

**Schriftenreihe des
Österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes**
Heft 6

Betrachtungen zur Energiewirtschaft Österreichs

Von

Dipl.-Ing. Robert Bermann
Wien



Wien
Springer-Verlag
1946

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

ISBN-13: 978-3-211-80038-6 e-ISBN-13: 978-3-7091-5515-8
DOI: 10.1007/978-3-7091-5515-8

Inhaltsverzeichnis.

Umrechnungsverhältnis von kWh zu kcal	1
Gesamtenergiebilanz Österreichs	3
Zeitlicher Verlauf des Energiebedarfes.....	7
Zeitlicher Verlauf des Energiedangebotes	13
Energiewirtschaftliche Maßnahmen in der Erzeugung	14
Energiewirtschaftliche Maßnahmen im Verbrauch	18
Zusammenfassung	22

Geleitwort.

Die Bezeichnung „Weiße Kohle“ ist der sinnfällige Ausdruck für eine unhistorische Denkungsart, die schließlich auch wesentlich zum Konkurrenzkampf der beiden Energiequellen: Kohle gegen Wasserkraft beitrug. Das arm an Kohle gewordene Österreich hat nur wenige Jahre nach dem ersten Weltkrieg ohne die aus diesem Kampf entstehenden Hemmungen den Ausbau seiner reichen Wasserkraftschätze fördern können. Überlegungen, die die privatwirtschaftliche Erfolgsrechnung in den Vordergrund stellten, haben zur Behinderung der erreichbaren Fortschritte stark beigetragen und so beispielsweise auch die Weiterführung der Aktion zur Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen unmöglich gemacht.

Die nach dem zweiten Weltkriege entstandene Situation in der Energieversorgung ist noch wesentlich angespannter als ein Vierteljahrhundert vorher. Der Ruf nach forciertem Ausbau der Wasserkräfte erschallt heute so wie damals, vielfach in Forderungen übergehend, die weder erfüllbar sind, noch eine reelle Basis haben und daher — begreiflicherweise — alle alten Gegner neuerlich auf den Plan rufen. Dabei spielt immer wieder die Auseinandersetzung zwischen den Energiewerten der Wasserkraft und der Kohle eine ebenso bedeutsame Rolle wie die Gegenüberstellung der freien Verfügbarkeit der Kohlenenergie und der Gebundenheit der Energie des Wasserkreislaufes an dessen natürlichen Rhythmus.

Den hierbei einzuschlagenden Gedankengängen einen Weg zu weisen, der unseren naturwissenschaftlichen und technisch-wirtschaftlichen Erkenntnissen entspricht, soll diese Schrift dienen, die nach einer Anregung von Dr.-Ing. B. Mengele der Siemens-Schuckert-Werke, Wien, in deren Studienabteilung entstanden ist, deren Leiter, Dipl.-Ing. B e r m a n n, sie verantwortlich zeichnet.

Der österreichische Wasserwirtschaftsverband übergibt die Schrift der Öffentlichkeit in dem Bestreben, damit zur Frage

Wasserkraft und Kohle einen Beitrag zu leisten, der Grundtatsachen in objektivster Weise zur Darstellung bringt, und der Diskussion unanfechtbare Unterlagen zu liefern. Der Verband hofft dadurch anlässlich der Wiederaufnahme seiner Tätigkeit nach der Befreiung Österreichs auch unter Beweis zu stellen, daß er jede einseitige Behandlung des für den Aufbau der Wirtschaft Österreichs so wichtigen Problems der Energieversorgung ablehnt und zu jeder positiven, ernsten fachlichen Diskussion auf diesem Gebiete bereit ist.

Wien, im Februar 1946.

Für den provisorischen Vorstand
des Verbandes:

O. Vas.

Die Bedrängnis, in der sich Österreich, vor allem der nord-östliche Teil mit der Hauptstadt Wien, in energiewirtschaftlicher Hinsicht befindet, und die zahlreichen daran geknüpften Erörterungen in der Öffentlichkeit mögen es rechtfertigen, sich mit verschiedenen Fragen der Energieversorgung des Landes zu befassen, auch wenn hierbei im wesentlichen nur an sich Bekanntes gebracht werden kann. Zweck der folgenden Ausführungen soll also nicht der sein, dem Energiewirtschaftler neue Wege zu weisen, sondern dem mit den Einzelheiten nicht so sehr Vertrauten eine Übersicht über die Energiewirtschaft Österreichs zu bringen und sich mit bewußter Beschränkung auf die technisch-energiewirtschaftliche Seite mit einigen Einzelheiten dieses Gebietes zu befassen.

Solche Betrachtungen müssen, um sinnvoll zu sein, nicht nur auf den elektrischen, sondern auf den gesamten Energiebedarf des Landes eingehen, um auch die Möglichkeiten von Verschiebungen in den einzelnen Energieformen zu erfassen. Über den Bedarf an Licht und Kraft hinaus soll daher auch auf den Bedarf an Wärme näher eingegangen werden, der ja den weit überwiegenden Anteil am gesamten Energiebedarf einnimmt. Dies ist um so mehr gerechtfertigt, als über die zweckmäßigste Form, in der Wärmebedarf gedeckt werden soll, teilweise verschiedene Ansichten bestehen können, während es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß der Bedarf an Licht und mechanischer Energie ortsfester Kraftverbraucher — von verschwindenden Ausnahmen abgesehen — durch elektrische Energie befriedigt werden soll.

Umrechnungsverhältnis von kWh zu kcal.

Bei Betrachtung des Gesamtenergiebedarfes muß das Umrechnungsverhältnis zwischen den beiden Energieformen, mechanischer (oder elektrischer) und Wärmeenergie klargestellt werden. Physikalisch ist die Beziehung wohl eindeutig durch den vom mechanischen Wärmeäquivalent abgeleiteten Wert

860 kcal für die Kilowattstunde gegeben. Bei energiewirtschaftlichen Betrachtungen wird aber diese Umrechnung nicht immer eingeführt werden dürfen, wenn man nicht zu unrichtigen Schlußfolgerungen kommen will. Bei Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme werden aus 1 kWh, wenn nichts verloren geht, 860 kcal gewonnen. Tatsächlich treten Verluste auf, die bei der eigentlichen Energieumsetzung wohl meist gering (bei der Raumheizung sogar Null) sind, die aber durch die Fortleitungs- und Verteilungsverluste erhöht werden, so daß der im Kraftwerk erzeugten Kilowattstunde an nutzbarer Wärme im Gesamtdurchschnitt des derzeitigen Elektrowärme-

Tabelle 1.

Fall	Wärmeleistungsverfahren	Therm. Wirkungsgrad* etwa %	Warmeinsatz je nutzbar. abgeg. kWh etwa kcal
1	Diesel-Kraftwerk bei Bestlast ...	34	2500
2	Gasturbinenwerk bei Bestlast, derzeitiger Stand (je nach Prozeß), erwarteter Zukunftswert für etwa 800° und höchste thermische Ausnutzung zirka 2000 kcal	17 bis 29	3000 bis 5000
3	Dampf-Großkraftwerk 125 at, 500° kaltes Kühlwasser, höchste thermische Ausnutzung bei Bestlast	30	2900
4	Älteres, mittelgroßes Dampfkraftwerk, 40 at, 450°, kaltes Kühlwasser bei Bestlast	25	3500
4 a	Tatsächlicher Jahresdurchschnitt des Kraftwerkes Fall 4 bei 4400 Benutzungsstunden und günstigen Belastungsverhältnissen...	20	4200
4 b	Tatsächlicher Jahresdurchschnitt des Kraftwerkes Fall 4 bei 1500 Benutzungsstunden und ungünstigen Belastungsverhältnissen (Spitzendeckung)	15	5800
5	Gegendruckkraftwerk bei Bestlast je nach Leistung.....	72 bis 82	1050 bis 1200
6	Moderne Heißdampflokomotive bei Bestlast	9	9500
7	Durchschnittswerte für Dampflokomotive im Zugförderungsdienst	4 bis 6	15 000 bis 20 000

* Ausnutzung der Brennstoffwärme.

verbrauches und seiner Verteilung schätzungsweise nur mehr 600 kcal entsprechen. Mit der Wärmepumpe können aus 1 kWh ein Vielfaches davon, je nach den Temperaturverhältnissen, Betriebsweise und Wirkungsgraden etwa 2000 bis 5000 kcal nutzbar abgegeben werden. (Das bedeutet natürlich nicht, daß hier der Wirkungsgrad über 1 liegt, sondern es wird bekanntlich Wärme aus dem ungeheuren Vorrat der Umwelt auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und dadurch der Ausnutzung zugeführt.)

Bei der Umwandlung von Wärme in elektrische oder ihr äquivalente mechanische Energie sind die Ergebnisse noch viel mannigfaltiger. Tab. 1 zeigt den thermischen Wirkungsgrad bzw. den Wärmeeaufwand je nutzbar abgegebene Kilowattstunde für einige Formen von Wärmekrafterzeugung. Die Zahlen berücksichtigen den Eigenbedarf und alle Verluste bis zu den Generator клемmen.

Es muß also in jedem einzelnen Fall eine andere Bewertung der Kilowattstunde in einer auf Kalorien abgestellten Gesamtenergiebilanz erfolgen, je nachdem wie die Kilowattstunde oder Pferdekraftstunde erzeugt und wofür sie verwendet wird.

Gesamtenergiebilanz Österreichs.

Der gesamte Energiebedarf Österreichs einschließlich aller Verluste bei den verschiedenen Umformungen der Energie läßt sich aus dem Verbrauch an Brennstoffen und aus der Erzeugung von Wasserkraftstrom ziemlich genau ermitteln. Tab. 2 bringt diese Ziffern für das Jahr 1937, geteilt nach heimischer und ausländischer Herkunft der Energieträger. Die mit Wärmekraft erzeugte elektrische Energie von rund $0,5 \times 10^9$ kWh, das ist zirka 17% der gesamten elektrischen Energie, ist in dieser Energiebilanz im Brennstoffverbrauch enthalten. Die Ziffern gelten nur für die Aufteilung auf die einzelnen Energieträger, wie sie in diesem Jahre bestanden hat; Verschiebungen auf andere Energieformen bringen bei gleicher nutzbarer Energieabgabe zufolge der stark voneinander abweichenden Wirkungsgrade auch schon beträchtliche Abweichungen in den Bedarfswerten und in der Bruttosumme mit sich.

Es ist schwierig und hat wohl auch wenig Zweck, für bestehende Verhältnisse, wie sie diese Energiebilanz für 1937 bringt, im Sinne des vorigen Abschnittes ein gemeinsames Maß für Wärme und elektrische Energie zu finden. Dies würde nur

Tabelle 2.

Im Jahre 1937	10 ¹² kcal	10 ⁹ kWh*
Auslandskohle.....	23,3	
Auslandsölprodukte.....	3,0	
Summe Auslandsbrennstoffe	26,3	
Inlandskohle.....	15,2	
Inlandsbrennholz.....	9,5	
Summe Inlandsbrennstoffe	24,7	
Gesamtsumme Brennstoffe	51,0	
Stromerzeugung aus Wasserkraft		
für Inland		2,0
für Ausland		0,4
Gesamtsumme Stromerzeugung aus Wasserkraft...		2,4

* 10⁶ = 1 Million, 10⁹ = 1 Milliarde, 10¹² = 1 Billion.

die Annahme wirklichkeitsfremder Hypothesen voraussetzen, wie etwa die, daß die gesamte Wasserkraftenergie einer Wärmemenge gleichzusetzen ist, die zu ihrer Erzeugung in kalorischen Werken erforderlich wäre. Die 1937 erzeugte Wasserkraftenergie würde dann angenähert $12,5 \times 10^{12}$ kcal entsprechen. Die in diesem Jahr benötigte Gesamt-Bruttoenergiemenge würde somit rund $63,5 \times 10^{12}$ kcal betragen, worin die elektrische aus Wasserkraft erzeugte Energie mit rund 20% enthalten wäre. Schon eher läßt sich zur besseren Übersicht für die zukünftige Energieentwicklung eine Beziehung zwischen der elektrischen Energie aus Wasserkraft und Brennstoffenergie finden.

Der Energiebedarf der nächsten Jahre läßt sich zurzeit noch schwer erfassen. Seine Ermittlung muß Gegenstand eigener Studien sein, in der mehr der Volkswirtschaftler und die Stellen zu Worte kommen müssen, die für die Planung des Wiederaufbaues unserer Industrie zuständig sind. Die jetzt für energiewirtschaftliche Überlegungen häufig angewendete Praxis, den Bedarf des Jahres 1937 als Ausgangspunkt anzunehmen, wird sicher fürs erste nicht stark fehlgreifen. Der durch den Krieg nur vorübergehend unterdrückte natürliche Zuwachs des Energiebedarfes ist durch den Rückgang unserer industriellen Kapazität durch Kriegs- und Nachkriegseinwirkungen voraussichtlich überkompensiert. Im Gesamtbedarf ist der Rückgang des Industriebedarfes aber nur entsprechend seinem Anteil, der rund die Hälfte der Gesamtenergie einnimmt, bemerkbar. Anderseits muß für die Zukunft mit einem Wiederanstiegen des Bedarfes, vor allem an elektrischer Energie, gerechnet werden.

Es darf nicht übersehen werden, daß — so wie auf anderen Gebieten — das Angebot vielfach erst die Nachfrage schafft und günstig dargebotene elektrische Energie nicht bloß zum Ersatz anderer Energiequellen dient, sondern zusätzlichen Energiebedarf bringt und damit zu erhöhtem Wohlstand der Bevölkerung beiträgt.

Wenn nun auch der Energiebedarf vorerst für die nächste Zukunft in gleicher Höhe wie der des Jahres 1937 angenommen wird, so gilt doch Tab. 2 nun nicht mehr. Die zwar schon vor 1938 begonnene, aber erst während des Krieges in großem Maßstab in Gang gebrachte Erdölförderung in Niederösterreich, das Erdgasvorkommen in diesem Ölfeld und die Fortschritte der letzten Jahre im Ausbau unserer Wasserkräfte bringen eine grundsätzliche, günstige Veränderung der Ziffern.

Wirtschaftliche Förderung und selbstverständlich freies Verfügungsrecht über unsere heimischen Bodenschätze vorausgesetzt, könnten mit inländischem Erdöl und -gas zusammen etwa $6,9 \times 10^{12}$ kcal im Jahr gedeckt werden. Bei entsprechendem Ausbau unserer Erdölindustrie (neuer Spaltanlagen usw.) könnte mit den Produkten der heimischen Erdölförderung der Inlandsbedarf für den Kraftfahrzeugverkehr und für ortsfeste Dieselmotorenanlagen im wesentlichen gedeckt werden. Es bleibt außerdem, vorläufig auf gleichen Bedarf wie vor dem Kriege bezogen, ein Überschuß mit einem Wärmewert von rund $3,2 \times 10^{12}$ kcal, der als Heizöl (ausländische) Kohle ersetzen oder nach Errichtung der nötigen Anlagen weiter veredelt und exportiert werden kann. Erdgas mit einem Wärmewert von etwa $0,7 \times 10^{12}$ kcal entlastet zu einem kleinen Teil als Treibgas die Bilanz des Verkehrsbedarfes, zum größeren Teil wird es dem Stadtgas für Wien zugemischt und spart dort Auslandssteinkohle für Deckung des Wärmebedarfes der Stadt. Die aus neu errichteten Wasserkraftwerken seit 1937 hinzugekommene elektrische Energie liegt für den derzeitigen Fertigstellungszustand der Werke bei etwa $1,5 \times 10^9$ kWh; je nach der Entscheidung über die Fortführung begonnener Werke und dem Baufortschritt der Anlagen wird sich diese Ziffer in den nächsten Jahren auf etwa $2,5 \times 10^9$ kWh¹ erhöhen. Die tatsächlich verfügbare Energiemenge läßt sich nicht präzise erfassen, da zufolge der besonderen Verhältnisse, auf die noch später eingegangen wird, die Darbietung der Wasserkraftenergie nicht

¹ Ohne Donaukraftwerke und ohne Ausbau der Westtiroler Kraftwerke.

voll ausgenützt werden kann. Schon ohne Berücksichtigung des Zuwachses an Wasserkraftstrom könnte nun durch das Erdöl und -gas die Einfuhr von Kohle um rund $4,2 \times 10^{12}$ kcal, das ist um etwa 18% vermindert werden. Hiebei wurde berücksichtigt, daß sich eine größere Kohlenmenge sparen läßt als dem Heizwert des verfügbaren Heizöles und Erdgases entspricht, weil die Wirkungsgrade bei Gas- oder Ölfeuerung nicht unbedeutend über denen bei Verbrennung von Kohle liegen. Vom Gesamtbrennstoffbedarf (s. Tab. 2) können aber auch dann noch rund 19×10^{12} kcal durch inländische Brennstoffe nicht gedeckt werden und erfordern die Einfuhr von etwa $2,7 \times 10^6$ t Auslandssteinkohle.

Ziel der österreichischen Energiewirtschaft muß es nun zweifelsohne sein, die Kohleneinfuhr soweit als möglich und wirtschaftlich vertretbar durch heimische Energieträger zu ersetzen.

Für den theoretischen Grenzfall, die gesamte jährlich aus dem Ausland eingeführte Kohlenmenge durch Wasserkraftstrom zu ersetzen, können nun die einzelnen Bruttobedarfs-Teilmen gen nach ihrem Verwendungszweck und den jeweils gültigen mittleren Jahreswirkungsgraden umgerechnet werden. Es ergibt sich dann für diesen Grenzfall unter Berücksichtigung des Anteils der einzelnen Energiebedarfsträger größenordnungsmäßig ein Verhältnis der durchschnittlichen Wirkungsgrade, einerseits bei Bedarfsdeckung durch Brennstoffe, andererseits durch elektrische Energie aus Wasserkraft von etwa 0,4:0,7. Eine Kilowattstunde bildet somit im Gesamtdurchschnitt für den betrachteten Grenzfall den Gegenwert von etwa 1500 kcal¹. Für den Ersatz von 19×10^{12} kcal Auslandskohle wären also über 12×10^9 kWh Wasserkraftstrom, das ist ungefähr das Dreifache der derzeitigen Erzeugungsmöglichkeit, zusätzlich erforderlich. Mit wachsendem Energiebedarf würde dieser Betrag noch steigen, da mit einer ausschlaggebenden Erhöhung der Förderung der österreichischen Kohlengruben kaum gerechnet werden kann. Es ist daher belanglos, zu welchem Zeitpunkt der Energiebedarf des Jahre 1937 tatsächlich erreicht, bzw. überschritten werden wird und zu welchem Zeitpunkt die insgesamt verfügbare Jahresenergiemenge aus Was-

¹ Über die den Umrechnungswert kcal auf kWh beeinflussenden Umstände (Zusammensetzung der durch Wasserkraftstrom zu deckenden Wärmemengen nach den einzelnen Bedarfsträgern) soll demnächst an anderer Stelle ausführlicher berichtet werden.

serkraftstrom den Wert von etwa 4×10^9 kWh oder nach Fertigstellung der begonnenen Werke rund 5×10^9 kWh erreichen wird oder schon erreicht hat. Dem vorerwähnten Ziel kann nur durch weiteren intensivsten Ausbau der österreichischen Wasserkräfte und der Übertragungs- und Verteilnetze nähergekommen werden. Nach den letzten Verlautbarungen liegt dies ja auch offensichtlich in den Absichten der österreichischen Regierung und aller maßgebenden wirtschaftlichen Kreise.

In den folgenden Abschnitten soll noch auf die Aufgaben hingewiesen werden, die sich aus dem zeitlichen Verlauf von Energiebedarf und Wasserkraftdargebot ergeben und auf den Einfluß, den die Wirkungsgrade bei der Ausnützung von Brennstoffenergie auf die Dringlichkeitsfolge ausüben, in der diese durch elektrische Energie aus Wasserkraft ersetzt werden soll.

Zeitlicher Verlauf des Energiebedarfes.

Der Wärmebedarf setzt sich zusammen aus einem Teil zur Deckung des technologisch bedingten Wärmebedarfes in der Industrie und des Bedarfes für Kochzwecke im Haushalt und aus einem zweiten Teil für Raumheizung und Deckung der Abkühlungsverluste der vorgenannten industriellen Wärmeverbraucher. Während der erste Teil nur wenig von der Außentemperatur abhängig ist, folgt der zweite Teil im wesentlichen der Kurve der Unterschiede zwischen den Außentemperaturen während der Heizperiode und der gewünschten Raumtemperatur. In Abb. 1 zeigt die Kurve *a* die langjährigen Tagestemperaturmittel für Wien, wobei die Minusgrade nach oben aufgetragen sind und die ungefähre Lage der Heizgrenze eingezeichnet ist. Der Jahreskurve des Bedarfes überlagern sich die Tagesschwankungen, bedingt durch die in den meisten Betrieben nur zirka ein Drittel des Tages währende Arbeitszeit und die Anheizspitzen in den Morgenstunden zur Deckung der nächtlichen Abkühlungsverluste, ferner die Wochenschwankungen, verursacht durch Sonn- und Feiertage. Im Haushalt ergeben sich außerdem Spitzenverbrauchszeiten für den Wärmebedarf zum Kochen der Mahlzeiten.

Der Energiebedarf für Licht folgt dem Verlauf der Dunkelstunden während des Tages (Abb. 1, Linie *b*). Der Lichtbedarf macht auf die Gesamtenergie bezogen, nur einen geringen Anteil in Kilowattstunden aus. Da er sich aber auf wenige Stunden des Tages konzentriert, die eben durch die Dunkelstunden

außerhalb der nächtlichen Ruhezeit gegeben sind, gibt er leistungsmäßig in Kilowatt große tägliche Spitzenbelastungen, die sich dem Verlauf des Gesamtenergiebedarfes überlagern. Durch das jahreszeitliche Zusammenfallen nehmen nun diese Spitzen gerade zur Zeit des Maximums an Wärmeenergie auch ihrerseits die höchsten Werte an.

Die saisonmäßigen Schwankungen des Bedarfes an mechanischer Energie sind nicht so stark, daß sie den Gesamt-

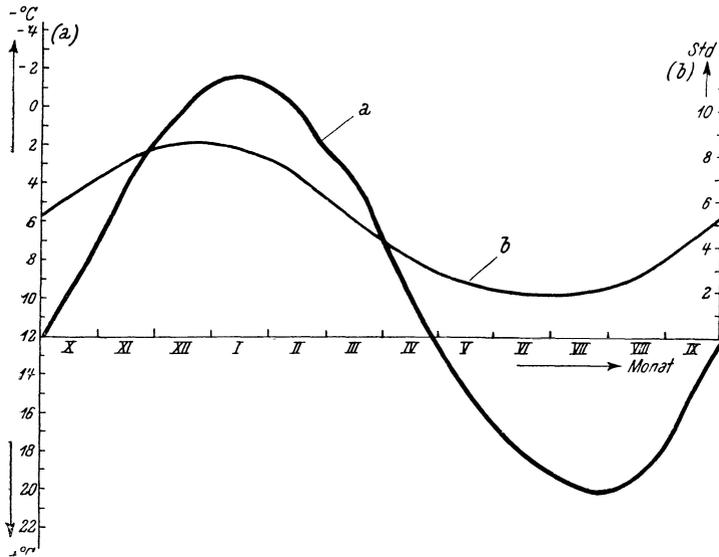


Abb. 1. Jahreszeitlicher Verlauf der Tagestemperaturmittel (a) und der Dunkelstunden zwischen 5 und 22 Uhr (b) für Wien.

verlauf entscheidend beeinflussen. Auch ist ein gewisser Ausgleich dadurch gegeben, daß einem im Winter etwas erhöhten Kraftbedarf der Industrie eine gewisse Steigerung des Bedarfes für Landwirtschaft im Sommer gegenübersteht. Der Energiebedarf des Bahnverkehrs ist übers Jahr ziemlich ausgeglichen, da der zusätzliche Bedarf für Zugsheizung durch den verstärkten Verkehr im Sommer nahezu wettgemacht wird. Im Bedarf an mechanischer Energie treten so wie beim Wärmebedarf die Schwankungen während des Tages hinzu, die vor allem durch die Verteilung der Arbeitszeit über den Tag bedingt sind; aus der gleichen Ursache ergeben sich auch die bekannten Spitzen im Energiebedarf der Lokalverkehrsmittel. Dazu kom-

men wieder die Wochenschwankungen, bedingt durch die Ruhetage.

Der ungefähre Verlauf des Gesamtenergiebedarfes, also das Schwankungsverhältnis um den Jahresmittelwert, ist in Abb. 2 dargestellt. Die Kurven gelten für Durchschnittsverhält-

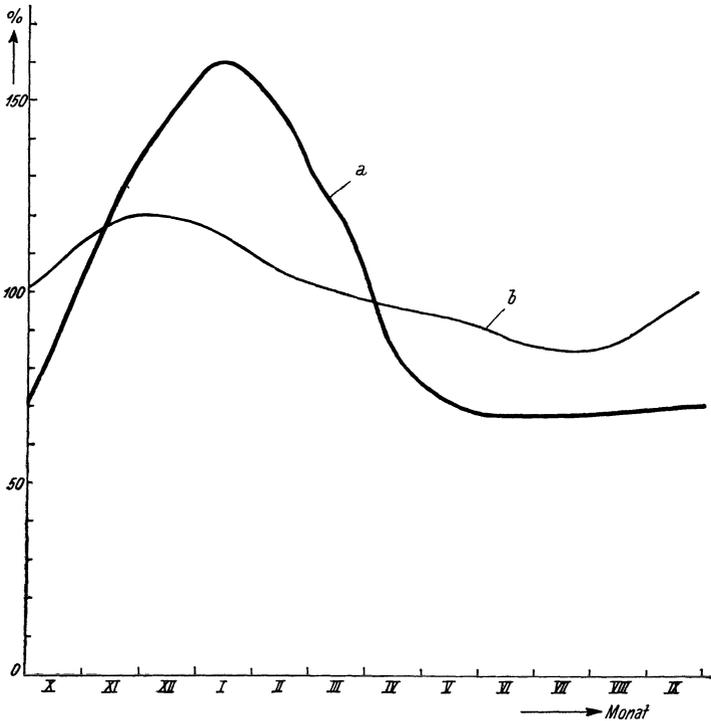


Abb. 2. Jahreszeitlicher Verlauf des Gesamt-Energiebedarfes an Wärme (a) und elektrisch gedeckter mechanischer und Lichtenergie (b).

nisse, da ja der Verlauf je nach Verteilung des Bedarfes auf Industrie, Landwirtschaft, Haushalt usw. erhebliche örtliche Verschiedenheiten aufweisen kann. Es liegen die Verteilung auf die Verbraucher und die Beschäftigungsverhältnisse des Jahres 1937 zugrunde. Linie *a* zeigt den grundsätzlichen Verlauf des Wärmebedarfes, wie er sich aus der Zusammensetzung aus temperaturabhängigem und über das Jahr angenähert konstantem Verbrauchsanteil ergibt. Linie *b* entspricht der durchschnittlichen Kurvenform für den durch elektrischen Strom

gedeckten Bedarf an mechanischer und Lichtenergie, abgeleitet aus den Stromabgabemengen verschiedener großer Elektrizitätsversorgungsunternehmen.

Die voraussehbaren (regelmäßigen) Schwankungen über den Tag sind je nach den örtlichen Gegebenheiten und der Verteilung auf die verschiedenen Arten des Energieverbrauches ziemlich stark verschieden. Als Beispiel ist in Abb. 3 die be-

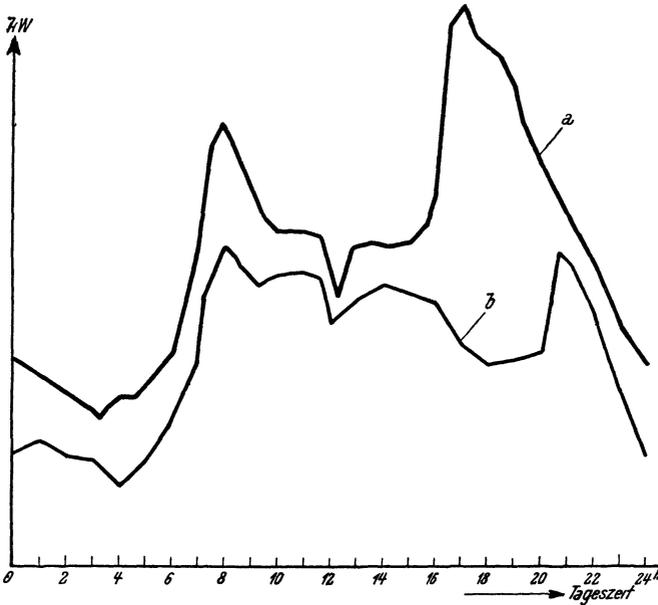


Abb. 3. Tagesdiagramm des elektrisch gedeckten Energiebedarfes einer Großstadt. Winterwerktag (a), Sommerwerktag (b).

kannte Form eines Tagesdiagrammes, Winter- (a) und Sommerwerktag (b), des elektrischen Energiebedarfes einer Großstadt mit ziemlich viel Industrie (und zwar rund ein Drittel der Kilowattstundensumme) gebracht. Den charakteristischen Verlauf eines Teiles des Wärmeverbrauches einer Großstadt zeigen die Tagesdiagramme des Gasverbrauches der gleichen Stadt Abb. 4. Die Gaslieferung verteilt sich dort ungefähr zu 70% auf Haushalte, 10% auf Raumheizung, 20% auf Industrie. Hier ist eine Vormittagsspitze, bedingt durch den Wärmebedarf für das Kochen der Hauptmahlzeit, stärker ausgeprägt als die Abendspitze. Allen Tagesdiagrammen gemeinsam ist das Charakte-

ristikum des äußerst niedrigen Energieverbrauches während der Nacht.

Die Tages- bzw. Wochenschwankungen und die hier nicht näher behandelten unvorhergesehenen Schwankungen des

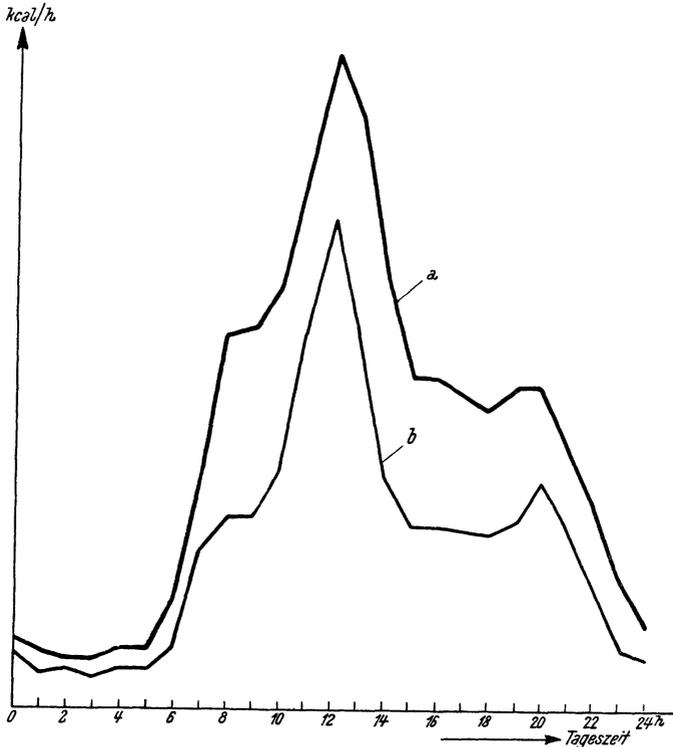


Abb. 4. Tagesdiagramm des Gasverbrauches einer Großstadt. Winterwerktag (a), Sommerwerktag (b).

Energiebedarfes erfordern die bekannten Sondermaßnahmen in den Energieerzeugungsstätten, wie wir sie in den großen Behältern der Gaswerke und für elektrische Energie in den Tages- und Wochenspeichern der Mittel- und Hochdruckwasserkraftwerke, im Schwellbetrieb der Flußkraftwerke, schließlich in Pumpspeicherwerken, Dampfspeichern, Akkumulatorenanlagen usw. kennen. Während für die Tagesschwankungen die Leistungen, das sind die kcal/h bzw. die kW, kennzeichnend sind, also in erster Linie die Investitionen für die installierten Leistun-

gen und nur zu einem geringen Teil die Betriebsstoffmengen beeinflußt werden, sind die Jahresschwankungen durch die Arbeit, das sind die kcal bzw. kWh, charakterisiert und ver-

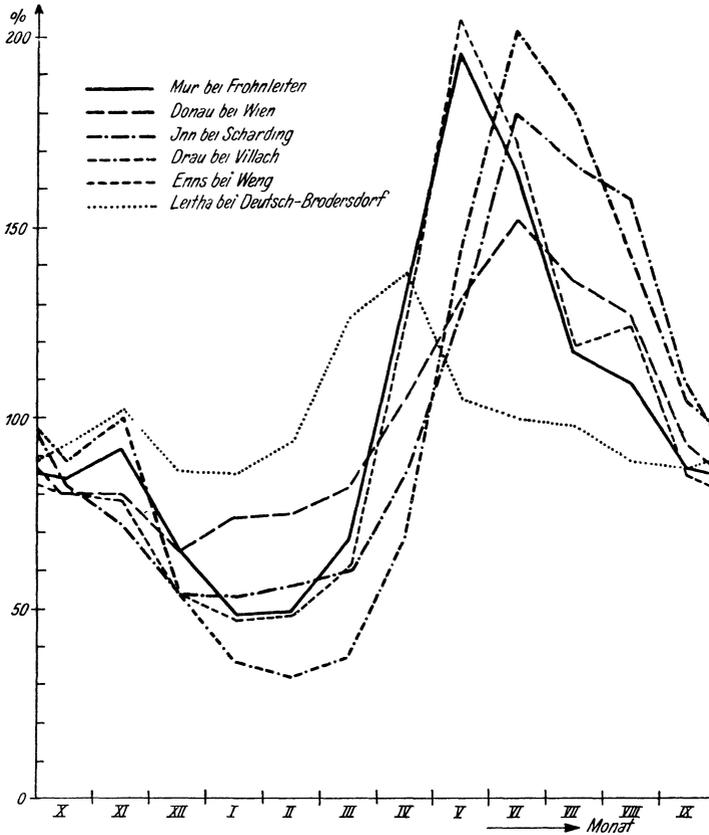


Abb. 5. Monatliche Mittel des sekundlichen Abflusses einiger österreichischer Flüsse in Prozenten des Jahresmittels.

langen somit nicht nur große Investitionen, sondern betreffen auch große Betriebsstoffmengen und erfordern deren Speicherung und sparsame Verwendung durch Einhaltung guter Wirkungsgrade.

Zeitlicher Verlauf des Energiedargebotes.

Die uns als Wasserkraft von der Natur dargebotene Energie folgt übers Jahr den gleichen klimatischen Einflüssen wie der

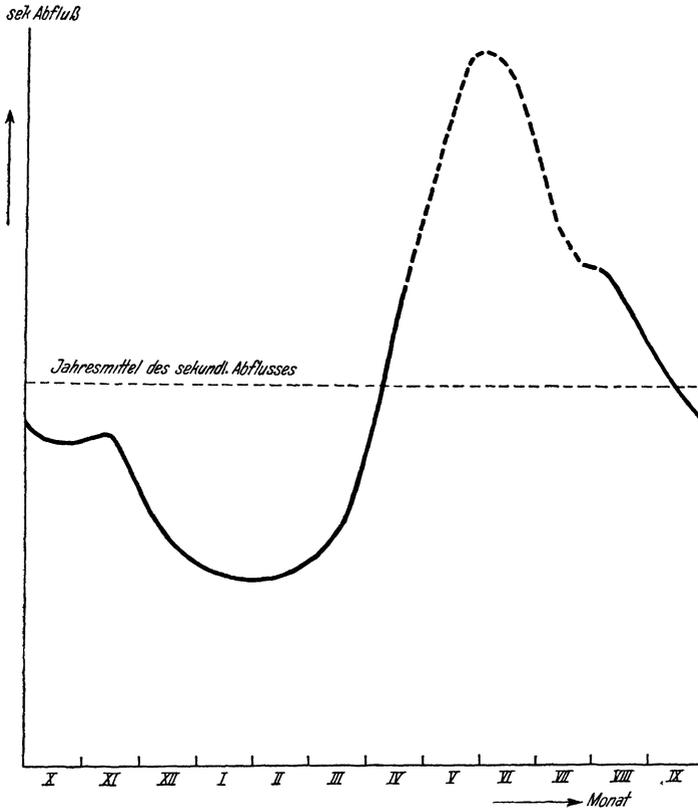


Abb. 6. Schematischer Verlauf der Wasserführung der österreichischen Gewässer während eines Jahres.

Wärmebedarf, jedoch mit umgekehrter Auswirkung. Auf das Winterhalbjahr entfällt bei uns im allgemeinen nur etwas über ein Drittel der Jahresniederschlagsmenge. Ein Großteil der Niederschläge wird zudem auf den Bergen im Winter als Schnee gespeichert und steht erst zur warmen Jahreszeit für Leistungsnutzung zur Verfügung; ein Teil der Wasserkräfte ergibt sich aus Schmelzwässern der Gletscher. Abb. 5 zeigt die zehnjährige

gen Monatsmittel der Abflüsse einiger österreichischer Flüsse nach den Aufzeichnungen des Hydrographischen Zentralbüros, umgerechnet auf Prozente des Jahresmittels. Je nach dem Charakter des Einzugsgebietes (Höhenlage, Einfluß der Gletscher usw.) liegen die Maxima etwa im Mai oder Juni, die Minima um den Jänner oder Februar herum. Je weiter das Einzugsgebiet der Flüsse im Osten liegt und diese dadurch mehr den Charakter von Alpenvorland- und Mittelgebirgsflüssen erhalten, desto mehr verschiebt sich auch der Zeitpunkt der Höchst- und Mindestwerte und desto ausgeglichener werden die Abflußverhältnisse, desto geringer ist aber wegen der gegen Osten zu abnehmenden Gefälle der Anteil an der Gesamtwasserkraftdarbietung. Zufolge des ziemlich gleichartigen Abflußverlaufes der für die Wasserkraftnutzung in Österreich ausschlaggebenden Gewässer kann in grober Annäherung eine mittlere Ganglinie nach Abb. 6 angenommen werden, die selbstverständlich nur den grundsätzlichen Charakter des jahreszeitlichen Verlaufes des Abflusses zeigen kann. Für die Wasserkraft wird natürlich nur ein von der Art des Ausbaues abhängiger Teil der Abflußmenge ausgenützt.

Der Gesamtenergiebedarf und das Dargebot der Wasserkraftenergie verläuft also übers Jahr gesehen nach sinusähnlichen Wellenlinien, die eine Phasenverschiebung von fast einem halben Jahr aufweisen.

Energiewirtschaftliche Maßnahmen in der Erzeugung.

Um den über das Jahr schwankenden Bedarf wirtschaftlich zu decken, muß Energie in großen Mengen gespeichert werden. Jahresspeicherung von Wasserkraftenergie erfordert sehr hohe Kapitalaufwendungen und ist an die landschaftlichen Gegebenheiten gebunden. Die in Österreich bisher ausgebauten Jahrespeicher haben insgesamt nur ein Arbeitsvermögen von rund 250×10^6 kWh.¹ Geeignete Speicherräume liegen entsprechend dem Aufbau des Gebirges vorwiegend im Westen Österreichs, also weitab von den Zentren des Energieverbrauches; sie sind auch dort nicht in einem für Ausgleich des Gesamtenergiebedarfes ausreichendem Maß vorhanden.

¹ Mit dem Ausbau eines Großspeichers mit einem Arbeitsvermögen von zirka 150×10^6 kWh im ersten Ausbau, rund 330×10^6 kWh im Endausbau für das Kraftwerk Kaprun ist begonnen worden.

Auch Pumpspeicherwerke, für die wirtschaftlich günstige Voraussetzungen ebenfalls nicht allzu häufig zu finden sind, können wohl eine gewisse Verbesserung, aber keineswegs eine Lösung des Problems des Jahresenergieausgleiches bringen. Selbst der derzeit aus Wasserkraft gedeckte elektrische Energiebedarf mit verhältnismäßig wenig Heizbedarfsdeckung ist noch unausgeglichen. Mit dem Ansteigen der Verwendung von Elektrowärme für Raumheizung wird aber die Winterbelastung noch größer. Nicht nur dieser Einfluß, sondern auch der weitere Ausbau von Wasserkraftanlagen an sich, wird die Differenz zwischen Bedarf und Dargebot vorerst noch vergrößern. Denn der weitere Ausbau von Jahresspeichern wird aus wirtschaftlichen Gründen kaum mit dem Ausbau der Kraftanlagen Schritt halten können. Auch die Art des weiteren Ausbaues der Wasserkraftanlagen kann den Ausgleich erschweren. Wurden doch in früheren Jahren die Werke wegen der ursprünglichen Fülle der Ausbaumöglichkeiten nur nach Gesichtspunkten der Rentabilität für vielmonatige Wassermengen, also Möglichkeit hoher Benutzungsdauer ausgebaut, so daß dadurch im Dargebot schon eine gewisse Ausgeglichenheit gegeben war. Man wird aber neuzeitlichen Bedürfnissen entsprechend nicht weiter so verfahren dürfen, sondern die Anlagen für Wassermengen bemessen, die nur einen geringeren Teil des Jahres vorhanden sind, vor allem um sich die weitgehende Ausnutzung der uns von der Natur dargebotenen Wasserkräfte für die Zukunft nicht zu verbauen. Die Notwendigkeit eines gewissen Überjahresausgleiches und vor allem die Frage des Transportes der Speicherenergie über weite Strecken bringen noch zusätzliche Aufgaben. Zweifellos besteht also nach wie vor ein starker Anreiz, das Problem der Großspeicherung von Energie über lange Zeiträume außer mit Wasserspeichern auch in anderer Weise und insbesondere in Verbrauchsschwerpunkten technisch und wirtschaftlich befriedigend zu lösen. Vorschläge verschiedener Art sind ja aus der Literatur bekannt, ohne daß einer davon in größerem Maßstabe verwirklicht wurde.

Günstiger liegen in dieser Hinsicht die Verhältnisse für die anderen uns zur Verfügung stehenden Energieträger. Brennstoffe fallen ziemlich gleichmäßig während des Jahres an. Die festen Brennstoffe sind mit verhältnismäßig sehr geringem wirtschaftlichen Aufwand in fast unbeschränktem Maße über das Jahr und auch darüber hinaus speicherfähig. Auch die Speicherung von flüssigen Brennstoffen ist wirtschaftlich für größere Mengen möglich. Da die Brennstofflagerplätze und, soweit not-

wendig, auch die zugehörigen Kraftwerke sich in der Nähe der Verbrauchszentren befinden können, entfällt auch die Aufgabe, große Energiemengen in kurzen Zeiträumen über weite Strecken transportieren zu müssen.

Da die bestehenden und noch wirtschaftlich auszubauenden Jahreswasserkraftspeicher in absehbarer Zeit nur einen Teil des Unterschiedes zwischen Bedarf und Darbietung überbrücken können, müssen wie bisher auch noch weiterhin Wärmekraftwerke den anderen Teil des Jahresausgleiches im Verbundnetz übernehmen. Sie müssen also nicht nur als Reservewerke und zur Deckung kurzzeitiger großer Spitzen (Lichtspitzen) eingesetzt werden, sondern auch als Ergänzungswerke zu den Wasserkräften saisonweise mitlaufen. Es ist nun naheliegend, einen gewissen Energieausgleich über die Grenzen des Landes hinweg zu suchen und Sommerüberschußenergie unserer östlichen Wasserkräfte in Länder zu liefern, die auch zu dieser Zeit kalorische Werke für die allgemeine Stromversorgung in Betrieb halten müssen, wie dies bei einem Teil unserer Nachbarn der Fall ist (z. B. Č. S. R., Ungarn). Da diese Länder auch zu unseren Kohlenlieferanten gehören, könnte ein gewisser Ausgleich der Handelsbilanz darin gefunden werden. Es ist klar, daß die Voraussetzungen für diese Art Stromlieferung in wirtschaftlicher Hinsicht nicht besonders günstig sind, vom rein energiewirtschaftlichen Standpunkt gesehen, sind sie es aber zweifellos, so daß diese Möglichkeit einer Überprüfung wohl wert ist. Der aus den westlichen Bundesländern betriebene Stromexport schießt außer dem wertvollen Sommerspitzenstrom auch wertvollsten Winterstrom aus Tirol und Vorarlberg in das Ausland. Dieser kann über den Kohlenimport wiederum unserem Jahresausgleich zugute kommen. Dieser Vorgang ist zum Teil eine Folge der geographischen Lage, die eine leistungsfähige Verbindung vom äußersten Westen zum äußersten Osten des Landes bisnun nicht zustande kommen ließ.

Auf der Erzeugungsseite können noch manche Verbesserungen in der Energiewirtschaft getroffen werden, besonders wärmewirtschaftlicher Art. So sind noch Industrien mit größerem Fabrikationsdampfverbrauch in Betrieb, für die die Aufstellung einer Gegendruckkraftanlage wohl wirtschaftlich gerechtfertigt, aber noch nicht durchgeführt ist. In diesem Sinne käme auch die Errichtung von Fernheizkraftwerken in Frage, besonders für Stadtteile, die zufolge der Kriegszerstörungen mehr oder minder neu aufgebaut werden müssen. Die Gegendruckkraftausnutzung im Fernheizwerk und vielfach auch in

der Industrie hat noch den Vorteil, das Maximum der Leistung zur Zeit des größten Wärmebedarfes, der zugleich Zeitpunkt größter Energieknappheit ist, zu bringen. In wirtschaftlicher Hinsicht ist in der Industrie die Gegendruckkraftanlage mit ihrem hohen thermischen Wirkungsgrad von 60 bis 70% im Jahresdurchschnitt und den geringen Kapitalkosten auch billigen Wasserkraftanlagen ebenbürtig. Der Zwang, vorläufig auch noch kalorische Ergänzungswerke für die öffentliche Stromversorgung in Betrieb zu halten, fordert den Ausbau und die Modernisierung dieser Werke. Es ist hiebei auch zu überlegen, ob für gewisse Gebiete nicht mit Rücksicht auf das nunmehr im Inland vorhandene Öl in größerem Maßstabe Dieselanlagen als Ergänzungswerke herangezogen werden sollten. Durch die Möglichkeit größerer Dezentralisierung und Aufteilung der Ergänzungsleistung werden die Fernleitungen entlastet und der Sicherheitsgrad der Stromversorgung erhöht. Für den nur saisonweise geführten und dabei oft unterbrochenen Betrieb ist der Dieselmotor gut geeignet. Hauptverbrauchschwerpunkte, wie z. B. Wien, benötigen aber nach wie vor zur Ergänzung der Wasserkräfte im Winter und als Reserve ausreichende neuzeitliche Dampfkraftanlagen.

In wärmeverbrauchenden Industrien oder in der Heizungs-technik läßt sich gewiß auch noch viel Brennstoff sparen. So wird z. B. in gewissen Fällen die Voraussetzung für die wirtschaftliche Verwendung von Wärmepumpenanlagen bestehen. Oft können aber auch durch nur geringfügige Aufwendungen bedeutende Verbesserungen erzielt werden. Im Zusammenhang damit sei zur Diskussion gestellt, einer unabhängigen Stelle — wie sie z. B. das neu geschaffene Energieministerium oder eine andere geeignete technische Überwachungsstelle darstellen — die systematische fachtechnische Untersuchung aller brennstoffverbrauchenden Betriebe zu übertragen und beratend und eventuell vermittelnd einzugreifen.

Ohne hier auf Einzelheiten eingehen zu können, sei an dieser Stelle kurz auf die selbstverständliche Erkenntnis verwiesen, daß für eine rationelle Energiewirtschaft Verbundwirtschaft im weitesten Sinne und gesehen vom Gesichtspunkt der gesamten Energiewirtschaft ganz Österreichs mit einheitlicher Lenkung Voraussetzung ist. Ebenso selbstverständlich ist, daß auch die technischen Voraussetzungen hiezu geschaffen werden müssen, wie die Fertigstellung der schon begonnenen und im Bau weit fortgeschrittenen 200-kV-Verbindung vom Westen bis Wien u. dgl. m.

Energiewirtschaftliche Maßnahmen im Verbrauch.

Der Bedarf an Wärmeenergie nimmt den weit überwiegen- den Anteil im Gesamtenergiebedarf ein. Einen Teil der Be- darfsdeckung hat die Elektrowärme bereits für sich erobert, oft auch dort, wo sich, rein wirtschaftlich gesehen, höhere Energie- kosten ergaben, weil technologische Vorteile ausschlaggebend waren. Es würde über den Rahmen dieser Betrachtungen weit hinausgehen, die technisch und wirtschaftlich geeignetste Form der Wärmebedarfsdeckung in den einzelnen Industriezweigen zu untersuchen. Es soll nur als Beispiel für den Fall der Raum- heizung von Wohn- oder Büroräumen ein Vergleich für ver- schiedene Formen der Wärmebedarfsdeckung gezogen werden. Tab. 3 enthält eine Zusammenstellung des Wärmeaufwandes einschließlich aller Verluste für je 1000 kcal nutzbar abgegebene Wärme für verschiedene Heizungsarten. Es handelt sich natür- lich nur um Durchschnittsziffern, die gewissen Schwankungen

Tabelle 3.

Fall	Heizungsart	Wärmeaufwand, je 1000 kcal nutzbar abg. Heizungswärme etwa kcal	Therm. Gesamt- wirkungsgrad der Heizungsart etwa %
1	Einzelofenheizung	2100	48
2	Zentralheizung	2000	50
3	Fernheizwerk	1800*	56
4	Stadtgas	2000	50
5	Elektr. Strom aus Gegendruck- Dampfkraftbetrieb	1700	59
6	Wasserkraftstrom	0	—
7	Elektr. Strom aus Dampfkraft im Kond.-Betrieb, älteres Werk, 40 at, ungünstig be- lastet	6800	15
8	Wie Fall 7, jedoch modernes Hochdruckwerk, 125 at, gün- stig belastet	4400	23
9	Elektr. Strom aus Diesekraft- werk	3700	27

* Für 1 kWh aus Fernheiz-Gegendruckkraft = 860 kcal. Wird mit Rücksicht auf den gleichzeitigen Betrieb der Fernheiz- und Kond.-Kraftwerke die Kilowattstunde mit der ersparten Erzeugungswärme im Kond.-Kraftwerk (also mit etwa 4200 kcal) bewertet, so sinkt der Wert auf rund 1200 kcal.

unterliegen können, der Vergleich ist auch nur rein energiewirtschaftlich gezogen. Kosten für Bedienungspersonal, Kapitaldienst usw. sind nicht berücksichtigt. Trotzdem dadurch in der Reihung der Fälle in der Gruppe 1 bis 5 einerseits und 7 bis 9 andererseits gewisse Verschiebungen auftreten können, bleibt doch der größenordnungsmäßige Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen immer bestehen. Tab. 3 zeigt, daß es energiewirtschaftlich nicht tragbar ist, mit elektrischem Strom zu heizen, der im Kondensationsdampfkraftwerk oder im Dieseltreibetrieb erzeugt wird. Dies ist aber, solange noch im Verbundnetz, abgesehen von Gegendruckanlagen, thermisch erzeugte Ergänzungsleistung notwendig ist, der Fall, also auf absehbare Zeit während der Hauptlastzeit der Wintermonate.

Für die Deckung des gesamten Wärmebedarfes kommt vorerst die inländische Kohlenproduktion und das Brennholz in Frage. Damit können rund 25×10^{12} kcal, die etwa zwei Drittel des Bruttowärmebedarfes von 1937 ausmachen, bereitgestellt werden. Darüber hinaus muß aber noch Steinkohle eingeführt werden, die wohl teils direkt verfeuert wird, in Städten aber günstig durch Veredelung im Gaswerk als Stadtgas und Koks dem Wärmeverbrauch zugeführt werden soll. In einigen Fällen liegen besondere Verhältnisse vor. So arbeitet z. B. der mit festen Brennstoffen beheizte Küchenherd besonders ungünstig, solange er nicht auch der Raumheizung dient. Wirkungsgrade in der Größenordnung von 5% und sogar noch weniger sind dann nicht selten (man denke nur z. B. an das Frühstückskochen). Was für die Stadt die Einführung des Gases an energiewirtschaftlicher Verbesserung, aber auch an allgemeinem Fortschritt in den Lebensverhältnissen der Bevölkerung gebracht hat, kann auf dem Lande durch Verbreitung des elektrischen Kochens, zumindest durch weitgehende Verwendung von elektr. Kochgefäßen und -platten getan werden. Allerdings sind bei Einführung des elektrischen Kochens in weitem Ausmaß noch erhebliche Investitionen für Verstärkung der ländlichen Verteilnetze notwendig. In Sonderfällen kann daher der Petroleum- oder Spirituskocher angebracht sein.

Elektroheizung durch Wasserkraftstrom allein benötigt keinen Brennstoff. Konsumgebiete, die von Wasserkraftwerken versorgt werden, die aus irgend einem Grunde an das mit Wärmekraftwerken zusammenarbeitende Verbundnetz nicht angeschlossen werden können — wie dies bei kleinen Werken in entlegeneren Gebirgstälern öfter der Fall ist —, kommen daher in erster Linie dafür in Betracht, den Wärmebedarf, soweit ihre

Leistung ausreicht, mit elektrischem Strom zu decken. Dadurch könnte hauptsächlich an Brennholz gespart werden, das wertvolleren Zwecken als Rohstoff zugeführt werden kann.

Der elektrische Strom wird aber auch im Verbundnetz in einer für die Energiewirtschaft vorteilhaften Weise zur Wärmedeckung heranzuziehen sein, in Zeiten, in denen Wärmekraftwerke nicht mitlaufen oder zumindest nicht Arbeit im größeren Maße abgeben. Der Nachtspeicherofen, der Elektroheißwasserspeicher, elektrische Nachtaufheizung von Hallenbädern u. dgl. tragen dem Verlauf des Tagesdiagrammes Rechnung. Eine Kombination von Elektro- und Brennstoffherd, die es gestattet, in der warmen Jahreszeit elektrisch zu kochen und zur kalten Zeit mit Brennstoffen gleichzeitig zu kochen und zu heizen, paßt sich dem Jahresverlauf der Energiebilanz gut an. Derartige Einrichtungen stellen energiewirtschaftlich günstige Lösungen dar und können wesentlich dazu beitragen, die Spanne zwischen Dargebot und Bedarf zu vermindern.

Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß das vorstehende Ergebnis nur von dem Gesichtspunkt abgeleitet ist, die aus dem Ausland einzuführenden Brennstoffmengen auf ein Minimum herabzusetzen. Die sonstigen Vorteile, die die Verwendung der Elektrowärme mit sich bringt, in der Industrie auf technologischem Gebiete, im Haushalt in hygienischer Hinsicht, an besserer Ausnutzung der Lebensmittel, vom Bequemlichkeitsstandpunkt usw. werden zu wirtschaftlich besseren Zeiten (oder unter handelspolitisch geänderten Voraussetzungen) die vorstehenden Erwägungen vielleicht zum Teil gegenstandslos machen.

Um die Größenordnungen der Umwälzung durch Elektrifizierung der Wärmebedarfsdeckung zu zeigen, sei hier noch angeführt, daß für den theoretischen Fall des völligen Ersatzes der im Jahre 1937 nur für Hausbrand (einschließlich Zentralheizung, jedoch ausschließlich der für Stadtgas) aufgewendeten in- und ausländischen Kohlen- und Holzmengen durch elektrischen Strom sich für ganz Österreich ein zusätzliches Erfordernis von etwa $8 \text{ bis } 9 \times 10^9$ kWh ergeben würden. Die Hauptschwierigkeiten würden aber nicht in der Aufbringung dieser Kilowattstundenmenge, sondern in der Bereitstellung der außerordentlich hohen Leistungen zur Spitzendeckung sowie im Transport und der Verteilung der Energie liegen.

Anders liegen die Verhältnisse im Verkehr. Wie schon erwähnt, kann die Versorgung der Straßenfahrzeuge mit einheimischen Treibstoffen unter entsprechenden Voraussetzungen

als gesichert angesehen werden. Der außerordentlich schlechte thermische Wirkungsgrad der derzeit noch üblichen Dampflokotiven mit niedrigen Dampfdrücken und Auspuffbetrieb (s. Tab. 1) zeigt, daß durch Elektrifizierung der Bahnen eine besonders einschneidende Maßnahme zur Ersparung von Kohle, und zwar hauptsächlich ausländischer Herkunft, getan werden kann. (Kohlenverbrauch der Österreichischen Bundesbahnen im Jahre 1937 in Kilogrammkalorien 21% des Gesamtverbrauches, 28% der Kohleneinfuhr.) Aus diesem Grunde ist die vor kurzem veröffentlichte EntschlieÙung, weitere 2000 km des Netzes der österreichischen Eisenbahnen zu elektrifizieren, vom energiewirtschaftlichen Standpunkt aus besonders zu begrüßen. Für die Elektrifizierung der Bahnen sprechen aber bekanntlich auch noch sehr viele Gründe anderer Art, die von nicht minder ausschlaggebender Bedeutung sind. Das bisher von der Allgemeinversorgung nahezu völlig getrennte Versorgungsnetz der österreichischen Bahnen, das vorwiegend aus eigenen Wasserkraftwerken versorgt wurde, ist durch Speicherleistung in hohem Maße ausgeglichen. Für den weiteren Ausbau wird ein intensiver Verbundbetrieb mit den Netzen und Kraftwerken der öffentlichen Stromversorgung angestrebt, um auf diese Weise die gemeinsamen Vorteile zu finden. Der jahreszeitlich nahezu ausgeglichene Verlauf des Bahnbedarfes wird sich auf diese Zusammenarbeit günstig auswirken. Der Jahresbedarf der Österreichischen Bundesbahnen im Jahre 1937 betrug etwa 175×10^6 kWh, das ist rund 6% der gesamten elektrischen Energieerzeugung. Nach Vollendung des in Aussicht genommenen Elektrifizierungsprogrammes wird er auf ungefähr 700×10^6 kWh steigen, wovon etwas mehr als die Hälfte von den derzeit bereits vorhandenen Bahnstromwerken geliefert werden kann.

Die Deckung des Bedarfes an mechanischer Energie erfolgt in den österreichischen Industriebetrieben mit nur vereinzelten Ausnahmen bereits durch elektrische Energie. Diese wird zu einem Teil der öffentlichen Stromversorgung entnommen, zu einem anderen Teil in eigenen Wasserkraftwerken erzeugt; einen weiteren verhältnismäßig geringen Anteil macht die in industrieeigenen Werken erzeugte Kondensationsdampfkraftenergie aus. Es muß angestrebt werden, diese letztgenannte Energiemenge in erster Linie durch Wasserkraftstrom zu ersetzen. Von dieser Forderung unberührt bleibt der vierte Anteil an der Energieversorgung der Industrie, nämlich die Erzeugung in Industriedampfkraftwerken, die auf Gegendruckkraft (wie

z. B. häufig in der Faserstoffindustrie, Zuckerfabriken u. dgl.) oder auf Abhitzeverwertung (wie z. B. in der Zementindustrie) abgestellt sind. Endziel muß vom energiewirtschaftlichen Standpunkt sein, daß nur diese Art von kalorischer Energie in den eigenen Kraftwerken der Industrie erzeugt wird. Die zum Leistungsausgleich dann meist noch erforderliche Restenergie und die Leistung in Industrien ohne nennenswerten Wärmeverbrauch sollte, wenn sie nicht aus eigenen Wasserkraften kommen kann, von der öffentlichen Stromversorgung bezogen werden, da Großkraftwerk und Verbundwirtschaft vom übergeordneten Gesichtspunkt aus gesehen, immer wirtschaftlicher arbeiten als einzelne kleinere Kraftwerke mit schwankenden Belastungen.

Der Bedarf an Licht wird zum allergrößten Teil durch elektrische Energie befriedigt. Wo dies nicht der Fall ist, ist der Ersatz der Petroleum- und Kerzenbeleuchtung nicht so sehr als energiewirtschaftliche Maßnahme, sondern als eine im Interesse der Hebung des Lebensstandes der Bevölkerung gelegene Notwendigkeit anzusehen. Dies und die Notwendigkeit primitivster Kraftversorgung in der Landwirtschaft setzt Elektrifizierung noch vieler dünn besiedelter Gebiete voraus. Im übrigen lassen die Ergebnisse der physikalischen Forschung eine wesentliche Senkung des spezifischen Stromverbrauches für Beleuchtungszwecke schon für die nächste Zukunft erhoffen. Hiedurch würde auch der energiewirtschaftliche Nachteil der elektrischen Beleuchtung, die Erzeugung mit großen Spitzen zu belasten, nicht mehr so stark in Erscheinung treten. Der Anteil des Stadtgases an der Beleuchtung, der noch vor nicht allzu langer Zeit sehr ausschlaggebend war, ist heute bereits verschwindend.

Zusammenfassung.

Die Deckung des Energiebedarfes Österreichs einschließlich aller Verluste erforderte im Jahre 1937 rund 51×10^{12} kcal an Brennstoffen (davon 26×10^{12} kcal Auslandsbezug) und $2,4 \times 10^9$ kWh Wasserkraftstrom. Das inländische Energieaufkommen hat sich seitdem durch heimisches Öl, Erdgas und Ausbau der Wasserkräfte um etwa 7×10^{12} kcal und $1,5 \times 10^9$ kWh erhöht. Unter dieser Voraussetzung ist es aber noch immer notwendig, rund 19×10^{12} kcal an Kohle einzuführen. Es muß daher der Ausbau der Wasserkräfte intensiv fortgesetzt werden. Die zeitliche Unausgeglichenheit zwischen Bedarf und Wasserkraftenergiedargebot kann noch auf längere

Zeit durch Wasserkraftspeicher allein nicht beherrscht werden. Kalorische Ergänzungswerke für den Winter sind derzeit noch notwendig. Export von Sommerüberschußstrom in die Kohlenausfuhrländer ist erwünscht. Wirkungsgradverbesserungen in Kraftwerken und wärmeverbrauchenden Betrieben sind noch auf verschiedene Art möglich und systematisch anzustreben. Wärmedeckung durch Strom, der in Kondensations- oder Dieselwerken erzeugt wird, ist energiewirtschaftlich nicht vertretbar, weil — abgesehen vom Brennstoff-Küchenherd im Sommer — die Kohle bei direkter Verfeuerung oder veredelt im Gaswerk viel besser ausgenutzt wird. Energiewirtschaftlich günstig sind Nachtspeicheröfen, Elektroherde in Kombination mit Brennstoffherden u. dgl. Die Elektrifizierung der Bahnen bringt große Kohlenersparnisse. In der Industrie soll, vom energiewirtschaftlichen Standpunkt aus, soweit Eigenanlagen für Stromerzeugung überhaupt in Frage kommen, Wasserkraft, Wärmekraft aber nur dann verwendet werden, wenn sie in Form von Gegen- und Abhitzeenergie zur Verfügung steht, die übrige elektrische Energie aber aus dem Verbundnetz bezogen werden.
