

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXIII. Band.

4. Heft. 1886.

Vorwort.

Nachdem an Stelle des Begründers und langjährigen Redacteurs dieser Zeitschrift, Heusinger von Waldegg, welchem in dem letzten noch von ihm redigirten Hefte 2/3 ein kurzer Nachruf gewidmet wurde, den Unterzeichneten von C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden die Redaction dieser Zeitschrift übertragen ist, und wir von dem Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen als Redacteurs des Vereins-Organes bestätigt worden sind, erlauben wir uns, den geehrten Lesern des »Organes« diese Aenderung und den Beginn unserer Thätigkeit hierdurch anzuzeigen.

Die Unterzeichneten treten nicht erst durch die Uebernahme der Redaction in engere Beziehung zum Organe, der erstgenannte Unterzeichnete ist schon bei der Neugestaltung der Zeitschrift zum Organe des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im Jahre 1863 thätig gewesen, und hat damals als Mitglied der Redactions-Commission des Vereines das Programm für die neue Gestalt entworfen, wie solches dem Jahrgange 1864 als Vorbericht vordruckt ist. Derselbe hat auch in Folge dessen im Laufe der Jahre mit der Redaction in vielfacher Beziehung gestanden. Der Letztunterzeichnete hat seit mehreren Jahren die Berichte aus den englischen und amerikanischen Zeitschriften für das Organ bearbeitet.

Wie diese frühere Betheiligung an der Förderung der Bestrebungen des Organs uns selbst ein Sporn ist, ferner unsere ganze Kraft für eine gedeihliche Weiterentwicklung einzusetzen, so hoffen wir, dass sie für unsere Freunde und Fachgenossen als Gewährleistung für eine den gesteckten Zielen entsprechende Weiterführung des Werkes erscheinen, und uns die Hülfe weitester Kreise der Eisenbahntechniker bei der nicht leichten Erreichung der Zwecke des Organes sichern möge.

Eine solche vielseitige Mitwirkung von einer grösseren Zahl von Technikern ist im Laufe der Jahre immer nothwen-

diger geworden, da seit der Umgestaltung der Zeitschrift zum Vereins-Organ im Jahre 1864 das Eisenbahnwesen nach Umfang und Vertiefung der zu lösenden Aufgaben in ungeahnter Weise zugenommen hat. Wir erinnern in dieser Beziehung nur an die Neben-, Seil- und Zahnradbahnen, die electricischen Eisenbahnen, den Anwachs und die völlige Umgestaltung der Bahnhöfe, die continuirlichen Bremsen, die Erleuchtung der Wagen und Lokomotiven mit Gas, die Erleuchtung der Bahnhöfe durch electricisches Licht, ferner an die weit gediehene, aber immer noch nicht abgeschlossene Entwicklung des eisernen Oberbaues, an die Fortschritte in der Herstellung des Stahles u. s. w.

Wie wir die bisherigen Mitarbeiter schon in einem besonderen Schreiben um die fernere thätige Mitwirkung gebeten haben, so ersuchen wir hiermit alle Fachgenossen, welche in der Lage sind, zur Förderung der Fortschritte des Eisenbahnwesens beizutragen, uns Beiträge zukommen zu lassen. Nur durch eine solche ausgiebige Unterstützung aus der Nähe und Ferne kann es der Redaction gelingen, die Zeitschrift dauernd auf der Höhe der Zeit zu erhalten und zu einem vollständigen Archive für die Fortschritte des Eisenbahnwesens zu machen. Wir erlauben uns dabei jedoch, auf die Bestimmung des von dem Vereine deutscher Eisenbahnverwaltungen aufgestellten Programmes aufmerksam zu machen, »dass die grosse Zahl auftauchender neuer Projecte und Erfindungen von dem Organe ausgeschlossen sein soll, und nur das als zur Aufnahme geeignet erachtet wird, was mindestens bei einer Eisenbahn ausgeführt und als brauchbar bewährt befunden ist.«

Gehaltvolle Original-Artikel werden einschliesslich der dazu gehörenden Zeichnungen, falls nicht eine andere Verabredung mit der Redaction getroffen ist, mit 60 Mark für den Druckbogen vergütet.

Sind die zu den Aufsätzen gehörenden Zeichnungen im

richtigen, zur unmittelbaren Verwendung geeigneten Maassstabe gefertigt, so tritt für dieselben eine besondere, nach den Umständen zu bemessende Vergütung ein. Eine etwa erforderliche Verkleinerung der im Maassstabe nicht passenden Zeichnungen wird von uns gerne übernommen werden.

Beiträge bitten wir an einen der Unterzeichneten, (an Funk bis Michaelis d. J. nach Deutz bei Köln, vom October

d. J. an nach Hannover, Weinstrasse 14, an Barkhausen nach Hannover, bis October d. J. Weissekreuzstrasse 1, später Körnerstrasse 5, senden zu wollen.

A. Funk,

Oberbaurath und Geh. Regierungsrath,
Abtheilungs-Dirigent der Königl. Eisen-
bahn-Direction (rechtsrh.) zu Köln.

G. Barkhausen,

Regierungs-Baumeister, Professor an der
Königlichen Technischen Hochschule
zu Hannover.

Der eiserne Oberbau.

Ein Beitrag zur Würdigung und Vervollkommnung der gebräuchlichen Oberbausysteme mit eisernen Schwellen.

Von W. Fuchs, Regierungs-Baumeister in Köln a. Rh.

Schluss von S. 91.

(Hierzu Fig. 1 bis 10 auf Taf. XV.)

Die Querschwellen.

Die mindest nöthige Länge der Querschwellen ergibt sich aus der Grösse des für die Bettung zulässigen Einheits-Druckes, während für die vortheilhafteste Länge zwei verschiedene Rücksichten als maassgebend aufgestellt werden können.

Wird nämlich, wie schon beim Langschwellenoberbau als zutreffend bewiesen, angenommen, dass der Druck der Bettung auf die Schwelle genau genug als gleichmässig vertheilt in Rechnung gestellt werden kann, so wirkt die Querschwelle wie ein gleichmässig belasteter Träger auf zwei Stützen mit überstehenden Enden. Die Stützweite dieses Trägers ist gleich dem Abstände der Schienenmitten von einander. Man kann nun entweder, um den Schwellenquerschnitt möglichst gleichmässig auszunutzen, die Forderung aufstellen, dass die Momente über den Stützen gleich dem Momente in der Mitte des Feldes sein sollen, oder, um einer Spurerweiterung unter den Betriebslasten vorzubeugen, diejenige, dass die Tangenten an die elastische Linie unter den Stützen wie in der Feldmitte denselben Winkel wie vor der Durchbiegung mit einander bilden sollen.

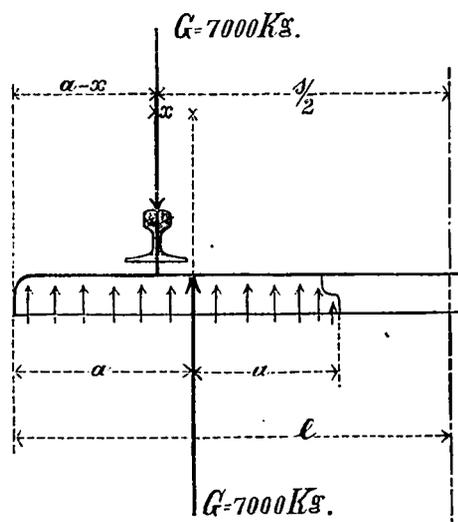
Jede einzelne dieser Forderungen lässt sich auf zweifache Weise erfüllen, entweder durch entsprechende Verlängerung der überstehenden Enden bei vollständiger Belastung der Schwelle über ihre ganze Länge, oder durch entsprechende Entlastung der Schwellenmitte.

Der erstere Weg hat den Einwand gegen sich, dass dadurch einmal die vortheilhafte Länge weit grösser als die unbedingt nöthige wird, während gleichzeitig durch die langen Ueberstände das Moment unter den Schienen, somit das erforderliche Widerstandsmoment und damit der Querschnitt der Schwelle ganz unnöthig vergrössert, somit Stoffvergeudung in zweifacher Hinsicht herbeigeführt wird.

Es bleibt also nur der zweite Weg offen.

Bezeichnen nun (Fig. 46) l die halbe Schwellenlänge, $2a$ die halbe Länge ihrer Unterstüzung durch die Bettung, $(a-x)$ die Länge des Ueberstandes, $s/2$ die halbe Entfernung der Schienen von Mitte zu Mitte $= \sim \frac{1,50}{2}$ m, G den Raddruck, so ergibt sich das Moment unter der Stütze

Fig. 46.



$$M_s = - \frac{a-x}{2} \cdot G \frac{(a-x)}{2a} = - \frac{G}{4a} (a-x)^2$$

ebenso das Moment in der Schwellenmitte $= Gx$. Soll nun zwischen beiden Gleichheit stattfinden so muss sein

$$Gx = \frac{G}{4a} (a-x)^2.$$

Die Auflösung der quadratischen Gleichung in Bezug auf x ergibt:

$$x = a(3 - \sqrt{8}) = 0,172 \cdot a.$$

Nun muss aber, wenn b die Schwellenbreite, k den zulässigen Druck auf 1 qcm der Bettung bezeichnet, $2a \cdot b \cdot k = G$ sein.

k kann nach übereinstimmenden Erfahrungen aus dem Strassen- und Eisenbahnbau $= 3,20$ kg angenommen werden; ist nun $b = 25$ cm so ergibt sich

$$a = \frac{7000}{50 \cdot 3,20} = \frac{14000}{320} = 43,75 \text{ cm}$$

und hieraus $x = 0,172 \cdot 43,75$, $x = 7,52$ cm, somit der Ueberstand $= 43,75 - 7,52$ cm $= 36,23$ cm.

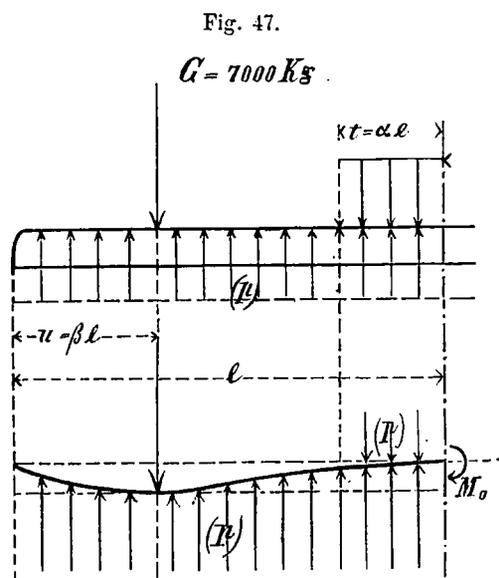
Es folgt dann die Länge der ganzen Schwelle $= 2 \cdot l = 2 \cdot 75 + 2 \cdot 36,23 = 223$ cm.

Die Länge des mittleren, nicht zu unterstopfenden Theiles wird $= 150 - 2(43,75 + 7,52) = 150 - 102,54 = 47,46$ cm; nach diesen Ergebnissen sind die Maasse: ~ 228 cm, genau 227,7 cm, für die Länge der ganzen Schwelle, und ~ 53 cm, genau 52,7 cm, für die Länge des mittleren Theiles zu wählen.

Die zweite zu beachtende Forderung lautet: die Richtungsänderung der Tangente an den Träger von der Schwellenmitte bis zur Schiene soll gleich Null sein.

Zur Erfüllung dieser Forderung ist in nachstehender Weise zu untersuchen, wie weit die Schwelle in der Mitte nicht unterstopft werden darf.

Der Symetrie wegen braucht nur die eine Schwellenhälfte betrachtet zu werden, und zwar, nach Fig. 47, als ein an



einem Ende horizontal eingespannter, von unten gleichmässig über die ganze Länge l , von oben im Abstände $l - u$ durch die Einzellast G und ausserdem auf der Strecke $t = \alpha l$ gleichmässig belasteter Träger.

Beide gleichförmig auf die Länge vertheilten Lasten sind gleich, vereinigen sich also zur Belastung o und seien mit (p) bezeichnet.

Es ist dann (Fig. 47)

- 1) der Schienenendruck $G = p(l - t)$,
- 2) die tg der Winkeländerung in der Schwellenmitte $\frac{p(l-t)(l-u)^2}{2EJ} + \frac{pt^3}{6EJ} - \frac{pl^3}{6EJ}$
- 3) die tg der Winkeländerung unter der Schiene $-\frac{pu^3}{6EJ}$

Soll eine Verdrehung der Schiene nicht stattfinden, so muss 2) = 3) sein, woraus folgt

$$2l^3 - 6l^2 \cdot u + 3l \cdot u^2 - 3t \cdot l^2 + 6t \cdot u \cdot l - 3t \cdot u^2 + t^3 = -u^3;$$

wird darin $u = \beta \cdot l$, $t = \alpha \cdot l$ gesetzt, so ergibt sich:

$$\beta^3 + 3\beta^2 - 6\beta + 2 = -\alpha^3 + 3\alpha(1 + \beta^2) - 6\alpha\beta.$$

Bei Beibehaltung der obigen Maasse ist $u = \frac{228}{2} - \frac{150}{2}$

$$= 39 \text{ cm, also } \beta = \frac{39}{114} = 0,342, \text{ und darnach lautet die letzte}$$

Gleichung: $1,299\alpha - \alpha^3 = 0,339$. Die Lösung dieser Gleichung ist $\alpha = 0,2775$, also muss der in der Mitte nicht unterstopfte Theil $2 \cdot 114 \cdot 0,2775 = 63,3$ cm lang sein, während nach der Bedingung gleicher Biegemomente oben das Maass von 53 cm festgesetzt war.

Der Unterschied zwischen beiden Bedingungen ist also nicht zu erheblich, es wird sich empfehlen die erste Lösung beizubehalten und nach Wahl des Schwellenquerschnitts zu untersuchen, wie gross die Spurveränderung durch die Verbiegung werden kann.

Form der Querswellen und Auflagerung der Schienen.

Die bis jetzt angewendeten Querswellen zeigen fast ausschliesslich die mehr oder weniger abgeänderte Vautherin-sche $_/_$ Form, wobei die Abänderungen sich fast nur in der Ausbildung der Füsse zeigen, die entweder in Gestalt einer horizontalen Tragfläche oder als klauenartige, lothrechte Hörner ähnlich wie bei der Hilf'schen Langschwelle, auftreten.

Die Schwellen sind meist nicht höher als 6 cm und zeigen häufig ein sehr geringes Widerstandsmoment gegenüber den verhältnissmässig grossen Ueberständen der Enden.

Die in Fig. 8, Taf. V, dargestellte Schwelle der Berg-Märkischen Eisenbahn hat beispielsweise im schwächsten Querschnitte einen Widerstands-Modul $W = 18$ in Centimetern, bei einer Länge von 230 m. — Wird nun die Schwelle in ihrer ganzen Länge unterstopft, so beträgt das Angriffsmoment am äusseren Rande des Schienenfusses $\sim M_a = \frac{35}{115} \cdot 7000 \cdot \frac{35}{2}$

$$= 37283 \text{ cm kg, daher die Beanspruchung } k = \frac{27283}{18} = 2071 \text{ kg}$$

für 1 qcm.

Diese Beanspruchung ist entschieden schon viel zu gross, sie wird aber noch grösser, wenn um die Schwellenmitte zu entlasten ein Theil derselben nicht unterstopft wird; bleibende Form-Veränderungen sind daher unausbleiblich.

Hieraus erklären sich sowohl die verhältnissmässig häufigen Brüche dieser Schwellen im gefährlichsten Querschnitte, wie auch die bedeutenden Verbiegungen derselben. *)

Ausser dieser geringen Widerstandsfähigkeit zeigen aber diese Formen noch andere Nachtheile.

Bei der Vautherin-Schwelle springt sofort in die Augen, dass die wagerechten Füsse dem Zwecke der Schwelle nur wenig entsprechen. Die Eisenschwelle kann nur den Zweck haben, einen Mantel für die eigentliche Schwelle zu bilden, die sich in der ersteren aus der Bettung bilden soll.

Es muss daher der Mantel eine solche Form erhalten, dass er die Bettung durch den darauf ausgeübten Druck nach innen drängt, den Hohlraum also selbstthätig ausfüllt und die gefasste Menge möglichst verdichtet. Dies ist um so nöthiger,

*) Das Güte-Verhältniss $\frac{W}{Fh}$ beträgt bei diesem Querschnitte nur 0,120, worin die ungünstige Ausnutzung sich deutlich ausspricht.

als die Eisenschwelle, den elastischen Verbiegungen der Schienen folgend, bald nach der einen bald nach der anderen Seite gekantet, und bei bestimmten Laststellungen sogar gehoben wird.

Treffen nun die Füße auf festere Stellen als der Rücken, so haben sie unter Umständen, z. B. wenn sie auf grössere Steine treffen, die ganze Last allein zu tragen, ohne dass der von ihnen geüßerte Druck die Bettung nach innen schiebt, wobei es vorkommen kann, dass die eigentliche Tragfläche, die Schwellenmitte, den Bettungsrücken gar nicht berührt, also hohl liegt.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die zweite Form mit lotrecht gestellten klauenartigen Endigungen vortheilhafter ist; insofern, als dieselbe die unter der Schwelle vorhandene Bettung unter dem Tragrücken selbstthätig verdichtet. Sie hat indessen den Nachtheil, dass sie bei dem fortwährenden Auf- und Niedergangen des Gestänges und der damit verbundenen Zerreibung des Bettungskörpers an den lotrechten Flächen diesen Abgang nicht wieder ersetzt, und die bereits gebildete Schwelle wieder lockert.

Die zweckmässigste Form scheint demnach diejenige mit schräg gestellten Klauen zu sein; denn wenn hier eine kleine Hebung der Schwelle stattgefunden hat, so drückt bei dem darauf folgenden Niedergange die Klaue die nachgefallene Bettung nach innen, wodurch dem gebildeten Rücken immer neues Material zugeführt wird, ohne dass der bereits erreichte Grad von Festigkeit in letzterem durch die Hebung der Schwelle beeinträchtigt wird. — Eine weiter zu stellende Forderung ist die, dass der eiserne Querschwellenoberbau mindestens gleiche, besser grössere Sicherheit gegen Verschiebung durch Längskräfte oder Seitenkräfte bieten muss, als der Holzquerschwellenbau, weshalb die Schwellenhöhe grösser als 6 cm, und zwar etwa 10 cm, genommen werden muss. Der Beweis hierfür ist später bei den Seiten- und Längskräften geführt.

Diese grössere Höhe ist gleichzeitig nöthig, um der Schwelle das nöthige Widerstandsmoment in Bezug auf die Beanspruchung, und ein genügend starkes Trägheitsmo-

ment in Bezug auf die Verdrehung (Spurveränderung) geben zu können.

Ferner ist bei der Gestaltung der Querschwelle zu berücksichtigen, dass die verstärkten Fusslaschen sich gegen die beiden Stossschwellen legen sollen, um ein Wandern der Schienen auf den Schwellen zu verhüten, weshalb im Querschnitte der Anschluss der Seitentheile an den Schwellenrücken mit entsprechend hoch gehaltenen, annähernd lothrechten Schenkeln zu erfolgen hat.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass auf jeder Schwelle Schienenunterlagsplatten unentbehrlich erscheinen, erstens um ebenso wie beim Langschwellenoberbau auch Schienen mit nicht ganz bedingungsgemäss gelieferten Füßen verwenden, zweitens um das Angriffsmoment unter den Schienen möglichst gering halten zu können, und drittens aus den später, bei Betrachtung der Seiten und Längskräfte erörterten Gründen, bei deren Nachweisung zugleich bewiesen ist, dass diese Unterlagsplatten zweckmässig 12 cm breit gehalten werden; nach diesem Maasse muss die Rückenbreite der Querschwelle bemessen werden. — Unter Berücksichtigung der vorerwähnten Punkte ergibt sich als zweckmässige Querschnittsform die auf Tafel XV, Fig. 4 dargestellte, deren Querschnitts-Grössen und Beanspruchungen sich aus der nachfolgenden Zusammenstellung ergeben, in welcher übrigens der Einfluss der Unterlags-Platten unberücksichtigt geblieben ist.

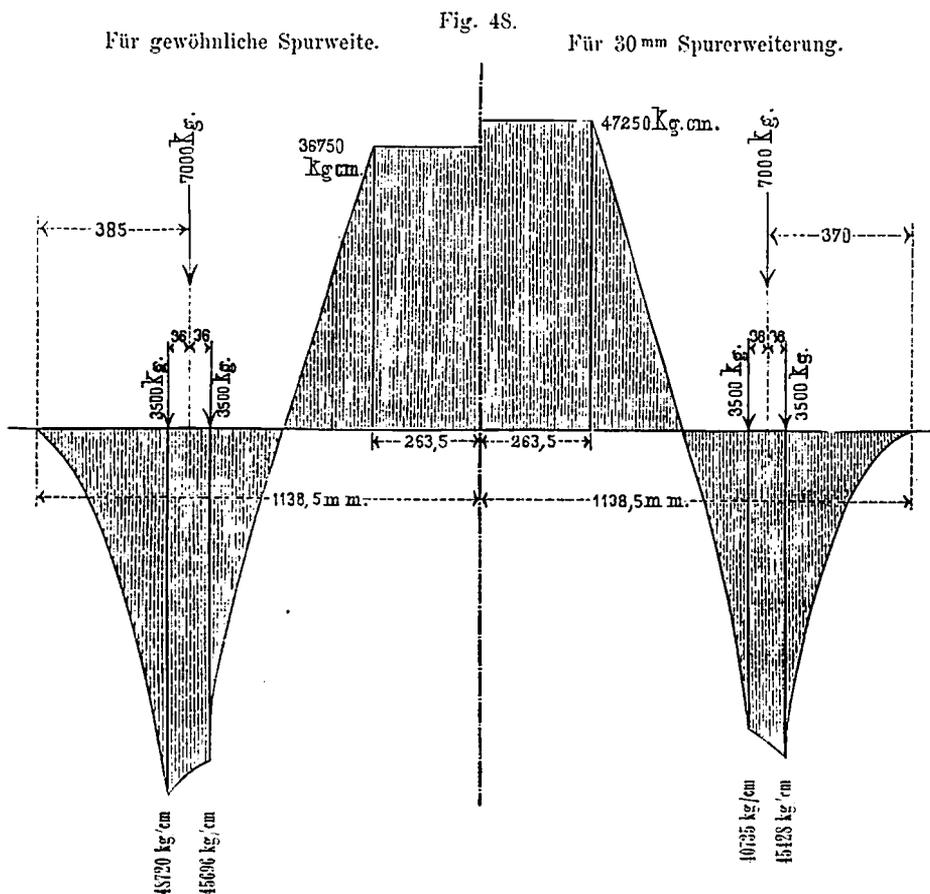
Das Güte-Verhältniss des fraglichen Profils berechnet sich aus $\frac{W}{F \cdot h} = 0,1995$, welcher hohe Werth wohl bei keinem der

jetzt gebräuchlichen Querschwellen-Profile erreicht wird.

Die Curve der Angriffsmomente ist nebenstehend in Fig. 48 dargestellt.

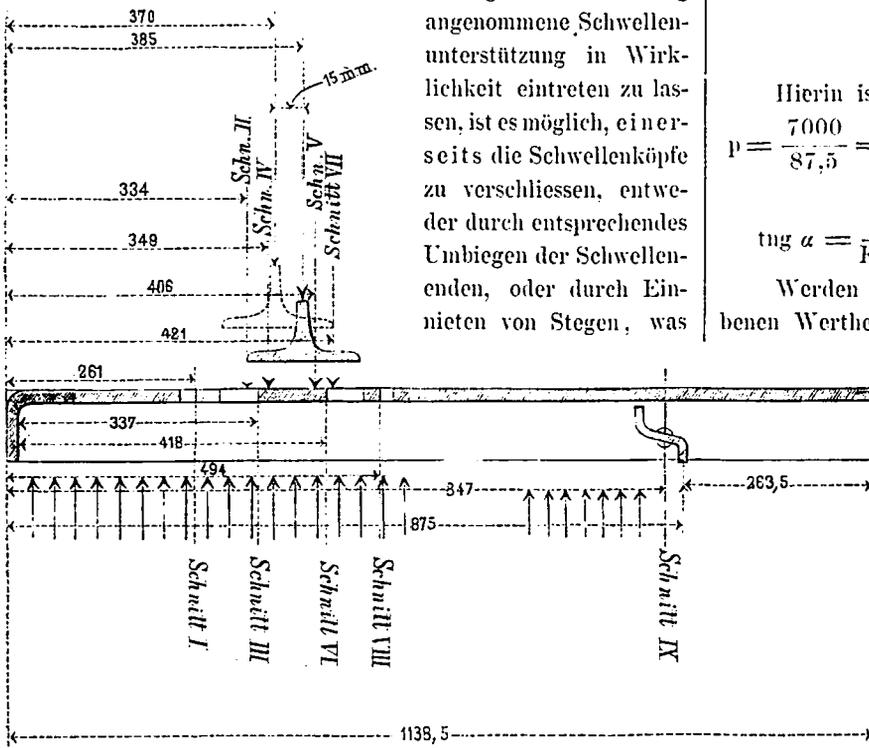
Nachstehende Tabelle zeigt, dass die Schwelle in den gefährlichsten Schnitten annähernd gleiche Beanspruchung erfährt.

Diese Beanspruchungen gestatten für den Fall, dass die Schwelle Stosswirkungen aufzunehmen hat, eine Vergrösserung der Momentenwirkung auf das Doppelte, ehe die Elasticitätsgrenze überschritten wird, was für alle Fälle ausreichend erscheint.



Hierzu Fig. 48 und 49	Schnitt I	Schnitt II mit Spur-Erweiterung von 30 mm	Schnitt III ohne Spur-Erweiterung	Schnitt IV ohne Spur-Erweiterung	Schnitt V mit Spur-Erweiterung von 30 mm	Schnitt VI ohne Spur-Erweiterung	Schnitt VII ohne Spur-Erweiterung	Schnitt VIII ohne Spur-Erweiterung	Schnitt IX ohne Spur-Erweiterung	Schnitt IX mit 30 mm Spur-Erweiterung
Flächen-Inhalt des Querprofils	26,19	29,07	29,07	31,41	31,41	26,73	26,73	26,19	29,33	29,33
Statisches Moment bezogen auf die Basis	134,77	162,271	162,271	181,618	181,618	139,94	139,94	134,77	178,18	178,18
Abstand des Schwerpunktes von der Basis	5,146	5,582	5,582	5,878	5,878	5,234	5,234	5,146	6,075	6,075
Trägheitsmoment bezogen auf die Basis	967,599	1230,474	1230,474	1444,044	1444,044	1016,9	1016,9	967,599	1403,74	1403,74
Widerstands-Modul	53,10	58,16	58,16	62,62	62,62	54,38	54,38	53,10	52,89	52,89
Angriffs-Moment	27248	44622	45428	48720	40734	45740	45696	21314	36434	46936
Beanspruchung	513	770	781	778	651	836	835	401	700	857

Fig. 49.



(Schnitte II u. V für 30 mm Spurverbreiterung, IV u. VII für gewöhnliche Spur.)

schon mit Rücksicht auf die Sicherheit des Gleises gegen Verschiebung durch Seitenkräfte nöthig ist (siehe später); andererseits das mittlere, nicht zu unterstopfende Schwellenstück gleichfalls durch einzunietende Stege bestimmt abzugrenzen; hierdurch wird die Schwelle nach Fig. 49 in drei, nach unten offene Tröge getheilt, von denen nur die beiden äussersten zur Aufnahme des tragenden Bettungskörpers bestimmt sind.

Spurverbreiterung durch Verbiegung der Schwellen.

Es bleibt noch zu untersuchen, welche Spurveränderung die gewählte Schwelle in Folge ihrer Verbiegung unter den verticalen Lasten bedingt. Letztere ist abhängig von der Grösse des früher betrachteten Verdrehungswinkels α , für welchen man die Gleichung erhält (Fig. 50):

Um die bei der soeben durchgeführten Rechnung angenommene Schwellenunterstützung in Wirklichkeit eintreten zu lassen, ist es möglich, einerseits die Schwellenköpfe zu verschliessen, entweder durch entsprechendes Umbiegen der Schwellenden, oder durch Einnieten von Stegen, was

$$\text{tg } \alpha = \frac{1}{EJ} \left[- \int_0^{l_1} M_0 dx - \int_0^{l_1} \frac{px^2}{2} dx + \int_0^{l_1} (G - V) x dx + \int_0^{l_2} \frac{px^2}{2} dx \right]$$

Hierin ist:

$$p = \frac{7000}{87,5} = 80 \text{ kg}, \quad V = p \cdot 38,5 = 3080 \text{ kg}, \quad M_0 = \frac{p \cdot 38,5^2}{2} = 59290 \text{ cm kg}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{1}{EJ} \left[- M_0 l_1 - \frac{pl_1^3}{6} + (G - V) \frac{l_1^2}{2} + \frac{pl_2^3}{6} \right]$$

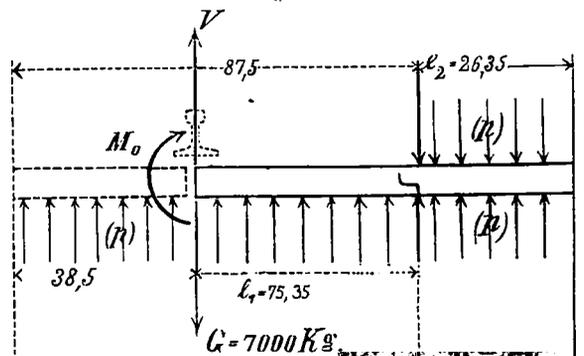
Werden nun die obigen und die in Fig. 50 eingeschriebenen Werthe für M_0 , l_1 , G , V , und l_2 , für E der Werth 2 000 000 und für J für $\text{cm}^4 \sim 358$ eingesetzt, so erhält man für $\text{tg } \alpha$ den Werth $\text{tg } \alpha = 0,0017$.

Es liegt demnach, wie zu erwarten war, ein Bestreben zur Spurerweiterung vor, dessen Maass sich aus der Höhenlage des Schienenkopfes über dem Schwerpunkte des Schwellenquerschnittes berechnet.

Diese Höhe beträgt bei der gewählten Schwelle, einer Stärke der Unterlagsplatte $\sim 1,0 \text{ cm}$ und der Schienenhöhe von 13 cm : $h = \sim 5 + 1 + 13 = 19 \text{ cm}$, die halbe Spurverbreiterung also $e = 19 \cdot 0,00170$

$= 0,032 \text{ cm}$, daher die ganze $2e = 0,064 \text{ cm}$, oder $= 0,64 \text{ mm}$.

Fig. 50.



Diese ganz geringe, für den Betrieb fast bedeutungslose Spurverbreiterung beweist, wie unrichtig die heute noch so viel-

fach herrschende Anschauung ist, das besprochene Bestreben der eisernen Querschwellen sei betriebsgefährlich, namentlich dann, wenn dieselben so gebogen seien, dass sie die Schienen in der richtigen Neigung gegeneinander halten.

Selbst wenn die Schwelle in ihrer ganzen Ausdehnung — auch in der Mitte — unterstopft wird, so überschreitet diese elastische, bei genügendem Widerstandsmomente nach der Entlastung wieder verschwindende Spurerweiterung nicht die Grösse von 1,0 mm, wesshalb diese Anordnung durchaus nicht zu verwerfen wäre, wenn sie nicht ein zu starkes Moment für die Schwellenmitte und damit entweder ein stärkeres Profil oder geringere Sicherheit desselben bedingte. Uebrigens tritt diese gefürchtete Spurveränderung ganz genau eben so gross unter sonst gleichen Verhältnissen auch bei der ungebogenen Schwelle auf, wonach zu ermassen, dass dieser Einwand, so weit er gegen die Biegung der Schwelle ins Feld geführt wird, auf eine Verkennung der thatsächlichen Verhältnisse zurückzuführen ist.

b) Der Querschwellen-Oberbau unter dem Einflusse der Seitenkräfte.

Die Schiene.

Bereits bei Ermittlung der äusseren Kräfte ist ausgeführt, dass die für das Gestänge gefährlichsten Stösse durch die Vorderachse kurzständiger Maschinen geäussert werden, und dass die jeweils davon getroffene Schiene derartige Wirkungen bis zum Betrage von 7350 kg auszuhalten hat.

Sie wird am ungünstigsten beansprucht, wenn der Stoss gerade in der Mitte eines Schwellenzwischenraumes geäussert wird.

Man wird wenig fehlgreifen, wenn man das Verhalten der Schiene in diesem Falle gleich dem bereits untersuchten eines Trägers auf unendlich vielen Stützen annimmt, was allerdings insofern nicht ganz richtig ist, als dabei der allerdings nur geringe Einfluss der übrigen Achsen vernachlässigt wird; letzterem lässt sich aber weder durch die Erfahrung noch durch die Theorie beikommen, andererseits äussert er sich als ein Widerstand gegen die durch den Stoss angestrebte Verbiegung des Trägers, so dass durch seine Vernachlässigung die Verhältnisse sich ungünstiger darstellen, als sie in Wirklichkeit sind.

Somit lassen sich die Ergebnisse der für das Verhalten der Schienen unter einer verticalen Last durchgeführten Untersuchung verwerthen, durch welche sich das grösste Moment in der Mitte einer Schwellentheilung von der Länge l unter einer Last G ergeben hatte.

$$M_0 = 0,1708 G l. \text{ (vergl. Seite 87 und Tafel XV, Fig 9).}$$

Durch Einsetzung von $G = 7350$ kg, $l = \begin{cases} 88 \\ 83 \end{cases}$ cm (freie Länge des Feldes) erhält man die Werthe.

$$M_0 = 0,1708 \cdot 7350 \begin{cases} 88 \\ 83 \end{cases} = \begin{cases} 108768 \\ 102588 \end{cases} \text{ kg/cm.}$$

Die Staatsbahnschiene für Querschwellen hat in Bezug auf die lothrechte Mittellinie einen Widerstandsmodul für cm $W = \sim 27$, so dass sich aus der Gleichung $k W = \begin{cases} 108768 \\ 102588 \end{cases}$

$$\text{eine Beanspruchung } k = \begin{cases} \frac{108768}{27} = 4028 \text{ kg} \\ \frac{102588}{27} = 3800 \text{ kg} \end{cases} \text{ für die äusserste}$$

Faser des Schienenfusses berechnet.

Nach den Versuchen von Bauschinger in München (Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der Kgl. polyt. Schule zu München) kann die Elasticitätsgrenze des Bessemerstahls bei 0,54 % Kohlenstoffgehalt durchschnittlich bei 3375 kg für Zug, 3440 für Druck und 3900 kg für Biegung angenommen werden, woraus sich ohne Weiteres ergibt, wie gefährlich solch bedeutende, allerdings nur ausnahmsweise auftretende Seitenstösse bei den üblichen Schwellenentfernungen werden können!

Mit Rücksicht auf das seltene Vorkommen derartiger Ereignisse kann man allerdings eine bedeutend höhere Beanspruchung, als sonst üblich zulassen, jedenfalls scheint es aber unzulässig, dieselbe bis über die Elasticitätsgrenze hinauswachsen zu lassen.

Unter Zugrundelegung dieses Gesichtspunktes folgt, dass die Schwellenweite von 1,0 m für das Profil 1879 der Preussischen Staatsbahnschienen zu gross ist, ferner dass diejenige von 0,95 m an den häufig derartig beanspruchten Stellen schon sehr bedenklich ist, während sie für weniger gefährdete Strecken eher zulässig erscheint.

Grösste Seitenstösse kommen nun aber in geraden Strecken verhältnissmässig selten, jedenfalls viel seltener als in scharfen Krümmungen vor, weshalb es geboten erscheint, die Schwellenweite in den Curven gegenüber derjenigen in der geraden Linie entsprechend einzuschränken; am einfachsten lässt sich dies durch Hinzufügen einer Schwelle auf die Schienenlänge erreichen.

Unter Beibehaltung des Preussischen Staatsbahnprofils 1879, einer Laschenlänge von 50 cm und einer Rückenbreite von 12 cm der Schwelle würde dann die vortheilhafteste Schienenlänge sich ergeben $= 50 + 12 + 7 \cdot 95 = 665 + 62 = 727$ cm, wofür man passend 725 cm wählen dürfte; dabei vermindert sich die Schwellenweite auf $\frac{663}{7} = 94,7$ cm.

In der Krümmung von kleinstem Halbmesser würde durch Hinzufügen einer Schwelle die Theilung auf $\frac{663}{8} = 83$ cm verkleinert, das Moment daher auf $0,1708 \cdot 7350 \cdot 71 = 89132$ kg/cm, und die Beanspruchung auf $k = \frac{89132}{27} k = 3301$ kg.

Auf anderem Wege lässt sich eine grössere Sicherheit durch Verstärkung des Schienenfusses, Tafel XV, Fig. 2, erreichen, womit zweckmässig eine gleichzeitige, entsprechende Verstärkung des Schienenkopfes zu verbinden ist, um bessere Ausnutzung des Querschnittes zu ermöglichen.

Die eben durchgeführte Untersuchung lässt klar erkennen, wie verhältnissmässig schwach die Sicherheit der Schiene gegen die grössten Seitenstösse ist, und wie sehr es geboten erscheint, dieselbe nur aus sehr gutem Stahle fertigen zu lassen.

Jedenfalls sollte Stahl, dessen Elasticitätsgrenze schon bei 2200 kg liegt, nicht zu Schienen des besprochenen Querschnittes

verwandt werden. Wo dies trotzdem geschieht, können Schienenbrüche nicht ausbleiben, wie dies die Erfahrung auch bereits wiederholt bestätigt hat.

Unter allen Umständen müssen daher bei Abnahme der Stahlschienen die Proben in Bezug auf die Elasticität und Bruchsicherheit mit der grössten Sorgfalt vorgenommen werden.

Andererseits zeigen aber auch die gewonnenen Ergebnisse, wie ungemein wichtig eine Anordnung des Gestänges ist, welche die berechnete freie Länge der Schiene zwischen den Schwellen auch richtig erhält.

Die Befestigung der Schienen auf den Unterlagen.

Es muss daher die Befestigung der Schiene auf der Schwelle eine ganz besonders dauerhafte sein, denn die Lösung derselben auf einer Unterlage verdoppelt die Spannweite und kann dadurch mit Leichtigkeit einen Schienenbruch herbeiführen. Die Anforderungen, welche deshalb an die Befestigung gestellt werden müssen, lassen sich folgendermaassen feststellen.

- 1) Der Schienenfuss muss auf der Schwelle in möglichster Ausdehnung, jedenfalls in der ganzen Länge seiner Auflagerung gegen Seitwärtsverschiebung gesichert sein.
- 2) Der zur unmittelbaren Uebertragung des Druckes auf die Schwelle bestimmte Befestigungstheil muss von genügender Stärke und so mit der Schwelle verbunden sein, dass die zulässige Beanspruchung nicht überschritten wird, dass also ein Einfressen der Befestigungsmittel in das Fleisch des Rückens nicht stattfinden kann.
- 3) Die auf Kanten der Schiene wirkenden Seitenkräfte müssen durch die Befestigungsmittel sicher aufgenommen werden.
- 4) Eine Entfernung oder ein Bruch dieser Theile darf nicht den Verlust der Schienen-Unterstützung gegen Seitenkräfte, also keine Vergrösserung der freien Länge zwischen den Stützpunkten zur Folge haben.

Betrachtet man die gebräuchlichen Arten der Befestigung, welche entweder Kramphaken und Keile, oder Klemmplatten und Hakenschrauben verwenden, so lässt sich nicht verkennen, dass sie kaum einer der zu stellenden Bedingungen entsprechen.

Die in Fig. 9 und 10, Tafel V dargestellte neueste Anordnung der Berg. Märk. Eisenbahn*) beispielsweise genügt der Bedingung ad 1) garnicht.

Bei einer Rückenbreite der Schwelle von 130^{mm} beträgt die Breite der Haken und Keile in der Richtung der Schienen, also die Unterstützungslänge des Schienenfusses gegen Seitenkräfte 17^{mm} bei einer Schwellenweite von 1030^{mm}.

Die freie Länge der Schiene ist also 123^{mm} grösser als nöthig.

Will man diese Form der Querschwellen beibehalten, so lässt sich durch richtige Anordnung der Befestigung die freie Länge einschränken auf 1030 — 130 = 900^{mm}, die aber nach der früheren Untersuchung immer noch sehr gross und betriebsgefährlich erscheint.

Die Forderung ad 2) wird gleichfalls nicht erfüllt, denn die äussere Krampe hat einen Querschnitt von $2,7 \cdot 1,7 = 4,59$

qcm; sie wird aber auf Abscheeren beansprucht mit $7350 - Gf = \sim 6350$ kg, erhält daher eine Beanspruchung von $\frac{6350}{4,59} = 1400$ kg, was unzweifelhaft zu hoch ist.

Noch schlimmer gestaltet sich die Druckübertragung von der Krampe auf den Schwellenrücken.

Bei der früher gebräuchlichen Schwellenform hatte der Rücken eine Stärke von 9^{mm}. Die Grösse der den Druck aufnehmenden Stelle war daher $0,9 \cdot 1,7 = 1,33$ qcm.

Im günstigsten Falle wird daher diese Fläche gedrückt mit $\frac{6350}{1,33} = 4800$ kg für 1 qcm; wenn aber in Folge der Erschütterungen des Gestänges die Reibung zwischen Schienenfuss und Schwellenrücken bei gleichzeitiger Stosswirkung zeitweilig aufgehoben wird, so muss die kleine Fläche den ganzen Druck von 7350 kg aufnehmen.

Es erhöht sich dadurch die Beanspruchung k auf $\frac{7350}{1,33} = 5530$ kg.

Dass unter solchen, die Druckfestigkeit der Lochlaibung weit übersteigenden Beanspruchungen die Fasern zerdrückt werden mussten ist klar; es stellte sich das sogenannte Einfressen der Krampen in die Schwellen allmählich ein, wie es auch von den meisten Eisenbahnverwaltungen, die derartige Anordnungen verwandt haben, beobachtet und berichtet worden ist.

Dieser Uebelstand, der mit der Zeit Spurerweiterungen herbeiführt, mit seinen lästigen Verhütungsmassregeln ist die Hauptursache, weshalb der Querschwellenbau in Deutschland lange Zeit mit misstrauischem Auge betrachtet worden ist, obgleich demselben in ganz einfacher Weise abzuhelfen ist.

Auch die Bergisch Märkische Bahn hat mit ihrer neuen Querschwellen eine Vervollkommnung in dieser Richtung angestrebt, indem sie den Schwellenrücken in der Mitte von 9 auf 13^{mm} verstärkt hat, (Tafel V, Fig. 8). Es zeigt nun die Druck empfangende Stelle allerdings einen Querschnitt von $1,3 \cdot 1,7 = 2,21$ qcm, wodurch die grösste Beanspruchung sich auf $\frac{7350}{2,21} = 3326$ kg für 1 qcm vermindert; das ist aber gleich-

wohl noch zu hoch, und ausserdem ist zu bemerken, dass der Mehraufwand von $\sim 3,6 \cdot 0,4 \cdot 230 = 334$ cbcm nur wenig vergrössert zu werden braucht, um eine allen Anforderungen entsprechende Befestigung zu ermöglichen.

Auch der dritten Forderung wird von der vorliegenden Befestigung nicht entsprochen. Denn angenommen, dass die Stosskraft im Betrage von 7350 kg 116^{mm} über dem Schienenfuss angreift, und dass günstigsten Falles das Vorderrad dabei nicht entlastet ist, so muss bei der Breite des Schienenfusses von 102^{mm} der innere Haken mindestens eine Kraft X aushalten, welche sich bestimmt aus der Gleichung $X \cdot 102 = 7350 \cdot 11,6 - 7000 \cdot 5,1$ mit $X = 4860$ kg.

Die Innenkrampe bietet aber an ihrer schwächsten Stelle nur 3,4 qcm Querschnitt, folglich erleidet sie daselbst einen Zug von $\frac{4860}{3,4} = 1430$ kg auf 1 qcm, der schon jenseits der gewöhnlichen Elasticitätsgrenze des Schmiedeeisens (= 1400 kg)

*) Im Jahre 1881.

liegt, und sich bei entlastetem Vorderrade noch entsprechend steigert.

Die zuletzt aufgestellte Forderung, dass der Bruch eines Befestigungstheiles dem Schienenfusse nicht seine Unterstützung gegen Seitenverschiebung rauben soll, ist ebenfalls nicht erfüllt, denn wenn die Aussenkrampe bricht, so wird die Schiene nur noch durch die Reibung zwischen Schwelle und Schiene gehalten. Da diese bedeutend geringer ist als bei Holzschwellenbau, so ist in einem solchen Falle der eiserne Querschwellenbau noch unsicherer als ersterer.

Genau dasselbe gilt, wie ohne Weiteres aus Fig. 51 ersichtlich ist, für die Art der Befestigung mit Haken-schrauben.

Die nach Abzug der Rundungen übrig bleibende, den Druck wirklich übertragende Fläche (gestrichelt) beträgt nur $1,6 \cdot 0,8 = 1,28$ qcm.

Aus dieser Betrachtung folgt, dass diese Befestigungen den erforderlichen Grad von Sicherheit nicht bieten; die Erfahrung scheint dies zu bestätigen, denn der Holzquerschwellenbau ist auch heute noch im Betriebe und findet immer noch eifrige Vertheidiger seiner Vorzüge, weil er für die gewöhnlich auftretenden Kräfte erfahrungsmässig Genügendes leistet. Von einer vollkommenen Anordnung muss man aber verlangen, dass sie auch den ungünstigsten Ereignissen Rechnung trägt, wenigstens soweit sich das praktisch erreichen lässt.

Die Unterlagsplatten.

In der That ist dies sehr einfach zu bewerkstelligen, wenn man auf sämtliche Schwellen Unterlagsplatten (Fig. 1 und 3 bis 5, Tafel XV) legt, wodurch sich gleichzeitig die schon früher als wünschenswerth bezeichnete Art der Lagerung des Schienenfusses erreichen lässt.

Die Forderungen 1 und 2 werden dadurch erfüllt, dass die Rippen den Schienenfuss auf der ganzen Länge des Schwellenrückens gegen Seitenkräfte stützen, indem der Schienenfuss den Druck auf die untere Rippe unmittelbar, auf die obere mittels der Klemmplatte überträgt.

Werden die Reibungswiderstände, welche sich in Folge der Betriebslast zwischen Schienenfuss und Platte und in Folge der Schraubenspannung ebendasselbst und zwischen Fuss und Klemmplatte bilden, vernachlässigt, so ist der Druck von 7350 kg durch eine druckempfangende Fläche von $0,3 \cdot 9,4 + 0,6 \cdot 12 = 10,02$ qcm (nach Abzug eines Bolzenlochs) aufzunehmen, so dass die Druckbeanspruchung für 1 qcm $= \frac{7350}{10,02} = 735$ kg eintritt. — Um die Hälfte dieses Druckes auf die inneren Befestigungshaken der Platte von 56 mm Breite mit gleicher Sicherheit übertragen zu können, müsste nach Abzug zweier Bolzenlöcher die Platte einen Querschnitt $= 5,01$ qcm, daher eine Stärke von $\frac{5,01}{12 - 2 \cdot 2,6} = \frac{5,01}{6,80} = 0,74$ cm haben.

Mit Rücksicht auf die geringere Festigkeit der Platte quer zur Walzrichtung ist dafür eine Stärke von 8 mm genommen.

Bei dem dargestellten Schienenquerschnitte hat der Fuss aber nur 7,5 mm Höhe, nach Abzug der Rundung bleiben für die lothrechte Fläche sonach nur ~ 3 mm übrig.

Es entfällt mithin auf die untere Rippe ein Druck $= \frac{0,3 \cdot 9,4}{0,3 \cdot 9,4 + 0,6 \cdot 12} \cdot 7350 = 2068$ kg, auf die obere aber ein solcher $= 7350 - 2068 = 5282$ kg, so dass für letztere mit Rücksicht auf Scheerfestigkeit eine Breite $x = \frac{5282}{600 \cdot 12} = 0,74$ cm sich als mindestens erforderlich herausstellt.

Die Forderung 4) wird in gleicher Weise erfüllt durch die untere Rippe allein, wenn der Bolzen und die Klemmplatte fehlen sollten; allerdings ist dann die gebotene Fläche von $9,4 \cdot 0,3 = 2,82$ qcm sehr klein, so dass sich eine Beanspruchung von $\frac{7350}{2,82} = 2660$ kg ergibt; dabei ist aber wohl zu beachten, dass die Beanspruchung in diesem Ausnahmefall immer noch bedeutend geringer ist, als bei den jetzt gebräuchlichen Befestigungen überhaupt.

Andererseits ist es ein Leichtes, durch Verstärkung des Schienenfusses auf 9 mm und Ermässigung des Ausrundungsradius auf 4 mm diese Fläche auf $0,5 \cdot 9,4 = 4,7$ qcm zu vergrössern, die Beanspruchung auf $\frac{7350}{4,7} = 1570$ kg zu vermindern, wenn der Reibungswiderstand zwischen Schienenfuss und Platte vernachlässigt wird, und auf $\frac{7350 - 7000 \cdot 1/6}{4,7} = \frac{6200}{4,7} = 1320$ kg, wenn derselbe berücksichtigt wird. Die vorgeschlagene Verstärkung des Schienenfusses wurde oben bereits mit Rücksicht auf die Seitensteifigkeit des Gestänges als erwünscht nachgewiesen (Taf. XV, Fig. 2). Die entstehenden Beanspruchungen erscheinen für den vorliegenden Ausnahmefall eines heftigsten Seitenstosses nicht zu hoch.

Durch die vorstehend nachgewiesene Beschränkung der Beanspruchung auf zulässige Grössen ist zugleich der Nachweis erbracht, dass ein Einfressen in die Befestigungstheile nicht erfolgen kann, und dass somit auch die Bedingung 2) erfüllt ist.

Um nachzuweisen, dass die Bedingung 3) erfüllt ist, ist folgender Weg einzuschlagen.

Die stärkste Entlastung eines Vorderrades durch den Druck der Kreuzköpfe auf die obere Gleitbahn kann den Betrag von 2500 kg erreichen, so dass der Raddruck von 6500 sich auf $6500 - 2500 = 4000$ kg vermindert.

Die Anfangsspannung der Hakenschauben durch Anziehen der Muttern kann man, angestellten Berechnungen zu Folge, etwa gleich 500 kg für 1 qcm Querschnitt, also bei 25 mm Bolzendurchmesser, 20,93 mm Kerndurchmesser und 3,45 qcm Querschnitt gleich ~ 1800 kg annehmen.

Unter dem Einflusse des Seitendruckes strebt die Schiene

und II a), während alle Schwellen ein und dieselbe Lochung erhalten.

Es erscheinen hierbei die Umstände günstig, dass sich die richtige Lochung der Schwelle und der Platte, sowie die Form der letzteren viel leichter controliren lässt, als die vorschriftsmässigen Abmessungen der Krampen, und dass Verwendungen von Schwellen an falscher Stelle überhaupt nicht, von Platten aber viel weniger leicht vorkommen können, als solche von Kleiseisenzeug.

Durch die zu Ende geführte Untersuchung ist bewiesen, dass der Querschwellenbau durch die Einführung der besprochenen Unterlagsplatten eine allen Anforderungen genügende Sicherheit gewinnt, wobei als ganz besonders wichtig in die Augen springt, dass sich auch bei beliebiger Schwellenform, also auch bei allen jetzt gebräuchlichen Anordnungen diese Verbesserung in einfachster Weise anbringen lässt.

Die Querschwellen.

Die Hauptaufgabe der Eisenschwelle in Bezug auf den Einfluss der Seitenkräfte ist die, der Verschiebung des Gestänges nach der Seite genügenden Widerstand entgegenzusetzen. Bei dem Holzschwellenbau wurde dieser Widerstand geleistet durch die Reibung zwischen Bettung und Schwellenunterfläche, und ausserdem durch den allerdings nur unbedeutenden passiven Erddruck gegen die Schwellenköpfe.

Es war von vornherein ein verkehrtes Bestreben, die Eisenschwellen in der Weise wirken lassen zu wollen, wie dies bei dem Vautherin'schen Oberbau mit offenen Schwellenköpfen geschah.

Denn da die Reibung zwischen Holz und Bettung mindestens 1,5fach grösser ist als zwischen Eisen und Bettung, so musste da, wo der Widerstand sich auf die Reibung in der Unterfläche der Eisenschwelle beschränkte, die Sicherheit gegen Seitenverschiebung sich auf $\frac{2}{3}$ der bei Holzschwellen gebotenen vermindern.

Bieten die letzteren daher, wie früher nachgewiesen, nicht immer Genügendes, so kann die Eisenschwelle in dieser Anordnung erst recht nicht befriedigen, um so weniger, als auch der geringe, auf den Holzschwellenkopf wirkende passive Erddruck bei der Eisenschwelle fast ganz verschwindet.

Diese mangelhafte Anordnung hat der Verbreitung der eisernen Querschwellen erheblichen Eintrag gethan, weil sich auch im Betriebe die grössere Unsicherheit in der Lagerung gegenüber den Holzschwellen bald herausstellte.

Trotzdem lässt sich bei Eisen eine erheblich grössere Sicherheit erreichen als bei Holz, wenn die Form so gewählt wird, dass das Eisen einen unten offenen Trog bildet, in welchem sich die eigentliche Tragschwelle aus dem durch die Schwellenform eingeschlossenen Bettungskörper bildet.

Diese Trogform bzw. der Verschluss der offenen Schwellenköpfe wird am einfachsten durch die Umbiegung der Schwellenden gebildet.

Es wird dadurch erreicht, dass bei eintretender Neigung zum Verschieben der Eisenmantel den festumschlossenen Bettungsrücken auf der tiefer liegenden nicht umfassten Bettungsschicht mitzuverschieben strebt, wodurch an die Stelle der

Reibung zwischen Eisen und Bettung nunmehr diejenige zwischen Bettung und Bettung tritt. Nun ist letztere etwa zweimal grösser als erstere, und etwa ein und einhalb mal so gross, wie diejenige zwischen Holz und Bettung, so dass nun eine zweifache Sicherheit gegenüber der ursprünglichen, mangelhaften Anordnung in Eisen, und eine anderthalbfache gegenüber derjenigen in Holz erreichbar ist.

Die aus demselben Grunde gewählte Anordnung von Querschwellen mit untergenieteteten Walzeisen ist, so weit dadurch kein förmlicher Trog gebildet wird, unvollkommener, als die zuletzt besprochene.

Die früher bereits erwähnte Anordnung des Gestänges mit 10 cm hoher Eisenschwelle hat auf 1 laufenden Meter ein Gewicht von ~ 130 kg, der eingeschlossene Bettungsrücken bei 175 cm Länge ein solches von ~ 50 kg, beide zusammen daher von etwa 180 kg. Wird der Reibungswiderstand der Bettung $u = \sim 0,75$ angenommen, so leistet dies Gewicht einen Widerstand gegen Verschiebung von $0,75 \cdot 180 = 135$ kg, ohne Rücksicht auf den Widerstand, welchen der Kopf durch den erzeugten passiven Druck noch erleidet.

Bei Holzschwellen beträgt das Gewicht des Gestänges auf 1 laufenden Meter unbelastet ~ 140 kg, der Widerstand gegen Verschieben $\sim \frac{1}{2} \cdot 140 = 70$ kg, der passive Druck auf den Schwellenkopf $= \sim \frac{2 \cdot 0,16^2 \cdot 2500}{4} = 30,7$ kg, beide zusammen daher $= 70 + 31 = 101$ kg.

Es ist daher die Sicherheit gegen Seitenkräfte bei unbelastetem Gleise und dem betr. Eisenbau $\frac{135}{101} = 1,33$ mal grösser, als unter gleichen Verhältnissen bei Holzschwellen. Ist das Gleis belastet, so wird das Ergebnis naturgemäss für die Eisenschwellen noch günstiger.

Hätte eine Schwelle den Gesamtseitendruck von ~ 8000 kg allein auf die Bettung zu übermitteln, und beträgt das Gewicht der darüber stehenden Axe 13 000 kg, so leistet die erstere einen Widerstand $= 13 000 \cdot 0,75 + 135 = 9750 + 135 = \sim 9900$ kg, während die Holzschwelle in gleichem Falle nur $13 000 \cdot 0,5 + 135 = \sim 6650$ zu leisten vermag, woraus sich eine anderthalbfach grössere Sicherheit gegenüber dem Holzschwellenbau ergibt.

Selbst wenn die Vorderachse bis auf 10 000 kg entlastet ist und die Stosswirkung in der Weise erfolgt, wie Tafel V, Fig. 1 dargestellt ist, so stehen dem Stosse von 8000 kg gegenüber $10 000 \cdot 0,750 + 7,5 \cdot 135 = 7500 + 1040$ kg $= 8540$, so dass auch hier eine Ueberwindung des Widerstandes und somit ein Verschieben der ganzen Schienenlänge nicht zu fürchten ist.

Die nöthige Breite der Bettung vor dem Schwellenkopfe lässt sich mit Rücksicht auf die Gleitfläche des Prisma's vom geringsten passiven Widerstande bestimmen, welche etwa nach 1:2 gegen den Horizont geneigt ist.

Bei 10 cm Schwellenhöhe müsste demnach die Bettungsbreite betragen $2,28 + 2 \cdot 0,20 = 2,68$, wofür man 2,75 nehmen wird. Man kann hiernach die Kronenbreite bei Eisenbau auf $2,75 + 0,45 = 3,20$ cm einschränken, eine namentlich für

Secundärbahnen in wirtschaftlicher Beziehung nicht zu unterschätzende Maassregel.

c) Der Einfluss der wagerecht nach der Längsrichtung des Gleises wirkenden Kräfte.

Die Verhütung des Wanderns der Gestänge in ihrer Längsrichtung ist in erster Linie abhängig von dem Widerstande, den die einzelne Schwelle leistet.

Das Gewicht des laufenden Meters Querschwellenbau einschliesslich der Bettungsrücken beträgt, wie vorstehend ermittelt, ~ 180 kg, somit bei einer Schienenlänge von $7,5^m = 7,5 \cdot 180 = 1350$ kg und bei 8 Schwellen für eine Schwelle
$$= \frac{1350}{8} = 169 \text{ kg.}$$

Dieses Gewicht leistet bei einem Reibungscoefficienten von $u = 0,75$ in der Trennungsfläche einen Widerstand $= 0,75 \cdot 169 = 127$ kg.

Hierzu tritt der durch die angestrebte Verschiebung erzeugte passive Druck der Bettung, der sich bei 10 cm Schwellenhöhe veranschlagen lässt auf $2 \cdot 0,10^2 \cdot 2,25 \cdot 2500 = 113$ kg.

Die allein durch Eigengewicht des Gleises belastete Schwelle (Bettungskrone in Höhe d. Sch. U.) leistet daher gegen Längsverschiebung einen Gesamtwiderstand $= 127 + 113 = 240$ kg.

Die ganze Schienenlänge daher $= 8 \cdot 240 = 1920$ kg.

Dieser Widerstand wird vergrössert durch den Einfluss der Betriebslasten.

Die grösste Kraft, die auf Längenschiebung einer Schienenlänge wirken kann, beträgt unter gewöhnlichen Verhältnissen etwa $\frac{1}{6} \cdot 6 \cdot 6500 = 6500$ kg, bei ungünstigen $\frac{1}{4} \cdot 6 \cdot 6500 = 9750$ kg, wobei die auf der Schienenlänge stehenden Lasten sich auf $6 \cdot 6500 = 39000$ kg beziffern. Werden letztere auf die 8 Schwellen gleichmässig vertheilt angenommen, so ergibt sich für eine derselben eine fremde Last von
$$\frac{390000}{8} = \sim 5000 \text{ kg.}$$

Unter dem Einflusse dieser Last vergrössert sich die Widerstandsfähigkeit einer Schwelle um $5000 \cdot 0,75 = 3750$ kg.

Der Widerstand, den sämtliche Schwellen daher der Verschiebung entgegensetzen können, beziffert sich somit auf $8 \cdot (3750 + 240) = \sim 32000$ kg, während nur 9750 kg erfordert werden.

Diese hohe Widerstandsfähigkeit des Querschwellenbaues wird aber bei allen bestehenden Bauweisen nur höchst unvollkommen ausgenutzt, aus dem einfachen Grunde, weil die auf die Schienen ausgeübten Längskräfte seit Wegfall der bei den Stahlschienen unzulässigen Einklinkungen nur zum kleinsten Theile auf die Schwellen übertragen werden, wie folgende Betrachtung lehrt.

Beim Holzschwellenbau kann der Reibungscoefficient zwischen Schiene und Querschwellen $u = \sim 0,5$ angenommen werden, welchem daher ein Gesamtwiderstand auf allen 8 Schwellen entspricht von $W = u \cdot 6 \cdot 6500 = \sim 20000$ kg, während die Kraft des Angriffs 9750 kg theoretisch nicht übersteigen kann. Es ist daher thatsächlich mehr als zweifache Sicherheit vorhanden, und doch lehrt eine allgemeine Erfahrung, dass trotz-

dem die Längenschiebungen der Schiene auf den Schwellen nicht gehindert werden; es lässt sich diese Wahrnehmung nur dadurch erklären, dass der Reibungswiderstand der Schwellen durch die Erschütterungen des Gestänges bedeutend herabgemindert wird.

Noch viel ungünstiger ist der eiserne Querschwellenbau in dieser Beziehung gestellt, (immer abgesehen von dem eigenen Drucke der Befestigungsmittel und dem dadurch vergrösserten Widerstande), denn bei ihm beträgt der Reibungscoefficient zwischen Schwelle und Schiene nur $u = \frac{1}{6}$, also nur $\frac{1}{3}$ desjenigen des Holzbaues, woraus sich ohne Weiteres ergibt, dass, wenn bei letzterem das Wandern der Schiene nicht zu verhüten ist, es bei ersterem um so mehr eintreten wird, es sei denn, dass man besondere Mittel anwendet, die an Stelle der früher üblichen Einklinkungen den Längsdruck der Schiene unmittelbar auf eine oder mehrere Schwellen übertragen.

Dies lässt sich durch eine etwas vergrösserte Laschenlänge erreichen, nämlich durch die Tafel XV, Fig. 1, 5 und 6 dargestellte Anordnung, wie sogleich nachgewiesen werden soll.

Die beiden Ausschnitte der Laschen, welche die Stosschwellen hakenartig umklammern und deren Entfernung von einander genau festlegen, übertragen einen auf die Laschen ausgeübten Längsdruck auf die beiden Schwellen.

Strebt nun die Schiene eine Längenschiebung an, so wird dieselbe auf die beiden angeschlossenen Laschenpaare und durch diese auf die entsprechenden vier Stosschwellen übertragen, so dass nunmehr der Widerstand von $8 + 2 = 10$ Schwellen erregt wird. Von diesen sind im ungünstigsten Falle (3achsige Tendermaschine) höchstens zwei unbelastet, die 8 übrigen gehören der belasteten Schienenlänge an.

Es leisten dann die beiden unbelasteten Stosschwellen einen Widerstand von $2 \cdot 240 = 480$ kg, die belasteten Stosschwellen einen solchen von $2 \cdot (3750 + 240) = 7980$, die Stosschwellen zusammen $= 8460$ kg, so dass die 8 belasteten Schwellen den Rest von $9750 - 8460 = \sim 1300$ kg als Reibungswiderstände auf die Schiene zu übertragen hätten. Ohne Rücksicht auf den Druck der Klemmschrauben kann man bei ruhender Last den Betrag des Widerstandes schätzen auf
$$\frac{6 \cdot 6500}{6} = 6500 \text{ kg,}$$
 wonach derselbe das Fünffache des wirklich zu Leistenden ausmacht.

Beim Holzbau betrug er nur das Doppelte, sonach die gewährte Sicherheit nur $\frac{2}{5}$ der durch die besprochene Anordnung erreichten.

Ausserdem stellen die kräftigen Schienenbefestigungen den Längskräften gleichfalls nicht zu unterschätzende Widerstände entgegen, deren Grösse man folgendermaassen schätzen kann.

Die Anfangsspannung einer Klemmschraube beträgt 1800 kg, sie überträgt durch die Klemmplatte die Hälfte $= 900$ kg auf den Schienenfuss, die 4 Schrauben einer Schwelle daher $4 \cdot 900 = 3600$ kg, woraus sich bei $u = \frac{1}{6}$ ein Reibungswiderstand von
$$\frac{3600}{6} = 600 \text{ kg}$$
 berechnet.

Sonach übertragen die 8 Schwellen auf die Schiene $8 \cdot 600 = 4800$ kg, so dass sich durch Vereinigung sämtlicher Rei-

bungswiderstände der Betrag von $6500 + 4800 = 11300$ kg ergibt, während thatsächlich nur 1300 kg gestellt werden sollen; es gewährt daher die getroffene Anordnung eine mehr als 8fache Sicherheit gegen Längsverschiebung und eine 4fach grössere als der Holzbau.

Zur Uebertragung der 8500 kg auf die Stossschwellen sind bei 4 Angriffspunkten nur je ~ 2100 kg zu leisten, so dass die gewählten Abmessungen bei Weitem genügen. Da sehr lange Laschen in scharfen Krümmungen erfahrungsmässig weniger gut sitzen als kürzere, so empfiehlt es sich, die hakenförmigen Verlängerungen der Aussenlaschen, wie auf Tafel XV, Fig. 6, dargestellt ist, so auszuschneiden, dass die Berührung zwischen Schiene und Lasche in den Anschlussflächen in Fortfall kommt.

d) Der Bettungskörper.

Es ist bereits erwähnt worden, dass die Kronenbreite des Bettungskörpers bei Eisenschwellen erheblich kleiner genommen werden kann, als bei Holzschwellen, ohne den nöthigen Grad der Sicherheit zu beeinträchtigen, es kann daher die hierdurch ersparte Bettung verwandt werden, um den Bettungskörper höher zu machen, und dadurch die Betriebssicherheit entsprechend zu erhöhen.

Will man das nicht, ist man vielleicht sogar durch zu grosse Kostspieligkeit der Bettung gezwungen, dieselbe mit der äussersten Sparsamkeit zu verwenden, so ist der Eisenschwellenbau gleichwohl im Stande, die bestehenden Bestimmungen über die geringste Stärke der Bettung unter den Unterlagen bei einer bedeutenden Einschränkung der Bettungshöhe zu erfüllen. Die «Normen etc.» stellen bekanntlich diese geringste Stärke auf 20 cm fest.

Diese Bestimmung ist auf die Tragfläche der Schwelle zu beziehen, welche bei unsrer Schwelle $\sim 7,0$ cm unter Oberkante-Schwelle angenommen werden kann; hiernach muss die Höhe zwischen letzterer und der wagerechten Ausgleichsline des Planum mindestens 27 cm betragen, während sie bei Holzschwellen 36 cm beträgt. — Selbst wenn man das Maass von 20 cm auf die Unterkante der Schwelle beziehen will, vergrössert sich die mittlere Bettungsstärke nur auf $10 + 20 = 30$ cm.

Es wird daher im ersten Falle ein Viertel, im letzteren ein Fünftel an Bettung gegenüber dem Holzbau gespart.

e) Gestaltung der Befestigungsmittel in Hinsicht auf besondere Betriebs-Vorkommnisse.

Nach der bei Besprechung der eisernen Langschwellen aufgestellten Forderung, dass die Schiene von der Schwelle lösbar sein soll, ohne dass letztere dabei aufgenommen zu werden braucht, könnte man geneigt sein, anzunehmen, dass die vorgeschlagene Befestigung mit Klemmschrauben auch für den Querschwellenbau nicht zu empfehlen sei.

Dieser Einwand trifft aber hier deshalb nicht zu, weil die einschlägigen Verhältnisse hier ganz andere sind.

Selbst wenn durch einen Unfall sämtliche Bolzenmutter auf lange Strecken vollständig breit gequetscht werden sollten, ist es ein Leichtes, sie durch neue zu ersetzen, indem

die betreffende Gleisseite durch Kippbäume einfach angehoben, der Bolzen durchhauen, sodann herausgenommen und der neue eingebracht wird.

f) Zusammenstellung der Ergebnisse.

Werden die für den Querschwellenbau gefundenen Ergebnisse noch einmal kurz zusammengestellt, so ergibt sich folgendes:

1) Die lothrechten Lasten.

a) Die Schiene.

Bei den gebräuchlichen Schwellenentfernungen und geringsten Radständen unterscheiden sich die möglichen grössten Momente über der Stütze und in der Mitte der Schwellentheilung nur äusserst wenig, Kopf und Fuss der Schiene werden daher fast ebenso stark auf Zug, wie auf Druck beansprucht.

Die zwischen Feldmitte und Stütze belegenen Stellen der Schiene erhalten selbstverständlich geringere Beanspruchungen: die Schiene wird also nicht überall voll ausgenutzt.

Der Querschnitt der Preussischen Staatsbahnschiene von 1879 gewährt auch im Zustande äusserster Abnutzung die nöthige Sicherheit.

β) Die Laschen.

Die gewöhnlich angewandten Laschen gewähren bei der üblichen Entfernung der Stossschwellen nicht das erforderliche Maass der Sicherheit, es ist vielmehr, um dies zu erreichen, eine Verstärkung der Winkellaschen nöthig. Die theoretisch anzustrebende Gleichheit aller Schwellenentfernungen lässt sich, wenn die Laschen nicht zu schwerfällig gerathen sollen, praktisch nicht durchführen. Aus demselben Grunde ist der feste Stoss, ganz abgesehen von den sonstigen Uebelständen desselben, auch theoretisch verwerflich.

γ) Die Schienenlagerung.

Der Schienenfuss darf zweckmässig nicht in seiner ganzen Breite unterstützt werden, es ist vielmehr vorzuziehen, nur die Ränder desselben in genügender Breite zu lagern, wodurch eine grössere Standfestigkeit, sowie die Möglichkeit, auch Schienen mit nicht ganz tadellos gerathenen Füßen zu verwenden, erzielt und eine übermässige Beanspruchung der das Kanten verhindernden Befestigungsmittel vermieden wird.

Diese Lagerung geschieht am besten durch entsprechend geformte Unterlagsplatten, welche, gleichzeitig zur Sicherung der Gleislage gegen Seitenkräfte dienend, ausserdem den Vorzug bieten, dass die Herstellung der Schwellen in üblicher Weise ohne irgend welche Erschwerung, bezw. Vertheuerung erfolgen kann, was nicht zu ermöglichen wäre, wenn man ohne Unterlagsplatten dieselben Vorzüge erreichen wollte.

δ) Die Schwellen.

Die vortheilhafteste Länge der Schwelle ergibt sich zu 227,7 cm, deren mittlerer Theil auf eine Länge von 52,7 cm nicht unterstopft werden darf, um die Schwellenbeanspruchung und die bei jedem Querschwellenbau in Folge der Durchbiegung der Schwelle vorhandene Neigung zur Spurveränderung entsprechend abzuschwächen; es sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, um die strenge Erfüllung dieser Bedingung zu sichern.

Hierzu dient ausserdem eine geeignete Schwellenform von genügender Höhe, welche gleichzeitig die gegen Gleisverschiebungen erforderlichen Widerstände in ausreichendem Maasse darbietet.

Die Tafel XV, Fig. 1 gezeichnete Schwellenform gestattet unter den gewöhnlichen Betriebslasten keine grössere Spurerweiterung als $0,64 \text{ mm}$ bei gleichzeitig weit unterhalb der Elastizitätsgrenze liegenden Beanspruchungen.

2) Die Seitenkräfte.

a) Die Schiene.

Für das gebräuchliche Preussische Staatsbahnprofil von 1879 ist die Schwellenentfernung von $1,0 \text{ m}$ selbst in der geraden Linie schon zu gross, diejenige von $0,95 \text{ m}$ noch eben zulässig, während sie in Krümmungen, namentlich solchen mit kleinstem Halbmesser, unbedingt weiter eingeschränkt werden sollte.

Mit Rücksicht auf die geringe Stärke der Schienen gegen Seitenkräfte erhöht sich die Wichtigkeit einer sehr sicheren Befestigung und möglichst weitgehenden Einschränkung der freitragenden Länge derselben, welche in zweckentsprechender Weise durch die gewählte Form der Unterlagsplatten und deren Verbindung mit der Schwelle erreicht würden. Durch diese Platten wird in einfachster Weise dem Einfressen zu stark beanspruchter Theile und den daraus folgenden Uebelständen vorgebeugt.

Keine der bis jetzt üblich gewordenen Befestigungsweisen bietet dieselbe Sicherheit, wie die vorgeschlagene mittels Unterlagsplatten und Hakenbolzen.

Die Vorzüge dieser Befestigung werden noch erheblicher, wenn der Schienenfuss verstärkt wird, womit die Ermöglichung einer grösseren Schwellenweite Hand in Hand geht.

Den mit der Krümmung des Gleises wachsenden, auf das Kanten der Schiene gerichteten Kräften, kann durch entsprechende Vermehrung der inneren Hakenbolzen in einfachster Weise Rechnung getragen werden.

β) Die Schwellen.

Die Schwelle muss einen, nur in der Unterfläche offenen Trog bilden, welcher durch zwei, in je $26,35 \text{ cm}$ Entfernung von der Schwellenmitte eingesetzte Stege in drei Abtheilungen zerlegt wird, deren äussere den Tragrücken aufzunehmen haben, während die Mitte nicht unterstopft wird.

γ) Die Bettung.

Die Kronenbreite des Bettungskörpers in Höhe der Schienenunterkante braucht nicht über $2,75 \text{ m}$ zu betragen.

Ein zweckmässig angeordneter Eisenquerbau leistet bei 10 cm Höhe der Querschwellen auch im ungünstigsten Falle mindestens einen $1,33$ fach grösseren Widerstand gegen Seitenverschiebung als der Holzschwellenbau.

3) Die Längskräfte.

Bei den meisten der heute gebräuchlichen Anordnungen ist die Uebertragung der auf die Schiene geäusserten Längskräfte auf die Schwellen eine sehr unvollkommene, viel unvollkommener als bei den Holzschwellen.

Gleichwohl ist die Widerstandsfähigkeit der eisernen Querschwellen gegen Verschiebung in der Richtung des Gleises erheblich grösser, als die der hölzernen, weshalb das Eisengestänge den letzteren gegenüber bei richtiger Anordnung der übertragenden Theile viel ruhiger liegen muss.

Diese richtige Anordnung bietet sich in der hakenförmigen Verlängerung der Aussenlaschen, welche, die beiden Schwellen eines Stosses hakenförmig umgreifend, den Haupttheil der Längskräfte unmittelbar auf die Schwelle übertragen, so dass nur ein ganz geringer Theil durch die am Schienenfuss thätigen Reibungswiderstände aufgenommen zu werden braucht.

Diese Anordnung giebt den Schienen, ohne Rücksicht auf den Einfluss der Klemmschrauben, eine $2,5$ fache grössere Sicherheit, und mit Berücksichtigung derselben eine 4 fach grössere Sicherheit gegen Längsverschiebung, als bei Holzschwellenbau vorhanden ist.

Der eiserne Querschwellenbau mit 10 cm hoher Schwelle leistet daher in Rücksicht auf die Längenverschiebung des Gestänges vollkommen Genügendes.

4) Allgemeine Eigenschaften.

Die Querschwellen mit nach aussen geneigten Hörnern ist die vollkommenste.

Der Aufwand an Bettung kann bei keinem andern Oberbau so weit ermässigt werden, wie beim eisernen Querschwellenoberbau.

Die Unterlagsplatten und Befestigungsschrauben geben eine sehr feste Verbindung, die sich aber jederzeit leicht lösen, und ohne Schwierigkeit auswechseln lässt. Spurerweiterungen lassen sich mit derselben Leichtigkeit und Genauigkeit herstellen, wie bei andern Anordnungen.

Die gewählte Art der Befestigung ist unabhängig von der Schwellenform, und kann bei jeder beliebigen Eisenschwellen jederzeit nachträglich angebracht werden.

Das Eisengewicht für 1 laufendes Meter ist zwar etwas grösser als bei den bis jetzt ausgeführten Querschwellenbauten, jedoch trifft das grössere Gewicht ohne Ausnahme auf solche Theile, die der Abnutzung nur wenig unterworfen sind, und es ist auch nicht grösser, als das der Längschwellenbauten. Jedenfalls sollten einige Kilogramm Eisen aber nicht ins Gewicht fallen gegenüber den Gefahren, welche durch eine schwache Anordnung geschaffen werden.

g) Vergleich zwischen Holz- und Eisen-Querschwellenbau.

Ist bei den bisher betrachteten Oberbauten die Ueberlegenheit einer wohl durchdachten Anordnung eiserner Querschwellen gegenüber der gebräuchlichen mit Holzquerschwellen aufs Schlagendste nachgewiesen, so stellt sich die Unvollkommenheit der letzteren noch deutlicher heraus, wenn man die Haltekraft der Befestigungstheile in den Holzschwellen gegenüber derjenigen in den Eisenschwellen in Betracht zieht.

Trifft nämlich ein grösster Seitenstoss im Betrage von 7350 kg die Schiene grade über der Schwelle, und sind zur Befestigung zwei Hakennägel aussen, einer innen verwandt, so müssen, wenn der Reibungscoefficient zwischen Holz und Metall $\mu = \frac{1}{2}$ genommen wird, die beiden Aussenmägel einen Wider-

stand gegen Verschiebung leisten. $W = 7350 - \frac{6000}{2} = 4350$, während sie unter gewöhnlichen Verhältnissen bei etwa 82 qcm Lochlaibung in der Schwelle nicht mehr als $2 \cdot 82 \cdot 19 = \sim 3200$ kg leisten können: es ist also die Wirkung eines Stosses im Stande, das Gefüge des Gestänges an dieser Stelle zu lösen. Erst wenn die drei Nägel durch Unterlagsplatten gekuppelt werden, wächst der Widerstand derselben auf 4800 kg, der Gesamtwiderstand also auf $4800 + 3000 = 7800$ kg, gegenüber einer angreifenden Kraft von 7350 kg.

Dieses Maass des Widerstandes wird aber nur bei völlig unversehrten Schwellen erreicht.

Noch weniger befriedigt die Sicherheit, welche gegen das Kanten geboten wird; denn der Innennagel kann in seiner Längsachse gegen das Herausreißen kaum mehr als $82 \cdot 25 = 2050$ kg Widerstand leisten, während die in diesem Sinne wirkende angreifende Kraft das Maass von 4860 kg erreichen kann.

Es sind sonach selbst zwei Nägel der Innenseite nicht im Stande, den nöthigen Widerstand zu liefern; daher ist leicht erklärlich, dass grosse Spurveränderungen unter dem Einflusse der Seitenkräfte auftreten können, welche nach eingetretenem Unglücksfalle selten noch nachweisbar sind.

Diese Ergebnisse sind gewiss im Stande, jedem Eisenbahntechniker die Lösung ans Herz zu legen «Weg mit dem Holzschwellenbau». Jedenfalls aber ist es überraschend, dass bei der genugsam bekannten Unsicherheit und Gefährlichkeit dieser Bauart dieselbe nicht nur beibehalten, sondern selbst auf Neubaustrecken immer wieder zur Ausführung gebracht wird.

III. Vergleich zwischen den Oberbauten mit eisernen Langschwellen und eisernen Querschwellen.

Vergleicht man schliesslich den vorgeschlagenen eisernen Querschwellenbau mit den vollkommeneren Langschwellenanordnungen, so ergibt sich, dass ersterer, wie alle Oberbauten mit Einzel-Unterstützung, den letzteren in Bezug auf die gleichmässige Fortpflanzung der unter den bewegten Betriebslasten sich bildenden Welle nicht gleichkommt. Vielmehr beeinflussen die Stützen diese Wellenbewegung störend, wodurch die Erfüllung der Bedingung gleicher Beanspruchung der Schiene an jeder Stelle unmöglich gemacht wird. Es können somit die Schienen des Querschwellenbaues nie überall voll ausgenutzt werden.

Daraus folgt sofort, dass bei Langschwellenbauten unter sonst gleichen Umständen theoretisch ein weicherer Gang der Fuhrwerke erzielt werden kann, als bei Querschwellen. — Indessen lehrt die Erfahrung, dass auch auf gut erhaltenen Querschwellengleisen im vollsten Maasse befriedigende Ergebnisse in dieser Beziehung erzielt werden; dieses Uebergewicht des Langschwellenbaues fällt also nicht sehr ins Gewicht.

Mehr als dieser Punkt spricht die bedeutend grössere Sicherheit, welcher das Langschwellensystem gegen durch Seitenstösse veranlasste Schienenbrüche bietet, zu Ungunsten des Querschwellensystems.

Durch Anordnung der Unterlagsplatten auf jeder Schwelle bzw. durch Verstärkung des Schienenfusses lässt sich indessen, wie nachgewiesen, beim Querschwellenbau vollständig genügende Sicherheit erreichen.

Gegen Verschiebung, sowohl der Schienen auf den Unterlagen, als auch des ganzen Gleises in der Bettung, nach der Länge wie nach der Seite derselben, stehen sich beide Systeme theoretisch gleich.

Ein entschiedenes Uebergewicht des Querschwellenbaues stellt sich aber in Bezug auf die Entwässerung des Bettungskörpers heraus, welche Frage sich bei diesem ohne jede Schwierigkeit löst, während sich selbst bei den vollkommensten Langschwellenbauten nur unter Aufwendung verhältnissmässig bedeutender Kosten Befriedigendes erreichen lässt.

Der Aufwand an Bettungsmaterial wird bei beiden Systemen sich etwa gleich bleiben, während die Kosten für das Verlegen und Auswechseln des Querschwellenbaues sich jedenfalls geringer stellen, als beim Langschwellenbau.

Der Metallaufwand wird bei beiden Anordnungen nur wenig verschieden sein, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass bei dem Langschwellenbau die der stärksten Abnutzung unterworfenen Theile ein geringeres Gewicht haben, als beim Querschwellenbau.

Somit bietet der Langschwellenbau zwar in zwei Punkten grössere Sicherheit als der Querschwellenbau, der jedoch in dieser Hinsicht Ausreichendes leistet, während der letztere dem ersteren in Bezug auf die sehr wichtige Frage der Entwässerung weitaus überlegen ist.

Hiernach dürfte ein gut entworfener Querschwellenbau allen andern Bauweisen für die Praxis vorzuziehen sein.

Die Kegelform der Radreifen der Eisenbahnfahrzeuge als eine Ursache des Zugwiderstandes und des Wanderns der Schienen.

Von Regierungs-Maschinenmeister Krüger zu Köln a. Rh.

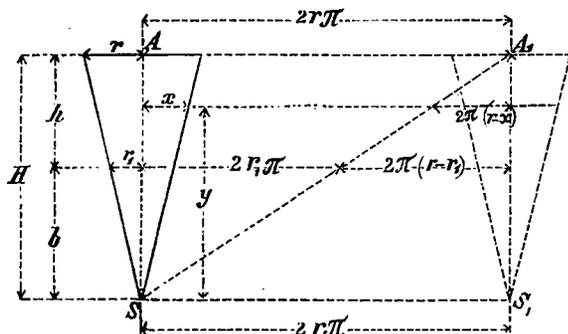
Die Bewegung eines sich selbst frei überlassenen, auf einer Ebene mit seiner Seite aufliegenden vollen oder abgestumpften Kegels, welchem durch irgend welche Kräfte eine gewisse Summe lebendiger Kraft ertheilt worden ist, erfolgt schliesslich als Drehung um die körperliche, bzw. gedachte Spitze. Jede andere Bewegung erfordert die stetige Einwirkung

äusserer Kräfte, ist darum stets eine zwangsweise, und von bestimmten Widerständen begleitet.

Der auf der Ebene rollende Kegel, Fig. 54, soll gezwungen werden, eine fortschreitende Bewegung anzunehmen, welche in einer zu seiner Achse senkrecht liegenden Richtung erfolgen soll, d. h. die Kegellachse verschiebt sich, stets sich selbst

parallel bleibend. Es sei der Kegel aus seiner ursprünglichen Lage AS in die punktirte A_1S_1 dadurch gelangt, dass sich der Grundkreis des Halbmessers r auf dem Wege $\overline{AA_1} = \overline{SS_1} = 2r\pi$ ohne zu gleiten einmal abgerollt hat. Die körperliche Kegelspitze S kann, weil deren Querschnitt gleich Null ist, den Weg $\overline{SS_1}$, nur unter fortwährendem Gleiten zurückgelegt haben. Ein zwischen dem Grundkreise und der Spitze in der Entfernung b von der letzteren gelegener Kegelkreis, dessen Halbmesser $r_1 = \frac{b}{H}r$ ist, hat von dem Gesamtwege $2r\pi$ die Strecke $2r_1\pi$ unter Rollen, den Rest $2\pi(r-r_1)$ unter Gleiten zurückgelegt.

Fig. 54.



Wird (Fig. 54) S und A_1 durch eine gerade Linie verbunden, so ergibt jede zu der Bahn AA_1 des Kegels in der Entfernung b von der Spitze parallel gezogene gerade Linie in ihrer in der Fläche SS_1A_1 gelegenen Länge den Weg, welcher bei einer Kegelumdrehung von demjenigen Kegelkreise gleitend zurückgelegt wurde, dessen Abstand von der Spitze ebenfalls gleich b ist.

Es muss demnach von einer Kraft Z , welche eine in einer geraden Linie fortschreitende Bewegung eines Kegels veranlassen soll, eine gewisse aus dem Gewichte G_1 des körperlichen Kegels herrührende Reibungsarbeit geleistet werden. Denkt man ausserdem den rollenden Kegel durch ein Gewicht G_3 in der Weise belastet, dass sich dasselbe über die ganze Länge der berührenden Kegelseite gleichmässig vertheilt, so wird vorerwähnte Reibungsarbeit im Verhältniss dieser Gewichtszunahme vergrössert. Diese Belastung G_3 soll durch einen körperlichen Cylinder von einer Länge, welche gleich ist der Kegelhöhe, und dessen Dichtigkeit ρ gleich der des Kegels ist, hergestellt werden.

Weil für den vorliegenden Zweck nur der abgestumpfte Kegel Bedeutung hat, so soll dieser den weiteren Betrachtungen ausschliesslich zu Grunde gelegt werden.

Der Halbmesser a des obigen Belastungs-Cylinders findet sich aus

$$G_3 = \rho a^2 \pi h$$

wenn h die Höhe des abgestumpften Kegels (Fig. 54) ist, dessen Grundkreise ausserdem mit den Halbmessern r und r_1 gezogen sein sollen. Ist noch der Reibungscoefficient μ , so wird die Reibungsarbeit, welche oben erwähnte Kraft Z bei einer Umdrehung des belasteten, in gerader Richtung und senkrecht zu seiner Achse fortschreitenden abgestumpften Kegels zu leisten hat, sein:

$$\mathcal{W} = 2\pi^2 \rho \mu \cdot \frac{H}{r} \int_0^r (a^2 + x^2) (r-x) dx$$

oder weil

$$\frac{H}{r} = \frac{h}{r-r_1} \text{ ist.}$$

$$\mathcal{W} = 2\pi^2 \rho \mu \frac{h}{r-r_1} \left\{ \int_0^r x^2 (r-x) dx + a^2 \int_0^r (r-x) dx \right\}$$

Nach Ausführung der Summationen und nach einigen weiteren Umformungen wird

$$\mathcal{W} = \frac{\pi r}{2} \mu \rho \frac{h \pi}{3} \frac{r^3 - r_1^3}{r - r_1} - \frac{\pi r_1}{2} \mu \rho r_1^2 \pi h + \pi \mu (r - r_1) \rho a^2 \pi h$$

In dieser Formel ist aber

$$\rho \frac{\pi h}{3} \frac{r^3 - r_1^3}{r - r_1} \text{ das Eigengewicht } G_1 \text{ des abgestumpften Kegels,}$$

ferner

$\rho r_1^2 \pi h$ das Gewicht G_2 eines aus diesem Kegel herausgeschnitten zu denkenden Cylinders von der Höhe h und dem Halbmesser r_1 , sowie $\rho a^2 \pi h$ das Gewicht G_3 des Belastungs-Cylinders.

Die letzte Formel lautet demnach auch

$$\mathcal{W} = \frac{\pi \mu}{2} \left\{ r \cdot G_1 - r_1 G_2 + 2(r - r_1) G_3 \right\}$$

oder da

$$G_1 = \frac{\rho \pi h}{3} \frac{r^3 - r_1^3}{r - r_1} = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{r}{r_1} + \frac{r^2}{r_1^2} \right) G_2$$

so wird

$$I. \dots \mathcal{W} = \frac{\pi \mu}{2} \left\{ G_1 \left(r - \frac{3r_1}{1 + \frac{r}{r_1} + \frac{r^2}{r_1^2}} \right) + 2(r - r_1) G_3 \right\}$$

Ist die Geschwindigkeit, also der Weg, welchen der Kegel in der Secunde fortschreitend zurücklegt, gleich v , und werden ferner in derselben Zeit von dem grösseren Grundkreise n Umdrehungen gemacht, so findet sich die obenbergte Kraft Z zu

$$II. \dots \dots \dots Z = \frac{\mathcal{W} \cdot n}{v} = \frac{\mathcal{W}}{2r\pi}$$

Zur Verwerthung der gefundenen Ergebnisse für die Auffindung der Bewegungswiderstände, welche durch die Kegelform der Laufflächen der Eisenbahnwagenräder hervorgerufen werden, dienen folgende weiteren Untersuchungen.

Werden zwei abgestumpfte, gerade, einander congruente und an ihren grösseren Grundkreisen auf irgend welche Weise fest mit einander verbundene Kegel auf zwei sich schneidenden

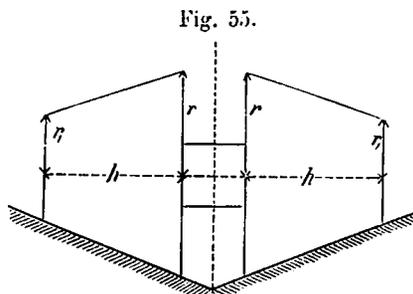


Fig. 55.

Ebenen fortrollend gedacht, wie in Fig. 55 dargestellt, so kann der Ausgleich der bei jeder Umdrehung auftretenden Wegdifferenz $2\pi(r-r_1)$ unter Umständen in zweierlei Weise stattfinden. Es können entweder die kleineren beiden

Grundkreise ohne Gleiten rollen; es erfolgt dann der fragliche Ausgleich durch das mit Gleiten verbundene Rollen der grösseren Kreise auf derselben Stelle; oder es rollen die grösseren Kreise

ohne Gleiten, und es werden, wie Eingangs dieser Abhandlung ausgeführt, die kleineren Kegelkreise je nach ihrer Entfernung von dem grössten Kreise mehr oder weniger weit gleitend vorgeschoben. Die Verschiedenartigkeit der Art und Weise, in welcher der Ausgleich in diesen beiden vorerwähnten Fällen erfolgt, lässt von vornherein eine dritte Möglichkeit, etwa das ohne Gleiten sich vollziehende Rollen des mittleren Kegelkreises, als ausgeschlossen erscheinen.

Die letztere der beiden vorerwähnten Arten des Ausgleiches der Wegdifferenz $2\pi(r - r_1)$ macht, wie Eingangs ausgeführt, eine in der Bewegungsrichtung des Kegels wirkende, an der Achse desselben angreifende Kraft Z erforderlich, welche sich bei den Eisenbahn-Fahrzeugen in der auf die Achslager und durch diese auf die Achsschenkel, also auf die Achsen der beiden rollenden Kegelräderpaare übertragenen Zugkraft der Lokomotive wiederfindet.

Die erstere Art des Ausgleiches würde dagegen die Wirkung solcher Kräfte erfordern, welche eine Drehung des Kegels um seine Achse hervorbringen können, deren Angriffspunkt somit ausserhalb der Kegelachse liegen müsste.

Aeusserere Kräfte dieser Gattung sind an den Achsen eines bewegten Eisenbahn-Fahrzeuges nicht in Thätigkeit, mit Ausnahme der den Achsen durch ihre Drehung mitgetheilten lebendigen Kraft. Die Wirkung der letzteren für eine durch eine Zugkraft vorgezogene und ins Rollen gebrachte Achse kann nach der oben beregten Richtung hin, also für das Gleiten auf derselben Stelle, nur dann eintreten, wenn die durch diese Bewegung am Radumfang erzeugte Reibung grösser wird, als der Betrag der gesammten Reibung μG_3 , und wenn von dem Eigengewichte des Kegels abgesehen wird. Es ist aber diese der Reibung gleichzusetzende Kraft die durch die Formeln I und II ermittelte, demnach

$$Z = \mu G_3 \left(\frac{r - r_1}{2 r_1} \right)$$

also nur ein kleiner Theil der totalen Reibung μG_3 .

Aus der Bedingung $Z < \mu G_3$ folgt, dass die beiden fest mit einander verbundenen Kegel mit ihren grösseren Kreisen ohne Gleiten rollen, und dass der Ausgleich der Wegdifferenz $2\pi(r - r_1)$ durch directes gleitendes Vorschieben der kleineren Kreise nach der Fahrriichtung hin erfolgen muss.

Es wird demnach der aus der Kegelform der Räder folgende Widerstand für das Fortziehen einer Eisenbahnwagenachse durch die Formel II zu bestimmen sein, in welcher die Grösse \mathcal{N} nach Formel I zu berechnen sein wird. Diese beiden Formeln gelten unverändert für eine beliebige Anzahl von durch irgend welche Mittel in Zusammenhang gebrachte und rollend fortgezogene Kegelpaare, wenn nur für die Gewichte G die für sämtliche Paare geltende Gewichtssumme in die Formeln eingesetzt wird. Es sei noch bemerkt, dass unter G_1 ausschliesslich das Gewicht der Radreifen zu verstehen sein wird, während die Gewichte der Achsschäfte und der Radsterne der zufälligen Belastung G_3 hinzuzurechnen sein werden.

Zur numerischen Festlegung vorerwählter Widerstände für Eisenbahnwagenachsen sind noch r und r_1 zu bestimmen.

Für eine im geraden Gleise rollende Wagenachse ist für gewöhnlich das Achsmittel mit der Gleismitte zusammenfallend

anzunehmen. Unter dieser Voraussetzung berechnet sich die Entfernung der grössten rollenden Kreise der beiden Räder einer Achse zu

$$1435 + 2.14 = 1463 \text{ mm}$$

oder ihre Entfernung von Reifinnenkante zu

$$\frac{1}{2}(1463 - 1360) = 51,5 \text{ mm.}$$

Die Breite, bezw. die Höhe der rollenden abgestumpften Kegel ist

$$59 - 2.14 = 31 \text{ mm.}$$

Für neue Radreifen ermitteln sich, unter Voraussetzung einer preussischen Normalachse, die Halbmesser

$$r = 425 + 66,17 = 491,17 \text{ mm}$$

$$r_1 = 425 + 64,62 = 489,62 \text{ mm.}$$

Diese Werthe, bezw. der Unterschied derselben, ist auch für ausgelaufene Radreifen verwendbar, weil, wie Untersuchungen ergeben haben, die Kegelform auch für solche Reifen stets wiederzufinden ist.

Wie die Rechnung ergibt, bleibt der aus den Gewichten G_1 der Radreifen herrührende Widerstand von untergeordneter Bedeutung, und stellt sich für Reifen von mittlerer Stärke für $\mu = 0,25$ zu 0,122 kg, für $\mu = 0,15$ zu 0,067 kg für eine Achse.

Ungleich bedeutender fällt jedoch der aus der zufälligen Belastung hervortretende Zugwiderstand aus. Dieser wird

$$Z = \frac{\mu \cdot (r - r_1)}{2r} G_3 = 0,00158 \mu \cdot G_3.$$

Werden für den Reibungscoefficienten μ die Werthe 0,15 und 0,25, welche für feuchte, glatte, bezw. rauhe, trockene Schienen gelten sollen, eingesetzt, so wird erhalten

$$Z = 0,00023 G_3 \text{ bezw. } Z = 0,000395 G_3$$

d. h. der Zugwiderstand beträgt 0,23 kg bis 0,395 kg für eine Tonne Belastung bei glatten, bezw. trocknen, rauhen Schienen.

Bei neuerdings auf den sächsischen Staatsbahnen angestellten Versuchen über die Grösse des Zugwiderstandes, ist derselbe bei der Grundgeschwindigkeit von 5 Kilometer = 1,5 kg für eine Tonne Zuggewicht gefunden. Der aus der Kegelform der Radreifen herrührende Widerstand würde somit $\frac{0,23}{1,5}$ bis $\frac{0,395}{1,5}$ oder 15 bis 20 % dieses Gesamtwiderstandes darstellen.

Eine gewöhnliche Güterzug-Lokomotive entwickelt in andauernder Leistung und bei gewöhnlichem Betriebe, also bei einer Wasserverdampfung von ungefähr 35 kg in der Stunde und auf 1 qm Heizfläche rund 3840 kg Zugkraft. Aus der nachstehenden, in der Praxis bewährten Formel zur Berechnung des Zugwiderstandes

$$Z = G_3 (17,1 + 0,007 v^2 + 1000 i) + G_w (1,65 + 0,05 v + 1000 i)$$

findet sich das Zuggewicht G_w , welches durch die Zugkraft

$$Z = 3840 \text{ kg z. B. auf der Wagerechten } i = \frac{1}{\infty} \text{ mit einer Geschwindigkeit } v = 23 \text{ Kilometer befördert werden kann, wenn}$$

noch das Lokomotivgewicht G_3 zu 38,5 tons angesetzt wird, zu

$$G_w = 1040 \text{ tons.}$$

Durch die Kegelform der Radreifen werden demnach in diesem Falle

$$1040 \cdot 0,23 = 240 \text{ kg bis } 1040 \cdot 0,395 = 410 \text{ kg}$$

oder 6 bis 10 % der gesammten Zugkraft bei glatten, bzw. rauhen Schienen vernichtet.

Cylinderische Radreifen würden somit gestatten, einmal die vorhandene Zugkraft um diese Procentsätze besser auszunutzen, mithin eine Ersparniss in der gleichen Höhe an den Kosten der Zugkraft herbeizuführen, und zum anderen die aus der Art der vorbeschriebenen Bewegung herrührende Abnutzung der Radreifen und Fahrschienen auf das geringste mögliche Maass herabzuziehen, und somit die Unterhaltungskosten dieser Theile wesentlich zu verringern.

Das oben nachgewiesene gleitende Vorziehen der kleineren Kreise der rollenden Kegelflächen nach der Fahrriichtung, kann ferner auch noch als Erklärung für das Wandern der Fahrschienen angeführt werden. Die grossen Lasten, welche jahraus jahrein in oft kurzer Aufeinanderfolge über die Fahrschienen mit gleitender Reibung hinweggezogen werden, wirken in Folge des letzteren Umstandes auf das Mitnehmen der Fahrschienen nach der Fahrriichtung. Ist durch die steten Bewegungen, welche die Fahrschiene im Betriebe gegen ihre Unterstützung zu machen gezwungen ist, der Zusammenhang mit der letzteren nur einigermassen gelockert, so muss sich dann ohne Zweifel die der oben beregten Ursache zuzuschreibende Verschiebung der Schienen in der Fahrriichtung bemerkbar machen.

Köln, im März 1886.

Ueber den Werth des Vorbohrens hölzerner Eisenbahnschwellen.

Von H. Dunaj, Königlicher Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Lyck.

(Hierzu Tabellen auf Taf. XIV.)

Die Frage 10, Gruppe 1, der durch die technische Commission des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im Jahr 1877 aufgestellten Fragen lautet:

«Empfiehlt sich bei der Anwendung von Hakennägeln das Vorbohren der Schwellen, insbesondere bei weichen, imprägnirten Schwellen?»

Diese wurde von den Eisenbahn-Verwaltungen mannigfaltig beantwortet und blieb deshalb unentschieden. Später hat der Herr Ober-Inspector, jetzt Bau-Director, W. Hohenegger einen sehr schätzbaren Aufsatz über dieselbe veröffentlicht (siehe Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1878), nachher aber ist sie eingeschlafen und schlummert bis jetzt. Dieses Loos verdient sie nicht, und ich will es deshalb versuchen, sie neu zu erwecken.

Eichene Schwellen haben bekanntlich den grossen Fehler, die Neigung zum Reissen. Buchene Schwellen besitzen diesen Fehler in noch höherem Maasse. Das Tränken beseitigt ihn nicht; es ist sogar zweifelhaft, ob es ihn wesentlich beschränkt, denn bei genauer Besichtigung längere Zeit lagernder, getränkter Eichen- oder Buchenschwellen findet man unter den Rissen viele, welche unzweifelhaft erst nach dem Tränken entstanden sind. Ich habe sogar in Tränkungsanstalten wiederholt eichene Schwellen gesehen, welche schon kurz nach erfolgter Tränkung frische Risse zeigten, deutlich am frischen Fleische erkennbar.

Wenn wir einen beliebigen Haufen alter Eichenschwellen kurz nach erfolgter Auswechslung genau besichtigen, finden wir, mögen dieselben getränkt sein oder nicht, dass darunter nur wenige stark angefault, die meisten aber so sehr gerissen, zernagelt, oder durch Nachdechslungen geschwächt sind, dass sie in den Gleisen nicht belassen werden konnten, trotzdem sie gesund waren.

Ebenso finden wir in jedem alten Gleise mit eichenen Schwellen, getränkt oder nicht, viele sonst gesunde Schwellen, die aber der Risse oder wiederholt erfolgter Nachdechslungen

wegen zum Auswechslern reif sind, bzw. in kurzer Zeit werden reif werden, wobei es klar ist, dass diese Risse erst im Gleise entstanden sind, denn sonst wären die Schwellen überhaupt nicht verwendet worden. Dabei ist es auffallend und gefährlich, dass viele Risse von den Nagellöchern ausgehen.

Diese Wahrnehmungen, von deren Richtigkeit Sachverständige durch eigene Beobachtungen sich leicht überzeugen können, ergeben, dass es sehr zweifelhaft ist, ob der mit dem Tränken eichener Schwellen verbundene Vortheil in richtigem Verhältnisse zu den Kosten steht, wenn man sich gegen das Reissen und gegen mechanische Abnutzungen der Schwellen nicht schützt.

Dies ist auch zutreffend für buchene und kieferne Schwellen, wenn auch letztere mit genanntem Fehler nur in geringem Maasse behaftet sind.

Eines der besten Schutzmittel ist das Vorbohren, denn, wenn es auch das Reissen harter Schwellen nicht beseitigt, fällt dadurch doch eine Hauptursache des Reissens weg, und dabei behindert es das Faulen der Schwellen, auch kieferner, gerade an den Stellen, wo sie am widerstandsfähigsten sein sollen, an den Nagellöchern. Es wirkt demnach auch sehr gegen das gefährliche Ausdrücken und Heben der Nägel und erspart viele Umnagelungen, also das Zernageln der Schwellen. Es schützt dementsprechend die Schwellen gegen Zerstörung in verschiedener Beziehung, mithin besser, als das nur gegen Fäulniss wirkende Tränken. Dabei ist es, im Gegensatz zu diesem, billig und überall ausführbar. Das Nichtvorbohren hebt sogar den Vortheil des Tränkens grösstentheils auf.

Von der Richtigkeit dieser Behauptungen kann man sich durch folgende, leicht und billig ausführbare Versuche überzeugen.

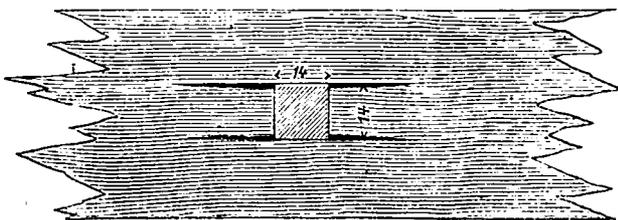
Wenn man in Schwellen Nägel ohne Vorbohrung und in dieselben Schwellen Nägel nach erfolgter Vorbohrung ein-

schlägt, bemerkt man bei harten Schwellen oft schon äusserlich Unterschiede, indem von jedem nicht vorgebohrten Nagelloche fast immer mehr oder weniger lange Risse ausgehen, die vor dem Einschlagen der Nägel nicht vorhanden waren. Untersucht man diese Risse mittelst Draht oder Messer, so findet man, dass die meisten tiefer sind als der Tränkungsstoff gewöhnlich ins Holz dringt. Bei den vorgebohrten Löchern zeigen sich selten Risse, und die entstehenden sind unbedeutend, wenn die verwendeten Bohrer nicht zu dünn waren.

Bei Nichtvorbohrung spalten harte Schwellen nicht selten schon beim Einschlagen der Nägel, so dass man die frisch eingeschlagenen Nägel herausziehen, und an anderen Stellen wieder eintreiben muss. Manchmal wird durch dieses Spalten, bezw. Zernageln die neue Schwelle unbrauchbar.

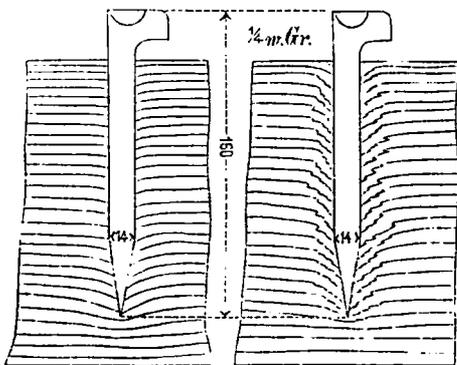
Schneidet man Schwellenstücke ab, (man braucht zu diesen Versuchen keine Schwelle zu verderben, da in jedem Satz Weichenschwellen einige sind, von denen ohne Schaden kurze Stücke abgeschnitten werden können), in welchen vorgebohrte und auch nicht vorgebohrte Nagellöcher sind, am besten ohne vorher die Nägel auszuziehen, und spaltet dann diese Schwellenstücke, so sieht man bei harten Schwellen fast immer, dass besagte Risse tief in die Schwellen reichen und oft ausgesprengte, an den Nägeln anliegende Schwellenstücke begrenzen, wie dies in Fig. 56 skizzirt ist.

Fig. 56



Ausserdem findet man immer, nicht nur bei harten, sondern auch bei kiefernen, getränkten oder nicht getränkten Schwellen, an den vorgebohrten Löchern bis auf die Bohrtiefe, wenn die Bohrer nicht zu dünn — gleich Nagelstärke — sind, nur unbedeutende Quetschungen und in den Ecken nur unbedeutende Verdrückungen der Fasern; bei den nicht vorgebohrten aber sind die Holzfasern borstenartig vollständig getrennt, nach unten gebogen, geknickt, wie dies in folgenden, einer und derselben Schwelle entnommenen Längenschnitten

Fig. 57 a und b.



nach der Natur gezeichnet ist. (Fig. 57 a mit, Fig. 57 b ohne Vorbohrung).

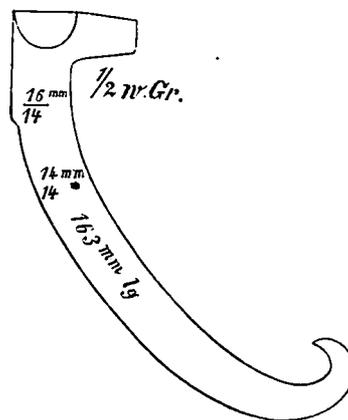
Diese Längenschnitte zeigen uns, dass aus demselben Grunde, welcher bei Eisenbahnschienen und guten Eisenconstructions das Bohren der Löcher erforderlich erscheinen lässt, auch bei hölzernen Schwellen das Vorbohren der Nagellöcher überall stattfinden sollte.

Auch beweisen sie klar die Richtigkeit obiger Behauptungen, indem aus denselben zu ersehen ist, dass bei nicht vorgebohrten Löchern jeder Nagel an den beiden wichtigsten Flächen nicht mit unzerstörtem Holze in Berührung, sondern zwischen zwei Bürsten eingekeilt ist. Diese Bürsten können unmöglich für die Dauer den Nagel so fest halten wie gesundes, unzerstörtes Holz; denn wenn auch die Fasern sehr stark zusammengepresst sind, zeigen sie doch viele Zwischenräume, zu welchen von oben Risse führen. Die wechselnden atmosphärischen Einflüsse haben also ins Innere der Schwellen zu getrennten Fasern leicht Zugang, weshalb in verhältnissmässig kurzer Zeit neue Risse, bezw. Erweiterungen der alten, und Fäulnis entstehen müssen. Dies hat augenscheinlich ein Ausdrücken und Heben der Nägel zur Folge. Die ursprüngliche, grosse Haftfestigkeit der Nägel verringert sich demnach verhältnissmässig schnell. Dies kann zu Entgleisungen führen, nach welchen die wirkliche Ursache kaum zu ermitteln ist, da die Schwellen sonst gesund sind.

Das Nichtvorbohren hat noch den weiteren Nachtheil, dass zu viele Nägel bei der Bahnunterhaltung verbraucht werden, denn die öfteren Schwellenauswechselungen und Umnagelungen haben selbstverständlich entsprechenden Mehrverbrauch an Nägeln zur Folge. Dazu kommt noch, dass schon beim Einschlagen in nicht vorgebohrte, harte Schwellen die Nägel oft verbogen werden, was leicht erklärlich. Das Verbiegen der Nägel hat den weiteren Nachtheil, dass dabei, wie leicht erklärlich, die Schwellen im Innern mehr zerstört werden, als bei nicht verbogenen Nägeln, also wiederum ein Mehrverbrauch an Schwellen entsteht.

In Fig. 58 ist ein Nagel nach der Natur gezeichnet, wie

Fig. 58.



er bei nicht vorgebohrten harten Schwellen ähnlich nicht selten vorkommt. Es ist klar, dass derartig starke Verbiegungen bei vorgebohrten Schwellen nicht stattfinden können, und dass solche Nägel, auch wenn sie weniger verbogen werden, beim Eintreiben die Schwellen sehr beschädigen, dazu noch äusserlich unbemerkbar.

In den letzten Jahren verbrauchte der Verfasser bei eichenen und sehr wenigen kiefernen Schwellen zur Unterhaltung für jede Gleisemeile jährlich durchschnittlich 2000 Nägel. Da auf der Strecke keine aussergewöhnlichen Verhältnisse vorlagen, glaube ich annehmen zu dürfen, dass diese Zahl den durchschnittlichen Verbrauch vieler Bahnen angiebt. Dieser Verbrauch ist viel zu hoch und kann nach der Ueberzeugung des Verfassers auf wenigstens die Hälfte vermindert werden,

wenn man die Schwellen vorbohrt, und die zum Nagelausziehen gebräuchlichsten Werkzeuge abschafft, welche die Nägel verbiegen und die Köpfe abreissen. Letzteres ist zwar für jetzt nicht bewiesen, die Behauptung beruht aber auf langjährigen Beobachtungen, und für die meisten Fachgenossen ist ein bezüglicher Beweis nicht erforderlich. »Abschaffung« ist erforderlich, weil in anderer Weise neuartige, gute Werkzeuge nicht eingeführt werden können, denn die Arbeiter wollen sich an neuartige Werkzeuge nicht gewöhnen und gebrauchen sie selten, wenn ihnen die alten zur Verfügung stehen.

Als durchschnittlichen Preis eines Nagels nach Abzug des gewonnenen Altwerthes 5 Pf. annehmend, erhält man als Ersparnis an Nägeln allein für ein Jahr und eine Gleismeile $1000 \times 5 = 5000 \text{ Pf.} = 50 \text{ M.}$, was doch kein geringer Betrag ist, wenn man bedenkt, mit wie vielen Gleisemeilen man es zu thun hat. Jedenfalls deckt schon diese Ersparnis die Kosten des Vorbohrens mehr als reichlich, da es sich dabei nur um eine einmalige Ausgabe handelt.

Trotz dieser Vortheile des Vorbohrens, bezw. Nachtheile des Nichtvorbohrens, ist das Vorbohren bei vielen Bahnen nicht angeordnet; es wird für entbehrlich, sogar für unzulässig gehalten, — auffälliger Weise weniger in Oesterreich-Ungarn als in Deutschland — (siehe Referat auf Seite 31 der «Fort-Schritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens in den letzten Jahren. Vierte Abtheilung. Redigirt von der Technischen Commission des Vereins 1878»), obwohl die Holzschwellen in Deutschland theurer sind.

Ursache dieser Erscheinung ist ein leider sehr verbreiteter Irrthum, nämlich der, dass die Haltbarkeit der Nägel durch das Vorbohren beeinträchtigt werde. So z. B. ist in angeführtem Referat zu lesen:

«11. Die Direction der Braunschweigischen Eisenbahnen hält das Vorbohren nur bei Buchenschwellen, namentlich, wenn solche in frischem Zustande zur Verwendung kommen, zweckmässig; bei Schwellen von Eichen- und Kiefernholz jedoch unzulässig, da die Haltbarkeit der Hakennägel durch das Vorbohren beeinträchtigt werde.»

In demselben, bezw. ähnlichem Sinne haben sich die Direction der Breslau-Schweidnitz-Freiburger Bahn, die Direction der Köln-Mindener Eisenbahn, die Königl. Direction der Main-Weser Bahn u. a. geäußert.

Dass diese Anschauungen auf Irrthum und nicht auf Versuchen beruhen, beweisen schon die früher gezeichneten Längenschnitte, denn, wenn es auch wahr wäre, dass in neue Schwellen frisch eingeschlagene Nägel bei Nichtvorbohrung besser halten als bei Vorbohrung, müsste sich dennoch in verhältnissmässig kurzer Zeit das Gegentheil herausstellen.

Es ist aber auch bei neuen Schwellen die durchschnittliche Haltbarkeit in vorgebohrte Löcher eingetriebener Nägel nicht, bezw. nicht wesentlich, geringer, als die Haltbarkeit der ohne Vorbohrung eingeschlagenen Nägel. Auch diese Behauptung ist bereits durch die genannten Längenschnitte erwiesen, ich werde sie jedoch später unanfechtbar durch Zahlen beweisen.

Sogar Herr Hohenegger sagte in dem angeführten Aufsatz aus seinen Versuchen folgend:

«Haftfestigkeit in imprägnirten Eisenschwellen».

Die mit keilförmigen Schärfe versehenen Nägel haften im Allgemeinen am besten in nicht vorgebohrten Schwellen; die Haftfestigkeit nimmt mit der Zunahme des Durchmessers des Bohrloches in vorgebohrten Schwellen ab.»

Weiter sagt er:

«Haftfestigkeit in imprägnirten Kiefernswellen».

Die Haftfestigkeit der frisch eingeschlagenen, vierkantigen Nägel mit keilförmiger Schneide ist bei nicht vorgebohrten Schwellen am grössten, sie nimmt mit der Zunahme des Durchmessers des Bohrloches ab.»

Diese Grundsätze sind nicht richtig.

Wenn ich auch in Bezug auf die Nothwendigkeit des Vorbohrens mit dem Herrn Director Hohenegger vollständig übereinstimme, muss ich doch die Richtigkeit mancher in genanntem Aufsatz enthaltener Folgerungen bezweifeln und die obigen, wie bereits geschehen, als unrichtig erklären, weil seine Versuche sich auf eine zu geringe Anzahl Schwellen (5 eichene und 5 kieferne ausgesuchte Schwellen) erstreckten, weil diese Schwellen ausgesucht waren, weil die Nägel mit einem kleinen Schlägel (also vorsichtig, nicht wie gewöhnlich) eingeschlagen wurden, — und hauptsächlich, weil ich Versuche an neuen und zwar 50 eichenen, 90 kiefernen und 30 rothbuche-nen Schwellen vorgenommen habe, deren Ergebnisse mit obigen Grundsätzen und angeführten Ansichten im Widerspruche stehen.

Diese Versuche haben in folgender Weise stattgefunden:

Bei Gelegenheit eines Gleisbaues und beim Schwellenausschweifen liess ich in geraden Gleisen 170 Schwellen für einen Schienenstrang vorbohren, und dieselben Schwellen für den andern Strang nicht. Sie waren nicht ausgesucht, sondern wie gewöhnlich vom Stapel genommen; das Einschlagen der Nägel hat in gewöhnlicher Weise mit den gebräuchlichen Nagelhämmern stattgefunden. Nachher liess ich alle Nägel mittelst des »Dunaj und Weber'schen Schienennagelziehers« (siehe »Organ« 1883, Seite 173) liften, d. h. 25^{mm} aus den Schwellen herausziehen, und zwar mittelst Gewichten, welche auf eine am Hebeende befestigte Waageschale vorsichtig, unter allmählicher Vermehrung um je 1 kg gelegt wurden, bis die Nägel plötzlich in die Höhe sprangen. — Da bei diesem Werkzeuge die Zahnstange, an welcher die Beisszange angebracht ist, lothrecht feste Führung hat, und sich in der Verlängerung des Nagels befindet, wird jeder Nagel lothrecht in die Höhe gezogen, ohne dass dabei irgend eine Kraft auf Verbiegung, Verschiebung oder Drehung des Nagels wirkt. Bei den Versuchen hatten also die Gewichte mit der Schale und dem Eigengewichte des Hebels nur die Reibung im Werkzeuge, das Gewicht der Zahnstange mit der Zange und die Widerstände der Nägel gegen das Herausziehen zu überwinden. Diese Widerstände bestanden aus den Haftfestigkeiten der Nägel in den Schwellen und aus der Reibung der Nägel an den Schienenfüssen, bei solchen Nägeln jedoch, welche nicht hart an Schienen eingetrieben wurden, nur aus den Haftfestigkeiten der Nägel in den Schwellen. — Bei dem zu den Versuchen verwendeten

Werkzeuge war die Hebelübersetzung 1:48. Um jedoch die Reibung im Werkzeuge (alle Reibungsflächen waren geschmiert) und die Wirkung des Eigengewichts des Hebels und der Zahnstange mit der Zange aus der Rechnung auszuschliessen, die schwer zu bestimmen wären, habe ich in folgender Weise die entsprechende Verhältnisszahl ermittelt.

Ein zweiachsiger, leerer Eisenbahnwagen wurde mit einer Achse auf eine Centesimal-Waage, in die Mitte, mit der anderen auf das anschliessende Gleis gestellt; das Gewicht des halben Wagens wurde dann festgestellt, und die Gewichte auf der Schale belassen. Nachher wurde genanntes Werkzeug ausserhalb der Waage auf Schwellen derart gestellt, dass die Zahnstange nach Abnahme der Kuppelung die Mitte des Zughakens traf. Dann wurden vorsichtig auf die am Hebelende aufgehängte Schale Kilogramm für Kilogramm Gewichte gelegt, bis die Räder der nicht auf der Waage stehenden, vorerst unterkeilten Achse sich von den Schienen ein wenig abhoben. Mittels kleiner Gewichte wurde darauf die Waage zum Einspielen gebracht. Das wirkliche Wagengewicht einschliesslich der zur Unterkeilung der Achse und der Räder verwendeten Keile ab-

züglich der abgenommenen Kuppelung betrug 5845 kg. Zum Einspielen der Waage bei gleichzeitiger Abhebung des Räderpaares der unterkeilten Achse mittelst des Werkzeuges wurden gelegt: auf die Schale der Waage 36,5 kg und auf die des Werkzeuges 26 kg; das Gewicht der letzteren betrug 19,8 kg. Die Leistungs-Verhältnisszahl des Werkzeuges ergab sich demnach aus folgender Formel $5845 = 36,5 \cdot 100 + (26 + 19,8) x$; woraus $x = 47,926 =$ abgerundet 48 folgt.

Die zum Lüften der Nägel auf die Werkzeugschale gelegten Gewichte, vermehrt um das Gewicht der Schale, mit der Verhältnisszahl 48 vervielfacht, ergaben demnach die Haftfestigkeiten der Nägel, einschliesslich der Pressung (Reibung) derselben an den Schienenfüssen; alles in Kilogramm.*)

Die in beschriebener Weise ermittelten Haftfestigkeiten sind in den Tabellen auf Tafel XIV enthalten.

(Schluss folgt im nächsten Hefte.)

*) Die Versuche an den Schwellen No. 51 bis 100 sind gemeinschaftlich mit dem Abteilungs-Ingenieur der Ostpreussischen Südbahn Herrn Sahn, ausgeführt.

Der Oberbau der vereinigten Zahnrad- und Adhäsionsbahn Blankenburg-Tanne.

Von W. Glanz, Regierungs-Maschinenbauführer und Ingenieur der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn.

(Hierzu Fig. 1—10, Taf. XVI und Fig. 1—3, Taf. XVII.)

Im Anschluss an den in Glasers Annalen von dem Bauleiter der in Ausführung begriffenen Bahn Blankenburg-Tanne, Herrn Bahn-Director Schneider, kürzlich veröffentlichten Aufsatz über die hiesige Bahn, speziell über die Abt'sche vereinigte Zahnrad- und Adhäsionsmaschine, soll es Zweck dieser Zeilen sein, den eisernen Oberbau dieser interessanten Bahn einer näheren Besprechung an der Hand der beigelegten Zeichnungen (Tafel XVI und XVII, Fig. 1 bis 3) zu unterwerfen.

Die Wahl des Oberbaues für die neue Bahn Blankenburg-Tanne war schon im Allgemeinen durch die Verwendung und durch die Anordnung der Abt'schen Zahnstange bestimmt.

Es konnte, da Herr Abt seiner Zahnstange in möglichst geringen Entfernungen eine dauerhafte und kräftige Unterstützung geben wollte, als das Natürlichste nur ein Querschwellenoberbau erscheinen. Dass dieser Querschwellenoberbau ein eiserner und zwar nur ein eiserner sein konnte, das sagten sich von vornherein sowohl Herr Director Schneider, wie auch der geniale Erfinder, Herr Abt, wenn anders sie über die gesicherte Lage der Zahnstange und über die davon abhängende Sicherheit in der Höhe des Zahneingriffs der beiden Zahnräder der Lokomotive beruhigt sein wollten.

An eine Lagerung der Zahnstange auf hölzernen Querschwellen konnte nicht gedacht werden, da die hölzerne Querschwellen als nicht geeignet erscheinen muss, eine unveränderliche und gesicherte Lage der Schienen zu der Zahnstange und somit des Zahneingriffs zu sichern.

Aus diesem Grunde muss überhaupt von Holz als Unterlage für Zahnstangenbahnen der Bauart »Abt« abgesehen werden.

Es wurde daher die schon bei vielen Bahnen gewöhnlicher Spurweite bewährte verbesserte Hilf'sche Querschwellen ohne Mittelrippe gewählt. Die Schwellen hat eine Länge von 2200 mm, eine Höhe von 60 mm, eine Breite von 210 mm, eine Schenkelstärke von 8 mm und eine Kopfstärke von 13 mm.

Da zur Befestigung der Schienen, wie auch der Unterstützungsstühle der Zahnstange auf den Schwellen, die Keilbefestigung der Bergisch Märkischeu Bahn angenommen wurde, welche sich nicht nur durch die Schnelligkeit der Verlegung, sondern auch als gute Befestigung schon seit einer Reihe von Jahren bei verschiedenen Bahnen vorteilhaft bewährt hatte, so wurde der Kopf der Schwellen nach unten in der Mitte noch um 5 mm verstärkt, (Tafel XVI, Fig. 10 a). Da sich diese Verstärkung als ausserordentlich nützlich gegen ein Aufquetschen der das Kleiseisenzeug aufnehmenden Oeffnungen gezeigt hat.

Die Schwellen sind an den Enden umgebörtelt und nach innen durch Winkel verschlossen, (Tafel XVI, Fig. 1 a und 6 a), um ein Verschieben des Kieses, sowohl aus der Schwellen heraus, wie auch nach der Mitte derselben, zu verhindern. Diese beiden inneren Winkel sollen ausserdem verhüten, dass die Schwellen in der Mitte unterstopft werden. Die Mitten der Schwellen nehmen für die Zahnstangenstrecken die Unterstützungsstühle der Zahnstange (Tafel XVI, Fig. 10 a und 10 b) auf, ihre Höhenlage muss also möglichst unverrückbar fest sein, was durch die Anordnung solcher Winkel auch ohne Zweifel erreicht

wird, da sich beim Befahren wohl die Köpfe der Schwellen etwas herunter drücken können, die freiliegende Mitte der Schwellen dabei aber nicht mitnehmen.

Die heute bereits fertige und im Betriebe befindliche 6 Kilometer lange Zahnstangenstrecke hat nach jeder Richtung die Richtigkeit dieser Anordnung bestätigt.

Es wäre müssig gewesen, etwa nach der vermittelst der Schwellen auf den Kies zu übertragenden Radbelastung der Lokomotive von 7 tons die genauen Abmessungen und das Gewicht der Querschwellen bestimmen zu wollen.

Das nach den vorliegenden Erfahrungen für die Harzbahn gewählte Gewicht der Querschwelle von 40 kg erscheint bei der auf der Bahn vorkommenden grössten Geschwindigkeit von 20 Kilometer in der Stunde, wohl als ausreichend. Wie die Zeichnungen zeigen, sind die Schwellen für die Strecken mit und ohne Zahnstange insofern verschieden, als die Knickpunkte der beiderseitig um 1:20 geneigten Enden der Schwellen bei den Schwellen ohne Zahnstange (Tafel XVI, Fig. 1 a) der Mitte der Schwelle näher liegen. Bei den Schwellen für die Zahnstangenstrecken (Tafel XVI, Fig. 6 a) war die Lage dieser Knickpunkte einmal von der Höhenlage der Zahnstange über den Schienen, dann aber auch von der gewählten Höhe der Stühle abhängig. Es liegt auf der Hand, dass es bei den letzteren Schwellen sehr darauf ankommt, dass diese Knickpunkte richtig liegen, d. h. dass sich das Mittelstück der Schwelle in richtiger Höhenlage zu den um 5 % geneigten Enden der Schwellen befindet, denn andern Falles würden die Zahnstangen in verkehrte Höhenlage zu den Schienenköpfen gerathen. Es ist deshalb bei der Abnahme dieser Art Schwellen auf diesen Punkt ein besonderer Werth zu legen. Ein sicheres Prüfungsmittel giebt eine, die drei in Frage kommenden Flächen gleichzeitig aufweisende Lehre.

Was nun die Schwellentheilung anbetrifft, so ist dieselbe für die Adhäsionsstrecken nach den allgemein angewandten Grundsätzen gewählt.

Die Schwellen sind (Tafel XVI, Fig. 2), da die Stösse schwebend angeordnet werden, an den Stössen in dem üblichen Abstände von 550^{mm} nach der Mitte der Schiene zu weiter verlegt.

Für die Zahnstangenstrecken (Tafel XVI, Fig. 7) musste natürlich die Schwellen-Theilung eine der Länge eines Zahnstangentheiles entsprechende und unveränderliche sein. Dieselbe ergab sich aus der gewählten Einzellänge von 2640^{mm} zu 880^{mm}, (Taf. XVII, Fig. 2), da die Stösse in den einzelnen Theilen stets auf einer Schwelle stattfinden mussten.

Der für die gesammte Bahn gewählte Schienenquerschnitt (Tafel XVI, Fig. 5 c und b und 8), hat eine Höhe von 120^{mm}, eine Fussbreite von 95^{mm}, eine Kopfbreite von 57^{mm}, eine Dicke im Stege von 12,5^{mm} und ein Gewicht von 30 kg für 1 laufenden Meter. Für diese Schiene, welche der statischen Berechnung zufolge für eine Geschwindigkeit von 44 Kilometer in der Stunde, welche selbst auf den Adhäsionsstrecken der Bahn nie erreicht wird, noch eine Abnutzung des Kopfes bis zu 5^{mm} rechtfertigt, erhält man die zulässige grösste Entfer-

nung der Querschwellen, wenn man nach Winkler («Heusingers Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik», Band I, Seite 259), die Schiene als Träger auf mehreren Stützen mit Einzel-lasten betrachtet.

Die Rechnungsgrundlagen sind folgende:

Radbelastung der Lokomotive = 7000 kg

Höhe der Schienen $h = 12$ cm

Trägheitsmoment $J = 0,037 h^4$

Widerstandsmodul $\frac{J}{e} = \frac{0,037 h^4}{\frac{h}{2}} = 127,705 = \sim 128$

Zulässige Inanspruchnahme des Stahles der Schiene $s = 1200$ kg für 1 qcm

und danach ergibt sich für die Schwellentheilung l die Gleichung:

$$1200 \cdot 128 = 0,19 \cdot 100 \cdot 7000 \cdot l$$

$$\text{also } l = 1,155^m.$$

Da nun $l = 0,88^m$ gewählt ist, so beträgt die Inanspruchnahme in der That nur

$$s = \frac{0,19 \cdot 100 \cdot 7000 \cdot 0,88}{128} = 914,5 \text{ kg.}$$

Für die überall gleiche Steifigkeit des Gestänges, besonders in den schwebenden Stössen, ist durch Verstärkung der Stösse mittels kräftiger Winkellaschen (Tafel XVI, Fig. 3) auf den Strecken ohne Zahnstange, und mittels \perp Laschen, (Tafel XVI, Fig. 8) kräftigsten Querschnittes auf den Strecken mit Zahnstange gesorgt.

Die Winkellasche für die Adhäsionsstrecke wiegt bei einer Länge von 540^{mm} 7,26 kg, und die \perp Lasche, welche nur für die äussere Seite der Stösse der Zahnstangenstrecke in Anwendung kommt, bei einer Länge von 664^{mm} 13,4 kg. Die letztere tritt nach unten gegen die Schwellen, weniger um ein etwaiges Wandern des Oberbaues zu verhüten, als um die 88 cm weit liegenden Stösse der Zahnstangenstrecken auf das kräftigste zu verstärken.

Ein Wandern des Oberbaues dürfte wohl kaum eintreten können, trotz der Rampen 1:16,66, da der auf vorzüglicher Packlage gebettete Oberbau durch die durchlaufende A b t'sche Zahnstange, welche in Folge ihrer Befestigung auf den Querschwellen mittels Keilen und Klammern mit den Schienen zu einem Ganzen verbunden füglich angesehen werden darf, hinreichend geschlossen erscheint, um jede Längsbewegung auszu-schliessen. *)

Diese für die Zahnstangenstrecken hinzutretende dreitheilige A b t'sche Zahnstange mit ihren Befestigungsstühlen ist auf Tafel XVI, Fig. 10 a und 10 b und Tafel XVII, Fig. 2 und 3 abgebildet; und zwar ist dieselbe auf Tafel XVII, Fig. 2 in ihren einzelnen Theilen getrennt und niedergelegt dargestellt, um zu zeigen, wie die einzelnen Zahnstangen-Platten nach dem Einbau zu einander liegen. Die einzelne Platte hat, wie schon erwähnt, eine Länge von 2636 + 4^{mm} für das Längenspiel bei Wärmeänderungen, also 2640^{mm}, eine Höhe von 110^{mm}, eine Stärke von 20^{mm}. Der Spielraum von 4^{mm} wird nach beiden Seiten vertheilt, d. h. eine Verkürzung von 2^{mm} erfolgt in der

*) Das Wandern der einzelnen Schienen wird wohl grade durch die gewählte Laschenform verhindert.

jedesmal ersten und letzten halben Zahnücke. Diese 4^{mm} geben für die Längenänderung bei 75°C. Wärmewechsel und auch zur Ausgleichung geringer Fehler in den Längen der Zahnstangen und Laufschiene ausreichendes Spiel.

Auf jeder Schwelle wird eine Platte gestossen, während die beiden anderen durchgehen; dieselben bilden so zu sagen die Verlaschung für die gestossene Zahnstangenplatte. Eine besondere Unterstützung der Zahnstangenstösse wäre also nicht weiter erforderlich gewesen, dieselbe ist nichts destoweniger durch Einlegen kleiner Flacheisen-Laschen bewirkt, um die Anordnung nach jeder Richtung hin als vollkommen vor das Forum der technischen Welt hinstellen zu können.

Die Zahntheilung der Platten beträgt, wie das die in halber natürlicher Grösse auf Tafel XVII, Fig. 3 gezeichneten beiden Zähne zeigen 120^{mm}, und zwar haben Zähne und Lücken in der Theilkreis-Tangente gleiche Länge, da das Spiel im Zahnrad selbst durch eine Zahnlänge von 56^{mm} bei einer Lückenlänge von 64^{mm} erreicht wird.

Die Zahnstangenplatten bestehen aus einem ziemlich weichen und zähen Thomasstahl.

Der Union in Dortmund, welcher die Herstellung der Zahnstangen übertragen ist, waren folgende Bedingungen auferlegt.

In Betreff der Genauigkeit der Theilung der Zahnstangen sollte auf eine Länge von 2640^{mm}, also auf eine Plattenlänge, ± 2 ^{mm} Fehler gestattet sein, dagegen auf jede Theilung von 120^{mm} nur ein solcher bis zu $\pm 0,5$ ^{mm}.

Die Festigkeit des Stahles für 1^{qmm} sollte 48—50 kg betragen, die Dehnung bis zum Bruche 18 %.

Fragen wir uns einmal, wie steht es nun mit der Festigkeit der Abt'schen Zahnstange? Nach den Festigkeitsversuchen, welche Herr Professor Bauschinger in München mit einer in Witten aus Stahlguss, nicht aus Thomasstahl, hergestellten Zahnstangen-Platte anstellte, fand derselbe, dass ein Zahn derselben erst bei einem Drucke von 45 tons abgescheert wurde.

Dass der Stahlguss, wenn auch in seiner Art ausgezeichnet, doch nicht so widerstandsfähig ist als der zähe Thomasstahl, ist bekannt.

Nehmen wir indessen einmal an, die Zahnstange bestände aus Stahlguss, und legen wir die von Herrn Professor Bauschinger gefundene Festigkeit von 45 tons zu Grunde, so würden wir bei der dreitheiligen Abt'schen Zahnstange also $3 \times 45 \text{ tons} = 135 \text{ tons}$ nöthig haben, um 3 zusammengehörige Zähne abscheeren zu können.

Die Abt'sche Lokomotive besitzt aber nicht ein Zahnrad, sondern 2 gekuppelte Zahnräder; es vertheilt sich demnach der Zahndruck zu gleicher Zeit auf 6 Zähne der Zahnstange. Wir würden also $2 \times 135 = 270 \text{ tons}$ nöthig haben, um diese 6 Zähne abscheeren zu können.

Da aber die Zahnradmaschine von der gesammten von der Maschine entwickelten Zugkraft von 11,53 tons nur 5,53 tons übernimmt, den Rest die Adhäsionsmaschine, so hätten wir eine $\frac{279}{5,53} = 48,4$ fache Sicherheit gegen Abscheeren.

Selbst wenn im ungünstigsten Falle durch Ungenauigkeiten in der Zahnstange oder durch andere Zufälligkeiten einmal ein einziger Zahn den Druck von 5,53 tons aufnehmen müsste, ein

Fall der nie eintreten wird, so hätten wir noch immer eine $\frac{48,4}{6} = 8$ fache Sicherheit, und zwar bei Stahlguss.

Bei Gelegenheit der Abnahme der Oberbauteile, insbesondere der Zahnstangen, sind von mir in Dortmund eine Reihe von Zerreihsungsproben mit aus Zahnstangen gefertigten Probestäben gemacht, deren Ergebnisse hier angeführt werden, um zu zeigen, dass unsere Zahnstange auch thatsächlich die von der Union durchschnittlich gewährleistete Festigkeit von 48—50 kg und 18 % Dehnung bis zum Bruche besitzt. Es wurden stets je zwei Versuchsstäbe aus einer Zahnstangenplatte angefertigt, einmal beide Stäbe aus den Enden, und dann beide Stäbe aus der Mitte einer Platte.

In der nachfolgenden Tabelle bezeichnet

d_1 den Durchmesser des Probestabes vor Beginn des Versuchs in ^{mm},

d_2 den Durchmesser des Probestabes an der Bruchstelle in ^{mm},

$J_1 J_2$ die Querschnitte der Durchmesser d_1 und d_2 in ^{qmm},

P die Belastung im Augenblicke des Bruches in kg.

F die Festigkeit des Stahles für 1 ^{qmm} in kg,

D die Dehnung in % der Länge,

C die Zusammenziehung in % des Querschnittes.

Probe	d_1 mm	d_2 mm	J_1 qmm	J_2 qmm	P kg	F kg für 1 ^{qmm}	D %	C %
Ia	17,9	13,2	251,6	136,8	12800	50,8	19	45,6
Ib	17,9	13	251,6	132,7	12450	49,5	19,5	47,2
IIa	17,9	12,7	251,6	126,7	12600	50,0	20,25	49,6
IIb	18,0	13,1	254,5	134,8	12700	49,8	20,5	47
IIIa	17,9	11,7	251,6	107,5	12950	51,4	20	57,3
IIIb	18,0	12,1	254,5	115,0	13200	51,8	22,5	54,9
IVa	18,4	13,3	265,9	138,93	13250	49,8	21,5	47
IVb	18,4	14,0	265,9	153,9	14300	53,7	19,5	42,2

Um nun noch einiges über die Art der Herstellung dieser Platten zu sagen, sei noch erwähnt, dass dieselben als Flachstahl in der Breite von 110^{mm}, in der Dicke von 20^{mm} und in einer Länge von 2650^{mm} gewalzt wurden.

Meistens wurden zur Herstellung solche Gussblöcke verwendet, welche aus etwas weichen, daher zähen Thomas-Stahl liefernden Füllungen herrührten.

Die Stäbe aus Flachstahl wurden später in einem Flammofen bis auf helle Rothgluth erwärmt und dann unter einer Excenterstanze mit 5 Stempeln durch Punzen ausgezahlt. Der eine dieser Stempel fasst, um der Zahnstange die richtige Lage zu geben, in eine bereits gestanzte Lücke hinein und so geht es fort, bis nach viermaligem Verschieben die Zahnstange fertig ist. Die Lücken werden 3^{mm} kleiner gestanzt, um die Zahnflanken durch Hobeln herstellen zu können. Da sich natürlich bei der Grösse der zu stanzenen Lücken und der beträchtlichen Dicke die rothglühende Platte durch das Stanzen wirft und verzieht, so findet sofort, nachdem das Stanzen beendet ist, ein erstes Nachrichten auf einer grossen gehobelten Richtplatte statt.

Später folgt, wenn die Platte ganz erkaltet ist, ein nochmaliges genaues Nachrichten. Nach diesem Nachrichten, welches eine tadellose Platte ergibt, werden die Zahnstangen in

der mechanischen Werkstatt mit einer Lehre vorgezeichnet, die zur Befestigung an den Unterstützungsstühlen erforderlichen Löcher gebohrt, und dann erfolgt das Hobeln der Zähne. Zu diesem Zwecke werden immer 21 solcher Zahnstangen durch lange Bolzen zusammengehalten und auf einmal gehobelt. Der Hobelstahl nimmt also gleich an 21 Zähnen den Spahn bis auf den halben Körner weg. Durch diese Methode kann die Union grösseren Anforderungen in kurzer Zeit genügen; man erhält ausserdem auch immer 21 ganz gleiche Platten. Im Allgemeinen kann man mit dem auf diese Art erzielten Genauigkeitsgrade der Zahnstangen recht zufrieden sein.

Drei solcher nebeneinander liegender, um 40^{mm} gegen einander versetzter Platten (Tafel XVII, Fig. 1 c und 2) bilden nun in ihrer Gesamtheit die dreitheilige Abt'sche Zahnstange.

Die nach aussen tretenden Stösse dieser Zahnstange werden jedesmal, wie schon früher erwähnt, noch mit einer Flacheisen-Lasche gedeckt.

Die ganze Zahnstange wird mittels Stühlen (Tafel XVI, Fig. 10 a und b) sicher und fest auf den Schwellen gelagert.

Diese Stühle, welche die Zahnstange über jeder Schwelle, d. h. in 88 cm Theilung, unterstützen und zu gleicher Zeit den richtigen Abstand von 35^{mm} zwischen den einzelnen Platten sichern, bestehen aus Stahlguss, d. h. einem Gemenge besten schwedischen Holzkohleneisens mit Stahl.

Das genaue Verhältniss beider Metalle ist Geheimniss der Verfertiger, indessen bildet Gusseisen den Hauptbestandtheil, da nur Gusseisen gut im Stande ist, Stahl bis zu einem gewissen Mischungsverhältnisse in sich aufzunehmen. Der Stahlguss verbindet als Gemenge die löblichen Eigenschaften beider Metalle, indem er durch die Zähigkeit des Stahles die Sprödigkeit des Gusseisens zum Theil ausgleicht, und daher besonders gegen Stösse bei weitem nicht so empfindlich ist, wie das letztere. Die Biegungs-Festigkeit dieses Stahlgusses ist von der Fabrik, dem Hagener Gussstahlwerke in Hagen, mit 40 kg auf 1 qmm gewährleistet.

Herr Professor Bauschinger hat an einem solchen Stuhle aus Hagener Stahlguss nachgewiesen, dass der Stahlguss eine Bruchfestigkeit von 7,5 t auf 1 qcm gegen Biegen, und eine solche von 3,5 tons auf 1 qcm gegen Schub aufweist. Der Stahlguss liefert sehr saubere und dichte Körper von mattgrauer Färbung; der Preis beträgt 364 Mark für 1 ton fertiger Waare.

Mit Rücksicht auf den beträchtlichen Widerstand, welchen diese Stühle dem rund 4,2 t in der Richtung und 1,4 t winkelfrecht zur Richtung der Zahnstange betragenden Zahndrucke über jeder Querschwellen sowohl auf Druck, wie Biegung und Abscheerung entgegengesetzten, erscheint diese Art der Befestigung als eine in jeder Beziehung dauerhafte.

Die Stühle werden genau wie die Schienen (Tafel XVI, Fig. 10 a und b) durch Keile und Klammern fest mit den Querschwellen verbunden. Die Verbindung zwischen Stuhl und Zahnstange erfolgt durch zwei 20^{mm} starke Bolzen, deren Mutter durch einfache Federringe vor dem Lockerwerden gesichert sind. Das Verlegen des Zahnstangen-Oberbaus geht nun in der Weise vor sich, dass, nachdem eine Reihe Schwellen vorgestreckt

ist, die Stühlchen auf die Schwellen lose aufgesetzt, darauf die einzelnen Platten in die Stühlchen eingelegt und durch Hilfschrauben lose mit einander verbunden werden. Dann beginnt das Einrichten der Platten. Mit einer Lehre, welche genau die Verschränkung der zusammen gehörigen Zähne der Platten anzeigt, werden die noch lose liegenden Platten von Zahn zu Zahn, der Verschränkung entsprechend, gegen einander eingerichtet und durch strammes Festziehen der inzwischen eingezogenen Bolzen festgeschraubt. Haben sich die Arbeiter erst eingeübt, so geht das Verlegen sehr rasch von Statten; auf der vorliegenden Bahn z. B. legte der Vorarbeiter mit 3 Hilfsarbeitern jeden Tag 120^m Zahnstange, eine gewiss anzuerkennende Leistung.

Hierbei besteht kein Unterschied zwischen den Geraden und Krümmungen. Die Zahnstange schmiegt sich, vermöge der geringen Stärke und Länge der einzelnen Platten, auf das genaueste der Linie an. Der Halbmesser der Krümmungen für die Zahnstangestrecken beträgt überall 300^m.

Nachdem die Zahnstange an den Stühlen befestigt ist, werden diese auf die Schwellen gekeilt, worauf dann die Befestigung der Laufschiene erfolgt. Diese Reihenfolge der Arbeiten ist unter allen Umständen einzuhalten, da man im Stande sein muss, die Schwellen behufs Verlegung der Zahnstange etwas nach rückwärts und vorwärts zu rücken, was unmöglich wäre, wollte man die Laufschiene zuerst aufkeilen.

Da die Anlage unserer Bahn als vereinigte Adhäsions- und Zahnradbahn einen Wechsel von Strecken mit und ohne Zahnstange bedingt, so muss natürlich in allen Uebergangspunkten der einen Betriebsart in die andere eine Vorkehrung getroffen sein, welche diesen Uebergang leicht und sicher vermittelt.

Eine solche ist die Tafel XVII, Fig. 1 a, b u. c gezeichnete Zahnstangeneinfahrt, welche ebenfalls in sinnreicher Weise von Herrn Abt entworfen ist. Wie die Zeichnung zeigt, liegt ein, um ein Gelenk drehbares zusammengesetztes Zahnstangenstück auf 2 Paar Federn. Diese Federn ruhen ihrerseits in Federkästen, welche auf einem Betonklotze sicher durch Ankerschrauben befestigt sind. Die beiden vorderen Federn geben einem Drucke von 600 kg, die beiden hinteren einem solchen von 1200 kg nach.

Diese Anordnung ist getroffen, um die Spitze der Einfahrt möglichst beweglich, das Hineinfahren selbst also leicht und sanft zu machen.

Die neue Harzbahn wird nach ihrer Vollendung 22 solcher Zahnstangen-Ein- und Ausfahrten besitzen; sie geht demgemäss je 11 Mal aus der Adhäsionsbahn in die Zahnstangestrecke und umgekehrt über. Zehn solcher Einfahrten sind bereits fertig gestellt und häufig befahren worden.

Bei der Einfahrt des Zuges in die Zahnstange können nun zwei Fälle eintreten.

Entweder fährt der Lokomotivführer in die Einfahrtspitze indem er vorher die Zahnradmaschine in Gang setzt, oder die Zahnradmaschine steht beim Hineinfahren still und wird durch die Abwicklung der Zahnräder beim Einfahren in Bewegung gesetzt.

In beiden Fällen geht die Einfahrt gleich rasch und sicher von Statten.

Stehen die Zahnräder der Lokomotive zufälligerweise so, dass 3 zusammengehörige Zähne der Zahnräder 3 zusammengehörigen Lücken der Zahnstangeneinfahrt genau entsprechen, so ist der Eingriff sofort ohne das geringste Geräusch hergestellt.

Stehen die Zahnräder ungünstiger, trifft also Zahn auf Zahn, so wird die Zahnstangenspitze durch die Zahnräder um die Tiefe des Eingriffs, d. h. um 35^{mm}, niedergedrückt, die Zahnräder werden sich nicht mit ihren Theilkreisen, sondern mit ihren äusseren Umfängen abwickeln, also einfachen mechanischen Gesetzen zufolge gegen die Zahnstangentheilung zurückbleiben, somit bald zum Eingriffe kommen

Ist der Eingriff hergestellt, so erfolgt nun die ruhige und gleichmässige Abwicklung in der 3 theiligen Abt'schen Zahnstange, welche in jeder Weise dem Rollen der Radreifen auf den Laufschieneu ähnelt.

Der sanfte Gang wird dem Reisenden, welcher in diesem Sommer von den Gipfeln der erklimmenen Harzberge herunter aus den Fenstern der Salonwagen die entzückenden Fernsichten in die fruchtbare Halberstädter und Magdeburger Ebene bewundern wird, vergessen lassen, dass er auf einer Zahnstange die schönen Berge unseres Harzes erstiegen hat.

Blankenburg am Harz, im März 1886.

Sicherheitskuppelung zwischen Locomotiven und Tendern der Königl. Sächsischen Staatsbahnen.

Mitgetheilt vom Obermaschinenmeister Klien zu Chemnitz.

(Hierzu Fig. 4, 5 und 6 auf Taf. XVII.)

An den Sächsischen Staatseisenbahnen besteht seit langen Jahren die bei allen Neubeschaffungen, sowie bei der Uebernahme erworbener Privatbahnen durchgeführte Regel:

Den Bestand an Tendern zu den Lokomotiven für besondere Tender so zu bemessen, dass nach Abzug der in den Werkstätten befindlichen dergleichen nicht betriebsfähigen Lokomotiven und Tendern zu den in Betrieb gestellten Lokomotiven und Tendern noch ungefähr 10 % des überhaupt vorhandenen Bestandes an Lokomotiven für besondere Tender und an Tendern zur sofortigen Inbetriebstellung verfügbar bleiben.

Da die Tender seltener reparaturbedürftig sind und zu ihrer Wiederherstellung eine kürzere Zeit erfordern als die Lokomotiven, so ist mit einem erheblich geringeren Bestande an Tendern als an Lokomotiven für besondere Tender auszukommen.

Die Sächsischen Staatseisenbahnen besitzen z. Zt. zu

636 Lokomotiven für besondere Tender

nur

563 Tender, d. h. 88,5 %

der zugehörigen Lokomotiven, oder 73 Stück Tender weniger als Lokomotiven. Dieses Verhältniss entspricht, wie nachstehende Zahlen beweisen, genau dem Bedürfnisse, da nach mehrjährigem Durchschnitte sich die Lokomotiven und Tender auf Betrieb, Vorrath und Ausbesserung wie folgt vertheilen:

	Betrieb.	Vorrath.	Ausbesserung.	Vorrath und Ausbesserung.
Lokomotiven, %:	73,5	10,5	16,0	26,5
Tender, %:	83,0	10,5	6,5	17,0

und ergeben sich hiernach

$636 \cdot 0,735 = 467$ Betriebslokomotiven

und

$563 \cdot 0,83 = 467$ Betriebstender.

Es sind sonach gegenüber der vielfach gebräuchlichen Regel, zu jeder Lokomotive einen besonderen Tender zu halten und beide im Dienst, Vorrath und Ausbesserung stets beisammen zu belassen, 73 Tender weniger zu beschaffen gewesen, und ist demgemäss auch die gleiche Zahl weniger zu unterhalten.

Nimmt man entsprechend den Verhältnissen der Königlich Sächsischen Staatseisenbahnen den Anschaffungspreis eines Tenders mit 5500 M., den Altwerth desselben zu 500 M. und die Jahresunterhaltungskosten mit 300 M. an, und setzt sowohl für Verzinsung der Anlagekosten, als für Werthminderung in Höhe des Unterschiedes zwischen Neu- und Altwerth 4 % fest, so ergibt sich hieraus die jährlich ersparte Summe zu

$$73 [(5500 - 5000) \cdot 0,04 + 300] = 52560 \text{ M.}$$

Die Ausnutzung der Tender ist hierbei eine möglichst hohe, und es werden jedenfalls dabei die Jahresunterhaltungskosten gegenüber den der weniger ausgenutzten stets bei der Lokomotive verbleibenden Tender nicht erhöht, weil die letzteren während der Ausbesserung der Lokomotive zumeist im Freien stehen bleiben und hierdurch wenigstens ebenso leiden, wie die im Betriebe befindlichen Tender.

Ueberdies erfordert die Aufstellung der Tender während der Ausbesserung der zugehörigen Lokomotiven eine erhebliche Gleislänge, und wenn die Tender in bedeckten Räumen stehen sollen, eine Anzahl Gebäude, deren Herstellung und Unterhaltung anderweite, hier nicht in Betracht gezogene Kosten verursacht.

Die Maassregel, Lokomotive und Tender stets bei einander zu belassen, wird überdies, wenn auch in beschränktem Maasse, einen höheren Bestand an Lokomotiven, und damit auch an Tendern bedingen, weil die vorgeschriebenen Prüfungen der beiden zusammengehörigen Fahrzeuge der Zeit nach nicht zusammenfallen und auch Lokomotiven wegen nicht vorherzusehenden Schadhafwerdens von Tendern dem Betriebe entzogen werden müssen.

Die eingangs erwähnte Regel ergibt die Nothwendigkeit, jeden Tender ohne Weiteres an jede Lokomotive kuppeln zu können, oder nur wenige grosse Gruppen von in der Kuppelung gleichen Lokomotiven und Tendern im richtigen Verhältnisse beider zu bilden.

Sie ergibt andererseits aber auch die Schwierigkeit, Veränderungen oder Verbesserungen in den Lokomotive und Tender verbindenden Theilen durchzuführen, ohne auch nur vorübergehend die Zahl der Tender zu vermehren.

Derartiger Gruppen besitzen die Sächsischen Staatseisenbahnen zwei, die eine für den Eilzugsdienst, die andere für den Personen- und Güterzugsdienst.

Die bislang gebräuchliche, Tafel XVII, Fig. 4 a u. b dargestellte Kuppelung besteht aus einem steifen Kuppelisen, das mit seinen Enden durch zwei Bolzen an Lokomotive und Tender angebolzt ist. Das Schlingern wird nur in äusserst geringem Maasse durch die Reibung der von der Stossfeder des Tenders gegen die ebenen Platten des hinteren Stirnblechs der Lokomotive gedrückten Stossbuffer gemildert, im Uebrigen aber nur durch das Anstossen der Radflantsche an die Schienenköpfe begrenzt.

Als Nothkuppelung dienen die kurzen, an den Aussen-seiten angeordneten Nothketten. Die Mängel dieser Kuppelung sind:

- 1) ungenügende Verhinderung des Schlingerns und daher starke gegenseitige Verstellung von Lokomotive und Tender an der Kuppelstelle;
- 2) starke Beanspruchung der Zugbolzen beim Rückstoss, da dieser von den Bolzen allein aufzunehmen ist;
- 3) unzuverlässige Wirkung der Nothkuppelung, da diese gemäss ihrer Anordnung und Lage nicht angespannt werden kann, und daher beim Bruche des Zugeisens oder eines Zugbolzens zumeist selbst zerrissen wird.

Das Bestreben, diese Mängel zu beseitigen, führte zu der auf Tafel XVII, Fig. 5 a u. b dargestellten, in der Einführung begriffenen Kuppelung, bei welcher die bisherigen Kuppelbolzen K_1 und K_3 , sowie die Stossfeder mit Stossbuffern und Stossbufferplatten ohne Veränderung beibehalten, die Nothketten ganz weggelassen, an der Lokomotive der Stossbolzen K_2 , und wenn nöthig, die starke Anschlagschraube a, und am Tender die beiden Stossbolzen K_4 und K_5 , sowie die Stossplatte b zugefügt sind. Das einfache Kuppelisen ist durch ein kräftiges neues Kuppelisen von der dargestellten Form ersetzt.

Die Schlingerbewegungen sind durch den Anschlag des Kuppelaisens an dem Nothbolzen K_2 auf das durch die verschiedenen Gattungen von Lokomotiven und Tendern bedingte Maass beschränkt, wie dies in der Abhandlung: Beurtheilung der sächsischen Lokomotiv-Tender-Kuppelung (Organ 1885, Seite 208) näher dargelegt ist.

Die Beanspruchung der Bolzen durch den Rückstoss ist am Tender durch den einzustellenden Anschlag b für den Kopf

des Kuppelaisens, an der Lokomotive durch Einpassen des Zugeisenkopfes in den Zugkasten, oder, wenn dies nicht möglich, durch Anbringen der starken stellbaren Anschlagschraube a beseitigt.

Die alte Nothkuppelung ist durch die zugefügten Bolzen K_2 , K_4 , K_5 ersetzt, von welchen der Bolzen K_2 , wie bereits bemerkt, überdies zur Abminderung des Schlingerns dient. Diese Bolzen bieten jedoch nur Sicherheit gegen den Bruch eines der beiden Zugbolzen K_1 und K_3 und der Zugeisenenden, nicht aber gegen den Bruch des Zugeisens in den Bolzenlöchern K_2 und K_3 und dem zwischen beiden liegenden Theile. Zur Sicherung gegen einen Bruch dieses Theiles des Zugeisens ist dasselbe wesentlich kräftiger als die Bolzen K_1 und K_3 , deren Stärke übrigens gegeben ist, bemessen und überdies aus einem Stücke zähen, zweckentsprechend packetirten Schweisseisens hergestellt.

Der Vergleich der Figuren 4 und 5, Tafel XVII zeigt, dass die Abänderung der Kuppelung an den Lokomotiven und Tendern ohne gegenseitige Abhängigkeit erfolgen kann und dass daher abgeänderte und nicht abgeänderte Lokomotiven und Tender unter einander meist durch das neue, mindestens aber durch das alte Kuppelisen, verbunden werden können; sowie, dass es nur nöthig ist, die alte Nothkuppelung so lange beizubehalten, bis die Abänderung an allen Lokomotiven und Tendern durchgeführt ist. Neue Lokomotiven und Tender müssen bis zur Durchführung der Abänderung der alten noch mit der alten Nothkuppelung ausgerüstet werden.

Es bleibt noch zu bemerken, dass die doppelhakenförmige Gestalt des Zugeisens auf der Tenderseite und die Einfügung zweier Nothbolzen am Tender sich aus den Zugkastenverhältnissen der vorhandenen Tender ergaben, die nicht gestatteten, auch beim Tender nur einen Nothbolzen anzuwenden, und denselben vor oder hinter den eigentlichen Zugbolzen zu setzen, wie dies einfacher und besser sein würde. Bei Anwendung der Sicherheitskuppelung auf die Normalmaschine und den Normaltender der Königlich Preussischen Staatseisenbahnen ist die Ausführung in der günstigeren Weise, nur 2 Nothbolzen zwischen den eigentlichen Zugbolzen anzuwenden, leicht möglich, wie Tafel XVII, Fig. 6 a und b zeigt. Hier ist dem Nothbolzen K_6 an der Lokomotive und dem Nothbolzen K_2 am Tender im Zugeisen das erforderliche ziemlich geringe Seitenspiel zu geben, um die richtige Einstellung der Fahrzeuge zu ermöglichen.

Ein neuer französischer eiserner Querschwellen-Oberbau.

Mitgetheilt und besprochen vom Regierungsbaumeister G. Schwartzkopff in Frankfurt a. M.

(Hierzu Fig. 1-5 auf Taf. XVIII und Fig. 1 u. 2 auf Taf. XIX.)

Die zahlreichen Vorschläge, welche bisher bezüglich der Gestaltung und Ausbildung des eisernen Oberbaues gemacht sind und die nicht minder zahlreichen Versuche, die bis auf den heutigen Tag mit eisernen Lang- und Querschwellen nebst den verschiedenen Befestigungsarten von Staats- und Privat-Eisenbahn-Verwaltungen aller Länder angestellt sind, legen ein unumstössliches Zeugniß ab, sowohl für die Aufmerksamkeit, welche diesem wichtigen Gegenstande des Eisenbahnwesens von allen

Seiten gewidmet wird, als auch für die Nothwendigkeit, noch immer Neues und Besseres zu schaffen, sie liefern daher auch den Beweis, dass wir die höchste Leistung in dieser Beziehung noch nicht erreicht haben.

In Deutschland und hauptsächlich in Preussen ist es seit einiger Zeit, besonders seit der fast vollständig durchgeführten Verstaatlichung der Eisenbahnen, in dieser Beziehung erheblich ruhiger geworden. Ob diese Verstaatlichung nicht einen ge-

wissen Stillstand hervorgerufen hat, wollen wir unerörtert lassen. Jedenfalls dürften insbesondere bei den preussischen Staatsbahnen in den letzten Jahren nicht viele Versuche mit neuen eisernen Querschwellen gemacht sein.

Seitdem die Haarmann'sche Schwellenform für Lang- und Querschwellen einige Verbesserungen, bezw. Abänderungen erfahren und durch die Bezeichnung »System der Staatsbahnen« gewissermassen eine officiële Stellung unter all den vielen Schwellen-Profilen erhalten hat, ist nur ausnahmsweise die Verwendung anderer Oberbauarten neben den sonst üblichen zu verzeichnen.*)

Während mithin bei uns die in letzterer Zeit neu entworfenen Schwellenformen und Befestigungsweisen wohl in Folge der augenblicklich herrschenden Strömung hauptsächlich als litterarische Erscheinungen zu betrachten sein dürften, die fürs Erste auf praktische Versuche wenig zu rechnen haben werden, sind unsere westlichen Nachbarn, die französischen Ingenieure, immer noch bemüht, Versuche mit neu vorgeschlagenen Oberbau-Anordnungen anzustellen.

Eines dieser neuen Systeme möge den Fachgenossen hier vorgeführt werden, da dasselbe zur Zeit gerade ausgeführt wird, und in Folge seiner Eigenartigkeit immerhin der Beachtung Sachverständiger werth sein dürfte.

Diese neue und höchst eigenthümliche Oberbau-Anordnung, welche hier mitgetheilt und prüfend besprochen werden soll, hat erst vor Kurzem in dem Bureau du Materiel fixe de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est in Paris das Licht der Welt erblickt, woselbst sie unter An-

*) Ein von den gewöhnlichen Grundformen etwas abweichendes Querschwellenprofil wird für einen Theil des neuen Centralbahnhofes in Frankfurt a. M. zur Ausführung kommen. Da auch die mannigfachen Oberbau-Anordnungen dieser grossartigen Bahnhofsanlage, die allein gegen 120 km Gleise umfasst, voraussichtlich demnächst officiël veröffentlicht werden dürften, so wollen wir selbstverständlich einer Veröffentlichung durch ausführlichere diesbezügliche Mittheilungen an dieser Stelle nicht vorgreifen, sondern nur bemerken, dass die fragliche neue Querschwelle gewissermassen als abgeänderte Haarmann'sche bezeichnet werden kann, indem der die Schiene unterstützende kastenförmige Theil des Profils breiter angeordnet ist, während die der Haarmann'schen Schwelle eigenthümlichen langen Fussflügel bedeutend verkürzt sind. Ausserdem sind die Enden dieser Flügel scharf rechteckig nach unten geführt, so dass der nebenstehend (Fig. 59) skizzirte Querschnitt entsteht. Verfasser gestattet sich, Vorstehendes anzuführen, da er bereits im Jahre 1882 in seiner Abhandlung: „Der eiserne Oberbau mit besonderer Berücksichtigung einer rationellen Schienenbefestigung“, Berlin 1882, Verlag von Julius Springer, diese Querschwellenform grundsätzlich entwickelt und wohl zuerst in der technischen Litteratur vorgeschlagen hat, wie auf Seite 100 und 101 dieser Abhandlung zu lesen ist. — Wenngleich Verfasser diese Schwellenform der ursprünglichen Haarmann'schen auch heute noch aus den a. a. O. angegebenen Gründen vorzieht, so würde er, wenn danach befragt, trotzdem diese neuere Form auf Grund der bis heute gemachten Erfahrungen zur Ausführung kaum empfohlen haben, da Querschnitte wie die der Hilf'schen Weichenschwelle ohne Mittelrippe, wenn sie genügend stark und hoch und in allen Theilen zweckentsprechend durchgebildet sind, vorzüglich bei grober Bettung wohl den Vorzug vor allen bisherigen eisernen Querschwellenformen verdienen. (Vergl. auch die diesbezügliche Anmerkung im Schlusse dieser Besprechung.)

Fig. 59.



regung und Leitung des Ingénieur principal, Mr. Guillaume, entstanden und bearbeitet ist.

Die vorliegende Querschwelle weicht von den bisher angewandten zunächst darin ab, dass sie in ihrer äusseren Form das Bestreben zeigt, den rechteckigen Querschnitt der Holzschwellen annähernd zu ersetzen, namentlich eine ebene Unterfläche zu erreichen, die für ein gutes Unterstopfen sehr wichtig ist.

Fig. 1a und 1b, Tafel XVIII, stellt diese Schwelle in der Ansicht und im Längenschnitte dar.

Die Schienen lagern auf Holzkeilen, welche in ihrer oberen Fläche $\frac{1}{20}$ Neigung haben.

Zwei mit je zwei Zapfen versehene Seitenplatten, die wir mit »Blehhaken« bezeichnen wollen, und welche an ihrem oberen Theile dem Schienenfusse entsprechende Ausschnitte haben, dienen zur Aufnahme des Letzteren und sollen die Schiene, wenn sie durch den Holzkeil in die richtige Lage gebracht sind, gegen Umkanten und seitliches Verschieben sichern.

Die Blehhaken werden gegen die Schwelle durch ihre Zapfen festgelegt, welche von innen durch die Seitenwände der Schwelle vor Einbringung des Keiles gesteckt werden. (Vergl. Fig. 1, 2 und 5 auf Tafel XVIII.)

Um zu ermöglichen, dass die Schienen von oben eingebracht, bezw. abgenommen werden können, sind die Ausschnitte in den Blehhaken so angeordnet und bemessen, wie Fig. 2 auf Tafel XIX zeigt.

Die Holzkeile (Vergl. Fig. 1a und 1b, Tafel XVIII) werden eingebracht und angetrieben, nachdem die Schiene von oben in die Ausschnitte der Blehhaken gebracht ist. Da die obere Neigung dieser Keile der Neigung der Schiene von 1:20 entspricht, so werden erstere so fest wie möglich eingetrieben, bis der Schienenfuss auf beiden Seiten sich innig gegen die demselben entsprechenden Ausschnitte der Blehhaken gepresst hat.

Um ein Zurückgehen oder Lockern der Keile zu verhindern, werden an der inneren Schienenseite zwei Nägel (Vergl. Fig. 1, 2 und 5 auf Tafel XVIII) eingeschlagen, nach Art unserer gewöhnlichen Schienenbefestigung durch Haken-nägel.

Die Enden der Schwelle sind umgebogen (Tafel XVIII, Fig. 1), und 100^{mm} tief in die Bettung geführt. Um dieses Biegen zu erleichtern, vermindert man die Höhe der Seitenwände der Schwelle auf eine Strecke von 42 cm an beiden Enden allmählich.

Zwecks Entwässerung des hohlen kastenförmigen Raumes der Schwelle sind zwei Löcher (Vergl. Fig. 2 und 4 auf Tafel XVIII) im Boden der Schwelle vorgesehen.

Die Schwelle wird in der in Fig. 1, Tafel XVIII ange deuteten Weise gänzlich mit Kies oder Schotter bedeckt.

Die obere Schwellenbreite beträgt 250^{mm}, die untere 220^{mm}, die ganze Schwellenlänge vor dem Umbiegen der Enden 2,7^m, die eigentliche tragfähige Schwellenlänge 2,5^m.

Die übrigen Anordnungen und Maasse dürften aus den verschiedenen Figuren auf Tafel XVIII und XIX zu entnehmen sein.

Das Gewicht der Schwelle mit den Blehhaken beträgt rund 65 kg, wozu noch das der Holzkeile, des Schotters u. s. w. tritt.

Die Stahlschienen von 30 kg Gewicht auf 1 laufendes Meter, sowie die Stossverbindung derselben sind für uns ebenfalls insofern beachtenswerth, als Form und Anordnung derselben von den bei uns üblichen erheblich abweichen.

Betrachten wir zunächst die Stahlschiene, (Vergl. Fig. 3, Tafel XVIII), so fällt auf, dass die Fussbreite nur 99 mm, die Höhe nur 120 mm beträgt, dagegen der Steg eine Stärke von 13,5 mm besitzt.

Die Unterschneidung des Schienenkopfes, dessen Breite 56,5 mm beträgt, ist mit einer Neigung von 1:2 angeordnet.

Die Laschen sind einfachster Art (Fig. 3, Tafel XVIII), während das Wandern der Schienen durch ein besonderes, gekröpftes, 6 mm starkes Vorstossblech zwischen den Schwellen verhindert werden soll. Dieses Vorstossblech, (Fig. 1, Tafel XIX), ist nur 342 mm lang. Der Zwischenraum zwischen zwei Stossschwellen beträgt von Mitte zu Mitte Schwelle gerechnet 600 mm und zwischen den Schwellenkanten 350 mm.

Die Stösse der 12 m langen Schienen sind versetzt angeordnet (Fig. 4, Tafel XVIII.) Der Zwischenraum am Stosse zweier Schienen beträgt nur 6 mm. Für eine Gleislänge von 12,006 m sind 16 Querschwellen mit verschiedenen Theilungen vorgesehen.

Dies sind im Wesentlichen die Hauptpunkte einer allgemeinen Beschreibung dieses Oberbaues.

Wie aus Vorstehendem ersichtlich ist, zeigt die ganze Oberbau-Anordnung so manches Neue und Beachtenswerthe, dass eine eingehendere Untersuchung ihrer Eigenschaften wohl am Platze zu sein scheint.

Günstig wirkt zunächst das durch die Gesamtanordnung erzielte, vergleichsweise grosse Gewicht der Schwelle. Man erkennt aus den Abmessungen, dass auch die französischen Ingenieure in neuester Zeit sich der bei uns leider noch spärlich vertretenen Ansicht anschliessen, dass die eisernen Schwellen, um sie in Bezug auf die gute und sichere Lage den Holzschwellen ebenbürtig zu machen, kräftig gehalten sein müssen. Bedenkt man, dass eine eichene Holzschwelle von 2,5 m Länge, 25 cm Breite und 16 cm Höhe etwa 80 bis 100 kg

wiegt, und dass mithin bei einer Schienenlänge von 9 m der Unterbau aus 10 solchen Holzschwellen ohne Schienen und Kleisenzeug bereits ein Gewicht von 1000 kg erlangen kann*), berücksichtigt man ferner, dass nach den vorliegenden Erfahrungen die durch genügend starke Ausbildung der Schienen und Laschen zu erzielende Steifigkeit und Standfestigkeit des Gestänges noch eine weitere Anzahl Schwellen in Mitleidenschaft zu ziehen gestattet, so dürfte als feststehend anzunehmen sein, dass ein grosses Schwellengewicht (sei es das einer Holz- oder Eisenschwelle), eine wichtige Grundbedingung für eine gute, unverrückbare Lage des ganzen Gestänges bildet.

Für die eisernen Schwellen ist rein theoretisch, wenn man von den Kopfverschlüssen zunächst absieht, ein hohes Gewicht auch aus dem Grunde erforderlich, weil die Reibung von Eisen auf Kies geringer ist, als die von Holz auf Kies, somit nur ein grösseres Gewicht einen gleich hohen Grad der Reibung (N. f.), wie bei Holzschwellen, bewirken kann.**)

Die sichere Auflagerung der Stützen des durchlaufenden Schienenstranges ist zur Vermeidung gefährlicher Stützensenkungen und bei der schwer zu beobachtenden, den ungünstigsten Einflüssen ausgesetzten Lage der Stützfläche ganz besonders wichtig.

Ein weiterer Punkt, der gewöhnlich nicht berücksichtigt wird, ist ferner der, dass zu leichte Schwellen für spätere Zeiten ein Hinderniss bilden, die betreffende Strecke mit vergrösserten Betriebslasten oder mit vermehrter Geschwindigkeit zu befahren.

(Schluss folgt im nächsten Hefte.)

*) Diese Holzschwellen sind gewissermassen als ein festes zusammenhängendes, unverschiebliches Ganzes zu betrachten, denn der in der Schwellenlage selbst fehlende Dreiecksverband wird durch die feste Einlagerung in die Bettung ersetzt.

**) Es sei hier nur andeutungsweise bemerkt, dass sich in Wirklichkeit die Reibungsverhältnisse für hölzerne und eiserne Schwellen annähernd gleich stellen, da man für beide Schwellenarten eine Reibung von Kies auf Kies voraussetzen darf. Vergl. des Verfassers „Eiserner Oberbau“ S. 81, 83 u. ff., ferner „Deutsche Bauzeitung“ 1886. No. 8, Seite 45–46 und No. 9, Seite 51–54.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Schnelle Erbauung der Pacific-Bahn in Canada.

(American Engineer 1885, April, S. 164.)

Mit den Unternehmern Langdon, Sheppard & Co., Minneapolis, wurde im Winter 1881/82 ein Vertrag über die Erbauung von 800 km Eisenbahn für die Erweiterung der Linien der Gesellschaft nach Westen mit der Bedingung der Fertigstellung der Strecken bis zum 1. Jan. 1883 abgeschlossen, ein Vertrag, dessen Erfüllung allgemein für unmöglich gehalten wurde. Bei Abschluss des Vertrages war der Bau im Gange bis Brandon am Assiniboine-Flusse, 212 km westlich von Winnepeg; es lagen jedoch die Schienen bereits 80 km, und das Planum war fertig 128 km weiter östlich, und von hier aus

sollten die 800 km nach Osten hergestellt werden, bis einige Kilometer über die Ueberschreitung des Saskatchewan-Flusses hinaus.

Das Frühjahr 1882 war so nass, dass der Verkehr auf der einzigen eingleisigen Zufuhrlinie der St. Paul-, Minneapolis- und Manitoba-Bahn vom 15. bis 28. April durch Hochfluthen des Rothen Flusses bei St. Vincent und Emerson völlig unterbrochen wurde. Unmittelbar nachher wurde das Planum zwischen Winnepeg und Brandon zerstört, so dass die Zufuhr erst am 5. Mai frei wurde. Während der nun unter grossen Verkehrsschwierigkeiten beginnenden Feldarbeiten standen grosse Strecken des Landes noch völlig unter Wasser, und am 20.

Mai stellte sich nochmals ein Schneesturm mit Frost ein, welcher 13 cm Schnee und 13^{mm} Eis ergab, so dass die Lastthiere für die Feldarbeiten mit in die Zelte gestellt und mit der Grasnarbe des Zeltbodens erhalten werden mussten.

Bis zum 13. Juni waren die Erdarbeiten auf rund 100 km vom Ostende der Strecke her im Gange, und es schien, als ob im besten Falle etwa 250 km bis zum gestellten Termine fertig werden könnten. Am 17. Juli waren jedoch bereits 80 km Oberbau gelegt, und bei andauernd günstigster Witterung schritt die Arbeit nun so schnell vor, dass in der That am 1. Januar 1883 das Werk beendet war. Die Leistung von 182 Arbeitstagen in dieser Zeit, unter denen mehrere Sturmtage mitgerechnet sind, betrug 4 670 000 cbm Erdaushub, 730 000 laufende Meter Verzimierung von Bauholz in Brücken und Durchlässen, 26200 laufende Meter gerammter Pfähle, 696 km Legung des Oberbaues, auf einen Tag kamen also im Durchschnitte 25600 cbm Erdaushub, 4020 laufende Meter verzimmerten Holzes, 144^m gerammter Pfähle und 3,82 km Oberbau. Bei diesen Arbeiten waren etwa 5000 Arbeiter und 1700 Gespanne beschäftigt.

Die genannten Unternehmer führten selbst nur die Brücken und den gesammten Oberbau aus, während die Herstellung des Planum an Unterunternehmer vergeben wurde. Die Erdarbeiten waren stets etwa 240 km vor dem Ende der fertigen Strecke im Gange, wobei die einzelnen Arbeitsstellen etwa 80 km auseinander lagen. Material- oder Geräthetransporte über 160 km Entfernung wurden den kleinen Unternehmern nicht zugemuthet. Derartige Transporte, namentlich die Füllung der Materialschuppen am Kopfe der fertigen Strecke, besorgten vier Züge von je 40 Wagen.

Der wichtigste Punkt, von welchem der gute Fortschritt der Arbeit in erster Linie abhing, war die Beschaffung und Vertheilung der Lebensmittel für Arbeiter und Zugthiere. 618 hl Weizen und 68 t sonstiger Verpflegungsgegenstände mussten im Ganzen befördert werden, und zwar in den ersten Tagen schon über 270 km Eisenbahn und 80 bis 240 km Wildniss.

Um die erforderlichen Lagerplätze zu erhalten, wurden in 11,2 km Theilung 455^m lange Nebengleise einplanirt. Sobald die fertige Strecke ein solches Nebengleis erreichte, legte eine besondere Nebengleisrotte mit einer Maschine, vier offenen und einem verdeckten Wagen in 4 Stunden die Weiche ein, und machte am nächsten Tage das ganze Nebengleis fertig, welches dann sofort zur Anfuhr und Ablagerung der Materialien benutzt wurde. Die Oberbaurotten hatten daher mit ihrer Maschine das Material nie weiter herzuholen als aus dem nächsten Nebengleise, und die rechtzeitige Füllung der letzteren erfolgte mit solcher Regelmässigkeit, dass in der ganzen Arbeitszeit nur während 6 Stunden der Fortschritt durch Mangel an Material gehemmt wurde. Die Oberbaurotte war so ausgestattet, dass sie 6,4 km Oberbau im Tage legen konnte; im August wurden 147,5 km verlegt.

Die Säge zum Schneiden der Querschwellen war 160 km östlich von Winnepeg errichtet, so dass die Weite des Anfangstransportes für die Schwellen etwa 430 kg betrug. Die tägliche Transportmasse auf der eingleisigen Strecke von Winnepeg umfasste 24 Wagenladungen Stahl, 24 Wagenladungen Schwellen, und ausserdem die Lebensmittel, sowie Bauholz für Brücken

und Hochbauten. Die Stationsgebäude wurden durch die Gesellschaft selbst nach Maassgabe des Fortschrittes der Strecke hergestellt, und ausserdem wurden an jedem zweiten Nebengleise, also in etwa 23 km Theilung Lagerhäuser mit den erforderlichen Räumen für Beamte errichtet.

Ebenso wurde auch die Telegraphenleitung in gleichem Schritte mit der Linie selbst gefördert.

Die Güte der Arbeit hat durch die ausserordentliche Geschwindigkeit nicht gelitten. Wegen des Schnees sind Einschnitte thunlichst vermieden, und der Oberbau ist etwa 20 % schwerer gemacht, als auf den Nordamerikanischen Prairiebahnen. Auf 1 km sind 1640 Schwellen, also in rund 61 cm Theilung verlegt, und sofort eingebettet. Unmittelbar nach Fertigstellung von je 160 km wurden Züge mit 32 km Geschwindigkeit in der Stunde eingerichtet, welche ohne den geringsten Anstand regelmässig verkehrten.

Die ganze Linie war in Sektionen von 48 km für die Ingenieure eingetheilt, und sobald eine Sektion fertig war, rückte der betreffende Stab sofort an die Spitze der Arbeit, wo er in mehreren Fällen bereits die für die abzusteckende Strecke bestimmten Arbeiter wartend fand, so dass die Absteckungen nur mit äusserster Anstrengung hinreichend schnell gefördert werden konnten, um nicht von den Erdarbeiten eingeholt zu werden.

Das Planum wurde auf dem Damme 4,27^m, in den wenigen Einschnitten 6,1^m breit angelegt; zwei nicht zu vermeidende grössere Einschnitte sind nachträglich so ausgeweitet, dass die Gefahr der Schneeverwehung beseitigt ist.

Die durchschnittene Gegend ist noch völlige Wüste. Von Winnepeg bis zum stillen Ocean wird kaum ein Platz von Bedeutung berührt, selbst Wald und Wasser sind meist nur in grösserer Entfernung zu finden, und fieberfrei können nur die Monate Juni bis August genannt werden. Brennholz und Pfähle mussten meist auf Karren über 140 km weit herangeholt werden.

Fast alle Ingenieure, Unternehmer und Arbeiter waren Amerikaner, auch wurde das Material aus den Vereinigten Staaten bezogen. Die bei amerikanischen Arbeiten sonst gewöhnlichen Unruhen und Zweikämpfe unter den Arbeitern unterblieben hier jedoch völlig. Auch mit den 12 000 gutbewaffneten Indianern, welche die Strecke bewohnen, kam keinerlei Konflikt vor, und militärischer Schutz wurde nirgends erfordert. Auch Entwendungen kamen nicht vor, und während des ganzen Baues verunglückte nur ein Mann beim Bau der Grand Coulé-Brücke, und ein zweiter wurde von einem Pferde erschlagen.

Die Verlegung des Oberbaues erfolgte ganz vom Ostende aus, ohne dass jemals Material dazu durch Gespanne transportirt wäre. Das Heranholen aus den Lagerplätzen geschah auf zwei eisernen Wagen, von denen der entleerte aus dem Gleise gesetzt wurde, um dem ankommenden vollen Platz zu machen.

Die Arbeit wurde ohne die mindeste Rücksicht auf Kosten beschleunigt, namentlich wurde den Ingenieuren der weitgehendste Aufwand für ihre Bequemlichkeit gestattet, und alle Anweisungen wurden ohne weitere Prüfung ausbezahlt, wenn nur die betreffende Arbeit fertig war.

Das Eisenbahnnetz von Mexiko.

(American Engineer Febr. 1885, S. 76. Mit Uebersichtskarte.)

Erst in den letzten Jahren hat das an Mineralschätzen und fruchtbarem Boden reiche Mexiko sein Eisenbahnnetz ausgebaut und ist gegenüber der Schwerfälligkeit bei den ersten Anfängen mit ausserordentlicher Energie dabei vorgegangen.

Die erste Linie Vera-Cruz-Mexiko mit den Abzweigungen nach Puebla und Jalapa, mit zusammen 557 km, wurde hergestellt in den Jahren 1857 bis 1873. Die 425 km lange Hauptlinie kostete 168 Mill. M., also 395 000 M. für 1 km, ein Betrag, welcher sich dadurch erklärt, dass die Linie von Vera-Cruz und Mexiko gleichzeitig in Angriff genommen und in der Mitte geschlossen wurde; es musste somit alles Material der letzteren Hälfte auf schlechten Landwegen mit enormen Kosten transportirt werden, selbst Lokomotiven sind so befördert. Der höchste Punkt dieser Linie liegt bei Boca del Monta, 171 km von Vera-Cruz, 255^m über dem Meere, und die so entstehende starke Steigung wird mit Fairley-Maschinen überwunden; auf den flachern Strecken laufen Baldwin-Lokomotiven. Die schlechte Trace und unrationelle Bauart dieser Linie gab ein ganz verkehrtes Bild von den Schwierigkeiten, welche das Land dem Bau von Eisenbahnen entgegenstellt, und schreckte lange Zeit von der Inangriffnahme weiterer Linien ab.

In den vier letzten Jahren hat der mexikanische Bahnbau jedoch lebhaften Aufschwung genommen. Zuerst haben die Mexiko-Central-Gesellschaft und die Mexiko-National-Gesellschaft Linien erbaut, welche die Hauptstadt mit dem stillen Ocean und den nordamerikanischen Linien verbinden; weiter entstand die Telfener Linie (nach dem Leiter der Gesellschaft genannt) als Fortsetzung der New-York-Texas und Mexiko-Bahn, dann die Süd- oder Grant-Bahn und schliesslich die Internationale oder Huntington-Frisbee-Bahn. Die Strecken dieser Unternehmungen sind jedoch noch nicht ganz ausgebaut, der augenblickliche Umfang des bereits fertigen Netzes wird durch die folgende Tabelle angegeben.

Namen des Netzes.	Endpunkte der Linie (Namen der Bahn).	Länge in Kilometer.
Mexiko-Central.	Paso del Norte—Mexiko . . .	1960,0
	Guanajuato Zweiglinie, Silao-Marfil	17,6
	Tampico Zweiglinie, Tampico-Villa de Valles	130,0
	Zweiglinie zum stillen Ocean, San Blas—Tepic	33,5
	Danu Zweiglinie	36,8
		2177,9
Mexiko-National.	Nordbahn, Noevo Laredo—Saltillo	375,0
	Südbahn Mexiko—San Miguel de Allende	407,0
	Matamoros-Bahn, Matamoros—San Miguel	120,0
	Morelia-Bahn, Acambaro—Morelia	91,0
	El Salto-Bahn, Mexiko—El Salto	67,0
	Zweig zum stillen Ocean, Manzanillo—Armeria	46,5
	Zacatecas-Bahn, Zacatecas—Guadalupe	8,0
		1114,5

Namen des Netzes.	Endpunkte der Linie (Namen der Bahn).	Länge in Kilometer.
Alte Mexikanische Eisenbahn.	Vera-Cruz—Mexiko	423,0
	Puebla Zweigbahn, Apizaco—Puebla	46,5
	Jalapa Zweigbahn, Tejeria—Jalapa	97,5
		567,0
Nebenbahnen.	Sonora, Nogales—Guaymas	425,0
	Internationale Bahn, Piedras Negras—Castano	250,0
	Morelos-Bahn, Mexiko—Yantepec	158,4
	Interoceanische Bahn, Mexiko—Calpulalpam	113,6
	Interoceanische Bahn, Irolo—Guadalupe Hidalgo	46,5
	Yucatan Linien, Progreso—Merida	32,0
	Yucatan Linien, Progreso—Valladolid	72,0
	« « Merida—Peto	8,0
	« « Merida—Campeche	24,0
	Puebla—San Marcos	57,6
	Vera-Cruz—Medellin	16,0
	Sinaloa- und Durango-Bahn, Altata—Culiaca	64,0
	Tehuantepec-Bahn	49,6
	Esperanza—Tehuacan	49,6
	San Martin Texmeluca-Bahn, Puebla—San Martin	36,8
	San Andres-Bahn, Jalapa—San Andres	11,2
	Puebla und Matamoros Izucar-Bahn, Puebla—Matamoros	91,2
Nautla—San Marcos	6,4	
Vera Cruz, Anton Lizardo und Alvarado-Bahn, Vera Cruz—Alvarado	54,4	
Hidalgo-Bahn, Irolo—Pachuca	56,0	
		1622,3
		Totale Länge: 5481,7

Die Oroya-Bahn in Peru.

(American Engineer April 1885, S. 179.)

Für den Bau der Linie Callao-Oroya war schon 1869 ein Vertrag zwischen der Regierung und dem Unternehmer H. Meigs eingeleitet, nach welchem letzterer die nach Fertigstellung in den Besitz der ersteren übergehende Linie für den Betrag von 116 000 000 M. herstellen sollte, und die Arbeiten wurden auch begonnen. Da jedoch nachträglich die Regierung den Abschluss verweigerte, setzte Meigs den Bau nach kurzer Arbeitsunterbrechung auf eigenes Risiko fort, bis er nach Verausgabung von 126 000 000 M. Konkurs machte, und somit das Werk liegen liess. Jetzt ist ein neuer Vertrag mit dem Unternehmer M. P. Grace zu Stande gekommen, nach welchem dieser die 218 km lange Linie bis Oroya nebst einer Erweiterung nach den Silberminen von Cerro de Pasco fertig zu stellen hat. Er erhält dadurch das Recht, die Hauptlinie 99 Jahre und die Erweiterung 25 Jahre lang auf eigene Rechnung zu betreiben, nach welchen Zeiträumen alle Linien in den Besitz der Regierung übergehen.

Die Hauptlinie ersteigt auf die Strecke von 168 km eine Höhe von 3350^m. 63 Tunnel, davon einer 366^m lang, sind bereits fertig; 28 Brücken liegen in der Linie, von denen die grösste, die Rimachbrücke, bei 160^m Länge 76,2^m hohe Pfeiler hat.

Cerro de Pasco liegt 4020^m über dem Meere, und es wird

angenommen, dass durch den primitiven Minenbetrieb und Transport während der 300 Jahre der spanischen Herrschaft 1680 Mill. M. verschwendet sind, und dass daher die Linien sich in den genannten Zeiträumen völlig bezahlt machen werden. (Vergl. Organ, Bd. XVII, S. 81.)

B a h n - O b e r b a u .

Dauer der Stahlschienen.

(Oesterreichische Eisenbahnzeitung 1886, No. 9.)

Nach Beobachtungen auf italienischen Staats- und Privatbahnen, insbesondere auf der Paris- und Bondi-Linie, wurde auf der freien Bahn mit einer Steigung 1 : 250 die Abnutzung der Schienen um 1^{mm} in der Höhe, nach einer darüber geführten Last von 16 000 000 t ermittelt. Nach der Statistik des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen schwankt die Abnutzung von 1^{mm} zwischen 10 und 20 000 000 t, die Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn führt sogar 28 000 000 t auf 1^{mm} Abnutzung an.

Bei den Proben auf den italienischen Bahnen wurde eine mittlere Last von 15 000 000 t für eine Abnutzung auf 1^{mm} angenommen, wobei Probestrecken mit sanften Steigungen und Krümmungen gewählt sind.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, inwieweit die beobachtete Abnutzung mit der nach obiger Voraussetzung berechneten übereinstimmt.

Laufende No.	Versuchsstrecke	Steigung ‰	Abnutzung in mm		Unterschied zwischen beobach- teter und gerechneter Abnutzung
			beob- achtet mm	gerechnet für 15000000 t 1 mm	
1	Offene Bahnstrecke .	27	2,72	2,66	0,06 mm
2	Tunnel von Ariano .	15	3,55	2,00	1,55 mm
3	Tunnel von Starza und Cristina	17	3,29	2,22	1,07 mm
4	Tunnel von St. Do- menico	22	6,40	2,73	3,65 mm

Auf offener Strecke hat sich daher eine fast vollständige Uebereinstimmung zwischen der beobachteten und gerechneten Abnutzung ergeben, während in den anderen Fällen die Wirkungen der Tunnels und der Bremsen eine grössere Abnutzung herbeiführten. F.

Der Verbrauch an Holzschwellen auf den französischen Bahnen.

(Revue générale des chemins de fer J. 1885. 2. Sem. S. 359.)

Auf Grund des Schwellenverbrauches der Bahnen der 6 grossen Gesellschaften in den Jahren 1883 und 1884, deren Linien in dieser Zeit etwa 80 % der Länge des gesammten französischen Eisenbahnnetzes betragen, wurde der Schwellenverbrauch auf den französischen Bahnen annähernd festgestellt wie folgt:

Jahr	Betrieb		Bau		Gesamt- verbrauch Stück
	Einfache Bahn- längen	Schwellen Stück	Einfache Bahn- längen	Schwellen Stück	
	km		km		
1883	39661	4204119	773	1122020	5326139
1884	41099	3718400	1138	1650742	5369142
Durch- schnitt.		3961260		1386381	5347640

Es ergibt sich hieraus, dass für die Erhaltung der Bahn auf ein Jahr und Gleisekilometer 98 Schwellen, für den Bau auf ein Kilometer 1450 Schwellen erforderlich waren.

Von der gesammten Schwellenmenge wurden bezogen:

Jahr	Inland	Ausland
1883	3685419 Stück	1640720 Stück
1884	3985326 "	1383816 "

Rechnet man für eine Schwelle durchschnittlich 0,1 cbm Holz, so folgt, dass im Jahre 1884 nahe 400000 cbm französisches Holz und 138000 cbm ausländisches Holz für Eisenbahnschwellen verbraucht wurden.

Nach weiteren Berechnungen steht dieser Verbrauch bereits an der Grenze der Leistungsfähigkeit der französischen Forstwirtschaft.

Die Schwellen werden aus Eichen-, Buchen-, Tannen- und Fichten-, Lärchen- und Kastanien-Holz hergestellt und durchweg mit Creosot oder Kupfervitriol getränkt. Creosot wird meist vorgezogen.

Die Kosten der Schwellen und ihrer Tränkung stellen sich wie folgt:

	Schwellen Frs.	Tränken mit Creosot Frs.	Gesamt Frs.
Eiche	5,20—5,60	1,0—1,40	6,00—7,00
Buche	3,50—4,00	2,0—2,20	5,50—6,20
Fichte (Südfrankreich)	1,80—2,10	0,8—1,00	2,60—3,10

Die Dauer der Schwellen wechselt natürlich mit der Holzart, dem Klima, dem Boden und der Bettung, und ist abhängig von der Art der Tränkung.

Die mittleren Beobachtungsergebnisse sind etwa folgende:

Eichenholzschwellen (nicht getränkt)	14 Jahre
Eichenholzschwellen (mit Creosot getränkt)	18 "
Buchenholzschwellen " " "	8—10 "
Fichtenschwellen " " "	12 "

An diese Mittheilungen schliessen Bemerkungen über die Verwendung eiserner Schwellen an.

Während man in den übrigen Ländern Europas etwa 10000 km

eisernen Oberbau gelegt hat, sind die Versuche mit solchem in Frankreich äusserst beschränkt geblieben.

Es wird empfohlen, auf Grund der Erfahrungen der Nachbarländer, nun auch in Frankreich mit der Einführung des eisernen Oberbaues in grösserem Umfange und mit Schwellen von grossem Gewichte vorzugehen. D.

Lage der Zwangsschienen an Weichen-Herzstücken.

(Railroad Gazette 1885, S. 180.)

Streckeningenieur Sweeney macht auf den Mangel des Verfahrens beim Legen der Zwangsschienen aufmerksam, nach welchem meist unter Abarbeiten des Schienenkopfes und -Fusses nur Rücksicht auf eine bestimmte Weite der Spurrinne an der Zwangsschiene genommen wird. Dadurch kommt die Zwangsschiene häufig in verkehrte Lage zum Herzstücke, und der Hebel, an welchem die inneren Nägel der Zwangsschiene wirken, wird verkürzt.

Er schlägt vor, im inneren Kurvenstrange der Weiche eine solche Spurerweiterung herzustellen, dass eine ungeschwächte Zwangsschiene neben den Kurvenstrang gelegt, die richtige Entfernung von der Herzstückkante erhält und giebt für eine Weiche in gewöhnlicher Spur 1:9 die folgende Regel.

Man lege zunächst in das genau ausgerichtete Hauptgleis den äusseren Kurvenstrang zwischen Zungenwurzel und Herzstückspitze 60' (18,3 m) lang ein, und theile diese Länge durch drei Kreidemarken in 4 Theile von 15' (4,575 m), mache die Spur an der Zungenwurzel 1435 mm, beim ersten Theilpunkte 1441 mm, beim zweiten 1447 mm, beim dritten 1453 mm und 46 cm vor und hinter Herzstückspitze 1460 mm weit; zwischen diesen Punkten richte man das Gleis nach dem Auge ein, und lasse die Erweiterung ausserhalb des Herzstückes im Nebengleise in gleicher Weise wieder verschwinden; nur bei einer Gleisverbindung lasse man die Erweiterung durchlaufen und ziehe sie in dem inneren Kurvenstrange der zweiten Weiche wieder ein. Bei dieser Anordnung der Lage der Stränge kann die Zwangsschiene ganz ohne Abarbeitung eingebracht werden, und man kann bei Profilen mit breitem Fusse und schmalen Kopfe die Spurrinne 44 mm weit machen. Die Zwangsschiene selbst lege man stets nach Maassgabe des Herzstückes und der äusseren, nicht der innern Kurvenschiene. In dieser Beziehung wird Amerika viel gefehlt, indem die Spurrinne ohne Rücksicht auf die Entfernung der Zwangsschienenführungskante vom Herzstücke 51 mm weit gemacht wird, wobei dann der Flantsch 6 bis 12 mm auf das Herzstück auflaufen kann. Die Zwangsschiene soll so verlegt werden, dass die Führungskante 1390 mm von der Herzstückkante liegt. Hat das Herzstück 51 mm Spurrinne, so kann diese Entfernung auf 1397 mm gesteigert werden; ist die Rinne aber eng, so muss die Zwangsschiene sehr genau auf höchstens 1390 mm gelegt werden, weil sie sonst in Gemeinschaft mit dem Horne des Herzstückes die Räder nach aussen biegt.

Dasselbe Mittel ist verwendet, um das häufige Zerbrechen der Verbindungsstangen der Zungen durch starke Maschinen zu verhüten, welche das Nebengleis befahren.

Es wird das Hauptgleis im Herzstückstrange vom Herzstücke bis zur Zungenwurzel um 25 mm ausgeweitet und vor

den Zungen auf gleiche Länge wieder zusammengezogen; die Länge der Verbindungsstangen der Zungen wird um das gleiche Maass vergrössert. Im innern Kurvenstrange ist damit dann die Erweiterung für die Zwangsschiene gleich hergestellt, im graden Gleise entsteht aber der Mangel, dass der Herzstückstrang eine Ausbauchung erhält, welche in der Kurve verdeckt werden kann, im graden Strange aber nicht.

Keine Spurerweiterung in den Kurven.

(Railroad Gazette 1885, S. 185.)

Unter Hinweis auf eine Arbeit des französischen Ingenieurs Michel wird hervorgehoben, dass bezüglich der Bewegung der Fuhrwerke in Kurven gewöhnlich eine Regel aufgestellt wird, nach welcher die Vorderachse stets gegen die äussere, die Hinterachse gegen die innere Schiene drückt. Danach würde eine Spurerweiterung nur schädlich wirken, weil sie den Winkel verkleinert, unter welchem die Räder gegen die Schienen schneiden. Ein Vortheil würde nur für dreiachsige Fuhrwerke geschaffen, für amerikanische Bahnen fällt aber auch der fort, weil man dort bei dreiachsigen Wagen der Mittelachse keine Spurkränze giebt. Die Spurerweiterung erscheint, abgesehen von aussergewöhnlich scharfen Kurven, sogar gefährlich, weil sie die Abnutzung der Schienen — wenigstens merklich — nicht verringert, und bei der nachgewiesenen Schwächung der Schienenköpfe in Kurven um 16 bis 20 mm leicht zu übermässigen Spurweiten führen kann. Viele Hauptbahnen legen daher neue Kurven ganz ohne Erweiterung.

Die Beobachtung lehrt ferner, dass abgenutzte innere Stränge bei ganz glattem Kopfe einen nach der Seite vorspringenden Grat aussen wie innen aufweisen, ein Beweis, dass ein Angriff der Räder auf die Innenseite des Kopfes nicht eingetreten sein kann. Auch genaue Beobachtung eines langsam durch eine Kurve fahrenden Wagens, sowie Versuche mit Modellen widersprechen diesem Theile obiger Regel und zeigen, dass beide Räder der Hinterachse bei amerikanischen Wagen gleich weit von den Schienen abstehen, und es ergiebt sich folgendes Gesetz für die Stellung der Fuhrwerke:

- 1) das äussere Vorderrad drückt stets gegen die Aussenschiene und dreht den Truck oder Wagen,
- 2) die Hinterachse läuft stets genau radial, demnach steht hier das äussere Rad stets um den Pfeil eines Bogenstückes von der äusseren Schiene ab, welches den doppelten Abstand der Vorder- von der Hinterachse zur Sehne hat.

Dieses Maass beträgt bei dem:

Kurvenradius	Radstände	
	1,57 m	3,05 m
1750 m	0,625 mm	2,625 mm
350 m	3,25 mm	13,0 mm
175 m	6,5 mm	26,25 mm.

Ist eine diesem Gesetze entsprechende Spurerweiterung weder beim Legen gegeben, noch durch Abnutzung entstanden, so muss dann freilich das innere Rad der Hinterachse gegen die innere Schiene gedrückt werden, was bei den langen steifen Achsständen europäischer Wagen wohl in der Regel der Fall

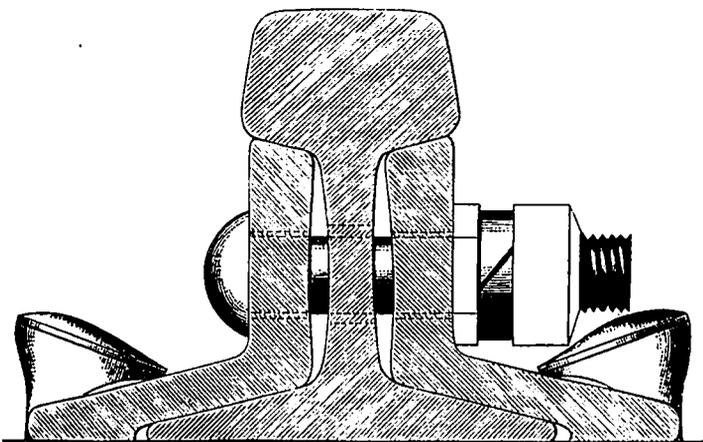
sein wird. Der Grund für das Anschleifen der Hinterachse innen ist also nicht ein allgemeines Gesetz der Bewegung der Wagen in der Kurve, sondern der lange steife Achsstand.

Der Oberbau der Michigan-Centralbahn.

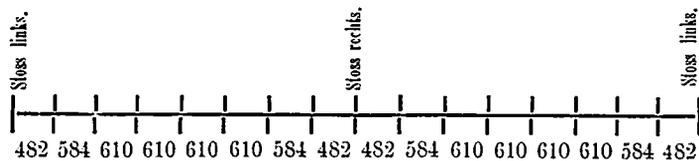
(Railroad Gazette 1885, S. 274. Mit Zeichnungen.)

Für den Oberbau dieser Bahn ist durch den Oberingenieur J. D. Hawks ein sehr kräftiger Stoss entworfen, vorläufig für die alte Schiene (Fig. 60), deren Querschnitt man in der Erwartung

Fig. 60.



baldiger Einführung eines Normalschienenprofils für die amerikanischen Bahnen nicht mehr ändern wollte. Der Oberbau liegt auf 2,75 m langen hölzernen Querschwellen, welche unter der 30' (= 9,144 m) langen Schiene nach nebenstehender Skizze für ruhenden Stoss vertheilt sind.



Die Schwellenlage ist für wechselnden ruhenden Stoss eingerichtet, da in Amerika die Ansicht vorherrscht, versetzte Stösse verbesserten den Gang der Fuhrwerke und die Haltbarkeit der Stösse; ebenso wird der schwebende Stoss als verderblich für die Laschen angesehen.

Die ganz ausserordentlich lange (1,118 m) Lasche des ruhenden Stosses reicht bis auf die beiden nächsten Schwellen, und ist über den drei Schwellen für je 2 versetzte Hakennägeln (Fig. 60) eingekerbt, so dass 6 Nägel in jedem Schienenstosse das Wandern verhindern. Die 6 Laschenbolzen sind nach der Längentheilung 102 mm, 229 mm, 152 mm, 152 mm, 152 mm, 229 mm, 102 mm (Summa 1118 mm) von Ende zu Ende vertheilt; ein Laschenpaar ohne Bolzen wiegt 30 kg, während 1 m Schiene nur 32,25 kg wiegt.

Die Lösung der Bolzenmutter verhindert der 9,4 mm hohe Federring (Verona nut lock), und um zu verhindern, dass sich dieser in die überall gleichmässig gebohrten länglichen Laschenlöcher drückt, ist zwischen ihm und die Lasche eine rund gelochte quadratische Unterlagscheibe gebracht (Fig. 60). Die Mutter sitzt so weit von der Lasche entfernt, dass sie quadratisch ausgebildet werden kann.

Die hier verwendeten Laschen sind wohl die längsten ausgeführten; nur auf der Lake Shore- und Michigan Südbahn sind Versuche mit 1,219 m langen im Gange. 914 mm lange sind im Gebrauche auf der New-York, West-Shore- und Buffalo-Bahn, der Chicago-, St. Louis- und Western-Bahn und der Chicago- und Alton-Bahn.

Christie's Schienen-Nagelzange.

(Railroad Gazette 1885, Mai, S. 338. Mit Zeichnung.)

Eine einfache Klaue mit schmiedeeisernem Stiele und beweglichem stählernem Maulstücke ist so angeordnet, dass sie sowohl das erste Losbrechen, wie das lothrechte Ausziehen der Nägel gestattet. Die gedrängte Anordnung gestattet auch die Verwendung im engen Raume in Herzstücken und neben Zwangsschienen.

Herzstück-Zwangsschiene der Pennsylvania-Bahn.

(Railroad Gazette 1885, Juni, S. 371. Mit Zeichnungen.)

Die Zwangsschiene am Herzstücke wird bei der 1448 mm weiten Spur der Pennsylvania-Bahn nach folgenden Angaben verlegt. Die Führungskante der Zwangsschiene muss an der Herzstückspitze mindestens 1346 mm von der Innenkante der Hornschiene des Herzstückes abstehen; die Spurrinne im Herzstücke ist 51 mm weit. Die Zwangsschiene beginnt mit 89 mm Spurrinne 2,743 m vor der Herzstückspitze, und läuft bis 0,914 m vor der Spitze schräg geradlinig auf 51 mm Spurrinne gegen die Laufschiene an. Bis 1,524 m hinter Herzstückspitze wird diese Rinne durchgeführt, dann bis 3,353 m hinter der Spitze wieder geradlinig auf 89 mm ausgeschragt. Die ganze Länge der Zwangsschiene ist somit 6,096 m.

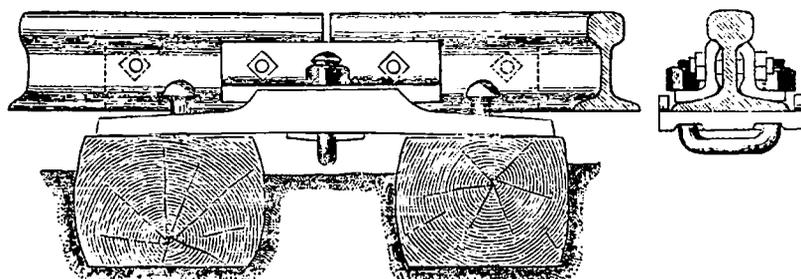
Rail-Joints and Steel Rails.

(Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol LXXXIV 1885 - 86, Part II, Sect. II, Paper No. 2137, mit Holzschnitten.)

Ein sehr ausführlicher Vortrag des Ingenieurs Ch. P. Sandberg über diese Gegenstände ist namentlich über die in den Berichten der letzten Hefte des »Organ« gleichfalls wiederholt berührten Klagen aus Nordamerika bezüglich schlechter Haltbarkeit der Schienenstösse und starker Abnutzung der Stahlschienen hervorgerufen.

Das Heft enthält die meisten neueren Formen amerikanischer Schienenstösse, und hebt namentlich die Vorzüge des anscheinend neuerdings in Amerika als gute Ergebnisse verheissend angesehenen, nach unsern Anschauungen ganz aussergewöhnlichen Fisher-Stosses (vergl. Organ 1885, Seite 188, No. 14) hervor. Wir bringen hiernach in Fig. 61 die Zeichnung

Fig. 61.



digkeit von mindestens 2,7—3,5^m in einer Secunde erreicht ist. Der Führer kann beim Rangiren also die Bremse unverändert gebrauchen, sie greift dann nur an Lokomotive und Tender, nicht an den Wagenachsen an.

Die Bremse ist auf 1100 Lokomotiven und an 9000 Wagen von 120 Bahnen eingeführt. Versuche am 23. Juli 1885 hatten folgende Ergebnisse:

No.	Geschwindigkeit		Bremszeit Secunden	Bremsweg Meter	Neigung %	
	km in 1 Std.	m in 1 Sec.			aufwärts	abwärts
1	32,2	8,9	32	120	—	0,64
2	45	12,5	40	254	—	0,35
3	51,5	14,3	40	354	—	0,64
4	40,2	11,2	29	166	0	0
5	40,2	11,2	35	204	—	0,32
6	38,6	10,8	15	106	0,90	—
7	48,2	13,4	47,5	333	—	0,68

Das Gewicht des 183^m langen Zuges betrug 415 t.

Zusammenstellung neuerer Lokomotiv-Construktionen.

(Nach der Zeitschrift deutscher Ingenieure 1886, No. 5, 7 und 13.)

In den Heften No. 5, 7 und 13 des Jahrgangs 1886 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure ist unter dem Abschnitt »Eisenbahnmaschinenwesen« von Professor Frank eine aus neueren Veröffentlichungen verschiedener technischer Zeitschriften ausgewählte Zusammenstellung neuerer Lokomotivanordnungen gebracht worden. Wir geben nachstehend eine diesem Aufsätze entnommene, in eine Tabelle zusammengetragene Zusammenstellung der wichtigsten Dimensionen einzelner Locomotivformen, welche für den Vergleich mit den zur Zeit auf deutschen Bahnen vorzugsweise üblichen von Interesse sind. Wir haben, als für diesen Vergleich von allgemeinem Interesse, dieser Tabelle die in obigen Heften nicht mit aufgeführte jetzige Normal-Personenzug-Lokomotive der preussischen Staatsbahnen, sowie eine, wenn auch schon ungefähr 15 Jahre alte, doch be-

Laufende No.	Bezeichnung der Locomotivtype.	Der Kessel								Die Dampf- cylinder				Anzahl						
		Arbeitsdruck p. qe kg	Innerer Durchmesser mm	Länge des Längkessels mm	Lichte unt. Länge der Feuerkiste mm	Kesselmitte über Schienenoberkante mm	Heizfläche			Rostfläche qm	Durchmesser mm	Hub mm	Abstand von Mitte zu Mitte mm	Anzahl	der Achsen der gekuppelten Achsen	Durchmesser der Treibräder mm	Gesamt-Radstand mm	Adhäsionsdruck dienstfähig tons	Gewicht der leeren Loco- motive (ohne Tender) tons	
							in der Feuerkiste qm	in den Siederöhren qm	ins Gesamt qm											
1	Normal - Personenzug - Loc. der preuss. Staatsbahnen	12	1251	3692	1800	1885	6,80	96,43	103,23	1,87	400	560	1880	2	3	2	1730	4500	24,1	31,4
2	Schnellzug-Locomotive der Köln-Mündener E.	10	1250	4315	1500	1950	8,21	116,47	124,68	1,57	420	508	1884	2	3	2	1990	5690	27,6	38,5
3	Schnellzug-Locomotive der Great-Eastern E.	10	1248	3486	1626	2286	10,90	100,56	111,46	1,61	457	610	610	2	3	2	2133	5334	28,5	38,6
4	Schnellzug-Locomotive der Midland E.	—	1219	3200	1538	2235	10,23	93,97	104,20	1,62	483	660	610	2	4*)	2	2133	6553	28,4	40,2
5	Schnellzug-Locomotive der Holländischen E.	10	1222	3520	2050	1970	9,91	112,32	122,23	2,09	456	660	1900	2	3	2	2140	5300	—	42,0**)
6	Personenzug - Locomotive der Great-Southern and Western E.	—	1270	2978	1426	2222	10,50	87,14	97,64	1,74	457	610	775	2	4*)	2	1981	6220	26,3	36,6
7	Schnellzug-Locomotive der Kgl. E.-Direct. Hannover (Verbundsystem v. Borries)	12	1272	3618	1740	1950	7,55	101,28	108,83	1,75	420 u. 600	580	2040	2	3	2	1860	5200	26,0	33,5
8	Personenzug - Locomotive der London and North- Western E. (Verbund- system F. Webb)	12	1270	3333	1883	2273	14,80	115,2	130,00	1,90	2 Cyl. 600 u. 356	610	1956	3	3	2	1905	5511	30,5	40,1
9	Schnellzug-Locomotive der Great-Eastern E. (Ver- bundsystem W. Wordell)	11	1270	3486	1626	2286	10,91	100,57	111,58	1,61	457 u. 660	610	610	2	4*)	2	2133	6896	30,2	41,75
10	Personenzug - Tender - Loc. der Great Eastern E.	—	1248	3105	1448	2222	9,14	88,79	97,93	1,43	457	610	610	2	4	2	1622	7010	29,6	42,4
11	Personenzug - Tender - Loc. der Taff-Vaale E.	9,5	1270	3029	1283	1930	7,59	81,23	88,82	1,49	406	610	1829	2	4*)	2	1600	6261	30,5	44,7**)
12	Personenzug - Locomotive der Oberitalienischen E.	10	1369	4574	2200	2200	15,2	108,8	124,0	2,2	470	620	2080	2	5*)	3	1675	7250	38,1	49,8
13	Schnellzug-Locomotive der Manchester-Sheffield and Lincolnshire E.	—	1169	3505	1495	2080	8,08	98,20	106,28	1,58	444	660	—	2	3	—	2286	4800	17,9	41,2**)
14	Normal-Güterzug-Locomot. der preuss. Staatsbahnen	10	1372	4340	1520	1980	7,78	117,01	124,79	1,53	450	630	2030	2	3	3	1330	3400	38,5	33,1
15	Güterzug - Locomotive der Great-Eastern E.	9,5	1295	3048	1622	2083	9,80	98,06	106,86	1,66	444	610	711	2	3	3	1473	4902	37,1	33,9

*) Bei den Locomotiven No. 4, 6, 9, 11 und 12 sind 2 Laufachsen in einem Drehgestell vereinigt.

***) Bei den Locomotiven No. 5, 11 und 13 ist das dienstfähige Gewicht angegeben.

währte Anordnung einer Schnellzug-Lokomotive der früheren Köln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft, und zwar letztere aus dem Grunde mit aufgenommen, weil dieselbe in den hauptsächlichsten Verhältnissen mit den unter lfd. Nr. 3 bis 5 der vorstehenden Tabelle aufgeführten neuen Anordnungen im Wesentlichen übereinstimmt.

Ein Vergleich der Zahlen vorstehender Tabelle lässt erkennen, dass die Verhältnisse, welche sowohl für die Gesamtanordnung der einzelnen Lokomotiven, als auch für die einzelnen, auf einander Einfluss ausübenden Haupttheile gewählt sind, keine grossen und bemerkenswerthen Abweichungen von den bei den jetzt gebräuchlichen Lokomotivformen vorhandenen aufweisen. Ebenso weichen die Anordnungen, welche in den obgedachten Heften zur Darstellung gebracht sind, von den

zur Zeit gebräuchlichen und bekannten in bemerkenswerther Weise nicht ab, wenn von den durch die Fig. 23 und 24 der Quelle dargestellten aussergewöhnlichen Ausbildungen abgesehen wird.

Diese vorerwähnten Thatsachen zeigen wieder deutlich, dass die Anordnungen der verschiedenen Lokomotiven, wie sich dieselben in der verhältnissmässig kurzen Zeit, welche nach der Herstellung der ersten Lokomotiven verflossen ist, für die verschiedenen Zwecke herausgebildet haben, durch ihre Vollkommenheit auch jetzt noch in dieser durch grosse und weltbewegende Erfindungen so überaus reichen Zeit mustergültig sind. Als einziger Fortschritt nur ist, wenn von der zweckentsprechenderen Ausbildung der Einzeltheile abgesehen wird, die Verbundanordnung an Lokomotiven hervorzuheben.

Kr.

Signalwesen.

Luftdruck-Signale in Amerika.

(Railroad Gazette 1885, I, S. 98 und 338.)

(Hierzu Fig. 6 und 7 auf Taf. XVIII.)

Die American Pneumatic Signal Co, Boston, hat ein pneumatisches System für Block- und andere Signale eingeführt, welches, abgesehen vom Ersatze abgenutzter oder zerbrochener Theile vollkommen selbstthätig wirkt. Es ist seit 3 Jahren auf der Boston- und Providence-Bahn und über 1 Jahr auf der Old Colony-Bahn und anderen Strecken in der Nähe von Boston in Anwendung, und hat dort durch Zeiträume von 6 Monaten un- ausgesetzt gearbeitet, ohne irgend welcher Ausbesserung zu bedürfen.

Die bewegende Kraft für die Signale ist das Lokomotivgewicht, welches jedoch unmittelbar nur zum Spannen der Federn oder zum Aufziehen der Gangwerke benutzt wird, welche die erforderliche Kraft zum Bewegen von Signalarmen, Laternenblenden, Glockenhämmern, Uebergangverschlussen etc. aufspeichern. Die Auslösung und Hemmung aller dieser Theile erfolgt zwar gleichfalls durch das Lokomotivgewicht, aber mittelbar durch einen Blasebalg und 9^{mm} weite Luftleitungen. Jedes Signal steht im allgemeinen mit zwei Blasebälgen in Verbindung; eine Luftwelle, von dem einen kommend, löst das Signal für die eine, vom andern für die andere Stellung aus. Es kann trotzdem nicht von komprimirter Luft die Rede sein, denn der Grad der Verdichtung, welcher zur Herstellung der Auslösungen erforderlich ist, ist ein verschwindender, und die eigentliche Bewegung erfolgt nach obigem aus anderen Kraftquellen.

Die Luftwelle schreitet in den 9^{mm} weiten Röhren, welche am besten aus Blei herzustellen sind, mit einer Geschwindigkeit von 183^m in 1" fort, und zwei Rohrstränge genügen zur Herstellung eines vollständigen Blocksystems, sowohl für zweigleisige wie eingeleisige Bahnen. Für einzelne Signale oder Verschlüsse, z. B. an Uebergängen, ist dann noch besondere einfache Leitung erforderlich. Uebrigens kann an den Luftstrang eines Blasebalges eine Zahl von 6 bis 8 zu bewegenden Gegenständen sehr wohl angeschlossen werden, wenn diese alle in demselben Zeitpunkte in einer bestimmten Richtung zu bewegen sind. Der

Grundgedanke der Einrichtung ist nicht neu, aber er ist hier zuerst einer dauernden Prüfung unterzogen; der erste aufgestellte Apparat arbeitete an einer Strecke, auf der in 26 Monaten 46000 Züge verkehrten, ohne dass selbst die empfindlichsten Theile: die Bälge, eine wahrnehmbare Veränderung zeigten, und es entstanden in dieser Zeit nur 54,6 M. Kosten hauptsächlich durch solche kleine Abänderungen, wie sie sich bei jeder Neueinrichtung in der ersten Zeit als nothwendig ergeben.

Es wird für das System weiter angeführt, dass es in Beschaffung und Unterhaltung sehr billig ist, und jede Bedienung unnöthig macht. Es ist dabei so leicht übersichtlich, dass den Strecken-Vorarbeitern die Beaufsichtigung über Längen bis zu 160 km übertragen werden konnten, und dieselben sind auch im Stande, die seltenen Ausbesserungen zu besorgen, weil alle Theile bei einfachster Form nach feststehenden Mustern gearbeitet werden, also in Vorrath gehalten werden können. Alle Theile werden durch Eisengehäuse bestens geschützt, und Undichtigkeiten oder gewöhnliche Brüche in der Leitung stören fast gar nicht, weil sie bei dem geringen Grade der Verdichtung meist keinen Anlass zu Ausströmungen geben.

Die einzelnen Theile des ganzen Systems sind im folgenden kurz beschrieben.

Die Bälge haben festen Deckel mit Anschluss an die Luftleitung und beweglichen Boden. Eine Fusschiene, welche vor der Balgbude am Gleise liegt, bewirkt, von der ersten Achse niedergedrückt, die Drehung einer Welle und durch diese mittels Hebelübersetzung eines Zahnquadranten mit Sperrklinke, auf dessen Achse zugleich der Spannbügel für die unter dem Balgboden befestigten doppelt C-Federn sitzt; der Zahnquadrant hält, wenn die Sperrklinke eingefallen ist, die Federn gespannt, also den Balg unter Druck. Ist der Balg durch mehrfaches Niederdrücken der Fusschiene bis zu gewissem Grade zusammengedrückt, so löst er die Sperrklinke aus, und ermöglicht sich selbst wieder volle Ausdehnung. Es ist auch eine Vorkehrung getroffen, die von der ersten Achse niedergedrückte Fusschiene so lange nieder zu halten, bis das Zugende vorüber ist, damit nicht jede Zugachse ein neues Zusammendrücken des

Balges bewirkt. Der im Balge erzeugte Luftdruck pflanzt sich durch die Leitung in kleine Gefässe an den zu bewegenden Apparaten fort, welche mittels einer leicht beweglichen Membran geschlossen sind. Auf der Membran ruht die Auslösung bezw. Hemmung des Gangwerkes, welche also durch den Luftdruck bewegt wird.

Die Art des Gangwerkes ist verschieden, je nachdem es einen Signalarm, eine Glocke, einen Uebergangverschluss oder eine Warnungstafel zu bedienen hat; die Spannung aller Gangwerke aber ist die gleiche. Auch für sie sind Fusschienen mit Welle und Sperrklinkenhebel angelegt, durch welche Zahnräder auf den Gewichtsachsen oder Federachsen gedreht werden, und zwar ruft hier jede Achse durch Niederfahren der Fusschiene eine Verrückung der Klinke um einen Zahn hervor, so dass die ganze Zuglänge zum Spannen des Gangwerkes benutzt wird.

Ist das Gewicht ganz aufgezogen oder die Feder ganz gespannt, so erfolgt auch hier selbstthätiges Ausrücken der Sperrklinke, so dass weiteres Befahren der Fusschiene wirkungslos wird.

Die Verwendung dieser Einzelapparate in Leitungssystemen zeigen die Fig. 6 und 7 auf Tafel XVIII für zwei und einleisige Bahn.

Führt ein Zug der zweigleisigen Strecke (Fig. 6) in Block C ein, so drückt er den Balg b zusammen, dessen Welle dann neben dem Führer das Signal a als Rückendeckung auf »Gefahr« stellt, und gleichzeitig rückwärts das Signal h für einen nachfolgenden Zug freigibt, so dass nun Block B geöffnet ist. Der Führer kann sich von der richtigen Stellung des neben ihm befindlichen und ihn demnächst deckenden Signales a selbst überzeugen. In Block C liegt ein Uebergang, dessen Warnungsglocke c und Verschluss G gleichfalls von b aus ausgelöst werden.

Ein unmittelbar vorher in D eingefahrener Zug hatte rückwärts a geöffnet den Uebergang rückwärts frei gemacht, dagegen mittels d den Block D abgesperrt, und in besonderem Falle ein Warnungssignal f am andern Ende eines hier liegenden Tunnels auf Gefahr gestellt, obwohl nothwendig auf zweigleisiger Strecke nur Rückendeckung erfolgen muss.

Das regelmässige Blocksignal f' bleibt dabei noch in Ruhe, bis es bei gleichzeitiger Rückstellung von f durch den Balg e bei der Einfahrt des vordern Zuges in E auf Gefahr gestellt wird.

Die Wirkungsweise bei Fahrt auf dem andern Gleise ist nach dem Gesagten an sich klar.

Etwas verwickelter ist die Gesamtanordnung für eine einleisige Strecke (Fig. 7, Tafel XVIII).

Der Führer ist für diese Anordnung dahin unterrichtet, dass er in einen Block L einfahren darf, wenn das Signal h zu seiner Rechten bei seiner Ankunft auf »Fahrt« steht, sich aber auf »Halt« stellt, sobald er den Beginn überschreitet, weiter müssen i und f bei der Weiterfahrt »Halt« zeigen. Kommt er am Ende von L an, so setzt er a, e und d auf »Halt« zugleich

h, i und f auf »Fahrt«; jeder Zug ist sonach stets von vorn und hinten gedeckt, indem er bei jedem Blockwechsel ein Signal neben sich zur Rechten auf »Halt«, eines zur Rechten hinter sich auf »Fahrt«, zwei Signale vor sich zur Linken auf »Halt«, ein Signal neben sich zur Linken und eines hinter sich zur Linken auf »Fahrt« stellt. Alle diese Stellungen sind so lange unveränderlich, wie der Zug in einem Blocke fährt.

Hierzu wären nun zunächst die Signale g, i, b, e u. s. w. in den Blockmitten unnöthig, sie sind jedoch aus folgendem Grunde erforderlich. Nach dem Gesagten stellt sowohl ein aus L wie ein aus N in M einfahrender Zug im Momente der Einfahrt d auf »Halt«, und der von N kommende Führer ist angewiesen, dieses Haltsignal nicht zu beachten, wenn es im Momente seiner Durchfahrt gestellt wird.

Die Haltstellung von d braucht nun aber nicht Folge seines Einfahrens in M zu sein, sondern sie kann auch von einem in demselben Momente am andern Ende von L in M einfahrenden Zuge bewirkt werden, und beide würden nun unfehlbar aufeinander rennen, wenn der von N kommende Zug nicht noch seinem Gegenüber das Haltsignal b, und der von L kommende dem andern das Haltsignal e gäbe. Die Sicherung wird noch vergrössert, wenn b über die Mitte von M hinaus nach N zu und e über die Mitte nach L zu verschoben wird, weil so die Strecke zum Bremsen der Züge verlängert wird.

Eine Verletzung der Leitung und namentlich der empfindlichsten Bälge muss vom nächsten passirenden Zuge bemerkt werden. Die beschriebene Anordnung hat aber die Eigenschaft, dass sie auch in Folge Schadhafwerdens eines Balges nie einen Zug ungedeckt lässt.

Reflectoren aus vernickeltem Stahl.

(Zeitung des Vereins d. E.-V. 1886.)

Auf der französischen Nordbahn sind Versuche angestellt, anstatt der Reflectoren für die Laternen der Lokomotiven, Perons u. s. w. aus versilbertem Kupfer, wie dieselben meistens hergestellt werden, solche aus vernickelten Stahlblättchen herzustellen und sind diese von dem Herrn Sartiaux, Souschef der Betriebsverwaltung, angeregten Versuche durchaus gelungen. Die mit Nickel plattirten weichen Stahlblättchen werden durch Walzen hergestellt, das Nickel verträgt sowohl im kalten wie im warmen Zustande die Bearbeitung ebensogut wie der Stahl, wird ebenso glänzend wie Silber und oxydirt an der Luft nicht.

Das Material ist widerstandsfähiger als das versilberte Kupfer und ist daher nicht so vielen Beschädigungen ausgesetzt. — Die Rückstrahlung der Nickelreflectoren ist nach den Lichtmessungen nicht geringer als diejenige der Reflectoren aus Silber und nahm nach Ablauf eines Jahres nur um 10 Procent ab. Die Kosten der Nickelreflectoren betragen wenig über die Hälfte der Reflectoren aus versilbertem Kupfer.

B e t r i e b .

Leistungen der Hochbahnen in New-York.
(American Engineer 1885, April, S. 179.)

Betriebszeit	Reisende	Gesamteinnahme M.	Bemerkungen
1. Jan. 1872—30. Sept. 1872	138446	577273,20	von New-York
30. Sept. 72—30. Sept. 73	644025 $\frac{1}{2}$	2713307,10	Elevated Road
„ 73— „ 74	796072 $\frac{1}{2}$	3403984,50	„
„ 74— „ 75	920571	3932508,72	„
„ 75— „ 76	2012953 $\frac{1}{2}$	8512364,70	„
„ 76— „ 77	3011862 $\frac{1}{2}$	12734757,42	„
„ 77— „ 78	9291319	32732841,54	für 4 Monate alle Linien einbegriffen
„ 78— „ 79	46045181	148126660,92	alle Linien zusammen
„ 79— „ 80	60831757	193744973,52	„
„ 80— „ 81	75585778	223065185,70	„
„ 81— „ 82	86361029	250892603,22	„
„ 82— „ 83	92124943	268233232,26	„
„ 83— „ 84	96702620	282507090,60	„
	474465558	1431176783,40	

Die Zahlen zeigen, dass sich der Verkehr in dem mit 30. Sept. 1884 abschliessenden Jahre gegen den des mit 30. Sept. 1879 abschliessenden Jahres um mehr als 100 % gehoben hat, ohne dass das Netz in dieser Zeit eine Erweiterung erfahren hätte.

In den ersten 6 Monaten 1884/85 wurden 2562067 Personen mehr befördert als in denen 1883/84, und die Einnahmen der gleichen Zeiten hatten sich um 5943256 M. gesteigert. Die Gesamtzahl der Personen, welche seit Eröffnung der Hochbahnen bis 1. April 1885 befördert sind, beträgt: 526078804.

Waldorp's Geschwindigkeitsmesser für Eisenbahnzüge.

(Dingler's polyt. Journal, Band 253, S. 501.)

(Hierzu Fig. 3 bis 5 auf Taf. XIX.)

Dieser Hermann Waldorp in Nymwegen unter No. 20401 im Deutschen Reiche patentirte Apparat verfolgt den Zweck, dem Stationsbeamten jeder Zeit einen Einblick in den Bewegungszustand des auf der Strecke befindlichen Zuges zu gestatten.

Zu diesem Zwecke sind längs des Gleises einzelne electriche Contactvorrichtungen angebracht, welche durch den darüber fahrenden Zug geschlossen werden und eine Markirung dieses Zeitpunktes auf einer im Stationsgebäude befindlichen, durch ein Uhrwerk bewegten Trommel veranlassen. Diese Contactvorrichtungen bestehen aus einem Taster a (Fig. 4, Taf. XIX), welcher über den Kopf der Schiene ragt und von den Rädern des vorüber fahrenden Zuges niedergedrückt wird, und dadurch unter Vermittelung des Hebels c und der Stange d die beiden Contactfedern e, e₁ in Berührung bringt. Die Zurückführung der genannten Theile in die ursprüngliche Lage bewirkt der Gummibuffer h und die Spiralfeder g der Stange d. Bei stattfindendem Contacte wird der electriche Strom durch die Leitung nach dem Controlapparate (Fig. 3 und 5, Tafel XIX) geschickt und umkreist hier die Spulen der Electromagnete E und B. Durch Anziehen des Ankers M durch E wird unter Vermittelung des in Fig. 3 und 5 ersichtlichen Hebelwerkes die Bremscheibe P auf der Flügelradwelle des Uhrwerks T freigegeben

und dadurch die Papiertrommel C in Drehung gesetzt. Zugleich wickelt sich die auf der Rolle L der Uhrwerk- und Trommelachse A befindliche Schnur x ab und auf die durch eine Spiralfeder bewegte Rolle Z auf, so dass sich der eingeschaltete Electromagnet B auf den Führungsstangen r, r entsprechend verschiebt, während gleichzeitig bei jedem Stromschlusse der den Schreibstift o tragende Anker angezogen und bei Stromunterbrechung abgestossen wird. In Folge dieser Hin- und Herbewegungen macht der Schreibstift o Zeichen auf der Papiertrommel C und zwar sicherer und deutlicher als bei der sonst üblichen Art des blossen Punktirens.

Vor den auf den Eisenbahnzügen befindlichen Apparaten hat der hier beschriebene jedenfalls den Vorzug, dass derselbe der Beeinflussung von Seiten des zu überwachenden Locomotivführers gänzlich entzogen ist. Auch wird dieser Apparat insofern zuverlässiger sein, als bei den andern die Markirung durch bewegte Lokomotivtheile, bezw. durch die Schwankungen des Fahrzeuges erfolgt, welche Bewegungen der Geschwindigkeit des Zuges durchaus nicht proportional sind. H. v. W.

Vorkkehrungen zum Aufräumen der Bahn nach einem Unfalle.

(Railroad Gazette 1885, Juli, S. 451. Mit Zeichnungen.)

Ein längerer Auszug aus einem Vortrage des Herrn Ivatt vor der Institution of Civil Engineers in London, giebt eine Darstellung der Mittel, welche in England nach einem Bahnunfalle gebraucht werden, um die Gleise baldigst wieder frei zu machen.

Der Hilfszug besteht aus vier Wagen, einem gedeckten für Arbeiter, einem gedeckten für Geräte, einem offenen flachen für Schienen, Schwellen, Bahnmeisterwagen, Rüstholz und dergl. und einem flachen Krahnwagen, dessen umgelegter Ausleger über dem dritten Wagen Platz findet.

Der Arbeiterwagen enthält einen grösseren Raum für die Arbeiter mit Kästen für kleinere Werkzeuge unter den Bänken, einem Schrank für Erfrischungen und einem Wasserbehälter auf dem Dache, und einen kleinern Raum für den Vorarbeiter mit Sitzen, Tisch, Waschbecken, Speiseschrank, Darstellung des Verkehrs der zu versorgenden Linien, Verbandkasten und dergl. Der Wagen ist heizbar.

Von dem sehr vielseitigen Inhalte des Geräthewagens mögen nur die wichtigsten aufgeführt werden:

Eingleisungs-Schuhe von 115 kg Gewicht für rechts und links durch Farben kenntlich gemacht, welche für 40 t schwere Lokomotiven genügen, bis zu 42 kg für gewöhnliche Güterwagen.

Winden, sowohl Wasserdruck- wie andere Winden in 10 verschiedenen Grössen.

Schienenpaare mit Bandeisenschlingen zum Eingleisen von Fahrzeugen in der Nähe von Herzstücken, Drehscheiben u. s. w. kurz an Stellen, wo Längsbewegung, daher die Benutzung der Eingleisungsschuhe ausgeschlossen ist. Man hebt jede Achse lothrecht bis über die Schiene, schiebt 2 Schienen flach quer über das Gleis, eine vor, eine hinter der Achse, verbindet diese Schienen an beiden Enden durch Bandeisenschlingen, setzt die Achse auf sie nieder, und kann nach

gleicher Behandlung aller Achsen dann das Fahrzeug mittels der Winden leicht quer zum Gleise verschieben.

Als von besonderer Wichtigkeit werden auch Drahtseile nebst Flaschenzügen bezeichnet.

Die Verwendung aller Theile ist an Beispielen erläutert.

Günstige Folgen der neueren Sicherheits-Einrichtungen auf den Eisenbahnen.

(Archiv für Eisenbahnwesen 1886, S. 246.)

Die Folgen der weiteren Verbreitung des Blocksystems, der durchgehenden Bremsen, sowie der Central-Weichen und Signal-Vorrichtungen zeigen sich sowohl in Beziehung auf die Betriebssicherheit wie in Beziehung auf die Finanzen der Eisenbahnen als wesentliche Fortschritte. In den »Railway-News« sind für die Zeit von 1864 bis 1884 für 3 grosse englische Eisenbahnen, die London und Northwestern = 2772 km, die Midland = 2522 km und die Great-Northern

= 857 km die Beträge zusammengestellt, welche alljährlich als Ersatz für Schäden an Personen und Gütern beim Eisenbahnbetriebe veranlasst wurden, und sind mit den Roheinnahmen verglichen. Diese Kosten betragen in Procenten der Roh-Einnahmen:

Lfd. No.	Zeit	London und Northwestern	Midland	Great-Northern
1	Im Jahre 1864	0,99	0,76	1,57
2	„ „ 1866	1,71	1,15	1,27
3	„ „ 1868	1,94	1,61	2,17
4	„ „ 1870	1,58	0,89	1,37
5	„ „ 1872	1,35	0,89	1,16
6	„ „ 1874	1,38	0,91	1,86
7	„ „ 1876	1,52	1,10	2,80
8	„ „ 1878	0,98	0,79	1,38
9	„ „ 1880	0,80	0,68	0,60
10	„ „ 1882	0,67	0,63	1,75
11	„ „ 1884	0,66	0,64	0,58

Beschreibung einzelner Linien.

Galizische Transversalbahn und ihre Zweiglinien.

(Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins Jahrg. 1885, S. 118.)

Von der österreichischen Staatsverwaltung wurden in Galizien in den Jahren 1882—84, theils nach Vergebung der Arbeiten an eine Generalunternehmung, deren Name nicht genannt ist, theils in Regie, zusammen 555 km normalspurige, eingleisige Bahnen mit einem Kostenaufwande von 35,7 Mill. Gulden (etwa 60 Mill. Mark) erbaut. Die einzelnen Linien sind im Zusammenhange ausgeführt, theils durch bereits vorhandene Bahnen unter einander verbunden.

Die neuerbauten Linien sind im Westen des Landes:

- A. 1) Zwardon-Saybusch Kosten 76000 fl. für 1 Kilometer
- 2) Saybusch-Neu Sandec « 87300 « « «
- 3) Oswiecim-Podgorze « 69000 « « «
- 4) Sucha-Skavina « 63500 « « «
- B. 5) Grybow (Stroze)-Zagorz « 62000 « « «
- 6) Zagorzany-Gorlice « 27000 « « «

im Osten des Landes:

- C. 7) Chryplin-Hussiatyn « 39000 « « «

In den Kilometerkosten sind die Ausgaben für Bauleitung und für Fahrbetriebsmittel (excl. Linie 7) inbegriffen, während die Bauzinsen darin noch nicht enthalten sind.

Die Linien 1—5 sind als Hauptbahnen mit 4,6^m Kronenbreite, 10—18^{0/100} grösster Steigung und 200—250^m kleinstem Krümmungshalbmesser, die Linie 6 und 7 als Nebenbahnen mit 4^m Kronenbreite und die Linie 7 mit 25^{0/100} grösster Steigung und 175^m kleinstem Krümmungshalbmesser ausgeführt.

Der Oberbau der Hauptbahnen 1—5 besteht aus Stahlschienen von 31,72 kg Gewicht und aus nicht getränkten Weichholzschwellen, wobei aber nicht mitgetheilt wird, woher das Schwellenmaterial bezogen wurde, was mit Rücksicht auf die Qualität des Holzes von Interesse gewesen wäre.

Auf den als Nebenbahnen ausgeführten Linien 6 und 7 liegen Schienen von 23 kg Gewicht, die auf Linie 7 (starke Steigung, kleine Krümmungen) durch Eichenholzschwellen unterstützt sind.

Namentlich mit Rücksicht auf die ungenügende Güte des von den Karpathen zu beziehenden Bauholzes (Fichten), das von auffallend kurzer Dauer ist (s. Oberbau), wurde dasselbe weder für Brücken noch für Hochbauten (im äusseren) verwendet.

Die Brücken wurden aus Stein und Eisen (Schweisseisen) hergestellt.

Parallel- und Halbparallelträger kamen zumeist zur Anwendung. Ueber die Abmessungen derselben giebt eine Tabelle Aufschluss.

Der Preis der Eisenconstructions wird nur für die Linien 1, 3 und 4 mit 235 fl. bis 263 fl. für die Tonne (Durchschnitt von Eisen, Stahl und Blei) angegeben. Die Pfeiler der grösseren Brücken wurden zumeist auf gemauerten Brunnen gegründet. Neues bot die Gründungsart nicht.

Bei 40^m weiten Brücken kostete das Tiefenmeter der Brunnengründung 1000 fl., bei 50^m weiten 1400 fl., für welche Gründungstiefe, wird nicht gesagt.

Die vielfach aus thonigem Boden hergestellten Dämme gaben zu Rutschungen Veranlassung, die jedoch durch Abstufungen oder Abflachungen der Böschungen behoben werden konnten. Die auf den verschiedenen Linien erforderlichen Erdbewegungen und Steinbauten sind in einer Tabelle zusammengestellt.

Ueber die Art der Vergebung des Baues an die Generalunternehmung, sowie über das Ergebniss dieser Vergebung wird nichts mitgetheilt, was umso mehr auffällt, als man seiner Zeit in den Technikerkreisen Oesterreichs über diesen erneuerten Versuch einer Generalvergebung nicht sehr erbaut war. D.

Gebirgsbahn Altsohl-Ruttek (Ungarn)

und Vergleich mit den Gebirgsstrecken der Gotthardbahn, Brennerbahn und Orleansbahn.

(Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins Jahrg. 1885 S. 105.)

Herr Rich. Bechtle, Obergeringieur für den Betrieb der Gotthardbahn, beschreibt den Bau der Bahn Altsohl-Ruttek,

Technische Literatur.

Dr. Rudolf Hagen. Die erste deutsche Eisenbahn mit Dampf-betrieb zwischen Nürnberg und Fürth. Nürnberg. J. S. Schwarz. 1886. 250 Seiten.

Die am 7. Dezember v. J. begangene 50jährige Jubelfeier der ersten deutschen Lokomotiveisenbahn hat zu verschiedenen Veröffentlichungen Veranlassung gegeben, unter denen die umfangreichste und wertvollste die genannte Festschrift ist.

In der Einleitung behandelt der Verfasser kurz die Geschichte der Dampfmaschinen und der Dampfschiffahrt, dann die Entwicklung der Eisenbahn bis zu ihrer Vereinigung mit dem Lokomotivbetrieb und ihrer Verwerthung für den Personenverkehr, und daran anknüpfend bespricht er die Vorgeschichte der Eisenbahnen in Deutschland. Hierauf folgt die Geschichte des Eisenbahnunternehmens zwischen Nürnberg und Fürth von den ersten Anfängen im Jahre 1814 bis zur energischen Förderung desselben im Jahre 1833 durch den genialen Johannes Scharrer. Man erfährt, mit wie vielen Schwierigkeiten der kleinlichsten Art das Unternehmen und besonders die Einführung des Dampfbetriebes zu kämpfen hatte, bis der Bau ohne wesentliche staatliche Unterstützung durch einen deutschen Baumeister — Paul Denis — glücklich vollendet wurde.

Die zweckmässige Wahl des Oberbaues, die gegen den Willen von Denis geschehene Uebertragung der englischen Spurweite auf die Bahn, der gesammte Baufortschritt, die Eröffnung und die günstigen Betriebsergebnisse sind von hohem Interesse.

Die Bedeutung des an und für sich kleinen Unternehmens nicht nur für die zunächst beteiligten Städte, sondern für die Entwicklung des Eisenbahnbaues in Deutschland überhaupt und insbesondere für die Emancipation desselben in technischer Beziehung vom Auslande findet ihre eingehende Begründung.

Wenn man auch bedauern muss, dass der geplante technische Theil des Werkchens nicht zur Veröffentlichung kam, so kann doch dem deutschen Techniker, der sich für die geschichtliche Entwicklung des Eisenbahnwesens in seinem Vaterlande interessirt, das mit Portraits-Beilagen hübsch ausgestattete, frisch und anziehend geschriebene Buch nur warm empfohlen werden.

H. Wegele, Reg.-Baumeister.

Zeitschrift für das gesammte Local- und Strassenbahnwesen. Unter Mitwirkung in- und ausländischer Fachgenossen; herausgegeben von W. Hostmann, Grossherzogl. Sächs. Baurath in Hannover, J. Fischer-Dick, Oberingenieur in Berlin, Fr. Giesecke, Maschinenmeister in Hamburg. V. Jahrgang, 1886. Erstes Heft, mit 18 Textfiguren und 2 lithographirten Tafeln. Wiesbaden. Verlag von J. F. Bergmann, 1886. Jährlich ca. 3 Hefte, à M. 4.

Die Zeitschrift, welche sich unter der Leitung dreier bewährter Fachmänner der Förderung der nach nahezu erledigtem Ausbau des Netzes der Hauptbahnen an Wichtigkeit mehr und mehr gewinnenden eisernen Verkehrswege für kleine und kleinste Verhältnisse gewidmet hat, hat sich in den 4 Jahrgängen bereits einen guten Namen gemacht, so dass wir uns hier damit begnügen können, kurz auf den äusserst interessanten Inhalt hinzuweisen.

Nach einem Vorworte und einer kurzen Darstellung des Baustandes der betreffenden Arten von Eisenbahnen in den verschiedenen Ländern bringt das Heft eine eingehende Darstellung W. von Nördling's über das in Frankreich auf Grund der Localbahngesetze vom 12. Juli 1865 und 11. Juni 1880 zum grossen Theile aus den früher auf Wegebauten verwendeten Mitteln der Departements hoch entwickelte Nebenbahnnetz nebst einer Uebersichtskarte. Der Aufsatz mit seinen reichhaltigen Erfahrungsergebnissen bietet für uns, die wir noch im Beginne des in Frankreich schon weit vorgeschrittenen Abschnittes des Eisenbahnbaues uns befinden, besonderes Interesse. Der Aufsatz ist auch als Sonderabdruck erschienen.

Weiter enthält das Heft zwei Aufsätze des bekannten Vertreters der auf das Bauwesen sich beziehenden Theile unserer Gesetzgebung an der Technischen Hochschule in Berlin, Herrn Kreisgerichtsrath Dr. B. Hilse, einen über das Eisenbahnwesen berührende Streitfragen aus dem Gebiete der Kranken- und Unfallversicherung, und einen über »die Bilanz der Strassen-Eisenbahnen nach dem heutigen Aktienrechte«. Bei dem mancherlei Zweifeln und Unklarheiten, welche selbst in Kreisen der Rechtsgelehrten über Bausachen vielfach herrschen, sind solche Beiträge zur Klarstellung hoch willkommen.

An rein technischen Mittheilungen des Heftes aus der Praxis erwähnen wir die Büsing'sche selbstthätige Pferdebahnweiche, die Ergebnisse des Antwerpener Wettstreites von Betriebsmitteln für Local- und Strassenbahnen, eine Uebersicht des Bestandes an Local- und Strassenbahnen Ende 1885, die Schmalspurbahn Gernrode-Harzgerode, sowie schliesslich Beispiele ausgeführter Betriebsmittel und interessanter Einrichtungen für Localbahnen.

Petroleum. Vortrag, gehalten im Beamten-Vereine in Oldenburg von P. Ramsauer, Ober-Regierungsrath und Eisenbahndirektor. Oldenburg, Schulze'sche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei (A. Schwarz), Preis 1,2 M.

Der Vortrag bringt eine auf eigene Erlebnisse und sorgfältig gesammelte Zahlenangaben gegründete Darstellung der Entwicklungsgeschichte und der Bedeutung des Petroleum-Verbrauches für das private und öffentliche Leben, und bietet namentlich durch die Schilderung des Einflusses des Petroleumhandels auf unsere Verkehrsmittel, insbesondere auf die Häfen viel des Lesenswerthen.

Ueber Schmalspur-Bahnen. Vortrag, gehalten im österr. Ing.- und Arch.-Verein von Alfred Birk, dipl. Ingenieur, Beamter der k. k. priv. österr. Südbahn. Sonderabdruck aus der Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.-Vereins, Heft IV, 1885. Wien, 1886. Spielhagen & Schurich.

Der Verfasser hat den bereits im Februar 1885 behandelten Gegenstand gemäss den neuesten Erfahrungen neu durchgearbeitet. Das kleine Heft behandelt auf 48 Seiten Bedeutung, Bau und Betrieb der Schmalspur-Bahnen unter Darstellung der wichtigsten Theile in Holzschnitten ausführlich, und giebt einen schätzenswerthen Beitrag zur Lösung der wichtigen Tagesfrage betreffend billige Verkehrswege für kleinen Verkehr.

Tafeln zum Abstecken von Eisenbahn- und Strassen-Kurven in neuer Theilung (Centesimal-Theilung). Von J. Gysin, Ingenieur, vormals Obergemeter der schweiz. Centralbahn. Liestal, Gebr. Lüdin (vorm. Lüdin & Walser). 1885. Preis 4,5 M.

Das zweckmässig eingerichtete und gut ausgestattete Buch füllt eine Lücke der technischen Literatur aus, welche sich namentlich da fühlbar macht, wo Winkelmess-Instrumente mit 400^o Theilung auf den vollen Kreis verwendet werden. Da diese Theilung für die Zwecke der Feldarbeit entschieden zweckmässiger ist als die alte, so breiten sich derartige Instrumente mehr und mehr aus, und das Buch wird also schon heute vielen Ingenieuren sehr willkommen sein.

Es enthält neben kurzer Benutzungs-Anweisung:

- 1) Tabelle mit Werthen der Tangenten, Bogenlängen und Bogenabstände für den Halbmesser 100 und Centriwinkel von 0 bis 150^o (135^o alter Theilung).
- 2) Tabelle für die Peripherie-Winkelwerthe für Bogenlängen von 1—109^m, bezw. 1—99^{cm} von Halbmesser 100—950 bezw. 10—10000.
- 3) Verwandlungstabellen für beide Theilungsarten.
- 4) Tabelle für Abszissen und Ordinatenwerthe, oder halbe Sehnen und Pfeilhöhen zum Abstecken von der Tangente oder Sehne aus für Halbmesser 100—950 bezw. 10 bis 9500.
- 5) Tabelle für Längen des äussern und innern Schienenstranges und deren Unterschiede von Halbmesser 100 bis 950 bezw. 10—95.

Die Geographische Universalbibliothek, Weimar, Geographisches Institut, bringt in den uns vorliegenden drei neuesten Heften die Aufsätze:

R. von Schlagintweit: Die Eisenbahn zwischen New-York und Mexiko, nebst einer allgemeinen Schilderung Mexikos. Preis 0,2 M. A. Zetzsch: Die Ozean-Dampfschiffahrt und die Postdampferlinien nach überseeischen Ländern nebst Karte der subventionirten Dampferlinien. Preis 0,2 M. Westphal: Sansibar und deutsch.-Afrika. Preis 0,6 M.

Bei der stetig wachsenden Ausdehnung deutschen Einflusses und deutschen Besitzes in fernen Welttheilen, verfehlen wir nicht, auf diese das Verkehrswesen berührenden Erscheinungen aufmerksam zu machen.

Handbuch des Preussischen Eisenbahnrechtes. Von Dr. jur. G. Eger, Regierungsrath und Justiziar der Königl. Eisenbahndirektion, Dozent der Rechte an der Universität Breslau. Erste Lieferung. Breslau 1886. Kern's Verlag (M. Müller). Vollständig in etwa 7 Lieferungen. Preis einer Lieferung 2,0 M. Einzelne Lieferungen werden nicht abgegeben.

Die Behandlung einzelner losgerissener Theile des Eisenbahnrechtes, welche wir in Werken des allgemeinen Staats-, Privat- oder Handelsrechtes finden, entspricht der Bedeutung der zu einem der wichtigsten Förderungsmittel herangewachsenen Eisenbahnen nicht mehr. Der Verfasser hat daher das dankenswerthe, nicht blos für die Verwaltungsbehörden, Gerichte und Anwälte, sondern auch für die weiten Kreise, welche mit den Eisenbahnen in dauernder enger Beziehung stehen, höchst wichtige Unternehmen begonnen, eine selbstständige, gesetzmässig

entwickelte Darstellung der einschläglichen Rechtsgrundsätze und Entscheidungen in XII Abschnitten zu geben.

Von diesen bringt das vorliegende erste Heft den Abschnitt I: Begriff der Eisenbahn und des Eisenbahnrechtes. System, Literatur und Quellen.

Den Abschnitt II: Verhältniss der Preussischen Eisenbahnen zum Preussischen Staate und zum Deutschen Reiche, Eisenbahn-Hoheitsrecht des Staates und des Reiches, und den Beginn des Abschnittes III: Gründung der Preussischen Staats- und Privat-Eisenbahnen.

Zweifellos wird das mit äusserst eingehender Quellenangabe versehene Werk wesentlich zur Förderung der das Eisenbahnwesen betreffenden Rechtsfragen beitragen, um so mehr ist zu hoffen, dass dasselbe bald vollständig werden möge.

Das Reichs-Haftpflichtgesetz, betreffend die Verbindlichkeit zum Schadenersatz für die bei dem Betriebe von Eisenbahnen, Bergwerken, Steinbrüchen, Gräbereien und Fabriken herbeigeführten Tödtungen und Körperverletzungen. Vom 7. Juni 1871.

Erläutert mit Benutzung der Akten der Kgl. pr. Ministerien der öffentl. Arbeiten und für Handel und Gewerbe von Dr. G. Eger, Regierungsrath und Justiziar der Königl. Eisenbahn-Direktion zu Breslau. Nebst einem Anhang enthaltend:

Das Krankenversicherungsgesetz vom 15. Juni 1883 mit der Novelle vom 28. Januar 1885.

Das Unfallversicherungsgesetz vom 6. Juli 1884.

Das Gesetz über die Ausdehnung der Unfall- und Krankenversicherung vom 28. Mai 1885.

Das Hilfskassengesetz in der Fassung vom 1. Juni 1884.

Mit erläuternden Anmerkungen. Dritte vermehrte Auflage. Breslau 1886. Kern's Verlag (M. Müller). Preis 16,50 M.

Das Erscheinen der dritten Auflage des Werkes spricht genügend für den Werth des Werkes, ohne dass wir besonders auf denselben hinweisen. Es ist besonders erfreulich, dass durch die neue Auflage sobald die eingehende Berücksichtigung der jüngsten Literatur und Rechtssprüche über diese ausserordentlich wichtige Rechtsfrage des Eisenbahnwesens, sowie die Aufnahme der vier oben bezeichneten, gleichfalls mit dem Eisenbahnwesen in enger Berührung stehenden Gesetze möglich geworden ist.

Mittheilungen aus dem Mechanisch-Technischen Laboratorium der K. Technischen Hochschule in München, von J. Bauschinger, o. Professor der Technischen Mechanik und Graphischen Statik. Dreizehntes Heft. München, Theodor Ackermann. 1886. Preis 10 M.

Wie wir das von den früheren Heften her gewohnt sind, bringt auch dieses Heft Versuchsergebnisse von ganz hervorragendem Interesse, nämlich über die Frage der Beeinflussung der Elasticitätsgrenze und Festigkeit des Eisens und des Stahles durch äussere Einflüsse wie Strecken, Quetschen, Wärmeänderung und oftmal wiederholte Beanspruchung. Die streng nach den erzielten Thatsachen mitgetheilten Ergebnisse enthalten eine höchst schätzenswerthe Grundlage für weitere Prüfung und Feststellung der Gesetze über Festigkeit und zulässige Beanspruchung, welche von verschiedenen Seiten aufgestellt sind, und es ist zu erwarten, dass diese Regeln auf Grund dieser neuesten Erfahrungen abermalige Verbesserung erfahren werden.

Vorträge über Eisenbahnbau

VON **A. v. Kaven,**

Geh. Reg.-Rath und Professor an der Kgl. technischen Hochschule zu Aachen.



Soeben erschienen:

Band VIII:

Anwendungen der Theorie der Böschungen

auf die Construction von Dämmen und Einschnitten für Strassen und Eisenbahnen und von Erdkörpern überhaupt bei einem vorgeschriebenen Sicherheitsgrade.

Mit einer Theorie der Böschungen und zahlreichen practischen Beispielen.

Gr. 8. Brosch. Mit einem Atlas von 26 Tafeln in Folio. Preis 12 Mark.

Nach längerer Unterbrechung übergibt der Herr Verfasser mit diesem Band dem Fachpublikum seine neuesten Forschungen auf dem vorstehenden Gebiete, deren Ergebnisse verdiente Aufmerksamkeit erregen werden. Die früher erschienenen Bände sind:

- I. Disposition von Brücken und praktische Details.** 20 Tafeln mit eingeschriebenem Text. Fol. 6 Mark.
- II. Stützmauern und Steinbekleidungen.** Text in gr. 8 mit Atlas von 7 Tafeln in Folio. 4 Mark.
- III. Traciren von Eisenbahnen.** 30 Tafeln nebst Text. Folio. 10 M. „Dem Werke kann mit vollem Rechte nachgerühmt werden, dass es bis jetzt in seiner Weise einzig und allein den gewählten Stoff behandelt und beherrscht.“
Mitth über Gegenst. d. Artillerie- u. Geniewesens. Wien.
- IV. Vorarbeiten zu Eisenbahnen.** Text mit 5 Tafeln. Folio. 8 M. „Diese Publicationen gehören zu den besten Producten der technischen Literatur. Sie sind sämmtlich mit umfassender Sachkenntniss als Resultat langjähriger Erfahrung und eingehenden Studiums geschrieben, zeichnen sich durch Schärfe des Urtheils und objective Kritik aus, und stehen stets auf dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft und Praxis.“
Zeitschrift des Hannov. Architektenvereins.
- V. Erdarbeiten bei Eisenbahnen.** 37 Taf. mit Literaturbericht. 12 M. „Wie alle von Kaven'schen Werke ist auch dieses mit der grössten Sachkenntniss verfasst, giebt das vorhandene Beste durch mit Maassen versehene Skizzen und einen kurz, klar und präzise gefassten erläuternden Text wieder, und wird somit für jeden Ingenieur zu dem handlichsten und vollständigsten Nachschlagebuch, welches unsere Literatur besitzt.“
Organ für Eisenbahnwesen.
- VI. Traciren und Projectiren von Eisenbahnen.** Mit 3 Figurentafeln. Gr. 8. 6 Mark. „Das Werk giebt einen vollständigen Ueberblick über alles bei der Projectirung von Eisenbahnen Erforderliche und Beachtenswerthe, und steht in unserer Literatur ganz einzig da.“
Organ für Eisenbahnwesen.
- VII. Baustatistik einer ausgeführten Eisenbahn.** Text gr. 8 mit Atlas von 16 Tafeln in Folio. 8 Mark.

Bereits früher erschienen:

Die geometrische Construction der Weichen-Anlagen für Eisenbahn-Gleise

mit zahlreichen Tabellen und Rechnungsbeispielen für den praktischen Gebrauch bearbeitet von

L. Pinzger,

Professor an der Königl. technischen Hochschule zu Aachen.

80. Brosch. Mit 73 Figuren auf 12 lithographirten Tafeln. — Preis: 6 Mark.

Lehre von den Eisenbahnkurven und Ausweich-Gleisen theoretisch und praktisch dargestellt

von **Dr. A. M. Nell u. E. W. Kaufmann,**

Ingenieure bei der Hessischen Ludwigsbahn-Gesellschaft.

Preis: 3 Mark.

Die eiserne Eisenbahn oder einfache Eisenkonstruktionen für Eisenbahnen.

Für Staats- und Eisenbahnverwaltungen u. s. w.

von **E. Heusinger von Waldegg.**

12 Tafeln Folio mit Text. Broschirt. — Preis: 4 Mark.

Die Uebergangskurven für Eisenbahn-Gleise

mit Rechnungsbeispielen und Tafeln für den praktischen Gebrauch

bearbeitet von **Fr. Helmert,**

Dr. phil. und Professor der Geodäsie und sphärischen Astronomie an der Königl. technischen Hochschule zu Aachen

80. Brosch. Mit 31 in den Text gedruckten Holzschnitten. — Preis: 2 Mark.

In neuen wohlfeilen Ausgaben erschienen ferner soeben:

Die Strassenbahnen, deren Anlage und Betrieb

von **D. Kinair Klark, C. J.**

Mitglied der „Institution of Civil Engineers“, Verfasser von „Railway-Machinery“, „Railway-Locomotives“ etc.

Autorisirte deutsche Ausgabe durch Beifügung der neuesten Verbesserungen, sowie der wichtigsten Strassenbahnanlagen Deutschlands erweitert, von **W. H. UHLAND.** Mit vielen Holzschnitten und 21 Tafeln. — Neue wohlfeile Ausgabe zum Preis von 12 M. —

und:

Musterconstructionen für Eisenbahnbau.

Herausgegeben von

E. Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur.

Erster Halbband. Gr. Folio. 25 lithogr. Tafeln. Mit Text. In Mappe. Neue wohlfeile Ausgabe zum Preis von 10 M.

Eiserner Oberbau nach System Hilf für die Bahnen Berlin-Wetzlar und Coblenz-Sierk. — Desgl. für Secundärbahnen System Heusinger von Waldegg. — Weichen und Drehscheiben ausgeführt v. d. Union, Dortmund. — Eiserne Zugbarriere mit Läutevorrichtung, System Büsing. — Eiserne Perronhallen des Centralbahnhofes Magdeburg, von Schwedler. — Wasserstation II. Classe d. Oesterreich. Nordwestbahn, von K. Schlimp. — Centralwerkstätten der K. Bayr. Staatsbahn in München. — Schienenbiegeapparate u. s. w. — Weiche mit ganz eisernem Oberbau von Gebr. Lüttgens in Burbach. — Güterschuppen von K. Schlimp. — Eiserne Bahnwärterbude von E. Willmann. — Schienenmangelzange von G. Osthoff. — Langschwelen. — Oberbausystem von C. Wilcke. — Bahnhofshalle u. Locomotivschuppen zu Louisville v. A. Frick. — Hebelapparat für centrale Signal- u. Weichenstellung von H. Büsing. — Neue Weichen der Schweizerischen Nordostbahn von L. Vojáček. — Drahtzugbarriere System Trouchon. — Drehbares Distanzsignal. — Muldenkippwagen von A. Blauel.

Musterconstructionen für Eisenbahnbetrieb.

Herausgegeben von

E. Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur.

Erster Halbband. Gr. Folio. 25 lithogr. Tafeln. Mit Text. In Mappe. Neue wohlfeile Ausgabe zum Preis von 10 M.

Tenderlocomotive der Berliner Maschinenbau-Gesellschaft. — Gebirgstenderlocomotive der Eisenbahn Grand-Central-Belge. — Personenwagen I. und II. Klasse mit Intercommunication, System Heusinger von Waldegg. — Dampfheizung auf der Carl-Ludwigs-Bahn. — Kohlenwagen der Fabrik Tubéze in Belgien. — Draisinen und Bahnrevisionswagen der europäisch-türkischen Eisenbahnen. — Pferdebahnhofswagen der Maschinenfabrik Nivelles in Belgien. — Locomotiven der Kaiser-Franz-Josef-Bahn. — Schlafwagen, System Pullmann. — Güterwagen von A. Klose. — Locomotive der Toessthal-Bahn. — Zwei-etagige Personenwagen der Thüringer Eisenbahn. — Güterwagen der Vereinigten Schweizer-Bahnen. — Dampfomnibus, Patent Brunner. — Desgleichen zu Baltimore, Tramway-Locomotive von Krauss & Co. — Schlafwagen der Finnischen Staatsbahn. — Pferde-stallwagen der Main-Neckar-Bahn. — Federglühofen u. s. w. von J. van Genns.