

# WIRTSCHAFTLICHE VERWERTUNG DER BRENNSTOFFE

KRITISCHE BETRACHTUNGEN ZUR DURCHFÜHRUNG  
SPARSAMER WÄRMEWIRTSCHAFT

VON

DIPL.-ING. G. DE GRAHL, BAURAT  
MITGLIED DER AKADEMIE DES BAUWESENS

DRITTE, VERMEHRTE AUFLAGE

MIT 323 TEXTABBILDUNGEN UND 16 TAFELN



MÜNCHEN UND BERLIN 1923  
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG

ALLE RECHTE, EINSCHLIESSLICH DES ÜBERSETZUNGSRECHTES, VORBEHALTEN  
COPYRIGHT 1920 BY R. OLDENBOURG, MÜNCHEN

## Vorwort zur 2. Auflage.

Der Ausgang des Jahres 1915 war für die Herausgabe der 1. Auflage nicht günstig. Der Krieg hatte fast die gesamte Industrie in seine Dienste gestellt, so daß die Frage nach wissenschaftlichen und praktischen Nachschlagewerken auf dem Gebiete der Wärmetechnik und der Wärmewirtschaft mehr und mehr in den Hintergrund trat.

Studenten, Ingenieure, Fabrikleiter waren ausgezogen, um das Vaterland zu schützen, und die Daheimgebliebenen suchten ihrerseits mit geistigen Waffen ihren Kommilitonen den Rücken zu decken. Der Krieg ist verloren; materiell sind wir ein armes Land geworden. Aber zum Aufstieg gehören nicht soundso viel Quadratmeilen, Schiffe und Schornsteine. Wir sind noch ein Volk, das planmäßig denken und arbeiten kann. Die geistige Arbeit bildete von jeher die unverrückbare Grundlage und Muttererde unserer Blüte.

Nach Beendigung des unglücklichen Krieges war das vorliegende Werk in einer Auflage von 1500 Stücken baldigst vergriffen. Eine neue Auflage mußte unter den vollständig veränderten Verhältnissen Verfasser und Verleger ungeheuerer Kosten auferlegen. Den Umfang zu kürzen, war unmöglich, zumal gerade auf dem Gebiete der Brennstoffwirtschaft die größten Umwälzungen stattgefunden hatten. Wir sahen uns vielmehr genötigt, ohne Überschreitung der Seitenzahl den Text um etwa 30% zu vergrößern, was durch kleinere Schrift und größeren Satzspiegel erreicht worden ist. Von den alten Bildstöcken wurde ein Teil verwandt, viele erneuert, die Beschreibung der Einrichtungen aber wegen Platzmangels gekürzt.

Aus diesem Grunde bitten wir, kleine Unstimmigkeiten in den Maßbezeichnungen usw. mit Milde aufzunehmen, da eine einheitliche Durchführung größtenteils eine Neuanfertigung der teuren Bildstöcke erheischt und die Unkosten um ein Vielfaches gesteigert hätte.

Die zweite Auflage ist ein neues Werk. Die Urteile, die gefällt sind, sind nicht am Schreibtisch entstanden; sie sind das Ergebnis vieler Verhandlungen mit theoretisch und praktisch geschulten und erfahrenen Fachleuten. Wegen der überreichen Fülle des Stoffes hat sich das Werk der Mitarbeit von Gönnern und Freunden erfreuen dürfen. Sofern dieser nicht schon in der ersten Auflage gedacht worden ist, sei hiermit allen, die zur Vollendung beigetragen haben, bestens gedankt. Zu nennen wäre noch Herr Dipl.-Ing. C. Rades, Essen, für seine Mithilfe bei den Abschnitten über Verbrennung und Energiewirtschaft, und Herr Redakteur Seyffert für seine Mühe-waltung beim Durchlesen der Arbeit. Ganz besonderen Dank schuldet aber Verfasser Herrn Dipl.-Ing. Trenkler, der die Freundlichkeit hatte, ihn im Aufbau des ganzen Werkes, bei dessen Ergänzung und Durchsicht mit unermüdlichem Fleiße zu unterstützen.

Um gerechten Wünschen möglichst zu entsprechen, ist auf das statistische Material und die angezogenen Quellen besondere Sorgfalt gelegt worden. In den Zeitschriften finden sich häufig Auszüge aus Berichten und Zahlentafeln fremdländischer Schriften, die bei wiederholtem Abschreiben oft ganz fehlerhaft wiedergegeben werden und daher die tatsächlichen Verhältnisse verschieben. Meist wird dabei der Urheber neuer Anregungen ganz vergessen und statt seiner der Berichterstatter in zweiter oder dritter Linie genannt.

Verfasser ist sich selbstverständlich bewußt, keine lückenlose Arbeit geliefert zu haben; es kam ihm in erster Linie darauf an, ein kritisches Werk zum Nutzen der Allgemeinheit zu schaffen.

Berlin-Schöneberg, Juni 1920.

G. de Grahl.

## Vorwort zur 3. Auflage.

Habent sua fata libelli! Das gilt insbesondere von den technischen Werken, die sich die Förderung der Wärmewirtschaft zur Gesundung des deutschen Wirtschaftslebens als Ziel gesteckt haben. Deutschland ist eines Teiles seiner Kohlenvorkommen beraubt, das Ruhrgebiet von französischen Truppen besetzt, seine Geldwährung auf dem Nullpunkt angelangt. Die Geldknappheit hat die Kohlenknappheit überwuchert. Es mangelt an allem: an Rohstoffen, an Beschäftigung der Betriebe, an Exportmöglichkeit, so daß die Durchführung einer sparsamen Wärmewirtschaft sich immer schwieriger gestaltet. Angesichts dieser Zustände kamen Verleger und Autor zu der Erkenntnis, daß es besser sei, den logischen Aufbau der 2. Auflage bis auf einige Berichtigungen beizubehalten, dagegen durch Aufstocken des Gebäudes jenen Raum zu schaffen, der den veränderten sozialpolitischen Verhältnissen Rechnung tragen soll. In dem geschaffenen achten Kapitel wird der Leser über die Weiterentwicklung der Wärmewirtschaft die gewünschte Aufklärung finden, zumal Verfasser sich bemüht hat, dieser Ergänzung einen in sich geschlossenen Charakter zu geben. Durch Hinweis auf die in Klammern beigefügten Seitenzahlen und eine grundlegende Änderung des Inhaltverzeichnisses ist das Nachschlagen der behandelten Themata wesentlich erleichtert.

Verfasser erfüllt die angenehme Pflicht, den ihm hilfreich zur Seite gestandenen Direktoren Trenkler, Berlin-Steglitz, und A. Thau, Deuben, Bez. Halle, für ihre Anregungen und Ergänzungen zu danken, ohne die das Werk nicht die erzielte Abrundung erhalten hätte. Möge der 3. Auflage dieselbe Anerkennung wie der zweiten zuteil werden!

Berlin-Zehlendorf/West, Juni 1923.

G. de Grahl.

# Inhaltsverzeichnis.

Einleitung . . . . .		Seite 1
<b>Erstes Kapitel. Die Brennstoffe.</b>		
	Seite	Seite
I. Die festen Brennstoffe . . . . .	7	
1. Allgemeines . . . . .	7	
2. Einfluß der Kohlenerzeugung auf die Industrie . . . . .	10	
3. Brennstoffvorkommen einzelner Länder . . . . .	13	
4. Bergbauliches . . . . .	20	
5. Eigenschaften und Verwendung der natürlichen Brennstoffe . . . . .	22	
a) Steinkohle . . . . .	22	
b) Braunkohle . . . . .	27	
c) Torf . . . . .	29	
6. Destillationsrückstände . . . . .	31	
7. Preßformsteine . . . . .	37	
8. Sonstige minderwertige und Abfallstoffe . . . . .	42	
II. Die flüssigen Brennstoffe . . . . .	45	
1. Die Lage während des Krieges und nach dessen Beendigung . . . . .	45	
2. Vorkommen und Gewinnung . . . . .	46	
a) Erdöl und seine Destillate . . . . .	46	
b) Destillate der Steinkohle . . . . .	48	
c) Destillate der Braunkohle . . . . .	49	
d) Flüssige Brennstoffe tierischer und pflanzlicher Herkunft . . . . .	50	
3. Beschaffenheit und Verwendung . . . . .	51	
a) Erdöl und seine Destillate . . . . .	51	
b) Destillate der Steinkohle . . . . .	55	
c) Destillate der Braunkohle . . . . .	60	
d) Flüssige Brennstoffe tierischer und pflanzlicher Herkunft . . . . .	60	
e) Die halbflüssigen Brennstoffe (Kolloid-Brennstoffe) . . . . .	62	
III. Die gasförmigen Brennstoffe . . . . .	63	
Einteilung der technischen Gase . . . . .	63	
a) Naturgase . . . . .	64	
b) Reichgase . . . . .	67	
c) Schwachgase . . . . .	68	
d) Vollgase . . . . .	70	
e) Ölgase . . . . .	73	
f) Edelgase . . . . .	73	
IV. Vergleich der festen, gasförmigen und flüssigen Brennstoffe . . . . .	74	
1. Kennzeichnung des Verbrennungsvorganges . . . . .	74	
2. Abgrenzung für die Anwendung der Brennstoffe . . . . .	79	
3. Vorzüge der einzelnen Brennstoffarten . . . . .	80	
4. Einfluß auf den thermischen Wirkungsgrad . . . . .	81	
a) Umwandlung in mechanische Energie . . . . .	81	
b) Verbindung von Kraft- und Heizbetrieben . . . . .	83	
<b>Zweites Kapitel. Umwandlungs- und Veredelungsverfahren.</b>		
	Seite	Seite
I. Einleitung . . . . .	91	
Grundlagen . . . . .	91	
II. Aufbereitung der Brennstoffe . . . . .	93	
III. Trocknung der Brennstoffe . . . . .	94	
IV. Formgebung, Brikettierung . . . . .	102	
V. Schwelerei . . . . .	103	
1. Geschichtliches . . . . .	104	
2. Chemisch-technische Grundlagen . . . . .	105	
3. Schieferverschwelung . . . . .	108	
4. Braunkohlenschwelerei . . . . .	111	
5. Schwelerei hochwertiger Stoffe, Vakuumdestillation, Tieftemperaturdestillation . . . . .	113	
VI. Kokerei und Gasanstaltsbetrieb . . . . .	120	
1. Kokereitechnik . . . . .	120	
a) Allgemeine Entwicklung . . . . .	120	
b) Rohstoffe . . . . .	123	
c) Koksöfen für Beheizung mit eigenem Gas . . . . .	123	
d) Koksöfen für Heizung mit fremdem Gas (Schwachgas) . . . . .	132	

	Seite		Seite
2. Die Gasanstalten . . . . .	139	h) Abstichgeneratoren . . . . .	195
a) Allgemeine Entwicklung . . . . .	139	i) Generatoren für wasserreiche Brennstoffe . . . . .	198
b) Die Technik der Gaserzeugung der Gasanstalten . . . . .	142	k) Vergasung aschereicher Brennstoffe . . . . .	199
$\alpha$ ) Entwicklung der Ofenbauarten . . . . .	142	l) Vergasung feinkörniger Brennstoffe . . . . .	201
$\beta$ ) Die neuzeitlichen Gaserzeugungsöfen . . . . .	146	m) Gaserzeuger mit Gewinnung der Nebenerzeugnisse . . . . .	205
1. Die Kleinraumöfen . . . . .	146	n) Gaserzeuger mit Teergewinnung . . . . .	209
2. Die Großraumöfen . . . . .	152	o) Wassergas-Erzeuger . . . . .	212
c) Weitere Behandlung des Leuchtgases . . . . .	154	p) Herstellung von Doppelgas . . . . .	216
d) Verwendung des Leuchtgases . . . . .	156	3. Betriebskontrolle und wärmetechnische Überprüfung der Gaserzeugung . . . . .	221
VII. Vergasung . . . . .	159	VIII. Extraktion und Verflüssigung . . . . .	227
1. Die chemischen und physikalischen Grundlagen der Vergasung im Gaserzeuger . . . . .	159	IX. Gewinnung der Nebenerzeugnisse bei der Herstellung von Gasen . . . . .	230
a) Die Reaktionen des Kohlenstoffes mit Sauerstoff . . . . .	159	1. Die Nebenerzeugnisse der Kokereien und Gasanstalten . . . . .	230
b) Vergasung von Kohlenstoff durch freien Sauerstoff (Luft) . . . . .	159	Allgemeines . . . . .	230
c) Zersetzung des Wasserdampfes an glühendem Kohlenstoff . . . . .	162	2. Die Nebenerzeugnisse bei der Vergasung Allgemeines . . . . .	232
d) Vergasung von Kohlenstoff durch ein Gemisch von Luft und Wasserdampf . . . . .	166	3. Teergewinnung in Kokereien und Gasanstalten . . . . .	233
e) Methan im Generatorgas . . . . .	170	4. Benzolgewinnung . . . . .	234
f) Veränderung der Zusammensetzung des Generatorgases nach dem Verlassen der Brennstoffschicht . . . . .	170	5. Die Teerdestillation . . . . .	237
g) Vorgänge bei der Vergasung natürlicher gashaltiger Brennstoffe . . . . .	171	Teerdestillate . . . . .	239
h) Einfluß der physikalischen Beschaffenheit und des Aschengehaltes des Brennstoffes auf die Gasbildung . . . . .	172	6. Gewinnung und Aufarbeitung der Urteere . . . . .	242
i) Die Mittel zur Bewegung der Vergasungsluft und die Dampfbeschaffung . . . . .	174	7. Gewinnung des Ammoniaks aus dem Stickstoff der Kohle . . . . .	245
k) Die Zugrichtung im Gaserzeuger und die Einführung des frischen Brennstoffes . . . . .	175	a) Verhalten des Kohlenstickstoffs bei den Umwandlungsvorgängen . . . . .	245
l) Die Beschaffenheit des Gases an verschiedenen Stellen des Schachtquerschnittes . . . . .	176	b) Gewinnung und weitere Verarbeitung des Ammoniakwassers . . . . .	249
m) Die Ausnutzung der fühlbaren Wärme zur Erwärmung der Vergasungsluft sowie zur Dampferzeugung . . . . .	176	c) Unmittelbare Gewinnung von Ammonsulfat . . . . .	252
2. Gaserzeuger-Bauarten . . . . .	177	d) Ammonsulfatgewinnung unter Benutzung des Brennstoffschwefels . . . . .	255
a) Schacht- und Schrägrost-Generatoren . . . . .	177	X. Die Wirtschaftlichkeit der Gewinnung der Nebenerzeugnisse . . . . .	256
b) Drehrost-Gaserzeuger . . . . .	181	1. Die Stickstofffrage . . . . .	256
c) Gaserzeuger mit mechanischem Rührwerk . . . . .	185	a) Einleitung . . . . .	256
d) Beschickvorrichtungen . . . . .	186	b) Einfluß des Stickstoffs auf die Ernteerträge der Landwirtschaft . . . . .	257
e) Gaserzeuger für Kraftzwecke (Sauggasgeneratoren) . . . . .	187	c) Stickstoffquellen . . . . .	258
f) Sauggaserzeuger für teerabgebende Brennstoffe . . . . .	189	d) Welchem Düngemittel soll der Vorzug gegeben werden? . . . . .	259
g) Großraum oder Hochleistungsgaserzeuger . . . . .	194	e) Kohlenmenge zur Herstellung des gebundenen Stickstoffs . . . . .	260
		f) Leistung der Stickstoffwerke . . . . .	261
		2. Vergasung oder Verbrennung? . . . . .	261
		a) Einleitung . . . . .	261
		b) Vorteile der Gasfeuerung gegenüber der unmittelbaren Verbrennung von Rohbraunkohle . . . . .	263
		c) Transportverhältnisse . . . . .	264
		d) Ersparnisse bei der Gasfeuerung . . . . .	264
		e) Kohle-Äquivalent für Teer und Ammonsulfat . . . . .	267

**Drittes Kapitel. Verbrennung der Brennstoffe.**

	Seite		Seite
I. Vollkommene Verbrennung . . . . .	269	4. Kaminverlust . . . . .	281
II. Einfluß des Luftüberschusses auf den Gang der Verbrennung . . . . .	272	5. Verlust an unverbrannten Gasen . . . . .	281
III. Größe des Gasvolumens bei der Verbrennung eines Brennstoffes . . . . .	275	6. Verlust der Wärme, die der Kessel als Heizkörper abgibt . . . . .	283
IV. Ermittlung des Restgliedes in der Wärmebilanz . . . . .	279	7. Verlust des Wasserdampfes in den Gasen . . . . .	283
1. Geschichtliches . . . . .	279	8. Verlust durch Ruß . . . . .	283
2. Kontrolle der nutzbar gemachten Wärmemenge . . . . .	280	a) Kontrollversuch . . . . .	283
3. Der Verlust an Herdrückständen . . . . .	281	b) Rußbestimmung . . . . .	283
		9. Wärmebilanz . . . . .	284
		V. Mittel zur vollkommenen Verbrennung . . . . .	286

**Viertes Kapitel. Feuerungseinrichtungen.**

	Seite		Seite
I. Feuerungen für feste Brennstoffe . . . . .	292	a) Die Zentrifugal- oder Preßölzerstäuber . . . . .	309
1. Roste als Träger des Brennstoffes und Zuführer der Verbrennungsluft . . . . .	292	b) Dampf- und Luftstrahlzerstäuber . . . . .	310
2. Unterwindroste . . . . .	294	c) Brenner für Vergasung des Brennstoffes . . . . .	311
3. Schräg- und Treppenroste . . . . .	295	3. Ölfeuerungen der metallurgischen und keramischen Industrie . . . . .	311
4. Wanderroste . . . . .	296	4. Ölfeuerungen für Dampferzeugung . . . . .	317
5. Unterschubfeuerungen . . . . .	298	5. Die Brünlersche Unterwasserfeuerung . . . . .	319
6. Feuerungen für minderwertige Brennstoffe . . . . .	299	a) Welche Vorteile bietet die Unterwasserfeuerung für die wirtschaftliche Ausnutzung der Brennstoffe? . . . . .	320
a) Holzabfälle . . . . .	299	b) Anwendung der Unterwasserfeuerung in chemischen Fabriken . . . . .	323
b) Bagasse . . . . .	301	III. Feuerungen für gasförmige Brennstoffe . . . . .	324
c) Schilfpflanzen . . . . .	301	1. Hochofen-Gichtgas und Generatorgas . . . . .	324
d) Lohe . . . . .	301	2. Koksofengas . . . . .	332
e) Torf . . . . .	302	3. Industriegase . . . . .	333
f) Förderbraunkohle . . . . .	303	IV. Flammenlose Oberflächenverbrennung . . . . .	334
g) Schlamm- und Staubkohlen . . . . .	305		
h) Lokomotivlösche . . . . .	306		
i) Kokslösche und Koksasche . . . . .	307		
k) Müll . . . . .	307		
II. Feuerungen für flüssige Brennstoffe . . . . .	308		
1. Einleitung . . . . .	308		
2. Brenner . . . . .	309		

**Fünftes Kapitel. Kritik der Feuerungstechnik.**

	Seite		Seite
I. Wärmeübertragung von Heizgasen auf Wasser . . . . .	337	d) Dampfstrahlgebläse (unmittelbarer Saugzug) . . . . .	360
II. Dampfkesselbetrieb . . . . .	343	e) Mittelbarer Saugzug . . . . .	361
1. Einfluß der Heizflächengröße . . . . .	343	f) Vereinigung von Druck und Saugzug . . . . .	361
2. Wirtschaftlichkeit des Vorwärmers (Economisers) . . . . .	345	g) Vorteile des künstlichen Zuges gegenüber dem natürlichen Schornsteinzuge . . . . .	361
3. Temperaturverhältnisse in den Feuerungen . . . . .	349	8. Verluste durch Verschlacken der Roste . . . . .	363
4. Beeinflussung des Schornsteinzuges durch die Temperaturverhältnisse und Widerstände . . . . .	352	9. Verluste in den Herdrückständen und in der Flugasche . . . . .	364
5. Einfluß der Heizflächenverunreinigung . . . . .	354	10. Einmauerung der Kessel . . . . .	369
6. Einschränkung des Schornsteinverlustes . . . . .	356	11. Fundamentschäden . . . . .	372
7. Künstlicher Zug . . . . .	357	12. Steigerung der Dampfleistung . . . . .	373
a) Einleitung . . . . .	357	13. Maßnahmen zur Verbesserung der gesamten Dampfkraftanlage . . . . .	375
b) Druckzuganlagen (Unterwindfeuerungen) . . . . .	359	a) Allgemeines . . . . .	375
c) Blasrohr (Exhaustor) . . . . .	370	b) Verringerung der Widerstände in Dampfleitungen . . . . .	377

	Seite		Seite
c) Thermokompressor . . . . .	379	a) Einführung eines wirtschaftlichen Betriebes . . . . .	404
d) Wärmepumpe (Auto-Vapor) . . . . .	381	β) Wahl eines geeigneten Brennstoffes . . . . .	405
e) Kraftmaschine und Wärmespeicher . . . . .	382	a) Koks . . . . .	405
f) Abdampfspeicher für Kraftmaschinen . . . . .	384	b) Andere Brennstoffe . . . . .	411
III. Kohleneinkauf . . . . .	385	c) Ersparnisse bei der Fortleitung der Wärme . . . . .	415
1. Allgemeines . . . . .	385	d) Ersparnisse bei der Verwendung der Wärme . . . . .	419
2. Entnahme der Kohlenprobe . . . . .	386	e) Überschlägige Kosten verschiedener Heizungsverfahren . . . . .	420
3. Untersuchung der Brennstoffe . . . . .	388	2. Ofenheizung . . . . .	420
4. Wägung der Brennstoffe . . . . .	389	a) Allgemeines . . . . .	420
5. Selbstentzündung der Kohlen und ihre Verhütung . . . . .	389	b) Kritische Behandlung der verschiedenen Ofenarten . . . . .	420
IV. Betriebsüberwachung . . . . .	391	c) Richtlinien für Stubenöfen . . . . .	422
1. Allgemeines . . . . .	391	d) Richtlinien für sparsamen Brennstoffverbrauch . . . . .	423
2. Wassermessung . . . . .	393	3. Grudeheizung . . . . .	423
3. Dampfmessung . . . . .	393	4. Elektrische Raumheizung . . . . .	423
4. Messung von Über- und Unterdruck . . . . .	394	5. Die Wirtschaftlichkeit der Warmwasserbereitungs-Anlagen . . . . .	424
5. Temperaturmessungen . . . . .	394	a) Allgemeines . . . . .	424
6. Untersuchung von Heiz- und Generatorgasen . . . . .	395	b) Zusammenstellung von Versuchsergebnissen . . . . .	425
V. Koksverwertung in Industriefeuerungen . . . . .	398		
VI. Raumheizung und Warmwasserbereitung . . . . .	402		
1. Wirtschaftlichkeit der Zentralheizung . . . . .	402		
a) Allgemeines . . . . .	402		
b) Ersparnisse bei der Erzeugung der Wärme . . . . .	404		

## Sechstes Kapitel. Städtewirtschaft.

	Seite		Seite
I. Abwärmeverwertung . . . . .	432	b) Gas für gewerbliche und industrielle Zwecke . . . . .	443
1. Allgemeines . . . . .	432	c) Pumpenbetrieb mit städtischem Gas . . . . .	443
2. Bewährung von Fernheizwerken . . . . .	432	III. Ferngasversorgung . . . . .	443
3. Wärmebedarf an Heizung und Warmwasser . . . . .	433	1. Allgemeines über Gasversorgung . . . . .	443
4. Aufstellung eines Turbogenerators als Beispiel für eine Abwärmeverwertung . . . . .	433	2. Einfluß der Gasbeschaffenheit auf die Wirtschaftlichkeit der Ferngasleitung . . . . .	449
5. Hilfsdampfmaschinen mit Abwärmeverwertung . . . . .	434	a) Einfluß von Fördermenge, Rohrdurchmesser, Druckgefälle und spez. Gewicht . . . . .	449
II. Die Gaswirtschaft . . . . .	435	b) Förderarbeit . . . . .	452
1. Die Herstellungskosten des Leuchtgases . . . . .	435	c) Wirtschaftlichste Rohrdurchmesser und Wandstärken . . . . .	452
2. Verhältnis der Zusatzbelastung zur Vollbelastung . . . . .	441	d) Kosten der Fernförderung . . . . .	452
a) Übernahme der winterlichen Raumheizung . . . . .	441	e) Kosten der Aufspeicherung und Verteilung des Gases . . . . .	454

## Siebentes Kapitel. Energiewirtschaft.

	Seite		Seite
I. Unwirtschaftlich arbeitende Betriebe . . . . .	457	3. Kraftwerk nahe Berlin mit Anschluß an den Wasserweg (1918) . . . . .	468
II. Privatwirtschaftliche Betriebe . . . . .	458	4. Kritische Schlußbetrachtungen . . . . .	470
III. Soziale Maßnahmen bei der Energiewirtschaft im großen . . . . .	463	IV. Ausnutzung der Wasser- und Windkraft . . . . .	471
1. Allgemeine Betrachtungen . . . . .	463	V. Aufspeicherung von Überschußenergie . . . . .	473
2. Kraftwerke mit Nebenprodukten-Gewinnung für eine oberschlesische Grube (1915) . . . . .	466	VI. Verwendungsmöglichkeit elektrischer Energie für Heiz- und Kochzwecke . . . . .	475
		VII. Elektrisierung der Staatsbahnen . . . . .	477

Achstes Kapitel. **Ergänzende Betrachtungen zur neuzeitlichen Brennstoffwirtschaft.**

	Seite		Seite
I. Kohlenwirtschaftsgesetz und Selbstverwaltung . . . . .	479	c) Trockenpreßsteine . . . . .	528
II. Politische Einflüsse auf Kohlenförderung und -preise . . . . .	482	1. Allgemeine Betrachtungen . . . . .	528
III. Steinkohlenwirtschaft . . . . .	489	2. Wirtschaftliche Maßnahmen bei der Dampftrocknung . . . . .	530
1. Betriebsfragen . . . . .	489	3. Betriebsüberwachung . . . . .	532
a) Auswirkungen der Aufbereitung . . . . .	489	4. Brüdenabwärmeverwertung . . . . .	533
b) Anforderungen an Hochofen- und Gießereikoks . . . . .	491	d) Feuer Trocknung der Rohbraunkohle . . . . .	546
c) Trockene Kokskühlung mit Verwertung der Koksglut . . . . .	493	e) Vergasung der Rohbraunkohle . . . . .	547
d) Teerdestillation . . . . .	495	2. Umstellung auf Braunkohlenfeuerung . . . . .	553
2. Destillation der Steinkohle bei Tieftemperatur . . . . .	496	3. Großkraftwerke in Braunkohlenrevieren . . . . .	554
a) Einleitung . . . . .	496	V. Brennstaubfeuerung . . . . .	558
b) Geneigter Schmelzofen von Fellner & Ziegler . . . . .	496	1. Anwendungsgebiet . . . . .	558
c) Drehretorte nach Goodwin . . . . .	504	2. Vermahlung der Brennstoffe . . . . .	562
d) Schmelzretorte von Beilby . . . . .	505	3. Brenner und Feuerungskammer . . . . .	565
e) Verkokungsverfahren von Sutcliffe und Evans . . . . .	506	4. Explosionsgefahr . . . . .	567
f) Verfahren von Nielsen . . . . .	506	VI. Kritik der Feuerungstechnik . . . . .	568
g) Karbokohle-Verfahren . . . . .	509	1. Berechnung eines Steilrohrkessels . . . . .	568
h) Rück- und Ausblick . . . . .	510	2. Nutzen der Wärmespeicher . . . . .	574
3. Vergasung backender Steinkohle . . . . .	510	3. Wärmewirtschaft und Finanzlage . . . . .	578
4. Volkswirtschaftliche Fragen . . . . .	515	4. Ausnutzung der Abwärme . . . . .	581
a) Einfluß der Gütertarife auf die Preisgestaltung . . . . .	515	a) bei Dampfkesseln u. Lokomotiven . . . . .	581
b) Verwendung von Industriegasen . . . . .	516	b) Wärmepumpe . . . . .	584
1. Kokereigas . . . . .	516	c) bei Industrieöfen . . . . .	586
2. Methangas . . . . .	517	d) bei Generatoren . . . . .	589
3. Azetylgas . . . . .	517	e) bei Dampf- und Verbrennungsmaschinen . . . . .	592
c) Verwendung flüssiger Brennstoffe für die Handelsmarine . . . . .	518	5. Verringerung des Strahlungsverlustes . . . . .	594
IV. Braunkohlenwirtschaft . . . . .	526	a) Allgemeines . . . . .	594
1. Veredlung der Braunkohle . . . . .	526	b) bei Warmwasserbereitungsanlagen . . . . .	596
a) Einleitung . . . . .	526	6. Brennbares in den Herdrückständen . . . . .	599
b) Naßpreßsteine . . . . .	527	7. Aufbereitung der Herdrückstände . . . . .	600
Namenverzeichnis . . . . .	637	a) Nasse Verfahren . . . . .	601
Sachverzeichnis . . . . .	642	b) Magnetisches Verfahren . . . . .	601
		VII. Wärmewirtschaft im Bauwesen . . . . .	601
		a) Anordnung von Zentralheizungsanlagen . . . . .	617
		b) Einbauten in Heizkesseln . . . . .	620
		c) Zur Frage der Zimmerheizung . . . . .	629
		d) Wärmewirtschaft im Haushalt . . . . .	631



## Einleitung.

Als die erste Auflage des Werkes im Oktober 1915 herauskam, hieß es auf S. 2 der Einleitung:

„Die rasch ansteigende Förderung unserer Brennstoffe kann aber auf die Dauer nicht anhalten, sondern muß schließlich infolge der zunehmenden Abbau- und Förderungsschwierigkeiten eine Abnahme erfahren. Dazu drohen die von Jahr zu Jahr steigenden Löhne, die kürzeren Arbeitszeiten und noch andere Umstände, den Preis der Kohlen in die Höhe zu treiben und damit alle Lebensbedingungen zu erschweren.“

Und heute? — Wärme fehlt zum Schutz gegen Kälte, zur Bereitung von Speisen und Herstellung der notwendigsten Gebrauchsgegenstände; Licht zur Erhöhung der Behaglichkeit und zur Verlängerung der Arbeitsmöglichkeit. Alle Sorgen, die auf uns lasten, vereinigen sich in der Kohlenfrage wie in einem Brennspiegel.

Die schweren Waffenstillstands-Bedingungen haben einen Einschnitt in die Lebensader des deutschen Volkes getan, an dessen Folgen es schwer darniederliegt. Kohle bedeutet Lebensenergie, und solange diese nicht wieder voll zur Entwicklung gelangt, werden einzelne Organe des geschwächten deutschen Volkes absterben müssen. Die Nerven sind erschlaft, die technischen Anlagen abgewirtschaftet, die Leistungen zurückgegangen. Wäre der unglückliche Krieg nicht gekommen, hätten wir, wie durch die oberste Linie der Abb. 1 dargestellt, eine weitere erfreuliche Steigerung in der Kohlenförderung von Jahr zu Jahr annehmen können, was uns durch Ersatz der teuren und unzuverlässigen Handarbeit durch maschinelle Einrichtungen gelungen wäre. Statt der 1920 zu erwarten gewesen 220 Mill. t Steinkohlen müssen wir verschiedene Abstriche für verminderte Arbeitsleistung, für Verluste an Kohlenvorkommen und abzuliefernde Kohlenmengen vornehmen, so daß, falls auch Oberschlesien fortfallen sollte, etwa nur 85 Mill. t dem restlichen Deutschland verbleiben. Zieht man den Verbrauch der für uns verlorenen Gebiete einschließlich Oberschlesiens ab, so dürften wir immerhin mit einem erheblichen Ausfall an Kohlen, etwa einem Drittel, zu rechnen haben. Zur Deckung dieses Drittels gibt es nur zwei Möglichkeiten: Vermehrte Förderung und geistige Arbeit. Das erste Mittel dürfte trotz guten Zuredens auf die Dauer versagen, und eine Vermehrung der Belegschaften bedingt erst eine Vermehrung der Wohnstätten und diese wiederum die Beschaffung von Baustoffen, zu deren Herstellung immer wieder die Kohle fehlt.

Die großen Anforderungen des Krieges haben die Balken und Strebpfeiler des Nervensystems über die zulässige Belastung beansprucht und den Zusammenbruch herbeigeführt. Der durch lange körperliche und seelische Anstrengungen erschöpfte, neurotisch erkrankte Mann<sup>1)</sup> suchte für vermeintlich erlittene Kränkungen und Zurechtweisungen, denen er sich unter dem Zwange der Dis-

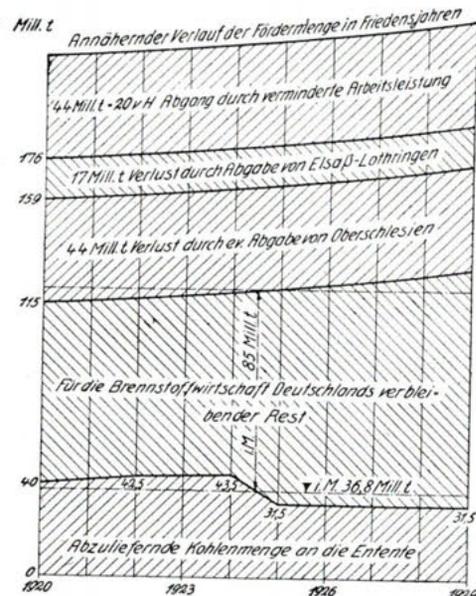


Abb. 1. Voraussichtliche Fördermengen und deren Verbleib für Deutschland.

<sup>1)</sup> Vgl. Dr. Simmel „Psychoanalyse der Massen“.

ziplin während des Krieges nicht erwehren konnte, eine Entspannung. Seinen falschen Vorstellungsverknüpfungen gewährte der wirtschaftliche Organismus einen Tummelplatz für seine unsinnigen Forderungen, seine Arbeitscheu und Streiklust. Ihm waren geordnete Fabrikverhältnisse mit Akkordsystem, Meistern und Kolonnenführern, die die Arbeitsleistung fördern, unangenehm; er wollte keine Ausnahmestellungen, kein Prämien-, kein Klassensystem. Dagegen versprach er sich von der Sozialisierung der Betriebe die erhoffte Entschädigung für lang ertragene Zurücksetzung. Ein Blick in die Werkstätten zeigte noch bis vor kurzem ein gegen früher vollständig verändertes Bild: Die Arbeiter standen herum oder politisierten; ihre Entschädigung entsprach mehr Anwesenheitsgeldern als Lohn für geleistete Arbeit; überall fehlt das Pflichtbewußtsein; alles spricht nur von Rechten, aber von Pflichten gegen den Staat oder den Unternehmer will niemand etwas wissen.

Die schweren Waffenstillstands-Bedingungen haben zur Ablieferung einer großen Anzahl betriebs-tüchtiger Lokomotiven und Wagen geführt. Was uns an gesunden Lokomotiven übrig blieb, reichte zur Deckung des Transportes nicht aus, und die Reparatur der schadhafte Maschinen wollte nicht vorwärts schreiten. Während wir vor dem Kriege über 17600 betriebsfähige Lokomotiven besaßen, erreichten wir die Zahl von 13000 schon lange nicht mehr. Die trostlose Lage unseres Eisenbahnbetriebs geht wohl am besten aus folgenden Zahlen hervor<sup>1)</sup>. Es wurden arbeitstäglich befördert

im Dezember	1913	rd.	189000	Wagen
„	„	1917	„	141000
„	„	1918	„	99000

Im besonderen ist es aber auch die Kohlennot, welche die Eisenbahnen an der Besserung der Betriebslage hindert und den Betrieb so außerordentlich dickflüssig macht. Innerhalb einer Eisenbahndirektion blieben an einem einzigen Tage 154 Züge auf den Strecken wegen Dampf mangels liegen. Unsere Lokomotiven sind auf die Verwendung guter Kohlen angewiesen. 30% sind aber Bergmittel, die unverbrannt auf dem Rost liegen bleiben und das Feuer vorzeitig verschlacken. Nicht nur die Lokomotivkohle ist schlecht, sondern auch die für die Industrie (vgl. Seite 78). So kommt es, daß wir täglich 4000 Wagen Steine und sonstige Bergmittel auf der Eisenbahn befördern müssen. Welche gewaltigen Leistungen sind hierzu, und zwar gänzlich unnötig aufzuwenden, die zudem doch

gleichfalls wieder Kohlen kosten! Bei unserem heutigen sehr schlechten Wagenumlauf werden dafür 30 bis 40000 Wagen vorgehalten werden müssen.

Während im Frieden unsere Eisenbahnen den größten Überschuß abwarfen, sind jetzt die Unterbilanzen zu fast gleicher Höhe angewachsen. Die Folge davon war nicht nur eine Verteuerung des Personenverkehrs sondern auch eine Erhöhung der Frachtsätze, die gegenwärtig noch nicht ihren Abschluß erreicht haben dürfte (Abb. 2).

Solche Feststellungen sind für die Gestaltung des vorliegenden Werkes aber von grundlegender Bedeutung gewesen.

Die geistige Arbeit erscheint als das wirksamste und sicherste Mittel für den Wiederaufbau unseres gesamten Wirtschaftslebens.

Die Erkenntnis, zu sparen, ist überall durchge-

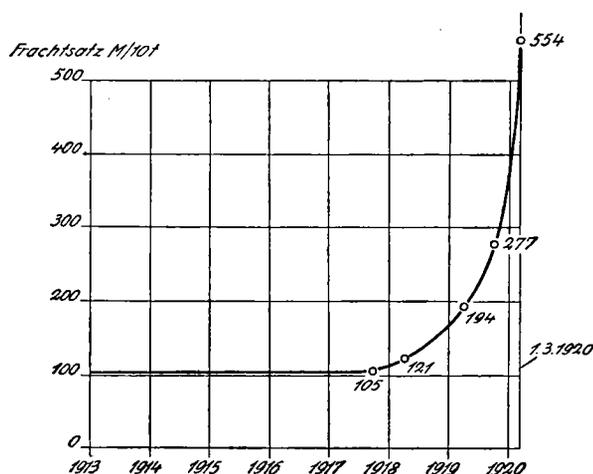


Abb. 2. Höhe der Frachtsätze im Verlaufe der letzten Jahre.

drungen. Landeskohlenstellen, Wärmestellen, Gesellschaften und Dampfkessel-Überwachungs-Vereine stehen miteinander in Wettbewerb. Sonderausschüsse und Wirtschaftsabteilungen sind wachgerufen, um gegen die Kohlenverschwendung Sturm zu laufen. Aber um wirtschaftlicher zu arbeiten, ist zuerst die Bedingung einer bestimmten Brennstoffsorte vorzusetzen. Ein jeder Kesselbesitzer bezog vor dem Kriege die für seinen Betrieb geeignetste Kohle, mit der er den billigsten Dampf erzeugte. Der Krieg und die damit einsetzende Kohlenknappheit hat all diese Fürsorge zunichte gemacht. Man muß zufrieden sein, wenn man überhaupt Kohlen bekommt. Roste, die der Eigenart eines bestimmten Brennstoffes angepaßt waren, eignen sich natürlich nicht für alle Kohlenarten.

<sup>1)</sup> Ministerialrat Hammer, aus der Diskussion zum Vortrag des Verf. „Kohlenkrise u. Transportfrage“.

Der Wirkungsgrad der Kessel geht herunter, und damit wächst der Mehrverbrauch. Die Gaswerke erhielten zeitweise Kohlen, die sich gar nicht für die Herstellung des Gases eignen. Während die Friedenskohle je nach dem Bezugsort 6, 9 oder höchstens 12% Asche aufwies, kamen Aschengehalte bis zu 30% vor. Der daraus hergestellte Koks enthielt dann 40% davon und beglückte die Besitzer von Zentralheizkesseln, denen die Koksmenge obendrein noch zu Lasten der Mieter beschnitten wurde.

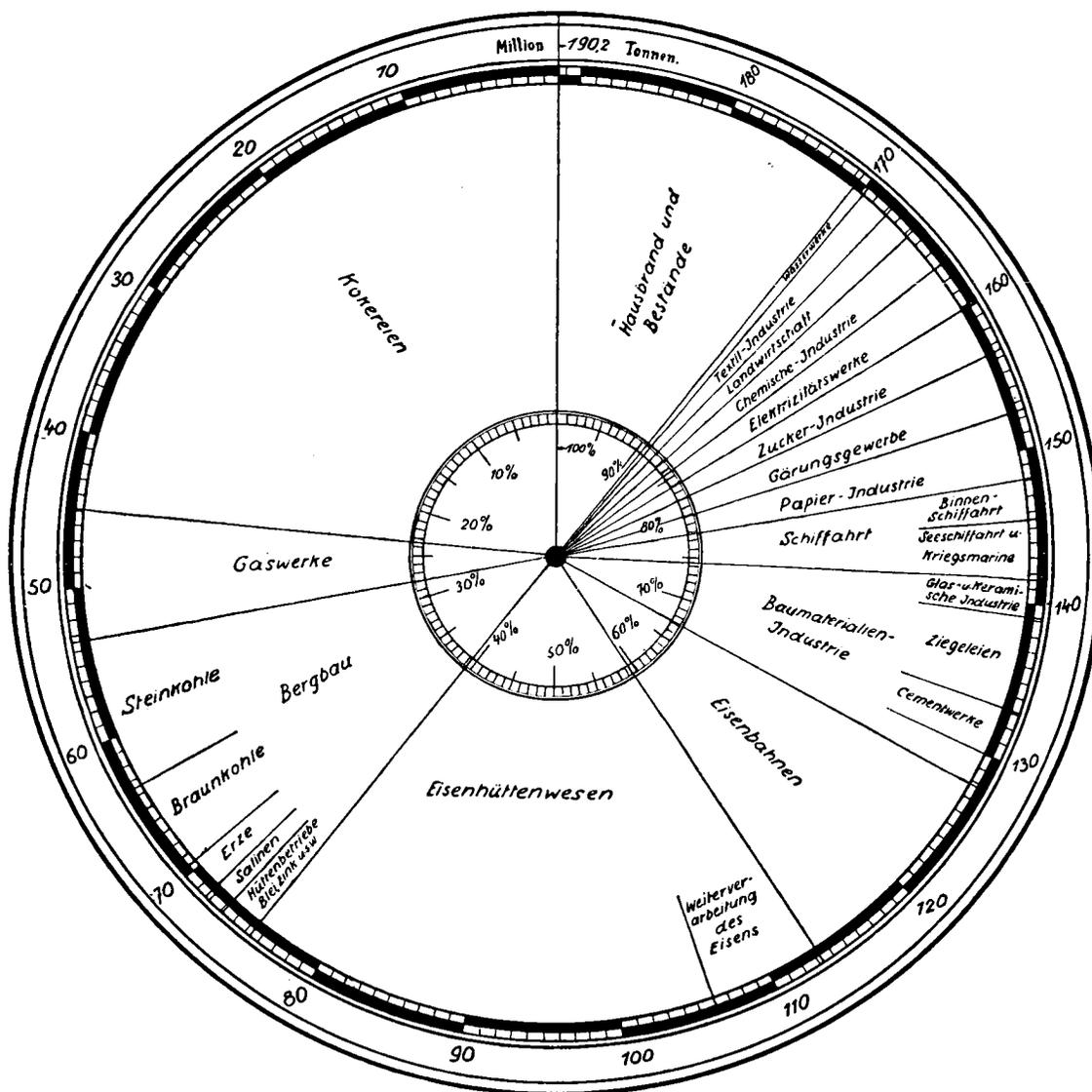


Abb. 3. Anteil der einzelnen Industriezweige an den 1913 geförderten Kohlenmengen.

Die arme Hausfrau erhielt ein Gas, das durch die Wassergas-Pantscherei an sich schon eine Verschlechterung um 25% erfuhr. Wer will hier noch sparen? Mit Zwang läßt sich nichts erreichen, und mit der dauernden Erhöhung der Kohlenpreise steigen nur Löhne und Ausgaben für die Lebenshaltung. Wir haben erfahren, daß Gassperre, Preiserhöhungen, Verschlechterung des Heizwertes, Strafgeder für Mehrverbrauch kein Hindernis waren, den Gasverbrauch zu erhöhen.

Andererseits liegt aber ein Fehlbetrag an Brennstoffen vor, der in irgendeiner Weise verteilt werden muß. Ein Blick auf die Abb. 3<sup>1)</sup> zeigt den Anteil der einzelnen Industriezweige an den 1913 geförderten

<sup>1)</sup> Verf. verdankt diese Darstellung der Techn. Zentrale f. Koksverwertung, Berlin. Die Hauptschwierigkeiten dieser Feststellung bestehen in der Unmöglichkeit, die Kunden bis zum Verbraucher zu

Kohlenmengen. Der innere Teilkreis stellt den ungefähren Prozentsatz, der äußere die entsprechenden Steinkohlenmengen — Braunkohle auf Steinkohle umgerechnet — in Mill. t dar. Wem soll der Fehlbetrag an Brennstoff in Abzug gebracht werden? Eine gleichmäßige Verteilung ist nicht möglich. Die lebenswichtigen Betriebe müssen bevorzugt werden. Aber was ist lebenswichtig? Die rheinisch-westfälische Industrie beliefert z. B. zum großen Teil den Kohlenbergbau und empfängt den Strom von den Elektrizitätswerken. Die Kohlenförderung leidet, wenn die Hilfsbetriebe eingeschränkt werden. Die Zementfabriken liefern den Zechen den Baustoff für die erforderlichen Ergänzungs- und Ausbesserungsarbeiten, die chemische Industrie den Kokereien Schwefelsäure zur Erzeugung der Nebenstoffe. Ein Glied greift hier ins andere. Ebenso störend würde eine Einschränkung der Sodarzeugung wirken, von der rund 40000 Industrieunternehmen mit 6 Mill. Arbeitern und Angestellten abhängen

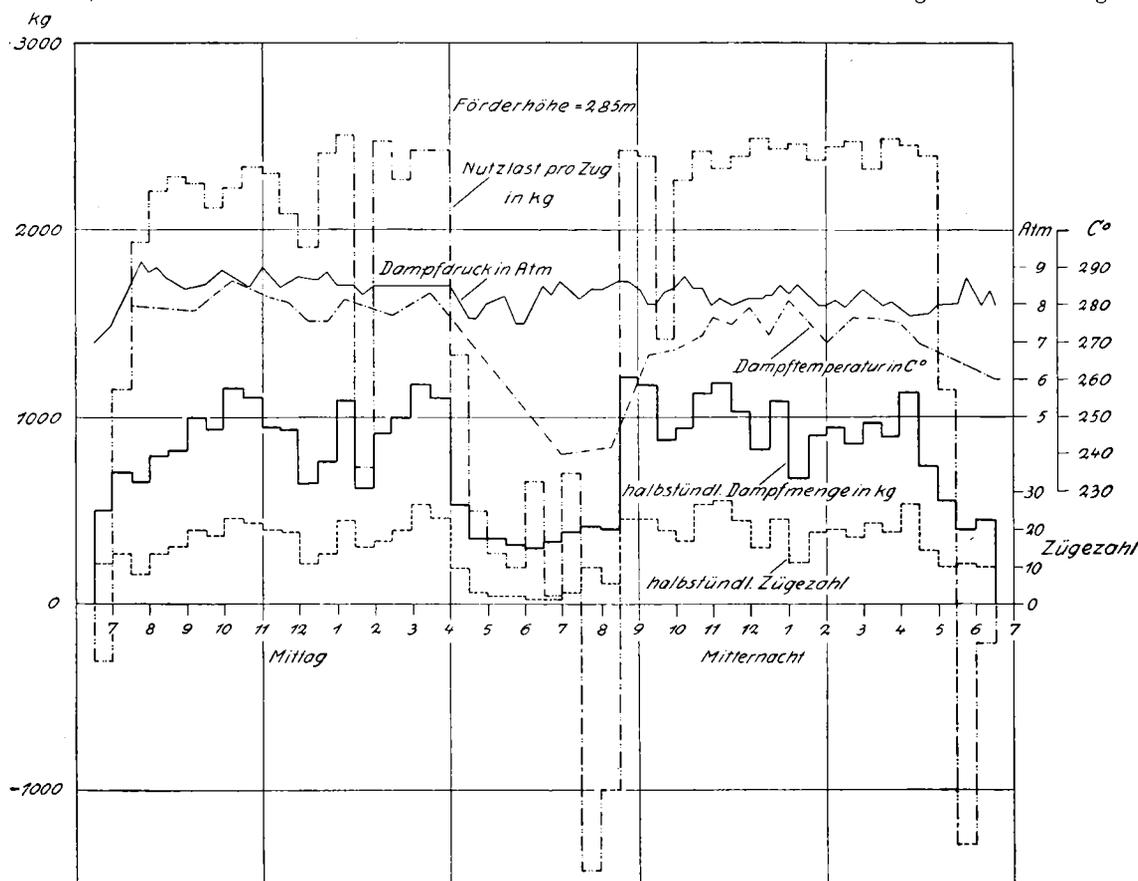


Abb. 4. Schwankender Betrieb einer Fördermaschine.

und in Mitleidenschaft gezogen würden. Sodamangel im Dampfkesselbetriebe bedingt wegen Kesselsteinbildung sogar Mehrverbrauch an Kohle. Dagegen kann das Eindampfen der Sole auf den Salinen unterbleiben, da Speisesalz in jeder gewünschten Menge aus den zahlreichen Salzbergwerken mit geringem Aufwand an Kohle gefördert wird. Ebenso müßten die bzgl. des Kohlenbedarfes als unwirtschaftlich zu bezeichnende Stickstoffwerke (vgl. S. 260) allmählich auf eine andere Fabrikation umgestellt werden, damit die frei werdenden Kohlenmengen anderen wichtigen Betrieben zugewiesen werden können. Große Erfolge dürften Ersparnisse im Bergbau zeitigen, dessen Selbstverbrauch weit über das notwendige Maß hinausgeht. Die Fördermaschinen arbeiten absatzweise, wobei die Anzahl der Züge und Nutzlasten außerordentlich schwankt. Ein Blick auf die graphische Darstellung (Abb. 4), die

verfolgen; der Großhandel verfügt über den Abruf ab Zeche, dann tritt der Zwischenhandel in Kraft, wobei die Kohle vielfach erst auf den Kohlenplatz wandert. Eine weitere Schwierigkeit bietet die Kontrolle des Selbstverbrauchs der Hüttenzechen, deren Kohlenmengen s. Z. nicht unter die Kontrolle des Syndikats fielen bzw. nicht abgabepflichtig waren. Endlich wird dem Statistiker nur selten Einblick in die Betriebsverhältnisse gewährt, so daß die angegebenen Werte keine absoluten sein können.

dem Betriebe entnommen ist<sup>1)</sup>, vergegenwärtigt die Verhältnisse und erklärt den hohen Dampfverbrauch (bis zu 40 kg/PS-Std.) für den Schacht. Durch Wahl neuzeitlicher Maschinen mit Seilausgleich und günstiger Kräfteverteilung mit kleineren Trommeldurchmessern und Gewichten kann das Anfahrmoment und der Dampfverbrauch für die Schacht-PS-Std. auf die Hälfte vermindert werden. Einführung von Abdampfverwertung zur Verbesserung der Verhältnisse ist an die Beschaffung von Abdampfturbinen und -Kompressoren usw. gebunden, die nicht von heute auf morgen geliefert werden können. Wo solche Einrichtungen vorhanden sind, mag man auf reichlich bemessene Zentralkondensation Gewicht legen, damit das Vakuum und damit der thermische Wirkungsgrad der Abdampfturbine nicht durch das absatzweise Arbeiten der Fördermaschinen zu sehr beeinträchtigt wird. Aber der Bergbau könnte auf andere Art ganz wesentlich zur Behebung der Kohlennot und der Transportschwierigkeiten beitragen, wenn er die Kohlen besser auslesen würde. Man könnte dann 10% der gestellten Wagen sparen, die jetzt teilweise dem Transport von Steinen dienen müssen, auf die ebenso wie für wirkliche Kohle die Kohlen- und Umsatzsteuer geworfen wird.

Da bei den Brikettfabriken die Kohlensteuer auf das Fertigfabrikat gelegt wird, haben die Braunkohlenbergwerke keinen Anlaß, die für die Brikette erforderlichen Rohkohlen zu sparen. Während einzelne hervorragende Gruben jede Gelegenheit benutzen, wirtschaftlich zu arbeiten, scheinen andere fast einen Freibrief auf Kohlenverschwendung zu besitzen.

Zahlentafel 1.

## Großhandelspreise für Ruhrkohle vom 1. 1. 1913 bis zum 1. 2. 1920 (in M/t).

Beginn der Geltung	Gas- und Flammkohle	Fettkohle	magere Kohle	Koks	Brikette
1. 1. 1913 . . .	6,75 bis 15,—	11,25 bis 14,50	6,25 bis 25,50	15,50 bis 23,—	11,— bis 14,25
1. 4. 1913 . . .	8,— „ 15,50	12,— „ 15,—	7,25 „ 26,—	16,50 „ 24,—	11,50 „ 15,—
1. 4. 1914 . . .	7,— „ 15,—	11,25 „ 14,50	6,25 „ 25,50	15,— „ 22,—	11,— „ 14,25
1. 4. 1915 . . .	9,— „ 17,50	13,— „ 17,50	7,50 „ 28,50	15,— „ 21,—	13,— „ 17,25
1. 9. 1915 . . .	10,— „ 18,50	14,25 „ 18,50	8,50 „ 29,50	16,50 „ 22,—	14,— „ 18,25
1. 4. 1916 . . .	10,— „ 18,50	14,25 „ 18,50	8,50 „ 29,50	18,— „ 23,50	14,50 „ 18,75
1. 1. 1917 . . .	12,— „ 20,50	16,25 „ 20,50	10,50 „ 31,50	21,— „ 26,50	17,75 „ 22,—
1. 5. 1917 . . .	14,— „ 22,50	18,25 „ 22,50	12,50 „ 33,50	24,— „ 29,50	20,25 „ 24,50
1. 9. 1917 . . .	14,— „ 22,50	18,25 „ 24,90	12,50 „ 33,50	28,80 „ 35,40	23,20 „ 28,—
1. 10. 1917 . . .	19,20 „ 29,40	24,30 „ 29,40	17,40 „ 42,60	32,40 „ 39,—	25,70 „ 30,50
1. 9. 1918 . . .	21,75 „ 31,95	26,85 „ 31,95	19,95 „ 45,15	36,— „ 43,20	28,25 „ 33,05
1. 1. 1919 . . .	36,20 „ 46,40	41,30 „ 46,40	34,40 „ 59,60	58,90 „ 64,90	43,95 „ 48,75
1. 5. 1919 . . .	56,20 „ 68,40	61,30 „ 68,40	54,40 „ 81,60	88,90 „ 100,90	67,45 „ 72,25
1. 6. 1919 . . .	56,20 „ 68,40	61,30 „ 68,40	54,40 „ 81,60	88,90 „ 100,90	69,90 „ 74,70
16. 6. 1919 . . .	62,30 „ 75,10	67,40 „ 75,10	60,50 „ 88,30	97,40 „ 111,10	74,80 „ 79,60
1. 7. 1919 . . .	—	—	—	—	76,55 „ 81,35
1. 8. 1919 . . .	—	—	—	—	79,45 „ 84,25
1. 10. 1919 . . .	72,80 „ 85,60	77,90 „ 85,60	71,— „ 98,80	113,15 „ 126,85	93,95 „ 98,75
1. 12. 1919 . . .	81,80 „ 97,—	86,90 „ 97,—	80,— „ 110,20	126,65 „ 145,35	104,95 „ 109,75
1. 1. 1920 . . .	101,80 „ 119,50	106,90 „ 119,50	100,— „ 132,70	155,— „ 178,40	147,10 „ 151,90
1. 2. 1920 . . .	143,60 „ 180,90	149,70 „ 180,90	139,80 „ 226,20	216,30 „ 261,30	218,20 „ 223,—

Die Großhandelspreise für Ruhrkohle sind seit dem 1. Januar 1913 bis zum 1. Februar 1920, wie Zahlentafel 1 veranschaulicht<sup>2)</sup>, ungefähr auf das Zwanzigfache gestiegen. Was das für unser gesamtes Wirtschaftsleben bedeutet, möge an einem Beispiel erörtert werden. Eine neuzeitliche Güterzugmaschine erfordert nach den Mitteilungen der „Hanomag“ für die Erzeugung des Eisens, den Transport der Rohstoffe, deren Weiterverarbeitung und Verladung 305 t Kohle. Nehmen wir hierfür den Preis im Jahre 1913 zu nur 12 M/t an, so würden die Ausgaben allein für Kohle zur Herstellung einer Lokomotive eine Steigerung von 3600 M auf 73000 M erfahren. Wegen der unausbleiblichen nachfolgenden Steigerung von Löhnen<sup>3)</sup>, Rohstoffen und Frachten verteuert sich jede Maschinen-Einheit, so auch die Lokomotive, erfahrungsgemäß um den Wertmesser der Kohle; das ist das Zwanzigfache, d. h. eine Güterzug-Lokomotive wird demnächst annähernd 1,5 Mill. M Herstellungskosten ver-

<sup>1)</sup> Dampfkessel-Überwachungs-Verein Kattowitz.

<sup>2)</sup> Diese hervorragende Zusammenstellung stammt von Dr. Alfred Schmidt-Essen, „Wirtschaftsdienst“, Hamburg, 27. Febr. 1920.

<sup>3)</sup> In Industriekreisen trugen sich 1919 schon die Arbeiter mit dem Gedanken, den zehnfachen Betrag des Friedenslohnes zu verlangen.

ursachen. Mit dem Steigen der Anschaffungswerte müssen die Fahrpreise dauernd erhöht werden, um dem Reiche entsprechende Einnahmen zu sichern. Verfehlte Spekulation! Der Mehrpreis wird durch Abwanderung aus den höheren in die unteren Fahrklassen ausgeglichen oder gar der Reiseverkehr, das wichtigste Werkzeug für den Wiederaufbau unseres Wirtschaftslebens, eingeschränkt. Unbezahlbare Brennstoffe andererseits oder gar Brennstoffnot müssen weiter zur Abholzung von Wäldern oder Hainen führen und damit dem Volke die einzigen Erholungsstätten zur Gesundung und Stärkung der Nerven rauben.

Um allen Anforderungen möglichst gerecht zu werden, überall Anregungen zu neuen Studien zu geben und neue Bahnen zur Verwertung der Brennstoffe zu zeichnen, sind die spärlichen Angaben über die Förderung der verschiedenen Brennstoffarten der Kriegsjahre in allen Ländern zusammengestellt und ihre Verwendung auf allen Gebieten der Technik vor Augen geführt. Unter ihnen finden wir auch mit Rücksicht auf die Notlage des Reiches eine ausführliche Behandlung der sog. minderwertigen Brennstoffe, die bisher verächtlich auf die Halden geworfen, zur Planierung von Wegen verwandt wurden oder noch im Schoße der Mutter Erde ruhen. Es wird gezeigt werden, in welcher Weise wir diese latente Energie kinetisch gestalten können, d. h. welche Rohstoffe zur Erzielung höchster Nutzeffekte — feinkörnig, aschenreich, wasserreich — verbrannt, vergast, brikettiert werden müssen. Wir werden zu diesem Zwecke eingehender als bisher die Rostverhältnisse, die physikalischen und chemischen Umwandlungsverfahren der Schwelerei und Gaserei (Generatoren) kennenlernen. Wir werden eine Kritik über die Gaserzeugung der Gaserei im Gegensatz zu jener der Kokerei und Schwelerei bringen und gewisse Zukunftsleitsätze aufstellen, die Extraktion und Verflüssigung der Brennstoffe besprechen und auf die Schmierölgewinnung näher eingehen, da unsere schlechte Valuta uns den Luxus nicht mehr gestattet, diese Stoffe sowie die Leucht- und Treibmittel aus dem Ausland zu beziehen. Einen breiten Raum nehmen die Abhandlungen über die Raumheizung, die Stickstofffrage, die Frage der Vergasung oder Verbrennung und über den Kraftbetrieb mit und ohne Gewinnung der Nebenerzeugnisse ein. Bei den gasförmigen Brennstoffarten haben wir uns der Fernleitung von Reich- und Schwachgasen gewidmet und dabei gezeigt, welchen Schwierigkeiten die Förderung der gasförmigen Brennstoffenergie in der heutigen Zeit begegnet. Bei der Behandlung der Gaswirtschaft in Großstädten werden wir uns auch mit der Frage der Verbilligung der Gaspreise und der Verwendung des Gases für Heizzwecke beschäftigen, um klärend zu wirken und den auf diesem wichtigen Gebiete abweichenden Ansichten zu begegnen. Nirgends rächt sich die Verallgemeinerung eines Verfahrens für alle Zwecke mehr als auf dem Gebiete der Feuerungstechnik, und nirgendwo sind mehr Mißerfolge als auf diesem Versuchsfelde zu verzeichnen.

---

## Erstes Kapitel. Die Brennstoffe.

### I. Die festen Brennstoffe.

#### 1. Allgemeines.

Jahrtausende der menschlichen Kulturentwicklung hindurch ist die wichtige Erzeugung von Wärme für häusliche und gewerbliche Zwecke fast ausschließlich an die Verwendung fester Brennstoffe gebunden gewesen, während man für Beleuchtungszwecke schon frühzeitig flüssige Stoffe, wie Öl, zu benutzen gelernt hat. Ein günstiges Verhältnis zwischen Vorrat und Bedarf machte die Frage einer „wirtschaftlichen Ausnutzung“ der Stoffe lange gegenstandslos: Die einfache Verbrennung des reichlich vorhandenen Holzes genügte im allgemeinen den vorhandenen Bedürfnissen<sup>1)</sup>. Wenn uns schon die ältesten Quellen der Überlieferung von einer verfeinerten Behandlung des Holzbrennstoffes in Meilern berichten, so war für dieses Verfahren im Grunde lediglich der Wunsch bestimmend, durch die Herstellung der Holzkohle einen reineren Brennstoff und damit eine reinere Flamme und höhere Temperaturen zu erreichen, wie man sie zur Gewinnung und Verarbeitung der Metalle nötig hatte. Die Abnahme der Wälder und der damit steigende Preis des Holzes zusammen mit dem zunehmenden Brennstoffbedarf führten schon in den Zeiten, die wir gewöhnlich als „Mittelalter“ bezeichnen, zur Verwendung der billigeren Steinkohle, deren Eintritt in die Kulturgeschichte von der Sage umwoben ist. Man brachte der Steinkohle wegen der Beschaffenheit ihrer Abgase zunächst wenig Zutrauen entgegen. In seiner „Geschichte des Eisens“ berichtete L. Beck, daß die Londoner Bürger im 14. Jahrhundert ihre Behörde ersuchten, die Förderung eines „so schädlichen und ungesunden Brennstoffes“ zu verbieten. Erst vor etwas mehr als zwei Jahrhunderten brachte es die große Steigerung der Roheisenerzeugung mit sich, daß man der Steinkohle erhöhte Aufmerksamkeit zuwandte, da die Herstellung von Holzkohle dem Bedarf der Hochöfen nicht mehr genügte. In dieser Zeit begann der Siegeszug der Steinkohle, deren Stellung in der Entwicklung des vorigen Jahrhunderts durch das Wort: „Kohle und Eisen beherrschen die Welt“ treffend gekennzeichnet ist. Der Steinkohle verdanken wir den gewaltigen, raschen Aufschwung der neuzeitlichen Industrie, des Weltverkehrs und Welthandels, verdanken die großen, mit Kohlenfeldern gesegneten Industriestaaten im Grunde ihre wirtschaftliche und letzten Endes ihre politische Macht, und unser ganzes Kulturleben ist so innig mit dem Vorhandensein der Steinkohle verbunden, daß wir jetzt schon mit Bangen an die Zeiten denken, in denen ihr Vorrat durch den immer gewaltiger steigenden Verbrauch erschöpft sein wird.

Die Unentbehrlichkeit der Steinkohle beruht neben der Tatsache, daß sie allein in Mengen zu beschaffen ist, die dem heutigen Brennstoffbedarf aller Art genügen, neben ihrer Billigkeit und ihrem hohen Heizwert auch auf der Vielseitigkeit ihrer Verwertung. Wir schätzen sie nicht nur als festen Brennstoff in Form der geförderten Kohle, des Kokes und des Briketts, sondern der größere Teil unserer gasförmigen und auch der flüssigen Brennstoffe stammt von ihr, und die bei ihrer Verarbeitung gewonnenen Nebenstoffe sind für viele, dem eigentlichen Feuerungs- und Kraftbetrieb fernliegende Zweige unseres Wirtschaftslebens außerordentlich wertvoll geworden.

Wie hieraus zu ersehen ist, bewerten wir den Brennstoff nach seiner Heizwirkung, dem Heizwert. Der Heizwert wird in Wärmeeinheiten (WE) angegeben und entweder aus der chemischen

<sup>1)</sup> Allerdings war Griechenland schon im 3. Jahrhundert v. Chr., wie heute, vollständig entwaldet. In Italien trat dieselbe Entwaldung 500 Jahre später ein. (Dr. Th. Birt, „Zur Kulturgeschichte Roms“.)

Analyse nach der sog. Verbandsformel (vgl. S. 75) berechnet, oder besser durch Verbrennung in der Bombe bestimmt. Man unterscheidet den oberen und den unteren Heizwert, je nachdem man flüssiges oder dampfförmiges Wasser als Verbrennungserzeugnis berücksichtigt. Allgemein üblich rechnet man mit dem unteren Heizwert, und es finden sich nur vereinzelt Angaben des oberen Heizwertes, weil man diesen bei der Verbrennung in der Bombe (vgl. S. 388) unmittelbar feststellt und dann die Umrechnung auf den unteren Heizwert spart. Von wesentlichem Einfluß ist der Unterschied bei sehr wasserreichen Brennstoffen und solchen, die einen hohen Wasserstoffgehalt aufweisen. Auch bei flüssigen und gasförmigen Brennstoffen rechnet man meist nach unteren Heizwerten; eine Ausnahme machen vorzüglich die Gaswerke, die allgemein den oberen Heizwert angeben. Es wäre sehr angezeigt, durch Schaffung von Normen solche Ausnahmestellungen abzustellen, weil solche Abweichungen besonders bei weniger Eingeweihten leicht mißverständliche Auffassungen herbeiführen können.

Neben der Steinkohle spielt die Braunkohle bei weitem nicht eine ähnliche wichtige Rolle, obwohl ihre Bedeutung immer mehr im Steigen begriffen ist. Es gilt dies insbesondere für diejenigen Länder, welche wenig über Steinkohle verfügen oder deren Vorräte beschränkt sind. Die Braunkohle als jüngerer Brennstoff zeigt meist erheblich mehr Feuchtigkeit und ist daher für viele Zwecke nicht anwendbar; steigender Feuchtigkeitsgehalt macht sie immer minderwertiger und spielt besonders beim Transport eine wichtige Rolle; die wasserreichen minderen Sorten werden daher in ihrer rohen Form nur in der näheren Umgebung der Lagerstätten verbraucht. Durch mechanische Hilfsmittel, wie Herstellung von Naßpreßsteinen und Briketten (vgl. S. 102), wird dieser Nachteil jedoch fast ganz behoben, und daraus erklärt es sich auch, daß gerade das Brikett in den letzten 10 Jahren einen ungeahnten Siegeslauf angetreten hat. Für den Hausbrand ist das Brikett ein außerordentlich geschätzter Stoff; aber auch in der Industrie ist es wegen seiner leichten Vergasbarkeit sehr beliebt, und so hat es vermocht, selbst bis an die Fundstellen der Steinkohle vorzudringen und dort Fuß zu fassen. Im südlichen westfälischen Revier werden in den Hüttenwerken vorzugsweise Brikette verwendet; rheinische Brikette von Cöln wurden sogar bis nach Belgien versandt und erfreuten sich steigender Beliebtheit auf den Hüttenwerken und Glasfabriken, welche dicht neben den Steinkohlenzechen lagen.

Ähnliches gilt vom Torf. Im rohen Zustand ist er nie zu gebrauchen. In dem üblichen lufttrockenen Zustand mit etwa 30% Feuchtigkeit ist er jedoch mittelguter Braunkohle gleichwertig. Wenn die Gewinnung von Torf im großen Maßstab durchgeführt werden kann, worüber noch an anderer Stelle zu berichten sein wird, so dürfte Torf gleich wie die Braunkohle eine steigende Bedeutung erlangen. Besonders wenn es gelingen sollte, ein Torfbrikett mit guter Wirtschaftlichkeit herzustellen, so würde sich dies bemerkbar machen, denn für den Hausbrand läßt sich ein besserer und sauberer Brennstoff kaum denken. Das Torfbrikett gibt wegen seiner faserigen Struktur praktisch keinen Abrieb und hat den gleichen Heizwert wie Braunkohlenbrikette, also etwa 5000 WE.

Wir sehen so den Begriff der minderwertigen Brennstoffe je nach dem wirtschaftlichen und technischen Stand wechseln. Braunkohle und Torf sind zwar minderwertig im genauen Sinn des Wortes gegenüber der Steinkohle, sie können jedoch gemeinhin nicht als minder bezeichnet werden, wenigstens nicht in ihrer Gesamtheit. Sie durch Veredelungsprozesse hochwertiger zu machen, ist eben die Aufgabe des Wärmetechnikers.

Andererseits wird die Minderwertigkeit neben einem hohen Feuchtigkeitsgehalt auch durch hohen Aschengehalt und große Feinkörnigkeit gegeben. Wir können daher in der Hauptsache drei Gruppen minderwertiger Brennstoffe unterscheiden:

1. Brennstoffe mit über 25% Wasser,
2. Brennstoffe mit mehr als 15% Asche,
3. feinkörnige oder stark staubhaltige Brennstoffe.

Die Heranziehung dieser minderen Brennstoffe verdient im Hinblick auf die Schonung unserer wertvolleren Brennstoffe große Bedeutung. Außerdem ist z. B. bei der Torfgewinnung die Urbarmachung weiter Landstrecken für landwirtschaftliche Zwecke in bestimmten Gegenden unserer Heimat von besonderer Wichtigkeit. Solche Erwägungen haben schließlich auch dazu geführt, der Verwendung anderer minderwertiger Brennstoffe, wie der Kohlenabfälle, der Koksasche, des Mülls usw. erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden, die zu manchen in verschiedener Hinsicht wertvollen Ergebnissen geführt haben. Gemäß der Wichtigkeit der verschiedenen festen Brennstoffe für den neueren Feuerungs- und Kraftbetrieb werden wir uns im folgenden zunächst mit der Steinkohle, der Braunkohle und dem Torf zu beschäftigen haben, während das Holz für unsere Betrachtung nur insofern in Frage kommt, als Holzabfälle und einige andere vegetabilische Stoffe einen Teil der zum Schluß zu behandelnden „minderwertigen“ Brennstoffe bilden.

Es ist hier nicht unsere Aufgabe, näher auf die Entstehung der bezeichneten Brennstoffe einzugehen. Wir verdanken ihren Ursprung bekanntlich der langsamen Umwandlung von pflanzlichen Resten im Erdinnern. Die verschiedenen Gruppen der dabei entstandenen Gebilde weisen je nach den geologischen Zeitabschnitten, aus denen sie stammen, verschiedene Beschaffenheit in bezug auf Zusammensetzung, Heizwert usw. auf. Einen Überblick über diese Verhältnisse gewährt die folgende Zahlentafel 2<sup>1)</sup>.

Zahlentafel 2.  
Eigenschaften verschiedener Brennstoffe.

Brennstoff	geologisches Zeitalter	Zusammensetzung der reinen wasser- und aschefreien Substanz in % (Gewicht)			Heizwert der reinen brennbaren Substanz WE	Heizwert des Rohstoffes mit Wasser- u. Aschebestandteilen WE
		C	H	O		
Holz . . .	Alluvium	50	6	44	4500	lufttrocken 3600
Torf . . .	Alluvium Diluvium	60	6	34	6500	lufttrocken 3500—4500
Braunkohle	Tertiär	65—75	6	29—19	6500—7000	lufttrocken bis 5000
Steinkohle .	meist Karbon	75—90	6—4	19—6	7700—8600	6500—8400
Anthrazit .	Karbon Devon Silur	95	2	3	8500	7500—8000

Die Vorgänge der Kohlenbildung sind heute noch durchaus nicht erforscht. Von den verschiedensten Forschern sind zahlreiche Theorien hierüber aufgestellt worden, welche teilweise sehr beachtliche Erkenntnisse mit sich gebracht haben. Hierüber findet sich in dem bekannten Werk von Muck<sup>2)</sup> eine sehr übersichtliche und ausführliche Darstellung. Wenn wir das geologische Zeitalter der verschiedenen Brennstoffe betrachten, so könnte dies leicht dazu verführen, die älteren Brennstoffe als Umwandlungsprodukte jüngerer zu betrachten. Dies trifft jedoch nicht ohne weiteres zu. Zweifellos machen die Brennstoffe unter dem Einfluß des Gebirgsdruckes und der damit zusammenhängenden

Zahlentafel 3.  
Zusammensetzung verschiedener Brennstoffe.

Brennstoff	Zusammensetzung der trockenen Reinsubstanz				auf 100 Atome C kommen	
	C	H	N	O	H	O
Zellulose . . . . .	44,4	6,2	—	49,4	166,7	83,3
Eichenholz . . . . .	50,0	5,9	0,1	44,0	139,3	66,0
Fichtenholz . . . . .	50,4	6,1	—	43,5	142,9	64,9
Torf, junger . . . . .	49,9	6,5	1,2	42,4	156,1	63,8
» älterer . . . . .	63,9	6,5	1,7	27,9	120,8	32,9
Braunkohle, Lignit . . . . .	64,2	5,9	—	29,9	109,5	34,0
» böhmisch . . . . .	60,9	5,5	1,0	37,0	107,4	40,7
» mitteld. . . . .	56,9	4,4	0,6	37,7	90,7	49,7
» böhm. Glanz- . . . . .	75,6	5,4	0,7	18,3	85,3	18,2
» alp. Glanz- . . . . .	72,5	4,9	0,8	21,8	80,6	22,5
Steinkohle, Gask. v. Saar . . . . .	85,1	5,5	1,6	8,1	78,3	7,3
» » westf. . . . .	85,9	5,5	1,2	7,0	75,6	6,1
» mager v. Saar . . . . .	84,9	5,3	0,6	9,2	73,9	8,1
» » v. O.-S. . . . .	82,6	5,0	1,0	11,4	71,6	10,4
» Koks v. N.-S. . . . .	85,0	4,9	1,1	9,0	67,5	9,0
» » westf. . . . .	88,7	5,0	1,2	5,1	66,7	4,4
» Eßk. » . . . . .	91,4	4,6	1,0	3,1	59,1	2,5
Anthrazit v. Piesbg. . . . .	95,3	1,9	0,5	2,3	23,8	1,8

<sup>1)</sup> Aus Wedding, „Eisenhüttenwesen“, B. G. Teubner, Leipzig 1912.

<sup>2)</sup> „Chemie der Kohlen“, 2. Aufl., 1916.

Erwärmung Umwandlungen durch, die darauf hinausgehen, daß die älteren Brennstoffe durch eine langsame, aber fortdauernde Gasabgabe immer hochwertiger werden. Die Flora der verschiedenen geologischen Perioden war jedoch zweifellos sehr verschieden, so daß das Endergebnis dieser Umwandlungen je nach dem pflanzlichen Ausgangsstoff verschieden sein muß.

Den chemischen Zusammenhang dieser Vorgänge zeigt am besten die umstehende Zahlentafel 3, die auch für spätere Erörterungen noch benutzt werden wird. Insbesondere maßgebend für die Beurteilung ist das Atomverhältnis C:H, nach ihm ist die Tabelle fallend angeordnet.

## 2. Einfluß der Kohlenerzeugung auf die Industrie.

Nach einem alten Gesetz „wandert das Erz zur Kohle“, d. h. nicht das Vorhandensein von Erzfeldern ist für die Entstehung einer Eisenindustrie maßgebend, sondern diese entwickelt sich vorwiegend dort, wo die Kohlen aus dem Boden gewonnen werden. Erst in neuester Zeit, da die früheren hochhaltigen Erze seltener geworden sind und es, um an Fracht zu sparen, wirtschaftlicher sein kann, den leichten Koks zu den schweren, weil mit mehr Gangarten als früher belasteten Erzen zu schaffen, als umgekehrt das Erz zum Koks, hat sich die Abwanderung der Eisenindustrie von der „Kohle zum Erz“ gezeigt, wie z. B. in dem zunehmenden Bau großer Hochofenwerke in Lothringen und Luxemburg durch rheinisch-westfälische Hüttengesellschaften sowie in dem stetigen Vordringen der amerikanischen Hütten von den Kohlenfeldern Pennsylvaniens nach Norden zu den Erzfeldern der großen Seen. Nach wie vor ist aber der Bestand einer bedeutenden Eisenindustrie durch die Möglichkeit einer wirtschaftlich einwandfreien Beschaffung der Steinkohle bedingt. Damit hängt es zusammen, daß die drei Staaten, deren Roheisenerzeugung am kräftigsten entwickelt ist, auch die größten Kohlenländer der modernen Kulturwelt sind, nämlich Nordamerika, England und Deutschland, während der Mangel an Kohlen in dem reichen Erzland Skandinavien bisher keine gleichbedeutende Eisenindustrie hat hochkommen lassen.

Der gewaltige Anteil, den die drei bezeichneten Staaten an der Gesamtkohlengewinnung der Welt haben, geht aus der untenstehenden Zahlentafel 4 hervor. Er betrug im Jahre 1912 zusammen 80,74%, wovon auf die Vereinigten Staaten rd. 38,94%, auf Großbritannien 21,25% und auf Deutschland 20,55% entfielen. Sämtliche anderen kohlenfördernden Länder stehen dahinter weit zurück. Die in der Tafel angegebenen Zahlen schließen für fast alle Länder neben der vorherrschenden Steinkohlengewinnung auch kleinere Mengen Braunkohlen ein. Nur für Deutschland und Österreich-Ungarn, wo der Anteil der Braunkohlen an der Gesamtförderung erheblich höher als anderswo ist, sind die Förderzahlen getrennt für beide Kohlenarten angegeben. In Österreich überwiegt danach die Braunkohlenförderung. Die Zahlentafel 4, deren Angaben sich über einen Zeitraum von 32 Jahren

Zahlentafel 4.  
Kohlengewinnung der Welt in Mill. t.

Länder	1888	1900	1905	1910	1913	1915	1916	1917	1918	1919
Vereinigte Staaten von Amerika	134,9	244,6	356,3	455,0	517,1	494,7	536,7	593,0	621,7	486,0 <sup>1</sup>
Südamerika (Chile und Venezuela)	—	—	—	—	1,3	1,2	1,4	1,6	1,8	—
Großbritannien	172,7	230,0	240,0	270,0	292,0	253,2	256,6	248,5	227,7	223,3
Deutschland:										
Steinkohle	65,4	108,4	121,3	152,8	191,5	146,7	157,4	165,1	160,2	116,5 <sup>1</sup>
Braunkohle	16,6	41,6	52,5	69,5	87,5	88,4	96,6	97,3	100,8	93,8
Österreich-Ungarn:										
Steinkohle	9,1	13,9	14,8	15,3	17,4	17,0	17,6 <sup>2</sup>	16,7 <sup>2</sup>	15,3 <sup>2</sup>	—
Braunkohle	14,7	25,7	28,5	32,9	36,2	30,0	23,2 <sup>2</sup>	21,6 <sup>2</sup>	21,0 <sup>2</sup>	—
Frankreich	22,6	33,3	36,3	38,4	40,9	19,5	21,3	28,9	26,3	21,9 <sup>3</sup>
Belgien	19,7	23,3	22,2	23,6	22,8	14,2	17,3	15,0	13,9	—
Rußland	5,2	16,6	18,4	24,0	30,7	27,5	30,8	27,3	—	—
Kanada	—	5,1	7,9	11,7	12,4	11,9	13,1	12,7	13,6	—
Afrika	—	0,9	3,9	6,0	8,5	8,3	10,1	10,0	10,0 <sup>4</sup>	—
Australien <sup>5</sup>	4,2	7,6	8,2	12,2	15,3	11,2	10,0	—	11,0 <sup>4</sup>	—
Asien	—	14,2	20,8	43,7	55,0	—	—	—	68,0 <sup>4</sup>	—
übrige Länder Europas	—	—	—	—	—	—	—	—	15,7 <sup>4</sup>	—

<sup>1</sup> Durch Unruhen und Streike herabgedrückt. <sup>2</sup> Ohne Ungarn, das etwa 1,0 Mill. t Steinkohle und 8,0 Mill. t Braunkohle fördert. <sup>3</sup> Einschließlich Elsaß-Lothringen, das 2,3 Mill. t förderte. <sup>4</sup> Nach den Einzeltafeln geschätzt. <sup>5</sup> Neu-Süd-Wales förderte 1917 0,456 Mill. t.

erstrecken, gibt ein Bild von der gewaltigen Entwicklung der Kohlegewinnung in diesem Zeitraum.

Die Zahlentafeln 5 bis 7 geben eine Übersicht über die Entwicklung der Kohlenförderung der übrigen Staaten Europas in den letzten Jahren sowie die Förderung der Länder Asiens und Afrikas, wobei im Hinblick auf spätere Möglichkeiten der Kohlenbeschaffung besonders China von Wichtigkeit ist.

Zahlentafel 5.  
Kohlegewinnung der übrigen Staaten Europas in Mill. t.

Staaten	1906	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919
Spanien <sup>1</sup> . . . . .	3,200	4,058	3,915	4,136	4,292	4,443	4,834	5,407	5,972	7,164	—
Niederlande . . . . .	0,549	1,292	1,477	1,725	1,873	—	2,333	2,656	3,398	4,6	—
Bosnien und Herzegowina <sup>2</sup>	0,550	0,707	0,770	0,832	0,836	0,806	0,799	0,928	0,973	—	—
Türkei <sup>3</sup> . . . . .	0,611	—	—	0,903	—	—	—	—	—	—	—
Italien <sup>1</sup> . . . . .	0,420	0,562	0,557	0,665	0,702	0,781	0,953	1,306	1,800	—	—
Schweden . . . . .	0,297	0,303	0,312	—	0,364	—	0,412	0,415	0,443	0,404	—
Spitzbergen <sup>4</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0,006	0,03	0,06
Portugal . . . . .	—	—	0,007	—	—	0,046	—	0,084	0,090	—	—

<sup>1</sup> einschließlich Braunkohle, vgl. S. 12. <sup>2</sup> nur Braunkohle. <sup>3</sup> außerdem Kohlenstaub 1906: 0,067, 1912: 0,050; Braunkohle. 1906: 0,024, 1912: 0,038. <sup>4</sup> geschätzt.

Zahlentafel 6.  
Kohlegewinnung der einzelnen Länder Asiens in Mill. t (Steinkohlen).

Länder	1905	1910	1911	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Japan . . . . .	11,540	15,681	17,633	21,316	22,293	20,490	22,900	26,400	28,000
China . . . . .	—	14,591	—	13,5	—	—	—	—	15,000 <sup>2</sup>
Indochina <sup>1</sup> , Tonkin . . . . .	0,300	—	—	0,480	0,600	0,576	0,685	—	—
Britisch-Indien . . . . .	8,600	12,241	12,920	16,500	16,500	17,100	17,300	17,604	20,165
Niederländisch-Ostindien (Java, Sumatra, Borneo) . . . . .	0,310	0,535	0,603	0,610	—	—	0,606	0,604	—
Britisch Borneo . . . . .	0,060	0,165	0,094	0,098	—	—	—	—	—
Asiat. Rußland . . . . .	—	—	—	—	2,614	2,969	3,500	4,209	—

<sup>1</sup> Der einheimische Verbrauch betrug 0,26 Mill. t. <sup>2</sup> Nach Dr. W. A. Dyes wird in einer französischen Quelle 24,000 Mill. t im Jahre 1915 angegeben.

Zahlentafel 7.  
Kohlegewinnung der einzelnen Länder Afrikas in Mill. t (Steinkohlen).

Länder	1910	1911	1915	1916	1917	1918
Transvaal . . . . .	3,605	3,941	—	—	—	—
Natal . . . . .	2,332	2,431	—	3,066	2,890	2,607
Kapkolonie . . . . .	0,089	0,081	—	—	—	—
Nigeria . . . . .	—	—	—	—	0,600	—
zusammen:	6,026	6,453	8,281	10,1	10,0	—

Deutschland verbraucht im eigenen Land eine seiner Förderung nahezu gleiche Kohlenmenge. Bei einer Förderung von 175 Mill. t Steinkohlen hat es im Jahre 1912 rd. 40 Mill. t Kohlen, Koks und Brikette hauptsächlich nach Österreich-Ungarn, den Niederlanden, Belgien und Frankreich ausgeführt, aber dafür wieder rd. 11,2 Mill. t eingeführt, ferner bei einer Braunkohlenförderung von 82,3 Mill. t 1,4 Mill. t ausgeführt und 7,5 Mill. t Kohlen und Brikette, also wesentlich mehr (aus Österreich-Ungarn) eingeführt. Die Ausfuhr nach der Schweiz betrug 1913 1,53 Mill. t Steinkohlen, 0,365 Mill. t Koks und 0,788 Mill. t Preßkohlen, 1916 betrug die Ausfuhr nach der Schweiz 3,15, 1917 2,27 Mill. t Kohlen. Die Vereinigten Staaten von Amerika führen eine verhältnismäßig geringe Kohlenmenge aus. Demgegenüber spielt die Ausfuhr von Kohlen bei Großbritannien eine erheblich größere Rolle. Großbritannien versorgte 1913 mit einer Ausfuhr von 74,6 Mill. t Kohlen, und 1,25 Mill. t Koks bei einer Gesamtförderung von 292 Mill. t eine Reihe europäischer Länder, so Frankreich mit 13 Mill. t, Österreich, Rußland mit 6 Mill. t, Belgien, Italien, Schweden, Spanien usw. Auch Deutschland erhielt von Großbritannien im genannten Jahr rd. 9 Mill. t.

Der Kohlenverbrauch der einzelnen Länder, auf den Kopf der Bevölkerung bezogen, den man als Maß der Industrialisierung eines Staates zu bezeichnen pflegt, ist aus Zahlentafel 8 zu ersehen:

Zahlentafel 8.  
Kohlenverbrauch der einzelnen Länder auf den Kopf der Bevölkerung in t.

	1910	1918
Vereinigte Staaten von Amerika . . . . .	4,79	5,5
Großbritannien . . . . .	4,07	4,2
Deutschland . . . . .	3,25	3,6
Belgien . . . . .	3,29	3,4
Frankreich . . . . .	1,41	1,5
Österreich-Ungarn . . . . .	0,98	1,2
Japan . . . . .	—	0,35

Wie bereits erwähnt, steht die Braunkohle hinter der Steinkohle aus verschiedenen Gründen an Bedeutung zurück. Die jährlich gewonnenen Mengen erreichen bei weitem nicht die Zahlen der Steinkohlenförderung. Eine Übersicht über die Förderung der hauptsächlich Braunkohlenländer in den letzten Jahren gibt die Zahlentafel 9. Danach steht hier Deutschland an erster Stelle und fördert zusammen mit Österreich weitaus mehr als sämtliche anderen Länder.

Zahlentafel 9.  
Braunkohlengewinnung in Mill. t.

Länder	1909	1912	1913	1915	1916	1917	1918
Deutschland . . . . .	68,658	80,935	87,475	88,400	96,600	97,300	100,800
Österreich-Ungarn . . . . .	32,700	34,438	35,700	30,300	33,300	21,625 <sup>1</sup>	21,000 <sup>1</sup>
Niederland . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,042
Frankreich . . . . .	0,724	0,751	0,793	0,679	0,768	1,158	1,318
Bosnien und Herzegowina . . . . .	0,696	0,832	0,836	0,799	0,928	0,973	—
Rumänien . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,250
Bulgarien . . . . .	—	—	—	—	—	—	0,700
Großbritannien . . . . .	—	—	—	0,002	0,001	0,001	0,0001
Griechenland . . . . .	0,004	—	—	0,040	0,085	0,153	0,240
Spanien . . . . .	0,265	0,284	0,277	0,347	0,473	0,637	0,786
Italien . . . . .	—	—	0,692	0,939	1,305	1,800	—

<sup>1</sup> ohne Ungarn, das etwa 8 Mill. t fördert.

Die Braunkohlengewinnung und Brikettherstellung Deutschlands ist in Zahlentafel 10 noch eingehender klargelegt.

Zahlentafel 10.  
Braunkohlen-Gewinnung und Brikett-Herstellung in Mill. t in Deutschland<sup>1</sup>.

Bergwerksbezirk	1900	1905	1910	1913	1915	1916	1917	1918
Deutschland insgesamt . . . . .	40,5	52,5	69,5	87,5	88,4	94,5	95,4	100,8
Preußen . . . . .	34,0	44,1	56,6	70,6	71,3	76,1	76,3	81,0
Halle { geförd. Braunkohle . . . . .	27,4	34,2	41,2	46,9	47,7	50,9	50,8	54,1
verarb. „ . . . . .	9,2	13,0	17,2	23,2	25,2	27,0	27,2	30,5
Brikette . . . . .	4,6	6,4	8,5	11,2	12,4	13,3	13,4	15,0
Bonn { geförd. Braunkohle . . . . .	5,2	8,0	13,0	20,3	21,0	22,3	22,6	23,9
verarb. „ . . . . .	3,0	4,0	7,2	11,2	11,0	12,5	12,6	13,2
Brikette . . . . .	1,5	1,9	3,5	5,8	5,5	6,2	6,3	6,5
Breslau { geförd. Braunkohle . . . . .	1,4	1,9	2,4	3,4	2,6	2,9	2,9	3,0
und verarb. „ . . . . .	0,6	0,8	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4
Clausthal { Brikette . . . . .	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
Staat { geförd. Braunkohle . . . . .	1,5	2,2	3,7	6,3	6,7	7,1	7,4	7,6
verarb. „ . . . . .	0,8	1,0	1,8	3,1	3,8	3,8	4,0	4,5
Sachsen { Brikette . . . . .	0,4	0,5	0,9	1,5	1,8	1,8	1,9	2,2
Bayern . . . . .	—	0,3	1,5	1,9	1,9	2,0	2,2	2,2
Anhalt, Lippe, Reuß j. Lin. . . . .	1,3	1,4	1,5	1,5	1,0	1,0	1,1	1,1
Braunschweig . . . . .	1,5	1,8	2,1	2,2	2,4	2,5	2,5	2,7
Sachsen-Altenburg . . . . .	2,0	2,3	4,0	4,9	4,6	4,8	4,9	5,3
übrige Bundesstaaten . . . . .	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6

<sup>1</sup> aus „Freie Wirtschaft“, 15. 12. 1919, bearbeitet von Dr. ing. Ernst Biedermann, Charlottenburg.

Übersichtszahlen der Torfgewinnung und -verwertung der Welt oder einzelner Länder sind mangels einer allgemeinen Wertschätzung dieses Brennstoffes erst in Ansätzen vorhanden, siehe Zahlentafel 11. Die Torfmoore erstrecken sich vorwiegend auf der nördlichen Halbkugel der Erde als ein Gürtel von wechselnder Breite und sind am zahlreichsten und umfangreichsten in Europa. Hier sind Irland, Dänemark, Holland, Schweden, Norwegen, Finnland, dann Deutschland und als am reichsten an Mooren Rußland zu nennen. Die irischen Torfmoore nehmen mehr als  $\frac{1}{7}$  der gesamten Fläche Irlands ein. Die Torfmenge wird auf mehr als 100 Mill. t berechnet. Die Bildungen sind in Nordamerika mit Ausnahme des nördlichsten Streifens nicht besonders umfangreich<sup>1)</sup>. Auch sämtliche anderen Erdteile enthalten in mehr oder minder großen Massen Torfmoore.

Zahlentafel 11.  
Torfgewinnung in 1000 t.

	1910	1915	1916	1917	1918
Dänemark . . . . .	—	—	200	—	500
Schweden <sup>1)</sup> . . . . .	—	90	120	225	soll auf 400 ge- bracht werden
Norwegen <sup>2)</sup> . . . . .	—	—	70	—	200
Italien <sup>3)</sup> . . . . .	67	—	—	150	300
Vereinigte Staaten von Amerika	—	—	52,48	97,34	—

<sup>1)</sup> Z. f. a. Chemie 1918. <sup>2)</sup> Farmand, Christiania, 12. Jan. 1918. <sup>3)</sup> Hand. Med., 8. Aug. 1918, Nr. 32.

### 3. Brennstoffvorkommen einzelner Länder.<sup>2)</sup>

Über die Kohlenvorräte Europas gibt Zahlentafel 12 Auskunft.

Zahlentafel 12.  
Europas Kohlenvorräte bis zu 2000 m Tiefe in Mill. t<sup>1)</sup>.

Länder	Steinkohle		Braunkohle		Gesamt- vorräte
	nach- gewiesen	wahr- scheinlich	nach- gewiesen	wahr- scheinlich	
Deutschland . . . . .	94 865	315 110	9 313	4 268	423 556
Österreich-Ungarn . . . . .	2 970	25 417	12 231	663	41 281
Großbritannien und Irland . . . . .	141 499	48 034	—	—	189 533
Rußland . . . . .	57	58 391	12	1 646	60 106
Frankreich . . . . .	4 203	11 748	301	1 331	17 583
Belgien . . . . .	—	11 000	—	—	11 000
Spanien . . . . .	5 826	2 175	394	373	8 768
Spitzbergen . . . . .	—	8 750	—	—	8 750
Holland . . . . .	209	4 193	—	—	4 402
Serbien, Bulgarien, Italien . . . . .	—	—	—	—	1 160
Europa . . . . .	249 632	485 034	—	—	766 139

<sup>1)</sup> „Wasser und Gas“, Nr. 18 vom 15. 6. 1918, von Bruno Simmersbach, Wiesbaden.

Anmerkung: Bei der Stadt Gøvik (Norwegen) sind große Kohlenlager entdeckt worden, die demnächst in Betrieb genommen werden sollen. Außer Braunkohlen sind Graphit und Alaunschiefer gefunden worden, der Bestandteile zur Darstellung von Farbstoff enthält.

Die Steinkohlenfelder Englands und Deutschlands gehören zu dem Kohlengürtel, der sich von England über Frankreich, Belgien, Holland, Norddeutschland nach Oberschlesien hinzieht. Die wichtigsten Kohlengebiete Englands sind im Norden Durham, Northumberland und Schottland, in der Mitte Yorkshire, Derbyshire, Lancashire und Staffordshire, im Westen Südwales und die südlichen Kohlenbecken. Dazu kommen die kleinen Vorkommen in Irland und das neu entdeckte Feld von Kent. Das bedeutendste Becken bilden Durham und Northumberland mit den Ausfuhrhäfen Newcastle, Sunderland und Hartlepool. Die berühmten, fast rauchlosen Walliserkohlen werden

<sup>1)</sup> Die geologische Landesanstalt schätzt die Ausdehnung der Moore der Vereinigten Staaten auf 40000 qkm.

<sup>2)</sup> Vgl. a. S. K u k u k, „Unsere Kohlen“, B. G. Teubner, Leipzig 1920. Vgl. auch F r e c h, „Die bekannten Steinkohlenlager der Erde usw.“, Glückauf 1910, S. 597.

in Cardiff, Newport und Swansea verschifft. Im Gegensatz zu dem sich östlich anschließenden großen, stark gefalteten Kohlengürtel des europäischen Festlandes sind die englischen Becken mit Ausnahme der südlichen nur schwach gefaltet und wenig gestört. Da die Flöze außerdem durchschnittlich ziemlich mächtig und gleichmäßig sind und in verhältnismäßig geringen Teufen liegen, so ist England in bezug auf die Grundlagen der Kohlegewinnung besonders Deutschland gegenüber sehr im Vorteil. Weniger günstig scheinen jedoch die Verhältnisse hinsichtlich des Kohlenvorrates zu liegen. Entgegen englischen Schätzungen, die eine Lebensdauer von 600 Jahren angeben, was an sich schon gegenüber den Verhältnissen in Deutschland ungünstig genug wäre, ist von Professor Fr. Frech unter Zugrundelegung einer fortgesetzt steigenden Förderung ausgerechnet worden, daß die englischen Kohlenvorräte in 150 bis 300 Jahren aufgebraucht sein werden. Das Gesamt-Kohlenvorkommen beträgt nach neuesten Untersuchungen bis zu 4000 Fuß Tiefe rd. 140 398 Mill. t.<sup>1)</sup> An Braunkohlen ist England nicht besonders reich. Hier sind die kleinen Vorkommen von Bovey und im Südwesten des Landes bekannt. Torfmoore sind vorzüglich in Irland und im Norden Englands in einer Ausdehnung von 25000 qkm vorhanden.

Frankreich, dessen Kohlenlager in den Bezirken Pas de Calais und du Nord die festländische Fortsetzung des oben genannten nordwesteuropäischen Kohlengürtels bilden und etwa 50% der Gesamtvorräte des Landes ausmachen, leidet darunter, daß es Kohlen nicht in einer der Entwicklung seiner Industrie entsprechenden Menge besitzt. Sein wichtigster Eisenindustriebezirk Meurthe et Moselle (Minettegebiet) ist zur Hälfte auf die Einfuhr deutscher, zu ein Viertel auf die belgischer Kohlen angewiesen, und nur das letzte Viertel bezieht man aus dem eben erwähnten Nordbecken Frankreichs selbst. Neben dem nördlichen Hauptkohlenbecken sind noch in der Normandie, in den Vogesen und Westalpen, ferner im Zentrum und Süden Kohlenvorkommen vorhanden, die sich aber in absehbarer Zeit erschöpfen sollen. Die Lebensdauer der französischen Gesamtvorräte wird auf 500 Jahre geschätzt. Im Jahre 1911 stand einer Gesamtförderung von rd. 39 Mill. t Steinkohlen eine Einfuhr von 16 Mill. t Kohlen und 2,3 Mill. Koks gegenüber. Ergiebige Braunkohlenlager besitzt Frankreich in der Auvergne und an der Rhonemündung. Die Kohlen sind hier dem Anthrazit ähnlich. Torfmoore sind nicht in nennenswertem Umfang und nur am Unterlauf der Loire vorhanden.

Belgien verdankt seine außerordentlich hoch entwickelte Industrie neben seiner günstigen Handels- und Verkehrslage vor allem seinen ergiebigen Kohlenvorräten. Es versorgt damit nicht nur seinen Bedarf, sondern führt auch erhebliche Mengen aus, drei Viertel davon nach Frankreich (rd. 4 Mill. t). Dafür muß es allerdings einen Teil seines Bedarfes wieder aus dem deutschen Ruhrbezirk und aus England einführen. Der Kohlenbergbau wird übermäßig stark betrieben, so daß eine verhältnismäßig frühe Erschöpfung der Vorräte zu befürchten ist. Die belgischen Becken schließen sich östlich an die nordfranzösischen an, verlaufen nördlich der Ardennen und Vogesen bis über die deutsche Grenze und enthalten die bekannten Felder der „Borinage“ sowie von Lüttich, Charleroi und Mons. Ihr Vorrat ist auf eine Dauer von 700 bis 800 Jahren geschätzt worden, doch wird diese durch die neuerliche Aufschließung des Campinebeckens, das sich östlich von Antwerpen bis zum holländischen Limburger Becken erstreckt, erheblich erhöht.

Deutschland. Südöstlich von dem Limburger Steinkohlenbecken treten wir in das Aachener Becken unserer Rheinprovinz ein, wo wir die beiden Mulden der Inde mit vorwiegend Backkohlen von 20 bis 30% Gasgehalt, und der Wurm mit fast nur hochwertigen Anthrazitkohlen unterscheiden. Wir befinden uns hier im linksrheinischen Gebiet des niederrheinisch-westfälischen Kohlenbezirkes (Tafel I, Übersichtskarte). Während die gewaltigen Kohlenfelder des rechtsrheinischen Gebietes schon lange in ihrem hohen Wert erkannt sind, haben uns erst Bohrungen in neuerer Zeit auch den Wert der ergiebigen Vorkommen links des Rheines tiefer erkennen lassen. Die Vorräte unserer Steinkohlenvorkommen in verschiedenen Tiefen veranschaulicht Zahlentafel 13. Das rechtsrheinische, als Ruhrbezirk bezeichnete Gebiet, das sich zwischen Duisburg und Dortmund und darüber hinaus erstreckt und dessen Abbau bei zunehmender Teufe stetig nach Norden fortschreitet, fördert etwas mehr als den elften Teil der gesamten Weltgewinnung an Kohlen, fast 60% der deutschen Kohlen, mehr als das Doppelte Niederschlesiens, Oberschlesiens und Sachsens zusammen und fast das Sechsfache des Kohlengebietes an der Saar. Es enthält nicht nur die besten Flamm- und Gaskohlen, sondern besonders auch vorzügliche Koks-kohlen. Der rühmlichst bekannte Ruhrkoks geht weit über die Grenzen von Rheinland-Westfalen nach den angrenzenden Ländern

<sup>1)</sup> Z. f. a. Chemie vom 19. 4. 1918.

Zahlentafel 13.  
Deutsche Steinkohlevorräte in Mill. t<sup>1</sup>.

Steinkohlenbezirk	I. sichtbare Vorräte m Tiefe					II. wahrscheinliche Vorräte m Tiefe					III. mögliche Vorräte	Gesamt- menge I bis III
	0 bis 1000	1000 b. 1200	1200 b. 1500	1500 b. 2000	ins- gesamt	0 bis 1000	1000 b. 1200	1200 b. 1500	1500 b. 2000	ins- gesamt		
gesamtes Saargebiet, Lothringen, Bayer. Pfalz . . . . .	7 898	1871	2 813	3 960	16 548	—	—	—	—	—	sehr er- heblich	16 548
linksrhein. Gebiet .	10 458	—	—	—	10 458	erheblich	—	—	—	—	erheb- lich	10 458
rechts- rheinisches	22 708	5306	5 808	5 628	39 450	7 708	8 745	10 455	17 788	44 696	61 600	145 746
Westfälisch. Gebiet												
Niederschles. Bezirk .	673	34	11	—	718	559	280	532	855	2 226	bis er- heblich	2 944
Oberschlesi- sches Gebiet	7 368	—	—	—	7 368	52 997	14 460	15 567	23 603	106 627	mäßig	113 995
kleinere preußische Vorkommen . . .												
Sächs. Vorkommen .	247	—	—	—	247	?	?	?	?	?	?	247
Deutschland . . Sa.:	71 212	—	10 887	12 766	94 865	89 235	34 090	40 060	63 216	226 601	88 500	409 976

<sup>1</sup> „Wasser und Gas“ 1919, Nr. 18.

und sogar über See<sup>1</sup>). Das durch Schächte und Bohrlöcher aufgeschlossene Gebiet von 3260 qkm Fläche enthält nach neueren Berechnungen von Kukuk und Mintrop, abzüglich der bisher geförderten rd. 1,9 Milliarden t, bis zu einer Teufe von 1500 m 58,8 Milliarden t, bis zu 2000 m Teufe 82,2 Milliarden t. Hierzu kommt noch nördlich von Münster zwischen Soest (östlich) und Rees (westlich) ein nur wenig aufgeschlossenes Gebiet, dessen Vorrat auf 17,6 bzw. 61,8 Milliarden t geschätzt wird. Auf Grund dieser Berechnungen und Annahmen wird bei einer der Gegenwart entsprechenden Förderung von jährlich 100 Mill. t für 1500 m Teufe eine Lebensdauer des 3260 qkm großen Gebietes von 588 Jahren und für 2000 m Teufe von 822 Jahren und die des Gesamtgebietes von 6170 qkm zu 764 bzw. 1438 Jahre angenommen<sup>2</sup>).

Das Gebiet Oberschlesiens gehört zu dem sich weiter über Polen, Galizien und Mähren erstreckenden Kohlenbezirk, dessen gesamter Vorrat auf 93 Milliarden t bei 1000 m Teufe geschätzt worden ist, wovon auf das preußische Gebiet etwa 57 Milliarden t entfallen. Die Flöze zeichnen sich durch besonders große Mächtigkeit (bis 6 m) aus. Nur ein Teil ist zur Gas- oder Kokserzeugung geeignet.

Der niederschlesische (Waldenburger) Bezirk, der außerhalb des nordwesteuropäischen Gürtels liegt und mit dem böhmischen und Saarkohlenlager zusammenhängt, enthält eine langflammiige, teilweise verkockbare Kohle. Seine Lebensdauer soll 250 Jahre betragen.

Die Kohlen der Saarzechen zeichnen sich im allgemeinen durch Härte und Stückreichtum aus, haben aber einen hohen Aschengehalt. Ihr Vorrat wird auf 5,6 Milliarden t bei 1000 m Teufe, auf 9,4 Milliarden t bei 1500 m, zusammen auf 15 Milliarden t berechnet; in größeren Teufen sollen noch 23 Milliarden vorhanden sein. Bei einer jährlichen Förderung von 12 Millionen t ergibt sich daher eine Lebensdauer von 1250 Jahren bei 1500 m Teufe. Zu den vorbezeichneten hauptsächlichen Bezirken Deutschlands kommen dann noch die verstreuten kleineren Vorkommen im Deister, in Sachsen (im Plauenschen, im Erzgebirge) ferner im Teutoburger Wald usw.

Die Braunkohle kommt in Deutschland hauptsächlich in dem sächsisch-thüringischen Becken zwischen der Goldenen Aue im Westen, Zeitz im Süden, Dessau im Norden und Kamburg im Osten, ferner in der Mark (westlich und östlich Frankfurt a. O.) und in der Lausitz (Finsterwalde, Senften-

<sup>1</sup>) „Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens“, Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1915.

<sup>2</sup>) Glückauf 1913 S. 1 u. f.

berg) vor, vgl. die geographischen Karten, Tafel I und Abb. 5. Wohlbekannt ist auch der nieder-rheinische Braunkohlenbezirk, der vom Siebengebirge bis Aachen und Düsseldorf reicht und dessen Kohlen im Tagebau gewonnen werden. Außerdem sind Vorkommen in verschiedenen anderen Teilen

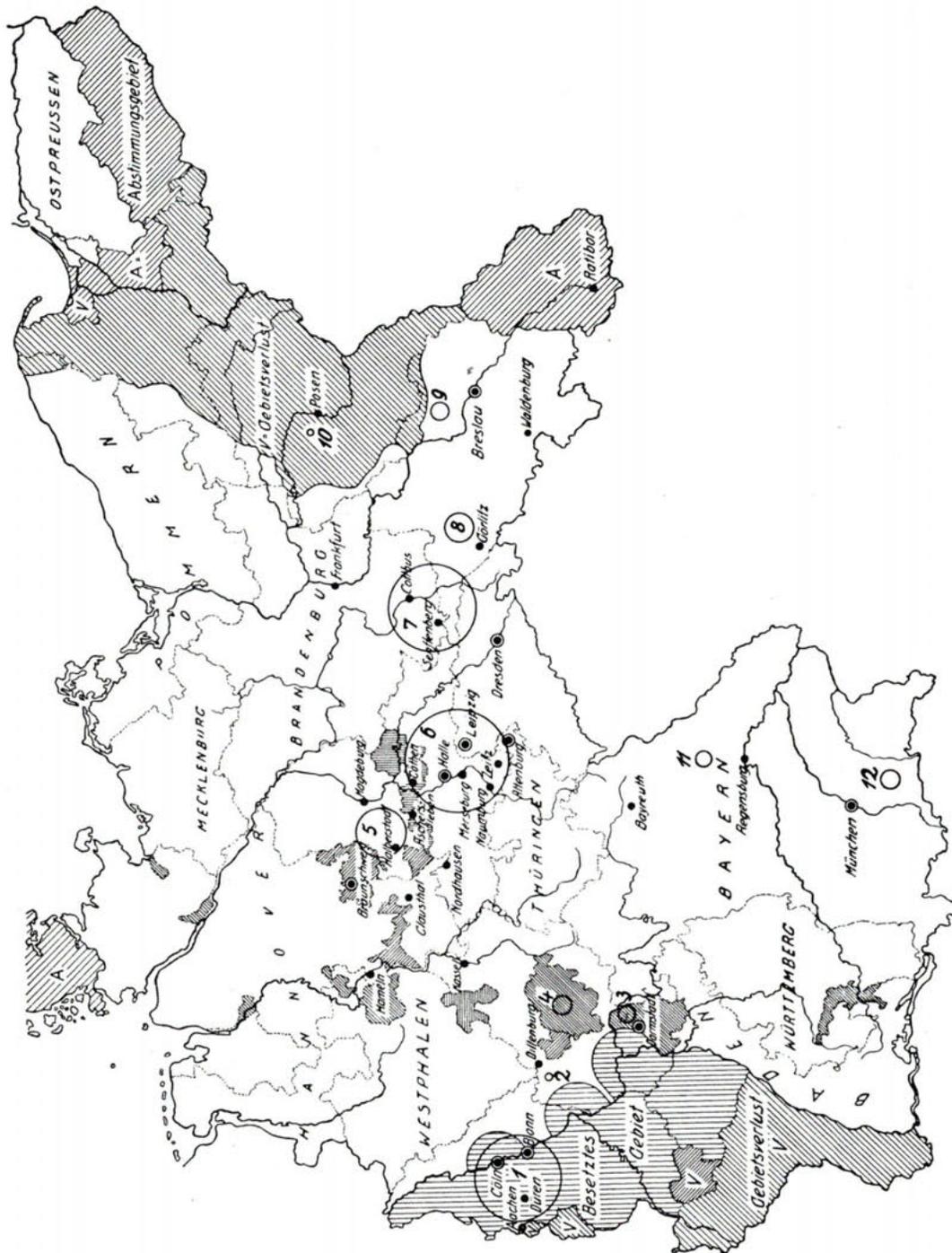


Abb. 5. Braunkohlenvorkommen nach Bergwerksbezirken geordnet.

Deutschlands, wie Schlesien, Posen, Pommern, Ost- und Westpreußen, Niederhessen im Westerland, in der Röhn und in Bayern (Oberpfalz) zu nennen. Große Braunkohlenlager sind bei Zimmersroda im Kreise Fritzlar erbohrt worden, es handelt sich um Glanzkohle von hohem Heizwert. Die



de Grahl, Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe.



(Gültig für die Vo...





einzelnen Flöze sind von großer Mächtigkeit<sup>1)</sup>. Die sicheren Vorräte der Hauptlagerstätten betragen über 13,5 Milliarden t. Von Bergassessor Dr. K. A. Weber, Halle a. S., „Freie Wirtschaft“, 15. 12. 18, wird das Braunkohlen-Vorkommen in Deutschland in der Kölner Bucht mit 5 bis 6 Milliarden t, im mitteldeutschen Revier mit 5 Milliarden t und im Lausitzer Revier mit 3 bis 4 Milliarden t berechnet; insgesamt auf etwa 18 bis 20 Milliarden t, die bei der zu erwartenden Fördersteigerung noch für 120 bis 150 Jahre aushalten.

Der Umfang der Torfmoore Nordwestdeutschlands wird auf 25000 qkm, etwa entsprechend der Bodenfläche Württembergs angegeben. Wie die Karte, Tafel I, zeigt, erstrecken sie sich besonders entlang den Flüssen Ems, Oder, Warthe, Netze, Spree und werden insgesamt auf höchstens 5,4% der Gesamtbodenfläche Deutschlands geschätzt.

Beachtenswert ist der Anteil der einzelnen Provinzen in Teilen ihrer Gesamtfläche, siehe Zahlentafel 14.

Zahlentafel 14.  
Die Ausdehnung der Torfmoore in Deutschland.

Länder	% der Gesamtfläche	ha	Länder	% der Gesamtfläche	ha
Deutschland <sup>1</sup> . . . . .	4,5	2500 000 bis 3 000 000	Provinz Sachsen . . . . .	3,3	84 000
Preußen . . . . .	6,0	2 100 000	Staat Sachsen . . . . .	0,4	6 000
Ostpreußen . . . . .	5,1	190 000	Staat Hessen . . . . .	0,65	5 000
Westpreußen . . . . .	3,4	86 000	Hessen-Nassau . . . . .	0,1	1 200
Pommern . . . . .	10,2	305 000	Schleswig-Holstein . . . . .	9,3	176 000
Mecklenburg-Schwerin . . . . .	4,2	55 000	Rheinprovinz . . . . .	1,7	45 000
Posen . . . . .	10,0	326 000	Westfalen . . . . .	4,3	87 000
Schlesien . . . . .	2,2	87 000	Oldenburg . . . . .	18,6	97 500
Brandenburg . . . . .	18,7	350 000	Baden . . . . .	0,86	13 000
Hannover . . . . .	14,6	565 000	Württemberg . . . . .	0,8	18 000
			Bayern . . . . .	1,9	146 400

<sup>1</sup> nach Menzi, „Die Moore Mitteleuropas“, Petermanns Mitteilungen Nr. 64, 1918, S. 150 u. f.

Die Niederlande besitzen in der Provinz Limburg Steinkohle (im Zusammenhang mit dem Aachener und belgischen Becken), deren Abbau zwar während des Krieges wesentlich gefördert wurde, aber noch immer verhältnismäßig gering ist. Auch Braunkohlen sind im südlichen Teil des Landes in geringer Ausdehnung vorhanden; ihr Abbau wurde gleichfalls während des Krieges in Angriff genommen. Dagegen sind die Niederlande reich an Hochmooren, die eine Fläche von etwa 915 qkm bedecken und somit 2,7% der Gesamtfläche betragen.

Dagegen ist Österreich-Ungarn sehr reich an Braunkohle. Besonders bekannt sind die böhmischen Vorkommen am Südrande des ganzen Erzgebirges von Eger bis nach Aussig. Es sind mehrere Becken mit hochwertiger Kohle, deren Ausbeute im Frieden zum erheblichen Teil nach Deutschland (besonders Sachsen und Bayern) ging im Austausch gegen Steinkohlen, an denen Österreich-Ungarn Mangel leidet<sup>2)</sup>. Erhebliche Vorkommen von hochwertigen Braunkohlen finden sich in den Alpen. Reich an Braunkohlen ist auch Ungarn sowohl im oberen Ungarn als auch im Teil westlich der Donau, während Mähren mehrere Lignitvorkommen aufweist.

Mit dem Zerfall der alten Monarchie ist die Brennstoffverteilung wesentlich anders geworden. Die Steinkohlevorräte sind fast ganz an die Tschecho-Slowakei gefallen (sowohl das Pilsener Schatzlarer, als das Ostrau-Karwiner Revier), ebenso besitzt diese die Braunkohle von Nordböhmen viele Lignitvorkommen in Mähren und hat auch von Ungarn große Braunkohlenlager am Südostrand der Karpathen übernommen. Am schlechtesten ist Deutsch-Österreich abgekommen. Von den gesamten geschätzten Vorräten Österreichs mit 45700 Mill. t (auf Einheitskohle von 5000 WE umgerechnet) sind nur 1/2% an Deutsch-Österreich übergegangen<sup>3)</sup>. War der Bedarf Österreichs schon früher das Sieben- bis Achtfache der Förderung, so wird dies für Deutsch-Österreich heute im erhöhten Maßstabe gelten; man kann daran die industrielle Lage Deutsch-Österreichs ermessen.

<sup>1)</sup> Voss. Ztg. 8. 5. 17.

<sup>2)</sup> Die gesamte bisher aufgeschlossene Kohlenmenge beträgt 17335 039 180 Meterzentner mit einem Heizwert von 1900 bis 8300 WE. Das wird für den Bedarf des Inlandes für 115 Jahre genügen.

<sup>3)</sup> Vgl. Prof. Petraschek, „Die Kohlevorräte Deutsch-Österreichs südlich der Donau“. Mitteilungen des Instituts für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung 1919, S. 33.

Die Kohlenvorräte Deutsch-Österreichs werden auf 335 Mill. t Braunkohlen und Lignit und nur auf 7,6 Mill. t Steinkohlen geschätzt. Geringwertiger Lignit bildet dabei die Hauptmenge, so daß sich die Kohlenmenge, wenn man sie auf Einheitskohlen von 5000 WE Heizwert umrechnet, auf 241 Mill. t stellt.

Eine nach gleichen Grundsätzen durchgeführte Schätzung ergibt für das frühere Österreich bis zu 1200 m Tiefe 12 919 Mill. t Braunkohlen und 28 386 t Steinkohlen. Das sind zusammen 45 696 Mill. t Einheitskohlen.

Daneben sind auch die Torfvorräte Deutsch-Österreichs nicht bedeutend. Sie werden mit etwa 300 qkm angegeben, von denen aber nur 200 qkm für industrielle Wertung in Frage kommen, da viele kleine Torffelder der Alpen sich für eine solche nicht eignen. Der Vorrat an Torf wird sich durch die Einverleibung von Deutsch-Westungarn aber erheblich vergrößern, da dieses Gebiet außerordentlich große Moore besitzt. Ungarn bleibt auch dann noch sehr reich an Torf.

Rußlands bedeutendstes Kohlenbecken liegt am Donez nördlich vom Asowschen Meer, wo zum Teil auch Anthrazit gewonnen wird (vgl. Zahlentafel 15). 1908 verbrauchte die gesamte russische Industrie 768 Mill. Pud, davon der Süden ohne Südosten und Kaukasus allein 358 Mill. Pud. An zweiter Stelle folgt das oben erwähnte polnische Kohlengebiet mit einer Kohlenförderung von 5,8 bis 6 Mill. t (1917), dann die Vorkommen bei Moskau (braunkohlenartig) und am Ural. Die Mengen in Polen werden auf 4,3, die am Donez auf 10 Milliarden t berechnet. Rußland muß zurzeit zu  $\frac{1}{3}$  seinen Bedarf im Auslande, hauptsächlich England, decken. Am Amur, 35 Werft von Nikoljewsk, wurden mächtige Braunkohlenlager entdeckt. Nach der Analyse ist die Braunkohle von sehr guter Beschaffenheit. Der Umfang der Torfmoore Rußlands wird auf 380 000 qkm angegeben.

Zahlentafel 15.

**Rußlands Kohlenförderung<sup>1</sup> in Mill. Pud<sup>2</sup>.**

	1870	1880	1890	1900	1910	1913	1914
Gesamtrußland . . . . .	42,4	200,6	367,5	986,7	1522,4	1874,0	—
Donezbecken (Ukraine) .	15,6	86,3	183,2	671,7	1018,7	1543,0	1683,0

<sup>1</sup> Z. f. a. Chemie, 10. 8. 18.    <sup>2</sup> 1 Pud = 16,38 kg.

Finland besitzt allein 74 000 qkm, welche 20% der Bodenfläche ausmachen.

Sämtliche übrigen Länder Europas sind mehr oder weniger arm an Steinkohlen und auf die Einfuhr der eigentlichen Kohlenländer angewiesen. Zu erwähnen wären noch die spanischen Vorkommen bei Cordova, Sevilla und in den Ostpyrenäen. Bereits vor dem Kriege sind die bedeutenden Kohlenlager in der Gegend von Asturien und in den Tälern von Ujo Puertollano, Valencia (Anthrazit), Bojador, Utrillas, Figols usw. in weitem Umfang abgebaut worden. Auch ist dem Lignit des Pyrenäenbeckens Beachtung geschenkt worden. Die Transportverhältnisse sind ungenügend. Es mangelt an Kohlen für metallurgische Zwecke. Einige Becken in Portugal, Sardinien (Anthrazit), die Felder in Bulgarien mit rd. 2 Milliarden t<sup>1)</sup> und Rumänien sowie auf Spitzbergen, schließlich auf Novaja Semlja und in Grönland sind zu nennen. Italien ist wie an Steinkohlen, so auch an Braunkohlen arm. Es gewann 1917 etwa 1,5 Mill. t Lignit, man hofft allmählich auf 3 Mill. t zu kommen, das bedeutet nicht viel gegenüber dem Normalbedarf von 12 Mill. t guter Steinkohle<sup>2)</sup>. Um so höhere Bedeutung haben für dieses Land die Braunkohlenlager in Toskana (430 000 t Förderung jährlich). Auch Spanien, die Schweiz und der Balkan enthalten Braunkohlen (vgl. S. 12). Griechenland erzeugte 1918 etwa 240 000 t Lignit, deren Heizwert aber nur 11 950 t Kohle entspricht. Das Gesamtvorkommen von Lignit wird auf 27,5 Mill. t geschätzt.

Torf ist in den südlichen Ländern nicht vorhanden. Italien besitzt nur etwa 10 qkm in den lombardischen Provinzen. Von Spanien sind Angaben nicht bekannt. Die Schweiz hat nur wenig kleine Moore, die schwer abbaufähig zu gestalten sind. Dagegen sind die skandinavischen Länder reich an Mooren, so besitzt Dänemark etwa 2350 qkm, d. i. 6,2% seiner Fläche, Schweden 52 000 qkm, d. i. 12,6% der Gesamtfläche und Norwegen etwa 16 000 qkm, d. i. 5% der Bodenfläche. Frankreich besitzt ein Torfvorkommen von 800 qkm nach Inf. Supl. Financier, 18. 4. 17.

<sup>1)</sup> „Braunkohle“ 1917, Nr. 19.

<sup>2)</sup> Z. f. a. Chem., 31. 5. 18.

Das Schwergewicht der Steinkohlengewinnung in den Vereinigten Staaten von Amerika liegt in der industriell hochentwickelten östlichen Hälfte des Landes. Der altberühmte Bezirk Pennsylvaniens lieferte im Jahre 1910 allein etwa  $\frac{4}{10}$  der Fördermenge Amerikas, darunter rund 80 Mill. t Hartkohlen (Anthrazit). Ein Viertel der Förderung entfällt auf die Staaten Westvirginia, Ohio, Illinois, als die nächstwichtigsten Kohlenbezirke, der Rest auf die Vorkommen des im Westen des Landes gelegenen Felsengebirges, wo alle Arten von Weichkohlen bis zu anthrazitischen Kohlen auftreten, und auf die westlichen Staaten Oregon, Washington und Kalifornien. Diese Gebiete haben für Amerika weniger Bedeutung, da sie hauptsächlich Braunkohlen liefern. Die Kohlenvorräte der Vereinigten Staaten hat man früher für unerschöpflich gehalten. Seit man jedoch die Verhältnisse auf Veranlassung des Präsidenten Roosevelt im Jahre 1908 genauer untersucht hat, sind die Ansichten hierüber wesentlich anders geworden. Nach den neuesten Berechnungen der amerikanischen Landesbehörden aus dem Jahre 1909 beträgt der noch verfügbare, abbauwürdige Vorrat bis zu 1000 m Teufe 2000 Milliarden t. Wenn aber die dortige Kohlenförderung in dem stetig steigenden Maße wie letzthin fortgesetzt wird, so werden diese gewaltigen Kohlenmengen schon in der Mitte des nächsten Jahrhunderts annähernd erschöpft sein. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß in Amerika noch mancherlei durch eine bessere Ausnutzung der Energie der Steinkohlen und einen weniger verlustreichen Abbau, bei dem jetzt 40 bis 70% der Kohlen verloren gehen, getan werden kann, um den kritischen Zeitpunkt noch wesentlich hinauszuschieben. Man nimmt an, daß hierdurch weitere 150 Jahre gewonnen werden können. Von den übrigen Ländern Nordamerikas kommen noch Kanada und Mexiko in Frage. Man betrachtet die noch wenig ausgebeuteten Felder Kanadas als recht ergiebig (s. Zahlentafel 16). Kanada besitzt ferner ein Torfvorkommen von insgesamt 165 Mill. t in 15 Feldern<sup>1)</sup>. Mittel- und Südamerika sind arm an Kohlen. Allerdings besitzt Brasilien größere Lager von Kohlen, deren Beschaffenheit zwischen der der bituminösen Kohlen und der Braunkohlen Deutschlands liegt, weshalb man sie brikettiert. Die brasilianischen Eisenbahnen, Dampfschiffe und Fabriken verwenden bereits in steigendem Maße einheimische Kohlen. In Peru sind 100 km von der Küste des Stillen Ozeans reiche Kohlenfelder entdeckt worden (Flußquarz geht hindurch). Es handelt sich um drei Lager von 3,80 m Tiefe und 150 qkm Oberfläche, sie können 155 Mill. t des besten Anthrazits liefern; Tungstein und Kupfer wurde ebenfalls gefunden. Nordamerika hat übrigens große Braunkohlenfelder im Gebiet des oberen Missouri und in Vancouver; Südamerika in Chile, Argentinien, Brasilien u. a. m. Neuerdings sind ausgedehnte, hochwertige Felder auch in Alaska entdeckt worden.

Zahlentafel 16.

## Kohlenvorkommen Kanadas in Mill. t (1919).

	Braunkohle	Braunkohlenartige subbituminöse Kohle	minderartige bituminöse Kohle	hochwertige und bituminöse Kohle	Halb-Anthrazit	gesamt
tatsächliche Kohlenlager . . .	2 412	382 560	1 315	25 680	669	412 616
wahrscheinliche Lager . . .	84 010	469 957	141 461	85 630	100	781 158

Die im Verhältnis zu Europa und Amerika noch wenig ausgebeuteten Steinkohlenvorräte Asiens bieten uns einen gewissen Rückhalt bei einem Blick in die Zukunft der Kohlengewinnung. In dem Rußland gehörigen Teile werden mit der vorrückenden Aufschließung des Landes dauernd neue Lagerstätten festgestellt. Bekannt sind bisher die Vorkommen nördlich und südlich vom Kaukasus, am Kaspischen Meer, im mittleren Sibirien, am Altaigebirge und im fernen Osten. Schätzungen der Mengen sind noch nicht möglich gewesen. Auch die verhältnismäßig reichen Vorräte der Türkei sind bis auf einige wenige noch nicht untersucht, geschweige denn ausgebeutet worden. Ähnliches gilt für die Lager in Persien, Turkestan, Arabien u. a. m. Am linken Tigrisufer sind bedeutende Kohlenlager 1918 entdeckt worden. Von den übrigen Kohlengruben sind die ergiebigsten Eregli und Zunguldak. Größere Mengen sind jedoch bereits in China gefördert worden (Zahlentafel 6/17). Doch stehen diese in keinem Verhältnis zu den umfangreichen Vorräten dieses Landes an seinen ergiebigen Lagerstätten. Die Steinkohlenmengen der Provinzen Tschili, Schensi und Schansi hat man auf 1000 Milliarden t geschätzt, worunter sich große Anthrazitflöze befinden. Neben anderen sind uns auch die Kohlenfelder der Provinz Schantung besonders bekannt geworden. Auch der Kohlenbergbau Indiens hat

<sup>1)</sup> Finanz Times, 1916.

neuerdings einen bedeutenden Aufschwung genommen (s. Zahlentafel 6). Schließlich ist Japan zu erwähnen, dessen Bergbau ebenfalls bereits gut entwickelt ist, dessen Vorräte aber, auf 8,0 Milliarden t geschätzt, nach Kukul nicht für den Welthandel in Frage kommen (s. Zahlentafel 18).

Zahlentafel 17.  
Kohlenvorkommen in China in Mill. t.

Provinz	1918	Provinz	1918
Tschili . . . . .	3080	Schansi . . . . .	554 200
Schantung . . . . .	650	Honau . . . . .	400
Kiangsu . . . . .	200	Hunan . . . . .	17 000
Tschekiang . . . . .	120	Spetschwan . . . . .	15 000
Kiangsi . . . . .	1435	andere Provinzen . . . . .	65
Manchurei . . . . .	1217		
		Summe:	593 367

Zahlentafel 18.  
Kohlenvorkommen in Japan in Mill. t.

Provinz	Kohlenflöze im Abbau	sonstiges Kohlenvorkommen	zusammen
Hauptinsel: Hondo . . . . .	70,5	544,0	614,5
Insel: Kuishu . . . . .	544,0	2389,0	2933,0
„ Hokkaido (Norden) . . . . .	335,8	2339,2	2675,0
Kolonie: Karafute (Sachalin) . . . . .	17,0	1345,0	1362,5
„ Formose . . . . .		385,0	385,0
„ Korea . . . . .		81,4	81,4
	Summe:	967,3	7083,6
			8051,4

Das Kohlenvorkommen in Niederländisch Indien wird auf 110 Mill. t Steinkohle und 250 Mill. t Braunkohle geschätzt.

Noch weniger als Asien ist Afrika, besonders im Innern, erforscht. Jedoch erscheinen hier die Aussichten auf die Entdeckung von Kohlenfeldern gering. Von Wichtigkeit sind die Funde im Süden geworden. Auch unsere ehemaligen Kolonien, z. B. Ostafrika, enthalten Kohlenlager.

Australien ist reich an guten Kohlen, besonders Queensland, Neu-Süd-Wales und Victoria. Dagegen hat der westliche Teil keine erheblichen Lager. Schätzungen des Vorrates liegen noch nicht vor.

Über die Braunkohlenvorkommen Afrikas ist nur wenig bekannt. Asien birgt in Sibirien reiche, aber noch nicht genügend untersuchte Schätze, ferner auch auf den ostindischen Inseln, den Philippinen und der Insel Sachalin. Auch Australien hat, z. B. in Victoria, Braunkohlenflöze von großer Mächtigkeit aufzuweisen, deren Ertrag auf 30 000 Mill. t Kohle von guter Beschaffenheit geschätzt wird.

Aus dieser Übersicht über die Kohlenvorräte ergibt sich erfreulicherweise, daß Deutschland in Europa über die reichsten Kohlenschätze verfügt und in der Welt nur noch von Nordamerika und Nordchina übertroffen wird. Unsere Kohlenvorräte reichen unter Zugrundelegung der Förderung vom Jahre 1913 bis 1000 m Tiefe noch auf 790 Jahre, bis 2000 m Tiefe 2000 Jahre. Um so mehr haben wir Deutsche die Pflicht, uns diese Überlegenheit nach Möglichkeit zu erhalten.

#### 4. Bergbauliches.

Die Steinkohlen werden (bis auf wenige Ausnahmen in Frankreich, Russisch-Polen und im Anthrazitgebiet der Vereinigten Staaten) durchweg im Tiefbau gewonnen. Die mit einem dauernd gesteigerten Aufwand an maschinellen Anlagen über und unter Tage gebrochenen und heraufbeförderten Kohlen werden zunächst über einen beweglichen Rost geschickt, der die wertvollen Stückkohlen zurückhält, während die kleinstückigen Kohlen durchfallen. Die Stückkohlen sind, nachdem sie auf dem Leseband von dem tauben Gestein befreit worden sind, ohne weiteres versandfertig, die kleinstückigen werden je nach dem Grade ihrer Reinheit über Siebe geschüttet, die sie in verschiedene Größen sortieren, oder man bereitet die meist stark verunreinigten kleinstückigen Kohlen

noch auf nassem Wege auf, indem man sie unter Benutzung des verschiedenen spezifischen Gewichtes in den Setzmaschinen von den fremden Bestandteilen (Bergen) trennt.

Die gereinigten (gewaschenen) Kohlen werden darauf in Siebtrommeln in meist fünf verschiedene Größen sortiert, die verbleibende Feinkohle wird entwässert und verkocht oder brikkettiert. Die Herstellung des Kokes gibt den Zechen durch die Gewinnung der Koksofengase die Möglichkeit, der Forderung einer Massenförderung mit möglichst geringen Kosten durch weitgehende Verwendung maschineller Einrichtungen entgegenzukommen: Während man aus den Kohlen in den Koksöfen einen wertvollen und verhältnismäßig reinen Brennstoff gewinnt, liefert das als Nebstoff fallende Koksofengas, unter Kesseln verbrannt, Dampf und elektrischen Strom und darüber hinaus durch eine sorgfältige Reinigung des Gases auch flüssige Brennstoffe (Benzol, Teeröl) für den Betrieb unter Tage laufender Lokomotiven. Der hierdurch begünstigte Ersatz der teuren Handarbeit durch Einführung maschinell betriebener Hämmer, Bohrer, Förderanlagen usw. findet nur dort seine Grenze, wo, wie z. B. bei der Schrämmaschine im rheinisch-westfälischen Grubenbezirk (im Gegensatz zu England und Amerika), ungünstige geologische Verhältnisse ein Hindernis bieten.

Unter diesen Umständen ist es nicht ohne weiteres verständlich, daß der Preis der Kohlen noch vor dem Weltkriege nicht nur nicht gesunken, sondern innerhalb der voraufgegangenen 10 Jahre durchschnittlich auf das Doppelte gestiegen ist. Wenn bei dieser Erscheinung auch das Wirken des Kohlsyndikates offenbar ist, so spielen neben Fragen anderer Art doch in erheblichem Maße auch die steigenden Schwierigkeiten der Kohlenförderung eine Rolle, die mit der zunehmenden Teufe unserer Kohlschächte zusammenhängen.

Mit dem Zusammenbruch nach dem Kriege haben sich die Verhältnisse bei weitem verschlechtert. Wählen wir für unsere Betrachtung die westfälischen Verhältnisse, so können wir an Hand der Kurven in Abb. 6 folgendes feststellen.

Die geförderte Kohlenmenge für den Tag und Kopf der Belegschaft (Kurve I) ist seit 1912 von 970 auf 730 kg (1918), d. h. um 25% zurückgegangen. Trifft dies überall zu, so haben wir mit einem Ausfall von  $\approx 50$  Mill. t Stein- und Braunkohlen zu rechnen. Die Löhne sind nach II von 6,47 auf 19 M, die Kosten der geförderten Tonne dadurch fast auf das Vierfache gestiegen (Kurve III). Die Preise der Kohlen sind von 1913 bis Oktober 1919 auf das Sechsfache in die Höhe gegangen (Kurve IV), wobei noch zu bemerken ist, daß zu dem Satze von 68,90 M noch 45 M Zuschläge hinzukommen<sup>1)</sup>. Leider ist man geneigt, den Rückgang der Förderung auf die Arbeitsunlust der Bergleute allein zurückzuführen, während diese wohl mehr die Folge der bestehenden Zustände sein dürfte. Abgesehen davon, daß die Anzahl der tüchtigen Hauer in einer Belegschaft zurückgegangen ist, läßt der Zustand des Gezähes viel zu wünschen übrig; Hacken, Säge, Beil und Bohrhämmer sind minderwertig, dazu fehlt es an genügender Preßluft, mit der alle „unter Tage“ befindlichen Maschinen betrieben werden. Die Bergleute mühen sich ab und werden schließlich mißmutig, ja neigen sogar zu der Ansicht, daß solche Zustände absichtlich von der Werkleitung herbeigeführt werden, um

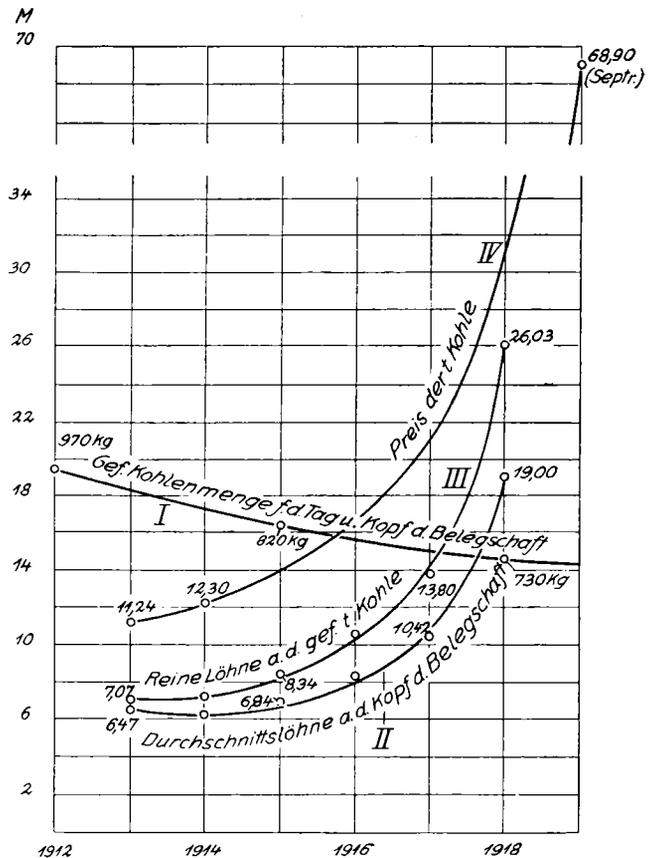


Abb. 6. Durchschnittslöhne und geförderte Kohlen im westfälischen Revier.

<sup>1)</sup> Seit dem 1. Februar 1920 sind die Kohlenpreise an sich und durch Erhöhung der Kohlensteuer noch weiter gestiegen (vgl. Zahlentafel 1 auf S. 5).

durch Nichterfüllung der Kohlenlieferung die Besetzung des Industrie-Bezirks und die Einführung eines 8 bis 10-Studentages zu erzwingen. Eine Mehrförderung ist also nur durch die Verbesserung der gegenwärtigen Zustände zu erwarten, wobei die Betriebsleitung der Seele des Arbeiters mehr Verständnis entgegenbringen müßte.

Die durch den fortschreitenden Abbau der Kohlenfelder gebotene Vergrößerung der Teufen ist es auch, deren Grenze die Grundlage für die Berechnung unserer Kohlenvorräte bildet. Wir haben oben gesehen, daß man als diese Grenzen 1000, 1500 und 2000 m annimmt. Unsere Zechen in Westfalen haben zum Teil bereits mehr als 1000 m erreicht. Da man berechnet hat, daß unsere jetzigen Förderseile bei einer gewissen Länge und den jetzt üblichen Fördergewichten Abmessungen erhalten müßten, die außer aller praktischen Verwendung liegen, so wird es früher oder später erforderlich sein, die Anordnung und Einrichtung der jetzigen Förderanlagen grundsätzlich zu ändern. Schon vor einigen Jahren waren die Fragen einer abgeänderten Berechnung der Seile, die Wahl anderer Seilbeanspruchungen und Sicherheitszahlen Gegenstände eifriger Erörterung<sup>1)</sup>. Der ausgiebigen Ausnutzung der Kohlenlager durch Gewinnung auch derjenigen Massen, welche früher in den stützenden Kohlenpfählen unter Tage zurückgelassen wurden, bringt man durch steigende Anwendung des Berge- und Spülversatzverfahrens jetzt besondere Aufmerksamkeit entgegen.

Die Zunahme der Teufen ist auch besonders aus dem Grunde beachtenswert, weil dadurch der Holzbedarf für den Ausbau der Gruben immer mehr gesteigert wird. Wie bedeutend er ist, kann daran ersehen werden, daß z. B. in Oberschlesien für je 60 t geförderter Kohle 1 cbm Holz gebraucht wird. Der Holzbedarf der westfälischen Steinkohलगruben dürfte wegen ihrer höheren Teufe noch größer sein.

Die Gewinnung der Braunkohle wird, wenn irgend möglich, im Tagebau durchgeführt. Im Durchschnitt lagern die Braunkohlen des rheinischen und des mitteldeutschen Gebietes unter einer Deckenschicht von 30 bis 100 m Sand oder Ton. Nur im Niederlausitzer Becken ist die Tieflage größer. Selbst bei einem Deckgebirge von 50 m wird man den Tagebau unter den heutigen Verhältnissen noch vorziehen. Er geht so vor sich, daß das Deckgebirge mittels Eimerbagger weggeschafft und das darunter freiliegende Braunkohlenflöz entweder gleichfalls mit Bagger oder nach der von früher her üblichen Handgewinnung abgebaut wird. Die Herstellung der Eimerbagger ist heute so vervollkommen, daß sie mit Leistungen bis zu 500 cbm/Std. gebaut werden. Daher ist es erklärlich, daß man heute auch starke Deckgebirge entfernt.

Der Tiefbau geht in ähnlicher Weise wie im Steinkohlenbergbau vor sich, indem man vom Schacht aus die Förderstrecken vortreibt und dann im Bruchbau die Kohle gewinnt. Dieser Bruchbau bringt nicht nur erhebliche Verluste an Brennstoff mit sich, da sowohl über als auch unter dem Abbau zum Schutz Kohle anstehen bleiben muß als auch zwischen den einzelnen Brüchen Kohle verloren geht. Man rechnet daher mit einem Verlust an Kohle von 35 bis 50%. Demgegenüber sind die Abbauverluste beim Tagebau nur etwa 5 bis 10%. Von besonderer Wichtigkeit beim Braunkohlenbergbau ist die Entwässerung des Deckgebirges, weil sonst besonders beim Tiefbau häufig Wassereintritte stattfinden.

Nur durch die außergewöhnlich hohe Entwicklung der maschinellen Einrichtungen beim Tagebau ist es gelungen, die Entwicklung der Braunkohlenförderung so zu begünstigen. Man rechnet im Jahre 1914 mit Gewinnungskosten von etwa 1,40 M/t<sup>2)</sup> abgebauter Rohkohle, was gegenüber Gewinnungskosten von etwa durchschnittlich 7 M/t unserer Steinkohle außerordentlich niedrig war.

Der Torf wird nach der erforderlichen Entwässerung der Moore mit der Hand, neuerdings auch mit Maschinen (Baggern) gewonnen und zum Trocknen in freier Luft gestapelt.

## 5. Eigenschaften und Verwendung der natürlichen Brennstoffe.

### a) Steinkohle.

Von den verschiedenen Gesichtspunkten, nach denen man die Steinkohlenarten eingeteilt hat, wie nach ihrer Entstehung, nach ihrem Gefüge usw., kommen für unseren Zweck nur diejenigen in Betracht, die auch für die praktische Verwendung der Kohlen grundlegend sind.

Danach unterschieden wir gemäß Zahlentafel 19<sup>3)</sup> nach zunehmendem Alter geordnet: Flammkohlen, Gaskohlen, Schmiedekohlen, Kokskohlen, Magerkohlen und Anthrazit. In der Praxis geht

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1911, S. 406 usw.; Glückauf 1914, S. 1293, sowie 1915, S. 1 und 29.

<sup>2)</sup> wovon 30 bis 50 % allein auf Baggerkosten für das Deckgebirge entfallen.

<sup>3)</sup> O. Simmersbach, „Koks-Chemie“, 2. Aufl., 1914, Springer, Berlin.

man in der Unterscheidung der Arten noch weiter. Man kennt noch die wichtigen Untergruppen: Sandkohlen (zur Flammkohlenpartie gehörig) und die Eßkohlen (Übergang von den Magerkohlen zu Kokskohlen). Schließlich bezeichnet man die Kohlen auch nach ihrem Aussehen und Gefüge und unterscheidet Pech-, Faser-, Blätter-, Schieferkohlen und ähnliche.

Für die Unterscheidung der Gruppen ist maßgebend ihr Verhalten bei der Erwärmung (Verkokungsprobe). In der Abb. 7 sind die charakteristischen Formen der Kokskuchen wiedergegeben. Dabei stellen die ausgezogenen Formen die bei normaler, d.h. starker und schneller Erhitzung gewonnenen Proben dar, während die punktierten Linien die Umrisse bei langsamer schwacher Erhitzung (der sog. Blähprobe) zeigen. Die stark blähenden Kohlen sind besonders die Eßkohlen,

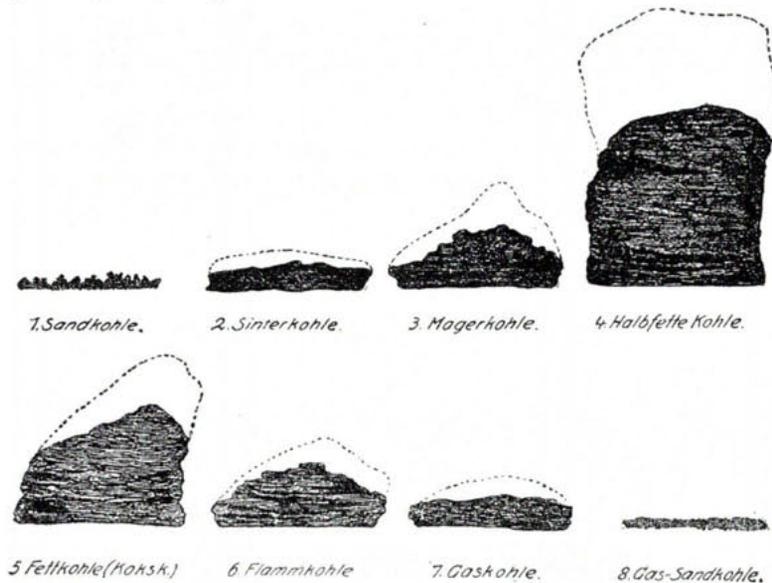


Abb. 7. Verhalten der Kohlensorten bei der Verkokung.

während die Kokskohlen einen weniger geblähten, aber festen Kuchen ergeben. Abgesehen von dem Verhalten bei der Verkokungsprobe ist auch die Menge der dabei erhaltenen flüchtigen Bestandteile kennzeichnend, sie sind etwa folgende:

Sandkohle . . . .	44 bis 50%	flüchtige Bestandteile
Flammkohle . . . .	38 „ 44%	„ „
Gaskohle . . . . .	33 „ 38%	„ „
Schmiedekohle . . .	28 „ 33%	„ „
Kokskohlen . . . .	24 „ 30%	„ „
Eßkohlen . . . . .	15 „ 24%	„ „
Magerkohlen . . . .	8 „ 15%	„ „
Anthrazit . . . . .	4 „ 8%	„ „

Im allgemeinen aber ist zu bemerken, daß sich alle diese Versuche von Klassifikationen nicht bewährt haben; es ergeben sich immer wieder so viele Ausnahmefälle, daß die Einteilungen weder auf einen wissenschaftlichen noch praktischen Wert Anspruch erheben können<sup>1)</sup>.

Zu erwähnen wäre noch ein Kurzes über die Ursachen der Backfähigkeit, worüber im Laufe der Zeit eine Unzahl von Theorien aufgestellt worden ist. (Von neueren sind besonders beachtenswert diejenigen von Boudouard, Bone, Parr und Olin, Lewes, Wheeler und Mitarbeitern sowie von Donath<sup>2)</sup>). Auch Prof. Fr. Fischer<sup>3)</sup> beschäftigt sich auf Grund seiner neuesten Forschungen mit dieser Frage und kommt etwa zu folgendem Schluß:

Beim Verkoken tritt ein Weichwerden bzw. Schmelzen derjenigen Teils substanz auf, welche sich beim Versuch durch Druckdestillation herauslösen läßt, nämlich der Hauptmenge des

<sup>1)</sup> Vgl. Muck, „Chemie der Kohle“, 2. Aufl., 1916, Wilh. Engelmann, Leipzig.

<sup>2)</sup> Vgl. Simmersbach, „Die Verkokung der Steinkohlen bei niedrigen Temperaturen“, Kattowitz 1913.

<sup>3)</sup> „Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle“, Bd. III, Gebr. Borntraeger, Berlin.

Bitumens<sup>1)</sup>. Es läßt sich nun nach den Beobachtungen an Urteeren die Folgerung ziehen, daß das Bitumen stets verschiedener Zusammensetzung ist und für die bei der Verkokung in Frage kommenden Bestandteile hauptsächlich harzartige Körper eine Rolle spielen. Diese destillieren nicht unzersetzt, sie schmelzen und spalten leichte Bestandteile ab, wobei sie immer höher schmelzend werden. Schäumt der Schmelzfluß dabei, so erhält man einen geblähten Koks; bleibt der Stoff in glattem Schmelzfluß, so muß man einen dichten Koks erhalten. Zersetzt sich schließlich das Bitumen, bevor es schmilzt, so erhält man einen Koks überhaupt nicht. Dies ist der Fall bei einem Bitumen, das durch Druck und Temperatur im Laufe der Zeit umgewandelt ist. In die letztere Gruppe fallen daher die Magerkohlen und Anthrazite, während die Fettkohle das Bitumen in wenig zersetzter Form enthält. Andererseits müßte es möglich sein, aus den noch jüngeren Flammkohenschichten auch einen guten Koks zu erzeugen, wenn man den von der Natur gemachten Umwandlungsvorgang des Bitumens irgendwie nachahmen könnte. Denn das in der jungen Kohle enthaltene Bitumen scheint in der Hauptsache unzersetzt zu destillieren, (verhält sich also ähnlich wie Anthrazen, das schmilzt und bei 350° unzersetzt destilliert), worauf ja auch die Urteergewinnung aus Flammkohlen und jüngeren Steinkohlen bei der Vergasung beruht.

Die Zahlentafel 19 bezieht sich auf Reinsubstanzen, d. h. wasser- und aschenfreie Kohlen. In der Praxis ist durch Verunreinigungen und Ballaststoffe stets mit anderen Zusammensetzungen zu rechnen.

Zahlentafel 19.

Kohlenart	elementare Zusammensetzung			$\frac{O+N}{H}$	Koksausbeute	Koksaussehen	spez. Gewicht	Verdampfungsvermögen von 1 kg reiner Kohle b. 112° u. Wasser von 0° kg
	C %	H %	O + N %					
I. trockene Steinkohle m. langer Flamme (Flammkohle)	75 bis 80	5,5—4,5	19,5—15,0	4—3	55—60	pulverförmig, höchst. zusammengefrittet	1,25	6,7— 7,5
II. fette Steinkohle m. langer Flamme (Gaskohle)	80 bis 85	5,8—5,0	14,2—10,0	3—2	60—68	geschmolzen, stark zerklüftet	1,28 bis 1,3	7,6— 8,3
III. eigentl. fette Kohle (Schmiedekohle)	84 bis 89	5,0—5,5	11,0— 5,5	2—1	68—74	geschmolzen, b. mittelmäßig kompakt	1,3	8,4— 9,2
IV. fette Steinkohle m. kurzer Flamme (Kokskohle)	88 bis 91	5,5—4,5	6,5— 5,5	1	74—82	geschmolzen, sehr kompakt, wenig zerklüft.	1,3 bis 1,35	9,2—10,0
V. magere oder anthrazitische Steinkohle	90 bis 93	4,5—4,0	5,5— 3,0	1	82—90	gefrittet oder pulverförmig	1,35 bis 1,4	9,0— 9,5

Die Steinkohlen enthalten gewöhnlich nur 2 bis 4% Wasser, ihr Aschengehalt schwankt je nach dem Ort ihrer Gewinnung zwischen 1 und 30% und noch stärker. Für gute Kohlen rechnet man höchstens 7, für mittelgute bis 15, für schlechte mehr als 15% Gehalt an Asche. Auch der Gehalt an Sauerstoff und Kohlenstoff ist sehr verschieden, so daß man den Heizwert im allgemeinen mit 4000 bis 8000 WE/kg annehmen kann. Für gute Kohlen rechnet man 7000 bis 7500 WE. In allen den Fällen, in denen der Heizwert irgendwie wichtig ist, stellt man ihn zweckmäßig durch besondere Messung fest.

Zu berücksichtigen ist ferner der Schwefelgehalt der Kohle. Westfälische Kohle enthält selten mehr als 1%, vielfach 1,25, oberschlesische Kohle etwas mehr, Saarkohle etwas weniger.

Der Anthrazit hat als die geologisch älteste Kohlenart in der reinen Substanz den höchsten Kohlenstoffgehalt, nämlich 94 bis 98%. Er dient infolge seiner Eigenart vorzüglich ganz besonderen Zwecken, z. B. der Verwendung in den Dauerbrandöfen der Haushaltung. Man verwendet ihn

<sup>1)</sup> „Bituminös“ ist ein für Steinkohle immer noch ziemlich viel gebrauchtes Wort, welches außer der Kürze nicht viel für sich hat und in seiner eigentlichen Bedeutung auf Steinkohlen gar nicht angewendet zu werden pflegt. Man versteht, wenn bei Steinkohlen heutzutage von „Bitumen“ die Rede ist (nach M u c k, a. a. O.), darunter die gesamte Menge flüchtiger Körper, welche die Kohlen beim Erhitzen unter Luftabschluß abgeben (Destillationsprodukte), und nicht etwa die in neutralen Lösungsmitteln löslichen Bestandteile.

in Amerika auch allein oder mit Koks vermischte zum Hochofenbetrieb<sup>1)</sup>. Für die Koksgewinnung kommt er selbst nicht in Betracht, da er beim Entgasen ein loses Pulver ergibt. Während Anthrazit in Nordamerika, Südrussland und Südwales in großen Lagerstätten vorkommt, findet er sich bei uns nur in weniger großen Mengen im Wurmbezirk (Aachener Becken) und vereinzelt in Westfalen sowie bei Osnabrück.

Ähnlich dem Anthrazit verhalten sich die Magerkohlen. Sie entwickeln beim Verbrennen eine kurze, stark heizende Flamme und eignen sich zum Hausbrand sowie auch zur Lokomotivheizung.

Mit abnehmendem Kohlenstoff- und steigendem Gasgehalt erlangen die Kohlen mehr und mehr die Eigenschaft, zunächst durch Erhitzung einen nur lose zusammenhängenden „gesinterten“ Koks zu liefern, wobei das fallende Gas beim Brennen zu leuchten und infolge der Anwesenheit schwer brennbarer Kohlenwasserstoffe Ruß zu entwickeln beginnt. Die Kohlen werden zur Dampfkesselheizung verwendet (daher Eß-(Essen-)Kohle benannt), können auch, mit gasreichen Kohlen vermischt, verkocht werden.

Erst die backenden (fetten) Kokskohlen mit (85) 86 bis 88 (90) % Kohlenstoff in der reinen Substanz liefern einen guten, regelmäßig geblähten, porösen und auch für die besonderen Verhältnisse des Hochofenbetriebes genügend festen Koks. Mit vorzüglichen Kokskohlen ist vor allem unser rheinisch-westfälischer Bergbaubezirk versehen, während ihm hierin der oberschlesische und Saarbergbau nachsteht. Den Übergang zu der folgenden Gruppe bilden Kohlen, die einen festen geschmolzenen Koks ohne jede Blähung ergeben. Sie verbrennen mit wenig langer und wenig rauchender Flamme und werden seit jeher mit Vorliebe zum Betrieb von Schmiedefeuern verwandt (Schmiedekohlen).

Die Gaskohlen mit 85 bis 82% Kohlenstoff liefern in unseren Gasanstalten das Leuchtgas und als Nebenerzeugnis einen dem Zechenkoks ähnlichen, jedoch weniger geblähten Koks. Sie für Feuerungen zu verwenden, ist weniger zweckmäßig, da sie beim Erhitzen nicht sintern, sondern schmelzen und so der Luft den Durchgang erschweren.

Die jüngsten Steinkohlen, die Gasflammkohlen mit dem geringsten Gehalt an Kohlenstoff (82 bis 79%) sind zwar zum Teil ebenfalls zur Leuchtgasbereitung zu gebrauchen, verlieren aber allmählich wieder die Fähigkeit, einen zusammenhängenden Koks zu bilden. Sie sintern beim Erhitzen zusammen und zerfallen schließlich wie die Magerkohlen und der Anthrazit zu losem Pulver. Ihre Flamme ist lang, das Gas leuchtet und scheidet viel Ruß ab. Diese Kohlen dienen hauptsächlich der Verbrennung unter Dampfkesseln und in den übrigen gewerblichen Feuerungen.

Zu den eben erörterten Bezeichnungen der Steinkohlenarten kommen noch die Sorten, welche mit der mechanischen Sortierung beim Fördern und Aufbereiten zusammenhängen. Kohlen, die in dem Zustande, wie sie aus der Grube kommen, verwandt werden, nennt man Förderkohlen, bei geringem Stückgehalt Fördergruskohlen. Hiervon unterscheiden sich die in der oben erwähnten Weise<sup>2)</sup> aufbereiteten Kohlen. Von diesen werden die größten, beim erstmaligen Gang über die Sortiervorrichtungen zurückgehaltenen Teile (über 80 mm Größe) als Stückkohlen bezeichnet. Es folgen in den Größen von 10 bis 80 mm die Nußkohlen, und zwar mit den Abstufungen von 50 bis 80, 30 bis 50, 15 bis 30 und 10 bis 15 mm als Nuß I bis Nuß IV, weiter unter 10 mm Größe die Feinkohlen. (Fettkohlen unter 10 mm dienen vorzüglich zur Koksbereitung.) Hierzu kommen noch die als „melierte“ und „bestmelierte“ Kohlen bezeichneten Mischungen verschiedener Sorten (Förderkohlen und Stückkohlen) und mancherlei andere Bezeichnungen von mehr örtlicher Bedeutung.

Während die Zahlentafel 19 einen Überblick über große Kohlengruppen gibt, der mehr theoretischen Wert hat, sind in Zahlentafel 20 eine Anzahl einzelner im Gebrauch befindlicher Kohlenarten verschiedener Zechen aufgeführt, deren Zusammensetzung, Heizwert usw. von der bekannten Thermochemischen Prüfungs- und Versuchsanstalt von Dr. Aufhäuser in Hamburg ermittelt worden sind.

Allgemeine Angaben über den Verbrauch der Steinkohlen in ihren verschiedenen Verwendungsgebieten sind nicht vorhanden. Einen Anhalt geben jedoch die regelmäßig vom Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikat veröffentlichten Zahlen über die Verwendung der von ihm umfaßten Kohlenmenge in Deutschland; wir geben die betreffenden Werte für die Jahre 1911 und 1912 in der

<sup>1)</sup> „Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens“, Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1915.

<sup>2)</sup> Siehe auch S. 93.

Zahlentafel 20.

## Zusammensetzung von Steinkohlen verschiedener Zechen.

Herkunft bzw. Bezeichnung des Brennstoffes	Rohkohle									Reinkohle Heizwert in 100 Teilen der wasser- u. aschefreien Substanz WE
	Heizwert WE	Wasser %	Asche %	brennbare Substanz oder Rein- kohle %	Kohlenstoff %	Wasserstoff %	Sauerstoff plus Stickstoff %	Schwefel %	flüchtige Bestandteile, ohne Wasser %	
Rheinisch-Westfälische Kohlen										
Anthrazit										
Kohlscheid, gewaschene Nuß . . .	8047	0,9	3,4	95,7	88,5	3,5	3,3	0,4	5,0	8414
Mager- und Eßkohlen										
Gottessegen, Eß-Nuß IV . . . . .	7445	1,2	9,7	89,1	79,9	3,8	4,0	1,4	10,6	8364
Fettkohlen										
Consolidation (grobfeucht) . . . . .	7566	3,4	5,0	91,6	79,9	4,7	6,6	0,4	25,3	8382
Constantin d. Große, melierte . . . . .	7979	0,9	3,1	96,0	83,2	5,0	6,3	1,5	24,6	8315
„ „ „ Nuß I . . . . .	7944	0,9	3,8	95,3	82,9	5,0	6,2	1,2	23,8	8351
„ „ „ „ II . . . . .	7888	1,1	3,8	95,1	82,3	5,0	6,7	1,1	22,6	8302
„ „ „ „ III . . . . .	7876	1,0	4,1	94,9	82,1	4,9	6,5	1,4	22,2	8306
„ „ „ „ IV . . . . .	7791	1,1	5,1	93,8	81,3	4,9	6,6	1,0	22,9	8313
Sieben Planeten (Harpener) . . . . .	7699	0,9	7,0	92,1	82,8	3,9	4,4	1,0	15,0	8365
Victor, Nuß III/IV . . . . .	7791	1,0	6,1	92,9	82,4	4,5	4,7	1,3	15,7	8393
Gasflammkohlen										
Graf Moltke, Förderkohle . . . . .	7144	3,2	8,7	88,1	75,3	4,6	7,7	0,5	28,2	8131
Mathias Stinnes, Nuß IV . . . . .	7429	1,6	7,6	90,8	77,1	5,0	7,5	1,2	27,5	8192
Zollverein, Stückkohle . . . . .	7754	1,7	3,5	94,8	80,6	5,2	8,3	0,7	28,2	8190
„ Nuß I . . . . .	7832	1,8	2,8	95,4	81,1	5,3	8,3	0,7	29,8	8221
„ „ II . . . . .	7863	1,7	2,5	95,8	81,5	5,3	8,4	0,6	29,6	8219
„ „ III . . . . .	7697	2,9	3,6	93,5	80,0	5,0	7,9	0,6	29,3	8250
„ „ IV . . . . .	7644	2,6	4,0	93,4	79,8	5,1	7,7	0,8	29,2	8201
„ Flammförderkohle . . . . .	7194	2,5	8,9	88,6	75,7	4,7	7,4	0,8	27,2	8137
„ Flammfördergrus . . . . .	7260	1,9	8,6	89,5	76,2	4,8	7,6	0,9	27,2	8124
„ Förderkohle . . . . .	7600	1,5	5,9	92,6	79,6	4,8	7,3	0,9	26,4	8217
Saar- und Lothringer Kohlen										
Dudweiler, Stückkohle . . . . .	7092	3,2	10,0	86,8	74,5	4,4	7,1	0,8	29,3	8193
v. d. Heydt, Nußgrieß . . . . .	6135	9,7	9,8	80,5	65,5	4,2	9,8	1,0	31,8	7693
Klein Rosseln, gew. Nuß 35/50 . . . . .	7455	2,3	3,5	94,2	77,4	5,3	10,8	0,7	37,3	7928
Merlenbach, Fettnuß 50/80 . . . . .	7326	2,5	4,0	93,5	76,6	5,2	10,9	0,8	34,9	7851
„ „ 35/50 . . . . .	7412	2,3	3,8	93,9	77,4	5,3	10,5	0,7	36,4	7908
„ „ 15/35 . . . . .	7433	2,5	3,1	94,4	77,1	5,4	11,4	0,5	37,7	7890
„ „ 7/15 . . . . .	7231	2,6	5,0	92,4	75,7	5,2	10,5	1,0	35,8	7843
Spittel, Fettnuß 50/80 . . . . .	7443	2,4	3,7	93,9	77,8	5,3	10,1	0,7	34,4	7942
„ „ 35/50 . . . . .	7368	2,0	5,5	92,5	76,6	5,2	9,9	0,8	34,5	7979
„ „ 15/35 . . . . .	7336	1,7	6,5	91,8	76,0	5,3	9,8	0,7	35,4	8002
„ „ 7/15 . . . . .	7250	2,1	6,8	91,1	75,0	5,3	10,2	0,6	34,0	7972
Louisenthal, Förderkohle . . . . .	5823	3,6	17,0	79,4	62,4	4,1	11,9	1,0	33,6	7359
Schlesische Kohlen										
Brade, Stückkohle . . . . .	6189	6,9	7,7	85,4	66,4	4,5	13,9	0,6	33,5	7296
Emanuelsegen, Würfelkohle . . . . .	6352	7,5	5,8	86,7	68,6	4,5	13,2	0,4	33,7	7378
Gruben, Staubkohle . . . . .	6375	2,3	16,2	81,5	68,2	4,0	8,3	1,0	24,1	7839
Fürstin Pauline-Schacht . . . . .	6785	5,0	5,2	89,8	72,9	4,7	11,7	0,5	32,6	7589
Karolinengrube . . . . .	6574	5,5	6,2	88,3	70,8	4,5	12,6	0,4	31,3	7482
Wolfgang, Stückkohle . . . . .	7224	3,0	6,0	91,0	76,5	4,5	9,4	0,6	31,0	7958
Hannoverische und sächsische Kohlen										
Barsinghausen (Deisterkohle) . . . . .	6093	3,5	19,8	76,7	63,2	4,3	6,8	2,4	28,6	7975
Oberkirchen, Sorte III u. IV . . . . .	6161	6,6	15,3	78,1	66,4	3,6	6,9	1,2	16,6	7939

Zahlentafel 21 wieder. Danach ist der Hauptverbraucher die Metallindustrie, und an zweiter Stelle steht der Hausbedarf.

Zahlentafel 21.

**Verbrauch von im Inland abgesetzten Kohlen, Koks und Briketts des Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikats.**

	1911		1912	
	t	%	t	%
Metallhütten aller Art, Eisenhütten, Herstellung von Eisen und Stahl, Frisch- und Streckwerke, Metallverarbeitung, Verarbeitung von Eisen und Stahl und Industrie der Maschinen, Instrumente und Apparate . . . . .	28249869	41,22	31769517	52,58
Hausbedarf . . . . .	8789934	12,83	9214753	12,35
Eisenbahn- und Straßenbahn-Bau und -Betrieb . . . . .	7926096	11,57	8112421	10,87
Gewinnung von Steinkohlen und Koks; Brikettherstellung Binnenschiffahrt, See- und Küstenschiffahrt, Hochseefischerei, Hafen- und Lotsendienst, Kriegsmarine . . .	4860173	7,09	5220499	7,00
Industrie der Steine und Erden . . . . .	3642954	5,32	4406755	5,91
Gasanstalten . . . . .	3233271	4,72	3267223	4,38
Chemische Industrie . . . . .	2274513	3,32	2481779	3,33
Webstoffgewerbe, Bekleidungs- und Reinigungsgewerbe .	2022015	2,95	2261699	3,03
Elektrische Industrie . . . . .	2000325	2,92	2105747	2,82
Papierindustrie und polygraphische Gewerbe . . . . .	1070744	1,56	1176642	1,58
Industrie der Nahrungs- und Genußmittel . . . . .	901499	1,32	985555	1,32
Brauereien und Branntweinbrennereien . . . . .	646512	0,94	704682	0,94
Glasindustrie . . . . .	734690	1,07	689100	0,92
Rüben- und Kartoffelzuckerverarbeitung und Zuckerraffinerie	521098	0,76	512796	0,70
Salzgewinnung, Salzbergwerke und Salinen . . . . .	375911	0,55	456007	0,61
Erzgewinnung und Aufbereitung von Erzen aller Art . . .	333474	0,49	334860	0,45
Wasserversorgungsanlagen, Bade- und Waschanstalten . .	282285	0,41	306883	0,41
Leder-, Gummi- und Guttaperchaindustrie . . . . .	319748	0,47	289875	0,39
Industrie der Holz- und Schnitzstoffe . . . . .	249456	0,36	226766	0,11
	91548	0,13	86391	0,3
	68526115	100,00	74618950	100,00

Für die Verwendung der Steinkohlen ist ihre Aufbewahrung von nicht unerheblicher Wichtigkeit, da die Kohlen beim Lagern in freier Luft an Heizwert einbüßen. Über diese Verhältnisse und die Maßnahmen, die man zur Abhilfe des Übelstandes anwendet, berichten wir an anderer Stelle. Ebenso erheischt die Gefahr der Selbstentzündung Vorsichtsmaßregeln.

### b) Braunkohle.

Zweifelloos noch größere Abweichungen in ihrer Zusammensetzung als die Steinkohle zeigt die Braunkohle, selbst wenn man von dem wechselnden Feuchtigkeitsgehalt absieht (vgl. Zahlentafel 22). Meist kann man auf die Beschaffenheit schon nach dem Aussehen schließen. Von der vorzüglichsten böhmischen Cannel-Kohle — welche beim Augenschein durchaus als Steinkohle angesprochen werden dürfte<sup>1)</sup> — finden wir alle Abstufungen über Pechkohle, Glanzkohle, bis zur normalen stückigen Braunkohle und weiter bis zu dem noch durchaus die Holzstruktur aufweisenden Lignit einerseits und bis zur erdigen, mulmigen, mitteldeutschen Kohle andererseits, die man auf den ersten Anblick kaum für einen Brennstoff halten wird. Diese Unterschiede sind zweifellos in der Hauptsache auf die Entstehung der Kohle zurückzuführen, indem die kohlebildenden Substanzen außerordentlich verschieden waren. Andererseits haben aber auch die Lagerungsverhältnisse einen großen Einfluß. Da die Braunkohle meist jüngeren Schichten angehört und somit ein geringeres Deckgebirge trägt, war sie Drücken weniger unterworfen. Wo sie starkem Gebirgsdruck ausgesetzt ist, ähnelt sie meist immer mehr der Steinkohle und zeigt auch ein festeres Gefüge (wie die Glanzkohlen der Alpen). Unter dem Druck hat die Kohle Umwandlungen erlitten, die bei mäßiger Erwärmung in sehr langen Zeiträumen vor sich gegangen und durch eine raschere Abspaltung von Sauerstoff und eine lang-

<sup>1)</sup> Zur Unterscheidung von Stein- und Braunkohle gibt Prof. Franz Fischer ein sicheres Mittel an: Braunkohle löst sich in Alkalilösungen unter Braunfärbung und Abgabe von sogenannter Huminsäure, was die Steinkohle nie tut. Ferner kann man in der Braunkohle immer die Methoxylgruppe nachweisen, in der Steinkohle nicht.

samere von Wasserstoff gekennzeichnet sind, wie aus der bereits erwähnten Zahlentafel 3 klar zu ersehen ist. Bei keinem anderen Brennstoff sind die Schwankungen im Atomverhältnis C:H so groß wie bei Braunkohle.

Entsprechend diesen wechselnden Eigenschaften ist auch die Verwendung und Eignung der Braunkohle außerordentlich verschieden. Die minderen Sorten sind besonders angewiesen auf Veredelungsverfahren, worüber später noch gesprochen werden soll, wobei in erster Linie die Herstellung von Naßpreßsteinen und Briketten in Frage kommt. Daneben haben bei der Braunkohle auch die chemischen Veredelungsverfahren eine besondere Bedeutung. Allerdings scheiden die Verkokungsverfahren nahezu vollständig aus. Die Braunkohle gibt bei der Erwärmung meist einen staubförmigen, nur in seltenen Fällen einen gesinterten Koks, der nur in geringem Umfang Anwendung finden kann. Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, daß andere Wege als bei der Steinkohle schließlich auch bei manchen Braunkohlen zu einer wirtschaftlichen Verkokung führen können, da diese Frage besonders für Länder mit Steinkohlenmangel von Bedeutung ist.

Zahlentafel 22.  
Zusammensetzung verschiedener Braunkohlen.

Herkunft	Heizwert WE	Zusammensetzung der Rohkohle							Flüchtige Bestand- teile %
		H <sub>2</sub> O %	Asche %	C %	H %	O %	N %	S	
Mitteldeutsche:									
Halle (Grube v. d. Heydt) . . . . .	—	52,68	5,77	29,59	2,35	8,57		1,04	—
Krügershall . . . . .	3380	39,66	8,51	37,49	3,20	10,10	0,27	0,77	32,27
Senftenberg . . . . .	3147	41,75	6,65	36,43	2,61	10,88	0,45	1,23	29,64
Thale . . . . .	2127	52,04	8,61	26,77	1,95	9,32		1,31	20,44
Rheinische . . . . .	2350	50,30	3,16	31,80	2,16	12,13	0,30	0,15	—
West- und süddeutsche:									
Kassel . . . . .	4180	34,01	6,23	42,91	4,42	10,92	0,48	0,93	—
Schwandorf . . . . .	2193	55,01	3,42	28,07	2,03	10,28		1,09	20,94
Schwandorf . . . . .	2560	47,80	4,05	31,52	2,62	13,22	0,25	0,54	27,80
Schwandorf (Brikette) . . . . .	4095	14,57	16,52	44,35	3,40	19,43	0,31	1,42	—
Böhmische:									
Hermanngrube b. Arbesan . . . . .	3825	27,61	13,41	42,08	3,79	12,56		0,55	30,75
Zentrumschacht, Brüx . . . . .	4124	33,83	5,16	45,03	3,58	11,79		0,61	31,06
Venus Tiefbau . . . . .	4892	23,80	3,80	52,40	4,30	15,20		0,50	37,50
„ Tiefbaukohle . . . . .	4853	23,60	3,00	52,60	4,30	16,00		0,50	36,60
Falkenau, Bogheadkohle . . . . .	6337	9,10	6,26	62,71	6,24	14,50	0,10	1,09	59,62
Neusattl . . . . .	—	18,25	4,84	55,65	3,36	15,98	0,83	1,09	—
Türmitz b. Aussig . . . . .	—	24,41	25,28	33,98	3,67	11,65	0,59	0,42	—
Komotau . . . . .	2720	33,20	19,70	30,84	2,62	10,75	0,58	2,23	26,26
Alpine:									
Seegraben (Steiermark). . . . .	5720	7,40	7,81	61,55	4,78	17,11	0,90	0,45	—
Fohnsdorf „ . . . . .	5160	7,02	16,32	55,13	4,19	14,51	0,70	1,83	—
Köflach „ . . . . .	4560	15,40	10,05	50,80	4,23	19,34		0,18	—
Trifail (Kärnten) . . . . .	3970	25,20	11,60	43,87	3,39	13,08	0,69	2,17	28,66
Hausham (Oberbayern) . . . . .	—	9,10	22,20	49,90	3,47	11,05	0,78	3,50	—
Oberitalienische:									
Kohle von Foligno. . . . .	3240	26,70	10,00	37,60	3,50	21,90		0,30	36,6

Eine Übersicht über die Zusammensetzung der verschiedenen Braunkohlen zeigt Zahlentafel 22. Man ersieht daraus, welche Unterschiede zwischen den hochwertigen, z. B. böhmischen Braunkohlen und den minderwertigen (mitteldeutschen und rheinischen) Braunkohlen bestehen. Ganz abgesehen von dem Umstand, daß eine Verfrachtung einer Rohbraunkohle mit etwa 2500 WE Heizwert im günstigen Fall nur auf einen Umkreis von wenigen Kilometern beschränkt ist, weil sonst die Fracht auf das tote Gewicht der Ladung (Wasserballast) zu hoch wird, verdienen die Veredelungsverfahren bei der Braunkohle auch aus dem Grunde eine besondere Beachtung, weil die Verfeuerung der Rohkohle nur mit einem sehr schlechten Wirkungsgrad möglich ist. Dies ist durch den Umstand bedingt,

daß die Förderkohle an sich mehr Grus als Stücke aufweist. Der hohe Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes bedingt auch einen sehr hohen Feuchtigkeitsgehalt der Abgase; die Abgasverluste sind sehr hoch, und insbesondere die erreichbaren Flammentemperaturen bleiben erheblich hinter denjenigen zurück, die bei guter Steinkohle erzielt werden. Da die Flammentemperatur für die Größe der Wärmeübertragung ausschlaggebend ist, scheidet Rohbraunkohle bei vielen industriellen Verwendungszwecken vollständig aus. In der Abb. 8 ist der Verlauf der Flammentemperaturen mit steigendem Luftüberschuß bei Rohbraunkohle gegenüber Steinkohle dargestellt, und auch die Flammentemperaturen bei Braunkohlenbriketten berücksichtigt. Man ersieht daraus, daß die Herstellung der Braunkohlenbrikette aus dem minderwertigen Brennstoff einen hochwertigen macht, der den Wettbewerb mit der Steinkohle nach jeder Richtung hin aufnehmen kann.

### c) Torf.

Nicht ganz so groß, aber immerhin auch bedeutend sind die Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung des Torfes, selbst wenn wir gleichfalls von dem Wassergehalt absehen. Dieser spielt jedoch beim Torf eine ganz besondere Rolle. Der Vorgang bei der Bildung des Torfes ist ein chemisch noch nicht völlig aufgeklärter, langsamer Zersetzungs Vorgang von Pflanzenresten bei Luftabschluß in Gegenwart von stehendem oder sehr langsam fließendem Wasser, der nur in kühlerem Klima vor sich geht. Die Bildung spielt sich in den meisten Fällen etwa derart ab, daß die Überreste der an den Rändern größerer Gewässer wachsenden und absterbenden Pflanzen zu Boden sinken, der sich dadurch immer mehr und mehr mit torflichen Bestandteilen anreichert. Währt dieser Vorgang lange genug, so „erblindet“ das ganze Gewässer, indem es sich nach und nach in ein schwammiges Land verwandelt. Auf diesem Torfboden ist eine eigentliche Vegetation nicht mehr möglich; es siedeln sich die kennzeichnenden Moorpflanzen an (Sphagneen, Torfmoos, Wollgras u. dgl.), welche nach und nach demselben Vertorfungsprozeß unterliegen. An dem Übergang zwischen diesen beiden Schichten kann man häufig auch Baumreste finden, insbesondere von Birke und Kiefer. Man unterscheidet demgemäß bei den Mooren meist folgende Schichten:

1. Niedermoor, von Sumpf- und Schilfpflanzen herrührend, meist gut vermodert,
2. Übergangsschicht mit Baumrückständen,
3. Hochmoorschichten, von Sphagneen, Torfmoos u. dgl. herrührend.

Da der Vorgang sich teilweise vor unseren Augen abspielt, so findet man wohl reine Niedermoore, aber keine reinen Hochmoore; letztere bauen sich stets auf den gedrückten Schichten der Niedermoore auf. Das Studium der Torfbildung an den Mooren hat uns wertvolle Fingerzeige über die Bildung und die chemischen Vorgänge dabei gegeben (vgl. diesbezüglich Bartel „Torfkraft“, Springer 1913, und Teichmüller „Elektrotechnik und Moorkultur“, erweiterter Sonderabdruck aus E.T.Z., Springer 1912).

Der Vorgang der Torfbildung spielt sich infolge der großen Kapillarität auch über den Wasserspiegel des Moores hinaus ab, und außerdem steigt der Wasserspiegel bei den meist in Mulden auf wasserundurchlässigen Schichten aufgebauten Hochmooren durch das Zurückhalten der Niederschläge immer weiter, so daß die Moore teilweise eine außerordentliche Mächtigkeit erreichen; im Mittel ist sie 2 bis 4 m. Wir finden aber z. B. in Ostpreußen solche bis zu 24 m Mächtigkeit, und auch die irischen Moore sollen gleiche Mächtigkeit aufweisen. Man hat Beobachtungen gemacht, daß die Moore in 30 Jahren etwa  $1\frac{1}{2}$  m wachsen. Demnach könnte man die Bildungszeit abbaufähiger Moore mit 50 bis 100 Jahre annehmen.

Die anstehenden Moore haben einen Feuchtigkeitsgehalt von 92 bis 96 %; in diesem Zustand ist an eine Gewinnung, selbst auf dem Wege des Baggerns nicht zu denken. Die erste und grund-

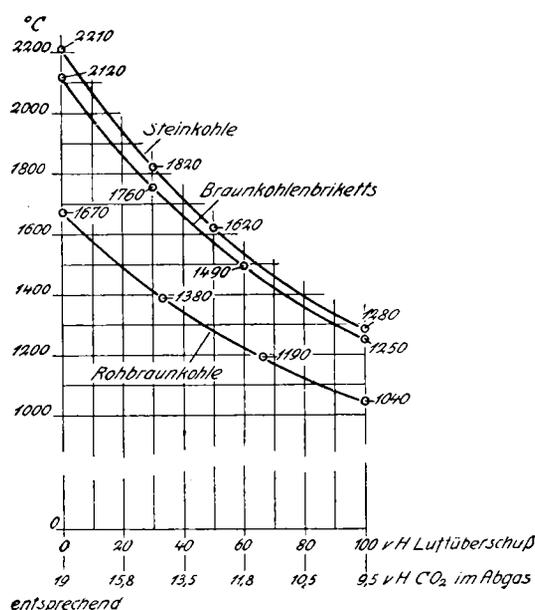


Abb. 8. Flammentemperatur bei verschiedenem Luftüberschuß.

legende Arbeit bei der Aufschließung der Torfmoore ist daher die Entwässerung; nicht immer ist sie leicht durchzuführen. Bei der Anlage der Entwässerungseinrichtungen, wie sie z. B. für die Hochmoorkultur zwecks landwirtschaftlicher Nutzung notwendig ist, wird man meist auf die spätere Gewinnungsmöglichkeit Rücksicht nehmen. In Abb. 9 ist die Anordnung einer Entwässerungsanlage dargestellt. Nach ein- bis zweijähriger Entwässerung ist der Feuchtigkeitsgehalt des Moores auf 84 bis 90% gesunken. Auch dies scheint noch reichlich hoch, welcher Vorteil für die Gewinnung

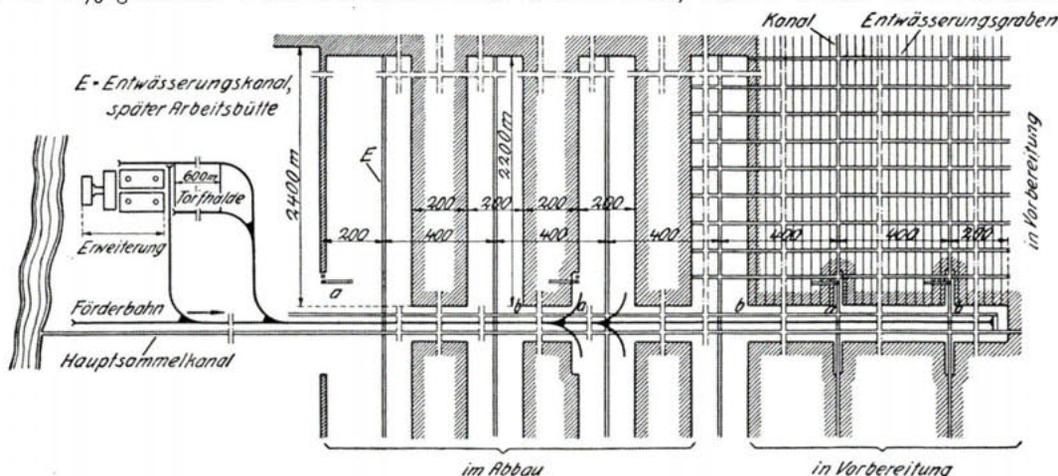


Abb. 9. Entwässerungsanlage für Torf (a und b = Baggerstand am Anfang und am Ende der Arbeit).

jedoch dadurch erreicht wird, ist aus Abb. 10 zu erkennen. Während im ursprünglichen Zustand eines Moores für je 100 kg Torfsubstanz etwa 2000 kg Wasser mitzuführen wären, vermindert sich diese Menge bei einem entwässerten, abbaureifen Moor auf etwa 600 kg. Bevor diese Trockenheit des Moores erreicht ist, sollte man auch von einer Gewinnung in der Regel absehen.

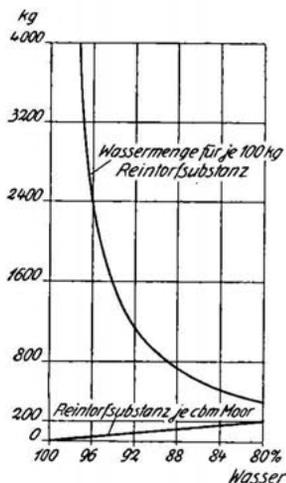


Abb. 10. Fördermengen, abhängig vom Wassergehalt.

Die Gewinnung geschah früher meist von Hand als Stichtorf. Für industrielle Torfgewinnung kommt nur das Baggern in Frage. Die so gewonnene Torfmasse wird im nassen Zustand gut gemengt und gepreßt, und diese „Soden“ werden auf dem Torffeld selbst zur Trocknung ausgebreitet. Diese Ausbreitung geschah früher von Hand, doch bedient man sich hierzu heute bereits selbsttätiger Ablegevorrichtungen. Die früher versuchte Ausbreitung des gewonnenen Torfschlammes ohne vorherige Pressung hat sich wenig eingeführt, weil hierfür eine genaue Vorbereitung des Trockenfeldes notwendig ist. Auch sind die Torfverluste hierbei noch größer als wie bei der Trocknung von Soden, wo sie gleichfalls beträchtlich sind, da der Torf schwindet, reißt und teilweise ganz zerbröckelt. Dieser verlorene Torf findet sich zwar auf dem Trockenfeld wieder; es handelt sich also nicht um einen bleibenden Verlust. Der bleibende Verlust erstreckt sich nur auf die für diesen Teil aufgewendete Arbeit, und dieser Gesichtspunkt ist gerade bei der Schätzung von Torfgewinnungskosten sehr oft zum Schaden vernachlässigt worden. Die Trocknung des Sodentorfes an der Luft erfordert nach dem Gesagten erhebliche Kosten, denn das Trockenfeld ist außerordentlich groß. Beim Abbau eines Moores von 3 m Mächtigkeit entfällt für einen 4 m breiten

abgebagerten Streifen ein parallel verlaufender Streifen von mindestens 60 m für die Trocknung. — Nach diesen wenigen Hinweisen dürfte es bereits erklärlicher sein, daß die Torfgewinnung mit erheblich höheren Gestehungspreisen rechnen muß, als bei der Gewinnung von Braunkohle in Frage kommen. Die nicht richtige Einschätzung dieser Verhältnisse hat die Entwicklung der Torfindustrie sehr gehemmt. Bei der Beurteilung aller Torfgewinnungsverfahren müssen diese Momente aufs genaueste berücksichtigt werden<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. Teichmüller, „Elektrotechnik und Moorkultur“, erweiterter Sonderabzug aus d. E. T. Z. 1912. — Vgl. Trenkler, „Krafterzeugung bei gleichzeitiger Gewinnung der Nebenprodukte“, E. T. Z. 1914, Heft 24.



Zahlentafel 24.  
Kokserzeugung der Welt in 1000 t.

Länder	1900	1905	1910	1912	1913	1915	1916	1917	1918
Vereinigte Staaten Amerikas	18 628	29 240	37 537	39 586	41 680	37 100	48 650	49 600 <sup>1</sup>	50 400
Deutschland . . . . .	—	16 491	25 706	31 217 <sup>2</sup>	32 168	27 217	33 023	33 639	33 411
Großbritannien . . . . .	—	18 327	19 642	18 643 <sup>3</sup>	20 858	20 380	21 731	21 995	21 403
Rußland . . . . .	2 244	2 301	2 748	3 816	—	—	—	—	—
Belgien . . . . .	2 435	2 239	3 111	3 187	3 450	484	792	676	522
Frankreich . . . . .	2 289	2 268	2 688	3 049	3 060	—	—	—	314
Österreich-Ungarn . . . . .	1 241	1 469	1 999	2 458	2 744	2 003	2 735	—	2 456
Spanien . . . . .	—	—	—	489	595	623	759	542	630
Kanada . . . . .	—	—	—	1 276	1 376	1 089	1 314	1 118	1 120
Britisch Indien . . . . .	—	—	—	—	—	—	526	422	433
Australien . . . . .	—	—	—	245	303	424	444	—	310
Süd-Afrika <sup>4</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	7	11	—	20
Welt <sup>5</sup> . . . . .	—	76 000	96 506	107 000	113 000	—	—	—	—

<sup>1</sup> davon Gaskoks 22600. <sup>2</sup> hierzu aus Gasanstalten (Wirtsch. Vereinigung deutscher Gaswerke) 2140.  
<sup>3</sup> davon in Gasanstalten 7752. <sup>4</sup> Z. f. a. Ch., 3. 5. 18. <sup>5</sup> geschätzt. <sup>6</sup> davon in Gasanstalten 7945.

Während 1913 von den drei kohlefördernden Hauptländern Amerika, Groß-Britannien und Deutschland etwa 83% der Gesamterzeugung gedeckt wurden, hat sich diese Zahl unter dem Einfluß des Krieges auf etwa 93% 1918 verschoben. Wenn auch mit einem Wiederaufleben der Kokserzeugung in Belgien, Frankreich und Rußland nach einigen Jahren gerechnet werden kann, so bleibt doch die außerordentliche Entwicklung der Vereinigten Staaten im Vorsprung. Amerika dürfte sogar wegen der Gewinnung von Nebenerzeugnissen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit selbst Groß-Britannien überflügelt haben. Gerade die Gewinnung eines hochwertigen Kokes bei gleichzeitig bester Ausnutzung der Gase (durch Fernleitung) wird in Amerika in Zukunft erhöhte Bedeutung erlangen.

Die Zahlentafel gibt zugleich an, in welchem Maße die Gasanstalten an der Gesamterzeugung des Kokes beteiligt sind. Im übrigen sei in bezug auf die Verfahren zur Gewinnung des Kokes auf die betreffenden Stellen dieses Buches verwiesen<sup>1)</sup>.

Wie bereits bemerkt, stammt unser Steinkohlenkoks teils aus den Gasanstalten, teils aus den Zechen- und Hüttenkokereien. Während sich in England die Herstellung beider Koksarten die Wage hält, überwiegt in Deutschland die Gewinnung von Hütten- und Zechenkoks. Bei uns wird der größere Teil dieses Kokes (gegen 20 Mill./t) zur Verhüttung der Erze in den Hochöfen verbraucht.

Bei der Leuchtgasherstellung in den Gasanstalten schont man die gebundene Kohlensubstanz durch Verwendung verhältnismäßig niedriger Temperaturen und erhält infolgedessen einen größeren Teil des Kohlenstoffes in gebundener Form als Teer, Kohlenwasserstoff usw. In den Kokereien dagegen wird durch scharfe Hitze möglichst viel gebundene Kohlensubstanz zerstört und dadurch die Ausscheidung von freiem Kohlenstoff erhöht. Die Festigkeit des Zechenkokes (Schmelzkoks) ist ferner größer als die des Gaskokes, während der Aschengehalt — gleichen Rohstoff vorausgesetzt — im umgekehrten Verhältnis der Koksausbeute steht, d. h. beim Zechenkoks kleiner ist. Für gleichen Rauminhalt ergibt sich weiter ein größeres Gewicht und dabei eine geringere Aufnahmefähigkeit an Wasser für den Zechenkoks. Die Wasseraufnahme beträgt nach Versuchen mit gesiebttem (sortiertem) englischen Gaskoks und gutem deutschem Zechenkoks 8 und 5%. Bei minderwertigem (ungesiebttem) Gaskoks anderer Herkunft wurden 21,7% Wasser festgestellt. Der Wassergehalt verringert aber den Heizwert und wirkt beim Verfeuern des Kokes auch abkühlend auf die Dampfkesselwand. Man nimmt für je 1% Wassergehalt mehr auch rd. 1% Heizwertverminderung an. Während man, um den schädigenden Einfluß des Wassergewichtes beim Einkauf auszuschalten, den Gaskoks vielfach nach Raummaß kauft, ist es beim Einkauf des Zechenkokes erforderlich, sich durch Probenahme von der Einhaltung der Lieferungsbedingungen zu überzeugen. Einige Winke für die Beurteilung des Kokes nach dem Aussehen der Bruchfläche und anderen Anhaltspunkten, wie Form, Klang beim Auffallen usw. gibt A. Thau in Glückauf 1907, S. 277 (vgl. S. 407).

Die geringe Widerstandsfähigkeit des Gaskokes macht ihn für die Beförderung mit Umladen weniger geeignet, da er dabei zerbröckelt und sich leicht zerreibt, so daß größere Verluste durch

<sup>1)</sup> S. 120 bis 159.

brennbare Teile im Aschenfall auftreten. Auch verschlacken die feinen, beim Beschicken der Feuerung hindurchfallenden Teile den Rost leicht. Während die Unterschiede bei der Bewertung der beiden Koksarten bisher von Wichtigkeit waren, beginnen sie neuerdings an Bedeutung abzunehmen, da zur Herstellung des Kokes auf Gasanstalten und Kokereien mehr und mehr dieselben Einrichtungen benutzt werden. Der Koks führt so, wie er aus dem Koksofen oder aus der Retorte der Gasanstalt fällt, den Namen „Grobkoks“. Wird er durch Schüttel- und Trommelsiebe auf Faustgröße sortiert, so spricht man von „sortiertem Koks“, der nun ein- oder zweimal gebrochen und aussortiert werden kann, so daß er eine Korngröße von 5 bis 8 cm, 3 bis 5 cm und endlich 1 bis 3 cm (Perlkoks) hat. Der Rest wird fälschlich als Koksasche bezeichnet. Diese Bezeichnungen gelten für Zechen- und Gaskoks in gleicher Weise. Der Gaskoks wird häufig „gegabelt“, d. h. er entspricht in diesem Zustande dem „sortierten Koks“.

Der Heizwert des Kokes ist in der Regel geringer als der des Rohstoffes, Zahlentafel 25. Der Fehlbetrag schwankt nach Ferd. Fischer nach der Kohlenart; er beträgt bei Koks aus Ruhrmagerkohle 6,5%, bei Ruhrfettkohle 5,4%, bei Gasflammkohle 3%.

Zahlentafel 25.

**Heizwert von Kohle und Koks.**

	Ruhrmagerkohle	Ruhrfettkohle	Ruhrgasflammkohle
Heizwert der Kohle WE	7917	8198	7434
„ des Kokes „	7398	7753	7207

Hat die Kohle, aus der der Koks gewonnen wurde, 8% Asche, so enthält der Zechenkoks bei einer Ausbeute von 80% schon 10% Asche. Da bei der Leuchtgasbereitung in der Regel billige, stückarme Förderkohle verwandt wird, so kann der Aschengehalt beim Gaskoks noch höher ausfallen, weil Förderkohlen an sich mehr Verunreinigungen aufweisen als gewaschene Nußkohlen, deren man sich in den Kokereien bedient. So gibt Stack<sup>1)</sup> den Aschengehalt des Gaskokes bis zu 18,3, den des Hüttenkokes zu 11,5% an. Eine Übersicht über eine Anzahl Koksarten gibt Zahlentafel 26. Außer für die Hochöfen haben die besten Koksarten als „Gießereikoks“ hohe Wichtigkeit für das Umschmelzen des Roheisens in unserer Gießereiindustrie. Hervorragend ist die Bedeutung des Kokes für die Zentralheizungen der Wohnungen mit ihrem großen Bedarf an einem gasarmen, für Dauerbrand geeigneten Brennstoff. Hier liegen Schmelz- und Gaskoks miteinander in Wettbewerb. Weiter ist der Koks überall in industriellen und gewerblichen Feuerungsanlagen am Platz, wo es auf die Reinheit des Brennstoffes ankommt. (Vgl. Fünftes Kapitel, Abschnitt V über Koksverwendung.)

Neben dem Steinkohlenkoks spielen die Verkokungsstoffe anderer Brennstoffe nur eine verschwindende Rolle.

Aus der Braunkohle kann ein brauchbarer Koks nicht ohne weiteres gewonnen werden, da sie kaum sintert und beim Erwärmen einen pulverförmigen Rückstand gibt. Trotzdem wird ein erheblicher Teil der sehr teerhaltigen mitteldeutschen Rohbraunkohle, insbesondere die hellen oberen bitumenreichen Schichten (Pyropissit) verkocht, um den hochwertigen Teer zu gewinnen. Man bezeichnete dieses Verfahren früher als Schwelerei, welcher Name jedoch nach dem heutigen Sprachgebrauch nicht mehr ganz richtig sein dürfte. Man bezeichnet zwar als Schwelen ein Verfahren, welches sich in erster Linie auf die Gewinnung eines hochwertigen Teeres richtet, ist jedoch geneigt, auf Grund der heutigen Kenntnis auf diesem Gebiet hierfür eine Grenztemperatur von etwa 500° einzuführen. Wird diese Temperatur überschritten, so muß man den Vorgang in gleicher Weise wie bei der Steinkohle als einen Verkokungsvorgang bezeichnen. Bei der mitteldeutschen Schwelerei alter Art benutzt man stehende Öfen, ähnlich den Retorten der Gaswerke, mit Befuerung von außen durch die Chamottewand hindurch. Die Kohle liegt in dünner Schicht zwischen der äußeren Wand und einem Zylinder, welcher mit Durchlässen versehen ist und bei manchen Ofenbauarten drehbar gemacht wird, damit die Destillationsprodukte aus den einzelnen Schichten schnell abgeleitet werden können. Die Temperatur des Zylinders wird an der tiefsten Stelle bis auf etwa 900° gebracht. Außer dem hochwertigen, stark paraffinhaltigen Teer und einem Schwelwasser, welches geringe Mengen Ammoniak enthält, gewinnt man einen Koks, welcher Grude genannt wird,

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1905, Heft 36, S. 1477.

Zahlentafel 26.

## Koks.

Bezeichnung	Zusammensetzung der lufttrockenen Kohle						Brennbare Substanz %	Heizwert nach Dulong WE	Kalorimetrisch ermittelter Heizwert WE	Zusammensetzung der wasser- und aschefreien Substanz				Verbrennungswärme von 100 Teilen brennbarer Substanz nach der kalorimetrischen Bestimmung in WE
	Kohlenstoff %	Wasserstoff %	Sauerstoff + Stickstoff %	Schwefel %	Wasser %	Asche %				Kohlenstoff %	Wasserstoff %	Sauerstoff + Stickstoff %	Schwefel %	
<b>Großh. Bad. Chem. Techn. Prüfungs- und Versuchs-Anstalt.</b>														
<b>Zechenkoks.</b>														
Augusta Viktoria . . . . .	88,79	0,81	1,47	1,25	0,25	7,45	92,30	7402	7404	96,18	0,88	1,59	1,35	8024
vom Strebelwerk . . . . .	88,76	0,22	1,44	0,64	0,33	8,61	91,06	7216	7235	97,48	0,24	1,58	0,70	7948
„ „ . . . . .	88,92	0,32	2,07	0,24	0,25	8,20	91,55	7224	7258	97,13	0,35	2,26	0,26	7930
„ „ . . . . .	89,04	0,36	2,12	0,19	0,25	8,04	91,71	7244	7271	97,09	0,39	2,31	0,21	7930
Zeche Zollverein . . . . .	88,95	0,44	1,81	0,48	0,45	7,87	91,68	7276	7278	97,02	0,48	1,98	0,52	7942
aus Oberschlesien . . . . .	92,08	0,34	0,80	0,66	0,05	6,07	93,88	7545	7518	98,09	0,36	0,85	0,70	8008
Zeche Melchiorgrube, Nieder- schlesien . . . . .	88,16	0,44	0,63	0,60	0,43	9,74	89,83	7257	7230	98,14	0,49	0,70	0,67	8051
aus Wetzlar . . . . .	87,96	0,34	1,40	10,3	0,50	8,77	90,73	7194	7165	96,95	0,38	1,53	1,14	7901
„ Karlingen . . . . .	87,76	0,42	0,84	0,81	0,66	9,51	89,83	7214	7179	97,70	0,46	0,93	0,91	7997
Zeche Lothringen . . . . .	86,88	0,65	1,70	0,95	0,91	8,91	90,18	7182	7198	96,35	0,72	1,88	1,05	7989
Zechenkoks . . . . .	88,82	0,57	1,98	0,55	0,95	7,13	91,93	7295	7293	96,63	0,62	2,15	0,60	7941
aus Schlesien . . . . .	86,11	0,57	2,00	0,32	2,00	8,90	89,10	7093	7068	96,65	0,75	2,24	0,36	7946
„ „ . . . . .	85,81	0,69	2,34	0,53	1,95	8,68	89,37	7068	7071	96,02	0,77	2,62	0,59	7926
von Waldenburg . . . . .	89,48	0,43	1,00	0,76	0,13	8,20	91,67	7356	7326	97,61	0,47	1,09	0,83	7993
„ Konstantin der Große . . . . .	88,31	0,70	1,54	0,66	0,76	8,03	91,21	7313	7274	96,82	0,77	1,69	0,72	7981
vom Strebelwerk . . . . .	87,46	0,56	2,13	0,50	0,93	8,42	90,65	7174	7200	96,49	0,62	2,35	0,54	7948
aus Wetzlar, Buderuswerk . . . . .	87,33	0,69	1,85	0,72	1,55	7,86	90,59	7216	7198	96,40	0,76	2,04	0,80	7956
Mittelwerte:	88,39	0,51	1,59	0,64	0,73	8,26	91,02	7298	7245	96,98	0,56	1,75	0,70	7965
<b>Gaskoks.</b>														
Aus engl. Kohle, Pelaw Main	85,58	0,72	1,72	0,37	0,24	11,37	88,39	7085	7124	96,83	0,81	1,94	0,42	8063
„ Saarkohle Altenwald . . . . .	87,83	0,90	2,17	0,64	1,46	7,00	91,54	7305	7306	95,95	0,98	2,37	0,70	7991
von Barmen . . . . .	82,94	0,74	2,52	0,35	1,31	12,14	86,55	6844	6870	95,83	0,85	2,91	0,41	7947
„ Schlettstadt . . . . .	86,42	0,77	2,43	1,09	1,30	7,99	90,71	7157	7201	95,27	0,85	2,68	1,20	7948
aus Radbod-Kohle, Wiesbaden	84,74	0,61	2,33	0,50	1,32	10,50	88,18	6962	6975	96,10	0,69	2,64	0,57	7919
„ De Wendel-Kohle „ . . . . .	88,00	0,42	2,00	0,46	0,17	8,95	90,88	7188	7181	96,83	0,46	2,21	0,50	7904
„ engl. Kohlen, Heidelberg . . . . .	88,88	0,49	1,50	0,43	0,75	7,95	91,30	7296	7363	97,94	0,54	1,64	0,48	8068
„ Saarkohlen . . . . .	91,51	0,43	1,31	0,43	0,70	5,62	93,68	7501	7526	97,60	0,50	1,40	0,50	8038
von Reichenbach i. V. . . . .	86,68	0,51	1,61	0,65	1,30	9,25	89,45	7119	7078	96,91	0,57	1,80	0,72	7922
„ Mülhausen . . . . .	87,95	0,71	1,63	0,48	2,25	6,98	90,77	7270	7291	96,96	0,78	1,79	0,53	8048
„ Karlsruhe . . . . .	89,56	0,80	1,41	0,46	1,88	5,89	92,23	7434	7374	97,11	0,87	1,52	0,50	8007
„ Osnabrück . . . . .	86,05	0,48	1,44	0,91	0,53	10,59	88,88	7077	7072	96,82	0,54	1,62	1,02	7961
„ „ . . . . .	86,93	0,51	1,93	0,85	0,09	9,69	90,22	7140	7116	96,36	0,56	2,14	0,94	7943
„ Bremen . . . . .	85,99	0,57	2,19	0,93	1,32	9,00	89,68	7067	7091	95,89	0,64	2,44	1,03	7934
„ „ . . . . .	86,73	0,44	2,21	0,35	0,52	9,75	89,73	7078	7117	96,66	0,99	2,46	0,39	7933
„ Stendal . . . . .	84,54	0,55	0,87	1,20	0,35	12,49	87,16	7003	6960	97,00	0,63	1,00	1,37	7989
„ Oppeln (Porembaschacht)	85,37	0,63	1,40	0,65	0,78	11,17	88,05	7059	7048	96,96	0,71	1,59	0,74	8011
„ „ (Delbrückschacht)	87,37	0,86	1,60	0,65	1,78	7,74	90,48	7273	7243	96,57	0,95	1,77	0,71	8018
„ Metz . . . . .	88,73	0,64	2,02	0,60	0,91	7,10	91,99	7309	7316	96,46	0,69	2,20	0,65	7959
Mittelwerte:	86,94	0,62	1,80	0,63	1,00	9,01	89,99	7219	7171	96,63	0,72	2,01	0,70	7979
<b>Therm. Prüfungs- und Versuchs-Anstalt Dr. Aufhäuser, Hamburg.</b>														
<b>Verschiedene Kokksorten.</b>														
Deutscher Zechenkoks . . . . .	87,0	0,8	1,2	0,8	0,8	9,4	89,8	—	7187	96,9	0,9	1,3	0,9	8009
„ „ . . . . .	88,3	0,4	0,9	0,9	0,0	9,5	90,5	—	7145	97,6	0,4	1,0	1,0	7895
„ „ . . . . .	85,7	0,5	1,1	0,8	0,3	11,6	88,1	—	7105	97,3	0,6	1,2	0,9	8067
Gaskoks aus engl. Kohlen . . . . .	83,4	1,3	2,3	1,0	2,6	9,4	88,0	—	6990	94,8	1,5	2,6	1,1	7961
„ „ . . . . .	84,3	0,5	1,3	0,3	5,4	8,2	86,4	—	6893	97,6	0,6	1,5	0,3	8016
deutscher „Zechenkoks“ . . . . .	84,7	0,4	1,3	0,7	3,9	9,0	87,1	—	6841	97,2	0,5	1,5	0,8	7881
„ „ . . . . .	81,4	1,0	2,4	0,6	6,3	8,3	85,4	—	6807	95,3	1,2	2,8	0,7	8015
„ „ . . . . .	82,3	0,9	2,0	0,3	1,3	13,2	85,5	—	6777	96,2	1,1	2,3	0,3	7935
städt. Gaskoks Berlin . . . . .	76,2	1,3	1,9	0,6	3,9	16,1	80,0	—	6396	95,3	1,6	2,4	0,7	8024
deutscher Zechenkoks . . . . .	78,1	0,4	1,6	0,7	8,4	10,8	80,8	—	6388	96,7	0,5	2,0	0,8	7968
Gaskoks aus engl. Kohlen . . . . .	76,4	0,7	1,2	0,4	7,4	13,9	78,7	—	6348	97,1	0,9	1,5	0,5	8122
„ „ „ „ . . . . .	77,8	0,6	1,0	0,2	8,9	11,5	79,6	—	6334	97,7	0,8	1,2	0,3	8024

und welcher früher meist als ein unerwünschter Nebenstoff angesehen wurde. Man stürzte ihn auf die Halden; auch dient er in der Hauptsache zur Befuerung der Schwelapparate. Er ist von körniger Beschaffenheit und enthält je nach dem Aschengehalt der Ausgangskohle 15 bis 25% Asche bei etwa 20% Feuchtigkeit. Sein Heizwert schwankt zwischen 6000 und 7000 WE, weshalb er immer mehr auch für häusliche Zwecke zur Anwendung kommt. Allerdings sind hierfür Sonderbauarten von Öfen notwendig, aber infolge seiner Eigenschaft, sehr langsam zu verbrennen und ein gleichmäßiges Feuer zu geben, verwendet man ihn besonders gern zu Kochherden.

Die Vorschläge, den Grudekoks zu Briketten zu verarbeiten oder ihn bei der Herstellung von Braunkohlenbriketten beizumengen, sind bisher nicht zur Ausführung gekommen, da man für die geringen Mengen Grude stets Absatz gefunden hat. Würde die Teergewinnung aus der mittel-deutschen Rohbraunkohle in Zukunft größere Anwendung finden, so erscheinen diese Vorschläge sehr beachtenswert, da insbesondere eine Beimischung bei der Herstellung von Briketten geeignet ist, den Heizwert letzterer zu erhöhen, und weil kein zusätzliches Bindemittel erforderlich ist, was andererseits bei der Herstellung von Koks briketten notwendig wäre.

Die Ausbeute an Koks ist bei dieser Verkokung von Rohbraunkohle sehr gering. Sie beträgt 25 bis 35%, während 5 bis 10% Teer gewonnen werden; infolgedessen spielt der Teer eben die ausschlaggebende Rolle hierbei<sup>1)</sup>.

Die Grudekoksherstellung Deutschlands betrug 1909 422000 t aus 1480000 t Rohbraunkohle in 32 Schwelereien. Für 1912 siehe folgende Zahlentafel 27:

Zahlentafel 27.

## Erzeugnisse der Deutschen Braunkohlen-, Schiefer- und Torfschelereien i. J. 1912.

Bundesstaat	Anzahl der Betriebe	verschwelte Braunkohle, Schiefer und Torf in t	Wert 1000 M	Teer		Koks		Nebenprodukte	
				t	1000 M	t	1000 M	t	1000 M
Preußen (Provinz Sachsen).	27	1 237 199	3458	65 657	3502	418 688	4598	}2281	430
Hessen, Oldenburg, Anhalt.	3	209 768	592	14 162	740	12 997	230		
Deutsches Reich . . . . .	30	1 446 967	4050	79 819	4242	431 630	4828	2281	430

Auch bei böhmischer Braunkohle hat man die Verkokung versucht, und es ist naheliegend, daß sie auch unter Anwendung anderer Mittel durchführbar sein dürfte. (Vgl. diesbezüglich die Ausführungen über die Backfähigkeit der Steinkohle S. 23.)

So setzte man mit großen Hoffnungen um die Jahrhundertwende in Böhmen zwei verschiedene Anlagen in Betrieb, welche nach dem Kaumazitverfahren arbeiten sollten; sie bewährten sich aber nicht, und erst nach langjährigen Versuchen gelang es, wenigstens die eine Anlage als lebensfähig zu erhalten, welche auch noch heute im Betrieb steht. Der Kaumazit ist sehr ähnlich der mitteldeutschen Grude, er ist körnig, zeigt aber etwas mehr koksartiges Aussehen als ersterer. Die Hauptmenge des anfallenden Kaumazits ist jedoch staubförmig und wird daher durch Brikettieren in eine verwendungsfähige Form übergeführt. Andererseits ist er in der chemischen Industrie vielfach angewendet.

Die Verkokung von Torf ist ungefähr an dieselben Schwierigkeiten gebunden, wie diejenige der Braunkohle, insofern die Ausbeuten sehr niedrig sind. Dagegen ist es auffallend, daß der Koks etwas stückiger anfällt und besonders hart und klingend ist. Daher eignet er sich für viele Verwendungszwecke, wo Braunkohlenkoks ausscheidet, und verdient erhebliche Beachtung, da der erzeugte Torfkoks ziemlich aschenarm (weil der meiste Torf sehr aschenarm ist) und vor allen Dingen sehr schwefelarm ist. Bei der Verarbeitung eines Torfes mit 30% Feuchtigkeit wird eine Koks ausbeute von etwa 31% gewonnen (d. i. 41% für den wasserfreien Torf). Das bei dieser Destillation gewonnene Gas reicht für die Beheizung der Retorten aus. Überschüsse sind kaum zu erwarten. Die Ausbeuten an Nebenstoffen, wie Teer (3 bis 5%), Kreosotöl und Paraffin und an Ammoniak sind jedoch sehr gering. Für die torfreichen Länder, die durchweg verhältnismäßig arm an Kohlen sind, kann in Zukunft die Torfkoks-erzeugung von Wichtigkeit werden, da er sich insbesondere zu Schmiedezwecken u. dgl. außerordentlich gut eignet<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. zu diesem Teil: W. Scheithauer, „Die Schwelteere“, Spamer 1911. — Dr. Graefe, „Die Braunkohlenteerindustrie“, Knapp 1906.

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu Wihtol, „Über Torfverkokung“, Feuerungstechnik, Jahrg. I, S. 409.

In früheren Jahrzehnten und in holzreichen Ländern spielte auch die Holzkohle (besser wäre es, Holzkoks zu sagen) eine wesentliche Rolle, weil dieses Verkokungsprodukt ebenso wie bei Braunkohle und Torf einen wesentlich höheren Heizwert aufweist als der Ausgangsstoff, so daß wir hier im besten Sinne einen wärmetechnischen Veredelungsvorgang vor uns haben. Außerdem zeichnet sich der Holzkoks durch große Reinheit aus und wird daher auch heute noch im beschränkten Umfange zur Erzeugung besonders hochwertigen Roheisens (anstatt mit Koks) gebraucht, so wie er auch vornehmlich als Kohlenstoffträger in chemischen und metallurgischen Prozessen dient. Nach und nach tritt er in der Verwendung immer mehr zurück, daher ist z. B. die Holzkohlen-Roheisenherstellung nur mehr in Rußland und in verschwindender Menge in Schweden und den Alpenländern angewandt.

Die Ausbeute an Koks ist auch bei diesem Ausgangsstoff sehr gering; sie beträgt etwa 33 bis 45% bei der Anwendung eines sehr gut trockenen Holzes. Nebenprodukte werden in der Regel nicht gewonnen, da die Verkokung in aufgeschichteten Meilern vorgenommen wird. Es sind zwar auch Vorschläge gemacht worden, die Verkokung in Retortenöfen durchzuführen; dabei würde es möglich sein, außer einer erheblichen Menge (12%) Teer auch Essigsäure und Methylalkohol zu gewinnen. Diese Verfahren sind jedoch im großen Maßstab nicht angewendet worden, und zwar augenscheinlich aus dem Grunde, weil die Koksausbeute wesentlich geringer wird, wenn man auf die Gewinnung der Nebenprodukte und die restlose Erfassung des Gases Wert legt (vgl. Bertelsmann, Chem. Ztg. 1919, S. 641).

Erwähnt mag hier noch die Lederkohle (auch hier besser Lederkoks zu sagen) werden. Leder verhält sich bei der Verkokung anders, wie die vorgenannten Stoffe. Es bläht außerordentlich stark, der Koks erscheint vollkommen geschmolzen, daher hat der Rückstand eine sehr geringe Festigkeit. Wegen seiner außerordentlichen Reinheit wird er zur Herstellung von Schwarzfarben allgemein verwendet, gleichzeitig auch teilweise zu chemischen Zwecken. Hier mag erwähnt werden, daß man auch versucht hat, die Braunkohlengrude zur Farbenfabrikation (Frankfurter Schwarz) heranzuziehen. Diese Anwendung scheint jedoch durch die Lederkohle mehr und mehr verdrängt worden zu sein.

Die Lederverkokung wird meist ziemlich ursprünglich in einfachen Retorten mit Abfalleder durchgeführt; sie verdiente aber trotz ihres geringen Umfanges ein erhöhtes Augenmerk, da das Leder außerordentlich stark stickstoffreich ist und daher bei der Verkokung neben Teer ganz besonders lohnende Mengen von Ammonsulfat gewonnen werden könnten. Der Durchschnitt des Leders enthält 6 bis 8% N, es sind jedoch auch Sorten bekannt, welche 13 bis 15% N aufweisen.

Die Zusammensetzung der Destillationsrückstände minderer Brennstoffe ist ungefähr aus Zahlentafel 28 zu ersehen.

Zahlentafel 28.

**Zusammensetzung verschiedener Verkokungsprodukte.**

	Asche %	Zusammensetzung der Reinsubstanz			
		C %	H %	O + N %	S %
Braunkohlen-Grude . . .	14—22	91,9	2,3	2,7	3,1
Kaumazit v. Nordböhmen	10—15	94,1	0,65	4,1	1,15
Torfkoks . . . . .	3—6	90,6	2,1	7,0	0,3
Holzkoks (Holzkohle) . .	1—2	84,0	2,7	13,3	—
Steinkohlenkoks im Mittel	8—12	96,8	0,63	1,87	0,70

Als Halbkoks bezeichnet man diejenigen Destillationsprodukte, die bei Behandlung der Brennstoffe bei niedriger Temperatur gewonnen werden, einem Verfahren, welches man jetzt allgemein als Schwelerei bezeichnet. Schon aus der Wahl dieses Namens geht hervor, daß bei dieser Destillation die Erzeugung des Teeres eine ausschlaggebende Rolle spielt. Dieses Anwendungsgebiet ist verhältnismäßig sehr jung; daher stehen bezüglich des Halbkoks erst wenig Erfahrungen zur Verfügung. Die Herstellung wurde zuerst in England (unter dem Namen Vakuumdestillation) in die Praxis eingeführt, und zwar unter dem Gesichtspunkt, einen rauchfreien Brennstoff zu erzielen. Wenn man nämlich die Brennstoffe einer schonenden Destillation bis zu einer Grenztemperatur bis zu 500° unterwirft, so wird das Bitumen der Brennstoffe in Form eines hochwertigen Teeres

gewonnen (vgl. Börnstein „Über die Zersetzung fester Brennstoffe bei langsam gesteigerter Temperatur“ J. f. G. 1906, S. 652f.). Die Gasabgabe ist jedoch wesentlich geringer als bei der Verkokung, und es lag daher nahe, auf diesem Weg einen veredelten Brennstoff zu gewinnen, der infolge seines Mangels an schweren Kohlenwasserstoffen rauch- und rußfrei verbrennt, trotzdem aber leichter entzündlich ist als Koks und daher eine allgemeine Verwendung für Hausbrandzwecke finden könnte. Die praktische Anwendung dieser Verfahren hat jedoch gezeigt, daß diese Erwartungen nicht ganz erfüllt werden konnten, weil der erzeugte Halbkoks sehr brüchig anfällt (vgl. Thau, Glückauf 1914, S. 834). Nach dem heutigen Stande aller hier in Betracht kommenden Verfahren kann man schließen, daß die Erzeugung eines guten Halbkokes bei backenden Kohlen möglich sein wird, denn bei diesem Brennstoff hat der Halbkoks eine genügende Festigkeit. Bisher wurde die Herstellung fast durchaus in stehenden Retorten durchgeführt. Man würde zweifellos bei der Anwendung sich drehender, wagerechter Öfen einen Koks von größerer Festigkeit erlangen, insbesondere wenn die Vorschläge von Prof. Fr. Fischer<sup>1)</sup> zum Hartwalzen des Halbkokes mit Erfolg anwendbar sind. Bei der Verwendung von Magerkohlen, Braunkohlen und anderen Ausgangstoffen aber wird man jedoch stets mit einem lose gesinterten Endprodukt rechnen müssen. Da die Halbkoksherstellung gerade für diese Ausgangstoffe wegen der hohen Teerausbeute von Wichtigkeit wäre, ist die Anwendung von Halbkoks zu häuslichen Zwecken und für die Kleinindustrie sehr erschwert. Man kann sich nur so helfen, daß man den fallenden körnigen Halbkoks brikettiert. Es sind auch Vorschläge gemacht worden, den Halbkoks unter Beimengung von Teer zu brikettieren und nochmals bei höherer Temperatur zu destillieren, um so eine Art hochwertiger Koksbrickette herzustellen.

Etwas Abschließendes kann über den Halbkoks zurzeit nicht gesagt werden. Das spezifische Gewicht desselben von 0,4 verbietet seine Anwendung in vielen Fällen, besonders bei allen Feuerungen, wo Brennstoffreserven auf dem Rost notwendig sind. Indes dürfte seine Brikettierung als gesichert gelten, obgleich die Versuche noch nicht abgeschlossen sind.

Auch die kugeligen Halbkoksstücke, welche in den Drehtrommelöfen erzielt werden, sind in dieser Beziehung nicht viel günstiger, weil sie viele, zum Teil große Hohlräume einschließen. Dieser Brennstoff fällt daher auf dem Rost zusammen, wodurch sich die Feuerungsbedingungen plötzlich ändern, was eine unangenehme Erschwerung bedeutet. Durch das Festwalzen ist es Fischer (Kenntnis der Kohle, Bd. III, Aufsatz 9) gelungen, das spezifische Gewicht von 0,45 auf 0,68 zu erhöhen; ob aber bei dem Anbacken der Halbkokskrusten an den Trommelwandungen ein regelrechter Betrieb möglich ist, muß die Erfahrung lehren.

In Zahlentafel 29 ist die Analyse von einem Halbkoks und die der Ausgangskohle wiedergegeben, wodurch dieser Stoff gekennzeichnet ist. Umfangreicheres Analysenmaterial steht jetzt noch nicht zur Verfügung. Eine Bruttoanalyse gibt auch Thau in seiner erwähnten Arbeit.

Zahlentafel 29.

Zusammensetzung des Brennstoffes	Reinsubstanz					flüchtige Bestandteile %	Asche + H <sub>2</sub> O der rohen Brennstoffe %	
	C %	H %	O %	N %	S %			
Kohle von Dinslaken	82,2	5,2	8,7	2,1	1,8	39,7	9,27	2,5
Halbkoks daraus	84,9	3,9	7,5	1,9	1,8	17,6	12,80	—

## 7. Preß-Formsteine.

Die Herstellung von Steinkohlenbriketten bedeutet eine Nutzbarmachung von Abfällen u. dgl. und bildet somit an und für sich einen Teil der Bestrebungen zur wirtschaftlichen Ausnutzung unseres wichtigsten Brennstoffes. Wie bei der Erzeugung von Koks befindet sich Deutschland auch hier weitaus an erster Stelle. Bei den Braunkohlenbriketten liegen die Gründe zur Brikettierung etwas anders, da es infolge der besonderen Beschaffenheit, vornehmlich der deutschen Braunkohlen, vielfach geradezu erforderlich ist, sie zu brikettieren, um sie versandfähig zu machen und ihre Verwendung auch an Stellen, die weiter von den Lagerstätten abliegen, zu ermöglichen. In den Zahlentafeln 30 bis 32 ist die Briketterzeugung in Deutschland für das Jahr 1912 zusammengestellt.

<sup>1)</sup> Vgl. „Kenntnis der Kohle“, Bd. III, Aufsatz 9.

Zahlentafel 30.  
Kohlenbriketterzeugung Deutschlands in 1000 t.

	Steinkohlenbrikette			Braunkohlenbrikette		
	Erzeugung <sup>1</sup>	Ausfuhr	Einfuhr <sup>2</sup>	Erzeugung <sup>3</sup>	Ausfuhr	Einfuhr <sup>4</sup>
1907	3524	879	136	12 890	422	31
1910	4441	1514	138	15 126	474	104
1912	6403	2120	53	19 038	627	135
1913	5824	2303	26	21 418	861	121
1915	6583	—	—	22 800	—	—
1918	6500	—	—	25 000	—	—

<sup>1</sup> hauptsächlich im Dortmunder Bezirk. <sup>2</sup> aus Belgien, Österreich und den Niederlanden.  
<sup>3</sup> hauptsächlich im Hallenser und Bonner Bezirk. <sup>4</sup> aus Österreich-Ungarn.

Zahlentafel 31.  
Deutsche Steinpreßkohlen-(Brikett)-Erzeugung 1912  
in 1000 t

Rheinland und Westfalen . . . . .	4610,094
Brandenburg, Hannover, Hessen-Nassau, Pommern und Prov. Sachsen . . . . .	333,517
Schlesien . . . . .	498,070
Sachsen . . . . .	87,657
Baden . . . . .	576,080
Hessen und Elsaß-Lothringen . . . . .	298,481
Deutsches Reich 1912	6403,899
„ „ 1915	6583,000

Zahlentafel 32.  
Deutsche Braunkohlenbrikett- und Naßpreßstein-Erzeugung in 1000 t

1912	Braunpreßkohlen		Naßpreßsteine	
	verarb. Braunkohle	Brikette	verarb. Braunkohle	Naßpreß- steine
Niederrheinischer Braunkohlen . . . . . Bezirk	10 946,673	5 024,195	—	—
ober- u. niederrheinischer, oberpfälzer . . . . . „	618,624	277,543	36,500	19,602
Braunschweig-Magdeburger . . . . . „	1 821,708	1 042,946	36,577	24,862
thüringisch-sächsischer . . . . . „	12 052,877	6 002,920	650,674	418,771
niederlausitzer . . . . . „	11 567,255	5 876,988	—	—
oberlausitzer . . . . . „	1 330,436	636,845	—	—
Oderbraunkohlen . . . . . „	286,143	156,160	—	—
Deutsches Reich 1912	38 623,716	19 017,597	723,751	463,235
Deutsches Reich 1915	46 738,000	22 800,000	539,600	348,000

Nach Glückauf<sup>1)</sup> betrug die Gesamterzeugung von Kohlenbriketts (Steinkohlen und Braunkohlen) in der Welt im Jahre 1911 rd. 36 Mill. t. Näheres zeigt Zahlentafel 33. Während Großbritannien im Jahre 1912 nur 1,783 Mill. t und die Vereinigten Staaten gar nur 220 000 t herstellten, weisen die Zahlen der vorstehenden Zahlentafel 30, für Deutschland erheblich höhere Werte auf<sup>2)</sup>. Die Zahlentafel gibt zugleich eine Übersicht über die Ein- und Ausfuhr an Briketts, womit Deutschland zum Teil auch die Grenzländer versorgt.

Zahlentafel 33.  
Die Briketterzeugung betrug nach Scheurer usw. in 1000 t.

	1909	1912	1915	1917	1918
Belgien . . . . .	2 707	—	1 490	981	1 140
Frankreich . . . . .	3 061	3 496	1 387	1 288	—
Deutschland . . . . .	18 749	27 240	29 742	29 400	31 500
Großbritannien . . . . .	1 512	1 783	1 725	1 884	1 856
Österreich-Ungarn . . . . .	—	—	589	533	—
Spanien . . . . .	—	465	555	499	410
Vereinigte Staaten . . . . .	124	220	263	426	—

<sup>1)</sup> Vom 9. November 1912. <sup>2)</sup> Vgl. Glückauf 1914, S. 496.

Zur Herstellung der Steinkohlenbrikette verwendet man die beim Sortieren der Kohlen abfallenden kleinen Kohlenteile, die unter 10 bis 15 mm Größe abgeseibt werden, also Abfallkleinkohle, Fein- und Staubkohle. Die Brikettieranstalten schließen sich meist an Kohlenwäschen an, da so eine verteuernde Beförderung nach weiter abliegenden Stellen vermieden wird. Die Kohlen werden sauber gewaschen, von fremden Bestandteilen befreit, in Wärmeöfen getrocknet und mit einem Bindemittel, gewöhnlich Steinkohlenteerpech, gemischt<sup>1)</sup>. Zum Mischen dienen Schleudermühlen; das Pech wird vorher gebrochen und in einer Mühle völlig zu Pulver umgewandelt. Die Mischung wird in einer umlaufenden Wärmeverrichtung nachgetrocknet und erhitzt, darauf maschinell geknetet und schließlich auf die Formteller der mit 200 bis 300 at Druck arbeitenden Pressen gebracht.

Die fertigen Brikette werden durch Förderbänder meist unmittelbar in Eisenbahnwagen verladen. In anderen Anlagen trocknet man die Rohkohlen vor dem Mischen mit dem Bindemittel völlig, was wirtschaftlicher sein soll. Die Brikette haben längliche, würfelförmige oder eiförmige Gestalt. Sie wiegen 3 bis 10 kg, die eiförmigen 70 bis 125 g.

In vollständig entsprechender Weise werden Formsteine aus Kleinkoks, Koksabfall, Koksstaub und Rauchkammerlösch hergestellt, da alle diese Stoffe die Beimischung eines Bindemittels erfordern<sup>2)</sup>.

Auch die Anfertigung von Briketten aus Halbkoks und Braunkohlengrude dürfte wahrscheinlich einen Bindestoff erheischen.

Über die Eigenschaften gibt Zahlentafel 34 Auskunft.

Zahlentafel 34.  
Steinkohlen- und Koks-Brikette.

Herkunft und Bezeichnung der Brikette	Rohkohle									Reinkohle Heizwert in 100 Teilen der wasser- und aschereinen Substanz WE
	Heizwert	Wasser	Asche	brennbare Substanz od. Reinkohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff + Stickstoff	Schwefel	flüchtige Bestandteile ohne Wasser	
	WE	%	%	%	%	%	%	%	%	
Baakermulde (D. L.) . . . . .	7530	0,9	10,1	89,0	—	—	—	—	15,7	8467
Eintracht Tiefbau (E. T.) . . . . .	7851	1,0	8,1	91,0	—	—	—	—	15,2	8634
Emdener Brikettfabrik . . . . .	7633	1,4	6,7	91,9	79,7	4,6	6,2	1,4	25,2	8315
Engelsburg (B. U. G.) . . . . .	7731	1,0	7,2	91,8	—	—	—	—	17,5	7731
Fröhl. Morgensonne (F. M.) . . . . .	7657	0,9	8,2	90,9	—	—	—	—	—	8429
Gottesegen (Z. G.) . . . . .	7580	0,7	9,1	90,2	—	—	—	—	12,8	8408
Eilberg (Z. E.) . . . . .	7625	1,7	8,0	90,3	—	—	—	—	13,3	8455
Hansa Bremerhaven, Stückbrikett . . . . .	7529	3,3	6,4	90,3	—	—	—	—	19,4	8360
Helene und Amalie (V. H. A.) . . . . .	7771	0,7	6,9	92,4	—	—	—	—	19,9	8415
Harpener Bergbau A.-G. . . . .	7712	0,6	7,4	92,0	—	—	—	—	20,2	8387
Hugo Stinnes, Harburg/E., Stückbrikette . . . . .	7379	2,1	9,7	88,2	—	—	—	—	21,9	8140
Königin Elisabeth (K. E.) . . . . .	7652	1,1	7,8	91,1	—	—	—	—	19,2	8407
Kokaschebrikette (westfälische), mit Teerpech als Bindemittel . . . . .	6494	2,4	15,1	82,5	73,1	2,4	5,9	1,1	14,8	7889
„ „ „ „ . . . . .	6123	11,6	12,0	76,4	70,6	2,1	3,2	0,5	11,8	8105
„ „ „ „ . . . . .	5662	14,9	13,3	71,8	68,1	1,2	2,0	0,5	6,7	8010
„ „ „ „ . . . . .	5559	16,8	12,3	70,9	66,8	1,1	2,2	0,8	7,4	7982
„ Zellpech „ „ . . . . .	6778	1,5	13,0	85,5	79,5	1,4	3,5	1,1	6,3	7941
Koksgrus mit 30% Anthrazitgrus, Zell- pech als Bindemittel . . . . .	6704	1,8	15,4	82,8	76,6	2,0	3,2	1,0	8,9	8110
Pionier, Gew. für Zellpechverwertung in Walsum, Werk Lüttringhausen, Koks und Anthrazit mit Zellpech als Bindemittel . . . . .	6699	2,7	13,6	83,7	75,3	2,9	4,4	1,1	13,7	8021
Prinz-Regent (D. L.) . . . . .	7579	0,4	9,6	90,0	80,2	4,1	4,5	1,2	15,8	8423
Siebenplaneten (Stempel Sieben Sterne)	7528	1,3	8,3	90,4	80,5	4,1	4,6	1,2	15,0	8336

Aus der rheinischen Rohbraunkohle, die bei 60% Wassergehalt einen Heizwert von 1800 bis 2000 WE aufweist, gewinnt man Brikette mit nur 14% Wassergehalt bei 4800 bis 5000 WE. Infolge-

<sup>1)</sup> Über Naphthalinzusatz vgl. Zeitschr. f. Dampfk. u. Maschinenbetr. 1912 S. 450.

<sup>2)</sup> Kayser, „Die Brikettierung von Koksgrus“, 1918, Wilhelm Knapp, Halle a. S.

dessen verträgt der Brennstoff in dieser Form bereits höhere Transportkosten. Ein Vorzug des Braunkohlenerzeugnisses ist sein hoher Sauerstoffgehalt (15% mehr als eine gute westfälische Steinkohle) insofern, als es leichter entzündbar und sein Luftbedarf für die Verbrennung verhältnismäßig gering ist. Auch der geringe Schwefelgehalt, der schlackenfreie Brand und die Leichtigkeit der Bedienung der Feuerung sind hervorzuheben. Das Brikett liefert eine sehr feinkörnige, nicht sinternde Asche. Die Verwendung der Brikette ist sehr vielseitig. Unter dem werbenden Einflusse des „Braunkohlenbrikett-Vereines“ G. m. b. H. in Köln ist besonders der Absatz der rheinischen Brikette letzthin dauernd gestiegen, nämlich in zehn Jahren auf das Dreifache. Auch der Verbrauch der ostdeutschen Brikette, z. B. für den Hausbrand in Berlin, ist bedeutend.

Die Brikettierung der Braunkohle unterscheidet sich im wesentlichen von der Herstellung der Naßpreßsteine dadurch, daß der rohe Brennstoff (von durchschnittlich 50 bis 60% Wassergehalt) vorgetrocknet wird, und zwar bis auf einen Gehalt von etwa 15% Wasser. Die nach dieser Trocknung auf 30 bis 50° gekühlte Kohle wird sodann ohne Bindemittel bei sehr hohen Drücken zu den bekannten Formsteinen gepreßt. Außer den üblichen Hausbrandbriketten kennt man noch die Semmelbriketts, die Halbsteine und die Industriebrikette kleinerer Abmessung.

Über die Zusammensetzung einiger Braunkohlenbrikette gibt Zahlentafel 35 Auskunft.

Zahlentafel 35.  
Braunkohlenbrikette.

Herkunft und Bezeichnung des Brennstoffes	Rohkohle									Reinkohle Heizwert in 100 Teilen der wasser- und aschefreien Substanz
	Heizwert	Wasser	Asche	brennbare Substanz od. Reinkohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff + Stickstoff	Schwefel	flüchtige Bestandteile, ohne Wasser	
	WE	%	%	%	%	%	%	%	%	
Anna . . . . .	4817	11,2	3,7	85,1	55,2	4,2	25,0	0,7	—	5739
Anker (Eintracht Braunkohlenwerke, N.L.) . . .	4600	12,7	6,5	80,8	—	—	—	—	45,2	5787
Beuna (Beunaer Kohlenwerke) . . . . .	5079	14,8	9,9	75,3	—	—	—	—	43,3	6863
Bockwitz (Milly-Grube N. L.) . . . . .	4711	13,7	4,4	81,9	—	—	—	—	—	5853
Cecilie (Grube Cecilie, Bez. Halle) . . . . .	4879	12,2	10,0	77,8	52,9	4,3	16,4	4,2	—	6365
Elisabeth (Anhaltische Kohlenwerke, Mücheln, Bez. Halle A. K. W.) . . . . .	4803	12,2	10,5	77,3	—	—	—	—	—	6308
Fürst Bismarck (bei Meuselwitz S.-A.) . . . .	4916	14,3	10,0	75,7	—	—	—	—	43,2	6607
Humboldt (Wallensen, Hann.) . . . . .	4705	12,3	9,0	78,7	—	—	—	—	41,9	6072
Ilse (Ilse-Bergb.-A.-G., N. L.) Durchschnitts- probe aus 13 Hamburger Niederlagen . . . .	4795	11,2	6,1	82,7	54,4	4,3	23,6	0,4	45,7	5879
Kleeblatt (Anhaltische Kohlenwerke, Mücheln)	4820	13,7	9,7	76,6	53,5	4,0	16,1	3,0	—	6400
Komet (Beutersitzer Kohlenwerke N. L.) . . . .	4428	13,3	9,8	76,9	—	—	—	—	—	5862
Kötzschau (Bez. Zeitz) . . . . .	5208	10,7	12,5	76,8	—	—	—	—	—	6862
Luise . . . . .	4797	9,6	7,4	83,0	—	—	—	—	—	5849
Krone (N. L.) . . . . .	4736	13,1	7,4	79,5	—	—	—	—	41,5	6056
Michel (Frankleben b. Merseburg) . . . . .	4795	15,4	9,7	74,9	—	—	—	—	41,9	6525
Treue (Braunschweigische Kohlen-Bergwerke)	4859	14,9	8,6	76,5	—	—	—	—	40,8	6468
Union (Rhein. Braunkohle Brikett) Generator- Brikett . . . . .	4822	11,7	5,4	82,9	—	—	—	—	44,7	5902
Ferdinand (Gewerkschaft Alwine bei Senftenberg)	4702	13,6	4,7	81,7	—	—	—	—	—	5855
Agnes Plessa (Plessaer Braunkohlen-Werke) . .	4514	15,6	4,1	80,3	51,4	4,1	23,8	1,0	44,4	5738

Letztere Herstellungsart hat bei diesem Brennstoff ihre Entwicklung gefunden; denn gerade bei den deutschen Braunkohlen lag bei ihrer minderwertigen Beschaffenheit die Notwendigkeit vor, Formsteine anzufertigen, um sie versandfähig zu machen. Auch gewinnt der Brennstoff gegenüber dem Rohstoff an Wert. Schon seit 1766 sind solche Bestrebungen bekannt, diese Kohle im nassen Zustand zu pressen, indem man Ziegel in ungefähr gleicher Weise wie Mauerziegel formte. Seit den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts wird dieses Verfahren, die Herstellung von Naßpreßsteinen, maschinell in erheblichem Umfang betrieben, obwohl es seit Einführung der Brikettierung fast keine weitere Ausbreitung mehr erfahren hat. Es besteht kurz darin, daß der zerkleinerte, gesiebte und trotz seines hohen Wassergehaltes zwecks Erhaltung einer guten Plastizität angefeuchtete Brennstoff gut gemischt und mittels Knetmaschinen als Strang ausgestoßen wird. Durch eine Schneideinrich-

tung werden die einzelnen Ziegel abgeschnitten und an der Luft getrocknet. Seit man die Pressen mit geheiztem Mundstück baut, ist das Verfahren maschinell durchaus entsprechend. Das Trocknen der Ziegel dauert ein bis drei Wochen, je nach dem Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes. Der Naßpreßstein hat dann 20 bis 25% Feuchtigkeit. Die Steine schwinden beim Trocknen, sie haben vielfach Risse und daher bei manchen Kohlsorten den Nachteil, daß sie bröckeln, für weiteren Transport ungeeignet sind und im Feuer nicht gut stehen.

Die Erzeugung dieses veredelten Brennstoffs war bis zum Jahre 1887 etwa die gleiche wie der Brikette. Sie stieg dann noch langsam bis zum Jahre 1895 an und blieb seither auf derselben Höhe. Sie ist heute von der Brikettfabrikation weit überflügelt, die etwa die 100fache Erzeugung aufweist.

Es wäre aber unter den gegenwärtigen Verhältnissen zu erwägen, ob nicht die Gewinnung von Naßpreßsteinen gefördert werden könnte. Wir würden damit eine greifbare Ersparnis von 30 bis 40% der Braunkohle erreichen. Der Umstand, daß diese 25% Wasser enthalten gegen durchschnittlich 12 bis 15% der Brikette, fällt gar nicht ins Gewicht. Im Gegenteil sind die Naßpreßsteine wegen ihrer Eigenschaften, langsam zu verbrennen und lange Glut zu halten, in dem mitteleuropäischen Revier beliebt, besonders für den Hausbrand. Trotzdem sieht man heute auch in diesen Gegenden fast lediglich Brikette angewendet. Hier Wandel zu schaffen, wäre in kürzester Zeit möglich. Wenn es aber weiter gelänge, die Transportfähigkeit durch geeignete Maßnahmen günstiger zu gestalten, und wenn man außerdem die künstliche Trocknung durch Abgase, die an vielen Stellen zur Verfügung stehen, technisch durchbilden würde, dürfte sich ein weiteres Verwendungsgebiet für die Naßpreßsteine erschließen lassen, insbesondere auch für industrielle Zwecke. Durch solche Maßnahmen würde man eine sofort fühlbare Erleichterung unserer Kohlenknappheit und außerdem große wirtschaftliche Vorteile erzielen können.

Im Rheinland werden jährlich in rd. 400 Pressen etwa 6,5 Mill. t Brikette aus Braunkohlen hergestellt<sup>1)</sup>. Die Verwendung im Hausbrand überwiegt noch immer bei weitem die sonstigen Zwecke. Für diesen Zweck werden gewöhnlich die ½ kg schweren Brikette der bekannten Form gefertigt. Außerdem haben sie bei Zentralheizungen, gewerblichen Feuerungen, bei der Dampferzeugung, Heizgasbereitung, industriellen Feuerungen mit unmitttelbarer Verfeuerung und schließlich auch bei der Kraftgaserzeugung Eingang gefunden. In den letzten Jahren ist man ferner dazu übergegangen, sie im Eisenhüttenbetrieb Rheinland-Westfalens für Martinöfen, Schweißöfen usw. zu benutzen<sup>2)</sup>. Für Industriezwecke wurde anfänglich die Würfelform bevorzugt; heute stellt man fast ausschließlich Rundbrikette her, deren Form größere Festigkeit und geringere Abreibung beim Befördern gewährleistet.

Wie die Steinkohle, verliert auch das Brikett durch Lagerung an Heizwert. Dagegen soll die Gefahr der Selbstentzündung bei gut gekühlten Braunkohlenbriketten auf Grund von Versuchen des Materialprüfungsamtes nicht bestehen<sup>3)</sup>.

Die Brikettierung der Braunkohle wird vornehmlich bei den Rohkohlen des sächsischen, des Lausitzer und des rheinischen Reviers angewendet. Andere Braunkohlen eignen sich zur Brikettierung nach diesem Verfahren weniger oder nicht. So ist es natürlich auch bei anderen Braunkohlen ein Bedürfnis, die Abfälle der Aufbereitung, den Braunkohlenstaub, in Böhmen Braunkohlenslösche genannt, zu brikettieren. Das erfordert aber in gleicher Weise wie bei Steinkohlen den Zusatz von Bindemitteln, was zusammen mit der notwendigen Vortrocknung das Verfahren kostspielig und unwirtschaftlich macht; aus diesem Grunde sehen wir die Brikettierung in Böhmen fast gar nicht und auch in anderen Braunkohlengebieten nur verschwindend angewendet. Vielleicht wird aber die als Nachwirkung des Krieges aufgetretene Brennstoffnot auch in dieser Beziehung Wandel schaffen, da naturgemäß die Ausnutzung dieser feinkörnigen Abfallstoffe bei der Verfeuerung sehr mangelhaft ist.

Ein Verfahren ähnlich der Naßpreßsteinherstellung aus Braunkohle ist heute allgemein für die maschinelle Gewinnung von Torf angewendet. Der vom Bagger aus dem Moor geförderte Rohorf mit etwa 85% Wasser geht durch eine Presse, worin er gut durchgeknetet und gemischt wird und verläßt diese als Strang. Mittels Schneidevorrichtung werden die etwa 500 mm langen „Soden“ abgeschnitten und entweder von Hand mittels eines Transportbandes oder neuerdings durch automatische Sodenableger auf dem Trockenfeld ausgebreitet. Wegen des hohen Feuchtigkeitsgehaltes benötigen die Soden eine ziemlich erhebliche Zeit zum Trocknen, sie müssen auch im

<sup>1)</sup> Feuerungstechnik 1913, S. 216.

<sup>2)</sup> Stahl und Eisen 1912, S. 1477.

<sup>3)</sup> Feuerungstechnik 1913, S. 216; Die Braunkohle 1913, Heft 41, S. 649.

angetrockneten Zustand „gehäufelt“ werden, damit sie noch an der Unterseite trocknen. Dieser Prozeß des „Lufttrocknens“ ist naturgemäß von der Witterung sehr abhängig. Deshalb dauert die Torfgewinnung im Jahre nur bis Mitte, in manchen Gegenden nur bis Anfang Juli und erstreckt sich nur auf etwa 100 Tage. Dadurch ist nicht nur die Wirtschaftlichkeit der Torfgewinnung stark beeinflußt, sondern es ist dies namentlich eine große Schwierigkeit zur Erreichung großer Produktionsmengen (vgl. Birk, Über den gegenwärtigen Stand der Torfindustrie. Bericht über die 37. Versammlung des Vereins zur Förderung der Moorkultur, 1919).

Demgemäß haben schon von langer Zeit her Bestrebungen bestanden, den Torf künstlich zu entwässern und in ähnlicher Weise wie bei Braunkohle Brikette herzustellen. Die heute so sehr entwickelte Brikettindustrie ist gerade in ihrem Ursprung auf Versuche mit Torf zurückzuführen, die nach einem Verfahren von Gwynne im Jahre 1856 von Exter im Haspelmoor bei München durchgeführt wurden. Wenn wir uns nun vor Augen bringen, daß die Vortrocknung von 85% auf 15% bei Torf mehr als die doppelte Wärmemenge erfordert als diejenige bei Braunkohle von 55% auf 15%, so würde der Selbstverbrauch bei der Torfbrikettherstellung etwa 100% betragen müssen.

Selbst wenn man sich begnügen wollte, Torfbrikette mit etwa 30% Wasser herzustellen, bleibt der Selbstverbrauch zu hoch; man hat daher für die Vortrocknung des ohnehin schwer zu behandelnden Torfes, der im gut vermoderten Zustand kolloidale, im faserigen Zustand aber kapillare Eigenschaften hat, andere Wege einschlagen müssen, um zu wirtschaftlich brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Leider sind alle diese Verfahren durchweg noch im Versuchszustand; aber es dürfte doch beachtenswert sein, daß es nach eingehenden Versuchen wahrscheinlich ist, ein Brikett von etwa 35% Wasser mit einem Selbstverbrauch von etwa 25% herstellen zu können. Da die Gewinnungs- und Transportkosten des so wasserhaltigen Torfes höher sind als bei der Braunkohle, muß sich der Selbstverbrauch auch an dieser Grenze halten, wenn eine Wirtschaftlichkeit erreicht werden soll.

Hinsichtlich der Gewinnung von Torfbriketten dürften wir uns daher für die nächste Zukunft noch nicht allzugroße Hoffnungen machen, und die Gewinnung von lufttrockenem Torf ist unter den geschilderten Umständen beschränkt. Torf als Behelfsbrennstoff wird uns daher nur in geringem Maße zur Verfügung stehen. Analysen des üblichen lufttrockenen Torfes wie auch von Torfbriketten finden sich in Zahlentafel 23 auf S. 31.

### 8. Sonstige minderwertige und Abfallbrennstoffe.

Gewöhnlich versteht man unter minderwertigen Brennstoffen solche, die im Verhältnis zu ihrem spezifischen Gewicht einen geringen Heizwert haben oder infolge von starken Verunreinigungen, wie z. B. durch Schiefer bei den Steinkohlen, nicht in der üblichen Weise verfeuert werden können und daher billig zu haben sind. Richtiger ist es, der Bewertung lediglich den Gehalt der Reinsubstanz an gebundenem Kohlenstoff und flüchtigen Bestandteilen zugrunde zu legen. Zu den minderwertigen Brennstoffen, die uns hier beschäftigen, zählt man zunächst die Förderbraunkohle (wenigstens die stark wasserhaltigen Sorten, wie sie z. B. in unseren deutschen Lagern gewonnen werden) und den Torf. Diese beiden Stoffe haben wir im Vorstehenden bereits besprochen. Sie sind, ebenso wie Holzabfälle (Säge- und Hobelspäne), Bagasse, Lohe, Koksgrus, Koks- und Kohlenstaub sowie die Abfälle der Kohlenwäsche, seit längerer oder kürzerer Zeit in Feuerungen verschiedenster Art verwertet worden<sup>1)</sup>. Auch hat man einige der genannten Stoffe seit dem Aufkommen der Gaserzeugung in Generatoren mit Erfolg durch Vergasung auszunutzen verstanden. Besonders in der Form von Briketten würden sich solche Abfallstoffe verwerten lassen. Gegebenenfalls dürfte sich ein Zusatz von Zellpech aus den Ablaugen der Sulfitzellulosefabriken empfehlen, das nach Arland die Eigenschaft hat, die beim Verbrennen freiwerdenden Kohlenwasserstoffteile vollständig auszusaugen, so daß eine Rauch- und Rußentwicklung nicht zu befürchten ist. Schließlich seien die aus feuchten Furnierspänen und Schleifabfällen, Sägemehl, Hobelspänen usw. ebenfalls ohne Zusatz hergestellten Holzstoffbrikette erwähnt, die auf gewöhnlichen Planrosten verbrannt werden und besonders

<sup>1)</sup> Nach Z. f. a. Chemie 21. 5. 1918 hat sich in Dänemark eine Gesellschaft ein Verfahren patentieren lassen, um Brikette aus Heidekraut herzustellen. Versuche ergaben eine erheblich höhere Wärmeentwicklung als bei Torf. Nach derselben Quelle (27. 8. 18) bezieht sich ein Patent Malling auf Tangbrikette, für die ein Heizwert von 4700 WE angegeben wird. Die Kosten sollen nur die Hälfte des Gaskokes betragen. So finden sich weiter nach einem Vorschlage von Sazyna Budweis/Böhmen Brikette aus Ruß mit Kohle oder Anthrazitstaub gemischt, die sich gegebenenfalls für Dauerbrandöfen eignen dürften. In Norwegen (Greaker) verfertigt man nach dem Verfahren Strehlenert aus Sulfitlauge Kohlen. Man nimmt an, daß die Cellulosefabriken ihren eigenen Bedarf an Kohle dadurch decken können.

dadurch von Vorteil sind, daß sie die beim Verfeuern lose aufgeschütteter Sägespäne u. dgl. leicht auftretenden Explosionen vermeiden. Auf Torf- und Holzbriketts kommen wir in dem Abschnitt „Verwertung minderwertiger Brennstoffe“ (viertes Kapitel) noch ausführlicher zurück.

Die wirtschaftlichen, auf Kohlensparung gerichteten Bestrebungen der jüngsten Zeit haben aber darüber hinaus auch andere, früher unbeachtete Stoffe zur Nutzbarmachung herangezogen und ihre Verwendung zum Teil im großen Maßstab angebahnt: Die gewaltigen Massen der Klaubeberge, die Koksasche, die Rauchkammerlösche unserer Lokomotiven, endlich das Hausmüll hat man teils in Feuerungen, teils in Generatoren den verschiedensten Zwecken dienstbar gemacht oder wenigstens durch eingehende Versuche die Wege dazu gewiesen. Das erscheint um so wertvoller, als mit dem Verbrauch der Stoffe vielfach ein wichtiger Nebenzweck verbunden ist. So handelt es sich z. B. bei den Klaubebergen um die Beseitigung der im Laufe von Jahrzehnten angesammelten, raumbeschränkenden und daher störenden Massen, und beim Müll außer um Lagerungsfragen auch um wichtige gesundheitliche Rücksichten. Die Erfüllung von Forderungen dieser Art, denen aus besonderen Gründen hier und da notwendigerweise nachgegeben werden muß, kann durch die Verwertung der lästigen Stoffe zur Gewinnung von Kraft, Wärme u. dgl. verbilligt werden und so in erhöhtem Maße wirtschaftlich wirken.

Die bisherigen Erfolge und die Aussichten der Verwendung minderwertiger Brennstoffe in Feuerungen und Generatoren zu erörtern, ist mit die Aufgabe der vorliegenden Arbeit, der wir weiter unten gerecht zu werden versuchen<sup>1)</sup>. Da wir dabei mehrfach auf die Fragen der Gewinnung und Bewertung der Stoffe in unmittelbarem Zusammenhang mit ihrer Verwendung einzugehen haben werden, sollen an dieser Stelle nur einige zusammenhängende Bemerkungen allgemeiner Art über Herkunft und Beschaffenheit gebracht werden. Über Holzabfälle aus Holzbearbeitungs- und Papierfabriken sowie über eine Anzahl anderer vegetabilischer Stoffe gibt die Zahlentafel 36 Auskunft, die einem Bericht der Thermochemischen Prüfungs- und Versuchsanstalt von Dr. Aufhäuser, Hamburg, vom Jahre 1913 entnommen ist. Als wichtig ist für gewisse Arten von Holz-

Zahlentafel 36.  
Holz, Pflanzenstoffe, Abfälle und Ähnliches.

Herkunft und Bezeichnung des Brennstoffes	Rohsubstanz								Rein-
	Heizwert	Wasser	Asche	brennbare Substanz od. Reinkohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff + Stickstoff	flüchtige Bestandteile ohne Wasser	substanz
	WE	%	%	%	%	%	%	%	WE
Suddite, brikettförmiger künstlicher Brennstoff aus Nilschilf	3586	8,0	5,7	86,3	41,1	5,1	40,1	67,7	4211
amerikanische Holzkohle	6838	2,9	9,9	87,2	—	—	—	9,6	7862
Birkenholz, lufttrocken	3726	13,2	0,4	86,4	42,8	5,3	38,3	76,7	4404
Espenholz,	3774	11,3	0,8	87,9	43,5	5,4	39,0	—	4371
altes Bauholz, über der Erde	3974	10,8	0,9	88,3	—	—	—	—	4574
„ „ unter „ „	3729	15,5	1,2	83,3	—	—	—	—	4538
Stühlrohrabfälle	3777	8,6	4,9	86,5	—	—	—	—	4426
Quebrachoholz, ausgelaugt und getrocknet	4076	4,9	1,8	93,3	—	—	—	—	4400
desgl., naß	1680	53,6	0,9	45,5	—	—	—	—	4400
Quebrachoholz, ausgelaugt und getrocknet	4021	7,3	1,6	91,1	—	—	—	—	4462
desgl., naß	1749	52,9	0,8	46,3	—	—	—	—	4462
Fichtenrinde, ausgelaugt und getrocknet	3880	7,1	—	—	—	—	—	—	4224
desgl., naß	895	69,0	—	—	—	—	—	—	4224
Fichtenrinde, ausgelaugt und getrocknet	3783	7,5	—	—	—	—	—	—	4138
desgl., naß	1377	58,2	—	—	—	—	—	—	4138
Valonea, ausgelaugt und getrocknet	3452	10,1	10,5	79,4	—	—	—	—	4423
desgl., naß	380	78,2	2,6	19,2	—	—	—	—	4423
Lohe	1421	59,3	1,2	39,5	—	—	—	—	4499
	1099	65,5	1,3	33,2	—	—	—	—	4494
	1073	65,9	1,2	32,9	—	—	—	—	4463
Fichtenschälspäne	3723	13,6	0,7	85,7	—	—	—	—	4440
Kaffeeschalen	3912	9,7	0,5	89,8	—	—	—	—	4421

<sup>1)</sup> S. Zweites Kapitel, Abschnitt VII, i bis l und viertes Kapitel, I.

spänen und Schleifabfällen die Brikettierung zu erwähnen, durch die ihr Gebrauchswert ganz erheblich gesteigert wird. Es sei darauf hingewiesen, daß auch die an den Strömen Afrikas, z. B. am Nil, vielfach benutzten Schilfpflanzen ebenfalls durch Brikettieren sehr gewinnen, während man die aus Abfällen des Zuckerrohres bestehende Bagasse in Westindien ohne weitere Vorbehandlung mit gutem Erfolg unter Dampfkesseln verfeuert. In unseren heimischen Farben- und Gerbstoffwerken ist der Anfall von Lohe nicht unbedeutend. Er beträgt z. B. in einem großen Werk jährlich 4000 t von Quebrachoholz und 2000 t von Fichten-, Mimosarinden usw.

Gehen wir zu den früher stark vernachlässigten Abfällen der Kohlenförderung, Aufbereitung und Koksherstellung über, so stellen zunächst die Schlammkohlen den beim Waschen der Kohlen verbleibenden Rest dar, der in großen Klärbehältern aus dem Wasser abgeschieden wird. Dieser feuchte Brennstoff hat bei 15 bis 25% Aschengehalt einen Heizwert bis zu 5000 WE. Die beim Fördern und trocknen Aufbereiten gewonnene Staubkohle, die früher als wertlos auf die Halde gefahren wurde, verbrennt man jetzt lose oder in Brikettform oder vergast sie, wobei für verschiedene Zwecke besonders wertvolle hohe Temperaturen erzielt werden. Die Kohlenstaubfeuerung hat gerade in jüngster Zeit, z. B. in Amerika, wesentliche Erfolge aufzuweisen. In Deutschland hat man sie in Verbindung mit Teeröl zu verwenden gesucht. Schließlich sind auch Koksstücke und Koksasche<sup>1)</sup>, die man zwar zum Rösten der Erze in Zinkhütten, dann aber vorwiegend zum Ausfüllen bei Neubauten und zum Ausbessern von Wegen verwandt hat, einer wirtschaftlichen Ausnutzung ihres Wertes in hierzu besonders geeigneten Feuerungen entgegengeführt worden.

Die Rauchkammerlösche unserer Lokomotiven stellt einen verhältnismäßig wertvollen Brennstoff dar, von dem nicht unbedeutende Mengen zur Verfügung stehen. Als Beispiel sei die Gewinnung im Eisenbahndirektionsbezirk Halle a. S. angeführt. Es lieferten 1914 täglich

	die Betriebsstelle	Halle a. S.	15 bis 18	cbm,
„	„	Leipzig	20 „ 25	„
„	„	Wahren	20 „ 25	„
„	„	Bitterfeld	8	„

das sind zusammen mehr als 70 cbm täglich. Da wir in Preußen allein 21 Eisenbahn-Direktionsbezirke haben, dürfte der tägliche Anfall etwa 150 bis 160 t betragen. Über die Beschaffenheit des Brennstoffes gibt die Zahlentafel 37 Auskunft. Man verwendet ihn in Feuerungen und Generatoren, worüber weiter unten näher berichtet wird. Dort wird auch auf den Rückgang der Gewinnung infolge der fortschreitenden Verbesserung der Lokomotivfeuerungen eingegangen werden.

Zahlentafel 37.  
Rauchkammerlösche.

Bezeichnung des Brennstoffes	Rohkohle					Reinkohle Heizwert in 100 Teilen der wasser- und asche- freien Substanz WE
	Heizwert WE	Wasser %	Asche %	brennbare Substanz oder Reinkohle %	flüchtige Bestand- teile ohne Wasser %	
Lokomotiv-Rauchkammerlösche .	5885	9,8	15,6	74,6	4,3	7967
	4800	17,7	20,3	62,0	3,2	7913
	4395	20,9	21,2	57,9	3,0	7807
Steinkohlen-Flugasche . . . . .	4455	7,1	36,8	56,1	—	8017

An Müll dürften in Deutschland täglich 35 bis 40 Mill. kg zur Verfügung stehen, die man zur Erzeugung von 28 bis 32 Mill. kg überhitzten Dampfes von hoher Spannung verwenden könnte. Diese Zahlen legen die Bedeutung des Abfallstoffes für unsere Kraft- und für die gesamte Volkswirtschaft dar.

Das Hausmüll besteht aus mehr oder weniger kohlenhaltiger Asche und Schlacke, aus Sand und Steinen, aus Nahrungsmittelabfällen, Stubenkehricht und Sperrstoffen, wie Papier, Lumpen, Porzellan, Glasscherben, Metallstücken, Resten von Stroh- und Packmaterial und Gerümpel (Gewerbeabfälle und Bauschutt gehören nicht zum Müll). Die Zusammensetzung des Mülls wechselt nicht nur in den verschiedensten Städten, sondern in der gleichen Stadt in den verschiedenen Stadtteilen, zu verschiedenen Jahreszeiten. Im Herbst, zur Zeit der Obsternte und des Wildverbrauchs,

<sup>1)</sup> Vgl. S. 203.

steigt der Anteil von Küchenabfällen in Städten mit wohlhabender Einwohnerschaft, oder wo vorwiegend mit Gas gekocht wird. Im Winter ist der Aschenanteil größer als im Sommer.

Eine einjährige Beobachtung in Charlottenburg ergab folgende Zusammensetzung des Mülls: Asche, Kehrlicht und Schlacke 69%, Küchenabfälle 15%, Sperrstoffe 16%; ferner entfallen auf den Kopf und das Jahr in Stuttgart 0,10 cbm, Bremen 0,22, Frankfurt a. M. 0,22, Hamburg 0,27, Berlin 0,41 cbm. Mit dem mittleren Werte von 0,262 cbm und einem mittleren spezifischen Gewichte von 0,7 gibt das  $\frac{262 \cdot 0,7}{365} = 0,5$  kg für den Kopf und Tag. Ähnlich wie die Ansammlung der Wasch- und

Klaubeberge den Zechen lästig und ihre Beseitigung mit großen Unkosten verknüpft ist, gestalten sich die Schwierigkeiten bei der Beseitigung des Mülls mit dem Wachsen der Einwohnerzahl von Großstädten.

Man kennt folgende Verfahren einer Müllbeseitigung<sup>1)</sup>:

1. Aufstapelung auf bestimmten Lagerplätzen,
2. Aufstapelung und gelegentlich landwirtschaftliche Verwertung,
3. teilweise landwirtschaftliche Verwertung und teilweise Verbrennung,
4. Verbrennung allein,
5. Vergasung.

Als Ablagerungsplätze dienen meist verlassene Steinbrüche, alte Kiesgruben, abgelegene Schluchten oder öde Ländereien. Die Aufstapelung des Mülls in gewisser Entfernung von den Ansiedlungen ist vom gesundheitlichen Standpunkt nicht zu verwerfen, wenn für baldige Bepflanzung Sorge getragen wird; sie wirkt bodenreinigend und verhindert die Staubverwehungen. Daß landwirtschaftlich wertlose Gegenden, wie sandiger, saurer oder sumpfiger Boden, durch Müllablagerung tatsächlich an Wert gewinnen können, zeigen z. B. die ehemaligen öden Ländereien längs der Haveländischen Kreisbahn, die mehrere Jahre hindurch als Stapelplatz für das Berliner Müll dienten und Jahre lang Ertragnisse an Feldfrüchten ohne weitere Düngung ergaben; die Düngung wurde durch den im Müll vorhandenen geringen Gehalt an Kalk, Kali, Magnesia, Phosphorsäure und Stickstoff ersetzt.

Seit den neunziger Jahren ist die Verwendung des Mülls als Düngemittel für die Landwirtschaft zurückgegangen, obwohl es meist unentgeltlich zur Verfügung gestellt worden ist. Hierzu kommt, daß die von den Großstädten erzeugten Abfälle immer gewaltiger anwachsen, so daß es immer schwerer fällt, Stapelplätze zu finden. Dem Bedürfnis, das Müll wenigstens teilweise auf andere Weise zu beseitigen, wurde zuerst planmäßig in Charlottenburg Rechnung getragen. Man begann vor allem damit, die Ansammlung des Mülls in den Häusern und die Abfuhr nach gesundheitlichen Grundsätzen zu regeln, was mit Rücksicht auf etwaige Seuchen von großer Bedeutung ist. Das Müll wird in geschlossenen Kasten gesammelt, und diese werden in geschlossene Wagen umgeschüttet (Sammelkasten), oder die vollen Kasten werden abgeholt und durch leere ersetzt (Wechselkasten). Von anderen Müllverwertungsanlagen sind die in Fürth, Schöneich (bei Berlin), Offenbach bekannt geworden, über die wir weiter unten näher berichten.

## II. Die flüssigen Brennstoffe.

### 1. Die Lage während des Krieges und nach dessen Beendigung.

Wenn wir uns die Ein- und Ausfuhr von den einzelnen aus der Kohle gewonnenen Stoffen gegenwärtigen, finden wir zunächst eine Überproduktion an Steinkohlenteer und dessen Derivaten: 1912 übertraf die Ausfuhr von Steinkohlenteer, Pech, Benzol und leichten Teerölen, Anthrazen, Naphthalin, Phenol und Kresol die Einfuhr um 237000 t im damaligen Werte von 16,6 Mill. M. Anders verhält es sich mit den Mineralölerzeugnissen. Im Jahre 1913 betrug die Einfuhr an Benzin<sup>2)</sup> 270000 t, Leuchtöl<sup>2)</sup>, Treiböl<sup>2)</sup> und Schmieröl<sup>2)</sup> rd. 1,02 Mill. t. Die Geldwerte waren:

für Leuchtöl . . . . .	∞ 70 Mill. M.
„ Benzin . . . . .	57 „ „
„ Schmieröl . . . . .	46 „ „
„ Gasöl . . . . .	3 „ „

Sa. 176 Mill. M.

<sup>1)</sup> Vgl. Rohen, Z. d. V. d. I. 1913, S. 1346.

<sup>2)</sup> Der Verbrauch an Benzin betrug 270000 t, an Leuchtöl 800000 t, an Treiböl (einschl. der sächs. Braunkohlen-Solaröle) 125000 t und an Schmieröl 277000 t.

Dieser Einfuhr gegenüber spielte die deutsche Eigengewinnung von  $\approx 130000$  t nur eine sehr geringe Rolle. Amerika war daran mit mehr als 50% beteiligt. Rumänien lieferte uns vor dem Kriege von der zur Ausfuhr gelangten Million t etwa nur ein Zehntel. Es lag deshalb auf der Hand, dieses Land noch während des Weltkrieges für die Bedürfnisse des Deutschen Reiches stärker in Anspruch zu nehmen, als dies Rumänien wünschenswert erscheinen mochte. Was in technischer Beziehung geleistet worden ist, möge an dieser Stelle besonders hervorgehoben werden. In Rumänien bestanden auf der 300 km langen Strecke Plösti—Konstanza 3 Leitungen, von denen eine für Rohöl, die beiden andern für raffiniertes Petroleum bestimmt waren. Die 228, 254 und 127 mm weiten Leitungen waren für eine Jahresleistung von 1000000 t Rohöl und 400000 t Petroleum bemessen. Das sind ungefähr 80% der rumänischen Erdölgewinnung im Jahre 1913. Im Verlauf des Krieges erfuhren diese in der Erde ruhenden Leitungen eine Auferstehung. Sie wurden von den Mittelmächten ausgegraben und von Ploesti nach dem Donauhafen Giurgiu verlegt, von wo aus das Erdöl zu Schiff nach Deutschland gelangen sollte.

Der Bedarf Deutschlands an Erdöl und seinen Destillaten war während des Krieges infolge der großen Entwicklung der Fliegertruppen und des Kraftwesens sowie des starken Bedarfs der Marine nicht zurückgegangen, obwohl der Leuchtölverbrauch außerordentlich eingeschränkt wurde. Schmieröle wurden infolge der starken Anspannung der Kriegsindustrie sogar in größerem Umfange gebraucht als im Frieden. Als Ersatz für die nicht greifbaren Erdölerzeugnisse wurden die aus der Steinkohle und Braunkohle im Inlande gewonnenen Produkte herangezogen, nämlich Benzol sowie Teerfettöl. Es wurde zu einer ganz neuen Industrie, der Gewinnung von Urteer aus Steinkohle und Braunkohle der Anstoß gegeben (vgl. S. 113), da es bei den bisherigen Verfahren unmöglich war, die uns fehlenden erdölähnlichen Erzeugnisse zu erhalten. Ferner sind hier die synthetischen Verfahren zu erwähnen, die darauf beruhen, daß höher siedende Anteile des Teeres durch Wärmebehandlung zu einem gewissen Teil in Benzin umgewandelt werden (Krack- und Spaltverfahren, nach Zern, von Walter und Graefe verbessert, vgl. S. 228) oder durch Anlagerung von Wasserstoff an bereits vorhandene Kohlenwasserstoffe (Berginverfahren, vgl. S. 229) vollwertig Ersatz für die aus dem Erdöl gewonnenen Leicht-, Schmier- und Treibmittel versprechen. Durch den Bukarester Vertrag wollten wir uns den ausschlaggebenden Einfluß auf die Erzeugung, Verarbeitung und Verwertung des Rohöls sichern, wobei die rumänische Volkswirtschaft, insbesondere die Erdölindustrie zu ihrem Rechte kommen sollte. Deutsche Banken erwarben den größten Teil der rumänischen Braunkohlenvorkommen mit der Absicht, den Bedarf Rumäniens an Brennstoff hiermit teilweise zu decken und die deutschen Eisenbahnen zu entlasten; denn was Rumänien an Steinkohlen unbedingt nötig hatte, lieferte bisher Oberschlesien in guter und die Türkei in schlechter Qualität. Erdöl wurde in der Hauptsache für industrielle Betriebe und die Eisenbahnen verwandt. Wer kümmerte sich in Rumänien um die Nebenerzeugnisse? Benzin betrachtete man als eine unangenehme Beigabe, höchstens wurde es als Fleckenwasser verwandt, sonst aber jahrelang in die Flußläufe abgeführt; denn die Erdölindustrie war bisher nur auf die Herstellung von Petroleum als Leuchtöl eingestellt.

## 2. Vorkommen und Gewinnung.

Die flüssigen Brennstoffe<sup>1)</sup> kann man in folgende Gruppen zusammenfassen:

- a) Das Erdöl (Rohpetroleum) und seine Destillate (Benzin, Petroleum, Gasöl, Masut),
- b) die Erzeugnisse der Steinkohlendestillation (Steinkohlenteer, Benzol, Teeröl, Naphthalin) und der Wassergasbereitung,
- c) die Erzeugnisse der Destillation von Braunkohlen, Torf und bituminösem Schiefer (Paraffinöl, Gasöl, Solaröl, Kreosotöl) sowie der Ölgasbereitung,
- d) die Öle, Fette und Flüssigkeiten tierischer und pflanzlicher Herkunft (Spiritus, Pflanzenfette usw.).

### a) Erdöl und seine Destillate.

Das Erdöl oder Rohpetroleum stellt ein flüssiges Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe dar und wird im natürlichen Zustande in fast allen Ländern gewonnen. Ob es organischen, oder anorganischen Ursprungs ist, ist noch unentschieden, doch ist man jetzt vielfach der Ansicht daß es

<sup>1)</sup> An dieser Stelle sei auf das vorzügliche Werk von Dr. L. Schmitz: „Die flüssigen Brennstoffe“, 2. Aufl., Julius Springer, 1919, verwiesen, dessen Angaben im folgenden mehrfach herausgezogen worden sind. Insbesondere hat Verfasser die nachfolgenden Tabellen nach den Schmitzschen Angaben vervollständigt und erweitert, um dem Leser die wichtigsten Werte über spezifisches Gewicht, Flammpunkt, Viskosität, Ausbeute usw. übersichtlich vor Augen zu führen.

aus gewaltigen tierischen Resten entstanden sei. Seine Zusammensetzung wechselt mehr oder weniger je nach den verschiedenen Fundorten. Die bisher aufgeschlossenen Fundstellen und ihre Fördermengen finden sich in folgender Zahlentafel 38<sup>1)</sup> zusammengestellt:

Zahlentafel 38.  
Welterzeugung von Rohöl in Mill. Barrels.<sup>1)</sup>

Länder	1837—1914	%	1913	%	1914	%	1915	1916	1917	1918 <sup>2)</sup>
Vereinigte Staaten von Amerika . . . . .	3335,457	59,63	248,446	64,59	265,763	66,36	281,104	300,767	342,000	304,788
Rußland . . . . .	1622,234	29,00	62,834	16,34	67,021	16,74	68,548	72,801	65,000	30,360
Mexiko . . . . .	90,360	1,62	25,902	6,73	21,188	5,29	32,911	39,817	55,293	66,000
Rumänien . . . . .	117,982	2,11	13,555	3,52	12,827	3,20	10,030	10,289	6,000	8,250
Holländisch-Indien . . . . .	138,278	2,47	11,967	3,11	12,705	3,17	12,387	13,174	14,000	11,880
Britisch-Indien . . . . .	73,980	1,32	7,930	2,06	8,000	2,00	7,400	8,229	8,500	7,590
Galizien . . . . .	131,874	2,36	7,818	2,03	5,033	1,26	4,159	6,462	5,500	5,102
Japan . . . . .	27,051	0,48	1,942	0,51	2,738	0,68	3,118	2,997	2,800	2,640
Peru . . . . .	1,4307	0,26	2,133	0,55	1,918	0,48	2,487	2,551	2,500	
Deutschland . . . . .	12,966	0,23	0,996	0,26	0,996	0,25	0,996	0,996	0,900	
Ägypten . . . . .	1,087	0,02	0,095	0,03	0,777	0,19	0,222	0,411	0,500	
Trinidad . . . . .	2,069	0,04	0,504	0,13	0,644	0,16	0,750	1,000	1,685	
Kanada . . . . .	23,494	0,42	0,228	0,06	0,215	0,05	0,215	0,198	0,205	
Italien . . . . .	0,802	0,01	0,047	0,01	0,040	0,01	0,040	0,043	0,050	
Argentinien . . . . .							0,516	0,870	0,800	
andere Länder <sup>3)</sup> . . . . .	1,322	0,03	0,270	0,07	0,620	0,16	0,010	0,025	0,530	7,920
zusammen . . . . .	5593,263	100	384,668	100	400,483	100	426,893	460,639	503,708	444,312

<sup>1)</sup> Nach Financial News, 22. VI. 1918; um t zu erhalten, dividiere man die Ziffern durch \*6,6. <sup>2)</sup> Nach der deutschen Petr. A.-G. <sup>3)</sup> Persien ist nicht mit einbegriffen, 1918 sind nach Bericht der Anglo Persian Oil Co. Ltd. 150000 t gewonnen worden. Die Ausbeute soll aber in 5—10 Jahren auf 6—700000 t = 4,62 Mill. Barrels steigen.

Demnach entfällt die Hauptmenge auf Amerika, wo sich der Schwerpunkt der Gewinnung stetig nach Kalifornien hin verschiebt, während die alten Ölfelder Pennsylvaniens in letzter Zeit an Ergiebigkeit dauernd nachgelassen haben. Von immer größerer Bedeutung wird in der Gegenwart die Petroleumproduktion Mexikos. Den Weltmarkt auf dem Gebiete beherrscht nahezu vollständig die bekannte Standard Oil Co. Deutschland hat dieser Übermacht eine nur geringe Eigengewinnung entgegenzusetzen. Die Gewinnung der Erdölfelder in Celle-Wietze (Hannover) und Pechelbronn (Elsaß) betrug im Jahre 1912 nur 150000 t. Neue, hoffentlich vollen Erfolg versprechende Bohrungen werden zurzeit in Heide in Holstein unternommen. Der Reichtum an Öl in der Kreide ist derartig groß, daß man sich vergeblich fragt, warum sich während des Krieges die geologische Landesanstalt nicht mit allen Mitteln für die Wiederaufnahme des Betriebes nach Pechelbronner Muster eingesetzt hat. Die Gewinnung des Öls aus der Kreide an sich ist schwierig, doch ist der Weg hierzu gefunden. Möge die Deutsche Petroleum-Aktien-Gesellschaft ihre Bemühungen von Erfolg begleitet sehen.

Das durch den Druck von natürlichen Gasen aus den Bohrlöchern hervorgetriebene oder durch Pumpen geförderte Rohöl wird teils an Ort und Stelle weiterbehandelt, teils, wie in ausgedehntem Maße in Amerika, durch lange Rohrleitungen seinem Bestimmungsort zugeführt. Man benutzt es unmittelbar zu Feuerungszwecken, wenn es verhältnismäßig wenig wertvollere Bestandteile, wie z. B. Benzin und Leuchtpetroleum, enthält. Andernfalls zerlegt man es durch Destillation und verfeuert nur die einen hohen Heizwert besitzenden Rückstände. Bei der Destillation in stehenden oder liegenden Kesseln wird während der Erhitzung bis auf 150° C das Benzin erhalten, von 150 bis 300° C das Leuchtpetroleum und darüber hinaus das Gasöl. Aus den Rückständen gewinnt man, wenn die Verarbeitung einen wirtschaftlichen Nutzen ergibt, noch Schmieröl, Paraffin u. a. m. und verwendet sie sonst zu Feuerungszwecken. Unter Umständen, wie z. B. in Rußland, destilliert man aus dem Rohöl nur die flüchtigen Bestandteile einschließlich des Leuchtöles und verkauft den Rest, der dann etwa die Hälfte des Rohölgewichtes ausmacht, als den bekannten Masut.

<sup>1)</sup> Vgl. auch Trenkler, „Chemie der Brennstoffe“, 1919, Otto Spamer, Leipzig.

### b) Destillate der Steinkohle.

Der Steinkohlenteer ist ein Nebenerzeugnis unserer Gasanstalten und Kokereien und entsteht auf dem Wege der trockenen Destillation der Steinkohlen. Der grundsätzliche Unterschied in der Behandlung der Kohlen bei den beiden Verfahren bestand bisher darin, daß in den Gasanstalten auf die Gewinnung eines hochwertigen Gases unter Nebengewinnung des Kokes gearbeitet wird, wogegen in den Kokereien ein guter und fester Koks hergestellt werden soll, während die Gase als Nebenerzeugnis bilden. Neuerdings scheint man auch die Gasanstalten auf den Kokereibetrieb umstellen zu wollen, weil die infolge der Kohlenknappheit weitersteigenden Kokspreise ein lukrativeres Arbeiten in Aussicht stellen<sup>1)</sup>. Auf den Gasanstalten wurde der Teer von jeher gewonnen, zumal die Gase zwecks ihrer Reinigung davon befreit werden mußten. Infolgedessen besteht die Erzeugung von Leuchtgasteer in allen Ländern in dem Grade, wie die Gasbeleuchtung bei ihnen Eingang gefunden hat. Dagegen ist die Teergewinnung auf Kokereien wesentlich jüngeren Ursprungs und nicht so allgemein verbreitet. Bis in den Anfang der achtziger Jahre benutzte man zum Verkoken der Steinkohlen die sog. Bienenkorböfen, bei denen die entstehenden Gase unausgenutzt in die Luft entweichen. In England wurden im Jahre 1912 noch 43%, in den Vereinigten Staaten 73% der gesamten Koks menge in solchen alten Öfen erzeugt. Im Gegensatz dazu sind auf den streng wirtschaftlich arbeitenden Hütten und Zechen Deutschlands diese Öfen fast völlig verschwunden<sup>2)</sup>. Das Gas wird hier vielmehr in modernen Öfen gewonnen und ausgenutzt; bei mehr als 90% der Öfen werden außer dem Teer auch noch Ammoniak, Benzol usw. aus ihm herausgezogen. Infolgedessen steht Deutschland, obwohl seine Kokserzeugung nicht am größten ist, in der Teererzeugung mit an erster Stelle. Im Jahre 1911 wurden hier rd. 1000000 t in Kokereien und 350000 t in Gasanstalten, mithin insgesamt 1,35 Mill. t, gewonnen bei einem Verkaufswert von etwa 40 Mill. M. 1913 betragen die Mengen in Kokereien 1100000 t, in Gasanstalten 418500 t. Nur England mit seiner gewaltigen Leuchtgasindustrie übertrifft uns zurzeit noch in der Teerproduktion.

Die verschiedenen Ofensysteme der Gasanstalten, nämlich die liegende, die stehende Retorte und der Kammerofen, beeinflussen die Beschaffenheit des Teeres in gewissem Maße. Bei den liegenden, in Gruppen bis zu neun vereinigten Retorten, die durch Koksgeneratorgas auf 1000 bis 1300° erhitzt werden, ziehen die entstehenden Gase und Dämpfe mit einer Temperatur von etwa 300° in die Teervorlage, wo sich bereits ein Teil zu Teer und Gaswasser verdichtet, und werden durch die Rohgasleitung in die aus Luft- und Wasserkühlern gebildete Kondensationsanlage geleitet und schließlich in den Pelouzeapparaten durch Anprallen an siebartig durchlöchernte Bleche völlig vom Teer befreit. Die Teerströme aus der Teervorlage, der Kondensation und dem letztgenannten Apparat werden in eine gemeinsame Sammelgrube geleitet. In dieser sammelt sich der Teer unten an, während das Gaswasser oben bleibt, und wird daraus als schwerflüssige Masse abgezogen. Ein Nachteil der liegenden Retorten für die Beschaffenheit des gewonnenen Teeres besteht darin, daß die aus den Kohlen entweichenden Gase mit den heißen oberen Retortenwandungen in Berührung kommen, wobei die Kohlenwasserstoffe zerfallen und freien Kohlenstoff in Form von Ruß abgeben. Je heißer die Wandungen sind, desto kräftiger verläuft dieser Vorgang. Dieser freie Kohlenstoff beeinträchtigt die Güte des Teeres für Feuerungszwecke erheblich. Er ist bei allen Steinkohlenteeren vorhanden, der Gehalt daran ist jedoch wegen der erwähnten Führung der Gase an den glühenden Wandungen entlang beim Gasteer aus liegenden Retorten am höchsten, nämlich bis 33%. Wesentlich geringer wird er bei der Kohlendestillation in stehenden Retorten. In diesen 4 bis 5 m langen, von oben beschickten Schamotteröhrern, die je etwa 600 kg Kohlen fassen, kommt das aufsteigende Gas nicht in dem Maße mit heißen Wandungen in Berührung; es wird daher weniger stark zersetzt und bleibt reicher an technisch wertvollen Kohlenwasserstoffverbindungen. Der Gehalt des wesentlich flüssigeren Teers an freiem Kohlenstoff beträgt hier nur 2 bis 4%. Schließlich bürgert sich in neuerer Zeit mehr und mehr der Kammerofen auf den Gasanstalten ein, der sich in der Form dem Koksofen der Zechen und Hüttenwerke stark genähert hat. Die gemauerten großräumigen, mehrere Tonnen Kohlen fassenden Kammern wurden anfangs schräg angeordnet, werden aber neuerdings, genau wie bei den Koksöfen, wagrecht gebaut und, wie diese, durch Ausstoßmaschinen von dem ausgegärten Koks entleert. Die Behandlung der fallenden Gase ist dieselbe wie bei den liegenden und stehenden Retorten<sup>3)</sup>. Der Gehalt an festem Kohlenstoff bei den liegenden Kammeröfen beträgt bis 7%.

<sup>1)</sup> Lempelius, Journ. f. Gasbel. 1919, Nr. 42, S. 613.

<sup>2)</sup> Wir gehen auf diese Verhältnisse im zweiten Kapitel näher ein.

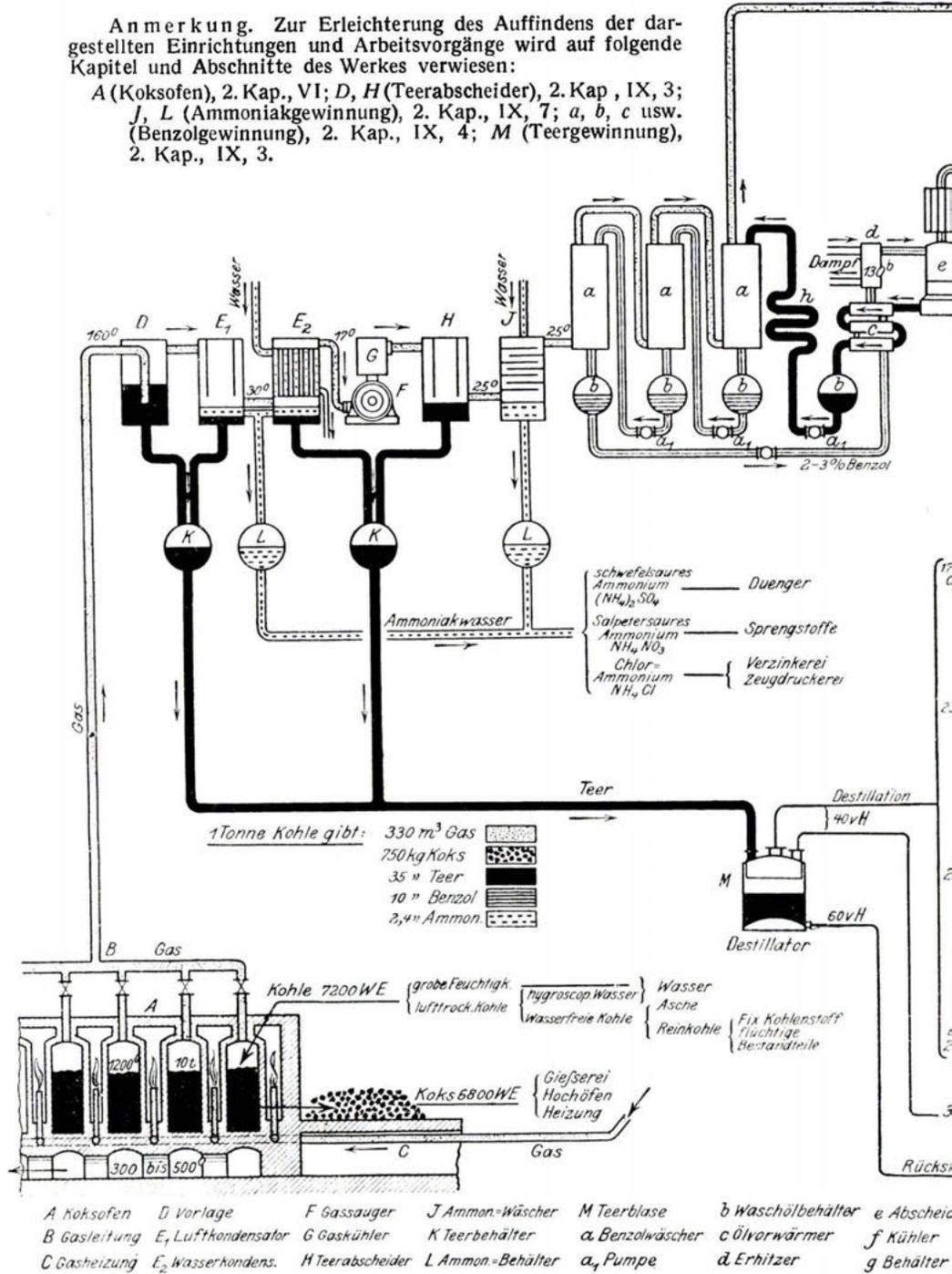
<sup>3)</sup> Vgl. zweites Kapitel, Abschnitt VI.



de Grahl, Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe.

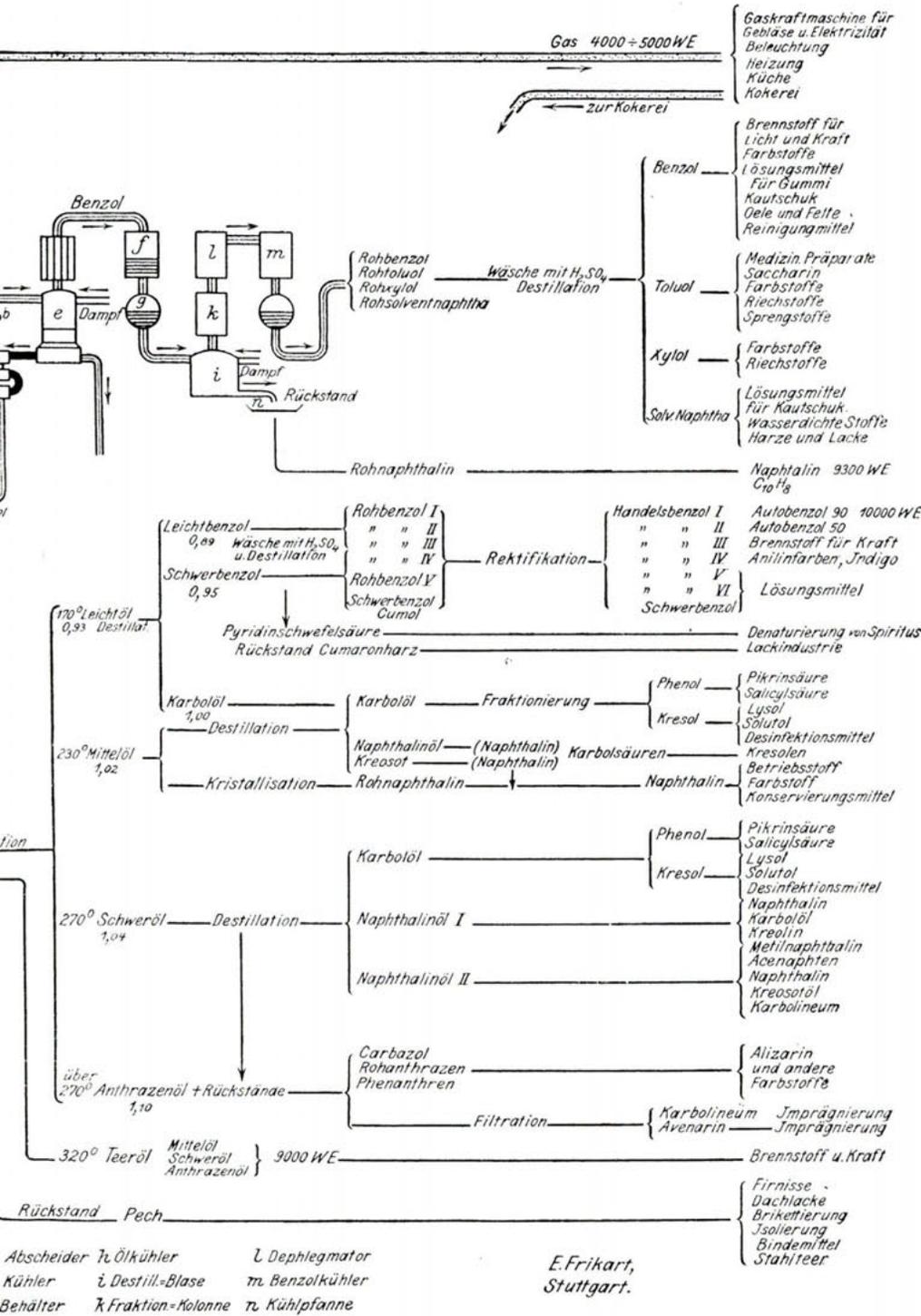
Anmerkung. Zur Erleichterung des Auffindens der dargestellten Einrichtungen und Arbeitsvorgänge wird auf folgende Kapitel und Abschnitte des Werkes verwiesen:

A (Koksofen), 2. Kap., VI; D, H (Teerabscheider), 2. Kap., IX, 3; J, L (Ammoniakgewinnung), 2. Kap., IX, 7; a, b, c usw. (Benzolgewinnung), 2. Kap., IX, 4; M (Teergewinnung), 2. Kap., IX, 3.



Verkokung der Steinkohle mit Gewinn

Tafel II  
(Seite 49).



**Gewinnung der Nebenerzeugnisse.**



Auch das Wassergas, das auf unseren Gasanstalten durch Überleiten von Wasserdampf über glühenden Koks (vgl. trocknen und nassen Betrieb, S. 143) hergestellt wird, ergibt einen Teer. Das Gas, das aus dem Wassergasgenerator kommt, reichert man meist durch das aus Petroleum gewonnene Gasöl an, das in Dampfform zugesetzt wird, worauf man das Gemisch überhitzt. Der hohe Gehalt des aus diesem Gemisch herausgewaschenen Teeres an Kohlenwasserstoffen macht ihn für die unmittelbare Verwendung zu Feuerungszwecken besonders geeignet. Seine Erzeugung bei uns beträgt rd. 14000 t jährlich.

Die modernen Koksöfen unserer Zechen und Hütten, die bei uns den Hauptanteil der Steinkohlenteererzeugung bestreiten, fassen bis zu 10 und sogar 12 und 13 t Kohlen. Während die Retortenöfen auf Gaswerken auf Kohlen mit 20 bis 40% flüchtigen Bestandteilen angewiesen sind, eignen sich die auf Koks arbeitenden Öfen für weit ungeeignete Kohlen durch Stampfen und Mischen verschiedener Sorten. Das aus den Kammern oben austretende Gas wird in einer Anlage, die ganz ähnlich der auf Gasanstalten ist, von Teer, Benzol und Ammoniak befreit. In der Gewinnung des Benzoles unterschieden sich die Anlagen der Kokereien noch bis in die jüngste Zeit von denen der Gasanstalten, da diese das den Leuchtwert erhöhende Benzol im Gase beließen. Die Beschaffenheit des Koksofenteers weicht nur wenig von der des Gasteeres aus Kammeröfen ab. Sein Gehalt an freiem Kohlenstoff überschreitet 10 bis 12% nicht, hängt jedoch von der Temperatur ab, mit der die Öfen betrieben werden.

Die Destillate des Steinkohlenteers werden in der Teerblase erzeugt (vgl. Tafel II). Aus dem Teer gewinnt man durch Erhitzung bis auf 170° C das Leichtöl, bis 230° das Mittelöl, bis 270° das Schweröl und auf 320° das Anthrazenöl. Der Rest besteht aus Pech. Die einzelnen Destillationserzeugnisse werden darauf nochmals destilliert, von festen Bestandteilen befreit und durch Säuren und Alkalien gereinigt. Von diesen Ölen gehen uns hier diejenigen an, die unter den Bezeichnungen Benzol und Teeröl zusammengefaßt werden. Außer bei der Verarbeitung des Leichtöles wird Benzol, wie bereits oben bemerkt, unmittelbar aus den Koksofengasen, und zwar durch Auswaschen mittels Waschöle in Hordenwäschern und darauffolgendes Abtreiben aus den Waschölen erhalten. Die hergestellten Mengen sind ganz erheblich:

1903 . . . . .	24000 t		1913 . . . . .	140000 t
1908 . . . . .	50000 t		1918 . . . . .	193129 t
1912 . . . . .	134762 t			

Das Benzol wurde 1914 in Deutschland in etwa 80 Zechen hergestellt. Seit dieser Zeit haben sich eine ganze Reihe weiterer Kokereianlagen auf die Gewinnung von Nebenerzeugnissen umgestellt, so daß die Herstellung von Benzol in den Kriegsjahren ganz bedeutend gesteigert werden konnte. Der Verkauf des Benzols erfolgt im großen durch die Deutsche Benzol-Vereinigung G. m. b. H., die ihren Sitz in Bochum hat. Das Benzol wird in ganzen Kesselwagen bezogen, in Fässer von 250 kg, erforderlichenfalls auch in kleinere Gebinde abgezogen und auf Lager genommen.

Die unter der Bezeichnung Teeröl zusammengefaßten Öle gewinnt man aus den Mittel-, Schwer- und Anthrazenölen, die etwa  $\frac{1}{3}$  des Teergewichtes ausmachen. Die Gesamterzeugung der Teeröle Deutschlands hat 1911 rd. 400000 t, 1919 rd. 450000 t betragen und übertrifft damit diejenigen sämtlicher sonst noch bei uns selbst hergestellter flüssiger Brennstoffe. Da das Teeröl bei dieser Massenerzeugung wohl in dem Grade, uns bis zu einem gewissen Grade vom Bezug ausländischer flüssiger Brennstoffe unabhängig zu machen, hat man an seine Zukunft große Hoffnungen geknüpft. Schließlich erhält man bei der Teerdestillation das Naphthalin, einen bei gewöhnlicher Temperatur festen Körper, der 5 bis 8% des Teergewichtes ausmacht und ebenfalls für Kraftbetrieb in Frage kommt. Es wird bei uns in einer Menge von rd. 50000 t im Werte von 5 Mill. M hergestellt, und zwar durch Auskristallisieren der naphthalinhaltigen Teeröle.

### c) Destillate der Braunkohle usw.

Der Braunkohlenteer wird nicht als Nebenstoff, sondern als Haupterzeugnis durch Destillation aus der Braunkohle gewonnen, und zwar hauptsächlich in den mitteldeutschen Braunkohlenbezirken. Seine Erzeugung beträgt etwa 60000 t jährlich. Die Braunkohlenteerindustrie des mitteldeutschen Bezirkes ist in dem Verkaufssyndikat für Paraffinöle in Halle a. S. zusammengeschlossen, das den Verkauf der Erzeugnisse beherrscht. Die Teerdämpfe kühlt man durch Luft und schlägt sie nieder. Der so erhaltene Teer wird nicht unmittelbar als Brennstoff benutzt, sondern lediglich weiter destilliert. Von den zahlreichen Verarbeitungserzeugnissen kommen für Feuerungs- und Kraftzwecke in Betracht Paraffinöl in Mengen von etwa 50000 t, Solaröl und das als Neben-

erzeugnis beim Reinigen der Braunkohlenteeröle mittels Natronlauge gewonnene Kreosotöl. In besonderen Gasanstalten, die hauptsächlich für die staatlichen Eisenbahnen arbeiten, wird aus Destillaten des Braunkohlenteeres und Schieferteeres, der in Deutschland bei Darmstadt, in anderen Ländern, z. B. in Schottland, gewonnen wird, das Öl- oder Fettgas zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen hergestellt. Bei der Abkühlung der Gase fällt als Nebenerzeugnis der Ölgasteer, der dem Wassergasteer unserer Steinkohlengasanstalten sehr ähnlich ist<sup>1)</sup>. Auch aus diesem Teer werden Öle in kleinen Mengen gewonnen. Beim Verdichten des Fettgases zum Einfüllen in die Vorratbehälter der Eisenbahnwagen scheidet sich aus ihm der sog. „flüssige Kohlenwasserstoff“ („Hydrokarbon“) ab, der nach einem Reinigungsvorgang zu Motorzwecken im Eisenbahnbetrieb benutzt wird<sup>2)</sup>.

Wie die Braunkohlenteeröle kommen auch die aus Torf gewonnenen hochwertigen Öle wegen ihres sehr hohen Preises wohl für Motoren, dagegen wenig für Feuerungen in Betracht. Auch liegen hierüber noch sehr wenig Erfahrungen vor.

#### d) Flüssige Brennstoffe tierischer und pflanzlicher Herkunft.

Von diesen ist bisher nur der Spiritus und das Erdnußöl in Frage gekommen, während die Verwendung tierischer und pflanzlicher Fette und Öle zwar für den Betrieb des Dieselmotors in den Kolonien, also für ganz besondere Verhältnisse, angeregt, aber noch nirgends mit anerkanntem Erfolg durchgeführt worden ist. Der Spiritus wird in bekannter Weise aus Kartoffeln usw. (vgl. Zahlentafel 39 und 40) hergestellt und bei uns in einer Menge von rd. 4 Mill. hl jährlich gewonnen.

Zahlentafel 39.  
Alkohol-Welterzeugung in hl<sup>1</sup>.

	1913		
	Erzeugung	Einfuhr	Ausfuhr
Deutsches Reich . . .	3 844 390	14 165	14 631
Belgien . . . . .	363 332	9 040	65 823
Dänemark . . . . .	131 000	11 700	6 700
Frankreich . . . . .	2 954 000	182 256	309 886
Großbritannien und Irland . . . . .	1 315 877	186 676	387 486
Niederlande . . . . .	393 148	63 553	225 022
Norwegen . . . . .	33 240	17 110	450
Österreich . . . . .	1 590 189	112 239	249 649
Rußland . . . . .	6 063 949	—	816 980
Schweden . . . . .	232 030	15 544	2 537
Ungarn . . . . .	1 392 179	51 124	157 059

<sup>1</sup> a. Ch. 13. 9. 18.

Zahlentafel 40.  
Deutsche Brennereibetriebe und ihre Erzeugnisse in hl<sup>1</sup>.

aus	Betriebe	Steuerjahr		1917
		1912/13	1913/14	
Kartoffeln . . . . .	5 990	3 002 642	3 107 660	—
Getreide . . . . .	8 382	574 100	559 359	—
Melasse . . . . .	41	142 208	151 412	—
anderen Stoffen . . . . .	83	321	—	—
Obst <sup>2</sup> . . . . .	48 391	33 108	—	—
Holz . . . . .	—	—	—	107 000
Sulfitlaugen . . . . .	—	—	—	116 000

<sup>1</sup> a. Ch. 27. 8. 18. <sup>2</sup> davon sind 43 178 Kleinbetriebe mit weniger als jährlich 500 l Leistung.

Die Erdnuß kommt als Kulturpflanze in den Tropen vor. In Deutschland wird die Erdeichel nur als Kuriosität gezogen, in Südspanien dagegen als Ölpflanze in größerem Maßstabe angebaut.

<sup>1)</sup> 1913 betragen die Ölgas- und Wassergasteermengen etwa 16000 t.

<sup>2)</sup> Vgl. L. Schmitz, „Die flüssigen Brennstoffe“.

### 3. Beschaffenheit und Verwendung.

#### a) Erdöl und seine Destillate.

Das Erdöl steht in Deutschland als Brennstoff für Feuerungen im Großbetrieb wegen seines geringen Vorkommens wenig in Frage. Zudem enthält der größte Teil des deutschen Rohöles soviel asphaltartige Bestandteile, daß seine unmittelbare Verwendung für Feuerungszwecke nahezu ausgeschlossen ist. Es wird daher hauptsächlich auf wertvollere Erzeugnisse verarbeitet, von denen das weiter unten zu besprechende Gasöl für Kraftzwecke verwertet wird. Allgemein hat das ungeräumte Öl eine Reihe sehr unzuverlässiger Eigenschaften, wie hohe Feuer- und Explosionsgefahr wegen der leichten Entzündbarkeit der dünnflüssigen Bestandteile. Der Entflammungspunkt liegt bei einigen Sorten etwa bei 15° C. Es ist infolgedessen schwierig zu befördern und aufzubewahren. Die weniger entzündlichen schwereren Öle verstopfen dagegen leicht die Zerstäuberdüsen. Schließlich lassen sich die dünnflüssigen Sorten infolge der langen Flammenbildung weit weniger wirtschaftlich als die dickflüssigen verbrennen<sup>1)</sup>.

Die genannten Übelstände treffen für die Erdöle der verschiedenen Quellen in mehr oder minder hohem Maße zu. Verhältnismäßig früh hat man angefangen, das niederländisch-indische Rohöl zum Heizen von Schiffskesseln zu verwenden. Besonders das Öl der Insel Borneo soll, so wie es aus der Quelle kommt, verwendbar sein<sup>2)</sup>. Die zeitlich weit zurückliegenden Bemühungen von Marcus Saul, dem Eigentümer einiger gewaltiger Erdölquellen auf Borneo, um die Einführung der Ölfeuerung sind bekannt. Der Vorteil der Verwendung des Öles auf Schiffen besteht unter anderem in der wesentlich kleineren Raumbeanspruchung des in 1 kg erheblich mehr Wärmeinheiten als die Kohlen besitzenden flüssigen Brennstoffes. Der Aktionsradius des Schiffes kann dadurch unter sonst gleichen Verhältnissen vergrößert werden. Durch Ein- und Ausschalten der einzelnen Brenner kann ferner die Anstrengung der Kessel den Anforderungen gut angepaßt werden. Auch gestaltet sich die Anbordnahme des Öles bequemer als bei Kohlen, da es mittels Dampfpumpen durch Rohrleitungen in die Doppelbodenzellen geschafft wird, was nur wenige Stunden in Anspruch nimmt. Der Verbrauch an Erdöl soll stündlich 0,5 kg/PS betragen. Die Ersparnis an Bedienung ist erheblich. Nach einigen, eine Anzahl Jahre zurückliegenden Angaben verbrauchte ein Dampfer von 8600 t Bruttogewicht bei einer Geschwindigkeit von 18,5 km/Std. rd. 22 t Öl in 24 Stunden. Da er unter sonst gleichen Verhältnissen an Kohlen 45 t verbraucht hätte, so ist hier etwa 1 t Erdöl gleich 2 t Kohle zu setzen. Auch deutsche Schifffahrtsgesellschaften, wie der Norddeutsche Lloyd, haben sich bereits vor 15 Jahren mit der Einführung der Erdölfeuerung befaßt, und aus noch viel früherer Zeit stammen die Versuche der verschiedenen Kriegsflotten mit dem Verfeuern von Erdöl, dessen Rauchfreiheit hier besonders wichtig war, so 1890 in Italien und bald darauf in Deutschland, wo die Küstenschiffe Ägir und Odin mit Ölheizung betrieben wurden<sup>3)</sup>. Bei der Probefahrt eines 2000 t-Schiffes des Norddeutschen Lloyds betrug der Ölverbrauch bei voller Geschwindigkeit 13½ t in 24 Stunden, d. h. 0,66 kg/PSi. Die für Kohlenfeuerung eingerichteten Schiffe gleicher Größe verbrauchten unter gleichen Bedingungen 19¾ t japanischer Kohle, die etwa gleich 16 t Walliser Kohle gesetzt werden können. Auch bei diesen nicht so günstig wie oben lautenden Zahlen ist zu berücksichtigen, daß die anderen bereits genannten Vorteile der Ölfeuerung auf Schiffen bisweilen so in den Vordergrund treten, daß selbst etwaige Nachteile unter Umständen gern in Kauf genommen werden.

Anders steht es bei gewöhnlichen ortfesten Anlagen, wo der Brennstoffpreis ausschlaggebend ist. Obwohl z. B. die Dieselmachine nur ⅓ des Brennstoffes verbraucht, den die moderne Dampfmaschine erfordert, stellen sich doch bei einem Preise von x M je t Kohle und 3 x M je t Öl die Kosten des Dampfmaschinenbetriebes unter Berücksichtigung sämtlicher Verhältnisse niedriger als beim Dieselmotor. Der Preis für amerikanisches Rohöl betrug 1912 schon ohne Frachtkosten beinahe mehr<sup>4)</sup>, nämlich 51 M statt 18 M je t Kohle<sup>5)</sup>.

Die weiteste Verbreitung hat das Erdöl als Heizöl in den Vereinigten Staaten von Amerika gefunden, und zwar vorzüglich das in Kalifornien gewonnene Öl, das etwa ⅓ der Gewinnung der

<sup>1)</sup> Vgl. Zeitschr. f. Dampf- u. Maschinenbetr. 1913, S. 554.

<sup>2)</sup> Volldampf, Zeitschr. f. Handel u. Industrie, X. Jahrg., S. 198.

<sup>3)</sup> Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes, 23. Sept. 1903.

<sup>4)</sup> Vgl. Feuerungstechnik 1913, S. 419.

<sup>5)</sup> Nach Berlingske Tidende 16. 4. 1912 bevorzugte Dänemark als Ersatz für Treiböl Sauggas, dessen Kosten für einen Fischkuttermotor zu 35 Kr/Tag gegenüber Petroleum (100 Kr), Karbid (300 Kr), Tran (600 Kr) angegeben werden.

Vereinigten Staaten ausmacht. Im Jahre 1903 sind dort rd. 32. Mill. Faß Heizöl (ein Faß gleich 159 l), im Jahre 1910 bereits doppelt soviel verbraucht worden. Die amerikanische Regierung hat, um den Bezug dieser Öle einheitlich zu regeln, Normalien für die Lieferung aufgestellt<sup>1)</sup>. Nach Verhandlungen auf dem Internationalen Kongreß 1912 in Bukarest ist anzunehmen, daß die sehr zweckmäßigen Vorschriften auch internationale Geltung erhalten werden.

In Amerika findet man die Erdölfeuerung fast auf allen Werften<sup>2)</sup>. Hier benutzt man drei Arten von Verbrennung: entweder die Vereinigung eines mit etwa 1,4 at Druck arbeitenden Ölzerstäubers mit einer Niederdruck-Einblasevorrichtung für die Luft, oder die Anwendung gleichen Druckes von 0,28 at für Öl und Luft in getrennten Vorrichtungen, oder schließlich Verwendung lediglich eines einzigen Gebläses. Ein bezeichnendes Beispiel für die amerikanischen Verhältnisse an der Westküste, wo das Erdöl im günstigsten Wettbewerb mit der dort sehr teuren Steinkohle steht, bildet der Betrieb der Mare-Island-Schiffswerft<sup>3)</sup>. Das Öl, das in Tankschiffen angefahren und von den Lieferanten durch eine 150 mm weite Rohrleitung in zwei je 200 cbm fassende Hauptbehälter auf einem in der Nähe befindlichen 12 m hohen Hügel gepumpt wird, enthält nicht mehr als 2% Wasser und Sinkstoffe bei einem Entflammungspunkt von 60° C. Aus den Hauptbehältern läuft es durch ein im Winter mit Dampf geheiztes Rohr zu den Verteilbehältern. Täglich werden 19 cbm verbraucht. Damit werden 4 stehende Dampfkessel von 8,2 at für den Antrieb der Dynamomaschine und Kompressoren und 12 liegende Röhrenkessel von 5,7 at für die Lenzpumpen des Trockendocks, die Dampfhämmer in der Schmiede und für Heizzwecke versorgt. Das Öl wird hier durch Dampfpumpen mit 7,51 at unter die Kessel gedrückt, durch einen eingeführten Dampfstrahl zerstäubt und dann verbrannt. Es wird dauernd auf einer Temperatur von 50° C gehalten. Zum Zerstäuben dient beim Anheizen des großen Kessels ein kleiner Hilfskessel. Die stehenden Kessel verbrauchen je 230 l/Std.; dabei erzeugt 1 kg Öl etwa 13 kg Dampf. Die Schmiede, Verzinkerei, Formerei, Eisen- und Metallgießerei und die Kupferschmiede werden zum größten Teile ebenfalls mit Öl betrieben. Zum Zerstäuben dient hier Druckluft aus zwei Rootschen Gebläsen für je 34 cbm/Min. Nach mehrjährigen Versuchen mit Drücken von 260 mm W.-S. bis 6½ at ist man zu der Erkenntnis gekommen, daß ein Druck von 0,32 bis 0,36 at für Öfen und Feuer am zweckmäßigsten ist. Der Einfachheit halber läßt man die Gebläse auch die Verbrennungsluft mitliefern, obwohl sich für diese ein Druck von 260 bis 350 mm W.-S. als besonders vorteilhaft herausgestellt hat. In der Schmiede werden ein großer und mehrere mittlere Flammöfen, einige kleinere Wärmöfen für Niete und Bolzen sowie der größte Teil der Schmiedefeuer mit Öl versorgt. Bei den Schmiedefeuern haben sich die gewöhnlichen Brenner nicht bewährt. Man hat infolgedessen in die Leitung der Verbrennungsluft ein kleines Rad, Abb. 11, eingebaut, das von dem Luftstrom in Bewegung versetzt, den von unten senkrecht eintretenden Brennstoff in den Luftstrom schleudert<sup>4)</sup>. Durch Ventile werden Luft- und Ölstrom eingestellt und dann ohne weitere Wartung gelassen. Vorbedingung für einen rauchfreien, stets gleiche Temperatur aufweisenden Betrieb ist, daß der Strom der Luft und des Öles stets gleichmäßig ist. Der Betrieb ist unter den besonderen Verhältnissen des Landes durch die Ölfeuerung sehr

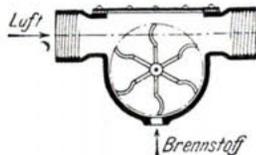


Abb. 11. Zerstäubungsvorrichtung für flüssige Brennstoffe.

verbilligt worden. Auch ist die Leistung der Schmiede erheblich gestiegen, da die Schmiedefeuer in einem Drittel der früheren Zeit arbeitsfertig gemacht und die erforderliche Hitze des Arbeitstückes schneller als bei Kohlen erreicht werden kann. Nach 2½ jähriger Betriebserfahrung ist die Erhöhung der Leistung auf 40 bis 50% geschätzt worden. Weitere Vorzüge sind: Die Reinheit des Feuers, Fortfall der Belästigung des Arbeiters durch Rauch. Allerdings erfordert das Schweißen große Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit, da die Stücke sonst leicht nur an der Oberfläche statt durchgehend geschweißt werden. In der Verzinkerei heizt man die Zinkbehälter mit Öl, wobei durch besondere Vorrichtungen für die gleichmäßige Erwärmung gesorgt ist. In der Formerei werden die Kerne tagsüber mit Öl, nachts, wenn die Ölleitung abgestellt ist, mit Koks getrocknet. Auch in der Metall- und Eisengießerei benutzt man zum Schmelzen das Öl. Die Erfolge sollen sich in einer besonderen Güte und Billigkeit des Gusses geäußert haben. Schließlich sind in den einzelnen Werkstätten mehrere tragbare Öfen für Ölfeuerung vorhanden.

<sup>1)</sup> Wiedergegeben in L. Schmitz, „Die flüssigen Brennstoffe“.

<sup>2)</sup> Die amerikanische Marine verbrauchte an flüssigem Brennstoff in Mill. Barrels nach Joseph Daniels, Staatssekretär der amerikanischen Marine: 1916 0,842, 1917 1,475, 1918 1,942, 1919 2,845, 1920 4,175.

<sup>3)</sup> Z. d. V. d. I. 1908 S. 895.

<sup>4)</sup> S. a. a. O. der Z. d. V. d. I.



de Grahl, Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe.

Zahlentafel a.

Bezeichnung	spez. Gewicht bei 15° C	Flamm- punkt ° C	Viskosität Engler °	Siedeanalyse				C %	H %
				Beginn ° C	Fraktionen ° C	%	Rück- stand %		
Schweres Wietzer Rohöl . . . .	0,942	105	bei 50° = 15° Engl. „ 80° = 4,7° „	129	130—270 270—300	11,9 8,8	79	86,0	11,
„ „ „ . . . .	0,925	92		104	130—270 270—300	15,2 9,2	75,2	—	—
„ „ „ . . . .	0,951	109		130	130—270 270—300	9 10,4	80,6	—	—
Leichtes „ „ „ . . . .	0,891	53	—	—	bis 130 130—270 270—300	0,65 20,1 7,4	71,5	—	—
Elsässer Rohöl aus Oberstritten .	0,880	unter 15	—	—	bis 130 130—270 270—300	5 22,2 7,1	65,3	85,6	9,
Galizisches Rohöl aus Boryslaw .	0,862	„ 15	—	—	bis 130 130—270 270—300	6,8 26 7,2	60	82,2	12,1
„ „ „ Schodnica	0,858	„ 15	—	—	bis 130 130—270 270—300	20 44,5 10,5	25	85,3	12,
Rumänisches Rohöl aus Bustenari	0,854	„ 15	—	—	bis 130 130—270 270—300	20 35 7	38	83,1	12,
„ „ „ Campina .	0,840	„ 15	—	—	bis 130 bis 300	10 40	50	85,29	14,2
Russisches Rohnaphtha . . . .	0,880	31	—	—	bis 130 130—270 270—300	2 27 15	56	86,0	13,0
Pennsylvanisches Rohöl . . . .	0,805	unter 15	—	—	bis 130 130—270 270—300	12,7 49,4 12,4	24,8	83,6	12,9
Kalifornisches „ . . . .	0,962	82	bei 80° = 4,3° Engl.	150	bis 300	32	68	86,9	11,8
Argentinisches „ . . . .	0,940	124	bei 80° = 13,6° Engl.	250	bis 300	24	76	—	—
Sumatra-Rohöl . . . . .	0,792	unter 0	—	—	bis 130 130—270 270—300	34 50,5 4	11,5	—	—

I a. Roh-Erdöle.

Elementaranalyse				Ausbeute der Roherdöle					Bemerkungen
H %	S %	O + N + S %	Asche %	Benzin %	Leuchtöl %	Schmieröl %	Paraffin %	Asphalt %	
11,0	0,085	2	—	—	—	—	—	—	Der Heizwert des rohen Erdöls schwankt zwischen 9500 und 11500 WE, ist im Mittel also 10500 WE.
—	—	—	—	1	6	14 Solaröl 50 Vulkanöl	—	25	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	theoretischer Luftbedarf unter Zugrundelegung einer Elementaranalyse von 84% C, 12% H, 1% O = 14 kg oder 10,5 cbm/kg Öl.
—	—	—	—	3	20	15 Solaröl 40 Vulkanöl	1,5	15	
9,6	0,138	4,4	0,05	4—5	30—32	30—32	2	—	Deutsches Erdöl ist nicht reich an Benzin und Petroleum, gibt jedoch ein Schmieröl mittlerer Güte, das besonders für Eisenbahnzwecke Verwendung findet.
12,1	—	5,7	—	5—25	25—40	—	0—10	—	
12,6	—	2,1	—	—	—	—	—	—	
12,31	0,3	4,59	—	0—49	28—47	—	3,8—29,2	—	
14,21	0,13	0,5	—	—	—	—	—	—	
13,0	0,1	1,0	0,12—0,3	5	20—30	50—60	—	—	
12,9	—	3	—	12	70	10	1,2	—	
11,8	2—3	1,3	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	