

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67 (1949)
Heft: 3: Zum Rücktritt von Schulrats-Präsident Rohn

Artikel: Beitrag zur Theorie der Energiewirtschaft
Autor: Bauer, B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83983>

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: 14.01.2026

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

Es wird (Index 1 bezieht sich auf eine Ebene vor, Index 2 auf eine solche nach dem Gitter):

$$W = f_1 (p_1 + \varrho_1 w_1^2 - p_2 - \varrho_2 w_2^2) \\ = f_1 \varrho_1 w_1 \left\{ \frac{p_1}{\varrho_1 w_1} + w_1 - \frac{p_2}{\varrho_2 w_2} - w_2 \right\}, \\ \text{da } \varrho_1 w_1 = \varrho_2 w_2 \text{ ist.}$$

Mit der bekannten Beziehung:

$$\kappa \frac{p}{\varrho} = a^2 = \frac{\kappa + 1}{2} a^{*2} - \frac{\kappa - 1}{2} w^2$$

folgt nach einigen Umformungen:

$$(5) \quad W = \frac{\kappa + 1}{2\kappa} f_1 \varrho_1 w_1 a^* \left\{ M_1^* + \frac{1}{M_1^*} - M_2^* - \frac{1}{M_2^*} \right\}.$$

Als Widerstandsbeiwert, bezogen auf die Stirnfläche $ab = \Delta f$, ergibt sich:

$$(5a) \quad c_{ws} = \frac{W}{\frac{\varrho_1}{2} w_1^2 \Delta f} \\ = \frac{\kappa + 1}{\kappa} \frac{f_1}{\Delta f} \frac{1}{M_1^*} \left\{ M_1^* + \frac{1}{M_1^*} - M_2^* - \frac{1}{M_2^*} \right\},$$

oder bezogen auf die Tiefe l des Profils:

$$(5b) \quad c_{wl} = \frac{\kappa + 1}{\kappa} \frac{f_1}{bl} \frac{1}{M_1^*} \left\{ M_1^* + \frac{1}{M_1^*} - M_2^* - \frac{1}{M_2^*} \right\}.$$

Auch hier kann man eine Näherungsformel angeben: Mit

$$x = \sqrt{\frac{2}{\kappa + 1} \frac{\Delta f}{f_1}} \text{ folgt nämlich nach einiger Rechnung}^3):$$

$$(6) \quad c_{ws} = \frac{8}{3} \frac{(1 - M_1^*) \{1 + \alpha(1 - M_1^*)\}}{M_1^{*2} (2 - M_1^*)}$$

$$\text{wo } \alpha = \frac{(3 + \kappa)(3 - 2\kappa)}{6\kappa} \text{ ist.}$$

Für $\kappa = 1,4$ ist $\alpha \approx 0,1$. Mit $c_{wl} = lc_{ws}/d$ ergibt sich ein entsprechender Näherungsausdruck für c_{wl} .

Für die fünf untersuchten Anordnungen erhält man die Werte der Tabelle 1.

Tabelle 1

Messreihe	I	II	III	IV	V
t/l	2/3	1	4/3	2	4
M_1^*	0,687	0,744	0,778	0,819	0,872
M_1	0,653	0,713	0,749	0,793	0,852
c_{ws}	1,388	1,006	0,818	0,620	0,402
c_{wl}	0,109	0,079	0,0642	0,0487	0,0316

(Schluss folgt)

Beitrag zur Theorie der Energiewirtschaft

Von Prof. Dr. B. BAUER, Zürich

DK 330.12:620.9

(Vorbemerkung der Redaktion. Der vorliegende Aufsatz, in dem erstmalig ein grundlegendes Problem der Wirtschaftstheorie in der Denkweise und Darstellungsart des Ingenieurs abgeklärt wird, stellt einen Abschnitt eines in Bearbeitung stehenden Buches des Verfassers über Energiewirtschaft dar.)

Die Lehre von den theoretischen Grundlagen der Energiewirtschaft bezweckt die Erforschung der Vorgänge und Gesetzmässigkeiten, die sich im Zuge der Deckung der Energiebedürfnisse des Menschen abspielen. Sie strebt nur nach der Erkenntnis dieser Zusammenhänge, und je klarer sie sich diese Aufgabe abgrenzt, umso brauchbarer und standfester ist die damit geschaffene Grundlage, auf der sich die praktische Energiewirtschaft aufbaut. Diese forscht nach den Mitteln und Wegen zur Erreichung einer gesicherten und rationalen Energieversorgung, wobei der Umstand erschwierend in Erscheinung tritt, dass die Energiebedürfnisse des Menschen mengenmässig unbegrenzt, die Mittel zu deren Befriedigung aber nur in beschränktem Umfang vorhanden sind. Die Energiewirtschaftslehre begnügt sich also nicht allein mit der Betrachtung der betriebswirtschaftlichen Beziehungen der Produktions- und Verbraucherbetriebe; sie hat vielmehr

³⁾ Es ist hierfür notwendig, M_1^* und M_2^* etwas besser zu approximieren als in den Gleichungen (2a). Ist M_1^* genau $1 - x$, so folgt für M_2^* : $M_2^* = 1 + x + (3 - 2\kappa)x^2/3$.

in letzter Linie den gesamtwirtschaftlichen Aspekt im Auge. In diesem Sinne stellt sie offenbar nur ein Sonderproblem der Nationalökonomie dar, gleich wie z. B. die Landwirtschaft.

Merkwürdigerweise findet man aber in den führenden volkswirtschaftlichen Lehrbüchern die Energiewirtschaft kaum erwähnt. Ueber die Elektrizitätswirtschaft, eines ihrer Teilgebiete, wird gesagt, dass die Elektrizitätsliefer-Unternehmungen als Monopolbetriebe anzusprechen seien, weshalb die Preisbildung der elektrischen Energie nicht auf Grund der Marktesetze erfolge. Der Grund dieser irrthümlichen Auffassung ist offenbar im Umstand zu suchen, dass die betreffenden Autoren umsonst nach einem Elektrizitätsmarkt Ausschau hielten, auf dem der Vielheit von Elektrizitätsverbrauchern auch eine Vielheit von Produzenten elektrischer Energie gegenübersteht. In der Tat fehlt dieses Merkmal des Markts, das Konkurrenzprinzip, weil sich die Elektrizitätsunternehmungen auf öffentlich-rechtlichem oder privatrechtlichem Weg das alleinige Lieferrecht in ihren zugeordneten Versorgungsgebieten gesichert haben. Die Ausschaltung der Konkurrenz ist hier wirtschaftlich begründet, weil andernfalls die Mehrkosten, die aus dem Nebeneinanderbestehen mehrfacher Produktions-, Fortleitungs- und Verteilanlagen erwachsen müssten, dem Verbraucher der elektrischen Energie am Ende selbst zur Last fielen. Der Vorteil der Konkurrenz wäre zu teuer erkauft.

Das Liefermonopol der Produzenten bringt diese aber trotzdem nicht in den Genuss des Preisdiktats, weil die elektrische Energie auf der Nutzenergieseite dem Wettbewerb der andern Rohenergieträger begegnet. Die Verbraucher benötigen eben diese Träger in den meisten Anwendungsfällen nicht als solche, sondern sie brauchen Licht, mechanische Arbeit, Wärme und chemische Energie, und es ist ihnen unter Voraussetzung gleichen Nutzens privatwirtschaftlich gleichgültig, ob diese Nutzenergieformen aus Kohle, Brennholz, Oel, Gas oder elektrischer Energie erzeugt werden. Trotz der Monopolstellung der Elektrizitäts- und Gaswerke und einem faktischen Preisdiktat der Brennstoffproduzenten verbleibt daher den Verbrauchern die Freiheit in der Auswahl der Rohenergieträger, vorausgesetzt, dass ihnen dieser Vorzug nicht durch eine gelenkte Verteilung vereitelt wird. Man darf daher, immer unter dieser Voraussetzung, zwar nicht von einem Elektrizitäts- oder Gasmarkt, wohl aber von einem Energiemarkt reden.

Dieser Markt weicht in seiner Struktur allerdings etwas ab vom Gedankenmodell des klassischen freien Marktes. Es steht einer grossen Zahl von Verbrauchern nur eine verhältnismässig kleine Anzahl von Lieferanten mit grosser Produktionskapazität gegenüber. Auch ist die Qualität der Güter verschieden, die je zum Tausch gelangen. Zwar messen wir die Gütermengen alle im gleichen Energiemass, aber der effektive Nutzen der Rohenergieeinheit ist verschieden, je nach dem Grad der Eignung ihres Trägers zur Umwandlung in eine bestimmte Nutzenergieform. Er verändert sich auch für ein und die selbe Rohenergieart, je nach der Nutzenergieform, die erzeugt werden soll. Es spielen hier der physikalische Wert der Energien und der Stand der Technik ihrer Umwandlung hinein. Benötigt der Verbraucher z. B. 1000 kcal Nutzwärme in Form von Dampf, so hat er im Fall der Verwendung von Kohle vielleicht 1250 kcal Rohenergie aufzubringen, wogegen sich der Aufwand auf 1050 kcal verringert, wenn er die Kohle durch elektrische Energie ersetzen kann. Will der Verbraucher aber 1000 kcal mechanische Arbeit erzeugen, so sind hierfür mindestens 3000 kcal «Kohlenenergie» nötig, jedoch nur etwa 1200 kcal elektrische Energie.

Wir denken uns das Modell des Energiemarkts aus m Produktionsbetrieben $P_I, P_{II} \dots P_m$ und n Verbrauchern $V_a, V_b \dots V_n$ aufgebaut (Bild 1), wobei n mehrfach grösser ist als m . Die Brennstofflieferer können hierbei in Konkurrenz unter sich je mehrfach auftreten. Die Rechtecke U symbolisieren die Energieumwandlungsgeräte beim Verbraucher, welche die «zufließenden» Rohenergien (in Form von Brennstoff oder Elektrizität) in die Nutzenergien umformen, z. B. in Licht (L), in mechanische Arbeit (M), in Nutzwärme (W) oder in chemische Energie (Ch). Grundsätzlich vermag jede Rohenergieart vermittle einer geeigneten Umwandlungseinrichtung jede verlangte Nutzenergieform beim Verbraucher zu erzeugen, so dass jeder der m Produzenten bei hinreichender Produktionskapazität den Anspruch darauf erheben könnte, den gesamten Nutzenergiebedarf der n Verbraucher zu decken.

In Wirklichkeit teilen sich die m Produzenten in die Gesamtlieferung in einem durch die Gegebenheiten des Systems bestimmten Verhältnis. Dieses für ein gegebenes Versorgungsgebiet festzustellen ist Aufgabe der Energiestatistik. Das Spiel der (freigedachten) Wirtschaftskräfte aufzudecken, nach dem im gegebenen Fall eine bestimmte Verteilung zustande gekommen ist, gehört zur Theorie der Energiewirtschaft, wie auch die Frage der Beurteilung eines eingespielten Energielieferzustandes in gesamtwirtschaftlicher Betrachtung. Auf Grund dieser Ergebnisse prüft die praktische Energiewirtschaftslehre die technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten und Bedingungen eines allfälligen Eingriffs in die natürliche Verteilung. Eine solche Massnahme kann gesamtwirtschaftlich erwünscht sein, etwa im Sinne der Bevorzugung von landeseigenen Energiequellen zwecks sparsamsten Verbrauchs der importierten Rohenergie. Es können auch verbrauchswirtschaftliche Erwägungen den Eingriff in die natürliche Verteilung nahelegen.

Die Ueberlegungen der praktischen Energiewirtschaft sind immer raum- und zeitbedingt; sie sind im Einzelfall nur gültig für ein bestimmtes Versorgungsgebiet mit gegebenem Verbrauch und gegebenen Energieliefermöglichkeiten. Veränderungen in der Struktur des Verbrauchs und der Produktion können zu anderen Ergebnissen des energiewirtschaftlichen Programms führen. Die Frage nach dem einzuschlagenden Weg zur Verwirklichung eines als richtig erkannten Programms gehört in das Gebiet der Energiewirtschaftspolitik. In diesem Kreis höchster und letzter Erwägungen treffen sich die technischen und wirtschaftlichen Forderungen des Landes mit jenen ideeller Art.

Die Betrachtung der Energieversorgung vom Standpunkt eines besondern Energieträgers aus führt zur Behandlung der energiewirtschaftlichen Teilgebiete, z. B. der Gaswirtschaft oder der Elektrizitätswirtschaft. Die Grundlagen sind für alle diese Disziplinen die gleichen, und es gibt unter ihnen auch keine Rangordnung. Erst die praktische Energiewirtschaftslehre kann aus gesamtwirtschaftlichen Ueberlegungen die eine oder andere in den Vordergrund stellen, z. B. die Elektrizitätswirtschaft in Ländern mit reichen Wasserkraften, weil die elektrische Energie das geeignete Mittel zu deren Nutzung ist. Ungeachtet solcher Erwägungen höherer Ordnung ist der Verbraucher immer und überall geneigt, in der Erzeugung seiner Nutzenergieformen der Elektrizität den Vorzug zu geben, weil sie sich aus bekannten physikalisch-technischen Gründen für die Energieumformung besonders gut eignet. Dieser verbrauchsseitige Druck auf die allgemeine Energieverteilung kann das Energiewirtschaftsprogramm vor besonders schwierige Probleme stellen.

Untersuchen wir nun die Wirkungsweise unseres Energiemarktmodells, indem wir die beteiligten Wirtschaftssubjekte als Motoren einsetzen, d. h. ihren wirtschaftlichen Triebkräften freien Lauf lassen. Wir müssen hierbei zur Vereinfachung der Beziehungen zwei Voraussetzungen treffen: nämlich die hinreichende Produktionskapazität jedes Lieferers und die Geschlossenheit des Systems, d. h. es soll die Gesamterzeugung der m Produzenten allein und nur von den n Verbrauchern aufgenommen werden. Auf welche Weise entsteht dann die Verteilung der Energie und wie wird sie bewertet?

Zur Lösung dieser Aufgabe gehen wir schrittweise vor. Wir betrachten zunächst nur einen Produzenten P (z. B. eine Elektrizitätsunternehmung) und nehmen an, dass ihm allein die Energiebedarfsdeckung überbunden sei. Der jährliche Nutzenergiebedarf der n Verbraucher möge bekannt sein, ebenso die Wirkungsgrade der Energieumwandlungsgeräte, sodass die Rohenergiemengen bestimmt sind, die jeder Abnehmer vom Produzenten zur Anlieferung erwartet. Wir suchen nach den Preisen und dem wirklichen Lieferungsumfang, den der Produzent zu übernehmen in der Lage ist.

Der Rohenergiebedarf der Verbraucher V_a, V_b, \dots, V_n betrage E_a, E_b, \dots, E_n Einheiten und die noch zu bestimmenden Einheitspreise seien $e_{1a}, e_{1b}, \dots, e_{1n}$ vereinbart worden (Bild 2). Wenn der P -Betrieb alle diese Lieferungen übernehmen kann, beträgt sein jährlicher Erlös:

$$\sum_{i=1}^n (e_i E) = e_{1a} E_a + e_{1b} E_b + \dots + e_{1n} E_n$$

Die jährlichen Produktionskosten k_p des P -Betriebs setzen sich zusammen aus den vier wesentlichen Komponenten: 1. Kapitalkosten (Zins, Abschreibung, fiskalische Lasten),

2. Lohn- und Generalunkosten, 3. Aufwand für Betriebsstoffe und Unterhalt, 4. Fortleitungs- und Verteilungskosten. In betriebswirtschaftlicher Betrachtung lassen sich die Produktionskosten k_p in einen, im wesentlichen von der Produktionskapazität bzw. vom investierten Kapital abhängigen festen Anteil und in einen, im wesentlichen vom Jahresenergieumsatz abhängigen und folglich variablen Anteil aufspalten. Hierbei ist es von Bedeutung zu wissen,

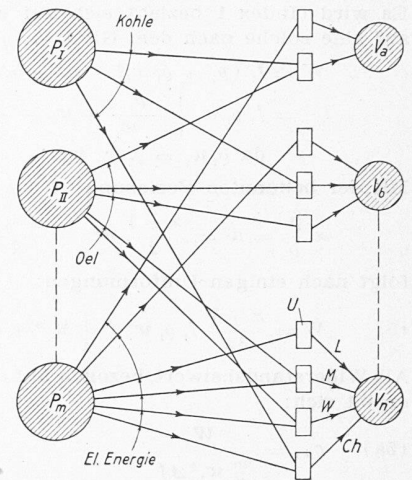


Bild 1

welche Anteile auf die einzelnen Energielieferungen E_a, E_b usw. entfallen. Offenbar spielt dabei neben der jährlichen Energiemenge auch die dem Verbraucher eingeräumte bezugsberechtigte Leistung bzw. ihr Anteil an der gesamten Produktionskapazität eine Rolle. Wir machen in der Folge von diesem Aufteilungsverfahren Gebrauch und nehmen an, es seien die den Lieferungen E_a, E_b usw. zugeordneten Produktionskostenbeträge zu k_{pa}, k_{pb} usw. ermittelt worden, wobei $k_p = k_{pa} + k_{pb} + \dots + k_{pn}$. Hierbei zerfällt wiederum jeder Teilbetrag in einen festen und einen variablen Anteil. Der P -Betrieb spaltet sich damit betriebswirtschaftlich in n Teilbetriebe auf, von denen jeder nunmehr nur einem einzigen Verbraucher gegenübersteht.

Für die Verbraucher V_a, V_b, \dots, V_n bedeuten die bezogenen Energiemengen natürlich je nur eines ihrer Produktionselemente. Sie benötigen daneben noch andere, wie z. B. Kapital, Arbeit, Werk- und Betriebsstoffe, die wir in die restlichen Elemente R_a, R_b, \dots, R_n zusammenfassen. Die Art der produzierten Güter der V -Betriebe mit den Jahresmengen S_a, S_b, \dots, S_n brauchen wir nicht zu kennen. Wir setzen nur voraus, dass es sich nicht um einmalige, sondern fortlaufende Lieferungen an Dritte handle, die die Jahreserlöse $x_a S_a, x_b S_b, \dots, x_n S_n$ hereinbringen mögen. Diesen stehen die Produktionskosten $k_{va}, k_{vb}, \dots, k_{vn}$ gegenüber, die wir in drei Komponenten aufteilen, nämlich z. B. für den V_a -Betrieb in die jährlichen Energiebezugskosten $e_{1a} E_a$, in die festen Jahreskosten $p K_{ea}$ der Energieumwandlungseinrichtung (wobei K_{ea} das investierte Kapital und p der entsprechende Jahreskostenfaktor) und endlich in den Produktionskostenanteil k_{ra} , den die restlichen Elemente R_a verursachen. Das Verhältnis der Energiebezugs- und Umwandlungskosten zu den übrigen Produktionskosten charakterisiert den Verbraucherbetrieb. Es kann von Fall zu Fall innerhalb weiter Grenzen schwanken (energie-, arbeits-, kapitalintensive Betriebe).

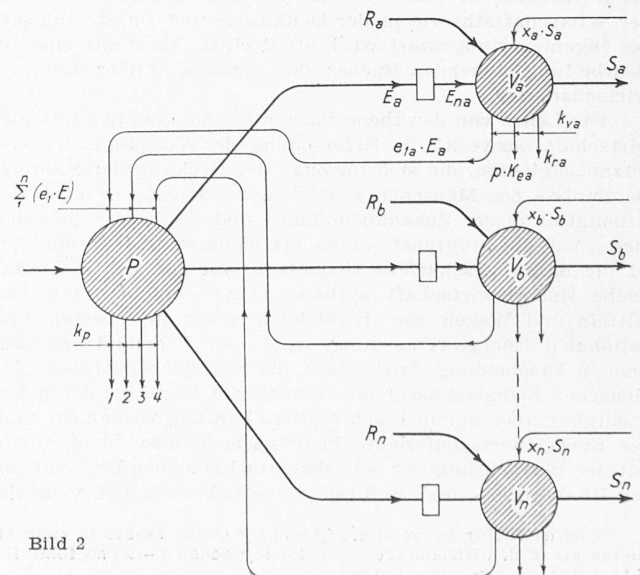


Bild 2

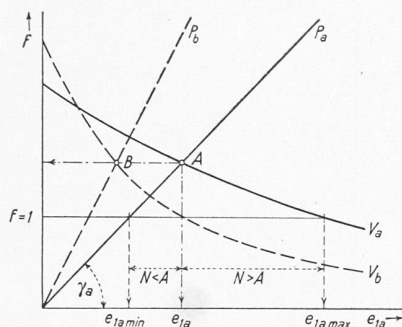


Bild 3

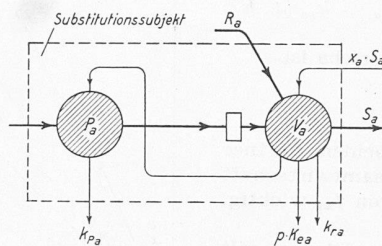


Bild 4

Wie entstehen nun aber die Preise, die für die Energielieferung von P an $V_a, V_b \dots V_n$ Geltung haben sollen? Zur Abklärung dieser Frage muss man sich der Spielregeln des homo oeconomicus erinnern, denen die Wirtschaftssubjekte P und V bei ungehemmter Auswirkung ihrer wirtschaftlichen Triebe Folge geben möchten. Beide sind einerseits bestrebt, ihre Produktionsgüter E , bzw. S zu einem möglichst hohen Gegenwert, d. h. zu einem grossen Preis e_1 , bzw. x an ihre Abnehmer weiterzugeben und andererseits bemüht, die Erzeugung dieser Güter mit einem minimalen Aufwand durchzuführen, d. h. die Produktionskosten k_p bzw. k_v möglichst tief zu halten. Man kann dieser Zielstreben der Einzelwirtschaft durch die Formulierung gerecht werden: Es soll das Verhältnis von Erlös zu Aufwand möglichst gross sein. Da wir beide im Geldwert messen, ist dieser Quotient eine reine Zahl; wir wollen ihn die *Wirtschaftlichkeit der Güterbeschaffung* nennen. Sie soll mindestens den Betrag «eins» erreichen, wenn immer möglich jedoch grösser sein, d. h. es soll dem Wirtschaftssubjekt ein Ueberschuss, ein Gewinn verbleiben.

Hier tritt die «Gewinnsucht» des homo oeconomicus zutage, und es drängt uns zu prüfen, ob sie mit der gesamtwirtschaftlichen Zielsetzung verträglich sei. Betrachten wir das Kräftefeld von einer höheren Plattform aus, so erkennen wir, dass der tiefere Sinn allen wirtschaftlichen Bemühens in der Ueberwindung der Diskrepanz zwischen Wollen und Können liegt, d. h. zwischen der Grenzenlosigkeit der Bedürfnisse und der Beschränktheit der Mittel zu deren Befriedigung. In der Tat ist alles, was wirtschaftlich einen Wert besitzt, nur in begrenztem Umfang vorhanden: das Kapital, die Energievorräte, die Werkstoffquellen, die menschliche Arbeit. Je knapper ein Gut, umso wertvoller ist es. Die Bedürfnisse nach diesen Gütern sind aber unbegrenzt. Der Energiebedarf z. B. steigt von Jahr zu Jahr an, und noch steht in keinem Land auf der Kurve des jährlichen Verbrauchs ein Sättigungspunkt in ferner Aussicht. Die Vernunft befiehlt uns daher, haushälterisch zu verfahren in der Verwendung der knapp vorhandenen Güter, sie dort in erster Linie einzusetzen, wo sie den grössten Nutzen bringen. Es soll mit möglichst geringem Aufwand an Produktionsmitteln ein möglichst grosser Nutzen erzielt werden. Das Verhältnis vom Nutzen zum Aufwand soll gross sein. Das ist aber gerade der Inhalt unserer Formulierung der Wirtschaftlichkeit der Güterbeschaffung.

Das privatwirtschaftliche Streben des homo oeconomicus ist also der gesamtwirtschaftlichen Forderung nach rationaler Verwendung der beschränkt vorhandenen Produktionsmittel gleichgerichtet. Er handelt im Dienste der Volkswirtschaft (ohne Absicht dies zu tun). Er dient ihr auch mit seinem Gewinnstreben, denn wenn die Bedürfnisstieferung stetsfort nach neuen Produktionsstätten ruft, woher sollte alsdann die Wirtschaft die Mittel zu deren Schaffung nehmen, wenn alle Einzelwirtschaften mit ihrem Erlös gerade nur die Produktionskosten zu decken vermöchten? Es ist uns im Rahmen dieser Betrachtung an der Einzelwirtschaft nicht wichtig, wer einen Gewinn erzielt hat, sondern dass überhaupt ein Gewinn erzielt worden ist.

Nach dieser kleinen Abschweifung kehren wir zu unserem Energiemarktmodell und seiner Preisfrage zurück. Infolge der gedachten Aufteilung des Produzenten P in n Teilbetriebe $P_a, P_b \dots P_n$ sind n Paare von Wirtschaftssubjekten $P_a/V_a, P_b/V_b \dots P_n/V_n$ geschaffen worden, die sich über die Preise $e_{1a}, e_{1b} \dots e_{1n}$ der Lieferungen $E_a, E_b \dots E_n$ zu verständigen haben. Jeder Partner möchte hierbei eine möglichst grosse Wirtschaftlichkeit f seines Betriebs erreichen. Für das Paar P_a/V_a lauten die Quotienten

$$f_{pa} = \frac{e_{1a} E_a}{k_{pa}}$$

$$f_{va} = \frac{x_a S_a}{e_{1a} E_a + p K_{ea} + k_{ra}}$$

Da der Preis e_{1a} beim Produzenten ein Faktor des Erlöses, beim Verbraucher aber eine Produktionskostenkomponente ist, will ihn der erste möglichst hoch, der zweite möglichst klein haben. In Bild 3 ist der Wirtschaftlichkeitsquotient für beide Subjekte in Abhängigkeit von e_{1a} aufgetragen, wobei angenommen ist, dass alle übrigen Werte der Ausdrücke für f_p bzw. f_v unverändert bleiben. Auf welchen Betrag von e_{1a} werden sich die Partner verständigen,

wenn wir uns voraussetzungsgemäss zunächst die Konkurrenz der andern Produzenten wegdenken? Offenbar liegt der Preis zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert, für welche f_{pa} bzw. $f_{va} = 1$ ist. Ausserhalb dieser Grenzen liegende Preise kann man den benachteiligten Partnern nicht zumuten, denn keiner will ein Verlustgeschäft ($f < 1$) abschliessen.

Natürlich spielt auch das Gesetz von Angebot (A) und Nachfrage (N) in den Preisentscheid hinein. Sind beide Partner gleichen Willens, gerade die fragliche Gütermenge E_a zu liefern bzw. zu beziehen, d. h. ist die angebotene Menge A gleich der nachgefragten Menge N gleich E_a , so ist der wahrscheinlichste Preis jener, der beiden Partnern die gleiche Wirtschaftlichkeit bringt (Schnittpunkt A). Ueberwiegt das Angebot ($A > N = E_a$), so nimmt P_a auch einen kleineren Preis bzw. eine kleinere Wirtschaftlichkeit in Kauf. Ueberwiegt die Nachfrage ($N > A = E_a$), so lässt die unzureichende Bedürfnisdeckung beim Verbraucher einen höheren Preis zu und er nimmt eine kleinere Wirtschaftlichkeit in Kauf. Der Nachweis des Gesetzes von Angebot und Nachfrage kann hier des mangelnden Raumes wegen nicht gebracht werden. Wie ersichtlich, können wir im Fall $A \neq N$ nur Mutmassungen über die Preislage anstellen, ihre genaue Ermittlung ist bei der vorliegenden Modellvorstellung nicht möglich. Wir operieren in der Folge immer mit dem «wahrscheinlichsten» Preis, der dem Schnittpunkt A in Bild 3 entspricht.

In der Grösse des Winkels γ_a steckt die Energiemenge E_a und der zugehörige Produktionskostenanteil k_{pa} ; es ist

$$\operatorname{tg} \gamma_a = \frac{E_a}{k_{pa}}$$

und damit wird nach der oben aufgeführten Gl. für f_{pa} :

$$f_{pa} = e_{1a} \operatorname{tg} \gamma_a$$

Je grösser dieses Verhältnis, umso steiler steigt die f_p -Gerade hoch, umso kleiner fällt bei gegebenem V -Partner der Preis aus und umso höher sind die zu erzielenden Wirtschaftlichkeitswerte. Die Wirtschaftlichkeitslinie des Verbrauchers fällt umso steiler nach unten, je grösser das Verhältnis der Energiebezugs- und Umwandlungskosten zum restlichen Anteil der Produktionskosten ausfällt (vgl. V_a mit V_b). Soll mit dem Verbraucherbetrieb V_b die gleiche Wirtschaftlichkeit erzielt werden wie z. B. mit V_a , so ist hierzu ein Produzent P_b erforderlich, dessen f_p -Gerade steiler ansteigt bzw. dessen Produktionskosten je Energieeinheit geringer sind als jene des Teilbetriebs P_a . Verbraucherbetriebe mit sehr flach verlaufender f_v -Linie sind in ihrer Wirtschaftlichkeit wenig preiseempfindlich. Bei ihnen können daher auch verhältnismässig ungünstig gelagerte Produzenten (kleiner Winkel γ) mit grösseren Preisen zur Lieferung gelangen.

Die Ungewissheit über die Höhe des Preises, den die beiden Partner vereinbaren, führt zur berechtigten Frage: Wie äussert sich denn am Ende das Treiben dieser Wirtschaftssubjekte in gesamtwirtschaftlicher Betrachtung? Gibt es in dieser Beleuchtung einen bevorzugten Preis? Zur Beantwortung stellen wir vorerst den Gesamtgewinn fest, den das Paar P_a/V_a erzielt. Er ist gleich der Summe der Einzelgewinne

$$g_a = g_{pa} + g_{va}$$

$$g_{pa} = e_{1a} E_a - k_{pa}$$

$$g_{va} = x_a S_a - e_{1a} E_a - p K_{ea} - k_{ra}$$

$$g_a = x_a S_a - (p K_{ea} + k_{ra} + k_{pa})$$

Man erkennt, dass der Energiepreis e_{1a} überraschenderweise ohne Einfluss auf den Gesamtgewinn ist, den das Paar erzielt und dass dieses in seiner gesamtwirtschaftlichen Aus-

wirkung durch ein einziges fingiertes Wirtschaftssubjekt ersetzt werden kann (Substitutionssubjekt), das die getrennten zwei Betriebe P_a und V_a zu einem zusammenlegt mit dem Erlös $x_a S_a$ und den Produktionskosten $p K_{ea} + k_{ra} + k_{pa}$ (Bild 4).

Die Wirtschaftlichkeit des Substitutionsbetriebs ist

$$f_{sa} = \frac{x_a S_a}{p K_{ea} + k_{ra} + k_{pa}}$$

Wir müssen feststellen, dass der Streit der beiden Partner P_a und V_a um den «gerechten» Preis e_{1a} die Gesamtwirtschaft nicht kümmert; für sie ist nur die Grösse von f_{sa} wichtig, die sie grösser als eins erhofft.

Was wir bis hierher für das Paar P_a/V_a ausführten, gilt sinngemäss auch für alle übrigen des Systems P/nV . Auch sie werden entsprechend den verlangten Energiemengen $E_b, E_c \dots E_n$ und den charakteristischen Daten der beteiligten Betriebe die Energiepreise $e_{1b}, e_{1c} \dots e_{1n}$ nach Massgabe grösster Wirtschaftlichkeit vereinbaren. Jedes neue Paar lässt sich wiederum durch ein Substitutionssubjekt ersetzen, sodass schliesslich die gesamtwirtschaftliche Auswirkung des Systems P/nV durch jene von n Ersatzbetrieben mit den Wirtschaftlichkeiten $f_{sa}, f_{sb} \dots f_{sn}$ darstellbar ist. Wir können diese in der Preis-Kosten-Ebene vektoriell zur Anschauung bringen.

In Bild 5 sind auf der Abszissenaxe die Produktionskosten k_s der einzelnen Substitutionsbetriebe und auf der Ordinatenaxe deren Erlöse e_s aufgetragen. Die Werte $\tan \gamma$ sind alsdann gleich den Wirtschaftlichkeiten f_{sa}, f_{sb} usw. Die eingezeichneten Richtstrahlen für $f = 0,8, 1,0, 1,2$ usw. erleichtern die Ermittlung dieser Grössen. Es entsteht die Frage nach dem ungünstigsten Ersatzsubjekt, welches noch zuzulassen ist (Grenzbetrieb). Geht man von der Annahme aus, dass keiner der n -Verbraucher einem Energiepreis zustimmen würde, der die Wirtschaftlichkeit des betreffenden V -Betriebs unter $f_v = 1$ bringen würde und dass der Produzent gleicherweise bei keiner Teillieferung einen Verlust erleiden möchte, so müsste der an der Grenze stehende Substitutionsbetrieb jener sein, der ein Paar ersetzt, bei dem sich beide Partner mit $f_p = f_v = 1$ begnügen. Es würde also in diesem Extremfall für die Gesamtwirtschaft kein Gewinn heraussehen, so dass die Wirtschaftlichkeit $f_s = 1$ wäre. In Bild 5 ist angenommen, dass dies der i -te Ersatzbetrieb sei.

Es können sich unter den n Paaren natürlich noch wirtschaftlich ungünstigere befinden, für die $f_s < 1$ ausfällt. Das würde sich im Wirtschaftlichkeitsdiagramm gemäss Bild 3 dadurch kundtun, dass der Schnittpunkt A oder B unter die Grenze $f = 1$ gerät. In diesem Fall müssten die Partner auf die Lieferung bzw. den Bezug der fraglichen Energiemengen verzichten mit der Erklärung, dass kein tragbarer Preis zustandegekommen sei. Wir erkennen hieraus, dass zwar der Preis nach früherem für die Wirtschaftlichkeit des Ersatzbetriebs belanglos ist, dass aber dem Kräftespiel um den Preis doch eine wichtige Funktion zukommt, nämlich jene der Auslese zwischen den günstigen und den ungünstigen Ersatzbetrieben: Es wirken nur jene oberhalb des Grenzbetriebs auf dem Markt.

In Bild 6 sind die n Vektoren (in anderem Masstab und nach Massgabe ihrer Wirtschaftlichkeit geordnet) zu einem Linienzug zusammengesetzt, der mit dem Vektor OA die Gesamtwirtschaftlichkeit des Systems P/nV darstellt. Hierbei misst die Projektion OB die gesamten Produktionskosten

$\sum_{i=1}^n (p K_{ei}) + \sum_{i=1}^n (k_{ri}) + k_p$ und die Projektion OC den gesamten Erlös $\sum_{i=1}^n (x_i S_i)$. Die Gesamtwirtschaftlichkeit des Systems wird zu

$$f_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i S_i)}{\sum_{i=1}^n (p K_{ei}) + \sum_{i=1}^n (k_{ri}) + k_p}$$

Der Ordinatenabschnitt AD bedeutet den gesamten Gewinn $g_s = e_s - k_s$. Da sich der Grenzbetrieb mit $f_s = 1$ am Schluss des Vektorzugs OA befindet, fällt er immer mit der 45°-Tangente an diesen zusammen. AD stellt also den grösstmöglichen Gesamtgewinn des Systems dar, denn würden Ersatzbetriebe mit $f_s < 1$ zugelassen, so würde sich der Vektorzug über A hinaus mit sinkenden Beträgen des Gesamtgewinns

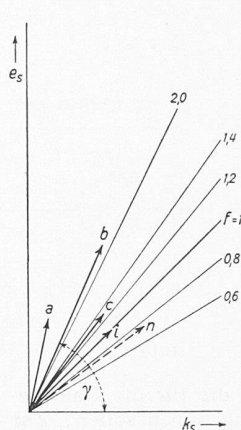


Bild 5

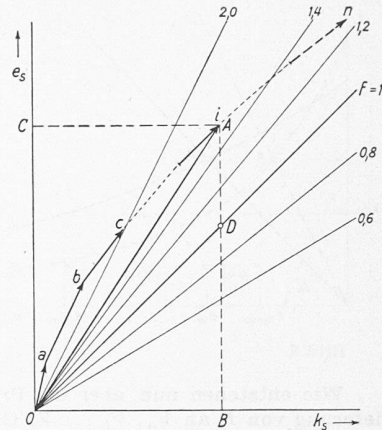


Bild 6

verlängern. Das Kräftespiel um den Preis und die individuelle Wirtschaftlichkeit der Partnerbetriebe wirkt sich also immer so aus, dass gesamthaft ein Höchstbetrag des Gewinns angestrebt wird. Wir müssen später zu dieser Feststellung eine einschränkende Bemerkung anbringen.

Im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit, der im nächsten Heft zum Abdruck gelangt, werden die Probleme des Wettbewerbs der Produzenten auf dem Energiemarkt behandelt, sowie jene, die sich auf das erweiterte Marktmodell, das nicht mehr geschlossen ist, beziehen. (Schluss folgt)

Zur Architektur organischer Naturverbindungen

Von Prof. Dr. L. RUZICKA, Zürich

DK 547.9

Es sind fast genau hundert Jahre her, dass August Kekulé die Strukturlehre gegründet hat. Diese bildet zusammen mit den ein Vierteljahrhundert später von Achille Le Bel und Jakob H. van't Hoff entwickelten Anschauungen über die räumliche Lagerung der Atome in den Molekeln die Grundlage der heutigen organischen Chemie. Das Verdienst Kekulé's liegt darin, klar erkannt zu haben, dass die Konstitutionsformeln der organischen Chemie, deren Bedeutung damals sehr unklar war, eigentlich die Baupläne von Molekeln darstellen. Heute scheint uns eine solche Ansicht selbstverständlich. Es sei jedoch daran erinnert, dass noch im Jahre 1843 ein bedeutender organischer Chemiker, Charles Gerhardt, folgendes schrieb: «Die Fragen in betreff der Molekulargruppierung der Körper sind ganz unzulänglich, denn der Geist wird niemals in das Innere des unermesslich Kleinen eindringen.»

Kekulé hat eine kleine Anzahl einfacher Prinzipien aufgestellt, die erlaubten, die Mannigfaltigkeit der organischen Chemie voranzusehen und die damals bekannten und die inzwischen neu entdeckten zahlreichen organischen Verbindungen in ein System einzuordnen, an dem bis heute nur sehr wenige Korrekturen und Erweiterungen angebracht werden mussten. Die Zahl der Verbindungen, die die Strukturlehre und ihre Erweiterung durch die Raumchemie (Stereochemie) voraussetzt, ist ausserordentlich gross. Man kann darnach z. B. bereits aus 39 Kohlenstoffatomen und 80 Wasserstoffatomen 23 647 478 933 969 verschiedene Verbindungen ableiten; das ist etwa 25 000 000mal mehr, als es heute bekannte organische Verbindungen aus allen Elementen zusammen gibt. Da die Verbindungen mit 39 und mehr Kohlenstoffatomen nicht selten in der Natur vorkommen, so ist leicht einzusehen, dass diese grosse Zahl von Möglichkeiten die Aufstellung ihres Bauplanes, oder wie der Chemiker sagt, die Ermittlung ihrer Konstitution, sehr erschweren muss.

Die zahlreichen Untersuchungen der organischen Naturverbindungen, die in den letzten Jahrzehnten durchgeführt wurden, führten glücklicherweise nun zum Schluss, dass die Natur im allgemeinen die unzähligen Möglichkeiten, die ihr die Systematik der organischen Chemie bietet, bei weitem nicht ausnützt, sondern sich meistens auf verhältnismässig sehr wenige allgemeine Bauprinzipien beschränkt. Unter Beibehaltung dieser Bauprinzipien variiert sie oft ausgiebig die Einzelheiten, so dass es bei Naturverbindungen trotzdem an Verschiedenheit nicht fehlt.