

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 7/8 (1886)
Heft: 10

Artikel: Versuche mit Gasmaschinen
Autor: Fliegner, Albert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-13601>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Versuche mit Gasmaschinen. Von Alb. Fliegner, Professor am eidg. Polytechnikum. — Nachtzug zwischen Bern und Zürich. — Miscellanea: Zahnradbahnen in Oertelsbruch. — Concur-

renzen: Denkmal zur Erinnerung an den 500jährigen Gedenktag der Schlacht bei Sempach. Façade des Doms zu Mailand. Lagerhaus in Frankfurt a./M. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittlung.

Versuche mit Gasmaschinen.

Von *Albert Fliegner*, Professor der theoretischen Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum.
(Fortsetzung.)

Die zu untersuchenden Explosionsproducte wurden vom Ausblasetopf aus durch ein seitlich an demselben befestigtes Rohr und einen Gummischlauch nach dem Apparat geleitet. Im Ganzen wurden acht Proben entnommen und analysirt, zwei vor dem Eintritt des Beharrungszustandes, die sechs übrigen während desselben. Die Analysen ergaben folgende Zusammensetzungen in *Volumen-Procen-*

	CO ₂	O	CO	H	N
1. Probe	3,8	11,2	0,1	0,6	84,3
2. "	2,8	12,6	0,0	0,2	84,4
3. "	5,2	4,6	0,0	0,0	90,2
4. "	6,2	5,4	0,0	0,0	88,4
5. "	5,9	7,9	0,0	0,2	86,0
6. "	6,0	6,1	0,1	0,1	87,7
7. "	6,2	5,0	0,0	0,1	88,7
8. "	6,8	4,2	0,0	0,0	89,0
Mittel aus 3—8	6,05	5,53	0,02	0,07	88,38

Bei Berechnung der Mittelwerthe sind die beiden ersten Proben nicht berücksichtigt worden, weil sie zu starke Abweichungen zeigen; der Beharrungszustand war noch nicht hergestellt. Die sechs übrigen stimmen dagegen so gut mit einander überein, dass man für dieselben unbedenklich einen mittleren Beharrungszustand voraussetzen darf. Die Differenzen lassen sich leicht aus der nicht immer gleichartigen Zusammensetzung des Gemenges vor der Explosion, sowie dadurch erklären, dass gelegentlich einzelne Explosionen versagten. Für letztere Ursache spricht wenigstens der Umstand, dass der sehr hohe Sauerstoffgehalt bei der fünften Probe einem langsameren Gange angehört, während umgekehrt der geringe Sauerstoffgehalt der letzten Probe bei sehr schnellem Gange gefunden wurde. Und da der Regulator, wie schon erwähnt, nicht einwirkte, so mussten Versager stärkere Schwankungen der Geschwindigkeit zur Folge haben. Den gelegentlichen Versagern ist es auch jedenfalls zuzuschreiben, dass sich bei 5 und 6 Kohlenoxyd und Wasserstoff zeigten, als Bestandtheile von nicht explodirten Gasfüllungen. Diese Auffassung ist dann der weiteren Rechnung zu Grunde gelegt und daher vorausgesetzt worden, dass für normalen Gang, ohne Versager, in den abströmenden Gasen weder Kohlenoxyd noch Wasserstoff enthalten seien. Die 0,09 Procente dieser beiden Körper wurden daher unter die drei übrigen Bestandtheile im ungefähren Verhältnisse der letzteren vertheilt. Das ergab folgende mittlere Zusammensetzung der Explosionsproducte in *Volumen-Procen-*

CO ₂	6,06 %
O	5,54 "
N u. s. w.	88,40 "
	100,00 %

Leider existirt vom hiesigen Leuchtgas noch keine chemische Analyse. Nach *Lunge* darf man aber im Mittel dem *Volumen* nach folgende procentale Zusammensetzung annehmen:

Methan (CH ₄)	40 %
Wasserstoff (H)	40 "
Kohlenoxyd (CO)	10 "
Schwere Kohlenwasserstoffe	8 "
Indifferent (N)	2 "
	100 %

Berechnet man hiernach die Zusammensetzung zunächst nach *Gewichtsprocen-*

ten, so ergeben sich folgende Werthe*):

C H ₄	47,4 %
H ₂	5,9 "
C O	20,7 "
C ₂ H ₄	11,4 "
C ₄ H ₈	10,4 "
N	4,2 "
	100,0 %

Diese Zusammensetzung entspricht nachstehendem Gewichtsverhältniss der einzelnen chemischen Elemente:

C	63,1 %
H	20,9 "
O	11,8 "
N	4,2 "
	100,0 %

Eine Berechnung der Explosionsproducte aus dieser Zusammensetzung und unter der Voraussetzung, dass sie sämtlich gasförmig seien, führte zu keiner Uebereinstimmung mit den oben mitgetheilten Analysen. Es musste dazu die auch durchaus wahrscheinliche Annahme zu Grunde gelegt werden, dass sich ein Theil des Kohlenstoffes während des chemischen Processes als *Russ* abscheidet. Derselbe möge pro Kilogramm Gas *C'* kg betragen. Der übrige Kohlenstoff, mit *C''* bezeichnet, verbrennt dagegen vollständig zu Kohlensäure. Ferner soll vorausgesetzt werden, dass nicht alles Methan verbrennt, sondern dass pro Kilogramm Gas *M* kg Methan in den Verbrennungsproducten enthalten sind. Da Methan eine Verbindung von 3 Gewichtstheilen Kohlenstoff mit 1 Gewichtstheil Wasserstoff ist, so enthalten diese *M* kg Methan 0,75 *M* kg Kohlenstoff und 0,25 *M* kg Wasserstoff. Dann zerfällt der Kohlenstoffgehalt des Gases bei der Verbrennung in drei Theile, zwischen denen die Beziehung besteht:

$$C'' + C' + 0,75 M = 0,631 \dots \dots \dots (1)$$

Vom Wasserstoffe verbrennen nur 0,209—0,25 *M* kg.

Der Verbrennungsprocess pro Kilogramm Leuchtgas verläuft daher nach folgendem Schema:

Verbrennende chemische Elemente	Nöthiges Sauerstoffgewicht, kg	Product
<i>C'</i> kg Kohlenstoff	$\frac{8}{3} C'$	$\frac{11}{3} C'$ kg CO ₂
0,209—0,25 <i>M</i> kg Wasserstoff	1,671—2 <i>M</i>	1,880—2,25 <i>M</i> kg H ₂ O
Nöthiger Sauerstoff schon vorhanden	$\frac{8}{3} C'' + 1,671 - 2 M$ 0,118	

Daher sind noch $\frac{8}{3} C'' + 1,553 - 2 M$ kg Sauerstoff

zuzuführen. Dieselben werden der angesaugten Luftmenge von *L* kg pro Kilogramm Gas entnommen. Da die Luft aus 0,231 Gewichtstheilen Sauerstoff und 0,769 Gewichtstheilen Stickstoff besteht, so sind hiernach die gesammten Verbrennungsproducte pro Kilogramm Gas folgendermassen zusammengesetzt:

CO ₂ $\frac{11}{3} C'$ kg,
H ₂ O (1,880—2,25 <i>M</i>) kg,
O (0,231 <i>L</i> — $\frac{8}{3} C''$ —1,553+2 <i>M</i>) kg,
N (0,042+0,769 <i>L</i>) kg.

Dazu kommen noch *C'* kg *Russ* und *M* kg unverbranntes Methan.

Zur Vergleichung mit der oben angegebenen Analyse

*) Die zu den Berechnungen nöthigen Constanten wurden entnommen: *Clausius*, Die mechanische Wärmetheorie, 2. Aufl. I. Band, pag. 62. Zur später erfolgenden Bestimmung der Heizkraft dienen die Angaben in *Grashof*, theoretische Maschinenlehre I. Bd., pag. 910. Sämtliche Rechnungen sind übrigens zunächst mit möglichst grosser Stellenzahl durchgeführt und die Resultate nachträglich abgekürzt.

sind nur die *gasförmigen* Theile heranzuziehen. C' kommt durch die lange Leitung gar nicht bis in den Apparat; H_2O condensirt vorher. Es sind aber die Gewichte wieder auf Volumina zu reduciren, und zwar sollen dieselben, weil die betreffenden Constanten in der Clausius'schen Tabelle in dieser Weise gegeben sind, der Einfachheit wegen mit Luft verglichen werden. Bezeichnet dann Σ die Summe aller so gefundenen einzelnen Volumina, so ergeben sich unter Heranziehung der Resultate der chemischen Analyse sofort folgende Gleichungen:

$$\text{für Kohlensäure:} \\ 2,412 C' = 0,0606 \Sigma \quad (2)$$

$$\text{für Sauerstoff:} \\ 0,209 L - 2,412 C' - 1,405 + 1,809 M = 0,0554 \Sigma \quad (3)$$

$$\text{für Stickstoff und Methan:} \\ 0,791 L + 0,043 + 1,809 M = 0,8840 \Sigma \quad (4)$$

Von diesen drei Gleichungen sind aber nur zwei unabhängig, die dritte ist eine Folge der beiden anderen. Zur Berechnung der vier unbekanntenen Grössen: C' , C'' , L , M sind also nur drei Gleichungen vorhanden, (1) und zwei der drei letzten. Da keinerlei weitere Beobachtungsresultate vorliegen, aus welchen die fehlende vierte Gleichung hergeleitet werden könnte, so ist über eine der Unbekannten eine Annahme nöthig. Diese soll weiterhin über den Gehalt der austretenden Gase an Methan, M , gemacht werden, so dass hier nur noch die drei übrigen Grössen durch M auszudrücken sind. Es findet sich:

$$L = 13,42 - 14,96 M \quad (5)$$

$$C' = 0,303 - 0,285 M \quad (6)$$

$$C'' = 0,328 - 0,465 M \quad (7)$$

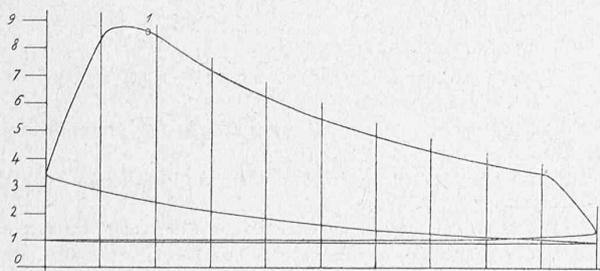
Würden alle brennbaren Bestandtheile des Gases vollkommen verbrennen, so würde jedes Kilogramm eine *Heizkraft* von rund 10 200 Calorien entwickeln. Der als Russ zurückbleibende Kohlenstoff lässt aber 8080 C' Cal., das nicht verbrannte Methan 11 710 M Cal. nicht zur Entwicklung gelangen. Es bleiben also in der That nur 10 200 — 8080 C' — 11 710 M Cal. verfügbar. Setzt man den Werth von C' aus Glchg. (7) ein, so erhält man die *wirklich ausnutzbare Heizkraft pro 1 kg Leuchtgas* abgerundet zu

$$W = 7510 - 7950 M \quad (8)$$

Bevor auf eine Discussion des wahrscheinlichsten Werthes von M eingegangen werden kann, muss noch der ganze Process in der Maschine einer genaueren Untersuchung unterzogen werden.

Zu diesem Zwecke musste zunächst das *mittlere Indicatoriagramm* bestimmt werden. Leider lagen dazu nur Diagramme aus der ersten Hälfte der Versuchszeit vor; später riss die nach dem Indicator führende Schnur und hätte nicht ohne Anhalten des Motors ersetzt werden können. Die verhältnissmässig sehr gute gegenseitige Uebereinstimmung der vorhandenen Diagramme, ebenso wie die Resultate der chemischen Analyse, deuten aber darauf hin, dass schon von Anfang an in hinreichendem Grade ein mittlerer Beharrungszustand der Maschine eingetreten war, dass es also auch zulässig ist, das resultirende Diagramm als mittleres Diagramm für die *ganze* Versuchszeit anzusehen. Dasselbe ist in Fig. 7 im Massstabe der ursprünglichen Diagramme wiedergegeben.

Fig. 7.



Die Maschine hat 170 mm Cylinderdurchmesser, 335 mm Kolbenhub und einen nach einer Zeichnung möglichst genau berechneten schädlichen Raum von 66,31 %

des vom Kolben zurückgelegten Volumens.*) Mit diesen Angaben bestimmen sich aus dem Diagramm leicht die während der einzelnen Perioden gewonnenen Arbeiten. Werden die betreffenden Flächen bis zum absoluten Nulldruck gerechnet (der Barometerstand entsprach während der Versuche einem Drucke von 0,9956 kg), und statt der Arbeiten gleich die äquivalenten Wärmemengen eingeführt, so ergibt sich pro Spiel als während

des Ansaugens gewonnen	+ 0,166 Cal.
der Compression aufgewendet	— 0,311 „
der Explosion und Expansion (bis 0,9 des Kolbenhubes) gewonnen	+ 0,928 „
des Vorausströmens gewonnen	+ 0,046 „
des Ausströmens aufgewendet	— 0,177 „
pro Spiel in äussere Arbeit umgesetzt	0,652 Cal.

Für die weitere Untersuchung des ganzen Processes soll nun hier nur der Gang der Rechnung erläutert werden, während sich die numerischen Ergebnisse für verschiedene Annahmen über M in Tabelle II zusammengestellt finden.

Zunächst muss die Menge des je vom vorhergehenden Spiel im schädlichen Raume gebliebenen Rückstandes bestimmt werden. Im Beharrungszustande ist die Zusammensetzung dieses Rückstandes gleich derjenigen anzunehmen, welche die Explosionsproducte eines Gemenges von 1 kg Gas und L kg Luft besitzen. Letztere lässt sich aber auf Grund der vorangegangenen Entwicklungen leicht berechnen. Die betreffenden Werthe sind in den ersten 8 Posten der Tabelle angegeben. Da sich der Wasserdampf in diesem Gemenge in sehr stark überhitztem Zustande befindet, so wird sein Verhalten auch nach den für vollkommene Gase geltenden Beziehungen beurtheilt werden können. Dann berechnet sich zunächst die Constante R der Zustandsgleichung des Gemenges, wie sich leicht nachweisen lässt, nach der Gleichung

$$R \Sigma (G) = \Sigma (RG) \quad (9)$$

Die für die einzelnen Bestandtheile geltenden Werthe von R finden sich, indem man denjenigen für Luft, 29,27, durch die in der oben citirten Clausius'schen Tabelle angegebenen, auf Luft bezogenen Dichtigkeiten dividirt. Für die Explosionsproducte und den Rückstand ist dieser Werth in Post 9 angegeben.

Zur Bestimmung der am Ende des Ausströmens im Inneren des Cylinders herrschenden Temperatur war im Ausblasetopf ein Thermometer angebracht worden. Dasselbe schwankte in der Art, dass es jedesmal beim Beginne des Vorausströmens stieg, um bald darauf wieder zu fallen und dann ziemlich stationär zu bleiben. Die letztere Temperatur nahm aber bis nahe zum Ende des Versuches, anfangs rascher, später langsamer, von 200° auf 254° Cels. zu, ein Beweis, dass sich der thermische Beharrungszustand im Ausblasetopf viel langsamer einstellte, als im Cylinder. Die Diagramme wurden dadurch aber in keiner merkbaren Weise beeinflusst. Da nun im Inneren des Cylinders jedenfalls eine noch etwas höhere Temperatur herrscht, als im Ausblasetopf, so wurde letztere auf $T = 550^\circ \text{ abs.}$ aufgerundet. Durch diese unvermeidliche Schätzung kommt allerdings von vornherein eine Unsicherheit in die ganze Rechnung. Der Rückstand ist aber klein gegenüber der pro Spiel frisch in den Cylinder tretenden Gasmenge, so dass eine andere Annahme über diese Temperatur die Schlussresultate nicht wesentlich ändern würde. Der Druck am Ende des Ausströmens ergab sich aus dem mittleren Indicatoriagramm zu $p = 1,03 \text{ Atm. abs.}$ Bezeichnet dann V den mit Gasen angefüllten Theil des Cylindervolumens, also hier das Volumen des schädlichen Raumes, G das Gewicht des Gasinhaltes, so berechnet sich letzteres einfach aus

*) Die Herren *F. Martini & Co.* gestatteten die Veröffentlichung dieser Dimensionen, gaben aber für Maschinen gleicher Stärke einen Kolbenhub von 340 mm und ihm gegenüber einen schädlichen Raum von nur 60,1 % an. Da bei den folgenden Berechnungen doch einige weitere Unsicherheiten unvermeidlich waren, wurde die schon abgeschlossene, mit den im Text angegebenen Werthen durchgeführte Rechnung nicht noch einmal wiederholt.

$$G = \frac{V}{v} = \frac{Vp}{RT} \dots \dots \dots (10)$$

Die hieraus folgenden Gewichte für die Rückstände

Tabelle II.

1. Pro 1 kg Leuchtgas zugeführte Luftmenge (Gleichg. 5) kg	13,424	11,928	10,432	8,936	7,440
Zusammensetzung					
der Explosionsproducte pro 1 kg Gas:					
2. Unverbrannt entweichendes Methan, angenommen kg	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
3. Kohlensäure "	1,112	1,007	0,903	0,798	0,694
4. Wasserdampf "	1,880	1,655	1,430	1,205	0,980
5. Sauerstoff "	0,741	0,672	0,602	0,533	0,463
6. Stickstoff "	10,364	9,214	8,064	6,913	5,763
7. Russ, Cr (Gleichg. 7) "	0,328	0,281	0,235	0,188	0,142
8. Gasförmige Explosionsproducte pro 1 kg Leuchtgas "	14,098	12,648	11,199	9,749	8,300
9. Constante R der Zustandsgleichg. für Explosionsproducte und Rückstand	31,34	31,47	31,63	31,84	32,12
10. Specificische Wärme des Gemenges bei constantem Druck	0,2719	0,2740	0,2767	0,2802	0,2849
11. Specificische Wärme des Gemenges bei constantem Volumen	0,1980	0,1999	0,2022	0,2052	0,2092
Saugperiode.					
12. Gewicht des Rückstandes im schädlichen Raume, G ₀ gr	3,027	3,014	2,999	2,979	2,953
13. Pro Spiel angesaugtes Luftgewicht, G ₁ "	6,615	5,878	5,141	4,404	3,666
14. Inhalt des Cylinders vom Ende des Ansaugens an, G "	10,135	9,385	8,633	7,876	7,113
15. Constante R der Zustandsgleichg. dieses Gemenges "	31,52	31,74	32,00	32,34	32,77
16. Specificische Wärme desselben bei constantem Druck	0,2669	0,2699	0,2736	0,2783	0,2845
17. Specificische Wärme desselben bei constantem Volumen	0,1928	0,1953	0,1983	0,2022	0,2074
18. Temperatur des Gemenges am Ende des Ansaugens Cels.	112	140	172	210	255
19. Während des Ansaugens pro Spiel mitzuheilende Wärmemenge Q ₁ Cal.	0,025	0,080	0,136	0,193	0,251
Compressionsperiode.					
20. Temperatur am Ende der Compression Cels.	256	294	339	391	452
21. Während d. Compression pro Spiel abzuführende Wärmemenge Q ₂ Cal.	0,030	0,029	0,026	0,024	0,021
Explosions- und Expansionsperiode.					
22. Temperatur am Anfang der Explosion Cels.	259	299	346	401	467
23. Höchste Temperatur im ganzen Prozesse "	1486	1619	1774	1956	2173
24. Temperatur am Ende der Expansion, bei 0,9 des Kolbenweges "	1008	1104	1217	1349	1508
25. Während der Explosion und Expansion pro Spiel mitzuheilende Wärmemenge Q ₃ Cal.	2,431	2,438	2,448	2,460	2,477
Ausströmen.					
26. Während des Ausströmens pr. Spiel abzuführende Wärmemenge Q ₄ "	1,309	1,423	1,540	1,661	1,789
Bilanz.					
27. Heizkraft der verbrennenden Theile des Gases (abgerundet) "	7510	6720	5920	5130	4330
28. Pro Spiel verfügbare Wärmemenge "	3,703	3,311	2,919	2,527	2,135
29. Pro Spiel an das Kühlwasser und durch Strahlung verlorene Wärmemenge "	2,587	2,242	1,902	1,559	1,217
30. Pro Liter Leuchtgas hierdurch verlorene Wärmemenge "	2,837	2,459	2,086	1,711	1,335

sind in Post 12 der Tabelle angegeben, aber, um bequemere Zahlen zu erhalten, in Grammen.

Aus den Ablesungen an den Gasuhren und am Tourenzähler, 9720 Liter im Ganzen, weniger 305 Liter für die

Hilfsflammen, auf 10146 Spiele, ergibt sich leicht das pro Spiel angesaugte Gasvolumen, gemessen im Zustande wie in der Gasuhr. Und da dort eine Temperatur von im Mittel 27,0° Cels. und ein Ueberdruck von im Mittel 25 mm Wassersäule herrschte, so berechnet sich das pro Spiel in den Cylinder eingetretene Gasgewicht zu G_g = 0,493 gr.

(Fortsetzung folgt.)

Nachtzug zwischen Bern und Zürich.

Wenn in Zürich Abends, nach Schluss der Geschäfte, Briefe der eidgenössischen Post übergeben werden, so langen dieselben des anderen Tages um 10 Uhr in der 130 km entfernten Landeshauptstadt und drei Stunden früher in dem 310 km entfernten, jenseits der Alpen in fremdem Lande gelegenen Mailand an.

Im Verkehr zwischen dem Norden und Osten der Schweiz mit dem Centrum und dem Südwesten derselben fehlt eben noch ein im Weltverkehr unerlässliches Hilfsmittel: die Ausnützung der Nachtstunden. Unsere Nachbarstaaten, mit welchen wir in Kauf und Verkauf, in Erzeugen und Veredeln von Gütern, schweren und immer schwereren Wettkampf kämpfen, haben längst das englisch-americanische Dogma: „time is money“ in die Landessprache übersetzt. Wir haben zwar viele Landessprachen, aber nur einen Nachtschnellzug und denselben verdanken wir ausschliesslich der Einsicht der Verwaltung der Gotthardbahn, welche sich bewusst ist, dass zur Hebung des Verkehrs zunächst Opfer gebracht werden müssen und gewillt ist ihren Daseinszweck: Verbindung und Näherückung von Süd und Nord, voll und ganz zu erfüllen.

An Bestrebungen, auch zwischen Ost und West Nachtzüge einzuführen, hat's nicht gefehlt. Der hohe Bundesrath hat zu wiederholten Malen die Eisenbahngesellschaften „eingeladen, die Frage zu prüfen“. Und sie wurde geprüft und, wie vorauszusehen war, wurde nachgewiesen, dass die Durchführung eines Nachtzuges, bei Nachachtung der für den Betrieb von Vollbahnen gültigen Vorschriften und Gepflogenheiten, den Eisenbahngesellschaften, auch nach Einrechnung einer Beisteuer seitens der Bundeskasse, grosse Verluste bringen würde.

Dass dies sich so verhält, wird nicht zumeist durch die Kosten des Zuges selbst veranlasst, sondern weit mehr durch die Vermehrung der Ausgaben für den Stations- und Bahnbewachungsdienst.

Die Stationen müssen beleuchtet und mit Personal besetzt sein; es werden Bilete gelöst, Gepäckstücke aufgegeben; die Weichen und Signale müssen wie bei Tage bedient und bewacht werden; die Wagencontrole darf auch nicht ausfallen u. s. w., u. s. w.

Und wer soll all' dies besorgen? Doch nicht Diejenigen, welche schon den ganzen Tag von früh bis spät Dienst gethan haben! Es muss also das Personal vermehrt und eine andere Diensttheilung geschaffen werden. Aehnlich verhält es sich mit dem Bahnbewachungsdienst. Die Wegübergänge — und ihre Zahl ist Legion — müssen bewacht werden. Bei Tag wird dieser Dienst für geringen Lohn durch Frauen versehen; bei Nacht muss er durch Männer besorgt werden. Die Zahl der täglichen Bahnbegehungen wird — auf hoch obrigkeitlichen Befehl — mindestens um eine vermehrt werden müssen. Zwei bis drei Stunden Nachtdienst verursachen im Tagdienst einen Ausfall von 4—6 Stunden, welcher wieder durch Vermehrung des Personals eingebracht werden muss.

Im Stations- und Bahndienst veranlasst also die Einführung eines Nachtzuges eine erhebliche Vermehrung der bisher für die Gesamtheit aller Züge erwachsenen Ausgaben, während die Einnahme des Nachtzuges höchstwahrscheinlich weniger als 1/n der Gesamteinnahmen (wo n die Zahl aller Züge) betragen, und überdies die Einnahmen der bisherigen Züge schmälern wird.

Nun noch die Ausgaben für den Zug selbst, die Be-