

Eindruck, die Energiewirtschaft müsse raschestens geändert werden, sollte eine weltweite Katastrophe vermieden werden. Stimmen wurden laut, die wirtschaftlichen Zuwachsraten müßten in Hinkunft wesentlich kleiner sein oder überhaupt verschwinden. Stehen wir tatsächlich vor einem solchen Umbruch?

Bisherige Entwicklung, gegenwärtiger Stand (Standortbestimmung)

---

### Energiebedürfnisse

Die Weltenergieproduktion hat seit Beginn dieses Jahrhunderts stetig exponentiell zugenommen. Die gegenüber 1900 2 1/2 mal so große Weltbevölkerung verbrauchte 1975 mehr als die 10-fache Energiemenge. Der Pro-Kopf-Verbrauch ist in den verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich und auch in den Industriestaaten derzeit noch weit geringer als z.B. in den USA (Abb. 1).

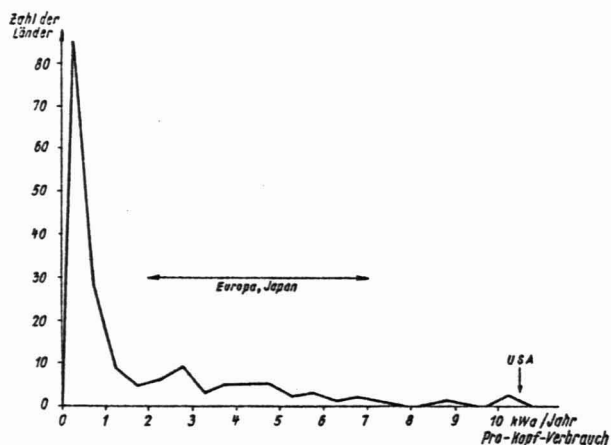


Abb. 1: Verteilung des spezifischen Energieverbrauches in der Welt (UNO-Statistik 1971 für 178 Länder)

Die Produktivität hängt eindeutig vom Energieeinsatz ab und es läßt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Volkseinkommen nachweisen. Es wurde nicht nur mehr Energie, sondern auch ständig höherwertige (bequemer einsetzbare) Energie verlangt. Der Verbrauch an elektrischer Energie ist daher überall stärker angestiegen als der gesamte Energieverbrauch.

Für die europäischen Industriestaaten galt bisher für die elektrische Energie sehr genau das Gesetz der Verdoppelung innerhalb von 10 Jahren (7,2 % jährlich).

### Energiepotential

- Bisher war die Energiewirtschaft von den fossilen Brennstoffen bestimmt, die sich allerdings gegenseitig ablösten und verdrängten. Dieser Wechsel hat sich jedesmal kontinuierlich vollzogen (Abb. 2).

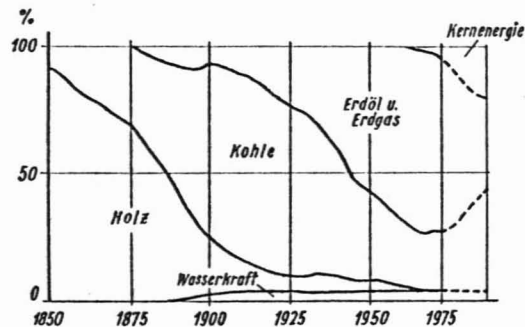
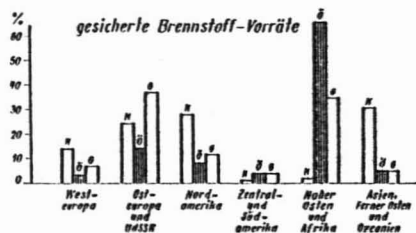
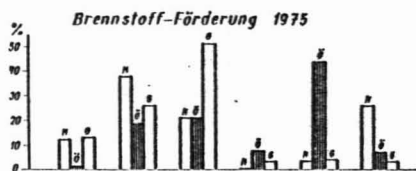
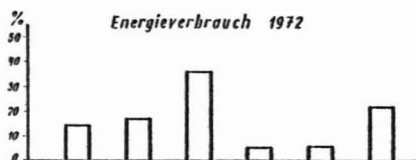


Abb. 2 Anteil der verschiedenen Energieträger an der Bedarfsdeckung in den USA

- Während die Weltkohlenvorräte zumindest noch für 1 bis 2 Jahrhunderte reichen, muß nach heutigem Wissen damit gerechnet werden, daß die Weltvorräte an Erdöl und Erdgas bei gleichbleibender Entwicklung in einigen Jahrzehnten erschöpft sind.
- Die Länder mit großem Energieverbrauch verfügen zwar über größere Kohlenvorräte, aber besonders jene Europas und Nordamerikas über praktisch keine oder viel zu geringe Vorräte an Erdöl und Erdgas (Abb. 3).



**Abb. 3** Verteilung des Energieverbrauches, der Brennstoff-Förderung und der Brennstoff-Vorräte in der Welt  
 H...Hohle U...Erde G...Erde

- Die Entwicklung der Energiewirtschaft in den letzten Jahrzehnten wurde sehr stark durch die gleichbleibenden Ölpreise (Abb. 4) bestimmt, die radikale Verteuerung anlässlich der "Ölkrise" hat wieder neue Relationen zwischen den verschiedenen Energieträgern hergestellt.
- Auch die bekannten Uranvorräte reichen, solange die derzeitigen Reaktortypen Anwendung finden, nur Jahrzehnte aus und sind auf der Erde sehr ungleichmäßig verteilt. Der hohe Energieinhalt je Gewichtseinheit erleichtert allerdings die Bevorratung wesentlich.
- Die herkömmliche Wasserkraft kann selbst bei forcierter Nutzung in der Weltenergiewirtschaft keine große Rolle spielen. In Österreich sind bereits 2/3 des verfügbaren Wasserkraftpotentials genutzt oder werden durch die laufenden Bauvorhaben einer Nutzung zugeführt.

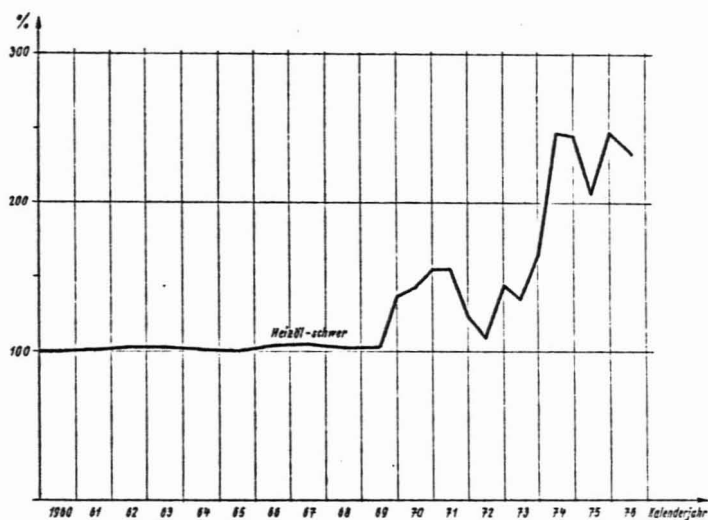


Abb. 4 Entwicklung der Heizölkosten seit 1960

### Energieumsetzung

- Um aus Rohenergie Nutzenergie zu gewinnen, bedarf es im allgemeinen verschiedener Energieumsetzungen und eines Transportes von Energie oder von Energieträgern (Abb. 5).
- Als Umweltschutzprobleme sind die Immission von Partikeln und Abgasen (Verbrennung, Kraftfahrzeuge) und die Abfuhr der Abwärme (Verluste) zu nennen. Im Zusammenhang mit der steigenden Verwendung schwefelreichen Öles hat sich insbesondere das  $\text{SO}_2$ -Problem verstärkt, eine Entschwefelung des Öls oder der Abgase hat sich bisher aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht durchgesetzt.
- Das Modell des Club of Rome muß als ernstzunehmende Mahnung betrachtet werden, ist für eine echte Aussage aber sicher zu stark vereinfacht und berücksichtigt einen künftigen technischen Fortschritt nicht.

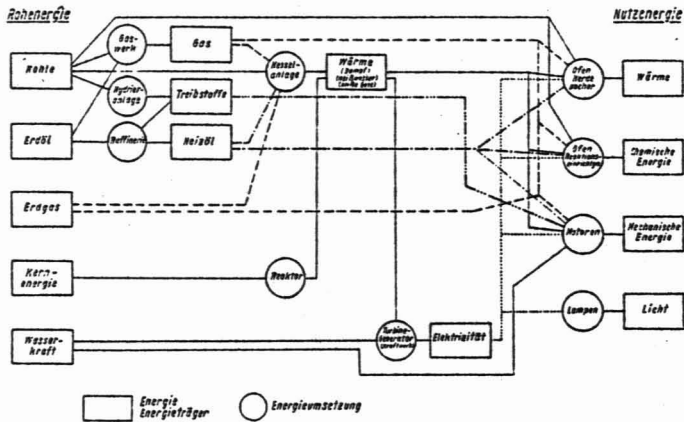


Abb. 5 Wahlweise Möglichkeiten der Gewinnung von Nutzenergie aus der vorhandenen Rohenergie

- Das Kernkraftwerk in Verbindung mit der nachfolgenden Umsetzung der elektrischen Energie in den Verbraucheranlagen darf gegenüber anderen Möglichkeiten als ausgesprochen umweltfreundlich bezeichnet werden. Die bisherigen Betriebsergebnisse in derzeit bereits gegen 200 in Betrieb befindlichen Kraftwerken mit zusammen mindestens 80.000 MW und darauf basierende Studien unterstreichen, daß diese Technik heute ausgereift ist und die Sicherheitsvorkehrungen als ausreichend zu betrachten sind. Die Bedenken der Kernenergiegegner zielen vor allem auf die Probleme der Brennstoffentsorgung, der späteren Stilllegung und bisher unbekannter Strahlenschädigungen hin.
- Ein weltweiter Energietransport war bisher nur bei Öl und in kleinerem Umfang bei Kohle möglich. Die Verbundwirtschaft innerhalb der Elektrizitätswirtschaft ist wohl sehr weit gediehen, größere Transporte zwischen Ländern und Kontinenten sind nach dem derzeitigen Stand der Technik nicht zu erwarten.
- Der Wirkungsgrad der verschiedenen Möglichkeiten der Energieumsetzung ist sehr unterschiedlich und teilweise sehr niedrig. So liegt der Betriebswirkungsgrad eines Benzinmotors bei 20 %. Der schlechte, bei 40 % liegende

Wirkungsgrad eines Wärmekraftwerkes wird durch den guten Wirkungsgrad der elektrischen Verbrauchsgeräte teilweise oder weitgehend ausgeglichen. Der Gesamtwirkungsgrad der Energiewirtschaft dürfte derzeit bei 50 % liegen.

- Der große Kapitalbedarf und die lange Kapitalbindung in der Energiewirtschaft zwingen zu langfristigen Planen.

## Zukunftsaspekte

---

### Entwicklung des Energiebedarfes

- Die wirtschaftliche Wachstumsrate der Industriestaaten mag kleiner werden, sie wird in einer gesunden Wirtschaft sicher nicht auf Null zurückgehen dürfen.
- Auch bei gleichem Pro-Kopf-Verbrauch müßte der Energieverbrauch zumindest mit der Bevölkerungszahl zunehmen.
- Es ist unvorstellbar, daß die Länder mit geringem Energiebedarf darauf verzichten, den Ländern mit hohem Pro-Kopf-Verbrauch nachzustreben. Ebenso ist es unvorstellbar, daß die Industrieländer ihren Energieverbrauch zugunsten der Entwicklungsländer einschränken.
- Gleiche Überlegungen gelten für die Bewohner eines Landes, die derzeit noch unterschiedlich mit energieverbrauchenden Geräten ausgestattet sind.
- Es muß angenommen werden, daß immer stärker auf hochwertige Energien (z.B. elektrische Energie) übergegangen wird.
- Eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Energienutzung ist anzustreben, kann jedoch höchstens eine Verlangsamung des Bedarfsanstieges bewirken. Jede Wirkungsgradverbesserung ist mit Investitionen verbunden und dementsprechend wirtschaftlich zu beurteilen.

## Übergang auf andere Energiepotentiale

- Gezeitenenergie, Windenergie und geothermische Energie werden vorläufig nur lokale Bedeutung erlangen.
- Pläne, das Grönlandeis oder die Energie der Meereswellen in größerem Umfang zu nutzen, sind derzeit ebenso wie extraterrestrische Sonnenkraftwerke als utopisch zu bezeichnen.
- Der Übergang von den derzeitigen Reaktoren auf die Schnellen Brüter würde vor allem das Energiepotential der Uranlager vervielfachen. Die technisch-wirtschaftliche Realisierung dürfte erst in 1 - 2 Jahrzehnten zu erwarten sein.
- Ob sich die Kernfusion technologisch lösen läßt, ist derzeit völlig offen.
- Als echte Alternative bietet sich sicher die Nutzung der Sonneneinstrahlung an, wobei insbesondere auch der Einsatz der Wärmepumpen bedeutungslos erscheint. Eine verbreitete Anwendung ist nicht zuletzt deshalb in näherer Zukunft nicht zu erwarten, weil der große Flächenbedarf (für 1000 MW-Kraftwerk z.B.  $30 \text{ km}^2$ ) und die starken jahreszeitlichen und täglichen Schwankungen erschwerend und hemmend sind. Hinsichtlich eines Umweltschutzes werden klimatologische Einflüsse noch zu untersuchen sein.
- Nicht zuletzt sei auf die beträchtlichen Kohlenvorräte hingewiesen, die zumindest als teilweiser und vorübergehender Ersatz von Öl und Erdgas in stärkerem Maße eingesetzt werden könnten. Einen vollen Ersatz werden sie keinesfalls bieten können.

## Übergang auf andere Energieträger

- Als möglicher neuer Energieträger für einen sehr großräumigen Energieaustausch bietet sich vor allem Wasserstoff an.
- Es wäre vorstellbar, daß bei Erschöpfung der Erdöl- und Erdgasvorräte im Zusammenhang mit konzentrierten Großkraftwerken eine großräumige Wasserstoffwirtschaft entstehen könnte.

- Weitere Entwicklung des Energiebedarfes:  
Wirtschaftswachstum oder volle Erhaltung des Lebensraumes?  
Zurück zu Kienspan und Fahrrad?
  
- Ersatz der fossilen Brennstoffe durch Kernenergie oder andere Energiequellen:  
Gibt es für den begonnenen und bereits sicher möglichen Weg zur Kernenergie-  
wirtschaft kurz- und mittelfristig eine Alternative?
  
- Einfluß des Umweltverhaltens auf die künftige Struktur der Energiewirt-  
schaft:  
Wie ist gutes Umweltverhalten zu bewerten?
  
- Entwicklung zu lokaler (nationaler) oder großräumiger (weltweiter) Energie-  
nutzung:  
Sonnenhaus oder Weltkraftwerk?
  
- Verbesserung der Wirkungsgrade:  
Wann sind Investitionen vertretbar und wirtschaftlich?  
Was kann durch Energiesparen erreicht werden?

Der umfangreiche Problemkreis und die zum Teil stark divergierenden Stand-  
punkte des heterogen zusammengesetzten Arbeitskreises führten zu intensiven  
Diskussionen.

Leider war die Zeit wieder einmal viel zu kurz, um alle angeschnittenen  
Probleme ausreichend behandeln zu können.



COMPUTERUNTERSTÜTZTE ENTSCHEIDUNGSFINDUNG (1)



Leitung:

Hans W. EDLINGER

Geboren 1943, Studium und Abschluß des Wirtschaftsingenieurwesens-Maschinenbau, 1974 Promotion an der TU Graz.

Derzeit im Manufacturing Industry Center der IBM für das Gebiet Marketing von IBM-Software im Ingenieurbereich tätig, sowie Lehrbeauftragter für Datenverarbeitung an der Universität Tübingen.

DIE EDV EIN HILFSMITTEL BEI BETRIEBLICHEN ENTSCHEIDUNGEN<sup>1)</sup>

1. TEIL

1. Anwendungsbereiche der EDV

- 1.1. Technische Bereiche
- 1.2. Betriebswirtschaftliche Bereiche

2. Modell- und computerunterstützte Entscheidungsfindung

- 2.1. Informationsbedarf
- 2.2. Programmmzugriff

2. TEIL (in der nächsten Ausgabe des "Wirtschaftsingenieur")

3. Neue Hilfsmittel der EDV

- 3.1. Interaktive Programmiersprachen
- 3.2. Netzwerkanordnung

4. Zusammenfassung

---

1) Diese Veröffentlichung basiert auf dem Referat "Computerunterstützte Entscheidungsfindung" gehalten anlässlich des WIV-Kongresses, Graz, 19. Juni 1976 und stellt die persönliche Meinung des Verfassers dar.