Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Band: 42 (1975-1976)
Heft: 103

Artikel: Alternative Energiequellen
Autor: Wettstein, Albert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-200722

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: 13.07.2025

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

Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing., Vol. 42, Nr. 103, November 1976, S. 19–24

Alternative Energiequellen

von Albert WETTSTEIN

Die Internationale Energieagentur (IEA) versteht unter Alternativenergien all jene Arten von Energie, welche die Abhängigkeit von importiertem Erdöl senken. Sie zählt also insbesondere auch im eigenen Land gefördertes Erdöl zu den Alternativenergien. Ich will nicht etwa versuchen, die Chancen abzuschätzen, ob in der Schweiz je ausbeutbare Vorkommen von Erdöl und Erdgas gefunden werden dürften, sondern möchte diese einleitende Bemerkung lediglich als Anlass dazu nehmen, Sie auf die Vorzüge aufmerksam zu machen, welche Erdöl als Energieträger dem Verbraucher bietet.

Gar oft hört man die Bemerkung, Erdöl hätte lediglich seines tiefen Preises wegen die uns allen leider nur allzugut bekannte Vormachtstellung errungen. Dass andere Gründe mitgespielt haben müssen, wird uns rasch bewusst, wenn wir uns vorzustellen versuchen, welche Änderungen einige Vorgänge durchmachen müssten, wenn sie ihre Energie nicht mehr aus flüssigen Treib- und Brennstoffen beziehen könnten. Mit Kernenergie lassen sich ein Stromnetz versorgen und ein System zur Fernwärmeversorung speisen. Der Antrieb eines Personenwagens über Batterien, die ihrerseits mit "Atomstrom" aufgeladen werden, verlangt aber gegenüber dem Benzinmotor bedeutende Abstriche: der Wagen wird klein, von Komfort kann kaum gesprochen werden, die Heizleistung ist minimal, Beschleunigung und erzielbare Reisegeschwindigkeit sind bescheiden, und der Aktionsradius schrumpft soweit zusammen, dass es wohl noch für die Fahrt zur Arbeit und für das Einkaufen reicht, aber weder für die Fahrt zum Ski-Wochenende noch für die grosse Ferienreise.

Ich wage die Behauptung, kein anderes Antriebssystem werde je in der Lage sein, dem Einzelnen soviel Gegenwert in der Form von Komfort und Freiheit zu gewähren, wie das Automobil in seiner heutigen Gestalt.

Die Sonnenenergie, die neben der Erdwärme langfristig das einzige sichere Energieeinkommen der Erde darstellen dürfte, liefert wohl das Vielfache dessen, was der totale Energieverbrauch auf der gesamten Erde je sein wird. Diese Feststellung nützt leider wenig, wenn unsere Warmwasserspeicher nach einer längeren Schlechtwetterperiode leer sind, wir aber gerne unser tägliches Bad nehmen möchten. Selbst in dem mit einem ausgeklügelten System von Sonnenkollektoren und Latent-Wärmespeichern ausgerüsteten Hause werden wir uns dereinst in dem auf einen Sonnenschein-armen Sommer folgenden strengen Winter nicht ohne gewisse Wehmut an die Zeit zurückerinnern, als ein derart unglückliches Zusammentreffen lediglich bedeutete, dass wir den für ein durchschnittliches Jahr berechneten Heizöltank schon im Februar auffüllen lassen mussten, anstatt die traditionell niedrigen Sommerpreise für Heizöl abwarten zu können.

Vortrag von Albert Wettstein, Shell (Switzerland), gehalten an der Jahresversammlung der Vereinigung Scheizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure vom 19. Juni 1976 in Neuenburg.

Auf die Dauer wird unser Streben dahin gerichtet sein müssen, den Raubbau an Energieträgern, die zudem oft auch Lieferant von Rohstoffen, insbesondere für die Kunststoff-Industrie sind, zu ersetzen durch die ausschliessliche Nutzung sich selbst erneuernder Energien. Wegen der meist nur lokalen Betrachtung und dem Fehlen einer globalen Übersicht kommen hier aber gerne Fehlüberlegungen vor. So werden Ebbe und Flut wohl im Wesentlichen durch die Bahnen von Erde und Mond bestimmt, der Gezeitenhub ist aber nicht direkt Ausdruck einer von aussen auf das System einwirkenden Kraft, sondern stellt lediglich eine erzwungene, ungedämpfte Schwingung dar. Würden weltweit Gezeiten-Kraftwerke gebaut, so würde diese Schwingung langsam gedämpft und der Gezeitenhub damit immer geringer. Eine interessante Folge wäre die allerdings nur geringfügige Verlangsamung der Erddrehung.

Für die geothermische Energie, welche in der Schweiz sicher einmal eine gewisse Bedeutung erlangen wird, gelten ähnliche Überlegungen. Wohl fliesst aus dem Erdinnern laufend die aus dem radioaktiven Zerfall stammende Wärme nach aussen, bei einer umfassenden Nutzung der geothermischen Energie besteht aber eine grosse Gefahr, dass nicht mehr nur die dauernd nachfliessende Wärme genutzt, sondern den angebohrten Erdschichten die über lange Jahre hinweg gespeicherte Energie entzogen wird.

Die genaue Untersuchung zeigt in beiden Beispielen, dass – entgegen der Meinung bei nur oberflächlicher Betrachtung – im eigentlichen Sinne Raubbau betrieben wird.

Diese Erscheinung ist leider typisch für praktisch das ganze Gebiet der Energiewirtschaft. Was gestern als die ideale Lösung der Zukunft angesehen wurde, die frei sein sollte von jeglicher Form von unerwünschten Auswirkungen auf die Umwelt, wird heute, nachdem die Zusammenhänge etwas besser bekannt geworden sind, mindestens von gewissen Kreisen wegen der nach ihrer Überzeugung nicht zu tolerierenden Umweltbeeinflussung angefeindet. Von manch neuen Technologien, denen grosse Chancen eingeräumt und die als genügend erforscht betrachtet werden, bleiben nach genauer Untersuchung mehr "wenn" und "aber" als positive Aussichten zurück.

Doch nun zu den einzelnen Energieträgern und den verschiedenen Energieformen.

Vom *Erdöl* möchte ich lediglich anführen, dass es Rohstofflieferant für weite Bereiche der chemischen Industrie ist, und dass aus ihm eine ganze Reihe verschiedenartiger Energieträger hergestellt werden, die grosse Energiedichte sowohl pro Volumen- wie pro Gewichtseinheit aufweisen, sich durch einfachste Handhabung bei Transport und in der Anwendung auszeichnen und relativ einfach zu lagern sind. Sie bieten kaum zu übertreffende Vorzüge bei der Anwendung als Energielieferant im Strassenverkehr, für den Antrieb von Schiffen und von Flugzeugen, sowie – wegen ihrer einfachen Lagerung – überall dort, wo der Energiebedarf ausgeprägte Spitzen aufweist, wie z.B. der Heizung mit fast ausschliesslichem Winterbedarf.

Erdgas ist in jeder Beziehung dem Erdöl ähnlich, sowohl in seiner chemischen Natur, wie nach seinen Vorkommen. Der wesentliche Unterschied liegt aber in der Leitungsgebundenheit seines Transportes, welche eine Belieferung von Gebieten mit geringem Energiebedarf pro Flächeneinheit unrentabel werden lässt.

Um Verkehrsmittel mit Erdgas zu betreiben, kann dieses bei -160° C verflüssigt und so mitgeführt werden. Technisch ist dies gelöst, die Erdölprodukte sind aber wirtschaftlich noch deutlich günstiger und werden dies wohl in die absehbare Zukunft hinein weiterhin bleiben. Wirtschaftlichkeitsgründe zwingen die Erdgasindustrie, ihre Abnehmer derart auszuwählen, dass das Rohrleitungsnetz sowohl im Tageszyklus als auch über das ganze Jahr hinweg möglichst gleichmässig ausgelastet ist. Wohl lässt sich mit geographisch verteilten Tages- und Jahreszeit-Speichern die Kapazität eines Netzes auch bei lokal stark schwankender Gasabnahme optimal ausnutzen, die dem Bau der dazu erforderlichen grossen Untertagspeicher vorauszugehenden Abklärungen der geologischen Verhältnisse sind aber

nach meinem Wissen im Falle der Schweiz noch nicht so weit fortgeschritten, dass die von dieser Seite her bestehenden Möglichkeiten klar abgegrenzt werden können.

Die voraussichtlichen Reserven an *Kohle* sind mindestens um den Faktor 10 grösser als für Erdöl. Einem Ausbau der Kohlewirtschaft oder gar der Verlagerung des Schwergewichtes vom Erdöl auf die Kohle stehen aber Schwierigkeiten im Wege, die bereits bei der Ausbeutung der Vorräte beginnen. Für den selbst bei starker Mechanisierung noch sehr arbeitsintensiven Untertage-Abbau fehlen die Arbeitskräfte, welche die beschwerliche und mitunter gefährliche Arbeit nicht scheuen, und gegen den bei wenig tief unter der Erdoberfläche liegenden Flözen möglichen Tagbau setzen sich Umweltschutzkreise zur Wehr.

Um Kohle ähnlich wie Erdöl in Rohrleitungen und in Tankschiffen transportieren zu können, wird an der Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von Kohle-Wasser-Schlamm gearbeitet, der dann im Tanker wieder entwässert wird. Das sich ebenfalls noch im Entwicklungsstadium befindende Verfahren der Heizöl-Kohle-Aufschlemmung bietet die Möglichkeit, die Verbrennung in Kesselanlagen ähnlich wie für Heizöl automatisieren zu können. Wegen des immer recht hohen Aschegehaltes von Kohle müssen derartige Feuerungsanlagen mit Rauchgasfiltern ausgerüstet sein, damit die Umwelt nicht ungebührlich belastet wird. Dies ist sowohl aus technischen wie aus wirtschaftlichen Gründen nur in grossen Anlagen möglich, wie sie in der Industrie gebräuchlich sind und für Fernheizzentralen in Frage kommen.

Für den Betrieb der Heizanlagen von Wohnhäusern mit Kohle, bietet sich der Weg der Vergasung an mit nachfolgender Einspeisung des Kohlegases, das eigentlich ein synthetisches Erdgas darstellt, in ein Gasnetz, womit sich kleine wie grosse Heizkessel weiterhin vollautomatisch mit aus Kohle stammender Energie betreiben lassen, ohne dass die Umwelt durch den Austritt von Schadstoffen zusätzlich belastet würde.

Aus der Zeit des Zweiten Weltkrieges sind uns die Verfahren der sogenannten *Kohleverflüssigung* noch in Erinnerung, bei der Benzin und unter Umständen auch Flugpetrol und Dieseltreibstoff synthetisch aus Kohle und Wasser hergestellt werden. Mit vergleichsweise einfacheren Anlagen und mit geringerem Energieaufwand lässt sich aus Kohle Methanol (Methyl-Alkohol) herstellen, der als Treibstoff für Automobile in Frage kommt, sei es in einer Mischung mit konventionell hergestelltem Benzin oder rein.

Für eine noch fernere Zukunft wird an der Entwicklung von Verfahren zur *Vergasung der Kohle* direkt in ihren Lagerstätten gearbeitet. Damit würden die bei der Förderung der Kohle anfallenden Probleme elegant umgangen.

Innerhalb der *Kernenergie* ist zu unterscheiden zwischen der in der praktischen Anwendung voll beherrschten *Kernspaltung* und der in Form der Wasserstoffbombe bekannten *Kernverschmelzung*, die aber von einer Verwirklichung in Anlagen zur kommerziellen Energieerzeugung noch weit entfernt und deren Einbezug in ein zukünftiges Energiesystem deshalb weitgehend spekulativ ist.

Bei den Angaben über die weltweiten Lager an spaltbarem Uran gilt es zu berücksichtigen, dass die ausbeutbaren Vorräte eine Funktion des Preises sind, den man für das spaltbare Produkt zu zahlen bereit ist. Ab einem gewissen Preis lohnt es sich, Uran aus dem Meerwasser zu gewinnen, womit der Umfang der ausbeutbaren Reserven sprunghaft ansteigt. Unabhängig davon wird es aber erforderlich sein, eine Generation von *Brutreaktoren* zu entwickeln und in Betrieb zu nehmen, die einerseits in ihrem Spaltprozess selbst Wärme zum Betrieb eines Kraftwerkes erzeugen, anderseits spaltbares Material für die Beschickung eines oder mehrerer konventioneller Reaktoren produzieren. Scheitert diese Entwicklung nicht am Widerstand einzelner Kreise und gelingt es, den gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktor zur wirtschaftlichen Reife zu bringen, so steht uns mit dem Verfahren der Kernspaltung ein Energiesystem zur Verfügung, mit dem alle Gebiete menschlicher Aktivität bedient werden können. Die Prozessenergie wird darin der Industrie direkt über

einen Wärmeträger geliefert, die Versorgung der Wohnhäuser mit Warmwasser und Heizenergie geschieht in dichtbesiedelten Gebieten über Fernheizsysteme, in abgelegenen Gebieten über die Elektrizität, sei es durch Ausnützung der Nachtenergie in Speicheröfen oder über Wärmepumpen, und die nicht über Oberleitungen oder Batterien zu betreibenden Verkehrsmittel, also insbesondere Flugzeuge, Lastwagen und Privatautomobile, werden durch Wasserstoff angetrieben, der entweder elektrolytisch durch Verwendung von Nachtstrom oder aber durch thermische Spaltung des Wassers durch direkte Ausnützung der im Hochtemperaturreaktor erzeugten Wärme gewonnen wird.

Wie immer man sich zur ganzen Problematik im Zusammenhang mit der Kernenergie stellt, eines steht fest, dass wir daran gehen müssen, die Nutzung aller Arten der sich ständig erneuernden Energie voranzutreiben mit dem Endziel, nicht mehr von der Substanz zu leben und so das über Jahrmillionen angesammelte Vermögen in einigen Generationen aufzubrauchen, sondern nur noch das laufende Energieeinkommen der Erde zu nutzen. Dieser Energiezufluss stammt zum überwiegenden Teil von der Sonne und erreicht die Erde in der Form der Sonneneinstrahlung. Zu einem weit geringeren Teil besteht er in der Erdwärme, herrührend vom radioaktiven Zerfall im Erdinnern und schliesslich in relativ bescheidenem Umfang in der gegenseitigen Beeinflussung der Himmelskörper, die als Ebbe und Flut in Erscheinung tritt und die Möglichkeit zu ihrer Auswertung bietet.

Für die Nutzbarmachung der *Sonnenenergie* besteht einmal die Möglichkeit der direkten Erzeugung von Elektrizität in sogenannten Sonnenzellen durch Ausnutzung des fotovoltaischen Effekts. Sonnenzellen, meist auf der Basis von Silizium-Halbleitern, haben sich in der Raumfahrt bewährt. Die Kosten sind aber noch immens, und selbst unter der Annahme der aus andern Gebieten der Elektronik bekannten drastischen Senkung der Gestehungskosten für in grossen Massen hergestellte Gebrauchsgüter, sind Sonnenzellen noch sehr weit von einer kommerziellen Anwendung entfernt. Für die Nutzung dieses Verfahrens ist im Sinne einer Zukunftslösung ein Projekt vorgelegt worden, das die Ausrüstung eines Satelliten mit grossen Sonnensegeln vorsieht, dessen Umlaufbahn so weit von der Erde entfernt liegt, dass er stationär bleibt. Die in den Sonnenzellen gewonnene elektrische Energie würde in der Form von Mikrowellen auf die Erde übertragen, wo sie in einer grossen Antenne aufgefangen würden. Man wird allerdings ein leicht ungutes Gefühl nicht los, wenn man sich vorstellt, die Ausrichtung der Antenne dieses Satelliten auf die Empfangsantenne auf der Erde könnte einmal eine Störung erleiden und ausserhalb liegende Landstriche würden in den Bereich dieses Energie-intensiven Strahls gelangen!

Weit weniger kompliziert ist die Erzeugung von Wärme im *Sonnenkollektor.* Er hat in seiner einfachsten Form des Flachkollektors den Vorteil, auch die diffuse Strahlung aufzufangen und nicht auf genaue Ausrichtung nach dem momentanen Sonnenstand angewiesen zu sein. Als Nachteil muss die beschränkte praktisch erreichbare Temperatur in Kauf genommen werden, deren obere Grenze in der Schweiz auch für weiterentwickelte Aggregate zwischen 65 und 80° C liegen dürfte. Damit lässt sich wohl Brauch-Warmwasser herstellen, die Speicherung der für die Heizung im Winter erforderlichen Wärmemengen über den Sommer ist aber mit Warmwasser von knapp über 60° C kaum zu bewerkstelligen, wie eine Überschlagsrechnung für das erforderliche Volumen des maximal zu isolierenden Wassertankes leicht zeigt. Falls je eine Substanz gefunden wird, die in der Umgebung von 60° C schmilzt und die eine grosse Schmelzwärme aufweist, erhielte das Speicherproblem ganz neuartige Aspekte. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, dass Wasser bei 0° C durch die Umwandlung zu Eis soviel Wärme abzugeben in der Lage ist, wie das gleiche Wasser bei der Abkühlung von 80° C auf 0° C.

Höhere Temperaturen liefert der Parabolspiegel. Dieser hat aber den Nachteil, dass er nur die direkte Sonneneinstrahlung ausnutzt, also schon bei leicht wolkigem Wetter unwirksam wird, und dass die Reflektoren auf die Sonne ausgerichtet, sie also ihrem Lauf

ständig nachgeführt werden müssen. Auf diese Art lassen sich thermische Kraftwerke bauen, die ihres grossen Landbedarfs wegen aber eher in Wüstengebieten als in unserer Alpenwelt denkbar sind. In Frankreich erzeugt ein Sonnenofen auf ein kleines Gebiet konzentriert gar Temperaturen von über 1000° C. Allerdings ist der Aufwand an einzeln gesteuerten Spiegeln im Vergleich zur erzielten thermischen Leistung enorm.

Die durch die Sonneneinstrahlung bewirkte und vor allem in tropischen Zonen bedeutende *Aufwärmung der oberen Wasserschichten der Meere* erlaubt den Betrieb von Wärmekraftmaschinen durch Ausnutzung des Temperaturunterschiedes zwischen der Wasseroberfläche und den tieferen Zonen. Infolge des geringen Temperaturgefälles ist der Wirkungsgrad mit nur 1 bis 2% sehr bescheiden. Dies ist aber kaum von Bedeutung, da ja die Roh-Energie gratis geliefert wird. Der Unterhalt solcher in der Herstellung recht teuren Anlagen gestaltet sich recht aufwendig wegen des durch das salzhaltige Meerwasser bedingten starken korrosiven Angriffes.

Die Temperatur der Erdkruste nimmt gegen das Erdinnere um rund 3° C pro 100 Meter zu. Je nach den geologischen Verhältnissen können lokal wesentlich höhere Temperaturgradienten vorkommen. Die Nutzung der *geothermischen Energie* geschieht durch Einpumpen von Wasser in einem und die Entnahme des aufgeheizten Wassers in einem nahe gelegenen zweiten Bohrloch. Damit können Wohn- und Gewächshäuser geheizt werden, und unter besonders günstigen Verhältnissen lässt sich über Dampfturbinen elektrischer Strom erzeugen. Ein schwer zu lösendes Problem stellt mitunter die Verunreinigung des aufgewärmten Wassers durch in den tiefen Schichten herausgelöste Salze dar. Die Leistung derartiger Kraftwerke ist relativ beschränkt, und so werden in Italien mit total über 600 Bohrstellen nur knapp 300 Megawatt elektrischer Strom produziert, was ungefähr der durchschnittlichen Leistung eines kleineren Kernkraftwerkes wie Beznau oder Mühleberg entspricht.

Die *Wasserkraft* stellt eine weitere Variante der Sonnenenergie dar. Bei einer allfällig überproportionalen Steigerung der Energiepreise im Vergleich zu den Baukosten ist ein weiterer Ausbau der Wasserkräfte in der Schweiz nicht ausgeschlossen. Es kann sich dabei aber nur noch um relativ kleine Werke handeln. Offen bliebe die Frage, ob sich nicht Naturschutzkreise gegen ein solches Vorhaben zur Wehr setzen würden.

Mit der Ausnutzung der *Windenergie* wird indirekt wieder die Sonnenenergie genutzt. Der Hauptnachteil des Windes als Energielieferant besteht in seiner Unregelmässigkeit. Der in einem Windgenerator erzeugte Strom kann deshalb nur über einen Speicher verwendet werden, dessen einfachste Form in einem Warmwasserspeicher besteht. Das Windrad muss mit einer Sicherheitsvorrichtung zum Schutze vor der Einwirkung von Sturmböen ausgerüstet sein, und in der langen Geschichte der Windräder hat mit Ausnahme der eigentlichen Windmühle bisher noch kein Windgenerator mit einer Nennleistung von mindestens einigen Dutzend Kilowatt überlebt. Alle grösseren Anlagen sind irgendwann einmal einem Sturm zum Opfer gefallen.

Zudem ist die Energiedichte recht bescheiden. Ein Generator mit 40 kW Nennleistung und entsprechend etwa 15 kW durchschnittlicher Leistung bei günstigen Windverhältnissen, wie sie in der Schweiz in der Umgebung des Chasseral herrschen, erfordert ein Windrad mit rund 8 m Durchmesser. Damit liesse sich genügend Heizenergie für ein Einfamilienhaus erzeugen, das Windrad würde aber visuell das Haus dominieren, und der Bau derartiger Anlagen im grösseren Stil würde wohl am Veto der Landschaftsschützer scheitern.

Die Umwandlung der in den *Wellen der Seen und Meere* enthaltenen Energie in Nutzenergie ist ein indirekter Weg der Auswertung der Windenergie. Eine für Frankreich durchgeführte Überschlagsrechnung zeigt, dass der Ausbau sämtlicher ihrer Meeresufer eine Stromproduktion aus der Wellenenergie ergeben würde, die energiemässig rund 7 Mio. t Erdölprodukten pro Jahr entspricht, also rund der Hälfte des schweizerischen Bedarfes,

Im *Holz* unserer Wälder ist Sonnenenergie in chemischer Form gespeichert. Der Anteil von 1,3% des Holzes an der Schweiz. Energiebilanz des Jahres 1975 wirkt bescheiden. Mit der auch aus anderer Sicht wünschbaren intensiveren Nutzung der Wälder wird eine Steigerung bis 1985 auf 1,7% als möglich erachtet. Diese Verbesserung um 0,4% bei leicht steigendem totalen Energieverbrauch ist zu vergleichen mit 0,5%, welche die Kommission zur Erarbeitung eines Gesamtenergiekonzepts im Jahre 1985 mit alternativen Energien zu decken hofft, also hauptsächlich mit Sonnenenergie und durch Müllverbrennung.

Die in den verschiedensten Pflanzen steckende Energie dient einmal zur Ernährung von Mensch und Tier. In den Kläranlagen werden dann die Träger der Restenergie in Gärungsprozessen zu Methan-Gas umgewandelt, das heute schon genutzt wird, sei es direkt in Gasmotoren in den Kläranlagen selbst oder in komprimierter Form zum Antrieb von Fahrzeugen. Für Landwirtschaftsbetriebe schlägt man das Auffangen des als *Biogas* bezeichneten, ebenfalls aus Gärprozessen stammenden Gases aus den Jauchetrögen und von Miststöcken vor. Der etwas utopisch anmutende neueste Vorschlag zielt gar auf das durch die Kühe beim Rülpsen ausgestossene Gas, das aufgefangen und in der Heizung und zum Antrieb von stationären Motoren verwertet werden soll.

Ein Sammelsurium von in Landwirtschaftsprodukten und in industriellen Konsumgütern enthaltenen Energie stellt der Haushaltmüll dar. Die Abfallnutzung in den *Müllverbrennungsanlagen*, welche Strom erzeugen und Heizwärme abgeben, wird in den nächsten Jahren ausgebaut werden müssen. Es ist aber mit aller Deutlichkeit darauf hinzuweisen, dass auf diese Art lediglich früher verlorene Energie gewonnen, keinesfalls aber eine neue Energiequelle angezapft wird. Der in der Müllverbrennung verwertete energetische Wert der Haushalt- und Industrieabfälle musste vorher bei der Herstellung der verschiedensten Konsumgüter aufgewendet, bzw. bei den Landwirtschaftsgütern durch das Zusammenwirken von ebenfalls mit grossem Energieaufwand hergestelltem Dünger und der Sonneneinstrahlung gesammelt und gespeichert werden.

In der Energiebilanz eines Landes nehmen *Energiesparmassnahmen* eine ähnliche Bedeutung ein wie die Entwicklung alternativer Energiesysteme. Ich bin weit davon entfernt, dirigistische Massnahmen zu verlangen. Meines Erachtens ist aber jedermann aufgerufen, mit Energie überall und ständig sparsam umzugehen, und zwar nicht durch direkten Konsumverzicht, sondern lediglich durch den Verzicht auf übertriebene Komfortansprüche, durch überdenken der Lebensweise und durch sinnvollen Einsatz der uns zur Verfügung stehenden Geräte und Maschinen.

Gestatten Sie mir zum Abschluss noch die Schilderung einer Erinnerung aus meiner Kindheit, die ich zur Zeit des Zweiten Weltkrieges verlebte. Energie war auch damals Mangelware, und das Ausbleiben der Kohlelieferungen für unser Land existenzbedrohend. Mit dem forcierten Ausbau unserer Wasserkräfte wurde der Begriff der "Weissen Kohle" geprägt. Ich erinnere mich aber nicht, damals je einen Vorschlag zur Nutzung der Sonnenenergie gelesen zu haben. Über Windgeneratoren wurde nur selten und auch dann nur am Rande gesprochen. Was aber jedermann beschäftigte, war die Verwertung der in Blitzen nutzlos verpuffenden elektrischen Energie, und es wurden in diesem Zusammenhang die kühnsten Projekte vorgeschlagen mit durch Ballone gehaltenen riesigen Blitzableitern. Seit dem Herbst 1973 sind viele Projekte über alternative Energiequellen veröffentlicht worden, das Kraftwerk im Gewitterhimmel habe ich aber nie mehr angetroffen.