

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme  
**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung  
**Band:** 35 (1978)  
**Heft:** 7-8

**Artikel:** Bioenergie : wichtiges Postulat des Umweltschutzes  
**Autor:** Vogel, Hermann E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-782527>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 24.04.2025

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

# Bioenergie – wichtiges Postulat des Umweltschutzes

Von Hermann E. Vogel

Anfangs 1978 wurde an einer internationalen Tagung im Gottlieb-Duttweiler-Institut für wirtschaftliche und soziale Studien in Rüslikon das Problem der Bioenergie, das heisst der Energie aus lebenden Systemen, eingehend zur Diskussion gestellt.

Für die Entwicklung aller Pflanzen und Tiere erscheint es charakteristisch, dass einer beschleunigten Wachstumsphase eine Verlangsamung des Wachstums folgt, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht wird. Die Gesamtheit aller Pflanzen und Tiere ergibt ein Ökosystem, eine Partnerschaft zwischen zusammenlebenden Organismen einerseits, den Faktorenkomplexen der Umwelt andererseits, die unter natürlichen Bedingungen eine bemerkenswerte Stabilität aufweist.

Der Mensch ist ein Teil dieses Ökosystems. Er kann Energien nutzen, die auf solche Weise erzeugt werden, sofern er das System nicht durch Übernutzung zugrunde richtet.

Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte in bezug auf den Rohstoff- und Energieverbrauch, das Bevölkerungswachstum, die wirtschaftliche und technische Entwicklung kontrastiert dazu in auffallender Weise, ist sie doch durch immer grössere Wachstumsraten gekennzeichnet: sie steigert sich schliesslich zum exponentiellen Wachstum, und dieses führt auf die Dauer unweigerlich zu einem Zusammenbruch, sei es durch Erschöpfung der Rohstoffreserven, oder – weit wahrscheinlicher – durch die begrenzte Belastbarkeit unseres Ökosystems.

Eine erste Ursache der heutigen Situation dürfte darin liegen, dass es sich bisher kaum lohnte, mit der billig angebotenen Energie (vor allem Erdöl) sparsam umzugehen. Ein zweiter Grund dürfte darin zu suchen sein, dass sich die Entwicklungs- und Forschungspolitik bisher weitgehend auf Energiequellen festgelegt hat, die auf lange Sicht unkontrollierbare Umweltprobleme aufwerfen und deren einseitige Entwicklung, etwa im Falle der Kernenergie, die Mittel von anderen, zukunftssträchtigeren Technologien weggezogen hat.

## Erzeugung und Nutzung von Biomasse

Die Energiekrise 1973 mit der Verteuerung der fossilen Brennstoffe hat die Forschung über die technische Nutzung der Sonnenenergie für die Erwärmung von Brauchwasser oder zu Heizzwecken, ferner auch für die Produktion von elektrischem Strom stark stimuliert.

Parallel dazu, anfänglich eher belächelt, begannen auch Untersuchungen über die Möglichkeiten, durch den biologischen Vorgang der Photosynthese, neben der Lieferung von Nahrung in Form von Biomasse, dem Menschen als Alternativen zu fossiler Energie oder Kernenergie auch andere Energieformen zur Verfügung zu stellen.

Heute nutzen wir in grossem Masse vor allem die nichterneuerbaren, fossilen Energiereserven in Öl, Erdgas und Kohle. Holz wird als Brennstoff seltener verwendet.

Dabei sind schon heute verschiedene Verfahren der Biotechnologie bekannt, die Biomasse zu Methan oder Wasserstoff bzw. Methanol oder Äthanol unter weitgehender Erhaltung der Energie vergasen oder verflüssigen. Diese Brennstoffe sind schon mit Erfolg als Automobiltreibstoff getestet worden.

In der Schweiz werden unsere Wälder wie folgt genutzt:

produktive Waldfläche	973 631 ha
jährlicher Holzzuwachs	5–10 Mio. m <sup>3</sup>
5–10 m <sup>3</sup> /ha = ca.	
Heizwert des jährlichen	
Zuwachses = ca.	1–2 Mio. t Öl
Erdöleinfuhr 1974	13 Mio. t

Nutzung des Holzes:	als Brennholz	total
1930	1 490 000 m <sup>3</sup>	2 850 000 m <sup>3</sup>
1943	3 250 000 m <sup>3</sup>	5 250 000 m <sup>3</sup>
1950	290 000 m <sup>3</sup>	3 350 000 m <sup>3</sup>
1960	480 000 m <sup>3</sup>	3 620 000 m <sup>3</sup>
1973	720 000 m <sup>3</sup>	3 740 000 m <sup>3</sup>

Der jährliche Zuwachs an Biomasse als Holz, Kleingehölze und Bergwälder liegt in der Grössenordnung von 10 % des Heizwertes der Erdöleinfuhr 1974. Dies ist sicher eine Energiemenge, deren vermehrte Nutzung lockte. Würde dieser Zuwachs in einem grösseren thermischen Kraftwerk genutzt, dürfte in den meisten Fällen allerdings der Energieverbrauch den Energiegehalt der Biomasse übersteigen. Nur eine dezentralisierte Verwendung, vor allem auch der Abfallprodukte, dürfte hinsichtlich Energiegewinnung rentieren. Eine Rechnung für die schweizerische Landwirtschaft zeigt für das Jahr 1970, dass für die Produktion mehr Fremdenenergie aufgewendet werden muss, als in den landwirtschaftlichen Produkten schliesslich enthalten ist. An diesem Primärenergieaufwand beteiligt sind Treibstoffe (Benzin, Diesel), Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, Maschineneinsatz (Abschreibungen, Reparaturen) und Elektrizität. Nicht berücksichtigt wurde dabei die menschliche Arbeitskraft, desgleichen sind darin der Transport ab Bauernhof, Verpackung und Verarbeitung nicht inbegriffen.

Es dürfte jedoch Möglichkeiten geben, den hohen Anteil an Fremdenenergie zu reduzieren. So werden in einer Heutrocknungsanlage am Zürcher Pfannenstiel mittels eines 200 m<sup>2</sup> grossen Sonnenkollektors pro Stunde 40 000 m<sup>3</sup> Luft um 8 °C erwärmt, so dass auf einen Öfen verzichtet werden konnte. Auf jedem Bauernhof fallen verschiedene energetisch hochwertige Abfälle an, da von den meisten Nutzpflanzen nur ein Bruchteil der gebildeten Biomasse als Nahrung oder Futter verwendet wird. Die sinnvolle Nutzung dieser Abfälle sollte in den nächsten Jahren vorangetrieben werden, beispielsweise durch mikrobielle Umwandlung von Stroh in Futterprotein oder durch Erzeugung von Biogas.

In einzelnen Fällen konnte jedoch eine energetisch vollständige Nutzung der produzierten Biomasse erzielt werden. In einer Algenkultur wachsen die Algenzellen, indem sie Lichtenergie aufnehmen. Sie produzieren aus Kohlendioxid und Wasser energiereiche Kohlenhydrate und Proteine, die als Futter oder Futterersatz wertvoll sein können. Unter gewissen Bedingungen bilden diese Zellen mit Hilfe von Lichtenergie aus Wasser Wasserstoff oder aus Nitrat Ammoniak, die als wertvolle Brennstoffe zum Einsatz gelangen können. Die geernteten Zellen dienen als Rohmaterial für die Extraktion chemisch oder medizinisch interessanter Stoffe und die nicht direkt verwertbare Biomasse wird schliesslich durch Fermentierung zu Methan als Energie genutzt.

## Energie aus einheimischem Holz

In unserem Lande war der Holzenergieanteil 1950 noch 11 % des Gesamtenergieverbrauchs. 1975, 25 Jahre später, betrug er noch knapp 1,3 %. Dieser statistische Mittelwert für die ganze Schweiz sagt indessen nichts aus über die wärmewirtschaftliche Bedeutung des Holzes im ländlichen Raum, in den abgelegenen Gebieten und Talschaften. Gestützt auf eine Untersuchung über die heute noch vorhandenen Holzfeuerungsanlagen kann festgestellt werden, dass im ländlichen Raum, in den Gemeinden mit weniger als 1000 Einwohnern, mit bis zu 60 % das Holz der vorherrschende Wärmespender für Kochen und Heizen in Bauernbetrieben und Haushaltungen sein kann.

Wald und Brennholz können wesentlich zur Energieversorgung der Schweiz beitragen. So steht ein Teil des Produktionspotentials des Schweizer Waldes mit einem jährlichen Gesamtzuwachs von insgesamt 5,4 Mio. Kubikmetern auf einer Million Hektaren oder einem Viertel der Landesfläche zur Verfügung. Dazu kommen Feldgehölze, Obstbaumkulturen und Parks, die ebenfalls jährlich eine beträchtliche Menge Brennholz abgeben.

Mit Ausnahme der Stadt Genf sind die hauptsächlichsten Siedlungszentren, nämlich Zürich, Basel, Bern und Lausanne, von Waldgebieten umgeben. Die grössten Brennstoffreserven befinden sich jedoch im ländlichen Raum, dort, wo mit wenig Transporten das Brennholz nahezu an Ort und Stelle mit einem Maximum an Wirkung wirtschaftlich verwertet werden kann. 1975 waren 16 % von insgesamt 3,6 Mio. m<sup>3</sup> der forstlichen Nutzung Brenn-

holz (606 000 m<sup>3</sup>). Ohne die Nutzholzproduktion, die Versorgung der Holzindustrie und den Export von Holz zu vermindern und zu gefährden, könnte bei einer erhöhten Nutzung auf 5–6 Mio. m<sup>3</sup> jährlich ohne weiteres 1 Mio. m<sup>3</sup> Brennholz abgegeben werden. Dies wäre waldbaulich und von der Waldpflege her sogar erwünscht.

In Notzeiten, bei Versorgungsengpässen oder in Kriegszeiten wäre eine Steigerung auf jährlich 3–4 Mio. m<sup>3</sup> Brennholz ohne weiteres möglich.

Zusätzlich zum Waldbrennholz muss heute in vermehrtem Masse auch mit Abfallholz in der Holzverarbeitung, mit Schwarten, Spreisseln und Rinde, dann aber auch mit Abfallholz aus Umbauten, Holzmöbeln, Verpackungsmaterial und Holzgegenständen aller Art gerechnet werden. Heute wird dieses Holz in Deponien und Gruben als Füllmaterial verwendet oder ohne jeden Nutzen, zum Teil noch mit beträchtlichen Kosten, verbrannt. Ohne Übertreibung kann die jährliche Menge an Brennholz auf etwa 30 % des Gesamtnutzholzverbrauches geschätzt werden. Dies entspräche, zusätzlich zum Waldbrennholz, einer Holzabfallmenge von gegen 1 Mio. m<sup>3</sup>.

Eine weitere, langfristig nicht zu unterschätzende, für die Produktion von Brennholz geeignete Möglichkeit liegt in einer zunehmenden Brachlandfläche. Heute sind es bereits 80 000 Hektaren, im Jahre 2000 werden es voraussichtlich, nach einer Schätzung der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 200 000 bis 250 000 Hektaren sein. Mit der Wahl geeigneter Baumarten und einer entsprechenden Betriebsform könnte die Produktion von Brennholz auf diesen Flächen ohne weiteres gefördert werden.

Alle diese Möglichkeiten einer zusätzlichen Brennholzproduktion und Brennholzmenge haben die Gesamtenergiekommission des Bundes veranlasst, im Zwischenbericht vom Mai 1976 für die Energiebilanz 1985 einen höheren Beitrag des Holzes (3500 Terakalorien) am Gesamtenergieverbrauch vorzusehen.

1960, mitten in der Vollbeschäftigung und Hochkonjunktur, bei einem zunehmenden und stets kostengünstigeren Ölstrom aus dem Mittleren Osten, waren in der Schweiz noch 308 500 Kocheinrichtungen für feste Brennstoffe, 695 000 Holz- und Kohleöfen, 80 000 Etagenheizungen und 234 000

Zentralheizungen für feste Brennstoffe vorhanden. Diese Holzfeuerungsanlagen waren entsprechend dem Anfall des Brennholzes im ganzen Land dezentralisiert, vorwiegend aber im ländlichen Raum und im Berggebiet, ausgeprägter in der Ostschweiz, schwächer in der Zentral-, West- und Süd-schweiz verteilt. Bis 1970 erfolgte ein sehr starker Rückgang: 70 % bei Holz- und Kohleöfen, 65 % bei Etagenheizungen, vor allem in den Alt- und Vorstädten, 60 % bei Holz- und Kohlenzentralheizungen. Weniger ausgeprägt war der Rückgang mit 28 % bei den Kochanlagen mit Holz, kombinierten Anlagen Holz/Elektrizität. Im Voralpen- und Alpenraum war der Rückgang weniger ausgeprägt als im neuüberbauten Mittelland und im Jura.

Seit 1970 ging die rückläufige Bewegung trotz der Energiekrise 1973 ununterbrochen weiter. Eine gewisse Verzögerung konnte durch die Errichtung einiger Grossanlagen, 18 vollautomatischer Schnitzelfeuerungen und 280 kombinierter Öl/Spaltenfeuerungsanlagen in öffentlichen Gebäuden, erreicht werden.

Es stellt sich die Frage, ob Holzfeuerung noch zeitgemäss sei.

Der moderne Heizungsherd ermöglicht ein sauberes Kochen, die Erwärmung von 300 bis 400 m<sup>3</sup> Rauminhalt und das Aufbereiten von Warmwasser. Aus der Küche heraus kann eine Kachelofenzentralheizung mit einem darüberliegenden Backofen betrieben werden. Cheminées werden laufend verbessert und können mit Warmluftheizungen kombiniert werden. Für klein- und mittelgrosse Heizanlagen stehen für Holz geeignete Zentralheizungskessel zur Verfügung. Bekannt ist der Wechselbrandkessel für Ölfeuerung in der Übergangszeit und Holzbetrieb bei unter 0 °C.

Vorteile bezüglich Brennkammern und Automatik bieten Doppelbrandkessel. Für Grossanlagen in Gemeinde- und Schulhäusern, in Altersheimen und Kasernen stehen bereits über Jahre erprobte, vollautomatische Schnitzelfeuerungen in der Grössenordnung von 0,5 bis 4 Mio. Kilokalorien in der Stunde zur Verfügung.

Eine aktive schweizerische Brennstoffpolitik ist gezwungen, vorrangig und rasch die Erhaltung, die Verbesserung und wenn möglich eine Erhöhung der Tausenden von kleinen und mittlerer Anlagen für Holz im ländlichen Raum anzustreben. Der Schwerpunkt der Aktionen hat bei der ländlichen Bevölkerung selbst zu liegen.

## Biogas

Werden organische Stoffe unter Luftabschluss biologisch abgebaut, wird neben anderem Methangas produziert. Die erste Bedingung, um Biogas zu erzeugen, besteht darin, einen von der Luft abgeschlossenen Gärraum herzustellen. Dazu bieten sich Stahltanks, Betongruben oder glasfaserverstärkte Kunststoffsilos an. Sodann ist die Betriebstemperatur konstant über etwa 30–32 °C zu halten. Der Gärraum ist somit zu isolieren und zu heizen.

In Bauernhöfen mit der sogenannten Schwemmentmistung werden Kuhmist und Harn mit wenig Stroh direkt in die Grube geschwemmt und bilden dort eine pumpfähige Volljauche. Mittels Jauchedruckfass kann der Gärraum der Biogasanlage gefüllt werden.

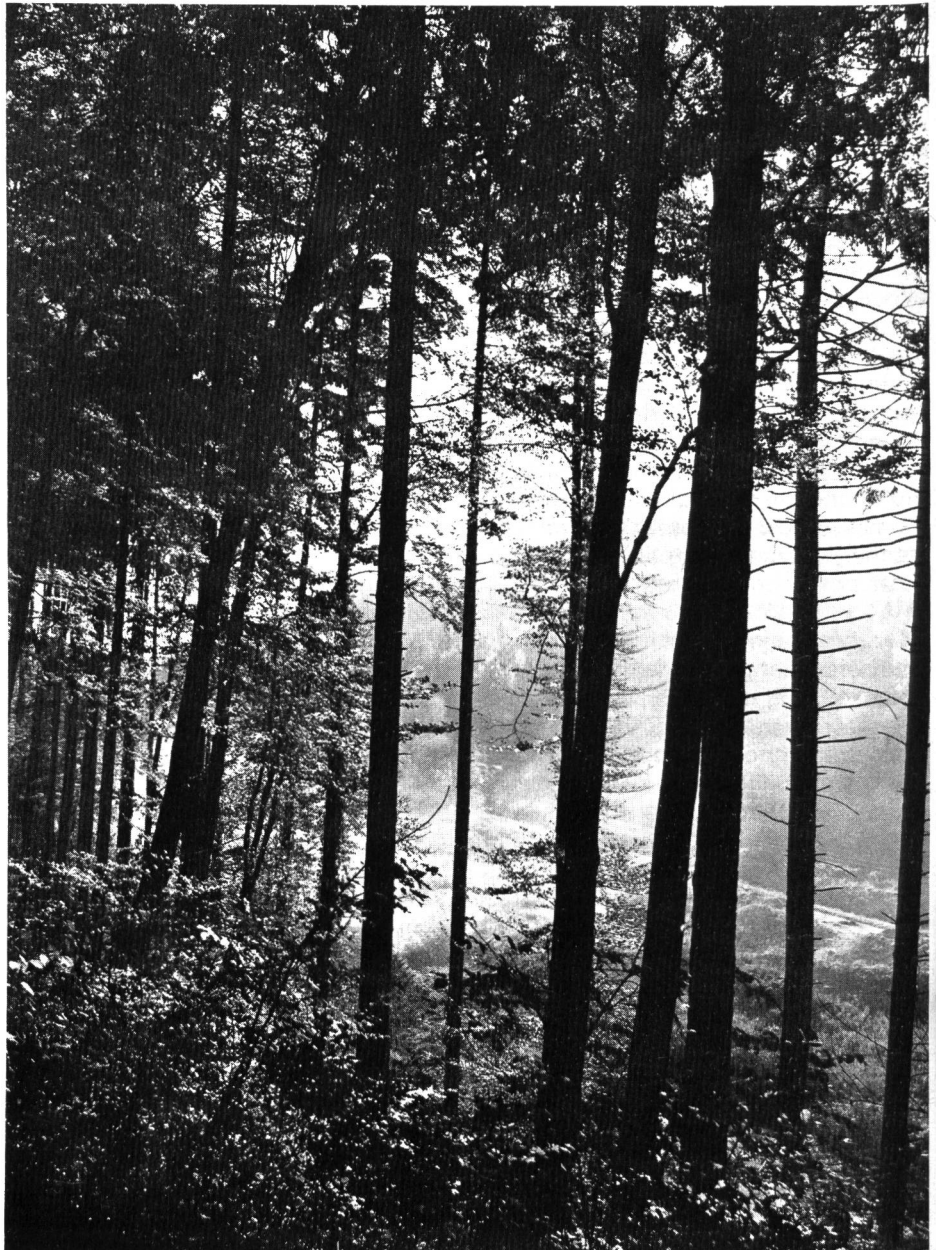
In den ersten französischen und deutschen Biogasanlagen wurden pro Kilogramm organischen Stoffes, das sind Kuhmist, Harn und Stroh, etwa 250 Liter Biogas erzeugt. Dies dürfte heute einen Minimalwert darstellen. Theoretisch können zwischen 800 und 1000 l/kg organischen Stoffes produziert werden. In jedem mittleren schweizerischen Bauernhof könnten durch entsprechende Verwertung des Mistes 5000 bis 10 000 l Öl eingespart werden. Gesamtschweizerisch entspricht dies etwa 4–5 % des heutigen nationalen Energieverbrauchs. Die Landwirtschaft könnte somit von Fremdenergie unabhängig sein.

Für die Ausnützung des Biogases kommen verschiedene Anwendungen in Frage. Besonders interessant erscheint die Heutrocknung, da dadurch wiederum die Futtermittelproduktion wesentlich gesteigert werden kann.

## Sinnvolle Abfallverwertung von Zellstoffen

Die Weltproduktion an Zellstoffen betrug 1974 122 Mio. Tonnen. Dabei fielen gleich grosse Mengen an Ablage-substanzen an. Es erscheint wenig sinnvoll, den Wärmewert der Ablage nur durch Verbrennen auszunützen. Durch systematische Aneinanderreihung von mikrobiologischen Prozessen ist es möglich, zusätzlich zur Wärmegewinnung wertvolle Substanzen, wie verschiedene Alkohole und Proteine höchster Qualität, zu erzeugen. Durch diese Prozesse wird die Abwasserbelastung der Sulfitzellstoff-Fabriken wesentlich gesenkt, und zwar von 4000 bis 5000 BSB/Liter auf 5–6 BSB/Liter.

Neueste Untersuchungen in Deutsch-



*Unsere Wälder enthalten noch Reserven, die sich auch im Energiesektor segensreich auswirken können.*

land und Schweden haben ergeben, dass es billiger ist, Alkohole und Proteine aus Erdöl zu erzeugen, und daher erscheint es auch sinnvoller, die Sulfitablaue unaufbereitet zu verbrennen. Dazu ist zu sagen, dass dies zutreffen mag, solange es genügende Mengen Erdöl gibt, auch wenn dieses teuer ist, doch haben die zur Gewinnung von Alkoholen und Proteinen herangezogenen Zucker und Säuren wegen ihres hohen Sauerstoffgehaltes einen relativ geringen Wärmewert. Schliesslich kann durch die erwähnten biologischen Prozesse die Umweltbelastung von Sulfitzellstoff-Fabriken ganz wesentlich gesenkt werden. Die eingesetzte Biomasse wird zu 98 % ausgenützt.

## Schlussfolgerungen

Anlässlich der internationalen Tagung wurden aus der Fülle von Problemstellungen – von denen in dieser kurzen Orientierung nur einige wenige herausgegriffen worden sind – eine Reihe von Schlussfolgerungen gezogen:

*Pflanzliche Produktion:* Fossile Energieträger, also Erdöl, Erdgas, Kohle, sind als Reserven zu betrachten, deren weitere Ausbeutung durch vermehrte Produktion von Biomasse zur Energiegewinnung möglichst bald verringert werden sollte. Zur Erhöhung der pflanzlichen Produktion sind folgende gesellschafts- und agrarpolitische Forderungen zu stellen:

- Massnahmen zur Eindämmung der Landflucht: Hilfe an Betriebe auf Grenzertragsböden, Brachlandproblemen, Berglandwirtschaft;
- Schliessen ökologischer Kreisläufe: ausgewogenes Verhältnis zwischen tierischer und pflanzlicher Produktion, Förderung mittelgrosser Betriebe, Dezentralisation statt Konzentration;
- Förderung der Forschung besonders in folgenden Gebieten:
- Nutzung von Pflanzen für die Energiegewinnung und die chemische Industrie, Pflanzenzüchtung, Bodenfruchtbarkeit, Ökologie.

*Holz:* Holz, früher wichtigster Energieträger, macht heute nur noch 1,3 % des gesamten schweizerischen Energieverbrauchs aus. In bestimmten ländlichen Gebieten beruht die Wärmeversorgung aber immer noch zu 50 bis 70 % auf Holz. Die Verdrängung des Holzes als Energieträger ist vor allem auf den

grossen Anteil an Handarbeit bei der Gewinnung und Verwertung zurückzuführen. Es wird gefordert:

- durch eine aktive Brennholzpolitik Anreize zur vermehrten Verwendung von Brennholz zu schaffen durch bessere Waldpflege, Preisregulierung, Förderung kleiner und mittlerer Verbrennungsanlagen auch für Abfallholz;
- Möglichkeiten zur Verwertung von Holz in Notzeiten aufrechtzuerhalten durch Vorsehen von Kaminen und Notheizungen;
- die Forschung über eine bessere Auswertung des Energieträgers Holz zu fördern mittels Holzvergasung sowie Kombination mit anderen Wärmeversorgungssystemen.

*Biogas:* Ein konkretes Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, die Wärmeversorgung eines schweizerischen Bergdorfes autonom zu gestalten. Das Projekt sieht eine kombinierte Wärmegewinnung

aus Sonnenkollektoren, Biogas und Holz vor, wobei ein hoher Anteil der benötigten Wärme aus Biogas bestehen soll; Holz wird vor allem zur Deckung der Spitzenlast verwendet. Mist und Jauche sollen in einem zentralen Gärtank gesammelt und daraus Biogas gewonnen werden. Unter Berücksichtigung des Düngerwertes bei Hofdünger liegt der Preis für Biogas ungefähr gleich hoch wie für Erdöl. Durch die projektierte Anlage wird zusätzlich ein wesentlicher Beitrag zur Gewässerreinigung geleistet.

*Abfälle:* Aus der Abfallverbrennung ist kaum ein wesentlicher Beitrag zur Energieversorgung zu erwarten. Diese stellt nur eine unter vielen Möglichkeiten der Abfallbeseitigung dar. Abfälle sollen aber nicht nur beseitigt, sondern auch bewirtschaftet werden. Es wird daher eine Forschungspolitik für eine gesamtheitliche Lösung des Abfallproblems gefordert.

Arbeitsschutz

## Schutz und Sicherheit bei der Arbeit

- Schutzbekleidungen
- Schutzhelme und Helmzubehör
- Gehörschützer
- Gesichtsschutzscheiben
- Farb- und Staubschutzmasken
- Sicherheits- und Arbeitsstiefel
- Sicherheitsschuhe LUPOS
- Handschuhe

*Unser Sortiment – umfassend, wegweisend, technisch zuverlässig!*



**Angst + Pfister**  
Partner in vielen Teilen

8052 Zürich · Thurgauerstrasse 66  
Telefon 01 50 20 20  
1219 Genève-Le Lignon  
52-54, route du Bois-des-Frères  
Téléphone 022 96 42 11