

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

**Band:** 3 (1946)

**Heft:** 5

**Artikel:** Planungsaufgaben auf dem Gebiete der Wärmewirtschaft

**Autor:** Ostertag, Ad.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-783350>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

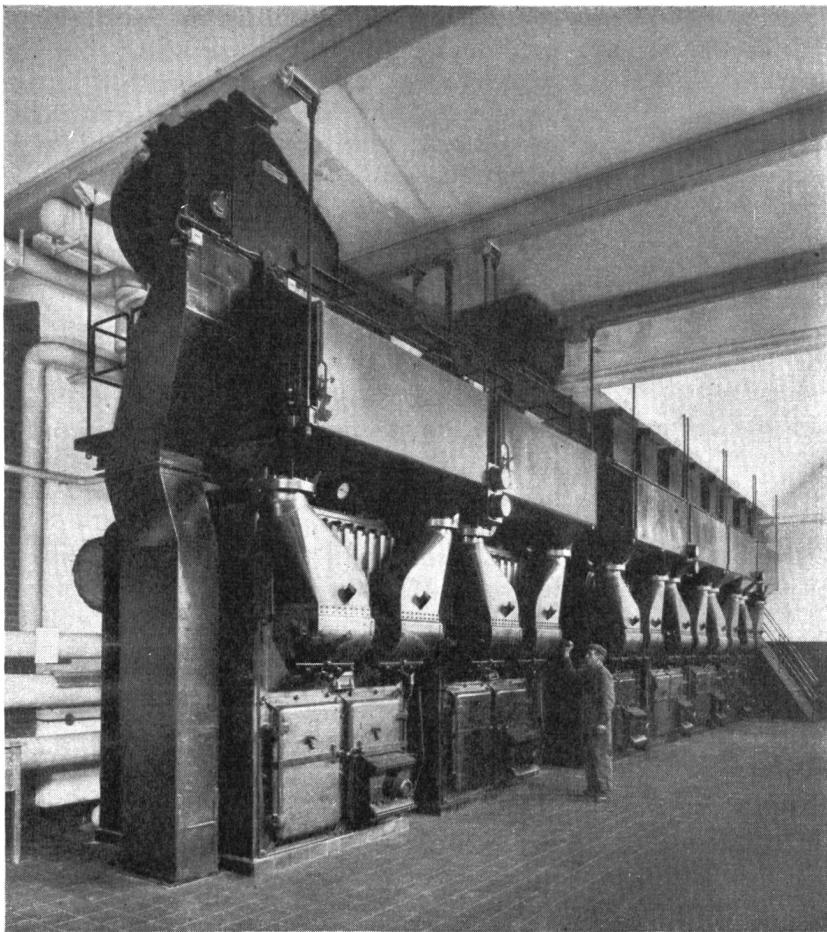


Abb. 1. Sulzer-Taschenkessel für Raumheizung und Wasserversorgung.  
(A.-G. J. J. Rieter & Co., Töss.)

Ad. Ostertag

## Planungsaufgaben auf dem Gebiete der Wärmewirtschaft

### 1. Grundsätzliches über unsere Rohstoffversorgung

Jedes gesunde Volk wächst. Im Hinblick auf die immer dichtere Besiedlung unseres Landes gehört es zu den Aufgaben unseres Volkes dafür zu sorgen, dass möglichst viele Mitbürger Lebensraum im eigenen Lande finden. Die Lösung dieser Aufgabe erfordert neben anderen Massnahmen eine stets bessere Ausnützung nicht nur der gegebenen bebaubaren Bodenflächen, sondern darüber hinaus auch aller zur Deckung der lebenswichtigen materiellen Bedürfnisse nötigen Rohstoffe. Denn ebensowenig wie der Boden, stehen uns diese Rohstoffe in unbeschränkten Mengen zur Verfügung. Vielmehr sind die Möglichkeiten eng begrenzt für alles, was uns das eigene Land bieten kann, und weder technischer Erfindungsgeist noch politische oder kommerzielle Klugheit können an dieser uns gegebenen Kargheit der Grundlagen Wesentliches ändern: Stets knapp bleiben im Verhältnis zum Bedarf die Erträge unserer Land- und Forstwirtschaft, weil die verfügbaren Bodenflächen klein sind und überdies Boden- gestalt, Klima und Naturgewalten die Nutzung erschweren und immer wieder gefährden. Dürftig sind die Erz- und namentlich die Brennstoffvorkommen. Aber auch den tatsächlichen, im Interesse des Volksganzen liegenden Ausbaumöglichkeiten

der Wasserkräfte sind Grenzen gesetzt, die vorläufig weniger in hydrologischen oder wirtschaftlichen Verhältnissen bestehen, sondern, wie der Kampf um die grossen Speicherwerke im Hinterrhein und in Urseren zeigt, durch Widerstände gebildet werden, die aus der Tiefe der Seele vieler Volksgenossen — nicht nur der betroffenen Bevölkerung — hervorbrechen.

Aber auch im Ausland fliessen die Rohstoffquellen nicht unerschöpflich und vor allem nicht mit gleichbleibender Ergiebigkeit. Wir haben in den letzten Jahren von neuem wieder und wahrlich einschneidend genug erleben müssen, wie fragwürdig und begrenzt die Versorgungsmöglichkeiten von dort her sind. Und wenn auch in «normalen Zeiten» das Angebot der fremden Lieferwerke an unser Land die Nachfrage zeitweise weit übertrifft, weil wir «interessante Kunden» sind, so entspricht dieser scheinbare Ueberfluss nicht der tatsächlichen Tragkraft unserer Wirtschaft, deren Basis immer schmal ist und Ueberbelastungen nicht ohne Schaden erträgt.

Aus dieser Sachlage ergibt sich die zwingende Notwendigkeit, die Lehren weiterhin zu beherzigen, die uns die Not der letzten Jahre erteilt hat; sie heißen, auf kurze Form gebracht: *Einteilen und sparsam haushalten*. Es ist überaus wichtig, dass dies nicht unter dem Druck staatlicher Verfügungen, sondern aus freiem Willen und aus der Erkenntnis der tatsächlichen Verhältnisse geschieht. Dieser Wille und diese Erkenntnis reifen aus dem Nach-

denken des verantwortungsbewussten Bürgers über seine und seines Landes Aufgaben innerhalb der Völkergemeinschaft und über die ihm tatsächlich hierfür zur Verfügung stehenden Mittel. Sie reifen jedoch nicht, wo hoher Lebensstandard, wirtschaftliche Prosperität und grosse physische Macht des Staates als Ziele politischer Aktionen propagiert werden. Die nachfolgenden Betrachtungen über wärmewirtschaftliche Probleme sollen zu solchem Nachdenken auf einem volkswirtschaftlich wichtigen Sektor anregen. Dabei darf aber der Blick aufs Ganze nie verloren gehen, weshalb die vorstehende allgemeine Orientierung über die Grundlagen, auf die sich eine gesunde Planung stützen muss, skizziert wurde.

## 2. Ueber die Wärmeversorgung im allgemeinen

In der Schriftenreihe zur Frage der Arbeitsbeschaffung erschien im Jahre 1943 der Bericht der Schweizerischen Landesplanungskommission an das Eidg. Militärdepartement unter dem Titel «Schweizerische Regional- und Landesplanung». In diesem grundlegenden Werk, das einen Ueberblick über die Bestrebungen der damals in Gründung begriffenen Vereinigung für Landesplanung gibt, behandelt ein Abschnitt die Beziehungen der Energiewirtschaft zur Landesplanung (S. 59). Anknüpfend an jene Ausführungen ist zunächst festzustellen, dass Wärme in ihren verschiedenen Verwendungsformen eine der wichtigsten Grundstoffe für Industrie, Gewerbe und Haushalt darstellt. Ihre Bedeutung lässt sich weniger aus dem mengen- oder wertmässigen Anteil des Brennstoffumsatzes im Verhältnis zum Gesamtumsatz aller Rohstoffe abschätzen. Anschaulicher und zutreffender wird sie erkennbar, wenn man sich überlegt, wozu Wärme gebraucht wird: Da ist als eine erste grosse Gruppe die Zement-, Ziegel- und Glasindustrie zu nennen, deren volle Leistungsfähigkeit eine hinreichende Kohlenversorgung voraussetzt und ihrerseits wieder die Voraussetzung für jegliche Bautätigkeit ist. Eine zweite Gruppe bilden die Eisen und Metall verarbeitenden Industrien, für die Wärme in grösstem Ausmass zum Schmelzen von Eisen und Metallen sowie zum Trocknen der Formen in den Giessereien, zum Schmieden, Härteten und Vergüten, und für verschiedene andere Arbeitsvorgänge nötig ist. Ohne Wärme ruhen unsere Maschinenfabriken, und Heere von Arbeitern und Angestellten müssen feiern. Wir nennen weiter die Zellulose-, Papier- und Kunstseidenindustrie, die Werke zur Herstellung von Karbid, Soda, Kunstdünger und Sprengstoffen, die chemische Industrie, die Lebensmittelindustrie, die Salinen und Zucker-Raffinerien, sowie die Textilindustrien und Wäschereien. Zu dem allem kommt ein gewaltiger Wärmedarf für Raumheizung, sowie für Kochen und Waschen in den Haushaltungen und im Gastgewerbe. Wir erkennen, dass es kaum einen Gegenstand des täglichen Gebrauches gibt, der ohne Wärme hergestellt wird, und dass wir tatsächlich auch bei bescheidensten Ansprüchen ohne Wärme nicht leben könnten.

Wir gewinnen die Wärme zur Hauptsache aus importierten Brennstoffen: Kohle und Öl. Der Im-

port ist unsicher und grossen Preisschwankungen ausgesetzt (Abb. 2). Diese Versorgungslage zwingt uns zu Ueberbrückungs- und Sicherungsmassnahmen, so zum Anlegen von Vorräten für mehrere Jahre, die naturgemäß unsere Wirtschaft belasten und den Konkurrenzkampf unserer Exportindustrie empfindlich erschweren. Demgegenüber liefern unsere Wasserkraftwerke zuverlässig (Abb. 3) und zu krisenbeständigen, sogar leicht sinkenden Preisen (Abb. 4) weisse Kohlen, die technisch fast alle Heizaufgaben der schwarzen übernehmen könnten.

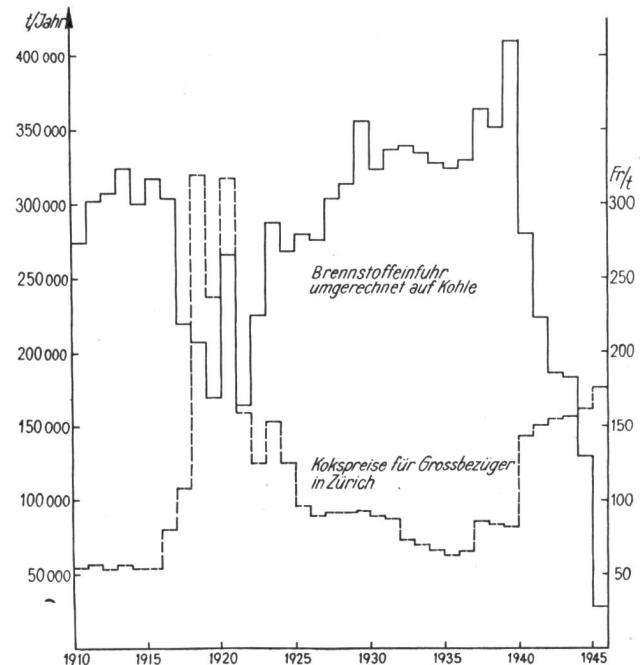


Abb. 2. Die jährliche Brennstoffeinfuhr (umgerechnet auf Kohle) und die Brennstoffverkaufspreise unterliegen grossen Schwankungen.

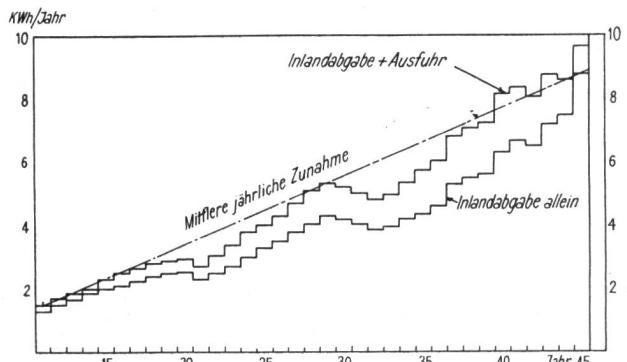


Abb. 3. Die jährliche Energieerzeugung schweizerischer Elektrizitätswerke hat von 1911—1945 dem Bedarf entsprechend stetig zugenommen (mittlere jährliche Zunahme: 210 Mio kWh). Wirtschaftskrisen bewirken Täler, die nachher wieder aufgefüllt werden.

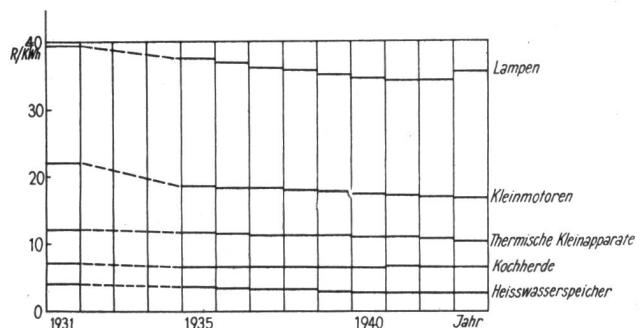


Abb. 4. Die mittleren Energiepreise haben von 1931—1943 stetig leicht abgenommen.

Ein voller Ersatz ist jedoch nicht möglich, und zwar aus folgenden drei Gründen: Erstens würde schon rein mengenmässig die jährliche Gesamtproduktion aller Wasserkraftwerke der Schweiz von rund  $10 \cdot 10^9$  kWh fast nur die Hälfte des effektiven Heizwertes der importierten Brennstoffe decken. Und wenn auch durch den Vollausbau aller von den Fachleuten heute als ausbauwürdig erachteten Wasserkräfte die gesamte Energieproduktion verdoppelt werden könnte, so würde diese Produktion wohl knapp ausreichen, die in den Jahren vor dem Krieg importierten Brennstoffmengen zu ersetzen; aber es bliebe keine Energie mehr frei zur Deckung des stark steigenden Bedarfes der heute angeschlossenen Stromverbraucher. Wir werden also auch auf viele Jahre hinaus den Hauptteil der Heizaufgaben mit importierten Brennstoffen lösen müssen.

Zweitens ist der Ersatz der schwarzen durch weisse Kohle wirtschaftlich nur in besonderen Fällen tragbar. So dürfte beispielsweise bei einer guten Raumheizanlage der Strompreis nur 1,5 Rp./kWh betragen, um gleiche Heizkosten zu ergeben, wie eine kohlengefeuerte Anlage unter Friedenspreisen (80 Fr./t). Im Gewerbe, z. B. in einem Käsereibetrieb, steigt dieser Äquivalenzpreis bereits auf 2,3 Rp./kWh. Dies zeigt, dass bei der Elektrifikation von Heizanlagen eine Auswahl getroffen werden muss. Dabei dürfen aber nicht nur wirtschaftliche Gesichtspunkte massgebend sein, sondern es sind alle Momente zu berücksichtigen, die in ihrer Gesamtheit den wahren Interessen des Landes dienen. Die Auswahl kann also nicht nur einzelnen Interessengruppen überlassen werden, sondern ist durch eine Planung auf breiter Grundlage vorzubereiten. Bei dieser Planung dürfte ein besonderes Augenmerk auf die Sicherung der Arbeitsmöglichkeiten in Kriegs- und Krisenzeiten durch Massnahmen gerichtet sein, die die Wirtschaft normaler Zeiten lenken.

Drittens bilden die ausländischen Brennstoffe, vor allem die Steinkohle, die unerlässlichen Rohstoffe für verschiedene Industrien, deren Erzeugnisse für die Landesversorgung wichtig sind. (Teerprodukte, Farben, Sprengstoffe, Kunstharze usw.) In diesem Zusammenhang sind die Gaswerke zu nennen, deren lebenswichtige Bedeutung in dem oben erwähnten Buch bereits dargetan worden ist.

Wenn eingangs auf die Unsicherheit und Enge unserer wirtschaftlichen Basis im allgemeinen hingewiesen werden musste, so ergibt sich aus dem oben Angeführten, dass die Landesversorgung mit Wärme hierin keine Ausnahme bildet. Im Gegenteil: Sie ist so fragwürdig, dass es dauernd aller Anstrengungen bedarf, sie so zu lenken, dass unsere Wirtschaft vor ernsten Störungen verschont bleibt. Die Versorgungskrise der Kriegs- und Nachkriegsjahre hat uns die Unsicherheit auf den Brennstoffmärkten und die damit für unser Land verbundenen Gefahren deutlich zum Bewusstsein gebracht. Sie hat uns aber auch gelehrt, wie wir unsere Abhängigkeit mildern und aus dem, was uns tatsächlich zur Verfügung steht, das Beste herausholen können. Was hier in der Not und mit Hast in Arbeitsgemeinschaft zwischen den Wirtschaftsämtern, der Industrie und dem Gewerbe geschaffen wurde, muss nun in Ruhe und plan-

mässig weiterentwickelt werden. Nachfolgend sind an einigen Beispielen solche Planungsaufgaben auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft angedeutet.

### 3. Einschränken der Wärmeverluste

Vermeidbare Wärmeverluste treten häufig und in bedeutendem Ausmass auf. Oft sind sie nur schwer feststellbar. Zur Bekämpfung dienen: Sachgemäss Ausführung und guter Unterhalt der Isolierungen heißer Anlageteile (Leitungen, Speicher, Verbraucher); sorgfältige Bedienung der Feuerungen und der wärmeverbrauchenden Apparate durch fachtechnisch geschultes Personal (Heizerkurse); zuverlässige Anzeigegeräte und Einrichtungen, die Schäden oder Bedienungsfehler sofort erkennen lassen, sowie die Betriebsführung erleichtern und wirtschaftlicher zu gestalten ermöglichen. Von grösstem Einfluss sind technische Einrichtungen und organisatorische Massnahmen, durch die sich für die Heizkessel eine möglichst ausgeglichene Belastung bei bestem Wirkungsgrad ergibt. (Richtige Wahl der Leistung pro Kesseleinheit, Dampfspeicher, ausgänglicher Betriebsplan.)

Je kleiner die Heizbetriebe und je unregelmässiger ihre Belastung, desto grösser sind im allgemeinen die Verluste. Es erstaunt daher nicht, dass im Hausbrand für Wohnungsheizung und Waschküchen besonders grosse Wärmeverluste auftreten und hier Einsparungen um so bedeutungsvoller werden, als die Zahl der Wohnungen mit städtischem Charakter sehr gross ist und ständig stark ansteigt. Wenn im Jahre 1938 42 % des gesamten Kohlenverbrauches auf Haushalt und Gewerbe entfielen, so zeigt diese Zahl, um was für Beträge es sich hier handelt. Verbesserungen müssen sowohl in der Konstruktion und im Einbau der Oefen und Heizkessel, als namentlich auch in der Art ihrer Bedienung gesucht werden. Eine wesentliche Senkung der Verluste liesse sich durch zentrale Heiz- und Waschanlagen für grössere Wohngebiete erzielen, die fachmännisch bedient werden. Dabei würde aber das lebendige häusliche Herdfeuer verschwinden, das der seelisch gesunde Mensch als Mittelpunkt seines eigenen Heimes liebt und pflegt und nur mit schwerem Herzen opfert.

### 4. Einsparungen auf der Verbraucherseite

Eigentlich sollten die Massnahmen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit der Betriebe von selbst zur besten Wärmeausnutzung führen. In Wirklichkeit stellen sich aber der konsequenten Durchführung solcher Massnahmen Hindernisse entgegen, die nur selten von den einzelnen Unternehmungen selbst ganz überwunden werden. Solche Hindernisse sind sehr oft die bestehenden Anlagen, mit denen der Betrieb bisher geführt und die gewünschte Produktion erreicht worden ist, namentlich wenn sie sich noch in gutem Zustand befinden. Es ist dabei oft schwer, die massgebenden Instanzen von der Zweckmässigkeit einer Modernisierung oder eines Ersatzes zu überzeugen, vor allem, wenn eine vorsichtige Wirtschaftlichkeitsberechnung keine befriedigende Amortisation der aufzuwendenden Kosten ergibt.

Und dennoch können solche Verbesserungen im Interesse einer grösseren Gesamtheit liegen. Wir erkennen dies z. B. an der Elektrifikation der SBB.: Würde sie ihre Entscheidungen nur auf Wirtschaftlichkeitsberechnungen gestützt haben, so hätte sie ihr Netz nicht elektrifiziert, was, wie heute wohl allgemein anerkannt wird, nicht im Interesse des Schweizervolkes gelegen hätte. Dieser Vergleich zeigt, dass die in der Wirtschaft üblichen Maßstäbe nicht immer ausreichen, sondern durch Gesichtspunkte ergänzt werden müssen, die sich aus dem Sorgen um das wahre Wohl der Allgemeinheit auf weite Sicht ergeben.

Ein weiteres Hindernis folgt aus der im Installationsgewerbe im allgemeinen üblichen Praxis, nach der die für einen Betrieb erforderlichen Apparate nach den Katalogen der Lieferfirmen zusammengestellt werden, ohne auf ihre gegenseitige Beeinflussung zu achten oder die Frage nach dem Wirkungsgrad des Gesamtbetriebes zu stellen. Demgegenüber sollte jeder Betrieb als ein in sich sorgfältig ausgeglichener Organismus aufgebaut werden, dessen Glieder sich sinnvoll in einen Gesamtplan einordnen. Dies lässt sich allerdings nur durch energie- und wärmewirtschaftliche Untersuchungen erreichen, die von weitsichtigen Fachleuten durchzuführen sind. Was dabei etwa zu erreichen ist, mag z. B. an der Zentralwäscherei des Kantons Zürich in Regensdorf<sup>1)</sup> erkannt werden, wo es gelang, den im Vorprojekt vorgesehenen Anschlusswert von 3,3 Mio kcal/h auf 240 kW = rund 0,2 Mio kcal/h also auf rund 7 % des vorgesehenen zu verringern! Bei der ausserordentlich grossen Verbreitung der vom Installationsgewerbe erstellten Anlagen und den gewaltigen Energie- und Wärmemengen, die in ihnen umgesetzt werden, gewinnt eine planmässige Bearbeitung der sich hier stellenden Aufgaben grösste volkswirtschaftliche Bedeutung.

Wir haben bereits oben auf den sehr grossen Wärmebedarf für die Raumheizung hingewiesen. Er entspricht ohne Zweifel nur zum Teil tatsächlichen hygienischen Erfordernissen. Wenn man bedenkt, dass der Wärmebedarf z. B. eines Engadiner-Bauernhauses nach der heute in der Heizungstechnik üblichen Berechnungsweise nur 15 bis 20 kcal/m<sup>3</sup> h beträgt, während er bei neuzeitlichen Häusern 40, 50 und mehr kcal/m<sup>3</sup> h erreicht, wenn man weiter bedenkt, dass der Wohnraum pro Kopf bei diesen ein vielfaches desjenigen älterer Häuser ausmacht, so lässt sich diese Entwicklung nicht mehr nur mit dem grösseren Bedürfnis des Stadtbewohners nach Luft und Licht rechtfertigen. Vielmehr wird hieraus ersichtlich, dass unter den modernen Baubeflissen den Frage nach den Betriebskosten des Wohnens, und jene nach dem, was uns bei unserer Versorgungslage angemessen ist, vor anderen Belangen in den Hintergrund gedrängt wird. Tatsächlich scheint vielerorts das Verständnis für den eigentlichen Zweck eines Gebäudes, den Schutz vor der Unbill der Witterung, vor Niederschlägen, Wind, Kälte und direkter Sonnenbestrahlung verloren

<sup>1)</sup> Beschreibung s. Schweiz. Bauzeitung Bd. 127 (1946), S. 257, 269, 287.

gegangen zu sein, seit es technisch möglich geworden ist, die Illusion vorzutäuschen, man wohne so gut wie im Freien, während man gleichzeitig die Annehmlichkeiten eines behaglichen Wohnklimas geniesst. Dabei wie armselig diese grossräumigen, aufgedonnerten und herausgeputzelten «eleganten» Salone mit ihren kalten Fensterwänden, in denen man sich kaum zu atmen getraut, gegenüber dem innern Reichtum einer alten Wohnstube, wo noch Kinder spielen dürfen, während ihnen der Grossvater, auf der Ofenbank sitzend, eine Geschichte erzählt!

Man kann es dem Alltagsmenschen von heute nicht verargen, wenn er das Mass für das, was ihm im Grunde zugehört, verloren hat und seine innere Leere mit verschwenderischem Auskosten aller technischen Möglichkeiten vor sich und vor den Leuten zu verdecken sucht. Um so mehr ist es Aufgabe und Pflicht aller Einsichtigen und vor allem der Fachleute, neben einer gewissenhaften Aufklärung ihrer Bauherren über die volkswirtschaftlichen Zusammenhänge des Wohnproblems zu ihnen auch von der Würde und der Notwendigkeit sparsamen Haushaltens zu sprechen. Wenn ein ernsthafter Arzt einen Prasser aus seiner falschen Lebensweise herausführt oder einen infektiös Erkrankten interniert, um seine Mitmenschen vor ihm zu schützen, so tut er es wohl im Interesse, aber meist gegen den Willen seines zahlenden Patienten. Eine entsprechende Haltung wäre der Berufsehre der Ingenieure und Architekten würdig!

## 5. Abwärmeverwertung

Bei den meisten industriellen oder gewerblichen Prozessen, bei denen Wärme gebraucht wird, sind Abwärmen in Form von warmen Gasen (Luft), Dämpfen oder warmem Abwasser wegzuführen. In vielen Fällen ist es technisch möglich, diese Wärmemengen zum Aufheizen von Frischluft oder Frischwasser oder in anderer zweckdienlicher Weise zurückzugewinnen. So werden beispielsweise in der erwähnten Zentralwäscherei in Regensdorf bis zu 70 % der zur Warmwasserbereitung nötigen Wärme durch einfachen Austausch dem warmen Abwasser entzogen. In der Lebensmittel- und in der Textilindustrie bieten sich wirtschaftlich sehr interessante Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung; ebenso bei Trocknungsprozessen. Von grosser Bedeutung ist hier die räumliche Anordnung der Stellen, wo Wärme gebraucht und Abwärme frei wird; denn diese bestimmt die Länge der zu isolierenden Leitungen und damit die Wärmeverluste, den Preis und die Wirtschaftlichkeit der zur Abwärmeverwertung nötigen Einrichtungen. Auf diesen Umstand muss bei der Planung der Fabrikanlagen geachtet werden.

In sehr anerkennenswerter Weise hat der Schweizerische Verein von Dampfkesselbesitzern eingehende Untersuchungen an ausgeführten Anlagen über Einsparungsmöglichkeiten auf der Seite der Wärmeerzeuger und Möglichkeiten der Abwärmeverwertung durchgeführt und in seinen Jahresberichten veröffentlicht. Diese Arbeiten bilden wertvolle Bausteine für eine energie- und wärmewirtschaftliche Planung.

Die Abwärmeverwertung gelingt oft nicht vollständig im eigenen Betrieb, so dass immer noch grosse Mengen an sich sehr wohl verwertbarer Abwärmens unausgenützt abfliessen. Dies liese sich durch eine weitsichtige Planung verhindern. Man wird in den meisten Fällen Ergänzungsindustrien finden, die solche Abwärmens verwerten könnten, so z. B. Trocknungsanlagen für Wäsche, Textilien, Lebensmittel, Gras; Treibhäuser; Bäder; Wäschereien.

Eine interessante Möglichkeit für Abwärmeverwertung bieten unsere Kraftwerkzentralen, deren Generatoren mit Luft gekühlt werden. Diese Luft strömt in gewaltigen Mengen mit etwa 40° C ins Freie aus. Sie würde sich z. B. zum Trocknen von Gras sehr wohl eignen. Bereits hat das Etzelwerk in Altendorf, Kt. Schwyz, Versuche in dieser Richtung durchgeführt. Dort und im Kraftwerk Wettingen sind Wärmepumpenplagen aufgestellt worden zur Verwertung dieser Verlustwärmens für die Gebäudeheizung im Winter. Auch die Verlustwärmens von Transformatorenstationen lassen sich verwerten. So wird z. B. das Schwimmbecken des Zürcher Hallenbades mit 28° warmem Kühlwasser der Unterstation Selnau gespiesen.

#### 6. Erschliessen einheimischer Brennstoffquellen

In der Schweiz gibt es einzelne Kohlevorkommen, Braunkohlenflöze, Torfmoore und abgelegene Bergwälder. Die Kosten für ihre Ausbeutung und Aufbereitung sind jedoch so gross, dass ein Abbau im allgemeinen nur in ausgesprochenen Notzeiten berechtigt ist. Die Vorkommen sollten hierfür reserviert bleiben. Ueber die von der Firma Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur, durchgeföhrte Aktion zur Ausnutzung einheimischer Brennstoffvorkommen berichtet Dr. A. Müller in «Schweiz. Bauzeitung» Bd. 117, S. 151, 1946. Ferner sei auf den Aufsatz von Dr. h. c. Hans Fehlmann, Bern, aufmerksam gemacht, der die Frage prüft, inwiefern der schweizerische Kohlenbergbau lebensfähig ist (SBZ., Bd. 128, 1946, S. 42).

#### 7. Ueber die Auswahl der mit elektrischer Energie zu lösenden Heizaufgaben

Der Hauptzweck der Elektrifikation von Heizbetrieben ist das Ablösen des Wärmebezuges von der unsicheren Versorgung aus dem Ausland durch die sichere Belieferung aus landeseigenen Werken. Demnach hat die Auswahl nach der volkswirtschaftlichen Wichtigkeit einer störungssicheren Versorgung der einzelnen Betriebe und nach der erzielbaren Brennstoffersparnis zu erfolgen. Es ist also einerseits eine Rangliste der Wärmeverbraucher aufzustellen, die nach der Dringlichkeit der Wärmeverversorgung geordnet ist, und anderseits ist zu untersuchen, wieviel kg Kohle in jedem einzelnen Fall durch 1 kWh ersetzt werden kann. Die Tabellen 1 und 2 geben hierüber einige Anhaltspunkte.

Die Rangordnung auf der Verbraucherseite muss nun aber auch dem Energieangebot der Werke angepasst werden. Dieses richtet sich in erster Linie nach der Wasserführung der Flüsse, die wir nicht beein-

flussen können. Sie wird aber auch durch die finanzielle Struktur der Kraftwerke und Verteilanlagen massgebend bestimmt.

An dieser Stelle ist auf den im Jahre 1941 vom Schweiz. Elektrotechnischen Verein und vom Verband Schweiz. Elektrizitätswerke aufgestellten Zehnjahresplan für den Ausbau der Wasserkraftwerke aufmerksam zu machen, der auf einem von der Arbeitsbeschaffungskommission dieser Körperschaften aufgestellten Arbeitsprogramm beruht. In diesem Programm sind technisch und wirtschaftlich abgeklärte unternehmungswürdige Arbeiten der Elektrotechnik von öffentlichem Interesse nach der Beschäftigungsmöglichkeit und nach der Bedeutung für die Ernährung sowie für die Rohstoff- und Energieversorgung übersichtlich zusammengestellt.

Neben ihren vielen Vorteilen hat die elektrische Energie den Nachteil, dass sie sich nicht in grösseren Mengen aufspeichern lässt. Vielmehr müssen die Kraftwerke (abgesehen von den Uebertragungsverlusten) in jedem Augenblick genau soviel Energie erzeugen, als die an sie angeschlossenen Verbraucher aufnehmen. Sie müssen also ihre Erzeugnisse aufs engste der ihnen von den Verbrauchern aufgezwungenen Belastung mit all ihren Schwankungen anpassen und dazu für die höchste Verbrauchs spitze ausgebaut sein, auch wenn diese Spitze nur selten auftritt.

Bekanntlich wird im Winter im allgemeinen wesentlich mehr elektrische Energie verbraucht als im Sommer, und es treten auch dann die grössten Verbrauchsspitzen auf; demgegenüber können die Laufwerke an den Flüssen wegen Wassermangels im Winter nur wenig Energie abgeben. Um dem Bedarf entsprechen zu können, muss Energie im Sommer in hochliegenden Speicherseen für den Winter bereitgestellt werden. Solche Speicherwerke kosten gewaltige Summen. Speicherenergie ist daher teuer. Immerhin zeigt sich, dass die Energiegestehungskosten bei den heute zur Diskussion stehenden Speicherwerken niedriger zu stehen kommen, als dies bei Brennstoff gefeuerten Kraftzentralen mit mittleren Vorkriegsbrennstoffpreisen der Fall wäre.

Die Ausbauleistung des einzelnen Werkes muss naturgemäß der Wasserführung entsprechen, die während einer angemessenen Zeit des Jahres tatsächlich verfügbar ist. Diese Leistung bestimmt die Erstellungskosten der Werke, die gegenüber Wärmekraftwerken gross sind und deren Verzinsung und Amortisation zur Hauptsache die Energiegestehungskosten ausmachen. Auch die weiteren Ausgaben für Verwaltung, Unterhalt und Betrieb sind fast ausschliesslich feste, von der Energieabgabe unabhängige Kosten. Im Gegensatz zur aus Brennstoffen erzeugten Energie bestimmen also bei den Wasserkraftwerken die Anlagekosten und nicht der Betriebsmittelverbrauch den Energiepreis.

Gross sind aber nicht nur die Kosten der Wasserkraftwerke, sondern auch die der Uebertragungs- und Verteilanlagen; sie bewirken angenähert eine Verdoppelung der Gestehungskosten. Damit diese Kosten tragbar werden, müssen die Werke und die Verteilanlagen möglichst voll ausgenützt sein. Man sucht die Täler im Belastungsdiagramm durch den

Anschluss von Stromverbraucher auszufüllen, die nicht, wie z. B. Lampen oder Elektromotoren jederzeit eingeschaltet werden, sondern deren Betrieb nur in Zeiten sonst schwacher Netzelastung freigegeben wird. Hierfür eignen sich nun vor allem Heizapparate in Verbindung mit Wärmespeicher. Warmwasserspeicher ohne innern Ueberdruck (Boiler) können bis 90 ° C aufgeladen werden; für höhere Temperaturen (bis rund 200 ° C) werden Hochdruckspeicher und Elektrokessel verwendet. Vielfach kann auch die elektrische Raumheizung zum Ausgleich herangezogen werden, wobei die Mauermassen als Speicher wirken. Die Speicherfähigkeit kann hier durch geeignete Oefen, wenn nötig erhöht werden. Die von den Elektrizitätswerken gewährten Sondertarife (Wärmestrom 3 bis 3,5 Rp./kWh, Strom für Elektrokessel minimal 1,5 Rp./kWh) haben solche Heizanlagen zu wirtschaftlichen Wärmequellen gemacht, die sich namentlich in den letzten Jahren weit verbreiteten und mithalfen, die Brennstoffnot zu lindern. Warmwasserspeicher vermögen einen für die Werke befriedigenden Tagesausgleich zu schaffen. Grössere Verbrauchslücken bestehen noch über Wochenende, wo der Industriebedarf ausfällt. Wie sie in wirtschaftlicher Weise ebenfalls ausgefüllt werden können, muss durch weitere Studien abgeklärt werden. Sehr erwünscht wäre ein Jahresausgleich auf der Verbraucherveite, durch den nicht nur die im Ueberfluss anfallende Sommerenergie verwertet, sondern auch die Uebertragungsleitungen und Verteilanlagen besser ausgenützt werden könnten. Denkbar wäre hierfür die Speicherung von Wärme oder Energie in chemischer Form, z. B. durch Fabrikation von Brennstoffen im Sommer. Bisher durchgeföhrte Studien lassen diese Möglichkeit als wirtschaftlich nicht interessant erscheinen. So bleibt vorläufig nur das Aufladen grosser Wärmespeicher im Sommer mit Abfallenergie, und die Verwertung dieser Wärme im Winter für Raumheizung, eventuell kombiniert mit Energieerzeugung in Heizkraftwerken. Hierfür bestehen verschiedene Vorschläge, so unter anderem der Geländewärmespeicher von Ing. E. Runte, von dem gegenwärtig eine Versuchsausführung zur Heizung eines Schulhauses in Zürich-Seebach erstellt wird. Wenn dieser Versuch befriedigt, dürften sich für die wärmewirtschaftliche Planung interessante Möglichkeiten eröffnen.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, erscheinen im Energiehaushalt der Werke die elektrischen Heizungen als Belastungsausgleicher, was im niedrigen Preis für Wärmestrom zum Ausdruck kommt. Diese Funktion können sie aber nur übernehmen, wenn sie jederzeit ganz oder teilweise abgeschaltet werden können, sobald die Werke vorrangige Lieferverpflichtungen erfüllen müssen. Nötigenfalls sind daher die elektrischen durch Brennstoff befeuerte Heizungen zu ergänzen, bei Elektrokesseln wird eine solche Hilfsheizung im allgemeinen vorgeschrieben. Das bedeutet wärmewirtschaftlich das Einbeziehen der Brennstoffreserven als Notspeicher zum Jahresausgleich in der Energieversorgung und stellt eine der zweckmässigsten Verwertungsformen der Brennstoffe dar. Jedenfalls ist sie viel besser, als ihr Ein-

satz in thermischen Kraftwerken, wo aus theoretischen Gründen rund zwei Drittel der eingeführten Wärme verloren geht (vgl. Tabelle 1).

### 8. Die elektrische Raumheizung

Auf Tabelle 1 sind für verschiedene Heizaufgaben die ungeföhren spezifischen Kohlenersparnisse aufgeführt, die bei ihrer Elektrifikation pro kWh Energieverbrauch erzielt werden können. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit findet man dort auch die Aequivalenzpreise für 1 t Kohle, die sich aus den heute gültigen Strompreisen ergeben. Aus Abb. 1 ersieht man, dass bei Einschluss der Krisenschwankungen und unter Berücksichtigung der Unsicherheit in den Lieferungen, die zum Anlegen von Reserven und zum Verfeuern teurer Ersatzbrennstoffe nötigt, vorsichtigerweise mit einem Durchschnittspreis von mindestens 120 Fr./t gerechnet werden muss.

Wie man aus Tabelle 1 ersieht, ergibt der Ersatz der Ofenheizung durch elektrische Heizkörper zwar hohe Betriebskosten; die spezifischen Brennstoffeinsparungen sind jedoch beträchtlich, namentlich in den Uebergangszeiten, wo sonst häufig angefeuert werden muss, was immer mit grösseren Wärmeverlusten verbunden ist. Hier ist demnach die elektrische Heizung in Uebergangszeiten angezeigt. Bei grösseren gut geföhrten Heizzentralen sind die Ersparnisse naturgemäß kleiner und die direkte elektrische Heizung wird unwirtschaftlich. Sie kommt jedoch in Verbindung mit Elektrokesseln, die über Nacht mit Abfallenergie aufgeladen werden, in Betracht.

Sehr viel grösser sind die erzielbaren Kohle einsparungen bei Raumheizzentralen mit Wärmepumpen, besonders, wenn die Heiznetze für niedere Vorlauftemperaturen (Strahlungsheizung) gebaut sind. Die hohen Anlagekosten solcher Anlagen und der Umstand, dass nur Winterenergie verwendet wird, gefährdet ihre Wirtschaftlichkeit und erfordern eine sorgfältige Auswahl der tatsächlich geeigneten Objekte durch erfahrene Fachleute, wobei sowohl die verfügbaren Wärmequellen, als auch die günstigsten Verbraucherkombinationen in Betracht zu ziehen sind. Günstige Verhältnisse ergeben sich in den Fällen, wo die Raumheizung mit Klimatisierung im Sommer oder mit ganzjähriger Warmwasserbereitung kombiniert werden kann (Hotels, Spitäler, Bäder). Besonders zweckmässig ist das Zusammenkuppeln von Kühl- und Heizaufgaben, die mit derselben Maschinenanlage gelöst werden können. Solche Möglichkeiten bestehen in Brauereien, Schlachthöfen, grossen Metzgereibetrieben, Milchzentralen, Kühlhäusern usw.; sie sind bisher nur vereinzelt, jedoch mit bestem Erfolg ausgenützt worden. In der Anwendung der Wärmepumpe bietet sich der wärmewirtschaftlichen Planung ein besonders reiches und dankbares Betätigungsgebiet.

Stärkste Verbreitung hat dank günstiger Strompreise die Warmwasserbereitung mit Nachtstrom in Boilern für Haushaltungen und Gewerbe gefunden; ebenso die industrielle Dampferzeugung in Elektro-

Tabelle 1. Spezifische Kohlenersparnis durch Elektrifikation von Heizbetrieben

Heizaufgabe	Art der Kohlenheizung	Art der elektrischen Heizung	Kohlenmenge, die durch 1 kWh ersetzt wird kg/kWh	Energieart	Energiepreis Rp./kWh	Aequivalenter Kohlenpreis Fr./t	Verhältnis der Stromkosten zu den Kohlenkosten bei einem Kohlenpreis von 120 Fr./t
Raumheizung	Ofen	Elektr. Heizkörper	0,25—0,33	Winterenergie	10	400—300	3,3—2,5
Raumheizung	Zentralheizung	Elektr. Heizkörper	0,2	Haushalttarif	10	500	4,15
Raumheizung	Zentralheizung mit Heizkörper	Wärmepumpe mit Flusswasser	0,77	Winterenergie	5,0	65	0,54
Raumheizung	Strahlungsheizung	id.	1,0	Grossbezügertarif	5,0	50	0,415
Warmwasser	Heizkessel	Boiler	0,2	Nachtstrom	3,0	150	1,25
Industriedampf	Mod. Dampfkessel	Elektrokessel	0,17	Abfallenergie	1,5	90	0,75
Käsereibetrieb	Dampfkessel	Elektrospeicher	0,28	Jahreskonstantenenergie	3,5	125	1,04
Eindampfanlg.	Triple-Effekt	Wärmepumpe für Brüdendampf	0,6	id.	3,5	60	0,50
id.	Simpel-Effekt	id.	1,3	id.	3,5	27	0,225
id.	Zucker-Fabrik	id.	0,65	id	3,5	54	0,456

Tabelle 2. Brennstoffverbrauch von thermischen Kraftzentralen und Lokomotiven

	Gesamt-Wirkungsgrad %	Brennstoffart	Preis Fr./t	Heizwert kcal/kg	Spezifischer Brennstoffverbrauch kg/kWh	Spezifische Brennstoffkosten Rp./kWh
Einfaches Dampfkraftwerk 12 atü 300 °C	13	Kohle	80	7'000	0,925	7,4
Modernes Dampfkraftwerk 60 atü 750 °C	29	Kohle	80	7'000	0,424	3,4
In absehbarer Zeit mögliches Dampfkraftwerk 140 atü 600 °C . . . . .	35	Kohle	80	7'000	0,350	2,8
Grosse Dieselmotoren . . . . .	37,3	Dieselöl	170	10'000	0,23	3,90
Einstufige Gasturbine . . . . .	18,0	Heizöl	100	10'000	0,48	4,8
Zweistufige Gasturbine . . . . .	23,0	Heizöl	100	10'000	0,37	3,7
Aerodyn. Kraftmaschine . . . . .	31,0	Heizöl	100	10'000	0,28	2,8
Lokomotive: Kohlendampfmaschine . .	8,0	Kohle	80	7'000	1,54 <sup>1)</sup>	12,3 <sup>1)</sup>
Gasturbine . . . . .	13,0	Heizöl	100	10'000	0,66	6,6
Dieselmotoren . . . . .	27,0	Dieselöl	170	10'000	0,32	5,5

<sup>1)</sup> Bezogen auf die Leistung am Radumfang.

kesseln mit Abfallenergie. Die für Boiler und Elektrokessel gelieferte Energie hat die Belastungstäler weitgehend ausgefüllt.

#### 9. Elektrische Heizung in Landwirtschaft und Gewerbe

Als ein typisches Beispiel der Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft und im Gewerbe ist in Tabelle 2 ein moderner Käsereibetrieb aufgeführt. Die Bernischen Kraftwerke haben auf Grund eingehender Studien verschiedene Käsereien modernisiert. Dabei wurden Hochdruck-Wärmespeicher aufgestellt, die ausgeglichene Belastungen bei kleinsten

Anschlusswerten sowie das Einhalten von Sperrzeiten unabhängig vom Wärmebedarf ermöglichen. Gegenüber dem bisherigen Dampfkesselbetrieb mit Kohlenfeuerung, der mit sehr schlechter Ausbeute arbeitet, ergibt die Elektrifikation neben einer bedeutenden Arbeitersparnis einen sauberen, wirtschaftlichen Betrieb. Wenn es sich hier auch nur um «kleine» Konsumenten handelt, so ist es volkswirtschaftlich sehr wichtig, dass in ihren zahlreichen Betrieben Fortschritte erzielt und so Sinn und Verständnis für eine planvolle Nutzung der uns zur Verfügung stehenden Mittel ins Land hinaus getragen werden. In der Schweiz gibt es rund 2400 Käse-

reien. Durch ihre Elektrifikation könnten mit rund 90 Mio kWh (davon rund 60 im Sommer und nur rund 30 im Winter) 25 000 t Kohle eingespart werden.<sup>2)</sup>

Die grössten Kohlenersparnisse ergibt die Elektrifikation von Eindampfprozessen mit Wärmepumpen, weil hier nur sehr kleine Temperaturdifferenzen zu überwinden sind. Die jährlichen Kohlenersparnisse mit den bis heute betriebenen Anlagen belaufen sich in der Schweiz auf etwa 50 000 t (rund das Zehnfache der mit Wärmepumpen für Raumheizung erzielten Ersparnisse). Die Vorteile sind so bedeutend, dass das Verfahren neuerdings in unseren Zuckerfabriken trotz der kurzen jährlichen Betriebszeiten angewendet wird.

#### 10. Heizkraftwerke

Wenn oben festgestellt wurde, dass reine Wärmekraftwerke zur Entlastung der Speicherwerke in unserem Lande im allgemeinen unwirtschaftlich hohe Energiegestehungskosten ergeben, so ändern sich die Verhältnisse, sobald die beträchtlichen Verlustwärmen für Heizwerke ausgenutzt werden. Zwar hat das Fernheizkraftwerk, das der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich angegliedert ist und im Winter gleichzeitig Energie und Wärme liefert, bei uns noch keine Nachfolger gefunden. Zweckmässiger erscheint es, die vielen industriellen Kesselanlagen, die in grossen Mengen Dampf von niedrigem Druck für Fabrikationszwecke liefern, schrittweise auf Hochdruckbetrieb auszubauen und den Dampf zunächst in Gegendruck-Dampfturbinen unter Arbeitsleistung auf den Heizdampfdruck expandieren zu lassen. In ähnlicher Weise liessen sich Druckluftanlagen mit Gasturbinen oder aero-

dynamischen Kraftmaschinen kombinieren und zur wirtschaftlichen Erzeugung von Energie und Wärme einsetzen. Durch den planmässigen Ausbau dieser Möglichkeiten wäre der bestehende empfindliche Mangel an Winterenergie einigermassen zu mildern. Das verlangt allerdings Wille und Verständnis zur Zusammenarbeit zwischen den wärmeverbrauchenden Industrien und den Elektrizitätswerken.

#### 11. Schlussbemerkung

Die Wärmewirtschaft unseres Landes stützt sich zum grösseren Teil auf importierte Brennstoffe, zum kleineren auf unsere eigene weisse Kohle. Beide Bezugsquellen sind beschränkt, die erste überdies krisenempfindlich und unsicher. Diese Eingeschränktheit und Fragwürdigkeit, die für unsere Versorgungslage von jeher kennzeichnend war und es auch stets fort bleiben wird, ruft nach planmässiger Nutzung der vorhandenen Mittel. Sie fordert aber auch von jedem einzelnen das Beherzigen des Wortes: «Wer nicht haushalten kann, schadet der Heimat!» Wir sind uns zwar im Zeitalter der Technik an eine andere hochmütigere Sprache gewöhnt: Die Technik verspricht, unsere verwöhntesten Wünsche zu erfüllen. Und so passt manchem die demütige Forderung nach Einteilen und Sparen nicht. Vergessen wir aber nie, dass ein Uebermass im Verbrauch materieller Güter, nicht nur andere zum Darben zwingt und so Ungerechtigkeiten und Spannungen bewirkt, die einer planmässigen Ordnung widersprechen, sondern auch den Verschwender in eine unwürdige Abhängigkeit von den Dingen bringt, die ihn belastet, während die Freiheit, deren wir uns so sehr rühmen, Demut, Bescheidenheit und nüchterner Wirklichkeitssinn voraussetzt, welches denn auch im Grunde kennzeichnende Züge schweizerischer Wesensart sind.

<sup>2)</sup> «Elektrizitätsverwertung» Nr. 7, Oktober 1945.



Abb. 5. Kohlenlager des Gaswerkes der Stadt Zürich.