durch die Rollenrichtmaschine, worüber auch P. Bardenheuer⁴⁾ berichtete, können kaum auf Temperaturunterschiede bei der Abkühlung der Schienen zurückzuführen sein. M. Holzweiler hat nämlich in einer Reihe von unveröffentlichten Versuchen, die 1925 auf dem Hoerder Verein durchgeführt wurden, festgestellt, daß bei Grubenschienen, die bei etwa 900° gegläht wurden und dann sehr langsam und gleichmäßig abkühlten, diese Verkürzungen nach dem Richten erheblich größer waren als bei den in üblicher Weise an der Luft abgekühlten Schienen. Eigene Versuche haben diese Feststellung grundsätzlich bestätigt.

Ein Temperaturunterschied von 100° innerhalb eines Schienenstabes würde bei freier Schwindung einen Längenunterschied von 0,14 % der Gesamtlänge ergeben. Wegen der starren Verbindung der Werkstoffteilchen untereinander treten in axialer Richtung außen Druck-, innen Zugspannungen auf, die nach erfolgtem Temperaturengleich einen elastischen Widerstand finden. Die Spitzenwerte dieser Spannungen werden in ihrer Größe etwa einer elastischen Verformung ϵ in axialer Richtung entsprechen, die gleich dem halben angegebenen Längenunterschied bei freier Schwindung ist. Aus der Formel $\sigma = \epsilon \cdot E$ ergibt sich bei einem Elastizitätsmodul des Stahles von $E = 22\,000$ kg/mm² eine größte Eigenspannung in axialer Richtung von etwa 15 kg/mm², die bei 150° Temperaturunterschied im Walzstab die Höhe von 23 kg/mm² erreichen kann.

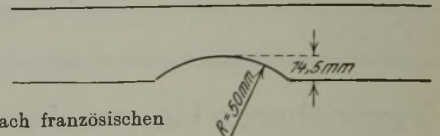
Die noch immer stark umstrittene Frage, ob der höchste Grad der Oberflächenhärtung der Schienen in den heute gebräuchlichen Grenzen unter Umständen die Betriebssicherheit solcher Schienen gefährden könnte, hat den Wunsch der Erzeugerwerke aufkommen lassen, durch vergleichende Untersuchungen an unbeteiligter Stelle zur Klärung dieser Frage beitragen zu lassen. Es wurde durch gegenseitige Vereinbarungen die Prüfungsanstalt der August-Thyssen-Hütte zu solchen Untersuchungen bestimmt und ihr sowohl von dem Werk in Neuves-Maisons, der Vertreterin der milderen Oberflächenhärtung, als auch von der Maximilianshütte in Rosenberg, Bayern, der Vertreterin der stärkeren Härtung, eine Anzahl von Schienenstücken eingesandt.

Gleichzeitig wurde ein Versuchsplan vorgeschlagen, dahingehend, daß folgende Untersuchungen ausgeführt werden sollten:

1. Chemische Analyse; Untersuchungen des Grob- und Kleingefüges.
2. Schlagversuche an Schienenstücken von 0,7 m Länge, 0,5 m Stützenentfernung, mit 300 kg Bärgegewicht, Fallhöhe 4,6 m, Kopf nach unten. Der Schienenkopf ist nach Abb. 1 auszufräsen, wie in den französischen Bedingungen vorgeschrieben.
3. Zugversuche mit Probestäben, $d = 13,8$ mm, Meßlänge $l = 100$ mm, wobei der Mittelpunkt der Proben 10 mm unter der Lauffläche der Schiene liegen soll, gemäß Abb. 2.

4. Kerbschlagbiegeversuche unter Zugrundelegung der Mesnager-Probenform. Entnahmestelle in der Verlängerung der Zugproben.
5. Dauerschlagversuche auf der Maschine Stanton-Cambridge mit Proben, entnommen unter den gleichen Bedingungen wie die Zugproben.
6. Andere Versuche, soweit sie erforderlich erscheinen, wie Verschleißversuche, Bestimmung der Härteverteilung, insbesondere auch Versuche unter Berücksichtigung des gesamten Schienenquerschnittes.

Abb. 1. Ausfräsung des Schienenkopfes für den Schienenschlagversuch nach französischen Bedingungen.



Bei der Bewertung der Versuchsergebnisse muß man sich von vornherein darüber im klaren sein, daß ein Teil der Versuche eine richtige Beurteilung der Schienengüte nicht gestattet. Die Eigenschaften des Schienenwerkstoffes sind über den Schienenquerschnitt ganz verschiedenartig, und ein Teil der Untersuchungen erfaßt jeweils nur sehr begrenzte Teile des Querschnittes. Soweit dabei schroffe Eigenschaftsübergänge innerhalb des kleinen Prüfquerschnittes vorliegen, laufen die Versuche sogar den Grundsätzen der Werkstoffprüfung zuwider. Man darf aber wohl annehmen, daß mit der nötigen Vorsicht Rückschlüsse über das Maß der Eigenschaftsänderungen in den einzelnen Querschnittsbereichen möglich sind. Maßgebend für die Schienenbewertung können natürlich nur mechanische Prüfungen des ganzen unverletzten Schienenquerschnittes sein, und zwar vermittels solcher Beanspruchungen, die den Betriebsbeanspruchungen möglichst nahekommen.

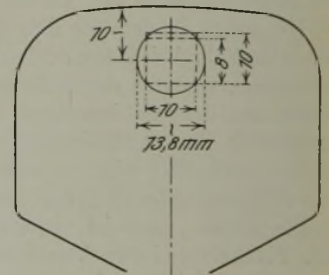


Abbildung 2. Probenentnahme aus dem Schienenkopf für Zugversuche und Kerbschlag-Biegeversuche.

Zur Untersuchung kamen:

3 thermisch behandelte Schienen der Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons in Neuves-Maisons. Sie trugen verschiedene Gußnummern und sind im folgenden bezeichnet mit A, B, C.

3 thermisch behandelte Schienen der Maximilianshütte in Rosenberg aus verschiedenen Schmelzungen, im folgenden bezeichnet mit 4, 5, 6.

Die Schienen aus Neuves-Maisons hatten folgende Abmessung: Höhe 145 mm, Fußbreite 130 mm, Kopfbreite 60 mm, mit einem Metergewicht von etwa 47 kg, während diejenigen der Maxhütte solche der Form S 49 mit einem Metergewicht von 48,89 kg waren.

Die chemische Zusammensetzung der eingesandten Schienen, ermittelt an Proben, die vom gesamten Schienenquerschnitt entnommen sind, geht aus *Zahlentafel 1* hervor. Nach diesen Werten und nach Härtebestimmungen im ungehärteten Fuß der Schienen kann man annehmen, daß es sich bei den Schienen um Thomasstahl mit einer Zugfestigkeit von etwa 70 bis 74 kg/mm² handelt. In den wesentlichen Analysenbestandteilen sind die beiden untersuchten Schienenarten einander sehr ähnlich. Die Schienen von Neuves-Maisons weisen einen gleichmäßig niedrigen Schwefelgehalt auf, während die Schienen der Maxhütte in ihrem Phosphor-

⁴⁾ St. u. E. 45 (1925) S. 1098/99.

⁵⁾ St. u. E. 36 (1916) S. 557/59.

Schiene A $\times \frac{1}{2}$

Schiene B $\times \frac{1}{2}$

Schiene C $\times \frac{1}{2}$

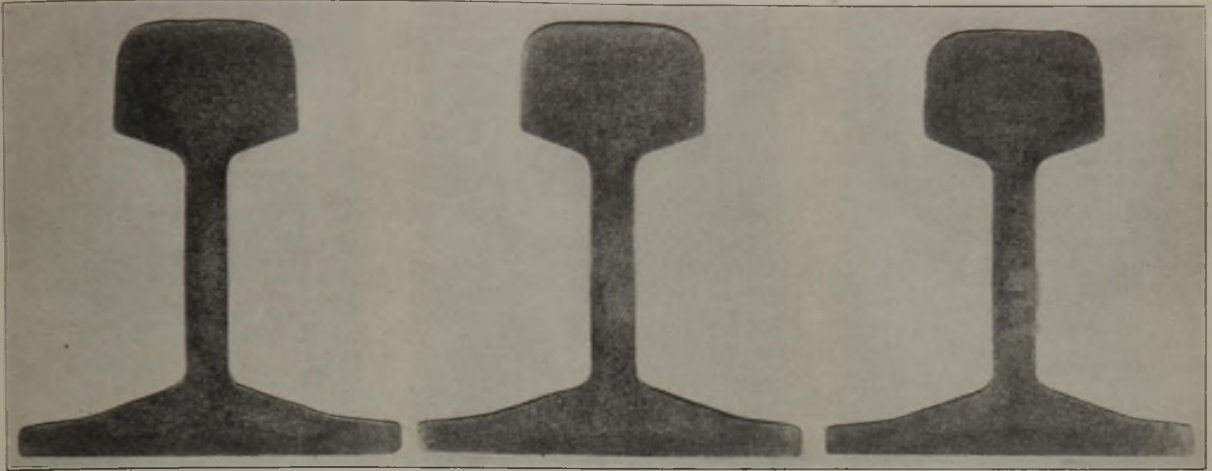


Abbildung 3.

Abbildung 4.

Abbildung 5.

Schwefelabdrücke der Schienen von Neuves-Maisons.

Schiene 4 $\times \frac{1}{2}$

Schiene 5 $\times \frac{1}{2}$

Schiene 6 $\times \frac{1}{2}$

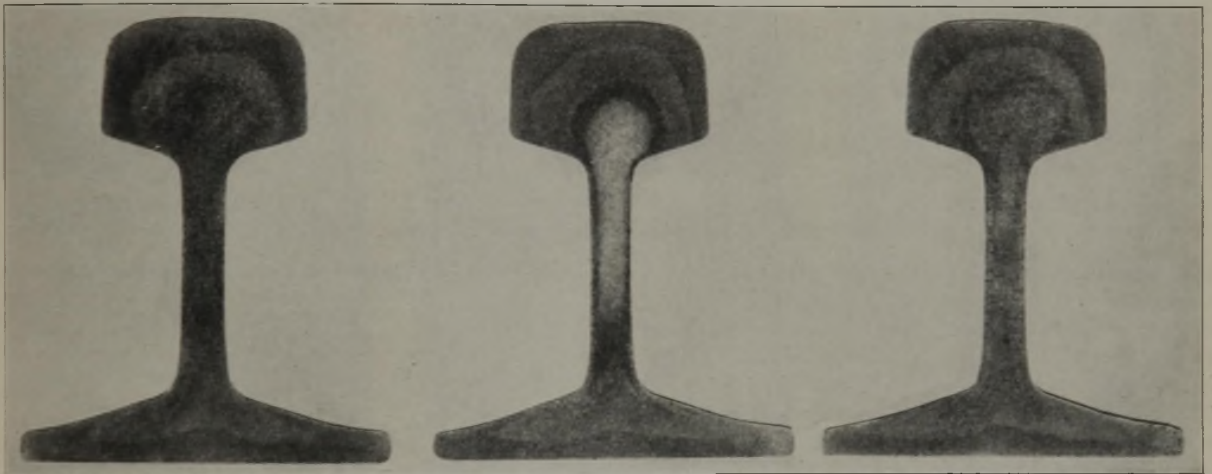


Abbildung 6.

Abbildung 7.

Abbildung 8.

Schwefelabdrücke der Schienen der Maxhütte.

und Arsengehalt niedriger sind als die französischen Schienen.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung der untersuchten Schienen.

Schiene	Neuves-Maisons			Maxhütte		
	A %	B %	C %	4 %	5 %	6 %
Kohlenstoff . .	0,420	0,425	0,460	0,420	0,400	0,400
Silizium . . .	0,210	0,210	0,180	0,170	0,190	0,210
Mangan . . .	0,90	0,89	0,90	0,86	0,96	0,94
Phosphor . . .	0,062	0,050	0,053	0,042	0,042	0,033
Schwefel . . .	0,021	0,019	0,019	0,043	0,035	0,051
Arsen	0,044	0,046	0,047	0,017	0,016	0,019
Kupfer	0,056	0,056	0,054	0,064	0,077	0,064

Zur Feststellung der Seigerungsverhältnisse der Schienen sollte einmal das Schwefelabdruckverfahren dienen, das in den Abnahmebedingungen der französischen Bahnen vorgesehen ist. In den Abb. 3 bis 5 sind die Schwefelabdrücke nach Baumann der drei Schienen A, B und C in etwa der halben natürlichen Größe wiedergegeben. Nach diesen Abdrücken zu urteilen, sind die Schienen den am wenigsten geseigerten Teilen der Gußblöcke entnommen. Die Abb. 6 bis 8 zeigen die Schwefelabdrücke der drei Schienen von der Maxhütte in der halben natürlichen Größe. Entsprechend dem höheren Schwefelgehalt sind die Abdrücke

kräftiger, und die Blockseigerung tritt deutlicher hervor. Die Schiene 5 entstammt offenbar dem Kopf eines Gußblockes. Weiteren Aufschluß über die Blockseigerung, insbesondere die Phosphorverteilung der Schienenblöcke, geben Aetzbilder, die mittels des von Oberhoffer abgeänderten Rosenhainschen Aetzmittels von polierten Schienenkopfproben gewonnen wurden. Die Abb. 9 bis 11 geben diese Aetzbilder von den Schienen A bis C, die Abb. 12 bis 14 von den Schienen 4 bis 6 wieder. Eine ungewöhnliche Form der Seigerung zeigt nur die aus dem Kopfteil eines Blockes verwalzte Schiene 5 der Maxhütte (Abb. 13).

Die Untersuchung des Kleingefüges der Schienen ergab, daß in allen Fällen unterhalb der gehärteten Lauffläche im Schienenquerschnitt martensitisch aussehende Bestandteile neben Zerfallsprodukten des Martensits nach Troostit, Sorbit und Perlit vorhanden sind. Das Gefüge der Schienen A und C deutet jedoch auf eine weniger starke Härtung als das der Schienen 4 bis 6, und es geht in etwas geringerer Tiefe in die weicheren Gefügestufen über, wogegen die Schiene B im Härtegrad den Schienen der Maxhütte näherkommt. Die Abb. 15 bis 17 geben das Gefüge nahe der Lauffläche der Schienen A, B und C in 50facher Vergrößerung und die Abb. 18 bis 20 dasselbe in 500facher Vergrößerung wieder. Die Abb. 21 bis 26 zeigen in entsprechender Weise das Gefüge der Schienen von der Maxhütte. Die Untersuchung des



Abbildung 9.



Abbildung 10.



Abbildung 11.

Seigerungsatzung der Schienen von Neues-Maisons.



Abbildung 12.



Abbildung 13.

Seigerungsatzung der Schienen der Maxhütte.



Abbildung 14.

Fußes der Schienen läßt das Kleingefüge der ungehärteten Schienenteile erkennen. Es läßt Schlüsse auf die Art der Verwalzung der Schienen zu. Man erkennt aus dem wesentlich groberen Gefüge der französischen Schienen (Abb. 27 bis 29, in 50facher Vergrößerung), daß sie bei erheblich höherer Walztemperatur bzw., wie aus der Art der Seigerung zu schließen ist, aus kleineren Blöcken, also mit geringerem Verwalzungsgrad hergestellt wurden als die deutschen Schienen (Abb. 30 bis 32, in 50facher Vergrößerung).

Im Anschluß an die Gefügeuntersuchung erschien es angebracht, zunächst einmal die Härteverteilung über den Querschnitt der Versuchsschienen zu ermitteln, da die Ergebnisse aller technologischen Prüfungen und Festigkeitsprüfungen nur bei Berücksichtigung dieser Härteverteilung richtig gedeutet und ausgewertet werden können. Ueber die Härtungswirkung auf die Versuchsschienen geben die Abb. 33 und 34 Aufschluß, die sich auf den Schienenquerschnitt beziehen, sowie die Zahlentafel 2, in der die Härte an der Schienenlauffläche angegeben ist.

Wie die schaubildliche Darstellung des Härteverlaufes im Schienenquerschnitt (s. Abb. 33 und 34) erkennen läßt, fallen die Härtekurven bei den Schienen der Maxhütte erst von einer Tiefe von 5 mm unter der Lauffläche an bis auf eine Tiefe von 10 mm stark ab und nehmen von da ab einen

Zahlentafel 2. Härte auf der Lauffläche und hieraus errechnete Zugfestigkeit.

Schiene	Brinellhärte (5/750/30) B. E.	Entsprechende Zugfestigkeit etwa kg/mm ²
A	290	100
B	355	122
C	285	98
4	370	127
5	387	133
6	380	130

flacheren Verlauf. Einen anfänglichen Steilabfall der Härtekurve zeigt, jedoch bei geringerem Härtegrade, auch die Schiene B von Neues-Maisons. Im Gegensatz zu den Schienen der Maxhütte ist aber schon 3 mm unterhalb der Lauffläche die Härte erheblich vermindert, und der flachere Verlauf der Härtungskurve beginnt. Die Schienen A und C dagegen zeigen von Anfang an, infolge ihrer wesentlich geringeren Laufflächenhärte, einen ziemlich flachen Verlauf des Härteabfalls unterhalb der Lauffläche. Infolge dieser erheblichen Unterschiede im Härtungsgrad und im Härtungsbereich sind die Voraussetzungen für die Beurteilung der Ergebnisse verschiedener Festigkeitsprüfungen bei den Schienen von Neues-Maisons und von der Maxhütte wesentlich verschieden.

Zahlentafel 3. Schlagversuche an Schienenstücken von 0,7 m Länge, 0,5 m Stützentransfernung, 300 kg Bärge wicht, Fallhöhe 4,6 m, Schienenkopf nach unten mit einer Ausfräsung des Kopfes (französische Abnahmebedingungen).

Schiene	Durchbiegung in mm beim																	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17. Schlag	
A	11	16	26	32	36	44	50	55	Bruch									
B	10	15	29	36	42	47	52	57	59	62	65	68	72	75	81	84	Bruch	
C	10	17	24	31	37	Bruch												
4	6	12	Bruch															
5	7	13	18	Bruch														
6	7	12	17	21	Bruch													

Schiene A x 50

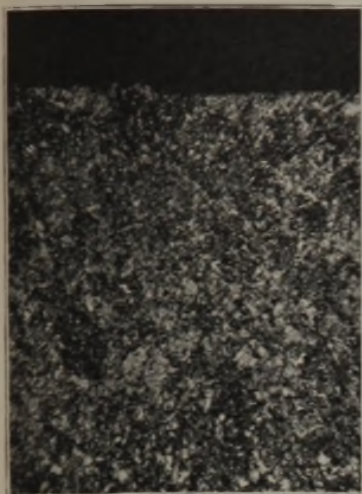


Abbildung 15.

Schiene B x 50

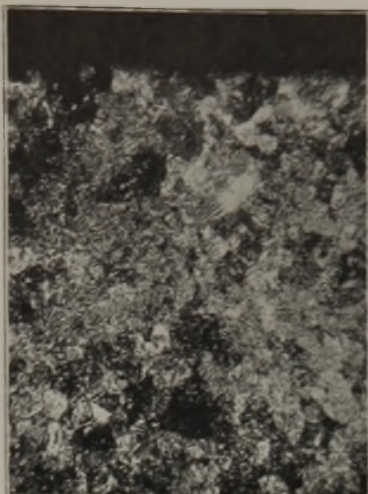


Abbildung 16.

Schiene C x 50

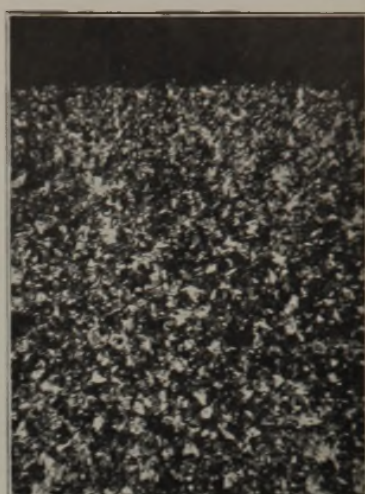


Abbildung 17.

Schiene A x 500



Abbildung 18.

Schiene B x 500



Abbildung 19.

Schiene C x 500

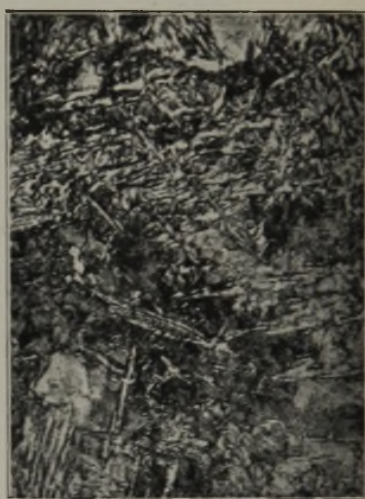


Abbildung 20.

Härtungsgefüge der Schienen von Neuves-Maisons an der Lauffläche.

Schiene 4 x 50



Abbildung 21.

Schiene 5 x 50

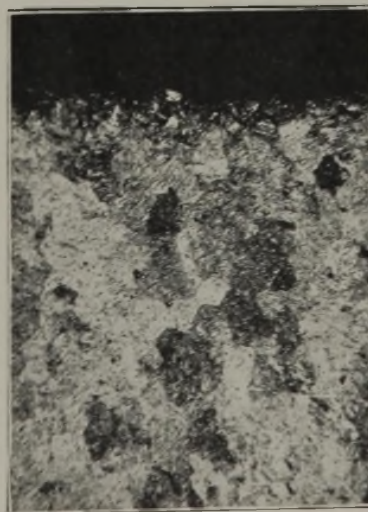


Abbildung 22.

Schiene 6 x 50

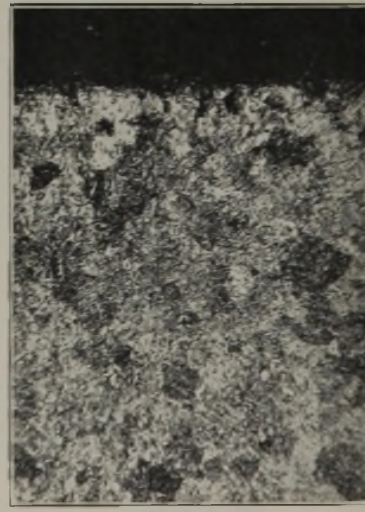


Abbildung 23.

Härtungsgefüge der Schienen der Maxhütte an der Lauffläche.

Schiene 4 × 500

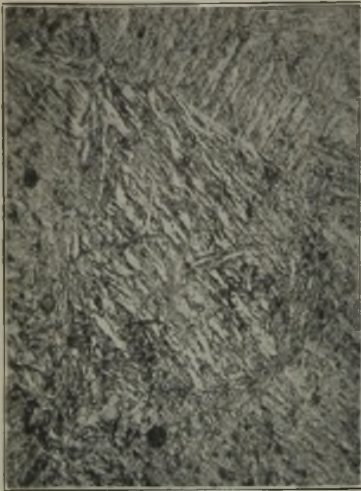


Abbildung 24.

Schiene 5 × 500

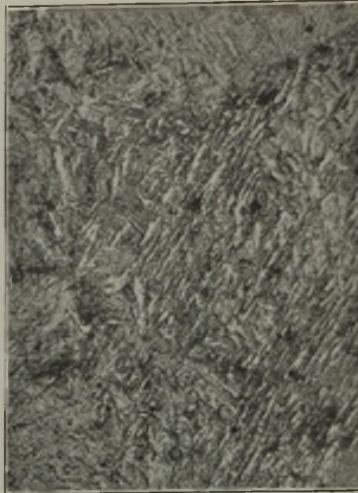


Abbildung 25.

Schiene 6 × 500



Abbildung 26.

Härtungsgefüge der Schienen der Maxhütte an der Lauffläche.

Schiene A × 50



Abbildung 27.

Schiene B × 50

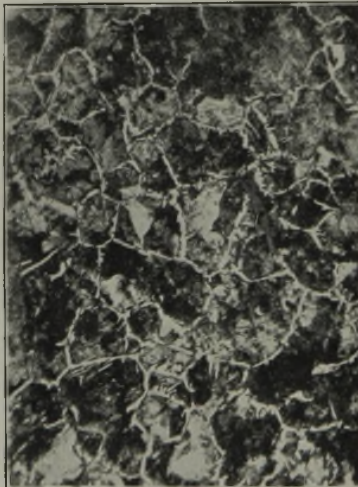


Abbildung 28.

Schiene C × 50

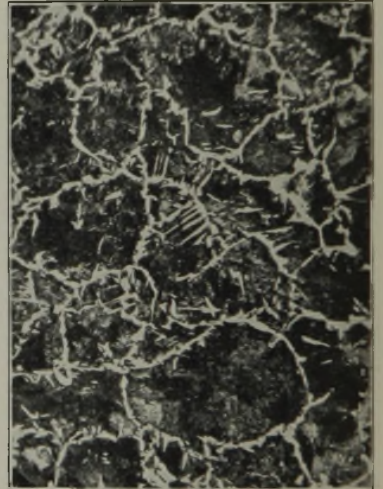


Abbildung 29.

Kleingefüge im Fuß der Schienen von Neuves-Maisons.

Schiene 4 × 50

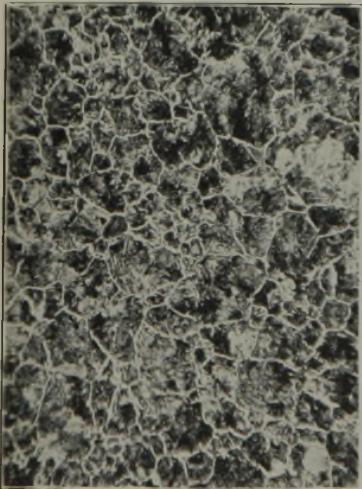


Abbildung 30.

Schiene 5 × 50

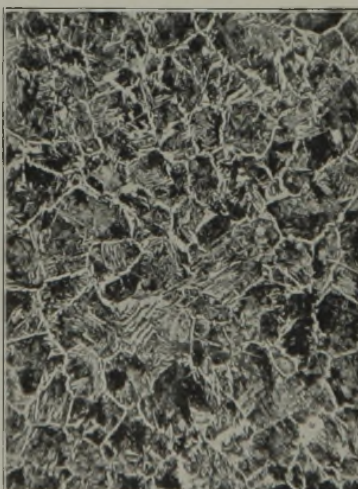


Abbildung 31.

Schiene 6 × 50

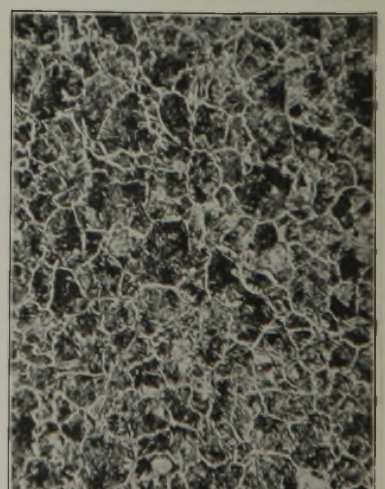


Abbildung 32.

Kleingefüge im Fuß der Schienen der Maxhütte.

Zahlentafel 4. Schlagversuche an Schienenstücken von 1,5 m Länge, 1 m Stützentransfernung, mit 1000 kg Bärge wicht, Fallhöhe 5 bzw. 3 m. Schienenkopf nach oben. 1. Schlag mit 5000 mkg, weitere Schläge mit 3000 mkg Schlagmoment (deutsche Reichsbahnbedingungen).

Schiene	Durchbiegung in mm beim										11. Schlag
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
A	52	79	105	132	nicht fortgesetzt						
B	47	72	96	121							
C	46	71	95	121							
4	47	71	94	119							
5	46	70	93	120							
6	47	73	99	126		153	182	211	242	283	332

Die Schlagversuche nach den Abnahmebedingungen der französischen Bahnen wurden in der im Versuchsplan angegebenen Weise ausgeführt. Die dabei erreichten Durchbiegungen sind aus Zahlentafel 3 ersichtlich.

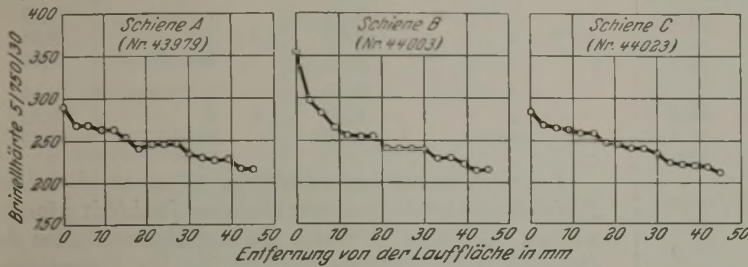
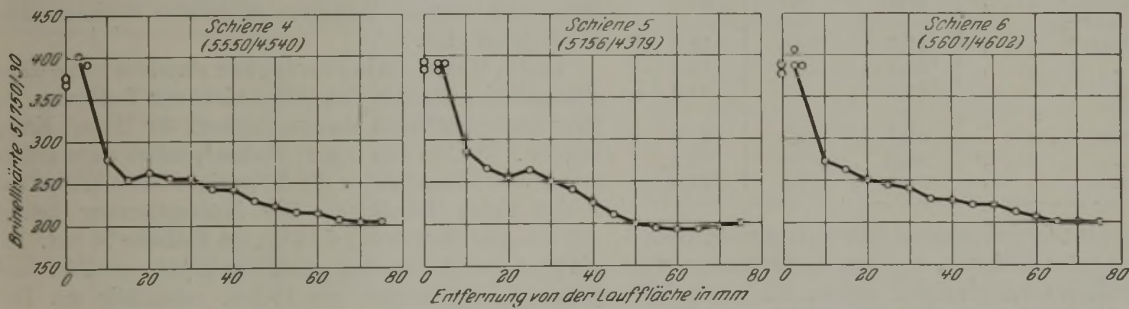


Abbildung 33. Härteverteilung im Schienenquerschnitt vergüteter Schienen von Neues-Maisons.



Schiene	Härteunter-schied innerhalb des Zerreiß-proben-querschnittes
A	20
B	40
C	15
4	145
5	125
6	125

Abb. 34. Härteverteilung im Schienenquerschnitt vergüteter Schienen von der Maxhütte.

Sämtliche Schienen genügen also den französischen Bedingungen, nach denen die Proben beim 1. Schlag nicht brechen dürfen, jedoch erweisen sich die französischen Schienen, vielleicht mit Rücksicht auf den geringeren Härtegrad in der Umgebung der Kerbstelle, bei dieser Prüfung als teilweise wesentlich zäher als die Schienen der Maxhütte. Bemerkenswert ist, daß die höchstgehärtete Schiene B von Neues-Maisons das beste Schlagprobenergebnis hatte.

Da jedoch die Beanspruchungsart der oben angegebenen Prüfung praktisch nicht in Frage kommt, so schien es zweckmäßig, die Profilschlagversuche durch solche nach den deutschen Abnahmebedingungen zu ergänzen. Dabei werden 1,5 m lange Schienenabschnitte bei 1 m Stützentransfernung mit dem Schienenkopf nach oben im Schienenschlagwerk geschlagen. Das Schlagmoment des 1. Schlages beträgt, bei einem Bärge wicht von 1000 kg und 5 m Fallhöhe, 5000 mkg. Die Probe darf beim 1. Schlag nicht brechen. Der Versuch kann mit Schlägen von 3000 mkg Schlagmoment fortgesetzt werden, bis eine gewünschte Durchbiegung erreicht ist oder der Bruch eintritt. Ueber die Ergebnisse dieser Prüfung gibt Zahlentafel 4 Aufschluß. Auch hier genügen sämtliche Schienenproben den gestellten Anforderungen. Sie besitzen darüber hinaus ein bemerkenswertes Maß von Zähigkeit. Bei der Schiene 6 mit dem höchsten Schwefelgehalt und einer deutlichen Seigerung, mit einer hohen Laufflächenhärte und der höchsten Härte

unterhalb der Lauffläche, wurde die Prüfung bis zum Bruch der Probe fortgesetzt. Aus dem Ergebnis der Prüfung ersieht man, daß grundsätzliche Bedenken gegen die Schienenoberflächenhärtung aus Gründen der Betriebssicherheit, selbst bei einer recht starken Durchführung der Härtung, wohl als unbegründet angesehen werden dürfen. Anzustreben bleibt natürlich immer die Einzelprüfung der Schienen.

Zugversuche wurden zunächst in der im Versuchsplan vorgesehenen Weise durchgeführt. Ueber das Ergebnis gibt Zahlentafel 5 Aufschluß. Auch hier ergibt sich die weniger kräftige Oberflächenhärtung der französischen Schienen. Die härteste Schiene B von Neues-Maisons weist jedoch keine besonders

großen Unterschiede gegenüber der Schiene 6 der Maxhütte mit geringster Zugfestigkeit auf. Nur tritt der große Härteunterschied innerhalb des Probenquerschnitts bei den deutschen Schienen in den Ergebnissen deutlich hervor. Diese Härteunterschiede in Brinelleinheiten sind innerhalb des Zerreißprobenquerschnitts bei den sechs Versuchsschienen nebenstehend wiedergegeben.

Zahlentafel 5. Ergebnis des Zugversuchs an Proben aus den Schienenköpfen.

Probenabmessung d = 13,8 mm; l = 100 mm.

Mittel der Entnahmestelle 10 mm unterhalb der Lauffläche.

Schiene	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Einschnürung %	
A	1. Probe	92,6	11,0	28,0
	2. „	89,4	10,3	28,0
	Mittel	91,0	10,7	28,0
B	1. Probe	90,6	9,2	29,0
	2. „	92,0	10,0	27,9
	Mittel	91,3	9,6	28,5
C	1. Probe	91,4	12,5	20,5
	2. „	89,3	11,7	32,0
	Mittel	90,4	12,1	26,3
4	1. Probe	97,6	3,6	5,0
	2. „	98,3	4,8	6,2
	Mittel	98,0	4,2	5,6
5	1. Probe	98,6	6,5	8,4
	2. „	98,3	7,2	11,2
	Mittel	98,5	6,9	9,8
6	1. Probe	92,0	7,8	18,0
	2. „	93,0	8,3	21,8
	Mittel	92,5	8,1	19,9

Das Maß dieses Unterschiedes spiegelt sich fast genau in den Dehnungswerten der *Zahlentafel 5* wider, ein Beweis für die Unzulänglichkeit dieser Art der Prüfung.

Da für die Eigenschaften der Schienen aber die Beschaffenheit des von der Härtung weniger betroffenen Werkstoffs mitbestimmend, wenn nicht sogar entscheidend ist, so wurden weitere Proben für Zugversuche dem Inneren der Schienenköpfe entnommen, und zwar so, daß die Mitte der Entnahmestelle 20 mm unterhalb der Lauffläche lag. Das Ergebnis dieser Prüfung zeigt *Zahlentafel 6*.

Zahlentafel 6. Ergebnis des Zugversuchs an Proben aus den Schienenköpfen.

Probenabmessung d = 13,8 mm; ℓ = 100 mm.

Mitte der Entnahmestelle 20 mm unterhalb der Lauffläche.

Schiene	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Einschnürung %	
A	1. Probe	83,4	13,0	28,0
	2. „	82,6	14,0	28,9
	Mittel	83,0	13,5	28,5
B	1. Probe	83,7	13,8	32,4
	2. „	83,0	14,5	33,4
	Mittel	83,4	14,2	32,9
C	1. Probe	85,6	12,0	25,8
	2. „	87,2	14,0	27,2
	Mittel	86,4	13,0	26,5
4	1. Probe	88,8	12,0	22,7
	2. „	86,6	12,4	24,3
	Mittel	87,7	12,2	23,5
5	1. Probe	89,2	10,8	19,5
	2. „	88,2	12,2	22,5
	Mittel	88,7	11,5	21,0
6	1. Probe	83,4	12,7	27,2
	2. „	85,3	12,3	25,8
	Mittel	84,4	12,5	26,5

Das Ergebnis zeigt bei beiden Schienenarten einen Werkstoff mit sehr guter Zähigkeit, bei dem die Dehnungswerte etwa im Verhältnis zur Zugfestigkeit stehen. Auch entspricht das Verhältnis der Werte in dieser *Zahlentafel* zueinander etwa dem Ergebnis der französischen Schienenschlagprobe.

Auch die Kerbschlagversuche wurden zunächst nach dem Versuchsplan auf einem 10-mkg-Charpy-Pendelhammer an Mesnager-Proben durchgeführt, mit dem in *Zahlentafel 7* aufgeführten Ergebnis:

Zahlentafel 7. Kerbschlagversuche.

Probenabmessung: ℓ = 55 mm; b = 10 mm; h = 8 mm; Bohrung 2 mm Dmr.

Mitte der Entnahmestelle 10 mm unterhalb der Lauffläche.

Schiene	Kerzbähigkeit mkg/cm ²	Schiene	Kerzbähigkeit mkg/cm ²
A	1. Probe	1. Probe	1,67
	2. „	4 2. „	1,26
	Mittel	Mittel	1,47
B	1. Probe	1. Probe	2,15
	2. „	5 2. „	1,23
	Mittel	Mittel	1,69
C	1. Probe	1. Probe	2,00
	2. „	6 2. „	1,79
	Mittel	Mittel	1,90

Dieser Prüfung haften natürlich die gleichen Mängel an, wie sie oben bei den Zugversuchen dargelegt wurden. Es wurden deshalb weiter im Inneren der Schienenköpfe ebenfalls Proben für Kerbschlagversuche entnommen, so daß die

Mitte der Entnahmestelle 20 mm unterhalb der Lauffläche lag. Ferner wurde auch die Probenform geändert, damit Unterschiede in der Werkstoffbeschaffenheit in den Ergebnissen deutlicher zum Ausdruck kommen sollten. Es wurden darum folgende Probenabmessungen gewählt: ℓ = 110 mm; b = 10 mm; h = 15 mm; Kerb = 4 mm Dmr. Die Ergebnisse der Prüfung finden sich in *Zahlentafel 8*.

Zahlentafel 8. Kerbschlagversuche.

Probenabmessung: ℓ = 110 mm; b = 10 mm; h = 15 mm; Bohrung = 4 mm Dmr.

Mitte der Entnahmestelle 20 mm unterhalb der Lauffläche.

Schiene	Kerzbähigkeit mkg/cm ²	Schiene	Kerzbähigkeit mkg/cm ²
A	1. Probe	1. Probe	7,40
	2. „	4 2. „	8,55
	Mittel	Mittel	7,98
B	1. Probe	1. Probe	5,65
	2. „	5 2. „	6,05
	Mittel	Mittel	5,85
C	1. Probe	1. Probe	9,20
	2. „	6 2. „	9,65
	Mittel	Mittel	9,43

Diese Ergebnisse liegen durchweg höher, als sie bei der Prüfung ungehärteter Schienen ähnlicher Festigkeit gefunden werden. Es zeigen sich aber die den Besonderheiten der einzelnen Versuchsstücke zuzuschreibenden Unterschiede. Im übrigen lassen diese Kerbschlagbiegeversuche erkennen, daß wesentliche Unterschiede in der Zähigkeit der nach dem einen oder anderen Verfahren gehärteten Schienen nicht festzustellen sind.

Zu den Dauerschlagversuchen stand die vorgesehene Prüfmaschine Stanton-Cambridge nicht zur Verfügung. An ihrer Stelle wurde ein Dauerschlagwerk der Bauart Krupp benutzt. Die 160 mm langen Proben⁶⁾ haben einen Durchmesser von 15 mm und in der Mitte einen 5 mm breiten und 1 mm tiefen Rundkerb. Die Stützentrifnung beträgt 100 mm, das Bärgeicht 4,18 kg, die Fallhöhe 30 mm. Für die Probe wurde eine Schlagzahl von 80/min gewählt. Nach jedem Schlag wurden die Proben selbsttätig um 180° gedreht.

Bei der Prüfung ergaben sich bis zum Bruch der aus den Köpfen der Versuchsschienen entnommenen Proben die in der *Zahlentafel 9* angegebenen Schlagzahlen.

Zahlentafel 9. Dauerschlagversuche auf dem Krupp'schen Dauerschlagwerk an Proben aus den Schienenköpfen.

Mitte der Entnahmestelle 10 mm unterhalb der Lauffläche.

Schiene	Schlagzahl bis zum Bruch	Schiene	Schlagzahl bis zum Bruch
A	32 886	4	23 121
B	31 800	5	30 430
C	28 975	6	37 613

Aus dem Ergebnis dieser Prüfung lassen sich kaum Schlüsse auf die Güte der geprüften Schienen ziehen. Es ergibt sich lediglich, daß wesentliche Unterschiede zwischen den beiden geprüften Schienenarten nicht bestehen. Im übrigen ist die Prüfung schon wegen der Entnahmestelle der Proben nicht geeigneter zur Bewertung der Schienen als die entsprechenden Zug- und Kerbschlagversuche. Die scheinbar regellosen Schlagzahlen entsprechen in ihrem Verhältnis zueinander noch am meisten dem Ergebnis der französischen Schienenschlagprobe.

⁶⁾ Nach Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, Bl. D 11—7, Abb. 13. (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1927.)

Die Prüfung der Abnutzung der Schienen konnte infolge der nach dem Inneren des Kopfes stetig abnehmenden Härte nur so erfolgen, daß in erster Linie der Abnutzungswiderstand der Oberfläche ermittelt und berücksichtigt, und dann schichtenweise in Prüfbereichen annähernd gleicher Härte die Größe des Abnutzungswiderstandes festgestellt wurde. Zu dieser Art der Feststellung eignet sich die Prüf-

in Schienen mit gehärteter Oberfläche keine eindeutigen Ergebnisse bei der Prüfung der Abnutzung zulassen.

Die Spindelmaschine verursacht vermittels einer dünnen Blechscheibe einen Einschliff an dem Prüfstück. Solche Einschliffe können an beliebigen Stellen der Oberfläche oder der durch die Stücke gelegten Schnitte erzeugt werden. Aus diesem Grunde erscheint dieses Verfahren im vorliegenden

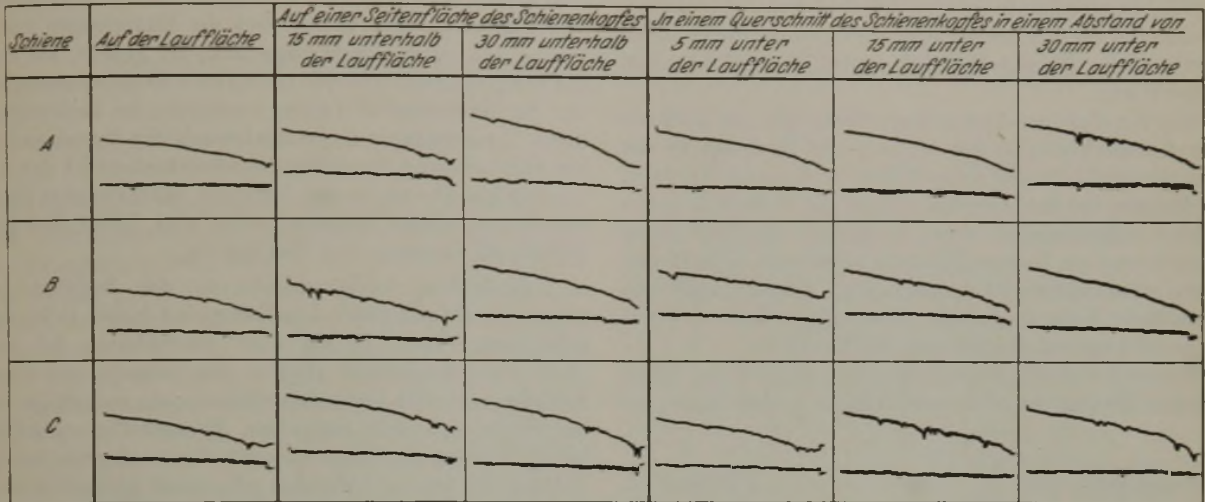


Abbildung 35. Abnutzungskurven (Spindelmaschine) der Schienenproben von Neuves-Maisons.

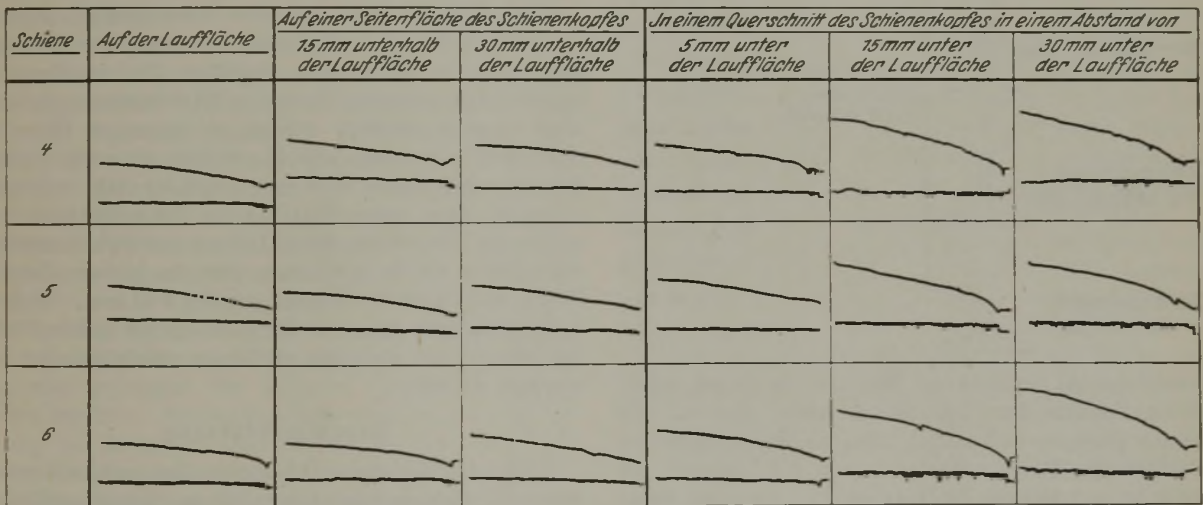


Abbildung 36. Abnutzungskurven (Spindelmaschine) der Schienenproben von der Maxhütte (Bayern).

maschine der Bauart Spindel. Ein Abnutzungsprüfverfahren soll bestimmten Voraussetzungen genügen. Die Vorgänge und Beanspruchungen, die eine Abnutzung herbeiführen, können sehr verschiedener Art sein. Deshalb soll der Prüfungsvorgang in jedem Falle so gestaltet werden, daß sein Ergebnis demjenigen der praktischen Erprobung wenigstens annähernd entspricht. Von der Prüfmaschine nach Spindel darf nach den bisher vorliegenden Erfahrungen angenommen werden, daß die bei der Prüfung vergüteter Schienen ermittelten Ergebnisse in den meisten Fällen eine richtige Bewertung der Güte des Schienenwerkstoffes gestatten. Bei der Prüfmaschine von Amsler, die bereits früher zu derartigen Versuchen verwendet wurde¹⁾, und bei ähnlich arbeitenden Maschinen ist das, sobald es sich um die Prüfung von Stücken mit Oberflächenhärtung handelt, nicht der Fall. Es ist daher bereits darauf hingewiesen worden¹⁾, daß bei der Prüfung auf der Amslermaschine oder einer ähnlichen Prüfvorrichtung die erforderlichen verhältnismäßig großen Probestücke schon wegen der Ungleichmäßigkeit der Werkstoffeigenschaften

Zahlentafel 10. Abnutzungsprüfung auf der Spindelmaschine an verschiedenen Stellen der Schienenoberfläche und im Schienenquerschnitt.

Durchmesser der Schneidscheibe 330 mm; Dicke der Schneidscheibe 1 mm; Anpressung 5 kg; Versuchsdauer 80 Umdr.

Schiene	Einschnitt-Tiefe					
	auf der Lauffläche mm	auf einer Seitenfläche des Schienenkopfes		im Schienenkopfquerschnitt		
		15 mm unterhalb der Lauffläche mm	30 mm unterhalb der Lauffläche mm	5 mm unter der Lauffläche mm	15 mm unter der Lauffläche mm	30 mm unter der Lauffläche mm
A	0,26	0,29	0,42	0,31	0,31	0,39
B	0,23	0,28	0,34	0,22	0,31	0,43
C	0,26	0,28	0,42	0,26	0,30	0,40
4	0,18	0,22	0,24	0,24	0,48	0,48
5	0,16	0,18	0,21	0,22	0,43	0,40
6	0,18	0,18	0,20	0,23	0,47	0,50

Falle als geeignet. Die Tiefe der Einschnitte kann als Maß für die Höhe der Abnutzung angesehen werden. Die Versuchsbedingungen und die Einschnittiefen, Mittelwerte aus mehreren Versuchen, sind aus *Zahlentafel 10* zu entnehmen.

Eine Reihe von Einzelergebnissen der Prüfung in Form der aufgenommenen Abnutzungsschaubilder sind in *Abb. 35 und 36* wiedergegeben. Darin bedeuten die oberen Linienzüge die Summe der Abnutzung von Prüfstück und Schneidscheibe, die unteren Linienzüge die Abnutzung der Schneidscheibe allein. Die Einschnitttiefe ergibt sich als Unterschied beider Werte.

Das Ergebnis der Abnutzungsprüfung läßt den größeren Abnutzungswiderstand der Schienen der Maxhütte an der Schienenoberfläche und einige Millimeter darunter erkennen. Im Inneren der Schienenköpfe liegen die Verhältnisse umgekehrt, wahrscheinlich wegen des höheren Reinheitsgrades der Schienen von Neuves-Maisons an Sulfideinschlüssen und wegen ihres höheren Phosphorgehaltes. Daraus ergibt sich in erhöhtem Maße die günstige Wirkung der stärkeren Oberflächenhärtung auf die Schienen der Maxhütte.

Grundsätzliche Bedenken gegen eine stärkere und tiefergehende Härtung der Schienenoberfläche, in dem Maße, wie

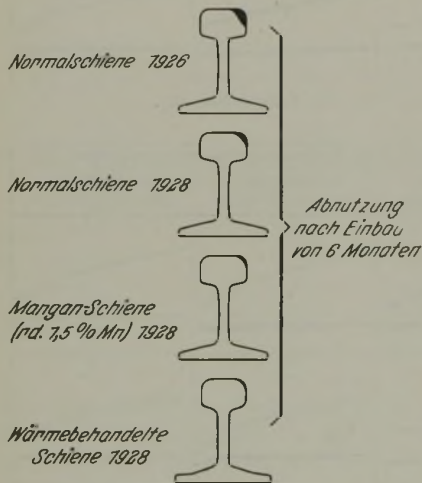


Abbildung 37.

Abnutzung der Schienen des äußeren Stranges auf der Gotthardrampe. Halbmesser = 280 m, Gefälle = 25 %, Gewicht der Schienen je m = 46 kg.

die vorliegenden Schienen der Maxhütte sie zeigen, haben sich im Verlaufe der Untersuchung nicht ergeben. Die Schienen genügen vollkommen allen an sie zu stellenden Anforderungen, insbesondere auch, was die Zähigkeit der Schiene im unverletzten Profil anbetrifft. Wenn bei einem Vergleich der Schienen von Neuves-Maisons mit denen der Maxhütte die Ergebnisse einzelner Prüfverfahren zuungunsten der letzteren zu sprechen scheinen, so muß betont werden, daß diese Unterschiede nicht allein dem Härtingsverfahren, sondern auch den auf die Art der Probenentnahme zurückzuführenden Mängeln zuzuschreiben sind, daß aber außerdem hier auch Unterschiede in der Werkstoffbeschaffenheit an sich mitsprechen.

Die Schienen von Neuves-Maisons sind zweifellos von ausgezeichneter Beschaffenheit. Das Ergebnis der Prüfung spricht hinsichtlich der Zähigkeit der Schienen nicht nur für das angewandte Vergütungsverfahren, sondern auch für die Güte des zur Untersuchung vorgelegten Werkstoffes. Bemerkenswert ist jedoch, daß diejenige Schiene, die sich nicht nur durch den höchsten Abnutzungswiderstand, sondern auch durch einen besonderen Zähigkeitsgrad, insbesondere bei der französischen Schienenschlagprobe auszeichnet, im Härtingsgrad den Schienen der Maxhütte am nächsten kommt.

Auf der Schientagung des Schweizer Verbandes für die Materialprüfung der Technik in Zürich im Februar 1929 ist die Frage nach der Zweckmäßigkeit der Schienenvergütung

auch berührt worden. Die Schweizerischen Bundesbahnen haben auf der Gotthardrampe zwischen Faido und Biasca an verschiedenen Stellen, sowohl in Kurven als auch in Tunneln auf Strecken mit sehr starker Steigung, verschiedenste Schienen, darunter wassergehärtete von der Maxhütte, Neuves-Maisons, Hagendingen, ferner Schienen mit einem Mangangehalt von etwa 1,7 bis 1,9 % verlegt. Zum Vergleich sind Schienen in Normalgüte aus den Jahren 1926 und 1928 eingebaut. Gelegentlich der Erörterungen wurde das in *Abb. 37* wiedergegebene Lichtbild gezeigt, aus dem die Abnutzung der Schienen nach 5 bis 6 Monaten ersichtlich ist. Bei der sich an die Tagung anschließenden Besichtigung dieser Versuchsstrecken trat die tatsächliche Ueberlegenheit der hier verlegten vergüteten Schienen hinsichtlich der Abnutzung klar hervor. In dem Umstand, daß inzwischen Nachbestellungen dieser Schienen erfolgt sind, findet ihre gute Bewährung ebenfalls eine Bestätigung.

Irgendwelche Schienenbrüche an den Schienen mit martensitisch gehärteter Lauffläche sind bisher nicht vorgekommen. Querrisse der oben geschilderten Art sind ebensowenig beobachtet worden. Die Versuche mit diesen Schienen sind noch nicht abgeschlossen; ein endgültiges Urteil wurde noch nicht abgegeben. Es wird aber schließlich für die Klärung der Frage nach der zweckmäßigsten Art des Gefüges den besten Aufschluß geben und hoffentlich auch das an manchen Stellen gehegte Vorurteil gegen Schienen mit martensitisch gehärteter Lauffläche beseitigen.

Schließlich sei noch ein kurzes Wort über die Möglichkeit, alle Schienen der laufenden Fertigung der Härtingsbehandlung zu unterwerfen, angefügt. Die Angelegenheit ist inzwischen durch den Bedarf an 30-m-Schienen, die heute auch vergütet geliefert werden, im günstigen Sinne beeinflusst worden; denn sowohl ortsfeste als auch fahrbare Einrichtungen lassen sich in genügender Zahl aufstellen, sofern der dazu nötige Platz an den Schienenstraßen vorhanden ist. Bei vorhandenen Anlagen und insbesondere bei Warmbetten für 30-m-Schienen wird das in den seltensten Fällen, wohl aber bei Neuanlagen der Fall sein. Ortsfeste Anlagen könnten dann, mit Rücksicht auf die Zufuhr, für die Aufnahme von mehreren Schienen hintereinander angeordnet werden.

Zusammenfassung.

Unter den Schienen mit höherem Abnutzungswiderstand sollen sich diejenigen mit einer nicht zu starken Laufflächenhärtung wegen ihrer großen Zähigkeit und ihres Widerstandes gegen Schienenbrüche besonders bewähren. Die Entstehung von Oberflächenquerrissen — eine Folge des Schleifens der Radreifen — kann aber auch hier auftreten. Solche Querrisse können zwar zu Schienenbrüchen führen, jedoch scheint nach den bisherigen Erfahrungen diese Bruchursache eine große praktische Bedeutung nicht zu haben. Sogenannte Nierenbrüche (taches ovaies), die in sehr harten Schienen als Folge innerer Spannungen auftreten können, sind bisher bei gehärteten Thomasschienen nicht beobachtet worden. Die Art der Entstehung solcher Nierenbrüche und die Größe der Abkühlungsspannungen in Schienen wurden einer Betrachtung unterzogen.

Um festzustellen, ob sich gegen eine stärkere Laufflächenhärtung der Schienen aus Gründen der Betriebssicherheit Bedenken erheben, wurden Schienen mit verschiedener Oberflächenhärtung von zwei Lieferwerken einer vergleichenden Untersuchung unterzogen. Diese erstreckte sich auf die Zusammensetzung, das Gefüge und die physikalischen Eigenschaften der Probestücke.

Wegen der den Festigkeitsprüfungen infolge der ungleichmäßigen Härte in den Probenausschnitten anhaftenden

Mängel wurden insbesondere auch Versuche am unverletzten Schienenprofil durchgeführt.

Grundsätzliche Bedenken gegen eine starke Laufflächenhärtung der Schienen ergaben sich nicht. Der größten Oberflächenhärte entsprach bei der Abnutzungsprüfung der größte Abnutzungswiderstand. Die betreffenden Schienen werden sich also vermutlich auch im Betriebe als die dauerhaftesten erweisen.

Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Schienenerzeugung.

Von Abteilungsdirektor Walter Schäfer in Rheinhausen.

(Walzen nach dem Verfahren von Couthéaux. Vorrichtungen zum Vergüten von Schienen. Besprechung mehrerer Verbundstahlgießverfahren mit und ohne Trennwand. Gefügebildung und Festigkeitseigenschaften.)

Die in großen Zügen durch die verschiedenen Stahlherstellungsverfahren gekennzeichnete Entwicklung der Eisenbahnoberbau-Werkstoffe hatte um die Jahrhundertwende einen gewissen Abschluß in der Herstellung von Schienen in Thomas- und Siemens-Martin-Güte mit einer Festigkeit von 60 bis 70 kg/mm² gefunden. Die Schienenhersteller konnten in weitestem Maße ihre Betriebe auf diese Festigkeiten einstellen, wodurch eine hohe Güte und Gleichmäßigkeit des Werkstoffes bei genügender Wirtschaftlichkeit gewährleistet war, und für die Schienenverbraucher lag bei der damaligen Beanspruchung des Oberbaues kein zwingender Grund vor, von diesem bewährten Werkstoff abzugehen. In den letzten zwei bis drei Jahrzehnten hat sich dieses Bild geändert, teils wegen des allgemeinen Fortschrittes der Technik und teils infolge des Wettbewerbes, der den Eisenbahngesellschaften durch die Schaffung und den Ausbau anderer Verkehrsmittel entstand, und schließlich wegen der Wirtschaftskrisen des Weltkrieges und seiner Folgen. Zur wirtschaftlicheren Gestaltung der Eisenbahnbetriebe mußten daher neue Wege beschritten werden. Einer dieser Wege war die Einführung von schwereren, mit größerem Nutzen arbeitenden Lokomotiven und von erheblich größeren Wagen im Güterverkehr mit hoher Nutzlast. So ist das Gewicht der Fahrzeuge und damit die spezifische Achsbelastung bei gleichen, stellenweise sogar größeren Zuggeschwindigkeiten und erhöhten Anfah- und Bremsmomenten gegenüber der früheren Zeit in dauerndem Steigen begriffen. Notwendigerweise ergab sich aus der Erhöhung der Radkräfte eine wesentliche Verstärkung des Gesamtoberbaues, sowohl für die Gleisbettung als auch für die Schwellen, die Schienenbefestigung, die Schienenstöße und die Schienen selbst.

Die Auswirkung der vorgenommenen, weitgehenden Verbesserungen auf die höhere Wirtschaftlichkeit der Eisenbahnbetriebe wurde durch den großen Verschleiß des Schienenwerkstoffes mit 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit, besonders in Kurven und schwierigen Strecken, stark herabgedrückt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß sich in den letzten Jahren die Fortschritte in der Schienenerzeugung fast ausschließlich in der Richtung bewegten, einen Schienenwerkstoff zu schaffen, der gegenüber dem früheren einen erhöhten Widerstand gegen Abnutzung aufweist. Aber auch der Fertigung der Schienen in der üblichen Festigkeit wurde in den letzten Jahren erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Hierzu ist u. a. hervorzuheben, daß die Längen der Schienen auf 30 m erhöht wurden. Auch wurden die von der Reichsbahn aufgestellten Bedingungen für die Abnahme von Schienen immer mehr verschärft, so daß die Ausfallziffern an Schienen auf den Werken sich in steigender Richtung bewegen.

Die Lösung der Frage, mit welchen Mitteln der Verschleißwiderstand der Schienen erhöht werden kann, ist noch sehr erschwert, weil man bis jetzt nicht klar die Umstände erkannt hat, die einerseits den Schienenverschleiß

Ueber die praktische Erprobung derartiger Schienen liegen auch bereits günstige Ergebnisse vor. Es ist zu erwarten, daß der Abschluß dieser Betriebsversuche das noch stellenweise bestehende Vorurteil gegen diese Schienen beseitigen wird.

Die Notwendigkeit zur Beschaffung von besonderen Einrichtungen, die es gestatten, alle Schienen der laufenden Fertigung zu vergüten, kann bei Neuanlagen berücksichtigt werden.

bedingen, und da man andererseits nicht weiß, welche Werkstoffeigenschaften dem Verschleiß am vorteilhaftesten entgegenwirken. Aus zahlreichen sich zum Teil widersprechenden Veröffentlichungen der letzten Jahre, die sich mit der Frage des Verschleißwiderstandes befassen, geht dies deutlich hervor. Die verschiedenen bekannten Verschleißprüfverfahren, die in ihren Ergebnissen schon sehr mangelhafte Übereinstimmung zeigen, haben das Verschleißproblem nicht zu einer endgültigen Lösung führen können. Auch die eigens zur Beobachtung der Verschleißfestigkeit eingerichteten Versuchsstrecken zeitigten noch kein endgültiges Ergebnis, weil hier bisher nur eine ungenügende Menge ausgewerteter Zahlen vorliegt. Man kann wohl sagen, welche chemischen, physikalischen und metallographischen Einzeleigenschaften den Verschleißwiderstand erhöhen, aber die Erkenntnis, welche mögliche Zusammenfassung dieser Einzeleigenschaften die vorteilhafteste Lösung ergibt, kann erst die Zukunft bringen. Aus diesem Umstande erklärt es sich, daß die Forscher und die Schienen erzeugenden Industrien die verschiedensten Wege eingeschlagen haben, um einen verschleißfesten Schienenwerkstoff zu schaffen.

Diese Bestrebungen bewegen sich im wesentlichen in drei Richtungen; einmal ändert man die übliche Zusammensetzung des Werkstoffes durch Erhöhung des Anteiles gewisser Bestandteile oder Zugabe neuer Elemente, zum zweiten unterwirft man die Schienen nach beendeter Walzen einer Wärmebehandlung, und drittens stellt man die Schienen aus zwei verschiedenen, miteinander verschweißten Stählen her, derart, daß der härtere den Kopf oder wenigstens seinen oberen Teil, der weichere dagegen Steg und Fuß bildet.

Allen drei Herstellungsverfahren verschleißfester Schienen ist gemeinsam, daß im Stahl- und Walzwerk die größte

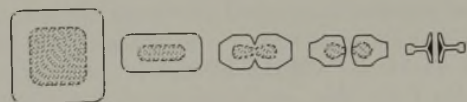


Abbildung 1. Verfahren nach Couthéaux zur Herstellung möglichst seigerungsfreier Schienenköpfe.

Sorgfalt für den Reinheitsgrad des Stahles, für die Blockbeschaffenheit sowohl in bezug auf seine Oberfläche als auch auf seine Kristallisation und Lunkerausbildung und für die Walztemperaturen aufgewendet werden muß. Man geht aus diesen Gründen jetzt vereinzelt schon so weit, den Stahl für hochverschleißfeste Schienen im Elektrostahlofen herzustellen. Um z. B. einen möglichst seigerungsfreien Schienenkopf zu erhalten, will Couthéaux den Rohblock zuerst in Brammenform walzen und diese Bramme durch Walzung der Länge nach in zwei Teile zerlegen (Abb. 1), so daß die der Trennstelle entgegengesetzten äußeren Blockteile den Kopf der Schienen ergeben.

Zunächst sei der erste Weg betrachtet, nämlich die Aenderung der üblichen Zusammensetzung des Schienenwerk-

stoffes durch Erhöhung des Anteiles gewisser Bestandteile oder Zugabe neuer Elemente. Bestrebungen dieser Art haben in Amerika bereits vor dem Kriege eingesetzt, während man in Deutschland erst später versuchte, durch Erhöhung der Zerreißfestigkeit und Härte des Schienenwerkstoffes einen höheren Verschleißwiderstand zu erzielen. In der Wahl der Festigkeitsstufe hat man sich dabei von der Tatsache leiten lassen, daß bei Festigkeiten von etwa 90 kg/mm² der Verschleißwiderstand eine sprunghafte Erhöhung erfährt, während unter dieser Grenze nur geringe Aenderungen in der Verschleißfestigkeit zu beobachten sind. Zur Herstellung eines Schienenwerkstoffes mit 90 kg/mm² Festigkeit sind verschiedene Wege beschritten worden. Man versuchte einerseits durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes und andererseits durch Zugabe von Mangan, Chrom, Nickel, Vanadin und Titan das Ziel zu erreichen. Während bei den Kohlenstoffstahlschienen die Verschleißfestigkeit mit geringerer Lamellenbreite des Perlits zunimmt, übt bei den legierten Schienen die je nach der Art der Legierung veränderliche Kalthrtungsfhigkeit des freien Ferrits noch zustzlich einen Einfluß auf den Verschleißwiderstand aus. Ueber die Erfahrungen mit Schienen von mindestens 90 kg/mm² Festigkeit, bei denen die Festigkeit und Härte besonders auf der Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes beruhen, soll an dieser Stelle an Hand eigener Versuche und Beobachtungen berichtet werden. Früher hergestellte Schienen von 90 kg/mm² Festigkeit im Profil 8 mit einem Gewicht von 41 kg/m und einer Länge von 15 m ergaben eine so bemerkenswerte Verschleißfestigkeit, daß man sich entschloß, auch Schienen der Form S 49 in Längen bis zu 30 m herzustellen. Die Werte für die chemische Zusammensetzung für diesen Werkstoff liegen in sehr engen Grenzen, denn naturgemäß muß bereutektoider Stahl wegen des Auftretens von freiem Zementit und der damit verbundenen groeren Sprödigkeit vermieden werden; andererseits setzt das Vorhandensein von freiem Ferrit im unlegierten Stahl die Verschleißfestigkeit ganz bedeutend herab. Als Folge der gewählten chemischen Zusammensetzung ist die Walztemperatur, insbesondere die Endtemperatur, an bestimmte Grenzen gebunden. Nach diesen Gesichtspunkten hergestellte Schienen wurden im Herbst 1928 auf einigen Strecken der Reichsbahn verlegt.

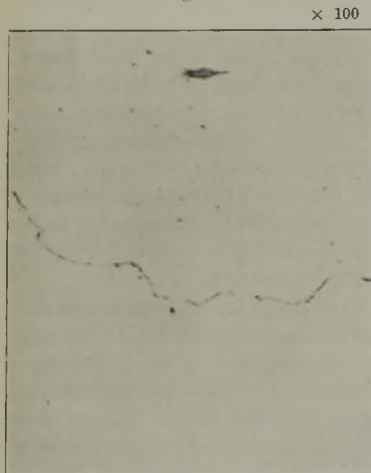


Abbildung 2. Spannungsriss in verschleißfesten Kohlenstoffstahlschienen (ungeätzt).

Nach einer Liegedauer von ungefähr $\frac{3}{4}$ Jahren, und zwar geraume Zeit nach dem harten Winter des Jahres 1929, den die Schienen anstandslos überstanden, traten plötzlich mehrere Schienenbrüche auf, die durch ein besonderes, nierenfrmiges Aussehen gekennzeichnet sind. Diese Form von Schienenbrüchen dürfte wohl eine Eigenart dieses harten Schienenwerkstoffes bei schweren Profilen und großen Schienenlngen sein; ihre Ursache scheint jedoch trotz der vielfach angestellten Untersuchungen noch nicht bekannt zu sein. Die Bruchflchenausbildung ist fast in allen Fällen die gleiche. Es ist eine mattere, feinkörnig und nierenförmig ausgebildete Fläche und eine grobkristallin glänzende

zu unterscheiden. Die Lage dieser eigenartigen Bruchflächen befindet sich bei den bisher untersuchten Schienen stets an der Fahrkante der Schienenköpfe. Der Färbung nach können zwei verschiedene Arten solcher nierenfrmiger Anbrüche unterschieden werden. Ihre Verschiedenheit besteht jedoch lediglich darin, daß einmal die Anbrüche die Schienenkopfoberfläche nicht erreicht haben, und zum andern, daß der Anbruch bis an die Oberfläche gelangte, wodurch eine Korrosion des Anbruches durch Witterungseinflüsse möglich wurde.

Diese Brüche treten gewöhnlich mehrfach in unregelmäßigen Abständen in ein und derselben Schiene auf. Zur Ergründung dieses eigenartigen Verhaltens des Schienenwerkstoffes wurden umfangreiche Untersuchungen ausgeführt. Eine eingehende Nachprüfung der Vorgänge bei der Herstellung dieser Schienen im Stahl- und Walzwerk bestätigte, daß in diesen Betrieben der Grund für die Entstehung der Schienenbrüche nicht zu suchen war. Dagegen gaben das Verhalten und die Beanspruchungen der Schienen nach dem Walzen auf dem Kühlbett Anlaß, die Abkhlungsverhltnisse derartiger Schienen näher zu untersuchen. Die durch die Schienenform bedingte verschiedene Abkühlung von Kopf und Fuß, und weiterhin das zeitlich verschiedene Durchlaufen der Perlitumwandlung im Kopf und Fuß führen zu zeitlich verschiedenen Zusammenziehungen und Ausdehnungen, weshalb sich die Schiene mehrmals auf dem Kühlbett stark hin- und herkrmmt. Es muß angenommen werden, daß mit zunehmender Schienenlänge und zunehmendem Unterschied der Masse zwischen Kopf und Fuß das Arbeiten der Schienen auf dem Kühlbett erheblich steigt. Hierdurch müssen beträchtliche Spannungen in den Schienenwerkstoff hineingetragen werden, die weiterhin durch die Kaltbeanspruchung beim Richten vermehrt werden. Das Kleingefüge dieses Werkstoffes ist sorbitisch. Ein Werkstoff mit einem derartigen Gefgeaufbau ist natürlich infolge seiner geringen Dehnung nicht in der Lage, erhebliche Spannungen aufzulösen und in sich aufzunehmen, und es ist ohne weiteres verständlich, daß hohe Eigenspannungen durch zustzliche Beanspruchung vorzeitig zu Bruch führen müssen. Daraus war zu folgern, daß sich durch Befahren der Schiene die inneren Spannungen zu feinen Rissen auswirkten, die die festgestellten Dauerbrüche im Kopf der befahrenen Schienen einleiteten. Diese Vermutung schien in Zerreiversuchen eine Bestätigung zu finden, die an Proben von unbefahrenen Schienen ausgeführt wurden. Es ergab sich nämlich, daß ein Teil der Zerreißproben die erwarteten Festigkeits- und Dehnungswerte erreichte, während ein anderer Teil schon bei geringerer Belastung abri. Hieraus war zu schließen, daß diese vorzeitig abgerissenen Zerreißproben Stellen der Schiene mit hohen inneren Spannungen entsprächen. War diese Annahme richtig, so mußte dieser Uebelstand behoben sein, wenn die Schienen spannungsfrei geglht wurden. Dies war aber nicht der Fall, denn auch nachträglich spannungsfrei geglhte Schienen zeigten die gleiche Erscheinung des frühzeitigen Abreißens der Proben beim Zerreißversuch. Diese neuen Beobachtungen gaben Veranlassung, unbefahrene Schienen planmäßig zur Herstellung von metallographischen Schliffen in Längs- und Querproben zu zerschneiden. Die mikroskopische Untersuchung dieser Schliffproben gestattete, jetzt die Ursache des Abreißens der Zerreißproben und des Zubruchgehens der Schienen auf der Strecke eindeutig zu erkennen.

Es wurde ermittelt, daß an einzelnen Stellen der Schienen im Schienenkopf mikroskopisch feine Haarrisse vorhanden sind (Abb. 2). Das Auftreten dieser Spannungsrisse ist als Beweis dafür anzusehen, daß bei dieser Form und Länge der Schienen der harte Werkstoff nicht in der Lage ist, die auf dem Kühlbett entstandenen Spannungen aufzunehmen.

Erhärtet wurde diese Annahme durch folgenden Versuch: Von einer Walzung wurde eine Reihe von Schienen sofort nach dem Verlassen der Walze in gut vorgewärmten Sand eingepackt. Durch die so erzielte stark verzögerte Abkühlung der Schienen wurden die sonst vorhandenen großen Temperaturunterschiede zwischen Kopf und Fuß ausgeglichen. An keiner dieser Schienen konnte bei der physikalischen Prüfung ein frühzeitiges Reißen der Stäbe festgestellt werden, und an keinem Längs- und Querschiff wurden Haarrisse gefunden. Hiernach wird auch erklärlich, warum die vor Jahren hergestellten Schienen mit 90 kg/mm^2 Festigkeit ausnahmslos so einwandfrei gehalten und sich in jeder Hinsicht bewährt haben. Die früheren Schienen wurden zu dem wesentlich kleineren Profil Form 8 ausgewalzt, in dem die Unterschiede der Masse von Kopf und Fuß nicht so groß sind wie bei dem jetzigen Profil S 49, und was von mindestens ebenso großer Bedeutung ist: die Länge der Schiene war nur 15 m gegenüber 30 m bei den jetzigen Schienen. Hieraus folgen naturgemäß bedeutend geringere innere Spannungen bei der Abkühlung auf dem Kühlbett. An einer solchen nach jahrelangem Befahren ausgebauten Schiene, die zu einer Untersuchung zur Verfügung gestellt wurde, konnten ähnlich wie bei den im Sand abgekühlten Schienen keine Spannungsrisse festgestellt werden.

Durch die Ermittlung der mikroskopisch feinen Haarrisse in dem Kopffinnern dieser Schienen mit mindestens 90 kg/mm^2 Festigkeit ist die Entstehung der Dauerbrüche in den Köpfen der befahrenen Schienen ohne weiteres erklärt. Solche Haarrisse wirken wie Kerben. Verständlich wird auch jetzt die Eigenart der an einzelnen Schienen beobachteten Dauerbrüche, die jeweils in Form, Größe und Lage täuschend ähnlich ausgebildet und angeordnet sind, denn für den Verlauf eines Dauerbruches sind stets die Richtung, Größe und der Angriffspunkt der dynamischen Kräfte maßgebend.

Diese Erfahrungen führen zu dem Schluß, daß bei Schienen, deren Abkühlungsgeschwindigkeit nach dem Walzen nicht überwacht wurde, das Auftreten von hohen Eigenspannungen und feinsten Haarrissen im Schienenkopf mit Sicherheit nicht vermieden werden kann.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt eine in Amerika ausgeführte Untersuchung¹⁾, die die sekundäre Sprödigkeit im Schienenstahl zum Gegenstand hat. In dieser Arbeit wird darauf hingewiesen, daß als Ursache der in Schienenköpfen auftretenden Anrisse die bei dem Abkühlen sich einstellenden Temperaturunterschiede zwischen Oberfläche und Mitte des Schienenkopfes, die bis zu 150° betragen, verantwortlich zu machen sind. Als gefährlichstes Temperaturgebiet für die Bildung von Spannungsrisen ist die Temperatur um 650° angegeben. Nach Ansicht der Verfasser können die Anrisse vermieden werden, wenn die Abkühlung so geregelt wird, daß die Temperatur von Mitte und Oberfläche des Schienenkopfes während der ganzen Abkühlung nur geringe Grade voneinander abweicht. Auch H. Vitau²⁾ berichtet, daß hochverschleißfeste perlitische Manganstahlschienen zur Vermeidung von Querrissen nach dem Walzen wärmebehandelt werden müssen.

Aus diesen Betrachtungen würde sich, wie schon gesagt, ergeben, daß bei der Herstellung derartiger unlegierter und auch legierter Schienen — wie später gezeigt wird — eine Regelung der Abkühlung angestrebt werden muß. Wegen der großen Länge der Schienen werden die Einrichtungen für eine solche Arbeitsweise sehr umfangreich und kostspielig. Auch stößt die technische Lösung dieser Frage auf große Schwierigkeiten, die erst allmählich überwunden werden können.

¹⁾ J. R. Freeman und G. W. Quick: Festigkeitseigenschaften von Schienen- und anderem Stahl bei erhöhten Temperaturen; St. u. E. 50 (1930) S. 892.

Es seien nunmehr die Schienenwerkstoffe betrachtet, die neben einer geringen Steigerung des Kohlenstoffgehaltes infolge Zugabe besonderer Elemente eine Erhöhung der Festigkeit und Härte aufweisen. Am meisten haben sich die Schienen mit einem höheren Mangangehalt eingeführt. Zu unterscheiden ist hierbei zwischen dem eigentlichen Manganstahl mit etwa 12 % Mn und einem Stahl mit etwa 1,5 % Mn. Der hochprozentige Manganstahl hat sich wegen der Schwierigkeiten, ihn im Walzwerk zu verarbeiten, und wegen seiner völligen Unangreifbarkeit durch die gebräuchlichen Schneid- und Bohrwerkzeuge für normale Schienen nicht allgemein durchsetzen können. Dagegen sind, namentlich in Amerika, Schienen mit mittlerem Mangangehalt in größeren Mengen verlegt worden. Insbesondere verlegt die Delaware-Lackawanna and Western Railroad Co. auf ihren Strecken ausschließlich Schienen mit mittlerem Mangangehalt. Diese Gesellschaft gehört zwar nicht zu den größeren Linien, sie gilt aber als eine der am besten verwalteten und instand gehaltenen Bahnen Nordamerikas. Sie schreibt für ihre Schienen die in *Zahlentafel 1* angegebenen Bedingungen vor.

Zahlentafel 1. Abnahmebedingungen für Manganstahlschienen der Delaware-Lackawanna and Western Railroad Co.

Metergewicht	kg	52	65
Kohlenstoff	%	0,54 bis 0,67	0,57 bis 0,70
Silizium	%	0,15	0,15
Mangan	%	1,2 bis 1,5	1,2 bis 1,5
Phosphor	%	0,04	0,04
Schlagversuche:			
Abstand der Stützen . . .	mm	910	1200
Länge der Probe	mm	1200	1800
Bärgewicht	kg		910
Fallhöhe	m		5,8
Fallmoment	mt		5,3
Zahl der Schläge			1

Eine andere amerikanische Eisenbahngesellschaft, die New York Central Eisenbahn, baut jährlich etwa 5000 bis 10 000 t Manganstahlschienen mit mittlerem Mangangehalt ein. Sie hat für diese Schienen, die sie in einem Metergewicht von 57 und 63 kg verwendet, nahezu die gleichen Vorschriften wie die in *Zahlentafel 1* gezeigten. Hiernach muß auf der Außenseite der Schlagprobe eine Dehnung von 6 % auf 25 mm oder von 5 % auf 50 mm Meßlänge eintreten. Um dies beobachten zu können, erhält die Schiene auf der Unterseite, von der Mitte ausgehend, eine entsprechende Einteilung, an der die Dehnung nach dem Schlagen gemessen werden kann.

Während die zuerst genannte Gesellschaft mit dem Verhalten der perlitischen Manganstahlschienen sehr zufrieden ist und betont, daß der Verschleißwiderstand der Schienen sehr gut sei, und daß sie weniger Fehler, insbesondere Querrisse hätten, urteilen andere Gesellschaften weniger günstig und behaupten, daß bei Schienen dieser Zusammensetzung mehr Fehler und Brüche vorgekommen seien als bei den gebräuchlichen. Neuere Versuche, die die Friedrich-Alfred-Hütte der Firma Krupp, Rheinhausen, mit solchen Schienen angestellt hat, zeigten, daß sie bei einer Festigkeit von mehr als 90 kg/mm^2 ähnliche Erscheinungen aufweisen wie die hochkohlenstoffhaltigen Schienen, sofern sie in üblicher Weise auf dem Warmbett erkalten. Es scheint also auch bei diesen Schienen geraten, ihre Abkühlung zu regeln. Ebenso zeigten Elektrostahlschienen mit 0,61 % C, 1,8 % Mn und einer Zugfestigkeit von mehr als 100 kg zahlreiche Spannungsrisse im Schienenkopf. — Schließlich seien an dieser Stelle noch Schienen erwähnt, die neben einem erhöhten Kohlenstoff- und Mangangehalt durch eine Erhöhung des Siliziumgehaltes ausgezeichnet waren. Derartige in Deutschland und Ungarn verlegte Schienen haben sich im Eisenbahnbetrieb als verhältnismäßig abnutzungsfest erwiesen.

Als weiteres Legierungselement für die Schienenerzeugung ist das Chrom herangezogen worden. Chrom verleiht dem Stahl ein besonders feinkörniges Gefüge, das bekanntermaßen für den Verschleißwiderstand von Bedeutung ist.

Englische Bessemerstahlschienen mit einer Zusammensetzung von 0,49 bis 0,52 % C, 0,18 bis 0,21 % Si, 0,84 bis 0,88 % Mn, 0,05 bis 0,06 % P, 0,04 bis 0,05 % S und 0,95 bis 1,02 % Cr ergaben Zugfestigkeitswerte von 89 bis 95 kg/mm² bei einer Dehnung von 8 bis 11 % bei 50 mm Meßlänge. Beim Schlagen mit einem Fallmoment von 3,7 m/t bei 1300 mm Auflageentfernung wurden Durchbiegungen bis zu 170 mm erreicht, ohne daß ein Bruch eintrat. Während bei gewöhnlichen Bessemschienen die Vorschrift besteht, daß nach drei Schlägen mit 3,7 m/t keine größere Durchbiegung als 140 mm eintreten darf, und im Durchschnitt 127 mm erreicht wurden, bewegte sich die Durchbiegung bei diesen Schienen nach dem dritten Schlag zwischen 69 und 94 mm.

Saure Siemens-Martin-Stahlschienen mit der Zusammensetzung: 0,47 bis 0,53 % C, 0,15 bis 0,27 % Si, 0,75 bis 0,85 % Mn, 0,03 bis 0,045 % P, 0,03 bis 0,04 % S und 0,8 bis 1,1 % Cr ergaben folgende Festigkeitswerte:

Zugfestigkeit	91 bis 103 kg/mm ²
Streckgrenze	50 „ 60 kg/mm ²
Dehnung	9 „ 15 %
Einschnürung	15 „ 30 %
Brinellhärte	260 „ 290.

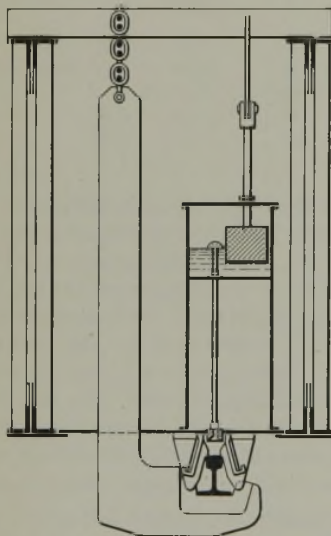


Abbildung 3. Schienenabschreckvorrichtung nach Sandberg.

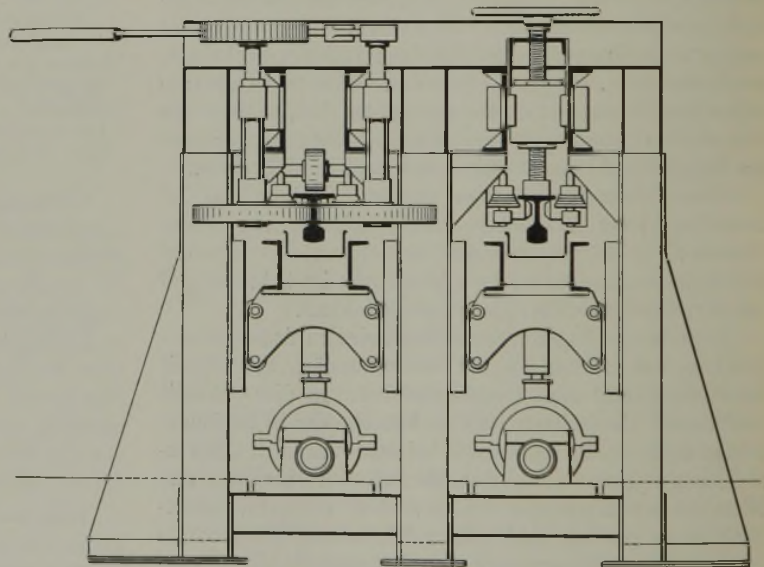


Abbildung 4. Schienenabschreckvorrichtung Neues Maisons.

Geschlagen wurden die Schienen, die ein Metergewicht von 41 und 43 kg hatten, zuerst mit 1,85 m/t, dann weiter mit 5,55 m/t, wobei sich folgende Durchbiegungen ergaben:

Zahlentafel 2. Durchbiegung an Schienen aus saurem Siemens-Martin-Stahl.

Profil	1. Schlag	2. Schlag	3. Schlag
Schlagmoment m/t	1,85	5,55	5,55
41 kg/m	15 bis 18	61 bis 66	107 bis 115
43 kg/m	11 bis 15	61 bis 61	84 bis 111

Das Verhalten der Schienen wird dahin gekennzeichnet, daß sie da eine aussichtsreiche Zukunft haben, wo hohe Beanspruchung herrscht.

In Amerika wurden von der Pennsylvania Steel Co. Schienen mit einem Vanadinhalt von 0,13 bis 0,17 % hergestellt. Diese Schienen hatten bei einer Zusammen-

setzung von 0,48 bis 0,56 % C, 0,65 bis 0,70 % Mn, 0,25 % Cr eine Festigkeit von 97 bis 102 kg/mm². Ueber das Verhalten dieser Schienen im Betrieb ist bisher nichts bekannt geworden. Der hohe Preis des Vanadins als Legierungsbestandteil dürfte die allgemeine Einführung solcher Schienen in Frage stellen.

Mit Titan behandelter Schienenwerkstoff ist früher ebenfalls in Amerika in größerem Umfange hergestellt worden. Hierbei trat allerdings das Titan weniger als Legierungsbestandteil in den Stahl ein, vielmehr wurde es als ein vorzüglich wirkendes Desoxydationsmittel für den flüssigen Stahl verwandt.

Der zweite Weg in der Erzeugung sehr verschleißfester Schienen besteht in der Ausnutzung der Eigenart des Stahles, daß sein Kleingefüge und seine physikalischen Eigenschaften durch geeignete Wärmebehandlung weitgehend beeinflußt werden können. Auf dieser Grundlage sind die bekannten Verfahren von Sandberg und Neues Maisons einerseits sowie das Verfahren der Maxhütte Rosenberg andererseits aufgebaut. Während sich die ersten beiden Verfahren die Tatsache zunutze machen, daß einem möglichst feinkörnig sorbitischen Gefüge hohe Verschleißfestigkeit entspricht, liegt das Wesen des Verfahrens der Maxhütte in der Erzielung einer sehr harten martensitischen Schienenkopfoberfläche. Sämtliche Schienenvergütungsverfahren haben dabei die Beibehaltung eines weichen Schienenfußes und -steges gemeinsam, um hierdurch der Schiene eine große Bruchsicher-

heit zu verleihen. Als Ausgangswerkstoff wird bei allen drei Verfahren fast ausschließlich ein Thomasstahl mit etwa 50 bis 65 kg/mm² Festigkeit benutzt, dessen Wärmebehandlung unter Ausnutzung der Walzhitze vorgenommen wird.

Auf die technische Ausbildung der Verfahren soll an dieser Stelle nur kurz eingegangen werden, da Einzelheiten aus dem einschlägigen Schrifttum zu ersehen sind. Bei dem Sandbergverfahren wird die zur Vermeidung einer Verformung in Pratzen und Puffer fest eingespannte Schiene mit einem gasförmigen Mittel (Dampf) so rasch abgekühlt, daß der Schienenkopf sorbitisch wird. Zur Durchführung des Verfahrens wird dabei die in der schematischen Schnittzeichnung (Abb. 3) wiedergegebene Abkühlungsvorrichtung benutzt.

Wenn auch das auf dem Hüttenwerk Neues Maisons ausgebildete Verfahren durch ein schon etwas schrofferes Abschrecken ausgezeichnet ist, so wird doch auch hierbei

Sorge getragen, daß die Schienenkopfhärtung nicht weiter als bis zur Sorbitbildung verläuft. Zur Ausführung der Schienenvergütung dient die in *Abb. 4* schematisch im Schnitt dargestellte Abschreckvorrichtung.

Im Gegensatz zu diesen beiden milden Abschreckverfahren erstrebt die Maxhütte durch schroffe Abschreckung die Bildung einer martensitischen Schienenkopfoberfläche. Bei diesem Verfahren wird die Schiene ebenfalls zur Vermeidung einer Verformung fest eingespannt und alsdann in eine feststehende Wasserrinne gebracht, in die an vielen Stellen durch eingebaute Düsen Wasser einfließt. Die Abschreckung wird dabei nur so weit getrieben, daß noch genügend Wärme in Fuß und Steg zurückbleibt, um durch Anlaßwirkung einen sanften Uebergang von der harten martensitischen Außenschicht zu dem weichen Kern des Kopfes und Steges zu erzeugen.

Die umstrittene Frage, ob dem höchsten Grad der Oberflächenhärtung oder dem milderen Härungsverfahren der Vorzug zu geben ist, hatte bei den Erzeugerwerken den Wunsch nach einer vergleichenden Untersuchung aufkommen lassen. Es sollte dabei gleichzeitig die Frage gelöst werden, ob durch schroffes Abschrecken unter Umständen die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes gefährdet werden kann. Durch Vereinbarung wurde als Prüfstelle die Versuchsanstalt der August-Thyssen-Hütte gewählt, der zur Untersuchung drei Schienen des Hüttenwerkes Neues Maisons und drei Schienen der Maxhütte, Rosenberg, eingesandt wurden. Ueber diese Untersuchungsergebnisse wurde schon von O. Pilz und H. Meyer³⁾ berichtet. Diese eingehenden Untersuchungen führten Pilz und Meyer zu dem Schluß, daß sowohl gegen die nach dem milden als auch nach dem schroffen Härungsverfahren hergestellten Schienen für ihre Betriebssicherheit keinerlei Bedenken bestehen. Diese Feststellung findet ihre Bestätigung in der Tatsache, daß sich

F. Melaun⁴⁾ aufgenommen. Obwohl dieses Verfahren heute keine praktische Bedeutung mehr besitzt, soll kurz darauf eingegangen werden, weil es wohl als der Vorläufer der weiter unten geschilderten anzusehen ist. Aus *Abb. 5* ist der Herstellungsgang zu ersehen. Durch den Trichter a wurde in den Teil b der Kokille ein Stahl von etwa 80 kg/mm² Festigkeit so lange gegossen, bis bei c durch eine kleine Oeffnung der Stahl überläuft. Hierauf wurde die Oeffnung c durch einen Stopfen verschlossen, und nach einer Wartezeit von etwa 5 bis 15 min, je nach Größe des Blockes, durch

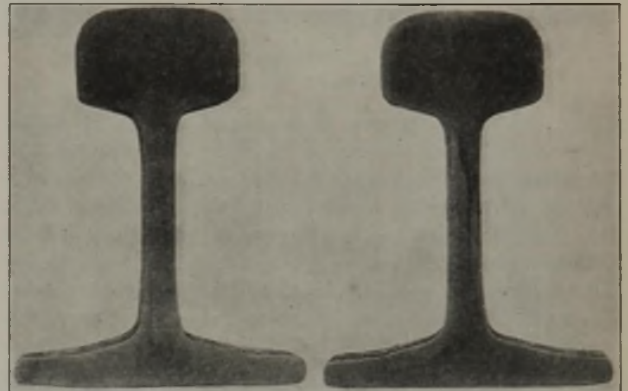


Abbildung 6. Schienen nach dem Melaun'schen Verfahren gegossen. (Primärätzung nach Heyn.)

denselben Trichter a weicher Stahl von etwa 50 kg/mm² Festigkeit nachgefüllt. Der so erhaltene Block wurde unter der Presse derart gestaucht, daß ein Walzknüppel entstand, der auf der einen Längsseite den harten Stahl aufwies. *Abb. 6* zeigt zwei solcher Schienen im Querschnitt. Die physikalischen Werte der so gewonnenen Schienen waren gut, aber der technischen

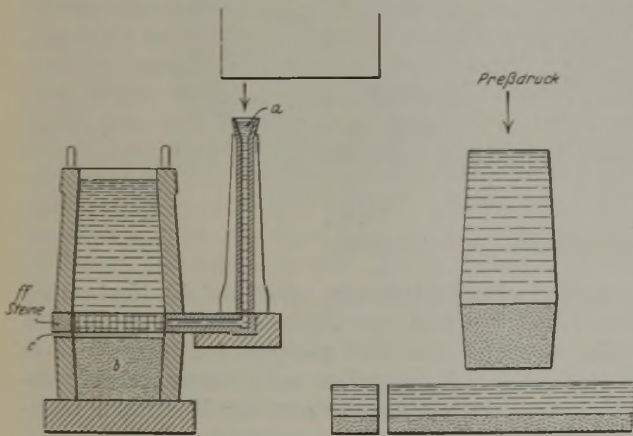


Abbildung 5. Verbundstahl-Gießverfahren (nach Melaun).

an Schienen mit martensitischer Lauffläche bisher keine Schienenbrüche eingestellt haben.

Der dritte Weg wurde von Werken beschritten, die sich der Herstellung von Verbundstahlschienen zuwandten. Der leitende Gedanke hierbei war, entsprechend den verschiedenen Aufgaben, die dem Schienenkopf einerseits und dem Steg und Fuß der Schiene andererseits im Betriebe zufallen, für jenen einen Werkstoff mit hoher Verschleißfestigkeit und für diesen einen mit hoher Zähigkeit zu wählen. Schon bei den alten schweißeisernen Schienen wurde derart nach diesem Grundsatz verfahren, daß harter und weicher Stahl im Paketierverfahren miteinander verschweißt wurden. Mit Flußstahl wurden die ersten Versuche in dieser Richtung schon vor dem Kriege u. a. nach dem Patent von

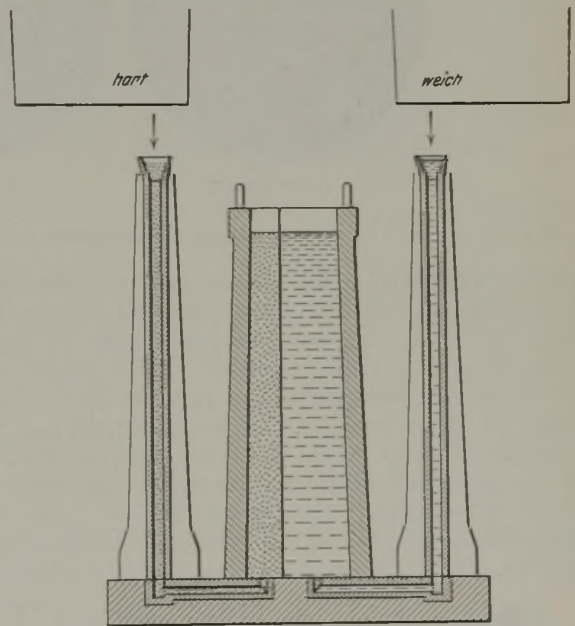


Abbildung 7. Verbundstahl-Gießverfahren (mit Trennwand).

Durchführung dieses Verfahrens im Großbetriebe standen so erhebliche Schwierigkeiten gegenüber, daß man über die Versuche nicht hinaus kam.

Im Laufe der Nachkriegszeit ist es einigen Werken gelungen, ähnliche Verfahren auszuarbeiten, die sich ohne

³⁾ St. u. E. 50 (1930) S. 1557/67.

⁴⁾ D. R. P. Nr. 277 292 vom 7. August 1914; Zus.-Pat. Nr. 287 443, 288 438, 288 440, 289 383 und 291 463.

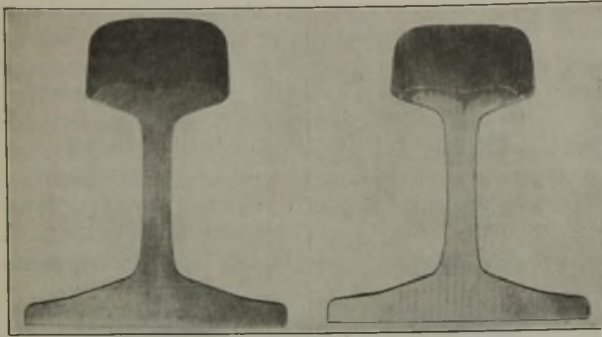


Abbildung 8. Verbundstahlschiene (mit Trennblech).
(Primärätzung nach Heyn.)

große Schwierigkeiten im Großbetriebe mit gutem Erfolg haben durchführen lassen. Zwei Arten von Verbundstahlschienen, die sich hauptsächlich nur in dem Herstellungsverfahren unterscheiden, mögen hier kurz erläutert werden. Aus herstellungstechnischen Rücksichten kann lediglich das Kennzeichnende der beiden Herstellungsverfahren in großen Zügen dargelegt werden. *Abb. 7* zeigt schematisch die Art des einen der beiden Gießverfahren. In der normalen Stahlwerkshokille sind als Trennwand ein oder mehrere dünne durchlöchernte Bleche angebracht. Das Gießen des harten und weichen Stahles erfolgt gleichzeitig aus zwei Pfannen, so daß der Flüssigkeitsspiegel in beiden Teilen der Kokille gleich hoch steht. Die Art und Dicke der Trennungswand

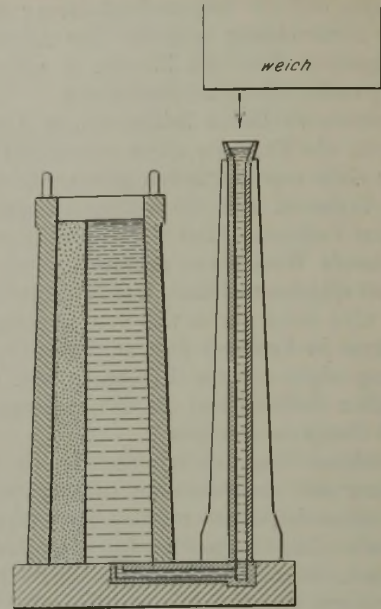


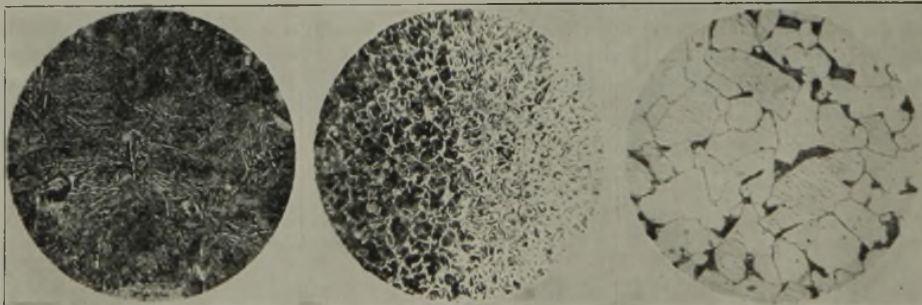
Abbildung 11. Verbundstahlgießverfahren (ohne Trennwand).

Werkstoff mit 110 bis 140 kg je mm² Festigkeit, Steg und Fuß haben dagegen 55 kg/mm² Festigkeit und hohe Dehnung. Die nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn

× 300

× 25

× 300



Harter Kopfteil
HNO₃

Uebergangsstelle
HNO₃

Weicher Kopfteil
HNO₃

Abbildung 9. Kleingefüge der Verbundstahlschiene (mit Trennblech).

muß so gewählt werden, daß einerseits ein Durcheinanderlaufen der beiden Stahlarten durch vorzeitiges Auflösen der Bleche verhindert wird, andererseits eine Gewähr für einen sanften Uebergang zwischen den beiden Stählen gegeben ist. *Abb. 8* zeigt die Querschnitte von Schienen, die die Verteilung der beiden Stahlarten auf Kopf, Steg und Fuß erkennen lassen. Aus diesen Querschnitten ist zu ersehen, daß des sanfteren Uebergangs wegen mehrere durchlöchernte Bleche als Trennwand verwendet wurden. *Abb. 9* läßt das Kleingefüge des Kopfes, der Uebergangsstelle und des Steges erkennen. Der Kopf besteht aus einem hochverschleißfesten

vorgenommenen Schlagproben sowohl auf den Kopf wie auf den Fuß hatten sehr gute Ergebnisse. *Abb. 10* zeigt derartige auf Kopf und Fuß geschlagene Schienen, und in *Zahlentafel 3* sind Ergebnisse von Schlagversuchen aufgeführt, die nicht nur mit den von der Reichsbahn vorgeschriebenen Arbeitsmomenten, sondern auch mit solchen bis zu 3 × 8000 m/kg durchgeführt worden sind.

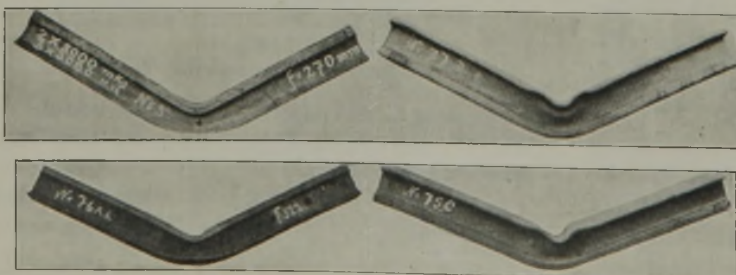


Abbildung 10. Schlagproben an Verbundstahlschienen (mit Trennblech).

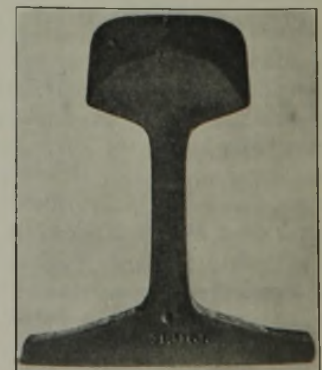


Abbildung 12. Verbundstahlschiene (ohne Trennblech).
(Primärätzung nach Heyn.)

Zahlentafel 3. Schlagversuche an Verbundstahlschienen (mit Trennblech).

Profil	Festigkeit kg mm ² Kopf/Fuß	Schlagmoment			Durch- biegung mm	Bruch- anzeigen oder Bruch
		mkg				
S 49	122/48	auf den Kopf	5000	3000	3000	
S 49	130/50	„ „ „	3000	3000	3000	322
S 49	115/54	„ „ „	5000	5000	3000	270
S 49	115/54	„ „ „	3000	3000		
S 49	120/48	„ „ „	8000	8000	8000	352
S 49	110/45	„ „ „	8000	8000	8000	390
S 49	120/48	„ „ Fuß	5000	5000	3000	
S 49	110/45	„ „ „	3000			185
S 49	110/45	„ „ „	8000	8000		246

Das zweite Herstellungsverfahren von Verbundschienen kann gewissermaßen als Mittelding zwischen dem letzteren und dem Melaun-Verfahren angesehen werden, da einerseits ohne Zwischenwand gearbeitet wird, und andererseits stehende, normale Stahlwerkskokillen benutzt werden. Aus *Abb. 11* geht die Art der Herstellung hervor. Das zuerst vergossene harte Kopfmaterial läuft gegen eine Abschreckplatte, die den Innenraum der Kokille in etwa gleicher Weise unterteilt wie die

der Schienenenerzeugung vollkommen erfaßt zu haben, zeigen, daß die Technik der Herstellung von Schienen mit hohem Verschleißwiderstand noch mitten in der Entwicklung steht. Wie weit die Schienen erzeugenden Werke den Wünschen der Eisenbahngesellschaften nachzukommen versuchen, geht aus den vorangegangenen Darlegungen ebenfalls hervor. Jedoch ist kaum daraus zu ersehen, mit welchen Kosten, Zeitaufwendungen und Mühen das

× 100

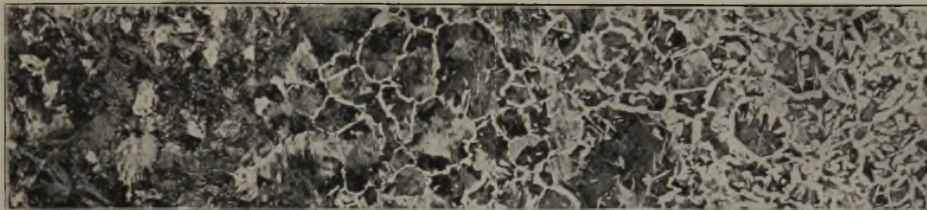


Abbildung 13. Kleingefüge der Verbundstahlschiene (ohne Trennblech).

Blechzwischenwände im zuletzt beschriebenen Verfahren. Kurz nach der Erstarrung wird die Abschreckplatte entfernt und der weiche Stahl steigend nachgegossen. Wie bei dem Melaun-Verfahren spielt hier die Zeit eine wichtige Rolle, denn auch hier muß durch eine Auflösung eines geringen Teiles des harten Werkstoffes und durch eine innige Mischung mit dem weichen eine gute Verschweißung mit sanftem Uebergang erreicht werden. Die Heynsche Phosphorätzung (*Abb. 12*) einer nach diesem Verfahren hergestellten Verbundschiene läßt die gute Verschweißung erkennen. *Abb. 13* zeigt den allmählichen Uebergang von der harten zur weichen Zone. Die Güte einer solchen Verbindung wurde so geprüft, daß man die Köpfe um 50% stauchte. Es traten keine Ablösungen in der Uebergangsschicht auf. Schlagproben, die nach den neuen Bedingungen der Reichsbahn ausgeführt wurden, wiesen beim Schlagen auf den Kopf 120 mm und mehr Durchbiegung auf, und beim Schlagen auf den Fuß wurden ähnliche Werte erhalten. Die Herstellungsverfahren für solche Schienen haben inzwischen dahingehende Aenderungen erfahren, daß nicht mehr gegen die in die Kokille eingesetzte Schreckplatte gegossen wird. Die Verbundschienen sind vielfach in stark beanspruchten Kurven und Strecken eingebaut worden, wo sie sich als gut verschleißfest erwiesen haben.

Diese Ausführungen, die keinen Anspruch darauf erheben sollen, das große Gebiet der neueren Fortschritte in

bisher Erreichte geschaffen wurde und welche Arbeiten noch zur Vervollkommnung der Verfahren bevorstehen. Auch muß es der Zukunft überlassen bleiben, nach welchem Verfahren hergestellte Schienen den höchsten Wirtschaftlichkeitsgrad sowohl für die Schienen erzeugende Industrie als auch für die Schienenverbraucher haben werden.

Zusammenfassung.

Es werden die Ursachen besprochen, die zur Entwicklung eines Schienenwerkstoffes mit höherer Festigkeit und geringerem Verschleiß führten. Dies Ziel läßt sich auf drei Wegen erreichen: einmal durch Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Schienenwerkstoffes, dann durch Wärmebehandlung nach dem Walzen und schließlich durch Verwendung zweier Stahlsorten verschiedener Festigkeit derart, daß der härtere Stahl den Kopf oder wenigstens seinen Oberteil, der weichere dagegen Steg und Fuß bildet.

Nach einem Hinweis auf die großen Schwierigkeiten beim Walzen (Walztemperatur und Abkühlung) werden kurz einige Erfahrungen ausländischer Eisenbahngesellschaften mit legierten Schienen mitgeteilt. Weiter werden Verfahren besprochen, die zur Verbesserung der Güteeigenschaften auf dem Wege der Wärmebehandlung führen.

Zum Schluß wird auf die Herstellung von Verbundstahlschienen nach den bekannten Verfahren mit und ohne Trennblech eingegangen und deren Festigkeitseigenschaften in den verschiedenen Zonen des Schienenquerschnitts besprochen.

Perlitischer Manganstahl als Schienenbaustoff.

Von Dr.-Ing. Alfred Pohl in Wien¹⁾.

(Allgemeine Anforderungen. Untersuchungen an Kohlenstoff- und Manganstahl. Zerreiß-, Schlag- und Kerbzhigkeits- und Verschleißprüfung. Versuchsstrecken. Ergebnisse und Folgerungen.)

Die Entwicklung des Eisenbahnverkehrs hat die verschiedenen Bahnverwaltungen genötigt, der wirtschaftlich hochbedeutsamen Frage des Verschleißes von Rad und Schiene besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Das Lebensalter einer Schiene, das vor nicht zu langer Zeit mit ungefähr 40 Jahren berechnet wurde, sank seit der Jahrhundertwende infolge der ständig angewachsenen Beanspruchungen immer mehr herab, und schließlich war man in besonders stark beanspruchten und krmmungsreichen Bergstrecken genötigt, einzelne Schienen nach einer nicht einmal einjährigen Liegezeit auszubauen. Das zwang zu Maßnahmen, die vorerst in einer Verstärkung des Profils, später in einer Erhöhung der Festigkeit bestanden. Diese Entwicklung von äußerer Form und Stoff der Schiene wurde auch weiterhin verfolgt und einerseits durch eine mehr oder minder beabsichtigte Verminderung des Flchendrucks, andererseits durch eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß die Bekämpfung der Abnutzung versucht.

Bei den ehemaligen Oesterreichischen Staatsbahnen mußte das für die Hauptstrecken angewendete Profil Xa mit 125 mm Höhe und 58 mm Kopfbreite schrittweise dem Profil A weichen, mit 140 mm Höhe und 68 mm Kopfbreite und einem um 8 kg höheren Metergewicht von 44 kg. Eine wohlgedachte, die Vorgänge bei der Erzeugung des Stahles berücksichtigende Art der Probenahme gelegentlich der Abnahmeprüfungen bei dieser Bahnverwaltung diente neben der Wahrung der Betriebssicherheit letzten Endes ebenfalls dem Ziele der Hebung des Verschleißwiderstandes.

Durch die Aufteilung der früheren Monarchie sind dem heutigen Oesterreich vorzugsweise Bahnen mit langen und starken Steigungen und mit krmmungsreichen Strecken verblieben, deren Anlageverhltnisse allein schon besondere, auf die Verminderung der Abnutzung gerichtete Vorkehrungen nötig machen. In dieser Hinsicht ist die Frage der Herstellung sogenannter verschleißfester Schienen und Radreifen eine besondere sterreichische Angelegenheit, die wegen der wohl unausbleiblichen Erhöhung der Achslasten auch dringlich geworden ist.

Von der Verwaltung der Oesterreichischen Bundesbahnen sind in dieser Richtung besondere Maßnahmen bereits durchgeführt worden oder in Durchführung begriffen. Die frühere Dreiteilung des Radreifenwerkstoffes für Lokomotiven, Tender und Wagen mit den Festigkeitsgrenzen von 75 bis 85, 65 bis 75 und 55 bis 65 kg/mm² wurde verlassen und zu einer Zweiteilung — für Lokomotiven und Tender mit 75 bis 85 einerseits und für Wagen mit 65 bis 75 kg andererseits — gegriffen, wobei für eine Uebergangszeit nur Reifen von 75 bis 85 kg Festigkeit, also auch für Wagen, erzeugt werden. Hier hat demnach eine bedeutende Erhöhung der Festigkeit Platz gegriffen, die im Verein mit einer strengeren Festsetzung des Reinheitsgrades zu einer Steigerung des Verschleißwiderstandes der Radreifen führen soll. Beim Oberbau stehen wir am Beginne der Einführung der Schienenform B mit einer Höhe von 148 mm, schrägen Kopfseitenflchen und einem gegenüber der früheren Form A um 5 kg höheren Metergewicht von 49 kg.

Außerdem hat die Verwaltung der Oesterreichischen Bundesbahnen, einer Anregung der Alpinen Montangesell-

schaft folgend, die Gelegenheit der Aufnahme der Elektrostahlerzeugung in Donawitz wahrgenommen, um die Herstellung eines besonders widerstandsfähigen Schienenstahles ins Auge zu fassen. Die zu erwartende Ueberlegenheit des reineren, besonders zusammengesetzten Stahles mit einer den bisherigen Durchschnitt übersteigenden Festigkeit sollte sowohl in seiner Betriebssicherheit als auch in seinem Verhalten unter besonders schwierigen Betriebs- und Anlageverhltnissen erprobt werden, um für eine Einführung die nötigen technologischen und wirtschaftlichen Unterlagen zu schaffen. In Verhandlungen zwischen der Bahnverwaltung und dem Lieferwerk würde vereinbart, eine Anzahl der auf den laufenden Vertragsabschluß zu liefernden Schienen durch Verwalzen eines besonders zusammengesetzten und im Elektroofen erschmolzenen Stahles zu erzeugen und diese Schienen im Verein mit solchen gewöhnlicher Zusammensetzung aus dem Siemens-Martin-Ofen auf besonders schwierigen Strecken der Arlberg- und Semmeringbahn zu verlegen. Laufende Messungen hatten die Veränderungen des Profils unter der Einwirkung der rollenden Lasten festzustellen.

Von dem Lieferwerk wurden acht Elektrostahlschmelzungen gemäß der in *Zahlentafel 1* angefuhrten Zusammensetzung geliefert. Der Zusammensetzung nach gehört der Stahl in das Gebiet der perlitischen Mangansthle.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung der Schienen.

Schmelzungs-Nr.	C %	Si %	Mn %	P %	S %
Elektrostahlschienen:					
3 791	0,55	0,16	1,62	0,015	0,018
3 788	0,56	0,19	1,68	0,022	0,020
3 801	0,59	0,27	1,66	0,022	0,018
3 786	0,59	0,21	1,74	0,020	0,020
3 739	0,62	0,22	1,70	0,021	0,021
3 745	0,65	0,21	1,74	0,023	0,012
3 794	0,66	0,17	1,65	0,021	0,021
3 953	0,72	0,21	1,89	0,021	0,021
Vergleichsschienen aus Siemens-Martin-Stahl:					
13 283	0,54	0,08	0,81	0,048	0,042
13 287	0,50	0,09	0,92	0,059	0,051
13 294	0,54	0,07	0,83	0,065	0,054

Die Festigkeitseigenschaften wurden an Zugproben aus dem oberen und unteren Ende je eines Walzstabes jeder Schmelzung bestimmt. Hierbei wurden Proportionalstbe von 10 mm Dmr. und 100 mm Meßlänge aus der Schienenkopfmittle verwendet, weil sich gezeigt hatte, daß die üblichen Rundstäbe von 20 mm Dmr. vermutlich infolge vorhandener Eigenspannungen vorzeitig reißen. Diese zusätzlichen Spannungen wären durch die ungleichmäßige Abkühlung zu erklären, die durch die Stoffanhufung im Schienenkopfe hervorgerufen werden. Diese Spannungen sind auch bei Schienen aus Kohlenstoffstahl nachzuweisen, sie werden aber bei dem perlitischen Manganstahl noch durch sein geringeres Wärmeleitvermögen vermehrt. Der Einfluß der Spannungen ist aber so gering, daß schon die Herstellung 10 mm starker Rundstäbe ohne jede weitere Vornahme genügt hat, den bei den 20-mm-Rundproben auftretenden

¹⁾ Vortrag, gehalten vor der Hauptversammlung der Eisenhütte Oesterreich in Leoben.

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Zugversuche.

Schmelzungs-Nr.	Walzstückende	Zugfestigkeit	Einschnürung	Bruchdehnung
		kg/mm ²	%	%
Elektrostahlschienen:				
3 791	A	85,7	42,6	13,0
3 791	Z	84,3	46,1	14,0
3 788	A	90,1	44,0	13,5
3 788	Z	90,1	44,6	12,5
3 801	A	92,1	38,5	12,0
3 801	Z	90,4	40,0	12,0
3 786	A	93,8	41,0	12,0
3 786	Z	90,1	40,4	13,0
3 739	A	93,0	42,2	13,0
3 739	Z	93,8	38,5	13,0
3 745	A	95,5	42,2	11,0
3 745	Z	95,5	27,7	12,0
3 794	A	98,0	23,5	11,0
3 794	Z	94,5	21,6	9,5
3 953	A	100,7	14,2	8,0
3 953	Z	100,0	22,7	9,5
Vergleichsschienen aus Siemens-Martin-Stahl:				
13 283	A	70,7	16,5	11,0
13 283	Z	68,5	21,8	13,0
13 287	A	73,9	18,5	11,0
13 287	Z	72,4	21,8	13,5
13 294	A	75,7	15,3	11,0
13 294	Z	62,6	20,0	12,0

vorzeitigen Bruch zu verhindern. Derartige Wärmespannungen könnten Bedenken gegen die Wahl härterer und besonders manganreicherer Stähle erwecken. Die Ergebnisse der Schlag- und Kerbschlagproben werden aber zeigen, daß diese Besorgnisse nicht begründet sind.

Aus den Ergebnissen der Zugversuche (Zahlentafel 2) geht vor allem die hohe Lage der Zugfestigkeit hervor, die in erster Linie durch den Kohlenstoffgehalt bestimmt wird. Die Werte der Einschnürung mit durchschnittlich 36 % überragen die der Kohlenstoffstahlschienen mit durchschnittlich 73 kg/mm² Festigkeit, 18 % Einschnürung und 12 % Dehnung um ungefähr 100 %. Da die Einschnürung den Maßstab für die Beurteilung der Formänderungsfähigkeit gibt, so sind auch günstige Ergebnisse der Schlagproben zu erwarten. Die Bruchdehnungen halten sich in ungefähr gleicher Höhe wie die der um 15 bis 30 kg weicheren Schienen aus Kohlenstoffstahl.

Die für den Widerstand gegen Verformung wichtige Streckgrenze wurde als 0,2 %-Grenze bestimmt. Das Streckgrenzenverhältnis, gemessen an der Beziehung der 0,2-Grenze zur Zugfestigkeit, beträgt bei den Manganstahlschienen 54 bis 56 %, während es bei den Schienen aus Kohlenstoffstahl, die als Vergleichsschienen in die Versuchsstrecken eingebaut sind, mit 49 bis 52 errechnet wird.

Zu den vorgenommenen Feinmessungen zur Feststellung der Elastizitätsgrenze ist zu bemerken, daß die 0,001-Grenze nach den Vorschriften des Internationalen Materialprüfungsverbandes erhebliche Schwankungen aufwies. So wurde diese Grenze bei Schmelzung 3745 mit 35,09, bei 3791 mit 26,85 und bei 3888 mit 9,05 kg/mm² festgestellt. Die 0,003-Grenze nach den Vorschriften des Materialprüfungsamtes in Berlin-Dahlem lag bei den angegebenen Schmelzungen bei 38,19, 31,30 und 15,01 und die 0,03-Grenze nach Krupp bei 43,13, 38,43 und 42,88 kg/mm². Wie auch aus diesen Ergebnissen hervorgeht, hängt die Elastizitätsgrenze infolge der nicht einheitlichen Art ihrer Bestimmung von der angewendeten Meßgenauigkeit ab; ihre Bedeutung als kennzeichnende Werkstoffeigenschaft wird dadurch beeinträchtigt. Für die Verwendung des Stahles haben die angegebenen Zahlen mehr einen statistischen Wert.

Nach P. Ludwik wird die Brüchigkeit eines Stoffes durch das Verhältnis des Reißwiderstandes zum Gleitwiderstand gekennzeichnet, während die übliche Beurteilung nach Festigkeit und Dehnung keine Erklärung für das eigentümliche Verhalten dehnbare Metalle gibt, bei Beanspruchungen oft ohne vorhergehende Verformung plötzlich zu brechen. Bei dem perlitischen Manganstahl beträgt das Verhältnis der Reißfestigkeit zur Zugfestigkeit 1,51, während es bei den Vergleichsschienen aus Kohlenstoffstahl 1,28 ausmacht.

Um das Verhalten der Schienen aus Manganstahl gegenüber Stoßbeanspruchungen in möglichst umfassender Weise klarzulegen, wurden die in den Lieferbedingungen vorgesehenen Schlagversuche nicht nur in der vorgeschriebenen Anzahl von 1 % durchgeführt, sondern aus jedem einzelnen Walzstück jeder Schmelzung Proben aus dem oberen und unteren Ende entnommen und dem Schlagversuch unterworfen. Dadurch ergab sich eine Erhöhung der Probenanzahl auf durchschnittlich 60 % der zur Verwendung gelangten Schienen. Jeder Versuch mit herausgearbeiteten Proben läßt nur in beschränkter Weise einen Schluß auf das Verhalten der Schiene als Ganzes zu, bei dem Kerbschlagversuch insbesondere ist eine derartige Folgerung wegen der Nichtanwendbarkeit des Ähnlichkeitsgesetzes überhaupt ausgeschlossen. Somit stellt der Schlagversuch die einzige Möglichkeit dar, einen Anhalt für das Verhalten der Schienen gegenüber Gewaltbeanspruchungen im Betriebe zu erhalten. Die Ergebnisse beantworten auch die Frage, wieweit die Sicherheit bei den Manganstahlschienen höherer Festigkeit im Vergleich zu den bisher verwendeten Schienen gewahrt ist.

Die Schlagversuche wurden mit einem Fallgewicht von 500 kg derart durchgeführt, daß der erste Schlag aus einer Höhe von 6 m, die folgenden Schläge aus einer Höhe von 2,5 m die Schiene in der Mitte der 1 m voneinander entfernten Auflager trafen. Es wurde für die Manganstahlschienen von der im Kriege eingeführten Bestimmung Gebrauch gemacht, die noch heute bei der Durchführung aller Schlagproben Anwendung findet, wonach bei Schmelzungen mit mehr als 75 kg/mm² Festigkeit der Schlagversuch als entsprochen zu gelten hat, wenn die Probe 10 Schläge mit dem für jeden Schlag festgesetzten Moment ohne Rücksicht auf die erreichte Durchbiegung und ohne zu brechen ertragen hat. Bei Schienen unter 75 kg/mm² Festigkeit wird die Erreichung einer Durchbiegung von 86 mm bei der Form A ohne Bruch verlangt.

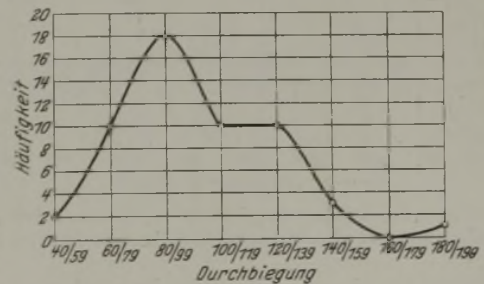


Abbildung 1. Häufigkeit der Durchbiegungen nach dem letzten Schlag des Schlagversuches.

Unabhängig von der Vorschrift wurden im vorliegenden Falle die Schlagversuche bis zum Bruch durchgeführt, wenn nicht vorher wegen zu großer Durchbiegung oder seitlicher Verwindung die Versuche eingestellt werden mußten. Sämtliche Proben haben den gestellten Anforderungen entsprochen. Die erreichten Durchbiegungen schwanken zwischen 67 mm und 194 mm. Der häufigste Wert lag zwischen 80 und 100 mm (Abb. 1).

Eine weitere Schmelzung mit 0,76 % C, 1,97 % Mn und 0,21 % Si, mit einer Festigkeit von 112 kg/mm², entsprach zwar ebenfalls den Bedingungen des Schlagversuches; die betreffenden Schienen erwiesen sich aber als so stark federnd, daß sie nicht geraderichtet werden konnten. Sie gingen nach dem Richten wieder in ihre ursprüngliche Krümmung zurück. Aus diesem Grunde muß die obere Festigkeitsgrenze für Schienen aus perlitischem Manganstahl auf ungefähr 100 kg/mm² beschränkt werden, und zwar wird diese Grenze nicht durch mangelnde Zähigkeit

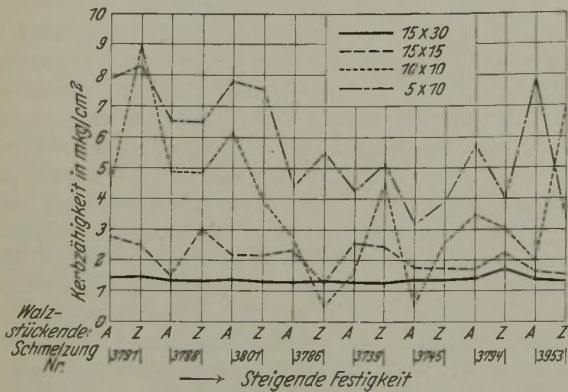


Abbildung 2. Kerbschlagversuche mit verschiedenen Schlagquerschnitten und einheitlichem Rundkerb (4 mm Dmr.).

beim Schlagversuch, sondern nur durch die Unmöglichkeit des Richtens bestimmt.

Um ein möglichst umfassendes Bild von dem Verhalten des Manganstahles zu erhalten, wurden auch Kerbschlagproben ausgeführt. Zur Verwendung kam die große Probe des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik mit dem Schlagquerschnitt 30 × 15 mm, ferner die quadratische Probe 15 × 15 mm und schließlich zwei weitere Proben mit dem Schlagquerschnitt von 10 × 10 und 10 × 5 mm, stets bei Anwendung der Rundkerbe mit einem

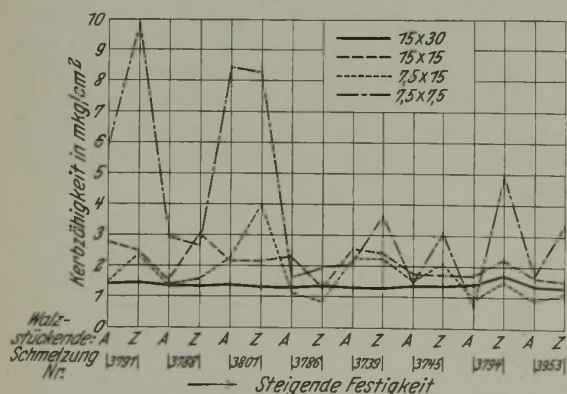


Abbildung 3. Kerbschlagversuche mit verschiedenen Schlagquerschnitten und einheitlichem Rundkerb (4 mm Dmr.).

Durchmesser von 4 mm. Alle Versuche wurden an einem Pendelhammer von 100 mkg Arbeitsinhalt mit einer Schlaggeschwindigkeit von 6,84 m/s bei der Temperatur von 20 ° vorgenommen. Wie aus der Abb. 2 hervorgeht, zeigt die Linie für den Schlagquerschnitt 15 × 30 mm kaum eine ausgesprochene Richtung, trotzdem die Schmelzungen von links nach rechts nach steigender Festigkeit angeordnet sind. Die Verringerung der Breite der Probe führt zu höheren Werten.

Aus den Ergebnissen könnte der Schluß gezogen werden, daß die Zunahme der Kerbzähigkeit mit der Verkleinerung

des Schlagquerschnittes auf den Einfluß der schon mehrfach besprochenen Spannungen zurückzuführen wäre. Es wurde daher eine weitere Versuchsreihe mit anderen Querschnitten vorgenommen (30 × 15, 15 × 15, 15 × 7,5 und 7,5 × 7,5 mm). Beim Vergleich der Linien der beiden doppeltbreiten Querschnitte in Abb. 3 zeigt sich, daß die Kerbzähigkeiten für den Schlagquerschnitt 7,5 × 15 mm zum großen Teil tiefer, zumindest aber nicht wesentlich höher liegen als die Werte des ähnlich veranlagten, aber größeren Querschnittes 15 × 30. Erst der Uebergang zum quadratischen Querschnitt 7,5 × 7,5 liefert dann weitere Steigerungen. Es ist demnach zu ersehen, daß nicht die Verschwächung des Querschnittes die Erhöhung der Kerbzähigkeit bedingt, sondern der auch sonst zu Recht bestehende Einfluß des Spannungszustandes im Kerbgrunde. Das beweist, daß die Folgen der Abkühlspannungen hinter der gesetzmäßigen Einwirkung der Probenbreite zurückstehen.

Kerben und schroffe Querschnittsübergänge kommen bei gewöhnlichen Fahrstienen kaum vor. Wenn man von der Verschwächung durch die Laschenlöcher absieht, so sind Kerben eigentlich nur durch Zufallsverletzungen denkbar, die aber leider nicht gänzlich vermieden werden können. Daher ist es an sich wichtig, das Verhalten der Schienen gegenüber stoßweise wirkenden Gewaltbeanspruchungen bei Vorhandensein von Kerben zu untersuchen. Da nun aber nach dieser Richtung nicht leicht zahlenmäßige, mit den Betriebsverhältnissen im Einklang stehende Forderungen erhoben werden können, und der Kerbschlagversuch infolge der Nichtanwendbarkeit des Aehnlichkeitsgesetzes einen Schluß auf das Verhalten der Schiene selbst nicht zuläßt, so bleibt allein übrig, die Kerbzähigkeit mit der des im Betriebe vielfach erprobten Kohlenstoffschienenstahles zu vergleichen. Hierbei ergibt sich, daß der perlitische Manganstahl mit seiner um durchschnittlich 20 kg/mm² höheren Festigkeit, an der Probe des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik gemessen, ungefähr die gleiche Kerbzähigkeit aufweist wie der normale Kohlenstoffschienenstahl.

Es wurde auch versucht, mit einfachen Mitteln einen Einblick in die Wirksamkeit von Kerbverletzungen an den Manganstahlschienen selbst zu gewinnen. Dazu wurden Schienenstücke mit kalt eingeschlagenen Nummernbezeichnungen einem absichtlich verschärften Schlagversuch unterzogen. Hierbei wurden die Probestücke nicht stehend, sondern liegend derart geschlagen, daß der Steg den Schlag aufnehmen mußte und die am Steg angebrachte Kerbverletzung auf der Zugseite zu liegen kam. Die Schlagversuche wurden mit dem größten vorgeschriebenen Fallmoment möglichst bis zum Bruche der Proben fortgesetzt, und es hat sich gezeigt, daß die sonst festgestellte Zähigkeit trotz der bedeutenden Verschärfung der Versuchsbedingungen keine Abnahme erfahren hat. Bei jenen Versuchen, die bis zum Bruche fortgeführt wurden, hat der Bruchverlauf durch die absichtlich etwas außerhalb der Schlagmitte gelegte Kerbverletzung keine Ablenkung erfahren. Wenn auch nicht außer acht gelassen werden darf, daß die gefährliche Einwirkung von Kerben vor allem auf dem Gebiete der Dauerbeanspruchung zu suchen ist, so ergeben diese Versuche doch neuerlich einen praktischen Beweis für die Betriebssicherheit der untersuchten Schienen.

Die Schienen erfahren ebenso wie die meisten anderen Bauwerksteile Beanspruchungen durch bewegte Lasten, und die den Gestaltungsarbeiten zumeist allein zugrunde gelegten Inanspruchnahmen durch ruhende Lasten bilden für gewöhnlich die Ausnahme. Bei der Schiene bestimmt die Achsfolge und Radlast sowie die Zuggeschwindigkeit die

Lastwechselfolge und Größe der Wechselbeanspruchung. Die Größe der Lastwechselamplitude läßt sich wohl kaum rechnerisch bestimmen, da sie auch von der Nachgiebigkeit der Bettung und den Anlageverhältnissen überhaupt abhängig ist. Diese Amplitude erreicht wahrscheinlich schon meßbare Werte, bevor die erste Last über die beobachtete Stelle der Schiene rollt, da der eigentlichen Betriebsbeanspruchung Wellen elastischer Bewegungen voraneilen und ihr auch folgen. Die Messung der Dauerbeanspruchung im Betriebe kann im Wege von Dehnungsbestimmungen erfolgen, die heute bei einer sinnreichen Anwendung von Hochfrequenzströmen durchführbar sind.

Die Dauerfestigkeit des Manganstahles wurde auf einer Dauerbiegemaschine Bauart Schenck ermittelt, und zwar wurde die Dauerfestigkeit an Stäben der Schmelzung 3788 bestimmt, also an einer Schmelzung mit der zweitniedrigsten Festigkeit von ungefähr 90 kg/mm^2 . Diese Wahl wurde mit der Absicht getroffen, die kleinste Dauerfestigkeit der weitaus meisten Schmelzungen festzustellen. Aus dem Schaubilde des Kurzversuches (Abb. 4) wäre die Lage der

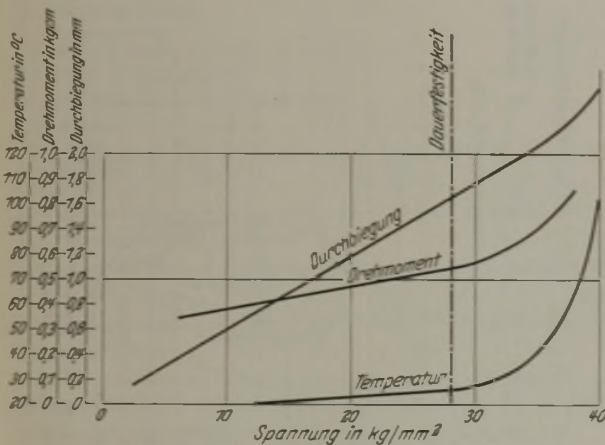


Abbildung 4. Ermittlung der Dauerfestigkeit durch das Abkürzungsverfahren (Schmelzung Nr. 3788).

Dauerfestigkeit mit einem höheren Betrage einzuschätzen, als sie durch die Versuche tatsächlich bestimmt wurde. Abgesehen davon, daß der Kurvenverlauf noch keinen sicheren Schluß auf die Lage der Schwingungsfestigkeit gestattet, spielt im vorliegenden Falle die Art der Probenahme eine Rolle. Die Stäbe für die Bestimmung der Dauerfestigkeit wurden nämlich dem oberen Ende eines Walzstabes entnommen, der durch nichtmetallische Einschlüsse stärker verunreinigt ist. Nun beeinflussen Schlackeneinschlüsse die Dauerfestigkeit in ähnlicher Weise wie Oberflächenverletzungen oder Kerben. Da sich im Kurzversuch diese inneren Kerben noch nicht auswirken können, so zeigen die Kurven mehr die Eigentümlichkeiten des reinen Stoffes, wie er am unteren Ende eines Walzstabes zu finden ist. Im Dauerversuch hingegen sind die Schlackeneinschlüsse gleichsam die Impfstellen für die Zermürbung des Stoffes; die Dauerfestigkeit wird durch sie unter Umständen erniedrigt. Der gefundene Wert von 28 kg/mm^2 ist demnach als ein besonders tief liegender der untersuchten Schmelzung anzusehen. Da die Werte der Zugfestigkeit von 7 der 8 untersuchten Schmelzungen höher liegen, so hat man damit auch den ungünstigsten Wert der Dauerfestigkeit der weitaus meisten Versuchsschienen überhaupt festgelegt. Das Verhältnis der Schwingungsfestigkeit zur halben Summe aus Fließgrenze und Zugfestigkeit, das nach Stribek 0,57 betragen soll, wird hier mit 0,42 errechnet. Die Abweichung gegenüber der Stribekschen Formel beträgt demnach 26%. Die Schwan-

kung zwischen der rechnerischmässig ermittelten und der versuchsmässig bestimmten Dauerfestigkeit beträgt nach Ludwik 17%. Die hier gefundene größere Abweichung von 26% ist auf die schon erörterte Probenahme zurückzuführen.

Der Dauerfestigkeit des polierten Stabes kommt wegen der in der Praxis unvermeidlichen Verletzungen und Querschnittsübergänge eine mehr theoretische Bedeutung zu. Wichtiger ist die Dauerfestigkeit des gekerbten Stabes, die einen Mindestwert darstellt, mit dem der Konstrukteur unter allen Umständen rechnen kann. P. Ludwik und R. Scheu²⁾ hatten festgestellt, daß sich der Einfluß der von ihm angewandten Kerbform in einer schärferen Herabsetzung der Dauerfestigkeit äußert als der aller andern Kerben und Oberflächenverletzungen. Die Eigenart des von ihm zur Herstellung der Kerben verwendeten Werkzeuges ermöglicht die Herstellung einer stets gleichen Kerbe und erfüllt damit erst die Voraussetzung zur Vergleichung der Kerbempfindlichkeit der verschiedenen Metalle. Im vorliegenden Falle wurde die Dauerfestigkeit der nach Ludwik gekerbten Stäbe aus der Schmelze 3788 mit 26 kg/mm^2 festgestellt. Es liegt somit eine sehr geringe Kerbempfindlichkeit von 3,5% vor, die bei andern, auch legierten und vergüteten Stählen nur selten festzustellen ist. Dies ist allerdings nicht nur als eine Eigenart des perlitischen Manganstahles zu werten, sie wird auch zum Teil durch die schon erwähnte Art der Probenahme erklärt.

Wenn die an dem perlitischen Manganstahl gefundenen Werte denen der Vergleichsschienen aus Kohlenstoffstahl gegenübergestellt werden, so ergibt sich folgendes Bild: Die Dauerfestigkeit des Kohlenstoffstahles mit 73 kg/mm^2 Festigkeit beträgt 28 kg/mm^2 , liegt also in gleicher Höhe wie die des Manganstahles. Die Dauerfestigkeit des gekerbten Stabes beträgt 23 kg/mm^2 , gegenüber 26 kg/mm^2 beim Manganstahl.

Das Bruchaussehen von Zugproben aus Manganstahlschienen unterscheidet sich insofern von dem üblichen Schienenstahl, als jene ein mehr feinkörniges Gefüge zeigen als diese. Aetzungen auf Seigerungen zeigen in Schienenkopfmitte Andeutungen von Blockseigerungen und einer leichten Seigerungsstreifung im Steg. Doch sind diese Seigerungen so wenig ausdrucksvoll, daß sie durch Lichtbildaufnahmen nicht festgehalten werden konnten. Das Kleingefüge ist in allen Teilen des Querschnittes vorwiegend sorbitisch mit feinstreifigem Perlit und kleinen Ferritresten. Es ist dem Mangangehalte zuzuschreiben, daß das als verschleißfest erwiesene Sorbitgefüge im Wege der gewöhnlichen Abkühlung, also ohne zusätzliche Wärmebehandlung erhalten wird. Die Schienen aus Manganstahl unterscheiden sich hiermit vorteilhaft von denjenigen, bei denen sorbitisches oder martensitisches Gefüge durch eine Wärmebehandlung erzeugt wird.

Die aus dem Eisenbahnbetriebe geschöpften Erkenntnisse und die Ergebnisse der nach verschiedenen Verfahren vorgenommenen laboratoriumsmässigen Abnutzungsversuche, besonders aber die aus der Beobachtung von Versuchsstrecken gewonnenen Erfahrungen haben dem Technologen Unterlagen zur Verfügung gestellt, die es gestatten, aus der Veranlagung eines Stoffes gewisse Schlüsse auf den zu erwartenden Abnutzungswiderstand zu ziehen. Wenn der perlitische Manganstahl auf diese Zusammenhänge untersucht wird, so ist vor allem die günstige Lage der Streckgrenze festzustellen. Die Streckgrenze liegt sowohl absolut als auch im Verhältnis zur Zugfestigkeit höher als bei den bisher verwendeten Kohlenstoffschienenstählen. Damit ist

²⁾ Dauerversuch mit Metallen. Metallwirtsch. 8 (1929) S. 1/5.

die Gewähr geschaffen, daß die Flächendrücke zwischen Rad und Schiene nicht zu einem Verdrücken des Profiles führen, bevor die Randschicht des Schienenkopfes ein genügendes Maß an Kalthärtung durch den Betrieb angenommen hat. Weiter kommt der Festigkeit eine wichtige Bedeutung zu. Die Kenntnis der Härte eines Stoffes allein genügt noch nicht zur Beurteilung seines Verschleißwiderstandes. Richtig wäre es, den Verschleißwiderstand auch mit dem Kalthärtungsvermögen in Beziehung zu bringen. Darüber gibt *Abb. 5* Aufschluß. Je höher der Beginn dieser Schaulinie liegt und je steiler sie ansteigt, um so günstiger ist unter sonst gleichen Verhältnissen der Verschleißwiderstand zu beurteilen. Beim Manganstahl beginnt die Spannungs-Verformungs-Kurve höher als beim Kohlenstoffstahl, und der steilere Anstieg veranschaulicht das stärkere Kalthärtungsvermögen. Für das Verhalten der an der Fahrfläche befindlichen Kristalliten ist das Formänderungsvermögen des Stoffes und sein Reinheitsgrad dafür entscheidend, ob das Reckgefüge früher oder später zur Abtragung gelangt, die

die Beobachtungen und Messungen an den Schienen mit den Ergebnissen der Verschleißversuche in Beziehung zu bringen.

Das Verfahren nach Amsler gestattet wohl eine weitgehende Nachahmung der Betriebsvorgänge, die Herstellung der scheibenförmigen Proben bedeutet aber wegen der besonderen Verhältnisse der Schienen einen Nachteil. Es ist z. B. nicht möglich, den Verschleiß des Randstahles von dem des Kernstahles getrennt zu erheben, weil bei der Herstellung der Proben aus dem Schienenkopf bald dieser und bald jener angeschnitten wird. Das führt unter Umständen während des Versuches zu ungleichmäßiger Abnutzung der Scheiben und zu Riffelbildungen. Auch ist die lange Dauer eines Versuches der Durchführung großer Prüfreihen hinderlich. Demgegenüber hat die Maschine der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Bauart Spindel, den Vorteil der zweckmäßigen und einfachen Probenherstellung und der kurzen Versuchsdauer. Die Herstellung eines Einschliffes in den zu prüfenden Stoff mit einer runden Blechscheibe gibt in den Abmessungen dieses Einschliffes einen neuen Maßstab zur

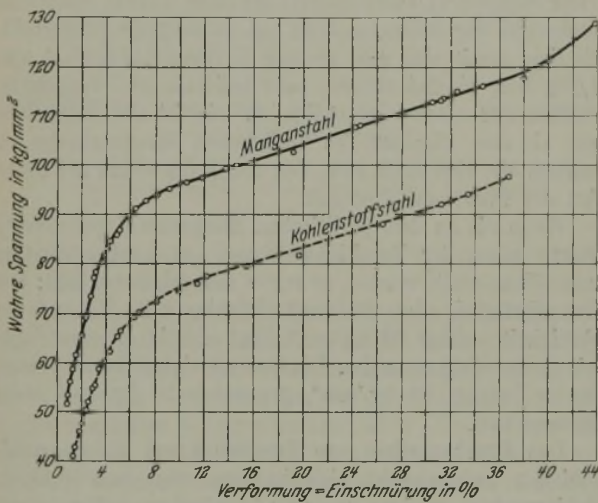


Abbildung 5. Spannungs-Verformungs-Kurven.

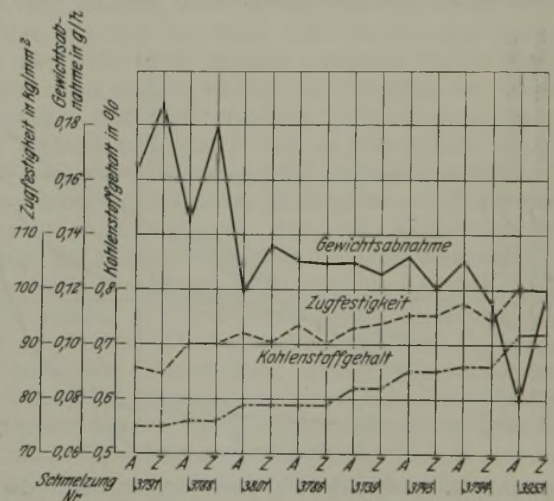


Abbildung 6. Ergebnisse der Verschleißversuche nach Amsler.

Abnutzung also rascher oder langsamer fortschreitet. Für einen günstigen Reinheitsgrad beim Manganstahl bürgt im vorliegenden Falle das gewählte Erzeugungsverfahren, wobei neben Schwefel und Phosphor dem Erzeugnis auch eine besondere Reinheit an Sauerstoff zukommt. Von weiterer Bedeutung ist das Gefüge. Nach Untersuchungen von H. Meyer und F. Nehl³⁾ sowie von A. Stadeler⁴⁾ soll grobes Korn den Abnutzungswiderstand günstig beeinflussen. Eigene Versuche haben dies nicht zu bestätigen vermocht. Jedenfalls ist im vorliegenden Falle diese Frage ohne Belang, nachdem die mit der Kornvergrößerung einhergehende Sprödigkeit eine Nutzenanwendung auf Schienen ausschließt. Hingegen hat die Erfahrung gezeigt, daß Härtungs- oder Vergütungsgefüge hohen Verschleißwiderstand aufweisen. Die Nutzenanwendung hieraus haben verschiedene Verfahren zur Herstellung verschleißfester Schienen gezogen, bei denen Martensit oder Sorbit durch nachträgliche Wärmebehandlung im Schienenkopf erzeugt werden. Die Schienen aus perlitischem Manganstahl zeigen das sorbitische Gefüge ohne jede zusätzliche Wärmebehandlung im ganzen Querschnitt.

Beurteilung des Werkstoffes. Wieweit jedoch der erhaltene Wert tatsächlich einen Schluß auf den Abnutzungswiderstand zuläßt, ist eine noch umstrittene Frage.

Die Beurteilung nach Spindel erfolgte nicht aus den Abmessungen des Einschliffes, sondern mit Rücksicht auf seine veränderliche Breite aus der Gewichtsabnahme. Das ermöglicht die Einhaltung einer weitgehenden Genauigkeit und die Erfassung des gesamten ausgeschliffenen Rauminhaltes. Die Versuche wurden mit einer Anpressung von 5 kg und einer Gleitgeschwindigkeit von 30 m/min durchgeführt.

Für die Versuche an der Amsler-Maschine wurden die Scheiben in der Walzrichtung derart aus dem Schienenkopf entnommen, daß sie möglichst im Kernstoff zu liegen kommen, damit unregelmäßige Abnutzungen und Riffelbildungen vermieden werden. Trotzdem die vorher vorgenommenen Aetzungen an den Schienenquerschnitten eine weitgehende Seigerungsfreiheit ergaben und demnach diese Anordnung als durchführbar erscheinen ließen, so zeigten sich dennoch an einzelnen Proben Riffeln, deren Ausbildung sich schon während der Versuche durch unruhigen Gang der Maschine kenntlich machte. Die Versuche wurden bei einem Anpreßdruck von 100 kg, einem Schlupf von 10 % und einer Seitenbewegung der Vergleichsscheibe von 4 mm durchgeführt. Als Vergleichsscheibe diente ein im Einsatz gehärteter Kugellagerstahl, der sich auch bei andern gleich-

³⁾ St. u. E. 44 (1924) S. 457/64.

⁴⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 59 (1925).

Zahlentafel 3. Meßergebnisse an den Versuchsstrecken.

Bezeichnung der Versuchsstrecke	Zeitpunkt der		Abnutzung der Schienen																Bemerkungen		
			Größte Abnutzung in der Versuchsstrecke						Mittlere Abnutzung der in der Mitte der Versuchsstrecke gemessenen												
	Messung vor Inbetriebnahme	1. Abnutzungs-messung	Siemens-Martin-Stahlschienen			Elektrostahlschienen			10 Siemens-Martin-Stahlschienen					10 Elektrostahlschienen							
			Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²	Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²	in Schienenmitte			1,25 m vom abgehenden Ende		in Schienenmitte			1,25 m vom abgehenden Ende				
		Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²	Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²	Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²	Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²	Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²	Höhe mm	Seite mm	Fläche mm ²		
Klamm-Schottwien-Breitenstein Bergleis Semmering Bogen R = 189,6 Steigung 8 ‰ doppelgleisig	27. 6. 28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			1,0	0,9	40	0,6	0,3	29	0,9	0,5	31	0,9	0,5	32	0,4	0	15	0,3	0	14	Bogen außen
	2. 5. 29	1,0	0,4	33	0,8	0,2	26	0,8	0	21	0,9	0	27	0,5	0	15	0,4	0	13	Bogen innen	
Klamm-Schottwien-Breitenstein Talgleis Semmering Bogen R = 189,6 Steigung 8 ‰ doppelgleisig	28. 6. 28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			1,8	4,3	123	0,7	1,9	149	1,5	3,3	109	1,5	3,7	104	0,6	1,2	33	0,5	1,2	30	Bogen außen
	3. 5. 29	1,0	0,3	41	0,7	0,3	24	0,9	0,1	28	0,9	0	29	0,5	0,1	17	0,6	0,2	20	Bogen innen	
Wald a. Arlberg-Dalaas Arlberg Bogen R = 250 Steigung 27,4 ‰ eingleisig	20. 6. 28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0,8	1,1	45	0,3	0,3	30	0,4	0,7	25	0,5	0,8	31	0,2	0,2	13	0,2	0,1	14	Bogen außen
	29. 4. 29	0,6	0	27	0,4	0	15	0,3	0	17	0,3	0	16	0,2	0	9	0,1	0	6	Bogen innen	
Braz-Bludenz-Arlberg Gerade Steigung 31,4 ‰ eingleisig	19. 6. 28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	27. 4. 29	0,2	0,7	11	0,2	0,2	11	0	0,1	4	0	0	4	0	0	2	0	0	2		

artigen Versuchen gut bewährt hat, der keine Breitedrückungen zeigte und fast ohne Gewichtsabnahme blieb.

Aus den Ergebnissen (Abb. 6 und 7) geht hervor, daß der schon gefühlsmäßig gegebene Zusammenhang zwischen Härte und Verschleiß durch die Abnutzungsversuche bestätigt wird, und zwar zeigt sich dieser Zusammenhang

Härte, auch sind die Beziehungen der Verschleißversuche zu den tatsächlichen Abnutzungen nicht genügend geklärt, um eine zutreffende Voraussage machen zu können.

Gegenüber den in den Versuchsstrecken verlegten Vergleichsschienen aus Kohlenstoffstahl beträgt nach den Ergebnissen der Spindel-Versuche die Ueberlegenheit des Manganstahles in seinem Verschleißwiderstand ungefähr 1 : 3 bei der weichsten, 1 : 12 bei der härtesten Schmelzung, im Mittel 1 : 7. An den Ergebnissen der Amsler-Versuche gemessen ist diese Ueberlegenheit geringer. Sie beträgt höchstens das 6,4fache, mindestens das 2,5fache, im Mittel 3,8mal soviel wie der mittlere Verschleißwiderstand der Vergleichsschienen aus Kohlenstoffstahl.

Die im Juni 1928 erfolgte Verlegung der Versuchsschienen und der Vergleichsschienen aus Kohlenstoffstahl und die im Frühjahr 1929 erstmalig vorgenommenen Messungen der seitdem erfolgten Abnutzungen ermöglichen es, einen Ueberblick über das Verhalten der Manganstahlschienen im Betriebe zu geben.

Es gelangten vier Versuchsstrecken zur Verlegung. Die ersten zwei liegen in der doppelgleisigen Strecke Klamm—Schottwien—

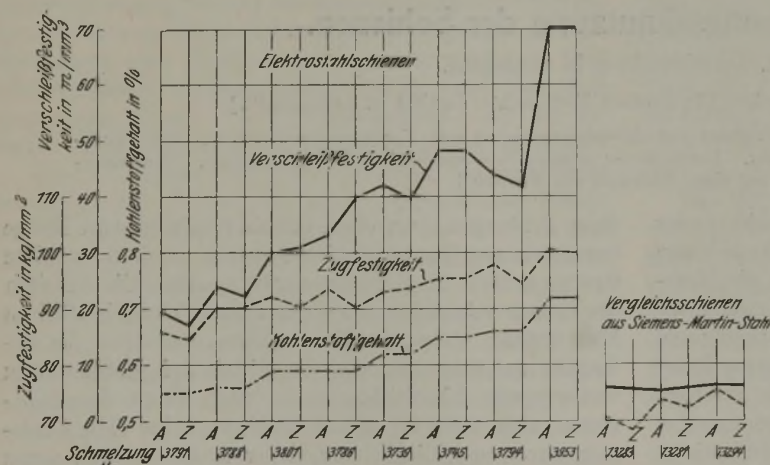


Abbildung 7. Verschleißfestigkeit nach Spindel.

gerade bei den Ergebnissen der Versuche nach Spindel mit großer Deutlichkeit. Bei grundsätzlich gleicher Veranlagung der einzelnen Stähle und gleicher Probenahme ist diese Beziehung auch nicht anders zu erwarten. Sie wird aber dann gestört, wenn Vergleiche zwischen verschiedenen veranlagten Stoffen oder gar zwischen verschiedenen Metallen anzustellen sind. Dann versagt manchmal der Maßstab der

Breitenstein der Semmeringbahn in einem scharfen Bogen von ungefähr 190 m Radius und einer Steigung von 8 ‰. Diese beiden Versuchsstrecken umfassen je 16 Schienenpaare zu 15 m Länge. Die eine Versuchsstrecke wird in der Steigung, die andere im Gefälle befahren. In dieser sind wegen der schwierigen Anlage und Betriebsverhältnisse die stärksten Abnutzungen zu erwarten

und bisher auch zu verzeichnen. Eine dritte Versuchsstrecke liegt in der eingleisigen Strecke Wald—Dalaas der Arlbergbahn in einem Bogen von 250 m Radius und einer Steigung von 27 ‰. Sie umfaßt 16 Schienenpaare zu je 15 m Länge. Die vierte Versuchsstrecke liegt zwischen den Stationen Braz und Bludenz der Arlbergbahn in einer Geraden und einer Steigung von 31 ‰. Sie enthält 18 Schienenpaare zu 15 m Länge. In allen vier Versuchsstrecken wurden sowohl die Versuchs- als auch die Vergleichsschienen in ungefähr gleicher Stückzahl derart verlegt, daß sämtliche untersuchten Schmelzungen vertreten sind und alle Schienen tunlichst gleichen Beanspruchungen unterliegen.

Die beiden Strecken am Arlberg zeigen wegen der günstigeren Anlageverhältnisse noch keine wesentlichen Abnutzungen. Hingegen ist im Talgleise der Versuchsstrecke 2 der Semmeringbahn (Zahlentafel 3), und zwar im Außenstrange des Bogens, an den Kohlenstoffstahlschienen eine größte Seitenabnutzung von 4,3 mm zu verzeichnen, der in dem gleichen Strange derselben Strecke bei den Manganstahlschienen eine größte Seitenabnutzung von 1,9 mm gegenübersteht. Wenn die Flächenabnutzungen von den Kohlenstoffstahlschienen mit denen der acht Manganstahlschienen in diesem Außenstrange verglichen werden, so ergibt sich ein mittleres Verhältnis von 104,3 mm² zu 34,1 mm², d. h. die Abnutzungen der Manganstahlschienen betragen im Durchschnitt weniger als ein Drittel des Verschleißes der zu gleicher Zeit eingelegten Vergleichsschienen⁵⁾.

Zusammenfassung.

Die Absichten von Erzeuger und Verbraucher galten der Herstellung eines Schienenstahles, der den gesteigerten An-

⁵⁾ Die im Frühjahr 1930 wieder vorgenommenen Messungen der Schienenabnutzungen haben die Ueberlegenheit der Manganstahlschienen, besonders im Außenstrang der Versuchsstrecke am Semmering, bestätigt. Ziffernmäßig ist diese Ueberlegenheit allerdings in geringerem Maße als vorher in Erscheinung getreten (1:2 jetzt gegen 1:3 früher), was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß die gleich zu Beginn starke Abnutzung der Kohlenstoffstahlschienen infolge der damit verbundenen raschen Verbreiterung der behahrenen Fläche zu einer Verminderung des spezifischen Druckes und damit zu einer Verringerung der Abnutzung geführt hat.

forderungen des Verkehrs unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte Genüge leistet.

Die Zugversuche haben gezeigt, daß der für die Groß-erzeugung in Aussicht genommene perlitische Manganstahl mit hoher Streckgrenze und Festigkeit bei günstigem Formänderungsvermögen einen großen Verschleißwiderstand aufweist. Der Reinheitsgrad und das durch die entsprechende Wärmebehandlung sich einstellende Kleingefüge wirken in dieser Richtung fördernd. Die laboratoriumsmäßigen Verschleißprüfungen ergaben gute Werte. Die an den Versuchsstrecken vorgenommenen Abnutzungsmessungen ergaben für den ersten Beobachtungszeitraum eine volle Bestätigung der Erwartungen. Die Ergebnisse der Schlagversuche mit ganzen Schienenstücken sowie der Kerbzähigkeit und Dauerversuche haben erwiesen, daß die Sicherheit in mindest gleicher Weise gewahrt ist wie bei der Verwendung der bisherigen Kohlenstoffstahlschienen. Demnach ist der angestrebte Zweck durch die Wahl des perlitischen Manganstahles aller Voraussicht nach als erfüllt anzusehen.

Die Wirtschaftlichkeit der Verwendung dieses Stahles wird natürlich durch den Preis bedingt. Sie wird aber erst dann zu erörtern sein, wenn die günstigen Ergebnisse der bisherigen Versuche eine volle Bestätigung im Betriebe finden. Aber auch Schienen von höheren Gestehungskosten können sich wirtschaftlich bewähren, wenn sie nur dort verlegt werden, wo nach den gemachten Erfahrungen die Schienen gewöhnlicher Zusammensetzung den Ansprüchen nicht mehr genügen. Wenn auch die Belange der Bahnerhaltung auf eine volle Freizügigkeit in der Verlegung aller Schienen gleicher Form gerichtet sein müssen, so wäre es bei den so grundsätzlich verschiedenen Inanspruchnahmen der Strecken im Gebirge und in der Ebene zu erwägen, ob hier nicht eine Zweiteilung der zu verwendenden Baustoffe wirtschaftliche Vorteile bieten würde. Eine ähnliche Teilung ist schon bei Radreifen vorgenommen, und schließlich bedeutet die heute und noch längere Zeit herrschende Zwei- und Dreigestaltigkeit der Schienenformen auch eine Einengung der unbedingten Freizügigkeit.

Die Verformungsabnutzung der Schienen.

Von N. Dawidenkow in Leningrad.

[Mitteilung aus dem Staatlichen Physikalisch-Technischen Institut in Leningrad¹⁾.]

(Notwendigkeit eines Sonderverfahrens zur Prüfung von Eisenbahnschienen auf Verformungsabnutzung. Die Dauer-schlaghärteprobe. Ergebnisse mit dieser Prüfung. Vergleich der verschiedenen mechanischen Eigenschaften. Zusammenhang mit dem Verhalten im Betriebe.)

Zwei Hauptursachen liegen dem Ausscheiden der Schienen aus dem Betrieb zugrunde: der Bruch und die Abnutzung. Die erste Ursache wird durch die Biegearbeit der Schiene hervorgerufen, während die zweite, die man unterteilen muß in Abnutzung durch Verformung und solche durch Verschleiß, durch örtliche Einwirkung der Räder auf den Schienenkopf verursacht wird. Um die Schienen gegen Beschädigungen erster Art zu sichern, werden sie bei ihrer Abnahme einer Schlagbiegeprobe unterworfen, wie es bei den Abnahmevorschriften aller Länder der Fall ist; was aber die Beschädigungen der zweiten Art betrifft, so sind zu ihrer Vorbeugung in den meisten Ländern keine beson-

deren Prüfungen vorgesehen, obwohl eine ungeheure Menge vorschnell ausgebaute Schienen gerade zu dieser zweiten Gruppe gehört. In Rußland wurde, nachdem die Arbeiten des Schienen-Ausschusses aus den Jahren 1900 bis 1905 zu Ende geführt waren, in die Abnahmevorschriften die Bedingung aufgenommen, daß die mittels Spiegelapparats zu bestimmende Elastizitätsgrenze (oder Proportionalitätsgrenze) nicht unter 30 kg/mm² zu liegen habe; diese Forderung wurde ausschließlich zur Sicherung der Schienen gegen Abnutzung angenommen, nachdem eine planmäßige Untersuchung an 116 ausgebauten Schienen ergeben hatte, daß die große Abnutzung, die durch Verformung des Schienenkopfes gekennzeichnet wird, mit einer niedrigen Elastizitätsgrenze zusammenfällt. Auf diese Weise kam in die Abnahmevorschriften eine mittelbare Verformungsprüfung.

Der Schienenausschuß hat bei seiner Untersuchung die statistische oder die Großzahl-Forschung angewendet: Es wurden die mechanischen Eigenschaften der untersuchten

¹⁾ Die vorliegende Arbeit ist in der Abteilung für die Materialuntersuchungen des Staatlichen Physikalisch-Technischen Instituts in Leningrad unter Mitwirkung der Herren G. Titow und H. Malkow ausgeführt. Für die Unterstützung dieser Untersuchungen sind wir dem metallurgischen Trust „Jugostal“ und dem Volks-Kommissariat des Verkehrs zu großem Dank verpflichtet.

Schienen mit den Angaben über das Verhalten im Betrieb verglichen, wobei es sich herausstellte, daß der Mittelwert der Elastizitätsgrenze der abgenutzten Schienen unter dem entsprechenden Wert derjenigen lag, welche sich gut verhalten hatten. Obwohl die Großzahl-Forschung sonst sehr wertvoll ist, dürften in dem gegebenen Falle ihre Ergebnisse keine volle Beweiskraft haben, da die Angaben über die Betriebsbeanspruchung der Schienen zu unsicher waren, und ferner keine genauen Angaben über den Grad der Verformung vorlagen, zumal da die Anzahl der untersuchten Schienen gering war.

Aus diesem Grunde erschien es dem Verfasser wünschenswert, durch Versuche die Gründe für das Verhalten der Schienen gegenüber der Verformungsabnutzung klarzustellen.

Um diese Aufgabe zu lösen, mußte zunächst ein Prüfverfahren ausgearbeitet werden, das es ermöglichte, den Abnutzungswiderstand des Stahles unmittelbar zu messen. Dem Verfasser erschien hierbei nur die Abnutzung durch Verformung besonders wichtig, nicht diejenige durch Verschleiß, die ja beide streng auseinandergehalten werden müssen.

Das Wesen der Verformung besteht darin, daß unter der Einwirkung der örtlichen (d. h. oberflächlichen) die Elastizitätsgrenze nicht erreichenden, sich oft wiederholenden Beanspruchungen der Werkstoff allmählich zu fließen anfängt. Hier findet eine eigenartige Verformungsermüdung statt, die sich von der klassischen Ermüdung dadurch unterscheidet, daß sie sich nicht im Bruch, sondern im Fließen äußert. Sehr wahrscheinlich ist es (und dies scheint aus den Versuchen von H. Meyer und F. Nehl²⁾ hervorzugehen), daß diese Erscheinung bis zu einem gewissen Grade durch die walzende Art der Lasteinwirkung hervorgerufen wird; man kann aber auch annehmen, daß dies durch aufeinanderfolgende Eindrücke einer unbeweglichen Last auf die gleiche Stelle entsteht. Außerdem ergibt sich aus den Bairstowschen Versuchen³⁾, daß eine oft genug wiederholte Belastung häufig ein beträchtliches Fließen hervorruft, während eine einmalige Einwirkung derselben Last vollständig schadlos verläuft. Dementsprechend ist folgende Art der Dauerverformungsprüfung des Schienenstahles zu empfehlen. Eine an das zu prüfende Stück gepreßte Stahlkugel wird der Einwirkung einer Wechselbelastung unterworfen; die Last wird allmählich so lange gesteigert, bis die Kugel nach einer genügenden Anzahl von Wechselbelastungen auf der polierten Oberfläche einen merkbaren Eindruck hinterläßt.

Diese Versuchsart hat aber eine Reihe rein technischer Schwierigkeiten: 1. ist es unmöglich, mit genügender Sicherheit den Augenblick zu bestimmen, wo der Eindruck zum Vorschein kommt; 2. der schnelle Wechsel großer Lasten erfordert eine kräftige Vorrichtung; außerdem wird die Dauer eines jeden Versuches zu groß. Deswegen wurde beschlossen, von einem statischen Verfahren zu einem dynamischen überzugehen und den Kugeldruck durch den Schlag zu ersetzen. Der Versuch wurde so lange ausgeführt, bis der entstandene Eindruck durch weitere Einwirkung des Schlages nicht mehr größer wurde. Die Größe des Durchmessers galt dann als Maßstab. Das Verfahren hatte bei dieser Versuchsausführung noch den Vorteil, daß es die Beanspruchung des Radschlages gegen den Schienenstoß nachahmte. Bekanntlich neigen die Schienenstöße am ehesten zur Verformung.

Nach längeren Vorversuchen wurde eine Vorrichtung nach Abb. 1 hergestellt. Eine Stahlkugel von 25 mm Dmr.

ist an einer Stange a befestigt (in einem Gehäuse eingebaut), die um eine feste Achse drehbar ist. Am andern Ende der Stange a ist an einer Kette ein Eisenanker b angehängt, der beim Schließen des Platinkontaktes c von dem Elektromagnet d angezogen wird. Bei Stromschluß stößt die Kugel gegen das Probestück e, das in einem Schraubstock eingesetzt ist. Dieser ist auf einem massiven Betonfundament fest angebracht. Die Höhe, bis zu der die Kugel springt, wird durch Spannung der Kontaktfeder geregelt und mit einer Mikrometerschraube f gemessen, die auf einer angegebenen Höhe befestigt ist. Der Kontakt wird so abgestimmt, daß die Kugel bei ihrem Zurückprallen ganz sacht einen leichten Steg berührt, der frei durch die Boh-

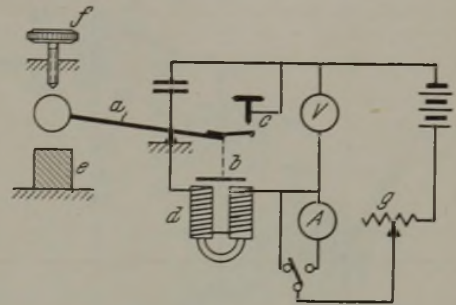


Abbildung 1. Vorrichtung zur Prüfung der Dauerverformung.

rung nach der Schraubenachse durchgeführt ist; bei jedem Stoß der Kugel gegen den Steg springt dieser leicht auf, was mit bloßem Auge festzustellen ist. Das ganze Gerät wird zur Geräuschkämpfung von einer von innen mit Filz ausgeschlagenen Kiste bedeckt. In den Stromkreis, der den Elektromagnet bedient, sind ein Regelwiderstand und ein Amperemeter eingeschaltet, um während der ganzen Arbeitsdauer die Stromstärke unveränderlich halten zu können.

Als einheitliche Fallhöhe wurde 35 mm gewählt. Die Zahl der Stöße betrug ungefähr 5/s. Der Versuch dauerte 2 h, in deren Verlauf das Probestück ungefähr 36 000 Stöße erhielt. In den ersten Versuchen wurden die Durchmesser der Eindrücke nach jeden 10 bis 15 min gemessen, bei den endgültigen Prüfungen nach je 1 und 2 h. Da vor Beendigung der Prüfung das Probestück nicht berührt werden darf (um die Einstellung nicht zu stören), wurden nicht die Eindrücke selbst gemessen, sondern nur ihre Abdrücke, die auf glatten Zinnfolien mit weichem Wachs erzeugt waren. Die Durchmesserbestimmung wurde mit einem Meßmikroskop von Zeiß bis auf 0,001 mm Genauigkeit durchgeführt.

Das Bild des Anwachsens des Durchmessers im Laufe von 2 h zeigt, daß das stärkste Wachsen während der ersten halben Stunde stattfindet; dann nimmt die Geschwindigkeit des Anwachsens schnell ab, und im Laufe der zweiten Stunde erreicht sie fast den Wert Null. Nach Vorversuchen mit 20 Schienen änderte sich das Anwachsen des Eindrückdurchmessers im Laufe der zweiten Stunde um 1 bis 6,79 %; daher wurden alle Versuche 2 h durchgeführt.

Nach der Fertigstellung der Versuchseinrichtung galt als wichtigste Arbeit die Feststellung, ob sich die Ergebnisse des Prüfverfahrens mit dem Verhalten der Schienen im Betriebe deckten, ob sich also die Schienen, die bei der Laboratoriumsprüfung ungünstige Werte ergeben haben, nun im praktischen Betrieb ebenfalls schlecht verhalten und umgekehrt. Diese Feststellung kann wieder nur auf statistischem Wege erfolgen. Dem Verfasser standen für diesen Zweck 109 Schienen aus den Jahren 1927/28 zur Verfügung, die sich teils gut, teils schlecht im Betriebe verhalten hatten, und die eingehend untersucht wurden. Wegen

²⁾ St. u. E. 44 (1924) S. 457/64.

³⁾ Phil. Trans. Roy. Soc. 210 A (1910) S. 35.

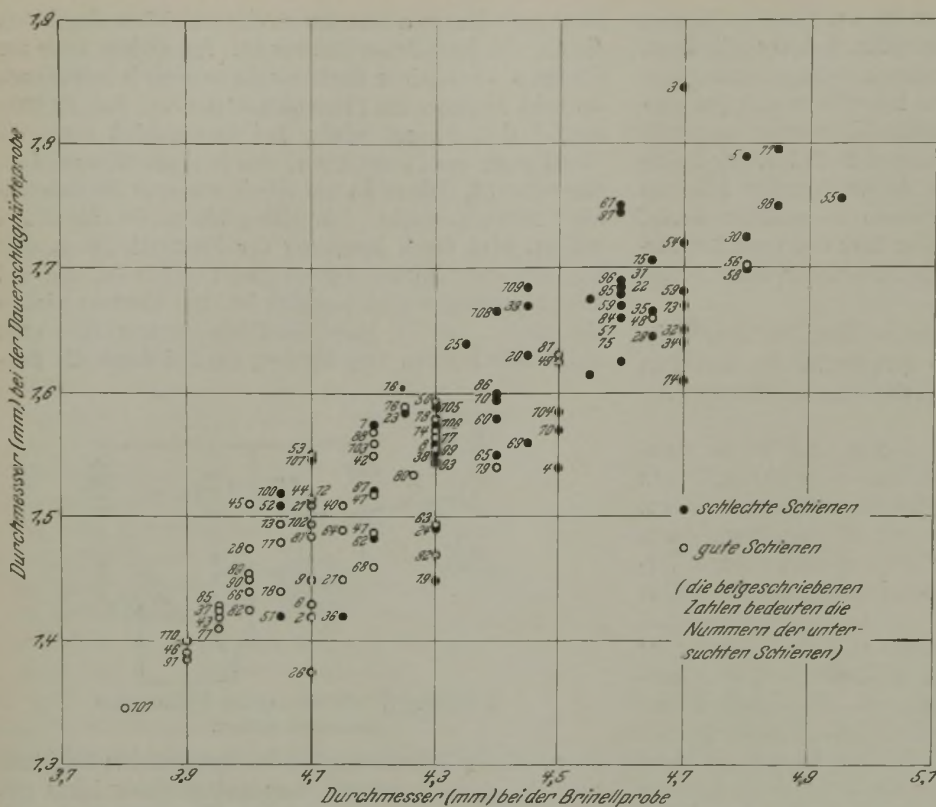


Abbildung 2. Beziehung zwischen den durch die Dauerschlag- und Brinellprobe ermittelten Durchmessern.

meinen als ein verhältnismäßig enges Band ordnen. Dieser Umstand zeigt, daß die Dauerschlagprüfung Ergebnisse liefert, die von der Brinellhärteprüfung nicht sehr abweichen.

Die zur Untersuchung eingesandten Schienen hatten sich im Betriebe teils besonders gut und teils besonders schlecht verhalten. Man hätte also erwarten sollen, daß sich eine scharfe Trennung in den Ergebnissen der Prüfung herausgestellt hätte. In Wirklichkeit aber ergab sich, wie Abb. 2 erkennen läßt, ein teilweises Ueberschneiden, so daß man auf Grund dieser Kurve nicht ohne weiteres in der Lage ist, einen Eindruckdurchmesser anzugeben, den die Schienen höchstens aufweisen dürfen, wenn man die Gewähr haben will, keine Schienen verlegen zu lassen, die sich im Betriebe über den normalerweise zuzulassenden Betrag verformen.

Zur näheren Untersuchung, wieweit diese nicht ganz

der zur Verfügung stehenden beschränkten Zeit konnte man nur zwei Eindrücke von jeder Schiene aufnehmen. Diese Eindrücke wurden nach der Vorschrift des Schienenaussschusses auf der Seitenfläche des Schienenkopfes vorgenommen, nachdem diese auf eine Tiefe von etwa 5 mm flach abgehobelt war, um den Einfluß der durch den Betrieb er-

klaren Ergebnisse auf das Prüfverfahren selbst zurückzuführen waren, hätte es nahegelegen, den Grad der „Güte“ bzw. „Schlechtigkeit“ der Schienen feiner zu unterscheiden, indem man etwa das Schienenprofil ausplanimetrierte und durch Vergleich mit dem ursprünglichen nicht abgenutzten Profil zahlenmäßig den Grad der Verformungsabnutzung

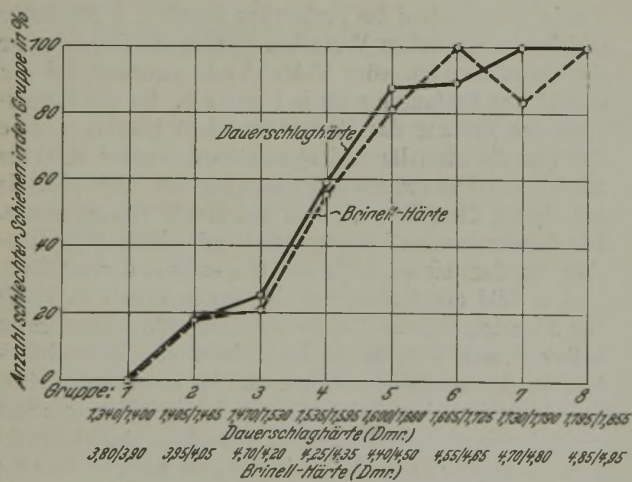


Abbildung 3. Ergebnisse der Dauerschlaghärteprobe.

folgten Verfestigung möglichst auszuschließen. Wenn die Durchmesser zweier Eindrücke um mehr als 0,01 mm voneinander abwichen, wurde eine dritte Messung vorgenommen. Neben den mit Hilfe des beschriebenen Gerätes erhaltenen Eindrücken wurde gleichzeitig auch die Brinellhärte (10/3000/30) festgestellt.

In Abb. 2 ist die Beziehung zwischen den Durchmessern, die durch die Dauerschlagprobe erhalten wurden (Ordinaten), und den Brinellwerten (Abszissen) dargestellt. Es ergibt sich daraus, daß sich die erhaltenen Punkte im allge-

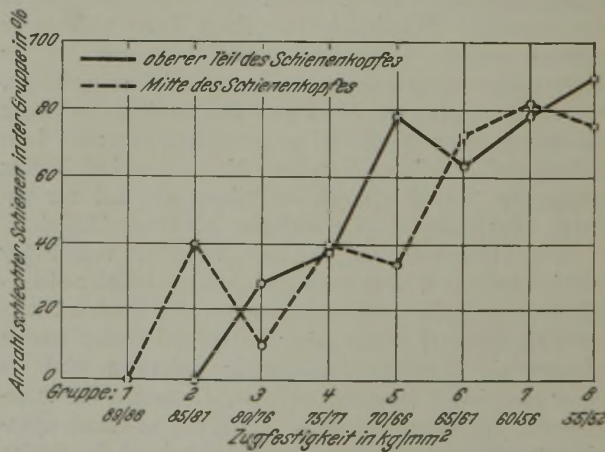


Abbildung 4. Häufigkeit der Zugfestigkeit bei den einzelnen Gruppen.

bestimmte. Infolge unsicherer und sogar bisweilen widersprechender Angaben ließ sich dieser Weg nicht beschreiten, so daß man sich auf die einfache Einteilung in „gute“ und „schlechte“ Schienen beschränken mußte. Dies erschien auch zweckmäßig, weil besonders kennzeichnende Vertreter dieser zwei Gruppen von den Sachverständigen ausgewählt waren; Uebergangsarten dürften kaum angeliefert worden sein. Man mußte deshalb annehmen, daß andere Einflüsse, die nicht ohne weiteres erfaßt werden konnten, das Bild etwas verschleierten. Es kam also darauf an, näher zu unter-

suchen, wie sich die übrigen mechanischen Eigenschaften verhielten und ob sie ein genaueres Bild über das Verhalten der Schienen im Betriebe zu geben vermochten, bzw. in schärferer Weise die guten von den schlechten Schienen zu trennen gestattet. Um zu möglichst übersichtlichen Feststellungen zu kommen, wurde folgender Weg eingeschlagen: Für jeden Wert der einzelnen Eigenschaften wurde der Anteil an schlechten Schienen bestimmt. Zur Vereinfachung erfolgt zweckmäßig eine Zusammenziehung zu einzelnen Gruppen. Ein Beispiel dafür bietet *Zahlentafel 1*.

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Dauerschlaghärteprobe.

Nr. der Gruppe	Durchmesser-grenzen mm	Anzahl der Schienen		schlechter Schienen in der Gruppe %
		schlechte	gute	
1	1,340 bis 1,400	0	5	0
2	1,405 .. 1,465	3	14	18
3	1,470 .. 1,530	5	15	25
4	1,535 .. 1,595	16	11	59
5	1,600 .. 1,660	13	2	87
6	1,665 .. 1,725	16	2	89
7	1,730 .. 1,790	5	0	100
8	1,795 .. 1,855	2	0	100
		60	49	

Abb. 3 gibt die Ergebnisse graphisch wieder. Bei idealem Zusammenhang zwischen dem Verhalten der Schienen und dem angewendeten Prüfverfahren mußte die Kurve einen diskontinuierlichen Uebergang von 0 auf 100 % haben.

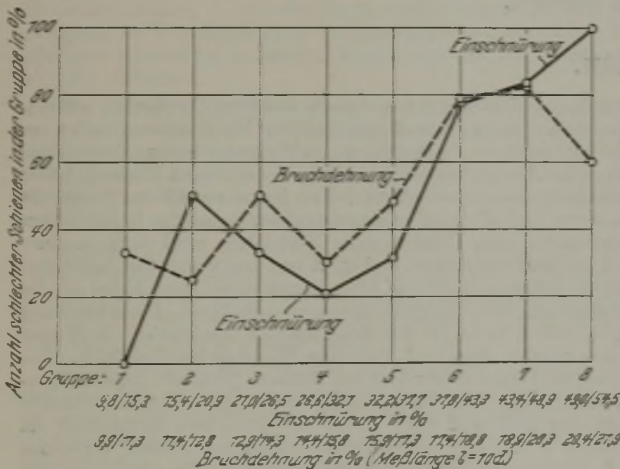


Abb. 5. Häufigkeit der Einschnürung und Bruchdehnung bei den einzelnen Gruppen.

Daß dies nicht der Fall ist, zeigt die *Abb. 3*. Ein absoluter Zusammenhang besteht nicht, wohl aber ist eine enge Beziehung festzustellen, die in gleichem Maße für die Brinellhärte zutrifft.

In gleicher Weise sind die Ergebnisse der Festigkeitsbestimmung sowie der Einschnürung und Elastizitätsgrenze ausgewertet worden (*Abb. 4 bis 7*). Aus diesen Abbildungen ergibt sich, daß keine der untersuchten Eigenschaften eine angenähert so gute Unterscheidung der bei der Verformungsabnutzung guten und schlechten Eigenschaften gestattet wie das Dauerschlaghärteverfahren oder die Härtebestimmung nach Brinell. Das trifft sowohl für die aus dem oberen Teil als auch für die aus der Mitte des Schienenkopfes entnommenen Proben zu. *Abb. 6 und 7* zeigen die Beziehungen zur Elastizitätsgrenze, und zwar *Abb. 6* für Proben, die aus der Mitte des Schienenkopfes entnommen sind, *Abb. 7* für solche, die aus dem oberen Teil stammen. Die Bestimmung der Elastizitätsgrenze ist auf drei verschiedene Arten vorgenommen worden.

1. Nach einer bleibenden Dehnung von 0,0005 % (A).
2. Nach der russischen Vorschrift von 1914, bleibende Dehnung von 0,001 % (B).
3. Nach der jetzt geltenden Vorschrift, Verminderung des Elastizitätsmoduls um 33 % (nach Johnson) (C).

Betrachtet man *Abb. 6*, welche die aus der Mitte der Schienen genommenen Proben betrifft, so ist eine bestimmte Gesetzmäßigkeit unverkennbar, die am reinsten für die Elastizitätsgrenze nach der ersten Bestimmungsart (A) auftritt. Die vier ersten Gruppen enthalten 100 % guter Schienen, was bei keiner der anderen zu beobachten war. Diese Tatsache lag den früheren Beschlüssen des ersten Schienenausschusses zugrunde.

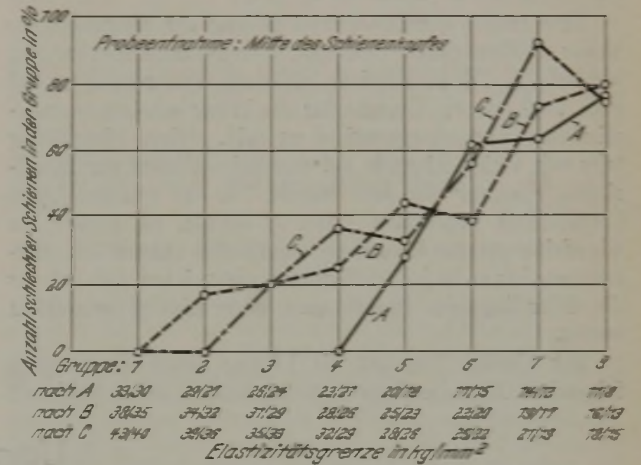


Abbildung 6. Elastizitätsgrenze nach drei Bestimmungsverfahren.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß im Gegensatz zur *Abb. 3* in keinem Falle durch Bestimmung der Elastizitätsgrenze eine Auscheidung der schlechten Schienen zu 100 % erfolgt.

Abb. 7 zeigt das vollständige Fehlen des Zusammenhangs mit der Elastizitätsgrenze. Es ergibt sich hier bei den

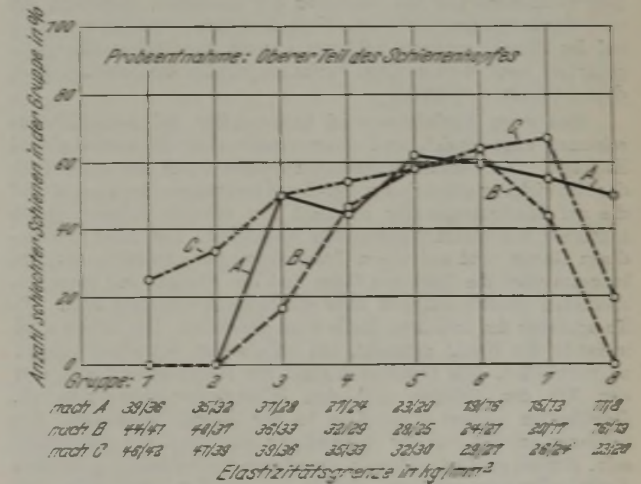


Abbildung 7. Elastizitätsgrenze nach drei Bestimmungsverfahren.

niedrigsten Werten der Elastizitätsgrenzen wieder ein Abfallen der Kurve; diejenigen Gruppen, die die höchste und niedrigste der festgestellten Elastizitätsgrenzen zeigen, enthalten 100 % gute Schienen. Die Verschiebung der Werte ist natürlich auf die Verfestigung der äußeren Rand-schicht durch den Betrieb zurückzuführen.

Die obigen Darlegungen führen zu der Ueberzeugung, daß keines von den untersuchten Verfahren in der Abnahme

ein unbedingtes Kennzeichen für die Unterscheidung guter und schlechter Schienen zu bilden vermag. Durch Festsetzung eines bestimmten Grenzwertes wird immer ein Teil guter Schienen mit ausgeschieden werden und eine Anzahl schlechter Schienen der Ausscheidung entgehen. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus ist aber zu fordern, daß das zur Anwendung kommende Prüfverfahren von beiden Arten einen möglichst geringen Bruchteil hindurchgehen läßt. Nach den obigen Untersuchungen und entsprechenden Auswertungen der Befunde, auf die hier jedoch nicht weiter eingegangen werden soll, kommen dieser Forderung die Dauerschlaghärteprobe und die Brinellhärteprobe am nächsten. Das letzte Verfahren hat den Vorteil größerer Einfachheit.

Eine solche unvollkommene Lösung der Aufgabe kann weder die Eisenbahnverwaltung, noch die Schienenhersteller befriedigen. Die im Betriebe erfolgende Verformung scheint dem Verfasser die Ursache für die bisher erhaltenen unbestimmten Versuchsergebnisse zu sein. Diese Einwirkung tritt mit voller Klarheit auf den Schaubildern der Elastizitätsgrenze der aus dem oberen Teil des Schienenkopfes hergestellten Probestäbe (Abb. 7) zutage, da gerade die Elastizitätsgrenze besonders empfindlich gegen die Verformung ist; es ist jedoch durchaus nicht sicher, daß sich für die tiefer liegenden Proben auch dieser Einfluß bemerkbar macht.

Der einzige Weg für die Lösung dieser Frage wäre folgender: Eine bestimmte große Anzahl neuer Schienen

verschiedener Herstellung wird einer allseitigen Prüfung und Untersuchung unterworfen und dann auf ein und derselben Bahnstrecke mit möglichst starkem Verkehr nebeneinander verlegt. Während 2 bis 3 Jahren werden diese Schienen beobachtet, indem man den mechanischen Verschleiß fortlaufend mißt. Werden diese Beobachtungen sorgfältig durchgeführt, so wird es nach dieser Zeit möglich sein, genau festzustellen, welche der Schienen sich als haltbar erweisen und welche nicht. Auf diese Weise wird man ein sicheres Maß des Widerstandes gegen Verformung bekommen.

Zusammenfassung.

Es wird ein neues Verfahren zur Prüfung der Eisenbahnschienen auf Abnutzung durch Verformung beschrieben, das in einer besonderen Dauerschlaghärteprobe besteht. Als Maß der Verformbarkeit wird der Durchmesser eines Eindruckes gewählt, den eine wiederholt auf dieselbe Stelle schlagende Kugel unter ganz bestimmten Bedingungen auf der Probenoberfläche hinterläßt.

Beim Vergleich der Ergebnisse dieser Prüfung an 109 ausgebauten Schienen mit den üblichen mechanischen Eigenschaften einerseits und mit dem Abnutzungswiderstand im Betriebe andererseits wird gezeigt, daß die Härtebestimmung (Dauerschlaghärte nach dem neuen Verfahren oder Brinellhärte) den besten Anhaltspunkt bieten, um von Laboratoriumsprüfungen auf das Verhalten im Betriebe, soweit Widerstand gegen Verformung in Betracht kommt, zu schließen.

Umschau.

Gehärtete Schienen.

Der Gedanke, Schienen durch Vergütung zu verbessern und verschleißfester zu machen, ist nicht neu. Den ersten Vergütungsversuch führte im Jahre 1903 Stead durch. Die Phönix A.-G., Hörde, machte 1908 Versuche, durch Wasserberieselung der Lauffläche die Schienen zu härten. Diese Versuche wurden nach dem Kriege wieder aufgenommen und führten zur Herstellung der Phönix-Sorbit-schiene. Die bekanntesten Verfahren zur Schienenvergütung sind das Sandbergsche Verfahren, das Verfahren von Neues-Maisons und das Verfahren der Maxhütte. Sandberg hat zwei Verfahren ausgearbeitet. Nach dem einen Verfahren werden auf der Strecke verlegte Schienen mittels eines Schweißbrenners gehärtet; nach dem zweiten Verfahren werden die Schienen nach dem Auswalzen vergütet.

Das erste Verfahren wird insbesondere bei Straßenbahnschienen angewendet, und zwar vornehmlich in Amerika und England. Die Straßenbahnschienen werden auf der Lauffläche der Einwirkung eines Sauerstoff-Azetylenbrenners ausgesetzt und die auf Härtetemperatur oberhalb A_c erhitzte Schiene gleich hinterher mit einem Wasserstrahl abgekühlt. Die dazu notwendigen Geräte sind auf einem Transportwagen untergebracht, der langsam über die Schienen fährt und die Flamme mit einer bestimmten Geschwindigkeit über die Schiene streichen läßt. Die Temperatur der erhitzten Stelle wird geschätzt. Die Arbeit wird meist in der Nacht gemacht, um unliebsame Betriebsstörungen zu vermeiden. Die Geschwindigkeit der Behandlung hängt von der Art der Schiene und den Witterungsverhältnissen ab. Gewöhnlich werden 8 bis 9 m in der Stunde behandelt. Die Schienen müssen vor der Behandlung gesäubert und abgehobelt sein. Riffeln sind zu entfernen. Das durch die Behandlung mit dem Azetylenbrenner erzeugte Gefüge ist an der Oberfläche rein martensitisch. Die Schichtdicke beträgt 5 bis 6 mm. Diese Schicht geht allmählich in Troostit und Martensit und danach in Sorbit-Ferrit über, während im Kern das ursprüngliche Ferrit-Perlit-Gemisch vorhanden ist. In der Martensitschicht wird durchweg eine Härte von 500 B. E. erreicht. Schlagversuche haben bewiesen, daß die Schichten allmählich ineinander übergehen. Irgendwelche Ablätterungen zeigten sich nicht. Bereits behandelte Schienen können noch ein zweites und ein drittes Mal behandelt werden, wenn die martensitische Schicht der ersten Behandlung abgefahren ist.

Das zweite Verfahren nach Sandberg wird auf gewalzte Schienen vor ihrem Einbau angewendet. Es wird besonders in

Amerika und England angewandt, während Frankreich nur eine einzige Anlage in Hagendingen besitzt. Die Schienen werden zur Härtung nach der Fertigstellung im Walzwerk in eine Vorrichtung folgender Anordnung eingebracht. Ueber einem Wasserbehälter befindet sich ein Luftbehälter. Von jenem aus führen Rohre, die an ihrem Ende Zerstäuber tragen und am Boden des Luftbehälters angebracht sind. Mittels eines Ventilators wird Luft in einen Luftbehälter eingelassen und trifft von dort durch den Zerstäuber auf die Schiene. Luft und Wasser treffen als feine Nebel auf die Schiene auf, ihren Kopf vollkommen einhüllend. Die Abkühlung bleibt jedoch nicht auf den Schienenkopf beschränkt. In gleicher Weise werden Steg und Fuß vom Wassernebel eingehüllt. Dadurch wird auch dieser Teil der Schiene gehärtet. Innere Spannungen werden auf ein geringstes Maß beschränkt. Es entsteht auch am Fuß und Steg durch die schnellere Abkühlung ein feineres Korn, was Rißbildungen an diesen Stellen vermeiden soll. Ferner wird das Werfen der Schiene bei der Abkühlung vermieden. Während die Pfeilhöhe einer ungehärteten Schiene bis zu 1 m bei 18 m Länge betragen kann, beträgt sie bei den nach Sandberg vergüteten Schienen nur 200 mm. Das Sandberg Verfahren gestattet die Behandlung aller Schienen mit einer Festigkeit von 65 bis 85 kg. Es können nach Bedarf Festigkeiten zwischen 65 und 100 kg erzielt werden. Da das Gefüge der vergüteten Schiene rein sorbitisch und nicht martensitisch ist, kommt man mit der Festigkeit kaum über 100 kg heraus. Der größte Kohlenstoffgehalt der vergüteten Schiene betrug bisher 0,5 %. Die vergüteten Schienen zeichnen sich durch eine besondere Zähigkeit aus. Vergleichende Schlagversuche behandelte und nicht behandelte Schienen beweisen die Ueberlegenheit der behandelten Schienen. Der Uebergang von sorbitischer Randzone und ferrit-perlitischem Kern soll langsam erfolgen, da sonst an den Uebergangsstellen leicht Rißbildungen auftreten.

In einem Abschnitt der Londoner Untergrundbahn, der einer sehr starken Abnutzung unterworfen war, hatten gute Siemens-Martin-Schienen eine Lebensdauer von 10 Monaten, während die Sandbergschienen 33 Monate auf der Strecke lagen. An einer anderen Stelle betrug die Verlängerung der Lebensdauer der Sandbergschienen 100 bis 300 %. Auch den Vergleich mit der Manganstahlschiene soll die Sandbergschiene gut aushalten. Die Manganstahlschiene kostet siebenmal soviel wie die Sandbergschiene. Dabei soll die Manganstahlschiene nur um 38 % besser sein als die Sandbergschiene.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß auch Radreifen ähnlich wie Schienen nach Sandberg behandelt werden. Die Ergebnisse

mit derartig vergüteten Radreifen waren ebenfalls zufriedenstellend.

Das dritte Verfahren zur Vergütung von Schienen ist das Verfahren von Neuves-Maisons, wobei ebenfalls sorbitische Schienen erzeugt werden.

Gang der Behandlung. Das Verfahren von Neuves-Maisons besteht im wesentlichen in einem unmittelbaren Härten der Schienen in einer dem Gewicht der Schiene angepaßten Menge Wasser. Es wird hierbei erreicht, daß der Perlit durch den Sorbit in einer Tiefe von 20 bis 30 mm vornehmlich auf den beanspruchten Schienenköpfen ersetzt wird, wobei der Widerstand gegen die Abnutzung erhöht, andererseits aber die Bruchgefahr wesentlich vermindert wird.

Die Hauptvorteile des Verfahrens von Neuves-Maisons sind folgende:

1. Die Anwendung einer geringen Wassermenge, die dem Gewicht der Schiene genau angepaßt ist, erlaubt durch selbsttätige Einrichtungen den Grad der Härtung zu begrenzen, weil sich das Bad während des Betriebes schon bis zum Kochen erhitzt und der Grad der Härtung mit der Temperaturerhöhung des Bades abnimmt.

2. Durch das vorzeitige Unterbrechen der endgültigen Erhaltung der Schiene drängen die im Inneren des Kopfes sowie im Steg und Fuß der Schiene befindlichen Wärmemengen nach außen, und es wird auf diese Weise ein gewisses Nachglühen erreicht.

3. Die Härtung durch eine Reihenfolge von Auf- und Abwärtsbewegungen läßt in jedem Augenblick verschiedene Punkte der Schiene mit der Härteflüssigkeit in Berührung treten und vermeidet somit das Auftreten von Dampfblasen. Auf diese Weise wird fernerhin die Ungleichmäßigkeit der Härtung und nachstehende Fehler, wie Risse, Sprünge, empfindliche Stellen, die häufig beim Härten von Schienen entstehen, vermieden.

4. Man kann dadurch, daß man einerseits die Dauer der Auf- und Abwärtsbewegungen und ihre Zahl, andererseits den Inhalt des Härtebades ändert, in den wärmebehandelten Teilen eine Gesetzmäßigkeit der verschiedensten Temperaturen zwischen der vollständigen Abkühlung in kaltem Wasser und der Abkühlung an der Luft erreichen.

Die französischen Verbraucher verwenden, um einen nicht zerbrechlichen Werkstoff zu bekommen, mit Vorliebe behandelten Stahl, der eine Mittelfestigkeit nach der Behandlung von 85 bis 95 kg besitzt (Ausgangsfestigkeit: 65 bis 75 kg), während die Festigkeit bei den von den Amerikanern verwendeten Schienen nach der Behandlung 100 bis 110 kg beträgt.

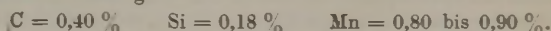
Schlagversuche, die an 133 eingekerbten Schienen bis zum Bruch ausgeführt wurden, haben sehr günstige Ergebnisse gezeigt. Für die behandelten Schienen konnte bei 3,52 Schlägen der Bruch hervorgerufen werden gegenüber 2,80 Schlägen der nicht behandelten aus der gleichen Schmelzung.

Kugeleindrücke nach Brinell, ausgeführt in je 20 cm Abstand auf dem am meisten beanspruchten Schienenkopf und auf der ganzen Länge der Schienen, haben Ergebnisse gezeigt, die sich bei einem Eindruck von 3,7 mm Dmr. um nicht mehr als 0,2 mm unterscheiden. Dieselbe Gleichmäßigkeit konnte auch an den Brinelleindrücken in der Querrichtung festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen, daß sich der Einfluß der Wärmebehandlung gleichmäßig bis zu einer Tiefe von 30 mm auswirkt, d. h. auf die Schienenoberfläche, die unter normalen Bedingungen am meisten der Abnutzung unterworfen ist.

Die Vorrichtung zur Behandlung von Schienen der Hütten von Neuves-Maisons kann gleichzeitig verwandt werden, um Schienen zu richten, falls man sie nicht zu härten braucht. Man hat in der Tat festgestellt, daß, wenn die Schienenköpfe drei- bis viermal in die Vorrichtung eingetaucht werden, um damit die Unterschiede in der schnelleren Abkühlung des Schienenkopfes zum Schienenfuß auszugleichen, diese Schienen nach der Behandlung vollkommen gerade sind. Es ist alsdann nur noch eine geringe Richtarbeit nötig, die keinesfalls die Werkstoffeigenschaften verschlechtern wird. Es muß außerdem noch bemerkt werden, daß die so behandelten Schienen bei dem Zerreiβversuch nur eine Erhöhung der Festigkeit von 1 bis 2 kg erlitten haben.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über das Härtungsverfahren der Maxhütte. Das Verfahren der Maxhütte besteht in einem Eintauchen des Schienenkopfes in einen Wasserbehälter, in dem das Wasser durch ständigen Zufluß in Bewegung gehalten wird. So wird verhindert, daß sich an der Oberfläche in den Ecken Dampfblasen bilden, die das gleichmäßige Abschrecken des Schienenkopfes verhindern. Nach einer bestimmten Zeit wird die Schiene aus dem Wasser genommen und auf einen Bogen über den Kopf gespannt. Bei der weiteren Abkühlung des Schienenfußes biegt sich dann die Schiene gerade. Das Richten geschieht

in der Presse. Die Maxhütter Schienen haben ungefähr folgende Zusammensetzung:



Auf der Fahrfläche der Schienen beträgt die Festigkeit 144 bis 148 nach Brinell oder Rockwell, 3 mm unter der Oberfläche noch 120 bis 130 und im Mittelpunkt des Schienenkopfes 85 kg und am Fuß 68 kg/m². Die Uebergänge von hoher zu niedriger Festigkeit sind allmählich. Bis zu 3 mm von der Lauffläche besteht das Gefüge aus reinem Martensit. Danach geht das Gefüge in ein Gemisch von Ferrit und Sorbit über. In der Mitte der Schiene besteht es aus Ferrit und Perlit. Die in der Spindelschen Verschleißmaschine erhaltenen Werte der Abnutzung gehen im allgemeinen den Festigkeitseigenschaften parallel.

Wenn man die drei wichtigsten Verfahren der Schienenvergrütung, das Sandberg-Verfahren, das Verfahren von Neuves-Maisons und das der Maxhütte, miteinander vergleicht, kann man wohl sagen, daß das Verfahren der Maxhütte am besten abschneidet. Während nämlich die Sandbergschienen und die Schienen von Neuves-Maisons ein vornehmlich sorbitisches Gefüge haben, hat die Maxhütter Schiene an der Oberfläche rein martensitisches, was ein großer Vorteil ist. Wenn der Verschleiß auch nicht ganz parallel mit der Härte verläuft, so kann doch gesagt werden, daß der Verschleiß von der Härte stark abhängig ist. So wird auch die Maxhütter Schiene am verschleißfestesten sein und wahrscheinlich auch bald am meisten Eingang in der Praxis finden. W. Oertel.

Die Entwicklung und der gegenwärtige Stand der Schienenschweißung.

Um ausreichende Aufschlüsse über die mechanischen Eigenschaften der nach den verschiedenen aluminothermischen sowie nach dem elektrischen Widerstands-Abschmelzschweißverfahren geschweißten Schienenstöße zu gewinnen, wurde vom Reichsbahn-Ausbesserungswerk Neuaubing eine umfassende Versuchsreihe durchgeführt. Bekanntlich wird bei allen Schweißverfahren der Ausgangswerkstoff, die Schiene, in der Nähe der Schweißstelle mehr oder weniger überhitzt und dadurch spröder als zuvor. Ein Teil der für die Untersuchungen bestimmten Stöße wurde normalgeglüht, um feststellen zu können, ob durch das Ausglühen der Schweißstelle die Festigkeitseigenschaften verbessert werden können. Außer den technologischen Prüfungen wurden auch eingehende metallographische Untersuchungen angestellt. Diese Versuche sind abgeschlossen und die Ergebnisse in einer Arbeit von M. Reiter¹⁾ zusammengefaßt. Im ersten Teil der Arbeit wurde ein Bild der Entwicklung bis zum heutigen Stand der Schienenschweißung wiedergegeben.

Bei den Bestrebungen, die Zahl der Laschenstöße, die heute noch trotz aller Verbesserungen bis zu einem gewissen Grade eine schwache Stelle im Gleis bilden, standen zwei Wege offen: entweder immer längere Schienen auszuwalzen oder kürzere Schienen zu einer größeren Länge zusammenzuschweißen. Das erste Verfahren wird mit der 30-m-Schiene einen gewissen Abschluß gefunden haben, da weniger bei der Herstellung im Walzwerk, sondern vielmehr beim Befördern von Schienen von mehr als 30 m Länge große Schwierigkeiten auftreten dürften.

Eines der bekanntesten Schienenschweißverfahren ist die Thermitschweißung. Das Verfahren wurde zuerst versuchsweise zum Verschweißen von Straßenbahnschienen angewandt. Heute findet es nicht nur beim Verschweißen von eingebetteten Straßenbahnschienen, sondern auch von freiliegenden Vignolgleisen bei der Eisenbahn Anwendung. Die ersten Versuche begannen mit der reinen Stumpfschweißung, bei der das Thermit nur zur Erwärmung der Schweißenden auf Weißglut diente. Durch das nachfolgende Stauchen mit Hilfe einer besonderen Klemmvorrichtung sollte eine Schweißung nach Art der gewöhnlichen Feuerschweißung erreicht werden. Dieses Verfahren konnte sich aber trotz Verbesserungen nicht durchsetzen. Auch durch die Verwendung eines kohlenstoffarmen Zwischenbleches, das mit den Schienen verschweißbar sein soll, konnte die Aufgabe nicht gelöst werden.

Auf dem weiteren Entwicklungsgang der aluminothermischen Schienenschweißung wurde in Nordamerika das sogenannte Zwischengußverfahren (Schmelzgußschweißung) eingeführt, das der Stumpfschweißung gerade entgegengesetzt ist. Die beiden Schienen werden mit einer Lücke von etwa 10 mm zwischen den Stirnflächen verlegt. Die Gußform ist ähnlich wie bei der Stumpfschweißung, nur ist hier ein besonderer Einguß angeordnet. Nach erfolgter Reaktion wird der Tiegel abgestochen.

¹⁾ Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 85 (1930) S. 398/405 u. 419/32.

Das zuerst abfließende „Thermit-Eisen“ verschmilzt die beiden Schienen zu einem Ganzen. Seit etwa 1927 wird die Schmelzgußschweißung von der Firma Ingwer-Block, Berlin, mit nachfolgender Stauchung ausgeführt.

In Deutschland wurde die Thermit-Schienenschweißung fast ausnahmslos als kombinierte Schweißung ausgeführt, und sie scheint sich auf Grund der bis jetzt gesammelten Erfahrungen nicht schlecht bewährt zu haben. Wie schon der Name sagt, stellt dieses Verfahren eine Vereinigung von Stumpf- und Zwischengußschweißung dar. Der Kopf wird nach dem Stumpfschweißverfahren mittels eines Weicheisenbleches verschweißt, während Steg und Fuß im Zwischenguß miteinander verschmolzen werden. Der geschweißte Stoß hat außer dem Zwischenguß einen sogenannten „Umguß“, der beim Bruch der Schweißung als eine Art Sicherheitslasche wirkt, so daß die beiden Schienenenden nicht aus ihrer axialen Richtung abweichen können.

Neben der aluminothermischen Schweißung haben auch die elektrischen Schweißverfahren, zum Teil nur versuchsweise, zur Beseitigung des Laschenstoßes Anwendung gefunden. Die ersten praktischen Versuche mit der Verschweißung von Schienen wurden mittels Lichtbogen ausgeführt, und zwar als Stumpfschweißung und später als Laschennahtschweißung. Trotz aller Verbesserungen kann mit diesen Verfahren keine vollwertige Schienenschweißung erreicht werden. Beim Lichtbogenschweißen wird je nach der Masse des Werkstückes die entstandene Wärme in einem mehr oder weniger steilen Gefälle abgeleitet und durch die rasche Abkühlung im Schweißgut Härtingsgefüge erzeugt, während die Schiene ihr Walzgefüge beibehält. Der verschiedene Gefügebau von Schiene und Schweißgut erfolgt ganz plötzlich, wodurch eine kritische Zone mit niedriger Bruchfestigkeit entsteht. Diese Festigkeit liegt wesentlich niedriger als die in den Wintermonaten auftretenden Zugbean-

spruchungen, so daß sich bei der Stumpfschweißung der eingeschweißte Werkstoff von der Schiene ablöst, oder bei Nahtschweißung Risse auftreten. Diese Art der Bruchursache bei Lichtbogenverbindungsschweißungen tritt hauptsächlich bei Ausgangswerkstoffen mit höherem Kohlenstoffgehalt in Erscheinung. Eine Verbesserung kann nur durch verzögerte Abkühlung des Schweißgutes erreicht werden. Einen Einfluß in dieser Richtung dürfte die Raupenbildung ausüben (Konzentration der Wärme). Die Luftabkühlung kann schon



Abbildung 2. Thermit-Zwischengußschweißung ohne Stauchung, normal geblüht. Aetzung I; senkrecht beleuchtet, phosphorreiche Stellen erscheinen dunkel.



Abbildung 3.

Elektrische Widerstands-Abschmelzschweißung, ungeblüht. Schwache Dendritenbildung. Aetzung I.

durch Drähte mit Umhüllung oder Schlackensee verzögert werden.

Versuchsweise werden auch Schienenstücke nach dem elektrischen Widerstandsabschmelzverfahren geschweißt.

Der zweite Teil der Arbeit behandelt das Normalglühen von geschweißten Schienenstößen. Weiter werden die Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen mitgeteilt und die Folgerungen für die künftige Entwicklung der Schienenschweißung besprochen.

Bei den Normalglühversuchen wurde die günstigste Glühtemperatur bei 830 bis 840° und die Glühdauer mit 30 min einschließlich Anwärmen festgestellt. Bei den werkstattmäßigen Glühversuchen wurde ausschließlich mit solchen Hilfsmitteln gearbeitet, wie sie bei der Schweißung auf der Strecke zur Verfügung stehen. Der geschweißte Stoß wurde in die bekannte Klemmvorrichtung gespannt. Um die Schweißstelle wurde die zweiteilige Form gelegt, deren beide Hälften mit je einem Blasloch versehen sind. Die Formhälften selbst mußten ziemlich reichlich ausgespart werden, um einen genügend großen Glühräum und dadurch ein gleichmäßiges Umspülen der Schweißstelle durch die Flamme zu sichern. Der Glühofen wurde also hier durch die Form ersetzt. Als Wärmequelle dienten zwei Benzin-Hochdruckgebläse, wie sie beim Schweißen für die Vorwärmung benutzt werden. Vorweg sei mitgeteilt, daß zwar die beabsichtigte Kornverfeinerung erreicht wurde, aber eine merkliche Steigerung der Festigkeitswerte nicht eintrat. Der Grund hierfür ist bei den aluminothermisch geschweißten Stößen in dem unveränderten Primärgefüge zu suchen, das durch keinerlei Wärmebehandlung beseitigt werden kann, außer durch eine mechanische Bearbeitung, die aber hier nicht durchführbar ist. Bei den Stößen, die nach dem elektrischen Widerstands-Abschmelzverfahren geschweißt waren, ist zwar ebenfalls kein eindeutiger Einfluß des Glühens festzustellen, jedoch lag hier der Grund in der ungleichmäßigen Güte der Schweißung. Bei einwandfrei geschweißten Stößen dürfte jedenfalls ein Normalglühen der Schweißstelle vorteilhaft sein.

An Festigkeitsprüfungen wurden durchgeführt:

1. der Zerreißversuch (Probestab aus dem Kopf),
2. die Kaltbiegeprobe (Probestab aus dem Fuß),
3. der Schlagbiegeversuch (ganzer Querschnitt),
4. der Kerbschlagversuch (Probestab aus dem Kopf),
5. die Dauerschlagprobe (Probestab aus dem Kopf und Fuß),
6. die Kugeldruckprobe nach Brinell (Schienenkopf).

Das Ergebnis der Prüfungen ist folgendes: Die erhaltenen Werte der statischen Festigkeitsprüfungen können noch einigermaßen befriedigen. Dagegen sind Formänderungsfähigkeit und

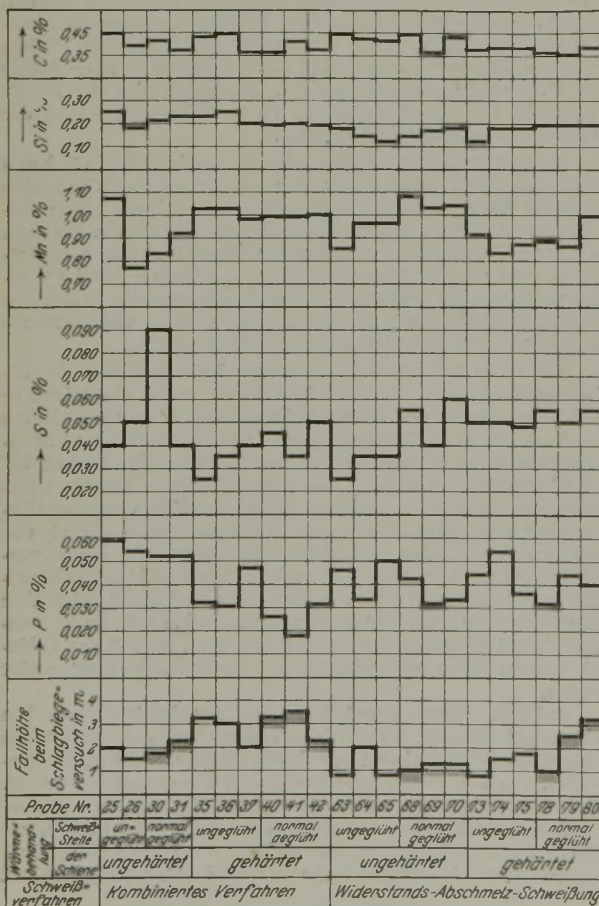


Abbildung 1. Verfahren, Wärmebehandlung, chemische Zusammensetzung und ihre Beziehung zur Fallhöhe beim Schlagbiegeversuch.

Zähigkeit im Vergleich zu ungeschweißten Schienen vollständig ungenügend. Trotzdem zeigen thermitgeschweißte Stöße nach mehrjähriger Liegedauer keinerlei Zerstörungserscheinungen, ein Zeichen dafür, daß sie den Anforderungen des Betriebes genügen und mit der Beseitigung des gelasteten Stoßes die gefürchteten Schlagwirkungen verschwinden. Beim Schlagbiegeversuch zeigte sich, daß die Höhe der aufgenommenen Schlagarbeit sehr stark vom Phosphorgehalt abhängig ist. *Abb. 1* zeigt, daß der Phosphorgehalt mit der Kurve der größten Fallhöhen gut übereinstimmt, und zwar insofern, als bei niedrigem Phosphorgehalt die Fallhöhe steigt und umgekehrt. Auf Grund von Aetzungen wurde festgestellt, daß die Uebergangsstelle von Schiene zu Zwischenguß sehr stark mit Phosphor angereichert ist. Außerdem liegt im Gegensatz zu ungeschweißten Schienen die Phosphorseigerung beim Schlagbiegeversuch parallel zur Beanspruchung, also in der gefährlichen Richtung, während sie bei ungeschweißten Schienen durch den Walzvorgang senkrecht dazu liegt. Auch die elektrisch geschweißten Stöße ergaben keine allzu hohen Festigkeitswerte. Die metallographischen Untersuchungen zeigten, daß dies nur auf Fehlschweißung zurückzuführen ist.

Weiter kann aus den Untersuchungen der Schluß gezogen werden, daß sämtliche Schweißverfahren für eine vollkommene Verbindung von Schienen noch sehr der Weiterentwicklung bedürfen. Neben den Fehlern, wie Schlackeneinschlüsse, Seigerungserscheinungen, Gasblasen usw., die bei jedem Gießvorgang mit in Kauf genommen werden müssen, ist hier der schroffe Unterschied im Gefügebau besonders unangenehm (*Abb. 2*). Während die Schienen normales Zeilengefüge aufweisen, besitzt der Zwischenguß Gußgefüge. Der Uebergang von einem Gefüge zum anderen ist noch dazu durch Verunreinigungen und Seigerungsstellen gestört. Dem langsamen Abkühlungsvorgang nach der Schweißung entsprechend besteht das Primärgefüge in der Hauptsache aus Dendriten, die senkrecht zum Schienenquerschnitt angewachsen sind, also parallel zur Richtung des Wärmeabflusses. Leider kann aber das dendritische Gefüge nur durch eine mechanische Bearbeitung verändert werden, so daß gewöhnlich auch von einwandfrei geschweißten Thermitstößen nicht die völlig gleichen Festigkeitseigenschaften verlangt werden können wie von ungeschweißten Schienen. Die Uebergangsstelle wird deshalb immer die schwächste Stelle der Schweißverbindung dieser Art bleiben.

Bei der Widerstandsschweißung konnte auch eine schwache Dendritenbildung in der Schweißstelle festgestellt werden (*Abb. 3*). Diese Feststellung dürfte eine Erklärung für die schon öfter beobachtete geringe Kerbzähigkeit von Widerstandsschmelzschweißungen sein. Diese Erscheinung ist aber nur auf ungenügende Stauchung zurückzuführen. Sollte es bei der Widerstandsschweißung gelingen, durch Anwendung genügend großer Stauchdrücke eine homogene Schweißverbindung zu erzielen, so kann sie ohne Bedenken als bestes Schienenschweißverfahren bezeichnet werden. Auf der Strecke wird die Anwendung wegen des Transportes der dazu benötigten Maschinen noch zu große Schwierigkeiten machen. *M. Reiter.*

Zur Frage über den Nachweis von Schwefel in Stahl.

Der Nachweis von Schwefel in Stahl mittels makroskopischer Untersuchung ist nicht neu. Mit dieser Frage haben sich u. a. A. Heyn¹⁾, R. Baumann²⁾, J. E. Stead und W. H. Hatfield³⁾ beschäftigt. Von besonderer Bedeutung sind zwei Arbeiten, die in den letzten Jahren von P. Oberhoffer und W. Knipping⁴⁾ und H. J. van Royen und E. Ammermann⁵⁾ veröffentlicht wurden. In beiden Arbeiten wird die Frage über die Anwendbarkeit der Schwefelprobe nach Baumann zur Erzielung einer richtigen Vorstellung der Schwefelverteilung in Erzeugnissen erörtert. Die Verfasser der ersten Arbeit sind auf Grund ihrer Erfahrungen zu der Schlußfolgerung gekommen, daß die Baumannsche Probe ein Bild der Schwefelverteilung in Stahl vollkommen zu geben in der Lage ist und suchen nachzuweisen, daß die Bedenken, daß die Anwesenheit von Phosphor im Stahl das Bild der Schwefelverteilung entstelle, unbegründet seien. Die Verfasser der zweiten Abhandlung sind aber der Meinung, daß die Baumannsche Probe ein der wirklichen Schwefelverteilung im Probekörper entsprechendes Bild nicht liefert, weil eine Verdunkelung des Bromsilberpapiers nicht nur durch die Sulfite des Silbers, sondern auch diejenigen des Phosphors stattfindet, deshalb

sollte die Probe nicht „Schwefelprobe“, sondern einfach „Probe nach Baumann“ benannt werden. Sie schlagen ein neues Verfahren zum Nachweis von Schwefel im Stahl vor; dieses ist eine Abart des Verfahrens nach Heyn und Bauer.

Die Verfasser der vorliegenden Arbeit wenden die Baumannsche Probe schon eine Reihe von Jahren zur Untersuchung des Grobgefüges bei der Prüfung verschiedener Erzeugnisse aus Stahl, wie Schienen, Achsen, Radreifen, Maschinenteile usw., an. Bei diesen Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß beim Vergleich vieler Hunderte von Ergebnissen der Baumannschen Schwefelprobe, die im Laboratorium ausgeführt wurde, mit den Ergebnissen der chemischen Analyse derselben Probekörper die Intensität der Färbung des Abdruckes auf dem Bromsilberpapier gewöhnlich dem Schwefelgehalt des Stahles entspricht. Der Phosphor hat aber nach den Beobachtungen der Verfasser keinen merklichen Einfluß auf die Ergebnisse.

Um diese Beobachtungen näher zu belegen, wurde eine besondere Untersuchung ausgeführt, die zum Ziele hatte, ein klares Urteil über die wirkliche Bedeutung des Baumannschen Verfahrens zu erhalten. Zu diesem Zwecke wurden aus der großen Zahl der vom Laboratorium in den letzten Jahren geprüften Schienen einige Probestücke mit verschiedenem Schwefel- und Phosphorgehalt mit möglichst gleichem Kohlenstoff-, Mangan- und Siliziumgehalt untersucht, wie aus *Zahlentafel 1 und 2* hervorgeht. Es wurden zwei Arten von Schienen gewählt: solche ohne merkliche (*Abb. 1*) und solche mit starker Seigerung (*Abb. 2*).

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der untersuchten Schienen.

Nr. des Abdruckes	Chemische Zusammensetzung				
	C %	Si %	Mn %	P %	S %
1	0,34	0,07	0,36	0,031	0,012
2	0,36	0,08	0,50	0,077	0,024
3	0,43	0,11	0,55	0,008	0,026
4	0,55	0,08	0,81	0,020	0,057
5	0,44	0,12	1,17	0,055	0,083
6	0,48	0,11	0,77	0,061	0,105
7	0,32	0,09	1,25	0,195	0,143
8	0,44	0,04	1,08	0,039	0,150

Zahlentafel 2. Zusammensetzung der untersuchten Schienen.

Nr. des Abdruckes	Stelle der Entnahme der Probe zur chemischen Analyse	Chemische Zusammensetzung ¹⁾				
		C %	Si %	Mn %	P %	S %
9	Außere Zone	0,43	0,08	0,38	0,030	0,018
	Innere Zone	0,57	—	—	0,044	0,031
10	Außere Zone	0,30	—	—	0,056	0,028
	Innere Zone	0,30	0,07	0,52	0,050	0,027
11	Außere Zone	0,49	0,05	0,72	0,022	0,046
	Innere Zone	0,56	—	—	0,028	0,070
12	Im ganzen Querschnitt	0,43	0,09	0,98	0,078	0,100

¹⁾ Der Silizium- und Mangangehalt wurde nicht bei allen Proben bestimmt.

Von allen in beiden Zahlentafeln erwähnten Schienen wurden Probekörper quer abgeschnitten, geschliffen und Abdrücke gemacht. Da die Ergebnisse dieser Arbeit außer durch die chemische Zusammensetzung des Werkstoffes noch durch die Umstände, die die Ausführung der Probe mit sich brachte, beeinflusst werden mußten, wurden bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit bei jedem Abdruck die im folgenden wiedergegebenen Gesichtspunkte besonders beachtet, die als günstigste Bedingungen ermittelt werden konnten.

1. Jedes Prüfstück wurde fettfrei und völlig sauber gemacht.
2. Zum Anfeuchten des Bromsilberpapiers wird eine 5prozentige Lösung von Schwefelsäure mit Wasser verwendet [5 cm³ H₂SO₄ (spez. Gew. 1.84) + 100 cm³ Wasser].
3. Die Dauer des Anfeuchtens des Papiers beträgt 8 min., worauf das Papier aus der Lösung entnommen und zwischen zwei Blättern von Filtrierpapier abgepreßt wird.
4. Das Papier wurde dicht auf den Probekörper aufgelegt.
5. Die Einwirkungsdauer des Probekörpers auf das Papier beträgt 3 min.
6. Die Temperatur der Lösung, des Probekörpers und der Luft war in allen Fällen ein und dieselbe, und zwar ungefähr 20°.
7. Das Wässern vor dem Fixieren dauert wenigstens 15 min.
8. Das Fixieren in einer Lösung von Hyposulfit dauert auch 15 min.

¹⁾ St. u. E. 26 (1906) S. 8/16; Metallurgie (1906) S. 579; St. u. E. 30 (1910) S. 239/46.

²⁾ Metallurgie (1906) S. 416.

³⁾ Cast Iron in the Light of recent Research, 3. Aufl. (London: Charles Griffin and Co. 1928) S. 71.

⁴⁾ St. u. E. 41 (1921) S. 253/58.

⁵⁾ St. u. E. 47 (1927) S. 631/32.

9. Das endgültige Abspülen im Wasser wurde in 30 min ausgeführt, worauf die Abdrücke getrocknet wurden.

In allen Fällen war die Vorbereitung des Probekörpers zum Versuch dieselbe.

Auf die soeben beschriebene Weise wurden von den Schienenprobestücken zwölf Abdrücke gemacht (Abb. 1 und 2). Die chemische Zusammensetzung dieser Probekörper ist in den Zahlentafeln 1 und 2 angegeben. Beim Vergleich der Abdrücke untereinander fällt vor allem das ganz gleichmäßige Dunklerwerden

über die mittlere Zusammensetzung des ganzen Querschnittes gibt und nicht der am meisten verunreinigten und also am stärksten gefärbten Stelle. Dennoch ist aus den Abdrücken der Abb. 2 zu ersehen, daß der von den Verfassern gezogene Schluß einer Abhängigkeit der Farbtonstärke von der Menge des Schwefels auch hier bestätigt wird (Abb. 1).

Zur Frage über den Einfluß auf die Baumann-Probe des Phosphorgehaltes seien die Abdrücke annähernd gleichen Schwefelgehaltes paarweise verglichen.

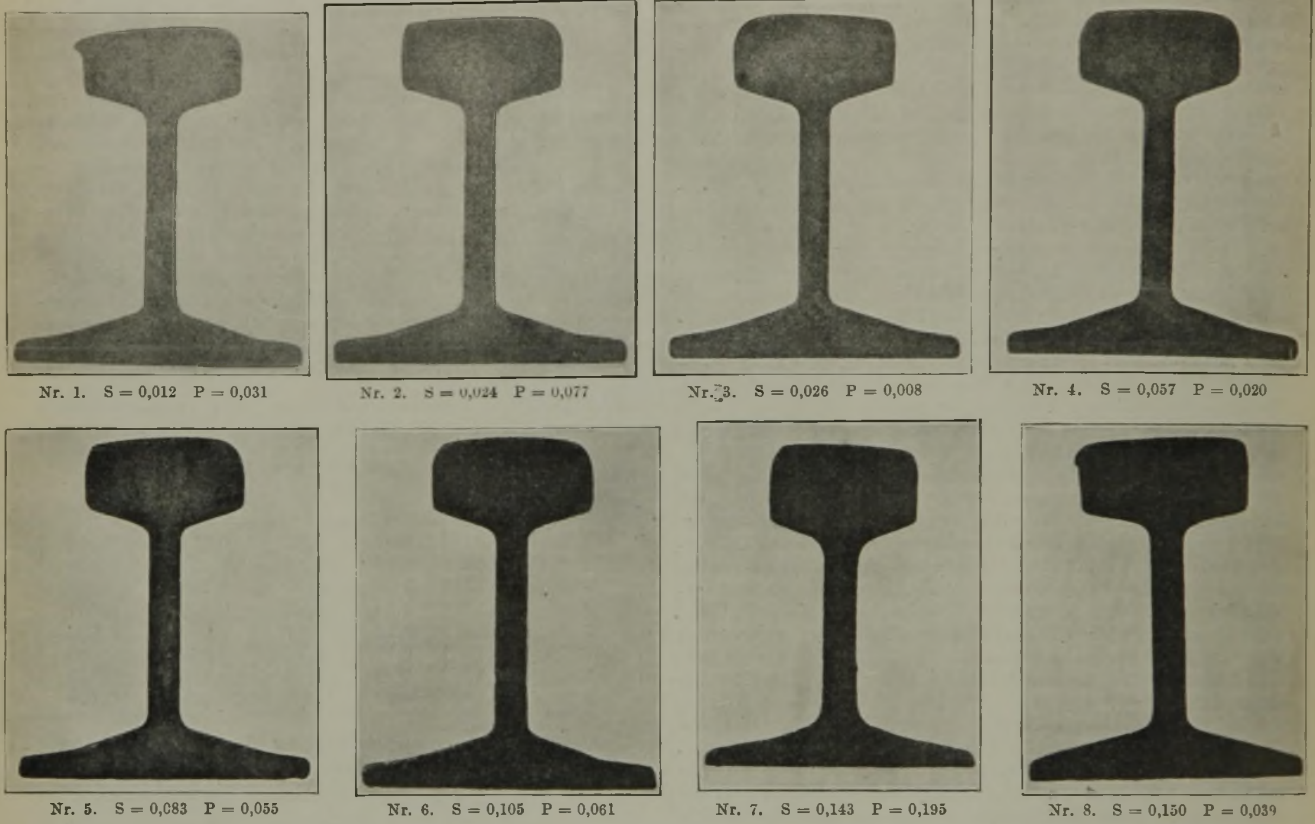


Abbildung 1. Baumann-Probe an seigerungsfreien Schienen.

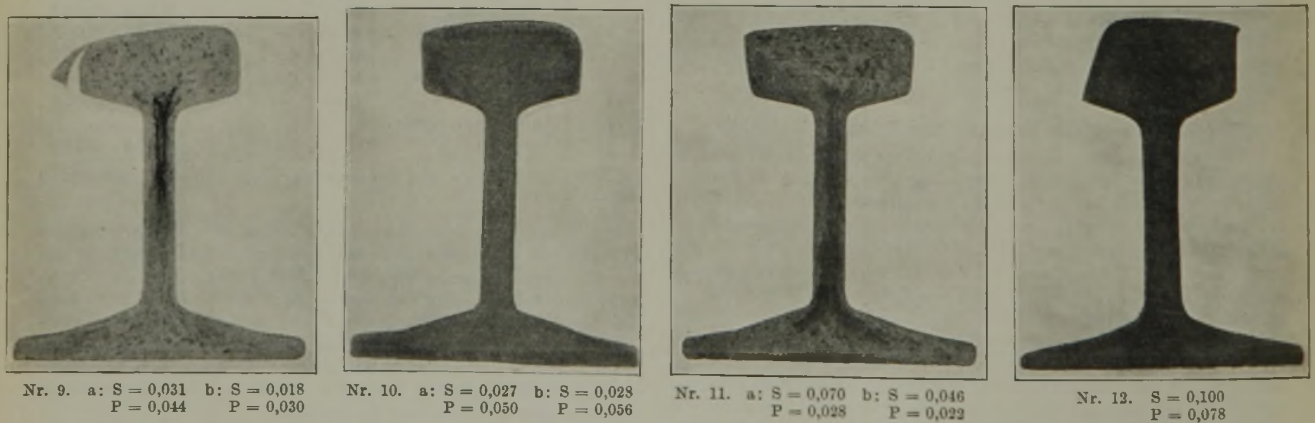


Abbildung 2. Baumann-Probe an seigererten Schienen. (a = innere, b = äußere Zone.)

des Abdruckes mit der Zunahme des Schwefelgehaltes im Stahl auf, und zwar vom hellbraunen (0,012% S) bis zu einem beinahe schwarzen Farbton (0,150% S). Bei einem Schwefelgehalt über 0,1% ist der Ton so dunkel, daß es schwer fällt, den Unterschied noch festzustellen. Auf Grund dieser Versuche wie auch vieler anderer Angaben kamen die Verfasser dieser Arbeit zu dem Schluß, daß man bei einem mehr oder weniger gleichartigen Grobgefüge eines Stahles und unter gleichen Arbeitsbedingungen die Baumannsche Probe als kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung des Schwefelgehaltes im Stahl betrachten kann, und zwar genau auf etwa 0,025% bis zu einem Gehalt von 0,1% und darüber. Bei stark ausgesprochener Seigerung wird die Prüfung schwieriger, da die chemische Untersuchung eine Vorstellung

Abdrücke 2 und 3: Der Gehalt an Schwefel ist in beiden Schienen beinahe derselbe (0,024% und 0,026%). Der Phosphorgehalt übertrifft aber denjenigen der dritten Schiene etwa um das 9,5fache. Trotzdem ist aber die Stärke der Färbung beider Abdrücke gleich.

Abdrücke 1 und 3: Der Schwefelgehalt beträgt im ersten Probekörper nur 46% des dritten, der nur 25% des Phosphorgehaltes des ersten enthält. Trotzdem gibt der dritte Probekörper einen stärker gefärbten Abdruck infolge des großen Schwefelgehaltes.

Abdrücke 7 und 8: Die Probekörper 7 und 8 enthalten beinahe dieselbe Menge Schwefel (0,143% und 0,150%), dagegen ist der Phosphorgehalt im Probekörper 7 fünfmal so groß wie in Nr. 8. Die Abdrücke haben aber gleiche Färbung.

Abdrücke 2 und 10: Der Schwefelgehalt in dem zweiten Probekörper (Abdr. 2) und in der inneren Zone von Nr. 10 sind beinahe gleich (0,024 und 0,027 %) bei sonst ebenfalls nahezu gleicher Zusammensetzung (0,36 % und 0,30 % C; 0,08 % und 0,07 % Si; 0,50 und 0,52 % Mn). Der Gehalt an Phosphor ist aber im zweiten Probekörper 1,5mal größer als im zehnten. Die Stärke der Färbung bei beiden Abdrücken ist gleich.

Abdrücke 6 und 12: Der Schwefelgehalt in beiden Schienen ist gleich (etwa 0,1 %). Der Phosphorgehalt ist im sechsten Probekörper geringer als im zwölften, der Gehalt an übrigen Elementen mehr oder weniger verschieden. Die Abdrücke sind aber, wenn man die Zone in dem zwölften Abdruck ausschließt, in der Färbung sehr ähnlich.

Abdruck 11 zeigt beim Vergleich mit Nr. 4 (beide Probekörper haben ähnliche chemische Zusammensetzung: 0,49 % und 0,55 % C; 0,022 % und 0,020 % P; 0,046 % und 0,057 % S) einen helleren Grundton, der nach der Stärke der Färbung etwa 0,025 % S entspricht, wie beim vierten Abdruck, was augenscheinlich von der Verteilung im Schienenkopf abhängt, weshalb die chemische Untersuchung einen höheren Wert für Schwefel ergab. Diese beiden Abdrücke zusammen betrachtet können als ein Beispiel für die Unzulänglichkeit der chemischen Analyse zur Vermittlung einer Vorstellung über den Gehalt und die Verteilung schädlicher Bestandteile in Stahl dienen.

Diese und manche ähnliche Ergebnisse lassen die Schlußfolgerung zu, daß die Anwesenheit von Phosphor im Stahl augenscheinlich keinen Einfluß auf die Art des Abdruckes bei der Baumanschen Probe auf Schwefel ausübt. Außerdem seien noch als Vorzüge dieser Prüfung ihre große Einfachheit und Klarheit hervorgehoben.

Wenn man endlich gleichzeitig alle Abdrücke der Abb. 1 (daselbe bezieht sich mit den schon erwähnten Beschränkungen auch auf die Abdrücke der Abb. 2) in der angegebenen Reihenfolge betrachtet, so erhält man eine ganz regelmäßige Farbenabstufung, angefangen von hellbraun bis beinahe schwarz, gemäß dem Anwachsen des Schwefelgehalts in den Schienen, unabhängig von dem Gehalt an anderen Elementen. Auf diese Weise erhält man eine Zusammenstellung von Abdrücken, die als Vergleichsgrundlage für neue Untersuchungen benutzt werden können. Jedes metallographische Laboratorium kann sich leicht eine solche Zusammenstellung anfertigen, die sie zur kolorimetrischen Schwefelbestimmung verwendet.

Nebenbei sei erwähnt, daß es den Verfassern nicht gelungen ist, Proben nach den von H. J. van Royen und E. Ammermann angegebenen Verfahren in ebenso günstiger und ausdrucksvoller Weise wie bei der Baumanschen Probe zu erzielen.

Es kann angenommen werden, daß die Ergebnisse der Baumanschen Probe durch andere Legierungsbestandteile des Stahles, wie Kohlenstoff, Mangan, Silizium, sowie auch durch den Zustand des Stahles und sein Gefüge beeinflußt werden können.

Diese Fragen harren aber noch ihrer Klärung. Die Verfasser haben die Absicht, Untersuchungen in dieser Richtung auszuführen.

Zusammenfassend sei zum Schluß folgendes ausgeführt:

1. Die Baumansche Probe kann nicht nur zur Ermittlung der Schwefelverteilung, sondern auch zur kolorimetrischen Schwefelbestimmung dienen.
 2. Phosphor beeinflußt die Probe nach Baumann unter den angegebenen Bedingungen nicht.
 3. Es ist notwendig, den Einfluß der anderen Bestandteile des Stahles und des Zustandes des Werkstoffes auf die Ergebnisse der Baumann Probe zu ergründen.
 4. Der Einfluß der Lichtstärke auf den Abdruck ist noch zu untersuchen.
- P. Sacharoff und Ph. Rybinsky.

Beitrag zu den Untersuchungen über den Einfluß des Gefüges und der chemischen Zusammensetzung auf die mechanischen Eigenschaften von Schienen.

Die Untersuchungen¹⁾ wurden an über 300 Schienen aus Siemens-Martin-Stahl verschiedener Schmelzen durchgeführt. Der Guß der Blöcke erfolgte im Gespann (Blockgewicht 2,4 t, Abmessungen 508 x 458 mm, 458 x 408 mm, Länge 1650 mm). Wie üblich, wurde in gußeiserner Kokillen vergossen, die 90 und 110 mm Wandstärke aufwiesen. Im Walzwerk wurden dann vom Kopf des Blockes etwa 10 % und vom Fuße 2 bis 4 % abgeschnitten. Die Erwärmung der Blöcke erfolgte in Tiefofen, in die die Blöcke teils im kalten, teils im warmen Zustande (400 bis 600°) eingesetzt wurden. Aus jedem Block wurden vier Schienen der russischen Type IIa 33,4 kg/m ausgewalzt. Für die Untersuchungen wurden folgende Versuche durchgeführt:

1. Die Schlagbiegeprobe. (Die Probeentnahme erfolgte aus dem Schienenkopf; Länge des Probestückes 1,5 m; zwei Schläge, Höhe 7,3 m.)
2. Die Bestimmung der Zugfestigkeit, der Elastizitäts- und Proportionalitätsgrenze, Dehnung und Einschnürung.

Die Proben (15 mm Dmr.) wurden auf einer Zerreißmaschine der Firma Buckton & Co. mit Martensspiegeleinrichtung untersucht. Das Probestück wurde so dem Schienenkopf entnommen, daß der Mittelpunkt des Probestückes 17 bis 18 mm unter der Oberfläche des Schienenkopfes lag.

Nach den amtlichen russischen Vorschriften wird eine verträglichere Elastizitätsgrenze angenommen (die mit der üblichen Elastizitätsgrenze nichts zu tun hat), die diejenige Spannung darstellt, die vom Elastizitätsmodul nicht mehr als 33 % abweicht. Als Proportionalitätsgrenze gilt diejenige Spannung, deren Abweichung vom Elastizitätsmodul 12,5 % nicht überschreitet. Die Zeigerablesungen beider Skalen zusammen durften nicht mehr als 1 mm abweichen, wodurch die Abweichung noch in den Grenzen des Untersuchungsfehlers nach dem Hookeschen Gesetze liegt.

3. Die chemische Untersuchung. Die Späne wurden der Mitte der Bruchprobe entnommen.
4. Das Probegefüge wurde im vorderen und hinteren Teil der Kopfschiene untersucht und
5. das Kleingefüge der Schiffe in der Kopfmitte der Zerreißproben.

Die außerdem an zahlreichen Proben ausgeführten Temperaturmessungen mittels optischen Pyrometers von Holborn und Kurlbaum zeigten, daß die Walzanfangstemperaturen zwischen 1150 bis 1190°, die Endtemperaturen bei 920 bis 970° lagen.

Der Bestimmung der Proportionalitätsgrenze wurde besondere Sorgfalt zugewandt, da die russische Schienenkommission in den Jahren 1900 bis 1905 festgestellt hat, daß Schienen mit einer Proportionalitätsgrenze von 30 kg/mm² der Verformung gut widerstehen, daß diese Grenze ein empfindlicher Maßstab für Bearbeitungsbedingungen und Ueberhitzung ist.

Abb. 1 zeigt die Werte der Proportionalitäts- und Elastizitätsgrenzen. Die erste Kurve (links) entspricht der feinkörnigen

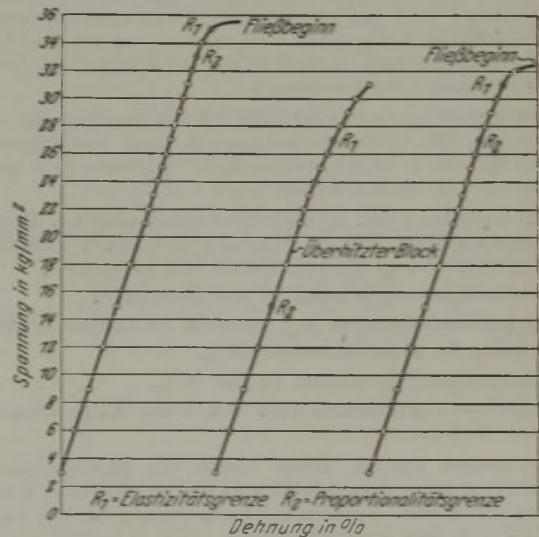


Abbildung 1. Bestimmung der Elastizitätsgrenze mit dem Martenschen Gerät.

Probe und zeigt eine hohe und sehr nahe aneinander liegende Proportionalitäts- und Elastizitätsgrenze. Die zweite Kurve entspricht der Probe mit einzelnen, sehr groben Körnern (überhitzter Block) und demzufolge sehr niedriger Proportionalitäts- und Elastizitätsgrenze und zeigt, daß jene wesentlich niedriger liegt als diese. Die dritte Kurve stammt aus der Probe mit mehr gleichmäßigem Korn und nimmt die Zwischenstellung unter den Kurven ein. Da keine genauen Unterlagen über die Abkühlungsverhältnisse vorlagen, die die Gefügeausbildung beherrschen, wurde die Untersuchung mit dem Ziel durchgeführt, festzustellen, welche chemische Zusammensetzung in dieser Hinsicht sich am günstigsten auswirkt.

Alle 360 Proben wurden nach ihrem Gefüge in mehrere Gruppen eingeteilt (14, davon 13 Grundgruppen und 1 gemischte). Bestimmend war dafür der Ferritgehalt. Bei der ersten Gruppe war im Schlibbild kein Ferrit zu sehen, während er in der nächsten

¹⁾ Ugol i Scheleso (Kohle und Eisen) 49 (1929) S. 88/122.

Gruppe in Form dünner Fäden auftrat, bis er endlich in der 13. Gruppe vorherrschte. Entsprechend dem Ferritgehalt sinkt auch die Zerreißfestigkeit von 86 kg/mm² für die erste Gruppe auf 64,5 kg/mm² für die 13. Gruppe. Als Grundlage für diese Einteilung diente die Korngröße. Ein Korn wurde als grob bezeichnet, wenn es auf der Mattscheibe bei 100facher Vergrößerung einen Durchmesser von 20 bis 25 mm aufwies. Der Perlit war meistens nicht lamellar, sondern sorbitisch. Durch Zusammenstellung der mechanischen Eigenschaften der Strukturgruppen ergab sich folgendes:

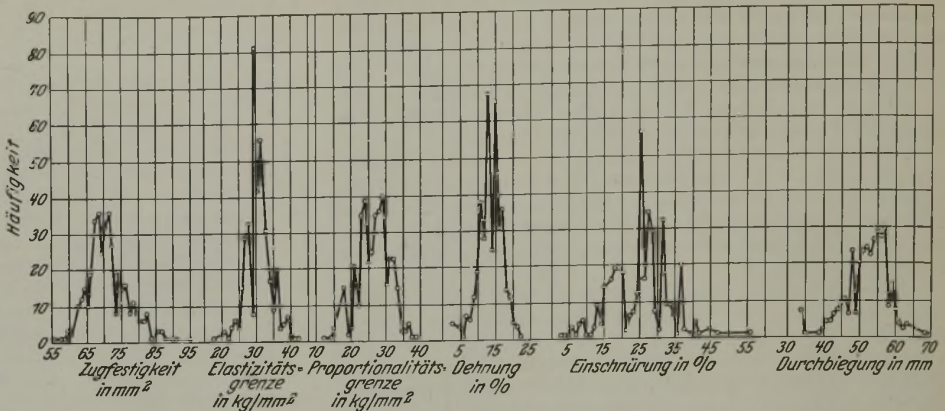


Abbildung 2. Häufigkeitskurven der Festigkeitseigenschaften der untersuchten Schienen.

1. Zwischen Zugfestigkeit, Proportionalitäts- und Elastizitäts-grenze war eine bestimmte Abhängigkeit nicht festzustellen.
2. Die besten Werte der Proportionalitäts- und Elastizitäts-grenze zeigte die 8. Gruppe mit feinstem Korn, bei der die Elastizitäts- und Proportionalitäts-grenze sehr nahe beieinander liegen und bei der das Verhältnis der Proportionalitäts-grenze zur Zugfestigkeit $\left(\frac{\sigma_R}{\sigma_B}\right)$ größer ist als bei den anderen Gruppen.
3. Eine Vergrößerung des Schwefelgehaltes bis 0,08 % und an Schlackeneinschlssen bis 1 % des Gesichtsfeldes sowie die ungleichmäßige Verteilung von Ferrit und Perlit beeinflussen wenig die Elastizitäts- und Proportionalitäts-grenze. Diese Annahme wird bestätigt durch das Auftreten der hohen Werte der Elastizitäts- und Proportionalitäts-grenze bei einigen Proben mit feinkörnigem Gefüge.
4. Die Werte der Elastizitäts- und Proportionalitäts-grenze sind nicht immer durch die Größe des Kornes bedingt. Es darf deshalb angenommen werden, daß die konventionelle Elastizitäts-grenze und insbesondere die Proportionalitäts-grenze nicht nur vom Kleingefüge, sondern auch von den Stahlherstellungsbedingungen (Desoxydation, Gießtemperatur, Gießgeschwindigkeit usw.) abhängen.

Seigerungen verringern die Dehnung und Einschnürung und verursachen bei erhöhtem Kohlenstoff- und Mangengehalt (C > 0,5 %; Mn \geq 1,0 %) den Bruch der Schienen schon nach dem ersten oder zweiten Schlag.

Im folgenden (Abb. 2) sind die durchschnittlichen Festigkeitswerte angegeben, die die untersuchten Schienen aufwiesen. Die Zugfestigkeit (σ_B) lag zwischen 68 und 75 kg/mm², die Elastizitäts-grenze zwischen 26 und 36 kg/mm², die Proportionalitäts-grenze (σ_R) zwischen 18 und 33 kg/mm², die Dehnung (δ) zwischen 10 und 18 %, die Einschnürung (ψ) zwischen 15 und 36 %, die Größe der Durchbiegung nach dem ersten Schlag zwischen 48 und 57 mm.

Im zweiten Teil der Arbeit wurden die Zusammenhänge zwischen chemischer Zusammensetzung und mechanischen Eigenschaften untersucht. Zu diesem Zwecke wurden die Proben in Gruppen nach dem Kohlenstoffgehalt von 0,05 zu 0,05 % eingeteilt. Die sieben Gruppen erfuhren eine weitere Unterteilung nach dem Mangengehalt von 0,05 zu 0,05 %. Für jede Untergruppe wurden die Mittelwerte der mechanischen Eigenschaften festgestellt. Werte für die Elastizitäts-grenze \geq 30 kg/mm² und Werte < 30 kg/mm² wurden in einer besonderen Aufstellung zusammengefaßt, für die Proportionalitäts-grenze: P \geq 29 kg/mm² und P < 29 kg/mm².

Dies führte zu folgender Feststellung:

1. Mit steigendem Mangengehalt steigen auch die Elastizitäts- (\geq 30 kg/mm²) und Proportionalitäts-grenze (P \geq 29 kg/mm²).

2. Verhältnismäßig hoher Kohlenstoffgehalt (C \sim 0,56 bis 0,65 %) bei niedrigem Mangengehalt (Mn \sim 0,6 bis 0,7 %) gibt niedrige Werte für die Elastizitäts-, Proportionalitäts-grenze und das Verhältnis Proportionalitäts-grenze zu Zugfestigkeit.
3. Die Größe der Durchbiegung bei den Schlagversuchen ließ keine gesetzmäßigen Zusammenhänge mit der Elastizitäts- bzw. Proportionalitäts-grenze erkennen.
4. Die besten Ergebnisse aus den Schienen mit 0,3 bis 0,65 % C und 0,6 bis 1,1 % Mn zeigte die Gruppe mit von 0,40 bis 0,45 % C und 1,05 bis 1,10 % Mn.

Der Vorzug dieser Gruppe im Vergleich mit den Gruppen höheren Kohlenstoffgehaltes (0,60 bis 0,65 %) und geringeren Mangengehaltes (0,60 bis 0,70 %) liegt in einem feineren Korn und feineren Perlit. Die Proben der Gruppe mit 0,40 bis 0,45 % C und 1,05 bis 1,10 % Mn gehören vorwiegend zu den Gefgegruppen 4 und 5. Das Zusammenfallen der Mittelwerte der mechanischen Eigenschaften dieser Gruppe und der erwähnten zwei Gefgegruppen bestätigt die Berechtigung dieser Einteilung. So beträgt z. B. die Zugfestigkeit dieser Gruppe (σ_B) 74,7 kg/mm² und das Verhältnis der Proportionalitäts-grenze zur Zerreiß-

festigkeit $\frac{P}{\sigma_B} = 0,389$; dasselbe gilt für die Gruppen 4 und 5, wo $\sigma_B = 74$ kg/mm² und $\frac{P}{\sigma_B} = 0,395$ ist.

Die Untersuchungen führten zu dem Schluß, daß die besten Elastizitäts-grenzen- und Proportionalitäts-grenzenwerte diejenigen Schienen aufweisen, deren Kohlenstoffgehalt zwischen 0,40 und 0,45 % und deren Mangengehalt zwischen 1,05 und 1,10 % liegt.

J. E. Brajnin.

Preis Ausschreiben zur Erlangung von allgemeinverständlichen technischen Aufsätzen.

Die Technisch-Literarische Gesellschaft, Berlin, die sich die Hebung der Behandlung von Fragen der Technik und angewandter Naturwissenschaften in der Tagespresse zur besonderen Aufgabe gestellt hat, will durch ein Preis Ausschreiben den Versuch machen, Persönlichkeiten kennenzulernen, die in der Lage sind, technische Aufsätze so allgemeinverständlich und leichtflüssig zu gestalten, daß auch solche Kreise sie gern lesen, die erst durch die ansprechende Form für die Sache gewonnen werden müssen. Verlangt wird entweder die Einreichung eines Aufsatzes über eine technische oder für die Technik wichtige naturwissenschaftliche Frage, Beschreibung eines technischen Vorganges o. dgl., der nicht länger sein darf als vier Schreibmaschinenseiten zu je 30 Zeilen, oder die Einreichung von vier Kurzgeschichten, Anekdoten u. dgl., die auf die Technik Bezug haben und von denen keine länger ist als eine Schreibmaschinenseite. Die Arbeiten sind bis spätestens 10. Januar 1931 an den Schriftführer der Gesellschaft, H. Dominik, Berlin-Zehlendorf, Herderstraße 2, einzusenden, von dem auch weitere Einzelheiten zu dem Preis Ausschreiben zu erhalten sind.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 44 vom 30. Oktober 1930.)

Kl. 7 a, Gr. 16, V 26.30. Einrichtung zur Herstellung einer Innenverdickung des hinteren Endes eines über einen abgesetzten Dorn ausgewalzten Rohres. August Vollmer, Hilden (Rhld.), Düsseldorf Str. 75.

Kl. 7 a, Gr. 27, K 108 718. Vorrichtung zum Stapeln von Walzgut, z. B. von Blöcken auf einem Sammelrost. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 b, Gr. 12, M 98 772. Vorrichtung zur Herstellung von Rohren durch Innenstrecken. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 10 a, Gr. 4, K 112 612. Koksofenbatterie mit liegenden Kammern. The Koppers Company, Pittsburgh (Pennsylvanien, V. St. A.).

Kl. 10 a, Gr. 17, R 78 700. Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung von Koks. Jens Rude, Brüssel.

Kl. 10 a, Gr. 17, R 16.30; Zusatz zur Anm. R 78 700. Verfahren zur Trockenkühlung von Koks. Jens Rude, Brüssel.

Kl. 10 a, Gr. 17, W 184.30. Verfahren zur Kokstroeknung. Westfälische Maschinenbau-Ges. m. b. H., Recklinghausen 1, Elperweg 3.

Kl. 18 a, Gr. 8, C 42 459. Verfahren und Vorrichtung zur Rückgewinnung der Wärme flüssiger Schlacken. Compagnie des Forges de Chatillon Commeny et Neuves-Maisons, Paris.

Kl. 18 a, Gr. 15, Z 18 810. Vorrichtung zum Verstellen von Absperrvorrichtungen industrieller Anlagen, z. B. Winderhitzer. Zimmermann & Jansen G. m. b. H., Düren (Rhld.).

Kl. 18 b, Gr. 1, L 69 788. Verfahren zur Herstellung von Gußeisen. Heinrich Lanz A.-G., Mannheim.

Kl. 18 c, Gr. 2, F 67 057. Vorrichtung und Verfahren zum Biegen und Härten von Federn. Federwerke Paul Plate, Hagen i. Westf.

Kl. 21 h, Gr. 18, L 76 616. Einrichtung zum Betrieb von elektrischen Induktionsöfen mit Drehstrom. C. Lorenz A.-G., Berlin-Tempelhof, Lorenzweg.

Kl. 21 h, Gr. 21, R 70 798. Elektrodenfassung für elektrische Oefen. Siemens-Planiawerke A.-G. für Kohlefabrikate, Berlin-Lichtenberg, Herzbergstr. 128—137.

Kl. 21 h, Gr. 29, S 87 248. Verfahren zum Erzeugen von Röhren durch elektrische Schweißung. Francis Sönnichsen, Francis Adolf Frisch und Herman Arthur Nicolaysen, Oslo (Norwegen).

Kl. 31 c, Gr. 18, L 74 628. Kokille zur Herstellung von Hohlkörpern durch senkrechten Schleuderguß. Dr.-Ing. Heinrich Lent, Duisburg-Ruhrort, Phoenixstr. 7, Dr.-Ing. Hermann Josef Schiffler, Bahnstr. 5, und Dipl.-Ing. Gustav Tichy, Wehrhahn 11, Düsseldorf.

Kl. 31 c, Gr. 18, S 76 864. Rohrmuffenkern für Schleudergußformen. Société Anonyme des Hauts-Fourneaux & Fonderies de Pont-à-Mousson, Pont-à-Mousson (Frankreich).

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

(Patentblatt Nr. 44 vom 30. Oktober 1930.)

Kl. 10 a, Nr. 1 143 193. Einrichtung zum Ablöschen und Verladen von Koks aus waagerechten Kammern. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum, Christstr. 9.

Kl. 10 a, Nr. 1 143 415. Kokskühlbehälter. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum, Christstr. 9.

Kl. 18 b, Nr. 1 143 088. Walze mit rostfreier Oberfläche. Bernhard Vervoort, Düsseldorf, Königsberger Str. 60.

Kl. 18 c, Nr. 1 143 166. Vorrichtung zum Beschicken von Oefen mittels eines vor den Oefen verfahrbaren Hebezeuges. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 18 c, Nr. 1 143 728. Vorrichtung zum Kühlen von blank zu erhaltendem Glühgute. Theodor Lammine, Köln-Mülheim, Düsseldorf Str. 41.

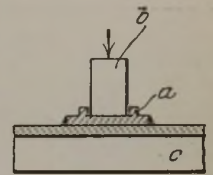
Kl. 31 c, Nr. 1 142 610. Schlackenausscheider für Gießtrichter. Pius Lenz, Karlsruhe i. B., Sedanstr. 8 a.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 a, Gr. 3, Nr. 506 821, vom 11. Mai 1927; ausgegeben am 9. September 1930. Buderussche Eisenwerke in Wetzlar, Lahn. Verfahren zum Nutzbarmachen von Grudekoks als Reduktionsmittel im Schachtofen.

Der Grudekoks wird mit feinkörnigem Erz zusammen briktiert, und die Brikette werden in den Schachtofen aufgegeben.

Kl. 21 h, Gr. 30, Nr. 507 150, vom 25. März 1926; ausgegeben am 12. September 1930. Siemens-Schuckertwerke A.-G. in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Leo Kuhl in Berlin-Charlottenburg.) Verfahren zum Aufschweißen von Unterlegplatten auf eiserne Schwellen.



Während des Schweißens wird die Platte a durch einen Stempel b od. dgl. so stark gegen die Schwelle c gedrückt, daß die Schweißnaht eine Vorspannung erhält.

Kl. 18 c, Gr. 3, Nr. 507 206, vom 19. August 1926; ausgegeben am 20. September 1930. Carl Hummel in Stuttgart. Verfahren und Einrichtung zur Einsatzhärtung von Eisen mit flüssigen Zementationsmitteln.

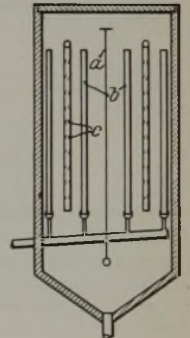
Flüssiger Kohlenwasserstoff wird durch ein Druckgas, das die Zementation fördert, z. B. Stickstoff, Ammoniak od. dgl., in einer Zerstäubereinrichtung zerstäubt, sodann in fein verteilter, aber flüssiger Form in den Arbeitsraum eingeblasen und dort verdampft und zerlegt.

Kl. 10 a, Gr. 5, Nr. 507 295, vom 1. Februar 1927; ausgegeben am 15. September 1930. Carl Wessel in Essen-Borbeck. Verfahren zum Beheizen von Koksöfen mit senkrechten Heizröhren, denen das Heizgas in verschiedener Höhe zugeführt wird.

Die pyrogene Zersetzung des Gases in den Heizröhren wird dadurch verhindert, daß dem Heizgas, ehe es in die Heizröhren gelangt, nicht Frischluft, sondern Luft, die in Wärmeaustauschern auf ungefähr 1000° erhitzt ist, zugesetzt wird. Dadurch wird nicht eine kurze heiße, sondern eine lange Flamme gebildet, die sich über die ganze Höhe des Heizröhrens erstreckt.

Kl. 12 e, Gr. 5, Nr. 507 316, vom 17. Oktober 1924; ausgegeben am 15. September 1930. Hertha Möller geb. Weber, Arnold Luyken, Gertrud Luyken, Ernst Luyken, Nora Lamping geb. Möller in Brackwede, Westf., Frau Ilse Vogt-Castendyk in Dornach b. Basel, Irmgard Freude geb. Castendyk in Magdeburg, Fritz-Karl Castendyk in Bielefeld, Hendrich Luyken, Gerda Luyken, Elisabeth Luyken und Johann Luyken in Reinbek. Vorrichtung zur elektrischen Abscheidung von Schwebekörpern aus Gasen.

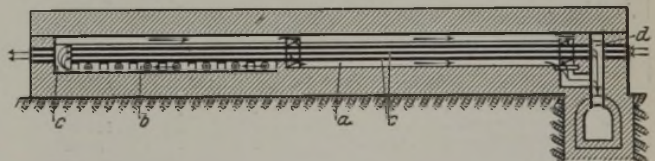
Während der Reinigung werden die Gase an mehreren Stellen hintereinander mit Flüssigkeit berieselt. Die Berieselungsstellen c sind neben oder abwechselnd mit den Ausströmelektroden a der Niederschlagsfläche b gegenübergestellt, derart, daß die Flüssigkeit auf ihrem Wege vom Austritt aus den Berieselungsstellen bis zum Auftreffen an der Niederschlagsfläche völlig vom Gasstrom eingeschlossen wird.



Kl. 18 a, Gr. 3, Nr. 507 321, vom 6. Juni 1928; ausgegeben am 20. September 1930. Tschechoslowakische Priorität vom 12. September 1927. Dr.-Ing. F. Heyd in Prag. Verfahren zum Betriebe von Hochöfen.

Oberhalb der Schmelzschicht wird Wasserdampf eingeführt, der mit dem Kohlenoxydgas des Ofens in Wasserstoff und Kohlensäure umgesetzt wird. Gleichzeitig können wasserstoffhaltige Gase in das Gestell des Ofens eingeführt werden.

Kl. 18 c, Gr. 9, Nr. 507 322, vom 15. Februar 1928; ausgegeben am 15. September 1930. Selas A.-G. in Berlin. Ofen zum fortlaufenden Glühen und Härten von Drähten oder Bändern.



Die Glühkanäle, die durch den Vorwärm- und Glühraum a, b hindurchführen, sind auf der Ein- und Austrittsseite des Ofens bei d und e unterbrochen, so daß die Abgase zum größeren Teile nicht um die Muffeln c herum, sondern durch die Glühkanäle hindurchströmen können.

Statistisches.

Frankreichs Roheisen- und Flußstahlerzeugung im September 1930.

	Puddel-	Besse-	Gieße-	Tho-	Ver-	Ins-	Besse-	Tho-	Sie-	Tiegel-	Elektro-	Ins-	Davon Stahlguß
	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Flußstahl 1000 t zu 1000 kg							
Januar 1930	36	151	661	27	875	9	543	233	1	14	800	21	
Februar	35	144	615	21	815	9	537	212	1	13	772	21	
März	31	156	685	26	898	9	587	237	1	14	848	21	
April	31	137	652	34	854	9	553	212	1	12	787	22	
Mai	36	131	699	36	901	9	593	239	1	13	855	23	
Juni	27	134	641	38	840	9	527	205	1	11	753	21	
Juli	24	144	660	33	861	9	565	203	1	12	790	20	
August	32	132	654	27	845	9	543 ¹⁾	209	1	13 ¹⁾	775	21 ¹⁾	
September	28	119	628	26	801	9	531	214	1	12	767	22	

¹⁾ Berichtigte Zahlen.

Frankreichs Hochofen am 1. Oktober 1930.

	Im Feuer	Außer Betrieb	Im Bau oder in Ausbesserung	Insgesamt
1. Januar 1930	154	66	220	220
1. Februar	155	61	216	216
1. März	154	62	216	216
1. April	152	64	216	216
1. Mai	153	63	216	216
1. Juni	154	62	216	216
1. Juli	147	69	216	216
1. August	147	70	217	217
1. September	143	74	217	217
1. Oktober	140	77	217	217

Belgiens Bergwerks- und Hüttenindustrie im September 1930.

	August 1930	September 1930
Kohlenförderung	2 222 720	2 293 360
Kokserzeugung	429 940	415 650
Briketherstellung	164 730	172 080
Hochöfen im Betrieb Ende des Monats	47	46
Erzeugung an:		
Roheisen	246 740	250 630
Flußstahl	237 150	246 110
Stahlguß	7 720	8 170
Fertigerzeugnissen	206 020	202 970
Schweißstahlfertigerzeugnissen	10 720	11 440

Frankreichs Eisenerzförderung im Juli 1930.

Bezirk	Förderung		Vorräte am Ende des Monats	Beschäftigte Arbeiter	
	Monatsdurchschnitt 1913	Juli 1930	Juli 1930	1913	Juli 1930
Metz, Diederhofen	1 761 250	1 767 658	214 152	17 700	15 494
Lothringen (Brley et Meuse)	1 505 168	1 790 087	1 202 889	15 537	15 853
Lothringen (Nanzig)	159 743	113 772	202 356	2 103	1 556
Lothringen (Minieres)	—	39 498	10 153	—	332
Normandie	63 896	180 029	217 138	2 808	2 980
Anjou, Bretagne	32 079	41 621	69 614	1 471	1 445
Pyrenäen	32 821	19 507	10 985	2 168	980
Andere Bezirke	26 745	5 418	15 975	1 250	267
zusammen	3 581 702	4 254 281	3 107 223	43 037	40 990

Großbritanniens Außenhandel von Januar bis September 1930.

Minerale und Erzeugnisse	Einfuhr		Ausfuhr	
	Januar bis September		Januar bis September	
	1929	1930	1929	1930
	t zu 1000 kg		t zu 1000 kg	
Eisenerze, einschl. manganhaltiger	4 285 642	3 450 528	5 209	4 215
Manganerze	232 564	176 355	—	—
Schwefelkies	254 946	272 597	—	—
Steinkohlen	16 902	12 742	44 830 326	42 436 901
Steinkohlenkoks	869	680	2 129 715	1 757 838
Steinkohlenbriketts	—	—	926 724	778 965
Altisen	35 334	185 396	351 990	128 323
Roheisen, einschl. Eisenlegierungen	96 215	221 774	430 062	255 642
Eisenguß	2 403	1 785	1 170	1 829
Stahlguß und Sonderstahl	12 650	12 270	3 860	4 043
Schmiedestücke	2 883	3 144	386	1 567
Stahlschmiedestücke	4 084	3 750	635	1 092
Schweißisen (Stab-, Winkel-, Profil-)	137 913	126 571	18 855	13 768
Stahlstäbe, Winkel u. Profile	283 996	304 725	244 661	177 072
Rohstahlblöcke	32 765	27 500	1 344	773
Vorgewalzte Blöcke, Knüppel und Platten	437 176	423 534	10 201	6 509
Brammen und Weißblechbrammen	299 213	384 158	2 755	4 525
Träger	103 474	89 942	62 466	45 376
Schienen	8 425	11 352	252 451	223 039
Schienenstähle, Schwellen, Laschen usw.	—	—	36 327	58 042
Radsätze	395	255	13 601	12 965
Radreifen, Achsen	152	68	17 622	21 847
Sonst. Eisenbahnzeug, nicht besonders benannt	3 156	3 942	43 530	27 233
Bleche, nicht unter 1/8 Zoll	—	—	151 900	104 066
Desgl. unter 1/8 Zoll	150 643	126 348	217 082	150 827
Verzinkte usw. Bleche	—	—	566 030	360 577
Schwarzbleche	—	—	23 923	17 946
Weißbleche	—	—	434 787	405 683
Panzerplatten	—	—	—	—
Walzdraht	97 440	68 818	—	—
Draht und Drahterzeugnisse	64 647	54 750	96 609	69 213
Drahtstifte	52 470	48 683	2 077	1 874
Nägeln, Holzschrauben, Nieten	11 502	8 914	18 524	12 850
Schrauben und Muttern	9 475	9 720	20 638	21 772
Bandisen u. Röhrenstreifen	128 774	126 288	45 266	33 225
Röhren und Röhrenverbindungen aus Schweißisen	60 861	49 491	235 328	180 157
Desgl. aus Gußeisen	26 887	15 632	100 991	91 486
Ketten, Anker, Kabel	—	—	13 102	10 400
Oefen, Roste, sanitäre Gegenstände aus Gußeisen	—	—	14 587	13 214
Bettstellen und Teile davon	—	—	9 421	5 725
Küchengeräth, emailliert und nicht emailliert	3 742	4 558	12 927	9 926
Erzeugnisse aus Eisen und Stahl, nicht besonders benannt	62 939	67 505	223 556	216 157
Insgesamt Eisen- und Stahlwaren (ohne Altisen)	2 094 280	2 185 477	3 326 674	2 560 413

Bayerns Bergwerks- und Eisenhüttenbetriebe im Jahre 1929.

Nach den vom Oberbergamt München angestellten Ermittlungen über die Erzeugung der bayerischen Bergwerks-, Hütten- und Salinenbetriebe im Jahre 1929 wurden gefördert oder erzeugt:

	Betriebene Werke	Zahl der Arbeiter	Förderung oder Erzeugung t
Steinkohlen	—	48	2 146
Braunkohlen	16	7 327	2 209 713
Eisenerze	94	1 369	615 518
Eisenhütten	106	14 099	1 118 740
Davon:			
1. Hochofenbetriebe (Koks- und Holzohlenroheisen)	—	860	201 403
2. Eisen- und Stahlgießereien	103	10 926	206 651
Davon:			
a) Eisenguß	—	—	198 595
b) Temperguß	—	—	241
c) Stahlguß	—	—	2 730
d) Emaillierter oder auf andere Weise verfeinerter Guß	—	—	5 085
3. Stahlwerke	—	428	253 650
Davon:			
Rohblöcke	—	—	252 700
Stahlguß	—	—	950
4. Walz-, Schmiede- und Preßwerke	3	1 885	367 036
Davon:			
a) Halbzeug	—	—	94 485
b) Fertigerzeugnisse	—	—	221 908
c) Abfallerzeugnisse	—	—	50 643

An Hochofen waren Ende 1929 vorhanden 8, von denen 7 während des Jahres in Betrieb standen. Von der Roheisenerzeugung entfallen 64 303 (1928: 66 500) t auf Gießereiroheisen, 227 100 (239 695) t auf Thomasroheisen und 0 (43) t auf Gußwaren I. Schmelzung.

Wirtschaftliche Rundschau.

Die Lage des deutschen Eisenmarktes im Oktober 1930.

I. RHEINLAND-WESTFALEN. — Auch der Oktober ist dahingegangen, ohne daß sich die Lage der deutschen Wirtschaft gehoben hätte. Nicht etwa hatten sich besondere Hoffnungen gerade an diesen Monat geknüpft, immerhin war es der voraussichtlich letzte Monat mit offenem Wetter für das Baugewerbe, auch war es der letzte Monat der Ernte. Ueberhaupt hätte man wohl noch sonstige saisonmäßige Erwartungen hegen können, z. B. beim Kohlen- und Einzelhandel, aber die Erfüllung blieb im allgemeinen aus. Auch der Weltmarkt lag verhältnismäßig ruhig. Die so entstandenen großen Arbeitslücken und die Gesamtlage ließen es noch nicht wieder zu einer gedeihlichen Wirtschaft kommen, wozu ferner die immerwährenden Gärungen im fernen Osten, die mißlichen russischen Verhältnisse und neuerdings die Unruhen in einigen südamerikanischen Ländern beitrugen. So ist für Hoffnungen einstweilen um so weniger Raum, als der Winter nahe bevorsteht. Auch die von Reich, Reichsbahn und Reichspost kommenden Aufträge stellen nicht entfernt genügende Hilfe dar, so sehr willkommen sie unter dem harten Drucke der Verhältnisse sind. Im Gegenteil droht die Not sich noch zu verschlimmern, die Arbeitslosigkeit noch zu steigen, denn fortgesetzt werden Belegschaftsteile und viele Einzelarbeiter entlassen, sogar weitere Zechen und Werke ganz stillgelegt. Das Betrüblichste an allem ist die Tatsache, daß für eine baldige durchgreifende Entlastung der Wirtschaft von den überhöhten Selbstkosten jede sichere Gewähr bis heute fehlt. Die Haltung der verantwortlichen Stellen in der lohnpolitischen Entwicklung der allerjüngsten Zeit, die schon sehr bedenklich zu neuen Kompromissen neigt, gibt Anlaß zu ernstesten Befürchtungen. In gleicher Weise sind die bekannten Vorschläge der preußischen Regierung an das Reichskabinett zu bewerten, die u. a. auf eine weitgehende Einführung der 40-Stunden-Woche abzielen. Solange man zwar schöne Programme aufstellt, in der Praxis aber nur halbe Schritte tut und vor einer ohne Kompromisse und Halbheiten nach einer großen und klaren Linie durchzuführenden lohnpolitischen Entlastung der Wirtschaft zurückzaudert, fehlt — besonders für Kohle und Eisen — jede Voraussetzung einer wirklichen Besserung.

Ein bezeichnendes Zeitbild über die Lage der Reichsbahn, womit zugleich ein Rückschluß auf die Wirtschaft gegeben ist, ferner über die bei der Reichsbahn bereits bestehende wie die noch drohende Arbeitslosigkeit lieferte ein vor kurzem erschiebener Bericht über eine Besprechung der Reichsbahn-Hauptverwaltung mit den Vertretern ihrer Tariforganisationen. In den Ausbesserungswerken sind mindestens monatlich je zwei Feierschichten eingelegt, die wenigstens bis Jahreschluß beibehalten werden müssen. Bei der schlechten Lage im Personen- und Güterverkehr müßten entweder die Belegschaften der Fahrzeugausbesserung um rd. 2000 verringert oder die Feierschichten weiter durchgeführt werden. In der Bahnunterhaltung sei Arbeitsstreckung durch Feierschichten erforderlich. Die Gewerkschaften erheben aber Einspruch, und es kam zu einer vorläufigen Verständigung beider Teile, wonach in der Bahnunterhaltung eine Herabsetzung der Arbeitszeit und in den Ausbesserungswerken die Einlegung von Feierschichten stattfindet, planmäßige Entlassungen dagegen bis Ende 1930 vermieden werden. Nicht minder ein Notzeichen der Zeit ist die besonders für die Verfrachter über den Rhein wichtige Tatsache, daß die Mitglieder der drei beteiligten Arbeitgeberverbände der Rheinschiffahrt, genötigt durch die anhaltend schlechte Geschäftslage, zur Verminderung ihrer Unkosten den bisherigen Lohn- und Gehaltstarif zum 31. Oktober gekündigt haben. Zur Annäherung an die bedeutend niedrigeren Lohnsätze der ausländischen Reedereien soll eine 10prozentige Lohnermäßigung beabsichtigt sein.

Der höchst bedenklich gesunkenen Inanspruchnahme der Beförderungsanstalten reiht sich als das schlimmste Kennzeichen der überaus traurigen Lage der deutschen Wirtschaft auch die Statistik der Hauptunterstützungsempfänger aus der Versicherung und der Krisenfürsorge und überhaupt der Arbeitslosen an. An solchen Hauptunterstützungsempfängern waren vorhanden am

		1929 u. 1930 mehr gegen 1928 u. 1929	
31. Juli 1930 . . .	1 900 961	31. Juli 1929 . . .	863 594 1 037 367
31. Aug. 1930 . . .	1 947 811	31. Aug. 1929 . . .	883 002 1 064 809
15. Sept. 1930 . . .	1 962 658	15. Sept. 1929 . . .	894 286 1 068 372
30. Sept. 1930 rd.	1 966 000	30. Sept. 1929 . . .	910 245 1 055 755
15. Okt. 1930 rd.	1 980 000	15. Okt. 1929 . . .	948 587 1 031 413

Die Zunahme dieser Gesamtzahl beschränkte sich im September 1930 also auf rd. 18 000, und zwar ging der Anteil aus der Versicherung um rd. 13 000 zurück, aber der aus der Krisenunterstützung stieg um 31 000. Ähnlich war es in der ersten Oktoberhälfte. Ende September waren vorhanden an verfügbaren Arbeitsuchenden rd. 3 088 000 (Mitte Oktober 3 184 000), an Arbeitslosen (bei den Arbeitsämtern gemeldet) rd. 3 030 000 (Mitte Oktober 3 116 000), gegen 2 938 274 und 2 882 531 Ende August. Die Zahl der Wohlfahrtsarbeitslosen steigt bekanntlich stark und dürfte Mitte Oktober 1 136 000 betragen haben, was bereits einzelne davon besonders schwer betroffene Städte zu Bankrotterklärungen an die Landesregierung nötigte, zumal da in manchen Fällen die Gemeinden an die Unterstützungsempfänger Zusatzunterstützungen zahlen. Eine strenge Abrechnung mit dem Reich über die Arbeitslosengesetzgebung wurde in der Dresdener Hauptversammlung des Deutschen Städtetages vom 26. September 1930 gehalten. Der Nürnberger Oberbürgermeister Dr. Luppe nannte die Einführung der Versicherung verfrüht und die Zugrundelegung einer Zahl von nur 520 000 Arbeitslosen geradezu leichtfertig. Die Ende August bereits 930 Mill. *RM* überschreitenden Reichsvorschüsse seien Mitte Oktober völlig erschöpft. Nur die Hälfte der Arbeitslosen erhalte heute noch Unterstützung von der Versicherung, 440 000 erhielten die Krisen- und mindestens 650 000 die Wohlfahrtsunterstützung (Zahlen, die aber längst überholt sind); der Rest erhalte wegen mangelnder Bedürftigkeit oder aus anderen Gründen nichts. Die Haushalte aller Gemeinden würden über den Haufen geworfen, die meisten Gemeinden könnten selbst mit kurzfristigen Krediten ihre Zahlungsfähigkeit nicht mehr aufrechterhalten, die neuen Steuern könnten bestenfalls Einnahmeausfälle, nicht aber die ungeheuren Mehrausgaben für die Wohlfahrtsarbeitslosen decken. So ruft alles nach Hilfe durch Umorganisation, und letztlich nach Wiederbeschaffung von Arbeit und Lohn.

Dieser traurigen geldlichen und wirtschaftlichen Gesamtlage und den großen Fehlbeträgen des Reichshaushalts will die Reichsregierung mit einem großen Sparprogramm abhelfen, in das sie ihre Gesundungsmaßnahmen zusammengefaßt hat. Der Reichsfinanzminister gab am 17. Oktober im Reichstage die laufenden Schulden des Reiches nach Abzug der bereits zurückgezahlten Beträge mit 1213 Mill. *RM* an, die in drei Jahresbeträgen von je 420 Mill. *RM* zurückgezahlt werden sollen. Das ist eine um so schwerere Aufgabe, als der Minister für das nächste Jahr mit 1000 Mill. *RM* Steuerausfällen rechnet. Neben dieser Schuld laufen aber noch gesetzlich zugelassene 500 Mill. *RM* Schatzwechsel. Die Ausgaben 1931 will man gegen 1930 um 1135 Mill. Reichsmark vermindern, nämlich durch eine Senkung der Gehälter der Reichsbeamten und der Ueberweisungen für die gleichfalls entsprechend herabzusetzenden Beamtengehälter in Ländern und Gemeinden. Der Ausgleich bei der Arbeitslosenversicherung soll künftig ohne Inanspruchnahme des Reiches erfolgen, wofür — entgegen den vielen Versprechungen, die Wirtschaft zu entlasten — die Beiträge ab 6. Oktober von 4½ auf 6½ % erhöht werden müssen und die Krisenfürsorge auf 420 Mill. begrenzt wird. Im Haushaltsjahr 1931 sollen bis zu 215 000 Wohnungen errichtet werden, davon 165 000 Kleinwohnungen aus Hauszinssteuermitteln (für 400 Mill. *RM*) und 50 000 Wohnungen aus dem Kapitalmarkt (400 Mill. *RM*). Eine Senkung der Realsteuern (Gewerbe- um 20 % = 200 Mill. *RM*, Grund- um 10 % = 120 Mill. *RM* und landwirtschaftlichen Steuer) ist beabsichtigt, deren Gesamtaufkommen von 600 Mill. *RM* aus der Vorkriegszeit auf 2200 Mill. *RM* in 1930 gestiegen ist. Der neue Finanzausgleich soll endgültig am 1. April 1932 in Kraft treten. Das Reich wird nur für sich und die Länder eine bestimmte angemessen gesenkte Einkommensteuer erheben: die Gemeinden erhalten wieder, unter selbständiger Verantwortung für ihre Ausgabenwirtschaft, das freie Recht eines Zuschlags zur Einkommensteuer. Die Ausgaben in Reich, Ländern und Gemeinden dürfen in drei Jahren keine Erhöhung erfahren, Mehreinnahmen müssen der steuerlichen Entlastung zugute kommen. Das alles kann den öffentlichen Finanzen wie auch der Wirtschaft wohl dienlich sein, abgesehen allerdings von der überaus starken Erhöhung des

		1929 u. 1930 mehr gegen 1928 u. 1929	
30. Nov. 1929 . . .	1 378 079	30. Nov. 1928 . . .	1 137 772 240 307
28. Febr. 1930 . . .	2 655 723	28. Febr. 1929 . . .	2 622 253 33 470
15. März 1930 . . .	2 544 125	15. März 1929 . . .	2 501 888 42 237
31. März 1930 . . .	2 347 102	31. März 1929 . . .	2 091 439 255 663
30. April 1930 . . .	2 081 168	30. April 1929 . . .	1 324 748 756 420
31. Mai 1930 . . .	1 889 240	31. Mai 1929 . . .	1 010 781 878 459
30. Juni 1930 . . .	1 834 662	30. Juni 1929 . . .	929 579 905 083

Arbeitslosenbeitrags um 2 %, die Arbeitgeber wie -nehmer und auch die Haushaltungen gar zu schwer trifft. Erst am 1. August 1930 war der Beitrag um 1 %, und vorher am 1. Januar 1930 um 0,5 % erhöht worden, was insgesamt eine Beitragserhöhung um 3,5 %, von ursprünglich 3 % auf nun 6,5 % darstellt! Fast nur durch solch hohe Mehrbelastungen sucht man Deckung für die Riesen-Fehlbeträge der Versicherung, statt des Versuches, auch durch Ersparnisse und bessere Organisation zum Ziele zu kommen. Jedoch auch im übrigen wird man, z. B. über die Höhe der Einsparung, die nicht den Erwartungen entspricht, sowie die Art, die zum Teil unberechtigt ist, nicht ganz der Aeüßerung einer Handelskammer des Ruhrbezirks zustimmen können, das Sparprogramm sei als ein Schritt zu begrüßen, der von Mut, Entschlossenheit und Verantwortungsbewußtsein zeuge, und es bedeute in seiner Gesamtheit einen ganz außerordentlichen Fortschritt, eine Abkehr vom bisherigen Vorgehen. Jedenfalls muß noch manch anderes hinzukommen, wenn das Ziel erreicht werden soll. Eine höchst wichtige, mit dem Sparprogramm zusammenhängende Frage ist auch die, ob die Steuersenkungen insgesamt so erheblich sein werden, daß sie den Stein des allgemeinen Preis- und dann auch des Lohnabbaues endlich ins Rollen bringen, damit die Teuerung abnimmt und deutsche Waren dem In- und Auslande billiger geliefert werden können. Auch die so überaus nötige und dringliche große deutsche Verwaltungsreform sowie die unumgängliche Revision des Young-Plans und des Versailler Vertrages sind in dem Regierungsprogramm zu vermissen. Im übrigen aber müssen zunächst die einzelnen Gesetzentwürfe abgewartet werden. Um über die einstweiligen Geldschwierigkeiten hinwegzukommen, nimmt die Reichsregierung einen von einem internationalen Bankensyndikat unterm 12. Oktober bewilligten zweijährigen sogenannten Ueberbrückungskredit von 125 Mill. \$ auf, was sicher notwendig und daher berechtigt ist.

Zur allgemeinen völligen Ueberraschung hat die deutsche Reichsbank mit Wirkung vom 9. Oktober ihren erst am 21. Juni 1930 auf 4 % gesenkten Wechseldiskont auf 5 und den Lombardzinsfuß von 5 auf 6 % wieder erhöht. Der Präsident nannte diese Maßnahme eine „vorsorgliche“ und begründete sie mit der erheblichen Steigerung der von der Reichsbank zu befriedigenden Kreditansprüche sowie mit ihren beträchtlichen Devisen- und Goldabgaben. Aber nicht allein der 700 Mill. *RM* betragende Goldabfluß aus den vorhergegangenen 3 Wochen (dem inzwischen noch viele weitere Millionen folgten) und die Devisenabgaben werden den unerwarteten Schritt veranlaßt haben, sondern auch die in den starken Devisenkäufen sich ausdrückende Markflucht hat zweifellos die Reichsbank zu ihrem Vorgehen bestimmt. Diese Steigerung hat sich natürlich zu einer allgemeinen deutschen ausgewirkt, was die Wirtschaft leider noch vermehrt belastet. Die rheinisch-westfälischen Banken waren der letzten Diskontsenkung um 0,5% nicht gefolgt und beglichen dies jetzt durch eine Erhöhung um nur 0,5 %. Die Sparkassen halten wegen der Stetigkeit ihres Zinssatzes und der Lage des Kapitalmarktes an ihrem bisherigen Einlagezinssatz fest.

Die Zahl der Konkurse und Vergleiche weist im September mit 759 und 508 gegen die beiden letzten Vormonate (810 und 591 im August sowie 977 und 685 im Juli) einen weiteren Rückgang aus, ebenso gegen den Durchschnitt von Januar bis Mitte August 1930 von 1018 und 643. Das läßt auf Festigung des Geschäftsganges und wachsende Sicherheit schließen. Ebenso senkten sich im September erneut die Meßzahlen für den Großhandel auf 1,228 und für die Lebenshaltung auf 1,469, von 1,247 und 1,488 im August.

Der deutsche Außenhandel zeigt leider das alte unbefriedigende Bild. Es betrug:

	Deutschlands			
	Gesamt-Waren-einfuhr	Gesamt-Warenansfuhr		Gesamt-Waren-Ausfuhrüberschuß einschl. Reparationssachlieferungen (alles in Mill. <i>RM</i>)
		ohne einschl.	einschl.	
Jan. bis Dez. 1929	13 434,6	12 683,0	13 482,1	47,5
Monatsdurchschnitt 1929	1 119,5	1 056,9	1 123,6	1)
I. Viertel 1930	3 160,1	3 040,4	3 224,9	61,8
II. Viertel 1930	2 532,7	2 802,0	2 983,4	269,3
Juli 1930	909,0	895,0	950,0	41,0
August 1930	795,5	918,8	970,8	123,3
September 1930	736,5	939,3	1 001,1	202,8
1) Einfuhrüberschüsse 1929				751,6
Monatsdurchschnitt 1929				62,6
I. Viertel 1930				119,7
Juli 1930				14,0

Die gegen den Vormonat wiederum eingetretene Steigerung des Ausfuhrüberschusses, und zwar um 79,5 bzw. 89,3 Mill. *RM*, entstand auch diesmal durch die Verminderung der Einfuhr, die hinter dem Augustergebnis noch um 59 Mill. *RM* zurückblieb. Dieser Einfuhrrückgang, der vor allem Rohstoffe und halbfertige Waren betrifft, ist jedoch nur ein Beweis für die stetige Rück-

läufigkeit der deutschen Wirtschaft, welche die früheren Einfuhrmengen nicht mehr aufzunehmen vermag. Die Steigerung der Septemberausfuhr gegen August um 20,5 bzw. 30,3 Mill. *RM* und der Umstand, daß an ihr in erster Linie Fertigwaren beteiligt sind, dürfen über diese Lage nicht hinwegtäuschen.

Die schwierige wirtschaftliche Lage macht sich natürlich in erster Reihe wieder im Ruhrgebiet bemerkbar. Die Werke der Eisenindustrie mögen im großen Durchschnitt noch zu etwa 50 % beschäftigt sein. Verbraucher und Händler kaufen nur den dringendsten Bedarf, den die Werke dann entweder ab Lager sofort oder sonst binnen kürzester Frist zu liefern vermögen. So liegt das Geschäft im In- wie im Auslande. Auf dem Weltmarkt haben die französischen Eisenwerke das Maß der hier bereits längst im Schwange stehenden überaus starken und höchst bedauerlichen Preisunterbietungen erst recht voll gemacht, als sie im ersten Oktober-Drittel ihre Preise noch unter die schon übermäßig niedrigen belgischen senkten. Ein Zeichen auch ihres Arbeitsbedürfnisses! Im übrigen mag die Ursache hier dargestellt bleiben. Aber wenn die neuesten Meldungen zutreffen, dann unterbietet nun Belgien infolge noch größer gewordenen Arbeitsmangels wieder die Franzosen mit Preisen, die nur als Schleuderpreise bezeichnet werden können. Dieser ganze ausländische Schleuder-Wettbewerb beruht namentlich darauf, daß eine Reihe anderer Länder ihre Währung auf dem in der Inflation erreichten Entwertungsstande stabilisierte, während vorher Deutschland auf der Goldgrundlage stabilisiert hat; hauptsächlich aus diesem Grunde ist Deutschland in der Ausfuhr so unendlich ins Hintertreffen geraten. Soweit die deutsche Eisenindustrie in diesen Wettbewerb überhaupt eintreten will, kann sie das nur mit umso größeren Verlusten tun; andernfalls muß sie einstweilen verzichten und sich mit den noch vorhandenen älteren Ausfuhrträgern begnügen, während an sich, bei annehmbaren Preisen, die deutschen Werke genügend Aufträge aus dem Auslande haben könnten. Dem Schleuder-Wettbewerb der Frankländer gesellt sich infolge der gleichfalls entwerteten Krone mehr und mehr noch der tschechische hinzu, den obendrein die Deutsche Reichsbahn mittelbar insofern noch begünstigt, als sie ihm einen billigen Ausnahmetarif nach Dänemark zugestanden hat, der zwar nicht ganz in die Frachten des Bahn- und Wasserweges über Gdingen eintritt, aber doch die Beförderung auf dem von der ausländischen Kundschaft bevorzugten unmittelbaren Bahnwege ermöglicht, womit die Reichsbahn für ihre Linien Verkehr zu gewinnen sucht.

Die hier geschildereten Verhältnisse finden ihren Niederschlag in der deutschen Außenhandelsbilanz in Eisen und Stahl. Die deutsche Ausfuhr hierin (einschl. der Reparationslieferungen) überstieg im September zwar die aus August um rd. 30 000 t, bleibt aber, wie die weiter folgende Zusammenstellung zeigt, seit dem 2. Viertel 1930 hinter der aus der Zeit ab Januar 1929 erheblich zurück.

	Deutschlands		
	Einfuhr	Ausfuhr	Ausfuhrüberschuß
	(alles in 1000 t)		
Januar bis Dezember 1929	1818	5813	3995
Monatsdurchschnitt 1929	152	485	333
I. Viertel 1930	363	1446	1083
II. Viertel 1930	358	1248	890
Juli 1930	105	349	244
August 1930	104	338	234
September 1930	93	368	275

Die deutsche Roheisen-, Rohstahl- und Walzwerks-erzeugung nimmt dauernd mehr und mehr ab, wie die folgenden Angaben zahlenmäßig erweisen, indes war es auf diesem Gebiete in allen Ländern seit geraumer Zeit gleich oder ähnlich bestellt. So betrug die amerikanische Roheisengewinnung im September (mit 123 Hochöfen) 2 276 770 t, gegen 2 523 921 t (138 Hochöfen) im August, und dabei besteht der Rückgang in Amerika, wo die monatliche Stahlerzeugung binnen Jahresfrist von 5 Mill. auf 3 Mill. t sank, gleichwie in Deutschland bereits seit 1929. Es wurde erzeugt:

	Sept.	August	Juli	1. Halbjahr	Im Jahre
	1930	1930	1930	1930	1929
Roheisen:					
insgesamt	652 863	739 083	770 928	5 592 729	13 400 767
arbeitsmäßig	21 762	23 841	24 869	30 899	36 714
Rohstahl:					
insgesamt	814 117	896 371	905 763	6 581 910	16 245 921
arbeitsmäßig	31 312	34 476	33 547	44 174	53 265
Walzisen:					
insgesamt	576 948	619 861	664 401	4 607 034	11 285 080
arbeitsmäßig	22 190	23 841	24 607	30 920	37 000

Der Ruhrkohlenabsatz hat noch weiter nachgelassen, teils weil bei den weiteren Einschränkungen der industriellen Betriebe der Verbrauch noch mehr abnahm, teils wohl auch unter dem Einfluß der kommenden Preissenkung. Der Ruhrbergbau hat sich nämlich trotz seiner besonders schwierigen Lage bereit erklärt, vom 1. Dezember an seine Preise um 6 % zu senken. Mit begreiflicher Spannung sieht die Wirtschaft, sehen beteiligte

Zahlentafel 1. Die Preisentwicklung in den Monaten August bis Oktober 1930.

	1930				1930		
	August	September	Oktober		August	September	Oktober
Kohlen und Koks:							
Fettförderkohlen	<i>RM</i> je t 16,89	<i>RM</i> je t 16,89	<i>RM</i> je t 16,89	Siegerländer Stahleisen, ab Siegen	85,—	85,—	85,—
Gasflammförderkohlen	17,72	17,72	17,72	Siegerländer Zusatzseisen, ab Siegen:			
Kokskohlen	18,12	18,12	18,12	weiß	97,—	97,—	97,—
Hochofenkoks	23,52	23,52	23,52	meliert	99,—	99,—	99,—
Gießereikoks	24,52	24,52	24,52	grau	101,—	101,—	101,—
Erze:				Kalt erblasenes Zusatzseisen der kleinen Siegerländer Hütten, ab Werk:			
Rohspat (tel quel)	14,70	14,70	14,70	weiß	103,—	103,—	103,—
Gerösteter Spateisenstein	20,—	20,—	20,—	meliert	105,—	105,—	105,—
Vogelsberger Brauneisenstein (manganarm) ab Grube (Grundpreis auf Grundlage 45% Fe, 10% SiO ₂ und 10% Nässe)	13,70	13,70	13,70	grau	107,—	107,—	107,—
Manganhaltiger Brauneisenstein:				Spiegeleisen, ab Siegen:			
1. Sorte ab Grube	12,80	12,80	12,80	6—8% Mn	99,—	99,—	99,—
2. Sorte ab Grube	11,30	11,30	11,30	8—10% Mn	104,—	104,—	104,—
3. Sorte ab Grube	7,80	7,80	7,80	10—12% Mn	109,—	109,—	109,—
Nassauer Roteisenstein (Grundpreis bezogen auf 42% Fe u. 28% SiO ₂) ab Grube	9,80	9,80	9,80	Temperroheisen, grau, großes Format, ab Werk	94,50	94,50	94,50
Lothringer Minette, Grundlage 32% Fe ab Grube	fr. Fr 27 bis 29	fr. Fr 27 bis 29	fr. Fr 27 bis 29 ⁷⁾	Luxemburger Gießereiroheisen III, ab Apach	73,—	73,—	73,—
Briey-Minette (37 bis 38% Fe), Grundlage 35% Fe ab Grube	34 bis 36	34 bis 36	34 bis 36 ⁷⁾	Ferromangan (30—90%) Grundlage 80%, Staffel 2,50 <i>RM</i> je t/% Mn, frei Empfangstation Ferrosilizium 75% ²⁾ (Staffel 7,— <i>RM</i>), frei Verbrauchstation	413—418	413—418	413—418
Bilbao-Rubio-Erze:				Ferrosilizium 45% ²⁾ (Staffel 6,— <i>RM</i>), frei Verbrauchstation	250—260	250—260	250—260
Grundlage 50% Fe cif Rotterdam	sh 18/6	sh 18/6	sh 18/6 ⁷⁾	Ferrosilizium 10%, ab Werk	118,—	118,—	118,—
Bilbao-Rostspat:				Vorgewalztes und gewalztes Eisen:			
Grundlage 50% Fe cif Rotterdam	16/6	16/6	16/6 ⁷⁾	Grundpreise, soweit nicht anders bemerkt, in Thomas-Handelsgrüte			
Algier-Erze:				Rohblöcke ³⁾	100,50	100,50	100,50
Grundlage 50% Fe cif Rotterdam	19/—	19/—	19/— ⁷⁾	Vorgew. Blöcke ⁴⁾	108,—	108,—	108,—
Marokko-Rif-Erze:				Knipfel ⁵⁾	115,50	115,50	115,50
Grundlage 60% Fe cif Rotterdam	24/9	24/9	24/9 ⁷⁾	Platinen ⁶⁾	120,50	120,50	120,50
Schwedische phosphorarme Erze:				Stabellen	137/131 ⁴⁾	137/131 ⁴⁾	137/131 ⁴⁾
Grundlage 60% Fe fob Narvik	Kr 17,50	Kr 17,50	Kr 17,50 ⁷⁾	Formeisen	134/128 ⁴⁾	134/128 ⁴⁾	134/128 ⁴⁾
Ia gewaschenes kaukasisches Mangan-Erz mit mindest. 52% Mn je Einheit Mangan und t frei Kahn Antwerpen oder Rotterdam	d 12	d 12	d 12 ⁷⁾	Bandeseisen	159/155 ⁴⁾	159/155 ⁴⁾	159/155 ⁴⁾
Schrott, Frachtgrundlage				Universalseisen	142,—	142,—	142,—
Essen:	<i>RM</i>	<i>RM</i>	<i>RM</i> ¹⁾	Kesselbleche S.-M. ⁶⁾	183,—	183,—	183,—
Späne	36,36	37,97	36,00	Dsgl. 4,76 mm u. dar- über, 34 bis 41 kg			
Stahlschrott	45,72	51,43	52,27	Festigkeit, 25%			
Roheisen:				Dehnung	155,—	155,—	155,—
Gießereiroheisen				Behälterbleche	153,—	153,—	153,—
Nr. I	86,50	86,50	86,50	Mittelbleche			
Nr. III	83,—	83,—	83,—	3 bis unter 5 mm	160,—	160,—	160,—
Hamatit	88,50	88,50	88,50	Feinbleche			
Cu-armes Stahleisen, ab Siegen	85,—	85,—	85,—	1 bis 3 mm	170,—	170,—	170,—
				unter 1 mm			
				Gezogener blanker Handelsdraht	217,50	217,50	217,50
				Verzinkter Handelsdraht	252,50	252,50	252,50
				Drahtstifte	222,50	222,50	222,50

¹⁾ Erste Hälfte Oktober. — ²⁾ Der niedrigere Preis gilt für mehrere Ladungen, der höhere bei Bezug nur einer einzigen Ladung. 5.— *RM* je t werden den Beizern in Form eines Treuarbates zurückgezahlt, wenn diese ein Jahr lang nachweislich ihren Bedarf nur beim Syndikat decken. — ³⁾ Preise für Lieferungen über 200 t. Bei Lieferungen von 1 bis 100 t erhöht sich der Preis um 2,— *RM*, von 100 bis 200 t um 1,— *RM*. — ⁴⁾ Frachtgrundlage Neunkirchen-Saar. — ⁵⁾ Frachtgrundlage Homburg-Saar. — ⁶⁾ Für Kesselbleche nach den neuen Vorschriften für Landdampfessel beträgt der Preis 193,— *RM*. — ⁷⁾ Nominell, weil Geschäfte im Berichtsmonat nicht abgeschlossen worden sind.

Arbeitgeber und -nehmer auf die Auswirkung dieser Preissenkung, sowohl wegen des gesamten „unhaltbar gewordenen deutschen Preisgebäudes, das die Reichsregierung unter allen Umständen ins Wanken bringen will“, als auch wegen des Arbeitszeitabkommens für den Ruhrbergbau, das die Gewerkschaften mit dem Ziel einer Verkürzung der 8stündigen Arbeitszeit unter Tage um 1 Stunde zum 30. November gekündigt haben. Diese Verkürzung würde die Selbstkosten der Zechen natürlich erheblich steigern, was angesichts der Preissenkung erst recht bedenklich ist, den Wettbewerb gegen andere Kohlen erschweren, den Absatz also beschränken sowie zu vermehrten Feierschichten und Entlassungen nötigen. Im September hatten sich im Ruhrkohlenbergbau die Verhältnisse folgendermaßen gestaltet:

	September 1930	August 1930	September 1929
Arbeitstage	26	26	25
Verwertbare Förderung	8 612 449 t	8 538 996 t	10 212 126 t
Arbeits tägliche Förderung	331 248 t	328 423 t	408 489 t
Koksge winnung	2 138 918 t	2 283 224 t	2 902 866 t
Tägliche Gewinnung	71 297 t	73 652 t	96 762 t
Beschäftigte Arbeiter	311 111	318 440	383 987
Lagerbestände am Monats schluß	10,14 Mill. t	9,57 Mill. t	1,94 Mill. t
Feierschichten wegen Absatzmangels	818 000	942 000	45 000

Der Deutsche Drahtverband, G. m. b. H., in Düsseldorf, der 150 Werke mit 900 000 t Gesamtbeteiligung umfaßt und

dessen erste fünfjährige Vertragsdauer im kommenden Dezember abläuft, ist nach langen und schwierigen Verhandlungen mit Wirkung vom 1. Januar 1931 auf weitere 5 Jahre erneuert worden; gleichzeitig sind auch die beiden Drahtgeflechtverbände (je für sechs- und vierieckiges Geflecht) auf weitere 5 Jahre zustande gekommen.

Im einzelnen ist noch folgendes zu berichten:

In der tariflichen Regelung der Arbeitsverhältnisse der Angestellten und Arbeiter trat im Berichtsmonat keine Aenderung ein.

Abgesehen von einer geringen Belebung gegen Monatsende war der Güterverkehr auf der Reichsbahn im allgemeinen recht unbefriedigend. Der erfahrungsgemäß im September einsetzende Herbstverkehr ließ nur schwache Anzeichen für eine Steigerung erkennen. Die Rohstoffzufuhr zu den großen Werken war erheblich schwächer, auch der Bezug an Baustoffen ging wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit erheblich zurück. Nach dem Bezirk Essen wurden 338 626 (im August 334 454) Wagen abgefertigt. Die fortdauernden Betriebseinschränkungen, verbunden mit der allgemeinen Absatzkrise, brachten eine Verminderung des Brennstoffversandes mit sich. Die Zahl der im Bezirk Essen abgestellten Wagen mit Brennstoffen ohne Versand wird für Anfang September mit 6300 Wagen, für Ende September mit 8900 Wagen angegeben.

Es wurden hieselbst im arbeitstäglichen Durchschnitt gestellt: O-Wagen für Brennstoffe 20 727 (21 004), O-Wagen für andere Güter 4233 (4082), G- und Sonderwagen 3753 (3636). Die Brennstoffanfuhr in den Duisburg-Ruhrorter Häfen stellte sich arbeitsmäßig auf 42 947 t (42 570 t im Vormonat).

Die schon seit Monaten währende schlechte Geschäftslage in der Rheinschiffahrt dauerte weiter an. Wenn auch die Verkehrszahlen teilweise eine kleine Steigerung aufwiesen, so war das Gesamtbild von einem normalen Verkehr doch noch weit entfernt. Der Wasserstand war durchweg günstig und gestattete den Fahrzeugen volle Ausnutzung ihrer Ladefähigkeit. Lediglich den kleineren Booten und einigen Verladestellen am Mittelrhein machte das Hochwasser gegen Mitte des Monats Schwierigkeiten. Die Kohlenverladungen hielten sich in den Grenzen der Vormonate. An einzelnen Tagen lag das Befrachtungsgeschäft zum Oberrhein völlig brach. Vom Frachtenmarkt ist vor allem die vor einigen Tagen erfolgte Erhöhung der Bergfrachten um 10 Pf. je t zu erwähnen. Diese Erhöhung ist auf die Weigerung der Schiffer, zu den bisherigen Sätzen noch anzunehmen, zurückzuführen. Bemerkenswert ist noch, daß zu Anfang des Monats der bisher übliche Zuschlag von 20 Pf. je t für Verladungen ab Kanalstationen auf 15 Pf. ermäßigt wurde. Auf die Talfrachten sind diese Maßnahmen ohne Einfluß geblieben. Hier gelten noch die bekannten niedrigen Sätze. Kahnraum ist nach wie vor in ausreichenden Mengen vorhanden. Das Bergschleppgeschäft hat bei gleichgebliebenen Schlepplöhnen keine Belebung erfahren.

Die Lage auf dem Kohlenmarkt zeigte keine irgendwie geartete Veränderung. Eine Besserung der Lage trat nirgends ein, und die Verhältnisse blieben nach wie vor ungemün schwierig. In Süddeutschland erreichte der Kohlenwettbewerb einen Umfang, wie man ihn nie zuvor gekannt hat. Das reichliche Angebot von Kohlen aus allen Fördergebieten wirkte verwirrend auf die Kundschaft und erschwerte das Geschäft außerordentlich. Der Bedarf der industriellen Verbraucher war fortgesetzt äußerst gering, so daß mit einer Besserung der Absatzlage noch nicht zu rechnen ist. An die Lieferungen werden in qualitativer Hinsicht jetzt besonders hohe Ansprüche gestellt. Der Absatz von Fettkohlen und Koks kohlen hat infolge des schlechten Ganges der Eisenindustrie besonders stark gelitten. Im Hausbrandbedarf trat eine kleine Besserung ein, wovon namentlich Fettnuß II/III betroffen wurden. Infolge des zunehmenden Geldmangels sowie der Erwartung einer Preisermäßigung, deren mögliches Eintreten neuerdings auch durch den Reichskanzler angekündigt wurde, erfuhr die bei Verbrauchern und Handel vorliegende Stimmung, nur von der Hand in den Mund zu leben, eine weitere Stärkung. Unter solchen Verhältnissen mußten Feierschichten und Entlassungen bedauerlicherweise zwangsläufig ihren Fortgang nehmen.

Der Koks markt war infolge des starken Druckes aus Holland, Belgien und Frankreich vollkommen zerrüttet. Der Auftragsengang an Hochofenkoks ließ weiter nach. In Brechkoks war ein etwas stärkerer Eingang von Abrufen zu verzeichnen, wodurch der Ausfall an Großkoks ausgeglichen wurde.

Die Markt lage in Briketts war gegenüber dem Vormonat unverändert. Der Absatz für industrielle Zwecke bewegte sich noch in ebenso unbefriedigender Höhe wie im Vormonat. In Hausbrandbriketts hat sich der Auftragsengang etwas gebessert.

Bei den Siegerländer Gruben und denen des Lahn-Dill-Gebietes sowie Oberhessens hat sich die Lage gegenüber dem Vormonat wenig geändert. Die Betriebseinschränkungen bestanden weiter. Die Konzerne, die mehrere Gruben betreiben, verfahren hierbei in der Weise, daß sie die einzelnen Gruben abwechselnd feiern lassen. Dadurch werden die aus den Stilllegungen der Arbeiterschaft und den Gemeinden, in denen die Gruben liegen, entstehenden Härten weniger spürbar. Da die Roheisenerzeugung noch weiter rückgängig ist, so ist zu befürchten, daß sich der Verbrauch der Hütten an heimischen Erzen in nächster Zeit ebenfalls noch vermindern wird.

Der Markt für ausländische Erze war entsprechend der allgemein gedrückten Wirtschaftslage weiterhin leblos. Die Bestrebungen der Verbraucher zur Drosselung der Zufuhren bis Ende 1931 wurden fortgesetzt, da diese mit Rücksicht auf die vollständig belegten Werks- und fremden Plätze nur noch im Rahmen des verminderten Verbrauches aufgenommen werden können. Selbst wenn der Erzbedarf steigen sollte, was allerdings kaum zu erwarten ist, könnte mit einer Belebung des Erzgeschäftes für die nächsten beiden Jahre nicht gerechnet werden, da die Werke über ganz gewaltige Vorräte verfügen. Die schwedischen Erz-Verschiffungen nach Deutschland betragen im September 1930 ab Narvik 295 574 t, ab Luleå 208 665 t. Im September 1930 wurden von der rheinisch-westfälischen Eisenindustrie folgende Erzmengen eingeführt: über Rotterdam 809 963 t, über Emden 137 882 t. Ueber Hannover/Hildesheim wurden nach Dortmund 1183 t verladen.

Anzeichen, die auf eine Belebung des Manganerzmarktes hindeuten, sind immer noch nicht vorhanden. Es besteht einfach gar keine Aufmerksamkeit für den Markt, und Neugeschäfte fehlen daher gänzlich. Die Manganerz verbrauchenden Werke lagern den größten Teil der hereinkommenden Erze ein und drängen im übrigen die Lieferanten, die Verschiffung der Vertragsreste soweit wie möglich hinauszuschieben. Die Ausfuhr aus British-Indien ist weiter zurückgegangen, und zwar von 55 942 t im Juni auf 49 726 t im Juli 1930 gegenüber 68 038 t im Juli 1929. In der Hauptsache ist die Ausfuhr nach England zurückgegangen; sie beträgt weniger als die Hälfte der Lieferungen im vorigen Jahr. Wenn auch praktisch kein Geschäft zustande kommt, kann man den Preis für la indisches Manganerz mit 12½ bis 13 d je Einheit Mangan cif Antwerpen/Rotterdam annehmen. Die Preise für kaukasische Erze scheinen noch etwas zurückgegangen zu sein, denn für Wascherz werden 11½ bis 11¾ d cif genannt, ohne daß aber ein Geschäft abgeschlossen wurde. An der ostsibirischen Küste nordöstlich von Wladiwostok werden Ablagerungen von Manganerz gemeldet, zu denen bereits russische Sachverständige unterwegs sind, um festzustellen, ob sich ein Abbau des Vorkommens lohnt. Die Unruhen in den südamerikanischen Staaten blieben natürlich auf den südamerikanischen Manganerzmarkt nicht ohne Einfluß. Die Ausfuhr wird beispielsweise in Brasilien stark beeinflusst durch die Revolution, da sich die Kämpfe in der Hauptsache in dem Staate Minas Geraes, wo die Hauptgruben liegen, abgewickelt haben. Aus Südafrika wird gemeldet, daß die Verbindung der Manganerzgruben bei Postmasburg mit der Haupteisenbahn in Kürze fertiggestellt sein wird. Auch hofft man dann die Verladeanlagen in Durban in Betrieb nehmen zu können, so daß die Beladung der Dampfer schneller vor sich gehen kann. Die Verhandlungen der „Manganese Corporation“ mit den Besitzern der einzelnen Grubenfelder sind zu Ende geführt, nachdem man sich über abzunehmende Mindestmengen geeinigt hat. Zum Schluß kann noch berichtet werden, daß man die Förderarbeiten auf den Manganerzvorkommen in Westaustralien in der Nähe von Peak Hill, die vor 3 bis 4 Jahren erschlossen worden sind, eingestellt hat. Bei der heutigen allgemeinen schlechten Marktlage braucht man sich über derartige Maßnahmen nicht zu wundern. Zweifellos werden dieser Grube in allen übrigen Erdteilen weitere folgen, wenn nicht schon in diesem, dann aber im nächsten Jahr. Es ist, wie früher bereits erwähnt, eine erhebliche Ueberförderung an Manganerzen in der Welt vorhanden, und solange sich die Verhältnisse in der Industrie nicht wesentlich bessern, kann auch dem Manganerzmarkt keine bessere Zukunft in Aussicht gestellt werden.

Der Entfall an inländischen Schlacken konnte bei sehr gedrückten Preisen untergebracht werden; der Markt für Auslandsschlacken blieb nach wie vor ruhig.

Vom Welt-Frachtenmarkt ist zu berichten, daß die plötzlichen großen Getreide-Verschiffungen der Russen nicht ohne Einfluß auf die meisten Märkte geblieben sind. Der Erzfrachtenmarkt für Skandinavien war äußerst ruhig. Eine Befrachtung Oxelösund/IJmuiden kam zu 2,90 s. Kr zustande. Die Bay-Frachten blieben weiterhin schwach. Im Mittelmeer, das Anfang September 1930 noch ruhig war, herrschte in der zweiten Monats-hälfte völliger Mangel an Schiffsraum. Die Frachten zogen daher hier zum Teil bis zu 6 d an. Für Poti mußte 11/9 sh gegenüber 11/— sh im Vormonat gezahlt werden.

Die Frachtnotierungen für Rotterdam waren im September 1930 folgende:

	s. Kr	2,90
Oxelösund/IJmuiden	sh	4/1½
Bilbao	sh	4/7½ bis 4/10¼
Huelva	sh	4/1½
Algier	sh	4/9
Bona	sh	4/6
Melilla	sh	4/6
Poti	sh	11/9
Bombay/Kontinent (Teiladung)	sh	14/-
Kalkutta/Kontinent	sh	13/-

Auf dem Schrottmarkt sind nebenswerte Änderungen gegenüber dem Vormonat nicht zu verzeichnen, obwohl ein leichtes Abbröckeln der Preise erfolgt ist. Es ist anzunehmen, daß der wichtigste Bedarf der Werke für das letzte Vierteljahr eingedeckt ist.

Eine Änderung auf dem Roheisenmarkt ist nicht eingetreten. Der Inlandsabsatz hielt sich auf der Höhe des Vormonats; irgendwelche belebenden Umstände waren nicht festzustellen. Die Lage auf den Auslandsmärkten hat bei rückläufigen Preisen ebenfalls keine Besserung erfahren.

Die Nachfrage nach Halbzeug war sowohl aus dem Inlande als auch aus dem Auslande schwach. Die Auslandspreise gingen weiter zurück.

Das Inlandsgeschäft in Formeisen lag wie bisher ruhig. Die sich bietenden Auslandsgeschäfte wurden stark umstritten.

Die leichte Besserung, die in dem letzten Bericht hinsichtlich der Beschäftigung in Oberbaustoffen für die Monate September und Oktober verzeichnet werden konnte, dürfte nach dem vorliegenden Auftragsbestand auch bis Jahresende anhalten.

Bei Stabeisen trat in der ruhigen Geschäftslage des Inlandes keine Aenderung ein. Auch die Nachfrage auf dem Auslandsmarkt blieb schwach, so daß die Preise weiter um mehrere Schillinge gesunken sind.

In Bandeseisen hat der Monat Oktober weder im Inlands- noch Auslandsgeschäft eine Besserung gebracht.

In rollendem Eisenbahnzeug hat sich an dem bisherigen Zustande gleichfalls wenig geändert. Die Beschäftigung war wiederum äußerst mangelhaft und der Auftragsseingang unbefriedigend.

Die Marktlage in Universaleisen hat sich gegenüber dem Vormonat nicht gebessert. Der Auftragsseingang ist noch schwächer geworden. Auch die aus dem Ausland hereingenommenen Aufträge konnten keine bessere Beschäftigung der Werke bringen.

Die Geschäftstätigkeit in Grobblechen ist gegenüber dem Vormonat noch ruhiger geworden. Die Nachfrage aus dem Inland und aus dem Ausland ließ weiter nach; von den Verbrauchern wurde nur der unbedingt notwendige Bedarf eingedeckt.

Der Auftragsseingang an Mittelblechen hielt sich sowohl aus dem Inland als auch aus dem Ausland im bisherigen engen Rahmen.

Auch auf dem Feinblechmarkt war eine Besserung der Verhältnisse nicht festzustellen. Die eingehenden Auftragsmengen bewegten sich in engen Grenzen, was auf den Beschäftigungsgrad der Werke nicht ohne Einfluß blieb.

Die Absatzverhältnisse für schmiedeiserne Röhren waren auf dem Inlandsmarkt weiterhin ungünstig. Händler und Verbraucher zeigten in der Erteilung von Aufträgen die bisherige Zurückhaltung. Der Auftragsseingang blieb in allen Rohrarten rückläufig. Auf dem Auslandsmarkt war die Lage unverändert schwierig. Die Auftragszahlen lagen weit unter dem üblichen Durchschnitt.

Die Geschäftslage für gußeiserne Röhren hat sich im Oktober nicht weiter verschlechtert. Man kann vielleicht sogar von einer leichten Besserung sprechen, der aber eine besondere Bedeutung nicht zukommt, da die Bautätigkeit für dieses Jahr bereits als abgeschlossen zu betrachten ist.

In Gießereierzeugnissen hat sich im Oktober die Marktlage mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Jahreszeit weiter verschlechtert.

Auch nach der Verlängerung des Drahtverbandes blieb das Inlandsgeschäft in Draht und Drahterzeugnissen unbefriedigend. Das Auslandsgeschäft bewegte sich in denselben beschränkten Grenzen wie im Vormonat. Trotz der niedrigen Preise, die auf dem Weltmarkt notiert werden, zeigte die Ueberseekundschaft wenig Neigung, mehr als den dringendsten Bedarf zu decken.

II. MITTELDEUTSCHLAND. — Im mitteldeutschen Braunkohlenbergbau betrug im Monat September die Rohkohlenförderung 8 520 672 (Vormonat 8 293 949) t, die Brikettherstellung 2 289 213 (Vormonat 2 169 875) t. Die arbeitstäglich Leistung betrug bei 26 Arbeitstagen (wie im Vormonat) demnach an Rohkohle 327 718 (318 998) t, an Briketts 88 047 (83 457) t. Gemessen an der arbeitstäglichen Leistung des Monats August zeigte die Rohkohlenförderung im September eine Steigerung von 2,7 %, die Brikettherstellung eine solche von 5,5 %. Hinter den Erzeugungsergebnissen des Monats September 1929 (Rohkohlenförderung 9 471 869 t, Brikettherstellung 2 521 417 t) blieb der Berichtsmonat zurück bei Rohkohle um 10 %, bei Briketts um 9,2 % und, gemessen an der arbeitstäglichen Leistung, um 13,5 % bei Rohkohle und 12,7 % bei Briketts.

Im Gebiete des Mitteldeutschen Braunkohlen-Syndikates zeigte sich gegen Ende des Berichtsmonats eine Belebung des Hausbrand-Brikettmarktes. Der Abgang vom Stapel bewegte sich jedoch nur in mäßigen Grenzen, obwohl ein Teil der Werke noch still lag. Die Abrufe der Industrie waren weiterhin schlecht, so daß von einer Besserung der Lage nicht gesprochen werden kann. Auch im Gebiete des Ostelbischen Braunkohlen-Syndikates konnten im Berichtsmonat Stapelverladungen in nennenswertem Umfange noch nicht vorgenommen werden. Seit Beginn des Monats Oktober ließen sogar die Aufträge wieder erheblich nach. Im Rohkohlenabsatz machte sich eine kleine Belebung bemerkbar.

Die angeforderten Eisenbahnwagen wurden in beiden Syndikatsbezirken von der Reichsbahn in vollem Umfange gestellt.

Am Schrottmarkt hat sich nichts Bemerkenswertes ereignet. Die Lage ist nach wie vor flau. Die Deutsche Schrott-Vereinigung, die ihre Preise in den westlichen Randgebieten vor-

kurzem um einige Mark erhöht hatte, um dem westlichen Wettbewerb zu begegnen, hat diese inzwischen wieder auf den vorhergehenden Stand zurückgebracht. Die Eindeckung war reichlich. Auch am Gußbruchmarkt macht sich eine schwächere Tendenz geltend. Die Preise für Kohlen, Koks, Roheisen und Ferrolegierungen blieben unverändert. Für feuerfeste Steine kamen weiterhin billige Angebote auf den Markt. Die Preise für Sinterdolomit und Weißstückkalk änderten sich nicht. Schwach blieb weiterhin der Metallmarkt. Der Preisabbau bei allgemeinen Betriebsstoffen machte weiterhin Fortschritte.

Im Walzeisengeschäft trat eine weitere Abschwächung ein. Im Hinblick auf Preisermäßigungsgerüchte wurde der an und für sich schon sehr geringe Bedarf noch mehr zurückgehalten. In den letzten Tagen kam von diesem zurückgehaltenen Bedarf etwas heraus, doch fielen die Mengen kaum ins Gewicht. Das Röhrengeschäft liegt ebenfalls unverändert danieder. In Tempergußerzeugnissen war das Geschäft auch im vergangenen Monat ruhig. Der Stahlgußmarkt war in den ersten Wochen des Monats sehr ruhig, erst seit kurzem ist die Nachfrage wieder etwas lebhafter geworden. Die Preise blieben infolge des scharfen Wettbewerbes sehr gedrückt. Der Markt für Radsatzmaterial und Schmiedestücke lag unverändert still, da die Reichsbahn mit Bestellungen zurückhielt. Auch im Eisenbau kann trotz einiger Ausschreibungen der Reichsbahn nicht von einer Besserung der Verhältnisse im allgemeinen gesprochen werden. Im Maschinenbau ist die Nachfrage auf dem Inlandsmarkt sehr schwach geworden. Die Werke sind daher immer mehr gezwungen, zu ungenügenden Preisen auf den Auslandsmärkten Absatz zu suchen.

Aus der saarländischen Eisenindustrie. — Das Geschäft war im Monat Oktober weiterhin schlecht, und es sieht nicht danach aus, als ob in diesem Jahre noch ein Umschlag zu einer bescheidenen Besserung eintreten würde. Durch das Notprogramm der Reichsregierung sind allerdings die Aufträge in Oberbauzeug etwas größer geworden. Auch haben die Saarwerke noch Schienen für Reparationszwecke zu liefern. Dafür war aber der Eingang an Formeisen entsprechend der Beendigung des zweiten Bauabschnittes des Jahres geringer. Der deutsche Markt ist nach wie vor sehr wenig ergiebig. Durch das Bekanntwerden der von der Kohlenindustrie in Aussicht gestellten Preisermäßigung von 6 % ab 1. Dezember 1930 glauben die Abnehmer an eine Herabsetzung der Eisenpreise und halten daher mit Neukäufen außerordentlich stark zurück. Auf dem französischen Markt macht sich gleichfalls eine starke Schrumpfung des Geschäftes bemerkbar. Die Stabeisenpreise sind hier schon bis unter 500 Fr für gewisse Sorten heruntergegangen, so daß sich ein Teil der Saarwerke angesichts der gedrückten Preise vom französischen Markt zurückgezogen hat. Die innerfranzösischen Werke sind mit ihren Selbstkosten den Saarwerken gegenüber im Vorteil, nicht nur wegen ihrer billigen Erze und Löhne, sondern auch weil der offizielle Preis für nordfranzösischen Koks nur auf dem Papier steht. Der offizielle Preis beträgt zur Zeit 137,50 Fr, Frachtgrundlage Donai, während der Koks tatsächlich weit unter diesem Preis verkauft wird. In Blechen ist das Geschäft ganz und gar trostlos. Die Werke laufen jedem kleinen Auftrag nach. In Stahl- und Gußröhren ist das Geschäft genau so schlecht. Der Ausfuhrmarkt bringt den Werken ebenfalls wenig Arbeit. Die Preise sind hier vollkommen unauskömmlich.

Bei einer derartigen Lage ist geradezu unbegreiflich, daß die französische Bergwerksdirektion an ihren hohen Kohlenpreisen festhält. Der aus Saarkohle hergestellte Koks kostet an der Saar rd. 10 RM je t mehr als in Rheinland-Westfalen. Dabei soll die Bergbehörde noch große Schadenersatzforderungen für nicht abgenommene Mengen gestellt haben. Die Kohlenhalden auf dem Saarlhafen in Malstatt und auf den Zechen vergrößern sich trotz vieler Feierschichten der Bergleute zusehends. Man schätzt sie auf 300 000 t. Die Hüttenwerke arbeiten ebenfalls mit vielen Feierschichten und schränken dauernd ein. Dies alles rührt aber die französische Bergwerksdirektion nicht; sie besteht auf ihren hohen Preisen, sie hat ja das Monopol. Man sieht deshalb an der Saar mit großen Sorgen in die Zukunft.

Die Erzabnahme geht einstweilen noch ohne Schwierigkeiten vor sich. Es sind aber Einschränkungen im Erzbezug in größerem Umfange bei dem Fortbestehen der ungünstigen Lage zu befürchten. Schrott ist in Hülle und Fülle zu haben.

Das Hochwasser der Saar hat in der ersten Hälfte des Monats bei den Hüttenwerken besonders in Dillingen und Neunkirchen erheblichen Schaden angerichtet. Bei den genannten Werken haben einzelne Betriebe teilweise unter Wasser gestanden. In der Zwischenzeit sind die Schäden jedoch wieder behoben.

Die Dillinger Hütte hat ihren mit dem 30. Juli 1930 schließenden Geschäftsbericht jetzt der Öffentlichkeit vorgelegt. Die Dividende beträgt 8 % wie im Vorjahre. Die Bilanz gibt das Bild eines gesunden Unternehmens.

Aus der luxemburgischen Eisenindustrie. — Das 3. Vierteljahr 1930 war durch einen weiteren Preissturz gekennzeichnet; die Ursache hierzu war sowohl die fortdauernde Weltwirtschaftskrise als auch die Verfügungen der Internationalen Rohstahlgemeinschaft, nach denen alle Erzeugnisse, deren Verkauf zu Beginn des Jahres geregelt worden war, wieder auf dem freien Markt verkauft werden können.

Das Nachlassen der Preise rief eine leichte Zunahme des Auftragsesinganges hervor. Die luxemburgischen Werke zogen einen gewissen Vorteil aus dieser Entwicklung der Dinge, ohne daß aber von einer gewinnbringenden Tätigkeit gesprochen werden konnte. Es ist übrigens nicht sicher, ob die Erzeugung im letzten Vierteljahr auf derselben Stufe gehalten werden kann. Es werden jedoch Oberbauaufträge erwartet, welche die Lage etwas bessern würden. Eine durch Strafzahlungen geschützte Durchführung der Vorschläge der Internationalen Rohstahlgemeinschaft über die Erzeugungseinschränkungen könnte in einem gewissen Maße eine Belebung des Ausfuhrmarktes herbeiführen.

Die Durchschnittsgrundpreise am Werk für die hauptsächlichsten Erzeugnisse stellen sich im 3. Vierteljahr wie folgt:

	belg. Fr	
	2. Halbjahr	3. Halbjahr
Rohelsen	520	520
Knippel	780	760
Platinen	800	750
Formeisen	830	775
Stabeisen	880	725
Walzdraht	980	980
Bandeseisen	940	825

Am 30. September waren folgende Hochöfen vorhanden oder in Betrieb:

	Gesamtzahl	in Betrieb am	
		30. 6. 1930	30. 9. 1930
Arbed Düdelfingen	4	2	2
Esch	6	5	3
Dommeldingen	3	0	0
Terres Rouges Belval	6	5	5
Esch	5	5	5
Hadir Differdingen	10	7	7
Rilmelingen	3	0	0
Ongree Rodingen	5	4	2
Steinfort	3	1	1
	45	27	26

Der Thomasschlackenversand litt im Juli und August unter den Witterungsverhältnissen, der Rückgang wurde jedoch durch den Septemberversand weitgehend wettgemacht. Das Thomasschlackengeschäft blieb in diesem Vierteljahr recht zufriedenstellend.

In den Arbeiterverhältnissen trat keine Änderung ein. Glücklicherweise konnten Belegschafts- und Lohneseinschränkungen, zu denen verschiedene ausländische Gewerbetriebe ihre Zuflucht nehmen mußten, bis jetzt vermieden werden.

Hochofenwerk Lübeck, Aktiengesellschaft, Herrenwyk bei Lübeck. — Nach dem Umbau des Kratzwiecker Hochofens und dem Neubau der Kokereianlage waren seit Oktober 1929 in Herrenwyk zwei Hochöfen und in Kratzwieck ein Hochofen im Betrieb. Die Roheisenerzeugung betrug insgesamt 257 530 t, der Absatz dagegen nur 232 680 t. Infolge weiteren Rückganges des Roheisenabsatzes mußte Mitte August 1930 in Herrenwyk ein Hochofen stillgelegt werden; mit der Dämpfung des Kratzwiecker Hochofens ist zu rechnen. Die Kokereien in Herrenwyk und Kratzwieck arbeiteten ohne Störungen; auch diese Anlagen sollen dem verminderten Roheisenabsatz entsprechend eingeschränkt werden. Die Kokereieinbezeugnisse wurden voll abgesetzt. Der Zementversand betrug für beide Werke 163 560 t gegenüber 165 000 t im Vorjahre. Er entsprach bei weitem nicht der Leistungsfähigkeit der Zementfabriken und hat sich im Laufe der letzten Monate erheblich verschlechtert. Die Kupferhütten in Herrenwyk und Kratzwieck waren während des ganzen Jahres in vollem Betriebe. Die Erzeugung an Elektrolytkupfer betrug 5678 t gegenüber 5071 t im Vorjahre. Auf der Rolandshütte wurden die Versuchsarbeiten zur Herstellung eines hochwertigen Bauxit-Schmelz-Zementes und eines Sonderroheisens mit gutem Erfolg weiter durchgeführt. Die Hütte ist inzwischen endgültig stillgelegt worden; mit dem Abbruch und der Verwertung der dortigen Anlagen und Liegenschaften wurde begonnen.

Einschließlich 187 024,37 RM Vortrag erbrachte das Berichtsjahr einen Rohgewinn von 4 996 846,94 RM. Nach Abzug von 1 521 481,01 RM Abschreibungen, 1 255 422,12 RM Steuern und 908 231,82 RM Unkosten und Zinsen verbleibt ein Reingewinn von 1 239 711,99 RM. Hiervon werden 60 000 RM den Unterstützungs- und Ruhegehaltskassen zugeführt, 15 000 RM dem Vorstand für Wohlfahrtszwecke zur Verfügung gestellt.

Erträge von Hüttenwerken und Maschinenfabriken im Geschäftsjahr 1929 und 1929/30.

Gesellschaft	Aktienkapital a) = Stamm-, b) = Vorzugsaktien	Rohgewinn	Allgemeine Unkosten, Abschreibungen, Zinsen usw.	Reingewinn einschl. Vortrag	Gewinnverteilung					Vortrag
					Rücklagen	Stiftungen, Ruhegehaltskassen, Unterstützungsanstalten, Pensionen usw.	Gewinnanteile an Anteilhabern, Vorstand usw.	Gewinnanteil		
								a) auf Stamm-,	b) auf Vorzugsaktien	
RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	%	RM	
Aktien-Gesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau (vorm. Johann Caspar Harkort) in Duisburg (1. 1. 1929 bis 31. 12. 1929)	2 000 000	1 075 770	1 796 683	Verlust 720 913	—	—	—	—	—	Verlust 720 913
Bergbau- und Hütten-Aktien-Gesellschaft Friedrichshütte zu Herdorf (1. 7. 1929 bis 30. 6. 1930)	4 000 000	1) 667 646	266 836	400 810	—	—	3 000	240 000	6	152 810
Eisenwerk Kraft, Duisburg (1. 1. 1929 bis 31. 12. 1929)	7 812 500	342 461	484 943	Verlust 142 482	—	—	—	—	—	Verlust 142 482
Eschweiler Bergwerks-Verein, Kohlscheid (1. 7. 1929 bis 30. 6. 1930). — Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 1485	22 800 000	7 741 170	4 442 289	3 298 881	—	—	106 881	3 192 000	14	—
Hartung, Aktiengesellschaft, Berliner Eisengießerei und Gußstahlfabrik, Berlin-Lichtenberg (1. 4. 1929 bis 31. 3. 1930)	3 000 000	901 328	866 695	84 633	10 000	—	—	—	—	24 633
Hochofenwerk Lübeck, Aktiengesellschaft, Herrenwyk bei Lübeck (1. 7. 1929 bis 30. 6. 1930) — Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 1598/99	a) 16 000 000 b) 300 000	4 996 847	3 757 135	1 239 712	—	75 000	—	a) 960 000 b) 18 000	6 6	186 712
Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk (1. 7. 1929 bis 30. 6. 1930)	12 750 000	4 435 856	3 437 126	908 730	330 000	—	11 905	637 500	5	19 325
Motorenfabrik Deutz, Aktiengesellschaft, Köln-Deutz (1. 7. 1929 bis 30. 6. 1930)	12 750 000	3 982 863	3 317 048	665 820	—	—	11 686	637 500	5	16 634
Preß- und Walzwerk, Aktiengesellschaft, in Reichholz bei Düsseldorf (1. 1. 1929 bis 31. 12. 1929)	5 690 000	4 238 002	3 594 583	643 419	59 387	—	—	569 000	10	15 032
Rheinisch-Westfälische Kalkwerke zu Dornap (1. 7. 1929 bis 30. 6. 1930)	15 000 000	4 540 969	3 144 842	1 396 127	—	—	—	1 050 000	7	346 127
Schenck und Liebe-Harkort, Aktien-Gesellschaft, Düsseldorf (1. 1. 1929 bis 31. 12. 1929)	1 500 000	437 457	475 300	Verlust 37 843	—	—	—	—	—	Verlust 37 843
Westfalia-Dümmelahl, A.-G., Bochum (1. 1. 1929 bis 31. 12. 1929)	a) 1 600 000 b) 5 000	5) 590 536	426 363	164 173	—	—	9 987	a) 128 000 b) 300	8 6	25 886
Górnoslaskie Zjednoczone Huty Krolewska i Laura, Spółka Akcyjna Górnico-Hutnicza, Katowice (1. 1. 1929 bis 31. 12. 1929)	84 000 000	14 080 518	12 683 758	1 396 760	1 000 000	—	—	—	—	396 760
Veitscher Magnesitwerke, Actien-Gesellschaft, Wien (1. 1. 1929 bis 31. 12. 1929)	10 000 000	4 570 466	2 094 312	2 476 154	—	65 000	201 513	1 800 000	18	409 640

1) Nach Abzug aller Unkosten, Steuern, Zinsen usw. — 5) Nach Abzug sämtlicher Geschäfts- und Betriebsunkosten.

978 000 RM Gewinn (6 % = 960 000 RM auf die Stamm- und 6 % = 13 000 RM auf die Vorzugsaktien) ausgeteilt sowie 130 711,99 RM auf neue Rechnung vorgetragen. Außer den oben erwähnten Steuern wurden im Geschäftsjahr 1929/30 für soziale Lasten, Beiträge zu den gesetzlich vorgeschriebenen und freiwillig eingerichteten Wohlfahrtskassen für Beamte und Arbeiter sowie für Zuweisungen für andere Wohlfahrtszwecke insgesamt 516 811,29 RM aufgewendet. Demnach belaufen sich die Aufwendungen für Steuern und soziale Lasten im Berichtsjahr auf

insgesamt 1 772 233,41 RM gegenüber 1 714 158,21 RM im vergangenen Geschäftsjahr. Wie drückend sich die allgemeinen Lasten für das Unternehmen im Jahre 1929/30 ausgewirkt haben, beleuchten folgende Zahlen: Die Gesellschaft zahlte mehr als 20 verschiedene Steuern. Die Gesamtsumme einschließlich der sozialen Lasten und der Lohnsteuer der Arbeitnehmer betrug rd. 2,56 Mill. RM gegenüber 134 000 RM im letzten Vorkriegsjahr. Das bedeutet eine Mehrbelastung von rd. 10 RM je t abgesetzten Roheisens und entspricht einer Verzinsung von über 15 % des Aktienkapitals.

Buchbesprechungen¹⁾.

Rabinowitsch, Eugen, Dr., Göttingen, und Dr. Erich Thilo, Berlin: Periodisches System. Geschichte und Theorie. Mit 50 Abb. u. 49 Taf. Stuttgart, Ferdinand Enke 1930. (XI, 302 S.) 8°. 27 RM, geb. 29 RM.

Die Verfasser gliedern das Werk in fünf Teile. Der erste Teil des Buches behandelt die Entwicklung des Element- und Atombegriffs von der ältesten Zeit bis zur Aufstellung des periodischen Systems durch die grundlegenden Arbeiten von Mendelejeff und Lothar Meyer. Im zweiten Teil wird die Entwicklung unserer Erkenntnisse von den Bestandteilen der Atome geschildert. Im dritten Teil werden die Wege, die zur Aufstellung der Atom-Modelle geführt haben, beschrieben. Der vierte Teil zeigt den Zusammenhang zwischen dem Atom-Modell und dem periodischen System. Im fünften Teil wird gezeigt, daß die heutige Theorie des periodischen Systems nicht nur imstande ist, die allgemeine Periodizität der Eigenschaften der Elemente, sondern zum Teil auch das besondere chemische Verhalten derselben zu erklären.

Die gesamtliche Darstellungsweise erleichtert den Verfassern ihre an sich schwierige Aufgabe ganz bedeutend. Der Leser kann die Entwicklung der Theorie des periodischen Systems von seinen Anfängen bis in die neueste Zeit verfolgen und lernt dabei einen guten Teil der Geschichte der Chemie kennen.

Den Verfassern ist es gelungen, auf verhältnismäßig kleinem Raum die heutigen Vorstellungen über den Atomaufbau und das periodische System darzustellen und dabei auch für alle, die sich mit diesen Fragen nicht näher beschäftigt haben, verständlich zu bleiben.

Gustav Thanheiser.

Müller-Hauff, Dr.-Ing., Direktor, and Dr.-Ing. Karl Stein: Automobile Steels. Transl. from the German by Hans Goldschmidt. With addition of chapters on S. A. E. standards on test specimens and steel specifications and fractures of automobile parts and new authentic material in 13 tables, furnished by leading American and European automobile plants. (With 77 fig.) New York: John Wiley & Sons, Inc. — London: Chapman & Hall, Ltd., 1930. (XI, 219 p.) 8°. Geb. sh 17/6 d.

Das Werk hat sich in seiner deutschen Ausgabe²⁾ inzwischen überall derart eingeführt, daß es sich erübrigt, über seinen Wert noch Näheres zu sagen. Die amerikanische Ausgabe ist aber noch besonders wertvoll, weil sie gegenüber der deutschen wesentliche

¹⁾ Wer die Bücher zu kaufen wünscht, wende sich an den Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664.

²⁾ Vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 1386.

Ergänzungen enthält, die nicht nur für den Kraftwagenbauer und Fachmann, sondern auch für den Metallurgen von grober Bedeutung sind. Vor allem sind dies die Schlussabschnitte, die einen Überblick über die SAE-Normen bringen, und im Anschluß hieran von führenden Werken (in Amerika, Deutschland, Oesterreich, Frankreich, Italien und England) zur Verfügung gestellte Zusammenstellungen über die in ihren Betrieben verwandten Stahlsorten. Für den Kraftwagenbauer ist weiter von Bedeutung der Abschnitt über Brucherscheinungen, der in Anlehnung an die Arbeit von M. v. Schwarz (München)⁴⁾ einen Überblick über die verschiedenen Bruchformen und ihre Ursachen bringt. Das Werk bildet in dieser neuen Form auch für den deutschen Ingenieur so viel Wertvolles, daß es als willkommene Ergänzung zur deutschen Ausgabe bezeichnet werden muß.

Die Übersetzung ist hervorragend; die Ausstattung steht auf gleicher Höhe.

W. Eislender.

Huggenberger, U. A., Dr. sc. techn., Zürich: Ueber die Festigkeit ebener gekrümpter Kesselböden ohne und mit Längsanker oder Rauchrohr. Im Auftrag des Schweizerischen Vereins von Dampfkessel-Besitzern bearb. Mit 97 Abb. u. 29 Zahlentaf. (u. e. Einl. von E. Höhn). Zürich: Selbstverlag des Vereins 1930. (146 S.) 8°.

Die hier beschriebenen Untersuchungen bilden eine Ergänzung der früher ausgeführten wertvollen Arbeiten über die Festigkeit der gewölbten Böden und der Zylinderschale³⁾. Die eingehenden Untersuchungen lehren, daß selbst eine angenäherte analytische Lösung der Festigkeitsaufgabe des Kessels mit ebener gekrümpter Boden außerordentlichen Schwierigkeiten begegnet. Huggenberger beschränkt sich deshalb darauf, auf rechnerischem Wege nur den Spannungszustand für den ebenen Boden ohne Kreppe zu ermitteln, und durch Versuche mit Spannungs- und Ausbiegungsmessungen die Abweichungen festzustellen, die durch den Einfluß der Bodenkreppe entstehen.

Für ebene Böden mit Längsankerrohr oder Rauchrohr fanden die analytischen Betrachtungen ebenfalls eine Ergänzung durch umfangreiche Versuche an Böden mit verschiedenartigen Verankerungen und Kreppehalbmessern. Von Wichtigkeit erscheinen auch die Messungen des Längsankerzuges, die durchgeführt wurden, sowie der Vergleich der Meßergebnisse mit den üblichen Berechnungsgrundlagen.

E. Siebel.

¹⁾ Z. Bayer. Rev.-V. 31 (1927) S. 45 43 u. 62 65.

²⁾ E. Höhn und U. A. Huggenberger: Ueber die Festigkeit der gewölbten Böden und der Zylinderschale. Berlin: Julius Springer 1927.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Auszug aus der Niederschrift über die Sitzung des Vorstandes und Vorstandsrates am Mittwoch, dem 22. Oktober 1930, 15.00 Uhr im Eisenhüttenhause zu Düsseldorf.

Anwesend sind beim ersten Teil der Sitzung (zum zweiten Teil außerdem Vertreter befreundeter Werke und Verbände):

Vom Vorstand: A. Vögler (Vorsitz), A. Apold, F. Bartscherer, W. Borbet, A. Brüninghaus, F. Dorfs, A. Flacus, K. Grosse, F. v. Holt, O. Holz, C. Humperdinck, C. Jaeger, H. Klein, F. Körber, H. Koppenberg, R. Krieger, E. Poensgen, K. Raabe, W. Reuter, F. Rosdeck, A. Spannagel, Fr. Springorumsen., F. Springorum jun., C. Wallmann, O. Wedemeyer, F. Winkhaus, A. Wirtz.

Vom Vorstandsrat: H. Hilbenz, F. Saefel, E. Sylvester, A. Thiele, K. Wendt, F. Wüst.

Als Gäste: J. W. Reichert, M. Schlenker.

Von der Geschäftsführung: O. Petersen, K. Bierbrauer, H. Fey, E. Loh, M. Philips, K. Rummel, W. Schneider, B. Weißenberg.

Tagesordnung:

I. (geschäftlicher) Teil.

1. Geschäftliches.
2. Aussprache über die Tagesordnung der Hauptversammlung 1931, etfalls der nächsten Gemeinschaftssitzung.
3. Vorbereitung von Wahlen zum Vorstande.
4. Bericht über die Vorbereitungen zum Neubau des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung.
5. Bericht über den Stand der Arbeiten der Geschäftsstelle.
6. Verschiedenes.

II. Teil (Vorträge).

7. Chinas Eisenindustrie in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft; ein Reisebericht, erstattet von Dr.-Ing. Dr. phil. h. c. K. Wendt.
8. Aus der Gemeinschaftsarbeit des Vereins und des Eiseninstituts.
 - a) Einleitung von Dr. O. Petersen, Düsseldorf.
 - b) Ueber neuere Arbeiten des Eiseninstituts. Berichterstatte: Professor Dr. F. Körber, Düsseldorf.

- c) Die Bedeutung der Schwingungsfestigkeit in der modernen Materialprüfung. Berichterstatter: Dr.-Ing. W. Schneider, Düsseldorf.
- d) Die Hochschulfrage im Spiegel der Nachkriegszeit. Berichterstatter: Dipl.-Ing. B. Weissenberg, Düsseldorf.
- e) Neuzeitliche Kostenberechnung. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Rummel, Düsseldorf.

Den Vorsitz führt Dr. A. Vögler.

Vor Beginn der Verhandlungen begrüßt der Vorsitzende besonders Herrn Geheimrat Professor Dr. Wüst aus Anlaß seines 70. Geburtstages.

Der Vorsitzende widmet dem Mitglied des Vorstandes Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Paul Thomas, der am 4. Oktober 1930 aus dem Leben geschieden ist, einen herzlichen Nachruf, den die Anwesenden stehend anhören.

Zu Punkt 1 werden folgende Sitzungstermine für das Jahr 1931 festgesetzt:

Vorstandssitzung Mittwoch, den 18. März 1931 in Düsseldorf, Hauptversammlung Samstag, den 28. und Sonntag, den 29. November 1931 in Düsseldorf.

Die Entscheidung über die Abhaltung einer Gemeinschaftssitzung wird vertagt. Weiter wird beschlossen, den Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1931 sowohl für inländische als auch für ausländische Mitglieder in unveränderter Höhe zu erheben. Die Geschäftsführung wird ermächtigt, die früher vom Vorstand für Altmitglieder, Mitglieder ohne Stellung, Mitglieder in Anfangstellung und Mitglieder im Saarbezirk mit Frankengehältern usw. beschlossenen Vergütungen auch weiterhin weitgehend einzuräumen. Zur Fortführung von Düngungsversuchen mit Hochofenschlacke werden weitere Mittel bewilligt.

Zu Punkt 2 wird nach Berichten des Vorsitzenden und der Geschäftsführung die Beschlußfassung für die nächste Vorstandssitzung zurückgestellt.

Zu Punkt 3 wird beschlossen, Herrn Professor Dr. Goerens in den Vorstandsausschuß zu wählen. Weiter beschließt der Vorstand, der nächsten Hauptversammlung Zuwahlen zum Vorstand vorzuschlagen.

Zu Punkt 4 werden Berichte über den Stand der vorbereitenden Arbeiten zum Neubau des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung erstattet, an die sich eine Aussprache anschließt.

Zu Punkt 5 werden verschiedene Angelegenheiten besprochen und entsprechende Beschlüsse gefaßt.

Zu Punkt 6 liegen keine Beratungsgegenstände vor.

Um 16 Uhr beginnt im großen Saal des Eisenhüttenhauses der zweite Teil der Sitzung, in dem zunächst Dr.-Ing. Dr. phil. h. c. K. Wendt über Chinas Eisenindustrie in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft auf Grund einer Studienreise ausführlich berichtet.

Im Anschluß an dann folgende eingehende Mitteilungen von Dr. O. Petersen über den Stand der Arbeiten der Geschäftsstelle erstatten Professor Dr. F. Körber, Dr. W. Schneider und Dr. K. Rummel die in der Tagesordnung aufgeführten Berichte. Der Bericht von Dipl.-Ing. B. Weissenberg muß leider wegen Zeitmangels zurückgestellt werden.

Zum Schluß führt Dr. Kruckenberg einen Film der Probefahrt mit dem von ihm konstruierten Propellerwagen vor und gibt dazu Erläuterungen.

Schluß der Sitzung 19.30 Uhr.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

- Abel, Hans, Dipl.-Ing., Rotterdam (Holland), Prins Hendrik Laan 32 B.
- Bley, Wilhelm, Ing., Direktor, Vorst.-Mitgl. der Skandinaviska Petroleum-A.-B., Stockholm, Vasagatan 26; Hannover, Lärchenberg 15.
- Brandt, Paul, Ingenieur, Weimar, Johann-Albrecht-Str. 15.
- Carli, Adriano, Dr.-Ing., Società Ilva, Bagnoli, Prov. Neapel (Italien).
- Engelbertz, Wilhelm, Ingenieur, Jones & Laughlin Steel Corp., Aliquippa Works, Aliquippa (Pa.), U. S. A.
- Fastje, Dietrich, Dipl.-Ing., Hannover, Celler Str. 100.
- Gaertner, F. W., Dr., Nadeshdin-kii Sawod (Ural), U. d. S. S. R.
- Goebel, Ewald, Hüttdirektor, Vorst.-Mitgl. des Stahl- u. Walzwh. Hennigsdorf, A.-G., Hennigsdorf; Berlin-Frohnau, Sigismund-Korso 29.
- Grabner, Hans, Dipl.-Ing., Oberhausen i. Rheinl., Arndtstr. 38.
- Günther, Otto, Dipl.-Ing., Velbert i. Rheinl., Oststr. 36.

Hahn, Karl, Oberg., Geschäftsf. u. Mitinh. der Fa. Karl Hahn & Co., Gießerei- u. Werkzeug-Masch.-Vertriebsges. m. b. H., Berlin W 35, Lützowstr. 2.

Hauk, Karl, Dr.-Ing. E. h., Direktor a. D., Hilden, Haus Kolksbruch.

Heidenhain, Willy, Dr.-Ing., Verein. Stahlwerke, A.-G., Westfäl. Union, Lippstadt, Weidenburger Str. 12.

Herrmann, Friedrich, Ing.-Technologe, Katowice (Kattowitz), Poln. O.-S., ul. Kosciuszki 42 a.

Hochapfel, Julius, Dr., Kommerzialrat, Vizepräsident der Eisenwarenfabriken Lapp-finz, A.-G. u. der Blech- u. Eisenw. Styria A.-G., Wien IV. (Oesterr.), Gußhausstr. 6.

Hühn, Gustav, Oberg. u. Prokurist der Fa. Friedrich Siemens, A.-G., Zweigniederl., Düsseldorf 10, Kühlwetterstr. 45.

Hüsing, Werner, Dipl.-Ing., Nishnaja-Saldaer Hüttenwerk, Nishnaja Salda (Uralskoy-Oblasty), U. d. S. S. R., Uprawnienie Sawoda.

Kolberg, Carl, Dipl.-Ing., Labor. u. Forschungs-Inst. der Stadt Solingen, Solingen, Hauptstr. 178-80.

Liveanu, Jean, Ingenieur, Bukarest IV. (Rumänien), Str.-Laborint 70.

Lorcke, Anton P., Ingenieur, Pittsburgh (Pa.), U. S. A., 604 Griffin Street, P. O. Mt. Washington.

Maassen, Willy, Oberg. Ingenieur, Moskau (U. d. S. S. R.), Novaya ploschad 8 pom 55.

Modersohn, Günther, Dr., Direktor, Eisenhüttenwerk Thale, A.-G., Berlin-Charlottenburg 2, Savignyplatz 6.

Müller, Christian Alexander, Dr.-Ing., Podlipky bei Moskau (U. d. S. S. R.), Werk Nr. 8 i. Namen Kalinin.

Olbert, Anton, Dipl.-Ing., Zwickau (C. S. R.), Brunoplatz 5.

Orlik, Artur, Dipl.-Ing., Uralmet, Swerdlowsk (Ural), U. d. S. S. R.

Pahde, Carl, Dr.-Ing. E. h., Oberg., Breslau 6, Königsplatz 4.

Saur, Karl-Otto, Dipl.-Ing., Betriebsing. der Verein. Stahlwerke, A.-G., August-Thyssen-Hütte, Hamborn a. Rhein, Thyssen-Kasino.

Schneider, Willy, Prokurist, Düsseldorf-Oberkassel, Düsseldorf Str. 8.

Schumacher, Wilhelm, Dr., Fabrikbesitzer, Fa. Dr. Schumacher & Co., Dortmund; Potsdam, Kapellenbergstr. 16.

Sedlacek, Engelbert, Ing., Direktor des Eisenwerks Szentkeresztbanya, Szentkeresztbanya (Rumänien), Judet Odorheiu u. p. Vlahita.

Tewes, Karl, Dr.-Ing., Berlin-Schöneberg, Salzburger Str. 8.

Thimm, Emil, Oberg., Betriebschef der Stalino-Werke, Stalino (Ukraine), U. d. S. S. R.

Trappen, Walter, Direktor der Fa. Tacho-Schnellwaagen-Fabrik G. m. b. H., Großenbaum, Kr. Düsseldorf, Ackerstr. 1.

Weber, Ernst Karl, Ingenieur, Duisburg, Hindenburgstr. 116.

Wiberg, Martin, Bergingenieur, Upsala (Schweden), Dalgatan 2 B.

Wiegert, Karl, Dipl.-Ing., Borsigwerk A.-G., Beuthen, O.-S., Holteistr. 14.

Wilcke, Walter, Ingenieur, Gelsenkirchen, Essener Str. 29.

Willms, Paul, Dipl.-Ing., Hastenrath, Kr. Düren, Kirchstr. 8.

Wuppermann, Hans Gerhard, i. Fa. Theodor Wuppermann, G. m. b. H., Leverkusen-Schlebusch 2, Mülheimer Str. 14.

Zöllner, August, Dr. rer. pol., Berlin NW 40, Thomasiusstr. 5.

Neue Mitglieder.

- Dienenthal, Herbert, Dipl.-Ing., Engineer bei Edgar E. Brosius, Inc., Pittsburgh (Pa.), U. S. A., Sharpsburg P. O.
- Janssen, Wilhelm, Dipl.-Ing., Betriebsassistent der Verein. Stahlwerke, A.-G., Charlottenhütte, Niederschelden (Sieg), Waldstr.
- Krefler, Carl, Oberg. Ingenieur, Essen, Gutenbergstr. 63.
- Martin, Robert, Syndikus, Saarbrücken 1, Schloßplatz 12.
- Reiter, Peter, Dipl.-Ing., Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen-Saar, Hospitalstr. 42.
- Reusch, Willi, Fabrikant, Vorst.-Mitgl. der Fa. Gebrüder Reusch, A.-G., Hoffnungsthal, Bez. Köln.
- Schäfer, Eduard, Dipl.-Ing., Oberg., Uralmaschinostroi, Swerdlowsk (Ural), U. d. S. S. R., Poststelle 12.

Gestorben.

- Buchholz, Hermann, Zivilingenieur, Düsseldorf. 22. 10. 1930.
- Dürk, Otto, Direktor, Saarbrücken. 22. 10. 1930.
- Gasch, Hermann, Hüttdirektor, Gleiwitz. 15. 10. 1930.
- Junius, H. Wilhelm, Fabrikdirektor, Düsseldorf. 15. 10. 1930.
- Krosch, Alfred, Hüttingenieur, Gelsenkirchen. 26. 10. 1930.
- Liss, Georg, Dr.-Ing., Betriebsdir., Dortmund-Hörde. 23. 10. 1930.
- Löwenstein, Hermann, Direktor, Köln-Lindenthal. 20. 10. 1930.
- Noell, Carl M., Würzburg. 29. 5. 1930.
- von Ruffer, Rudzinitz. 3. 10. 1930.
- Vorbach, Emil, Direktor, Kladno. Okt. 1930.
- Walther, Leonhard, Oberg. Ingenieur, Düsseldorf. 2. 10. 1930.