

Torffeuerung. Nordische Länder verwenden Holz und Torf gemischt:  $\frac{1}{3}$  Holz und  $\frac{2}{3}$  Torf bis zu  $\frac{1}{2}$  Holz. Zu unterscheiden ist der gute Preßtorf vom minderwertigen normalen Stichtorf. Brennstoffverbrauch liegt zwischen 5,2 und 6,4 kg/PS-st.

Argentinien heizte z. B. aus Kohlenmangel während des Krieges mit Mais und Weizen.

- b) Die Art seiner Flammenbildung, d. h. ob der Brennstoff kurz- oder langflammig. Hierdurch wird die Tiefe des Feuerraumes beeinflusst.

## C. Berechnung regelspuriger Dampflokomotiven.

### 1. Allgemeines.

#### Bezeichnungsweisen für die Lokomotivberechnung.

##### Bezeichnungen.

Geschwindigkeit . . . . .	V	km/st. v m/sek
Beschleunigung . . . . .	p	m/sek <sup>2</sup>
Umdrehungszahl . . . . .	n	i. d. min.
Halbmesser der Gleisbogen . . . . .	R	m
Widerstand für die Einheit der Last . . . . .	w	kg/t
Widerstand des Zuges . . . . .	W	kg
Druck . . . . .	p	at
Mittlere Zahl an WE zur Erhöhung der Wärme von 1 kg Dampf um 1° C . . . . .	c	WE/kg <sup>0</sup>
Wärmegrad . . . . .	t	°C
Heizwert . . . . .	h	WE
Wärmeinhalt von 1 kg Dampf . . . . .	i'	WE/kg
Verdampfungsziffer { Sattdampf . . . . .	z	kg/kg
{ Heißdampf . . . . .	z'	kg/kg
Rauminhalt von 1 kg Dampf . . . . .	v	cbm/kg
Kolbenhub . . . . .	s	m
Durchmesser der Zylinder . . . . .	d	cm
Gewicht . . . . .	G	t
Druck der Triebachsen auf die Schienen . . . . .	P	t
Rostfläche . . . . .	R	qm
Heizfläche . . . . .	H	qm
Zugkraft . . . . .	Z	kg
Leistung . . . . .	N	PS
Kohlenverbrauch . . . . .	B	kg/st
Dampfverbrauch . . . . .	D	kg/st
Durchmesser der Triebräder . . . . .	D	m
Hub-Inhalt der Auspuffzylinder . . . . .	J	l
Grad der Ausnutzung . . . . .	a	

Bahn, China, Ägypten, Australien, Nord-Amerika. Größere Spurweiten sind in Rußland (1,524 m = 5'); Irland, Brasilien, Australien (1,600 m = 5'3"); Spanien, Portugal, Chile, Argentinien, Ostindien (1,676 m = 5'6"). Schmalere Spurweiten sind in Norwegen, Japan, Java, Kapland, Südaustralien (1,067 = 3'6", alte englische Kapspur), französische Kolonien, Hedjaz-Bahn (1050 mm); Meterspur in der ganzen Welt verbreitet.

9. Länge der ohne Erneuerung der Vorräte zu durchfahrenden Strecke (nur für Tenderlokomotiven und Tender), d. h. Abstand der vorhandenen Wasser-<sup>1)</sup> und Kohlenstationen.

Wasser- und Kohlenverbrauch von Lokomotiven

a) in bezug auf die Streckenlänge (für 1 km);

Wasserverbrauch 0,1 bis 0,15 cbm/km (kleiner bei Personen- und Schnellzug-, größer bei Güterzuglokomotiven) + 10 bis 15 % Zuschlag für Verluste beim Speisen, für Heizung, Luftpumpe usw.

Kohlenverbrauch im Mittel 15 kg/km bei Personen- und Schnellzuglokomotiven und 20 kg/km bei Güterzuglokomotiven.

b) in bezug auf 1 PSI-st (stündlicher Dampf- und Kohlenverbrauch für 1 PSI), vgl. Seite 73 bis 77.

10. Art des zu verfeuernden Brennstoffes. Wesentlich hierbei ist:

a) Sein Heizwert; hierdurch wird die Verdampfungsziffer<sup>2)</sup> und die Größe der Rostfläche beeinflußt.

Die Heizwerte für 1 kg Brennstoff in WE sind etwa:

h = 7 975	Westfälischer Anthrazit,	
h = 7 750	Steinkohlenbriketts,	
h = 7 650	Westfälische Steinkohle (Ruhrkohle),	
h = 7 100	Saar-, schlesische und sächsische Kohle,	
h = 7 000	Gaskoks,	
h = 6 500	Belgische Grußkohle,	
h = 5 200	Bayerische Molassekohle (Braunkohle),	
h = 4 800	Braunkohlenbriketts,	
h = 3 600	Sächsische Braunkohle,	
h = 3 800	Torf,	
h = 4 100	Holz,	
h = 10 500	Masut	} flüssige Brennstoffe,
h = 11 000	Petroleum	
h = 7 890	Waleskohle	} englische Kohlen.
h = 7 270	Newcastle-Kohle	
h = 6 940	Schottische Kohle	

Holz wird vielfach in Nord-Schweden verfeuert. Verheizt werden etwa 1 m lange Scheite aus trockenem Kiefern- oder Birkenholz. 1 t guter Steinkohle entspricht etwa 2 t Holz. Nachteile sind: großer Funkenauswurf; große Anstrengung für das Heizpersonal, weil der Heizwert des Holzes geringer als der der Steinkohle.

<sup>1)</sup> Glasers Annalen 1914, Bd. 75, S. 60.

<sup>2)</sup> Vgl. S. 77/78.

Torffeuerung. Nordische Länder verwenden Holz und Torf gemischt:  $\frac{1}{3}$  Holz und  $\frac{2}{3}$  Torf bis zu  $\frac{1}{2}$  Holz. Zu unterscheiden ist der gute Preßtorf vom minderwertigen normalen Stichtorf. Brennstoffverbrauch liegt zwischen 5,2 und 6,4 kg/PS-st.

Argentinien heizte z. B. aus Kohlenmangel während des Krieges mit Mais und Weizen.

- b) Die Art seiner Flammenbildung, d. h. ob der Brennstoff kurz- oder langflammig. Hierdurch wird die Tiefe des Feuerraumes beeinflusst.

## C. Berechnung regelspuriger Dampflokomotiven.

### 1. Allgemeines.

#### Bezeichnungsweisen für die Lokomotivberechnung.

##### Bezeichnungen.

Geschwindigkeit . . . . .	V km/st. v m/sek
Beschleunigung . . . . .	p m/sek <sup>2</sup>
Umdrehungszahl . . . . .	n i. d. min.
Halbmesser der Gleisbogen . . . . .	R m
Widerstand für die Einheit der Last . . . . .	w kg/t
Widerstand des Zuges . . . . .	W kg
Druck . . . . .	p at
Mittlere Zahl an WE zur Erhöhung der Wärme von 1 kg Dampf um 1 <sup>o</sup> C . . . . .	c WE/kg <sup>o</sup>
Wärmegrad . . . . .	t <sup>o</sup> C
Heizwert . . . . .	h WE
Wärmeinhalt von 1 kg Dampf . . . . .	i'' WE/kg
Verdampfungsziffer { Sattdampf . . . . .	z kg/kg
{ Heißdampf . . . . .	z' kg/kg
Rauminhalt von 1 kg Dampf . . . . .	b cbm/kg
Kolbenhub . . . . .	s m
Durchmesser der Zylinder . . . . .	d cm
Gewicht . . . . .	G t
Druck der Triebachsen auf die Schienen . . . . .	P t
Rostfläche . . . . .	R qm
Heizfläche . . . . .	H qm
Zugkraft . . . . .	Z kg
Leistung . . . . .	N PS
Kohlenverbrauch . . . . .	B kg/st
Dampfverbrauch . . . . .	D kg/st
Durchmesser der Triebräder . . . . .	D m
Hub-Inhalt der Auspuffzylinder . . . . .	J l
Grad der Ausnutzung . . . . .	a

Wert der Reibung zwischen Rad und Schiene	$\mu$
Wirkliche Füllung	$\varepsilon \%$
Wirkungsgrad	$\eta$
Rostanstrengung	$\varrho$ kg/st-qm = B:R
Verbrauch an Kohle für die Einheit der Leistung	$\beta$ kg/PS-st = B:N
" " Dampf " " " "	$\delta$ kg/PS-st = $\mathcal{D}$ :N

## Fußzeiger.

Lokomotive	L	Mittel	m
Wagen	w	Meistgebraucht	mg
Zug	z	Hochdruck	h
Beschleunigung	p	Niederdruck	n
Anfahrt	a	Feuerung	f
Wirklich (effektiv)	e	Kessel	k
Aus Kolbendruck (indiziert)	i	Heizfläche	c
Günstigst	g	Überhitzung	ü
Ganz	gz	Wasserverdampfend	w
Größt	gr	Reibung	r
Kleinst	kl	Krümmung	k

Die zur Lösung gestellten Aufgaben im Lokomotivbau beschäftigen sich entweder mit der Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer vorhandenen Lokomotive in verschiedenen „Arbeitslagen“<sup>1)</sup> oder mit dem Entwerfen einer neuen Lokomotive von noch nicht bekannten Abmessungen für bestimmte vorgeschriebene Verhältnisse. Hiernach unterscheidet man gewöhnlich zwei Grundaufgaben für den Bau und die Berechnung der Leistungen von Lokomotiven.

## Erste Grundaufgabe.

Eine bestimmte Lokomotive ist vorhanden; welche Lasten können auf einer Steigung oder auf verschiedenen Steigungen mit einer oder verschiedenen Geschwindigkeiten von ihr befördert werden, d. h. wie groß sind die „Schleppeleistungen“<sup>2)</sup> der Lokomotive?

Das Gewicht einer Schnellzuglokomotive mit Tender sei  $G_L = 110$  t. Die Last von 10 vierachsigen Abteilwagen zu je 40 t, d. h.  $G_w = 400$  t, soll auf  $1 : \infty$  mit  $V = 100$  km/st ( $v = 27,77$  m/sek) im Beharrungszustand gefahren werden. Dann ist die Zugkraft am Radumfang der Lokomotive  $Z_e^{kg} = (G_L + G_w) \cdot w_{gz}^{kg/t} = 3000$  kg<sup>3)</sup> und die Leistung am Radumfang  $N_e = (Z \cdot v) : 75$  oder  $N_e = (Z \cdot V) : 270 = 1110$  PS.

Die Aufstellung der Leistungstabellen, Schleppeleistungen, ist eine Aufgabe, die der Betrieb stellt. Für vorhandene Lokomotivgattungen sollen „Belastungen“ festgesetzt werden, die sie auf bestimmten Strecken mit bestimmten Geschwindigkeiten fahren können. Da das Zuggewicht gesucht werden soll, so sind „vereinfachte Formeln“ vorteilhaft, die den Widerstand nach dem Zuggewicht messen.

## Zweite Grundaufgabe.

Eine bestimmte Strecke, Fahrgeschwindigkeit, Zuglast und Zugart sind gegeben; welche Lokomotiv-Bauart ist vorteilhaft, wie groß sind ihre Hauptabmessungen?

<sup>1)</sup> Vgl. S. 86. <sup>2)</sup> Vgl. S. 94.

<sup>3)</sup>  $w_{gz}$  wurde nach „Frank“ errechnet.

Meistens ist in der Aufgabe bereits bestimmt, ob eine S-, P-, G- oder Tender-Lokomotive verwendet werden soll, wie groß der Rad- oder Satteldampfdruck sein darf, ob Satteldampf oder Heißdampf zu verwenden ist, ob es sich um einfache oder doppelte Dehnung handelt.

Zu ermittelnde Hauptverhältnisse sind: Reibungsgewicht, Zahl der gekuppelten Achsen; Durchmesser der Triebräder; Kolbenhub und Durchmesser der Zylinder; Kessel-, Rost- und Heizfläche.

## 2. Berechnung des Reibungsgewichtes $G_r^t$ ;

### Feststellung der Zahl der gekuppelten Achsen.

Mit  $G_r^t$  wird das Reibungsgewicht (Adhäsionsgewicht), also der Teil des Lokomotivgewichtes bezeichnet, der nur auf den gekuppelten Achsen ruht; mit  $G_L^t$  das Lokomotiv-Dienstgewicht auf allen Achsen. Somit ist  $G_L \geq G_r$ ;  $G_L = G_r$ , wenn sämtliche Lokomotivachsen gekuppelt sind.  $G_r$  berechnet sich aus der größten Zugkraft, die verlangt wird, aus  $Z_{gr}$ ;  $Z_{gr}^{kg} = \mu \cdot G_r^{kg}$  oder  $Z_{gr}^{kg} = (1000 \mu) \cdot G_r^t$ ; also  $G_r^{kg} = (1 : \mu) \cdot Z_{gr}^{kg}$ .  $\mu$  ist die Reibungsziffer zwischen Rad und Schiene, ist demnach nicht zu verwechseln mit  $\alpha$  der Ausnutzungsziffer ( $\alpha \leq \mu$ ).<sup>1)</sup>  $\mu = 1/4$  bis  $1/10$  oder 250 bis 100 kg/t, und zwar gilt  $\mu = 1/4$  bei sandigen und  $\mu = 1/10$  bei feuchten, fettigen Schienen. Die Reibungsziffer ist also stark abhängig vom Zustand der Flächen von Rad und Schiene; sie bezieht sich nur auf den Zustand der Ruhe, und sobald ein Schleudern eintritt, sinkt der Wert  $\mu$  herunter.

Es kommt darauf an, die größte Zugkraft  $Z_{gr}$  zu kennen. Aber es ist zu beachten, daß  $Z_{gr}$  nicht immer ohne weiteres aus der Leistungsdarlegung hervorgeht, nämlich dann nicht, wenn die verlangten Schlepplasten sich nur auf  $1 : \infty$  oder nur auf geringe Steigungen beziehen.

Für die Berechnung von  $G_r$  soll folgende Regel gelten: Wenn sich aus der gegebenen Leistungsdarlegung durch Angabe einer großen zu befahrenden Steigung nicht eine höhere Zugkraft ergibt, so muß zur Berechnung von  $G_r$  eine Zugkraft  $Z_{gr}$  zugrunde gelegt werden, die beim Anfahren auf  $1 : \infty$  berechnet wird aus  $Z_{gr} = G_{gz}^t \cdot 2,5 + (G_{gz}^t \cdot 1000 : g) \cdot p_a$ , worin  $p_a$  die Anfahrbeschleunigung auf  $1 : \infty$  bedeutet. Ist  $G_r$  aus  $G_r^t = \frac{1}{\mu} \cdot Z_{gr}^{kg} : 1000$  gefunden, so erfolgt die Verteilung von  $G_r^t$  auf die einzelnen Triebachsen. Die Bestimmung der Anzahl der Reibungsachsen (Kuppelachsen) aus dem berechneten  $G_r$  geschieht aus der Formel  $G_r^t = n \cdot P$ , worin  $n$  die Anzahl der Kuppelachsen und  $P$  ihr zulässiger höchster Achsdruck ist. Bei der Festsetzung von  $P$  bei vorhandenen Bahnen spielt auch die vorkommende größte Fahrgeschwindigkeit eine Rolle.

Bei Tenderlokomotiven wird mit  $G_r$  das Reibungsgewicht bei vollen Vorräten bezeichnet. Während des Betriebes nimmt aber — gemäß dem Kohlen- und Wasserverbrauch — dieses Reibungs-

<sup>1)</sup> Vgl. S. 71.