

Energie und Energieszenarien

Energie ist im technischen Zeitalter ein bedeutsamer Schlüssel zum Wohlstand. Begriffliche Definitionen werden erläutert. Schwerpunkt des Beitrages sind dokumentierte Energieszenarien bis Mitte 2000. Aus ihnen ist ersichtlich, dass in diesem Jahrhundert ein Umbau der Energiewirtschaft zwingend erforderlich sein wird. Abweichungen zu den Szenarien wird es durch politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen geben. Der globale Trend zur solaren Energietechnik wird sich verstärkt fortsetzen. Landtechnische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollten diesen Sachverhalt berücksichtigen.

Energie ist gespeicherte Arbeit und daher die Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Energie tritt in verschiedenen Erscheinungsformen auf. Und zwar als chemische Energie, als molekulare und atomare Bindungsenergie, als Energie der elektromagnetischen Strahlung, als Energie des elektrischen Stromes, als mechanische Bewegungsenergie mit potentieller und kinetischer Energie und als Wärmeenergie. Alle in der Landtechnik benutzten Energieformen sind mit nicht nutzbaren Verlusten ineinander umwandelbar und daher physikalisch betrachtet untereinander äquivalent. Energie oder das Arbeitsvermögen physikalischer Systeme basiert auf der Überlegung, dass die Gesamtenergie in einem abgeschlossenen System konstant bleibt und dass nach der Einsteinschen Gleichung $E [J] = m [kg] \cdot c^2 [m^2 s^{-2}]$ jeder Masse m eine Energie E äquivalent ist, wobei c die Lichtgeschwindigkeit darstellt. Nicht zu vergessen ist die Muskelarbeit als Arbeitsvermögen physiologischer Systeme, die global betrachtet ein sinnvolles Zusammenspiel mit physikalischen Systemen ermöglicht. Die Energie wird in den gleichen Einheiten wie die Arbeit gemessen, und zwar:

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ J} = 1 \text{ Wattsekunde} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Newtonmeter} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}.$$

Energietransformation, Energiedefinition und Energievorräte

Primärenergie ist die verfügbare Energie vor der anthropogenen (durch den Menschen beeinflussten) Energietransformation. Hierzu gehören bei fossilen Energien die Rohstoffe der verschiedenen Kohlen, Rohöle, Naturgase, bei den nuklearen Energien die Rohstoffe Uran- und Thoriumverbindungen, bei erneuerbaren Energien die solare Strahlung,

Abkürzungen

[*] OECD = Organization for Economic Cooperation and Development, Sitz der Gesellschaft in Paris, 29 Mitgliedsländer, vorwiegend westliche Industrieländer und einige Staaten Osteuropas und Asiens.

[**] OPEC = Organization of the Petroleum Exporting Countries, Sitz der Gesellschaft in Wien, 12 Mitgliedsländer (Algerien, Gabun, Indonesien, Irak, Iran, Katar, Kuwait, Libyen, Nigeria, Saudi-Arabien, Venezuela, Vereinigte Arabische Emirate, Ecuador 1992 ausgetreten).

die Umgebungswärme, die kinetische Energie von Wasser- und Windkraft, der Energieinhalt der Biomasse, der Energieinhalt von Meereswellen und Gezeiten, die Temperaturschichtungen der (ozeanischen) Wassermassen und die Energie des Erdmagma.

Sekundärenergie ist die Energie nach der Energietransformation der Primärenergie oder die weitere Energietransformation anderer Sekundärenergien, zum Beispiel Strom aus Kohle oder Sonnenstrahlung, Benzin oder Heizöl aus Rohöl, Briketts aus Kohle, Wasserstoff aus Naturgas oder Strom. Wasserdampf, Heizwasser, Strom, Wasserstoff sind Sekundärenergieträger, die in Form von Wärme, elektrische Energie oder chemische Energie gespeichert und transportiert werden können.

Nutzenergie ist die vom Verbraucher nutzbare Endenergie. Nutzenergie ermöglicht die erwünschten Energiedienstleistungen in Form von Wärme, Licht, Kraft und Kommunikationsenergie. Ziel aller Bestrebungen ist die Bereitstellung von Nutzenergie mit möglichst geringen Verlusten. Auch die Nutzenergie wird letztlich in Wärme umgewandelt und in die Umgebung abgegeben.

Hartwig Irps ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; e-mail: hartwig.irps@fal.de

Schlüsselwörter

Energiereserven, Energieressourcen, Nutzenergie, Primärenergie, Sekundärenergie, Energietransformation, Energieszenarien

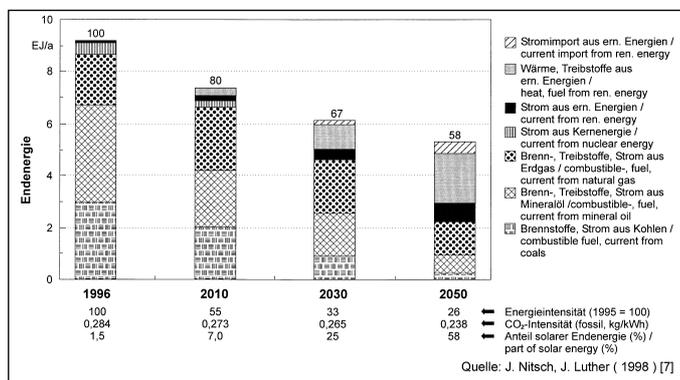
Keywords

Energy reserves, energy resources, useable energy, primary energy, secondary energy, energy transformation, energy scenarios

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 00306 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Bild 1: Struktur des Endenergieverbrauchs im Zukunftsszenario für Deutschland

Fig 1: Structure of end-energy use in the future scenario for Germany



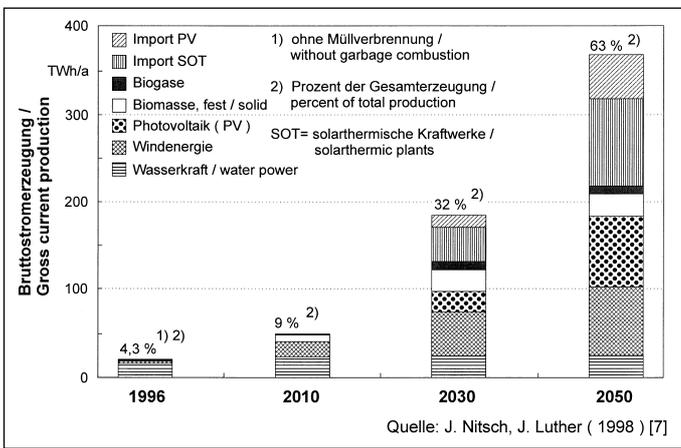


Bild 2: Beitrag erneuerbarer Energien an der Stromversorgung in Deutschland

Fig 2: Contribution of renewable energies to the current supply in Germany

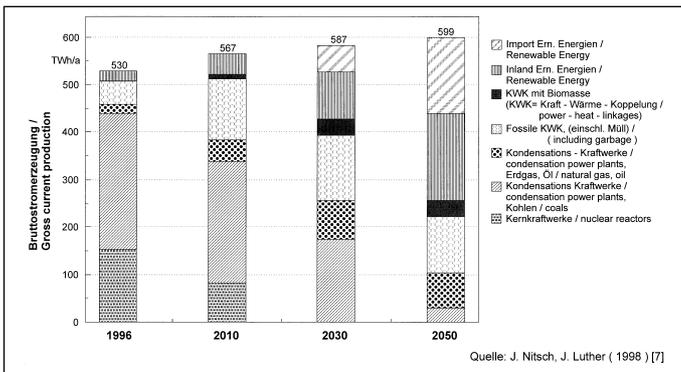


Bild 3: Struktur der Stromerzeugung im Zukunftsszenario für Deutschland

Fig 3: Structure of current production in the future scenario for Germany

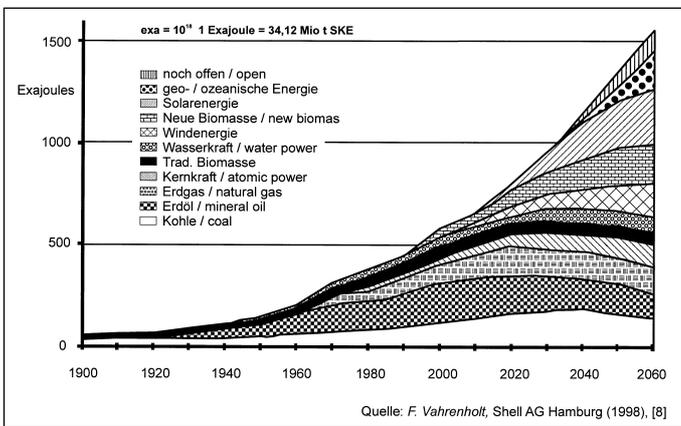


Bild 4: Energie-Szenario „Nachhaltiges Wachstum“ bis 2060

Fig 4: Energy scenario "Sustainable Growth" up to 2060

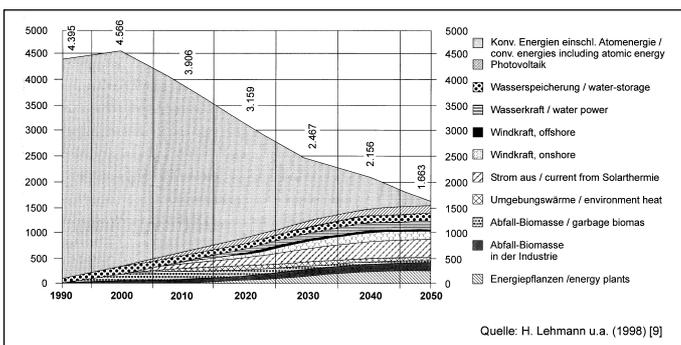


Bild 5: Energie-Szenario für Europa bis zum Jahr 2050

Fig 5: Energy scenario for Europe up to the year 2050

Endenergie ist die gebrauchsfähige Energieform, die aus der Transformation von Primär- oder Sekundärenergie entstanden ist, vermindert um Umwandlungs-, Speicher-, Leitungs- und Verfahrensverluste.

Energievorräte werden unterteilt in Energiereserven (wirtschaftlich nutzbar) und -ressourcen (nicht wirtschaftlich zu nutzen). Es wird vorausgesagt, dass die Energiereserven von Erdöl und Erdgas in der Mitte des 21. Jahrhunderts, von Kohle im 22. Jahrhun-

dert und von Uran bei einfacher Nutzung im 21. Jahrhundert verbraucht – das heißt anthropogen transformiert – sein werden [2, 4].

Weltbevölkerung

In den zurückliegenden 170 Jahren hat sich die Weltbevölkerung von einer Milliarde auf sechs Milliarden erhöht und wird vermutlich im Jahr 2020 acht Milliarden betragen. Und der Weltenergieverbrauch zwischen 1990

und 2020 wird nach Prognosen höher sein als der gesamte bisherige Energieverbrauch. Die größten Zuwachsraten werden außerhalb der heutigen Industrieländer erreicht. Noch vor dem Jahr 2010 wird Deutschland zu etwa 70% von Importenergien abhängig sein. Um künftigen Generationen ihren Anspruch auf Wohlstand erfüllen zu können, muß ständig die Frage nach den Energievorräten von morgen gestellt werden. Mit der Ressource „Wissen und technischer Fortschritt“ können durch verbesserte Explorationstechniken Energiere-sourcen in Energievorräte gewandelt und auch die Wirkungsgrade der Energietransformationen ressourcenschonend verbessert werden. So werden für die Energietransformation zu einer Kilowattstunde elektrischem Strom heute um die 300 g SKE (Steinkohleeinheit) benötigt, das ist rund die Hälfte weniger als in der Mitte des letzten Jahrhunderts [3].

Lagerstätten und Verbrauch

Die großen Erdöllagerstätten, die mehr als 68 Millionen Tonnen Erdöl enthalten, werden auch mit „Giants“ bezeichnet. Bemerkenswert ist die geologisch erklär-bare Tatsache, dass in einem Bruchteil der Giants – in den Megagiants – der Hauptanteil der Welt-erdöllvorräte enthalten ist [4]. Die Förderkurve aus den einzelnen Giants durchläuft in der Regel eine glockenförmige Gestalt. Beim Gipfelpunkt sind etwa 50% der förderbaren Vorräte verbraucht. Diesen Zeitpunkt nennt man „depletion midpoint“. Man kann heute sicher abschätzen, dass der Zeitpunkt, an dem 50% des Erdöls verbraucht sein werden, um 2010 bis 2020 erreicht sein wird. Fast alle OECD-Länder [*] haben den depletion midpoint bereits überschritten. Die meisten OPEC-Länder [**] haben diesen Punkt wegen der Megagiants noch vor sich und damit wird ihre Förderquote – weltweit betrachtet – in Zukunft ansteigen. Somit ist nicht auszuschließen, dass vergleichbare Situationen wie bei den Ölpreiskrisen in den Jahren 1973/74 und 1979/80 entstehen werden. Das Bestreben der EU-Länder zur Rückführung der Importabhängigkeit bekommt damit einen realen Hintergrund. Kaum verständlich ist somit die weit verbreitete Ignoranz gegenüber diesen Zusammenhängen. Zu wenig wird erkannt, dass eine Energiewende am Beginn dieses dritten Jahrtausends stehen wird und zur Absicherung des industriellen Standortes auch stehen muss. Das 20. Jahrhundert war das Jahrhundert des preiswerten pumpfähigen Öles.

Energieszenarien

zeigen Bild 1 bis 5 [5, 6]. Lösungsvorschläge [10 bis 13] sollten erarbeitet werden.