

Versuche an neuzeitlichen Lokomotivkesselwaschanlagen.

Von Reichsbahnrat Scharrer, Nürnberg.

Hierzu Tafel 39.

Bei der nach dem Kriege einsetzenden Brennstoffknappheit ist für manche Industriebetriebe das Wirtschaften mit Kohle zur Lebensfrage geworden. Aus diesem Grunde haben auch die schon vor dem Kriege hervortretenden Bestrebungen einer zielbewussten Wärme- und Energiewirtschaft kraftvolle Förderung erfahren. Dafs dabei ein Unternehmen wie die Deutsche Reichsbahn, dessen hauptsächlichster Betriebsstoff die Kohle ist, bei der Unterstützung dieser Bestrebungen mit an der Spitze marschieren mußte, ist selbstverständlich. Jeder kleinste Fortschritt in der Verfeuerung der Kohle in den Lokomotiven mußte sich bei dem ungeheuren Verbrauch von ca. 16 000 000 t im Jahr ganz außerordentlich auswirken.

Unter der Einwirkung der von der Deutschen Reichsbahn ins Leben gerufenen Organisation zur Verbesserung der Energie- und Wärmewirtschaft und durch betriebliche Maßnahmen ist es z. B. für den Bereich der Gruppe Bayern gelungen, den Kohlenverbrauch für das Lokomotivkilometer von 18,03 kg im Wirtschaftsjahr 1923/24 auf 13,64 kg im Jahr 1924/25 und 12,6 kg im Jahr 1926 herabzudrücken.

Zu diesem Erfolg haben zweifellos auch die Verbesserungen der Lokomotivbehandlungsanlagen, besonders der Einrichtungen zum Warmwaschen und -füllen der Lokomotiven wesentlich beigetragen. Gerade auf diesem Gebiet lagen die Verhältnisse vor dem Kriege sehr im argen. Das Eisenbahnzentralamt hat sich im Jahre 1920 der Mühe unterzogen, die bis dorthin bekannten gebräuchlichsten Verfahren des Auswaschens der Lokomotivkessel zu durchforschen und gegeneinander auf ihren wirtschaftlichen Wert zu vergleichen. Die Ergebnisse sind in den »Grundzügen für das Entwerfen von Lokomotivbehandlungsanlagen, Abt. C, Kap. 3 Auswaschanlagen« niedergelegt. Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen ist vom Eisenbahnzentralamt ein Auswaschverfahren durchgebildet und in den Grundzügen als Verfahren 6 festgelegt worden, das unter voller Ausnützung der im Lokomotivkessel vorhandenen Wärme ein warmes Auswaschen und Füllen der Lokomotive ermöglicht und dadurch alle Vorteile in betrieblicher und wärmetechnischer Beziehung bei geringsten Kosten vereinigt.

Die wirtschaftliche Überlegenheit dieser Anlagen, die auf der fast vollkommenen Verwertung der Abfallwärme beruht, hat die Reichsbahnverwaltung veranlaßt, selbst bei der damals herrschenden Geldknappheit Mittel für den Bau zur Verfügung zu stellen, so dafs innerhalb 3 Jahren die weitaus größte Zahl der Bahnbetriebswerke mit neuzeitlichen Waschanlagen ausgerüstet werden konnte.

Während bisher noch vielfach ausgemusterte Lokomotiven als sogenannte »Waschlokomotiven« zur Erzeugung des benötigten warmen Wassers und zum Betrieb der Dampfstrahlapparate zum Waschen und Füllen unter Feuer gehalten wurden, versorgen sich die neuzeitlichen Auswaschanlagen aus der zum Waschen kommenden Lokomotive selbst mit der benötigten Wärme. Der wirtschaftliche Erfolg erhellt am besten aus der Tatsache, dafs bei jeder Waschung nach der neuen Arbeitsweise vorsichtig gerechnet 8,— M (siehe unten!) an Kosten gegenüber dem früheren Verfahren eingespart werden, was bei einem Stand von ca. 20 000 Betriebslokomotiven und unter Annahme einer 14tägigen Laufzeit der Lokomotive zwischen zwei

Waschtagen eine jährliche Gesamteinsparung von $20\,000 \cdot \frac{365}{14} \cdot 8 = 4\,171\,200,—$ M bringt, während die Anlagekosten der Waschanlagen für die 506 Bahnbetriebswerke der Deutschen Reichsbahn eine einmalige Ausgabe von ca. $506 \cdot 19\,000 = 9\,614\,000,—$ M erfordern.

Grundlegend für die Bauform war größtenteils das bereits erwähnte Verfahren 6 der Grundzüge. Doch hatten die in dem einen oder anderen Werk gemachten Erfahrungen, besondere örtliche Verhältnisse der Wasserbeschaffenheit und die Erfordernisse des Betriebsdienstes auch noch verschiedene andere Bauausführungen gezeitigt. Im wesentlichen ging jedoch die Entwicklung in zwei Hauptrichtungen: Die eine bevorzugte das Dampfabwasserverfahren, die andere das Abwasserverfahren mit Wärmeaustauscher.

Der Hauptunterschied besteht in der Art des Entleerens des Lokomotivkesselinhaltes und in der Art der Übertragung der Wärme auf das zum Temperatenausgleich und zum Füllen notwendige Frischwasser. Das meist angewendete Verfahren ist das Dampfabwasserverfahren, das dem Verfahren 6 der Grundzüge entspricht und in der Weise vor sich geht, dafs zuerst der Dampf abgelassen und zum Erwärmen von Frischwasser benützt wird, während das Kesselwasser in den Auswaschbehälter entleert wird, nachdem der Lokomotivkessel drucklos geworden ist (Gefma, Körting usw.). Bei der anderen Bauform dagegen wird das Ablassen des Kesselwassers unter Kesseldruck und die Wärmeübertragung auf das Frischwasser unter Zwischenschaltung von Wärmeaustauschern vorgenommen. (Osthoff, Emhardt und Auer, Rusch und Stahlschmidt, Fischer usw.)

Während in Norddeutschland hauptsächlich erstere Bauform bevorzugt wurde, sind im Bereich der Gruppe Bayern verschiedene Anlagen mit Gegenstromkühler (Wärmeaustauscher) errichtet worden. Die erste Anlage wurde im Jahre 1923 beim Bahnbetriebswerk Nürnberg Hauptbahnhof von der Maschineninspektion I Nürnberg im Zusammenarbeiten mit der Firma Emhardt und Auer, München, die auch bereits im Auslande Auswaschanlagen gebaut hatte, durchgebildet. Die bei dieser Anlage gemachten guten Erfahrungen wurden dann in einer zweiten Anlage beim Bahnbetriebswerk Nürnberg Rangierbahnhof weiterverwertet. Da zur gleichen Zeit in benachbarten Bezirken Anlagen der anderen Bauform entstanden, lag der Gedanke sehr nahe, das Arbeiten beider Systeme zu vergleichen, zumal gerade gegen die Ausführung mit Gegenstromkühler manchenorts Bedenken laut geworden waren.

Die Untersuchung erstreckte sich hauptsächlich auf die Vorgänge vom Beginn bis zur Beendigung des Entleerens, durch deren Wirkungsgrad in wärme- und betriebstechnischer Hinsicht die Wirtschaftlichkeit einer Lokomotivkesselauswaschanlage selbst gekennzeichnet ist. Die weiteren Arbeiten des Waschens und Füllens der Lokomotivkessel berühren nicht unmittelbar den wärmetechnischen Vorgang an sich, sie sind jedoch beim Bau der Anlagen zur Bestimmung der Behältergrößen, der Pumpenleistungen und für die Abwicklung des ganzen, ineinander greifenden Waschgeschäftes von Bedeutung und nach den örtlichen Betriebsverhältnissen verschieden.

Ich habe mich deshalb darauf beschränkt, den Wärmeeffuß der beiden Bauarten bis in die Behälter zu verfolgen, den Wirkungsgrad dieses Vorganges, die Temperaturregelung und die notwendigen Bedienungsarbeiten hierzu zu ermitteln und auf Grund dieser Beobachtungen die beiden Bauarten vom wärme- und betriebstechnischen Standpunkt aus zu vergleichen.

Die Hauptteile jeder Lokomotivauswaschanlage bestehen aus den Leitungen, der Wärmeübertragungsvorrichtung, den Behältern, dem Maschinenraum mit den Pumpen, sowie den verschiedenen Regelvorrichtungen und Meßgeräten.

Frischwasserweg mit 34 m² Heizfläche. Das Kesselwasser fließt durch den Kühler, durch den das Frischwasser im Gegenstrom in Röhren durchgeführt wird. Die auf die Gebrauchstemperatur abgekühlten bzw. erwärmten Wassermengen sammeln sich hierauf in den entsprechenden Behältern zur Verwendung als Füll- und Waschwasser.

Der Vorgang des Entleerens der Lokomotiven spielt sich bei dieser Anordnung in folgender Weise ab:

Der Kesselablaßhahn wird durch ein bewegliches Zwischenstück mit der Abwasserleitung verbunden und der Hahn geöffnet.

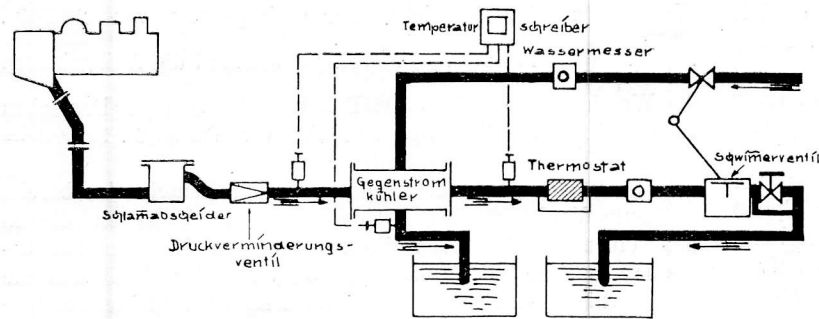


Abb. 1. Schema einer Lokomotivkesselwaschanlage mit Gegenstromkühler. (Bahnbetriebswerk Nürnberg Rbf.)

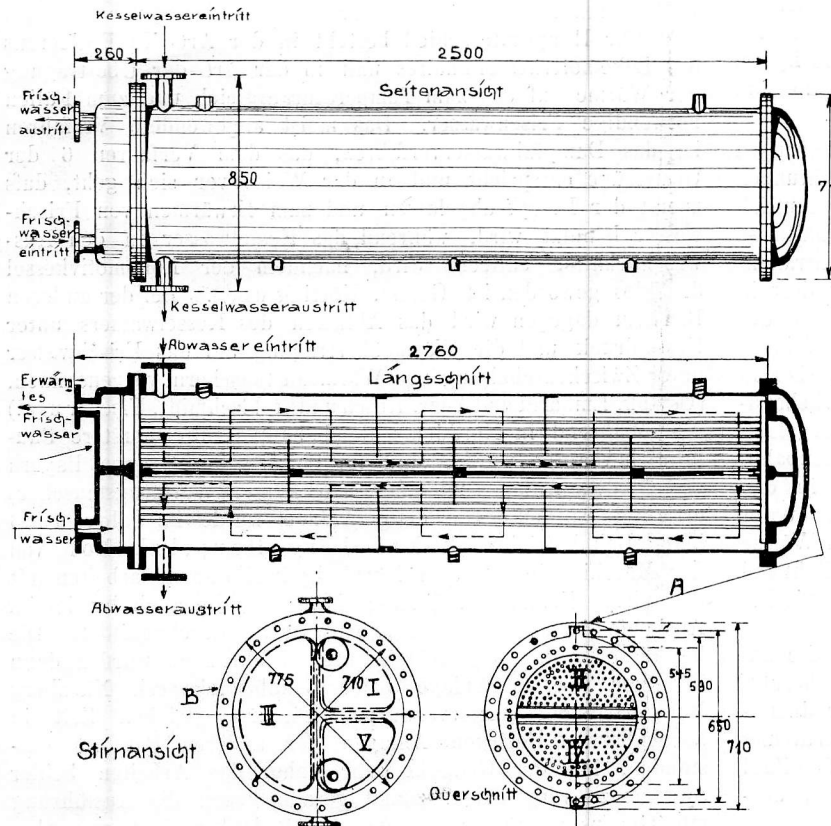


Abb. 2. Wärmeaustauschapparat mit zweifachem Heißwasser- und vierfachem Kühlwasserweg. (34 m² Kühlfläche.)

1. Die Anlage mit Gegenstromkühler beim Bahnbetriebswerk Nürnberg Rbf.

Das Schema der Anlage ist in der Textabbildung 1 wiedergegeben.

Die Anlage besteht im wesentlichen aus einer Abwasserleitung und einer Frischwasserleitung, die sich in einem Wärmeaustauschapparat kreuzen; hier erfolgt der Wärmeaustausch zwischen Abwasser und Frischwasser in einem Gegenstromkühler (Textabb. 2) mit zweifachem Heiß- und vierfachem

Über ein Kontrollmanometer mit Schreibvorrichtung gelangt das Abwasser in einen großen Schlammabscheider mit Koksfilter (Textabb. 3) und von diesem über ein Druckverminderungsventil in den Wärmeaustauscher. Das Druckverminderungsventil sorgt dafür, daß die Anlage stets mit dem gleichen Druck von 1,5 at, abs. arbeitet. Zur Erzielung des selbsttätigen Arbeitens der Anlage sind außerdem als besondere Hilfseinrichtungen ein Thermostat und ein Schwimmereger in die Abwasserleitung eingebaut. Während letzterer durch eine Hebelübersetzung das Frischwasserabsperrventil öffnet, sobald die Entleerung beginnt, und schließt, wenn sie beendet ist, also ein Leerlaufen des Gegenstromkühlers verhindert, hat der »Thermostat« die Aufgabe, durch Drosselung der Abwasserdurchflußmenge die Temperatur des Abwassers hinter dem Wärmeaustausch auf der gewünschten Höhe von im Mittel 55° C, der zum Auswaschen noch brauchbaren Temperatur zu halten.

Durch entsprechende Einstellung der Hilfsapparate können die Endtemperaturen der Gebrauchswasser nach den örtlichen Bedürfnissen des Betriebs geregelt werden. Ist dies einmal geschehen, so arbeitet die Anlage selbsttätig. Um diese selbsttätige Arbeitsweise zu erzielen, mußten allerdings verschiedene Schwierigkeiten überwunden werden. Die Konstruktion der Thermostate ist noch nicht so weit, daß wirklich eine Regelung der Temperatur eintritt. Die Wirkungsweise ist vielmehr derart, daß bei Erreichen der Höchsttemperatur von 55° die Abwassermenge nicht gedrosselt, sondern abgesperrt wurde. Da in diesem Falle der Regler den Durchfluß erst wieder frei gab, wenn das im Rohr stehende Wasser sich unter 55° C abgekühlt hatte, verzögerte sich die Wiederöffnung sehr lange. Diesem Übelstand wurde dadurch abgeholfen, daß der Thermostatkolben durchbohrt bzw. durch eine kleine Umgehungsleitung überbrückt wurde. Leider konnte der geplante Einbau eines Arca-Temperaturreglers, wie er in der Brauereiindustrie zur Regelung der Temperatur des Warmwassers zum Auswaschen der Flaschen mit Erfolg verwendet wird, nicht mehr durchgeführt werden. Dieser Regler hat den Vorteil, daß nicht durch den Thermostatkolben selbst die Ventilbetätigung erfolgt, sondern unter Zwischenschaltung einer Temperatursteuerung von einer auf eine Biegeplatte wirkenden Druckflüssigkeit übernommen wird, wodurch ausreichende Betätigungskräfte und große Empfindlichkeit erzielt werden. Die ungenügende Arbeitsweise des Thermostats hat das Bahnbetriebswerk auch veranlaßt, den Schwimmereger umzuändern und zur Regelung der Temperatur mit heranzuziehen. Durch Schieber bzw. Ventile kann die Durchflußmenge und damit die Spiegelhöhe des Abwassers im Schwimmereger selbst derart eingestellt werden, daß durch den Schwimmer mittels eines Übertragungsgestänges das Frischwasserzuflußventil entsprechend der jeweiligen Spiegelhöhe freigegeben und dadurch nicht nur ein

An- und Abstellen des Zuflusses, sondern auch eine gewisse Regelung erzielt wird, die praktisch genügt. Der Thermostat wurde dadurch überflüssig.

Schwierigkeiten bereitete auch anfangs der Umstand, daß infolge der Nachverdampfung häufig Dampfballen in den Abwasserraum des Gegenstromkühlers gelangten und dort die gleichmäßige Temperaturübertragung störten. Dem ist in einfacher Weise durch eine Entlüftungsverbindung vom Gegenstromkühler zum Schwimmergefäß abgeholfen worden. Nachdem auch noch der Schlammfänger zweckmäßig umgeändert wurde und die Entleerungszeit durch die Einschaltung eines Druckverminderungsventils von 0,75 Stunden auf 1,5 bis 2 Stunden verlängert werden konnte, wurde die Anlage so eingestellt,

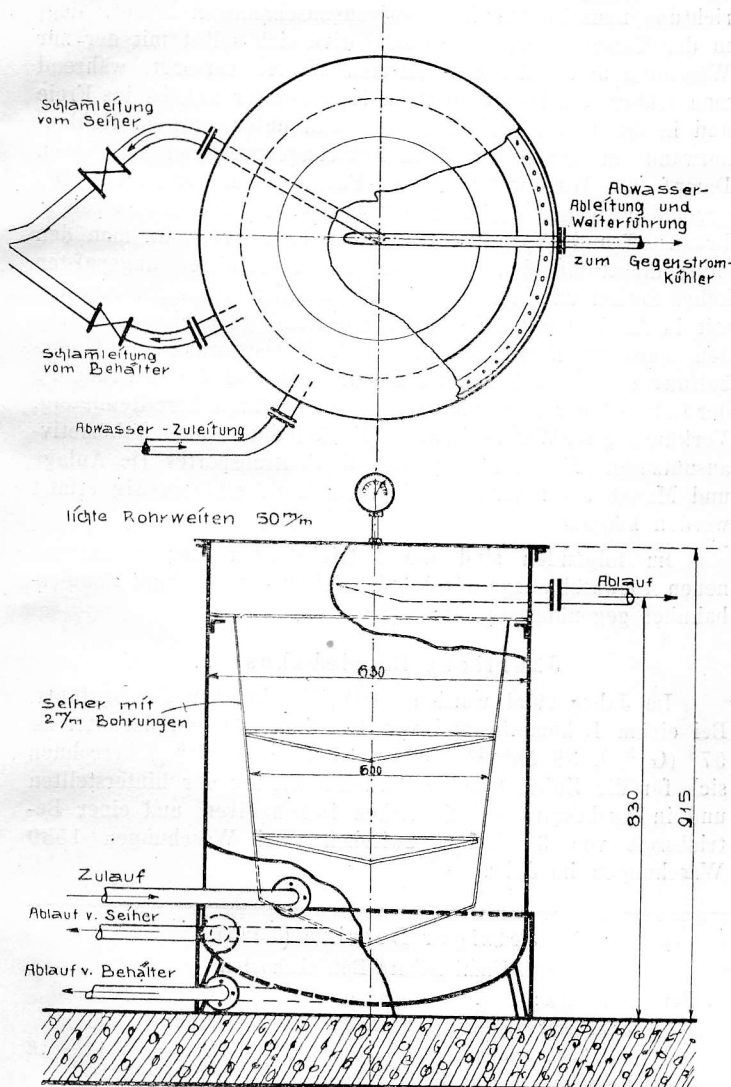


Abb. 3. Schlammabscheider der Kesselwaschanlage des Bahnbetriebswerkes Nürnberg Rbf.

daß sie in Anpassung an die gegebenen örtlichen Betriebsverhältnisse die als günstig erkannte Temperatur in den beiden Gebrauchswässern ergab. Dadurch ist praktisch ein selbsttätiges Arbeiten der Anlage erzielt worden, ein Vorteil, der in der ursprünglichen Anordnung und Ausgestaltung der Anlage, wie sie durch die Firma erfolgt ist, nicht gegeben war.

Zur Feststellung des Wärmeflusses wurde die Anlage mit den entsprechenden Meßgeräten ausgerüstet. Es wurden gemessen die Temperaturen:

in der Abwasserleitung	vor dem Gegenstromkühler t_a ,
» » »	nach » » t_b ,

in der Frischwasserleitung vor dem Gegenstromkühler t_0 ,
» » » nach » » t_1 .

Die Abwassermenge nach dem Gegenstromkühler G_b ,
die Frischwassermenge vor dem Gegenstromkühler G_o .

Ferner wurde der Druck durch das Manometer am Lokomotivkessel und durch ein aufzeichnendes vor dem Gegenstromkühler (in der Textabb. 1 nicht eingezeichnet, weil nur vorübergehend eingebaut) verfolgt.

Die wirkliche Anordnung der Anlage des Bahnbetriebswerkes Nürnberg Rbf und die Leitungsführung zeigen die Abb. 1, 2 und 3 auf Taf. 39 und die Textabb. 4.

Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, daß zuerst aus dem vor dem Beginn des Entleerens herrschenden Kesseldruck p , und der dazugehörigen Flüssigkeitswärme q und dem Wasserinhalt G_b die Wärmemenge des Lokomotivkesselinhaltes Q_a bestimmt wurde. Die im Gegenstromkühler vom Frischwasser aufgenommene Wärmemenge Q_I ergibt sich aus den Ablesewerten zu $Q_I = G_o \cdot (t_1 - t_0)$, der im Abwasser nach dem Kühler noch vorhandene Wärmeinhalt $Q_b = G_b \cdot t_b$ und der Wirkungsgrad der Anlage η zu $\frac{Q_I + Q_b}{Q_a} \cdot 100$ in %.

Die Bestimmung des Wärmeinhaltes des Lokomotivkessels aus den 3 Größen q , p und G_b dürfte für den praktischen Zweck als genau genug gelten. Durch Beobachtung des Eisenbahn-

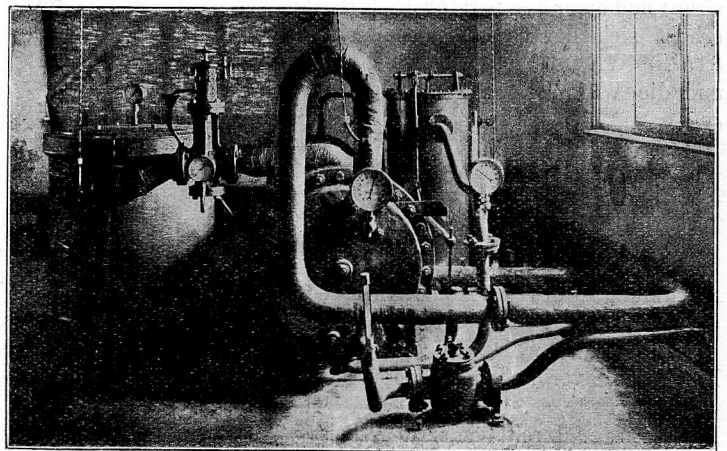


Abb. 4. Anordnung der Kesselwaschanlage im Bahnbetriebswerk Nürnberg Rbf.

ausbesserungswerks Nürnberg ist festgestellt, daß die Lokomotivmanometer in der Regel nach einiger Betriebszeit einen zu geringen Druck aufweisen und zwar um 0,1 bis 1 at, im Mittel jedoch rd. 0,3 at zu wenig anzeigen, was einem durchschnittlichen Fehler in der Bestimmung der Flüssigkeitswärme von 3 WE = 2% entspricht. Die Wassermessung kann wegen der hohen Temperatur und der auftretenden Nachverdampfung vor dem Kühler, die sich bei schlechter Regelung bis in den Gegenstromapparat hinein fortpflanzt, nur hinter diesem vorgenommen werden. Bei den Versuchen ist der Wärmeinhalt des Kesselkörpers selbst außer Berücksichtigung geblieben, was auf das Ergebnis der Vergleichsversuche ohne Einfluß war, nachdem den beiden Werken Lokomotivgattungen gleicher Größe zugeteilt sind.

Die Mittelwerte aus den vorgenommenen zahlreichen Versuchen sind in nachfolgender Übersicht aufgeführt:

Es stehen somit 84,5% der im Lokomotivkessel vorhandenen Wärme in den beiden Behältern zum Waschen und Füllen wieder zur Verfügung und zwar

60 %	davon = 406 500 WE im Füllbehälter
40 %	= 281 500 WE im Waschbehälter.

Übersicht 1.

1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11
Mittlerer Druck	Flüssigkeits- wärme	Abwasser- menge	Im Lokomotiv- kessel verfügbare Wärme	Menge	Frischwasser Temperaturen vor nach dem Kühler in °C		Q _I WE	Temperatur des Abwassers nach der Kühlung °C	Q _b WE	Q _I + Q _b WE	η %
atüb	q WE	G _b kg	Q _a WE	G _o							
3,9	152	5360	815000	5220	10	88	406500	52,5	281500	688000	84,5

Die beiden Gebrauchswassermengen verhalten sich unter den gestellten Bedingungen einer Füllwassertemperatur von 88° C und einer Waschwassertemperatur von 52° C wie $G_o : G_b = 5220 : 5360 \sim 1 : 1$.

Die Verluste von 15,5% der Wärme verteilen sich auf Abkühlung der Lokomotive während des Ablassens, Rückstände an Dampf und Wasser im Kessel, Leitungs- und Strahlungsverluste auf dem Wege durch das Leitungsnetz und den Gegenstromkühler.

Bei Berücksichtigung der im Kesselkörper enthaltenen Wärmemengen würde sich der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wesentlich geringer darstellen.

Unter Annahme eines mittleren Kesselgewichtes ohne Ausrüstung von 19400 kg, der spez. Wärme $c = 0,114$ (Flusseisen) und einer Temperatur des Kesselbleches von $T_i = \sim 145^\circ \text{C}$ erhöht sich der Gesamtwärmeinhalt des Lokomotivkessels von 815 000 WE um G. c. $T_i = 320 000$ WE auf $Q_a' = 1 135 000$ WE und die Wärmebilanz wird folgende:

Gesamte verfügbare Wärmemenge $Q_a' = 1 135 000$ WE
 $= 100\%$.

Davon ausgenützt	688 000 WE =	60,6%
Im Kesselkörper nach dem Ablassen noch vorhandene Wärmemenge =		
= G. c. $T_{ii} = 19400 \cdot 0,114 \cdot 95$	210 000 » =	18,5%
Abkühlung des Lokomotivkesselinhaltes und des Kesselkörpers während des Ablassens	46 000 » =	4,1%
Im Kessel verbliebene Dampf- und Wasserreste	4 500 » =	0,4%
Restverluste durch äußere Arbeit, Wärmeverluste durch Strahlung und Leitungen	186 500 » =	16,4%
	1 135 000 WE =	100,0%

Der ungeheuere wirtschaftliche Erfolg, den die Einrichtung neuzeitlicher Lokomotivwaschanlagen bringt, liegt in der Tatsache, daß die Lokomotive sich selbst mit der zur Waschung und Füllung benötigten Wärme versorgt, während man früher den Dampf und das Kesselwasser nutzlos ins Freie und in die Kanäle ablaufen ließ und unter großem Kohlenaufwand in schlechten Kesselfeuerungen den erforderlichen Dampf zum Warmwaschen und -Füllen wieder erzeugte. Die gegenüber früher erzielten Ersparnisse an Personalausgaben, Brennstoff und Wasser sind denn auch, selbst wenn man den Zinsendienst mit den den heutigen Verhältnissen angepaßten hohen Sätzen und die manchenorts ziemlich hohen Stromkosten mit in Anrechnung zieht, ganz erheblich, ganz abgesehen von den sonstigen Betriebsvorteilen wie Verbesserung des Unterhaltungszustandes, Schonung des Kessels und damit Erhöhung der Lebensdauer durch die häufigere und gründlichere Reinigung, Verkürzung der Waschzeiten, Möglichkeit der besseren Lokomotivausnützung, Einschränkung des Kohlentransportes (je Anlage und Monat 1—2 Wagen), die nicht ganz zahlenmäßig erfasst werden können.

Im folgenden sind die Betriebskosten der alten und neuen Auswaschanlage des Bahnbetriebswerks Nürnberg Rangierbahnhof gegenübergestellt:

Jährliche Betriebskosten.

Im Jahre 1924 wurden 1101 Waschungen durchgeführt. Bei einem Lokomotivstand von 131 Lokomotiven, darunter 24 57⁵ (G ⁵/₅), 38 56⁸⁻¹⁰ (G ⁴/₅), 37 54¹⁴⁻¹⁷ (G ³/₄) berechnen sich für die Zukunft unter Berücksichtigung der hinterstellten und in Ausbesserung befindlichen Lokomotiven und einer Betriebszeit von 3 Wochen zwischen zwei Waschungen 1530 Waschungen im Jahr.

Früherer Betrieb (1924).

I. Unmittelbare Betriebskosten.

1. Personalkosten:

1 Schlosser täglich 6 Stunden, 20% Gedinge- überverdienst	312 . 6 . 0,75 . 1,20 =	1680,— M
1 Heizer täglich 9 Stunden	312 . 9 . 0,63 . 1,20 =	2124,— „
3 Mann zur Injektorbedienung und zum Waschen	3 . 312 . 9 . 0,63 . 1,20 =	6372,— „

2. Brennstoffverbrauch:

3 bis 4 Waschungen im Tag, 1101 im Jahr 1924 effektiver Bedarf für Waschung und Füllung je 700000 WE + 10% Leitungsverluste, ergibt in Kohle umgerechnet (Heizwert = 7000 WE, Kesselwirkungsgrad 60%)

$1101 \cdot \frac{700000}{7000 \cdot 0,6} = 1101 \cdot 183 = 201 483$ kg Kohle

Preis für die Tonne + Fracht Gelsenkirchen—Nürnberg = 32,— M, somit Kohlenkosten

201,5 . 32,— M = 6448,— M
 Zu übertragen . . 16624,— M

Jetziger Betrieb (1925).

I. Unmittelbare Betriebskosten.

1. Personalkosten:

1 Schlosser täglich 8 Stunden, 20% Gedinge- überverdienst	312 . 8 . 0,75 . 1,20 =	2244,— M
2 Kesselwascher täglich 8 Stunden	2 . 312 . 8 . 0,63 . 1,20 =	3768,— „

2. Stromkosten:

Durchschnittliche Zeitdauer des Waschens 60 Min.

„ „ „ Füllens 30 „
 90 Min.

= 1,5 Std.

Pumpenleistung 12 m³/Std., Leistungsaufnahme

des Motors bei Drehstrom 310 Volt,

cos $\varphi = 0,88$ ist 10 kWh bei Vollast

Jährlicher Stromverbrauch

$1530 \cdot 1,5 \cdot 310 \cdot 10 \cdot 0,88 \cdot 1,73 = 1530 \cdot 7,08$

= 10832 kWh

Die kWh kostet einschl. aller Verluste 0,08 M

Stromkosten 10832 . 0,08 = 866,— M

Zu übertragen . . 6878,— M

Übertrag . .	16624,—	<i>M</i>
3. Wasserverbrauch:		
Wasser zur Dampferzeugung	229 . 6,5 =	1500 m ³
Wasser zum Waschen	1101 . 5,5 =	6050 m ³
Wasser zum Füllen	1101 . 5 =	5500 m ³
zusammen . . .	13050	m ³
Wasserförderungskosten pro m ³ in Nü Rbf.	0,06	<i>M</i>
13050 . 0,06 =	783,—	<i>M</i>

4. Instandhaltung der Waschlokomotive, Leitungen und Injektoren, Putzwolle	193,—	<i>M</i>
Zusammen I. . .	17600,—	<i>M</i>

II. Mittelbare Betriebskosten.

Ausgaben für Verzinsung und Tilgung	—,—	<i>M</i>
(Anlage kann als abgeschrieben betrachtet werden.)		
Zusammen II. . . .	—,—	<i>M</i>
" I. . . .	17600,—	<i>M</i>
Summe	17600,—	<i>M</i>

Übertrag . .	6878,—	<i>M</i>
3. Wasserverbrauch:		
Bedarf zur Waschung	5,5 m ³	
Frischwasser im Mittel	1530 . 5,5 =	8410 m ³
8410 . 0,06 =	505,—	<i>M</i>

4. Unterhaltung der Anlage	150,—	<i>M</i>
Reinigung der Gegenstromkühler alle 2 Monate;		
jede Reinigung etwa 2 Mann 6 Stunden	67,—	<i>M</i>
Zusammen I. . . .	7600,—	<i>M</i>

II. Mittelbare Betriebskosten.

Anlagekosten: maschineller Teil	9500,—	<i>M</i>
baulicher	11500,—	<i>M</i>
1. Verzinsung des Anlagekapitals		
8 % von 21000,—	1680,—	<i>M</i>
2. Tilgung		
8 % " 9500,—	760,—	<i>M</i>
5 % " 11500,—	575,—	<i>M</i>
Zusammen II. . . .	3015,—	<i>M</i>
" I. . . .	7600,—	<i>M</i>
Summe	10615,—	<i>M</i>

Die wirkliche jährliche Ersparnis beträgt also:

$$17600 - 10615 = 6985.— \text{ } M.$$

Eine Auswaschung kostete nach dem früheren Verfahren

$$\frac{17600}{1101} = 16,00 \text{ } M$$

$$\text{nach dem heutigen Verfahren} \quad \frac{10615}{1530} = 6,95 \text{ } M$$

was eine Ersparnis von $16,00 - 6,95 = 9,05 \text{ } M$ für 1 Kesselwaschung bedeutet.

2. Die Anlage beim Bahnbetriebswerk Regensburg ohne Gegenstromkühler.

Das Schema der Lokomotivauswaschanlage zeigt Textabbildung 5.

Sie ist seinerzeit nach dem Verfahren 6 (System Reutener) der vom EZA herausgegebenen »Grundzüge für das Entwerfen von Lokomotivbehandlungsanlagen Abt. C, Kap. 3 Auswaschanlagen« entworfen worden. Dabei wollte ein Mangel dieses Verfahrens, nämlich der geringe Füllwasseranfall namentlich bei mit niedrigem Druck zum Waschen kommenden Lokomotiven dadurch vermieden werden, daß eine Ausgleichvorrichtung zwischen Wasch- und Füllbehälter geschaffen wurde, um den Spritzwasserüberschuß an geeigneter Stelle in den Füllwasserbehälter überzuleiten, ohne eine schädliche Verunreinigung fürchten zu müssen.

Im wesentlichen besteht diese Anlage aus zwei parallel laufenden Leitungen, der Abdampf- und der Abwasserleitung, und den entsprechenden Behältern für Füll- und Waschwasser, einem Ausgleichschieber zwischen Wasch- und Füllbehälter, der beide Behälter berührenden Frischwasserleitung und den Pumpen.

Die Anordnung der Anlage zum Lokomotivhaus zeigen die Abb. 4, 5 und 6 auf Taf. 39.

Der Vorgang des Entleerens teilt sich hier in zwei nacheinander folgende Teilvorgänge. Zuerst wird der Dampf durch Anschluß der Heizleitung der Lokomotive mit Zwischenstück an die Abdampfleitung in den mit Frisch- oder Gebrauchswasser gefüllten Füllbehälter abgelassen. Die Stärke der auftretenden Nachverdampfung richtet sich nach der Höhe des Ablassdruckes und des Wasserinhaltes im Kessel. Die Mischung des Dampfes mit dem Wasser geht sehr langsam vor sich, sie

wird in Regensburg durch den Einbau von Körtingschen Strahldüsen beschleunigt. Ist der Atmosphärendruck und damit das Ende der Nachverdampfung erreicht, so wird das Kesselwasser durch Anschluß des Kesselabfahnhahnes an die Abwasserleitung drucklos über den Schlammfang in den Waschbehälter geleitet. Durch entsprechende Stellung des Ausgleichschiebers läßt sich eine beliebige Teilmenge davon in den Füllbehälter überführen.

Die Regelung der gewünschten Endtemperaturen in den beiden Behältern durch Zusatz von Frischwasser muß ebenso wie die Betätigung des erwähnten Ausgleichschiebers von Hand gemacht werden. Weil eben die jeweils zur Verfügung stehende Nachverdampfungsmenge so verschieden ist, ist die Temperaturregelung besonders bei den im praktischen Betrieb unregelmäßig übereinander greifenden Vorgängen nicht einfach, wenn

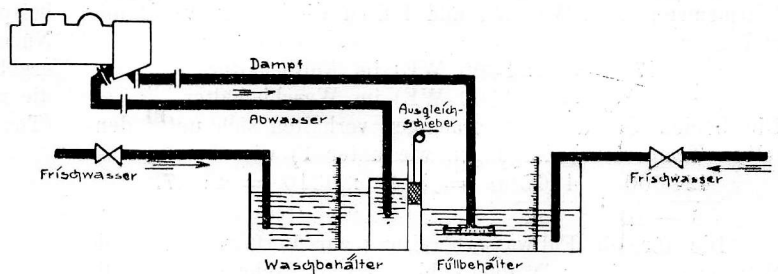


Abb. 5. Schema einer Lokomotivkesselwaschanlage ohne Gegenstromkühler. (Bahnbetriebswerk Regensburg.)

man nicht, wie es in der Praxis bei diesen Anlagen häufig geschieht, von vornherein auf bestimmte als günstigste erkannte Wasch- und Füllwassertemperaturen verzichten will.

Die Ausrüstung an Meßgeräten besteht in zwei Schwimmeranzeigevorrichtungen, den Thermometern in der Abfahrsleitung und am Füllbehälter und einem Wassermesser in der Frischwasserzuleitung.

Die meßtechnische Erfassung der Versuche bietet bei diesem Verfahren erhebliche Schwierigkeiten. Die Bestimmung der Wassermengen mit dem vorhandenen Schwimmeranzeiger, ferner die Messung der Temperaturerhöhung mit dem gewöhnlichen Thermometer führte, weil ungenau, zu keinem Ergebnis. Eine Verwendung von Wassermessern in der Abwasserleitung war nicht ratsam, da infolge der über 100°C betragenden Temperaturen

und den Dampfbeimengungen und wegen der Kesselsteinmitführung brauchbare Angaben nicht hätten erzielt werden können. Auch der Einbau eines Dampfmessers in die Abdampfleitung verhielt keinen Erfolg, da für den Druckabfall bis zum Atmosphärendruck und die geringe Durchflussmenge, Dampfmesser mit genügender Genauigkeit nicht geliefert werden.

Erst nach Einbau genau geeichter Wasserstandsgläser in die beiden Behälter und durch Verwendung von Maximalthermometern zur Temperaturmessung innerhalb der Behälter — Fernthermometer, die zu diesem Zweck am geeignetsten sind, standen nicht zur Verfügung — konnten die Versuchsergebnisse auf die gleiche Vergleichsgrundlage mit der Gegenstromkühleranlage gebracht werden.

Der Lokomotivkesselinhalt konnte damit aus den in den beiden Behältern nach dem Ablassen von Dampf und Wasser entstehenden Erhöhungen des Wasserspiegels bestimmt werden. Sie lieferten mit dem Wärmeinhalt des Dampfes und mit der spezifischen Wärme des Kesselwassers vor dem Dampfablassen die gesamte zur Verfügung stehende Wärmemenge Q_a . Die in die Behälter davon abgeführten Teilmengen Q_i und Q_b ergaben sich aus der Differenz der Wärmeinhalte in den Behältern vor und nach dem Ablassen und der Wirkungsgrad des Wärmeübertragungsvorganges η aus $\frac{Q_i + Q_b}{Q_a}$. Die Versuche waren damit auf dieselbe Grundlage wie bei der Anlage mit Gegenstromkühler gebracht.

Die Mittelwerte aus den Versuchen sind aus nachstehender Übersicht ersichtlich:

Übersicht 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mittlerer Druck atü	q WE	G_b kg	Q_a WE	D kg	Q_i WE	W kg	Q_b WE	Mittlere Abwasser-temperatur °C	$Q_i + Q_b$ WE	η %
7,5	174,3	5890	1029000	739	424000	5141	486500	94,5	910500	88,5

Es stehen somit 88,5% der in der Lokomotive vorhandenen Wärmemenge zum Waschen und Füllen wieder zur Verfügung und zwar

47% (= 424 000 WE) im Füllbehälter

53% (= 486 500 WE) im Waschbehälter.

Die beiden Gebrauchswassermengen verhalten sich unter denselben Temperaturbedingungen wie unter 1) wie

$$\frac{424\,000}{88 - 10} : \frac{486\,500}{52} = 5440 : 9340 = 1:1,7.$$

Die für die Füllwasserbereitung zur Verfügung stehende Wärmemenge ist, wie die Zahlen zeigen, sehr gering. Die Nachverdampfung erreicht nicht annähernd die Höhe, die nach der Rechnung sich ergibt.

Das Dampfgewicht bestimmt sich aus der Gleichung: Gesamte im Lokomotivkessel (Kessel + Inhalt) aufgespeicherte Wärmemenge vor dem Dampfablassen = Wärmeinhalt des Kessels nach dem Dampfablassen + Wärmeinhalt des abgeführten Dampfes + Abkühlungsverluste während des Vorganges.

Bezeichnet bei dem Kesseldruck $p = 7,5$ atü und einem Wasserinhalt $G_b = 5890$ kg im Anfangszustand:

q_1 die Flüssigkeitswärme = 174 WE/kg

λ_1 den Wärmeinhalt des trockenen Dampfes = 664 »

T_1 die Temperatur des Kesselkörpers . . = 168 °C

G das Gewicht des Kessels = 19 400 kg

c die spez. Wärme vom Flusseisen = 0,114

im Endzustand:

q_2 die Flüssigkeitswärme = 100 WE/kg

T_{II} die Temperatur des Kesselkörpers . = 95 °C

so ist im Mittel:

$q_m = 134$ WE/kg

$\lambda_m = 652$ WE/kg

$r_m =$ (mittlere Verdampfungswärme) = 518 WE/kg

$i_m =$ der mittlere Wärmeinhalt des abgelassenen Dampfes bei 15% Feuchtigkeit = $q_m + 0,85 r_m = 574$ WE/kg.

$\tau =$ Temperaturverlust des Kessels mit Inhalt während einer Stunde = 6° C.

Das Dampfgewicht errechnet sich aus obiger Gleichung $G_b \cdot q_1 + G \cdot c \cdot t_1 = (G_b - x) q_2 + G \cdot c \cdot t_{II} + x \cdot i_m + (G_b - x) \tau \cdot z + G \cdot c \cdot \tau \cdot z$.

Für $z = 2$ Stunden Dauer des Dampfablassens, wird $x = 885$ kg, eine Menge die ausreichen würde, 6,3 m³ Wasser von 10° C auf 80° C zu erwärmen.

Diese Menge wird in Wirklichkeit nicht erreicht. Ausserdem ist die Dauer der Nachverdampfung sehr lang, was zwar betrieblich keine Schwierigkeiten verursacht, da die Lokomotive während der Nacht bereitgestellt wird, aber infolge der hohen Abkühlungsverluste die Wärmeausnutzung ungünstig beeinflusst. Durch Einbau eines Körttingschen Strahlapparats wurde die Mischung des Dampfes mit dem Wasser zu beschleunigen gesucht. Da jedoch von den vorhergehenden Waschungen meist angewärmtes Wasser vorhanden ist, geht diese Vermengung nur langsam vor sich.

Noch ungünstiger gestaltet sich das Verhältnis, wenn die Lokomotiven nicht mit dem hohen Druck ins Maschinenhaus

kommen, wie dies bei der obigen Rechnung angenommen wurde; beispielsweise würde sich bei den Durchschnittswerten der Nürnberger Anlage ein mittleres Dampfgewicht von 580 kg ergeben. Wie die Dampfgewichte mit dem Druck fallen, zeigt die nachstehende Übersicht 3 und ihre graphische Aufzeichnung (Textabb. 6):

Übersicht 3.

Dampf- überdruck atü	Größe der Nachver- dampfung kg
10	1130
8	1000
6	860
4	634
2	350
1	143

Es ist darin für verschiedene Kesseldrücke die Größe der Nachverdampfung ermittelt, wobei eine Dauer der Nachverdampfung von 2 Stunden und ein Lokomotivkesselinhalt von 5000 kg angenommen wurde.

Den Mangel des geringen Anfalles an Füllwasser suchten verschiedene Systeme dadurch zu vermeiden, daß sie in irgend einer Weise (Einbau von Rohrschlangen usw.) die Überschusswärme des Abwassers an das Frischwasser übertrugen. Bei

der Regensburger Anlage wurde versucht, mittels eines Schiebers eine Ausgleichvorrichtung zwischen Wasch- und Füllbehälter zu schaffen, die es ermöglicht, gleich beim Ablassen des Wasser-

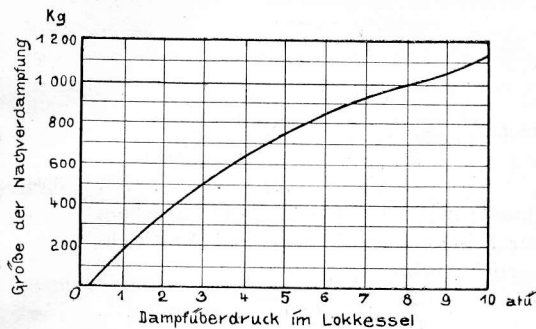


Abb. 6.

inhalts einen Teil in den Füllbehälter überzuführen. Eine merkliche Verunreinigung des Füllwassers war nicht zu fürchten,

Gesamte in der Lokomotive aufgespeicherte Wärmemenge (Kessel + Inhalt) $Q_{a'} = 1\,401\,000 \text{ WE} = 100,0\%$			
Davon ausgenützt im Füll- und			
Waschbehälter vorhanden . .	910 500 WE	64,8%	
Im Kesselkörper zurückgebliebene			
Wärmemenge V_k	210 000 »	15,0%	
Abkühlungsverluste des Kessels			
+ Inhalt V_a	125 000 »	8,9%	
Im Kessel verbliebener Rest V_r	4 500 »	0,3%	
Restverluste durch äußere Arbeit,			
Strahlung und Leitung . . V_s	151 000 »	11,0%	
<u>1 401 000 WE = 100,0%</u>			

Jährliche Betriebskosten.

Im Jahre 1924 wurden 1172 Auswaschungen vorgenommen. Der Lokomotivstand ist: 9 . . . 18⁴ (S 3/6), 11 . . . 38⁰⁻⁴ (P 3/5), 19 . . . 57⁵ (G 5/5), 13 . . . 17³ (C 5). Jede Maschine soll in Zukunft zweimal monatlich zur Auswaschung kommen:

Früher.	
I. Unmittelbare Betriebskosten.	
1. Personalkosten:	
1 Maschinist	2400,— M
4 Auswascher zum Waschen, Bedienung und Instandhaltung der Strahlapparate bei 20 % Gedingeüberverdienst	4.312.9.0,63.1,20 = 8491,— „
2. Brennstoffverbrauch:	
1172 Waschungen im Jahr. Kohlenverbrauch: hier ist eine EI Lokomotive als Waschmaschine verwendet worden, die einen sehr hohen Kohlenverbrauch hatte.	
$1172 \cdot \frac{770000}{7000 \cdot 0,45} = 1172 \cdot 245 = 288000 \text{ kg}$	
Preis für die Tonne Ruhrkohle + Fracht 32,80 M	
Brennstoffkosten im Jahr	288,— . 32,80 = 9446,— M
3. Wasserverbrauch:	
zur Verdampfung	288.6,5 = 1872 m ³
zum Waschen	1172.8 = 9376 „
zum Füllen	1172.6 = 7032 „
	<u>18280 m³</u>
Wasserförderungskosten pro m ³ = 12 Pf.	
Kosten für Wasser	18280.0,12 = 2194,— M
4. Unterhaltung:	
Ausbesserung, Putz- und Schmierölverbrauch	169,— „
Summe I	<u>22700,— M</u>

II. Mittelbare Betriebskosten.

Die alte Anlage darf als abgeschrieben betrachtet werden

Summe II. . .	—,— M
Summe I. . .	<u>22700,— „</u>
Gesamtbetriebskosten im Jahre 1924	<u>22700,— M</u>

weil die Wasserbeschaffenheit in Regensburg gut ist und das Abwasser zuerst über den Schlammfang geleitet und im Füllwasserbehälter mit dem dortigen Gebrauchswasser stark verdünnt wird. Die Untersuchung einer aus dem Waschbehälter entnommenen Probe ergab 200 mg Rückstände aus Kalziumkarbonat und Spuren Eisenoxyd, das alkalisch reagierte und demnach keine freien Mineralsäuren enthielt.

Die Wärmebilanz ergibt sich wie unter 1., wenn das Kesselgewicht mit in Rechnung gezogen wird:

Jetzt.	
I. Unmittelbare Betriebskosten.	
1. Personalkosten:	
3 Wascher 9 Stunden täglich mit 20 % Gedingeüberverdienst	3.312.9.0,63.1,20 = 6368,— M
2. Stromverbrauch:	
Im Jahr 1925 werden 1250 Auswaschungen durchgeführt. Die Stromkosten für eine Auswaschung belaufen sich auf 7 kWh Stromverbrauch:	
1250.7 = 8750 kWh. Die kWh kostet 0,14 M	
Stromkosten:	8750.0,14 = 1225,— „
3. Wasserverbrauch:	
Zu einer Waschung 5,5 m ³ à 0,12 M	
1250.5,5.0,12 =	827,— „
4. Unterhaltung der Anlage	
	120,— „
Summe I. . .	<u>8540,— M</u>

II. Mittelbare Betriebskosten.

Anlagekosten:	maschinell	9500,— M
	baulich	8030,— „
	<u>zusammen</u>	<u>17530,— M</u>
1. Verzinsung:	8 % von 17530,— M =	1402,— M
2. Tilgung:	8 % „ 9500,— „ =	760,— „
	5 % „ 8030,— „ =	402,— „
	Summe II. . .	<u>2564,— M</u>
	Summe I. . .	<u>8540,— „</u>
		<u>11104,— M</u>

Die wirkliche jährliche Ersparnis betrug 22700 M — 11104 M = 11596 M.

Eine Auswaschung kostete früher $\frac{22700}{1172} = 19,35 \text{ M}$
und kostet jetzt $\frac{11104}{1250} = 8,90 \text{ M}$

somit Ersparnis 10,45 M

Die auf die Waschung bezogene Ersparnis erreicht deshalb

einen höheren Betrag als bei der Anlage in Nürnberg, weil die Kohlenkosten bei dem früheren Verfahren infolge des unwirtschaftlichen Arbeitens der ortsfesten Waschklokomotive (ausgemusterte E I) im Verhältnis viel höher waren als dort.

3. Vergleich der beiden Anlagen:

Die Betriebskosten einer Auswaschung nach den beiden Systemen sind auf der gleichen Preisgrundlage aufzubauen. Bei Annahme gleicher Betriebs- und Größenverhältnisse sollen folgende Preise gelten:

1 Tonne Kohle frei Werk	ℳ 32,—
1 m ³ Wasser	» 0,06
1 kWh	» 0,08
Stundenlohn eines Betriebsarbeiters	» 0,63
» » Schlossers	» 0,75
mittl. Stundenlohn bei 1 Schlosser und 2 Wascher	» 0,67

Anlagekosten:

a) mit Gegenstromkühler	ℳ 19 000,—
maschineller Teil	9 000,—
baulicher Teil	10 000,—
b) ohne Gegenstromkühler:	ℳ 18 000,—
maschineller Teil	8 000,—
baulicher Teil	10 000,—

Der bauliche Teil besteht aus 2 gegen Wärmestrahlung gut isolierten Behältern von je 45 m³ Inhalt, dem Pumpenraum, den Leitungskanälen zu den Lokomotivständen, den Entwässerungskanälen mit zusammen rund 100 m³ Beton, ferner aus der Ummauerung und Überdachung.

Angenommen werden außerdem für die beiden Anlagen 5 Auswaschungen im Tagesdurchschnitt, das sind $312,5 = 1560$ Auswaschungen im Jahr.

Die Verzinsung ist zu 8%, die Tilgung des maschinellen Teils zu 8%, des baulichen Teils zu 5% gerechnet.

Die Bedienungskosten werden für die Anlage ohne Gegenstromkühler ein Mehr bringen wegen der Notwendigkeit der Regelung von Hand und des zweimaligen Anzapfens der Lokomotive; für die Arbeiten des Wasserablassens, des Waschens und Füllens mit den erforderlichen Vorbereitungs- und Abspritzarbeiten sind die Kosten gleich. Nebenarbeiten, wie Abspritzen und Putzen der Lokomotive sind nicht einbezogen. Das Ansetzen und Abnehmen des Verbindungsstückes für das Dampf-ablassen, Öffnen des Ventiles nimmt eine Zeit von 15 Min. in Anspruch. Die Regulierung des Frischwasserzulaufes und die Bedienung der Ausgleichsvorrichtung ist bei der Anlage ohne Kühler immer zu betätigen, wenn man nicht mit wenig Wasser oder mit Wasser von geringer Temperatur füllen will, was selbstverständlich einen Mehrverbrauch an Wärme beim Anheizen zur Folge haben wird. Gerade die Warmfüllung soll wegen der ungleichmäßigen Erwärmung und der in ihrem Gefolge auftretenden Zusatzspannungen beim Anheizen mit zu kaltem Wasser möglichst hoch getrieben werden, während bei der Temperatur des Auswaschwassers durch die Handhabung der Strahlrohre und die Gefährlichkeit für die Bedienungsmannschaft eine Grenze gesetzt ist. Für die notwendigsten Handhabungen zur Regelung ist ein Zeitaufwand von mindestens 12 Min. je Waschung in Ansatz zu bringen.

Darnach ergeben sich die Kosten einer Waschung (wie aus nebenstehender Tabelle ersichtlich).

Die beiden Anlagen stehen sich somit in ihrer wärme-wirtschaftlichen Auswirkung als nahezu gleichwertig gegenüber. Der Mehraufwand an Bedienung bei der einen Anlage wird durch den höheren Wärmewirkungsgrad ausgeglichen, während die Gegenstromkühleranlage noch durch den Zinsendienst für die höheren Anschaffungskosten belastet wird. Vom Standpunkt des Betriebes aus ist jedoch das Abwasserverfahren mit Wärmeaustauscher dem Dampf-Abwasserverfahren weitaus überlegen.

Kosten einer Waschung.

Lauf. Nr.	Vortrag:	Kosten:	
		Nürnberg	Regensburg
		ℳ	ℳ
1	Personalkosten für eine Waschung 4,9 Arbeitsstunden + 20% Gedingeübertverdienst 4,9 · 0,67 · 1,20	3,94	3,94
	Mehraufwand für Dampfanzapfen und Regelung der Frischwasserzuführung und Ausgleichsvorrichtung 27 Min. $\frac{27}{60} \cdot 0,67 \cdot 1,20$	—	0,36
2	Stromkosten: 7,1 kWh à 0,08 ℳ	0,57	0,57
3	Wasserverbrauch: je 5,5 für 1 Auswaschung à 0,06 ℳ	0,33	0,33
4	Mehrbelastung durch geringere Wärmeausnützung in Kohlenkosten umgerechnet 4,5% von 90000 WE = 40500 WE in Kohle $\frac{40500}{0,65 \cdot 7000} = 9$ kg 9 kg zu 3,5 Pf. = 28,8	0,29	—
5	Unterhaltung der Anlage: Nü: $\frac{217,—}{1560}$ Re: $\frac{120,—}{1560}$	0,13	0,03
6	Verzinsung: Nü: $\frac{0,08 \cdot 19000}{1560}$ Re: $\frac{0,08 \cdot 1800}{1560}$	0,97	0,92
7	Tilgung: Nü: $\frac{0,08 \cdot 9000 + 0,05 \cdot 10000}{1560}$ Re: $\frac{0,08 \cdot 8000 + 0,05 \cdot 1000}{1560}$	0,78	0,73
	Kosten einer Waschung	7,01	6,93

Durch die selbsttätige Regelung lassen sich die beiden Gebrauchswasser nach Menge und Temperatur vollkommen dem jeweiligen Bedürfnis anpassen; die Einstellung der Temperaturen unterliegt nicht der Willkür oder der Bequemlichkeit des Bedienungspersonals. Das bei den Versuchen ermittelte Verhältnis von Abwasser (50° C) und erwärmtem Frischwasser (90° C), das bei der Nürnberger Anlage 1:1, bei der Regensburger Anlage 1,7:1 beträgt, zeigt deutlich die Unzulänglichkeit des Dampf-Abwasserverfahrens. Durch Einbau von Heizschlangen oder Ausgleichschiebern in die Füll- bzw. Waschbehälter wird zwar eine Besserung erzielt, jedoch nicht die Möglichkeit der selbsttätigen Regelung auf die als günstig erkannten Temperaturen erzielt, weil der Nachschub in die Behälter nicht mit derselben Temperatur erfolgt, wie sie bereits in den Behältern vorhanden ist. Der Temperatenausgleich findet erst im Behälter statt, wo er sich je nach den dort bereits vorhandenen Warm- oder Frischwassermengen verschieden auswirkt. Die Anlage mit Wärmeaustauscher läßt sich ohne weiteres so einstellen, daß Waschwasser und Füllwasser jeweils mit ganz bestimmten Temperaturen in die Behälter kommen. Nebenbei möchte ich erwähnen, daß dies auch im Interesse der Haltbarkeit der Behälter durchaus erwünscht ist. Die bei verschiedenen nach dem Verfahren 6 gebauten Anlagen aufgetretenen Behälterbrüche sind, wenn nicht von vornherein schlechte Arbeitsausführung vorlag, wohl hauptsächlich auf die ständigen Temperaturschwankungen zurückzuführen.

Beachtenswerte Überschussmengen an Warmwasser lassen sich nicht erzielen, wenn man nicht die Füllwassertemperatur herabdrücken will. Die anfallenden 5 bis 6 m³ Waschwasser und 5 bis 6 m³ Füllwasser werden fast restlos zum Waschen und Füllen benötigt. Die noch verbleibenden Rückstände an Heißwasser werden nicht zu Wasch- und Badezwecken, sondern zu dem betrieblich viel wichtigeren Abspritzen und Reinigen der Lokomotivuntergestelle verwendet, um die Untersuchung der Lokomotive und das Auffinden von Schäden im Laufwerk zu erleichtern. Bei den Versuchen hat sich gezeigt, daß auch die vorhandenen Mengen Gebrauchswasser bei der Anlage in Nürnberg fast vollständig aufgebraucht wurden, während bei der anderen Anlage in Regensburg ständig Überfluß an Warmwasser vorhanden war, der für die Versorgung der Wasch- und Baderäume verwendet wurde. Die Füllwassertemperatur mußte hier viel niedriger gehalten werden. Durch die zu geringe Nachverdampfung konnte das noch von den vorhergehenden Lokomotiven vorhandene Warmwasser nur um einige Grad weiter erwärmt werden. Was dann an Warmwasser gewonnen wurde, ging für den eigentlichen Zweck des Warmfüllens verloren. Bei dem Übereinandergreifen der einzelnen Vorgänge war es nicht möglich, die günstigen Arbeitstemperaturen zu erhalten. Die gleiche Beobachtung wurde auch bei verschiedenen Anlagen dieser Art gemacht. Die Füllwassertemperatur betrug dann gewöhnlich 45 bis 50° C im Behälter, während das 100° heisse Abwasser durch Frischwasserzusatz auf die Gebrauchstemperatur von ca. 50° herabgedrückt werden mußte. Beim Bw Nü Rbf steht jedoch ständig gleichmäßig erwärmtes Waschwasser von 50 bis 55° und Füllwasser von 80 bis 90° in den Behältern zur Verfügung, was um so wichtiger ist, als auch beim Füllen der Lokomotivkessel selbst noch ein Temperaturabfall von etwa 6° entsteht.

Zur Kennzeichnung der Gleichmäßigkeit, mit der die Anlage mit Gegenstromkühler beim Bw Nü Rbf arbeitet, füge ich hier zwei Diagramme des Zweifach-Temperatur-Schreibers an, auf denen der Verlauf der Temperaturen des Abwassers und des Frischwassers hinter dem Gegenstromkühler während der Entleerung aufgezeichnet ist (Textabb. 7). Dabei war nur ein erstmaliges kurzes Einregeln notwendig. Bei einigermaßen gleichen Verhältnissen der nacheinander zum Waschen kommenden Lokomotiven kommt auch dieses Einregeln der Frischwasserdurchflußmenge bei den nachfolgenden Maschinen in Fortfall.

Trotz der geschilderten Vorzüge der Anlage mit Wärmeaustauschapparat sind gegen dieses Verfahren zahlreiche Bedenken laut geworden, die in der Hauptsache dahin gehen, daß durch das schnelle Ablassen des Lokomotivkessels unter Druck und die dadurch entstehende ungleichmäßige Abkühlung eine schädliche Beanspruchung der Kesselbaustoffe und ihrer Verbindungen entsteht, die vermehrte Instandhaltungsarbeiten und geringere Lebensdauer zur Folge habe. Weiter wird eingewendet, daß die Abkürzung der Waschzeiten weder betrieblich notwendig noch für das Fortschreiten der Arbeiten von Vorteil sei und daß außerdem bei den hohen Drücken und Wassergeschwindigkeiten die Ausscheidung des Schlammes schwierig sei. Dabei wurde allerdings fast allgemein angenommen, daß es sich um Entleerungszeiten von 20 bis 30 Minuten handle. Diese Nachteile treffen für die Anlage in der heutigen Ausführungsform nicht mehr zu. Wie aus den Temperaturaufzeichnungen zu ersehen ist, beträgt die Zeit vom Beginn bis zum Ende der Entleerung zwischen 90 und 120 Minuten, sie kann durch die ohne nennenswerte Verluste erfolgende Drosselung des Druckes im Druckverminderungsventil nach Belieben geregelt werden. Die rasche Entspannung

und Abkühlung des Lokomotivkessels wird dadurch hintangehalten und der Verlauf der Temperaturunterschiede der Kesselteile wird ähnlich erfolgen, wie bei dem anderen Verfahren (siehe »Grundzüge!«). Mit der Verlängerung der Ablaufzeit und der Drosselung des Kesseldruckes verlieren auch die anderen Bedenken ihre Grundlage.

Das Ergebnis der Vergleichsversuche möchte ich dahin zusammenfassen, daß die Anlage mit Gegenstromkühler trotz ihres etwas geringeren Wärmewirkungsgrades wegen ihrer selbsttätigen, dem eigentlichen Zweck sich anpassenden Betriebsart, der klaren und durchsichtigen Arbeitsweise den Vorzug verdient. Durch zweckmäßige Ausgestaltung der Wärmeübertragungsteile und ihre Regelvorrichtung ist es möglich, die günstigste Füllwassertemperatur von nahezu 100° C zu erreichen und die beiden Gebrauchswasser in den jeweils benötigten Mengen und Temperaturen getrennt voneinander zur Verfügung zu stellen. Damit ist auch die Gewähr gegeben, daß die beim Anheizen entstehenden Temperaturunterschiede in den Kesselteilen vermieden werden. Die Forderung nach größtmöglicher Schonung des Kessels vor schädlichen Spannungen

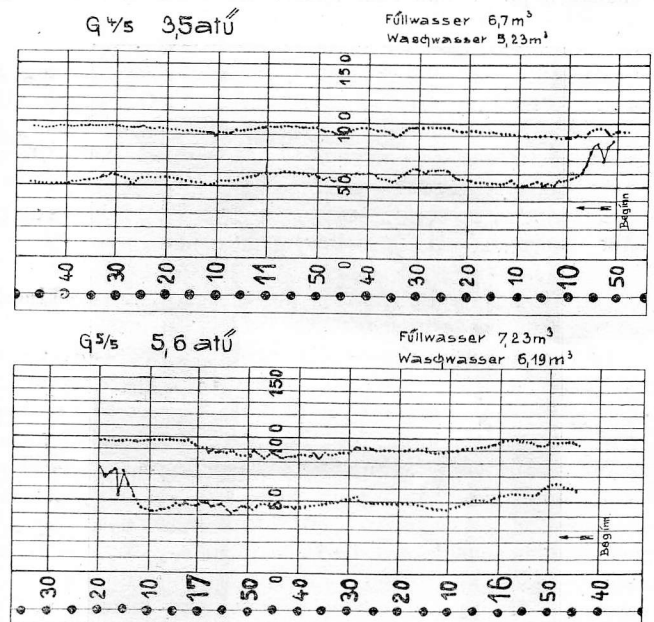


Abb. 7.

durch rasche Abkühlung wird außerdem durch eine genügend lange Ablaufzeit erfüllt. Die in der Lokomotive zur Verfügung stehende Wärmemenge wird zwar nicht ohne Verluste in die Behälter gebracht, durch Verwendung der günstigsten Arbeitstemperaturen wird jedoch der gesamte Wärmeanfall dem Hauptzweck des Warmwaschens und -Füllens zugeführt. Der Gesamtwirkungsgrad wird deshalb auch in dieser Hinsicht den des anderen Verfahrens übertreffen, das infolge der Unmöglichkeit, die Temperaturen und Mengen nach dem Bedarf abzustimmen, die Wärme anderweitig verwenden muß. Durch das selbsttätige Arbeiten der Anlage wird ferner der Einfluß des Bedienungspersonals ausgeschaltet und die Bedienung möglichst vereinfacht. Schließlich ist auch die Möglichkeit, den Entleerungsvorgang ohne Beeinträchtigung der Wärmeübertragung und ohne Verschiebung der Temperatur in den Behältern bis zur Mindestdauer von einer Stunde zu beschleunigen, für größere Bahnbetriebswerke mit über 100 Betriebslokomotiven zeitweise aus betrieblichen Rücksichten auf Lokomotivenausnutzung und Lokomotivengestellung sehr von Vorteil.

Über Mechanisierung von Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Hierzu Tafel 40 und 41.

In dem Aufsatz über Arbeits- und Zeitstudien im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Heft 12, 1926 wurde bereits darauf hingewiesen, daß es von größter Bedeutung ist, betriebliche Maßnahmen auf Arbeits- und Zeitstudien von längerer Dauer zu stützen, um die Schwankungen genau zu erkennen, die die betrieblichen Leistungen in den verschiedenen Tagesstunden oder an den einzelnen Wochentagen erfahren. Derartig eingehende Arbeits- und Zeitstudien erfordern einen großen Aufwand an Zeitnehmern, namentlich wenn gleichzeitig an verschiedenen Punkten des zu untersuchenden Teilbetriebes Aufnahmen stattfinden müssen. Es liegt daher zur Ersparung von Kosten nahe, den Versuch zu machen, die Ausführung von Arbeits- und Zeitstudien größeren Umfanges zu mechanisieren. Auch die Genauigkeit der Aufnahmen wird dadurch erhöht, da einmal bei Beobachtung häufig wiederkehrender, gleichartiger Betriebsvorgänge die Aufmerksamkeit der Zeitnehmer nachzulassen pflegt und zum andern auch die Witterungsver-

auf dem ablaufenden Papierstreifen parallele Striche geben. Beim Anziehen der Ankerplatte entsteht ein zur gewöhnlichen Schreibrichtung senkrechter Ausschlag. Der Abstand zwischen zwei Ausschlägen ist somit ein Maß für den Zeitunterschied zwischen den durch sie gekennzeichneten Ereignissen. Ursprünglich war angenommen, daß die Abwicklungsgeschwindigkeit unveränderlich gleichgehalten und der Zeitunterschied mit einem gleichbleibenden Maßstab abgelesen werden könnte. Es stellte sich jedoch heraus, daß die Ablaufgeschwindigkeit bei längeren Beobachtungen durch den abnehmenden Durchmesser der Rolle, durch die Zunahme des am Uhrwerk ziehenden Papiergewichts, durch die Veränderung der Spannkraft in der Uhrwerksfeder usw. nicht vollkommen gleichgehalten werden konnte. Aus diesem Grunde wurde der Zeitmaßstab auf dem ablaufenden Papierstreifen an einer oder an beiden Seiten durch Markiermagnete, die mit einer sog. Kontaktuhr in Verbindung gebracht wurden, selbsttätig aufgetragen. Damit war

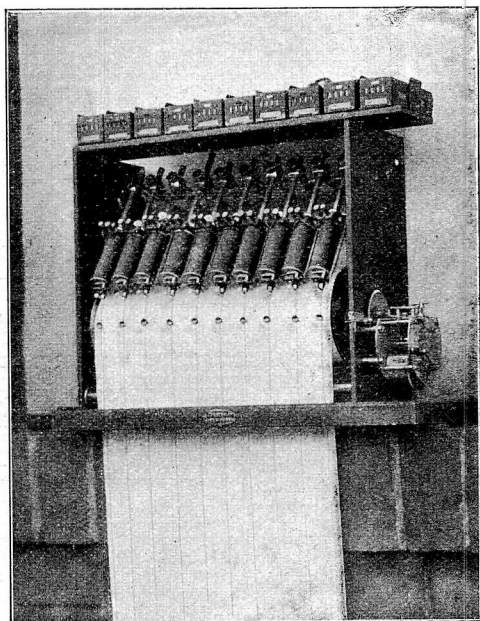


Abb. 1. Betriebsschauuhr ohne Papieraufwicklung.

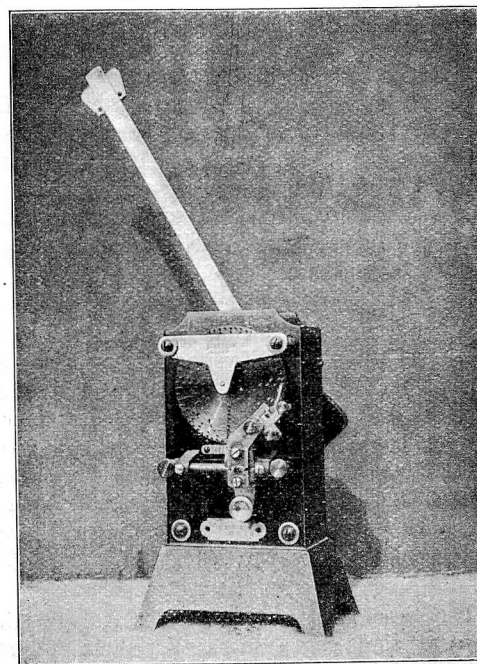


Abb. 2. Kontaktuhr.

hältnisse die Genauigkeit der Aufnahme ungünstig beeinflussen können.

Im Bezirke der Reichsbahndirektion Dresden gaben vor allen Dingen die Ablaufuntersuchungen auf den Gefällbahnhöfen Veranlassung, den Gedanken einer Mechanisierung gleichartiger Arbeits- und Zeitstudien weiter auszubauen, und nach einer Möglichkeit zu suchen, die zur Auswertung der Zeitaufnahmen zweckmäßigen graphischen Darstellungen sofort selbsttätig zu erhalten. Auf Grund dieser Überlegungen wurde die aus den Textabb. 1 und 4 ersichtliche und nachstehend näher beschriebene Betriebsschauuhr entworfen*), die sich recht gut bewährt hat.

Ein 30 cm breiter Papierstreifen läuft mit gleichmäßiger, durch ein Uhrwerk geregelter Geschwindigkeit von einer Rolle ab. Über dieser Rolle können bis zu zehn Magnete — sog. Markiermagnete — angebracht werden. An den beweglichen Ankerplatten dieser Magnete sind Schreibfedern befestigt, die

die Möglichkeit geschaffen, nicht nur relative Zeitmessungen auszuführen, sondern auch die Beziehungen zur Normalzeit genau herzustellen.

Als Kontaktuhr wird die aus Textabb. 2 ersichtliche Uhr verwendet. Ein kräftiges Uhrwerk, das durch ein Pendel genau geregelt werden kann, dreht statt der Zeiger eine Metallplatte. Auf dieser sind senkrechte Stifte befestigt, die, mit einer federnden Abnahmevorrichtung in Berührung gebracht, einen Kontakt erzeugen, der einen gleichzeitigen Ausschlag an den Zeitschreibern bewirkt.

Die Stifte sind in der aus Textabb. 3 ersichtlichen Anordnung aufgestellt. Die Abnahmevorrichtung kann auf jeden der konzentrischen Kreise eingestellt werden, so daß es möglich ist, als Zeitabschnitte beliebige Einheiten zwischen einer Sekunde und einer Minute zu wählen.

Das erste Modell der Betriebsschauuhr (Textabb. 1) gestattet nur die Einstellung von zwei Papiergeschwindigkeiten, 1 mm in der Min. und 1 cm in der Min. Der Grundgedanke war,

*) Die Betriebsschauuhr (Textabb. 1 und 4) und die Kontaktuhr (Textabb. 2) wurde von der Firma E. Zimmermann, Fabrik für physiologische, psychologische und psychotechnische Apparate in Leipzig-Stötteritz, Wasserturmstr. 33, hergestellt.

mit der kleineren Geschwindigkeit zunächst einmal für einen 24-stündigen Zeitabschnitt auf einem nicht zu großen Blatt (1440 mm lang) einen Überblick über die an den Beobachtungspunkten sich abspielenden Vorgänge zu erlangen, um hieraus die Zeitabschnitte mit starkem Verkehr oder mit Unregelmäßigkeiten im Betrieb erkennen zu können. Diese Zeitabschnitte sollten nun durch Einschaltung der größeren Ablaufgeschwindigkeit, bei der die Zeitabstände zwischen zwei Kontakten messbar hervortreten, genauer untersucht werden. Die Anwendung der größeren Geschwindigkeit stieß jedoch bei Beobachtungen von längerer Dauer auf Schwierigkeiten, weil der Papieranfall recht erheblich wurde. Dieser Umstand führte dazu, eine selbsttätige Aufwickelvorrichtung für das Papier zu schaffen, und es entstand die aus Textabb. 4 ersichtliche Ausführung der Betriebsschauuhr.

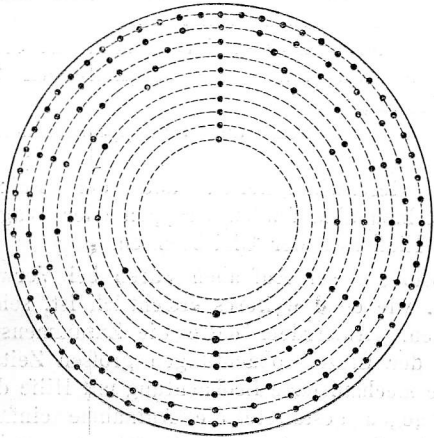


Abb. 3. Anordnung der Kontaktstifte an der Kontaktuhr.

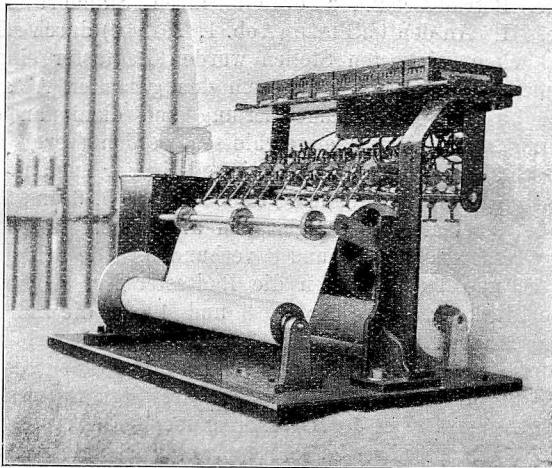


Abb. 4. Betriebsschauuhr mit Papieraufwicklung.

Bei dieser sind drei Rollen vorhanden; von der hinteren läuft das Papier über die Hauptrolle hinweg nach der vorderen Aufwickelrolle. Die Hauptrolle und die mit ihr durch eine Kette verbundene Aufwickelrolle werden durch das Uhrwerk mit gleichmäßiger Geschwindigkeit angetrieben. Die aus der Textabb. 4 ersichtlichen drei Druckräder unterstützen den Transport des Papierstreifens. Die vordere und die hintere Rolle sitzen auf beweglichen Schlitten und können in kürzester Zeit ausgewechselt werden. Die Geschwindigkeit des Uhrwerks und damit die Abrollgeschwindigkeit des Papierstreifens kann durch Windflügel verschiedener Größe, die mit dem Uhrwerk in Verbindung stehen, verändert werden. Auf diese Weise ist es möglich, jede beliebige Geschwindigkeit je nach den Erfordernissen einzustellen.

Parallel mit jedem Markiermagneten ist ein Zähler geschaltet, der die Zahl der Kontakte und somit der zu erfassenden Einzelereignisse anzeigt. Die aus den Textabb. 1 und 4 ersichtlichen, im Fernsprechtbetrieb verwendeten Zähler arbeiten leider bei schnell hintereinander folgenden Kontakten nicht vollkommen einwandfrei.

Als Stromquelle werden sechs hintereinander geschaltete Elemente mit einer Spannung von zusammen 12 Volt verwendet. Der Stromverbrauch ist gering, da die Zeit der Kontaktgebung nur kurz ist.

Als Zuführungsleitung von den einzelnen Beobachtungspunkten nach den Markiermagneten der Uhr dienen an den Stellen, wo dauernd oder wenigstens öfters Zeitaufnahmen stattfinden sollen, vorschriftsmäßig eingebaute Kabel. Bei Einzelbeobachtungen wird Gummiaderdraht zwischenzeitlich verlegt. Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, nicht die Erde, sondern besondere Leitungen als Rückleitung vorzusehen.

Die Kontaktgebung an den Beobachtungsstellen bereitete größere Schwierigkeiten als ursprünglich angenommen worden war. Es wurden zunächst die im Sicherungswesen verwendeten Schienenstromschließer der Firma Siemens & Halske benutzt, bei denen eine Kontaktgebung mittelst Quecksilber infolge Durchbiegung der Schiene erzeugt wird. Diese Schienenstromschließer sind jedoch dort, wo es sich um genaue Aufzeichnung

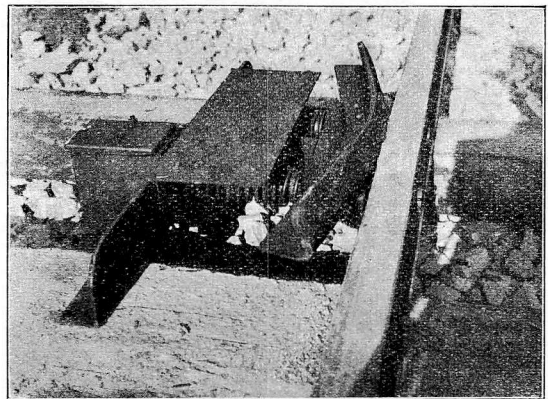


Abb. 5. Seitlich wirkender Radtaster.

jeder einzelnen Achse handelt, nicht verwendbar, da das Quecksilber nach jedem Kontakte zu langsam zurückfließt.

Bei der aus Textabb. 5 ersichtlichen Konstruktion wird der Kontakt dadurch erzeugt, daß ein im Ruhezustand durch zwei kräftige Federn an den Kopf der Schiene geprefstes Winkeleisen durch den Radflansch seitwärts gedrückt wird. Diese Konstruktion hat den Nachteil, daß zur Befestigung die Schienen angebohrt werden müssen und daß die Räder leichter Wagen (Gattung Ho) das Winkeleisen nicht zur Seite drücken, sondern auf die Schiene aufsteigen und dadurch u. U. entgleisen können. Auch ist das Gewicht verhältnismäßig groß.

Die von der Firma Siemens & Halske gelieferten Radtaster (Textabb. 6) haben sich im allgemeinen gut bewährt. Sie sind nicht zu teuer, haben ein geringes Gewicht und sind leicht an den Schienen anzubringen. Als Nachteil hat sich nur herausgestellt, daß die Federung des Bügels zu schwach und der Bügel selbst zu lang ist. Hierdurch treten beim schnellen Überfahren, namentlich durch Lokomotiven mit meist geringen Radständen starke Schwingungen auf und es entstehen zuviel Kontakte. Dieser Übelstand wurde durch Einziehen stärkerer Federn und durch Verkürzen des Bügels vermindert. Der größte Nachteil dieses Radtasters ist die leichte Bewegbarkeit des Bügels; schon durch bloßes Niederdrücken mit der Hand kann ein Kontakt erzeugt werden; aber auch unbeabsichtigt wurden Fehlkontakte hervorgerufen

z. B. beim Beseitigen des Schnees, beim Weichenreinigen usw. Dies ist besonders unerwünscht bei Feststellung von Leistungen, die als Grundlage zur Bemessung von Rangierprämien usw. dienen sollen.

Vorstehend geschilderter Nachteil wurde bei der aus Textabb. 7 ersichtlichen Konstruktion des Schweizer Ingenieurs Zaugg in bedeutend geringerem Maße beobachtet. Die stark abgefederte Fühlschiene setzt anderen Drücken als denen von Radachsen einen erheblich größeren Widerstand entgegen. Unbeabsichtigte Kontaktgebungen sind bei dieser Konstruktion ausgeschlossen. Leider ist der Preis dieses Radtasters noch verhältnismäßig hoch.

Der Bau von preiswerten Radtastern und Zählwerken, die bei größeren Geschwindigkeiten, kurzen Radständen und geringen Achsdrücken noch einwandfreie Kontaktgebung und Zählung ermöglichen, ohne daß sie von Hand oder durch

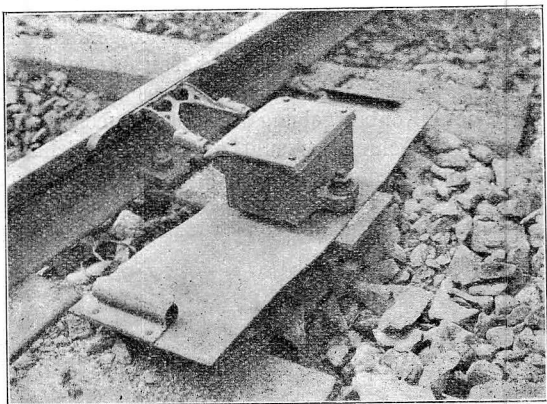


Abb. 6. Radtaster mit Hebel.

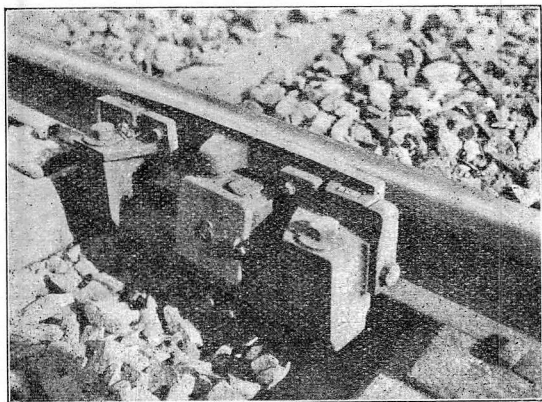


Abb. 7. Radtaster mit Fühlschiene.

andere Ursachen leicht bewegt werden können, ist von größter Bedeutung. Die nachstehenden Ausführungen, sowie die von Bäsel (Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1919, Hefte 2 und 5) und Rosenfeld (Verkehrstechnische Woche 1926, Heft 5) lassen erkennen, daß für weite Gebiete des Eisenbahnwesens eine einwandfreie Lösung dieser Aufgabe von Wert ist.

Als Beispiel für die Anwendbarkeit der Betriebsschauhr in Verbindung mit einer Radtasteranlage werden nachstehend drei Aufnahmen vom Verschiebebahnhof Chemnitz-Hilbersdorf gebracht, die eine genaue Darstellung von sämtlichen Vorgängen auf dem Ablaufberge bringen sollten.

Wie aus dem Lageplane (Abb. 1, Taf. 40) zu ersehen ist, fahren die von den Einfahrgruppen kommenden Schleppzüge über die Gleise 15 und 100, die Übergabebahnen von Chemnitz

Hauptbahnhof über Gleis 52 und 121a nach dem Ablaufberge. Die Maschinen fahren auf den Gleisen 51 und 117 wieder zurück. Die Zugzerlegung erfolgt in den Ablaufgleisen 119 bis 127, unmittelbar vor den Hauptverteilungsweichen. Die Wagen bzw. Gruppen laufen dann durch die sog. Unterverteilungsstellen (im Plan mit Uvst. bezeichnet) nach den drei Richtungsgleisgruppen Dresden, Zwickau und Riesa. Der Plan läßt ohne weiteres erkennen, daß der Ablauf durch jede Schleppzugaufnahme auf den Gleisen 15 und 100 unterbrochen wird. Zur Deckung des Ablaufs dienen die Hauptsignale 5 und 6.

Die Aufgabe bestand nun in der Feststellung

1. der Leistungen des Ablaufberges und der Unterverteilungsstellen, um einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der Anlage und die Belastung der Bedienenden zu erhalten;
2. der Unterbrechungen im Ablauf, insbesondere derjenigen, die durch die bergfahrenden Schleppzüge eintreten;
3. der Umlaufzeiten der Schleppmaschinen und der Aufenthaltszeiten auf dem Ablaufberge;
4. der Geschwindigkeiten und der Fahrzeiten der einzelnen ablaufenden Gruppen oder Wagen und
5. des Einflusses der Gleisbremsen.

Zur Lösung dieser Aufgaben wären bei Verwendung von Zeitnehmern, wie ohne weiteres ersichtlich ist, sehr viel Leute nötig gewesen. Außerdem hätte die Zusammenstellung und Auswertung der Einzelbeobachtungen großen Zeitaufwand erfordert. Die mechanisierte Beobachtung mit Hilfe der Betriebsschauhr dagegen gestaltete die Aufnahme einfach und ermöglichte, wie die nachstehenden Ausführungen zeigen werden, die Auswertung in kürzester Zeit.

Die Betriebsschauhr erhielt ihren Standort in der Stellerei III. An den im Plane (Abb. 1, Taf. 40) durch schwarze Punkte gekennzeichneten Stellen wurden Radtaster eingebaut. Die Radtaster Nr. 1 bis 4 erfassen den gesamten Ablauf; sie konnten an eine gemeinsame Leitung und damit an einen Markiermagneten (Nr. 5) angeschlossen werden (vergl. Abb. 2, Taf. 40 und Abb. 3, Taf. 41), da jeweils immer nur aus einem Gleise Wagen ablaufen können. Radtaster Nr. 5, 6 und 7 waren am Ende der Unterverteilungsstellen angebracht und mit den Markiermagneten Nr. 6, 7 und 8 verbunden. Die Schleppgleise 121a, 15 und 100 erhielten die Radtaster Nr. 8, 9 und 10 und die Markiermagnete Nr. 2, 3 und 4. In die Zuleitungen zu den Markiermagneten Nr. 3 und 4 waren gleichzeitig Flügelkontakte an den Hauptsignalen 5 und 6 eingeschaltet, um das Stellen und Zurücknehmen des Signales und somit die notwendige Dauer der Unterbrechung des Ablaufes mit zu erfassen. Die Talfahrt der Schleppmaschinen auf den Gleisen 51 und 117 wurde durch die Radtaster 11 und 12 und durch die Markiermagnete Nr. 9 und 10 aufgezeichnet. Markiermagnet Nr. 1, der mit der Kontaktuhr verbunden war, zeigte die Zeit bei jeder vollen Minute oder Sekunde an. Die Bedienung der Schauhr und der Kontaktuhr oblag einem Zeitnehmer, der außerdem die Nummern der einfahrenden Schleppzüge, die Normalzeit und sonstige für die Auswertung wichtige Angaben auf den ablaufenden Papierstreifen neben die betreffenden Ausschläge zu vermerken hatte.

Zunächst wurde, um einen allgemeinen Überblick zu erhalten, eine 24stündige Aufnahme mit langsamer Geschwindigkeit der Schauhr (1 mm/Min.) ausgeführt. Abb. 3, Taf. 41 zeigt hiervon eine etwa 4stündige Teilaufzeichnung.

Aus dieser Aufnahme war zu ersehen, nach welcher Richtung hin sich eine eingehendere Untersuchung zu erstrecken hatte. Für diese wurde, wie aus Abb. 2, Taf. 40 ersichtlich ist, eine Papiergeschwindigkeit von etwa 1 cm/Min. gewählt,

um die Zeitabstände der durch die Radtaster erzeugten Ausschläge der Markiermagnete messen zu können.

Zur Erläuterung der Abb. 2, Taf. 40 diene folgendes:

Der im Gange befindliche Ablauf des Zuges 5303 aus Gleis 124 (vergl. Linie 5) mußte unterbrochen werden, da auf Gleis 15 ein Schleppzug (Zug 9757 mit 78 Achsen nach Gleis 125) im Anfahren war. Nachdem 8^{02,2} der Ablauf abgebrochen und die letzte, acht Achsen starke Gruppe die Hauptverteilungsweichen verlassen hatte, wurde sogleich das Signal 5 auf »frei« gestellt (erster Einzelausschlag auf Linie 3); der inzwischen ganz nahe herangekommene Zug fuhr am Signal vorüber, das sofort wieder zurückgenommen wurde (vergl. Linie 3). Der einfahrende Zug kennzeichnet sich nochmals, und zwar in der Linie 5, da er ja, um in die Ablaufgleise zu gelangen, die Hauptverteilungsweichen durchfahren muß. Aus den Aufzeichnungen erkennt man, daß der Fahrdienstleiter bestrebt gewesen ist, die Unterbrechung so kurz wie möglich zu halten. Er ließ nicht nur den Zug ziemlich nahe an das Signal herankommen, bevor er den Ablauf unterbrach und das Signal somit auf »frei« stellen konnte, sondern er nahm auch kurz nach der Durchfahrt des Zuges durch die Hauptverteilungsweichen den Ablauf von Zug 5303 wieder auf. Dieser war 8^{14,7} beendet. Der Abstand bis zum Beginn des nächsten Ablaufes (Zug 9705/5476 aus Gleis 121) zeigt die Zeit (1,4 Min.) an, die die Ablaufmannschaft zum Gleiswechsel benötigte. Der Ablauf des Zuges 9705/5476 wurde zweimal unterbrochen, und zwar durch die auf Gleis 100 und 15 auffahrenden Schleppzüge 6686 (66 Achsen auf Gleis 124) und 9242 (48 Achsen auf Gleis 127). Welche Unsicherheit die kreuzenden Schleppzugeinfahrten bringen, zeigt dieses Beispiel deutlich. Beide Schleppzüge waren kurz hintereinander gemeldet worden, was der Ablaufmannschaft vom Fahrdienstleiter durch Stellen der Räumungssignale angezeigt wird. Infolgedessen wartete der Ablaufmeister nach der Durchfahrt des Schleppzuges 6686 mit dem Wiederbeginn des Ablaufes. Da sich jedoch die Ankunft des Zuges 9242 verzögerte, nahm er nach fünf Minuten den Ablauf der restlichen zehn Achsen auf. Es waren jedoch erst acht Achsen abgelaufen, als der Zug 9242 herankam. Um diesen nun vor dem Signal in einer Neigung 1:100 nicht stellen zu müssen, mußten die beiden letzten Achsen des ablaufenden Restes bis nach Durchfahrt zurückgehalten werden. Der nächste Zug (8187/9785 von Gleis 123) lief ohne Unterbrechung ab. Der 8^{19,7} auf Gleis 121a aufgefahrene Schleppzug 12427 mit 119 Achsen auf Gleis 119 (vergl. Linie 2) unterbrach den Ablauf nicht, da die Einfahrten über 121a die Hauptverteilungsweichen nicht berühren (vergl. Teilplan Abb. 1, Taf. 40).

Die Darstellung läßt ferner ohne weiteres erkennen, wie die durch die kreuzenden Einfahrten eintretenden Verluste an Ablaufzeit dadurch unnötig groß werden, daß die Signale zu weit von der Kreuzungsstelle entfernt liegen. Dies tritt deutlich an dem Zeitunterschied zwischen dem Ausschlag des Signalfügels auf Linie 3 oder 4 und dem Ausschlag der ersten Achse des auffahrenden Schleppzuges auf Linie 5 hervor (vergl. z. B. Züge 9757 und 6686). Diese Zeitspanne wäre bedeutend geringer, wenn die Signale näher an den Hauptverteilungsweichen ständen. Linie 5 gibt außerdem ein deutliches Bild von der außerordentlich feinen Zerlegung der ablaufenden Züge; nur wenige Gruppen haben 4 und mehr Achsen. Aus den Linien 6, 7 und 8 ersieht man die Verteilung der einzelnen Gruppen auf die drei Hauptrichtungen Dresden, Zwickau und Riesa. Die zurückfahrenden Schleppmaschinen erscheinen auf den Linien 9 und 10. Die Dauer ihres Aufenthaltes auf dem Ablaufberge ist aus dem Abstände zwischen dem ersten Ausschlage des Zuges, den sie geschleppt hatten, auf Linie 5 und dem Ausschlage auf Linie 9 oder 10 ohne weiteres abzulesen.

Außer den vorstehend beschriebenen Beispielen verschafft die Darstellung durch die Betriebsschauuhr auf Abb. 2, Taf. 40 noch eine ganze Reihe von Erkenntnissen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll (z. B. Stärke des Zulaufes aus den verschiedenen Zügen nach den drei Unterverteilungsstellen, Beanspruchung der Mannschaften, Achsfolgezeiten, Einfluß ablaufender Gruppen auf diese, Geschwindigkeiten der auffahrenden Züge usw.).

Die zeichnerische Darstellung hat sich auch bei den Verhandlungen mit der Beamten- und Arbeiterschaft gut bewährt. Gegen die Aufnahmen von Zeitnehmern wird immer wieder der Einwand erhoben, daß die Möglichkeit eines Irrtums besteht; die Aufnahmen durch die Betriebsschauuhr dagegen sind einwandfreie Beweisstücke.

Ein drittes Beispiel für die vielseitige Verwendbarkeit der Betriebsschauuhr geben die auf Abb. 1, Taf. 41 dargestellten Untersuchungen des Ablaufes einzelner Wagen aus Gleis 124 über die Unterverteilungsstelle nach der Richtungsgleisgruppe Riesa (vergl. Abb. 1, Taf. 40). Die Aufgabe bestand darin, die Zulaufgeschwindigkeit des Ablaufzuges, die Geschwindigkeiten und Folgezeiten der einzelnen Wagen oder Gruppen auf der Ablaufstrecke und den Einfluß der zwei aus dem Lageplan ersichtlichen Gleisbremsen festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden in Gleis 124 ein weiterer Radtaster (Nr. 17) und am Anfang und Ende der beiden Bremsstrecken je zwei weitere Radtaster (Nr. 13 und 14 sowie 15 und 16) eingebaut. Da die Anlage keinen festen Ablaufpunkt hat, ließen sich die Stellen, an denen sich die abrollenden Gruppen vom Zuge lösen, nicht selbsttätig, sondern nur durch örtliche Beobachtung feststellen. Dies geschah in der Weise, daß vom Radtaster 3 aus als Nullpunkt bergwärts ein Maßstab an den Schienen angebracht wurde, an dem ein Zeitnehmer den jeweiligen Ablaufpunkt unter gleichzeitiger Feststellung der Zeit an einer mit der Kontaktuhr übereinstimmenden Stoppuhr abzulesen hatte. Die übrigen für die Beobachtung wichtigen Angaben (wie Gattung und Gewicht des Wagens, Radstand, Anzahl der Achsen usw.) wurden besonders aufgenommen. Der Anfang des jeweiligen Bremsweges in den Gleisbremsen mußte ebenfalls an Ort und Stelle abgelesen werden. Die Schreibfedern an der Betriebsschauuhr wurden mit Hilfe eines an der Uhr angebrachten Maßstabes in entsprechende Abstände von einander gebracht wie die zugehörigen Radtaster. Die Uhr lief ohne Windflügel, damit die größtmögliche Geschwindigkeit erreicht wurde (1,8 mm/Sek.).

In den ausgezogenen Linien 3, 5, 6, 8, 9, 11 und 12 sowie 1 und 13 erscheint die selbsttätige Aufnahme durch die Radtaster Nr. 17, 3, 13, 14, 15, 16 und 7 sowie durch die Kontaktuhr. Ergänzt wurden diese Aufzeichnungen bei der Auswertung aus der nachstehenden Zusammenstellung durch den Eintrag der gestrichelten Linien, die die gemessenen Ablaufpunkte und -zeiten der einzelnen Wagen (Linien 4) und die Bremswege in den Gleisbremsen (Linie 7 und 10) darstellen.

Die jeweilige Geschwindigkeit des Ablaufzuges läßt sich aus den Ausschlägen der einzelnen Achsen in Linie 3 (Zeit) und den Radständen in der Zusammenstellung (Weg) genügend genau ermitteln. Sie wurde in Linie 2 aufgetragen. Die Anfangsgeschwindigkeit jeder einzelnen frei abrollenden Gruppe ist gleich der Geschwindigkeit des Zuges zum gleichen Zeitpunkt. Wenn man die Ausschläge jeder Achse beim Befahren der verschiedenen Radtaster, sowie die entsprechenden Zeitpunkte des Ablauf- und Bremsbeginnes miteinander verbindet (auf Abb. 1, Taf. 41 durch strichpunktierte Linien), so erhält man ohne weiteres die tatsächlichen Zeitwegelinien für die einzelnen Wagen. Der Vorteil dieser einfachen Darstellung liegt auf der Hand. Es ist möglich, mit einem geringsten Aufwande theoretische Berechnungen von Ablaufanlagen für eine beliebig große Zahl von Wagen praktisch nachzuprüfen, die Geschwindigkeiten der Ablaufgruppen an allen den Punkten festzustellen,

Zusammenstellung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wagen											Länge des Bremsweges in der Gleisbremse	
Lfd. Nr. im Zuge	Gattung	Beladen oder leer	Gewicht (t)	Anzahl der Achsen	Radstand m	Besetzte Bremse (b) Fremdwagen (F)	Ablauf aus Halt (H) oder Bewegung (B)	Zeitpunkt des Loslösens am Zuge (Uhrzeit)	Ablaufpunkt der letzten Achse der Gruppe m	Nach Uvst. Dresden (D), Zwickau (Z) oder Riesa (R)	I	II
											m	m

Nr. 1 bis 15 usw.

16	G	be-laden	15	2	7,0	—	B	20 11' 41"	48,2	D	—	—
17	SS	"	47	4	12,0	b	"	20 12' 8"	48,2	R	—	—
18	O	"	30	2	4,5	—	"	20 12' 31"	42,2	R	9,0	8,5
19	G	"	16	2	4,5	—	"	20 12' 44"	42,2	Z	—	—
20	P	"	25	2	4,0	—	H	20 13' 16"	21,0	R	9,0	5,0
21	O	"	24	2	4,0	—	H	20 13' 32"	22,8	R	10,0 ¹⁾	12,0 ²⁾
22	G	"	14	2	4,5	F	B	20 24' 1"	21,0	Z	—	—
23	G	"	24	2	4,5	—	"	20 24' 13"	20,5	D	—	—
24	R	"	23	2	6,0	—	"	20 24' 28"	20,0	D	—	—

usw.

1) Auf den P-Wagen aufgestoßen.

2) Stehengeblieben.

an denen sich Radtaster befinden und auch genaue Widerstandswerte für Strecken in Bogen und Neigungen für die verschiedensten Wagengattungen usw. ohne großen Zeitaufwand zu bestimmen. Besonders wertvoll dürfte es sein, daß diese Messungen auch unter ungünstigen Witterungsverhältnissen mit einwandfreier Genauigkeit durchgeführt werden können.

Die Geschwindigkeiten der auf Abb. 1, Taf. 41 untersuchten Wagen an den verschiedenen Radtastern sind in Schaulinien dargestellt (siehe Abb. 2, Taf. 41).

Diese Schaulinien gestatten, die Lage und Wirkungsweise der Gleisbremsen bei bestehenden Anlagen genau zu beurteilen und geben hierdurch Anhaltspunkte für den Entwurf von Neuanlagen. Dies ist für Gefällbahnhöfe um so wichtiger, als die Leistungsfähigkeit dieser Bahnhöfe durch die sog. Zwischenhemmungsstellen in hohem Maße beeinflusst wird, weil auf der einen Seite eine ungenügende Abbremsung leicht die Ursache zu Schadensfällen durch Hemmschuhversager, zu starkes Angehen an die stehenden Wagengruppen in den Richtungsgleisen usw. sein kann, während auf der anderen Seite ein zu großer Bremsweg zu einem Sitzenbleiben der Wagen in den Gleisbremsen führt, was ebenfalls Schadensfälle mit sich bringen oder einen die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges beeinträchtigenden Rückstau erzeugen kann. Wie notwendig für die Gleisbremser ein richtiges Gefühl für die betrieblichen Erfordernisse ist, zeigt die Ablaufuntersuchung auf Abb. 1, Taf. 41. Der erste dargestellte Wagen (Nr. 16 der Zusammenstellung) ging nach der Richtungsgruppe Dresden, kam also für die vorliegende Untersuchung nicht in Frage. Der nächste Wagen (Nr. 17) war ein beladener SS-Wagen, der mit einem Bremser besetzt war. Die Zeitwegelinie dieses Wagens zeigt, ebenso wie die Geschwindigkeitsschaulinie in Abb. 2, Taf. 41, daß der Wagen mit ziemlich

gleichbleibender Geschwindigkeit die Beobachtungsstrecke durchfahren hat. Der nächste Wagen (Nr. 18) war ein beladener O-Wagen von 30 t Gewicht. Der Ablaufmeister hatte, um den Abstand dieses Wagens von dem vorhergehenden Vorsichtswagen etwas zu vergrößern, den Ablaufpunkt um 6 m nach vorwärts verlegt. Der Wagen lief mit rasch zunehmender Geschwindigkeit bis zur Gleisbremse I, in der er von 4,08 auf 2,33 m/Sek. abgebremst wurde. Seine Geschwindigkeit nahm bis zur Gleisbremse II wenig zu, so daß er für den Auslauf in die Richtungsgruppe nur wenig abgebremst zu werden brauchte. Der vierte Wagen (Nr. 19, beladener G-Wagen) ging nach der Richtungsgruppe Zwickau. Dieser Wagen, der nur ein Gewicht von 16 t hatte, lief verhältnismäßig schlecht und zwang den Ablaufmeister, den Ablaufpunkt um 21 m weiter nach vorwärts zu verlegen, ehe er den nächsten Wagen (Nr. 20, P-[Kessel-]Wagen von 25 t Gewicht) folgen ließ. Dieser P-Wagen lief gleichfalls schlecht, er brauchte 32 Sek. bis zur Gleisbremse I, in die er mit 3,66 m/Sek. Geschwindigkeit einfuhr. Obwohl der nächstfolgende Wagen (Nr. 21, beladener O-Wagen mit 24 t Gewicht) bereits im Anrollen war, bremste der Gleisbremser I fälschlicherweise den P-Wagen ab, und zwar so stark, daß er mit nur 0,72 m/Sek. Geschwindigkeit die Gleisbremse verließ. Die Vergrößerung des Bremsweges auf 10 m genügte nicht, um den nachfolgenden O-Wagen nennenswert abzubremesen. Dieser verließ mit 2,00 m/Sek. die Gleisbremse I und stieß auf den P-Wagen auf, der hierdurch eine größere Geschwindigkeit bekam. Der dicht folgende O-Wagen mußte nun, um einen Fehllauf zu vermeiden, in der Gleisbremse II angehalten werden. Es dauerte 38 Sek., bis er wieder in Gang gebracht werden konnte. Glücklicherweise gingen, wie aus der Zusammenstellung zu ersehen ist, die nächsten drei Wagen nach den Unterverteilungsstellen Zwickau und Dresden, so daß das Anhalten des O-Wagens in der Gleisbremse II sich nicht weiter ungünstig auswirkte. Es ist jedoch ohne weiteres zu ersehen, daß auch die nachfolgenden Wagen hätten gestellt werden müssen, wenn sie nach der Gruppe Riesa gegangen wären, und daß dann ein Rückstau auf den Hauptablauf unvermeidlich gewesen wäre.

Vorstehende drei Beispiele genügen, um die Vorteile einer mechanisierten Durchführung von Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste klarzulegen. Auch über den Rahmen von Arbeits- und Zeitstudien hinaus wird ein Weitergehen auf dem gezeigten Wege von Vorteil sein können. Es ist unbedingt notwendig, daß die Betriebswissenschaft den verantwortlichen Betriebsleitern unserer wichtigeren Bahnhöfe Hilfsmittel in die Hand gibt, die diese, ähnlich wie die Betriebsleiter großer industrieller Werke, in den Stand setzen, sich jederzeit über die Leistungen ihres Bahnhofes und einzelner wichtiger Betriebspunkte zu unterrichten. Die Betriebschauuhr dürfte sich auch für diese Zwecke gut verwenden lassen.

Die wissenschaftliche Forschung sucht immer tiefer in die einzelnen Betriebsvorgänge einzudringen. Dabei wird es immer notwendiger, die Einzelheiten, die dem menschlichen Auge bei gewöhnlicher Beobachtung verborgen bleiben, deutlich in Erscheinung treten zu lassen, um auf diese Weise der gesamten Betriebswissenschaft durch einwandfreie Beobachtungsergebnisse der Praxis die erforderliche Grundlage zu geben. Selbsttätige Aufnahmen werden hierbei wegen ihrer Genauigkeit Voraussetzung sein.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Werksstätten, Stoffwesen.

Vermessen von Lokomotivradsätzen mit ungekröpften und gekröpften Achsen auf dem neuen A E G-Meßstand.

Der Meßstand dient zum Bestimmen der Hauptabmessungen ungekröpfter und gekröpfter Lokomotivradsätze, nämlich der Abmessungen der Achswellenlagerstellen, des Laufkreisdurchmessers, der Kurbellagerstellen, des Kurbelradius und Kurbelversetzungs-

winkels. Auf einer großen Grundplatte sind in der Mitte zwei verschiebbare Prismenlagerböcke aufgestellt, die den Radsatz aufnehmen. Ferner sitzen auf der Grundplatte zwei Reitstöcke (siehe Abb.), die oben die Meßspinolen führen. Die Pinolen werden in Richtung der Radachswelle vorgeschoben. Auf ihnen befindet sich eine Millimeter-teilung, die am Reitstock mit Nonius abgelesen, den jeweiligen Ab-

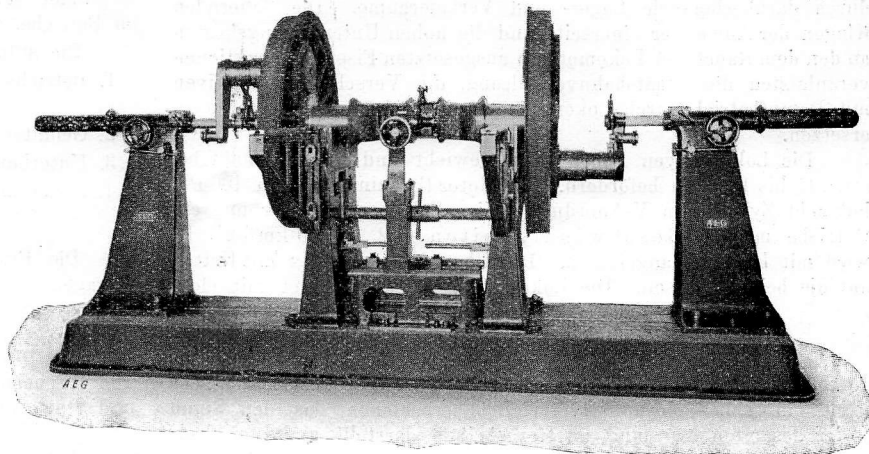
stand des Pinolenendes von der Mefsstandmitte angibt. An den Lagerböcken ist zum Aufsetzen von Mefsinstrumenten je eine Konsole angebracht. Auf jeder der Konsolen ist eine genau mit der andern übereinstimmende Millimeterteilung angebracht um das Paralleleinstellen der Instrumente zur Radachswelle zu ermöglichen.

Die Radsatzbreite wird durch das Anlegen der Pinolen an der Außenseite des Radsatzes festgestellt, worauf die Radsatzmitte genau in die Mitte des Mefsstandes gebracht wird. Durch eine Vorrichtung, die auf die Konsole gestellt wird, wird die Radsatzmitte angekört. Mit demselben Instrument, das seitlich verschiebbare Arme mit Profilschiebern trägt, werden auch die Abweichungen der Achslagerbündel von der Mitte der Lagerstelle bestimmt. Der Radreifeninnenabstand und die Abweichungen vom Normallaufkreisdurchmesser werden durch eine ebenfalls auf die Konsole gesetzte Vorrichtung mit verschiebbaren Mefsschuhen bzw. Mefsschrauben bestimmt.

Zur Festlegung der Abmessungen der Achslagerstellen der Außen- und Gegenkurbeln, des Kurbelradius und der Kurbelversetzungswinkel werden die Mefsvorrichtungen drehbar auf die Pinolen aufgesetzt.

Die Bestimmung des Kurbelradius erfolgt auf dem Umwege einer Vergleichsmessung. Auf einer Stahlplatte werden in Entfernung des jeweils zu messenden Kurbelradius zwei geschliffene Mefszapfen eingeschraubt. Die Schenkel einer unter 45° schräg stehenden Schiebelehre werden an den vorläufigen Kurbelzapfen so gelegt, daß dieser von drei Seiten umfaßt wird. Gleichzeitig wird eine Mefsuhr, die an einer vertikalen Schiebelehre sitzt, nach einem bestimmten Endmafs auf Null eingestellt. Diese vertikale Schiebelehre ist mit der schräg stehenden stark verbunden, jedoch im Führungsstück seitlich verschiebbar. Bei der Messung des Kurbelradius am Radsatz wird dann mit Hilfe der Mefsuhr die Abweichung vom Sollmafs auf $\frac{1}{100}$ mm genau bestimmt. Dieselbe Vorrichtung dient auch zur Bestimmung des Kurbelversetzungswinkels. An dem auf der Pinole drehbar aufgesetzten Führungsstück mit den Schiebelehren sitzt ein Kreisbogen mit Gradteilung. Auf der Pinole wird ein Kreisnonius, der mit einer Wasser-

wage genau ausgerichtet wird, festgeklemmt. Die Schiebelehre liegt in der angegebenen Weise an dem Kurbelzapfen, worauf am Kreisnonius abgelesen wird. Auf der anderen Seite wird der Nonius ebenfalls mit der Wasserwaage genau ausgerichtet und die Schiebelehre um den Kurbelzapfen gelegt. Die Differenz der beiden Ab-



Mefsstand zum Vermessen von Lokomotivradsätzen.

lesungen ergibt den Kurbelversetzungswinkel. Die Bestimmung des Versetzungswinkels der Gegenkurbel zur Kurbel erfolgt auf die gleiche Art. Die Schiebelehre wird dabei zuerst um den Kurbelzapfen und dann um den Gegenkurbelzapfen gelegt. Die Ablesungen erfolgen auf eine Minute genau.

Bei der zuletzt besprochenen Art der Messungen ist ein vollkommen runder Kurbelzapfen vorausgesetzt. Ist dies nicht der Fall, so werden diese Messungen mit dem Universalkurbel- und Gegenkurbelapparat vorgenommen. („Aus der Werkstatt für die Werkstatt“, Heft 4). Eine weitere Vorrichtung dient zum Nachzentrieren des Radsatzes und zum Eindrehen der Kontrollkreise.

Zum Vermessen gekrümmter Achsen dienen die gleichen Instrumente, jedoch wird die Pinole von dem Mefsbock, der auf dem Gußsockel (siehe Abb.) zwischen den Rädern sitzt, geführt. Vg.

Lokomotiven und Wagen.

Normungsarbeiten an den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

In einem kürzlich in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage gab Oberregierungsbaurat Iltgen, Berlin, einen Überblick über die bereits durchgeführte Normung verschiedener Teile der vorhandenen Lokomotiven, die den Austauschbau und die Massenfertigung der Teile ermöglicht. Bei dieser Massenerstellung erweist es sich vielfach wirtschaftlicher, sie der modern eingerichteten Industrie zu überlassen, statt die eigenen Ausbesserungswerke dafür einzurichten. Schwierigkeiten bestanden darin, daß Armaturen und Hilfsteile bei den alten Maschinen vielfach unmittelbar am Kessel gedichtet sind. So ging man dazu über, an den Befestigungsstellen Flanschen anzubringen, an denen die Teile wie Ventile, Hähne, Wasserstand, Dampfpeife usw. durch Verschraubung befestigt werden und bei schlechten Sitzflächen leicht auswechselbar sind. Die Dichtung erfolgt hierbei nicht durch Linsen, sondern durch Dichtungsmaterial. Die Ausrüstungsteile sind normalisiert. So hat man das Einheitsventil geschaffen, dessen verschleißbare Einzelheiten wie Spindel, Kegel, Verschlusssteile leicht austauschbar sind. Das Ventilgehäuse kann die Lebensdauer der Lokomotive erreichen. Wo Dichtungslinsen wie bei den Auswaschluken nicht zu vermeiden sind, werden sie ebenfalls normalisiert. Ebenso sind die Hähne nach den DIN-Normen genormt und auf wenige Größen beschränkt. —

Die vielen verschiedenen Roststäbe sind auf eine Form gebracht, wobei für die Stärke 16 mm und für den Rostspalt 14 mm als einheitliche Maße gewählt wurden.

Bei den Treib- und Kuppelstangenlagern sind Stellkeile und Schrauben auf wenige Bauformen zusammengelegt. Auch die Tender-Achslager sind auf eine einheitliche Bauform gebracht und bei den Strahlpumpen sind viele Teile der Massenfertigung zugänglich gemacht. Sehr wichtig sind die Rohrverschraubungen, bei denen die Dichtung jetzt so durchgebildet ist, daß Verstopfungen durch

Dichtungsmaterial ausgeschlossen sind. Bremsen und Heizung spielen eine große Rolle bei der Unterhaltung. Verschleißbare Teile erhalten Buchsen. Abnutzungen bei den Bolzen werden nur von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ mm Abstufung zugelassen. Auch bei den einzelnen Maschinenteilen sind Abnutzungsstufen vorgesehen, womit die Anpaßarbeit und Transporte sehr verringert worden sind. Bei den Lokomotiven T 8, T 12 und T 14 liegen die Handräder auf den Führerständen einheitlich.

Die Werkstätten müssen mit den erforderlichen Mefsgeräten ausgerüstet werden, um den bei austauschbarer Fertigung zu stellenden hohen Forderungen gerecht werden zu können. Außer den Lehdornen und Rachenlehren ist ein Endmefsskasten, sowie ein Optimeter erforderlich, um die Lehdorne und Mefsscheiben nachprüfen zu können. Sehr wichtig ist die Prüfung der Gewinde, wobei zu unterscheiden ist, ob es sich um solche zur Befestigung oder zur Abdichtung handelt. Flankenlehren und Flankenschrauben zur Feststellung der Gewindesteigung und des Flankenwinkels sind erforderlich. Der Flankendurchmesser muß nachgeprüft werden, da ein Schrauben auch bei verschiedenen Durchmessern möglich ist. Die Muttern sind durch einen Lehdorn zu prüfen. Bei der Dichtung spielt die Steigung keine so große Rolle wie der Flankenwinkel. Zur Prüfung der Gewinde wurden ein Zeifssches Werkstattmefsmikroskop, gute Flankenschrauben, sowie Mikrometer und Schublehren empfohlen. Außerdem ist ein günstig gelegener Werkstatt-raum mit einem Zeifsschen Gewindemefskomparator und einem Interferometer für Absolutmessungen einzurichten.

Zu allem aber kommt die Erziehungsarbeit des Personals in den Werkstätten um dies für die wirtschaftliche Fertigung gelehrt zu machen. Alle Einrichtungen sind zu beschleunigen und durchzuführen, auch wenn sich die Erfolge nicht sofort zeigen. Bei den Einheitslokomotiven sind Austauschteile vorgesehen, doch ließen sich diese bei den alten Lokomotiven nur in geringem Umfange verwenden. Przygode.

Verschiebelokomotiven mit Benzinmotoren für die französische Staatsbahn.

Der Bahnhof St. Lazare in Paris liegt zum großen Teil im Einschnitt in einem dicht bewohnten Stadtviertel, er hat 29 Bahnsteiggleise und einen Eilgüterbahnhof, der fast ganz abgedeckt ist durch darüberliegende Lager- und Verladerräume. Die dauernden Klagen der Anwohner einerseits und die hohen Unterhaltungskosten an den dem Rauch der Lokomotiven ausgesetzten Eisenkonstruktionen veranlaßten die Staatsbahnverwaltung, die Verschiebelokomotiven mit Dampftrieb durch Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren zu ersetzen.

Die Lokomotiven haben 30 t Gewicht und können 500 t bei etwa 15 bis 18 km/h befördern. Der Motor (Benzinmotor von 100 PS) hat acht Zylinder in V-Anordnung, eine Scheibenkupplung und ein Getriebe mit 12 Geschwindigkeiten (1,2 bis 60 km/h). Er wird mit Preßluft angelassen. Die Übertragung erfolgt mit Ketten auf die beiden Achsen. Die Lokomotive ist ausgerüstet mit elek-

trischer Beleuchtung, Handbremse, selbsttätiger und nichtselbsttätiger Luftdruckbremse. Alle für die Verschiebewegungen notwendigen Handgriffe und Hebel sind am Führerstand doppelt angebracht, so daß sich der Führer immer in die Richtung des besten Überblickes stellen kann.

Vier solcher Lokomotiven sind dauernd während 24 Stunden im Betriebe, zwei weitere dienen zur Reserve.

Die stündlichen Kosten werden wie folgt angegeben:

1. Betriebsstoffe: Benzin	fr. 9,15
Öl	0,85
2. Gehälter (Aufsicht, Führer, Schlosser usw.)	6,70
3. Unterhaltung	1,60
4. Abzahlung	4,50
	fr. 22,80

Die Ersparnisse gegenüber Dampftrieb sollen etwa 100% betragen. Ho.

Buchbesprechungen.

Normblattverzeichnis*). Im Beuth-Verlag Berlin, SW. 19 ist ein neues Normblattverzeichnis erschienen, das den Stand der gesamten Normung im Herbst 1926 darstellt und zum Preis von 1,50 M zu beziehen ist.

In den nunmehr fast neun Jahren seiner Tätigkeit hat der Deutsche Normenausschuß (NDI) etwa 1600 bezugsfertige Normblätter herausgegeben, von denen auf Lokomotivbau 237, Eisenbahnwagenbau 40, Eisenbahnwesen 4, Stoffe 29, Werkzeuge und Lehren 115, Maschinenteile 293 entfallen.

Die Normung im Eisenbahnwagenbau bearbeitet der Allgemeine Wagen-Normenausschuß (AWANA). Als fertige Blätter liegen vor: Einheitliche Benennungen der Wagenteile, Lochdurchmesser und ungleichschenklige Winkelleisen, Holznormen sowie ein Merk-buch für Austauschbau im Eisenbahnwagenbau. Umfangreiche Arbeiten sind im Gange, die sich auf das gesamte Gebiet des Eisenbahnwagenbaues beziehen. Alle Arbeiten werden in engster Fühlungnahme mit dem NDI durchgeführt.

Vom Allgemeinen Lokomotiv-Normenausschuß (ALNA) und dem Allgemeinen Wagen-Normenausschuß (AWANA) sind Normblätter aufgestellt, die teilweise vollständig und teilweise in sehr vielen Abmessungen übereinstimmen. Damit nicht in solchen Fällen gleiche Normteile verschiedene Formbezeichnungen erhalten, sind diese Normen des ALNA und AWANA zu allgemeinen Dinormblättern unter der Gruppe „Eisenbahnwesen“ vereinigt und somit auf eine breitere Grundlage gestellt worden.

Die Arbeiten des Engeren Lokomotiv-Normenausschusses (ELNA) beziehen sich auf fast sämtliche Einzelteile von Lokomotive und Tender. In der Gruppe Grundnormen liegt jetzt eine größere Zahl von fertigen Normblättern vor, wie z. B. über Zeichnungen, Einheitliche Benennungen von Lokomotiv- und Tenderteilen, Zeichnungsverzeichnis für Lokomotiven und Tender, Dinpassungen im Lokomotivbau, Gewinde, Stellringe, Bolzen, Verschraubungen, Schrauben, Muttern, Griffe und Handräder. — Die Kesselbauteile nehmen einen großen Teil unter den bisher vom ELNA geleisteten Normungsarbeiten ein. Auch hier konnten bereits umfangreiche Arbeiten zum Abschluß gebracht werden, wie z. B. Roststäbe, Nietschrauben, Hinterkessel-Bodenringecken, Heiz- und Rauchrohre, Dome, Feuerlochringe, Waschlukn, Funkenfänger, Stehbolzen, Bügelanker, Feuertüren, Feuerlochschrone und Schieberregler. — An Feinausrüstungsteilen liegen fertige Normblätter vor über Dampfpeife, Selbstschluß-Wasserstandsanzeiger, Wasserstandsschutz, Zapfenhähne, Durchgangshähne, Kohlenspritze und Wasserstandsmarken. — Vom Laufwerk liegen bisher nur Blätter über Achslagerschalen vor. — Vom Triebwerk und Steuerung bestehen Normen über Kolbenstangen, Treib-

und Kuppelstangen, Gelenkbolzen für Kuppelstangen, Steuerwellen und Steuerungsbolzen.

Die Normblätter über Wasserstandprüfhähne, Wasserstandablaßhähne, Druckmesserhähne, Fenster, Kipproststäbe, Einfach-Schraubenschlüssel, Laternenstützen und Feuertüren-Klapptüren befinden sich im Druck und werden demnächst erscheinen. — Vor dem Abschluß stehen die Normblätter über Flansche, Führerhaus-sitze, Armaturen und Rauchkammertüren.

Auch der ELNA steht mit den Arbeiten des NDI in engster Fühlung.

Die elektrischen Maschinen. Einführung in ihre Theorie und Praxis von Dr. Ing. M. Liwschitz. Verlag von G. B. Teubner in Leipzig, 1926. Preis gebunden 14.— RM.

Die Anwendung des elektrischen Stromes hat in den letzten Jahren im Eisenbahnbetrieb und in den Eisenbahnwerkstätten einen erheblichen Umfang angenommen. Die Entwicklung dieser Elektrizitäts-Kraftwirtschaft und die Neuerungen, die sich hinsichtlich der Ausführung der elektrischen Maschinen ergeben haben, verlangen auch von den in diesem Gebiete tätigen Eisenbahnfachleuten ein eingehenderes Studium des Aufbaues und der inneren Vorgänge bei den einzelnen Maschinenarten. Es sei hier nur an die Frage der Verbesserung des Leistungsfaktors, die seit der Bezahlung des Blindstromes von besonderer Bedeutung wurde und auf die zu diesem Zwecke eigens gebauten Maschinen hingewiesen. Es ist deshalb von besonderem Werte, ein Hilfsmittel an der Hand zu haben, das es ermöglicht, rasch und ohne sich zu sehr in Nebenerscheinungen verlieren zu müssen, dem Fachmann die Vorgänge in den Maschinen wieder vor Augen zu führen, damit er hieraus die entsprechenden Schlüsse für die Praxis ziehen kann.

Diese Möglichkeit bietet das vorliegende Werk, worin es der Verfasser verstanden hat, in leicht faßlicher Weise die Grundlage für das tiefere Eindringen in die Theorie der elektrischen Maschinen zu bringen. Zunächst sind die Grundgesetze über die Entstehung und die Wirkung der Wechselströme, der magnetische Kraftfluß und der Transformator behandelt. In den nächsten Abschnitten sind die Wicklungen und die charakteristischen Kurven der elektrischen Maschinen beschrieben; sodann folgen die Asynchron- und Synchronmaschinen und in den letzten drei Teilen die Kommutatormaschinen: die Gleichstrommaschine, der Einankerumformer und der Wechselstrom-Kommutatormotor mit einer Beschreibung der Phasenschieber. Die zahlreichen Abbildungen und häufig angewandten Vektordiagramme tragen wesentlich zu einem leichteren Verständnis der theoretischen Betrachtungen bei. Das am Schlusse angefügte Literaturverzeichnis, aus dem Veröffentlichungen mit einer ausführlicheren Beschreibung des Stoffes entnommen werden können, bildet eine wertvolle Ergänzung des Werkes. Schneider.

*) Vergl. Organ 1925, S. 536.

Zuschrift an die Schriftleitung.

Wir werden von geschätzter Seite auf eine Unstimmigkeit in dem Aufsatz von Prof. G. Lomonossoff im Organ, Heft 18, 81. Jahrgang, Seite 366 aufmerksam gemacht. Die Angaben an dieser Stelle über die Hochdrucklokomotive von Henschel sind insofern unrichtig, als in dem Hochdruckteil des Kessels durch mittelbare Heizung Betriebsdampf von 60 at erzeugt wird, der direkt in einem zwischen dem Rahmen der Loko-

omotive liegenden Hochdruckzylinder verarbeitet wird. Die Wärmeübertragung an das Kesselwasser erfolgt nicht unmittelbar, sondern durch einen als Dampf und Wasser umlaufenden Wärmeträger, dessen Druck je nach Belastung 10 bis 30 at über dem Betriebsdruck des Hochdruckteiles liegt. Der Niederdruckteil des Kessels erzeugt wie bisher Arbeitsdampf von 14 at, der in den Außenzylindern entspannt wird.