

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LIII. Band.

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

9. Heft. 1916. 1. Mai.

### Die Kosten der Erhaltung des Oberbaues

in ihren Beziehungen zur Bahnbeschaffenheit und zu den Betriebsverhältnissen.

Liebmann, Oberingenieur a. D., Oberlehrer in Neukölln.

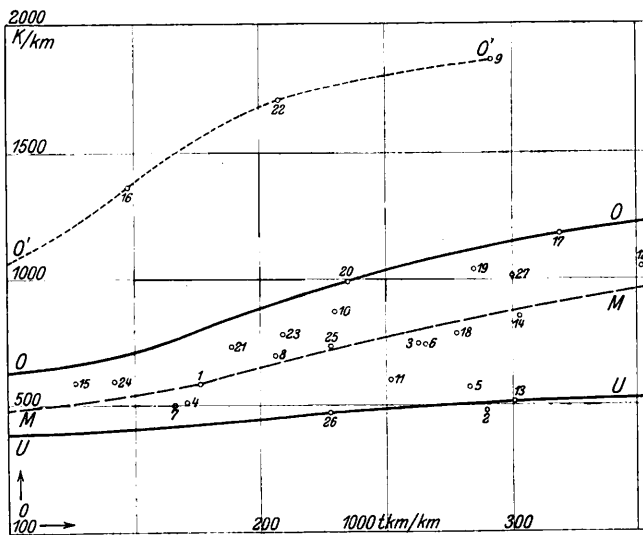
(Fortsetzung von Seite 130.)

#### III. Das Verfahren der Ermittlung der Kosten.

##### III a) Grundzüge.

Stellt man, wie in Textabb. 2, die Abhängigkeit der Kosten der Erhaltung des Oberbaues von der Stärke des Verkehrs dar, nämlich wagerecht die jährlichen tkm km für die Betriebslänge, lotrecht die Erhaltungskosten  $K/km$ , so zeigt sich zunächst, daß die Erhaltungskosten im Allgemeinen mit zunehmender Verkehrsdichte wachsen. Als Kosten der Erhaltung sind in Textabb. 2 die Durchschnitte aus Spalte 8 aufgetragen,

Abb. 2.



die beigefügten Zahlen bezeichnen die Bahnen nach Spalte 1. Wenn von einigen außergewöhnlich hohen Zahlenwerten abgesehen wird, die durch besondere Umstände entstanden sein müssen, so liegen alle Werte innerhalb des durch die in Textabb. 2 stark ausgezogenen Linien OO und UU begrenzten Raumes, deren Verlauf später erörtert werden wird.

Der Grund für die Verschiedenheit der Kosten bei gleicher Verkehrsdichte auf verschiedenen Bahnen liegt in der Verschiedenheit der Bau- und Betriebs-Verhältnisse; wären diese überall die günstigsten, so müßte die untere Linie U—U

allein maßgebend sein. Die Größe der Abweichung hängt von dem Maße des Einflusses der im Einzelfalle ungünstigeren Eigenschaften eines Oberbaues ab; so wirkt schlechte Bettung anders ein, als in gleichem Maße ungünstigere Steigungsverhältnisse. Jede Eigenschaft wirkt mit einem bestimmten Gewichte auf das ganze Ergebnis ein, dieses ergibt sich aus der Zusammensetzung der Einflüsse der einzelnen Eigenschaften. Das Verhältnis dieser Gewichte zu einander muß sich zahlenmäßig ausdrücken lassen.

Ein weiterer für das Ergebnis wichtiger Umstand ist der Grad des Abweichens der einzelnen Eigenschaften von dem günstigsten Zustande. Auch hierfür ist ein, wenn auch roher, Ausdruck zu finden. Ergibt sich für den ungünstigsten Zustand aller Eigenschaften, abgesehen von den ganz besonders ungünstigen Ausnahmefällen, die obere Linie OO (Textabb. 2), so kann man sich den Höhenabschnitt zwischen UU und OO in gleiche Teile geteilt denken und danach für jede Eigenschaft je nach dem ihr anhaftenden Zustande eine Gütezahl finden. Diese Güteziffern geben einen Maßstab für die Kostenzuschläge, die den Höhen der U-Linie zugelegt werden müssen, weil die bezüglichen Eigenschaften schlechter liegen als im günstigsten Falle; aus der Summe der Einzelzuschläge ergibt sich der ganze Zuschlag. Das Verfahren geht also von den durch die U-Linie gegebenen Mindestkosten aus und verfolgt die Erhöhungen aus den ungünstigeren Verhältnissen. Die Güteziffern müssen um so höher sein, je ungünstiger das durch sie ausgedrückte Merkmal der Beschaffenheit ist; unter Güteziffern ist demnach das Maß des Verhältnisses des tatsächlichen zum besten Zustande zu verstehen.

Zwischen den einzelnen Eigenschaften und dem ganzen Zuschlag besteht eine doppelte Beziehung, indem die ersteren den letzteren durch die Güteziffern und durch die ihnen zukommenden Gewichte beeinflussen.

Zur Erläuterung ist in Textabb. 3 ein Ausschnitt aus Textabb. 2 dargestellt. Fünf Eigenschaften seien in Betracht gezogen, deren Gewichte  $p_1$  bis  $p_5$  als wagerechte Linien maßstäblich dargestellt wurden; die für das Beispiel willkürlich

angenommenen Güteziffern  $\zeta_1$  bis  $\zeta_5$  sind als Abstände von der U-Linie aufgetragen. Beispielsweise können sich  $p_1$  und  $\zeta_1$  auf die Neigungsverhältnisse,  $p_2$  und  $\zeta_2$  auf die Krümmungsverhältnisse  $p_3$  und  $\zeta_3$  auf alle nicht besonders verfolgten Beschaffenheitsmerkmale zusammen beziehen. Aus dem Zusammenwirken aller Eigenschaften mit dem ganzen Gewichte P ergibt sich Z als Maß für den ganzen Zuschlag; die Gewichtszahlen p mit ihren Abständen  $\zeta$  verhalten sich also zum ganzen Gewichte P und seinem Abstände Z wie mehrere Kräfte gleicher Richtung zu ihrer Mittelkraft.

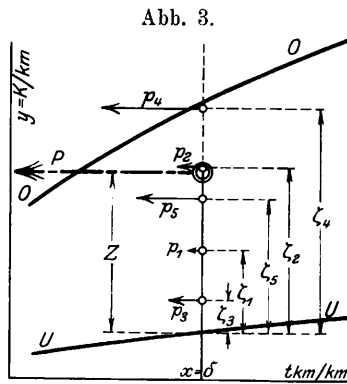


Abb. 3.

Die Kräfte müssen gleiche Richtung haben, weil sie alle dem gleichen Ziele, der Kostenerhöhung, zustreben und gleichen Sinn, weil eine Eigenschaft äußersten Falles ohne Einfluss auf das Endergebnis sein kann, wobei  $p = 0$  wird. Dagegen können die Hebel der Güteziffern  $\zeta$  unter Umständen auch  $< 0$  sein, weil die Linie U nur die unter gewissen Umständen auftretenden, nicht die unbedingten Mindestwerte gibt. Hiernach bestehen die Beziehungen:

Gl. 1) . . . . .  $P = \sum (p)$   
 Gl. 2) . . . . .  $P \cdot Z = \sum (p \cdot \zeta)$ .

Die Gleichungen können nach den Unbekannten p aufgelöst werden, wenn für eine genügende Anzahl Bahnen solche Beschreibungen vorliegen, dass die Güteziffern  $\zeta$  schätzungsweise bestimmt werden können.

Bei den Gewichten p handelt es sich um Verhältniszahlen, denn sie sollen nur ausdrücken, wie wirksam eine Eigenschaft im Vergleiche mit anderen für das Endergebnis ist. Man setze  $P = 100$ , dann können die  $p$  ‰ darstellen.

Die Zahlenwerte für Z sind nach den Kosten der Erhaltung des Oberbaues in Spalte 10 zu bestimmen. Das Maß Z, die Höhe über der U-Linie kann aus Textabb. 2 entnommen werden: sein Verhältnis zu dem Abstände zwischen U und O an der betreffenden Stelle in Zehnteln wie die  $\zeta$  gibt den Zahlenwert für Z.

Gl. 1) und 2) gehen über in  
 Gl. 3) . . . . .  $\sum (p) = 100$   
 Gl. 4) . . . . .  $\sum (p \cdot \zeta) = 100 Z$ .

Sind n Gewichtszahlen zu bestimmen, so sind dazu n—1 Aufstellungen der Gl. 4), also n—1 Beobachtungen erforderlich.

Die Durchführung dieses Verfahrens wird später erläutert.

**III. b) Ermittlung der Güteziffern.**

Unter den in Betracht kommenden Eigenschaften muß eine Auswahl getroffen werden, weil die vorhandenen Unterlagen nicht ausreichen, um nach allen Beziehungen ein sicheres Urteil zu ermöglichen, und weil die Aufgabe durch eine zu große Zahl von Unbekannten einen kaum zu bewältigenden Umfang annehmen würde. Die Zusammenstellung I gibt Aufschluss darüber, welche Eigenschaften technisch und rechnerisch am wichtigsten, daher den weiteren Untersuchungen zu Grunde

zu legen sind. Für die Wertung der Eigenschaften sind im einzelnen folgende Gesichtspunkte maßgebend gewesen.

Zunächst sind die Maßstäbe der Beurteilung wohl zum Teile willkürlich angenommen, sie sind aber mehrfach und solange abgeändert worden, bis die verschiedenen Gruppen von Gleichungen einigermaßen übereinstimmende Ergebnisse lieferten; doch wurden solche Veränderungen nur soweit vorgenommen, wie mit den bisher vorliegenden sonstigen Erfahrungen zu vereinigen war. Die Werturteile sind nach fünf Graden abgestuft und als entsprechende Mittelwerte Güteziffern von 1—9 angenommen worden.

Dem Zustande «sehr günstig», s. g., entspricht die Güteziffer 1

«	«	«günstig», g.,	«	«	«	3
«	«	«mittel», m.,	«	«	«	5
«	«	«ungünstig», u.,	«	«	«	7
«	«	«sehr ungünstig», s. u.,	«	«	«	9

Je nach den Umständen sind auch Zwischenwerte eingeschaltet, auch sind solche  $> 10$  oder  $< 0$  verwendet worden. Nach welchen Gesichtspunkten im einzelnen bei der schätzungsweise Ermittlung der Güteziffern verfahren wurde, ergibt sich aus dem Folgenden.

**b 1) Stärke der Bettung unter den Schwellen.**

Die Stärke $< 10$ cm	erhielt im Mittel	den Wert	9
«	«	10	«
«	«	15	«
«	«	$> 15$	«

**b 2) Stoff der Bettung.**

Die Statistik gibt nur an, ob Grubenkies oder Steinschlag verwendet ist, Angaben über die Art des Gesteines fehlen; solche sind aber für die zutreffende Beurteilung wichtig, denn Steinschlag aus weichem Gesteine kann schlechter sein, als Grubenkies.

Sand wurde eingesetzt	mit im Mittel	9
Grubenkies mit Sand gemischt	«	7
Grubenkies	«	5
Grubenkies und Steinschlag gemischt	«	3
Steinschlag	«	1

**b 3) Teilung der Schwellen.**

Der Abstand der Schwellen wird durch das mittlere Maß zwischen Mitten oder durch die Zahl der auf 1 km Gleis entfallenden Schwellen bestimmt. Für noch feinere Beurteilung wäre zu beachten, dass die Teilung der Schwellen eines gut durchgebildeten Oberbaues innerhalb der Schienenlänge wechselt, ferner, dass es nicht so sehr auf die Teilung der Schwellen, als auf ihr Verhältnis zum Achsstande der Fahrzeuge ankommt\*). Da indes auf den hier verglichenen Bahnen größtenteils gleichartige Fahrzeuge verkehren, fällt dieser Umstand wenig ins Gewicht.

Je enger die Schwellen liegen, desto geringer ist unter sonst gleichen Umständen die Beanspruchung aller Oberbauteile, besonders auch die Größe des durch Bewegung in Mitleidenschaft gezogenen Teiles der Bettung; andererseits wird die der Fäulnis ausgesetzte Zahl der Schwellen größer. Dieser Nachteil tritt

\*) Zeitschrift für Kleinbahnen, Juni 1911.

aber gegenüber dem Vorteile zurück, weil erfahrungsgemäß 80 bis 90<sup>o</sup>/<sub>100</sub> der Schwellen eher durch äußere Angriffe, als durch Fäulnis abgängig werden.

Nach Schubert\*) verhalten sich die Liegedauern frisch gestopfter Schwellen bei der

Teilung cm . . . . .	95,	75,	55,	36,	oder
Zahl auf 1 km Gleis . .	1050,	1330,	1820,	2800	
wie . . . . .	2	: 4	: 5	: 6.	

Nach Couard\*\*) schwankt die Liegedauer bei 1125 bis 1500 Schwellen auf 1 km Gleis zwischen 80 bis 110<sup>o</sup>/<sub>100</sub> der mittlern.

Nach diesen Erwägungen ist angenommen bei

< 1200 Schwellen auf 1 km die Güteziffer	9
1200 bis 1250	« 1 « « 7
1250 « 1300	« 1 « « 5
1300 « 1400	« 1 « « 3
> 1400	« 1 « « 1

b 4) Stoff der Schwellen.

Da bei den betrachteten Bahnen nur Holzschwellen und, mit einer Ausnahme, nur solche aus Nadelholz verwendet sind, bestehen die Unterschiede lediglich in dem Maße des Ersatzes der ungetränkten durch getränkte Schwellen, zumal überall dasselbe Tränkverfahren verwendet ist.

Bewertet wurde

Nadelholz, ungetränkt mit	9 bis 7
Eiche, « «	5
Nadelholz, getränkt «	3
Eiche, getränkt «	1

Der Größe des Anteiles der einen oder andern Gattung wird durch Einschaltung von Zwischenwerten Rechnung getragen. Mehrfache Versuchsrechnungen haben gezeigt, daß getränkte Nadelholzschwellen besser sind, also mit einer niedrigeren Güteziffer bewertet werden müssen als ungetränkte Eichenschwellen.

b 5) Gleisbogen.

Der Einfluß der Bogen äußert sich in stärkerer Abnutzung der Schienen des äußern Stranges, in der Notwendigkeit häufigerer Berichtigung der Gleislage, also des Umnagelns und Ersetzens der Schienen. Die Übelstände steigern sich mit Abnahme des Halbmessers.

Zum Maßstabe der Beurteilung wurde die anteilige Länge der Strecken in <sup>o</sup>/<sub>100</sub> gewählt, die in Bogen mit Halbmessern < 500 m liegen. Außerdem wurden noch der kleinste Halbmesser, die Länge der Bogen mit Halbmessern < 200 m und die anteilige Länge der geraden Strecken schätzungsweise berücksichtigt. Für Bogenstrecken mit Halbmessern < 500 m ist bei

< 20 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	der Länge die Güteziffer	1
20 bis 30 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« « « «	3
30 « 40 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« « « «	5
40 « 50 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« « « «	7
> 50 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« « « «	9

eingesetzt.

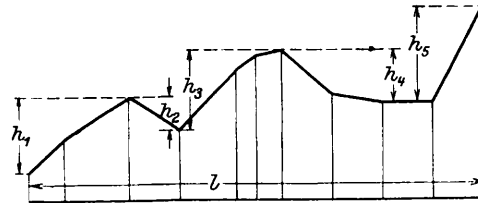
\*) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 1. Auflage, Band III.  
 \*\*) Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 2. Auflage, Teil V, Band II.

b 6) Neigungen.

Steile Neigungen bewirken starke Abnutzung der Schienen, Beanspruchung des Gleises durch Bremsen und Förderung des Wanderns der Schienen mit seinen Begleiterscheinungen. Bei eingleisigen Bahnen treten die Erscheinungen des Wanderns der Schienen nicht in dem Maße hervor wie bei zweigleisigen, wenn nicht der Verkehr einer Richtung erheblich überwiegt.

Als hauptsächliches Merkmal für die Bewertung hat die durchschnittliche Neigung gedient, daneben sind aber die größte Neigung und die anteilige Länge der wagerechten Strecken berücksichtigt worden. Die durchschnittliche Neigung ist ermittelt, indem alle Höhenunterschiede zwischen den höchsten und tiefsten Punkten nach dem Höhenplane zusammengezählt

Abb. 4.



durch die ganze Länge geteilt wurden. Nach Textabb. 4 ist die mittlere Neigung

$$n_m = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{l} = \frac{\sum(h)}{l} \text{ oder}$$

Gl. 5) . . . . .  $n_m^{o/100} = \frac{1000 \cdot \sum(h)}{l}$

Unter der Annahme, daß Neigungen < 4<sup>o</sup>/<sub>100</sub> unschädlich sind, ist die Güteziffer für die Neigung bei

$n_m < 4^{o/100}$	mit 1
« = 4 bis 7 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 3
« = 7 » 10 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 5
« = 10 « 12 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 7
« > 12 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 9

angesetzt.

b 7) Gleislänge.

Da die Kosten für 1 km Bahnlänge angegeben sind, müssen sie umso höher sein, je mehr Nebengleise vorhanden sind; diese werden aber weniger beansprucht als Hauptgleise, sie sind deshalb nur mit 67<sup>o</sup>/<sub>100</sub> ihrer Länge in Anrechnung gebracht. Dann ist die Güteziffer

bei dem Gleiszuschlage

< 5 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	mit 1
« « « 5 bis 10 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 3
« « « 10 « 15 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 5
« « « 15 « 20 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 7
« « « > 20 <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	« 9

angesetzt.

b 8) Bahnlänge.

Unter sonst gleichen Umständen wird die Erhaltung längerer Bahnen etwas billiger sein als die kürzerer, weil ein Teil der Kosten unabhängig von der Länge ist. Bewertet sind:

Bahnen von < 15 km Länge mit

9	»	»	»	»	»
»	»	15 bis 30	»	»	» 7
»	»	30 » 50	»	»	» 5
»	»	50 » 80	»	»	» 3
»	»	80 »	»	»	» 1

b 9) Kronenbreite.

Große Breite der Krone, also größere Masse der Bettung vor den Schwellenköpfen beeinflusst die Erhaltung günstig, weil dadurch die Lage der Schwellen, besonders in scharfen Bogen gegen seitliche Bewegung gesichert, auch das Eindringen von Feuchtigkeit von der Stirnseite etwas zurückgehalten wird. Die angewendete Staffelung ist mangels sicherer Anhaltspunkte willkürlich, nämlich bei

3,4 m Kronenbreite die Gütezziffer	1
3,3 » » » » »	3
3,2 » » » » »	5
3,1 » » » » »	7
3,0 » » » » »	9

III. e) Ermittlung der Gewichtszahlen.

Die Ermittlung der Gewichtszahlen bildet den Kern der Untersuchung, denn durch sie wird die Bedeutung der einzelnen Eigenschaften für das Ergebnis gekennzeichnet.

Nach den unter III a) erläuterten Grundsätzen sind die Gütezziffern für die einzelnen Eigenschaften der Bahnen ermittelt und in den Spalten 3 bis 11 der Zusammenstellung II zusammengetragen. + und - geben an, daß die Zahlen um eine halbe Einheit zu erhöhen oder zu erniedrigen sind.

Zur Begründung der Zahlenreihen in den Spalten 12 bis 17 der Zusammenstellung II diene folgendes.

Die Gütezziffern Z des ganzen Zuschlages, wie er aus den tatsächlichen Betriebskosten folgt, sind in Spalte 12 nach der

Zusammenstellung II.  
Ganze Kosten der Erhaltung des Oberbaues.

Nr.	Bahn	Gütezziffern für die einzelnen Eigenschaften									Gütezziffern des ganzen Zuschlages nach den wirklichen Ergebnissen	Kennzeichnung des ganzen Zuschlages				Größe zulässige Unterschreitung
		Bettungsstärke		Schwellenstofflage		Krümmungen	Neigungen	Gleislänge	Bahnlänge	Kronenbreite		nach den Einzelziffern der Spalten 3 bis 7	für alle Eigenschaften ohne Spalten 3 bis 7	nach den Einzelziffern der Spalten 8 bis 11	für alle Eigenschaften ohne Spalten 3 bis 11	
		ζ <sup>'b</sup>	ζ <sup>''b</sup>	ζ <sup>'s</sup>	ζ <sup>''s</sup>											
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	Netolitzer Lokalbahn . . . . .	3	1	7	3	1	3	3	9	7	4,4	2,5	6,3	5,8	6,4	
2	Čerčan-Modřan-Dobřich . . . . .	6	1	1	3	7	7	5	3	1	-0,4	3,2	-4,0	4,0	-6,0	-8,2
3	Melnik-Mscheno . . . . .	6	3	5	5	5	5	9	6	1	4,4	4,5	4,3	4,4	4,3	
4	Mscheno-Unter Cetno . . . . .	6	3	3	4	10	8+	1	8	1	2,7	4,8	0,6	5,1	-0,5	
5	Rakonitz-Petschau-Buchau . . . . .	6	3	5	4	6	5	3	1	9	1,2	4,3	-1,9	5,0	-3,6	-8,3
6	Brüx - Lobositzer Verbindungsbahn . . . . .	6	1	3	5+	7	5	3	6	1	4,2	4,2	4,2	4,0	4,2	
7	Strakonitz-Blatna-Březnitz . . . . .	3	5	4	4	7	7	1	2	9	2,7	4,7	0,7	5,6	-0,5	
8	Rakonitz-Mlatz . . . . .	6	3	2	4	6	6	1	5	9	5,5	4,2	6,8	6,0	7,0	
9	Brandeis a. E.-Neratowitz . . . . .	5	3	2	5	1	1	9	8	0	21,8	3,7	39,9	3,3	49,0	
10	Chrudim-Holitz . . . . .	6	3	2	9	4	2	3	3	1	7,8	5,5	10,1	2,1	12,1	
11	Stankau-Ronsperg . . . . .	3	3	6+	7	6	1	4	8	9	2,1	5,0	-0,8	5,8	-2,5	
12	Tirschnitz-Wildstein-Schönbach . . . . .	3	5	4+	6	6	6	5	7	9	7,5	5,2	9,8	7,0	10,5	
13	Raudnitz-Hospozin . . . . .	6	5	2	4	3	4	3	6	1	0	4,1	-4,1	3,5	-6,0	-8,1
14	Kolin-Cerčan-Kácow . . . . .	6	5	2	5	5	3+	7	2	1	5,3	4,8	5,8	2,8	4,0	
15	Neuhof-Weseritz . . . . .	6	1	9	5	8	10	3	7	9	10	5	15,0	8,0	16,8	
16	Hinter Treban - Lochowitz . . . . .	6	5	2-	5	4	8+	5	7	1	31	4,6	57,4	5,5	70,4	
17	Laun-Libochowitz . . . . .	6	1	1	6	2-	1	1	8	1	10	3,3	13,4	2,8	16,0	
18	Karlsbad-Merkelsgrün . . . . .	3	1	4	7	8	7	8	9	3	4,7	4,7	4,7	6,4	4,3	
19	Nixdorf-Rumburg-Schönlinde . . . . .	6	1	3	8	9	8+	6	7	1	8,6	5,4	11,8	5,6	13,4	
20	Kaadner Lokalbahnen . . . . .	3	3	1	7	6-	8	4+	6	9	10	4,6	15,4	7,4	17,4	
21	Tabor Bechin . . . . .	6	1	2	9	2	9	3	7	1	7,3	4,3	10,3	5,2	11,6	
22	Böhm. Leipa-Steinschönau . . . . .	0	3	0	7	11	11	5	7	4	27,3	4,8	49,8	7,3	60,4	
23	Schweissing-Haid . . . . .	3	1	1	8	8	4-	1	8+	1	7,2	4,8	9,6	3,8	11,0	
24	Swetla-Ledeč-Kácow . . . . .	3	1	1	9	9	2	1	4	1	7,8	5,3	10,3	2,0	12,4	
25	Polna Stecken-Polna Stadt . . . . .	5	5	8	9	9	6+	6-	10	-1	5,3	7,2	3,4	5,3	2,9	

im Abschnitte III b gegebenen Anweisung festgesetzt.

Durch die in den Spalten 3 bis 11 angegebenen Gütezziffern wird nur ein Teil aller in Betracht kommenden Eigenschaften zahlenmäßig erfasst, einige Eigenschaften bleiben über, die nach den vorhandenen Unterlagen nicht beurteilt werden können; diese werden zusammen durch die Gütezziffer ζ<sub>r</sub> gekennzeichnet.

p und ζ werden gemäß dem Kopfe von Zusammenstellung II

mit den Anfangsbuchstaben der Eigenschaften als Fußzeichen versehen, um auf diese erkennbar hinzuweisen, wobei r für den zusammen gefassten Rest gilt.

Gl. 4) liefert nun mit den Tafelwerten den Satz von Gleichungen der Bildung

$$\text{Gl. 6) } p'_b \cdot \zeta'_b + p''_b \cdot \zeta''_b + p'_s \cdot \zeta'_s + p''_s \cdot \zeta''_s + p_k \cdot \zeta_k + p_n \cdot \zeta_n + p_g \cdot \zeta_g + p_l \cdot \zeta_l + p_c \cdot \zeta_c + p_r \cdot \zeta_r = 100\%$$

und Gl. 3)

Gl. 7)  $p'_b + p''_b + p'_s + p''_s + p_k + p_n + p_g + p_l + p_c + p_r = 100$ .

Wären auch die Werte  $\zeta_r$  bekannt, oder könnten sie unmittelbar geschätzt werden, so brauchte man nur nach Zusammenstellung II neun Gleichungen 6) aufzustellen, um damit und mit Gl. 7) die unbekanntes Gewichtszahlen zu berechnen. Da die  $\zeta_r$  aber nicht bekannt sind, so sind immer mehr Unbekannte als Gleichungen vorhanden: daher wurden die fehlenden  $\zeta_r$  durch Schätzung und Rechnung mittelbar bestimmt. Da das Auflösen einer Gleichung mit zehn Unbekannten schon an sich sehr umständlich ist, außerdem aber sehr viele Versuchsrechnungen zu machen sind, soll die Durchführung schrittweise erfolgen, indem zunächst nur die den Spalten 3 bis 7 entsprechenden Gewichtszahlen ermittelt werden; alle dann verbleibenden unberücksichtigten Eigenschaften sollen zusammengefasst das Gewicht  $x$  und die Gütezeit  $\zeta_x$  haben.

Zu den  $\zeta_x$  gelangt man auf einem Umwege. Die fünf Eigenschaften der Spalten 3 bis 7 können zusammen durch eine einzige Gütezeit  $z$  gekennzeichnet werden: diese ist als geschätzter Durchschnittswert der Einzelziffern  $\zeta'_b, \zeta''_b, \zeta'_s, \zeta''_s$  und  $\zeta_k$  bestimmt worden. Wenn nun diese  $z$  bei richtiger Schätzung von den bezüglichen  $Z$  abweichen, so ist der Grund in den übrigen, nicht berücksichtigten Eigenschaften zu suchen.

Wenn beispielsweise für Nr. 11 der Zusammenstellung II aus den Spalten 3 bis 7 durchschnittlich  $z = 5$  geschätzt wird, während die ganze Gütezeit  $Z = 2,1$  ist, so müssen die nicht berücksichtigten Eigenschaften besonders günstig sein, um trotz des mittelhohen  $z$  das Ergebnis weit unter den Mittelwert herabzudrücken.

Allgemein kann man diesen Zusammenhang folgendermaßen festlegen. Haben die nicht berücksichtigten Eigenschaften zusammen das Gewicht  $x$ , so bleibt für die durch die Wertigkeit  $z$  zusammengefassten Eigenschaften der Spalten 3 bis 7 das Gewicht  $(100 - x)$ , und es muß nach Gl. 4) sein

$$z(100 - x) + \zeta_x \cdot x = 100 Z, \text{ woraus folgt:}$$

Gl. 8) 
$$\zeta_x = \frac{100(Z - z) + z \cdot x}{x}$$

Mit dieser Formel sind nach Schätzung der  $z$  und Wahl des festen Wertes  $x$  die Zahlen der Spalte 14 berechnet.

Bezüglich der Größe  $x$  und der Werte  $z$  ist man auf Annahmen angewiesen; der Willkür sind dabei aber Grenzen gezogen, denn die nach den angenommenen oder geschätzten Zahlenwerten berechneten  $\zeta_x$  und die weiter ermittelten Gewichtszahlen  $p$  müssen nachstehenden Bedingungen genügen.

1. Keine Gewichtszahl kann  $< 0$  werden.
2. Keine der Gütezeitern  $< 0$  kann der Zahl nach größer sein, als der zugehörigen Höhe der U-Linie in Textabb. 2 entspricht, denn im besten Falle kann eine Eigenschaft so günstig liegen, daß sie keine Erhaltungskosten verursacht. Die Höhe wird dann  $= 0$ . Um diese Bedingung 2) besser verfolgen zu können sind in Spalte 17 die größten danach möglichen Werte  $< 0$  verzeichnet.

3. Die aus verschiedenen Gruppen von Gleichungen berechneten Gewichtszahlen  $p$  müssen übereinstimmen, was tatsächlich nur annähernd zu erreichen ist.

Diesen durch Schlussfolgerung gefundenen Bedingungen sind aus tatsächlichen Erwägungen die folgenden hinzugefügt.

4. Die  $z$  sollen innerhalb der Grenzen gewählt werden, die sich ergeben, wenn man entweder das Mittel aus den  $\zeta$  nimmt, also  $z = (\zeta'_b + \zeta''_b + \zeta'_s + \zeta''_s + \zeta_k) : 5$ , oder eine oder höchstens zwei der Gütezeitern doppelt anrechnet.

5. Dabei ist der Wert von  $z$  als der wahrscheinlichste anzusehen, der innerhalb der gegebenen Grenzen dem zugehörigen Werte von  $Z$  am nächsten kommt. Hiernach folgen beispielsweise für die Bahn Nr. 10 als Grenzen  $(6 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 9 + 4) : 7 = 4,1$  und  $(6 + 3 + 2 + 2 \cdot 9 + 4) : 6 = 5,5$ ; angenommen ist  $z = 5,5$ .

Für die Wahl des Zahlenwertes für  $x$  werden mit Rücksicht auf die Bedingung 2) die Bahnen Nr. 2, 5 und 13 maßgebend sein. Aus Gl. 8 findet man

Gl. 9) 
$$x = 100 \cdot (Z - z) : (\zeta_x - z)$$

Für Nr. 2 ergibt sich mit  $z = 3,2$  und  $\zeta_{xkl} = -8,2$

$$x \geq 100 \cdot \frac{-0,4 - 3,2}{-8,2 - 3,2} > 31,6:$$

aus Nr. 5 und Nr. 13 je  $x \geq 40$ .

Bei den Bahnen Nr. 2, 5 und 13 haben einige der nicht im Einzelnen berücksichtigten Eigenschaften Gütezeitern  $\zeta > 0$ , wie man aus den Spalten 8 bis 11 ersehen kann. Würde mit  $x = 40$  gerechnet, so müßten sich für die dann noch verbleibenden, unbekanntes Eigenschaften negative Gütezeitern ergeben, die über die in Spalte 17 angegebenen Grenzen hinausgehen. Da dies nicht zulässig ist, muß  $x > 40$  sein. Für einen höhern Wert von  $x$  spricht auch der Umstand, daß sich sonst einige außergewöhnlich hohe und überdies verhältnismäßig viele  $\zeta_x < 0$  ergeben würden. Deshalb ist  $x = 50$  angenommen worden. Gl. 8) geht dann über in

Gl. 10) 
$$\zeta_x = 2Z - z$$

Gl. 7 und 6) in

Gl. 11) 
$$p'_b + p''_b + p'_s + p''_s + k = 50$$

Gl. 12) 
$$\zeta'_b \cdot p'_b + \zeta''_b \cdot p''_b + \zeta'_s \cdot p'_s + \zeta''_s \cdot p''_s + \zeta_k \cdot p_k + 50 \zeta_x = 100 Z$$

Gl. 12) gibt die allgemein gültige Grundform, die auch dann verwendet werden kann, wenn die  $\zeta_x$  nicht, wie hier, errechnet, sondern auf Grund genauere Kenntnis aller in Betracht kommenden Umstände unmittelbar geschätzt werden. Aus Gl. 10) und 12) folgt hier die einfachere Grundform

Gl. 13) 
$$\zeta'_b \cdot p'_b + \zeta''_b \cdot p''_b + \zeta'_s \cdot p'_s + \zeta''_s \cdot p''_s + \zeta_k \cdot p_k = 50 z$$

Nun kann man mit den Zahlen der Zusammenstellung II (Gruppen von Gleichungen wie Gl. 13) bilden, aus denen die Gewichtszahlen unabhängig von einander zu berechnen sind. Um zu möglichst brauchbaren Ergebnissen zu gelangen, sind hierbei folgende Erwägungen berücksichtigt.

Gl. 12) zeigt, daß der Ausfall der Berechnungen von der richtigen Wahl der Wertigkeitzahlen  $\zeta_x$  entscheidend beeinflusst wird; diese hängen wieder von den Größen  $z$  und  $x$  ab, die wenigstens teilweise auf Schätzung beruhen. Aus Gl. 8) ist aber ersichtlich, daß der Einfluss von  $x$  mit dem Unterschiede  $Z - z$  sinkt; ist  $z = Z$ , so wird  $\zeta_x = z$ , dann scheidet der Einfluss von  $x$  ganz aus, und überdies spricht die Übereinstimmung von  $z$  und  $Z$  für die größere Wahrscheinlichkeit einer richtigen Schätzung. Daraus geht hervor, daß die Bahnen der Zusammenstellung II die zuverlässigsten Ergebnisse liefern müssen, bei denen die  $Z$  und  $z$  am wenigsten von einander

abweichen. Deshalb ist die erste Gruppe von Gleichungen aus den am besten übereinstimmenden Zahlenreihen für die Bahnen Nr. 3, 6, 14 und 18 gebildet worden. Als fünfte Gleichung kam hier, wie in allen folgenden Fällen, die Grundgleichung 11) hinzu. Mit den aus dieser ersten Gruppe von Gleichungen berechneten Gewichtszahlen sind nun mittels der Zahlenreihen von Spalte 3 bis 7 die übrigen erstmalig geschätzten  $z$ , und danach die  $\zeta_x$  bis zur Erzielung tunlicher Übereinstimmung abgeändert worden, soweit die oben angegebenen einschränkenden Bedingungen dies zuließen. Ohne diese Einschränkungen wäre dieser Vorgang unzulässig und wertlos, weil er nichts anderes bedeutet hätte, als eine gewaltsame Änderung der Grundlagen, die zu dem im Voraus festgelegten Rechnungsergebnisse führen mußte. Die Durchführung war umständlich, bot im Grunde jedoch keine Schwierigkeit.

Danach ergaben sich mit immer abnehmender Übereinstimmung von  $Z$  und  $z$  die folgenden sechs Gruppen von Gleichungen, bei denen der Vereinfachung und größern Übersichtlichkeit wegen statt der Größen  $p$  mit entsprechenden Zeigern diese Zeiger selbst gesetzt wurden; also bedeutet in den Gleichungen  $5s''$  beispielsweise  $5p''_s$ .

Erste Gruppe

nach Nr. 3  $6b' + 3b'' + 5s' + 5s'' + 5k = 225$   
 » » 6  $6b' + b'' + 3s' + 5s'' + 7k = 210$   
 » » 14  $6b' + 5b'' + 2s' + 5s'' + 5k = 240$   
 » » 18  $3b' + b'' + 4s' + 7s'' + 8k = 235$   
 » Gl. 11)  $b' + b'' + s' + s'' + k = 50$ .  
 Ergebnis:  $p'_b = 4,73$ ;  $p''_b = 14,87$ ;  $p'_s = 4,91$ ;  $p''_s = 17,61$ ;  
 $p_k = 7,88$ .

Zweite Gruppe

nach Nr. 1  $3b' + b'' + 7s' + 3s'' + k = 125$   
 » » 8  $6b' + 3b'' + 2s' + 4s'' + 6k = 210$   
 » » 23  $3b' + b'' + s' + 8s'' + 8k = 240$   
 » » 24  $3b' + b'' + s' + 9s'' + 9k = 265$   
 » Gl. 11)  $b' + b'' + s' + s'' + k = 50$ .  
 Ergebnis:  $p'_b = 7,50$ ;  $p''_b = 13,00$ ;  $p'_s = 4,50$ ;  $p''_s = 16,50$ ;  
 $p_k = 8,50$ .

Dritte Gruppe

nach Nr. 2  $6b' + b'' + s' + 3s'' + 7k = 160$   
 » » 4  $6b' + 3b'' + 3s' + 4s'' + 10k = 240$   
 » » 7  $3b' + 5b'' + 4s' + 4s'' + 7k = 235$   
 » » 10  $6b' + 3b'' + 2s' + 9s'' + 4k = 275$   
 » Gl. 11)  $b' + b'' + s' + s'' + k = 50$ .  
 Ergebnis:  $p'_b = 5,36$ ;  $p''_b = 15,83$ ;  $p'_s = 3,36$ ;  $p''_s = 17,36$ ;  
 $p_k = 8,08$ .

Vierte Gruppe

nach Nr. 5  $6b' + 3b'' + 5s' + 4s'' + 6k = 215$   
 » » 9  $5b' + 3b'' + 2s' + 5s'' + k = 175$   
 » » 12  $3b' + 5b'' + 4s' + 6s'' + 6k = 260$   
 » » 17  $6b' + b'' + s' + 6s'' + 2k = 165$   
 » Gl. 11)  $b' + b'' + s' + s'' + k = 50$ .  
 Ergebnis:  $p'_b = 4,71$ ;  $p''_b = 9,75$ ;  $p'_s = 15,50$ ;  $p''_s = 17,79$ ;  
 $p_k = 2,25$ .

Fünfte Gruppe

nach Nr. 13  $6b' + 5b'' + 2s' + 4s'' + 3k = 205$   
 » » 16  $6b' + 5b'' + 2s' + 5s'' + 4k = 230$

nach Nr. 19  $6b' + b'' + 3s' + 8s'' + 9k = 270$   
 » » 20  $3b' + 3b'' + s' + 7s'' + 6k = 230$   
 » Gl. 11)  $b' + b'' + s' + s'' + k = 50$ .  
 Ergebnis:  $p'_b = 5,37$ ;  $p''_b = 12,42$ ;  $p'_s = 7,20$ ;  $p''_s = 21,30$ ;  
 $p_k = 3,70$ .

Sechste Gruppe

nach Nr. 15  $6b' + b'' + 9s' + 5s'' + 8k = 250$   
 » » 21  $6b' + b'' + 2s' + 9s'' + 2k = 215$   
 » » 22  $3b'' + 7s'' + 11k = 240$   
 » » 25  $5b' + 5b'' + 8s' + 9s'' + 9k = 360$   
 » Gl. 11)  $b' + b'' + s' + s'' + k = 50$ .  
 Ergebnis:  $p'_b = 7,01$ ;  $p''_b = 14,06$ ;  $p'_s = 5,70$ ;  $p''_s = 14,43$ ;  
 $p_k = 8,80$ .

Zur Ermittlung der weiteren Gewichtszahlen für die Eigenschaften der Spalten 8, 9, 10 und 11 ist das bisherige Verfahren sinngemäß weiter angewendet. Kennzeichnet man diese vier Eigenschaften zusammengenommen durch die Gesamtwertigkeit  $z'$ , so verbleibt noch immer eine Anzahl nicht im einzelnen bewerteter Eigenschaften, denen zusammen die Wertigkeitzahl  $\zeta'_x$  und das Gewicht  $x'$  zukommen soll. Zwischen den Größen  $z$ ,  $z'$ ,  $x'$  und  $\zeta'_x$  besteht ein ähnlicher Zusammenhang wie oben zwischen  $Z$ ,  $z$ ,  $x$  und  $\zeta_x$ , und zwar entsprechen einander  $z$  und  $z'$ ,  $x$  und  $x'$ ,  $\zeta_x$  und  $\zeta'_x$ . Es besteht die Beziehung

$$z' (50 - x') + x' \zeta'_x = 50 \zeta_x,$$

woraus man nach Gl. 8) findet

Gl. 14) . . .  $\zeta'_x = \frac{50(\zeta_x - z') + z' x'}{x'}$  und

Gl. 15) . . .  $x' = 50 \cdot \frac{\zeta_x - z'}{\zeta'_x - z'}$ .

Wie oben die  $z$ , sind nun die  $z'$  als zusammenfassende Wertigkeitzahlen der Eigenschaftengruppe Spalte 8 bis 11 geschätzt worden, ebenso ist unter denselben einschränkenden Bedingungen  $x'$  zu bestimmen. Mit Gl. 15) erhält man nach Nr. 2  $x' > 50 \cdot (-4,0 - 4,5) : (-8,2 - 4,5) > 33,5$

» » 5  $x' > 25,2$

» » 13  $x' > 32,8$ .

Wieder wird man zur Vermeidung unwahrscheinlich hoher Werte der  $\zeta'_x$  über den Grenzwert 33,5 hinausgehen müssen. Nimmt man als Höchstwert  $\zeta'_x = 60$  an und sieht man von Nr. 16 ab, bei der wahrscheinlich ein Schätzungsfehler vorliegt, so bleibt Nr. 2 maßgebend, woraus sich

$$x' = 50 \cdot (49,8 - 7,2) : (60 - 7,2) = 40,4 \text{ folgt.}$$

Mit  $x' = 40$  erhält man nunmehr aus Gl. 14)

Gl. 16) . . .  $\zeta'_x = (5\zeta_x - z') : 4$ , ferner

Gl. 17)  $\zeta_n \cdot p_n + \zeta_g \cdot p_g + \zeta_l \cdot p_l + \zeta_c \cdot p_c = 10z'$  und

Gl. 18)  $p_n + p_g + p_l + p_c = 10$ .

Nach den bisher gegebenen Richtlinien sind jetzt mit Gl. 17) und 18) neue Gruppen von Gleichungen aufgestellt und gelöst, wobei die Reihen als die besten anzusehen waren, deren Werte von  $\zeta_x$  und  $z'$  ganz oder am nächsten übereinstimmten.

Erste Gruppe

nach Nr. 1  $3n + 3g + 9l + 7c = 58$   
 » » 3  $5n + 9g + 6l + c = 44$   
 » » 6  $5n + 3g + 6l + c = 40$   
 » Gl. 18)  $n + g + l + c = 10$ .  
 Ergebnis:  $p_n = 3,70$ ;  $p_g = 0,67$ ;  $p_l = 2,77$ ;  $p_c = 2,86$ .

Zweite Gruppe

nach Nr. 8.  $6n + g + 5l + 9c = 60$

> > 14  $3n + 7g + 2l + c = 28$

> > 25  $6n + 6g + 10l - c = 53$

> Gl. 18)  $n + g + l + c = 10.$

Ergebnis:  $p_n = 2,36; p_g = 1,58; p_l = 2,55; p_c = 3,51.$

Dritte Gruppe

nach Nr. 12  $6n + 5g + 7l + 9c = 70$

> > 18  $7n + 8g + 9l + 3c = 64$

> > 21  $9n + 3g + 7l + c = 52$

> Gl. 18)  $n + g + l + c = 10.$

Ergebnis:  $p_n = 3,12; p_g = 1,49; p_l = 2,34; p_c = 3,05.$

Vierte Gruppe

nach Nr. 4  $8n + g + 8l + c = 51$

> > 7  $7n + g + 2l + 9c = 56$

> > 11  $n + 4g + 8l + 9c = 58$

> Gl. 18)  $n + g + l + c = 10.$

Ergebnis:  $p_n = 3,10; p_g = 0,86; p_l = 2,99; p_c = 3,06.$

Fünfte Gruppe

nach Nr. 2  $7n + 5g + 3l + c = 40$

> > 5  $5n + 3g + l + 9c = 50$

> > 13  $4n + 3g + 6l + c = 35$

> Gl. 18)  $n + g + l + c = 10.$

Ergebnis:  $p_n = 3,50; p_g = 1,00; p_l = 2,50; p_c = 3,00.$

Sechste Gruppe

nach Nr. 10  $2n + 3g + 3l + c = 21$

> > 15  $10n + 3g + 7l + 9c = 80$

> > 23  $4n + g + 8l + c = 38$

> Gl. 18)  $n + g + l + c = 10.$

Ergebnis:  $p_n = 2,88; p_g = 1,19; p_l = 2,87; p_c = 3,06.$

Zusammenstellung III enthält die Ergebnisse.

Zusammenstellung III.

Bezeichnung	Gewichtszahlen								
	P' <sub>b</sub>	P'' <sub>b</sub>	P' <sub>s</sub>	P'' <sub>s</sub>	P <sub>k</sub>	P <sub>e</sub>	P <sub>g</sub>	P <sub>l</sub>	P <sub>c</sub>
Reihe I . . .	4,73	14,87	4,91	17,61	7,88	3,70	0,67	2,77	2,86
" II . . .	7,50	13,00	4,50	16,50	8,50	2,36	1,58	2,55	3,51
" III . . .	5,36	15,83	3,36	17,36	8,08	3,12	1,49	2,34	3,05
" IV . . .	4,71	(9,75)	(15,50)	17,79	(2,25)	3,10	0,86	2,99	3,06
" V . . .	5,37	12,42	7,20	(21,30)	(3,70)	3,50	1,00	2,50	3,00
" VI . . .	7,01	14,06	5,70	14,43	8,80	2,88	1,19	2,87	3,06
Mittel . . .	5,78	13,32	6,86	17,50	6,54	3,11	1,13	2,67	3,18
Mittel aus dem 3. u. 4. Werte der Größen- ordnung . . .	5,37	13,53	5,31	17,48	7,98	3,11	1,10	2,66	3,06

Die Reihen der Zusammenstellung III entsprechen nicht bestimmten Gruppen von Gleichungen; so ist Reihe II für die

ersten fünf Gewichtszahlen aus Nr. 1, 8, 23 und 24, für die übrigen vier aus Nr. 8, 14 und 25 gebildet. Wegen des verschiedenen Wertes der Gruppenergebnisse dürfen nicht einfach die gemittelten Zahlen als Endwerte beibehalten werden. Den aus Gruppe I und demnächst aus Gruppe II gewonnenen Zahlen muß das größte Gewicht für die Ermittlung der wahrscheinlichsten Werte beigemessen werden, die zu weit vom Durchschnitt abliegenden, die in Zusammenstellung III eingeklammert sind, werden, als wahrscheinlich auf fehlerhafter Annahme beruhend, zweckmäßig gar nicht berücksichtigt.

Man könnte jetzt die wahrscheinlichsten Werte der p nach den Regeln der Ausgleichrechnung bestimmen, wenn sich für die Gewichte der Einzelergebnisse ein zahlenmäßiger Anhalt böte, man kann aber nur sagen, daß die Reihe I wahrscheinlich die besten und jede weitere weniger zuverlässige Zahlen enthält. Als Ersatz der wahrscheinlichsten Werte ist je das Mittel aus den beiden Werten hinzugefügt, die in der Größenordnung der Spalte die dritte und vierte Stelle einnehmen. \*)

Unter Benutzung der Reihe I und in Anlehnung an die letzteren Mittel sind nun die folgenden in % angegebenen runden Zahlen endgültig als die wahrscheinlichsten Gewichte der verschiedenen Eigenschaften angenommen worden.

Schwellenstoff p'' <sub>s</sub> . . . 18 %	Neigungen p <sub>n</sub> . . . 3 %
Bettungstoff p'' <sub>b</sub> . . . 14 %	Kronenbreite p <sub>c</sub> . . . 3 %
Krümmungen p <sub>k</sub> . . . 8 %	Bahnlänge p <sub>l</sub> . . . 3 %
Bettungstärke p' <sub>b</sub> . . . 5 %	Gleislänge p <sub>g</sub> . . . 1 %
Schwellenteilung p' <sub>s</sub> . . . 5 %	

Diese Aufstellung lehrt, daß die Beschaffenheit des Schwellenstoffes von der größten Bedeutung für die Höhe der Kosten der Erhaltung ist; danach folgen Beschaffenheit der Bettung und in größerm Abstände die Krümmungen, während die Neigungen erst an sechster Stelle stehen. Dieser letzte Umstand darf aber nur dahin ausgelegt werden, daß steile Neigungen bei Neben- und Klein-Bahnen von geringerer Bedeutung sind, weil die eingleisige Anlage den Nachteilen des Wanderns entgegen wirkt. Die ermittelten Gewichtszahlen geben zum erstenmale einen zahlenmäßig bestimmten Anhalt zur Beurteilung der Wichtigkeit der einzelnen Umstände für das Gefüge des Oberbaues; bislang war man auf gefühlsmäßiges Urteilen angewiesen.

Die übrigen nicht im einzelnen behandelten Eigenschaften haben zusammen das Gewicht 40. Diese Zahl weiter zu zergliedern wäre eine dankbare, aber mit den bisherigen Unterlagen noch nicht durchführbare Aufgabe. Wie das Verfahren weiter auszubauen wäre, und welche Nutzenwendungen zu ziehen sind, wird später erörtert werden.

\*) „Medianwerte“.

(Schluß folgt.)

**Das Eisenbahnwesen auf der Baltischen Ausstellung in Malmö 1914. \*)**

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 13 auf Tafel 24.

(Schluß von Seite 128.)

**B) II. Elektrische Lokomotiven.**

2 B 2-Schnellzug-Lokomotive für die Strecke Kiruna-Reichsgrenze (Abb. 1 und 2, Taf. 24). Sie hat, wie die für die

selbe Strecke beschaffte, jedoch nicht ausgestellte 1 C + C 1-Lokomotive für Erzzüge hoch liegende Triebmaschine für Einwellen-Wechselstrom, deren Leistung mit langen um 90° ver-

\*) Katalog für die Sonderausstellung der Königl. Schwedischen Staatseisenbahnen: Baltische Ausstellung in Malmö 1914; Die Lokomotive, September 1915, Nr. 9, S. 181. Beide Quellen mit Abbildungen.

setzten Triebstangen auf eine Blindwelle, und von hier mit Kuppelstangen auf die Triebachsen übertragen wird. Die Triebmaschine leistet bei 170 Drehungen in der Minute und 16 000 V Spannung im Fahrdrahte 1000 PS. Die Hauptabmessungen sind:

Durchmesser der Triebräder . . . . .	1575 mm
» » Laufräder . . . . .	970 »
Achsstand der Drehgestelle . . . . .	2000 »
Fester Achsstand . . . . .	2900 »
Ganzer » . . . . .	10100 »
Länge zwischen den Stofsflächen . . . . .	14050 »
Zugkraft . . . . .	5,5 t
Triebachslast . . . . .	30,0 »
Gewicht im Ganzen . . . . .	82,0 »
Größte Geschwindigkeit . . . . .	100 km/St.

### B) III. Wagen.

#### III. a) Wagen für Fahrgäste.

Neben einem nur in verkleinerter Nachbildung wiedergegebenen Drehgestellschlafwagen I. und II. Klasse waren folgende Fahrzeuge in wirklicher Gröfse ausgestellt und durch beiliegende Zeichnungen erläutert.

a. 1) Vierachsiger Drehgestell-Schlafwagen I. und II. Klasse (Abb. 3 und 4, Taf. 24). Er entspricht in der innern Ausstattung den zwischen Berlin und Stockholm verkehrenden Schlafwagen, die nach den Umrisslinien der preussisch-hessischen Staatsbahnen gebaut sind. Die Wagen dieser Gattung dienen jedoch nur für Inlandverkehr und sind daher möglichst leicht, einfach und billig gebaut. Der Wagen enthält 2 Waschräume, 11 Halbabteile, darin 11 Schlafplätze I. oder 22 Schlafplätze II. Klasse; er ist 21,0 m lang, 3,15 m breit und wiegt 38,7 t. Die Endbühnen sind offen, das Dach ist hochgewölbt und ohne Lüftaufbau. Die Anordnung der Schlaflager ist gegen die bisherigen Ausführungen geändert, die gepolsterte Sitzbank und die aufklappbare Rückenlehne dienen nicht unmittelbar als Schlafmatten; diese werden besonders unter dem Sitze aufbewahrt und erst bei Bedarf auf die Lagerstätten gelegt. Die Drehgestelle haben Aufsrahmen und doppelte Abfederung. Der Kasten ist ausen mit Teakholz bekleidet.

a. 2) Vierachsiger Speisewagen mit zwei Speiseräumen, geschlossenen Vorbauten mit Übergangbrücken und Faltenbälgen. (Abb. 5, Taf. 24.) Die Speiseräume enthalten 4 und 6 Tische, an denen je vier Gäste bequem Platz finden, da der Wagen mit 3,15 m Breite dem breitem schwedischen Lichtraume angepaßt ist. Neben einem Seitengange liegen die Wirtschaftsräume, Anrichte, Küche und Vorratraum, die die halbe Wagenlänge beanspruchen. Die beiden Kochherde sind gegen die Wände und das Dach mit Blech und Asbest gut abgeschlossen. Ein Hochbehälter im Oberlichtaufbaue liefert kaltes, ein Warmwasserbehälter hinter den Kochherden vorgewärmtes Wasser. Der Wagen ist zwischen den Stofsflächen 21,3 m lang und wiegt mit 500 l Wasser und 1,3 t Vorräten unbesetzt 40,5 t.

a. 3) Vierachsiger Drehgestellwagen I. und II. Klasse der Regelbauart für Schnellzüge mit Oberlichtaufbau und offenen Endbühnen (Abb. 6 und 7, Taf. 24). Der Wagenkasten

ist 15,6 m lang, 3,15 m breit und enthält nur sechs geräumige Abteile an einem Seitengange nebst zwei Waschräumen an den Wagenenden, an die sich offene Vorbauten schliessen. Das Eigengewicht beträgt nur 30 t, der Abstand der Drehzapfen 14,1, der Achsstand der Drehgestelle 2,1 m.

a. 4) Vierachsiger Durchgangswagen III. Klasse mit neun Abteilen zu je acht Sitzplätzen, zwei Aborten und Seitengang. (Abb. 8, Taf. 24.) Der äufsere Aufbau mit offenen Endbühnen und Oberlichtaufsatz entspricht der Ausführung unter a. 3). Die Abmessungen sind dieselben, das Eigengewicht ist auf 29 t herabgesetzt.

a. 5) Vierachsiger Schlafwagen III. Klasse (Abb. 9, Taf. 24.)\* Diese neuere Ausführung enthält 15 Halbabteile zu je drei Schlafplätzen im Gegensatze zu den ersten Fahrzeugen dieser Art mit ganzen Abteilen zu je sechs Schlafplätzen. Am Tage kann der Wagen mit 60 Fahrgästen besetzt werden. Das oberste Schlaflager wird nicht, wie bei der ersten Ausführung, auf dem aufgeklappten Gepäcknetze, sondern auf einem Polsterrahmen hergerichtet, der gegen die Zwischenwand niederzuklappen ist. Die Frischluft wird durch die Bewegung des Zuges in Kanäle unter dem Fußboden eingeprefst und durch Bodenklappen vor den Heizkörper geleitet. Der Wärmeregler ist derart mit den Luftklappen verbunden, dafs sie bei der Hebelstellung «warm» vollständig geschlossen, bei «kalt» ganz geöffnet sind; die Mittelstellung gestattet, einen Teil der Luft vorzuwärmen, bevor sie durch die Klappen in die Abteile gelangt. Die verbrauchte Luft wird in der üblichen Weise durch Saugstutzen an der Wagendecke entfernt. In allen Abteilen befinden sich Waschräume, so dafs ein Abortraum genügt. Der Wagen ist zwischen den Stofsflächen 22 m lang, er wiegt mit gefüllten Wasserbehältern 37,7 t.

a. 6) Zweiachsiger Wagen III. Klasse für Vorortzüge. Die als freie Lenkachsen ausgebildeten Achsen haben 9,0 m Achsstand. Der Wagen enthält zwei Abteile mit zusammen 59 Sitzplätzen, einen Abort und kleinen Gepäckraum. Er ist zwischen den Stofsflächen 14,25 m lang und wiegt 16,0 t.

#### III. b) Güterwagen.

b. 1) Zweiachsiger Kühlwagen mit 10 t Tragfähigkeit und 27 cbm Laderaum. Die Wände sind aus Holz, getränktem Papiere und Korkmasse in dünnen Schichten zusammengesetzt. Die Seitentüren sind doppelt, ausen Schiebe-, innen Dreh-Türen. Die ersteren können mit Spannschrauben fest gegen den Rahmen geprefst werden. Innen sind an den Stirnwänden je zwei Eisbehälter befestigt, deren Kühlfläche durch aufgesetzte Blechrippen vergrößert ist. Eine unten und oben offene Querwand vor den Behältern fördert den Umlauf der Luft im Wagen; die warme Luft geht oben zu den Kühlbehältern, sinkt mit der Abkühlung nach unten und tritt durch die untere Öffnung in den Wagen zurück. Die Eisfüllung wiegt 1,1 t, der Wagen ohne sie 15,5 t.

b. 2) Vierachsiger Kieswagen für Boden- und Seiten-Entleerung, mit Drehgestellen amerikanischer Bauart. Im Boden befindet sich eine rinnenförmige Vertiefung mit zwei in der Mitte zu öffnenden Klappen, die mit Ketten und Schrauben-

\*) Organ 1911, S. 328.



radgetriebe in verschiedene Lagen für die Bekiesung der Strecke zwischen den Schienen eingestellt werden können. In der Mitte der Langseiten liegen je drei um wagerechte Gelenke pendelnde Seitenklappen zwischen Rungen aus **L**-Eisen. Sie werden durch ähnliche Vorrichtungen, wie die Bodenklappen, von der Stirn aus betätigt. Nach Bedecken der Bodenrinnen und Senkrechtstellen der sonst geneigten Stirnwände dient das Fahrzeug als gewöhnlicher Güterwagen. Die Länge zwischen den Stofsflächen beträgt 10,3 m, das Eigengewicht 17,5, das Gewicht des beladenen Wagens 53,5 t.

b. 3) Dreiachsiger Eisenerzwagen (Abb. 10 und 11, Taf. 24). Von diesen Wagen sind 1624 neben 690 älteren auf der Strecke Lulea-Narwik ausschließlich für Erzbeförderung in Gebrauch. Das Untergestell ist besonders kräftig und hat doppelte Langträger. Der ganze Achsstand der drei fest gelagerten Achsen mit Regel-Führung und -Federung beträgt 3,3 m. Die Wände des Wagenkastens sind nach der Mitte zu trichterförmig geneigt und durch kräftige Blechträger mit den vier Langträgern verbunden. Die beiden Bodenklappen sind durch zwei Riegelschlösser von der Wagenseite aus leicht zu öffnen. Die Wagen haben Luft- und Hand-Bremse, die mit je einem Bremsklotze auf die Aufsennräder wirken. Sie wiegen leer 11,1, voll 46,1 t und fassen 11,7 cbm.

b. 4) Zweiachsiger offener Güterwagen mit abnehmbarem Kasten für Holzkohle. Die Langträger sind mit Rücksicht auf den großen Achsstand durch ein Sprengwerk versteift. Die niedrigen Seitenwände sind nach innen umzulegen. Für Holzkohle wird ein hoher Kasten aus Holz aufgesetzt, der 712 hl faßt. Derartige Kästen werden in größerer Anzahl vorrätig gehalten, um die sonst für andere Zwecke benutzten Güterwagen für den ziemlich beträchtlichen, aber auf kurze Zeit im Winter beschränkten Verkehr mit Holzkohle aufzuborden. Der Wagen wiegt mit dem Kasten 11,0 t und ist zwischen den Stofsflächen 11,3 m lang.

b. 5) Vierachsiger Kesselwagen für Brückenprüfungen. An Stelle schwerer Lokomotiven werden von den schwedischen Staatsbahnen neuerdings Wasserwagen verwendet, die für beliebige Gewichte eichbar sind. Die vier Einzelachsen mit 3,9 m ganzem Achsstande tragen auf kräftigem Rahmen einen genieteten Kessel von 3,12 m Durchmesser und 53 t Inhalt, dessen volle Füllung das Dienstgewicht auf 82 t bringt. Das Fahrzeug ist zwischen den Stofsflächen 8,2 m lang und im Ganzen 4,29 m hoch. Ein Wasserstandzeiger mit geteiltem Maßstabe an der Aufsenseite des Behälters gibt die Belastung an. Zum Füllen der Behälter an der Prüf stelle dient ein besonderer Pumpenwagen mit einem kleinen Drehkrane für Handbetrieb, einer Pumpe für 600 l/Min mit Antrieb durch eine Verbrennungsmaschine und den erforderlichen Werkzeugen und Geräten.

b. 6) Sechsaachsiger offener Güterwagen mit Drehgestellen, für schwere und sperrige Güter. Die Drehgestellrahmen bestehen aus Martinstahl. Die Langträger der Wagenbühne sind als genietete Blechträger ausgebildet und an den Enden durch Querträger aus breitflanschigem Walzeisen verbunden, die sich mit einem Drehzapfen und seitlichen Gleitrollen auf die Drehgestelle stützen. Dieser Gestellrahmen ist ohne weitere Querverbindungen und ohne Belag, um sperrige Stücke unter Ausnutzung des Raumes zwischen den Dreh-

gestellen verladen zu können. Die Langträger können jedoch nach Bedarf durch abnehmbare breitflanschtige **I**-Träger verbunden werden, die auf den oberen Flanschen der Langträger befestigt, oder in viereckige Öffnungen ihrer Stehbleche eingesteckt werden. Der Wagen ist zwischen den Stofsflächen 18,57 m lang, er wiegt 35 t und trägt 50 oder 60 t, je nachdem die Last auf 3 oder 6,4 m von der Wagenmitte aus verteilt ist.

b. 7) Krantriebswagen mit Verbrennungsmaschine. Der auf der Wagenbühne angeordnete Drehkran lädt 6 m aus und trägt 5 t. Zum Antriebe des Hub- und Schwenk-Werkes dient eine mit Petroleum betriebene Verbrennungsmaschine von 20 PS. Sie liefert auch die Triebkraft für den Wagen selbst, die mit Kegehrädern und Gall-Ketten auf die Wagenachsen übertragen wird. Die Fahrgeschwindigkeit des Wagens allein beträgt bis zu 15, mit zwei vollbeladenen Güterwagen bis 10 km/St. Die Triebmaschine braucht etwa 240 gr/PS St Rohöl. Der Wagen wiegt mit dem Gegengewichte des Auslegers und vollen Vorräten an Öl und Kühlwasser 29,5 t, er ist zwischen den Stofsflächen 8,325 m lang.

b. 8) Zweiachsiger Sonderwagen mit Stromerzeuger für Arbeitszwecke. Der Wagen ist aus einem gedeckten Güterwagen umgebaut. Er enthält eine Diesel-Maschine von 55 PS und damit gekuppelt einen Gleichstrom-Erzeuger von 40 KW und 440 V. Die schwedischen Staatsbahnen haben vier solche Wagen, die bei Bauten auf der Strecke zur Lieferung von Licht und Arbeit dienen.

### III. c) Drehgestelle.

Außer einer Anzahl nur in Zeichnungen vorgeführter Wagendrehgestelle amerikanischer und eigener Bauart ist ein Drehgestell mit Kugellagern für Personenwagen ausgestellt. Das zweiachsige Gestell hat amerikanische Bauart mit Querfedern im Rahmen und Schraubenfedern auf äußeren Wagebalken, die mit ihren Enden unmittelbar auf den Achsbüchsen ruhen. Zur Verringerung des Eigengewichtes sind diese «Schwanenhalsbalken» zu einem **I**-Querschnitte ausgefräst. Um Platz für die durchgehenden Brems- und Heiz-Leitungen zwischen dem Drehgestellquerträger des Wagengestelles und dem Drehgestellrahmen zu gewinnen, sind alle Querverbindungen des letztern möglichst tief nach unten ausgebogen. Aus demselben Grunde hat die mit zwei Klötzen auf jedes Rad wirkende Bremse eine besondere Hebelübersetzung erhalten. Jeder Achschenkel läuft auf zwei Kugellagerringen. Die Laufrillen sind nach einem Kreisbogen ausgefräst und so tief, daß die Kugelnreihen auch den Längsdruck aufnehmen können.

### B) IV. Schneepflüge.

IV. 1) Vierachsige Schneeschleuder mit Schlepptender (Abb. 12 und 13, Taf. 24). Das sehr kräftige, eiserne Untergestell ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen von 2,0 m Achsstand und 5,5 m Drehzapfenabstand. Der hölzerne, geschlossene Kasten birgt einen Lokomotivkessel gewöhnlicher Bauart und eine liegende Dampfmaschine von 700 PS mit zwei Zylindern, die das Pflugrad an der vordern Stirnwand mit Kegehrädern antreibt. Das Pflugrad hat eine kräftige, zugespitzte Nabe aus Stahlguß, an der eine Hinterwand aus starkem Bleche befestigt ist. Auf der Welle sitzt das Messerrad aus zehn kegelförmigen nach vorn geöffneten Tuten, die

aus Blech gefertigt und mit besonderen Schneiden versehen sind. Das ganze Rad ist von einem Stahlblechmantel umschlossen, der oben eine nach rechts oder links verstellbare Öffnung zum Auswerfen des Schnees hat. In der Mitte der Öffnung ist eine Platte angebracht, die zur Führung des ausgeschleuderten Schnees schräg gegen die Drehrichtung des Rades gestellt wird. Zwei senkrechte Seitenschilder schneiden den Durchgangquerschnitt aus den Schneemassen aus. Der Führer sitzt auf einem erhöhten Platze unmittelbar hinter dem Schleuderrade, bedient von hier aus den Regler und leitet die Arbeit durch elektrische Klingelzeichen nach dem Kesselheizer und dem Führer der Schiebelokomotive. Den über dem Pflugrade angebrachten Scheinwerfer, die Signallaternen am Tender und die Innenbeleuchtung versorgt ein Stromerzeuger mit unmittelbarem Antriebe durch eine 5 PS leistende Dampfturbine. Der Tender ist ebenfalls ganz überdeckt, die Lücke über der Stofsbrücke durch einen Faltenbalg verschlossen.

Die Hauptabmessungen der Maschine sind:

Durchmesser des Schaufelrades . . .	3,00 m
» der Zylinder d . . .	430 mm
Kolbenhub h . . . . .	560 »
Kesselüberdruck p . . . . .	12 at
Umlaufzahl der Dampfmaschine n . . .	265 in der Minute,
» des Schaufelrades $n_1$ . . . . .	150 » » »

### Das Verhalten der Querschwellen unter der Last in der Bettung und ihre Formgebung.

E. C. W. van Dijk, Chef-Ingenieur der Niederländischen Zentral-Eisenbahn-Gesellschaft in Utrecht.

A. Przygode\*) bespricht unter dieser Überschrift meine Versuche über die Eindrückung der Querschwellen in die Bettung\*\*), durch die ich die Richtigkeit der wissenschaftlichen Betrachtungen von Dr.-Ing. Zimmermann für voll, und von Kelly für mitten nicht unterstopfte Schwellen nachgewiesen habe.

Diese Versuche sind bei 1435 mm Spur nur mit Schwellen von  $26 \times 15,5$  cm ausgeführt; den Einfluß der Schwellenhöhe h habe ich nicht untersucht, weil ich meinte, daß dieser weit einfacher rechnend zu verfolgen sei und da eine dünnere Schwelle nicht vorteilhaft für die Befestigung der Schiene ist. Es wird hier Wert darauf gelegt, daß die Schwellenhöhe für Hauptbahnen nicht  $\leq 15,5$  cm ist, da die Schwelle unter dem Stuhlsitze abgehobelt wird\*\*\*) und hierbei oft 1 bis 1,5 cm Höhe verloren gehen. Wie Przygode theoretisch nachweist, ist die Höhe h von Einfluß auf den Wert  $y_r$ , bei mitten nicht unterstopften Schwellen mehr als bei ganz unterstopften. Mit abnehmender Höhe h nimmt die Einsenkung  $y_r$  zu, leider aber auch der Wert  $p_r$ , und hierauf achtet Przygode zu wenig.

Przygode behauptet:

a) Daß es richtig ist, den Wert  $y_r$  groß zu machen, denn je größer dieser Wert ist, um so größer wird auch das Arbeitsvermögen der Oberbauanlage sein, um Stöße aufzufangen und die Stofswertziffer klein zu halten.

Er kommt zu dem Schlusse:

b) Daß eine nachgiebige Bahnanlage, die besonders für elektrischen Betrieb von Wert ist, dadurch erhalten wird, daß man schwere Schienen mit großem Trägheitsmomente in weiter Teilung auf kurze, niedrige, mitten nicht unterstopfte Schwellen

Heizfläche der Feuerbüchse . . .	7,1 qm
» » Rohre . . . . .	110,5 »
» » im Ganzen . . . . .	117,6 »
Rostfläche R . . . . .	2,7 »
Gewicht der Maschine G . . . . .	63,4 t
» des Tenders . . . . .	35,5 t
Kohlenvorrat . . . . .	5,0 t
Wasservorrat . . . . .	16,0 t.

Die Maschine ist seit 1911 im Betriebe.

IV. 2) Gleisreiniger zur Befestigung an einem Fahrzeuge. Die Einrichtung besteht hauptsächlich aus zwei 800 mm breiten eisernen Pflugscharen, die über den Schienensträngen angebracht sind und herabgelassen mit ihrem untern schräg vorwärts gerichteten Rande außerhalb des Gleises in gleicher Höhe mit dem Schienenkopfe, innen etwa 60 mm tiefer liegen. Der hintere Teil des Scharbleches ist gewölbt und bildet einen schräg nach außen und hinten gerichteten Flügel, durch den der Schnee gesammelt und nach außen geworfen wird. Das Ganze ist auf einem Holzrahmen angebracht und wird an einen Güterwagen oder unmittelbar an die Schiebelokomotive gekuppelt. Die Pflugscharen müssen beim Überfahren von Weichen und Kreuzungen um das zum Freimachen der Spurrinne nach unten ragende Stück gehoben werden. Hierzu dient ein von Hand bedientes Hebelgestänge.

A. Z.

legt; die Bettung wird dabei am besten so widerstandsfähig gewählt, daß sie der Bettungsziffer 8 entspricht.

Ich bin der Meinung, daß Przygode sein Augenmerk zu sehr auf die Vergrößerung von  $y_r$  richtet, ohne sich genügend Rechenschaft über den großen Einfluß des Wertes  $p_r$  auf die Oberbauanlage zu geben.

Bezüglich a) verweise ich auf Dr.-Ing. Saller\*): «Je nachgiebiger und elastischer der Oberbau ist, desto größer werden die unter der Einwirkung der Verkehrslasten selbst sich bildenden Eindrücke sein, desto größer wird aber auch der Spielraum für die tatsächlichen unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten und Schwankungen in diesen Eindrücken ausfallen. Derartige Unregelmäßigkeiten in den Eindrücken treten aber unter beweglichen Lasten wiederum als Werte  $y$  und damit als Stofswirkungen in Erscheinung. Es ist also praktisch nicht so sehr Wert darauf zu legen,  $y$  groß zu machen, als für möglichste Gleichmäßigkeit des Wertes  $y$  zu sorgen. Und das weist in Wirklichkeit darauf hin, die erwünschte Federung ihrer Hauptsache nach in die Fahrzeuge zu legen.»

Auch aus meinen Versuchen ist zu sehen, daß jede Eindrückung der Bettung aus einer elastischen und einer bleibenden besteht; je größer  $y_r$  ist, desto größer wird auch  $p_r$  und die bleibende Eindrückung sein. Da diese nicht für alle Schwellen gleich sein kann, entstehen Unregelmäßigkeiten, die für die Erhaltung unangenehme Folgen haben und die Vorteile der großen Nachgiebigkeit aufheben.

Im Eisenbahnbetriebe muß man danach streben, den Wert  $p_r$  in gewissen Grenzen zu halten, der Wert  $y_r$  kann dann aber auch nicht groß werden. Bei sehr leichtem Betriebe

\*) Stofswirkungen an Tragwerken und am Oberbaue im Eisenbahnbetriebe, S. 49. Organ 1911, S. 20.

\*) Organ 1915, S. 407.

\*\*) Organ 1915, S. 205.

\*\*\*) Organ 1912, S. 417.

und guter Bettung kann man mit kurzen, niedrigen Schwellen in weiter Teilung auskommen, aber im Allgemeinen trifft die Schlusfolgerung Przygodes unter b) nicht zu.

Bei schwerem, regem Betriebe kommt man zu 2,7 m langen Schwellen von nicht zu geringer Höhe wegen der Befestigung der Schienen, hier wird auch die Schwellenteilung nicht groß sein können. Es ist das Bestreben bemerkbar, die Teilung stets kleiner zu machen, was nach Ansicht des Verfassers auch richtig ist.

Da  $p_r^{kg/qcm} = C y_r^{cm}$  ist, wird der Wert  $y_r$  nicht bedingt durch die gewünschte Nachgiebigkeit der Oberbauanlage, sondern durch den Wert  $p_r$ , der in gewissen Grenzen bleiben muß. Am einfachsten kann man den Einfluß von der Höhe  $h$  und der Länge  $l$  an einem Beispiele deutlich machen.

Angenommen wird ein Oberbau mit  $C = 8$  für 16 t Achslast mit 41 kg/m schweren Schienen von  $J = 1350 \text{ cm}^4$ ,  $W = 193 \text{ cm}^3$  auf  $2,70 \times 0,26 \times 0,155 \text{ m}$  starken Schwellen in 75 cm Teilung. Wird  $u = 0,30 \text{ m}$  angenommen, dann ist  $D = 21,74 \text{ t}$ ,  $10^7 \cdot y_r = 460 \text{ P}$  und  $10^6 \cdot p_r = 368 \text{ P}$ .  $B = 6 \text{ EJ} : d^3 = 42,24 \text{ t}$ , also  $\gamma = B : D = 1,94$ .

Benutzt man der Einfachheit halber die Formel von Schwedler:  $P = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} G$ , dann wird  $P = 0,5038 G$ , also

bei  $G = 8 \text{ t}$ ,  $P = 4,030 \text{ t}$ . Man findet weiter  $y_r = 0,185 \text{ cm}$  und  $p_r = 1,48 \text{ kg/qcm}$ .

Nimmt man jetzt Schwellen von  $2,30 \times 0,26 \times 0,14 \text{ m}$ ,  $u = 0,70 \text{ m}$ , wobei  $D = 15,87 \text{ t}$ ,  $10^7 \cdot y_r = 630 \text{ P}$  und  $10^6 \cdot p_r = 504 \text{ P}$  wird, dann ist  $\gamma = 2,66$  und  $P = 0,4669 G = 3,735 \text{ t}$ , also  $y_r = 0,235 \text{ cm}$  und  $p_r = 1,88 \text{ kg/qcm}$ .

Der Bettungsdruck ist durch die kurze niedrige Schwelle von 1,48 auf 1,88 kg/qcm um 27% vergrößert.

Ist es erwünscht,  $p_r$  ungefähr auf 1,48 kg/qcm zu halten, dann muß die Schwellenteilung  $< 0,75 \text{ m}$  sein.

Macht man die Schwellenteilung im Gegenteil größer, dann wird auch  $p_r$  stets größer, und die Verwendung schwerer Schienen hat geringen Einfluß auf den Wert  $p_r$ .

Um  $B = D$  zu haben, würde man die Schwellenentfernung  $> 1,0 \text{ m}$  machen müssen;  $p_r$  wird dann sehr groß und die Oberbauanlage würde kaum zu erhalten sein. Um für Untergrundbahnen und in Tunneln auf starrem Unterbaue die erwünschte Nachgiebigkeit zu erzielen, würde man vielleicht besser nach Dr.-Ing. Blofs\*) die Schwellen bloß an den Enden lagern.

\*) Das Eisenbahngleis auf starrem Unterbau, S. 61. Organ 1912, S. 366.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

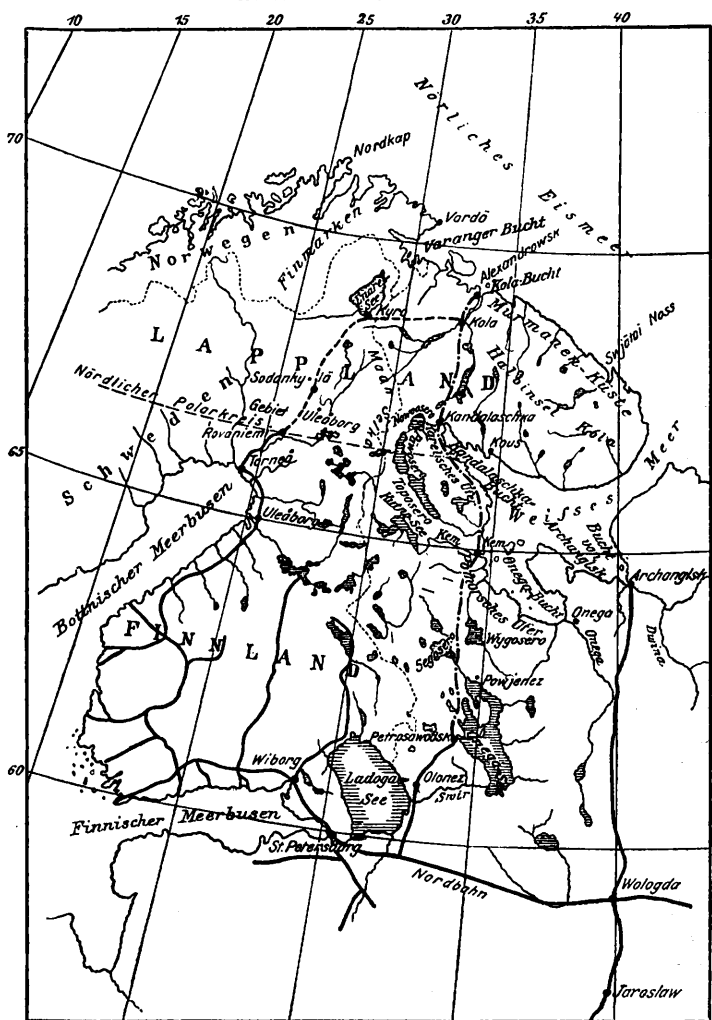
### Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

#### Russische Eisenbahn nach der Murmanen-Küste des nördlichen Eismeer.

(Zentralblatt der Bauverwaltung 1916, Heft 10, 2. Februar, S. 71. Mit Abbildung.)

Die russische Regierung hatte ursprünglich die Absicht, den durch den Einfluß des Golfstromes eisfreien Naturhafen Alexandrowsk (Textabb. 1) an der Kola-Bucht der nach dem Gestade des nördlichen Eismeer abfallenden Murmanen-Küste der Halbinsel Kola und das Fischerstädtchen Kola unweit der Mündung des Tulom in die Kola-Bucht mit dem russisch-finnländischen Eisenbahnnetze zu verbinden, das bei Rovaniemi den nördlichen Polarkreis erreicht, und dessen Fortsetzung bis Sodankylä 135 km nördlich von Rovaniemi der finnländische Landtag beschlossen hatte. Von Sodankylä sollte die Bahn nordwärts über Kyrö nach dem Enare-See im finnischen Lapplande, dann nordostwärts nach der Kola-Bucht führen. Bevor die russische Regierung diese Pläne verwirklichen konnte, kam es zum Kriege. Die Deutschen sperrten die russischen Ostseehäfen, die Türken den Bosphorus und die Dardanellen. Nun verfügte die russische Regierung im europäischen Teile des Reiches nur über den Hafen Archangelsk an der Bucht von Archangelsk des Weissen Meeres, der über Wologda und Jaroslaw mangelhafte Eisenbahnverbindung mit dem innern Rußland hat. Da Eisbrecher bisher nicht im Stande waren, diesen Hafen im Winter der Schifffahrt auch nur zeitweilig zu öffnen, beschloß die russische Regierung, den eisfreien Hafen Alexandrowsk der Kola-Bucht schleunigst an das russische Schienennetz anzuschließen, die Linie aber aus politischen Gründen nicht über Finnland zu führen, sondern östlich des Ladoga-Sees mit der russischen Nordbahn St. Petersburg—Wologda zu verbinden. Die zu Beginn 1915 mit Hinzuziehung zahlreicher Kriegsgefangener in Angriff genommene Bahn führt von Alexandrowsk über Kola in südlicher Richtung durch die Halbinsel nach Kandalaschka an der Kandalaschka-Bucht des

Abb. 1. Russische Eisenbahn nach der Murmanen-Küste des nördlichen Eismeer.



--- Ursprünglich geplante Eisenbahn.  
 ——— Eisenbahn im Betriebe.  
 - - - - Eisenbahn im Baue.

Weissen Meeres, von dort den Karelischen Küstenstrich entlang nach Kem an dem in die Onega-Bucht des Weissen Meeres mündenden Flusse Kem, dann nach Petrosawodsk am westlichen Ufer des Onega-Sees, von dort über Olonez nördlich des Flusses Swir und östlich des Ladoga-Sees nach der Nordbahn. Von

der bis St. Petersburg über 1100 km langen Bahn ist die Strecke St. Petersburg-Olonez-Petrosawodsk betriebsfähig. Bis zur Fertigstellung der übrigen Strecken werden wegen der großen Bauschwierigkeiten, besonders auf der nördlichen Strecke im Polargebiete und auf der Zwischenstrecke Kem-Kandalaschka viele Monate verstreichen. B—s.

## Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

### Auswechslung von Brückenschwellen mit Lokomotivkränen.

(Railway Age Gazette 1915, II, Bd. 59, Heft 12, 17. September, S. 526. Mit Abbildungen.)

Auf der zweigleisigen, aus 14 Blechbalken-Deckbrücken bestehenden, im Ganzen 551,2 m langen Brücke der Lehigh-Tal-Bahn über den Susquehanna-Fluss in Towanda, Pennsylvanien, deren Gleise auf je 1522 3,66 m langen Schwellen von  $20 \times 30$  cm Querschnitt ruhen, wurde kürzlich alles Holz des Gleises östlicher Fahrriichtung bei eingeleisigem Betriebe des andern Gleises mit Lokomotivkränen in zwölf Stunden ausgewechselt. Die fünf Öffnungen der Brücke nächst der Mitte liegen in der Geraden, die übrigen in zwei Gegenbogen von 500 m Halbmesser. Die Schwellen waren früher mit Rahmen versehen worden, die Überhöhungsblöcke mit den Schwellen verbunden. Die Arbeit wurde 6 Uhr vormittags begonnen, um 1,30 Uhr erhob sich ein solcher Sturm, daß die Rotten nicht arbeiten konnten. Um 5,30 nachmittags wurde die Arbeit wieder aufgenommen, aber eine halbe Stunde später abermals für den Tag eingestellt, dann am folgenden Morgen von 8 bis 1 Uhr einschließlic Verlegen der Unterlegplatten, Befestigen der Schienen und Anbringen der eisernen Schutzschienen beendet. Zwischen den alten Brückenschwellen waren die Träger früher gereinigt und angestrichen; als die alten Schwellen entfernt waren,

wurden die abgedeckten Teile der Träger ähnlich behandelt.

Lokomotivkräne entfernten die alten Schwellen, verlegten die neuen und behandelten alle Schienen. Die neuen Schwellen lagen in Haufen in geordneter Reihenfolge auf zwölf Wagen, jede Schwelle war mit einer Zahl versehen, und jede Schwelle kam höchstens einige Zentimeter von ihrer richtigen Stelle zu liegen. Die Wagen mit neuen Schwellen waren an die Lokomotivkräne gehängt; wenn sie entladen waren, wurden die alten Schwellen aufgeladen.

Die Kosten einschließlic Verlegen und Entfernen der zeitweiligen Gleisverbindungen betrugen 1417,8  $\mathcal{M}$ , oder 1,93  $\mathcal{M}$  für die Schwelle; ohne den Sturm würden sie 1,3  $\mathcal{M}$  für die Schwelle betragen haben.

Die Lehigh-Tal-Bahn hat eine Anzahl von Schwellen auf einer 389,8 m langen Brücke einer eingeleisigen Zweiglinie für 0,86  $\mathcal{M}$  für die Schwelle mit einem Lokomotivkrane ausgewechselt, wobei aber keine Gleisverbindungen verlegt werden mußten. Das östliche Ende der Brücke lag in der Geraden, das westliche in einem Bogen von 250 m Halbmesser. 359 3,35 m und sechs 4,27 m lange Schwellen von  $20 \times 30$  cm Querschnitt wurden ausgewechselt. Die neuen Schwellen lagen in Haufen in geordneter Reihenfolge, zehn wurden gleichzeitig auf den Träger gelegt. B—s.

## O b e r b a u.

### Gleisrücker.

(Engineering Record. Oktober 1915, Nr. 17, S. 521. Mit Abbildung.)

Zum Rücken der Gleise für die Bauzüge am Panama-Kanale wurden 10 besondere Kranwagen benutzt. Die Fahrzeuge bestanden aus kräftigen Gestellen von Güterwagen, die am einen Ende einen langen, flach geneigten eisernen Ausleger mit Kopffrolle und Flaschenzug trugen. Um dessen Fuß drehte sich ein nach beiden Seiten umlegbarer, wagerechter Seitenarm mit gleicher Ausrüstung. Die Seilenden beider Flaschenzüge gingen zu den Trommeln einer am andern Ende des Wagens aufgestellten Dampfwinde. Der Wagen wurde auf dem zu verschiebenden Gleisstücke nach und nach zurückgezogen, der Kranausleger hob mit Kettengeschirr jedesmal ein Gleisstück mit den Schwellen an, während der Seilzug vom Seitenarme her die Seitenverschiebung bis zu 2,74 m bewirkte. In einem Falle wurden mit einem Gleisrücker 2 km Gleis in 110 Minuten um 3,66 m seitlich verschoben. A. Z.

### Seitliche Kräfte auf Schienen in Bogen.

(Railway Age Gazette 1915, II, Bd. 59, Heft 8, 20. August, S. 319. Mit Abbildungen.)

G. L. Fowler hat zur Ergänzung seiner Versuche über seitliche Kräfte auf Schienen in der Geraden\*) den Einfluß wagerechter Querkräfte aus fahrenden Dampflokomotiven auf

Schienen in scharfen Bogen untersucht. Die den Stofs jeder einzelnen Achse auf die äußere Schiene messende Vorrichtung bestand aus einer ungefähr 90 cm langen Schiene, die derart im Gleise befestigt war, daß sie sich weit genug nach außen bewegen konnte, um einen in bestimmtem Verhältnisse zu dem seitlichen Stofse gegen sie stehenden Druck auf einen mit aufzeichnendem Druckmesser verbundenen Prefswasser-Zylinder auszuüben. Die Vorrichtung war zuerst in die äußere Schiene eines Bogens von 282 m, dann von 215 m Halbmesser mit je 127 mm Überhöhung eingesetzt. Die Spur war in ersterm 6 mm, in letzterm 10 mm erweitert, ersterer hatte 13,1 ‰, letzterer 8 ‰ Längsneigung. Die geprüften Lokomotiven waren 2 C-, 2 C 1-, 1 D- und 1 D 1 - Lokomotiven.

Bezüglich der Wirkung des Seitenspieles in den Achsbüchsen auf den seitlichen Stofs der Achse auf die Schiene können keine endgültigen Schlüsse gezogen werden, großes Seitenspiel scheint aber den seitlichen Stofs zu verstärken. Die seitlichen Kräfte scheinen bei Keilgestellen größer zu sein, als bei Gehängestellen.

Die die Durchschnittswerte der seitlichen Kräfte der ganzen Lokomotive für die verschiedenen Geschwindigkeiten darstellende Linie ergab sich als eine Parabel. Der ganze durchschnittliche Druck  $x$  wächst mit der Geschwindigkeit  $y$  im Verhältnisse der Parabelgleichung  $y^2 = 2p x$ . Der Fest-

\*) Organ 1915, S. 410.

wert  $2p$  ist je nach Lokomotivgattung und Bogenhalbmesser verschieden. Das Verhältnis der Druckzunahme bei wachsender Geschwindigkeit ändert sich umgekehrt mit dem Werte  $2p$ . Für verschiedene Arten von Lokomotiven und die beiden Halbmesser sind die ermittelten Werte  $2p$  in Zusammenstellung I angegeben.

Zusammenstellung I. Werte für  $2p$ .

Halbmesser . . m	282	215
2 C . . . .	0,3720	—
2 C 1 . . . .	0,5315	0,3180
1 D . . . .	0,2075	0,1310
1 D 1 . . . .	0,6180	—

Diese Werte gelten für  $y$  in km/St und  $x$  in kg.

$2p$  änderte sich bei den 1 D- und 2 C 1-Lokomotiven annähernd mit dem Gevierte der Bogenhalbmesser. Für die 1 D 1- und 2 C-Lokomotiven konnten die Linien für 215 m Halbmesser wegen der Unzulänglichkeit der Aufzeichnungen nicht gezeichnet werden. Nach den Werten von  $2p$  aus den Ergebnissen für 282 m Halbmesser standen die geprüften Lokomotiven nach wachsender Stärke des von ihnen ausgeübten seitlichen Stofses in folgender Reihenfolge: 1 D-, 2 C-, 2 C 1-, 1 D 1. Für 215 m Halbmesser sind nicht genügend Angaben vorhanden, um eine bestimmte Reihenfolge zu verbürgen.

Die Linien für die Durchschnittswerte der seitlichen Stöße der einzelnen Achsen sind ebenfalls Parabeln. Für die 1 D 1- und 2 C-Lokomotiven wurden diese Linien wegen der geringen Anzahl der Aufzeichnungen nicht gezeichnet. Bei den 1 D-Lokomotiven und 282 m Halbmesser übte die vordere Lauf-

achse den stärksten Stofs auf die Schiene aus, dann folgte die zweite Triebachse. Dies stimmt mit einige Jahre vorher auf der Pennsylvania-Bahn erhaltenen Ergebnissen überein. Die anderen drei Achsen kehren ihre Reihenfolge 5, 4, 2 bei wachsender Geschwindigkeit um und treffen bei ungefähr 39,3 km/St, für die das Gleis überhöht ist, zusammen. Im Bogen von 215 Halbmesser herrscht dieselbe allgemeine Reihenfolge vor, nur ist sie durch deutliches Einklemmen der hintern Triebachse beeinflusst. Die Stöße der ersten und dritten Triebachse sind hier bei ungefähr 34,3 km/St, für die das Gleis überhöht ist, gleich groß.

Bei den 2 C 1-Lokomotiven und 282 m Halbmesser hatten die Achsen nach wachsender Stärke des durchschnittlichen seitlichen Stofses die Reihenfolge: 1, 4, 5, 6, 3, 2, bei 215 m Halbmesser: 1, 6, 3, 2, 4, 5. Diese Änderung rührt vielleicht vom Einklemmen des Achsstandes in dem scharfen Bogen, wahrscheinlich aber von der tiefen Lage des Schwerpunktes des Teiles der Lokomotive über der hintern Laufachse her.

Versuche mit rückwärts fahrenden 1 D-Lokomotiven zeigten deutlich den Einfluss des Fehlens einer führenden Laufachse, der größte seitliche Stofs war ungefähr 50% größer, als wenn die Lokomotive vorwärts fuhr.

Die Leitlinie der den Achsstofs angehenden Parabeln lag beträchtlich über der Nulllinie des Druckes, die Achse der Parabeln auf einer, gewöhnlich der rechten Seite der Nulllinie der Geschwindigkeit. Der seitliche Stofs ist daher bei geringen Geschwindigkeiten stärker, bei hohen schwächer, als der Wert aus der Formel der Fliehkraft  $F = (G \cdot v^2) : (g \cdot R)$ , unter Vernachlässigung der Wirkung der Überhöhung der äußern Schiene. Fliehkraftlinie und Versuchsparabel schneiden sich etwas über der Geschwindigkeit, für die das Gleis überhöht ist.

B—s.

## Bahnhöfe und deren Ausstattung.

### Hauptbahnhof in Köln.

(E. Kraft, Zeitschrift für Bauwesen 1915, Heft 1 bis 3, S. 49. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel 25.

Der Hauptbahnhof in Köln hat nach dem im Herbst 1909 begonnenen, nun im Wesentlichen beendeten Umbaue\*) (Abb. 1 und 2, Taf. 25) neun durchgehende Gleise an vier Zwischen- und einem Aufsens-Bahnsteige. Zwischen je zweien der Gleise 1 bis 8 sind Gepäckbahnsteige angeordnet, für Gleis 9 muß Bahnsteig 5 auch den Gepäckverkehr vermitteln. Die Breite der 76 cm über Schienenoberkante hohen Bahnsteige für Fahrgäste beträgt in der Mitte der Länge 9,1 und 9,2 m, nimmt aber nach den Enden, besonders der südöstlichen Seite, rasch ab. Außer den auf den Bahnsteigen nötigen Aborten und Buden für Fahrdienstleiter ist daher nur je eine 3 m breite, langgestreckte Warte- und Erfrischungs-Halle in der Mitte der drei mittleren Bahnsteige errichtet. Der nach Norden um das Doppelte erweiterte Haupt-Bahnsteigtunnel mündet in die Eingangshalle in dem der Trankgasse als Hauptzufuhrstrasse zunächst gelegenen Teile des Vorgebäudes; der andere, nördliche Bahnsteigtunnel in die Ausgangshalle des Vorgebäudes und nach der andern Seite in die Maximinenstraße, an deren

Eingänge eine Fahrkartenausgabe eingerichtet ist. Ein 7 m breiter Durchgangstunnel dient dem öffentlichen Fußgänger-Verkehr zwischen den Stadtteilen beiderseits des Bahnhofes. Von der Gepäckhalle für Annahme und Ausgabe des Reisegepäcks zwischen Eingangs- und Ausgangs-Halle des Vorgebäudes gehen zwei Gepäcktunnel aus: der südliche ist um ein Hallenbinderfeld nördlich verschoben, um für die am Haupt-Bahnsteigtunnel nötigen Räume Platz zu schaffen. Außer dem vorhandenen nördlichen, unmittelbar mit dem Hauptpostamt verbundenen Posttunnel ist ein zweiter mit 4 m lichter Weite unter der nördlichen Seite des Haupt-Bahnsteigtunnels zur Beförderung des Übergangsgepäcks zwischen den südöstlichen Abschnitten der Bahnsteiggleise hergestellt. Die Gepäcktunnel haben je vier Gepäckaufzüge  $E_1$  bis  $E_4$  und  $E_6$  bis  $E_9$ , die Posttunnel je vier Postaufzüge  $P_1$  bis  $P_4$  und  $P_6$  bis  $P_9$ , nach den Gepäckbahnsteigen, der südliche Gepäcktunnel außerdem einen Gepäckaufzug  $E_5$ , der südliche Posttunnel einen Postaufzug  $P_5$ , nach Bahnsteig 5.

Innerhalb des Bahnhofes ist Richtungsbetrieb vorgesehen. Alle links- und rechtsrheinischen Strecken sind unter Vermeidung von Schienenkreuzungen richtungsweise in den Bahnhof eingeführt. Die Züge von der linken Rheinseite laufen in

\*) Organ 1909, S. 188.

die Bahnsteiggleise 1 bis 4, die von der rechten in 5 bis 9 ein. Züge von der linken Rheinseite, die in Köln endigen, werden über die Brückengleise 1 oder 2 nach dem rechtsrheinischen Abstellbahnhofe Deutzerfeld, die von der rechten aus den Brückengleisen 3 und 4 nach dem linksrheinischen Betriebsbahnhofe Köln-Gereon geleitet. Die in Köln-Hauptbahnhof beginnenden Züge nach der rechten Rheinseite kommen aus dem linksrheinischen, auf dem Hauptbahnhofe beginnende für die linke Rheinseite aus dem rechtsrheinischen Abstellbahnhofe.

Um Kopfnachen der Züge im Hauptbahnhofe tunlich zu vermeiden, müssen von der rechten Rheinseite kommende und dahin weiter gehende Züge über Köln-West, Köln-Süd, Südbrücke und Köln-Kalk oder in entgegengesetzter Richtung fahren, je nachdem sie von Düsseldorf oder Elberfeld nach Gießen oder Niederlahnstein oder in entgegengesetzter Richtung in den Hauptbahnhof Köln einlaufen. Der Grundsatz des Durchfahrens wird jedoch bei Zügen von der linken Rheinseite, die auf dieser weiter gehen, unterbrochen. Sie kehren im Bahnhofe, müssen daher in die falsche Gleisgruppe einfahren, um für die Ausfahrt richtig zu stehen. Zur Vermeidung dieser unerwünschten Maßnahme müßte man diese Züge des linken Ufers bei der Ausfahrt zunächst auf die rechte Rheinseite leiten und an geeigneter Stelle, etwa bei Koblenz oder Mainz wieder auf die linke Rheinseite überführen.

In den Gleisen 2 bis 9 können je zwei Züge gleichzeitig aufgestellt werden. Zu diesem Zwecke ist der vordere Abschnitt jedes dieser Gleise durch ein Signal gedeckt. Die Gleise 3, 4 und 5, 6 sind durch je ein Weichenkreuz zum Umfahren eines auf dem vordern Abschnitte eines Gleises stehenden Zuges verbunden. Bei den übrigen Gleisen stehen die Hallenbinder einer solchen Verbindung im Wege. Auf diese Weise können zunächst in der linksrheinischen Gleisgruppe fünf, in der rechtsrheinischen sechs Züge unabhängig von einander ausfahren, in ersterer Gleisgruppe sechs, in letzterer neun Züge gleichzeitig aufgestellt und abgefertigt werden. Verzichtet man indes auf die Möglichkeit des Umfahrens, so kann in jeder Gruppe ein Zug mehr abgefertigt werden, also im Ganzen  $7 + 10 = 17$  Züge.

Zur Beseitigung der Abstell- und Beistell-Fahrten von Postwagen, die bisher im rechtsrheinischen Abstellbahnhofe standen, war die Anlage einer Postpäckerei auch auf der rechten Rheinseite erforderlich. Die Postwagen der endigenden Züge gelangen jetzt mit der Abstellfahrt nach dem in der Richtung vorwärts liegenden Abstellbahnhofe und von hier mit besonderer Fahrt nach der zugehörigen Postpäckerei. Nachdem hier das Um- und Beiladen erfolgt ist, werden die Postwagen den Wagengruppen des zugehörigen Abstellbahnhofes, oder mit besonderen Übergabefahrten den Gruppen des Abstellbahnhofes auf der andern Rheinseite zugestellt, je nachdem sie nach der der Lage der Postpäckerei entgegengesetzten oder nach derselben Rheinseite auslaufen sollen. Der Hauptbahnhof bleibt also mit einer größern Zahl von Postübergabefahrten belastet, die indes weniger stören, weil sie den Bahnhof in Richtungsverkehr und planmäßig durchfahren.

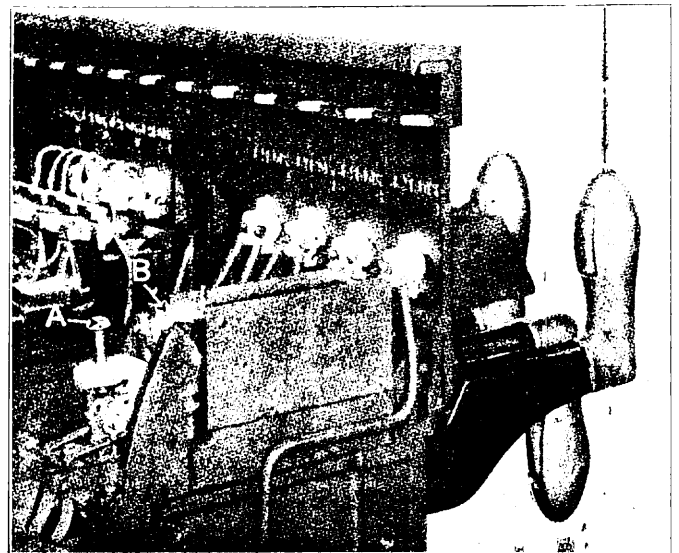
B—s.

### Zeitverschluss mit Uhrwerk für elektrische Stellwerke.

(Railway Age Gazette 1915, Bd. 59, S. 699.)

Bei der elektrischen Stellwerksanlage des «Grand Central» Bahnhofes in Neuyork sind seit etwa 17 Monaten Zeitverschlüsse für Schalter der Signale von Fahrstraßen in Gebrauch. Der Zeitverschluss der «General Railway Signal Company» ist in das Schalterwerk eingebaut und wird zur Festlegung von Fahrstraßen gebraucht. Da in den Stellwerken die Festhaltung der Fahrstraßen in der bei uns gebräuchlichen Weise fehlt, als Ersatz dafür der die Fahrstraße verschließende Signal-schalter in gezogener Lage bis zum Überfahren des Signales durch die Lokomotive elektrisch festgehalten wird, so ergab sich die Forderung, den Schalter des Signales für die Fahrstraße so lange für gänzlich zurücklegen in die die Weichenschalter frei gebende Ruhelage zu sperren, bis der Zug die letzte Weiche der Fahrstraße verlassen hat. Dies soll durch die vorliegende Vorrichtung (Textabb. 1) erreicht werden.

Abb. 1. Zeitverschluss mit Uhrwerk am Schalter der Signale von Fahrstraßen.



Bei der Stellung des Signalschalters auf «Fahrt» wird das Uhrwerk aufgezogen, beim Zurücklegen fällt die Klinke B ein und sperrt den Schalter kurz vor der Ruhelage, so daß die Weichenschalter mechanisch verschlossen bleiben. Das Uhrwerk wird ausgelöst, nach Ablauf einer nach der Länge der Fahrstraße und der Länge und Schnelligkeit der Züge zu bemessenden Frist, die mit Hilfe der Schraube A von 5 bis 120 Sekunden eingestellt werden kann, hebt er die Klinke wieder aus; der Schalter kann dann in die Ruhelage gebracht werden.

Bemerkenswert ist, daß die Klinke während der ganzen Zeit des Verschlusses voll in den Schalthebel eingreift, und plötzlich ausgelöst wird. So wird die Abnutzung der verschleißenden Kanten vermieden, die bei allen Bauarten solcher Zeitverschlüsse eintritt, bei denen das verschließende Glied allmählich aus dem festzuhaltenden Teile austritt.

D.

## Maschinen und Wagen.

### Metallersparnis und Ersatzbaustoffe im Lokomotivbaue \*).

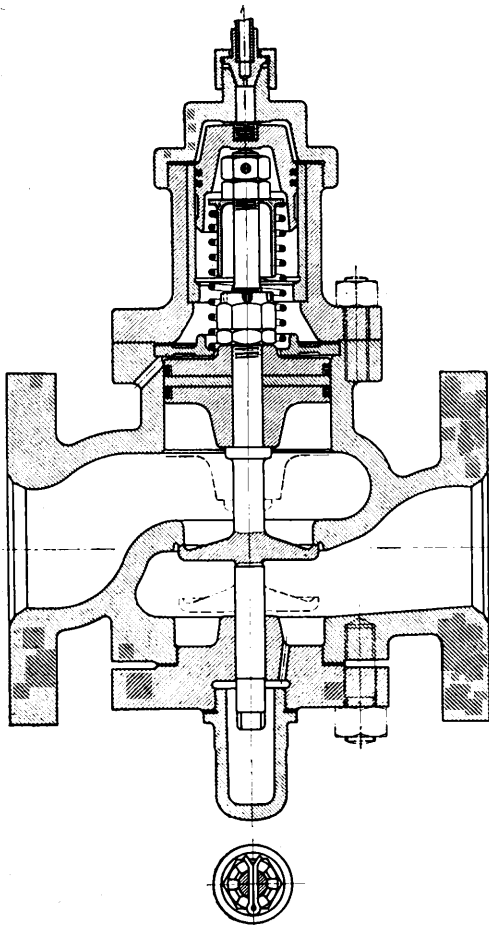
Um den Bedarf an neuen Lokomotiven bei der preussisch-hessischen Eisenbahnverwaltung zu decken, mußte versucht werden, die bisher verwendeten ausländischen Baustoffe tunlich durch einheimische zu ersetzen, ohne die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit zu beeinträchtigen. Dies ist in weitestgehendem Maße gelungen, der deutsche Lokomotivbau kann trotz der Unterbindung der Zufuhr ohne Stockung weiter arbeiten. Die Ausschaltung betrifft namentlich Kupfer und ähnliche Metalle, für die hauptsächlich Eisen, in Lagermetallen auch Zink und Blei verwendet werden. Asbest und ausländische Gespinnte werden durch einheimische Stoffe und Erzeugnisse ersetzt. Der Ersatz ausländischer Stoffe wird auch bei der Erhaltung der Lokomotiven bezüglich der Auswechselungen durchgeführt, wobei erhebliche Mengen von anderweit erforderlichen Metallen gewonnen werden.

Der Versuch, das deutsche Großgewerbe durch Absperren lahm zu legen, hat so auch im Lokomotivbaue zur Schaffung völliger Unabhängigkeit geführt.

### Durch Preßluft gesteuertes Druckausgleichventil für Lokomotiven, Bauart Knorr.

Während zu hohe Dampfdruckung bei den mit Flach-

Abb. 1. Druckausgleichventil, Bauart Knorr.  
Maßstab 1:4.



\*) Vortrag im Vereine deutscher Maschinen-Ingenieure von Höfinghoff. Ausführlich in Glaser's Annalen.

schiebern ausgerüsteten Lokomotiven durch das Abklappen der Schieber verhindert wird, muß an den Lokomotiven mit Kolbenschiebern eine Verbindung der Zylinderenden vorgesehen werden, um bei Leerlauf Stöße im Triebwerke zu vermeiden. Das in Textabb. 1 dargestellte, durch Preßluft gesteuerte und mit Entlastungskolben versehene Druckausgleichventil dient zur Herstellung dieser Verbindung.

Das Ventil ist in der Abschlusstellung gezeichnet. Der vom vordern und der vom hintern Arbeitsraume des Zylinders kommende Dampfdruck bewirken Schließen des Ventiles; in der einen Richtung wirkt der Dampf auf den Dichtkörper, in der andern kommt der Überdruck auf den entsprechend groß bemessenen Entlastungskolben zur Geltung.

Beim Übergange aus der Fahrt unter Dampf zum Leerlaufe ist nach Schluß des Reglers zunächst die Steuerung nach vorn auszulegen und dann ein auf dem Führerstande angebrachter, die Luftsaugeventile und das Druckausgleichventil gleichzeitig steuernder Hahn umzustellen. Hierdurch wird Preßluft über den obern Kolben der Druckausgleich-Vorrichtung geleitet, das Ventil in die gestrichelte Stellung gedrückt und damit die Verbindung zwischen den beiden Zylinderenden hergestellt. Zugleich wird die Wickelfeder der Vorrichtung angespannt; sie drückt das Ventil nach Umstellen des Steuerhahnes und dem folgenden Entweichen der Preßluft wieder in die gezeichnete Abschlusstellung.

Bei Lokomotiven mit drei Zylindern verbindet die Druckausgleich-Vorrichtung die vorderen Enden der beiden Außenzylinder mit dem vordern Ende des mittlern Zylinders und die hinteren Enden der beiden Außenzylinder mit dem hintern Ende des mittlern Zylinders.

Die Bauart des Ventiles gewährleistet dauernd dichten Abschlus. —k.

### Trittstufen für amerikanische Durchgangswagen.

(Electric Railway Journal, Juli 1915, Nr. 3, S. 116. Mit Abbildungen.)

Die Pennsylvania-Bahn hat einige größere Bahnhöfe mit erhöhten Bahnsteigen ausgestattet und erprobt nun an den Wagen eine Stufenbauart, die eine Überbrückung der Lücke zwischen Wagentürschwelle und Bahnsteigkante zur größern Sicherheit der Fahrgäste ermöglicht. Die Durchgangswagen dieser Bahn haben an den Endbühnen sehr bequeme vierstufige Aussteigetrichte, deren unterste Stufe nicht über die Außenwand des Wagens hervorsteht, während die Wagentür etwa in gleicher Flucht liegt. Im Boden der Endbühnen bleiben daher vor den Aufsentüren Ausschnitte, die von einer Falltür überdeckt werden. Diese Klapptüren schlugen bisher nach dem Öffnen der nach innen aufgehenden Wagentür unter Federkraft selbsttätig gegen erstere auf, gaben damit die Trittstufen frei und erleichterten mit einer auf der Unterseite befestigten, nunmehr dem Fahrgaste zugewandten Handlaufstange das Ein- und Aus-Steigen. Bei der neuen Bauart kann nun die Falltür so verriegelt werden, daß sie beim Öffnen der Tür nicht aufschlägt, also das Betreten erhöhter Bahnsteige unmittelbar ermöglicht. Gleichzeitig schiebt

sich unter dieser Türklappe eine Brettafel gegen den Bahnsteig vor und überbrückt die Lücke zwischen dem Wagen und dem letztern, die ja ziemlich breit sein kann, wenn der Bahnhof im Bogen liegt. Der Vorschub ist unveränderlich, im geraden Gleise geht die Trittbrettkante mit geringem Spiele über die Bahnsteigkante hinweg. Die kräftige Brettafel dieses ausziehbaren Trittes gleitet in Schienenführungen unter der Klapptür.

Den Vorschubantrieb erhält sie von einem wagerechten Hebel mit Schubstange, der unter der senkrechten Drehachse der Wagentür befestigt ist und beim Öffnen der letztern einen Schlitten auf der wagerechten Drehachse der Klapptür mit dem Gleitbrette selbst nach aufsen schiebt. Verwechslungen sind durch sinnreiche aber einfache Sperrungen ausgeschlossen.

A. Z.

### Besondere Eisenbahntypen.

#### Neuere elektrische Vollbahnbetriebe in Nordamerika.

Regierungsbaumeister Heilfron berichtet\*), daß die oft angeschnittene Frage der günstigsten Stromart für elektrische Bahnen auch in Nordamerika noch in Flus ist.

Bei den Gleichstrombahnen ist die Entwicklung der älteren, mit niedriger Spannung von 600 V arbeitenden Betriebe zu solchen mit immer höherer Spannung bis zu 3000 V beachtenswert; so arbeitet die der Förderung von Kupfererzen dienende Butte Anaconda- und Pazifik-Bahn mit 2400 V, die Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Bahn mit 3000 V. Auch die Stromzuführung durch eine dritte Schiene wurde auf einer Überlandbahnstrecke im Staate Michigan für Gleichstrom von 2400 V ausgebildet. Versuchsweise wird in einem neuen Überlandbahnbetriebe sogar Gleichstrom von 5000 V durch eine Oberleitung zugeführt.

Unter den neuen Wechselstrombahnen ist der elektrische Ausbau der Norfolk- und West-Bahn in West-Virginia, auf der hauptsächlich ungewöhnlich schwere Kohlenzüge verkehren.

\*) Vortrag im Vereine deutscher Maschineningenieure, ausführlich in „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen“.

besonders erwähnenswert. Hier werden sehr leistungsfähige Doppellokomotiven für mehr als 6000 PS Leistung verwendet. Der in der Oberleitung zugeführte Wechselstrom wird auf der Lokomotive in neuartiger Weise in Drehstrom für die Triebmaschinen umgeformt. Ebenso bedeutsam ist die Ausstattung der Pennsylvaniabahn auf ihren viergleisigen Vorortstrecken bei Philadelphia mit Wechselstrom.

Neuerdings werden in Amerika Einrichtungen getroffen, um auf starken Gefällen Arbeit zurück zu gewinnen, und zwar sowohl bei Wechselstrom, wie auf der Norfolk- und West-Bahn, als auch bei Gleichstrom, wie auf der Chicago-, Milwaukee- und St. Paul-Bahn; hierdurch wird die Abnutzung der Radreifen und Bremsklötze durch Bremsen in Gefällen vermieden, auch entlastet die wieder gewonnene Arbeit das Kraftwerk.

Versuchsweise sind Gleichrichter mit Quecksilberdampf im Bahnbetriebe in verschiedenen Ausführungen zur Umwandlung von Drehstrom und Wechselstrom in Gleichstrom verwendet. Wenn die Ergebnisse der Versuche über diese neuesten elektrischen Bahnbetriebe vorliegen, dürften sie eine weitere Klärung der Frage des elektrischen Ausbaues von Bahnen bringen.

### Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

#### Preussisch-hessische Staatseisenbahnen.

Versetzt: Oberbaurat Hannemann, bisher in Erfurt, als Oberbaurat zur Eisenbahn-Direktion nach Königsberg (Pr.).  
Beauftragt: Regierungs- und Baurat Krüger in Erfurt

mit der Wahrnehmung der Geschäfte eines Oberbaurates bei der Eisenbahn-Direktion daselbst.

In den Ruhestand getreten: Ober- und Geheimer Baurat Blunck bei der Eisenbahn-Direktion Königsberg (Pr.).

## Bücherbesprechungen.

**Die moderne Vorkalkulation in Maschinenfabriken.** Handbuch zur Berechnung der Bearbeitungszeiten an Werkzeugmaschinen auf Grund der Laufzeitberechnung nach modernen Durchschnittswerten; für den Gebrauch in der Praxis und an technischen Lehranstalten von M. Siegerist, technischer Kalkulator, Stettin, unter Mitarbeit von F. Bork, Betriebsingenieur, Benrath a. Rh. Berlin W, M. Krayn, 1915. Preis 4,0 M.

Bekannt ist, daß der wirtschaftlich erfolgreiche Betrieb eines Werkes in erster Linie von der genauen Feststellung der Selbstkosten aller Zweige des Betriebes abhängt, und daß die gründliche Durchforschung grade dieses Gebietes Deutschland an die Spitze der auf dem Weltmarkte erfolgreichen Länder geführt hat; bekannt ist aber auch, daß der junge Techniker grade diesem, ganz auf Erfahrungen im Betriebe beruhenden Gebiete anfangs besonders ratlos gegenüber steht, ja geneigt ist, seine hohe Bedeutung zu verkennen. Daher ist es ein besonderes Verdienst der Verfasser, in diesem Buche einen Schatz von tatsächlichen Angaben über die Leistung der Arbeitmaschinen nach Zeit und Menge zur Verfügung gestellt zu haben und zwar gesondert für Hobelmaschinen, Shapingmaschinen, vertikale Stofsmaschinen, Drehbänke, Horizontal-

bohrwerke, Rundsleifmaschinen, Fräsmaschinen und Bohrmaschinen, alle für Bearbeitung von Metallen.

**Katechismus für den Schaffner- und Bremser-Dienst.** Ein Lehr- und Nachschlage-Buch für Schaffner bei Personenzügen und bei Güterzügen (Bremser), Wagenaufseher, Wagenmeister und deren Anwärter. Von Geh. Baurat † E. Schubert in Berlin. Sechste Auflage, nach den neuesten Vorschriften ergänzt durch A. Denicke, Regierungs- und Baurat, Mitglied der Königl. Eisenbahndirektion Münster i W. Wiesbaden 1915, J. F. Bergmann. Preis 2,8 M.

Das Werk ist zu lange im Gebrauche bewährt, als daß es nötig wäre, hier auf seinen Inhalt näher einzugehen: zu betonen ist jedoch, daß auch diese Auflage die Aufgabe, einen verwickelten Stoff auch für minder Vorgebildete leicht faßlich darzustellen, vortrefflich löst. Wir empfehlen das Buch nicht bloß den Anwärtern für den Eisenbahndienst, sondern auch den höheren Beamten, namentlich den mit der Ausbildung und Prüfung beauftragten, da es ein gutes Mittel bietet, sich den richtigen Maßstab für das bei den Anwärtern zu erwartende Verständnis zu wahren.