

## Zur Beachtung.

In Heft 17 des „Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ vom 1. September 1941 sind versehentlich falsche Seitenzahlen eingesetzt worden.

Statt 239 bis 254 muß es heißen: 259 bis 274.

Wir bitten die Seitenzahlen handschriftlich zu berichtigen.

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Vizepräsident Ernst Harprecht, Berlin, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden

96. Jahrgang

1. September 1941

Heft 17

## Nachrechnung der Heizflächen des Lokomotivkessels üblicher Bauart (Stephensonkessel).

Von o. Prof. emer. O. Denecke, Braunschweig,  
bearbeitet von Dr.-Ing. P. Koeßler, VDI, Braunschweig.

Vorbemerkung: Im Gegensatz zu den vielfachen Erfahrungen und der darauffolgenden verhältnismäßigen Sicherheit beim Entwurf lassen die bisherigen Möglichkeiten zur Nachrechnung der Heizflächen des Lokomotivkessels noch zu wünschen übrig. Zwar sind die neueren Erkenntnisse über den Wärmeübergang schon mehrfach auf dieses Fachgebiet angewendet worden, doch sind diese Berechnungsarten — wohl wegen einer gewissen Scheu vor schwierigeren und langwierigeren Rechnungen — auf einen ziemlich engen Benutzerkreis beschränkt geblieben. Als neuere einschlägige Einzelarbeiten sind zu nennen:

Barske, Rechnerische Untersuchung der Wärmeübertragung im Lokomotivlangkessel, Hanomag-Nachrichten-Verlag, Hannover.

Müller, C. Th., Die Wärmeübertragung im Lokomotivrauchrohr, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1934, Heft 15 u. 16.

Baumann, Der Wärmeübergang im Lokomotivkessel unter besonderer Berücksichtigung der Strahlung, Glasers Ann. 1927.

Koeßler, Die Flammenstrahlung in der Lokomotivfeuerung, Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1931, Heft 14. — Die Brennkammer im Lokomotivkessel, Glasers Ann. 1935, II, S. 154.

Der Teil I vorliegender Arbeit beschäftigt sich mit Langkessel und Überhitzer; der Teil II über die Feuerbüchse ist in Bearbeitung. Zweck des Aufsatzes ist es, eine einfache, übersichtliche und zuverlässige Berechnung der Überhitzer- und Rohraustrittstemperaturen zu zeigen, die weder unzulässige Vereinfachungen enthält, noch lediglich Überschlagswerte vermittelt, die den Einfluß maßgebender Veränderlicher verdecken. Es ist im Interesse der Vereinfachung bewußt darauf verzichtet, Zwischentemperaturen, also den Temperaturverlauf anzugeben; dafür konnten für die Endtemperaturen, die für den Wirkungsgrad maßgebend sind, geschlossene, einfach lösbare Gleichungen gefunden werden. Aus den Arbeiten von Barske und Müller sind wertvolle Schlußfolgerungen und Berechnungen übernommen worden. Darüber hinaus wurde Übereinstimmung der Rechnungsergebnisse mit denjenigen von Versuchen in umfangreicher Arbeit gesucht und erreicht.

Die wesentlich ausführlichere Urschrift der Arbeit des Verfassers (Teil I), die u. a. zahlreiche Ableitungen in leicht verständlicher Form, weitere Berechnungs- und Vergleichsbeispiele und eine ausführliche Erörterung der Fehlergrenzen enthält, ist als Manuskript vervielfältigt und kann vom „Versuchsfeld für Fahrzeugtechnik“, Technische Hochschule Braunschweig, bezogen werden\*). Die Bezeichnungen dieser Urschrift sind des Vergleiches wegen beibehalten. Die Ableitungen sind in vorliegender Arbeit teilweise anders gelöst, Anwendungsbeispiel 2 ist neu angefügt.

### I. Langkessel mit Überhitzer.

Bezeichnungen	Indizes
A = Rostanstrengung . . . . kcal/m <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup>	a = Austritt
c = Spezif. Wärme . . . . . kcal/kg, °	b = Feuerbüchse
d = Durchmesser . . . . . cm	D = Dampf
D = Stündl. Dampfmenge . kg/h	e = Eintritt
G = Stündl. Gasgewicht . . kg/h	E = unbesetztes Rauchrohrende
H = Heizfläche . . . . . m <sup>2</sup>	G = Rauchgas
k = Wärmedurchgangszahl kcal/m <sup>2</sup> , h, °	h = Heizrohr
l = Rohr(Rohrteil)länge . m	m = Mittelwert
n = Rohranzahl	R = Rauchrohr
Q = Stündl. Wärmemenge kcal/h	

Bezeichnungen	Indizes
R = Rostfläche . . . . . m <sup>2</sup>	ü = Überhitzer
r = Verdampfungswärme . kcal/kg	w = Kesselwasser bzw. Satttdampf
t = Temperatur . . . . . °	
x = Dampfgehalt feuchten Dampfes	

### 1. Die Berechnungsgleichungen.

Wenn die Gasmenge G kg/h durch ein Rohrbündel strömt, das in Wasser von der Temperatur t<sub>w</sub> liegt, so lautet die Differentialgleichung der Temperaturlinie über der Rohrheizfläche bekanntlich mit k = const.

$$-c_G G dt = k (t - t_w) dH$$

Die Integration über die Heizfläche gibt

$$\ln \frac{t_e - t_w}{t_a - t_w} = \frac{k H}{c_G G} \quad \text{oder} \quad \lg \frac{t_e - t_w}{t_a - t_w} = \frac{k H}{2,303 c_G G} \quad (1)$$

Durch Umformen ergeben sich hieraus die weiteren Beziehungen zwischen den Temperaturen:

$$t_e - t_a = (t_e - t_w) \varepsilon = (t_a - t_w) \eta \quad (2)$$

$$\text{mit } \varepsilon = 1 - \frac{1}{\frac{k H}{c_G G}} \quad \text{und} \quad \eta = e^{\frac{k H}{c_G G}} - 1$$

Mit Hilfe der weiteren bekannten Gleichungen für die stündlich übertragene Wärme

$$Q = c_G G (t_e - t_a) = k H (t_m - t_w) \quad (3)$$

ergeben sich hierfür noch die Beziehungen

$$Q = c_G G \varepsilon (t_e - t_w) = c_G G \eta (t_a - t_w) \quad (4)$$

Aus (3) und (2):

$$\frac{k H}{c_G G} = \frac{t_e - t_a}{t_m - t_w} = \frac{(t_e - t_w) \varepsilon}{t_m - t_w} = \frac{(t_a - t_w) \eta}{t_m - t_w} \quad \text{und} \quad (5)$$

$$t_m = t_e \frac{\varepsilon c_G G}{k H} + t_w \left(1 - \frac{\varepsilon c_G G}{k H}\right) = t_a \frac{\eta c_G G}{k H} + t_w \left(1 - \frac{\eta c_G G}{k H}\right) \quad (6)$$

Für die Heizrohre und die nicht mit Überhitzerrohren besetzten Enden der Rauchrohre lassen sich die Gleichungen unmittelbar anwenden, wenn die zutreffenden Temperaturen, Gasgewichte und Heizflächen eingesetzt werden. Mit ausreichender Genauigkeit kann bei der Berechnung des Wärmeüberganges in den Enden der Rauchrohre aber auch mit geradlinigem Temperaturverlauf gerechnet werden. Dann ist

$$t_m = \frac{t_e + t_a}{2} \quad \text{und} \quad Q = k H \frac{t_e + t_a - 2 t_w}{2} \quad (7)$$

Die gleiche Berechnung läßt sich, wie nachstehend dargestellt, auch für das mit Überhitzer besetzte Rauchrohr anwenden: Bei den üblichen Überhitzerbauarten, Bild 1 und 2, bleibt die Durchschnittstemperatur des Dampfes t<sub>dm</sub> über dem Rohrquerschnitt aller Überhitzerrohre ziemlich gleichgroß, unabhängig von der Lage dieses Querschnitts. Die sich so ergebende, schwach geneigte t<sub>dm</sub>-Kurve kann ersetzt werden durch die Parallele zur Abszisse im Abstand t<sub>dm</sub> = 0,515 (t<sub>ü</sub> + t<sub>w</sub>). Mollier und Brückner haben als Mittelwert 0,5 (t<sub>ü</sub> + t<sub>w</sub>) angenommen.

Da es in dem vorliegenden Fall nicht auf Zwischenwerte, sondern nur auf die erreichten Endtemperaturen ankommt,

\*) Desgl. ein Arbeitsblatt zur Bestimmung der einschlägigen Stoffwerte und zur Rechnungserleichterung.

kann nun auch für den Wärmeübergang nach der Überhitzerheizfläche eine gleichbleibende Temperatur — entsprechend  $t_w$  für den Wärmeübergang nach der Rauchrohrheizfläche (Wasserseite) —, nämlich  $t_{\text{üm}}$  angenommen werden. Damit lautet die Differentialgleichung

$$-c_G G dt = k_{\text{ü}} (t - t_{\text{üm}}) dH_{\text{ü}} + k_R (t - t_w) dH_R.$$

Ersetzt man  $H_{\text{ü}}$  durch  $\varrho H_R$  unter Einführung des Verhältnisses  $\varrho = \frac{H_{\text{ü}}}{H_R}$ , so gibt die Integration

$$\ln \frac{t_e - t_i}{t_a - t_i} = \frac{k_i H_R}{c_G G} = \frac{k_R H_i}{c_G G} \dots \dots \dots 8).$$

Es wurde zur Abkürzung eingeführt

$$t_i = \frac{t_w k_R + \varrho k_{\text{ü}} t_{\text{üm}}}{k_i} \dots \dots \dots 9)$$

$$k_i = \varrho k_{\text{ü}} + k_R = \frac{H_{\text{ü}}}{H_R} k_{\text{ü}} + k_R \dots \dots \dots 10)$$

$$H_i = \left(1 + \varrho \frac{k_{\text{ü}}}{k_R}\right) H_R = \frac{k_{\text{ü}}}{k_R} H_{\text{ü}} + H_R \dots \dots \dots 11).$$

$$t_{\text{ü}} - t_w = \frac{t_w \left[ (1 + 2\beta\varrho\kappa) \frac{\varepsilon}{\Delta} + (2\beta - 1) \right] \frac{D_{\text{ü}} r (1-x)}{H_{\text{ü}} k_{\text{ü}}}}{1 + \varrho\kappa} \dots \dots \dots 13).$$

$$\frac{D_{\text{ü}} c_D}{H_{\text{ü}} k_{\text{ü}}} + \frac{\beta \left(1 + \frac{\varepsilon}{\Delta} \varrho\kappa\right)}{1 + \varrho\kappa}$$

Darin bedeutet außer den bisher benutzten Abkürzungen  $\beta = 0,515$ ,  $\kappa = k_{\text{ü}}/k_R$  und  $\Delta = H_i k_R / c_G G$ .

Die Gleichung gestattet den Einfluß aller maßgebenden Größen unmittelbar zu beurteilen und auch Abweichungen vom üblichen Wert  $\beta = 0,515$  zu berücksichtigen bzw. ihren (geringen) Einfluß auf die Überhitzung festzustellen.

Für trockenen Dampf und  $\beta = 0,5$  fällt die Gleichung wesentlich einfacher aus. Dabei zeigt die Nachrechnung, daß bei Anstrengungen in der Nähe der Kesselgrenze der Unterschied zwischen dem Ergebnis der Gleichung mit den vereinfachenden Annahmen und der genauen Rechnung im Mittel nur etwa +1,5% beträgt. Es ist daher in der Regel zu empfehlen, die vereinfachte Gleichung zu benutzen, die mit Einschluß der Korrektur um 1,5% lautet:

$$t_{\text{ü}} - t_w = \frac{0,985 (t_e - t_w) \frac{\varepsilon}{\Delta}}{\frac{D_{\text{ü}} c_D}{H_{\text{ü}} k_{\text{ü}}} + \frac{1 + \frac{\varepsilon}{\Delta} \varrho\kappa}{2(1 + \varrho\kappa)}} \dots \dots \dots 14).$$

Bedingung für richtige Ergebnisse bei der Anwendung der vorstehenden Gleichungen ist:

Richtige Annahme über Gasverteilung auf Heiz- und Rauchrohre und über Wärmedurchgangszahlen.

Richtige Ausgangstemperaturen.

Andererseits gestatten die Gleichungen aber auch aus Versuchsergebnissen die Gasverteilung und die Wärmedurchgangszahlen zu ermitteln.

### 2. Wärmeübergangszahlen und Gasverteilung.

Die Auflösungen der bisher aufgestellten Gleichungen nach den Wärmeübergangszahlen  $k$  oder den Gasmengen  $G$  ergeben folgende neue Beziehungen:

$$\text{Aus Gl. 12) folgt: } k_{\text{ü}} = \frac{D_{\text{ü}} c_D (t_{\text{ü}} - t_w)}{H_{\text{ü}} (t_m - t_{\text{üm}})} \dots \dots \dots 15).$$

Hierin ist zwar  $t_{\text{üm}} = 0,515 (t_{\text{ü}} + t_w)$  unmittelbar angebbar, aber der Ausdruck für  $t_m$  (Gl. 6) enthält in  $\varepsilon$  die unbekanntes  $k_R$  und  $k_{\text{ü}}$ ; daher wird  $t_{\text{üm}}$  aus Gl. 9 hergeleitet. Mit Hilfe der Gl. 2) ergibt sich schließlich

$$t_m - t_{\text{üm}} = \frac{t_e - t_{aR}}{k_R H_i} c_G G - \frac{t_i - t_w}{k_{\text{ü}}/k_R} \dots \dots \dots 16).$$

Das stündliche Rauchgasgewicht in den Rauchrohren folgt aus Gl. 8) zu

$$G_R = \frac{k_R H_i}{c_G} \cdot \frac{1}{\ln \frac{t_e - t_i}{t_{aR} - t_i}} \dots \dots \dots 17).$$

Für die Wärmedurchgangszahlen zwischen Rauchgas und Wasser einerseits und Dampf andererseits in den Rauchrohren ist die kleinere Wärmeübergangszahl zwischen Rauchgas und Wandung ausschlaggebend. Die beiden Durchgangszahlen sind daher nicht wesentlich unterschieden und können nach dem Vorgange von Müller gleichgroß angenommen werden. Damit ist Gl. 17) berechenbar.

Für die Heizrohre berechnet man  $k_h$  sodann aus Gl. 1)

$$k_h = \frac{c_G G_h}{H_h} \ln \frac{t_e' - t_w}{t_{aH} - t_w} \dots \dots \dots 18)$$

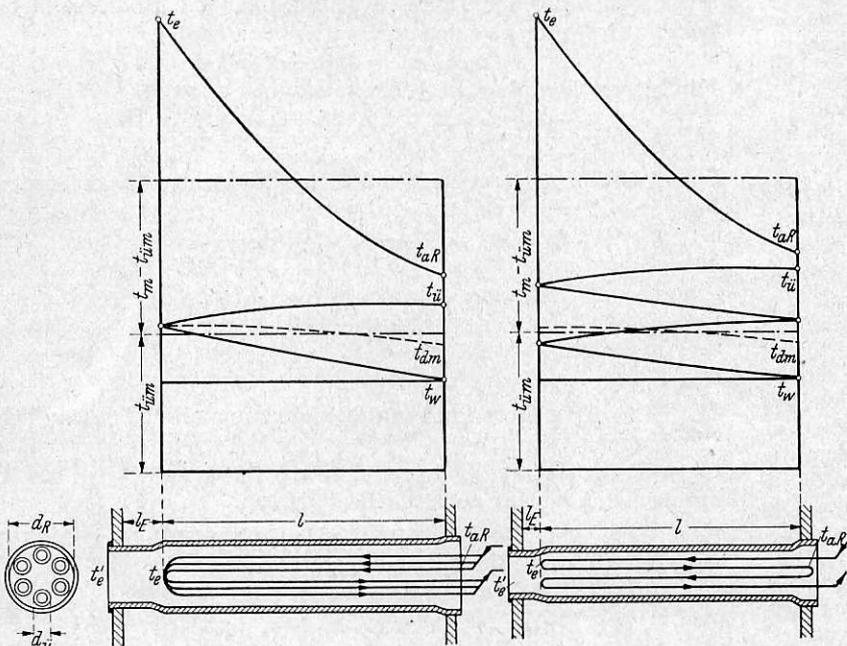


Bild 1

Bild 2

Überhitzer mit einmaligem Eintauchen (Bild 1) und mit zweimaligem Eintauchen (Bild 2), darüber Darstellung des Temperaturverlaufs des Rauchgases und des Dampfes, der mittleren Dampftemperaturen  $t_{\text{dm}}$  und  $t_{\text{üm}}$  und der Kesselwasser-(Sattdampf)temperatur  $t_w$ .

Die sechs oben aufgestellten Gleichungen für einfache Rohre dürfen damit auch für die mit Überhitzer besetzten Rohre benutzt werden; das mit Überhitzer besetzte Rauchrohr verhält sich wie ein Heizrohr, das in Wasser von der Temperatur  $t_i$  liegt und entweder die Heizfläche  $H_R$  und die Wärmedurchgangszahl  $k_i$  oder die Heizfläche  $H_i$  und die Wärmedurchgangszahl  $k_R$  aufweist.

Die Überhitzungstemperatur  $t_{\text{ü}}$  ist bisher als bekannt vorausgesetzt gewesen. Sie kann aus Heizflächen und Wärmedurchgangszahlen berechnet werden:

Zum Trocknen und Überhitzen der Dampfmenge  $D_{\text{ü}}$  mit dem Dampfgehalt  $x$  ist die Wärmemenge

$$Q_{\text{ü}} = D_{\text{ü}} c_D (t_{\text{ü}} - t_w) + D_{\text{ü}} r (1 - x) = k_{\text{ü}} H_{\text{ü}} (t_m - t_{\text{üm}}) \dots \dots \dots 12)$$

notwendig. Hierbei ist die mittlere Rauchgastemperatur  $t_m$  aus Gl. 6) zu berechnen, wobei  $kH$  sinngemäß durch  $k_i H_R$  oder  $k_R H_i$  und  $t_w$  durch  $t_i$  zu ersetzen ist. Die Auflösung gibt

wobei die Temperaturen  $t_e$  und  $t_a$  zur Unterscheidung gegenüber denen im Rauchrohr mit  $t_e'$  und  $t_{ah}$  bezeichnet wurden.

Ist  $k_h$  bekannt oder berechenbar, so liefert die gleiche Gleichung auch die Möglichkeit,  $G_h$  aus den Temperaturen  $t_e'$ ,  $t_{ah}$  und  $t_w$  zu berechnen.

Zur Berechnung der Wärmedurchgangszahlen weist Barske nach, daß aus der Nußeltschen Formel für den Wärmeübergang im Rohr mit genügender Genauigkeit und unabhängig von der Änderung der Rauchgastemperatur die Gleichung

$$k = 0,00814 d^{-1,74} (G/n)^{0,79}$$

abgeleitet werden kann. Vielfach ist es zweckmäßiger,  $d$  statt in  $m$  in  $cm$  anzugeben, wodurch sich ergibt

$$k = (24,582/d^{1,74}) (G/n)^{0,79} \dots 19).$$

Während diese Gleichung für das Heizrohr und das unbesetzte Rauchrohr unmittelbar verwendbar ist, muß für das besetzte Rauchrohr an Stelle von  $d$  ein Rechnungsdurchmesser gesetzt werden, der sich aus der Einführung des hydraulischen Durchmessers in die Nußeltsche Ausgangsgleichung ergibt und zu der Gleichung führt:

$$k_R = 24,582 \frac{(d_R + z d_{\ddot{u}})^{0,16}}{(d_R^2 - z d_{\ddot{u}}^2)^{0,95}} \left( \frac{G_R}{n_R} \right)^{0,79} \dots 20).$$

In diesen Gleichungen bedeutet  $n$  die Anzahl der Rohre ( $n_R$  oder  $n_h$ ),  $z$  die Zahl der Überhitzerrohre im Rauchrohrquerschnitt (z. B. bei einem Überhitzer mit einmaligem Eintauchen und drei parallelgeschalteten Schlangen:  $z = 6$ ).

Aus den einschlägigen Versuchswerten von drei Reichsbahnversuchen an einer Lokomotive der Baureihe 02 wurden Gasverteilung und Wärmedurchgangszahlen berechnet, letztere einmal nach Gl. 15) und 18), das andere Mal nach Gl. 19) und 20).

Es ergab sich

a) die Gasverteilung  $G_R/G$  im Mittel zu 0,66. Müller berechnet für einen Kessel gleicher Rohr- und Überhitzeranordnung die Verteilung zu rund 0,6, während sich bei der Ermittlung im Verhältnis der freien Querschnitte rund 0,53 ergibt. Im Einklang mit den Feststellungen von Müller wurde gefunden, daß die Gasverteilung von der Kesselbelastung (Rostbelastung A) praktisch unabhängig ist.

b) Die aus den Versuchstemperaturen und den Gl. 15) und 18) ermittelten Wärmedurchgangszahlen weisen einige Unterschiede gegenüber den Rechnungsgrößen Nußelt-Barske, Gl. 19) und 20) auf. Übereinstimmung wird erreicht, wenn man

a) in die Gl. 19) die in der Nußeltschen Ausgangsgleichung enthaltene Abhängigkeit von der Rohrlänge wieder einführt; hieraus ergibt sich

$$k_h = \frac{24,582}{d_h^{1,74}} \frac{(G_h)^{0,79}}{0,95 l^{0,05}} \dots 21)$$

β) die Gl. 20 mit einem Faktor vervielfacht, dessen Mittelwert etwa 1,18 ist; hieraus ergibt sich

$$k_R = 29 \frac{(d_R + z d_{\ddot{u}})^{0,16}}{(d_R^2 - z d_{\ddot{u}}^2)^{0,95}} \left( \frac{G_R}{n_R} \right)^{0,79} \dots 22).$$

Die Eintrittstemperatur  $t_e'$  im Heizrohr und den unbesetzten Rauchrohrenden ist versuchsmäßig nicht ermittelt. Sie wurde daher für vorliegende Berechnungen nach der von Müller angegebenen empirischen Gleichung Lomonossow-Syromjatnikow bestimmt:

$$t_e' = 670 \left( 10 A \frac{R}{H_b} \right)^{0,3} - 100 \left( A \frac{R}{H_b} \right)^3 \dots 23).$$

Untersuchungen über die Berechnung der Rauchgas-eintrittstemperatur sind im übrigen Aufgabe des II. Teiles dieser Arbeit.

### 3. Fehlergrenzen.

Es ist von besonderem Wert zu wissen, welche Folgen eine Änderung in der Annahme der Gasverteilung oder der Wärme-

durchgangszahlen hat. Zu diesem Zweck wurden auf der Grundlage der Kesselabmessungen und Betriebsverhältnisse der genannten Versuche Vergleichsrechnungen durchgeführt, bei denen die Gasverteilung zu 0,6 und 0,66, der Faktor zur Berichtigung von  $k_R$  zu 1,14 und 1,2 angenommen war.

Die Temperaturen  $t_{\ddot{u}}$ ,  $t_{aR}$  und  $t_{ah}$  schwanken im Betriebe erheblich. Darüber hinaus kann man auch im Hinblick auf die Meßgenauigkeit beim Versuch keineswegs mit feststehenden engen Zahlenwerten rechnen. Es reicht daher vollständig aus, wenn unsere Rechnung Werte innerhalb eines angemessenen Streubereiches gibt. Dieser Bereich wurde für vorliegende Vergleichsrechnung zu  $\pm 5^\circ$  für die Überhitzungstemperaturen und zu  $\pm 10^\circ$  für die Austrittstemperaturen der Rauchgase angenommen, wobei als Ausgangs- und Mittelwerte dieser Temperaturen wiederum die Versuchsunterlagen benutzt sind.

Die Interpolation zwischen den Rechnungswerten zeigt zunächst, daß die zulässigen Annahmen über  $G_R/G$  und  $k_R$  am stärksten durch die Grenzen der Überhitzungstemperatur beschränkt werden. Wählt man den Berichtigungsfaktor zu 1,2, so sind nur größere Werte der Gasverteilung zulässig, etwa zwischen 0,63 und 0,66; der kleinere Berichtigungsfaktor 1,14 engt die zulässigen Werte der Gasverteilung noch weiter ein; m. a. W., die versuchsmäßig vorgegebene Überhitzungstemperatur und ihre Toleranz verlangt besonders bei kleineren  $k_R$ -Werten etwas größere Gasmengen in den Rauchrohren.

Die zugelassenen Grenzen der Austrittstemperatur der Rauchrohre  $t_{aR}$  gestatten im allgemeinen größere Änderungen der Gasverteilung und der Wärmedurchgangszahl  $k_R$ . Lediglich bei einer der drei untersuchten Rostanstrengungen fällt bei Annahme des Korrekturfaktors 1,2 die Austrittstemperatur  $t_{aR}$  ganz aus dem Rahmen (es wären Rauchrohr-Gasmengen entsprechend einer Gasverteilung größer als 0,67 nötig, um innerhalb des zugelassenen Toleranzbereiches von  $t_{aR}$  zu bleiben). Etwas kleineres  $k_R$  (Korrekturfaktor 1,18) gestattet bereits wieder Gasverteilung zwischen 0,63 und 0,66, während mit dem Faktor 1,14 jede Gasverteilung zwischen 0,6 und 0,66 zulässig ist.

Die mit der einen, nach Gl. 21) bestimmten Wärmedurchgangszahl  $k_h$  errechneten Werte von  $t_{ah}$  liegen praktisch bei allen Heizrohrgasmengen, die den Gasverteilungen von 0,6 bis 0,66 entsprechen, im zugelassenen Toleranzgebiet. Vielfach würde auch eine noch mehr abweichende Gasverteilung Austrittstemperaturen  $t_{ah}$  innerhalb der zugelassenen Grenzen erbringen.

Der zugelassene Streubereich der Temperaturen ist ohne Zweifel hier verhältnismäßig eng gewählt. Trotzdem kann man, wie die Vergleichsrechnungen zeigen,  $k_R$  und Gasverteilung noch in ausreichendem Maße verändern, ohne mit nennenswerten Fehlern im Ergebnis rechnen zu müssen. Für viele Fälle der Praxis wird man sich durchaus damit begnügen können, die Temperaturen mit noch größerem Streubereich zu ermitteln; es folgt daraus, daß für solche Fälle eine nur annähernd richtige Bestimmung der Gasverteilung und die in den Gl. 21) und 22) angegebenen  $k$ -Werte durchaus zuverlässige Werte erwarten lassen.

Hinsichtlich der Gasverteilung (aber auch für die weitere Verbesserung der Wärmedurchgangszahlen) wäre es sehr erwünscht, wenn eine größere Anzahl zuverlässiger Versuchswerte an Lokomotivkesseln verschiedener Bauart und Größe entsprechend ausgewertet werden könnte.

### 4. Anwendungsbeispiele.

Beispiel 1: Für den Kessel der Einheitslokomotive 01 sind Überhitzungs- und Rauchrohr-Austrittstemperatur bei einer Rostanstrengung  $A = 3,5$  zu ermitteln; Brennstoffheizwert  $h_u = 7200$  kcal/kg, Kesselndruck  $p_k = 16$  atü, Speisewassertemperatur  $t_{sp} = 90^\circ$ .

Die gleiche Aufgabe löst auch Müller als Zahlenbeispiel. Um einen Vergleich allein der Rechenmethoden zu geben, seien aus der genannten Arbeit die Angaben über  $G_R$ ,  $k_R$ ,  $D_{\bar{u}}$ ,  $c_G$  und  $c_D$  übernommen.

Gegeben:

Rostfläche $4,5 m_R$ . . . . .	4,5 m <sup>2</sup>
Anzahl Rauchrohre $n_R$ . . . . .	24
Länge des besetzten Teiles $l$ . . . . .	6,4 m
Rauchrohrdurchmesser $d_R$ . . . . .	16,3 cm
Anzahl der Überhitzerrohre je Rauchrohr $z$ . . . . .	6
Durchmesser der Überhitzerrohre $d_{\bar{u}}$ . . . . .	2,9 cm

Daraus:

Rauchrohrheizfläche des besetzten Teiles $H_R$ . . . . .	78,64 m <sup>2</sup>
Überhitzerheizfläche $H_{\bar{u}}$ . . . . .	84 m <sup>2</sup>
$H_{\bar{u}}/H_R = z d_{\bar{u}}/d_R = \varrho$ . . . . .	1,0675

Aus der Arbeit von Müller übernommen:

Stündl. Rauchgasgewicht Rauchrohre  $G_R$  17 088 kg/h

$$t_{\bar{u}} - t_w = \frac{1140 \cdot 0,478 - \frac{204 [(1 + 1,03 \cdot 1,067) 0,478 + 0,03]}{2,067}}{\frac{15320 \cdot 0,563}{84 \cdot 50} + 0,515 \frac{1 + 0,478 \cdot 1,067}{2,067}} = 182,7^{\circ}$$

Die wesentlich einfachere Gl. 14) bringt mit

$$t_{\bar{u}} - t_w = \frac{0,985 (1140 - 204) 0,478}{\frac{15320 \cdot 0,562}{84 \cdot 50} + \frac{1 + 0,478 \cdot 1,067}{2 \cdot 2,067}} = 182^{\circ}$$

den praktisch vollkommen gleichen Wert. Mit  $t_w = 204^{\circ}$  wird die Überhitzungstemperatur  $386^{\circ}$ . Die genaue Rechnung von Müller gibt demgegenüber  $385^{\circ}$ .

Die Austrittstemperatur aus den Rauchrohren liefert die allgemeine Gl. 2), wenn darin  $t_w$  durch  $t_i$  ersetzt wird.  $t_i$  ergibt sich nach Gl. 9) zu

$$\frac{t_w k_R + \varrho k_{\bar{u}} t_{\bar{u}}}{\varrho k_{\bar{u}} + k_R} = \frac{204 \cdot 50 + 1,0675 \cdot 50 \cdot 0,515 (204 + 386)}{1,0675 \cdot 50 + 50} = 255^{\circ}$$

Damit wird

$$t_{aR} = t_e - (t_e - t_i) \varepsilon = 1140 - (1140 - 255) \cdot 0,8195 = 415^{\circ}$$

Die Berechnung von Müller ergibt nur  $410^{\circ}$ . Der Unterschied rührt wohl daher, daß Müller für  $t_{\bar{u}m}$  mit dem Durchschnittswert  $(t_w + t_{\bar{u}})/2$  rechnet.

Beispiel 2: Für den gleichen Kessel und dieselben Betriebsbedingungen, wie in Beispiel 1 sind Überhitzungs- und Rohraustrittstemperaturen ohne weiter zugrundezuliegende Angaben zu ermitteln.

Außer den bereits bekannten Maßen sind noch gegeben:

Feuerbüchsheizfläche $F_b$ . . . . .	17 m <sup>2</sup>
Rauchrohrdurchmesser unbesetzter Teil $d_E$ . . . . .	13,5 cm
Ganze Rohrlänge $l$ . . . . .	6,8 m
Somit Länge der unbesetzten Enden $l_E$ . . . . .	0,4 m
Anzahl der Heizrohre $n_h$ . . . . .	106
Heizrohrdurchmesser $d_h$ . . . . .	6,5 cm

Die spezifischen Wärmen werden innerhalb der zu erwartenden Temperaturbereiche schätzungsweise genügend genau ermittelt zu  $c_G$  . . . . .

0,28 kcal/kg, °

$c_D$  . . . . . 0,56 „

$H_i$  ergibt sich, wie bei Beispiel 1 zu . 162,64 m<sup>2</sup>

a) Gasverteilung: Verhältnis der freien Gasquerschnitte in Rauch- und Heizrohren:

$$\frac{n_R (d_R^2 - z d_{\bar{u}}^2)}{n_h \cdot d_h^2} = \frac{4060}{3520}$$

Mittl. spez. Wärme der Rauchgase im Temperaturbereich 410 bis 1140°  $c_G$  . 0,278 kcal/kg, °

Mittl. spez. Wärme des Dampfes im Temperaturbereich 204 bis 385°  $c_D$  . . . . . 0,5636 „

Stündl. Dampfgewicht  $D_{\bar{u}}$  . . . . . 15320 kg/h

Wärmedurchgangszahl, berechnet aus dem von Müller angegebenen Wert  $(kH_s)/(G_R c_R) = 0,442$  mit  $H_s = 1,75 m^2$ :

$k_R = k_{\bar{u}}$  . . . . . 50 kcal

Überhitzer-Eintrittstemperatur  $t_e$  . . . . . 1140°

Von den für die Gl. 13) oder 14) nötigen Werten sind

$$\varrho = 1,0675 \text{ und } \varkappa = k_{\bar{u}}/k_R = 1$$

bereits bekannt,  $\Delta$  und  $\varepsilon$  sofort berechenbar:

$$\Delta = (H_i k_R)/(c_G G) \text{ mit } H_i = H_{\bar{u}} + H_R = (1 + \varrho) H_R = 162,64 m^2$$

$$\Delta = 1,712$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{1}{e^{1,712}} = 0,8195. \quad \frac{\varepsilon}{\Delta} = 0,478.$$

Nimmt man (wie Müller) trockenen Dampf beim Eintritt in den Überhitzer an, so liefert Gl. 13)

Es ist empfehlenswert, die Gasverteilung mit dem 1,1 bis 1,2-fachen Wert des Querschnittsverhältnisses anzunehmen. Es wird gewählt

$$1,15 \frac{4060}{3520 + 4060} = 0,63$$

Die gesamte Gasmenge wird aus  $A$ ,  $R$ ,  $h_u$  und Feuerungswirkungsgrad bestimmt zu rund 28 500 kg/h, somit

$$G_R = 28500 \cdot 0,63 = 18000 \text{ kg/h}$$

$$G_h = 28500 - 18000 = 10500 \text{ kg/h}$$

b) Wärmedurchgangszahlen:  $k_h$  für die Heizrohre und  $k_E$  für die unbesetzten Rauchrohrteile ergeben sich aus Gl. 21) wie folgt:

$$k_h = \frac{24,582}{6,5^{1,74} \cdot 0,95 \cdot 6,8^{0,05}} \left( \frac{10500}{106} \right)^{0,79} = 34,2 \text{ kcal/m}^2, h, ^{\circ}$$

$$k_E = \frac{24,582}{13,5^{5,2} \cdot 0,95 \cdot 0,4^{0,05}} \left( \frac{18000}{24} \right)^{0,79} = 54,6 \quad ,,$$

$$k_R = k_{\bar{u}} = 29 \frac{(16,3 + 6 \cdot 2,9)^{0,16}}{(16,3^2 - 6 \cdot 2,9^2)^{0,95}} \left( \frac{18000}{24} \right)^{0,79} = 58 \quad ,,$$

$$k_i \text{ (Gl. 10)} = 1,0675 \cdot 58 + 58 = 120 \quad ,,$$

Damit wird

$$\Delta_h = \frac{H_h k_h}{c_G G_h} = \frac{147 \cdot 34,2}{0,28 \cdot 10500} = 1,71,$$

$$\Delta_E = \frac{H_E k_E}{c_G G_R} = \frac{4,06 \cdot 54,6}{0,28 \cdot 18000} = 0,044 \text{ mit } H_E = 0,135 \cdot \pi \cdot 0,4 \cdot 24,$$

$$\Delta_R = \frac{H_i k_R}{c_G G_R} = \frac{162,64 \cdot 58}{0,28 \cdot 18000} = 1,88,$$

$$\text{und } \varepsilon = 1 - \frac{1}{e^{\Delta}}, \text{ entsprechend } \varepsilon_h = 0,819,$$

$$\varepsilon_E = 0,043,$$

$$\varepsilon_R = 0,874; \quad \frac{\varepsilon_R}{\Delta_R} = 0,45.$$

c) Rohreintrittstemperatur  $t_e'$  nach Gl. 23)

$$670 \left( 10 \cdot 3,5 \frac{4,5}{17} \right)^{0,3} - 100 \left( 3,5 \frac{4,5}{17} \right)^3 = \text{rund } 1225^{\circ}$$

d) Heizrohraustrittstemperatur  $t_{ah}$  nach Gl. 2)

$$t_e' - t_{ah} = (t_e' - t_w) \varepsilon_h = (1225 - 204) 0,819 = 835;$$

$$t_{ah} = 1225 - 835 = 390^{\circ}.$$

e) Eintrittstemperatur in Überhitzer nach Gl. 2)  
 $t_e' - t_e = (t_e' - t_w) \varepsilon_E = (1225 - 204) 0,043 = \text{rund } 44^\circ;$   
 $t_e = 1225 - 44 = 1181^\circ.$

Diese Berechnung berücksichtigt nicht die nicht unerhebliche Strahlung im Rauchrohr. Es ist möglich, diese Strahlung zu berechnen (vergl. z. B. Koeßler, Glasers Ann. 1935). Man kann auch  $k_R$  etwas vergrößern; in diesem Fall empfiehlt sich z. B. Vervielfachen mit etwa 1,25. Dadurch ergibt sich  $k_E = 68$  und  $t_e = \text{rund } 1170^\circ.$

f) Überhitzungstemperatur  $t_{\bar{u}}$  ist nunmehr berechenbar, Gl. 14)

$$t_{\bar{u}} - t_w = \frac{0,985 (1170 - 204) 0,45}{\frac{15 \cdot 320 \cdot 0,56}{84 \cdot 58} + \frac{1 + 0,45 \cdot 1,0675}{2(1 + 1,0675)}} = 203^\circ;$$

$$t_{\bar{u}} = 204 + 203 = 407^\circ,$$

$$t_{\bar{u}m} = 0,515 (407 + 204) = 315^\circ.$$

g) Temperatur  $t_i$  berechnet man nach Gl. 9) zu

$$\frac{204 \cdot 58 + 1,0675 \cdot 58 \cdot 315}{120} = 261^\circ.$$

h) Rauchrohraustrittstemperatur  $t_{aR}$  nach Gl. 2)  
 $t_e - t_{aR} = (t_e - t_i) \varepsilon_R = (1170 - 261) 0,874 = 770^\circ;$   
 $t_{aR} = 1170 - 770 = 400^\circ.$

In der nachfolgenden Tafel sind die Ergebnisse der Berechnung von Müller und die Meßergebnisse eines der oben genannten Reichsbahnversuche, die bei  $A = 3,286$  durchgeführt wurden, unserer Rechnung gegenübergestellt. Es wurden ferner die Versuchsergebnisse, die auch für andere Rostanstrengungen vorliegen, auf  $A = 3,5$  extrapoliert; auch diese Werte sind in die Zahlentafel aufgenommen.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

	Rechnung	Müller	Versuch A = 3,286	Versuch A = 3,5 extrapol.
$t_{aH}$	390	377	379	385
$t_{aR}$	400	410	388	395
$t_{\bar{u}}$	407	385	393	405

Daß die Werte unserer Rechnung mit den versuchsmäßig zu erwartenden noch besser übereinstimmen als die genaue Berechnung von Müller, rührt in erster Linie daher, daß unserer Rechnung  $k$ -Werte zugrundeliegen, die nach eben diesen Versuchen berichtigt wurden.

## Hundertjähriges Bestehen der ersten Teilstrecken der Südbahn 1841 bis 1941.

Von Dipl.-Ing. Rudolf Gölsdorf, Wien.

Hierzu 4 Bilder auf Tafel 17.

### I. Geschichtliches.

Für den Bau zweier von Wien in südlicher und in südöstlicher Richtung ausgehenden Bahnlinien hatte das Bankhaus Sina in Wien im Jahre 1838 eine Unternehmung unter der Bezeichnung

K.k. priv. Wien—Raaber Eisenbahn-Gesellschaft gegründet, wobei folgende Linien zur Ausführung beantragt worden sind:

- |                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| Südliche Linien    | { | Wien—Baden—Wiener Neustadt—Gloggnitz           |
|                    |   | Mödling—Laxenburg                              |
|                    |   | Wiener Neustadt—Ödenburg                       |
| Südöstliche Linien | { | Wien—Bruck an der Leitha—Potzneusiedl—Preßburg |
|                    |   | Potzneusiedl—Raab                              |

Die endgültige Bewilligung zum Bau wurde am 16. Februar 1839 für die südlichen, am 8. Juni 1840 für die südöstlichen Linien erteilt.

Da der Bau der südöstlichen Linien bald nach Baubeginn infolge der von der ungarischen Regierung erhobenen Einwände eingestellt und einem späteren Zeitpunkt vorbehalten bleiben mußte, so wurde mit Regierungsbeschluß vom 17. Dezember 1842 der auf die Linien Wien—Raab—Preßburg bezugnehmende Teil der Konzession für erloschen erklärt und die Benennung der Unternehmung in

Wien—Gloggnitzer Eisenbahn-Gesellschaft abgeändert.

Die einzelnen Teilstrecken der nunmehrigen Wien—Gloggnitzer Eisenbahn-Gesellschaft sind in folgenden Zeitabschnitten dem öffentlichen Verkehr übergeben worden:

- |  |          |                  |
|--|----------|------------------|
| 1. Baden—Wiener Neustadt . . . . .       | 22,1 km  | am 16. Mai 1841  |
| 2. Mödling—Baden . . . . .               | 10,8 „   | „ 29. Mai 1841   |
| 3. Wien—Mödling . . . . .                | 15,2 „   | „ 20. Juni 1841  |
| 4. Wiener Neustadt—Neunkirchen . . . . . | 14,5 „   | „ 20. Okt. 1841  |
| 5. Neunkirchen—Gloggnitz . . . . .       | 12,3 „   | „ 5. Mai 1842    |
| 6. Mödling—Laxenburg . . . . .           | 4,6 „    | „ 28. Sept. 1845 |
| 7. Wiener Neustadt—Ödenburg . . . . .    | 31,4 „   | „ 20. Aug. 1847  |
| Summe . . . . .                          | 110,9 km |                  |

Der Bahnbau südwärts von Gloggnitz bis Triest wurde von der Staatsverwaltung durchgeführt, und als am 21. Oktober 1844 die Strecke Mürzzuschlag—Graz und am 2. Juni 1846 die Strecke Graz—Cilli zur Eröffnung gelangte, wurde die Wien—Gloggnitzer Eisenbahn-Gesellschaft unter dem Titel

### Betriebs-Unternehmung

der k. k. südlichen Staatsbahnen mit der Betriebsführung der Strecke Mürzzuschlag—Graz—Cilli betraut, wobei ihr die Verpflichtung auferlegt wurde, bis zur Fertigstellung der Strecke Gloggnitz—Mürzzuschlag Personen und Frachten mit Zielen Gloggnitz—Mürzzuschlag derart zu befördern, daß eine zweckmäßige Verbindung der Wien—Gloggnitzer Bahn mit der südlichen Staatsbahn erreicht wird.

Nachdem am 16. September 1849 auch die Strecke Cilli—Laibach fertiggestellt war, übernahm am 2. Juni 1851 der Staat den Betrieb von Mürzzuschlag bis Laibach in eigene Verwaltung und errichtete zu diesem Zwecke eine k. k. Betriebsdirektion in Graz.

Am 1. Oktober 1853 sind dann auch die Linien Wien—Gloggnitz, Mödling—Laxenburg sowie der auf österreichischem Gebiet liegende Teil der Linie Wiener Neustadt—Ödenburg in den Betrieb der Staatsverwaltung übergegangen.

Die Verbindungsstrecke Gloggnitz—Mürzzuschlag über den Semmering als erste Gebirgsbahn des europäischen Festlandes wurde am 15. Mai 1854 für den Frachtenverkehr und am 17. Juli 1854 für den Personenzugverkehr eröffnet. Dieses Denkmal österreichischer Baukunst, dessen Schöpfer Karl Ritter von Ghéga war, hat somit die Fessel, die bis dahin die Lokomotive an die Ebene gebannt hatte, für die Dauer gelöst. Die Bedenken der Gegner Ghégas, die bei den Semmeringprojekten den Lokomotivbetrieb für undurchführbar gehalten und sich für einen Seilbahnbetrieb eingesetzt hatten, waren sonach endgültig widerlegt.

Die durch die Eröffnung der Semmeringbahn hergestellte Schienenverbindung Wien—Laibach hatte am 20. November 1856 bis Adelsberg Fortsetzung gefunden, worauf dann am 27. Juli 1857 der Endpunkt Triest erreicht war.

Bald nach Vollendung der Linie Wien—Triest wurde als zweckmäßig erkannt, diese südliche Staatsbahnlinie mit der

Lombardisch-Venetianischen Eisenbahn und der auf ungarischem und kroatischem Gebiet liegenden Kaiser-Franz-Josef-Orientbahn zu verschmelzen und das staatliche Eigentum sowie die Betriebsführung im Ablösungswege an eine Aktiengesellschaft zu übergeben, die den langatmigen Titel „K. k. priv. südliche Staats-Lombardisch-Venetianische und zentral-italienische Eisenbahn-Gesellschaft“ führte.

Infolge geänderter Verhältnisse nahm diese Aktiengesellschaft am 20. Juni 1862 den Namen „k. k. privilegierte Südbahn-Gesellschaft“ für die auf österreichisch-ungarischem Gebiet gelegenen Linien an und den Namen „Lombardisch und zentral-italienische Eisenbahn-Gesellschaft“ für die außerhalb Österreich-Ungarn gelegenen Linien.

Die Kriegsergebnisse des Jahres 1866 veränderten abermals die Verhältnisse der Gesellschaft dadurch, daß die lombardischen und zentral-italienischen Eisenbahnen an Italien übergingen.

Die auf österreichisch-ungarischem Gebiet gelegenen Teile der Südbahn hatten im Laufe der Jahre wesentliche Erweiterungen erfahren; deshalb seien nun nachstehend die Betriebslängen und Eröffnungsdaten sämtlicher Südbahnstrecken angeführt, wie die k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft in der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie als größte Privatbahn mit einer Betriebslänge von 2234,2 km bis zum Ende des Weltkrieges (Oktober 1918) bestanden hat.

Länge der einzelnen Südbahnstrecken und deren Eröffnungsdaten.

Linie	Strecke	Länge in km		Eröffnungsdaten
		doppelgleisig	eingleisig	
Hauptlinie Wien—Triest	Wien—Mödling . . .	15,2	—	20. Juni 1841
	Mödling—Baden . .	10,8	—	29. Mai 1841
	Baden—Wiener Neustadt . . . . .	22,1	—	16. Mai 1841
	Wiener Neustadt—Neunkirchen . . .	14,5	—	24. Okt. 1841
	Neunkirchen—Gloggnitz . . . . .	12,3	—	5. Mai 1842
	Gloggnitz—Mürzzuschlag . . . . .	41,8	—	15. Mai 1854 für Güterverkehr 17. Juli 1854 für Personenverkehr
	Mürzzuschlag—Graz	94,7	—	21. Okt. 1844
	Graz—Cilli . . . . .	132,3	—	2. Juni 1846
	Cilli—Laibach . . .	88,6	—	16. Sept. 1849
	Laibach—Adelsberg .	63,6	—	20. Nov. 1856
Adelsberg—Triest . .	81,3	—	27. Juli 1857	
	Summe . .	577,2		
Lokalbahnlinie	Liesing—Kaltenleutgeben . . . . .	—	6,7	18. Aug. 1883
Lokalbahnlinie	Mödling—Laxenburg . . . . .	—	4,6	28. Sept. 1845
Elektrische Straßenbahn	Mödling—Klausen . .	—	1,6	22. Okt. 1883
	Klausen—Vorderbrühl . . . . .	—	1,3	6. April 1884
	Vorderbrühl—Hinterbrühl . . . . .	—	1,6	14. Juli 1885
	Summe . .		4,5	
Bruck an der Mur—Leoben . . .		17,0	—	1. Sept. 1868 (war bis September 1901 eingleisig)
Lokalbahnlinie	Spielfeld—Radkersburg . . . . .	—	30,9	14. Juli 1885

Linie	Strecke	Länge in km		Eröffnungsdaten
		doppelgleisig	eingleisig	
Marburg— Franzens- feste	Marburg—Klagenfurt	—	125,3	1. Juni 1863
	Klagenfurt—Villach	—	34,4	1. Juni 1864
	Villach—Spittal a. Drau *) . . . . .	35,9	—	20. Nov. 1871
	Spittal a. Drau—Franzensfeste . . . . .	—	175,4	20. Nov. 1871
	Summe . .	35,9	339,1	
			375,0	
*) War bis zur Eröffnung der Tauernbahn eingleisig.				
Kufstein— Ala	Kufstein—Wörgl . .	—	13,4	24. Nov. 1858
	Wörgl—Innsbruck . .	59,5	—	24. Nov. 1858 17. Aug. 1867 für Güterverkehr 24. Aug. 1867 für Personenverkehr
	Innsbruck—Bozen . .	126,3	—	
	Bozen—Auer . . . . .	16,0	—	16. Mai 1859
	Auer—Nave S. Felice	18,0	9,0	16. Mai 1859
	Nave—S. Felice-Trient . . . . .	11,9		
	Trient—Calliano . .	15,9		16. Mai 1859
	Calliano—Ala . . . . .	—	24,2	23. März 1859
	Ala—alte Landesgrenze . . . . .	—	11,0	23. März 1859
	Summe . .	284,1	57,6	
			305,7	
*) Waren ursprünglich eingleisig.				
St. Peter—Fiume . . . . .		—	54,5	25. Juni 1873
Nabresina— Cormons	Nabresina—Monfalcone . . . . .	15,6	—	1. Okt. 1860
	Monfalcone—Cormons . . . . .	—	34,1	1. Okt. 1860
	Summe . .		49,7	
Wiener Neu- stadt— Nagy Kranizsa	Wiener Neustadt—Sopron . . . . .	—	31,4	21. Aug. 1847
	Sopron—Nagy Kanizsa . .	—	165,5	21. Sept. 1865
	Summe . .		196,9	
Pragerhof— Budapest	Pragerhof—Nagy Kanizsa . .	—	109,0	11. April 1860
	Nagy Kanizsa—Budapest . . . . .	—	221,0	1. April 1861
	Summe . .		330,0	
Mura Keresztúr—Bares . . . . .		—	71,1	1. Sept. 1868
Székesfőhervár—Komárom . . . .		—	80,4	1. Juni 1860
Steinbrück—Siszek . . . . .		—	127,6	1. Okt. 1862
Ver- bindungs- bogen	Marburg . . . . .	0,6	—	
	Pragerhof . . . . .	0,6	—	
	Bivio . . . . .	0,6	—	
	Mura—Keresztúr . .	0,6	—	
	Summe . .	2,4		
Gesamtsumme . .		896,2	1338,0	
			2234,2 km	
		40,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	59,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	

Mit dem Zerfall der österreichisch-ungarischen Monarchie ist dann die Betriebsführung für die einzelnen Südbahnlinien in folgender Weise auf die Nachfolgestaaten übergegangen:

Betriebsnetz	Linie	Be- triebs- länge in km	davon entfallen auf			
			Österr.	Ungarn	Jugosl.	Italien
km						
I. Ehemaliges österreichisches Betriebsnetz	Wien—Triest . . . . .	577,2	260,1	—	225,8	91,3
	Liesing—Kaltenleutgeben	6,7	6,7	—	—	—
	Mödling—Laxenburg . .	4,6	4,6	—	—	—
	„ —Hinterbrühl . .	4,5	4,5	—	—	—
	Bruck a. d. Mur—Leoben	17,0	17,0	—	—	—
	Spielfeld—Radkersburg .	30,9	30,9	—	—	—
	Marburg—Franzensfeste .	375,0	221,8	—	81,1	72,1
	Kufstein—Ala (bis alte Landesgrenze) . . . . .	305,7	109,5	—	—	196,2
	St. Peter—Fiume . . . . .	54,5	—	—	—	54,5
	Nabresina—Cormons . . .	49,7	—	—	—	49,7
	Verbindungsbogen Marburg . . . . .	0,6	—	—	0,6	—
	Verbindungsbogen Pragerhof . . . . .	0,6	—	—	0,6	—
	Verbindungsbogen Bivio .	0,6	—	—	—	0,6
	Summe . .	1427,6	655,1	—	308,1	464,4
II. Ehemaliges ungarisches Betriebsnetz	Wiener Neustadt—Kanizsa . . . . .	196,9	25,4	171,5	—	—
	Pragerhof—Budapest . . .	330,0	—	235,8	94,2	—
	Mura Kresztúr—Barcs . . .	71,1	—	71,1	—	—
	Székesfehérvár—Komárom	80,4	—	80,4	—	—
	Steinbrück—Siszek . . . .	127,6	—	—	127,6	—
	Verbindungsbogen Mura Keresztúr . . . . .	0,6	—	0,6	—	—
	Summe II . .	806,6	25,4	559,4	221,8	—
Gesamtsumme I und II . .	2234,2	680,5	559,4	529,9	464,4	

**II. Betriebsführung.**

Die Betriebsführung der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft erstreckte sich nicht bloß auf die bahneigenen Linien, sondern die Südbahn hatte auch den Betrieb auf den nachfolgend angeführten Privatbahnen übernommen, und zwar

- a) auf 11 vollspurigen Privatbahnen und
  - b) auf 3 schmalspurigen Privatbahnen.
- a) Normalspurige Privatbahnen im Betrieb der Südbahn.

Bahnverwaltung	Strecke	Länge in km
Wien-Pottendorf-Wiener Neustädter Eisenbahn	Meidling—Wampersdorf	30,1
	Wampersdorf—Wiener Neustadt	20,9
	Wampersdorf—Grammat Neudiedl	13,3
Leoben-Vorderberger Eisenbahn	Leoben—Vordernberg	15,5
Graz-Köflacher Eisenbahn und Bergbau-Gesellschaft	Graz—Lieboch—Köflach	40,0
	Lieboch—Wies	50,7
Sulmthal-Bahn	Leibnitz—Pölfing Brunn	24,8
Lokalbahn Radkersburg-Luttenberg	Radkersburg—Luttenberg	25,5
Zu übertragen . .		220,8

Bahnverwaltung	Strecke	Länge in km
	Übertrag . .	220,8
Windisch Feistritzer Kleinbahn	Windisch Feistritz Südbahn—Windisch Feistritz Stadt	3,7
Rohitscher Lokalbahn	Grobelno—Rohitsch	28,6
Lokalbahn Laibach—Oberlaibach	Bresovic—Oberlaibach	11,5
Lokalbahn Trient—Malè	S. Michele—Mezzolombardo	3,0
Bares-Pakraczer Eisenbahn-Aktien-Gesellschaft	Barcs—Pakracz	93,6
	Terezovac—Suhopolje—Slatina	20,6
	Bodoji—Končanica—Zdendei	14,5
Tauferer-Bahn, elektrischer Betrieb	Brunneck—Sand in Tirol	15,2
Summe . .		411,5

b) Schmalspurige Privatbahnen im Betrieb der Südbahn.

Bahnverwaltung	Strecke	Länge in km
Steiermärkische Landesbahnen	Kapfenberg—Au Seewiesen	23,0
	Preding—Wieselsdorf—Stainz	11,3
	Pöltschach—Gonobitz	14,8
Lokalbahn Aktien-Gesellsch. Kühnsdorf Eisenkappel	Kühnsdorf—Eisenkappel	17,6
Lokalbahn Mixnitz—St. Erhard, elektrischer Betrieb	Mixnitz—St. Erhard	10,7
Summe . .		77,4

Die Betriebsführung der Südbahn erstreckte sich demnach auf folgende Bahnlängen:

Bahneigene Linien der Südbahn . . . . .	2234,2 km
Vollspurige Privatbahnen im Betrieb der Südbahn	411,5 „
Schmalspurige Privatbahnen im Betrieb der Südbahn . . . . .	77,4 „

Gesamtsumme der von der Südbahn-betriebenen Linien . . . . . 2723,1 km

Nach der letzten Fahrordnung der Vorkriegszeit (Sommer-Fahrordnung 1914) war auf dem vorgenannten Gesamtnetz von 2723,1 km eine fahrplanmäßige Tagesleistung von 110090 Lokomotiv-km zu verzeichnen, wofür ein dienstplanmäßiger Tagesbedarf von 752 Lokomotiven erforderlich war. Diese fahrplanmäßige Tagesleistung setzte sich wie folgt zusammen:

Schnellzugdienst . .	14239 tägliche Lokomotiv-km = 12,9%
Personenzugdienst . .	28612 „ „ = 26,0%
Lokalbahn und Kleinbahnbetrieb .	2387 „ „ = 2,2%
Güterzugdienst . . .	39872 „ „ = 36,2%
Gemischter Zugdienst	1234 „ „ = 1,1%
Verschubdienst . . .	23746 „ „ = 21,6%
Summe der Tagesleistung . . . . .	110090 Lokomotiv-km 100%

In diese Tagesleistung von 110090 Lokomotiv-km ist auch der dienstmäßige Vorspann- und Schiebedienst mit einbezogen.

### III. Fahrpark der Südbahn.

Der Buchstand an bahneigenen Fahrbetriebsmitteln war am 1. Juni 1922 folgender:

	Anzahl	
Lokomotiven . . . . .	1073	
Salonwagen . . . . .	11	
Personenwagen . . . . .	1952	19880 Wagen
Dienstwagen . . . . .	555	
Gedechte Güterwagen . . . . .	8130	
Offene Güterwagen . . . . .	8270	
Güterwagen für dienstliche Sonderzwecke . . . . .	962	

Hiervon fielen 167 Lokomotiven und 4134 Wagen als Kriegsverluste aus. Die restlichen 906 Lokomotiven und 15746 Wagen sind auf die Nachfolgestaaten Österreich, Ungarn, Jugoslawien und Italien aufgeteilt worden.

Die unter IIa und IIb angeführten Privatbahnen, auf denen die Südbahn den Betrieb führte, hatten folgende Fahrbetriebsmittel beigestellt:

Fahrbetriebsmittel	Anzahl	
	Vollspur	Schmalspur
Lokomotiven . . . . .	49	12
Personenwagen . . . . .	107	30
Dienstwagen . . . . .	44	8
Gedechte Güterwagen . . . . .	134	20
Offene „ . . . . .	1130	30
	1415 Wagen	88 Wagen

Der gesamte Fahrpark, über den die Südbahn zur Betriebsführung auf den bahneigenen und den gepachteten Linien verfügte, betrug somit 1134 Lokomotiven und 21383 Wagen, für deren Instandsetzung und Wartung 6 Werkstätten und 52 Heizhausanlagen vorhanden waren. Als Heizhäuser sind dabei auch die auf den Umkehrbahnhöfen befindlichen gedeckten Lokomotivunterstände gerechnet.

### IV. Betriebstechnische Angaben.

Die in den Jahren 1860 bis 1917 jährlich geleisteten Zug-km und Brutto-tkm (in 1000) sind in den Bildern 1 und 2 der Tafel 17 zeichnerisch dargestellt. (Über das Jahr 1917 hinaus konnten diese beiden Zusammenstellungen A und B nicht fortgesetzt werden, weil nach dem Zerfall der österreichisch-ungarischen Monarchie die einschlägigen Angaben von den ausländischen Nachfolgestaaten ausgeblieben sind.)

Bild 3 veranschaulicht an einigen Beispielen die Fortschritte des Lokomotivbaues.

Die im Laufe der Jahre erzielten Fahrzeiten und Zugbelastungen, ferner die Zunahme von Eigengewicht und Fassungsraum sowie Nutzlast der Wagen sind aus den nachstehenden Zusammenstellungen ersichtlich.

Bild 4 der Tafel 17 stellt die Längenschnitte von Gebirgstrecken der Südbahn übersichtlich zusammen.

Die im Bereich der Ostmark liegenden Bahnlinien der Südbahn sind im Jahre 1938 in den Betrieb der Deutschen Reichsbahn übernommen worden. Diese Tatsache bietet wohl die beste Gewähr, daß vieles nachgeholt wird, was infolge der Nachwirkungen des im Jahre 1914 entbrannten Weltkrieges aus mannigfachen Gründen unterbleiben mußte.

### Schnellzüge der Hauptlinie Wien—Triest.

Länge: 577,2 km.

Jahr	Fahrzeit		Aufenthalte		Gesamt-Fahrdauer		Mittlere Reise-geschwindigkeit km/h	Streckenweise zulässige Höchst-geschwindigkeit	Wagenlast t
	Std.	Min.	Std.	Min.	Std.	Min.			
1871	13	33	1	18	14	51	38,8 km	50 km	60
1890	12	27	1	33	14	—	41,2 „	72 „	130
1914	9	47	—	48	10	33	54,5 „	90 „	400

### Güterzüge der Teilstrecke Wiener Neustadt—Gloggnitz

Länge: 26,8 km. Größte Steigung: 7,7‰.

Jahr	Fahrzeit		Mittlere Geschwindigkeit km/h	Wagenlast t
	Std.	Min.		
1871	1	50	14,6	350
1914	1	18	20,6	660

### Güterzüge der Bergstrecke Payerbach—Semmering.

Länge: 21,4 km. Größte Steigung: 25‰.

Jahr	Fahrzeit		Mittlere Geschwindigkeit km/h	Wagenlast in t bei Beförderung mit Zug- und Schiebelokomotiven
	Std.	Min.		
1871	2	—	10,7	360 t
1914	1	23	15,5	500 t

### Eigengewicht und Fassungsraum der Personenwagen.

Wagenklasse	Jahr	Wagenbauart	Eigengewicht kg	Anzahl der Sitzplätze	Eigengewicht kg/Sitzplatz
I./II. Klasse	1860	ABn	6 500	22	295
	1896	AB	11 300	32	353
	1908	ABe	16 600	29	572
	1917	ABaü	37 500	42	892
III. Klasse	1860	Cn	6 150	40	154
	1896	C	9 800	48	204
	1908	Ce	14 550	48	303
	1917	Caü	33 000	72	459

### Eigengewicht und Nutzlast der Güterwagen.

Wagenform	Jahr	Wagenbauart	Eigengewicht kg	Ladegewicht kg	Verhältnis Eigengewicht zu Ladegewicht
	1917	Gg	8 550	15 000	1:1,75
Offene Güterwagen	1860	K	5 250	10 000	1:1,90
	1917	Kg	8 300	20 000	1:2,53

### Probefahrt der ersten Borsig-Lokomotive vor 100 Jahren.

Von Direktor Dipl.-Ing. M. Widdecke, Berlin-Hennigsdorf.

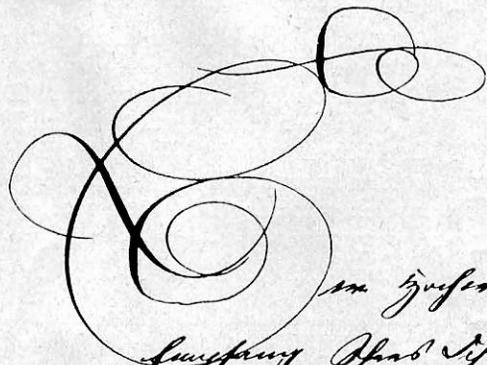
Vor 100 Jahren fand auf der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn bei Jüterbog die Probefahrt mit der ersten in den Werkstätten von A. Borsig gebauten Lokomotive statt.

Der Denkschrift, welche die Borsig Lokomotiv-Werke zum 22. Juli 1937 herausgegeben haben, dem Tage, an welchem August Borsig vor 100 Jahren den ersten Guß in seiner von ihm am Oranienburger Tor gegründeten Maschinenfabrik lieferte, seien nachstehende Angaben entnommen. 1841 stand die erste in der neuen Fabrik gebaute Lokomotive auf den Schienen. Leider ist nichts von ihr der Nachwelt erhalten geblieben. Im vorigen Jahrhundert gab es noch keinen Vorgänger eines Oskar von Miller, der dafür gesorgt hätte, solche Muster früher technischer deutscher Pioniertätigkeit rechtzeitig im Original oder wenigstens im Archiv kommenden Geschlechtern aufzubewahren, wie es der Schöpfer des Deutschen Museums in so würdiger Weise dann später in München getan hat. Dank der Unterstützung des geheimen Staatsarchives mit seinen reichen Aktenbeständen aus jener Zeit, gelang es aber, wenigstens für jene Denkschrift, noch nach 100 Jahren Unterlagen zu finden, aus denen hervorgeht, wie es zu diesem ersten Auftrage an Borsig kam; auch gab jener Jubiläumstag die Anregung, sich an eine zeichnerische Rekonstruktion jener ersten Lokomotive zu wagen\*).

August Borsig hat bei ihr nicht den Versuch anderer wiederholt, völlig Unerprobtes zu bauen. Er machte sich vielmehr die guten Erfahrungen der Berlin-

Potsdamer-Eisenbahn-Gesellschaft zunutze, die diese mit ihren beiden aus Philadelphia von Norris bezogenen Lokomotiven „Amerika“ und „Prussia“ seit 1839 gemacht hatte. Eifrig studierte er beide Lokomotiven im Heizhause und auf der Strecke und erkannte mit dem Blick des Genies, wo gewisse Verbesserungen zweckmäßig wären. Sicher wird er öfter mit dem Maschinenmeister der Berlin-Potsdamer Eisenbahn-Gesellschaft zusammen gewesen sein, um sich mit ihm über Vor- und

Nachteile dieser Maschinen zu unterhalten. Es muß ein tüchtiger Maschinenmeister gewesen sein, wenn man den Brief liest, der wegen dieser beiden Norris-Lokomotiven an die Aufsichtsbehörde der Provinz Brandenburg über die Festsetzung des zulässigen Dampfdruckes, im August 1839, gerichtet wurde und der hier, etwas gekürzt, folgen möge:



im Ingenieurwesen befaßt sind, daß die  
Erzeugung der Dampfmaschine in den  
Werkstätten der beiden Lokomotiven  
Amerika und Prussia sehr unzulässig.

Ich habe mich sehr über die in diesem Schreiben  
mitgetheilten Fehler der Provinz Ober-Preussens von  
Provinz Brandenburg genau bekannt gemacht und  
sich mir sehr wohl überlassen, mich nicht  
über die Anstalten zu äußern, indem die  
Anstalten der Provinz Ober-Preussens  
sich nicht über die Provinz Brandenburg  
ausdrücken dürfen, weil für die Provinz  
eine andere Verwaltung zulässig sein würde.

Ich bitte Sie sehr um Ingenieurwesen, Ihnen  
Ordnung zu bewahren, daß die Zahl der  
Kessel in Preussens sind Provinz Ober-  
Preussens sind sehr in Ordnung  
wird, diese Maschinen vollständig mit der  
Zahl der Provinz Ober-Preussens  
Zustand zu sein.

Diese beiden Lokomotiven kannte August Borsig genau. In folgenden Hauptpunkten unterschied sich die erste Borsig-Lokomotive von diesen sonst schon recht gut gelungenen amerikanischen Maschinen:

\*) A. Wolff. Die erste Borsig-Lokomotive.  
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 96. Jg. (1941), Heft 17.

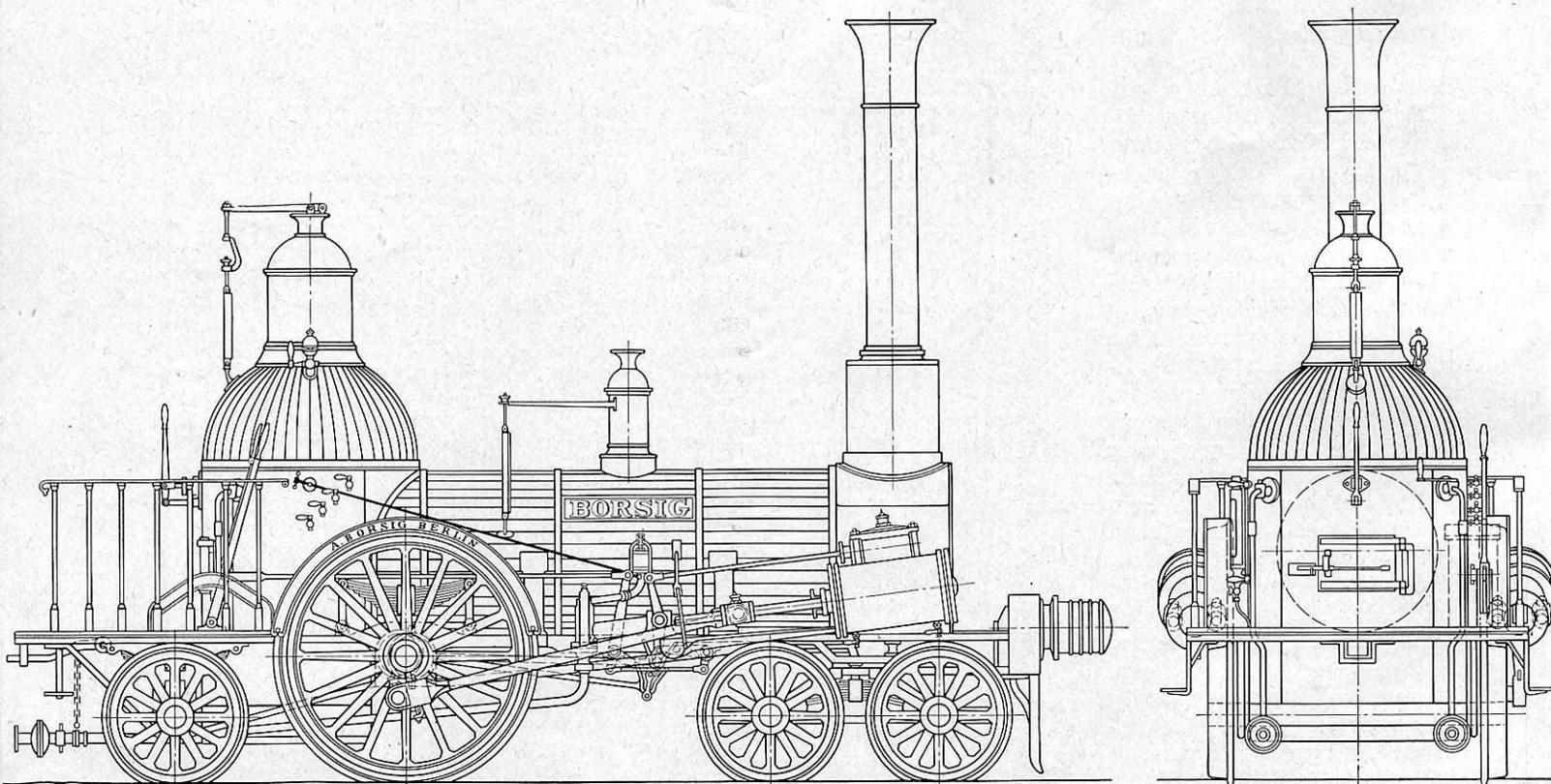
Aus den 2 A-Lokomotiven wurde eine 2 A 1-Lokomotive. Borsig beseitigte also den Überhang des Kessels über die Treibachse und erreichte damit sicher einen wesentlich besseren Lauf. Den Achsstand zwischen der hinteren Drehgestellachse und der Treibachse erhöhte er von 2007 auf 2180 mm, dadurch verkleinerte er die Schiefstellung der Zylinder von 1:5,7 auf 1:8,8, da er offenbar die Nachteile zu schrägen Stangenantriebes erkannt hatte. Die primitive Norris-Steuerung ersetzte er durch die bessere Gabelsteuerung nach Stephenson. Dem „Feuerkasten“ gab er besonders tiefe Form, wodurch Koks, Kohle oder Holz gleich gut als Heizmaterial verfeuert werden konnten. Innen gebördelte Brandringe sicherten den Siederohren aus Messing festen Sitz in der kupfernen Rohrwand.

Nicht mit Sicherheit ließ sich feststellen, ob der Wasserstand durch drei oder vier Prüfhähne erkennbar gemacht wurde, doch ein Wasserstandsglas war schon vorhanden.

epoche — es sind die Jahre der kunstvollen gußeisernen Schmuckstücke der Biedermeierzeit — sind die Speichen der Lauf- und Treibräder hohl gegossen.

Die außen angebrachten Dampfzylinder trieben die kräftige schmiedeeiserne Treibachse, womit Borsig die Gefahrquellen der gekröpften Achsen der englischen Innenzylinder-Lokomotiven vermied. Die große Kuppel des Kessels ließ hohen Wasserstand zu, ohne Wasserüberreißen in die Zylinder befürchten zu müssen. Der vergrößerte Langkessel erleichterte, als guter Wärmespeicher, dem Personal die Dampfhaltung. Die Gabelsteuerung ersparte dem Führer bei Richtungsänderung Ab- und Aufsteigen von der Maschine, da die Steuerung nicht mehr mühsam von der Erde aus umgelegt werden mußte. Die Außenzylinder und das Triebwerk waren gut zugänglich.

Diese erste wirklich brauchbare deutsche Lokomotive erfreute sich von Anfang an großer Beliebtheit, sie trug wahrlich



Gespeist wurde der Kessel mit der damals üblichen, vom Kreuzkopf angetriebenen Fahrpumpe; einen Injektor kannte man noch nicht. Auch das Manometer war noch unbekannt. Zwei Kesseldruckventile, von denen das eine bei etwas niedrigerem als dem höchst zulässigen Dampfdruck (5,6 atü?) abblies, dienten als Sicherheitseinrichtung.

Mit bemerkenswertem Geschick war der Rahmen in kunstvoller Schmiede- und Schlosserarbeit aus Rund- und Flacheisenstäben zusammengefügt. Lange Federn wirkten zugleich als Ausgleichhebel für die Radbelastungen des Drehgestelles. Treib- und hintere Laufachse dagegen hatten, wie noch heute in England, keinen Ausgleich.

Abweichend vom Norrisschen Vorbild gab Borsig dem gußeisernen Kreuzkopf zwei Rundstangen, statt rechteckiger Stäbe, als Laufführung. Nachstellbare Lager mit Schlagkeilen erlaubten die Treibstange einzuregulieren.

Entsprechend der hervorragenden Gußtechnik jener Zeit-

den Namen ihres Meisters und Herrn zu Recht. So war es kein Wunder, wenn es in einem zeitgenössischen Berliner „Journal“ von ihr heißt:

„Alle mit ihr vorgenommenen Proben hinsichtlich Schnelligkeit und Dampfentwicklung hat sie vollkommen bestanden. So wäre denn nun der Beweis geliefert, daß wir die Lokomotiven nicht übers Meer zu holen haben, und eine Fabrik unserer Vaterstadt hat sich den Ruhm erworben, uns in dieser Beziehung völlig zu emanzipieren.“

Wir Nachfahren aber, die Wert darauf legen, die Tradition, die sich an den Namen des Lokomotivbauers August Borsig knüpft, weiter zu führen, glaubten recht daran zu tun, des Tages, an dem vor 100 Jahren diese erste Lokomotive ihre Fahrten begann, in Form dieser kleinen geschichtlichen Erinnerung im „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ zu gedenken, und ihre Rekonstruktion einem größeren Leserkreis bekanntzugeben.

# Rundschau.

## Die neuen 2' C 2'-Stromlinienlokomotiven der Französischen Nationalen Eisenbahngesellschaft.

Die Französische Nationale Eisenbahngesellschaft stellte je vier Stück 2' C 2'-Lokomotiven in Drillings- und Vierzylinder-verbundbauart (Baureihe R bzw. S) in Dienst um die Eignung der beiden klassisch zu nennenden Antriebsarten für hohe Fahrgeschwindigkeiten zu untersuchen. Die Maschinen stimmen in allen Einzelheiten bis auf das Triebwerk überein und besitzen vorne ein gewöhnliches zweiachsiges Drehgestell, hinten ein zweiachsiges Bissel-Radialgestell. Beim Entwurf war maßgebend, daß die Lokomotiven sich sowohl für die Beförderung von schweren Schnellzügen mit den heute üblichen Geschwindigkeiten als auch für den Betrieb mit höchsten Geschwindigkeiten eignen sollten. Der Treibraddurchmesser von 2 m ergab sich aus dem Höhenverlauf fast aller wichtigen Strecken des Landes. Die Feuerung ist sowohl von Hand als auch mechanisch möglich. Die gemeinsamen Hauptabmessungen der Maschinen sind:

Kesseldruck . . . . .	20 kg/cm <sup>2</sup>
Rostlänge . . . . .	3000 mm
Rostbreite . . . . .	1725 „
Rostfläche . . . . .	5,175 m <sup>2</sup>
Feuerbüchse . . . . .	Stahl mit zwei Wasserrohren
Heizrohre . . . . .	137 Stück 49/54 mm Ø
Rauchrohre . . . . .	33 Stück 135/143 „ „
Rohrlänge . . . . .	4850 mm
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	25 m <sup>2</sup>
Heizfläche der Rohre . . . . .	170 „
Verdampfungs-Heizfläche feuerberührt . . . . .	195 „
Überhitzerrohre . . . . .	31/38 mm Ø
Überhitzer-Heizfläche . . . . .	64 m <sup>2</sup>
Wasserinhalt des Kessels . . . . .	10,24 m <sup>3</sup>
Dampfinhalt des Kessels . . . . .	4,56 „
Treibraddurchmesser . . . . .	2000 mm
Lauferraddurchmesser . . . . .	970 „
Achsschenkel, gekuppelte Achsen . . . . .	240 × 270 „
Achsschenkel, Laufachsen . . . . .	150 × 270 „
Achslager, gekuppelte Achsen . . . . .	Ober- und Unterschale mit Stellkeil
Achslager, Laufachsen . . . . .	Rollenlager
Bremse, gekuppelte Achsen . . . . .	direkt und automatisch wirkende Westinghouse-Bremse mit Geschwindigkeits-Regler. Normale Abbremsung 85% Maximale Abbremsung 160%
Bremse, Laufachsen . . . . .	Gewöhnliche Westinghouse-Bremse, Abbremsung 60%.

Die übrigen Hauptabmessungen betragen:

	h 3	h 4 v
Zylinderdurchmesser . . . . .	540 mm	455/680 mm
Kolbenhub . . . . .	700 „	700 „
Treibstange, außen . . . . .	3200 „	3200 „
Treibstange, innen . . . . .	3205 „	2415 „
Steuerung . . . . .	Ventilsteuerung Bauart Dabeg mit rotierenden Scheiben und Übertragung OCEM	
Ventile, Durchmesser . . . . .	240 mm	220/270 mm
Ventile, Hub . . . . .	29 „	27/32 „
Leergewicht . . . . .	112,95 t	116,35 t
Dienstgewicht . . . . .	123,6 „	127 „
Reibungsgewicht veränderlich von . . . . .	60 bis 66 t	

Die Lokomotiven sind von der Lokomotivfabrik Grafenstaden nach den Entwürfen des Office Central d'Etudes du Matériel de Chemins de Fer (CCEM) erbaut.

Die Kesselachse liegt 3100 mm über SO. Die Feuerbüchse ist von der Bauart Belpaire und besitzt eine Verbrennungskammer und ein Feuergewölbe. Der ganz geschweißte Aschkasten nimmt die Asche in zwei Schächten auf. Die Luft tritt entweder durch vordere Türen, seitliche Spalte oder regelbare Klappen zu. Je nach der Feuerungsart wird das beste Verfahren durch die Erfahrung bestimmt. Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen aus Nickelstahl. Der Satteldampf wird unterhalb eines Mannloches im Kesselscheitel, nachdem er ein abnehmbares Schaumsieb (écumoir) durch-

strömt hat, entnommen. Der einsitzige Zara-Regler ist im Reglerdom von kleinsten Abmessungen untergebracht. Das Ventil kann nach Abheben des leichten und handlichen Domdeckels an Ort und Stelle untersucht und aufgeschliffen werden. Der Dampfsammler des Schmidt überhitzers ist in einem Stück aus Stahlguß gegossen; seine Kammern sind voneinander getrennt. Der Kessel wird gespeist durch eine Acfipumpe von 230 mm und zwei Thermix-Strahlpumpen. Der Einbau von Blasrohren verschiedener Formen ist beabsichtigt; zunächst sind verstellbare Blasrohre nach Lemaitre\*) angeordnet. Der Rußausbläser ist von der Bauart Dalmar. Ein Löschetrichter mit von außen bedienbarem Verschluss erlaubt die Entleerung der Rauchkammerlösche in die dafür vorgesehenen Gruben. Weitere zwei kleine solche Trichter sind vor der Rauchkammertür auf dem Stirnlaufblech angeordnet um die dort sich ansammelnde Lösche ohne Verunreinigung des Triebwerkes entfernen zu können. Je ein Kesselreinigungsschieber ist an einem Schlamm-sammler unten am Langkessel und an der tiefsten Stelle des Stehkessels angebracht. Diese Vorrichtungen sind dampfgesteuert und können während der Fahrt bedient werden, die letztere auch von Hand.

Die Wangen des Barrenrahmens sind 100 mm stark. Der Hauptrahmen reicht von den Zylindern bis zum Stehkessel, wo er an ein Stahlgußstück angeschlossen ist, das den Stehkessel trägt. Damit zusammengelassen sind die Bremszylinder der gekuppelten Räder, ferner die Lager der Bremswelle der gekuppelten Räder, der hinteren Federhänger der letzten Kuppelachse und des Drehzapfens des Bisselgestelles. Das Stahlgußstück ist nach hinten durch doppelte Blechwangen verlängert, die an den Kuppelkasten anschließen. Am Lokomotivvorderende setzt sich der Barrenrahmen ebenfalls durch zwei Blechwangen fort, die sich bei allfälligen Zusammenstoßen verbiegen und so den Hauptrahmen schonen. Zwischen den Kuppelachsen sind Querversteifungen angebracht. Die Verbindung des Rahmens mit dem Kessel wird durch biegsame und gelenkig um eine waagerechte Achse drehbare Pendelleche bewirkt. Der hintere Zugkasten ist entsprechend dem 38 cbm-Tender der Nordbahn ausgebildet. Die Stromlinienverkleidung ist unter dem Gesichtspunkt entworfen, die Zugänglichkeit und die Unterhaltung der inneren Teile der Lokomotive so wenig als möglich zu beeinträchtigen, wozu eine Anzahl von Türen und Klappen dient.

Die Laufachsen stimmen unter sich überein; die Achsschenkel liegen außen. Dreh- und Bisselgestell werden durch Schraubfedern rückgestellt. Die Tragfedern jeder Gestellseite sind durch Längsausgleichhebel verbunden. Die Traggestelle können seitliche Verschiebungen und Drehbewegungen in einer Ebene ausführen, ohne daß die Lastverteilung beeinflusst wird. Die übliche Deichsel des Bisselgestells ist ersetzt durch zwei seitliche Arme. Der Achsstand des Drehgestells ist 2,3 m, des Bisselgestells 1,3 m. Der Achsstand der ganzen Lokomotiven beträgt 11 990 mm, die Gesamtlänge über Puffer 15 690 mm. Dank der oben angeordneten Kuppelachsfedern konnten Stahlguß-Achslagergehäuse verwendet werden. Die Tragfedern des Drehgestells, der gekuppelten Achsen und des Bisselgestells bilden auf jeder Maschinenseite je eine unabhängige Gruppe.

Die Bremszylinder sind mit dem Drehgestell- bzw. Bisselgestellrahmen zusammengelassen, wie die der gekuppelten Achsen mit dem den Stehkessel tragenden Stahlgußstück, und sind alle ausgebüchsst. Die Laufräder werden einseitig, die gekuppelten Räder doppelseitig gebremst. Der übliche Hauptluftbehälter ist in fünf einzelne Behälter aufgeteilt, die zusammen 750 Liter Inhalt haben.

Nur die umlaufenden Massen sind mittels der Gegengewichte ausgeglichen. Beim Aufzeichnen der Dampfzylinder wurde in erster Linie auf eine günstige Formgebung der Dampfkanäle, besonders Vermeidung scharfer Krümmungen, geachtet. Die Achsen der Steuerventile sind mit den Zylinderachsen parallel. Kolben, Kreuzkopf und Stangen sind so leicht als möglich gehalten, die Kolben aus geschmiedetem Stahl mit gehärteten Ringnuten und hohlen verlängerten Stangen. Jeder Zylinder ist mit einer druckluftgesteuerten Einrichtung versehen, mit der bei nicht mehr als 2 kg/cm<sup>2</sup> Druck gleichzeitig alle Ventile abgehoben werden können, was bei Leerlauf und zur Bedienung der Umsteuerung im Stillstand

\*) Siehe Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1937, S. 244.

der Maschine nötig ist. Die Treibstangen haben offene Gabelköpfe, die Kuppelstangen geschlossene Köpfe einer für Frankreich neuen Bauart, welche die Vorteile der runden Büchsen mit jenen der einstellbaren Lagerschalen verbinden. Zu diesem Zweck sind die Lager aus einem Stück, die gedreht und mit ihren Flanschen fixiert werden können, sobald die richtige Lage feststeht. Es ist so möglich die Länge der Kuppelstangen nach Einregelung der Achslagerstellkeile genau einzuhalten.

Die Umsteuerung mußte dem sehr beschränkten Raum angepaßt werden. Umsteuerspindel der Hochdruck- und der Niederdrucksteuerung können unabhängig voneinander oder auch gleichzeitig gedreht werden. Mittels des Umsteuerhandrades kann auch das veränderliche Blasrohr verstellt werden. Die Zylinderausrüstung besteht ferner aus zwei Sicherheitsventilen von 70 mm Durchmesser und druckluftgesteuerten Ausblaseventilen. In das Ausströmstandrohr strömt bei Betätigung des Druckausgleiches durch einen kleinen Bläser Druckluft ein, um das Eindringen von Lösch in die Dampfkammern zu verhüten.

Drei voneinander unabhängige Sandhähne, Bauart Nordbahn erlauben die beiden ersten Kuppelachsen von vorne, die zweite Achse auch von hinten zu sanden. Der Sandkasten hat 650 Liter Inhalt. Die elektrische Beleuchtung wird mit 24 Volt durch einen 500 Watt-Satz betrieben. Die Dampfheizeinrichtung weist ein Druckminderventil Bauart Bazon auf.

Die drei möglichst schwach geeigneten Zylinder der Drillingsmaschine treiben auf die mittlere Kuppelachse mittels fast gleich langer Stangen. Diese Anordnung verbürgt die beste Kraftverteilung auf die drei gekuppelten Achsen und geringe Amplituden der waagerechten Kräfte an den Achslagern wie der senkrechten des Treibradsatzes. Der Mittelzylinder trägt die Rauchkammer. Die beiden vom Überhitzerkasten abzweigenden Einströmrohre sind 200 mm licht. Sie durchbrechen den Rauchkammermantel und speisen gemeinsam die Einlaßventilkasten sämtlicher drei Zylinder. Die Verbundmaschine weist Zweiachs Antrieb auf. Die stark nach vorne geschobenen, innen liegenden Hochdruckzylinder treiben auf die erste gekuppelte Achse, die außen liegenden Niederdruckzylinder auf die zweite Kuppelachse. Dabei unterstützen die Niederdruckzylinder das vordere Kesselende.

Schneider (München).

Le Génie Civil, Juni 1941.

### 2' C1'-Heißdampf-Drillings-Schnellzuglokomotive der Bulgarischen Staatsbahnen.

Bei den Bulgarischen Staatsbahnen ist kürzlich eine Reihe von neuen 2' C1'-Drillings-Schnellzuglokomotiven in Betrieb genommen worden, die in Aufbau und Einrichtung den deutschen Einheitslokomotiven ähnlich sind (s. Bild 1). Unterscheidendes Merkmal dieser von der Kruppschen Lokomotivfabrik entworfenen und gebauten Lokomotiven, Baureihe 07, ist die stark über die Rahmenwangen hinaus verbreiterte Feuerbüchse und der geräumige, mit äußeren Lufttaschen versehene Aschkasten. Da die Lokomotiven mit bulgarischer Pernik-Braunkohle von 4000 bis 4200 kcal/kg gefeuert werden, ist zur Erzielung der erforderlichen Dampfleistung eine verhältnismäßig große Rostfläche (4,8 qm) vorgesehen. Bemerkenswert ist das der deutschen 03<sup>10</sup>-Lokomotive entlehnte Triebwerk, dessen beide Außenzylinder auf die zweite Kuppelachse wirken. Der geneigt liegende, etwas nach vorn verschobene Innenzylinder, dessen Steuerung ebenfalls von der zweiten Kuppelachse aus angetrieben wird, arbeitet auf die erste Kuppelachse. Die Zylinder sind mit Kolbenschiebern Bauart Müller mit selbsttätigem Druckausgleich versehen. Der Kessel ruht auf gewalztem, am Hinterende verjüngten Kruppschen Barrenrahmen von 90 mm Stärke. Die im vorderen Drehgestell gelagerten Lauftragsätze haben 1000 mm Raddurchmesser. Das beiderseitige Seitenspiel am Drehzapfen beträgt 82,5 mm. Abweichend von den deutschen Schnellzuglokomotiven beträgt der Raddurchmesser der Kuppelachsen, deren beide ersten in Obergethmann-Lagern laufen, 1850 mm. Damit sind die Lokomotiven für die häufig vorkommende Zugförderung im Hügelgelände und zur Entwicklung bis zu 120 km Höchstgeschwindigkeit in der Ebene geeignet. Der hintere Lauftragsatz mit 1250 mm Raddurchmesser läuft in bogengeführten Achslagern Bauart, Adams mit beiderseits 95 mm Seitenausschlag.

Die Kessel dieser Lokomotiven wurden mit Kupferfeuerbüchse der üblichen Bauart und mit kupfernen Hohlstehbolzen ausgerüstet. Sie erhielten eine Marcotty-Feuertür und einen Schüttelrost sowie einen Großrohrüberhitzer Bauart Schmidt. Die Kuppelräder sind mittels Lufdruckbremse beiderseitig gebremst, die Drehgestellräder nur einseitig. Die Lokomotiven sind ferner ausgerüstet mit Ventilregler, Speisedom, Stopfbuchs-packungen Bauart Huhn, Geschwindigkeitsmesser, elektrischer Beleuchtung sowie Friedmann-Schmierpumpen. Außer einer saugenden Friedmann-Strahlpumpe wurde eine Abdampfstrahlpumpe angebracht. Die Lokomotiven haben Kuhfänger am Vorderende und seitlich der Rauchkammer die üblichen Windleitbleche. Sie machen mit ihrer Bekleidung aus Hochglanzblechen einen gefälligen Eindruck und vermehren den Lokomotivpark der Bulgarischen Staatsbahnen um eine leistungsfähige Schnellverkehrstypen. Der hohe Aufbau des sonst normalen Tenders gestattet die Mitnahme von 13 t Kohlen. Die Hauptabmessungen sind:

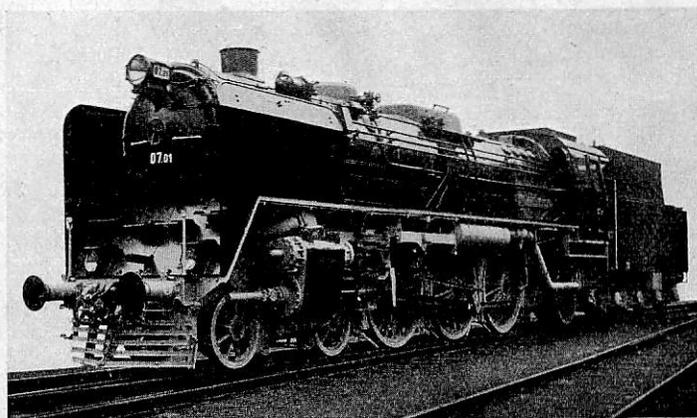


Bild 1. 2' C1'-Heißdampf-Drillings-Schnellzuglokomotive  
der Bulgarischen Staatsbahnen.

#### Lokomotive:

Zylinderdurchmesser . . . . .	3 × 470 mm
Kolbenhub . . . . .	660 „
Treibraddurchmesser . . . . .	1850 „
Dampfüberdruck . . . . .	16 atü
Fester Achsstand . . . . .	4200 mm
Gesamtachsstand . . . . .	11700 „
Kesselheizfläche (feuerberührt) . . . . .	214 qm
Überhitzerheizfläche . . . . .	79 „
Gesamtheizfläche . . . . .	293 „
Rostfläche . . . . .	4,8 „
Leergewicht . . . . .	92,4 t
Dienstgewicht . . . . .	100,6 „
Reibungsgewicht . . . . .	52,5 „
Zylinderzugkraft (0,65 p) . . . . .	12300 kg
Höchstgeschwindigkeit . . . . .	120 km/h

#### Tender:

Wasservorrat . . . . .	28 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	13 t
Raddurchmesser . . . . .	1000 mm
Fester Achsstand . . . . .	1800 „
Gesamtachsstand . . . . .	5300 „
Leergewicht . . . . .	29,7 t
Dienstgewicht . . . . .	71,0 „
Achsstand von Lokomotive und Tender . . . . .	19205 mm
Gesamtlänge über Puffer . . . . .	22755 „

#### Mitteilungen aus der Lokomotivabteilung der Fa. Krupp.

Die Firma Friedrich Krupp gibt in ihrer, in bestimmten Zeitabständen erscheinenden Hauszeitschrift, den „Technischen Mitteilungen“ Neuerungen oder zusammenfassende Darstellungen aus ihrem Arbeitsgebiet bekannt. Das letzte Heft (2) vom Mai 1941 bringt Aufsätze aus dem Gebiete des Lokomotivbaus. Der erste behandelt „1' D1'-Heißdampf-Tenderlokomotiven für Nebenbahnen“. Diese Lokomotivbauart ist von der Firma

	DRB. Baureihe 86	Ehemalige Braunsch. Landes- eisenbahn	DRB. Baureihe 93	Hafen- betrieb Wanne- Herne	Hermann- Göring- Werke	Köln- Bonner- Eisen- bahn
Zylinderdurchmesser mm	570	570	600	630	630	640
Kolbenhub . . . mm	660	660	660	600	600	600
Treibraddurchmesser mm	1 400	1 350	1 350	1 200	1 200	1 250
Laufmaddurchmesser mm	850	900	1 000	850	850	850
Fester Achsstand . mm	5 100	4 950	4 500	4 500	1 350	1 700
Gesamt-Achsstand . mm	10 300	10 250	9 300	10 000	10 000	10 600
Kesseldruck . . . atü	14	14	12	15	15	14
Rostfläche R . . . m <sup>2</sup>	2,34	2,38	2,5	3,1	3,3	3,35
Verdampfungs- heizfläche H . . . m <sup>2</sup>	117,3	115	129	176,8	179,7	148,5
H:R . . . . .	50	48,3	51,5	57	54,5	44,5
Überhitzer- heizfläche Hü . . . m <sup>2</sup>	47	49,5	50,3	64,7	64,7	56
H:Hü . . . . .	2,5	2,35	2,55	2,75	2,8	2,65
Gesamtheizfläche . m <sup>2</sup>	164,3	164,5	179,3	241,5	244,4	204,5
Wasservorrat . . . m <sup>3</sup>	9	11	14	9	9	10
Kohlenvorrat . . . t	4	4	4,5	4	4	3,7
Leergewicht . . . t	68,7	68	77,25	88,8	85	87,4
Dienstgewicht . . . t	87,3	88,3	102	108,4	105	107,5
Reibungsgewicht . . t	60,5	62	68	80	80	73,5
Zugkraft mit 0,75 p . t	16 100	16 700	15 800	22 300	22 300	20 600
Dabei Reibungswert bei vollen Vorräten . . .	1/3,75	1/3,7	1/4,3	1/3,6	1/3,6	1/3,6
Größter Achsdruck . t	15,1	15,5	17	20	20	18,4
Größte Geschwindigkeit km/h	70	65	65	50	60	60

Köln-Bonner Eisenbahn außer den Angaben in der Zahlentafel noch folgende wesentlichen Abweichungen in der Bauart erwähnenswert: Die Kessel haben Belpaire-Stehkessel, um beim Befahren der vielen Steigungen Dampfraum und Verdampfungsoberfläche möglichst groß zu machen, allerdings unter Inkaufnahme der fertigungstechnischen Nachteile dieser Bauart. Die Lokomotive der Hafenbetriebsgesellschaft hat außerdem Buchsenlager aus Bleibronze; die der Hermann-Göring-Werke Scharfenberg-Kupplung, vereinigt mit einer Notkupplung für Wagen mit der üblichen Zugvorrichtung. Die Lokomotiven der ehem. Braunschweigischen Landeseisenbahnen und der Köln-Bonner Eisenbahn sind mit Windleitblechen ausgerüstet, die mit der Außenwand des Wasserkastens in einer Ebene liegen. Bild 1 zeigt die 1'D1'-Lokomotive der Köln-Bonner Eisenbahn.

Der zweite Aufsatz behandelt neuere 1'E und 1'E 1'-Lokomotiven, wie sie zur Beförderung schwerer Güterzüge und teilweise auch schwerer Personenzüge auf langen und starken Steigungen jetzt allgemein verwendet werden. Die von Krupp in letzter Zeit gebauten Lokomotiven dieser Bauart sind in umstehender Zahlentafel zusammengestellt.

Auch bei diesen Lokomotiven finden sich viele übereinstimmende Bauteile, jedoch bedingen besondere Strecken-

Krupp in größeren Stückzahlen gebaut worden. Sie ist aus den C- und D-Lokomotiven entstanden, als es nötig wurde, Lokomotiven dieser Leistung auch im durchgehenden Streckendienst mit höheren Geschwindigkeiten einzusetzen. Die Laufachsen an den Enden gestatten nicht nur die Unterbringung größerer Kessel bei sonst gleichen Achsdrücken, sondern verbessern auch wesentlich die Laufeigenschaften der Lokomotiven, zumal wenn sie mit der benachbarten Kuppelachse zu einem Krauß-Helmholzgestell vereinigt sind. Die im Aufsatz behandelten Lokomotiven sind mit ihren Hauptabmessungen in obestehender Zahlentafel zusammengestellt.

Das Bestreben nach wirtschaftlicher Herstellung führte dazu, einzelne Bauteile oder ganze Bauteilgruppen einheitlich durchzubilden. Die in der Zusammenstellung aufgeführten Lokomotiven weichen deshalb grundsätzlich nicht viel voneinander ab, mit Ausnahme vielleicht der bereits etwas älteren Baureihe 93 der DR., der bekannten T 14. Gegenüber der als bekannt anzunehmenden Baureihe 86 der DR. sind bei den Lokomotiven der Hafenbetriebsgesellschaft Wanne-Herne, der Hermann-Göring-Werke und der

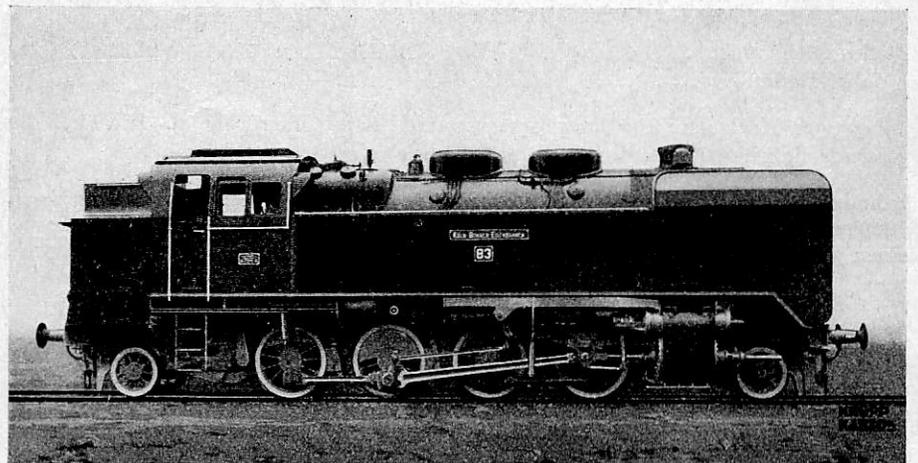


Bild 1. 1'D1'-Lokomotive der Köln-Bonner Eisenbahn.

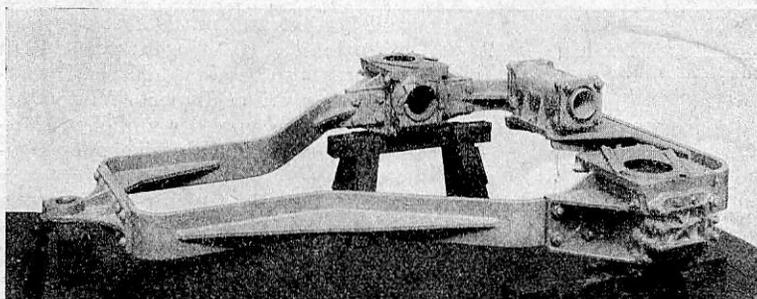


Bild 2. Laufgestell der 1'E 1'-Lokomotive der Tientsin-Pukow-Bahn.

verhältnisse und Sonderwünsche namentlich der ausländischen Auftraggeber auch wesentliche Abweichungen der verschiedenen Typen.

Den als bekannt anzunehmenden Lokomotiven der DR., Reihe 44 und 50, am ähnlichsten sind die 1'E-Lokomotiven der türkischen und bulgarischen Staatseisenbahnen. Die türkische 1'E-Lokomotive tut übrigens z. Z. in einigen Exemplaren bei uns in Deutschland Dienst und wird daher auch in natura bekannt sein.

Die iranische 1'E-Lokomotive ist für Feuerung von iranischem Masut (Rohpetroleum von rund 9800 Kcal) eingerichtet. Der Ölschlitzbrenner ist an der Stehkesselvorderwand in der Nähe des Bodenringes angebracht. An die Stelle des Aschkastens ist ein ausgemauertes Verbrennungsraum getreten. Der nachträgliche Einbau eines Steinkohlenrostes und eines normalen Aschkastens ist möglich.

Die Abweichungen der 1'E-Lokomotive der Tungpu-Eisen-

Bestimmungsland . . . . .	1'E-Lokomotiven						1'E 1'-Lokomotiven		
	Deutsches Reich Reichsbahn	Deutsches Reich Reichsbahn	Türkei Staatsbahn	Bulgarien Staatsbahn	Iran Staatsbahn	China Tungpu-bahn	Türkei Staatsbahn	China Tientsin-Punkow-Bahn, Lunghai-Bahn	Deutsches Reich Hafenbetriebsgesellschaft, Wanne-Herne
Bauart . . . . .	1'Eh 3	1'Eh 2	1'Eh 2	1'Eh 2	1'Eh 2	1'En 2	1'E 1'h 2	1'E 1'h 2	1'E 1'h 2t
Spurweite . . . . . mm	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 000	1 435	1 435	1 435
Zylinderdurchmesser . . mm	550	600	650	680	630	450	630	560	660
Kolbenhub . . . . . mm	660	660	660	700	720	500	660	711	600
Treibraddurchmesser . . mm	1 400	1 400	1 450	1 450	1 450	1 000	1 400	1 372	1 200
Kesseldruck . . . . . atü	16	16	16	16	15	13	12	14	14
Rostfläche R . . . . . m <sup>2</sup>	4,7	3,9	4,0	4,87	4,5	2,1	3,03	5	3,4
Heizfl. der Feuerbüchse fb m <sup>2</sup>	18	15,9	15,84	17,42	16	9,5	16,5	21,5	12,7
Heizfläche der Rohre fb . m <sup>2</sup>	219	161,7	207,3	206,65	196,5	103,5	164	177	166
Verdampfungs-Heizfl. fb H m <sup>2</sup>	237	177,6	223,14	224,07	212,5	112,5	180,5	198,5	178,7
H:R . . . . .	50	46	56	46	47	53	59	40	53
Heizfl. des Überhitzers Hü m <sup>2</sup>	100	63,6	105,8	84	76	—	68,25	70	55,3
H:Hü . . . . .	2,37	2,8	2,1	2,66	2,8	—	2,64	2,83	3,24
Gesamtheizfläche . . . . m <sup>2</sup>	338	241,2	328,94	308,07	288,5	112,5	248,75	268,5	234
Rohrlänge . . . . . m <sup>2</sup>	5 800	5 200	6 000	5 800	5 200	4 200	6 000	5 500	4 400
Leergewicht . . . . . t	99	78,5	96	92	90,8	37,8	82,7	90,5	91
Dienstgewicht . . . . . t	109,9	86,5	105	101	99,3	42,7	90,6	101,9	115
Reibungsgewicht . . . . t	95	75	91	85,5	89,1	37,5	67,4	76,3	88
Größter Achsdruck . . . . t	19	15	18	17	18	7,5	13,5	15,5	17,5
Größte Fahr- geschwindigkeit . . km/h <sup>1)</sup>	80	80	70	75	60	50	70	70	55
dabei . . . . . n/min	305	305	255	275	220	265	265	270	240
mittlere Kolben- geschwindigkeit . . m/s	6,7	6,7	5,65	6,4	5,3	4,4	5,85	6,4	4,8
Zugkraft mit 0,6 p . . . kg	20 500	16 250	18 500	21 300	17 800	7 800	13 500	13 700	18 200
dabei Reibungswert . . . .	1/4,65	1/4,6	1/5	1/4	1/5	1/4,80	1/5	1/5,6	1/4,85

1) Nach dem Betriebsprogramm der betreffenden Bahnen. Die nach den „Technischen Vereinbarungen“ zulässigen Höchstgeschwindigkeiten liegen durchweg darüber.

bahn sind schon gegeben durch die geringere Spurweite von nur 1000 mm und die Auslegung als Naßdampflokomotive. Sie hat einen größten Achsdruck von nur 7,5 t. Der Kessel ist mit Hand-

Stokers beschickt. Der Langkessel besteht aus drei Schüssen, von denen der vordere 1660, der hintere 1810 mm Durchmesser hat. Der mittlere Kesselschub ist konisch. Die Zylinder sind mit besonderen Laufbüchsen versehen. Der rechte und linke Zylinder bilden nach amerikanischer Art mit je einem halben Rauchkammersattel zwei Gußstücke, die in der Mitte verschraubt sind. Die Schleppachse liegt in einem die Räder umfassenden Laufgestell. Es ist in Bild 2 dargestellt.

Die letzte der behandelten 1'E 1'-Lokomotiven ist eine schwere Tenderlokomotive der Hafenbetriebsgesellschaft Wanne-Herne, deren Bau für die Bewältigung des bedeutenden Güterumschlags auf den steilen Uferrampen notwendig wurde. Der Gesamtachsstand beträgt 10,2 m. Die Lokomotive ist imstande, Gleisbogen von 140 m Halbmesser zu befahren. Neben Druckausgleichsventilen Bauart Winterthur hat sie keine von der üblichen Ausführung bei der DR. abweichenden Bauteile.

Ein dritter Aufsatz behandelt den Bau einer feuerlosen Lokomotive mit geschweißtem Kessel. Die Schweißung ist wegen der erhöhten Unfallgefahr im Kesselbau verhältnismäßig spät und sehr zögernd angewendet worden. Die im Aufsatz beschriebene Schweißung des kleinen Lokomotivkessels zeigt jedoch, daß der Umfang der Anwendung dieses modernen Arbeitsverfahrens

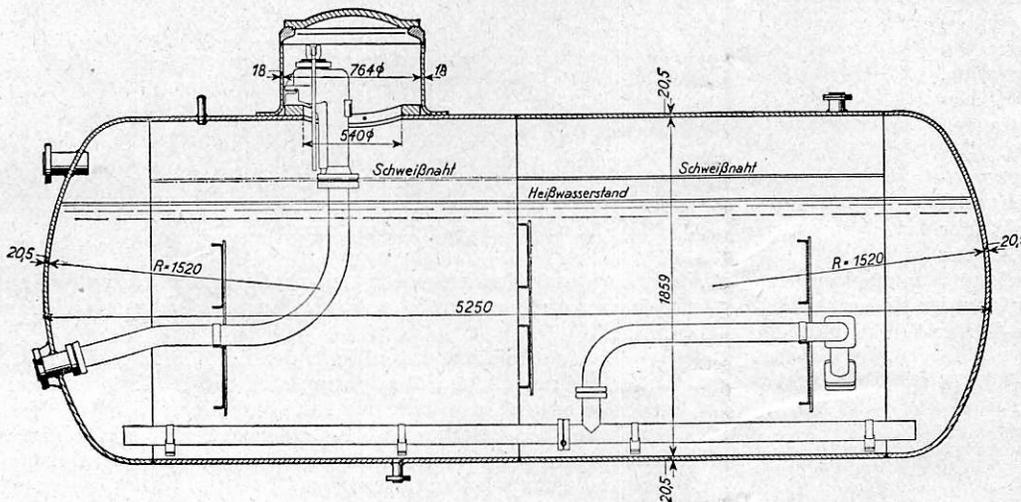


Bild 3. Schnitt durch den geschweißten Kessel einer feuerlosen Lokomotive.

schüttelrost versehen. Der Rahmen ist in sechs Punkten abgestützt im Gegensatz zu der sonst üblichen Vier-Punkt-Abstützung. Die Achslager sind für Hartfett schmierung eingerichtet.

Die 1'E 1'-Lokomotive für die Tientsin-Pukow-Bahn hat ebenfalls einen Schüttelrost, der im hintersten Feld mit einem kippbaren Teil versehen ist. Er wird mechanisch mittels eines Standard-

schon recht weitgehend ist. Der Kessel einer feuerlosen Lokomotive stellt an Schweißverbindungen insofern besondere Anforderungen, als zu den sonst üblichen Beanspruchungen Wechsellastspannungen hinzukommen, die durch die Arbeitsweise der feuerlosen Lokomotive bedingt sind. Der Kessel wird an der Füllstation mit Dampf von 13 atü gefüllt. Der Druck verringert sich im Laufe der Arbeitszeit bis auf 3 atü, so daß die Lokomotive von neuem gefüllt werden muß. Dieses Spiel wiederholt sich mehrmals täglich und hat die erwähnten zusätzlichen Wechsellastspannungen zur Folge.

Bild 3 gibt einen Schnitt durch den Kessel, aus dem auch die Lage der Schweißnähte zu erkennen ist. Der Dom ist noch angehängt; man findet jedoch auch eingeschweißte Dome, die zu keinen Beanstandungen Anlaß geben. Die Schweißnähte haben kelchförmigen Querschnitt mit gegengeschweißter Wurzel.

Nach dem Zusammenschweißen wurde der Kessel im ganzen aber ohne Dom im Glühofen rund 15 Stdn. lang angewärmt und 3 Stdn. bei 600° geglüht, um die inneren Spannungen zu beseitigen.

Bei Ausnutzung des Wertigkeitsfaktor für Schweißnähte von 0,9 lassen sich an Kesseln nach Bild 3 rund 800 kg gegenüber der genieteten Bauweise einsparen.

Außer diesen, etwas eingehender besprochenen Aufsätzen bringt das Heft noch eine Abhandlung über das Vermessen von Lokomotivrahmen, in dem das mechanische und das optische Verfahren dargestellt werden. Eine mehr historisch, unterhaltende Skizze stellt der Aufsatz: „Geschichtliche Bemerkungen zur Lokomotive auf der Briefmarke und Münze“ dar, auf den näher einzugehen sich im Rahmen dieser Besprechung erübrigt.

H. Ziem (Berlin).

Techn. Mitt. Krupp, Techn. Berichte, Heft 2, 1941.

### Vereinheitlichung der Meß- und Überwachungsanlagen für Dampfturbinen.

Für große Betriebe, die mehrere Kraftanlagen besitzen und das Personal vom Leiter bis zum Wärter gelegentlich wechseln müssen, ist die heute noch herrschende Verschiedenartigkeit der Meß- und Überwachungseinrichtungen ein Nachteil. Die Vereinheitlichung der Turbinentafeln bedeutet für den Betriebsvorstand, den Betriebsleiter und den Maschinisten eine Erleichterung, für den Hersteller eine Ermäßigung der Fertigungskosten, die auch dem Abnehmer zugute kommt. Bei allen Turbinenarten sollen angezeigt, gezählt oder aufgeschrieben werden: Maschinenleistung, Frischdampfzustand und Frischdampfmenge, Dampfdrucke in der Turbine, Ölversorgung, Luftkühlung. Dazu kommt für Kondensationsturbinen die Überwachung der Luftleere im Kondensator, der Kondensattemperaturen, der Kühlwassertemperaturen, des Salzgehaltes des Kondensates (wegen dessen Wiederverwendung als Kesselspeisewasser) und der Kondensatmenge. Bei Anzapf- und Gegendruckturbinen sind wesentlich: Druck und Temperatur des Dampfes an der Entnahmestelle und Zählung der entnommenen Dampfmenge. Die sämtlichen Überwachungs- und Meßvorrichtungen können auf zwei Typen von Turbinentafeln untergebracht werden von der Größe 1200 × 2250 mm oder 1600 × 2250 mm. Hierbei ist für jedes Instrument ein bestimmter Platz vorgesehen, auf dem es, von wenigen Ausnahmen abgesehen, auf jeder Tafel wiederkehrt, so daß das Sichzurechtfinden beim Ablesen der Werte bedeutend erleichtert wird. Anzeigergeräte mit runder Skala sollen nicht verwendet werden, da diese zuviel Platz auf der Tafel einnehmen und sich nicht in so günstiger Weise zu Gruppen zusammenfassen lassen, wie dies bei Profilinstrumenten der Fall ist. Wenn Profilinstrumente mit mindestens 200 mm Skalenlänge verwendet werden, ist eine leichte Erkennbarkeit der Anzeige aus einiger Entfernung gewahrt.

Schneider (München).

Techn. Mitt. Krupp, Techn. Berichte, Heft 3, 1941.

## Bücherschau.

**VDI-Jahrbuch 1940.** Die Chronik der Technik. Herausgegeben im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure im NS.-Bund Deutscher Technik von A. Leitner VDI. DIN A 5, 319 Seiten. Berlin 1941. VDI-Verlag G. m. b. H. Brosch. 3,50 *R.M.*, für VDI-Mitglieder 3,15 *R.M.*

Als das Büchlein vor sieben Jahren zum ersten Male erschien, mag es mancher als Teil der unbestreitbaren Inflation des technischen Schrifttums empfunden haben, denn Niemandem konnte

### Zerstörungsfreie Feststellung von Dopplungen in Blechen.

Als Ursache der Dopplungen sind Hohlräume oder Blasen in den Stahlblöcken anzusehen. Beim Auswalzen des Blockes werden diese zusammengequetscht. Wenn hierbei jedoch keine Verschweißung der Wände des Hohlraumes stattfindet, so bleibt die als Dopplung bezeichnete Materialtrennung bestehen. Die Trennungsflächen können dabei sehr dicht beisammen liegen. Während bei der Zugbeanspruchung des Bleches Dopplungen unschädlich sein können, liegt bei der Druck- oder Biegungsbeanspruchung die Gefahr vor, daß das Blech unter Erweiterung der Dopplung aufplatzt. Das Verfahren zum Auffinden von Dopplungen und ihre Abgrenzung gegen das gesunde Blech ohne das Blech zu verletzen besteht darin, ein Netz von Meßpunkten über das Blech zu legen und an diesen Punkten den elektrischen Querwiderstand zu bestimmen. Das für die Prüfung entwickelte Gerät ist einfach und der Zeitaufwand für die Messung gering. Das Verfahren kann auch auf den Nachweis des Haftens von Plattierungen auf dem Grundwerkstoff angewendet werden.

Schneider (München).

Techn. Mitt. Krupp, Forschungsberichte, Heft 3, 1941.

### Ungewöhnliche Brucherscheinungen in hochwertigen Lichtbogenschweißungen.

Im Rahmen mehrerer Forschungsarbeiten über den Einfluß von Wasserstoff im Stahl berichten H. Bennek und F. H. Müller über eine bekannte, aber bisher nicht aufgeklärte Erscheinung, die sich auf der Bruchfläche von Zerreißproben aus Schweißnähten, die mit un- oder schwachlegierten Mantelelektroden hergestellt worden sind, häufig zeigt, nämlich helle Flecken, die im Gegensatz zu ihrer Umgebung körnige Bruchbeschaffenheit besitzen (Bild 1).

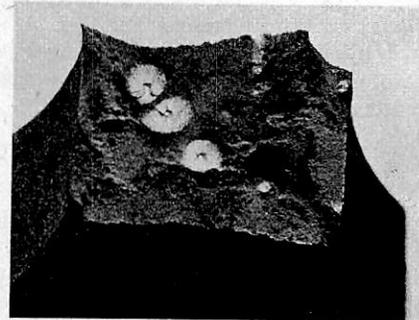


Bild 1. Flecken mit körniger Beschaffenheit, ausgehend von Gasblasen, auf der Bruchfläche des Schweißgutes einer hochwertigen Mantelelektrode.

Unter bestimmten Voraussetzungen sind diese Erscheinungen mit einer Minderung der mechanischen Gütewerte verbunden. Fast immer läßt sich in der Mitte des Fleckens eine Fehlstelle, Gasblase oder Schlackeneinschluß, nachweisen. Die Flecken sind auf Materialtrennungen zurückzuführen, die sich aber erst bei der Beanspruchung des Werkstoffes auf Zug bilden. Als Hauptursache für diese Flecken und spröden Brüche wurde der Wasserstoffgehalt der Schweißnähte festgestellt, der in Schweißungen mit stark ummantelten Elektroden außerordentlich hohe Werte annehmen kann. Der Wasserstoff kann durch Glühen bei geeigneten Temperaturen und Zeiten aus der Schweißnaht entfernt werden. Wasserstofffrei geglühte Schweißnähte zeigen im Bruch der Zerreißprobe keine anormalen Erscheinungen mehr und haben die der Zusammensetzung der Elektrode entsprechenden Gütewerte. Bei Brüchen durch die Kerbschlagprobe treten übrigens diese Flecken nicht auf.

Schneider (München).

Techn. Mitt. Krupp, Forschungsberichte, Heft 5, 1941.

es auf seinem Fachgebiete genug geben. Bald aber sah man ein, daß das nicht der Sinn des Buches war; ganz im Gegenteil will es dem Spezialisten den Stand der Technik auf allen anderen Gebieten zeigen, auf die er übergreifen muß. Zahlreiche Schrifttumsverweise ermöglichen es, das Studium des gewünschten Wissenszweiges zu vertiefen. Es soll also kein Buch zum Durchlesen, sondern ein Nachschlagewerk sein. Vom Taschenbuch „Hütte“ und anderen „Enzyklopädien“ unterscheidet es sich dadurch

grundsätzlich, daß es nur die im letzten Jahre, diesmal also die im Jahre 1939 erzielten Fortschritte bringt. Ein großer Kreis sachlich durchaus zuständiger Mitarbeiter, wie er wohl nur im Verein deutscher Ingenieure zu finden ist, sichert die gleichbleibende Höhe des Wissens und des Überblickes.

Bei einem solchen Buche bringt, solange der Ursprungsgedanke lebendig bleibt, jede Jahresausgabe zwangsläufig weitere Verbesserungen. So ist es auch bei der vorliegenden Ausgabe 1940. Soweit nicht die gegenwärtige Lage eine verständliche Zurückhaltung erheischt, ist die Entwicklung auf etwa 100 Einzelgebieten der Technik dargestellt und in fast 5000 Randnoten mit etwa 13000 in- und ausländischen Schrifttumsstellen belegt. Gegenüber den bisherigen VDI-Jahrbüchern sind diesmal die Schrifttumsangaben durch die Verfassernamen ergänzt; die Benutzer werden diese Neuerung sicher sehr begrüßen. Ein ausgiebiges Sachwortverzeichnis erschließt vom einzelnen Sachbegriff aus den Inhalt des Jahrbuches. Somit ist es praktisch unentbehrlich für den Ingenieur zur Unterrichtung über andere Fachrichtungen.

Daneben aber ergreift jeden Leser das Staunen, wie schnell trotz der unvermeidbar einseitigen Gedanken- und Wirtschaftsausrichtung im Kriege der Stand der Technik allseits vorgetrieben worden ist. Der drängende Lebenswille des Deutschen Volkes bereitet auf allen Gebieten den Frieden vor, indem es Krieg führt. England versuchte im Weltkriege, den Einfluß des Krieges auf seine Entwicklung dadurch abzuleugnen, daß es ständig behauptete: business as usual. Demgegenüber können wir den Einfluß dieses Krieges auf die deutsche Entwicklung bejahen mit dem Satze: Fortschritt stärker denn je. R. P. Wagner (Berlin).

**Verzeichnis der oberen Reichsbahnbeamten 1941.** Verlag: Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. Leipzig. 37. Jahrgang, 716 Seiten mit 2 Abbildungen. Preisgeb. 10,80 *R.M.*

Die neue Auflage enthält, wie der Jahrgang 1940, die Dienstalterslisten der oberen Beamten der Deutschen Reichsbahn. In

einem Anhang sind die Angaben für die Generaldirektion der Ostbahn und für das Protektorat in Böhmen und Mähren enthalten.

Die Besetzung der Eisenbahnabteilungen des Reichsverkehrsministeriums, der Generalbetriebsleitungen, der Reichsbahndirektionen, der Reichsbahn-Zentralämter, der Reichsbahnbaudirektionen, der Reichsbahn-Ämter und Reichsbahn-Ausbesserungswerke sind wie früher wiedergegeben worden. Am Schluß ist wie bisher ein alphabetisches Namensverzeichnis angeführt, das den Gebrauch des Verzeichnisses sehr erleichtert. Die Reichsautobahnen sind in dem Verzeichnis nicht mehr enthalten, dagegen sind auf Seite 607 die Generalvertretungen für den Güterverkehr im Auslande neu aufgenommen worden. Carus (Berlin).

**Neue Deutsche Normen.** Vom Deutschen Normenausschuß sind folgende Normen neu herausgegeben worden (Beuth-Vertrieb, Berlin SW 68; Stückpreis —,75 *R.M.*, ausschl. Versandkosten):  
Dampfkessel. DIN 2906 Vierkantrohre; DIN 2907 Teilkammern für Wasserrohrkessel bis 50 kg/cm<sup>2</sup> Genehmigungsdruck [Träger: Verein deutscher Ingenieure (VDI), Vereinigung der Großkesselbesitzer (VGB), Vereinigung der Deutschen Dampfkessel- und Apparate-Industrie (VDDA), Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (WEV), Reichsverband der technischen Überwachungsvereine (RTÜV)]; für DIN 2906 auch: Fachgruppe Dampfkessel, Behälter und Rohrleitungsbau, Verein Deutscher Eisenhüttenleute].

Lokomotivbau. DIN LON 3080 Entwässerungsventil, Rohrstützen, Einschraubstützen; DIN LON 3360 Knebelmutteranschluß; DIN LON 4315 Zentrierung für hohlgebohrte Achswellen, Bohrung für Zentrierbolzen, Schutzhülse, Sicherungsstück; DIN LON 5060 Flansche zum Zylinder für Pyrometer und Schieberkastendruckmesser. Stellvorrichtung für Bremsklötze; DIN LON 7080 Anwendung, DIN LON 7082 Bremsklötze, Druckfeder, Federbolzen (Träger: Fachnormenausschuß Lokomotiven (LONA), anerkannt durch Deutsche Reichsbahn, Reichsbahn-Zentralamt Berlin).

## Verschiedenes.

### Großeinsatz im Behälterverkehr.

In der Verkehrswirtschaft hat man den Verpackungsbehälter und seine praktische Einsatzfähigkeit lange Zeit hindurch recht verschieden beurteilt und häufig bezweifelt, daß durch die Verwendung von Behältern eine Beschleunigung, Verbilligung und damit wirtschaftlichere Gestaltung des Transportablaufs möglich sei. Erst in den letzten Jahren, als man in der Verladerschaft, zum Beispiel in der Industrie, die Vorteile des Behälters sich zunutze zu machen begann, hat sich die Meinung in der Verkehrswirtschaft mehr und mehr gewandelt. Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Verknappung an Verpackungsmaterial und vor allem praktische Versuche haben sowohl der verladenden Wirtschaft wie auch der Verkehrswirtschaft gezeigt, daß der Behälter eine weitgehende Rationalisierung und damit Verbilligung der Transportabwicklung ermöglicht. Diese Feststellung hat sich nicht nur für die bisher fast allein gebräuchlichen Verpackungsbehälter, sondern auch für die teilweise noch in der Entwicklung befindlichen Massengut- und Spezialbehälter durchgesetzt.

Ebenso hat sich aber in der Verkehrswirtschaft in der jüngsten Zeit die Überzeugung Bahn gebrochen, daß der Verkehrseinsatz des Behälters, und zwar in seinen verschiedenen Erscheinungsformen, eine Angelegenheit der gesamten Verkehrswirtschaft sein muß, wenn es gelingen soll, alle vom Behälter gebotenen wirtschaftlichen Möglichkeiten auszunutzen.

Eine intensive Ausnutzung kann aber nur dann gewährleistet werden, wenn der Einsatz planmäßig unter zentraler Lenkung nach einheitlichen Gesichtspunkten erfolgt.

Zur praktischen Durchsetzung dieser Erkenntnis, die vor allem von der Studiengesellschaft für Behälterverkehr e.V. seit Jahren vertreten wird, haben jetzt führende Wirtschaftsorganisationen der Reichsverkehrsgruppen und die Studiengesellschaft für Behälterverkehr e.V. die „Deutsche Behälter-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H.“ in Berlin-Dahlem gegründet, deren Aufgabe es sein soll, mit Hilfe des Behälters eine wirtschaftlichere Transportgestaltung für alle diejenigen Güter zu erzielen, die sich ihrer Natur nach für den Versand im Behälter eignen. Die Deutsche Behälter-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H., die auf gemeinnütziger Grundlage arbeitet und daher keine Gewinne ausschüttet, erscheint dazu berufen, den

Behälterverkehr in Deutschland in großem Stil einzuführen und heimisch zu machen.

Zweck der Gesellschaft ist der planvolle und wirtschaftliche Einsatz von Behältern einschließlich Herstellung, Beschaffung, Vertrieb und Vermietung derartiger Behälter (Massengutbehälter, Flüssigkeitsbehälter, Kühlbehälter, Verpackungsbehälter, Universalbehälter, Sonderbehälter und dergl.), auch zur Verwendung für Aufbewahrungszwecke.

Der unter Führung des Reichsverkehrsministeriums stehende Aufsichtsrat, dem u. a. Vertreter des Reichsfinanzministeriums und des Oberkommandos des Heeres angehören, kann durch Zuwahl von Vertretern weiterer Reichsbehörden erweitert werden. Die Mitglieder des Aufsichtsrates üben ihre Funktion ehrenamtlich aus. Die verladende Wirtschaft ist in einem Beirat des neuen Unternehmens vertreten. Diese Zusammensetzung der Organe der Gesellschaft zeigt, welche Bedeutung der Gründung der Deutschen Behälter-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H. beizumessen ist.

\* \* \*

Wie wir ergänzend erfahren, hat die Deutsche Behälter-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H. als eine der ersten Aufgaben die Beschaffung und den Einsatz von Tiefkühlbehältern in Angriff genommen. Die neue Gesellschaft faßt damit eine besonders dringliche, neue technische und organisatorische Verkehrsaufgabe an, deren Lösung angesichts des fortschreitenden Aufbaues einer deutschen Gefrierkonserven-Industrie von weitreichender allgemeiner wirtschaftlicher und auch kriegswirtschaftlicher Bedeutung ist.

Die Deutsche Behälter-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H. wird in ihrer Tätigkeit nicht als Frachtführer oder Spediteur auftreten, sondern wird sich zur Durchführung ihrer Transportaufgaben des einschlägigen Verkehrsgewerbes bedienen.

Die Forschungstätigkeit der Studiengesellschaft für Behälterverkehr e.V., die für den Transport von Gefrierkonserven einen Spezial-Tiefkühlbehälter entwickelt hat, wird sich in Zukunft in verstärktem Maße auf die Entwicklung und praktische Erprobung weiterer Spezialbehälter konzentrieren, deren Großeinsatz dann Aufgabe der Deutschen Behälter-Verkehrs-Gesellschaft m. b. H. sein wird. Boden (Berlin).