

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LVI. Band.

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

6. Heft. 1919. 15. März.

Berechnung und Aufstellung der Fahrpläne.

Geibel, Ober- und Geheimer Baurat in Mainz.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel 13.

Die schwebende Frage nach einer der Neuzeit entsprechenden Aufstellung der Fahrpläne wird demnächst ihrer Lösung entgegengeführt werden müssen, zumal auch die Einführung der durchgehenden Bremse für Güterzüge bevorsteht.

Der Verfasser hat schon früher*) Vorschläge auf diesem Gebiete gemacht. Diese sind durch weitere Untersuchungen ergänzt, das Ergebnis soll nachfolgend und zwar der Kürze halber in der Form einer Anweisung für die Berechnung und Aufstellung aller Fahrpläne der mit Lokomotiven beförderten Züge veröffentlicht werden.

Die hauptsächlichsten Ziele des Verfahrens waren: einheitlicher Aufbau der Fahrpläne auf den Zugkräften der Lokomotiven unter Wahrung der einschlägigen Bestimmungen der B. O., — unter sonst gleichen Verhältnissen übereinstimmende Fahrgewichte, Fahrgeschwindigkeiten und Bremsverhältnisse, — Möglichkeit weitgehender wirtschaftlicher Anpassung des Fahrplanes an die Streckenverhältnisse und die Bremsart der Züge, an besondere Anforderungen hinsichtlich Last und Beschleunigung und an die Leistungsfähigkeit der befördernden Lokomotive zwecks Schritthalten mit den Vervollkommnungen im Lokomotivbau —, erweiterte Einholbarkeit von Verspätungen. Wie weit diese Ziele erreicht sind, geht aus der Anweisung hervor, der das Folgende vorausgeschickt sei.

Nach Ziffer II sind zunächst die einmaligen Vorarbeiten für jede Fahrplanstrecke, die Umfang und Richtigkeit aller späteren Ermittlungen beeinflussen, sorgfältig und in der angegebenen Reihenfolge vorzunehmen.

Zur Berechnung der Fahrzeiten dienen gemäß III besondere Vordrucke, die den planmäßigen Vergleich aller für die einzelnen Abschnitte der Strecke in Betracht kommenden Geschwindigkeiten fördern und leicht durchführbar machen. Durch sie wird die Richtigkeit des Fahrplanes gewährleistet.

Soweit die dienstplanmäßige Ausnutzung die Verwendung verschiedenartiger Lokomotiven im gleichen Zugdienste bedingt, werden die Fahrpläne nach einer allgemeinen Rechenlokomotive der betreffenden Zugart bestimmt (IV). Dazu bedarf man zukünftig nur je einer Rechentafel Abb. 1 oder 2, Taf. 13 der Anweisung.

Dagegen ist in obigem Sinne für die Fälle, in denen wichtigere Züge ständig mit derselben und dazu besonders geeigneten Lokomotivgattung befördert werden, die Möglichkeit offen gelassen, den Fahrplan auf diese zu stellen, wodurch er an Genauigkeit gewinnt und meist in erhöhtem Maße wirtschaftliche Vorteile bietet. Für jede solcher Lokomotiven wird eine weitere Tafel erforderlich. Die Abb. 1 und 2, Taf. 13 sind vorläufig noch nach der Widerstandgleichung von Clark und in der unter IV. A. 2b angegebenen Weise berechnet. Die bezüglichen endgültigen Festsetzungen, wie überhaupt die Herausgabe aller Tafeln, sind der Zentralbehörde vorbehalten; das Verfahren selbst wird davon nicht berührt.

Alle Grundlagen der Rechnung sind auf Einheitfahrzeiten gestellt, obwohl dies auch auf Fahrgeschwindigkeiten hätte geschehen können. Im letztern Falle würden aber die Fahrgeschwindigkeiten, um beispielweise für mittlere und geringere Steigungen dieselbe Genauigkeit zu erzielen wie nach Abb. 1 und 2, Taf. 13, vielfach in Bruchteilen abzulesen sein. Schließlich wären die in Rechnung zu stellenden Fahrgeschwindigkeiten doch in ihre Einheitfahrzeiten f_g umzusetzen, um die wirklichen Fahrzeiten berechnen zu können; daher ergäben sich für die genannten Vordrucke drei weitere Spalten. Endlich würde, um mit zunehmender Steigung die wünschenswerte Abnahme der Fahrgeschwindigkeit nach einer Parabel zu erhalten, die für jede Grundgeschwindigkeit erforderliche Einzeichnung der Fahrgewichtsgrenze $O' - S'$ in Abb. 1 oder 2, Taf. 13 erheblich umständlicher werden, weil sie nicht mehr gemäß IV. A. 2b) nach einer geraden, sondern einer krummen Linie erfolgen müßte, die jedesmal erst festzustellen wäre. Da endlich Einheitfahrzeiten nach dem Gewichte und nach den Bremsverhältnissen ebenso leicht abzulesen sind, wie Geschwindigkeiten, erschien die durchgängige Benutzung der Einheitfahrzeit einfacher.

Mit Rücksicht auf die glatte Durchführbarkeit des Verfahrens ist auch weiterhin der größte Wert auf Einfachheit gelegt. Deshalb wurden alle umständlichen Rechenarbeiten, die zur Richtigkeit des Fahrplanes nichts oder wenig von Belang beitrugen, ausgeschaltet oder durch ausreichende Annäherungen ersetzt. So wurde der verschwindende Einfluß der

*) Organ 1908, S. 103; 1909, S. 375; 1911, S. 370, 389.

Neigungswechsel auf die Fahrzeit in Gefällstrecken überhaupt vernachlässigt. Für steigende Strecken führen die ausspringenden Wechsel zu geringen Mängeln, die einspringenden zu Überschüssen gegen die lediglich von Wechsel zu Wechsel berechnete Fahrzeit. Da aber die Winkelsumme der in den Wechseln auf- (+) und abdrehenden (-) Neigungsabschnitte zwischen zwei gleichgeneigten Streckenabschnitten = 0 ist, erscheint die algebraische Summe der Einflüsse auf die Fahrzeit von vornherein begrenzt, im übrigen nimmt sie mit der zunehmenden Verflachung der Neigungen ab. Im Einzelnen hängen Mangel und Überschuss hauptsächlich von dem Neigungsunterschiede der im Wechsel zusammenstoßenden Streckenabschnitte und dem Unterschiede der auf diesen in Rechnung gestellten Fahrgeschwindigkeiten ab, der Mangel insbesondere ist von der auf dem betreffenden flachen Abschnitte entwickelbaren beschleunigenden Kraft abhängig, die teils aus der Widerstandsverminderung, teils aus der Leistung der befördernden Lokomotive hervorgeht, der Überschuss dagegen von der lebendigen Kraft mit der der Zug auf den steilern Abschnitt übertritt. Dabei kommt es darauf an, ob die rechnermäßige lebendige Kraft voll, oder sicherheitshalber nur teilweise in Anschlag gebracht wird. Im erstern Falle überwiegt i. d. R. der Überschuss, im letzteren tritt ein verstärkter örtlicher Ausgleich der \pm Einflüsse ein, sodass die Fahrtdauer durch letztere nur unerheblich oder überhaupt nicht berührt wird.

Diese Zusammenhänge zeigen, dass die rechnerische Feststellung des Einflusses der Wechsel nicht einfach und dabei an Annahmen gebunden ist, die von großer Wirkung auf die geringen Zeitwerte sind, um die es sich durchweg handelt, bei den Zufälligkeiten des Betriebs müssen sie vollends unstimmig bleiben. Das Verfahren sah aus diesen Gründen von einer solchen Berechnung ab, sorgte aber durch Angliederung kurzer Zwischenneigungen (Ziffer II 2) und durch Ermittlung der erreichbaren Fahrgeschwindigkeit (Ziffer IV 3) dafür, dass die Fahrzeiten in den Zugfolgeabständen ausreichend werden und daher keine zu starke örtliche Beanspruchung der Lokomotive eintreten kann. An Hand einer Reihe von sehr ungünstigen Beispielen ergab sich hier, dass in ganz vereinzelt Fällen zwar noch Mehrbeanspruchungen eintraten, die aber die planmäßigen Zugkräfte nur bis zu 3% überschritten. Bei dem schon aus anderen Gründen gebotenen mäßigeren Ansatz dieser Zugkräfte erscheint dies ganz unbedenklich.

Dagegen führte der in anderen Zugfolgeabständen nicht ausgeglichene Fahrzeitüberschuss zu Entlastungen der Lokomotive, die bei demselben vorsichtigen Ansatz der lebendigen Kraft im Höchsthalle 8% ausmachten. Die Entlastung wuchs im allgemeinen mit der Zahl der einspringenden Wechsel im Zugfolgeabstand, d. h. in zunehmenden Steigungen, und da die Einhaltung der Fahrzeit auf solchen Strecken an sich schwieriger wird, erscheint die rechnerische Lokomotiventlastung betrieblich von Vorteil. Sie kann um so mehr in Kauf genommen werden, als sie gegen die aus der häufigen Abschwächung der wirklich auftretenden Widerstände hervorgehenden, namentlich aber gegen die Entlastungen gering erscheint, die sich im Betriebe auf großen Streckenteilen oder durchweg aus dem Umstände ergeben, dass die zu stellende Zugkraft dem Bedürfnisse über-

haupt nicht zu knapp angepaßt werden kann. Bei der meist ungleichen Auslastung der von einer Lokomotivgattung dienstplanmäßig zu befördernden Züge und allgemein auf Vorspannstrecken werden diese Entlastungen besonders groß. Wie hoch sie sich schon in gewöhnlichen Fällen stellen, mögen folgende Beispiele dartun:

Eine Strecke sei nach IV in drei Fahrgewichtsabschnitte A, B und C eingeteilt, in denen nach bestimmtem Fahrplane die 2 C. II. T. P-Lokomotive, Gattung P 8, = 550, 450 oder 400 t befördern kann. Lokomotive und Tender werden zu 125 t angenommen. Nach demselben Fahrplane habe diese Lokomotivgattung Züge mit 380, 450 und 550 t durchschnittlichem Wagengewichte zu befördern. Bei 380 t fährt die Lokomotive in A mit 170 t oder 25%, in B mit 70 t oder 12%, in C mit 20 t oder 4% Unterbelastung; bei 450 t Wagengewicht in A mit 100 t oder 15% Unterbelastung, in B ausgelastet, in C wird Vorspann erforderlich: bei 550 t ist Vorspann in B und C nötig, in A ist der Zug ausgelastet. Mufs die Vorspannlokomotive des Betriebes wegen durchlaufen, so tritt beträchtliche Unterbelastung in allen Abschnitten ein. — Daraus ergibt sich auch, dass die vorbehandelten geringen Mehrbeanspruchungen oft schon durch die auftretenden Unterbelastungen der Lokomotiven reichlich ausgeglichen werden.

Im übrigen geht hieraus besonders deutlich hervor, wie sich der Betrieb dem einmal gegebenen Fahrplane gegenüber verhält, und dass dieser den Zufälligkeiten des ersteren nur sehr selten restlos entsprechen kann; folglich hätte es keinen Zweck gehabt, den Einflüssen der Neigungswechsel schärfer nachzugehen, als geschehen ist, oder von den anderen vereinfachenden Maßnahmen des Verfahrens abzusehen.

Für das Anfahren und Halten ist gemäß Ziffer V₁ wieder auf Zeitzuschläge zurückgegriffen, die zwar auf Berechnung beruhen, aber erfahrungsgemäß erhöht sind, um das wirkliche Erfordernis zu befriedigen.

Die nach den für jede Fahrplanstrecke aufzustellenden Regelfahrplänen gewonnenen Fahrzeiten sind nach der Grundgeschwindigkeit getrennt unter Beifügung der Fahrgewichte und Bezeichnung der Rechenlokomotive den Dienststellen für Bearbeitung der Fahrpläne zum Gebrauche zu überweisen. Dies kann nach Bedarf auch für Fahrpläne geschehen, deren Grund- und Höchst-Geschwindigkeit nicht gleich hoch liegen.

Zur Einführung in das Verfahren sind einige Beispiele bearbeitet und in die Tafeln der Anweisung eingetragen, sie können von der Eisenbahn-Direktion Mainz bezogen werden.

Anweisung zur Berechnung und Aufstellung der Fahrpläne.

I. Muster der Dienstfahrpläne, Fahrplanteile.

Zu unterscheiden sind:

1. Fahrplan für den Vollzug nach Anlage 15 der Fahr-Vorschriften, die etwas umgeordnet ist, um die Zugfolgestellen in engere Verbindung mit den Uhrzeiten zu bringen, Vordruck I.

2. Fahrplan nach neuem Vordrucke II, der gegen I um die Fahrzeitspalten für den leichtern Zug erweitert ist;

unter diesem ist der nach einem unter IV B 2 b festgesetzten Verhältnisse gegen den Vollzug minder belastete Zug zu verstehen, für den die Fahrgewichte des Vollzuges in gleichem Verhältnisse herabgesetzt werden können. Der danach berechnete Fahrplan verkürzt die Fahrzeiten unter Umständen erheblich, sodass größere Verspätungen als nach den kürzesten Fahrzeiten des Vollzuges eingeholt werden können. Nach ihm kann aber nur gefahren werden, soweit die geringere Stärke und Auslastung wirklich eintritt. Damit kommen solche Fahrpläne nur für Züge in Frage, die häufiger mit geringeren Achsstärken gefahren werden, als planmäßig zulässig sind, seltener halten und größeren Verspätungen ausgesetzt sind, demnach verzugsweise für Schnell-, Eil-, Durchgangs- und Ferngüter-Züge der Hauptbahnen. Sie empfehlen sich, wenn tatsächlich eine namhafte rechnerische Verkürzung der Fahrdauer gegen die der kürzesten Fahrzeiten erzielt wird.

Vordruck I,
umgeordnet nach Anlage 15 der Fahrvorschriften.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Entfernung km	Kreuzung mit Zug	Über- holung		Stationen und Block- stellen	Ankunft		Aufenthalt	Abfahrt		Fahrzeit	Kürzeste Fahrzeit		Es sind von 100 Wagen- achsen zu bremsen Tonnen hat zu befördern
		des Zuges	durch Zug		U	M		M	U		M	M	

Vordruck II,

erweitert:

Spalten 1 bis 13 wie in I	14	15	16
	Leichter Zug		
	Fahr- zeit M	Es sind von 100 Wagen- achsen zu bremsen	Tonnen hat zu be- fördern

Je für sich und im Allgemeinen der Reihenfolge nach sind zu ermitteln:

Teil 1: die planmäßigen Fahrzeiten des Vollzuges, der eigentliche Fahrplan: Spalte 9 der Vordrucke I und II,

Teil 2: die kürzesten Fahrzeiten des Vollzuges: Spalten 10 und 11 der Vordrucke I und II,

Teil 3: die Fahrzeiten des leichteren Zuges: Spalte 14 des Vordruckes II.

II. Einmalige Vorarbeiten für jede Fahrplanstrecke.

1. Festsetzung höchstzulässiger Fahrgeschwindigkeiten nach den Streckenverhältnissen.

Zunächst sind im Längenschnitte alle Zugfolgestellen und die Neigungen in ‰ auf 0,1 ‰ genau einzutragen, Bögen über 600 m Halbmesser zu streichen, wenn sie nicht etwa als Gegenbögen zwischen schärferen auftreten. Die Festsetzung der nach den Streckenverhältnissen gebotenen größten Ge-

schwindigkeit geschieht dann für jeden Zugfolgeabstand für die die stärksten oder meisten Beschränkungen aufweisende Fahr- richtung. Die Festsetzung selbst erfolgt nach den unter Ziffer 11 des Anhangs zum Fahrplanbuche, A. z. F., mit Ausnahme der für Weichenbogen verzeichneten, im Zusammenhange mit den nach § 66_{3 u. 4} der B. O. geforderten allgemeinen Beschränkungen der Geschwindigkeit. Unter letzteren kommen die für etwa in einer Fahr- richtung vorhandenen, mindestens 1 km langen Gefälle und die für alle Bögen bis $R = 600$ m in Betracht.

Die einzelnen Beschränkungen werden in eine Nach- weisung gebracht, aus der neben den zulässigen Geschwindig- keiten die betreffenden Streckenlängen zu ersehen sind. Die höchste zulässige Geschwindigkeit im Zugfolgeabstande ist dann so zu wählen, daß einerseits keine zu weitgehende Verzögerung für schneller fahrende Züge entsteht, andererseits aber auch möglichst viele der beschränkten Geschwindigkeiten \bar{v} der gewählten bleiben, um das Fahren tunlich gleichmäßig und betriebsicher zu machen. Ist die niedrigste beschränkte Ge- schwindigkeit etwa 65 km/st im Gebirge und 75 km/st im Flachlande, so kann stets die kleinste unter allen als feststehend gewählt werden. Eine kleinere kommt in Betracht, wenn sie mehrfach im Abstände vorkommt oder sich auf eine im Ver- gleiche zum Zugfolgeabstande große Länge erstreckt. Be- schränkungen auf mehr als 100 km/st bleiben unberücksichtigt.

Wegen des Weiteren vergleiche III Schlufsatz.

Neben der durchgängig beschränkten oder unbeschränkten Fahrgeschwindigkeit im Zugfolgeabstande kann hiernach noch eine oder die andere örtlich beschränkte zu berücksichtigen sein: für diese kommen Zeitzuschläge nach Ziffer V in Frage. Die durchgängigen und die dadurch nicht erfaßten örtlichen Beschränkungen einschließ- lich der durch Weichen- bogen sollten unter 11 des Anhangs zum Fahrplanbuche auf- genommen werden.

2. Bildung der Neigungs- und Bogen-Abschnitte für die Berechnung der Fahrzeit.

Um die Rechenarbeit zu beschränken, sind innerhalb der Zugfolgeabstände tunlich große Neigung-Abschnitte ($\bar{s} \geq 2$ km) zu bilden. Dazu dienen die Vermittlung der Neigungen und darauf folgend die Angliederung von kurzen Neigungen an benachbarte größerer Länge. Hieran reiht sich die Zusammen- fassung oder Vermittlung der in wagerechten und steigenden Abschnitten liegenden Bögen.

a) Vermittlung der Neigungen.

Diese erfolgt unabhängig von der Fahr- richtung und den Bögen. Es sind nur Neigungen gleichen Sinnes unter sich oder mit Wagerechten zu vermitteln. Vermittlungen nach Textabb. 3 sind zu vermeiden. Keine Neigung darf mehr als einmal vermittelt werden. Vorhandene Bögen gehen zunächst unverändert auf die vermittelte Neigung über.

Die Durchführbarkeit der Vermittlung von mehreren Neigungen hängt einerseits ab von dem Unterschiede $s_{gr} - s_{kl}$ der stärksten und der schwächsten, wobei Wagerechte mit $s = 0$ einzuführen sind, andererseits von der sich ergebenden Länge l. km der vermittelten Neigung.

Abb. 1.

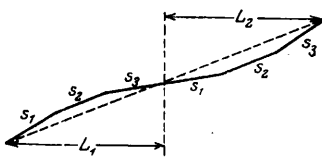


Abb. 2.

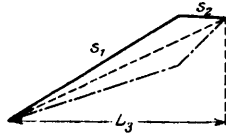
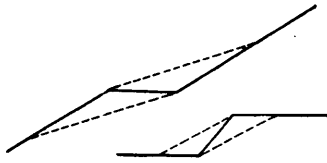


Abb. 3 und 4.



Hierfür die folgenden Bedingungen (Textabb. 1 und 2):

Wird $L > 2$ km, so soll $s_{gr} - s_{kl}$ nicht $>$ als etwa 2 ‰ sein;

liegt L zwischen 1,5 und 2 km, so darf $s_{gr} - s_{kl}$ etwa 3 ‰ erreichen;

wird $L \leq 1,5$ km, so ist der Unterschied $s_{gr} - s_{kl}$ unbeschränkt.

Die vermittelte Neigung s_m folgt, wenn $s_1, s_2, s_3 \dots$ die Neigungen der Einzelabschnitte und l_1, l_2, l_3 deren Längen in km sind, aus:

$$s_m = \frac{s_1 l_1 + s_2 l_2 + s_3 l_3 \dots}{l_1 + l_2 + l_3 \dots}$$

b) Angliederung.

Die Angliederung erfolgt für jede Fahrrichtung besonders.

a) Steigende Fahrrichtung (Textabb. 5 bis 12).

Kurze Abschnitte mit schwächerer Steigung bis zur Wagerechten sind an benachbarte längere und stärker steigende anzuschließen, das heißt letztere über erstere zu verlängern, sodafs die kurzen verschwinden. Dadurch tritt meist eine sehr geringe Verlängerung der Fahrdauer ein im Gegensatz zur Vermittelung. Vorhandene Bögen gehen auf die neue Neigung über. In der Hauptsache handelt es sich um folgende Gestaltungen des Längenschnittes, wobei der zu beseitigende kurze Abschnitt mit $b-c$ bezeichnet wird.

Form 1, Textabb. 5 bis 10.

Freier Streckenabschnitt $b-c$, Textabb. 5 und 6.

Die schwächere der angrenzenden Neigungen s_1 oder s_3 wird verlängert. Die Angliederung ist nur zulässig, wenn für den Unterschied $s_1 - s_2$ oder $s_3 - s_2$ von 0 bis 5 ‰ l nicht $>$ 1,0 km, von > 5 bis 15 ‰ nicht $>$ 0,75 km und von > 15 bis 25 ‰ nicht $>$ 0,60 km ist. Ist l größer, so bleibt $b-c$ für die betreffende Fahrrichtung selbständiger Abschnitt.

Abb. 5.

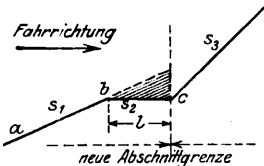
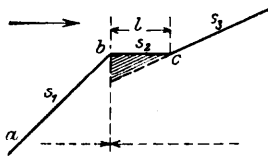


Abb. 6.



Liegt auf $b-c$ eine Zugfolgestelle (Textabb. 7), so werden unter vorstehenden Bedingungen beide Nachbarneigungen s_1 und s_3 bis zur Zugfolgestelle verlängert. Liegt auf größerem $b-c=L$ eine Zugfolgestelle (Textabb. 8 und 9), so kann die nächstliegende Neigung bis zur Zugfolgestelle verlängert werden, wenn deren Entfernung von b oder c nicht größer

ist, als vorher für l zugelassen wurde. Ist sie größer, dann bleiben beide Einzelabschnitte $b-z$ und $z-c$ selbständig. (Textabb. 10.)

Abb. 7.

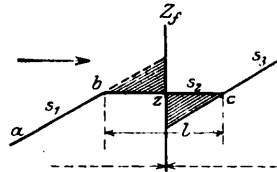


Abb. 8.

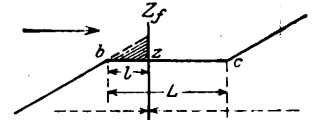


Abb. 9.

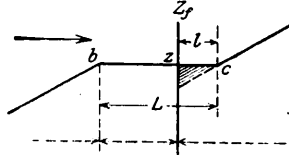
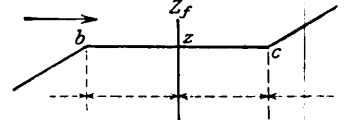


Abb. 10.



Form 2, Textabb. 11 und 12.

Nach Textabb. 11 erscheint $b-c$ ohne, nach Textabb. 12 mit Zugfolgestelle; in erstem Falle bildet der Schnittpunkt

Abb. 11.

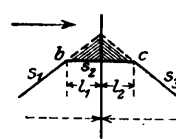
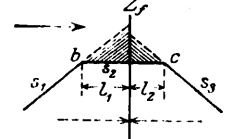


Abb. 12.



der Neigungen s_1 und s_3 die Grenze der Abschnitte, im zweiten die Zugfolgestelle selbst, wenn l_1 bei gleichen Unterschieden der Neigungen nicht $>$ ist, als unter Form 1, und für l_2 unter β) für die fallende Fahrrichtung angegeben ist. Muß l_1 in Textabb. 11 selbständig bleiben, so gilt dies überhaupt für $b-c$, während nach Textabb. 12 unter Umständen jeder Teil für sich angegliedert werden kann.

β) Fallende Fahrrichtung (Textabb. 13 bis 15.)

Gefälle $< 1 \text{ ‰}$ sind als Wagerechte zu betrachten. Im Übrigen sind einander folgende Gefällabschnitte im Zugfolgeabstande unabhängig von ihren Neigungen, Längen und den für die steigende Richtung vorgenommenen Vermittelungen zu einem Gefällabschnitte zusammen zu ziehen, ihre Bögen werden hier vernachlässigt. Dabei können vereinzelte verhältnismäßig kurze wagerechte oder schwach gegengeneigte Abschnitte ebenfalls einbezogen werden. Enthalten diese keine oder nur Bögen über 400 m, so sind sie bis zu 2 km Länge an ausgedehntere Gefälle anschließbar.

Abb. 13.

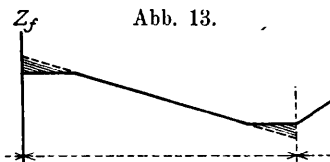


Abb. 14.

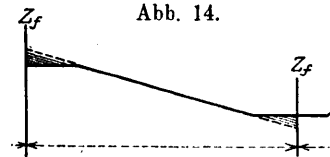
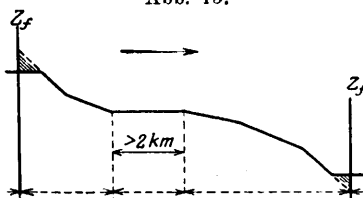


Abb. 15.

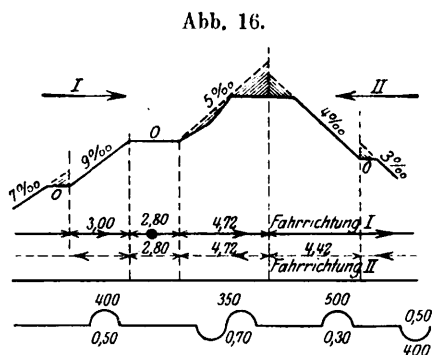


wechsellängig kurze Gefälle mit vorherrschenden Wagerechten, so ist der Zugfolgeabstand als wagerecht zu behandeln.

Wechseln umgekehrt vereinzelte verhältnismäßig kurze Gefälle mit vorherrschenden Wagerechten, so ist der Zugfolgeabstand als wagerecht zu behandeln.

Die Angliederungen sind gemäß den Textabb. 13 bis 15 in Längenschnitte ersichtlich zu machen.

Die endgültigen Neigungabschnitte werden für jede Fahr- richtung auf einer durch den Längenschnitt gezogenen Wage- richtung auf einer durch den Längenschnitt gezogenen Wage-



rechten abgegrenzt, und die Länge jedes Abschnittes in km auf 10 m genau angegeben. (Textabb. 16.)

c) Zusammenfassung oder Vermittlung der in wagerechten und steigenden Abschnitten jeder Fahr- richtung liegenden Bögen.

Wenn die ganze Länge dieser Bögen im Zugfolgeabstande nicht größer ist, als etwa 10 % seiner Länge, so sind hier die Bögen zu vernachlässigen, sonst ist wie folgt zu verfahren:

Liegt in einem Neigungabschnitte nur ein Bogen, so ist die Bogenlänge in km auf 10 m genau in den Längenschnitt einzuschreiben; kommen nur Bögen gleichen Halbmessers im Abschnitte vor, so geschieht dasselbe mit ihrer ganzen Länge.

Bögen verschiedener Halbmesser im Abschnitte sind wie folgt zu vermitteln (Textabb. 17): Ist w_m kg/t der Widerstand für den Halbmesser R^m und l die Bogenlänge in km, so ist der mittlere Widerstand:

$$w_m \text{ kg/t} = \frac{w_1 l_1 + w_2 l_2 + w_3 l_3 \dots}{l_1 + l_2 + l_3 \dots}$$

und der gemittelte Halbmesser $R_m = 650 : (w_m + 55)$.

Abb. 17.

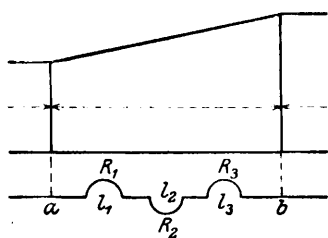
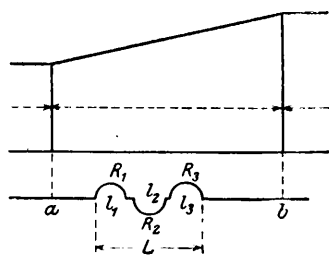


Abb. 18.



Die Widerstände w sind aus den Hülftafeln zu Abb. 1 und 2 als Zuschläge Δ_s zur Steigung zu entnehmen, wobei R nach unten abzurunden ist. Nach Berechnung von w_m kann daraus umgekehrt auch das gesuchte R_m abgelesen werden.

Kurze Zwischengerade (Textabb. 18) sind der Bogenlänge zuzuschlagen, gemittelte Halbmesser im Längenschnitte anzugeben.

3. Bezeichnung der Neigungabschnitte, für die die erreichbare Einheitfahrzeit nach IV₃ zu suchen ist.

Die Bezeichnung ist für jede Fahr- richtung besonders durch- zuführen. Es handelt sich um die in steigender Fahr- richtung den Rücken unmittelbar folgenden, schwächer steigenden oder

wagerechten Abschnitte, die nicht angegliedert werden konnten und deren l , l_1 oder l_2 (Textabb. 19 bis 22) nicht > 3 km

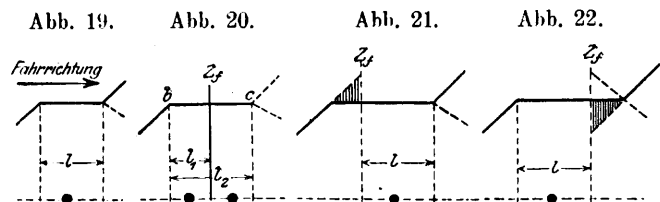
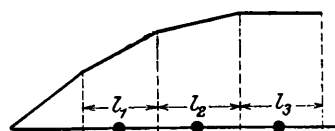


Abb. 23.



ist. Diese erhalten ein • Zeichen auf der zuständigen Ein- teilungslinie, das ausfallen kann, wenn der Steigungsunter- schied $< 1 \text{ ‰}$ ist.

Zu den einmaligen Vorarbeiten gehört endlich noch die Abgrenzung der Gewicht- und Brems- Abschnitte nach IV A, 2 a und 4 b.

III. Allgemeine Berechnung der Fahrpläne.

Bei der Ermittlung der reinen Fahrzeit F für einen Neigungabschnitt kommen meist mehrere der folgenden Fahr- geschwindigkeiten in Frage: die gewählte höchste, die für den Zugfolgeabstand festgesetzte höchst zulässige, die nach den Fahrgewichten mögliche, die in der steigenden Fahr- richtung hinter Rücken erreichbare und bei handgebremsten Zügen die dem festgesetzten Bremsverhältnisse entsprechende; die Fahr- zeit F folgt jeweils aus der kleinsten.

Die Geschwindigkeiten werden jedoch nicht in km/st, sondern mit den «Einheitfahrzeiten» $f \text{ min/km} = 60 : V \text{ km/st}$ eingeführt. (Zusammenstellung I.)

Zusammenstellung I. Einheitfahrzeiten f nach Geschwindigkeiten V .

V	f	V	f	V	f	V	f	V	f
km/st	min/km	km/st	min/km	km/st	min/km	km/st	min/km	km/st	min/km
15	4,00	33	1,82	51	1,18	69	0,87	87	0,69
16	3,75	34	1,77	52	1,16	70	0,86	88	0,68
17	3,53	35	1,71	53	1,13	71	0,85	89	0,675
18	3,33	36	1,67	54	1,11	72	0,84	90	0,67
19	3,16	37	1,62	55	1,09	73	0,82	91	0,66
20	3,00	38	1,58	56	1,07	74	0,81	92	0,65
21	2,86	39	1,54	57	1,05	75	0,80	93	0,645
22	2,73	40	1,50	58	1,04	76	0,79	94	0,64
23	2,61	41	1,46	59	1,02	77	0,78	95	0,63
24	2,50	42	1,43	60	1,00	78	0,77	96	0,625
25	2,40	43	1,40	61	0,99	79	0,76	97	0,62
26	2,31	44	1,36	62	0,97	80	0,75	98	0,61
27	2,22	45	1,33	63	0,95	81	0,74	99	0,605
28	2,14	46	1,31	64	0,94	82	0,73	100	0,60
29	2,07	47	1,28	65	0,92	83	0,72		
30	2,00	48	1,25	66	0,91	84	0,715		
31	1,94	49	1,23	67	0,90	85	0,71		
32	1,88	50	1,20	68	0,88	86	0,70		

Da f mit wachsendem V fällt, ist für die Berechnung von F der größte Wert f_{gr} maßgebend nach $F = l \cdot f_{gr}$, worin

l km die Länge des Abschnittes bedeutet. Die Gegenüberstellung der ermittelten Einheitfahrzeiten, und die Bestimmung von f_{gr} erfolgen in den Vordrucken III für durchgehend und IV für handgebremste Züge. Die Spalten 1 bis 5 sind in beiden dieselben, sie enthalten die Streckenverhältnisse, die für jede Fahrrichtung aus den Einteilungslinien des Längenschnittes und aus den Bögen entnommen werden.

Die Längen der einzelnen Neigungen werden in Spalte 2 in km auf 10 m genau eingetragen. Liegt ein wagerechter oder steigender Abschnitt teils in der Geraden, teils im Bogen, so zerfällt er in die betreffenden Teile. Für jeden Zugfolgeabstand ist die Gesamtlänge zu ziehen.

In Spalte 3 werden die Steigungen auf $0,1 \text{ ‰}$ genau, die Wagerechten mit 0 und die Gefälle nur mit (—) angegeben, auch sind die \bullet und \times Zeichen (IV₃) beizusetzen.

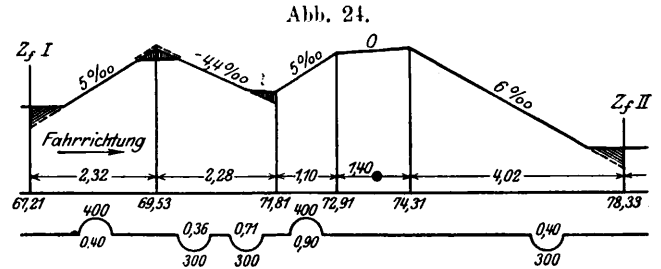
In Spalte 4 folgen die Halbmesser der in Wagerechten und Steigungen zu berücksichtigenden Bögen.

In Spalte 5 ist für jeden Zugfolgeabstand die maßgebende Neigung in ‰ nach dem nicht vermittelten Längenschnitte oder dem Anhang zum Fahrplanbache, ferner eingeklammert die in der Fahrrichtung liegende maßgebende Steigung nach dem vermittelten Längenschnitte einzutragen. Die maßgebende Steigung für wagerechte oder fallende Zugfolgeabstände ist = 0, sonst ist sie die stärkste unter den vorhandenen Steigungen. Liegt jedoch ein vorwiegend steigender Zugfolgeabstand überwiegend im Bogen, dann gilt als maßgebende Steigung das $s + \Delta s$, das größer ist, als die stärkste Steigung in der Geraden. Schließlich sind gemäß IV₃ die Rahmeneinträge in Spalte 1 nachzutragen.

Ein Beispiel für die Eintragungen in die Spalten 1 bis 5 gibt Textabb. 24 und Zusammenstellung II.

Die Spalten 6 bis 13 des Vordruckes III dienen der Berechnung der planmäßigen, 14 bis 21 der der kürzesten und 22 bis 30 der der Fahrzeiten des leichtern Zuges. In Vordruck IV treten die Spalten für die Einheitfahrzeiten nach dem Bremsverhältnisse hinzu, die für feststehende Beschränkungen der Geschwindigkeit fallen aus.

Die Werte in den Spalten 1 bis 5, die Zeichen nach IV₃ sowie die Vermerke nach V sind mit den Vordrucken der Strecke zu vervielfältigen. Dies gilt bei Vordruck III auch für die Einheitfahrzeiten aus den nach II 1 festgesetzten größten Geschwindigkeiten. Sie sind im einschlägigen Zugfolgeabstände



Zusammenstellung II.

O. Z.	1 Zugfolge- und Neigungs- Abschnitte, deren Längen km — km	2 Länge der Rechnungs- Abschnitte km	3 Neigung + Steigung o Wagerecht (—) Gefälle ‰	4 Bogenhalb- messer R in Wagerechten und Steigungen m	5 Maßgebende Neigung und maßgebende Steigung () ‰
	Zugfolgeabschnitt I				
1	67,21 — 69,53 = 2,32	1,92 0,40	+ 5,0 + 5,0	— 400	5 (5)
2	71,81 — 72,91 = 1,10	0,20 0,90	+ 5,0 + 5,0	— 400	—
3	72,91 — 74,31	1,40	0	●	—
	OZ B. I. 1,40				
4	69,53 — 71,81 = 2,28 74,31 — 78,33 = 4,02	6,30	(—)	—	—
	zusammen				
	Zugfolgeabschnitt II				

für die Spalten 10, 17 und 26 und beide Fahrrichtungen dieselben und jedem Rechnungsabschnitte beizusetzen.

Hinsichtlich der übrigen mit dem Fahrplan sich ändernden Spalteneinträge vergl. Ziffer IV und V.

(Schluß folgt.)

Greiferkräne zum Bekohlen und Besanden von Lokomotiven und zum Verladen von Schlacke und Asche.

E. Borghaus, Regierungs- und Baurat in Essen.

(de Haas bemängelt*) die Verteilung der Gewichte und die Standsicherheit des regelspurigen Greiferkranes in Wedau, er vergleicht sie mit der der Kräne in Frintrop und Oberhausen.

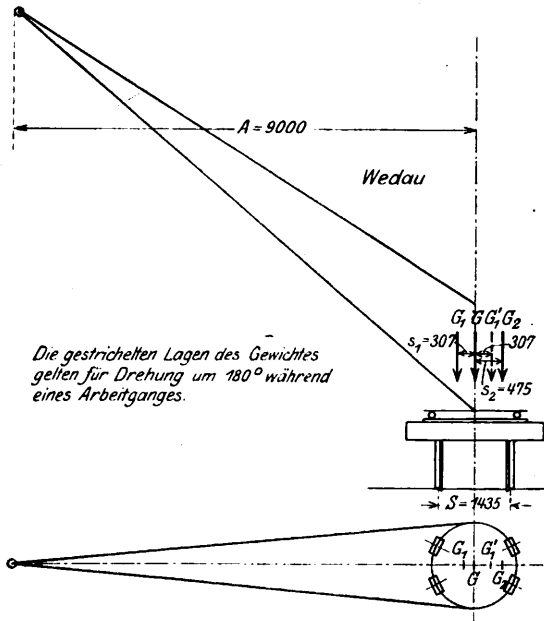
Die als maßgebend aufgestellte Bedingung, daß der Angriff des Gewichtes beim Senken des Greifers auf das Fördergut nicht auf die andere Seite der Drehachse rücken dürfe, entspricht nicht den Regeln des Kranbaues. Diese Bedingung wird damit begründet, daß der Druckwechsel beim Greifen vermieden werden müsse. Damit kann nur der Druckwechsel zwischen den Stützrollen des Oberwagens und dem Rollkranze des Unterwagens gemeint sein. Dieser findet nicht

statt, solange die Rollen tragen, solange also der Angriff des Gewichtes des Kranes innerhalb der Kransohle bleibt, die durch die Rollenmitten gegeben ist. Erst wenn die Sohle überschritten wird, wechselt der Druck, weshalb dies bereits beim Hinausrücken über die Drehachse eintreten soll, ist nicht ersichtlich. Die Bedingung legt dem Kranbaue eine willkürliche Einschränkung auf. Allgemein ist es üblich, die Kransohle tunlich gleichmäßig zu belasten, also den Angriff des Gewichtes bei der im Betriebe am meisten auftretenden Belastung, bei Greiferkränen bei Belastung mit dem leeren Greifer, tunlich in die Drehachse zu legen; dann liegt der Angriff bei vollem Greifer auf der einen, nach Absetzen des Greifers auf der andern Seite der Achse.

*) Organ 1918, S. 200.

Beim Krane in Wedau trifft dies zu. (Textabb. 1.)
 G ist das Gewicht mit leerem Greifer, s ist = 0
 G_1 » » » » vollem » s_1 » = 307 mm
 G_2 » » » ohne » s_2 » = 475 »

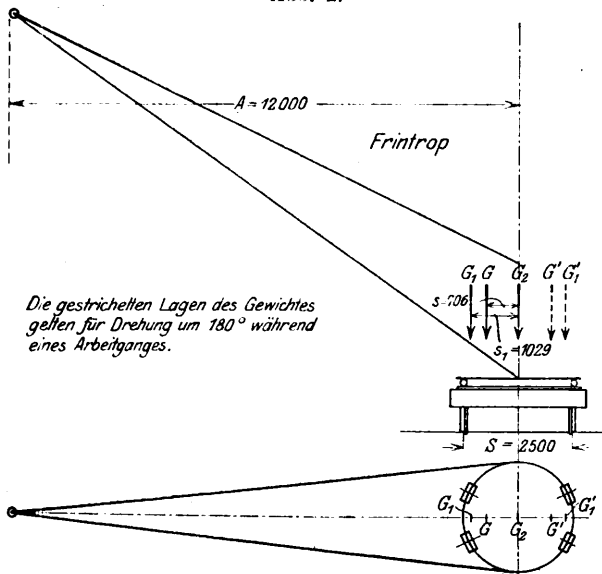
Abb. 1.



Der Angriff des Gewichtes wandert beim Senken des Greifers auf das Fördergut von der Drehachse nach der Seite des Gegengewichtes um $s_2 = 475$ mm nach G_2 , beim Füllen des Greifers nach der Seite des Auslegers um $s_2 + s_1 = 475 + 307$ mm nach G_1 , beim Drehen um das dem Drehwinkel entsprechende Bogenstück des Kreises mit dem Halbmesser s_1 nach G_1' und beim Entleeren des Greifers um $s_1 = 307$ mm zur Drehachse zurück, beim Zurückdrehen zum Fördergute bleibt er in der Drehachse.

Beim Krane in Frintrop sind die Verhältnisse wesentlich ungünstiger (Textabb. 2). Der Angriff des Gewichtes liegt

Abb. 2.



dauernd auf der Seite des Auslegers. Die Kransohle wird einseitig belastet.

s ist = $2000 \cdot 12 : 34 = 706$ mm. s_1 ist = 1029 mm; $s_2 = 0$.

Beim Senken des Greifers rückt der Angriff zur Drehachse nach G_2 . Beim Füllen des Greifers wandert er um $s_1 = 1029$ mm nach G_1 , beim Drehen um das dem Drehwinkel entsprechende Bogenstück des Kreises mit dem Halbmesser s_1 nach G_1' , beim Leeren des Greifers um $s_1 - s = 1029 - 706 = 323$ mm nach G' und beim Zurückdrehen zum Fördergute um das dem Drehwinkel entsprechende Bogenstück des Kreises mit dem Halbmesser s nach G . Wird der Kran bei einem Arbeitange um 180° hin und her gedreht, so wandert der Angriff des Gewichtes:

beim Krane in Wedau um $s_2 + s_2 + s_1 + s_1 \cdot \pi + s_1 = 470 + 470 + 307 + 954 + 307 = 2508$ mm

beim Krane in Frintrop um $s + s_1 + s_1 \cdot \pi + s_1 - s + s \cdot \pi = 706 + 1029 + 3231 + 323 + 2283 = 7572$ mm.

Die Kransohle, Gleis und Drehwerk werden also beim Krane in Wedau wesentlich günstiger beansprucht, als in Frintrop; ähnlich verhält sich der Kran in Oberhausen.

Ist S die Spur, A die Ausladung, so ist die Sicherheit gegen Kippen beim Krane in Wedau bei vollem Greifer:

$$N = \frac{G_1 \cdot (S - (\frac{S}{2} + s_1))}{A - \frac{S}{2}} = \frac{34300 [1500 - (750 + 304)]}{9000 - 750} = 1870 \text{ kg,}$$

$$\text{in Frintrop } N = \frac{35000 [2500 - (1250 + 1029)]}{12000 - 1250} = 720 \text{ kg.}$$

Der Kran in Wedau kann also mit $2750 + 1870 = 4620$ kg, mit dem 1,68 Fachen, der in Frintrop nur bis $3000 + 720 = 3720$ kg, mit dem 1,25 Fachen der Tragfähigkeit belastet werden, gewöhnlich rechnet man mit dem 1,5 bis 2 Fachen der Tragfähigkeit. Nicht dem Krane in Wedau, sondern dem in Frintrop fehlt es an Standsicherheit.

Beim Krane in Wedau sind die Gewichte nach genauen Wägungen und Berechnungen so verteilt, das der höchste Grad der Leistung und Standsicherheit erreicht wird. Eine Einschränkung des Gewichtes des Greifers mit der Last oder der Ausladung ist nach den Ergebnissen des Betriebes nicht erforderlich. Der Kran in Wedau*) ist seit Januar 1915 im Betriebe und hat jährlich rund 100000 t Kohle, Koks, Asche und Sand ohne Störung verladen. Ein Beweis für die einwandfreie Gewichtsverteilung ist, das nennenswerte Arbeiten für die Erhaltung des Krangleises nicht erforderlich gewesen sind. Gleiche Erfahrungen sind mit dem Krane in Speldorf**) nach Abstellung der üblichen, durch die Neuheit des Betriebes bedingten kleinen Mängel in sieben Jahren gemacht. Ein Kran hat seit längerer Zeit in Duisburg auf einem krummen Gleise mit 180 m Halbmesser und 20 mm Überhöhung gearbeitet, ein Beweis, das die Standsicherheit allen Anforderungen des Betriebes genügt.

*) Organ 1917, S. 22.

**) Organ 1914, S. 57.

Abhängigkeit der Tragfähigkeit vom Gewichte der Breitfußschienen.

Diehl, Bauinspektor in Karlsruhe.

Im folgenden soll unter Benutzung der Berechnung nach Zimmermann eine einfache Beziehung abgeleitet werden zwischen der Bettungsziffer c^{kg/cm^3} , Schwellenlänge l^{cm} , Schwellenbreite b^{cm} , Schwellenteilung a^{cm} , Spur s^{cm} , Radlast G^{kg} , Spannung $\sigma^{kg/qm}$ und dem Gewichte $k^{kg/m}$ der Schiene. Die Näherung ist für überschlägliche Rechnungen gut brauchbar, die Ergebnisse weichen höchstens 6% von denen der genauern Berechnung nach Zimmermann ab, wenn in diese der für die Senkung der Schwellen maßgebende Druck D näherungsweise mit $D = cb(1-s)$ eingeführt wird; sie gilt aber nur für Breitfuß- nicht auch für Doppelkopf-Schienen.

Der für die Biegung der Schienen maßgebende Druck B ist $= 6 EJ : a^3$, der für die Senkung der Schwellen $D = cb(1-s)$, somit der Beiwert:
 $\gamma = B : D = [6 EJ] : (a^3 cb(1-s)) = [13200000 \cdot J] : (a^3 cb(1-s))$
 für Stahlschienen.

Das größte Moment ist nach Zimmermann:

$$M = G \cdot a \cdot (8\gamma + 7) : 4(4\gamma + 10);$$

es kann innerhalb der vorkommenden Grenzen von γ ziemlich genau ersetzt werden durch

$$M = 1,11 \cdot G \cdot a \cdot \sqrt[5]{\gamma} : 4 = \sigma \cdot W,$$

woraus mit obigem Werte von γ folgt:

$$\sigma = \frac{7,368 \cdot G}{\sqrt[5]{\frac{cb(1-s)}{a^2} \cdot \frac{W}{J}}}$$

Nun kann man $W : \sqrt[5]{J} = a \cdot k$ setzen, wobei
 für mittlere Schiene $a = 1,08$,
 » sehr schlanke » $a =$ bis $1,14$,
 » » gedrungene mit
 verhältnismäßig dickem Stege $a =$ bis $1,02$
 einzuführen ist.

Ferner kann der unbequeme Ausdruck $\sqrt[5]{c \cdot b(1-s) : a^2}$ für die vorkommenden Grenzwerte von $cb(1-s) : a^2 = 0,5$ bis 12 fast genau durch

$$1,84 \cdot \frac{cb(1-s)}{a^2} + 1,60$$

$$1,84 \cdot \frac{cb(1-s)}{a^2} + 3,79$$

ersetzt werden, so daß man schließlich erhält:

$$\text{Gl. 1) } \dots \dots \sigma = \frac{4G}{a \cdot k} \cdot \frac{\frac{cb(1-s)}{a^2} + 3,79}{\frac{cb(1-s)}{a^2} + 1,60} = \frac{4G}{a \cdot k} \cdot z,$$

worin z nur von der Art der Unterschwellung abhängt.

Die zulässige Radlast ist

$$\text{Gl. 2) } \dots \dots G = \frac{a \cdot k \cdot \sigma}{4z}$$

und das für gegebene Art der Unterschwellung, Raddruck und zulässige Spannung erforderliche Schienengewicht

$$\text{Gl. 3) } \dots \dots k = (4 \cdot G \cdot z) : (a \cdot \sigma).$$

Zusammenstellung I.

Schiene	Gewicht kg/m	a	l cm	s cm	a	b	$Z = \frac{cb(1-s)}{a^2} + 3,79$			σ für c =			Fehler % für c =		
							$\frac{cb(1-s)}{a^2} + 1,60$			für c =					
							3	8	15	3	8	15	3	8	15
Baden 140 mm neu . .	43,8	1,08	240	150	78	23	1,83	1,51	1,33	155 (158)	128 (128)	112 (111)	-1,9	-	+0,9
	39,5	"	"	"	"	"	"	"	"	172 (176)	142 (143)	125 (122)	-2,3	-0,7	+2,5
" " " abgenutzt	36,2	1,02	225	"	"	"	1,89	1,56	1,37	205 (207)	169 (166)	149 (143)	-1,0	+1,8	+4,2
	32,2	"	"	"	"	"	"	"	"	230 (241)	190 (192)	167 (163)	-4,6	-1,0	+2,5
Preußen 134 mm neu . .	33,4	1,14	270	"	68	23,2	1,64	1,34	1,20	172 (175)	141 (140)	126 (120)	-1,7	+0,7	+5,0
	29,5	"	"	"	"	"	"	"	"	195 (205)	160 (161)	143 (139)	-4,9	-0,6	+2,9
" " " abgenutzt	41,0	1,08	"	"	63	"	1,59	1,30	1,18	144 (139)	118 (117)	107 (101)	+3,6	+0,9	+6,0
	36,1	"	"	"	"	"	"	"	"	163 (165)	134 (134)	121 (115)	-1,2	-	+5,2
" " " neu . .	41,0	"	"	"	60	"	1,56	1,28	1,17	141 (135)	116 (115)	106 (100)	+4,4	+0,9	+6,0
	36,1	"	"	"	"	"	"	"	"	160 (160)	131 (133)	120 (114)	-	-1,5	+5,3
" " " abgenutzt	45,05	"	"	"	"	"	"	"	"	128 (123)	105 (105)	96 (91)	+4,0	-	+5,5
	40,1	"	"	"	"	"	"	"	"	144 (143)	118 (120)	108 (104)	+0,7	-1,7	+3,8

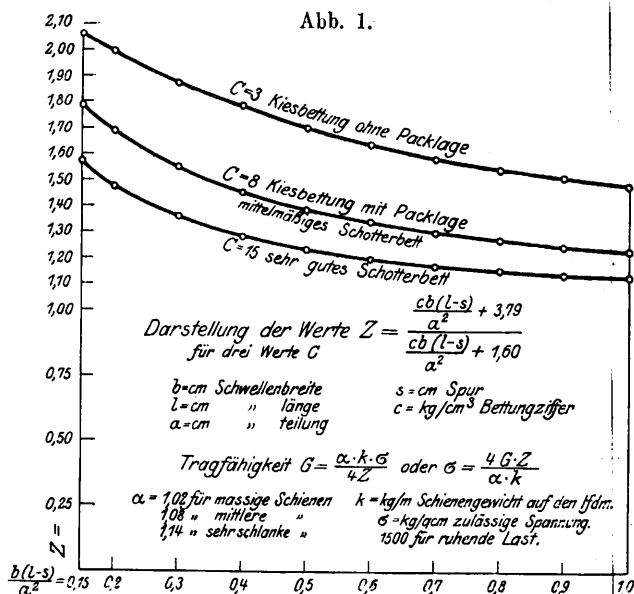
Führt man für a den Mittelwert 1,08 und für $\sigma = 1500 \text{ kg/qcm}$ (für ruhende Last) ein, so ergeben sich die einfachen Ausdrücke:

- Gl. 4) $G = \text{rund } 400 \cdot k : z$ und
 Gl. 5) $k = G \cdot z : 400$.

Bei abgenutzten Schienen muß für k das durch die Abnutzung verminderte Gewicht eingesetzt werden. Der Beiwert z schwankt mit der Art der Unterschwellung und der Bettungsziffer $c = 3$ bis 15 zwischen 2,04 und 1,16; seine Abhängigkeit von dem Werte $cb(1-s) : a^2$ ist in Textabb. 1 dargestellt.

Um die Zuverlässigkeit der Näherung nachzuprüfen, sind in Zusammenstellung I die Spannungen für $G = 1000 \text{ kg}$ ruhender Last für neue und um 10 mm abgenutzte badische und preufsisch-hessische Schienen mit drei verschiedenen Bettungsziffern berechnet. Die eingeklammerten Zahlen in den drei Spalten für σ sind die genau berechneten Werte mit der Einschränkung, daß der für die Senkung der Schwellen maßgebende Druck D näherungsweise mit $D = cb(1-s)$ eingeführt ist.

Die drei letzten Spalten zeigen die Abweichungen der Näherung von den genauen Werten.



Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Der heutige Stand der neueren Schweißverfahren.

(Stahl und Eisen 1915, April, Nr. 15, Seite 385, Dezember, Nr. 50, Seite 1274, Nr. 51, Seite 1297; 1916, Juni, Nr. 24, Seite 581, Nr. 25, Seite 604, Juli, Nr. 28, Seite 676. Mit Abbildungen.)

Nach einleitenden Bemerkungen über die Feuerschweißung und das Anschweißen oder richtiger Angießens bei Gufsstücken werden die neueren Verfahren, und zwar das Schweißen mit Wassergas, mit Thermit und mit elektrischem Lichtbogen, das elektrische Schweißen mit Widerstand und das Schmelzschweißen beschrieben. Beim Schmelzschweißen wird die Wasserstoff- und die Azetilen-Sauerstoff-Schweißung, das Arbeiten mit gelöstem Azetilen und das Oxibenz-Schweißen ausführlich behandelt. Bei jedem Verfahren sind Durchschnittszahlen über Verbrauch an Heizstoff und Kraft, ferner über die Festigkeit angegeben, nach denen der Wert und die Bedeutung der einzelnen Verfahren bemessen wird. Über das Schmelzschnitten ist ein kurzer Überblick angefügt.

1. Schweißen im Feuer.

In Zusammenstellung I sind die Mittelwerte des Ergebnisses von Festigkeitsversuchen mit 15 mm starken Kesselblechen aus basischem Martin-Flufseisen mitgeteilt, die nach Abschrägen der Kanten auf 80 mm Länge im Koksfeuer von Hand geschweißt waren, und zwar war Blech A in Regeltitze geschweißt, Blech B absichtlich beim Schweißen überhitzt, also verbrannt.

Das verbrannte Blech hat danach nur wenig, an Festigkeit kaum, an Dehnung etwas gelitten. Auch bei guter Schweißung im Koksfeuer kann die Schweißnaht fast die Festigkeit des vollen Bleches haben.

2. Schweißen mit Wassergas.

Unter den neueren Verfahren ähnelt das Verfahren dem mit Feuer am meisten. Die Zusammensetzung des Wasser-

Zusammenstellung I.

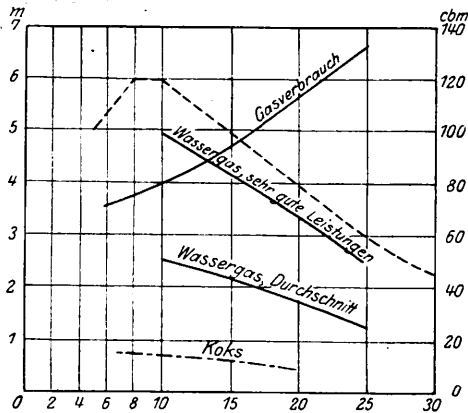
Nr.	Art der Probe	Blech A		Blech B		
		Zugfestigkeit kg/qcm	Dehnung %	Zugfestigkeit kg/qcm	Dehnung %	
1a	Volles Blech, nicht ausgeglüht	3582	28,8	3576	28,3	
1b	Schweißnaht, nicht ausgeglüht	3440	22,7	3297	21,2	
2a	Volles Blech, ausgeglüht . .	3351	28,6	3366	29,4	
2b	Schweißnaht, ausgeglüht . .	3266	24,6	3254	20,6	
	Festigkeit und Dehnung der Schweißnaht in % der betreffenden Zahlen des vollen Bleches	Versuch 1	96	82	97,5	75
		Versuch 2	92,2	86	96,6	70

gases ist 49 bis 50% H, 39 bis 44% CO, 3 bis 6% CO₂ und 3 bis 6% N, bei 2600 WE/kg Heizwert. Wassergas und etwa 250% Luft werden unter Druck getrennt einem Brenner zugeführt, in diesem gemischt und beim Austritte aus einem Düsenslitze unter Bildung einer Sauerstoff verzehrenden Stichflamme von über 1800° C verbrannt. Das Schweißen mit Wassergas ist seit etwa vor 1900 bei größeren Röhren und Blechkörpern eingeführt.

In Textabb. 1 sind die Leistungen und der Gasverbrauch mit dem Schweißen in Koks nach Dicke und Diegel verglichen. Wassergas ist den Koks bedeutend überlegen, die günstigsten Verhältnisse traten bei 8 bis 20 mm Blechstärke ein.

Die Mittelwerte der bisher bekannt gewordenen Untersuchungen von mit Wassergas geschweißten Blechen enthält Zusammenstellung II.

Abb. 1. Leistung in m Schweißnaht und Gasverbrauch in cbm/st bei Blechschweißung.



Zusammenstellung II.

Versuche bei	Festigkeit der Schweißnaht in % des vollen Bleches	Dehnung der Schweißnaht in % der Dehnung	
		des vollen Bleches	des abgehobelten Bleches
Knaut, 1894, mit 11 bis 17 mm dicken Flußeisenblechen . . .	99,3	61,0	—
Gerdes, 1899, mit 10 mm dicken Flußeisenblechen	79,2	44,0	—
Diegel, 1906, mit 10 und 20 mm dicken Flußeisenblechen			
a) Schweißen mit dem Hammer	94,6	65,2	79,9
b) „ „ der Presse .	93,2	72,2	56,6
Bach und Baumann, 1909 .	{ 97,4 99,0	{ 87,4 29,5	{ — —
Diegel, 1910, Hammer-schweißung an 15 und 20 mm dicken Flußeisenblechen . . .	95,3	67,3	82,2

Durch Schweißen mit dem Hammer verloren die Bleche an der Schweißstelle bei den Versuchen von Gerdes durchschnittlich 19,2% Dicke, bei denen von Diegel 12,6%, unter der Presse nur 1,2%, die Bruchfestigkeit, namentlich die Streckgrenze und Dehnung des abgehobelten Bleches nahmen stärker ab, als unter dem Hammer, letzteres Verfahren ist also das bessere. Die Dehnung des vollen Bleches ergibt ungünstige Werte, weil der mit dem Hammer geschweißte Stab in der dünnen Naht reißt, ehe er sich an den übrigen, dickeren Stellen dehnen konnte. Die mit vollem Bleche erzielten Werte sind also für den Vergleich brauchbarer. Darin liegt auch der Grund, warum die Dehnung unter der Presse bei abgehobelten Bleche gesunken ist.

3. Schweißen mit Thermit.

Das Schweißen erfolgt entweder stumpf, wie im Feuer, mit Thermit als Erzeuger der Glut, oder durch Zusammenschmelzen mit Thermiteseisen. Von Untersuchungen über die Festigkeit solcher Nähte ist nur wenig bekannt. Ein Zerreißstab aus üblichem Thermiteseisen ergab 38,7 kg/qmm Festigkeit und 19% Dehnung. Kirsch fand bei Biegeproben mit Strafsen-

balmschienen 53,1 kg/qmm Festigkeit; der Bruch erfolgte dabei nur im Kopfe in der Naht, im Stege und Fusse aber daneben.

4. Schweißen im elektrischen Lichtbogen.

Der 3500° C warme Lichtbogen dient nach Davy zur Erzeugung der Hitze, der zu schweißende Stoff wird sofort dünnflüssig, die Verbindung beruht auf Schmelzen, wobei der Stoff in der Naht die verlorenen Eigenschaften höchstens durch Hämmern wiedergewinnen kann.

Über den Kraftverbrauch sind keine näheren Angaben zu machen, Untersuchungen der Festigkeit ergaben die in Zusammenstellung III aufgeführten Werte.

Zusammenstellung III.

	Bruchfestigkeit der Naht in % der Festigkeit des vollen Stückes	Dehnung der Naht in % der Dehnung des vollen Stückes.
Diegel 1906/07, Slavianoff-Verfahren		
Gußeisen	77	100
Flußeisen	76	29
Stahlguß	91	47
Kupfer	70	22
Messingguß	100	100
Scott Jounger 1909/10, Kjellberg-Verfahren		
Flußeisenblech mit nicht geeigneten Eintragstoffe	94	33,25
Flußeisenblech mit gutem Eintragstoffe	97	85,6

Die Meßlängen bei Diegel betragen 100 mm, bei Flußeisen 150 mm, bei Scott Jounger 203 mm. Alle Probe-stäbe von Diegel waren gleich stark gehobelt und rissen in der Naht, der übrige Teil hatte also keine Zeit, sich zu dehnen, hieraus folgen die ungünstigen Werte der Dehnung. Scott Jounger erzielte bei Verwendung guten Eintragstoffes günstige Ergebnisse, auch bezüglich der Bruchdehnung; die Stärke der Naht war nahezu gleich der des vollen Stabes. Von gleichmäßiger Abhobeln ist nichts angegeben, ebenso auch nicht die Stelle, an der der Riß erfolgte.

5. Schweißen mit elektrischen Widerständen.

Der elektrische Strom erwärmt den Leiter an Stellen größern Widerstandes stark: Kraftbedarf und Zeitdauer des gewöhnlichen stumpfen Schweißens bei Eisen und Kupfer folgen aus Textabb. 2. Kupfer hat viel größern Kraftbedarf, als Eisen, da

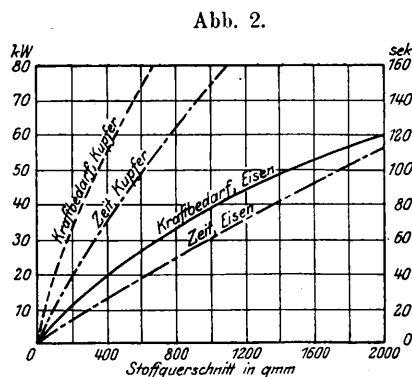
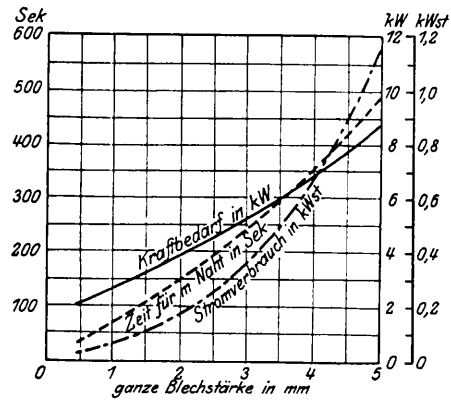


Abb. 2.

der elektrische Widerstand von Kupfer bedeutend kleiner und seine Leitfähigkeit für Wärme wesentlich größer ist. Kraftbedarf und Zeit, daher der Verbrauch an Strom steigen ziemlich gleichmäßig mit dem Querschnitte, wie für Nahtschweißung.

Abb. 3. Nahtschweißung dünner Eisenbleche.



Der Stromverbrauch nimmt mit wachsender Blechstärke sehr rasch zu, ein Beweis, daß die Nahtschweißung bei größeren Blechstärken zur Zeit noch wirtschaftlich mangelhaft ist. (Textabb. 3.)

Über Festigkeitsversuche mit elektrisch durch Widerstand geschweißten Stoffen enthalten die Zusammenstellungen IV und V einige Angaben.

Zusammenstellung IV. Stumpfschweißung.

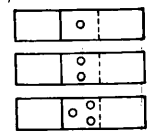
Nr.		Zugfestigkeit der Naht in % der des vollen Stoffes	Dehnung der Naht in % der des vollen Stoffes
Versuche von Diegel 1906/07			
1	15 mm-Schweißisen mit 37,5 kg/qmm Festigkeit . . .	74,2 %	9,3 %
Versuche vom Eisen- und Stahl-Werke Witkowitz und der Elsässischen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Mülhausen 1909/10			
2	Flacheisen 35×10 mm mit 31,85 kg/qmm Festigkeit . .	91,0 %	71,0 %
3	Flacheisen 15×5 mm mit 41,75 kg/qmm Festigkeit . .	94,7 %	60,4 %
4	Rundstahl, weich, von 20 mm Durchmesser und 44,5 kg/qmm Festigkeit	98,5 %	59,2 %
Stoff der Gesellschaft für elektrotechnische Industrie, Berlin, untersucht vom Materialprüfungsamt in Groß-Lichterfelde			
5	16 mm-Flußeisen	40,8 kg/qmm	6,4 %
6	16 „ „	45,8 „	21,1 %
7	17,6 „ „	38,6 „	6,6 %

Die Meßlängen betragen 150 bis 200 mm; bei den Versuchen 1, 5 und 6 wurden die Stäbe nach dem Schweißen ganz abgedreht, bei 2, 3 und 4 die Wulste abgeschliffen, nur bei Versuch 7 die Verdickung der Naht belassen. Die Versuche 2, 3 und 4 sind Durchschnittswerte, für die Versuche 5 bis 7 fehlen die Vergleichszahlen des vollen Stoffes. Immerhin kann man auch hier, wie bei den Versuchen 2 bis 4, den Schluss ziehen, daß die Festigkeit der Schweißnähte eine sehr günstige ist, daß aber die Dehnung ganz verschieden ausfällt und häufig beträchtlich leidet, beispielweise beim Versuche 5 gegenüber 6.

Die Zahlen von Diegel in Zusammenstellung IV sind wohl besonders ungünstig. Bei den Versuchen 1 und 2 lagen die Schweißpunkte dicht neben einander, bei 5, 6 und 7 waren

Zusammenstellung V. Punkt- und Naht-Schweißung.

Nr.		Bruchfestigkeit der Naht kg/qmm	Festigkeit der Naht in % der des vollen Bleches	Dehnung der Naht in % der des vollen Bleches
Versuche von Diegel 1906/07				
1	5 mm-Flußeisenblech, einreihige Punktschweißung	23,0	65,4	8,5
2	5 mm-Flußeisenblech, doppelreihige Punktschweißung . .	27,3	90,2	23,2
3	2 mm-Flußeisenblech, einreihige Nahtschweißung	22,5	58,2	0
4	2 mm-Flußeisenblech, doppelreihige Nahtschweißung . . .	33,5	99,6	87,8
Stoff der Gesellschaft für elektrotechnische Industrie, untersucht in Groß-Lichterfelde				
5	4 mm-Flußeisenblech, ein Schweißpunkt	16,7		
6	4 mm-Flußeisenblech, zwei Schweißpunkte	20,9		
7	4 mm-Flußeisenblech, drei Schweißpunkte	30,6		

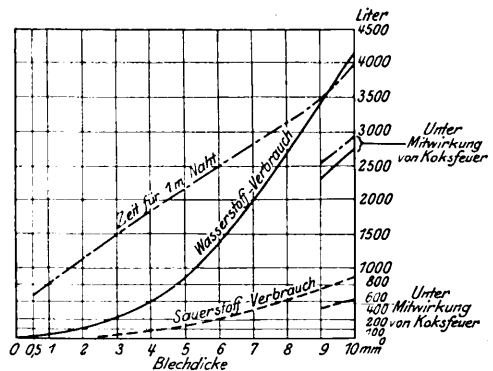


dagegen bei 26 mm Stabbreite nur ein, zwei und drei Schweißpunkte vorhanden, daher die teilweise geringere Bruchfestigkeit der Schweißnaht. Bei den Versuchen 1 und 3 zeigt die niedrige Bruchfestigkeit der Naht gegenüber 2 und vor allem 4, daß diese eher gerissen ist, oder daß die Schweißpunkte oder die Verbindendrähte abgeschert wurden, ehe eine merkliche Dehnung eintreten konnte.

6. Schweißen durch Schmelzen.

Das Arbeitstück wird in einer Stichflamme am Düsenmunde des Brenners erwärmt, die Ränder schmelzen zusammen. Die Stichflamme wird durch Sauerstoff mit Wasserstoff, Azetilen, Leuchtgas, Blaugas oder Benzol gespeist. Das Schweißen mit Wasserstoff und Sauerstoff wurde anfangs bevorzugt, heute überwiegen Sauerstoff und Azetilen. Zur Beurteilung der Leistungen der beiden wichtigsten Verfahren sind in Textabb. 4 und 5 die Zahlen über Verbrauch an Gas und Zeit eingetragen. In

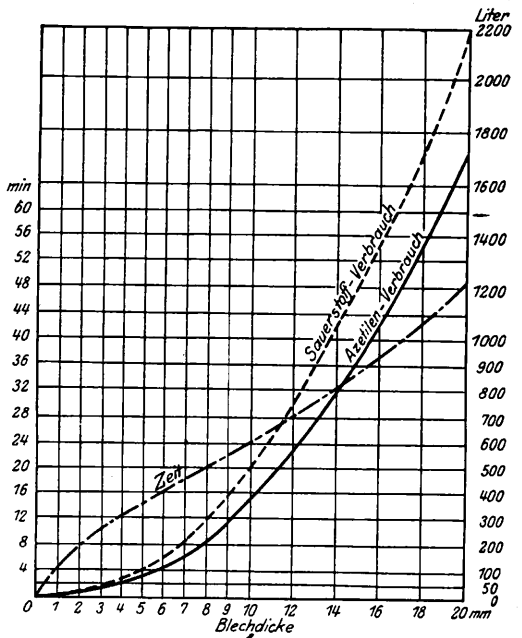
Abb. 4. Gasverbrauch und Zeitdauer für 1 m Nahtlänge beim Schweißen mit Wasserstoff-Sauerstoff.



beiden Fällen handelt es sich um Werte, die nur von geübten Schweißern erreicht werden, die also für Regelbetrieb die obere Grenze bilden. Textabb. 4 zeigt, daß der Verbrauch an

Wasserstoff von 5 bis 6 mm Blechstärke an schnell zu steigen beginnt, und das Schweißen mit Wasserstoff bis höchstens 10 mm Blechstärke ausgeführt wird. Nach Textabb. 5 dürften die entsprechenden Werte des Schweißens mit Azetilen erst

Abb. 5. Gasverbrauch und Zeitdauer für das laufende m Längsnaht bei der Azetilen-Sauerstoff-Schweißung.



bei 20 bis 25 mm Blechstärke, ausnahmsweise bei großen Brennern noch höher liegen. Die Zahlen für den Verbrauch an Gas und Zeit sind beim Verfahren mit Azetilen wesentlich niedriger, als bei dem mit Wasserstoff. Über die Untersuchungen der Festigkeit der Naht sagt die Quelle folgendes: Da der Stoff in der Naht flüssig gewesen

ist, wird die Bruchfestigkeit und noch mehr die Dehnung gegenüber dem vollen Blech wesentlich zurückgehen. Hämmern der frisch geschweißten Naht wirkt günstig, muß jedoch tunlich noch bei Weißglut erfolgen; außerdem ist Ausglühen der Naht anzustreben, da sonst die Zähigkeit nicht verbessert wird.

Rinne fand an durch Schmelzen geschweißten Blechen durchschnittlich in der Naht über 100% der Festigkeit und 86% der Dehnung des vollen Bleches. Es ist also möglich, unter günstigsten Verhältnissen und bei sorgfältiger Schweißung freier, nicht unter Spannungen stehender Bleche sehr gute Festigkeit und Dehnung der Naht zu erzielen, im gewöhnlichen Betriebe, namentlich beim Flicken, werden die Werte nicht erreicht.

Ausgedehnte Versuche des deutschen Azetilen-Vereines über das Schweißen mit Azetilen und Benzol ergeben durchschnittlich die Werte der Zusammenstellung VI.

Zusammenstellung VI.

Stoff: Flußeisen.	Bruchfestigkeit der Naht in % der des vollen Bleches		Dehnung der Naht in % der des vollen Bleches	
	Schweißen mit			
Maße der Flacheisen mm	Azetilen %	Benzol %	Azetilen %	Benzol %
	12,9 mal 30	76	63	20
10,2 „ 31,6	91	82	38	24
6,5 „ 31,9	93	85	43	26
3,6 „ 23,5	93	95	39	43

Die Stäbe wurden nachträglich ausgeglüht, aber nicht bearbeitet, daher erscheint die Dehnung nach dem oben Gesagten etwas ungünstiger als in Wirklichkeit. Das bei dickeren Stäben erzielte schlechte Ergebnis wird teilweise auf zu schwache Brenner zurückgeführt. Die Arbeiten wurden ohne besondere Maßregeln von einem selbständig arbeitenden Schweißer ausgeführt, sie dürften Durchschnittswerte zeigen. Die mit Azetilen erzielten Nähte waren demnach im Allgemeinen etwas besser, als die mit Benzol.

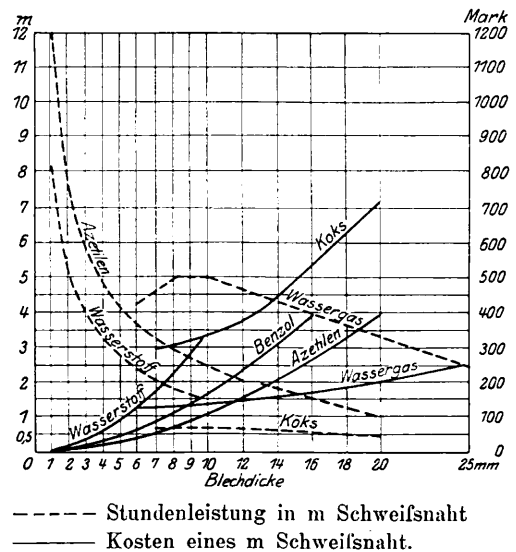
7. Vergleich der Verfahren.

Die Wirtschaft der verschiedenen Verfahren veranschaulicht Textabb. 6, der folgende Preise zu Grunde liegen:

- 1 cbm Sauerstoff 0,80 M.
- 1 » Wasserstoff in eigenen Flaschen 0,50 »
- 1 » Niederdruck-Azetilen 1 »
- 1 » gelöstes Azetilen 2,40 »
- 100 kg Karbid 26 »
- 100 » Benzol 24 »
- 1 cbm Blaugas 1,50 »
- 1 » Wassergas 0,0175 »
- 1000 kg Kalk 15 »

In den Kosten für 1 m Naht stecken die Kosten für Gas oder Heizstoff und 0,6 M/st Lohn, Instandhaltung, Verzinsung und Abschreibung fehlen. Größere Stoffmengen ändern das Bild nur unwesentlich, bei kleineren scheiden die Verfahren, die größere Anlagekosten erfordern, aber aus.

Abb. 6. Kosten und Leistungen verschiedener Verfahren des Schweißens von Blechen.



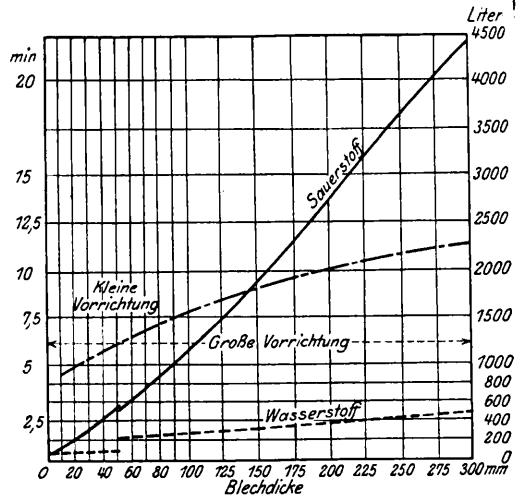
Textabb. 6 zeigt, daß das Schweißen mit Wasserstoff nur bis 5 mm Blechstärke wirtschaftlich gut ist, bis 12 mm ist das Schweißen mit Azetilen unter Niederdruck allen anderen Verfahren überlegen, weiter nimmt für größere Stoffmengen das Wassergas den ersten Platz ein. Schweißen mit Leuchtgas wird sich in den Kosten dem mit Wasserstoff, Schweißen mit Blaugas dem mit Benzol nähern, das nach dem oben Mitgeteilten 50% teurer eingesetzt ist, als das Schweißen mit Azetilen; Koks sind am teuersten. Mit der Verringerung der Kosten geht die Erhöhung der Leistung meist Hand in Hand.

Das Bild bietet nur einen Überblick, in bestimmten Fällen können die Kosten wesentlich von den angegebenen abweichen.

8. Schmelz-Schneiden.

Bringt man Eisen in der Sticht Flamme eines Brenners zum Glühen und leitet reinen Sauerstoff unter Druck darauf, so verbrennt das Eisen lebhaft und es entsteht ein Schnitt, indem die verbrannten Eisenteilchen durch den Druck des Sauerstoffes weggeblasen werden. Zum Vorwärmen wird meist die Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme benutzt. Einen Überblick über den Verbrauch an Wasserstoff und Sauerstoff beim Schneiden mit Hand nach neueren Angaben der chemischen Fabrik Griesheim gibt Textabb. 7. Bis 50 mm Blechstärke dient ein kleiner, leichter Brenner, darüber hinaus bis 300 mm eine grössere Vorrichtung. Wahrscheinlich dürfte man nach der Quelle in Zukunft mit noch geringerem Verbrauch als nach Textabb. 7 auskommen.

Abb. 7. Verbrauch an Gas und Zeit für 1 m Schnittlänge beim Schneiden mit Wasserstoff-Sauerstoff.



Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Brücke über den Ohio bei Sciotoville.

(F. W. Skinner, Engineering 1918 I. Bd. 105, 25. Januar, S. 81, 22. Februar, S. 193, 12. April, S. 388 u. 26. April, S. 451, mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 6 auf Tafel 13.

Die von G. Lindenthal entworfene, im Ganzen ungefähr 1065 m lange Brücke der Chesapeake und Ohio-Nordbahn über den Ohio bei Sciotoville ungefähr 200 km oberhalb Cincinnati (Abb. 6, Taf. 13) hat eine rund 269 m lange nördliche und eine 324 m lange südliche Zufahrt aus je einer an die Hauptbrücke grenzenden, 46,5 m langen zweigleisigen Fachwerk-Deckbrücke und 20,6 bis 33,5 m langen eingeleisigen Blech-Deckbrücken auf Pfeilern aus bewehrtem Grobmörtel, die später ein zweites Gleis aufnehmen können. Die zweigleisige Hauptbrücke mit zwei je 236,2 m weiten Öffnungen hat durchgehenden Überbau auf drei auf Fels gegründeten Pfeilern aus bewehrtem Grobmörtel. Die Hauptträger mit der bisher größten Spannweite sind über dem Mittelpfeiler 39,4 m, an den Enden 23,6 m hoch und haben 11,8 m Mittenabstand. Sie haben wagerechte Untergurte, wagerechte und geneigte Obergurte. Die Hauptwandglieder reichen über zwei Felder und sind annähernd 45° geneigt, sie sind in der Mitte durch Glieder abgestützt, die die Träger in gleiche, 11,8 m weite Felder teilen. Die Knoten sind genietet. Die Fahrbahn hat keine Auszüge, die Zug- und Brems-Kräfte werden in jedem Felde auf die Untergurte durch wagerechte Querträger aus Fachwerk übertragen. Die Schrägen $U_{20}-O_{18}$ und die Obergurtglieder U_0-O_2 sind durch einen untern Blechrahmen und obere steife gekreuzte Schrägen, die Pfosten U_2-O_2 bis $U_{18}-O_{18}$ durch eine obere und zwei zwischenliegende Quersteifen verbunden, erstere hat Kopfbänder, letztere sind durch mehrfach gekreuzte Schrägen verbunden, mit denen sie hohe Gitterträger bilden. Ober- und Unter-Gurte haben Windverband aus gekreuzten Schrägen. Die \perp -förmigen Querträger bestehen aus einem wagerechten, rund 2,3 m hohen Blechträger, an deren Wand die Fahrbahn-Längsträger in 2,0 m Teilung angeschlossen sind. Unmittelbar hinter dem äußern Fahrbahn-Längsträger sind die Obergurte der Querträger aufwärts gekrümmt, die Untergurte unter 45°

abgebogen und die Querträger an den lotrechten Blechschenkeln befestigt, die bis zu den unteren Quersteifen hinauf reichen und an die inneren lotrechten Bleche der Pfosten genietet sind.

Bei niedrigen Wasserständen ist das Wasser in der Mitte der Fahrrinne und auf der nördlichen Ohio-Seite sehr flach und hat keine Schifffahrt, sodafs der Überbau der Ohio-Öffnung und die angrenzenden beiden Felder der Kentucky-Öffnung auf Rüstungen in allen Feldern errichtet werden konnten. Die Hauptträger wurden mit einem auf Schienen auferhalb der Hauptträger bewegten, über den höchsten Punkt des Obergurtes ragenden eisernen Rollgerüste aufgestellt. Die Aufstellung begann nach Zusammensetzung der Fahrbahn und Untergurte beim Knoten U_{18} der Kentucky-Öffnung. Als sie bis zum Knoten U_{16} der Ohio-Öffnung vollendet war, wurde die Aufstellung des Überbaues der Kentucky-Öffnung durch Vorkragen durch einen auf den Obergurten fahrenden eisernen Rüstwagen mit zwei Auslegerkränen begonnen. Dieser errichtete vorläufig nur ein Feld und setzte die Aufstellung erst nach Vollendung der Ohio-Öffnung fort. Sobald die Hauptträger der Kentucky-Öffnung bis zu den Knoten U_8 und U_4 fertig gestellt waren, wurden sie auf eisernen Pendeljochen unter diesen Knoten vorübergehend gelagert.

Das Gerüst für das Gleis des Rollgerüsts der Ohio-Öffnung bestand aus eisernen Längsträgern und hölzernen Jochen, die auch die Untergurte und die Fahrbahn mit den Baugleisen trugen, bis die Hauptträger so weit fertig gestellt waren, daß sie von den in den Knoten 4, 8, 12 und 16 errichteten eisernen Gerüstjochen getragen werden konnten. Die hölzernen Joche waren paarweise unter jedem zweiten Knoten angeordnet, weitere Paare standen unter den Knoten U_1 , U_3 und U_{19} , ein Hilfsjoch unter U_6 . Jedes Jochpaar war in der Längsrichtung der Brücke zu einem schmalen Pfeiler verbunden. Die eisernen Joche bestanden aus je zwei in der Querrichtung der Brücke verbundenen Säulen zwischen den hölzernen Jochen und wirkten als Pendeljoch.

Nachdem die Kentucky-Öffnung bis zu den Knoten U_9

und U_5 errichtet war, wurden die eisernen Gerüstjoche unter den Knoten 8 und 4 aufgestellt und mit wagerechten, mit Kopfbändern am nächsten Knoten des Untergurtes verbundenen Längsstreben versehen, wodurch sie standfest gemacht wurden, bis der Rüstwagen die Untergurttfelder U_9-U_3 und U_5-U_4 aufgestellt hatte.

Die Brückenglieder wurden auf zwei Hilfsbrücken unter die Ausleger des Rüstwagens gebracht. Diese Brücken bestanden

aus je zwei ungefähr 12 m langen Blechträgern in rund 3 m Mittenabstand, die auf den zuletzt aufgestellten Querträger gelegt wurden, den sie um 5,3 m überragten. Der Kragteil hatte eine Fahrbahn aus Γ -Querträgern in ungefähr 60 cm Teilung, die mit 2,5 cm dicken Bohlen bedeckt waren und die Schienen trugen. Das hintere Ende wurde durch Hakenpaare mit den Obergurten der endgültigen Längsträger der Fahrbahn verankert.

B—s.

Maschinen und Wagen.

2 D. H. T. Γ . S.-Lokomotive der Kaschau-Oderberger Eisenbahn.

(Die Lokomotive 1918, Dezember, Heft 12, Seite 201. Mit Abbildungen.)

Fünf Lokomotiven dieser Bauart wurden von der Maschinenbauanstalt der österreichisch-ungarischen Staats-Eisenbahngesellschaft in Wien nach eigenem Entwurfe gebaut. Die Kesselmitte liegt mit 3250 mm über S. O. höher, als die irgend einer Lokomotive der europäischen Bahnen. Die breite, kupferne Feuerbüchse streicht über Rahmen und Triebräder hinweg, ihre Seitenwände stehen lotrecht. 500 mm Krestiefe der Feuerbüchse genügen für gute Kohle. Die Stehbolzen aufser den obersten beiden Reihen und deren Ecken mußten mangels andern Stoffes aus Eisen hergestellt werden. Auf dem hintern Kesselschusse sitzt ein 900 mm weiter Dampfdom, seine Decke liegt wie der Rand des Schornsteines 4650 mm über S. O. Der Rauchröhren-Überhitzer von Schmidt besteht aus vier Reihen von je acht 125/133 mm weiten Heizröhren mit je vier 30/38 mm weiten Überhitzerrohren. Am Überhitzerkasten ist ein Kugelventil zur Entlüftung angebracht. Hinter dem Dampfdom sitzen auf einem Kesselflansche zwei 102 mm weite Pop-Sicherheitsventile. Der Regler mit Seitenzug im Dampfdom hat zur Erleichterung der Bewegung einen kleinen Vorschieber.

Die Weite des Blasrohres ist fest. Versuche ergaben, daß der Kessel bei 140 mm Blasrohröffnung und 20 bis 26 mm breiten Stegen reichlich Dampf erzeugt.

Der Schüttelrost wird durch einen seitlichen, mit einer Feder belasteten und mit einer Falle selbsttätig gehaltenen Hebel bewegt. Der geräumige Aschenkasten hat vorn drei große Klappen und eine wagerechte, ebenfalls vom Stande des Heizers aus zu betätigende Bodenklappe.

Die 28 mm starken Rahmen laufen in 1190 mm Länge glatt durch, sie sind in allen Richtungen, besonders bei den Dampfzylindern kräftig versteift. Der Kessel ist vorn an der Rauchkammer durch kräftige Blechträger und Winkel mit den Hauptrahmen verbunden, aufserdem tragen ihn eine Gleitstütze beim Führerträger und zwei Pendelbleche für die Feuerbüchse.

Alle Führungen der Lager sind geschlossen aus Stahlgufs hergestellt. Die beiden hinteren Triebachsen haben unten, die beiden vorderen oben liegende Tragfedern, die je durch Ausgleichhebel verbunden sind.

Das Drehgestell ruht auf vier getrennten Blattfedern, der Drehzapfen liegt zwecks guter Einstellung in Bogen 70 mm vor dem Mittel; es hat 45 mm Seitenspiel im Hauptzapfen, die Laufräder haben überdies jederseits 3 mm Spiel durch Kürzung der Lagerschalen erhalten. Die hintere Triebachse hat jederseits 26 mm Spiel, die zweite und die vierte Kuppelachse

erhielten um 7 mm schwächere Spurkränze. Die schärfsten Bogen werden gut durchlaufen.

Das Triebwerk ist einfach und übersichtlich, die Aufhängung der Steuerung an Pendeln hat sich bewährt, sie ist leicht beweglich und übersichtlich. Zur Dampfverteilung dienen Kolbenschieber mit innerer Einströmung. Die Dampfzylinder haben beiderseits Stopfbüchsen von Schmidt, die Schieber vorn geschlossene Führungen, hinten Büchsen mit Irrgang. Die vorderen Zylinderdeckel haben 100, die hinteren 70 mm weite Wasserschlagventile. Am Schieberkasten sitzt jederseits ein großes Luftsaugventil für Leerlauf, an den Zylindern befinden sich Hähne zum Ausgleichen des Druckes mit Handzug. Die Köpfe der Kuppelstangen sind nur ausgebücht, die Köpfe der Triebstangen zweiteilig und mit Keilen nachstellbar. Die Abmessungen aller Zapfen sind reichlich.

Zum Schmieren der Kolben und Schieber dienen zwei Schmierpressen von Friedmann mit je sechs Auslässen.

Die Lokomotive hat beiderseits große Sandkästen mit Handzug und je zwei Sandrohren für die vorderen Triebräder. Eine Westinghouse-Druckbremse bremst alle Triebräder einklotzig mit 50% der Triebachslast, das Drehgestell ist vorläufig ungebremst.

Zur weitem Ausrüstung gehören zwei nichtsaugende Dampfstrahlpumpen von Friedmann, ein Geschwindigkeitsmesser bis 80 km/st, metallische Kuppelung für die Dampfheizung mit Ventil von Foster und zweifacher, 38 mm weiter Leitung nach hinten und eine Laterne für Azetilen im Führerstande von Rotter.

Der Tender hat vier Achsen, seine Lagerschalen sind aus Stahlgufs und haben Futter aus Weißmetall. Die oben liegenden Tragfedern sind in zwei Gruppen durch Hebel verbunden.

Die Hauptverhältnisse sind:

Durchmesser der Zylinder d	610 mm
Kolbenhub h	650 »
Durchmesser der Kolbenschieber	320 »
Kesselüberdruck p	14 at
Durchmesser des Kessels, äußerer	1800 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	3250 »
Feuerbüchse, äußere Länge	3007 »
Heizröhre, Anzahl	153 und 32
» , Durchmesser	48/53 » 125/133 mm
» , Länge	5200 mm
Überhitzerrohre, Durchmesser	30/38 mm
Heizfläche der Feuerbüchse, wasserberührte	16,1 qm
» » Heizröhre, »	201,8 »
» des Überhitzers, feuerberührte	75,4 »

Heizfläche im Ganzen H	293,3 qm
Rostfläche R	4,47 »
Durchmesser der Triebräder D	1740 mm
» » Laufräder	1034 »
» » Tenderräder	1034 »
Triebachlast G_1	59,96 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G	86,17 »
Leergewicht » »	78 »
Betriebsgewicht des Tenders	55,5 »
Leergewicht » »	21 »
Wasservorrat	27 cbm
Kohlevorrat	9,2 t
Fester Achsstand	3700 mm
Ganzer »	9540 »
» » mit Tender	17174 »
Länge mit Tender	20631 »
Zugkraft $Z = 0,75 p \cdot (d^{cm})^2 h : D =$	14595 kg
Verhältnis H : R =	65,6
» H : $G_1 =$	4,9 qm/t
» H : G =	3,4 »
» Z : H =	49,8 kg/qm
» Z : $G_1 =$	243,4 kg/t
» Z : G =	169,4 »

—k.

Güterwagen für Indien.

(Railway Age, August 1918, Nr. 6, S. 265. Mit Abbildungen.)

Die schmalspurige Bergbahn von Kalka nach Indiens Sommerhauptstadt Simla am Fusse des Himalaya-Gebirges hat jährlich etwa 150 000 Fahrgäste und 62 000 t Güter zu befördern. Zur Bewältigung des weiter wachsenden Verkehrs

sind neuerdings neben stärkeren Lokomotiven auch Güterwagen aus Stahl von hoher Tragfähigkeit aus England eingeführt. Die offenen Wagen können 20,3, die gedeckten 15,0 t laden. Die Hauptabmessungen der ersteren sind folgende:

Ganze Länge zwischen den Stofsflächen	10 058 mm
Ganze Breite des Wagens	2267 »
Abstand der Drehzapfen	6096 »
Achsstand der Drehgestelle	1295 »
Spurweite	762 »
Laderaum	$9,144 \times 2,134 \times 1,067$ cbm
Dienstgewicht	6,36 t.

Mit Ausnahme der geprefsten Kopfschwellen sind für die Träger des Untergestelles und Kastengerippes nur drei verschiedene Regelquerschnitte verwendet. Die Räder und Achsbüchsen bestehen aus Stahlgufs. Das Dienstgewicht der gedeckten Wagen ist 7,1 t; ein Teil ist mit Wasserbehältern ausgerüstet. An der Bauart der zweiachsigen Drehgestelle ist bemerkenswert, daß der Kasten nicht auf dem Drehzapfen, sondern auf zwei weiter nach außen verlegten Lagerflächen aufruhrt, die von doppelten Wickelfedern getragen werden. Die zweite Wickelung hilft erst bei stärkerer Belastung tragen. Die Federn sind in Kasten aus Stahlgufs zwischen den Querträgern des Drehzapfens untergebracht.

Beim Drehzapfen ist genügend Spiel zur Überwindung von Unebenheiten des Gleises vorhanden. Der gedeckte Wagen hat ein Dach aus Wellblech, in jeder Seite zwei doppelflügelige Türen aus geprefstem Bleche und eine mit zwei Klappflügeln verschlossene Mittelöffnung. Einige der Wagen haben Drehgestelle mit Barrenrahmen. Ihr Gewicht steigt dann von 1,16 auf 1,45 t, das Dienstgewicht des ganzen Wagens somit auf 6,76 und 7,57 t.

A. Z.

Besondere Eisenbahntypen.

Einschalten von Abspannern für Wechselstrom bei elektrischer Zugförderung.

(Schweizerische Bauzeitung, Dezember 1918, Nr. 24, S. 233.)

Die im Betriebe von Bahnen mit Wechselstrom niedriger Wellenzahl verwendeten Abspanner geben beim Einschalten aus unbelastetem Zustande sehr erhebliche Stromstöße, dessen

Vorausberechnung bislang nicht ohne Weiteres möglich war. Sie wurden durch Stufenschalter überwunden, für deren Bemessung brauchbarer Anhalt fehlte. Erst neuerdings hat Vidmar brauchbare Ansätze zur Bestimmung des größten möglichen Stromstoßes veröffentlicht, die in der Quelle erläutert werden.

A. Z.

Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Preussisch-hessische Staatseisenbahnen.

Ernannt: Oberbaurat Herr in Halle a. d. Saale zum Präsidenten der Eisenbahn-Direktion daselbst.

Gestorben: Wirklicher Geheimer Rat Exzellenz Seidel,

Präsident der Eisenbahndirektion Halle a. d. Saale, und Wirklicher Geheimer Oberbaurat Schwering, früher Präsident der Eisenbahndirektion Saarbrücken.

Bücherbesprechungen.

„Hawa“-Nachrichten der Hannoverschen Waggonfabrik Aktiengesellschaft Hannover-Linden. Selbstverlag, Schriftleiter O. Buchmann.

Auch dieses Werk hat gegen Ende 1918 begonnen, Nachrichten über seine Tätigkeit in sehr gut ausgestatteten Heften herauszugeben, die nicht bloß über die Arbeiten des Werkes berichten, vielmehr auch für die breiten Kreise der Technik bedeutungsvolle Aufsätze bringen. Dieser Kreis des Veröffentlichungswesens hat durch die „Hawa“-Nachrichten eine wertvolle Erweiterung erfahren.

Aus Deutschlands Waffenschmiede. Von Dr. J. Reichert, 1918. Reichsverlag H. Kalkoff, Berlin-Zehlendorf-West. Preis 2,5 M.

Das die Eisengewerbe behandelnde Buch ist noch auf die Verhältnisse des Krieges eingestellt, bleibt aber für die Zukunft wertvoll, da es die allgemeinen Verhältnisse der Rohstoffe, Preisbildung, Arbeiter und deren Führung sachkundig behandelt, und alle diese Fragen die größte Bedeutung für den Wiederaufbau der Friedenswirtschaft haben.