

Feuerungstechnik und Dampfkesselbetrieb

VON

Georg Herberg

Dritte Auflage

Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes

mit einem Anhang über allgemeine
Wärmetechnik

von

Dr.-Ing. Georg Herberg

Stuttgart

Vorstandsmitglied der Ingenieurgesellschaft für Wärmewirtschaft A.-G.

Dritte, verbesserte Auflage

Mit 62 Textabbildungen, 91 Zahlentafeln
sowie 48 Rechnungsbeispielen



*Kurt J. Hölzel.
Dipl. Ing.*

Berlin

Verlag von Julius Springer

1922



Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1922 by Julius Springer in Berlin.

Aus dem Vorwort zur ersten und zweiten Auflage.

Verfasser, der lange Jahre auf dem Gebiete des Kesselhausbetriebes und der Feuerungstechnik praktisch und theoretisch tätig ist und vielfach die Lücken der bisherigen Literatur empfunden hat, beabsichtigt, mit diesem Handbuche eine zugleich einfache und doch möglichst vollständige Darstellung dieses Fachgebietes und seiner wissenschaftlichen Arbeitsweise zu geben. Es soll allen denen ein Dienst erwiesen werden, welche dieses Fachgebiet studieren und die beruflich in die Lage kommen, Berechnungen von Dampfanlagen anstellen zu müssen, solche anzulegen und zu bauen oder den Betrieb von Kesselhausanlagen zu überwachen. Der wissenschaftliche Teil führt alle die Feuerungstechnik betreffenden Rechnungen aus unter Berücksichtigung der neuesten Versuchsergebnisse, die sich in den verschiedensten Zeitschriften zerstreut finden, und eigener Versuche.

Dabei sind aber nicht nur die einfachen Formeln sowie überschlägige und genaue Rechnungsweisen nebst Fehlergrenzen gegeben, wobei es dann jedem einzelnen überlassen bliebe, deren Anwendung zu suchen und sich durch ein Gemenge von Zahlen und Formeln hindurchzufinden, sondern es wird besondere Sorgfalt verwendet auf eine klare und übersichtliche Darstellung der Zusammenhänge der verschiedenen Größen und Vorgänge. Denn die gegebenen Formeln und Verhältniszahlen usw. gewinnen erst das rechte Leben, wenn man sie angewendet sieht. Deshalb sind außer Zahlentafeln sehr viele zeichnerische Darstellungen eingefügt, die teils die Rechnung ersetzen, teils klarere Übersichten bieten als einfache Zahlenreihen, weil man auf einen Blick bei Änderung einer Größe die Wirkung auf eine andere Größe übersieht, und weil sich solche Schaubilder leicht dem Gedächtnisse einprägen. Soweit es nützlich und angängig erschien, wurden die gegebenen Beziehungen sofort an Hand von Beispielen, die alle aus wirklichen Betriebsverhältnissen und eigenen Messungen entnommensind, ausgewertet.

Besonderer Wert ist auf eine genügende Beachtung der wirtschaftlichen Verhältnisse gelegt. Das Kesselhaus wird als wirtschaftliche Einheit betrachtet, aber nur als Einzelglied des ganzen Werkes. Diese Betrachtungsweise zieht sich durch das ganze Buch hindurch als Ergänzung der rein technischen Seite. Denn der Ingenieur darf nicht allein Konstrukteur sein, sondern seine Arbeiten soll ein echter kaufmännischer Geist durchwehen, der den wirtschaftlichen Wert der Stoffe

und des Geldes richtig abschätzt gegenüber den rein technischen Möglichkeiten. Gerade die Feuerungstechnik, welche den kostbaren, in seiner Menge begrenzten Brennstoff, die Kohle, verwendet, ist verpflichtet, mit diesem Schatze so sparsam wie möglich umzugehen, bis die fortschreitende Technik neue Kraftquellen erschlossen hat.

Die erste Auflage des Handbuches fand ihren Hauptabsatz gerade zur Zeit des großen Weltkrieges, was auch als Zeichen des im deutschen Wesen tief begründeten Erkenntnisdranges und Sinnes für Gründlichkeit und Wissenschaft anzusehen ist, der selbst in den härtesten Zeiten noch nach Befriedigung ringt und uns hoffen läßt, daß wir auch diese schwere Prüfung des Krieges und der Nachkriegszeit, die noch erhöhte Forderungen an unsere geistige Energie stellt, standhaft überstehen. Bei der Bearbeitung der zweiten Auflage, mit der mich der Verlag noch während des Krieges beauftragt hatte, habe ich mich nach meiner Rückkehr aus dem Felde bemüht, der technischen Entwicklung und den neuen Forschungen gerecht zu werden. Der Stoff erfuhr dabei eine teilweise Umstellung und Erweiterung an vielen Stellen.

Der wirtschaftliche Gesichtspunkt, der ja das ganze Buch durchzieht, wurde noch schärfer herausgearbeitet. Die Neuordnung der Beziehungen des sozialen Organismus möge dabei alle brauchbaren Kräfte zur Mitarbeit freimachen. Aber auch für die technischen Berufsstände sollte endlich die Zeit gekommen sein, viel mehr als bisher ihre wirtschaftliche Schulung, „die Erziehung zum Wirkungsgrade“, und das im Berufe erworbene technische und soziale Denken und Wissen zum Besten des deutschen Volkes in öffentlicher Mitarbeit zu verwerten. Diese Dreiheit, Wirtschaft, geistige Kultur und rechtlich-staatliches Leben, muß den Grund bilden, auf dem das neue Reich aufzubauen ist.

Halle a. d. S., im Januar 1913.

Stuttgart, im August 1919.

Dr.-Ing. **Georg Herberg.**

Vorwort zur dritten Auflage.

Nach kaum $1\frac{1}{2}$ Jahren schon machte sich das Bedürfnis nach der neuen Auflage geltend. Diese erfuhr in einzelnen Teilen notwendige Ergänzungen und Änderungen. Die Preisangaben wurden nach Möglichkeit durch solche aus dem Herbst 1921 ersetzt. Umgearbeitet wurden der Abschnitt 16 über Dampfüberhitzer, wesentlich erweitert Abschnitt 18 über abgasbeheizte Kessel, 31g durch Einfügung der „Verbesserung der Versuchsergebnisse auf Druck und Wasserstand“, sowie Abschnitt 35. Neu aufgenommen wurden Abschnitt 5e, 5f, 12e, die Einführung zu Abschnitt V, Abschnitt 16d, 16e, 18c, 18d, ebenso Abb. 30, 31.

Grundsätzliche Erörterungen über wirtschaftliche Fragen im großen Rahmen und über die Stellung der Technik im gesamten sozialen Organismus bringt der neu eingeführte Abschnitt „Zur Einführung“.

Von der Beschreibung baulicher Einzelheiten der Kessel, Feuerungen, Apparate usw., die sich reichlich in der Fachliteratur und den Werbeschriften der Firmen finden, wurde auch diesmal möglichst abgesehen, im Interesse des Bestrebens, das Kesselhaus als wirtschaftliche Einheit zur Darstellung zu bringen.

Ich hoffe, daß das bisher von den Fachgenossen so günstig angenommene Buch in der neuen Fassung noch mehr Freunde gewinnt.

Zum Schlusse sei noch der Firma J. A. Topf & Söhne in Erfurt für die vielfachen Anregungen und die überlassenen Abbildungen 1, 2, 5, 29, 30, 37—40; der Firma Jaques-Piedboeuf, Düsseldorf, für Abbildungen 26—29, 35, 36; der Firma Fränkel & Viebahn, Leipzig, für Abbildungen 3 und 4; der Firma Moritz Jahr, Gera, für Abbildung 31; den Deutschen Economiser-Werken, Düsseldorf, für Abbildungen 37 und 38; der Deutschen Evaporator-A.-G. für Abbildungen 12 und 13 und der Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik für Abbildung 30 der gebührende Dank gesagt.

Auch diesmal danke ich dem Verlage und allen denen, die durch eingehende Besprechungen und Äußerung von Wünschen und Vorschlägen an der Neufassung der dritten Auflage mitgeholfen haben.

Stuttgart, im Dezember 1921.

Dr.-Ing. Georg Herberg.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Zur Einführung	XI
 I. Die Kesselhausanlagen.	
1. Die Einrichtung von Kesselhäusern	1
a) Grundsätze für die Einrichtung	1
b) Wichtige Einzelheiten für Kesselhäuser	5
c) Kohlenförderung und -lagerung	7
d) Aschen- und Schlackenentfernung	14
e) Behördliche Vorschriften und Arbeiterschutz	16
f) Schönheitsrücksichten	19
 II. Allgemeine Wärmetechnik.	
2. Allgemeiner gas- und wärmetechnischer Teil	20
a) Zustandsgleichungen für vollkommene Gase	21
b) Die Verbrennungsgleichungen	24
c) Anwendung auf die verschiedenen Brennstoffe	25
d) Die spezifische Wärme der Verbrennungsgase	26
e) Das spezifische Gewicht der Verbrennungsgase	36
f) Gewicht Dichtigkeit und Wassergehalt der Luft	39
g) Feste und flüssige Körper	43
3. Wärmeübergang und Durchgang infolge Berührung und Leitung	47
a) Wärmeübergangszahl a	47
b) Wärmedurchgangszahl k (Berührung und Leitung)	50
c) Wärmedurchgang durch nackte und umhüllte Rohre	54
d) Der mittlere Temperaturunterschied ϑ_m	56
4. Wärmeabgabe durch Strahlung und gleichzeitig durch Berührung	58
 III. Die Verbrennung auf der Feuerung.	
5. Die Brennstoffe	61
a) Vorkommen und Eigenschaften sowie Kohlenförderung der Erde	61
b) Wärmepreis und Dampfpreis	68
c) Verbrennungserscheinungen der Kohlen	69
d) Zusammensetzung der Brennstoffe	73
e) Flüssige Brennstoffe	77
f) Gasförmige Brennstoffe	77
6. Die Feuerungen	80
A. Steinkohlenfeuerungen	82
I. Handfeuerungen:	
1. Planroste mit natürlichem Zug	82
2. Planroste mit Unterwind, Dampfgebläse oder künstlichem Zuge	82
3. Feststehende Schrägroste sog. Tenbrinkfeuerungen	83

II. Selbsttätige Feuerungen:	
1. Wurffeuerungen mit Schaufeln oder Wurfkrädern . . .	84
2. Vorschubfeuerungen	84
3. Unterschubfeuerungen	86
4. Mechanisch bewegte Schrägroste	86
5. Kohlenstaubfeuerungen	87
B. Braunkohlenfeuerungen	87
1. Schrägroste mit festliegenden Stufen oder Roststäben	87
2. Schrägroste mit beweglichen Stufen oder Roststäben .	89
7. Die Verbrennungsluftmenge	89
a) Berechnet aus der Zusammensetzung des Brennstoffes bei vollkommener Verbrennung (ohne Luftüberschuß)	89
b) Berechnet aus der Gasuntersuchung auch bei unvollkommener Verbrennung (mit Luftüberschuß)	90
8. Die Verbrennungsgasmenge in m ³ und kg	92
a) Vollkommene Verbrennung	92
b) Unvollkommene Verbrennung.	95
c) Näherungsweise Berechnung der trockenen Gasmenge und des Gasgewichtes aus dem Heizwerte der Kohlen	97
9. Der Luftüberschuß	99
a) Vollkommene Verbrennung	99
b) Unvollkommene Verbrennung.	102
10. Der Höchstgehalt der Verbrennungsgase an Kohlensäure (+ schwefl. Säure) = $(k_s)_m$ und die Bestimmung von CO	104
a) Allgemeines	104
b) $(k_s)_m$ berechnet aus der Zusammensetzung des Brennstoffes .	105
c) $(k_s)_m$ berechnet aus der Zusammensetzung der Rauchgase in Raum-%	109
d) Die Ermittlung von CO aus $(k_s)_m$	110
11. Die Verbrennungstemperatur und der Einfluß der Strahlung	113
a) Verlustlose Verbrennung im geschlossenen Raume	113
b) Verbrennung unter Verlusten sowie unter Wärmeausstrahlung auf die Heizflächen	113
12. Die Wärmeverluste im Kesselbetriebe	119
a) Abgasverlust durch fühlbare Wärme der Rauchgase bei vollkommener Verbrennung (ohne CO-Bildung)	120
b) Abgasverluste durch fühlbare Wärme der Rauchgase bei unvollkommener Verbrennung	123
c) Der Verlust durch unverbrannte Gase	126
Genauigkeitsgrenzen der Formeln	129
d) Verlust durch Aschenrückstände und Schlacke	130
e) Verlust durch Flugkoks	131
f) Wärmeverlust durch Ruß in den Verbrennungsgasen	131
g) Verlust durch Strahlung und Leitung	132
h) Der Wirkungsgrad	137
Kohlenerparnis	139
i) Der Wirkungsgrad η_w	141
k) Der Zusammenhang zwischen dem CO ₂ -Gehalt der Verbrennungsgase, ihrer Temperatur, dem Wirkungsgrade und dem Abgasverluste	142

	Seite
13. Berechnung der Rostfläche	144
a) Rostbeanspruchung	144
b) Verdampfungs-ziffer der Brennstoffe	147
IV. Die Kesselheizfläche.	
14. Berechnung der Kesselheizfläche	149
a) Kesselbeanspruchung	149
b) Abgastemperatur und Kesselbeanspruchung	150
15. Beanspruchung einzelner Teile der Kesselheizfläche und Ziele des neueren Kesselbaues	151
a) Wärmeverteilung auf einzelne Heizflächenteile	151
Bei Flammrohrkesseln. — Bei stehenden Wasserrohrkesseln.	
b) Der Wassenumlauf	157
c) Die Dampfnässe und Mittel zur Verringerung	158
d) Rauchgasvorwärmer in Verbindung mit Kesseln	166
V. Wärmewirtschaftliche Einrichtungen.	
16. Der Dampfüberhitzer	172
a) Der überhitzte Dampf	172
Verwendung	172
Rauminhalt	172
Spezifische Wärme	175
b) Berechnung der Heizfläche	177
c) Ersparnis durch Einbau des Überhitzers.	181
d) Kosten der Dampfüberhitzung	184
e) Wirkungsgrad des Überhitzers	186
f) Ausführung und Anordnung	188
17. Der Rauchgasvorwärmer (Economiser)	192
a) Anordnung	192
b) Berechnung der Heizfläche	196
c) Ersparnis durch den Rauchgasvorwärmer	202
18. Abgasbeheizte Kessel	204
19. Abdampfverwertung	210
a) Röhrenapparate	210
b) Beheizte Behälter	214
c) Wärmespeicher	216
d) Verschiedene Verwendungsmöglichkeiten	216
20. Kondensatrückgewinn	217
21. Dampfentölung	218
VI. Die Einmauerung der Kessel und der Schornstein.	
22. Das Kesselmauerwerk und Zubehör	220
a) Größe der Feuerzüge	220
b) Ausführung der Einmauerung	221
Schamottesteine	222
Wärmeschutz	223
Verankerung	224
c) Zubehörteile und Ausstattung	225
23. Der Schornstein	226
a) Allgemeines	226
b) Berechnung der Zugstärke und der Schornsteinhöhe	231
1. Zugverlust Z_w durch Erzeugung der Gasgeschwindigkeit w	234
2. Zugverlust durch Reibung Z_R	235
3. Zugverlust durch Abkühlung der Gase im Schornstein	237

	Seite
c) Berechnung der Schornsteinweite	239
d) Erfahrungsformeln und Erfahrungswerte	241
e) Die Zugmessung	247

VII. Rohrleitungen.

24. Wärmeabgabe geheizter nackter Rohre an Luft (nach Wamsler)	249
25. Abkühlungsverlust (durch Berührung und Strahlung) beim Strömen von gesättigtem und überhitztem Dampfe durch nackte und umhüllte Leitungen.	251
a) Gesättigter Dampf	251
1. Nackte Rohre	251
2. Umhüllte Rohre	253
b) Überhitzter Dampf	261
1. Allgemeines	261
2. Wärmeverluste bei nackter Leitung	262
3. Wärmeverluste bei umhüllten Rohren	263
26. Berechnung von Dampfleitungen	270
27. Druckverlust beim Strömen von Dampf durch Rohrleitungen	272
a) Gerade Rohre	272
b) Spannungsverlust beim Durchgang von gesättigtem und überhitztem Dampf durch ein Ventil und Krümmer	273
c) Strömungswiderstand überhitzten Dampfes bei glatten und gewellten Ausgleichrohren	274
28. Druckverlust beim Strömen von Luft durch Rohrleitungen	275

VIII. Unreine Heizflächen.

29. Einfluß des Kesselsteinbelages der Heizflächen auf den Wärmedurchgang	277
a) Einfluß des Kesselsteines auf die Durchgangszahl k bei Heizung durch Gasberührung	277
b) Einfluß des Kesselsteines auf die Durchgangszahl k , wenn mit Sattdampf oder heißem Wasser geheizt wird	278
c) Einfluß des Kesselsteines auf die Durchgangszahl k bei Wärmeübertragung durch Berührung Leitung und Strahlung bei Beheizung von Wasser durch Gas	279
d) Einfluß des Kesselsteines auf die Wärmeausnutzung in Heizvorrichtungen, Wärmedurchgang nur durch Berührung	280
e) Einfluß des Kesselsteines auf die Wärmeausnutzung in Heizvorrichtungen bei Wärmeübertragung durch Berührung und Strahlung.	284
f) Strahlungsübertragung nur am ersten Teile der Kesselheizfläche wirksam, am anderen Teile nur Berührungsübertragung	288
30. Erhöhung der Kesselblechtemperaturen durch Kesselsteinbelag und Ölschichten sowie dadurch bedingte Abnahme der Blechfestigkeit	288

IX. Betriebsüberwachung.

31. Winke für die Vornahme von Messungen	292
a) Messung des Niederschlagwassers	292
b) Messung der Dampftemperaturen	293

	Seite
c) Messung der Oberflächentemperaturen	294
d) Messung der Gastemperaturen	295
e) Zugmessung	296
f) Gasuntersuchung	297
g) Die Entnahme der Kohlenprobe	299
h) Über die Verwertung der Meßergebnisse	299
Verbesserung der Versuchsergebnisse auf Druck und Wasser- stand	301
32. Die Überwachung des Betriebes	303
33. Winke für Kohlenersparnis	313
34. Unkostenaufstellung des Kesselhausbetriebes.	315
35. Elektrisierung von Dampfanlagen	322
Dampf tafel I—IV	324
Alphabetisches Sachverzeichnis	329

Zur Einführung.

Neue Aufgaben, die weit über den Rahmen der bloßen Technik als solche hinausragen, sind in den Gesichtskreis des Ingenieurs getreten, und er muß sich mit ihnen auseinandersetzen. Der Verfasser sieht sich gedrängt, hierzu Stellung zu nehmen.

Es muß klar erkannt werden, daß die Technik letzten Endes nicht Selbstzweck ist (man kann eine technische Einrichtung ja nicht um ihrer selbst willen bauen, sondern um damit zu arbeiten), sondern daß sie in dem gesamten Volksorganismus ein dienendes Glied darstellt, dessen Aufgabe es ist, die körperlichen und darauf fußend in letzter Linie die seelischen und geistigen Bedürfnisse der Menschheit zu befriedigen. Die Frage lautet also für die Technik:

„Wie stellt sich die Technik richtig mit ihrem Schaffen in den sozialen Organismus hinein?“

Die technische Arbeit ist eben nur eine Seite, eine Ausdrucksform des vielgestaltigen Menschenwesens, und zwar die, welche hauptsächlich auf intellektuellen Kräften, nämlich dem mathematisch-mechanischen Denken beruht, und welche ganz mit Zentral- und Potentialkräften arbeitet; denn die Mathematik und Mechanik sind gänzlich aus dem Menscheninnern herausgesponnen und vom Menschen ohne Vorbild in der Natur geschaffen; sie haben beide völlig nur für die technischen und mechanischen leblosen Werke Geltung. Die Technik greift in vielgestaltigster Weise in den gesamten sozialen Organismus ein, ja sie gibt heute dem ganzen Zeitalter sein Gepräge. So viel Gutes die Technik auf der einen Seite schuf, ebensoviel Schaden stiftete sie auf der anderen in der Art, wie sie das menschlich Seelische beiseite drückte. Da die Wirtschaft, deren eines Glied die Technik ist, nur mit Waren zu tun hat, nämlich mit der Erzeugung, der Verteilung und dem Verbrauch der Waren — etwas anderes kommt in der Wirtschaft nicht vor —, so hat sie die Neigung, alles, was in ihren Bereich tritt, den in ihr tätigen Menschen ebenfalls, zur Ware zu machen; das ist auch mit dem Arbeiter sehr weitgehend geschehen; beim Beamten beginnt dieser Prozeß bereits auch zu wirken. Das Seelenleben der Menschen verödet umsomehr, je stärker die Industrie ihren Einfluß geltend macht. Die soziale Frage mit allen Erschütterungen drängte herauf, erst dumpf, dann immer klarer im Bewußtsein der Menschen, die sich in ihren besten innerlichen Gütern der Seele bedrängt sahen.

Damit ist aber in die gesamte Technik und Wirtschaft ein ganz neues Moment hereingezogen, das nicht mehr ausgeschaltet werden kann und mit dem man rechnen muß. In die Masse des Volkes kommt ein Bewußtsein vom Wert der Persönlichkeit herein; der einzelne will selbst aktiv teilnehmen am Wirtschaftsprozess und nicht mehr bloßes Objekt der Wirtschaft sein. Der Mensch als solcher muß also wieder der Mittelpunkt und das Ziel der gesamten menschlichen Arbeit werden, wenn den Zeitforderungen, die Menschheitsforderungen sind, Rechnung getragen werden soll. Heute aber hat die Technik die Stellung nicht, die ihr zukommt, sondern sie ist in den Dienst der industriellen Unternehmungen gespannt, welche mit ihrer Hilfe ihren eigenen Zielen nachgehen, nämlich dem Ansammeln von Kapital, und die sich selbst und ihr Bestehen als Selbstzweck betrachten. Das Verhältnis hat sich also gerade umgekehrt und das Kapital ist, statt die Mittel zur Umsetzung der technischen Möglichkeiten für den Menschheitsfortschritt zu liefern, zum Selbstzweck geworden. Der Gesichtspunkt, welche Bedürfnisse im sozialen Organismus sind wirklich vorhanden und wie können sie mit dem geringsten Aufwande gedeckt werden, ist nicht mehr allein maßgebend, sondern wurde immer mehr zurückgedrängt zugunsten des Strebens nach größter Produktion und größtem Gewinn, wozu eine künstliche Bedürfnissteigerung hervorgerufen wurde. Wirtschaft nach dem wirklichen Bedarfe und nicht planloses Drauflosproduzieren jedes Unternehmens muß das Ziel der kommenden Wirtschaftsführung werden, hervorgehend aus Assoziationen der Produzenten und Konsumenten, während heute eigentlich allein die Maßgebenden in der Wirtschaft die Produzenten sind. Das muß klar erkannt werden, wenn die dringendste Frage Mitteleuropas und hiervon ausgehend der ganzen zivilisierten Welt, nämlich die soziale Frage, ihrer Lösung entgegengehen soll.

Den Ingenieur in die Bedeutung der sozialen Arbeit einzuführen, ist gerade die Wärmewirtschaft so recht geeignet, denn sie, welche den gemeinsamen Schatz der Menschheit, die Kohle, verwertet, mit ihrer Hilfe Kraft erzeugt und die Wärmevergänge leitet, ist nicht allein eine technische Frage, sondern in erhöhtem Maße eine soziale.

Wärmewirtschaft kann nur wirklich richtig fortschreiten und gedeihen, wenn sie unter diesem Gesichtspunkt geführt wird. Soweit sie sich im Rahmen des einzelnen Unternehmens auswirkt und sich hier unmittelbar in ihren Maßnahmen sichtlich bezahlt macht, tritt der soziale Gesichtspunkt noch nicht so stark in den Vordergrund, obgleich die allgemeine Kohlennot bereits hereinspielt. Aber wo zwei oder mehrere Beteiligte dabei sind, verschiebt sich die Sachlage sofort. Ein Beispiel: An irgendeinem Platze liege etwa eine Maschinenfabrik, die in erster Linie Kraft nötig hat und für die Abfallwärme des Auspuffdampfes,

wie es meistens der Fall ist, nicht genügend eigene Verwertung besitzt, oder ein keramisches Unternehmen, das stets Wärmeüberschuß aufweist; dicht daneben oder nicht weit davon arbeitet ein anderer Betrieb, der besonders Verbraucher niedergespannter Wärme ist, z. B. eine Brauerei, Färberei, Zuckerfabrik od. dgl. Das erste Unternehmen läßt den Dampf in die Luft puffen oder im besten Falle vernichtet es die Wärme höchst unvorteilhaft im Kühlturm oder Kondensator, um einen geringen Kraftgewinn zu erzielen; das zweite Werk aber muß die Wärme von neuem erzeugen und nochmals Kohlen aufwenden. Vorausschauendes soziales Verständnis wird hier den Weg weisen müssen, wie durch Vereinbarung das eine Werk mit seiner überschüssigen Wärme dem benachbarten aushelfen kann, ohne daß erst die allgemeine Notlage dazu zwingen muß. Jeder Teil müßte allerdings geringe Konzessionen an den anderen machen. Eigentlich sollte das gar nichts so ungewohnt Neues sein; denn die Elektrizitätswirtschaft ist ja mit ihrer Stromlieferung von einer Zentralstelle aus bereits vorangegangen, indes liegen hier die Wärmewirtschaftsverhältnisse noch viel ungünstiger. Riesige Wärmemengen, etwa das 4—5fache dessen, was zur Krafterzeugung ausgenutzt wird, gehen fast unbenutzt verloren. Wenn z. B. ein Elektrizitätswerk 100 000 t Kohlen im Jahre verbraucht, so setzt es etwa 15%, entsprechend 15 000 t, in Kraft um; der Wärmewert der nach Abzug der Verluste in der Kesselanlage restlichen etwa 60 000 t Kohle wird in der Kondensation oder im Kühlturm unter Gewinnung einer geringen Mehrkraft vernichtet; Elektrizitätswerke, ebenso Kraftzentralen von Industriewerken sind nämlich vorzügliche Einrichtungen als Krafterzeuger, die denkbar schlechtesten als Wärmeverwerter. Hier müssen ganz neue Gesichtspunkte maßgebend werden. Kraftwirtschaft in der gesamten Industrie allein, ohne Rücksicht auf Wärmewirtschaft, ist nicht mehr denkbar. Es müssen Dampfkraftwerke so gebaut und angeordnet werden, daß die Abfallwärme gleichzeitig nutzbringend verwertet werden kann; hierin ist ein Hinweis auf grundlegend neue Gesichtspunkte für eine zukünftige Anlage von Industriewerken, Verteilung von Industriegelände und ein assoziatives Zusammenarbeiten gegeben. Die Anlage eines Industriebezirkes muß in Rücksicht auf gegenseitigen restlosen Austausch von Wärme und Kraft geplant werden. Also Gruppierung von Wärmeverbrauchern um Krafterzeugungszentren wie Elektrizitätswerke oder solche Unternehmen, die Wärme im Überschuß abgeben können. Ein Bau von Elektrizitätswerken, weit draußen auf freiem Felde vor den Städten oder gar ganz abgelegen auf den Braunkohlengruben selbst, weitab von sonstigen Siedlungen und Industrie, ist als grundsätzlich falsch zu beurteilen. Auch die innere Ausgestaltung der einzelnen industriellen

Werke sollte nach Möglichkeit durch Angliederung passender Fabrikationszweige so geschehen, daß sich Kraft- und Wärmeverbrauch die Wage halten.

Die gekennzeichnete technische Entwicklung, wobei ein Industriezweig auf den anderen keine Rücksicht nimmt, ist neben dem Mangel an sozialem Verständnis ganz wesentlich mit hervorgerufen durch die Spezialisierung aller Berufszweige, die sogar bis in die einzelnen technischen Wissensgebiete hineinreicht, so daß dieselben die nötige Fühlung untereinander verloren haben. Man beachte den Entwicklungsprozeß der Arbeitsteilung. Vor Heraufkommen des industriellen Zeitalters haben die Menschen, indem sie das Werk, das sie verrichteten, von Beginn der Herstellung bis zur Verwendung überschauen konnten, mit ihrem seelischen Interesse an ihrer Arbeit gehangen. Heute ist der Mensch meist nicht mehr in dem Maße mit seiner Arbeit verbunden; der Arbeiter schon lange nicht mehr, insofern er als Spezialist fortgesetzt Teilarbeit leistet; beim Beamten beginnt der Loslösungsprozeß sich ebenfalls heranzubilden, da auch hier die spezialisierte Arbeitsteilung, welche die Arbeit immer einseitiger gestaltet, mehr und mehr um sich greift (Offertbureau, Berechnungsbureau, Kontrollbureau, Schraubenbureau usw.). Die Spezialisierung drang bis in die Hochschulen und veranlaßte die Trennung der einzelnen Fachwissenschaften, die bloß noch lose nebeneinander stehen; der junge Student oder Ingenieur spezialisiert sich bereits, ehe er überhaupt den Umfang seines Berufes erkannt hat, und nur wenige sind befähigt, über den engen Rahmen ihres Sondergebietes in Nachbargebiete hinauszusehen und die wirtschaftlichen und technischen größeren Zusammenhänge zugleich mit den Volkserfordernissen zu erkennen oder gar einen tieferen Einblick in andere Berufe zu gewinnen. Wir haben heute wohl Spezialisten für den Feuerungs-, Kessel-, Überhitzer- oder Economiserbau für Dampfmaschinen sowie für Maschinen und Einrichtungen, welche die erzeugte Wärme verbrauchen; aber nur wenige überschauen den ganzen Prozeß, in dem diese Einrichtungen darinnen stehen und wirken, in dem Maße, daß sie imstande sind, ein wirklich wirtschaftliches Zusammenarbeiten aller dieser vielen Wärme- und Kraft-Erzeuger und -Verbraucher herzustellen. Wie gar selten sind wissenschaftlich und praktisch gut ausgebildete Wärmeingenieure und noch seltener solche, die außerdem noch über die ausreichende Allgemeinbildung verfügen, um den gesamten volkswirtschaftlichen Zusammenhang ihrer Arbeit mit dem sozialen Organismus zu erfassen.

Um welche großen Werte es sich bei zweckmäßiger Wärmewirtschaft handelt, mag nachstehende Aufstellung¹⁾ verdeutlichen. Schätzungs-

¹⁾ Nach Dr.-Ing. Reutlinger, Jahrb. d. Brennkrafttechn. Gesellschaft 1920.

weise bleiben uns heute jährlich zur Verfügung etwa 140 000 000 t Brennstoffe, umgerechnet auf Steinkohlen, gegenüber 220 Mill. t im Jahre 1913. Könnte man die technischen Möglichkeiten ausbeuten, so ließen sich folgende Ersparnisse erzielen:

1. Ersparnis durch Verbesserungen und Betriebsüberwachung aller Feuerungsstätten	etwa bis	10 Mill. t
2. Verbesserung der Hausbrandöfen	etwa	5 „ t
3. Abdampfverwertung bei gleichzeitiger Ausnützung der Überschußenergie	etwa	5—10 „ t
4. Verwertung der Abhitze, die sehr reichlich vorhanden, deren Ausnützung aber nicht immer lohnend ist wegen ungünstiger Verhältnisse, einschließlich Abgasverwertung der Verbrennungsmaschinen	etwa	2—3 „ t
5. Ausbau der Wasserkräfte		4—5 „ t
Summa		26—33 Mill. t,

worin noch kleinere Ersparnisse an anderen Wärmequellen eingerechnet sein sollen; d. h. es ergeben sich also, bezogen auf die heute verfügbaren Kohlenmengen, etwa 19—23% Ersparnisse.

Dazu kommt noch ein heute völlig außer acht gelassener Posten, der erst durch eine neu zu schaffende Industriewissenschaft erfaßt und richtig bewertet werden kann. Ihre Aufgabe wäre es, festzustellen: Wo steckt unproduktive Arbeit und wie muß der gesamte Wirtschaftsverkehr untereinander und die Abwicklung der geschäftlichen Vorgänge gestaltet werden, daß an jedem Platze, also nicht bloß innerhalb der einzelnen Fabrikbetriebe, unproduktive Arbeit und unnützer Materialaufwand vermieden wird. Die Beantwortung dieser Frage ist nicht immer leicht, da man heute noch geneigt ist, jede menschliche Tätigkeit für wertvoll zu halten, wenn sie nur dem sie Ausübenden seinen Lebensunterhalt gewährt und nicht gegen die Gesetze verstößt. Der Maßstab nach dem wirklichen, inneren, wirtschaftlichen und geistigen Wertgehalte der Arbeit wird dabei gar nicht angelegt.

Hier sei nur kurz auf eine Reihe unproduktiver Arbeiten hingewiesen, die aus Gründen des Eigeninteresses und aus dem Konkurrenzkampfe von einzelnen industriellen Unternehmungen oder Gruppen von solchen gegeneinander entspringen, von Behörden und Ämtern gegen andere, ja von einzelnen Bundesstaaten gegen andere (im Eisenbahnbetriebe) usf. Ein Übermaß von Reklame und aller damit in Verbindung stehenden Bemühungen, um einen Auftrag an sich heranzuziehen, wie Ausarbeiten von Angeboten, Projekten und Kostenanschlägen, vielfache Reisen der verschiedensten Bewerber zur Gewinnung des gleichen Auftrages, gehören hierher. Ein großer Teil der gesamten technischen und kaufmännischen Tätigkeit und von Organisationsmaßnahmen wird damit umfaßt. Hierher rechnen auch das Ausstatten der Waren mit unnötig

kostbaren Verpackungen, Herstellen minderwertiger, nicht haltbarer Waren, bei denen ein unverhältnismäßig hoher Aufwand an menschlicher Arbeit verbraucht wird, Hemmungen im Wirtschaftsleben durch bürokratische Maßnahmen, Formulare, Bescheinigungen, Zollschränken aller Art, Kämpfe zwischen Eisenbahnen und Kanälen, falsche Verteilung von Kohlen, indem minderwertige Heizstoffe weit verfrachtet werden u. a. m. Die Zahl der Beispiele läßt sich beliebig vermehren. Welche riesenhafte Belastung der Produktions- und Verkehrsmittel, wie der Post, Eisenbahn, Telephone, Geschäfte, welcher Verbrauch von Papier und sonstiger Materialien drückt sich darin aus! Dazu kommen, das mag hier nur angedeutet sein, ähnliche Auswirkungen auf geistigem Gebiete, wie Überhandnehmen von Schundliteratur und bloßer Unterhaltungslektüre, unökonomisches Verarbeiten des Lernstoffes auf Schulen und Unterrichtsanstalten, Belasten der Lernenden mit Gedächtniskram, Zeitverschwenden mit Prüfungs- und Doktorarbeiten rein für Examenzwecke u. dgl. Auch das rechtlich politische Gebiet ist voll von solchen Hemmungen. Erinnert sei an das Überhandnehmen von Ämtern, Kammern und Behörden, die Umständlichkeit der Gerichtsverfahren, das Anwachsen von Gesetzen, Verordnungen und deren fortgesetzte Abänderung und vieles andere.

Wirtschaftlich machen sich alle solche unproduktiven Arbeiten im Kohlenverbrauch bemerkbar. Wer einen Einblick in diese Verhältnisse sucht, wird finden, daß der hierdurch bedingte Mehraufwand an Kohlen mit 15–20% sehr niedrig angesetzt ist. Addiert man diese Zahl zu den vorhin durch entsprechende technische Einrichtungen erreichbaren Ersparnissen hinzu, so kommt man auf die durch ihre Höhe überraschende Zahl einer selbst unter heutigen Umständen noch möglichen Kohlenersparnis von 35–45%, d. h. wir könnten mit etwa 55–60% der noch heute uns verfügbaren Kohlenmengen auskommen. Der Einwand, daß durch Arbeiten obiger Art viele Menschen ihr Auskommen und ihren Lebensunterhalt finden, ist eingehender Erkenntnisgegenüber nicht stichhaltig. Unproduktive Arbeit nämlich schafft kein Brot, keine volkswirtschaftlichen Werte, sondern bietet nur dem Menschen Beschäftigung und belastet die gesamte Wirtschaftsführung.

Und was bedeutet dies alles in letzter Linie?

Durch technische und wirtschaftliche Ersparnis obiger Art ergäbe sich nämlich aus rein sachlichen Gründen heraus, ohne die Notwendigkeit irgendwelcher gesetzlichen Bestimmungen, die Möglichkeit, die Arbeitszeit der Menschen herabzusetzen, ohne daß die Wirtschaft und notwendige Gütererzeugung irgendwie Mangel litte. Denn im Grunde genommen führt alle unproduktive Arbeit nur zur Verlängerung der Arbeitszeit, ohne daß indes Mehrwerte geschaffen würden. Gerade der Mangel an sozialem Denken hat ja die erwähnten mißlichen Ver-

hältnisse herbeigeführt. Es ist eben heute vielfach nicht mehr möglich, trotzdem die technischen Wege überall gangbar sind, die unter 1—4 aufgeführten Ersparnisquellen auch wirklich alle auszuwerten; selbst der Wille dazu scheitert eben oftmals an wirtschaftlichen Schwierigkeiten. Wir Ingenieure haben uns den Weg dazu selbst verbaut und sind heute zu Riesenverschwendungen an Kohle und Wärme durch eigene Schuld auf lange Zeit hinaus gezwungen.

Man sieht, wie die Wege zur Lösung der sozialen Frage durchaus von verschiedensten Seiten her beschritten werden können, sogar aus ganz realen wirtschaftlichen Notwendigkeiten heraus erzwungen werden. Dabei steht im Vordergrund als Grundlage der gesamten Wirtschaft eine neue sachgemäße Preisgestaltung und geänderte Wirtschaftsauffassung.

Notwendig aber zur Bewältigung aller dieser Probleme ist ein gewisses Umlernen und Ablegen alter Gewohnheiten, hervorgehend aus einem freien Geistesleben und Ablösung desselben aus bisher gewohnten, aber als solchen nicht genügend erkannten Abhängigkeiten, sowie ein Wirtschaftsleben¹⁾, das, unabhängig von staatlichen und politischen Einflüssen auf sich selbst gestellt, sich frei entwickeln kann. Lebenskräftige Ansätze dazu sind überall vorhanden. Und wir Ingenieure sind vor allem mitberufen an der Lösung der Probleme.

¹⁾ Näheres siehe Dr. R. Steiner, „Die Kernpunkte der sozialen Frage in den Lebensnotwendigkeiten der Gegenwart und Zukunft“. Der kommende Tag A.-G. Verlag, Stuttgart.