

Elektrisch geschweißte Schienenstöße auf der Brücke über das Hollandsch Diep.

Von Abteilungsvorstand Ing. Joosting, Utrecht.

Die guten Erfolge, die man bei der Deutschen Reichsbahn mit thermitgeschweißten Stößen auf den neuen Eisenbahnbrücken erzielt hat, hatten bei den niederländischen Eisenbahnen den Wunsch rege gemacht, in dem neuen Gleise, das nach Beendigung der in Ausführung begriffenen Verstärkungen auf der Brücke über das „Hollandsch Diep“ bei Moerdijk (Strecke Rotterdam—Breda und Roosendaal) verlegt werden sollte, auch die Stöße zu verschweißen. Diese eingleisige Brücke weist 14 Öffnungen von je rund 105 m Länge auf; auf jedem Pfeiler befinden sich entweder nur bewegliche oder nur feste Auflager, so daß die Schienenauszüge in Entfernungen von rund 210 m angeordnet werden mußten. Weil die Brücke täglich von etwa 165 Zügen befahren wird, gab es keine Zugpausen, die lang genug waren, um Thermitgeschweißungen an Ort und Stelle vorzunehmen. Man hätte allerdings die Schienen auf einem Gerüst vor der Brücke in einer Länge von rund 200 m

füßen befestigt. Beim Stoß wurde die Platte in einer Länge von 40 mm nicht verschweißt, weil dadurch die Verbindung elastischer wurde. Die Schienenköpfe wurden am Stoß in einer Neigung von etwa 35° gegen die Senkrechte abgeschnitten und der so gebildete Raum C bis D bis E wurde vollgeschweißt mit einem weichen, aber zähen Elektrostahl bis auf die oberen 3 mm, die mit einem härteren Stahl ausgefüllt wurden, der die Härte des Schienenkopfes hatte.

In dieser Weise wurden auch vier Probestücke durch Personal der Werkstätten der Niederländischen Eisenbahnen ausgeführt und drei durch eine Privatfirma in Rotterdam. Letztgenannte Firma hat auch noch zwei Probestücke mit Autogenschweißung hergestellt.

Weiter wurden vier Probestücke mit Thermit geschweißt, zwei mit normalen Winkellaschen und zwei mit normalen Flachlaschen, alle durch je vier Laschenbolzen verbunden.

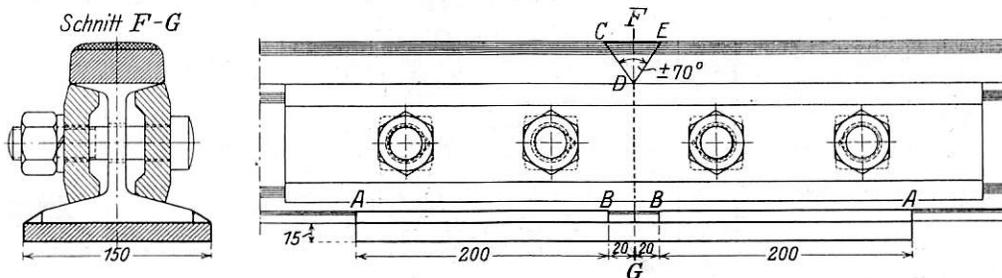


Abb. 1.

aneinander schweißen und sie dann in einer Nacht von Sonntag auf Montag (in diesen Nächten ist der Betrieb meistens während etwa $6\frac{1}{2}$ Stunden eingestellt) auf die Brücke bringen können. Aber erstens war es fraglich, ob die thermitgeschweißten Stöße die beim Transport der Schienen vom Gerüst bis auf die Brücke unvermeidlichen Biegungen und Stöße ertragen würden und zweitens wäre es dann doch praktisch nicht möglich, den Anschluß der Schienen an die Auszüge zu schweißen.

Nun hatte die Gesellschaft „Arcos“ in Brüssel für Straßenbahnen und Sekundärbahnen elektrisch geschweißte Stöße entworfen und ausgeführt, die an Ort und Stelle, ohne Hebung der Schienen ausgeführt werden konnten und die sich sehr gut bewährt haben sollten.

Es kam nun darauf an zu untersuchen, ob diese Stoßanordnung dieselbe Sicherheit bieten würde, wie die bewährten thermitgeschweißten Stoßstellen und wie sie sich verhalten würde im Vergleich mit gewöhnlichen Laschen.

Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Probestücke, die aus je zwei miteinander verbundenen 75 cm langen Schienenstücken zusammengesetzt waren, mit dem 1000 kg-Bär im Fallwerke des Walzwerks John Cockerill in Seraing bei Lüttich erprobt.

Fünf Probestücke waren von der Firma Arcos ausgeführt nach der in Abb. 1 angegebenen Anordnung, aber ohne die in dieser Abbildung gezeichneten Flachlaschen. Die Schienenstücke wurden so gelegt, daß sich zwei Enden berührten. Unter den Schienenfuß wurde eine Platte gelegt, die etwa 30 mm breiter war als der Schienenfuß. Diese Platte wurde über die Strecken A bis B mittels Flankenschweißung an den Schienen-

Aus den in der folgenden Zusammenstellung angegebenen Ergebnissen geht hervor, daß die von der Firma Arcos ausgeführten, elektrisch geschweißten Stöße sich bedeutend besser verhielten als jene, die von Personal der Eisenbahnwerkstätte und von der Rotterdamer Privatfirma hergestellt waren; daß sie auch die autogen- und die thermitgeschweißten Stöße in den Schatten stellten, daß aber die normalen Verbindungen mit Winkellaschen und mit Flachlaschen zwar größere Durchbiegungen aufwiesen, aber nur durch viele Schläge zum Bruch gebracht werden konnten.

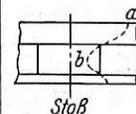
Wir haben uns deshalb für die elektrisch geschweißte Laschenbauart „Arcos“ entschlossen, haben aber auch noch Flachlaschen angebracht (Abb. 1), so daß bei einem möglichen Bruch der Schweißstelle die Laschen in Wirkung treten. Dies war bei elektrischer Schweißung möglich, weil dabei eine Wulst, wie sie bei den thermitgeschweißten Laschen auftritt, nicht vorkommt.

Zuerst wurden die Schienenauszüge in Entfernungen von rund 210 m (über den beweglichen Brückenauflagern) in das alte Gleis eingebaut. Dann wurden über ein aus Holzschwellen zusammengesetztes Gerüst (Abb. 2) vor der Brücke die 32 bis 35 m langen Schienen von der Firma Arcos elektrisch zusammengeschweißt zu Längen von rund 200 m (Abb. 3). Der vordere Stoß ist ganz fertig, die Flachlaschen sind abgenommen, so daß man sehen kann, daß Fuß und Steg nicht verschweißt sind. Bei den Stößen 2 bis 5 muß die obere Schicht aus hartem Stahl noch eingebracht werden. Das wenige überflüssige Schweißmaterial wurde dann weggeschliffen (Abb. 4).

Nun sollten die etwa 200 m langen, nahezu 10 t wiegenden

Zusammenstellung.

Num- mer der Probe	Art der Verlaschung	Num- mer des Schla- ges	Fall- höhe in m	Durch- biegung in mm	Stärke derFuß- platte nach dem Bruch	Art des Bruches
1*)	Von der Ges. Arcos nach ihrem System elektrisch geschweißt	1	4,50	67		Kopf und Fußplatte beim Stoß gebrochen, Fußplatte stark eingeschnürt.
2*)	„	2	2,50	Bruch	8,5	„
3*)	„	1	4,50	Bruch	7,5	„
		1	2,25	33		„
		2	2,25	Bruch	6,5	„
4*)	„	1	2,25			Flankenschweißung am Schienenfuß beim ersten Schlag angerissen.
		2	2,25	Bruch		
5*)	„	1	2,25	21		Beim zweiten Schlag war die Fußplatte beim Stoß gerissen.
		2	2,25	47		
		3	1,00	Bruch		
6	Vom Werkstattpersonal nach System Arcos elektrisch geschweißt	1	2,25	Bruch		Außerhalb der Schweißstelle; kristallinisch.
7	„	1	2,25	Bruch		Flankenschweißung am Schienenfuß und Kopf gerissen.
8	„	1	2,25	24		Bruch außerhalb der Schweißstelle.
		2	2,25	47		
		3	2,25	Bruch		
9	„	1	2,25	Bruch		Wie bei Probe Nr. 6.
10	Von Privat-Firma nach System Arcos elektrisch geschweißt	1	2,25	27		Riß vom Fuß bis in den Kopf.
11	„	1	2,25	Bruch		In der Schweißstelle.
12	„	1	2,25	Bruch		Außerhalb der Schweißstelle.
13	Autogen geschweißt ohne Fußplatte	1	2,25	Bruch		In der Schweißstelle.
14	„	1	2,25	Bruch		„
15	Aluminthermisch geschweißt	1	2,25	15		Riß vom Fuß neben der Schweißstelle nach dem Kopf. Kopf grobkörnig, Fuß normal.
		2	2,25	Bruch		
16	„	1	2,25	Bruch		„
17	„	1	1,00	7		Bei a im Kopf, außerhalb der Schweißstelle normal. Bei b im Wulst grobkörnig.
		2	1,00	Bruch		
18	„	1	1,00	4		
		2	1,00	Bruch		
19	Normale Verbindung mit Winkellaschen	1	4,50	57		
		2	2,25	78		
		3	4,50	123		
		4	4,50	175		Schrauben abgebrochen.
20	„	1	2,25	29		
		2	2,25	51		
		3	2,25	70		
		4	2,25	89		
		5	2,25	124		Schrauben abgebrochen.
21	Normale Verbindung mit Flachlaschen	1	2,25	54		Nach dem 4. Schlag noch nicht gebrochen. Bolzen fangen an, sich zu verbiegen.
		2	2,25	90		
		3	2,25	122		
		4	2,25	156		
22	„	1	4,50	83		
		2	2,25	115		
		3	4,50	183		
		4	4,50	Bruch		Schrauben abgebrochen.



*) Anmerkung: Abmessungen der Fußplatte in mm bei Probe Nr. 1 $440 \times 150 \times 15$, Probe Nr. 2 und 3 $440 \times 150 \times 12$, Probe Nr. 4 $440 \times 138 \times 15$, Probe Nr. 5 $440 \times 150 \times 15$.

Schienen vom Gerüst auf die Brücke geschafft werden, was sich wohl am einfachsten mit den den Eisenbahnern wohl-
bekannten Einschienenwagen machen ließ. Auf einem
Schienenlagerplatz wurden elf Stück 18 m-Schienen auf Holz-
schwelen neben einem Gleise mittels Laschen zu einem etwa

200 m langen Strang verschraubt. Dann wurden 24 Ein-
schienenwagen auf den der 200 m langen Schiene am
nächsten liegenden Schienenstrang des Gleises aufgestellt und
die Schiene auf die Einschienenwagen gelegt. Sechs Mann
brauchten dazu nur 6 Minuten. Das Verschieben der mit

der Schiene beladenen Einschienenwagen ließ sich ohne Schwierigkeiten durchführen. Das Abladen der Schiene ging sehr flott, indem man die 24 Einschienenwagen alle im selben Augenblicke kippte.

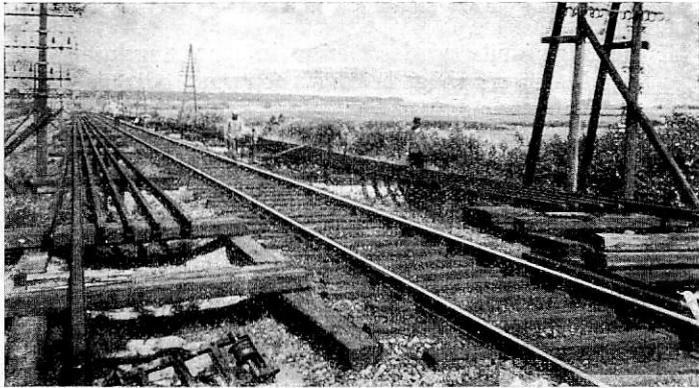


Abb. 2.

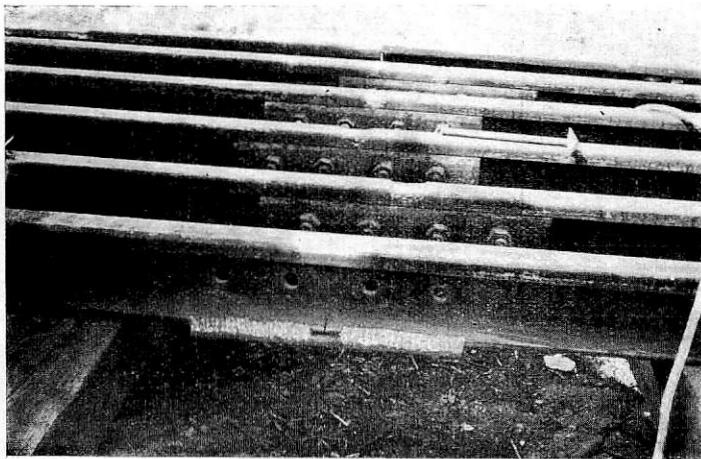


Abb. 3.

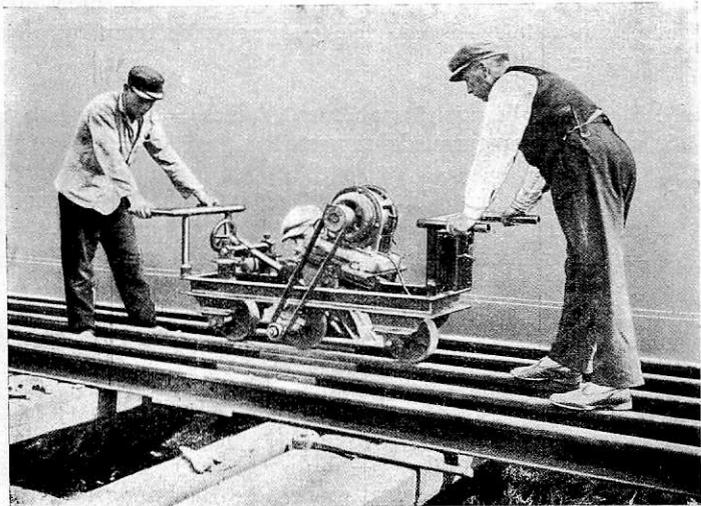


Abb. 4.

Was sich bei Tageslicht sehr leicht machen ließ, schien in der Nacht schwierig. In der Nacht von Sonntag, den 28. auf Montag, den 29. Juli 1929 ging das Verschieben der beladenen 26 Einschienenwagen äußerst langsam und es konnten nur zwei Längen von 200 m vom Gerüst nach der 700 m entfernten Einbaustelle auf der Brücke gebracht werden. Nachdem die

Ursache einiger kleinen Schwierigkeiten, die sich in der ersten Nacht gezeigt hatten, beseitigt waren, gelang es in der zweiten Nacht (11./12. August) drei Längen von 200 m auf die Brücke zu bringen, diesmal schon über eine Entfernung von etwa 1000 m. Als aber den Arbeitern eine steigende Prämie zugesichert wurde für die vierte und folgende Längen, die in der dritten Nacht vom 18./19. August auf die Brücke gebracht werden sollten, wurden nicht weniger als fünf Längen über eine Entfernung von durchschnittlich 1300 m befördert.

Die Schienen der Auszüge wurden nun (selbstverständlich wiederum in Nächten von Sonntag auf Montag) so abgeschnitten, daß die 200 m langen neuen Schienen genau zwischen zwei Schienenauszüge paßten. Hierauf wurden die alten Schienen entfernt und die neuen auf den bereits auf den Schwellen verschraubten Stühlen verlegt. Sodann wurden die Enden der 200 m langen Schienen elektrisch an den Schienen der Auszüge verschweißt.

Das neue Gleis wird seit Anfang Oktober 1929 befahren; über das Verhalten kann ein Urteil selbstverständlich noch nicht abgegeben werden.

Zum Schluß muß noch bemerkt werden, daß auf drei der 14 Öffnungen die Schienen vorläufig nicht verschweißt wurden, um Gelegenheit zu haben, mittels Dehnungsmessern den Einfluß der Verschweißung auf die Brückenträger zu untersuchen, indem man die Spannungen vergleicht, die in Stäben einer Öffnung mit geschweißten Stößen und in den gleichen Stäben einer angrenzenden Öffnung mit gewöhnlichen Stößen durch dieselben Verkehrslasten hervorgerufen werden.

Sobald diese Untersuchungen zu Ende geführt sein werden, sollen auch auf den genannten drei Öffnungen die Stöße verschweißt werden.

Nachschrift.

Seit der Abfassung dieses Aufsatzes wurden nachstehende Erfahrungen gemacht:

Bei zwei von den 56 Stößen, die am Tage auf dem Gerüst außerhalb der Brücke geschweißt wurden, ist ein Riß aufgetreten, der sich vom Ende der Fußplatte bis in das äußerste Bolzenloch erstreckte. Weniger günstig verhielten sich die 24 in der Nacht auf der Brücke geschweißten Anschlüsse der Schienen an die Auszüge. Bei drei Stößen entstand ein senkrechter Anriß an der Außenseite des Schienenkopfes im geschweißten Material, bei zwei Stößen vollständiger senkrecht verlaufender Bruch an derselben Stelle und bei einem Stoß ein Riß vom Ende der Fußplatte bis in das äußerste Bolzenloch. Sämtliche Risse wurden elektrisch zugeschweißt und sind nicht wieder aufgetreten. Bei zwei der drei an der Außenseite gerissenen Stößen hat sich einige Wochen nach dem Zuschweißen des Risses, ein Riß an der Innenseite des Schienenkopfes gezeigt, vielleicht die Fortsetzung des Risses an der Außenseite. Über die Ursache dieser Risse und die Mittel ihnen vorzubeugen wird noch mit der Firma Arcos verhandelt. Mir scheint, daß die Risse im Kopf auf die bei der elektrischen Schweißung unvermeidlichen sehr großen Temperaturspannungen zurückzuführen sind. Was die Risse im Schienenfuß betrifft, so sind bei der französischen Nordbahn ähnliche Risse bei den Arcosstößen ebenfalls vorgekommen. Man schreibt sie dort einer Härtung des Materials des Schienenfußes durch die rasche Abkühlung nach dem Anschweißen der Fußplatten zu.

Die Risse werden jedenfalls den Eisenbahnverkehr nicht gefährden, wenn man längere, mit sechs Bolzen befestigte Laschen verwendet.

Bemerken möchte ich noch, daß die Schweißungen der von der Firma Arcos angefertigten Proben durch einen anderen und wahrscheinlich der Sache kundigeren Schweißer angefertigt wurden als die Laschen auf der Brücke.

Reibungskräfte im Langschienengleis.

Von Regierungsbaumeister a. D. Wattmann.

Im Langschienenbau ist die Größe der Reibungswiderstandskräfte der Schienen in den Laschen, der Schienen auf den Schwellen und der Schwellen in der Bettung von bestimmendem Einfluß auf die Größe der im Schienengestänge auftretenden Achsialkräfte. Die Versuche, diese Reibungsgrößen festzustellen, haben sich bisher auf Messungen an in der Werkstatt besonders aufgebauten Anordnungen beschränkt. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Reibungswiderstände in Betriebsgleisen unter dem Einfluß der Zeit, der Witterung und des Betriebes eine andere Größe annehmen werden. Im nachfolgenden soll ein Weg gezeigt werden, die fraglichen Reibungsgrößen aus der Änderung der Stoßfugenweiten zu bestimmen, die unter dem Einfluß von Temperaturänderungen eintreten.

Nach einem Temperaturverlauf mit umkehrenden Temperaturen ist der Spannungszustand der Schienen und damit auch ihre Länge im allgemeinen nicht nur von der gegenwärtigen, sondern auch von den vorangegangenen Temperaturen abhängig*)! (Vergl. Abb. 1.) Entfernt sich aber die Temperatur nach einem vorangegangenen beliebigen Tem-

Schließen kommen, also Achsialkräfte weder durch die Laschenbolzen noch durch Stirnberührung von einer Schiene auf die andere übertragen werden. Die Grundlagen der Rechnung bilden

1. die Fugenweite w_0 des Gleises in spannungslosem Zustand, also entweder bei der Verlegung, oder nachdem alle Befestigungsmittel gelockert sind in cm,
2. die Fugenweite w_1 , nachdem seit der Verlegung eine Rekordtemperatur eingetreten ist in cm,
3. die Fugenweite w_2 , nachdem im letztgenannten Falle die Laschenbolzen gelockert sind in cm,
4. der Temperaturunterschied t zwischen den Spannungen w_0 einerseits und w_1 und w_2 andererseits in $^{\circ}\text{C}$.,
5. die Schienenlänge L in cm und der Schienenquerschnitt F in cm^2 .

Es sei ferner bezeichnet:

6. mit R die Reibungskraft in kg eines Schienenendes in den Laschen, mit r die Reibung der Schienen auf den Schwellen (oder dieser in der Bettung) in kg auf ein cm Schiene,

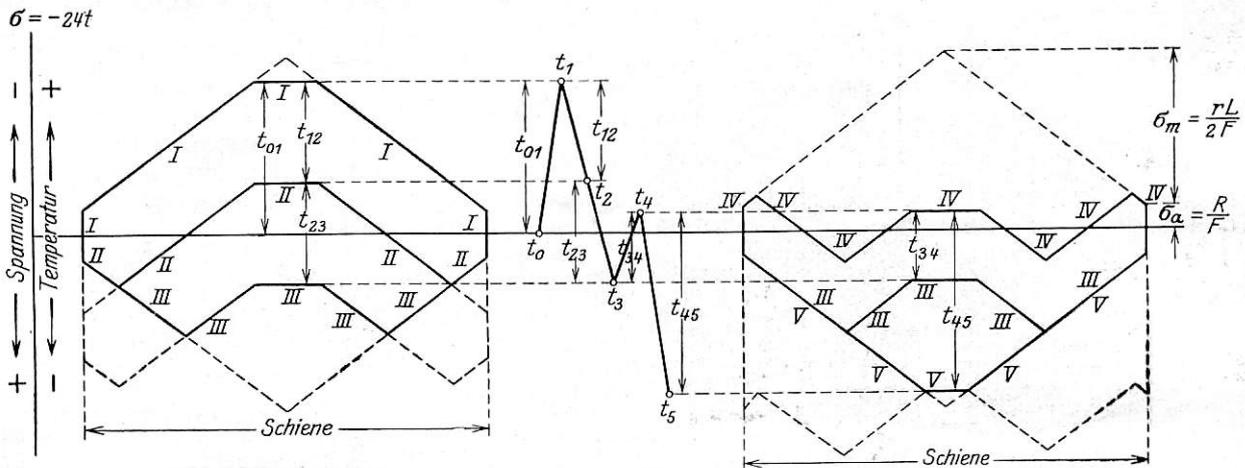


Abb. 1. Spannungslinien I, II, III, IV, V einer mit Reibung R und r gelagerten Schiene bei den aufeinanderfolgenden Temperaturen $t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$. Jede Spannungslinie ist aus der Vorangehenden als Parallellinienzug unter Berücksichtigung der durch die Reibung R und r bedingten höchstmöglichen Spannungen entwickelt. Die Spannungslinie V ist die gleiche als wenn die Temperatur t_5 in einem stetigen Temperaturschritt t_{05} erreicht wäre.

peraturverlauf von der Ausgangstemperatur, wo die Schiene spannungslos war, um ein Maß (nach oben oder unten), das bisher nicht erreicht wurde (wir wollen solche Temperatur der Kürze halber künftig mit „Rekordtemperatur“ bezeichnen), so ist der Spannungszustand der gleiche, als ob die Rekordtemperaturen in einem stetigen Temperaturschritt von der Ausgangstemperatur aus erreicht werden, d. h. dieser Spannungszustand ist allein abhängig von der Ausgangs- und der Endtemperatur und unabhängig von allen Zwischentemperaturen. Die Abb. 1 läßt die Richtigkeit dieser Tatsache unschwer erkennen. Sind also die Reibungsgrößen von Laschenreibung R und Schwellenreibung r gegeben, so kann die Fugenänderung bei Eintritt einer „Rekordtemperatur“ bestimmt werden und umgekehrt lassen sich für diese Fälle die Größen R und r aus der Fugenänderung berechnen, wobei man allerdings, wie später noch gezeigt werden wird, auch die Fugenänderung, die durch Abnahme der Laschen eintritt, gleichfalls in Rechnung ziehen muß.

Bei allen im folgenden zu betrachtenden Vorgängen wird vorausgesetzt, daß die Stoßlücken nicht zum vollen Öffnen und

*) Vergl. hierzu und beim folgenden den Aufsatz des Verfassers über Wärmewirkungen im Langschienenbau in Heft 10 dieser Zeitschrift vom 15. Mai 1928.

7. E sei die Elastizitätszahl des Stahles = 2200000,
8. α die Temperaturausdehnungszahl auf ein $^{\circ}\text{C}$ = 0,000011. Sodann sei
9. σ die Spannung, die die fest eingespannten Schienen bei der Temperatur t erhalten würden, also $\sigma = E \cdot \alpha \cdot t = 24 t$, σ_a die Spannung, die eine Achsialkraft R in der Schiene erzeugen würde, also $\sigma_a = \frac{R}{F}$, σ_m die Spannung, welche die Summe aller Kräfte r der halben Schiene in dieser erzeugen würde, also $\sigma_m = \frac{r \cdot L}{2 F}$.

Will man nun bei gegebenem R und r die Lückenänderungen $w_0 - w_1$ und $w_0 - w_2$ nach einer Temperaturänderung t berechnen, so gestaltet sich die Rechnung jeweilig anders, je nachdem ein Spannungszustand erreicht wird, der einem der folgenden kennzeichnenden Spannungsfälle entspricht.

$$I. \left\{ \begin{array}{l} \text{Spannungsfall A: } \sigma \left\{ \begin{array}{l} < \sigma_a \\ < \sigma_m \end{array} \right. \\ \text{Spannungsfall B: } \sigma \left\{ \begin{array}{l} < \sigma_a \\ > \sigma_m \end{array} \right. \\ \text{Spannungsfall C: } \sigma \left\{ \begin{array}{l} > \sigma_a \\ < \sigma_m \end{array} \right. \end{array} \right. \quad \text{Spannungsfall D: } \sigma \left\{ \begin{array}{l} > \sigma_a \\ > \sigma_m \end{array} \right. \\ \text{Spannungsfall E: } \sigma \left\{ \begin{array}{l} < \sigma_a + \sigma_m \\ > \sigma_a + \sigma_m \end{array} \right.$$

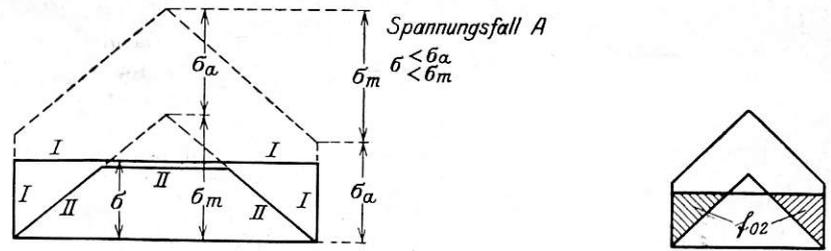


Abb. 2.

Spannungslinien und Dehnungsflächen der fünf unterschiedlichen Spannungsfälle A bis E.

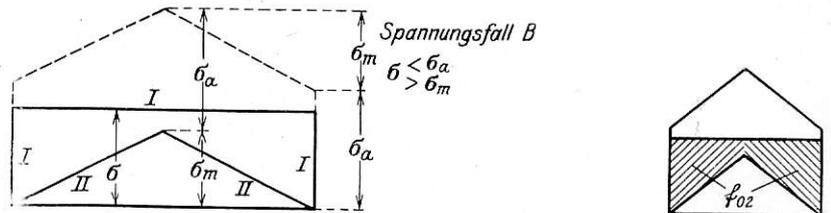


Abb. 2a.

Die Ordinaten der Linie I sind die Spannungen, die bei gleichzeitiger Laschen- und Schwellenreibung auftreten. Desgleichen II bei alleiniger Schwellenreibung.

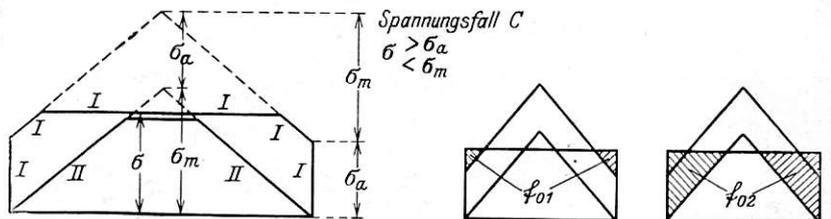


Abb. 2b.

Die schraffierten Flächen entsprechen der Längenänderung der Schienen bei gleichzeitiger Laschen- und Schwellenreibung.

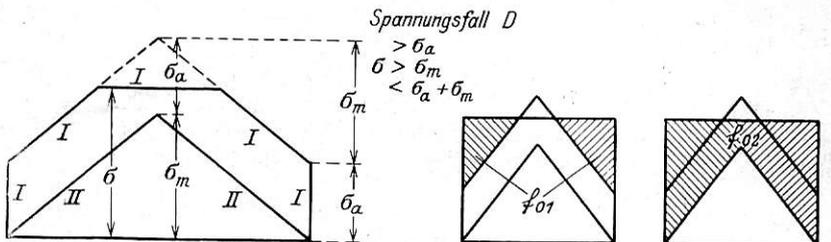


Abb. 2c.

Desgleichen wie vor bei alleiniger Schwellenreibung.

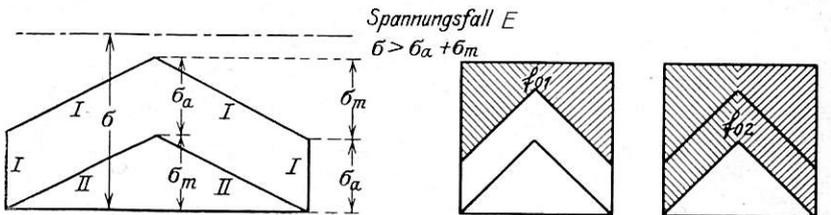


Abb. 2a.

Abb. 2b.

Abb. 2c.

Die Spannungsfälle A bis E sind in Abb. 2a dargestellt, und zwar sind in den stark ausgezogenen Linien als Ordinaten über der Schiene die Spannungsgrößen aufgetragen, (die nach einer Temperaturänderung t bei der Reibung R und r (Schaulinie I) und bei der Reibung r allein (Schaulinie II) eintreten. Es ist nun ohne Belang, ob bei der Dehnung der Schienen infolge der Temperaturänderung t von vornherein die Laschenreibung R nicht vorhanden war, oder ob sie erst, wie bei der Messung der Stoßlücken w_2 , nachträglich weggefallen ist. Das Spannungsbild ist in jedem Falle das gleiche und durch die Linie II der Abb. 2a wiedergegeben. Die eintretenden Längenänderungen der Schiene, die sich aus der Spannungslängenänderung und der Temperaturlängenänderung zusammensetzen, entsprechen für die fünf Spannungsfälle bei gleichzeitiger Schwellen- und Laschenreibung den schraffierten Flächen der Abb. 2b, bei Schwellenreibung allein den schraffierten Flächen der Abb. 2c und zwar ist

$$\frac{f_{01}}{E} = w_0 - w_1 \quad \text{und} \quad \frac{f_{02}}{E} = w_0 - w_2.$$

Die Größen der Fläche f für die fünf verschiedenen Spannungsfälle ergeben sich aus den geometrischen Beziehungen wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Fall A: } & f_{02} = \frac{L \sigma^2}{2 \sigma_m} \quad \text{oder} \quad \sigma_m = \frac{L \sigma^2}{2 f_{02}} \\ \text{Fall B: } & f_{02} = L \left(\sigma - \frac{\sigma_m}{2} \right) \quad \text{oder} \quad \sigma_m = 2 \sigma - \frac{2 f_{02}}{L} \\ \text{Fall C: } & \begin{cases} f_{02} = \frac{L \sigma^2}{2 \sigma_m} \\ f_{01} = L \frac{(\sigma - \sigma_a)^2}{2 \sigma_m} \end{cases} \quad \text{oder} \quad \begin{cases} \sigma_m = \frac{L \sigma^2}{2 f_{02}} \\ \sigma - \sigma_a = \sigma \sqrt{\frac{f_{01}}{f_{02}}} \quad \text{oder} \\ \sigma_a = \sigma \left(1 - \sqrt{\frac{f_{01}}{f_{02}}} \right) \end{cases} \\ \text{Fall D: } & \begin{cases} f_{02} = L \left(\sigma - \frac{\sigma_m}{2} \right) \\ f_{01} = L \frac{(\sigma - \sigma_a)^2}{2 \sigma_m} \end{cases} \quad \text{oder} \quad \begin{cases} \sigma_m = 2 \sigma - \frac{2 f_{02}}{L} \\ \sigma - \sigma_a = \sqrt{\frac{f_{01} \left(4 \sigma - \frac{4 f_{02}}{L} \right)}{L}} \\ \text{oder} \\ \sigma_a = \sigma - \frac{2}{L} \sqrt{f_{01} (\sigma L - f_{02})} \end{cases} \end{aligned}$$

$$\text{Fall E: } \begin{cases} f_{02} = L \left(\sigma - \frac{\sigma_m}{2} \right) \\ f_{01} = L \left(\sigma - \sigma_a - \frac{\sigma_m}{2} \right) \end{cases} \text{ oder } \begin{cases} \sigma_m = 2\sigma - \frac{2f_{02}}{L} \\ \sigma_a = \frac{f_{02} - f_{01}}{L} \end{cases}$$

setzt man:

$$\sigma = E \alpha t = 24 t, \quad \sigma_m = \frac{rL}{2F}, \quad \sigma_a = \frac{R}{F}, \quad f_{01} = E (w_0 - w_1), \quad f_{02} = E (w_0 - w_2), \text{ so ergibt sich:}$$

$$\text{II. } \begin{cases} \text{Fall A:*) } \sigma_m = \frac{rL}{2F} = \frac{L \cdot 24^2 t^2}{2(w_0 - w_2)E} & \text{oder} & r = \frac{24^2 t^2 F}{(w_0 - w_2)E} \\ \text{Fall B:*) } \sigma_m = \frac{rL}{2F} = 2 \cdot 24 t - \frac{2(w_0 - w_2)E}{L} & \text{oder} & r = \frac{4F}{L^2} (24 t L - E(w_0 - w_2)) \\ \text{Fall C: } \begin{cases} \sigma_m = \frac{rL}{2F} = \frac{L \cdot 24^2 t^2}{2E(w_0 - w_2)} & \text{oder} & r = \frac{24 t^2 F}{(w_0 - w_2)E} \\ \sigma_a = \frac{R}{F} & \text{oder} & R = 24 Ft \left(1 - \sqrt{\frac{w_0 - w_1}{w_0 - w_2}} \right) \end{cases} \\ \text{Fall D: } \begin{cases} \sigma_m = \frac{rL}{2F} = 2 \cdot 24 t - \frac{2(w_0 - w_2)E}{L} & \text{oder} & r = \frac{4F}{L^2} \{ 24 t L - E(w_0 - w_2) \} \\ \sigma_a = \frac{R}{F} & \text{oder} & R = 24 Ft - \frac{2F}{L} \sqrt{E(w_0 - w_1) \{ 24 t L - E(w_0 - w_2) \}} \end{cases} \\ \text{Fall E: } \begin{cases} \sigma_m = \frac{rL}{2F} = 2 \cdot 24 t - \frac{2E(w_0 - w_2)}{L} & \text{oder} & r = \frac{4F}{L^2} \{ 24 t L - E(w_0 - w_2) \} \\ \sigma_a = \frac{R}{F} & \text{oder} & R = \frac{EF}{L} (w_1 - w_2) \end{cases} \end{cases}$$

Es ist nun noch nötig, die Erkennungsmerkmale festzustellen, aus denen von vornherein zu ersehen ist, welcher von den fünf Spannungsfällen A bis E vorliegt, so daß man in der Lage ist, die für diesen Fall zutreffende von den obigen Formeln zur Berechnung der Reibungsgrößen zu benutzen. Nachdem die fünf Spannungsfälle durch die Beziehungen I

bestimmt sind, hat man in den Ungleichungen I zu setzen: $\sigma = 24 t, \sigma_a = \frac{R}{F}, \sigma_m = \frac{rL}{2F}$ und durch die den betreffenden Spannungsfall nach den Gleichungen II entsprechenden Werte zu ersetzen. Dann ergibt sich:

$$\text{III. } \begin{cases} \text{Fall A: } \begin{cases} \sigma < \sigma_a \\ < \sigma_m \end{cases} & \text{oder} & 24 t < \begin{cases} \frac{R}{F} \\ \frac{rL}{2F} \end{cases} & \text{oder} & \begin{cases} w_0 - w_1 = 0 \\ w_0 - w_2 < \frac{12 Lt}{E} \end{cases} \\ \text{Fall B: } \begin{cases} \sigma < \sigma_a \\ > \sigma_m \end{cases} & \text{oder} & 24 t > \begin{cases} \frac{R}{F} \\ \frac{rL}{2F} \end{cases} & \text{oder} & \begin{cases} w_0 - w_1 = 0 \\ w_0 - w_2 > \frac{12 Lt}{E} \end{cases} \\ \text{Fall C: } \begin{cases} \sigma > \sigma_a \\ < \sigma_m \end{cases} & \text{oder} & 24 t > \begin{cases} \frac{R}{F} \\ \frac{rL}{2F} \end{cases} & \text{oder} & \begin{cases} w_0 - w_1 > 0 \\ w_0 - w_2 < \frac{12 Lt}{E} \end{cases} \\ \text{Fall D: } \begin{cases} \sigma > \sigma_a \\ > \sigma_m \\ < \sigma_a + \sigma_m \end{cases} & \text{oder} & 24 t > \begin{cases} \frac{R}{F} \\ \frac{rL}{2F} \\ \frac{R}{F} + \frac{rL}{2F} \end{cases} & \text{oder} & \begin{cases} w_0 - w_1 > 0 \\ w_0 - w_2 > \frac{12 Lt}{E} \\ \frac{w_0 - w_1}{2} + \frac{w_0 - w_2}{2} < \frac{12 Lt}{E} \end{cases} \\ \text{Fall E: } \sigma > \sigma_a + \sigma_m & \text{oder} & 24 t > \frac{R}{F} + \frac{rL}{2F} & \text{oder} & \frac{w_0 - w_1}{2} + \frac{w_0 - w_2}{2} > \frac{12 Lt}{E} \end{cases}$$

Die Ergebnisse der vorstehenden Berechnungen ermöglichen jedem, auch wenn er der Berechnung nicht gefolgt ist, ihre praktische Benutzung und die keineswegs schwierige Bestimmung der Größen R und r auf Grund der vorgenannten Fugenmessung. In diesem Fall ist folgendes zu beachten:

1. Die Fugenweiten w_0 sind bei spannungslosem Zustand des Gleises zu messen, also entweder unmittelbar nach der Verlegung oder nach Lösung aller Schwellen- und Laschenschrauben.

2. Gleichzeitig ist die Schienentemperatur t_0 zu messen.
3. Nach einer Temperaturänderung t , die größer ist als irgendeine, die seit der ersten Messung eingetreten ist, ist eine nochmalige Lückenmessung w_1 vorzunehmen.
4. Es sind die Laschenbolzen zu lösen und zwar auf der ganzen zu messenden Strecke tunlichst gleichzeitig; hierauf sind zum dritten Male die Lückenweiten w_2 zu messen.
5. Bei allen Messungen dürfen die Lücken weder voll geöffnet noch voll geschlossen sein.

*) In den Fällen A und B ist R nicht bestimmbar!

6. Auf Grund der Messungen ist für jede Lücke die Größe $\frac{12 L t}{E}$ zu bilden und auf Grund der Ungleichungen III festzustellen, welcher der Spannungsfälle A bis E vorliegt. Dabei sind die Größen $w_0 - w_1$, $w_0 - w_2$ stets positiv einzusetzen.
7. Für jede Stoßlücke sind nach Maßgabe des vorliegenden Spannungsfalles auf Grund der Formeln II die Größen R und r zu berechnen.

Von den gleichen Grundsätzen wie oben ausgehend,

Bestimmung der bei Temperaturänderungen in Gleisen auftretenden Reibungskräfte aus den Lückenänderungen. (Rechnungsart II.)

L = Länge der Schiene in cm. — F = Querschnitt der Schiene in cm². — w = Stoßlückenweiten in cm und zwar w₁ nach einer Temperaturänderung t aus spannungslosem Zustand der Schiene. — w₂ = Desgl. bei gelösten Laschen. — w₃ = Desgl. bei gelösten Laschen- und Schwellenschrauben. — E = Elastizitätszahl = 2 200 000.

Spannungsfall	Erkennungsmerkmal des Spannungsfalles	r = Reibung der Schiene auf der Schwelle oder in der Bettung kg/cm R = Reibungskraft der Schiene in der Lasche in kg
A	$w_1 - w_3 = \frac{24 L t}{E}$ $w_2 - w_3 > \frac{12 L t}{E}$	$r = \frac{24^2 t^2 F}{E (w_1 - w_2)}$ R ist in diesem Falle nicht bestimmbar!
B	$w_1 - w_3 = \frac{24 L t}{E}$ $w_2 - w_3 < \frac{12 L t}{E}$	$r = \frac{4 F E}{L^2} (w_2 - w_3)$ R ist in diesem Falle nicht bestimmbar!
C	$w_1 - w_3 < \frac{24 L t}{E}$ $w_2 - w_3 > \frac{12 L t}{E}$	$R = 24 F t \left(1 - \sqrt{\frac{24 L t - E (w_1 - w_3)}{24 L t - E (w_2 - w_3)}} \right)$ $r = F \cdot \frac{24^2 t^2}{24 L t - E (w_2 - w_3)}$
D	$w_1 - w_3 < \frac{24 L t}{E}$ $w_2 - w_3 < \frac{12 L t}{E}$ $\frac{(w_1 - w_3) + (w_2 - w_3)}{2} > \frac{12 L t}{E}$	$R = 24 F t - \frac{2 F}{L} \sqrt{E (w_2 - w_3) \{ 24 L t - E (w_1 - w_3) \}}$ $r = \frac{4 F E}{L^2} (w_2 - w_3)$
E	$\frac{(w_1 - w_3) + (w_2 - w_3)}{2} < \frac{12 L t}{E}$	$R = \frac{F E}{L} (w_1 - w_2)$ $r = \frac{4 E F}{L^2} (w_2 - w_3)$

Bemerkungen: Die Messungen dürfen nur vorgenommen werden wenn die Stoßlücken weder voll geschlossen, noch voll geöffnet sind. Alle Temperaturen sind an der Schiene zu messen und positiv einzusetzen. Ebenso sind alle Stoßlückenänderungen: $(w_1 - w_2)$, $(w_1 - w_3)$, $(w_2 - w_3)$ positiv anzunehmen. Die Messungen w₁ w₂ w₃ sind unmittelbar hintereinander und nur zu einem Zeitpunkt vorzunehmen, wo seit dem spannungslosen Zustand die Temperaturänderung ein Höchstmaß erreicht hat! (Rekordtemperatur.)

Über die ferngesteuerte Hemmschuhbremse.

Von Regierungs- und Baurat a. D. Kaempff, Direktor der Gesellschaft für Oberbauforschung, Berlin.

Über die ferngesteuerte Hemmschuhbremse System Deloison sind mehrere Veröffentlichungen, der zeitlichen Reihenfolge nach vom Verfasser, Wenzel, Wöhrle und Dr. Frohne*) erschienen, die sich indes sämtlich auf frühere Verhältnisse beziehen. Inzwischen ist in Frankreich die Bremse in immer größerer Zahl eingebaut worden; dabei sind Änderungen und Verbesserungen vorgenommen worden, ferner hat sich der Betrieb fortlaufend besser eingespielt, so daß die von Dr. Frohne

besonders in betrieblicher Hinsicht erhobenen Beanstandungen wohl als beseitigt angesehen werden können. Es sind also ergänzende Worte angebracht.

In den 37 Richtungsgleisen des Bahnhofs Lille—Délivrance, auf dem Einfahr- und Richtungsgleise in durchgehendem Gefälle liegen, sind nunmehr 60 Hemmschuhbremsen Deloison und zwar in drei Zonen eingebaut (Abb. 1). Die erste Zone (20 m lang) liegt 180 m unterhalb des durchschnittlichen Ablaufpunktes. Die zweite Zone (30 m lang) fängt 20 bis 35 m hinter der ersten an, die dritte (ebenfalls 30 m lang) 30 bis 35 m hinter der zweiten; diese 60 Bremsen sind zu drei Gruppen zusammengefaßt. (Gruppe A mit 21 Apparaten für Gleis 37 und 1 bis 20; Gruppe C mit 16 Apparaten für Gleis 21 bis 36; Gruppe B mit 23 Apparaten ist den beiden ersten vorgelagert

*) Kaempff, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 5, Jahrgang 83. — Wenzel, Verkehrstechnische Woche, Heft 10, Jahrgang 22. — Wöhrle, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 5, Jahrgang 83. — Dr. Frohne, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 13, Jahrgang 84.

und für sich dreimal unterteilt. Der der Gruppe A vorgelagerte Teil enthält 10 Apparate und zwar für die Gleise 37, 1 bis 3, 4 bis 6, 7 bis 8, 9 bis 10, 11, 12 bis 13, 14 bis 16, 17 bis 18, 19 bis 20, der der Gruppe C vorgelagerte enthält sechs Apparate für die Gleise 21 bis 22, 23 bis 24, 25 bis 27, 28 bis 30, 31 bis 33, 34 bis 36. Der dritte Teil wiederum vor diesen beiden und besitzt sieben Apparate für die Gleise 31 und 1 bis 10, 11, 12 bis 16, 17 bis 20, 21 bis 24, 25 bis 30, 31 bis 36). Jede Gruppe wird von einem Bremswärter bedient. Die Wagen durchlaufen also die Bremsgebiete zweier Bremsen und unterliegen somit genauerer Beobachtung und exakterer Bremsung; denn die Maßnahmen des ersten Bremsers werden von dem zweiten überprüft und in gewissem Sinne verbessert*).

Hälften geteilt, zum leichten und schnellen Öffnen zwecks unmittelbarer Verständigung. Das Dach krägt um 1,20 m über und schützt fast völlig gegen Sonnenstrahlen. Die drei Bremswärter können daher von ihrem erhöhten Standpunkt aus alle Vorgänge am Ablauf und in den Richtungsgleisen in der besten und bequemsten Weise verfolgen. Sie sehen die Wagen breit unter sich vorbeifahren und schätzen deren Geschwindigkeit viel leichter und sicherer ab, als wenn sie, zwischen den Gleisen stehend, die Wagen spitz auf sich zulaufen sehen. Rechnet man hinzu, daß sie vor allen Witterungseinflüssen — Hitze, Kälte, Regen, Schnee und Sturm — bewahrt, durch nichts behindert, in diesem Zimmer mit Glaswänden ihren Dienst versehen, während sie früher bei Wind und Wetter auf den

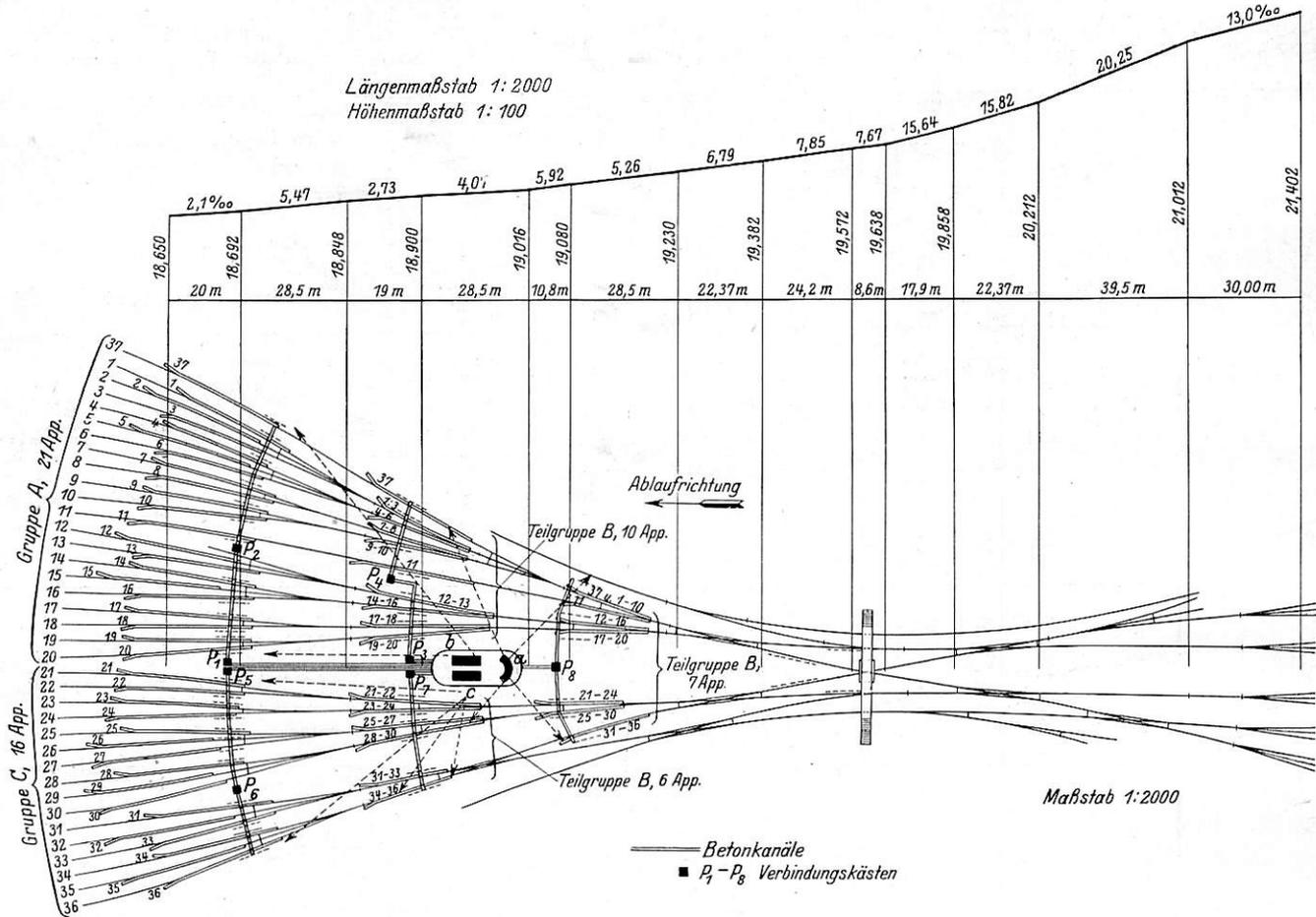


Abb. 1.

Wie häufig erst die Praxis die rechte Erkenntnis bringt, zeigte sich auch bei der Verteilung der Apparate auf die Gruppen. Es stellte sich eine zu große Inanspruchnahme der Gruppe B heraus, da die Gleise 31 und 33 und 34 bis 36 am stärksten belastet waren. Es wurden deshalb die Apparate für diese Gleise von der zweiten Zone abgetrennt und der Gruppe C zugeteilt.

Die Steuerungsapparate für die 60 Bremsen sind in einem Bedienungsraum vereint, der sich in einem Bremssturm befindet, welcher an der für die Übersicht günstigsten Stelle erbaut ist. Der Fußboden dieses Raumes ist 6,5 m, d. h. die Augenhöhe der Bremsen ~ 8 m über S. O. (Abb. 2).

Die Wände des Raumes bestehen aus großen Glasscheiben (2 x 2 m), die durch ganz schmale Eisenbetonpfeiler voneinander getrennt sind. Je eine Scheibe auf jeder Seite ist in zwei

*) Laut von der französischen Bahn vorgenommenen Messungen kommt ein zweiachsiger Wagen mit einer Einlaufgeschwindigkeit von 9 m/Sek. und ein vierachsiger mit 6,50 m/Sek. nach 34 m auf der Bremse zum Stehen.

meistens nicht sonderlich guten Gleiszwischenwegen zum Auslegen der Hemmschuhe hin- und herlaufen mußten und durch das Bedienen mehrerer Gleise infolge des hierzu erforderlichen Gleisüberschreitens recht häufig in Lebensgefahr kamen, so bedeutet die Neuordnung eine beträchtliche Dienstverbesserung. Ferner darf nicht außer Betracht gelassen werden, daß Invaliden diesen Dienst versehen, die bislang im Betriebsdienst gar nicht oder nur nebensächlich beschäftigt werden konnten. Um Tätigkeit und Verdienst zu behalten, kommen sie ihren Pflichten mit um so größerem Eifer nach. Durch diese Hemmschuhbremsen ist somit eine weitere, sehr gute Beschäftigung für Beschädigte gefunden; sie ist also in sozialer Hinsicht sehr bedeutsam, und überdies wird durch deren Verwendung Personalsparnis für die Verwaltung geschaffen. Der Fortfall sämtlicher früheren Nachteile und die unvergleichlich günstigeren Arbeitsbedingungen, die Zentralisierung und Spezialisierung (nur Geschwindigkeits-Abschätzung) haben so beträchtliche Erleichterungen gebracht, daß trotz der größeren Zahl der zu bedienenden Gleise die Arbeit von dem an Zahl

viel geringeren Personal genauer als früher ausgeführt wird und zwar in noch höherem Maße, als man es sich vorgestellt hatte. Es haben die Wärter in der Bedienung der Bremse eine derartige Fertigkeit erlangt, daß sie von den beiden Bremsstrecken-Wählvorrichtungen — die eine automatisch durch Zeigereinstellung und die andere durch Betätigung einer Drucktaste — nur die zweite, die ein höheres Feingefühl verlangt, aber grifflich einfacher ist, sogar bei Nacht gebrauchen

die Geschwindigkeit der Wagen beim Anfang der Bremsen größer ist, als man nach Schätzung glaubt (Abb. 3).

Wird in Blainville mit 1 m/Sek. bei Gegenwind von 2 bis 5 m abgedrückt, so erreicht ein 30 t-Wagen die Bremsen mit 7,1 m/Sek. Geschwindigkeit. Bei Windstille oder Rückenwind steigen diese Geschwindigkeiten noch. Nach Angabe der Ostbahn rechnet man mit Geschwindigkeiten von 8 bis 9 m/Sek. am Einlauf der Bremse und trägt keine Bedenken, die Hemm-

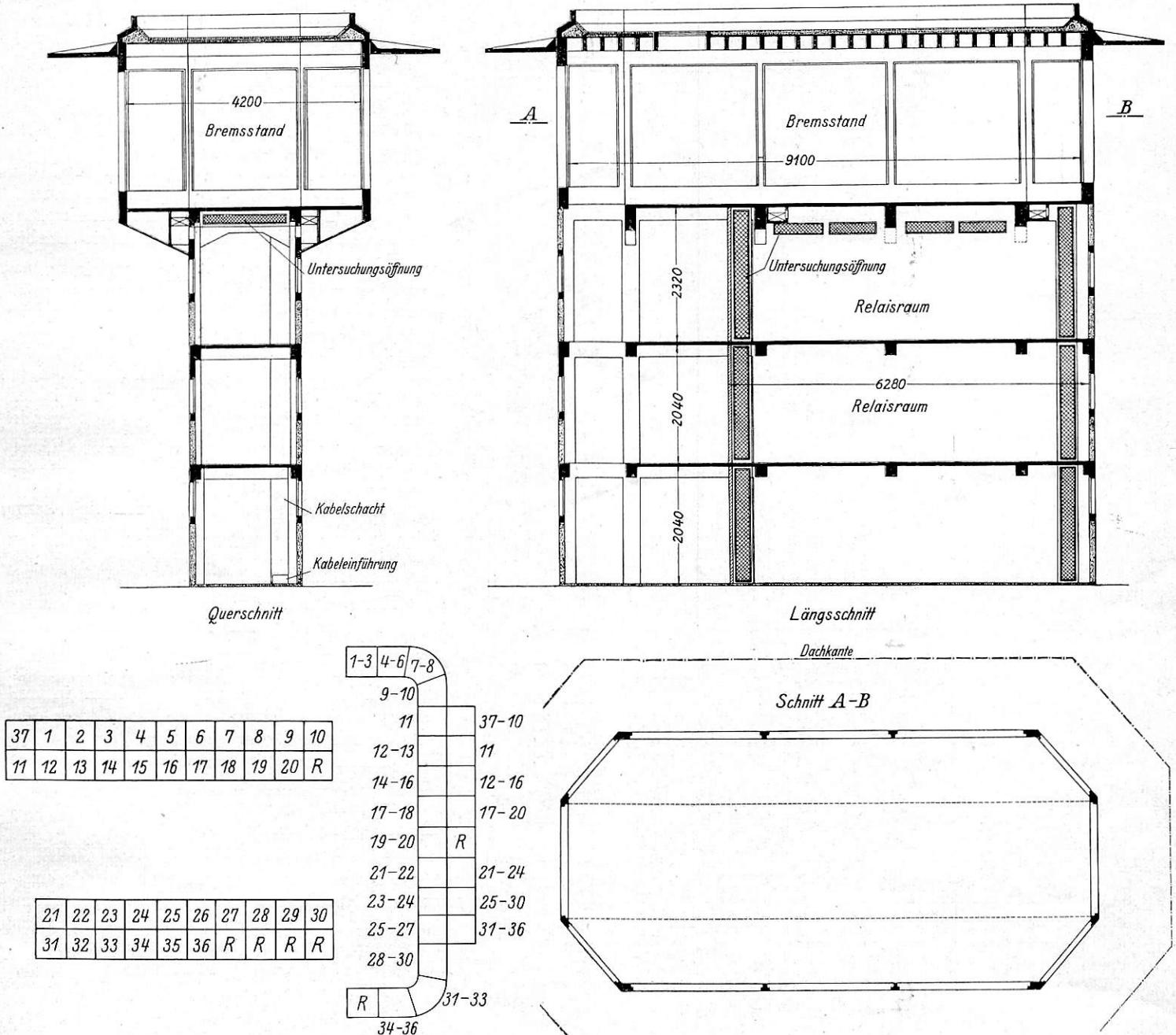


Abb. 2. Bremsturm.

und den beabsichtigten Hemmschuhweg mit minutiöser Genauigkeit einhalten. Wieder ein Beweis, bis zu welcher Vollkommenheit die tägliche Übung führen kann!

Außer dem Liller Bahnhof mit im durchgehenden Gefälle liegenden Einfahr- und Richtungsgleisen ist auch ein Bahnhof mit Eselsrücken mit diesen Hemmschuhbremsen ausgerüstet, nämlich Blainville. Hier liegen vier Bremsen von je 34 m Länge am Fuß des Ablaufberges, 132 m unterhalb des Brechpunktes.

Aus den Zeitwegelinien dieses Bahnhofs ergibt sich, daß

schuhbremse bei diesen hohen Geschwindigkeiten zu verwenden. Der bisweilen geäußerte Einwand, daß die Hemmschuhbremse sich nur für geringe Geschwindigkeiten eignet, kann somit nicht aufrecht erhalten werden.

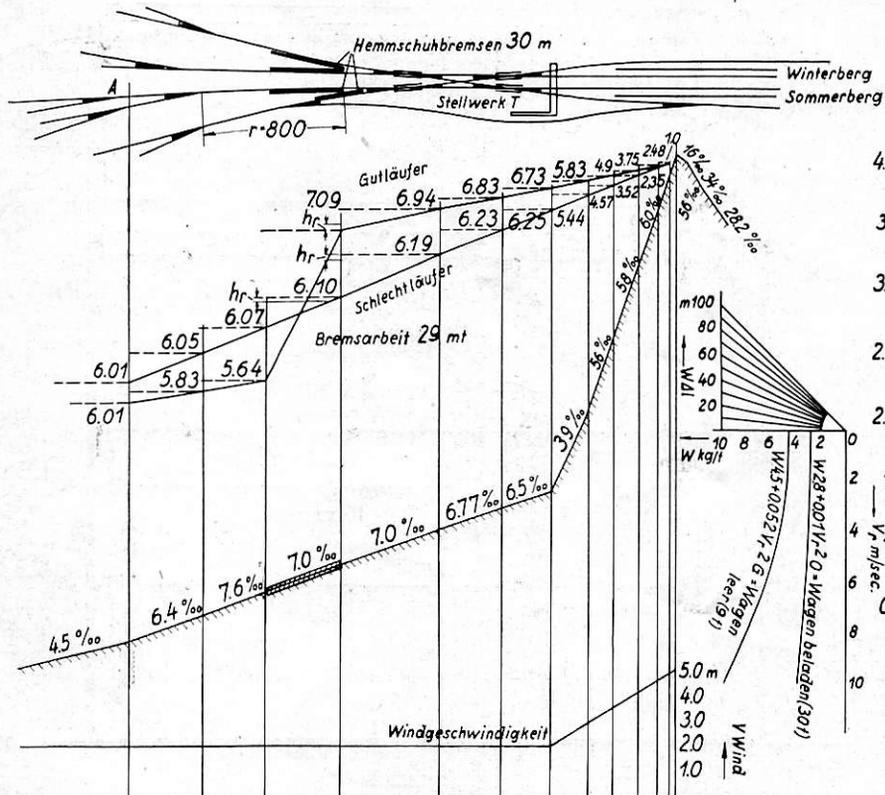
Auch ist auf beiden Bahnhöfen die Zahl der täglich ablaufenden Wagen nicht gering; in Lille täglich 3000 bis 4000 Wagen (maximal 4200 im September 1928), in Blainville 2500 bis 3000 (maximal 3300) Wagen, bei durchschnittlichen Gruppen von 1,3 bis 1,5 Wagen. Da für die Hauptzeiten mit einem Ablauf von fünf bis sechs Wagen/Min. (Lille) bzw.

sieben bis acht Wagen/Min. (Blainville) gerechnet wird, so sind hierin ebenfalls keine abweichenden Verhältnisse zu deutschen Bahnhöfen. Nach französischen Angaben könnten beide Bahnhöfe mehr leisten, indes ist der Anfall von Wagen nie größer gewesen. Der Genauigkeit halber sei bemerkt, daß in Blainville das erreichte Maximum 11,3 Wagen betrug.

Bei der Handbedienung wird als Vorteil die Möglichkeit angeführt, zwei Wagen, die sich beinahe eingeholt haben, durch Hemmschuhaufliegung trennen zu können. Hierbei ist

Umfang angenommen haben, ist der Reichsverband der deutschen Industrie in diesem Jahre bei der Hauptverwaltung zwecks Behebung der Mängel vorstellig geworden.

Daß eine nachträgliche Verkürzung oder gänzliche Aufhebung der festgelegten Bremswege bei der Deloisonschen Hemmschuhbremse nicht möglich war, muß als Grundfehler, zum wenigsten als ein ziemlich großer Schönheitsfehler angesehen werden. Bei der glänzenden Beobachtungsmöglichkeit und der weitgehenden Spezialisierung der Bremswärter mag die Notwendigkeit einer Änderung vielleicht seltener nötig sein, als beim handbedienten Hemmschuh mit dem Stand zwischen den Gleisen. Erforderlich ist sie indes auf jeden Fall, wie sie auch Dr. Frohne verlangt. Der Fortschritt hat diese Forderung auch gemeistert, und mit dieser Änderung sind gleichzeitig weitere Verbesserungen eingetreten. Bei der neuen Bauart ist das Verschubwägelchen fortgefallen. Der Hemmschuh ist unmittelbar an das Seil gekuppelt und kann somit beliebig in seiner Lage durch Vor- und Rücklauf des Seilwindenmotors bewegt werden. Die Loskuppelung des Hemmschuhs vom Seil erfolgt durch den auffahrenden Wagen selbst. Aus diesem Grunde konnten oder müßten die isolierten Strecken fortfallen, und hierin liegt eine große Verbesserung. Während bei der bisherigen Ausführung der schnellfolgende Wagen beim Eintritt in die isolierte Strecke das vorfahrende Verschubwägelchen halten und damit den Hemmschuh nicht in die gewünschte Auslegung kommen ließ, kann jetzt der Hemmschuh auf der Bremsstrecke beliebig weit, sogar bis unter das Rad des anrollenden Wagens fahren.



	30	25	30	40	25	20	15	10	10	7.5	5	Δl
	6.01	6.05	6.07	6.10	6.19	6.23	6.25	5.44	4.57	3.52	2.35	V ₁ , V ₂
	12.06	12.12	12.17	12.29	12.42	12.48	11.69	10.01	8.09	5.54	2.71	V ₁ +V ₂
	4.97	4.12	3.123	2.41	2.882	4.71	5.69	2.630	2.19	2.411	5.69	Δt
	40.32	2.07	3.825	5.06	11.84	11.47	12.56	11.84	11.84	11.84	11.84	V ₁ +V ₂
	11.84	11.47	12.73	14.03	13.77	13.56	12.56	10.73	8.65	4.9	5.83	V ₁ , V ₂
	6.01	5.83	5.64	7.09	6.94	6.83	6.73	5.83	4.9	3.75	2.48	V ₁ , V ₂

Blainville, Sommerberg Ablauf.

Abb. 3.

zu berücksichtigen, daß nur in wenigen Fällen zwei Wagen unmittelbar hintereinander in dasselbe Gleis laufen, daher im allgemeinen ein größerer Abstand zwischen zwei Wagen besteht. Nur wenn ein Guttläufer einem Schlechtläufer folgt, kann das Einholen eintreten. Ob dann indes stets ein Hemmschuhleger gerade zur Stelle ist, und ob er wegen der hierbei möglichen großen Lebensgefahr den Hemmschuh noch unter den Wagen legt, darf zweifelhaft sein; denn woher kommen sonst die hinlänglich bekannten „leichten Rangierstöße“ mit ihrem lauten Krachen, nebst Wagenbeschädigungen und Ladungsverschiebungen? Da diese Transportschäden einen großen

ohne Belang, wenn er heißer würde als der Handbediente. Das ist indes nur unbedeutend der Fall, denn da die Eisenmasse viel größer ist, so wird die Erwärmung nicht so konzentriert, ferner bleibt der Hemmschuh auch in Ruhestellung stets in Berührung mit den Schienen, so daß also die Wärmeableitung sehr viel günstiger ist. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß eine solche Bremse nicht an Stelle einer Starkbremse liegen und sämtliche Wagen bremsen soll. In Lille liegen sieben, in Blainville vier Hemmschuhe eines Stammes auf gleicher Höhe. Jeder einzelne wird daher nur in größeren Unterbrechungen benutzt.

Tatsache ist, daß der Deloison-Hemmschuh bei scharfem Betrieb auch in den stärkst befahrenen Weichen seinen Dienst für wenigstens 3×24 Stunden hintereinander tut. Grund hierfür kann die richtige Führung, gute Wärmeableitung und der Chromstahl der Sohle sein, dessen Zusammensetzung ganz besonderer Art sein soll.

Das nicht seltene Abspringen des von Hand aufgelegten Hemmschuhs findet seine Erklärung z. T. in einem schlechten Auflegen, einem schadhafte Hemmschuh oder einem ausgefahrenen Rade. Der mechanisierte Hemmschuh ist zwangsläufig geführt, er kann nicht abspringen. Warum der gewöhnliche Hemmschuh vom Wagenrade gelegentlich überklettert wird, ist ziemlich ungeklärt, das dürfte aber z. Z. gleichfalls auf obigen Fehlern beruhen. Bei dem mechanisierten Hemmschuh soll es weder in Lille noch in Blainville vorgekommen sein; es mag an der einwandfreien, zwangmäßigen Führung des Hemmschuhs liegen.

Durch eine kleine automatische Vorrichtung an der Abweiche, bestehend aus einem vom Hemmschuh selbst gesteuerten Hebel mit Schmierkissen, kann man eine so regelmäßige Schmierung des Hemmschuhs schaffen, wie sie bei Handbedienung wohl kaum zu erreichen ist. Auch das stete Reinigen der Bremsschiene gelingt unschwer durch Anbringung eines Schwabblers am Kopf des Hemmschuhs. Es ist vorteilhaft, diesen Schwabbel im Winter mit Petroleum zu tränken, denn die Verwendung von Petroleum soll sich in Frankreich als recht praktisch herausgestellt und das Erwärmen der Hemmschuhe überflüssig gemacht haben.

Es darf somit gesagt werden, daß die neue Bauart eine restlos gelungene Mechanisierung darstellt.

Im Jahre 1924 ist mit dem Einbau der Bremsen in Délivrance angefangen worden, jährlich stieg die Zahl der Bremsen. Im Jahre 1928 erfolgte der Betrieb mit 60 Bremsen. Die Wagenbeschädigungskosten im Jahre 1923 betragen auf einen Wagen 0,144 frs., solange die Hemmschuhleger ebenso wie in Deutschland drei bis vier Gleise zu bedienen hatten.

Für die folgenden Jahre fielen diese Zahlen ständig:

1924	0,087 frs.
1925	0,057 frs.
1926	0,036 frs.
1927	0,011 frs.
1928*)	0,008 frs.

Eine einwandfreie Wirtschaftlichkeitsberechnung aufzustellen, dürfte auf große Schwierigkeiten stoßen, weil zu viel Imponderabilien mitsprechen, wie schnellerer Wagenumlauf infolge nur noch geringer Rangierschäden. Ferner stellen sich die Einheitspreise bei der Ausrüstung eines Bahnhofs mit 60 oder gar 150 Bremsen bedeutend niedriger als bei Einzelanfertigung von drei bis vier Stück. Beachtenswert bleibt ferner die Tatsache, daß die französische Nordbahn mit den bisherigen Resultaten so zufrieden war, daß sie den im Bau befindlichen großen Rangierbahnhof Le Bourget gleichfalls mit rund 60 Bremsen ausrüsten will, und zwar sollte es anfänglich die alte Bauart sein. Nach Bekanntwerden und Erprobung der neuen Bauart wird dem Vernehmen nach diese verwandt werden.

Dr. Frohne sagte in seinem Aufsatz, daß die Bremskraft der mechanisierten Bremse wegen der größeren Gleitfläche sicher etwas größer ist als die der handbedienten. In obigem ist klargestellt, wie durch Änderungen in der Bauart der Bremse nunmehr sämtliche von Hand auszuführende Tätigkeiten mechanisiert sind, und wie durch günstigere Arbeitsverhältnisse und Spezialisierung der Bedienungsmannschaft die geistigen Tätigkeiten sich einfacher und einwandfreier erledigen lassen. Man kann somit sagen, daß die Überlegenheit der mechanisierten Hemmschuhbremse über den handbedienten Hemmschuh erwiesen ist.

*) Der Klarstellung wegen sei bemerkt, daß die Resultate auf der alten Bauart beruhen; die neue ist erst versuchsweise eingebaut. Ferner wird erwähnt, daß außer der Hemmschuhbremse auch andere Maßnahmen wie Rangierprämien eingeführt wurden, so daß die Herabminderung nicht allein zugunsten der Bremse zu buchen ist.

Die Beseitigung kurzer Geraden zwischen gleichwendigen Bogen.

Von Reichsbahn-Amtmann Höfer, Altona.

Die Oberbauvorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft empfehlen zur Verbesserung der Linienführung in schwierigen Fällen das Bogenausgleichsverfahren nach Nalenz-Höfer (Anlage 7, Seite 46 oben).

Der Aufsatz von Reichsbahnrat Leisner in Heft 16, S. 273, des Jahrgangs 1929 veranlaßt mich, die Lösung der in der Überschrift bezeichneten Aufgabe nach diesem Verfahren hier vorzuführen.

Man gestatte die Vorbemerkung, daß die Bezeichnung „Bogenausgleichsverfahren“ nicht ganz zutreffend ist. Nalenz hat allerdings das Verfahren erdacht zur Ausgleichung der zufälligen Krümmungsfehler eines verfahrenen Gleisbogens nach der Methode der kleinsten Quadrate durch zeichnerische Darstellung. Er starb, ohne die Fruchtbarkeit seines Gedankens voll erkannt zu haben. Die Weiterentwicklung zu einem Verfahren zur Absteckung von Gleisbogen aus Evolventenunterschieden, d. h. zur Lösung von Aufgaben, die weit über das Nalenzsche Ziel hinausgreifen, darf ich als meine Leistung in Anspruch nehmen und schlage vor, es nunmehr kurz „Evolventenverfahren“ zu nennen.

1. Ersatzbogen ohne Übergangsbogen.

Dem Gedankengange des anregenden Aufsatzes Leisners folgend werde zuerst gezeigt, wie sich die Lösung der Aufgabe ohne Berücksichtigung von Übergangsbogen gestaltet. Des Vergleichs wegen seien die Bedingungen die gleichen, die Reichsbahnrat Leisner annimmt, also eine Zwischengerade

von 120 m Länge zwischen zwei Bogen von 1700 und 700 m Halbmesser und eine Höchstverschiebung von 1,70 m.

Nach dem Evolventenverfahren stellen sich die Krümmungslinien (K-linien) der als fehlerfrei vorausgesetzten Bogen auf dem Millimeterpapier als schräge gerade Linien dar, die Zwischengerade aber als waagrechte Linie.

Die Abb. 1 ist auf $\frac{1}{4}$ der Urzeichnung verkleinert; das Quadratnetz stellt die Fünfecknetzmaschen des Millimeterpapiers dar. Die waagrechte Linie AB soll durch eine schräge Linie DE, die K-linie des gesuchten Vermittlungsbogens, ersetzt werden und zwar derart, daß die Dreiecke ACD und CBE inhaltsgleich werden. Der Inhalt liefert durch Auflösung in einen Flächenstreifen, d. h. bei Entwicklung der Summenlinie (S-linie) die Evolventenunterschiede, d. h. die Verschiebungsmaße. Er muß also gleich 1,7 (Höchstverschiebung) mal der Breite jenes Flächenstreifens sein, die nur von der Wahl des Maßstabes abhängt.

Bei praktischen Arbeiten ist es bequem und daher üblich, den Schienenstrang in 5 m-Abschnitte einzuteilen, die zur Herstellung der K-linie erforderlichen Pfeilhöhen an 20 m langen Bogenabschnitten zu messen, das Bild im Längenmaßstab 1:1000 aufzutragen und demgemäß den Flächenstreifen 5 mm breit zu wählen; man erhält dann die S-linie in dem verdoppelten Höhenmaßstab der K-linie.

Wählt man als Höhenmaßstab für diese Linie 1:10, so stellt die K-linie für den Bogen von $r_1 = 1700$ m Halbmesser sich der als eine Steigung, die für 10 cm Höhe 17 cm Schatten-

länge beansprucht; Die K-Linie für den Bogen von $r_2=700$ m Halbmesser steigt auf 7 cm Länge um 10 cm. Die Zwischengerade von 120 m Länge erscheint als 12 cm lange Waagrechte.

Die größte Verschiebung v muß in diesem Beispiel in der S-Linie als Höhe von 34 cm erscheinen, nämlich $\frac{1,7}{10} : \frac{1}{2}$ wegen des Höhenmaßstabs der K-Linie 1:10 und der Breite des Flächenstreifens von $\frac{1}{2}$ cm (34 cm im Maßstab 1:5 sind 1,70 m der Wirklichkeit).

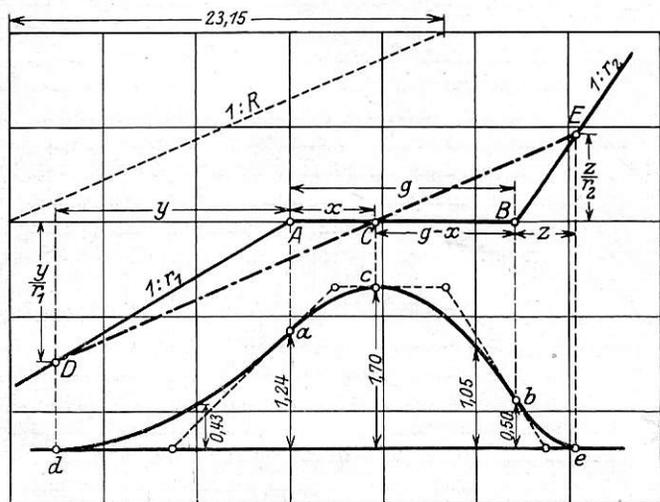


Abb. 1.

Bezeichnet: g die Länge der Geraden,
 x den Abschnitt AC,
 y die Schattenlänge von AD,
 z die Schattenlänge von BE und
 v die zulässige Verschiebung,

so sind die Abstände der Punkte D und E von der Waagrechten AB gleich $\frac{y}{r_1}$ und $\frac{z}{r_2}$.

Die Bestimmungsgleichungen lauten:

$$x \cdot \frac{y}{r_1} = (g-x) \cdot \frac{z}{r_2} = 2v \quad \dots \quad 1)$$

$$\frac{y}{r_1} : \frac{z}{r_2} = (x+y) : (g-x+z) \quad \dots \quad 2)$$

Gl. 2) sagt aus, daß DCE eine gerade Linie ist.

Aus Gl. 1) folgt:

$$y = \frac{2v \cdot r_1}{x} \quad \dots \quad 3)$$

und

$$z = \frac{2v \cdot r_2}{g-x} \quad \dots \quad 4)$$

Setzt man die Werte in Gl. 2), so entsteht:

$$\frac{2v}{x} : \frac{2v}{g-x} = \left(x + \frac{2v \cdot r_1}{x}\right) : \left(g-x + \frac{2v \cdot r_2}{g-x}\right) \quad \dots \quad 5)$$

und nach Hebung des linksstehenden Verhältnisses durch $2v$ die Produktgleichung:

$$\frac{1}{g-x} \cdot \left(x + \frac{2v \cdot r_1}{x}\right) = \frac{1}{x} \cdot \left(g-x + \frac{2v \cdot r_2}{g-x}\right) \quad \dots \quad 6)$$

Multipliziert man die Gleichung mit $x \cdot (g-x)$, so erhält man:

$$x^2 + 2v \cdot r_1 = g^2 - 2gx + x^2 + 2v \cdot r_2 \quad \dots \quad 7)$$

Daraus folgt:

$$2g \cdot x = g^2 - 2v(r_1 - r_2) \quad \dots \quad 8)$$

und

$$x = \frac{g}{2} - \frac{v}{g} (r_1 - r_2) \quad \dots \quad 9)$$

Die Gl. 9) stimmt mit der Gleichung für LD in dem Aufsatz von Leisner auf S. 274 rechts oben überein, wenn man die Gerade mit z und die Verschiebung mit f bezeichnet.

Man hat also zu rechnen nach Gl. 9):

$$x = 60 - \frac{1,7}{120} (1700 - 700) = 60 - 14,1667 = 45,8333$$

(= 4,58 cm der Zeichnung).

Sodann ist nach Gl. 3) und 4):

$$y = \frac{3,4 \cdot 1700}{45,8333} = 126,11 \text{ (= 12,61 cm der Zeichnung)}$$

$$z = \frac{3,4 \cdot 700}{120 - 45,8333} = 32,09 \text{ (= 3,21 cm der Zeichnung).}$$

Hiernach lassen sich die Punkte C, D und E ohne weiteres in die Zeichnung eintragen; die Geradheit der Linie DCE verbürgt die Richtigkeit der Rechnung.

Man schiebt die Steigung DE gleichlaufend durch einen Knoten der Netzteilung ab und erkennt aus der Schattenlänge von 23,15 cm bei 10 cm Höhe (oben links in Abb. 1), daß der Halbmesser des Ersatzbogens rund 2315 m beträgt.

Man kann den Halbmesser schärfer bestimmen, indem man $R = \frac{y+g+z}{\frac{y}{r_1} + \frac{z}{r_2}}$ ausrechnet. Dies ergibt 2317,85 m gegenüber

dem genauen Wert 2318,70 m aus der geometrischen Rechnung. Die Abweichung erklärt sich aus der Längenänderung der umzuförmenden Gleisstrecke durch die einseitige Verschiebung. Auch diese läßt sich im Evolventenverfahren berücksichtigen; aber auf große Genauigkeit des Halbmessers kommt es praktisch um so weniger an, als man ihn für die Absteckung gar nicht zu kennen braucht.

Die S-Linie muß nämlich den im unteren Teil der Abb. 1 dargestellten Parabelzug liefern, der sich ohne jede Rechnung zeichnen läßt. Der höchste Punkt c müßte bei Entwicklung der S-Linie durch Abgreifen der Flächen in der K-Linie in 5 mm breiten Streifen 34 cm Abstand von der Grundlinie $d-e$ haben. Man wird die Parabeln aber in diesem Falle nicht durch Abgreifen aus der K-Linie sondern durch das bekannte Tangentenverfahren darstellen, folglich kann man den Maßstab beliebig ändern. Um nicht zu steile Formen zu erhalten, ist hier der Höhenmaßstab 1:20 gewählt, also 1,7 m = 8,5 cm der Zeichnung. Die Endpunkte D und E werden nach d und e auf die beliebig gewählte Grundlinie, C nach c auf die 8,5 cm höhere Waagrechte herabgelotet. Die Brechpunkte des Tangentenzuges liegen erstens auf den Waagrechten durch $d-e$ und c , zweitens in den Mitten der Schattenlängen von DA, AC, CB und BE. Damit ist das Tangentengerippe festgelegt. Lotet man noch A und B nach a und b auf diese Tangenten herunter und zeichnet nun den Parabelzug, so kann man die Verschiebungsmaße an jeder beliebigen Stelle als Höhen im Maßstab 1:20 der Zeichnung entnehmen. Einige Proben sind in Abb. 1 beige beschrieben.

Will man einen Bogen von bestimmtem Halbmesser R einlegen, so verlängere man nach Abb. 2 die K-Linie des flachen Bogens FA bis zum Schnitt C mit der K-Linie des scharfen Bogens BC und ziehe durch B eine Linie von der gewünschten Steigung 1:R bis zum Schnitt F mit der K-Linie des flachen Bogens. Fallen die Schnitte C und F so ungünstig, daß das Papier etwa nicht ausreicht, so verschiebt man AC und BF gleichlaufend durch den Mittelpunkt von AB und verdoppelt die Höhen der Schnittpunkte. Schlimmsten Falls wird eine ganz kleine Rechnung zur Kenntnis der Abstände der Punkte C und F von der Waagrechten AB führen. Damit erhält man die Inhalte der Dreiecke. Da die verschränkte Fläche ADEB gleich Null werden muß, muß $CDE = CAB$ werden. Da aber $DE \neq FB$ werden soll, muß $CDE \sim CFB$ werden. Demnach muß sich verhalten:

$$x^2 : a^2 = ABC : FBC \quad \dots \quad 10)$$

bis 140,9 mit rund 800 m Halbmesser und 35 mm Überhöhung würde nach § 8² Obv. schon ein Übergangsbogen von 21 m Länge genügen; auch hier ist ein 60 m langer sehr gut unterzubringen. Das Zwischenstück wird etwa 1425 m Halbmesser erhalten. Bei G kann auf eine Parabel verzichtet werden, weil $\frac{R \cdot r}{R - r} = 1840$ m wird und ein solcher Bogen für 60 km Stunden-R — r geschwindigkeit nicht mehr überhört wird. Beiläufig sei bemerkt, daß man zur Bestimmung der Längen von derartigen Übergangsbogen besser von den Überhöhungen als von den Halbmessern ausgeht. Der Bogen von 1425 m bekommt in diesem Falle noch 20 mm Überhöhung, also 15 mm weniger als der 800 m-Bogen. Es ist eine Rampe von 9 m Länge anzulegen, demnach eine Parabel von 10 m Länge erwünscht. Aber da $f = \frac{10^2}{24 \cdot 1840} = 2$ mm wird, kann darauf verzichtet werden.

b) Verschmelzung der Zwischengeraden mit den anschließenden Bogen.

Abb. 5 zeigt dieselbe K-Linie wie Abb. 4. Angenommen, die Strecke solle mit 85 km Stundengeschwindigkeit befahren werden, so muß der schärfste Bogen mindestens 500 m Halbmesser und 115 mm Überhöhung haben, und der Übergangsbogen soll, wenn möglich, 120 m lang werden. Eine schräge Entwurfslinie für $r=500$ war zunächst in das Bild eingetragen nebst einer aus der Hand gezeichneten Parabel. Der Überschlag der Flächen mit dem Zirkel von A bis E ergab, daß bei E eine Verschiebung von rund 70 cm nach links nötig werden würde, in der Mitte der Strecke AE aber eine Verschiebung von rund 50 cm nach der rechten Seite. Sind diese Verschiebungen nicht möglich, sei es wegen der Nähe von Kunstbauten oder wegen hoher Kosten für Grunderwerb und Erdarbeiten, so würde man zu versuchen haben, die Entwurfs-eintragung nach links zu verschieben; damit hätte man die

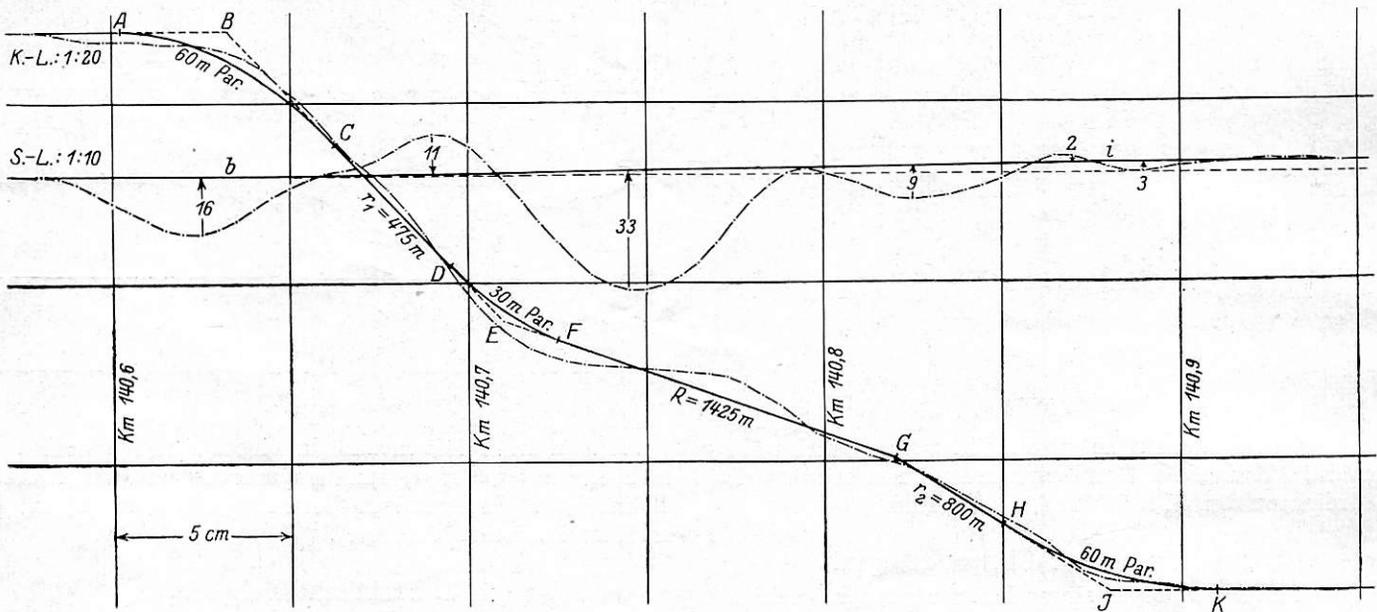


Abb. 4.

Dagegen bei E ist eine Parabel nötig; die Überhöhung wechselt von 65 mm auf 20 mm; die Rampe müßte $0,045 \cdot 600 = 27$ m lang werden. Man wird die Parabel 30 m lang machen (DEF).

Bevor man die S-Linie zeichnet, überschlage man mit dem Zirkel die in 5 mm breite Streifen zerlegt gedachten Flächen; es genügt auch schon Abgreifen in vollen cm-Streifen, nur muß man dann das Ergebnis verdoppeln. Hat man in dieser Weise die verschränkte Fläche zwischen K-Linie und Entwurf vom Anfang bei km 140,58 bis zum Schnitt bei 140,725 zu rund 35 cm ermittelt, dann wird man den Entwurf gut heißen, wenn diese Höchstverschiebung zugänglich ist und nicht etwa noch erheblich größer sein dürfte. Anderenfalls ist leicht ein günstiger Entwurf gemacht, indem man das Mittelstück steiler oder flacher zeichnet.

Die S-Linie zeigt einen kleinen Schlußfehler; sie endet nicht auf der gewählten Auftraglinie. Man verteilt die 3 cm auf die rund 300 m Gesamtlänge durch einen geraden Strich von b nach i, die auf den Lotlinien von B und J auf den Waagrechten durch die Endpunkte der S-Linie liegen. Bei größerer Abweichung wäre ein Parabelzug zu zeichnen. Die (stellenweise beige-schriebenen) Abstände der S-Linie von der Geraden b—i, bzw. dem etwa eingezeichneten Parabelzug, sind die Verschiebungsmaße im Maßstab 1:10.

Verschiebung bei E vermindert, dafür die in der Mitte von AE, wo vielleicht reichlich Raum ist, vergrößert. Man hätte ferner vielleicht versucht, die Parabel zu verkürzen, was schon recht unwillkommen ist. Wenn diese Mittel nicht helfen, ist ein Bogen von 500 m nicht möglich, und die Fahrgeschwindigkeit muß ermäßigt werden. Man erkennt jedenfalls in wenigen Minuten, was sich überhaupt machen läßt, während das geometrische Verfahren, abgesehen von der umständlichen Voraufnahme erst nach völliger Durchrechnung der ganzen Änderung und oft erst nach ihrer örtlichen Absteckung zu der Erkenntnis führt, daß die Mühe umsonst war.

Sind die Verschiebungen bis hierher möglich, dann führt das Guthaben an positiver Fläche von selbst dazu, mit einem zweiten geraden schrägen Strich bis zum Bogenende durchzugehen. Dadurch wird an Stelle der zwei Bogen mit einer Zwischengeraden ein Korbbogen aus nur zwei Teilen gesetzt, und die Zwischengerade verschmilzt mit den inneren Bogenenden. Die Abwägung der Flächen führte zu einer kleinen Änderung des ersten Bleistiftentwurfs, nämlich zu der in der Abb. 5 dargestellten Steigung für einen 520 m-Bogen. Der Tangenzug ergab die Brechpunkte B, D und G. Zeichnet man in den Winkel bei B eine 12 cm lange Parabel AC, so bleiben für die Schattenlänge von CD nur 2,5 cm übrig; die Zwischenparabel zum Übergang aus dem 520 m-Bogen in den

1120 m-Bogen kann nur 50 m lang werden, während der Überhöhungsunterschied von $115 - 55 = 60$ mm eigentlich 60 m Rampenlänge erfordert. Da man aber nach § 7⁴ Obv. die Rampe des 520 m-Bogens kürzen wird, werden 50 m Parabelänge genügen. Hier liegt der gar nicht seltene Fall vor, daß ein Kreisbogen ganz in Parabeln aufgelöst wird; der Halbmesser von 520 m wird nur in einem Punkte erreicht. Es ist das eine ideale Linienführung für eine Einschienbahn (Schwebebahn), die keiner Überhöhung bedarf. Für die Zweischienenbahn ergeben sich einige Schwierigkeiten, derer in den Oberbauschriften nicht gedacht ist.

Die Steigung für den 1120 m-Bogen wurde nur bis etwa nach F ausgezogen und dann vor der Weiterarbeit an der K-Linie die S-Linie von a bis f aufgetragen und bis h' unter

Zum Schluß sei noch die Überhöhungsfrage berührt — als Anregung. Abb. 6 stellt in verzerrem Maßstab die Rampenentwicklung für das Stück von A bis E der Abb. 5 dar. Die voll ausgezogene Randlinie stellt die ursprünglichen Rampen dar, deren Dachform bei C nicht beibehalten werden kann. Wollte man in sinngemäßer Anwendung des § 7⁴ Obv. die Strecke AE in drei gleiche Teile zerlegen, so müßte die erste Rampe schon bei $170:3 = 57$ m abgebrochen werden —, — und da sie hier — zufällig — gerade 55 mm Höhe erreicht hat, würde die ganze Reststrecke bis E und weiter nur diese Überhöhung erhalten, obwohl bei C eigentlich 115 mm erforderlich wären.

Der äußerste Fall, an den bei Abfassung der Obv. gedacht worden sein kann, ist der, daß der Kreisbogenabschnitt a in

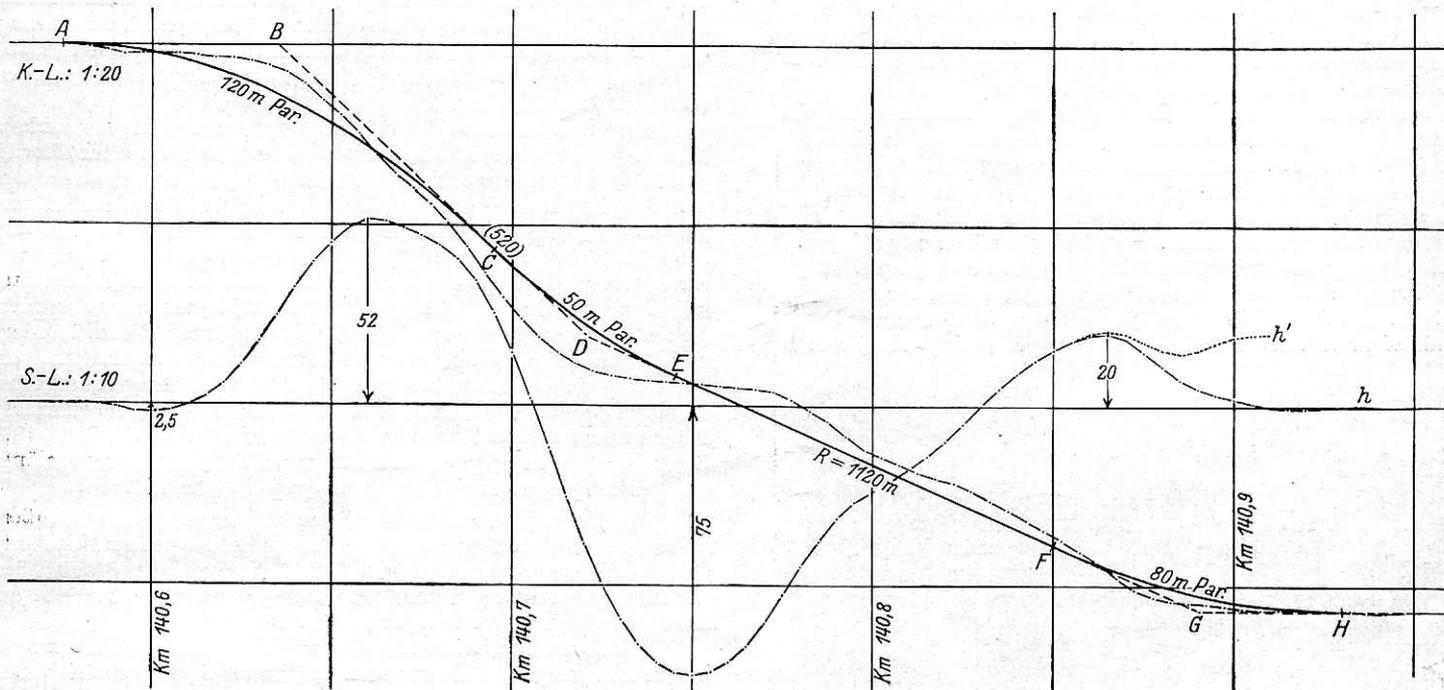


Abb. 5.

Zugrundelegung des Tangentenzuges FGH als Entwurf vollendet. Das geschah auf Grund folgender Überlegung: der 1120 m-Bogen erhält 55 mm Überhöhung, eine Parabel von 60 m ist ausreichend, aber eine längere wünschenswert. Den Spielraum, den die Vorschriften bieten, macht man sich zunutze, um in der S-Linie einen Parabelzug zu ersparen, der ja immer nur ein Notbehelf ist, um Mängel des Augenmaßentwurfs nachträglich zu beheben. Bei der Flächenschätzung ist die im Parabelwinkel zu erwartende Fläche auf Grund einer rohen Eintragung mit berücksichtigt worden. Da nun der Endpunkt h' 2 cm über der Auftraglinie liegt, müssen 2 cm in dem Winkel FGH untergebracht werden, um die S-Linie auf die Auftraglinie zu senken. Man hat zu rechnen:

$$f = \frac{l^2}{24} \cdot \frac{10}{11,2} = 2,$$

daraus folgt $l^2 = 53,76$ und $l =$ rund 7,5 cm.

Eine 8 cm lange Parabel wird die Abweichung bei h' ungefähr aufzehren. Eine solche wurde eingezeichnet und endlich die S-Linie bis h zu Ende gezeichnet mit dem erwarteten Erfolg. Sie endet — zufällig — genau auf der Auftraglinie. Die Abstände der S-Linie von dieser sind die Verschiebungsmaße im Maßstab 1:10.

der Zeichnung zu § 7⁴ gleich Null ist, daß eine Dachform entsteht, deren Giebellot die Form in spiegelrechte Hälften teilt. Wendet man die Regel von der Dreiteilung hierauf noch an, so ermäßigt sich die Überhöhung auf $\frac{2}{3}$ ihres Sollbetrages.

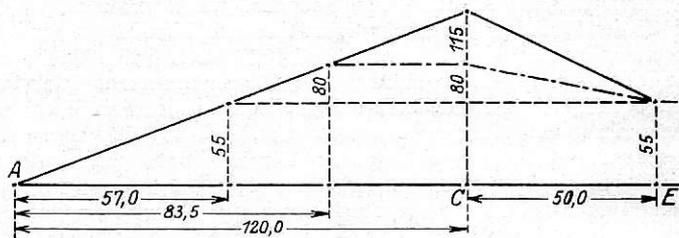


Abb. 6.

Weiter wird man nicht gehen dürfen. $\frac{2}{3} \cdot 115 = 77$ oder rund 80 mm werden bei 83,5 m Entfernung von A erreicht. Hier würde die Rampe abbrechen, die Überhöhung bliebe 80 mm bis C und sänke dann bei E auf 55 mm herab, wie die strichpunktierte Linie der Abb. 6 andeutet. Die Dreiteilung ist dann aber nicht erfüllt.

Berichte.

Allgemeines.

Kraftfahrzeugverkehr und Eisenbahn*).

Bei einer Betrachtung des allgemeinen Verkehrsbildes in Deutschland und in der Welt im Laufe des verflossenen Jahrzehnts tritt vor allem eine starke Zunahme des Kraftfahrzeugverkehrs hervor, der insbesondere heute dem großstädtischen Verkehr seine charakteristische Eigenart verleiht. Ende Juli 1929 stand Deutschland mit über $\frac{1}{2}$ Million Personen- und Lastkraftwagen, sowie etwa 600 000 Krafträdern und sonstigen Zugmaschinen an fünfter Stelle des Weltkraftwagenbestandes. Anfang 1930 waren durch weitere starke Zunahme der Krafträder und Kraftwagen weit über eine Million Kraftfahrzeuge im privaten und öffentlichen Verkehr. Diese Zahlen werden 1929 nur übertroffen von denen Nordamerikas (Vereinigte Staaten), das mit rund 24,4 Millionen Kraftwagen an der Spitze steht, von Großbritannien und Irland (1,3 Mill.), Frankreich (1,08 Mill.), Kanada (1,06 Mill.). In der ganzen Welt liefen Ende 1928 rund zwei Millionen Krafträder; Deutschland steht hier nach England an zweiter Stelle, Amerika erst an vierter Stelle. Von Anfang 1914 bis Anfang 1929 ist die Zahl der Personen- und Lastkraftwagen in Deutschland auf das Neunfache, in Frankreich etwa auf das zehnfache, in England auf das 7,5fache, in Amerika auf das 14,5fache gestiegen. In den Vereinigten Staaten entfällt 1929 ein Kraftwagen auf etwa fünf Einwohner; die entsprechenden Zahlen sind für Deutschland 111, Frankreich 38, England 35. Auf etwa 53 Einwohner Deutschlands kommt 1929 ein Kraftfahrzeug. Sehr verschieden hier-

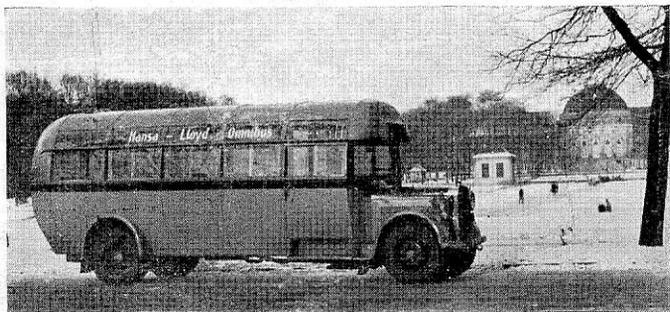


Abb. 1. Personenomnibus mit Tubusaufbau.

von sind die entsprechenden Zahlen für deutsche Städte ausgerechnet. Hier stand Juli 1929 an erster Stelle München mit 27 Einwohnern je Kraftfahrzeug, dem erst in größerem Abstände die Reichshauptstadt mit 45 folgte.

Zu diesem Kraftfahrzeugbestand muß man noch die Größe des Durchgangsverkehrs vom Ausland hinzufügen, um ein Gesamtbild zu erhalten. Vom 1. Juli 1927 bis 1. Juli 1928 kamen durch deutsches Reichsgebiet rund 80 000 außerdeutsche Personen- und Lastkraftwagen, d. h. 16% der entsprechenden deutschen Bestandszahlen. Vergewöhnert man sich an diesen Zahlen die Kraftverkehrsentwicklung der letzten Jahre und bedenkt dabei, daß als Fahrbahn ein nur wenig längeres und kaum besser befestigtes Straßennetz als 1913 heute für die etwa neunfache Verkehrsbelastung dienen muß, so wird begreiflich, daß im Laufe der Zeit ein Straßenbauproblem — mehr finanztechnisch wie rein bautechnisch — sowie ein Straßenverkehrsproblem entstanden ist.

In zunehmendem Maß hat das neue Verkehrsmittel den bestehenden Verkehrsträgern, hauptsächlich den Eisenbahnen, Verkehr entzogen und diese zu Abwehrmaßnahmen gezwungen, die allerdings ausschließlich gegen den öffentlichen Kraftwagenverkehr gerichtet sind. Im Vergleich zum privaten Kraftwagenverkehr tritt der öffentliche aber zurück. Die privaten Verkehrsleistungen sind zwar statistisch nicht zu erfassen, aber ihre Bedeutung z. B. im Personenverkehr kann man an folgendem ermessen: Am 1. Juli 1928 standen rund 350 000 private Personen-

kraftwagen etwa 10 000 Personenomnibussen im öffentlichen Verkehr gegenüber; selbst bei nur durchschnittlich zwölfacher Besetzung eines Omnibusses gegenüber einem Personenkraftwagen bedeuten diese Zahlen viel. Der auf Privatwagen abgewanderte Personenverkehr ist außerdem für eine Eisenbahn als endgültig verloren zu betrachten, da er durch keine Tarifmaßnahme oder Verkehrsverbesserung einer Bahnverwaltung zurückgewonnen werden kann.

Der öffentliche Kraftwagenverkehr, von dem in folgendem nur die Rede sein soll, umfaßt Personen- und Güterverkehr und zwar beide als Überland-(Fern)Verkehr und Nahverkehr. Er wird geregelt durch das Reichsgesetz über den Verkehr mit Kraftfahrzeugen (1923), die Reichsverordnung über den Kraftfahrzeugverkehr (1928), das Reichsgesetz über Kraftfahrzeuglinien (1925), die Kraftfahrlinienverordnung (1928), das Kraftfahrzeugsteuergesetz (1927).

Im Personenverkehr und zwar im Überlandverkehr hatte zuerst die deutsche Reichspost als Ersatz ihrer alten Pferdeposten Kraftfahrzeuge in den Dienst gestellt; der Bestand war von 315 Kraftomnibussen (1913) auf rund 2800 Ende 1927 und die Länge der betriebenen Linien von rund 3000 km auf rund 32 000 km gestiegen. Der Wirkungsgrad des Beförderungsgeschäftes, d. h. das Verhältnis beförderter Personen je Omnibuskilometer ist von 0,7 (1913) auf 1,05 (1927) verbessert worden. Neben der Post sind hauptsächlich von den durch Reich, Ländern und Kommunen finanzierten Kraftverkehrsgesellschaften, die heute zu dem Verband Deutscher Kraftverkehrsgesellschaften zusammengeschlossen sind, seit etwa zehn Jahren öffentliche Personenkraftwagen-Überlandverkehre eingerichtet. Mit 1000 Kraftomnibussen wurde 1928 auf rund 6000 km Streckenlänge ein Wirkungsgrad der Beförderung von 1,89 erzielt.

Im Personen-Nahverkehr betreiben heute Städte, Straßenbahnen und Omnibusgesellschaften in sehr großem Umfange Omnibuslinien. Bemerkenswert ist ein Versuch der Stadt Wiesbaden, die kürzlich ihren gesamten Straßenbahnbetrieb auf Autobusbetrieb umgestellt hat.

Die Deutsche Reichsbahn begegnet der neuen Konkurrenz, indem sie außer Verbesserungen in ihrem eigenen Betrieb und besonderen Tarifmaßnahmen mit den Kraftverkehrsgesellschaften Verträge über Zusammenarbeit abschloß (Eisenbahnkraftwagenverkehre). Neuerdings ist dies Verhältnis gelockert worden; beide Parteien wollen in eigener Regie ohne gegenseitige Konkurrenz, aber auch ohne vertragliche Bindung ihre Kraftfahrlinien betreiben. Seit kurzem ist ebenfalls zwischen Reichsbahn und Reichspost eine Zusammenarbeit auf diesem Gebiete eingetreten. Auch alle Privatbahnverwaltungen lassen sich heute die Pflege des Kraftwagenverkehrs angelegen sein.

Die zunehmende Verwendung von Omnibussen brachte eine stetige Verbesserung seiner Konstruktionen mit sich, die heute mit der Einführung der riesenluftbereiften Sechsräderwagen mit freier Radbeweglichkeit durch Anordnung von Schwingachsen bei geringem Eigengewicht, Ersatz des Holzaufbaues durch Stahlspantenaufbau, Verwendung von Untergestellen mit tief liegendem Rahmen zur Erzielung niedriger Schwerpunktlage und bequemen Ein- und Aussteigens durch Mitteltüren bei gediegenster Innenausstattung, einen sehr hohen Grad der Vollendung erreicht haben. In Amerika und England sind sogar für den Personenschnellverkehr über große Entfernungen bei Nacht, z. B. von London nach Newcastle (10 Stunden), Schlafautobusse mit Betten für zwölf Personen und der Bequemlichkeit eines modernen Schlafwagens der Mitropa ausgestattet im Betrieb.

Im Güterverkehr wird der Lastkraftwagen von den Kraftverkehrsgesellschaften allein als auch gemeinsam mit der Reichsbahn in Eisenbahnkraftwagenverkehren, von denen 1928 43 mit 1400 km Streckenlänge in Betrieb waren, eingesetzt. 250 000 t Gut, d. h. die Verkehrsmengen von 500 Güterzügen mit je 50 mit je 10 t ausgelasteten Wagen wurden mit einem Wirkungsgrad von 0,24 t je Lastkraftwagen/km befördert. Die Beförderung hochwertiger, eilbedürftiger Güter im Nahverkehr (rund 50 km) und zwar möglichst vom Haus des Absenders zum Haus des

*) Die statistischen Angaben sind aus der Zeitschrift „Wirtschaft und Statistik“ der betreffenden Jahre entnommen.

Empfängers mit dem Vorteil größerer Sicherheit für das Gut infolge des wegfallenden, sonst nötigen Umladegeschäftes am Schuppen, ist das gegebene Arbeitsfeld des Lastkraftwagens. Darüber hinaus ist er auch planmäßig vereinzelt für bestimmte Arten des Gutes im Fernverkehr eingesetzt worden, z. B. auf der Eisenbahnkraftwagenlinie Leipzig—Berlin mit 180 km; dies gehört jedoch zu den Ausnahmen, wenn bei besonderem Eilwert eines Gutes die etwa auf $\frac{1}{4}$ verkürzte Beförderungsdauer gegenüber der Bahn von ausschlaggebender Bedeutung ist.

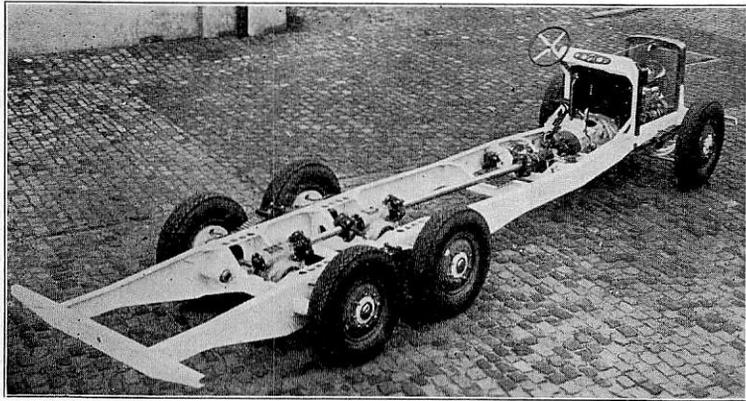


Abb. 2. Fahrgestell eines Sechsradwagens.

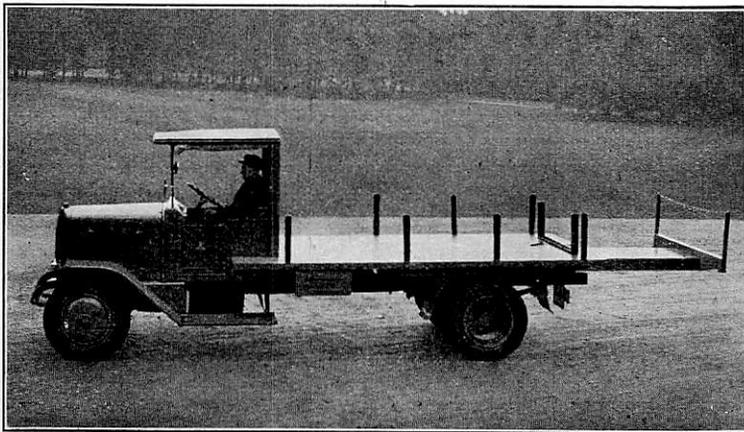


Abb. 3. Lastkraftwagen für Langgut.

Mit zunehmenden Anforderungen ist auch die Vervollkommnung des Lastkraftwagenbaues fortgeschritten, und besonders deutsche Firmen sind auf diesem Gebiete führend. An neuzeitlichen Bauarten seien nur die offenen und bedeckten luftbereiften Wagen für 2 bis 5 t Last für alle Arten von Gütern, die Spezialwagen (Kipper) für Schüttgut, Kesselwagen, Langgutwagen usw., alle mit mechanischen und Druckluftbremsen ausgerüstet, genannt. Die Erkenntnis, daß mit wachsendem Fassungsraum der Transporteinheit die Wirtschaftlichkeit des Transportes wächst, hat zur Verwendung des 15 t-Lastwagenzuges (Motorwagen mit einem oder mehreren Anhängern) geführt.

Bei einer Betrachtung der heutigen Verkehrsverhältnisse erkennt man, daß aus der ursprünglichen Frage: Bahn oder Kraftwagen heute die Erkenntnis Bahn und Kraftwagen geworden ist. Massentransporte im Personen- und Güterverkehr auf mittlere und große Weiten müssen und werden aus technischen und volkswirtschaftlichen Gründen stets den normal- und schmalspurigen Bahnen als Hauptverkehrsträgern verbleiben; dagegen wird zum Zwecke der Verbesserung von Nahverkehrsbeziehungen und besonders zum Anschluß abseits liegender Wirtschaftsgebiete an Hauptverkehrsadern der Omnibus und Lastkraftwagen zweckmäßig verwendet. Besonders wird die volkswirtschaftlich wichtige Beschleunigung des Güterumlaufs eiliger Güter auf nahe Entfernungen durch Verkürzung der Fahrzeit und Möglichkeit des von Haus zu Haus-Verkehrs gefördert. Die Bahn wird von

einem für sie nicht sehr wirtschaftlichen Verkehr befreit und ihr Wagenpark entlastet.

Die Zusammenarbeit aller Verkehrsmittel entbehrt heute noch in Deutschland der nötigen Einheitlichkeit in der Organisation und vor allem der Gleichheit der rechtlichen und volkswirtschaftlichen Pflichten und Lasten als Grundlagen; es sei nur an Tarifzwang und Haftpflicht der Bahn erinnert, die man beim Kraftwagen nicht kennt. Hier Wandlung zu schaffen, ist eine bedeutsame verkehrswirtschaftliche Aufgabe, wenn man bei gerechter Abgrenzung der Arbeitsgebiete beide Verkehrsmittel im Interesse der Allgemeinheit arbeiten lassen will.

Spamer.

Literaturverzeichnis.

Dr. Ing. Heinrich: „Die Wettbewerber der Reichsbahn, insbesondere der Kraftwagen.“ Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Reichsbahn, Berlin 1929.

Reichsbahn und Kraftwagenverkehr, herausgegeben von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Hauptverwaltung, Berlin, Januar 1930.

Schneesturmwarnungen auf der Riksgräns-Bahn Kiruna-Narvik.

Seit 1903 rollen die Eisenbahnzüge mit Millionen Tonnen der für die deutschen Hochöfen unentbehrlichen schwedischen Eisenerze von der Station Kiruna durch unwirtliche Wüsten und das lappländische Hochgebirge nach dem am Ofotenfjord gelegenen norwegischen Verschiffungshafen Narvik über die eigens dafür erbaute 170 km lange Eisenbahn, auf welcher sie während des Winters Schneestürmen ausgesetzt sind, die nicht selten den ganzen Verkehr stilllegen. — Diese Gefahr, welche besonders die 27 km lange Strecke zwischen den Stationen Björkilden und Riksgräns heimsucht, und bestimmte Abschnitte zwischen den Stationen Vassijaure und Kopparåsen betrifft, nach Möglichkeit abzuschwächen, hat man seit 1927 mit Erfolg die meteorologische Forschung angewendet, um rechtzeitig über das Herannahen eines Schneesturmes unterrichtet zu sein und Abwehrmittel und Personal in Bereitschaft halten zu können. Man hat zu diesem Zwecke auf der östlich Björkilden gelegenen Station Abisko Hilfszüge zusammengestellt, welche nach Eintreffen der telegraphischen bzw. Funkpruchmeldung abgelassen werden können. — Die staatliche meteorologisch-hydrographische Anstalt, welche seit dem 1. Januar 1930 ein Observatorium in Riksgräns unterhält, läßt außer den täglichen Wetterberichten noch besondere Sturmwarnungen an die Stationen Kopparåsen, am Ende des den Schneestürmen meist ausgesetzten Teiles jener Bahnstrecke, und Kiruna, von welcher der Befehl zur Abfahrt der Hilfszüge erteilt wird, und Abisko aussenden. — Bei der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Erzbergbaues für Schweden ist es notwendig, die meteorologisch-hydrographischen Vorgänge in diesem Bahngebiete eingehend zu studieren, weil es sich herausgestellt hat, daß in dem von der Riksgränsbahn durchschnittenem Gebirge lokale Verhältnisse herrschen, welche in den täglich erscheinenden Wetterberichten nicht zum Ausdruck kommen. Aus diesen Gründen waren auch die obengenannten Stationen angewiesen, auf den ihnen zugehenden Telegrammen ihre eigenen Beobachtungen über Entstehung und Verlauf jedes Schneesturmes zu verzeichnen, um der Zentralstelle Material für ihre Sturmwarnungen zuzuleiten.

Im allgemeinen werden die Stürme von Zyklonen hervorgerufen, welche sich in nördlicher Richtung längs der norwegischen Westküste bewegen oder nach dem mittleren Schweden verschoben. Diese beiden Arten von Zyklonen sind die Haupttypen für die Wetterlagen, welche im Zusammenhang mit den Schneestürmen im Zuge der Riksgränsbahn stehen und nicht nur die gewöhnlich auftretenden, sondern auch die schwersten und am längsten andauernden Stürme mit sich führen. — Ein Vergleich beider Typen zeigt, daß die Niederschlagsmenge bei östlichen Schneestürmen durchschnittlich nur 1,3 mm beträgt und die dabei eintretenden Verkehrsstörungen hauptsächlich durch Treibschnee hervorgerufen werden und von dessen Zusammenhalt und der Dicke der Schneedecke vor Ausbruch des Sturmes abhängen. Bei dem kalten Wetterumschlag, welcher dabei eintritt, ist der

Schnee trockener und härter als bei den westlichen Schneestürmen mit mildem Wetter. Die Dicke der Schneedecke ist die Summe oder der Unterschied zwischen Treibschnee und Neuschnee. Eine Berechnung der durch Schneesturm hervorgerufenen Veränderung der Schneemenge für einen bestimmten Teil der Bahnstrecke bietet daher große Schwierigkeiten.

Keine Wetterlage gleicht der anderen, weshalb eine Ein-

teilung der Zyklone nur in gewissen Grenzen erfolgen kann. — Von 36 Schneesturmwarnungen vom März 1927 bis April 1928 waren 60% richtig; von den übrigen 40% waren viele zu spät erfolgt oder von gar keinem Sturm begleitet. Daneben traten aber auch Stürme auf, für welche keine Warnung ergangen war. Aus „Teknisk Tidskrift“—Stockholm, Jahrg. 60, Heft 1.

Z.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Versuche an verschweißten Eisenbahngleisen.

Die dänischen Staatsbahnen haben die Steifigkeit verschweißter Schienenstränge gegen seitliches und senkrechtes Ausbiegen untersucht, und zwar an gewöhnlichen Gleisen und an Gleisen, die durch Anbringen alter 30 kg-Schienen verstärkt worden waren. Es zeigte sich, daß bei den gewöhnlichen Gleisen der Temperaturunterschied nicht höher als 20 bis 30 Grad sein darf, dem verstärkten Gleis hingegen können, wie man aus den Versuchsergebnissen schließen kann, bis 60 Grad Temperaturunterschied zugemutet werden. Diese größere Steifigkeit gegen wagrechtes und senkrechtes Ausbiegen beruht auf der größeren Reibung zwischen Bettung und den Verstärkungsschienen und auf dem höheren Gewicht selbst. Man kann also nach diesen Ergebnissen derartig verstärkte Gleise in beliebiger Länge schweißen*).

Die Anordnung von Verstärkungsschienen hat ferner den Vorzug, daß die Bettung schmaler gehalten werden kann als beim gewöhnlichen Oberbau, da der Schotter von ihnen am seitlichen Ausweichen verhindert wird. Die Ersparnisse an Schotter wiegen die Mehrkosten für die Verstärkungsschienen wieder auf. (Teknisk Ukeblad, August 1929.)

Die Verwendung von Betonschwellen.

Im Verlaufe des neunten internationalen Eisenbahnkongresses in Rom im Jahre 1922 ist die Frage über die Verwendungsmöglichkeit von Eisenbetonschwellen eingehend geprüft worden. Von dem Kongreß wurde folgender Schlußbericht angenommen: „Es erscheint wünschenswert, die Versuche mit Eisenbetonschwellen beim Bahnbau fortzuführen. Sollten sie sich zum Einbau bewähren, würden sie einen vorzüglichen Ersatz der Holzschwellen darstellen und zum Vorteil der Eisenbahnverwaltungen die Preisbildung der Holzschwellen günstig beeinflussen.“

In der Sitzung des elften internationalen Eisenbahnkongresses wurde die Verwendung von Beton und Eisenbeton beim Bahnbau erneut geprüft. Aus den eingegangenen Antworten der schweizerischen Bundesbahnen, der italienischen Staatsbahn, der großen französischen Eisenbahngesellschaften, der spanischen Nordbahnen und einigen kleineren Verwaltungen ist in der Entwicklung seit 1922 folgendes festzustellen:

Zur einwandfreien Befestigung der Schwellenschrauben in den Eisenbetonschwellen werden vielfach Hartholzdübel verwendet. Zwischen der Schwellenauflagerfläche und dem Schienenfuß werden Holzplättchen eingebaut. Die Schwellenmitte wird fast allgemein durch Anlage eines Grabens im Schotterbett hohl verlegt.

Aus folgender Übersicht ist die eingebaute Schwellenzahl sowie die Schwellessorte zu entnehmen.

Außerdem ist aus den eingegangenen Berichten noch folgendes zu entnehmen:

Die meisten Verwaltungen haben keine Schwellessorte vollkommen verworfen. Bei den meisten wurden im Laufe der Zeit Verbesserungen vorgenommen zur Beseitigung der Mängel an den schwachen Stellen.

Die verworfenen Arten wurden aus Nachlässigkeits- oder Bequemlichkeitsgründen aufgegeben.

Die Orleansbahn hat mit den Calotschwellen gute Erfahrungen gemacht. Dort werden nur mehr Schwellen mit einem Gewicht von 300 kg hergestellt im Mischungsverhältnis von 300 kg Zement, 400 l Sand und 900 l Kleinschlag. In Bögen von kleineren Halbmessern als 500 m tritt bei den Schwellen nach kurzer Zeit 6 bis 8 mm Spurerweiterung ein durch Zusammendrücken der Holzzwischenlagen im äußeren Schienenstrang.

Mehrere Verwaltungen kündigen neue Verbesserungen und Ausführungsarten an. Über die zulässige Belastung und Fahrgeschwindigkeit, sowie über die Art des Schotterbettes gehen die Meinungen weit auseinander. Einige Gesellschaften lassen Betonschwellen nur in Nebenbahn- und Nebengleisen zu, andere schließen

*) Vergl. a. Ammann und von Gruenewaldt, „Längskräfte im Eisenbahngleis“, Z. Bd. 73 (1929) Nr. 5, S. 157.

Bahnnetz	Schwellenbezeichnung	Einbaujahr	Eingebaute Stückzahl
Spanische Nordbahnen	2 Arten	1902	36
		1924	36
Italienische Staatsbahn	F. S. XI 5 ^o Ingenieur Lolli Valeri 2 Arten Desgleichen in Arbeit Blochets F. S. 1925 in Arbeit 11 Arten zusammen	1907/13	300 000
		1917/18	2 000
		1925	1 000
		—	7 500
		—	170 000
Schweizer Bundesbahnen	C. F. F. einfach 3 Arten	1910/18	1 000
		1918/24	901
Elsaß-Lothringen	3 Arten	1908, 1924	445
Franz. Ostbahngesellschaft	Vagneuxschwelle C. O. T. R. A. B. 4 Arten	—	1 200
		in Ausföhr.	5 000
		1922/24	2 745
Franz. Nordbahngesellschaft	Calot abgeändert Blochets-Calot Vagneux Blochets-Vagneux Châssis-Vagneux	seit 1926	41 550
		„ 1926	10 200
		„ 1925	7 350
		„ 1925	2 150
		„ 1925	500
Paris-Lyon-Mittelmeerbahn	Vagneux	—	24 000
Paris-Orleansbahn	Calot Blochets-Calot 2 Arten	seit 1909	140 000
		—	60 000
		—	110
7 verschied. Bahnnetze	Vagneux 7 Arten	1927/28	3 865
		1910, 25/28	952

sie bei kleinen Kurvenhalbmessern aus, andere wieder haben in Schnellzuggleisen gute Erfolge erzielt.

Die angegebenen Preisunterschiede sind sehr groß. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Herstellungskosten für eine geringe Schwellenzahl verhältnismäßig viel höher sind als bei Massenbezug. Eine statische Berechnung wurde von keiner Verwaltung angegeben. Zur Vermeidung von Brüchen in der Schwellenmitte werden „Gräben“ in der Gleisachse freigehalten. Die Verlegung wird fast durchwegs auf gut gedichtetem und abgeglichenem Schotterbett vorgenommen.

Zusammenfassend kann aus den eingelaufenen Berichten folgende Schlußfolgerung gezogen werden:

Von der großen Zahl der hergestellten Schwellessorten aus Eisenbeton wurden einige aufgegeben; andere haben zu kurze Liegedauer, so daß ein abschließendes Urteil über ihre Wirtschaftlichkeit noch nicht gefällt werden kann.

Die Gesteigungskosten und Verlegungskosten sind höher als bei Holzschwellen. Es kann jedoch schon angenommen werden, daß die Unterhaltungskosten auf schwach belegten Strecken bedeutend geringer sind und die Lebensdauer länger ist als bei Holzschwellen, so daß sich der Einbau wirtschaftlich rechtfertigen läßt.

Die nächsten Versuche erstrecken sich hauptsächlich auf die Befestigungsmöglichkeit der Schiene auf der Schwelle, sowie auf die Zusammensetzung des geeignetsten Schotterbettes. Scherer.