

Erdgas oder Erdöl: Präferenzen hinsichtlich Wärmeversorgung

Autor(en): **Brandes, Cornelia / Brunner, Conrad U.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **111 (1993)**

Heft 3

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78121>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Erdgas oder Erdöl

Präferenzen hinsichtlich Wärmeversorgung

Eine umweltverträgliche Energieversorgung bereitzustellen ist das Anliegen vieler Gemeinden. Umweltverträglich Energie zu nutzen spielt für den Bauherrn und Investor heute eine nicht unwesentliche Rolle. Die Gegenüberstellung der beiden fossilen Energieträger Erdgas in Gasform und Heizöl in flüssiger Form gibt dabei immer wieder Anlass zu Kontroversen.

Vor Jahren lag die Sicherstellung unserer Energieversorgung und damit die Diversifikation noch im Mittelpunkt

VON CORNELIA BRANDES UND CONRAD U. BRUNNER, ZÜRICH

der Diskussionen, doch heute stehen wohl die Umweltverträglichkeit der beiden Energieträger, insbesondere ihr Einfluss auf die Luftverschmutzung und den globalen Treibhauseffekt, im Vordergrund.

Unsere Erfahrungen als Energieplaner in der Beratung sowohl von privaten Bauherren als auch der öffentlichen Hand haben uns gezeigt, wie wichtig eine sachliche Auseinandersetzung über den Einsatz der beiden Energieträger Erdgas und Heizöl ist, um unter Berücksichtigung der spezifischen Gegebenheiten glaubwürdige Vorschläge für eine umweltverträgliche Energieversorgung anbieten zu können. Es fehlt nicht an Publikationen zu diesen Themen, aber es mangelt an objektiven Entscheidungsgrundlagen.

Die folgenden Daten und Aussagen zu den wichtigsten Kriterien einer Wärmeversorgung mit Erdgas oder Heizöl mögen ein Beitrag zu einer sachlichen Auseinandersetzung mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen der beiden Energieträger im Wärmebereich sein.

Endenergieverbrauch 1991

Der Endenergieverbrauch in der Schweiz betrug 1991 [7]:

Erdgas: 22 117 GWh/a, oder 79,6 PJ/a (was 10% des Endverbrauchs ausmacht)

Heizöl: 6,462 Mio Tonnen/a, oder 270,6 PJ/a (was 33% des Endverbrauchs ausmacht).

Der dritte fossile Energieträger Kohle macht lediglich einen Anteil von rund 2% des jährlichen Endenergieverbrauchs in der Schweiz aus. Der gesamte Endenergieverbrauch der Schweiz betrug 1991 826,9 PJ. Der Verbrauch an Erdgas und Heizöl macht also zusammen 42% aus. Am Wärmeverbrauch hatten die beiden Energieträger 1991

zusammen einen Anteil von 74%. Die Verbrauchsangaben beziehen sich jeweils auf den unteren Heizwert.

Im Endenergieverbrauch sind die Transport- und Verteilverluste, der Eigenverbrauch der Energiewirtschaft, die nichtenergetischen Erdölprodukte sowie die bekannten Lagerveränderungen im Zwischenhandel und bei den Konsumenten bereits nicht mehr enthalten.

Erdgas und Heizöl werden zu annähernd 100% zu Wärmeezwecken eingesetzt. Mit der zunehmenden Verwendung vor allem von Erdgas in Blockheizkraftwerken (BHKW) wächst jedoch der Anteil des Absatzes zur Elektrizitätsproduktion.

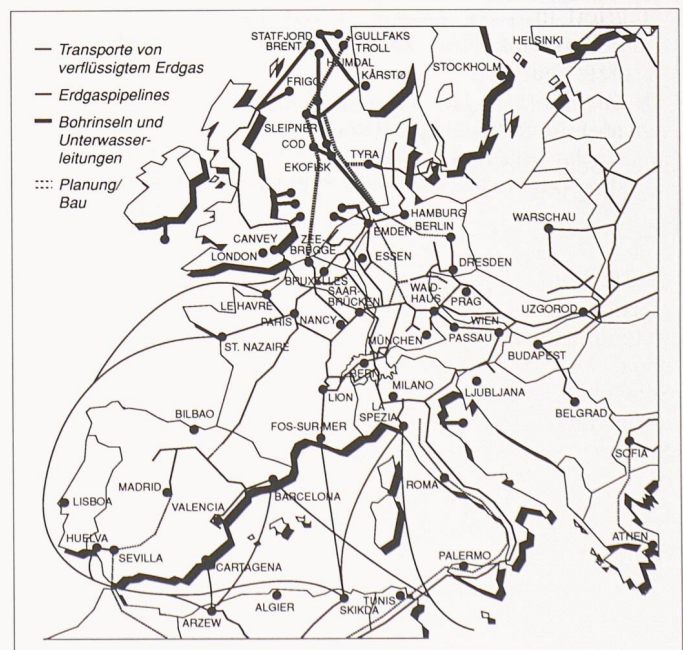
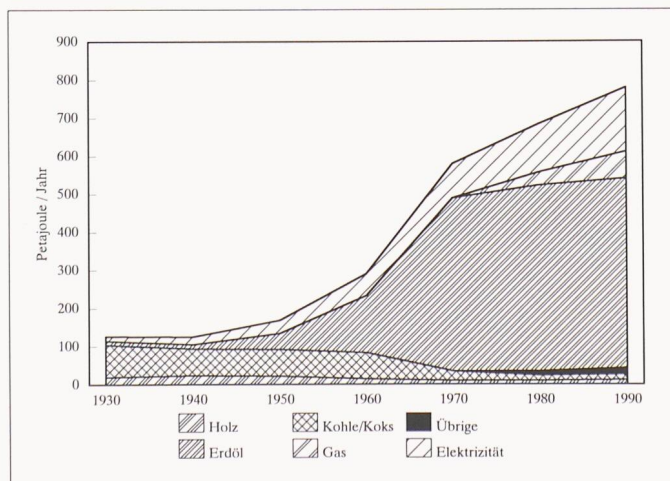
Beim Energieträger Heizöl wird zwischen den Qualitäten *extraleicht*, *mittel* und *schwer* unterschieden. Heizöl extraleicht hat dabei einen Anteil von 92%. Neben Erdgas kommen gelegentlich auch *Propangas* oder *Butangas* zum Einsatz. Ihr Anteil am gesamten Gasverbrauch ist aber sehr gering. Wir beziehen uns deshalb mit unseren Aussagen in der Folge immer auf Heizöl extraleicht und Erdgas.

Auslandabhängigkeit

Die Schweiz war in ihrer Energieversorgung in den letzten Jahrzehnten immer sehr vom Ausland abhängig. Erdgas und Erdöl bilden damit keine Ausnahme unter den Energieträgern: Sowohl das in der Schweiz eingesetzte Erdöl als auch das Erdgas stammen aus dem Ausland. Lediglich 2 Promille des

Bild 2. Das europäische Erdgastransportnetz [10]

Bild 1. Endenergieverbrauch 1930–1990 nach Energieträgern [7]



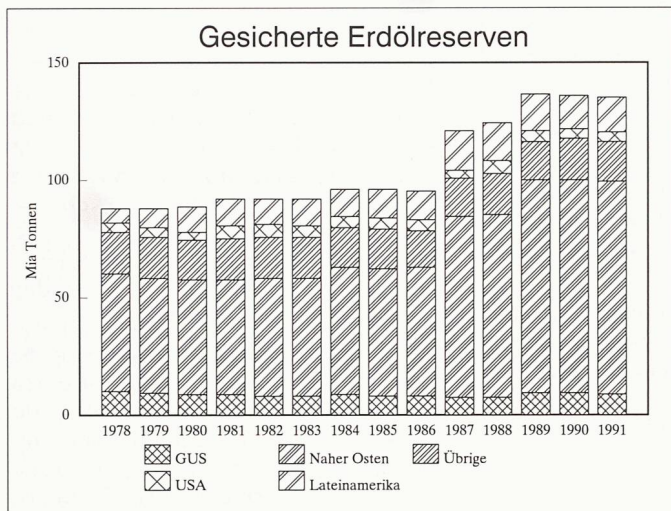


Bild 3. Gesicherte Erdölreserven weltweit, Ende 1978–1991 [3]

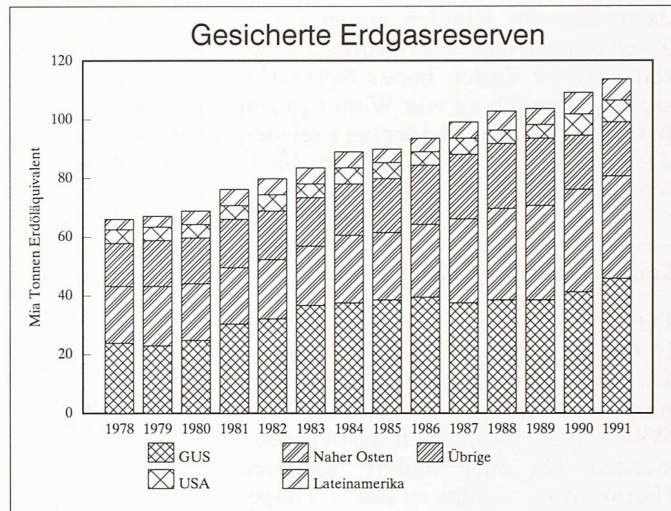


Bild 4. Gesicherte Erdgasreserven weltweit, Ende 1978–1991 [3]

Erdgasverbrauches werden momentan in der Schweiz (Finsterwald) gefördert. Dieser Anteil dürfte sich auch in Zukunft nicht wesentlich erhöhen und ist somit kein bedeutender Beitrag zur Verminderung der Auslandabhängigkeit unserer Energieversorgung.

Die Herkunft 1990

Die Herkunft der in der Schweiz verwendeten fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl verteilt sich wie folgt auf die verschiedenen Länder und Kontinente [1,2,3]:

Erdgas: 85% Westeuropa (Holland, Nordsee)
15% Sowjetunion

Heizöl: 69,3% Westeuropa (EG)
6,9% Osteuropa
0,5% USA
23,3% Inland

Die Erdgasbeschaffung der Schweiz ist integriert in den Erdgas-Verbund Europa. Das europäische Erdgas-Transportnetz hat eine Länge von rund 580 000 km und erschliesst die verschiedenen Erdgasförderstätten.

Die oben zitierten Herkunftsangaben für Heizöl bezeichnen den Ort der jeweiligen Raffinierung, nicht der eigentlichen Gewinnung des Rohstoffes. Um die Herkunftsangaben der beiden Energieträger vergleichen zu können, muss miteinbezogen werden, woher Westeuropa, Osteuropa, die USA und die Schweiz ihre Rohöle zur Raffinierung importieren. Für Westeuropa und die Schweiz (die zusammen 92,6% des in der Schweiz verbrauchten Heizöls raffinieren) liegen folgende Daten vor:

Rohöl Westeuropa:

- 41,5% Mittlerer Osten
- 21,2% Nordafrika
- 19,8% Sowjetunion

- 8,3% Westafrika
- 5,7% Lateinamerika
- 3,5% Übrige

Rohöl Schweiz:

- 11,1% Mittlerer Osten
- 46,1% Afrika
- 42,8% Nordsee

In der Schweiz bestehen noch zwei Raffinerien: Cressier und Aigle.

Vorräte 1991

Sowohl die Erdölvereinigung der Schweiz wie der Verband der Schweizerischen Gasindustrie sprechen von gesicherten Rohstoff-Vorräten, die den heutigen Weltbedarf bei konstantem Verbrauch noch während mehrerer Jahrzehnte abdecken können [3]. Zudem weisen beide Vereinigungen darauf hin, dass erfahrungsgemäss jedes Jahr mindestens soviele neue Vorräte gefunden, wie jeweils verbraucht werden.

Vorkommen der gesicherten Vorräte	Öl	Gas
Mittlerer Osten	66,1 %	30,1 %
Lateinamerika	12,0 %	5,4 %
Nordamerika	4,2 %	6,1 %
Osteuropa	5,8 %	40,4 %
Afrika	6,0 %	7,1 %
(Austral-)Asien	4,4 %	6,8 %
Westeuropa	1,5 %	4,1 %
Total der Vorräte 1991	135,4 Mia t	113,8 Mia t
Weltjahresverbrauch 1991	3,1 Mia t	1,8 Mia t

Versorgungssicherheit

Unter Berücksichtigung der Herkunft der Rohstoffe ist die Versorgung der Schweiz mit Erdgas zwar weniger diversifiziert, dafür die Versorgung mit Erdöl unter den momentanen politi-

schen Verhältnissen wohl krisenanfälliger.

Die Speicherfähigkeit von Heizöl auch über längere Zeit ist problemlos und gilt im Gegenteil als grosser Vorzug dieses Energieträgers. Für einen angemessenen Gewässerschutz – der für die Gasversorgung kein Problem darstellt – sind entsprechende Vorschriften zum Tankbau, zur Tanküberwachung, Tankrevision, Transporte usw. erlassen worden. Verschiedene Reserven werden deshalb in der Schweiz in Grosstanks, als Pflichtlager für Krisenfälle und Konsumentenlager gehalten. Insgesamt ist in der Schweiz mehr als ein Jahresverbrauch von Erdöl gelagert. Im Krisenfall – und somit auch unter Bewirtschaftung (Kontingentierung und Rationierung) – dürfte sich die Reichweite auf gegen 2 Jahre erhöhen.

Die Speicherung von Erdgas länger als für wenige Stunden und Tage ist aufwendig und teuer. Lediglich einzelne Tagesspeicher (Zürich) und eine gewisse Netzreserve (für einige Stunden) sind heute vorhanden. Eine kleine Ausnahme bildet die Flüssiggas-Reserve für Notstrom-Anlagen. Die Versorgungssicherheit für den Energieträger Erdgas wird determiniert durch die Diversifikation der Förderländer und Bezugsquellen und durch langfristige Lieferverträge.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der beiden Energieträger in bezug auf die Speicherfähigkeit ergibt sich aus wirtschaftlichen Gründen auch eine verschiedene Nutzung: Erdgas bietet sich eher an als Bandenergie, mit Heizöl können ohne weiteres, ohne Verluste an Wirtschaftlichkeit, auch Spitzen des Energieverbrauchs abgedeckt werden. Die sich beim Erdgas daraus ergebende Leistungsbewirtschaftung durch die Versorgungsunternehmen führt

dazu, dass für Kunden ein günstiger Zweistofftarif eingeführt wurde, die bereit sind, zu Zeiten hoher Netzauslastung (Vermeidung von Winterspitzen beim Erdgaseinkauf) oder bei Erreichen der vom Gaswerk im voraus abonnierten Leistung auf Ölbetrieb umzustellen.

Leitungsabhängigkeit

Der Betrieb einer Gasfeuerung ist nur in Gebieten möglich, wo ein Gasnetz vorhanden ist. Gasnetze können aber nur bei relativ hohen Anschluss- und Wärmedichten wirtschaftlich betrieben werden. Da auch andere Energien (Fernwärme, zum Teil Umgebungswärme) auf Leitungsnetze, ebenfalls mit hohen Anschluss- und Wärmedichten, angewiesen sind, ergibt sich daraus eine Konkurrenzsituation: Es ist nicht sinnvoll, ein Gebiet mit mehr als einem leitungsgebundenen Energieträger zur Wärmeversorgung zu erschliessen.

Ölfeuerungen mit Tankanlagen von heute gefordertem Ausrüstungsstand können dagegen fast überall installiert werden. Ein Ausnahmefall sind nur die sogenannten Fassungszone direkt neben einer Grundwasserförderstelle.

Kosten

Für den Endverbraucher ergibt sich im Bereich der Kosten für die beiden Energieträger bei ungefähr vergleichbaren Gesamtkosten pro Wärmeeinheit vor allem ein struktureller Unterschied. Bei einer Ölheizung fallen gegenüber der Gasheizung zusätzliche Kosten für Tank und Platzbedarf an. Beim Energieträger Heizöl kommt der Endverbraucher selbst (im Normalfall eine Privatperson oder -institution) direkt für alle Umtriebe auf. Das Heizöl wird von privaten Händlern geliefert, während die Versorgung mit Erdgas Sache einer Betriebsgesellschaft – in der Regel eine Institution mit überwiegender oder ausschliesslicher öffentlicher Beteiligung – ist, die für die Versorgung mit Gas Rechnung stellt.

In jedem Einzelfall müssen die tatsächlichen sogenannten «Voll-Kosten» für eine Nutz-Energieeinheit Wärme aus Erdgas oder Heizöl miteinander verglichen werden. Daher ist eine allgemein verbindliche Aussage darüber kaum möglich. Alle Gasendverbrauchspreise sind indirekt (via Arbeitspreiskomponente der Einkaufspreise) an den Ölpreis gebunden.

Aus energieplanerischen Gründen wenig sinnvoll sind bei beiden Energieträgern die Vergünstigungen für Grossbezüger, auch wenn sie teilweise betriebswirtschaftlich zu begründen sind.

Neue Energietechniken und erneuerbare Energien

Erdgas lässt sich vielseitig und sinnvoll – ausser in konventionellen Feuerungsanlagen mit Kesseln – auch zum Kochen, Waschen, Trocknen, ferner in Gasmotoren und -turbinen, in Wärmekraftkopplungsanlagen und Wärmepumpen, für Brennstoffzellen sowie für spezifische Brennprozesse einsetzen. Gasmotoren können mit Dreiweg-Katalysatoren ausgerüstet werden. Bei Wärmepumpen ist allerdings der Einsatz neuer, FCKW-freier Kältemittel erforderlich. Der Einsatz von Erdgas in Kondensationskesseln mit Brennwertnutzung erlaubt die Ausnutzung des oberen Heizwertes und ermöglicht damit gegenüber konventionellen Gasfeuerungen Energieeinsparungen.

Der Einsatz von Heizöl ist ausser in konventionellen Feuerungsanlagen ebenfalls in Motoren (Diesel) und Gasturbinen möglich. Die Verfahren zur Einhaltung der Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung sind aufwendig und immer noch teuer, obwohl die neuesten Möglichkeiten bei Dieselmotoren und Heizkesseln unter Einsatz von selektiven Katalysatoren grosse Effizienz und Kostengünstigkeit versprechen. Dadurch können aber auch andere Probleme ausgelöst werden: z.B. zusätzliche Ammoniakemissionen beim SCR-Verfahren (Katalysator bei Dieselmotoren [5]).

Schadstoffe

Eine möglichst schadstoffarme Energieversorgung bereitzustellen, steht heute im Mittelpunkt des Interesses. Die Quantifizierung der Schadstoffemissionen und -immissionen verschiedener Energieträger ist deshalb ein wichtiges Thema für Energieversorgungsunternehmen, für Behörden, Politiker und Konsumenten.

Die folgende Schadstoffdiskussion beschränkt sich auf jene Schadstoffe bzw. Gase, die bei der Beurteilung der Luftbelastung im Zusammenhang mit den Energieträgern Heizöl und Erdgas die Hauptrolle spielen. Dabei soll zwischen den wichtigsten Treibhausgasen wie Kohlendioxid (CO₂) und Methan (CH₄) sowie den eigentlichen Luftschadstoffen Stickoxid (NO_x) und Schwefeldioxid (SO₂) unterschieden werden.

Stickoxide

Der NO_x-Ausstoss hängt bei beiden Energieträgern von der eingesetzten Feuerungstechnologie ab. Da Heizöl extraleicht – im Gegensatz zu Erdgas – im Mittel etwa 165 mg/kg (Durchschnittswerte des BUWAL für 1990) organisch gebundenen Stickstoff enthält, ist der gesamte NO_x-Ausstoss bei Ölfeuerungen bei vergleichbaren Technologien um 25 bis 40 mg/m³ Abgasvolumen höher als bei Gasfeuerungen, was sich auch in höheren Grenzwerten für die Ölfeuerungen äussert. So liegt der LRV-Grenzwert für Erdgas bei 80 mg/m³, für Heizöl EL bei 120 mg/m³.

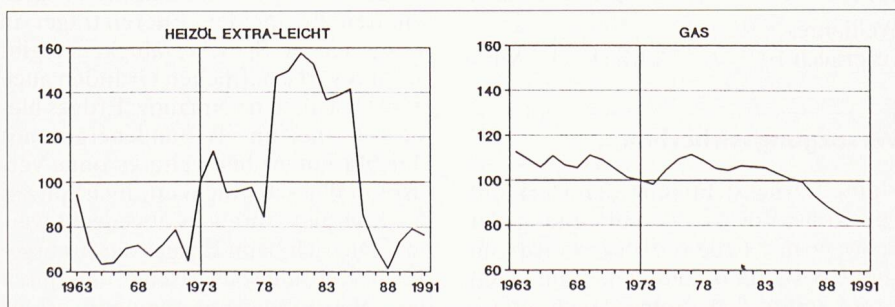
Die von der verschärften Luftreinhalteverordnung 92 vorgeschriebenen Grenzwerte sind von heutigen Anlagen mit LOW-NO_x-Technik (Abgasrückführung, Feuerraumbelastungs-Optimierung, usw.) bei beiden Brennstoffen erreichbar.

Schwefeldioxid

Erdgas enthält praktisch keinen Schwefel, deshalb entsteht auch bei der Verbrennung praktisch kein Schwefeldioxid (was u.a. zur leichteren Realisierung der Abgaskondensierung führt). Der Anteil von Schwefel im Heizöl ist in den letzten Jahren sukzessive auf einen Anteil von nur noch rund 0,15 Gewichtsprozent (1991) gesenkt worden. Die SO₂-Emissionen einer Feuerung mit Heizöl extraleicht sind aber um rund einen Faktor 130 höher als bei einer Gasfeuerung.

Der Immissionsgrenzwert von 30 µg/m³ (Jahresmittelwert) für SO₂ wird in der ganzen Schweiz – teilweise seit Jahren – deutlich unterschritten. Anstrengungen zur weiteren Verminderung dieses Schadstoffes sind angesichts der zu er-

Bild 5. Preisentwicklung auf der Detailhandelsstufe [7]



Verursacher	Anteile	Aufteilung auf die Spurengase
Energie	50%	40% CO ₂ 10% CH ₄ und Ozon
Chemische Produkte	20%	20% FCKW und Halone
Vernichtung der Tropenwälder	15%	10% CO ₂ 5% Andere
Landwirtschaft und Anderes	15%	15% CH ₄ , CO ₂ und N ₂ O

Tabelle 1. Anteile der verschiedenen Verursacher am Treibhauseffekt [6]

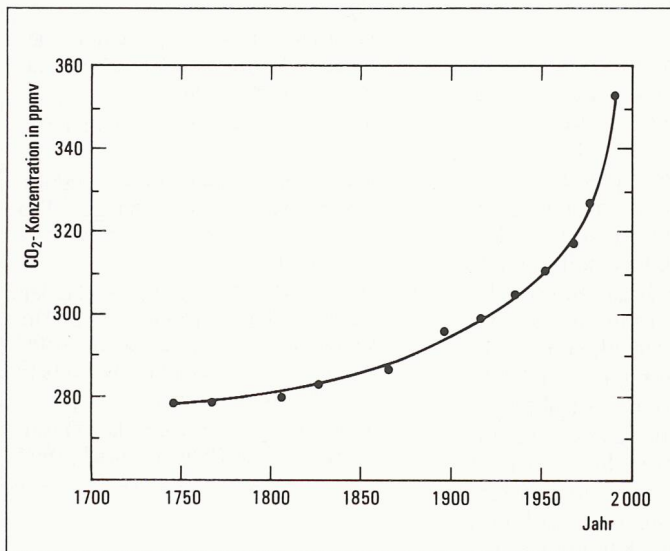


Bild 6. Trend der atmosphärischen CO₂-Konzentration [6]

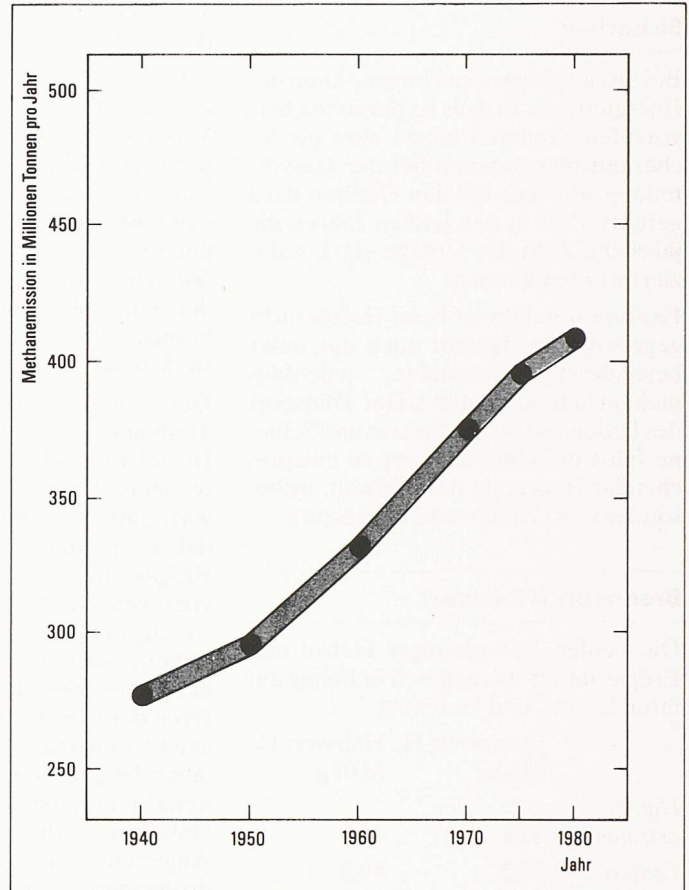


Bild 7. Trend der Methan-Emissionen [6]

wartenden Probleme in anderen Bereichen in den Massnahmenplänen der Kantone nicht mehr von erster Priorität. Selbst wenn heute zum Teil sehr genaue Angaben über die Menge der Emissionen vorliegen, kann es trotzdem sehr schwierig sein, quantitative Aussagen über die daraus zu erwartenden Immissionen zu machen. Die tatsächlichen Immissionen sind von wesentlich mehr als der Menge der Emissionen und dabei von sehr unsicheren und sich verändernden Faktoren abhängig. Ein ganz besonders schwierig quantifizierbarer Effekt sind die Auswirkungen von Treibhausgasen auf das globale Klima.

Treibhausgase

Eine Unmenge von verschiedenen Luftschadstoffen und Gasen mit ihren gegenseitigen chemischen Reaktionen sind an der Belastung unserer Atmosphäre und der Auslösung von lokalen, regionalen und globalen Problemen wie dem Treibhauseffekt oder der Schädigung der Ozonschicht in der Troposphäre beteiligt.

Quelle für alle folgenden Aussagen über die Klimawirksamkeit von Energieversorgungen mit Heizöl oder Erdgas ist der jüngste Bericht einer unabhängigen Expertenkommission, das Intergovernmental Panel on Climate

Change IPCC, 1990 [8] und 1992 [9]. Auf diese Daten stützt sich auch der Schlussbericht der deutschen Enquête-Kommission zum Schutz der Erdatmosphäre [6].

Bei der Verbrennung emittiert Erdgas pro eingesetzte Energieeinheit rund 25% weniger Kohlendioxid (CO₂) als Heizöl extraleicht. Diese Aussage ist unumstritten:

CO₂-Ausstoss:

Erdgas: 209 g/kWh

Heizöl EL: 288 g/kWh

Kohle: 346 g/kWh

Für den Vergleich der Klimawirksamkeit muss jedoch die ganze Versorgungskette von der Gewinnung bis zur Verbrennung untersucht werden und auch das Treibhausgas Methan miteinbezogen werden.

Gemäss IPCC [8,9] ist das Methan, bezogen auf die Masse über einen Zeitraum von 20 Jahren, 63 mal so klimawirksam wie CO₂. Dabei ist die effektive Verweildauer der klimawirksamen Gase in der Atmosphäre bereits berücksichtigt. Die Leckrate der Gasnetze (Erdgas besteht zu 91% aus Methan), ist also eine wichtige Grösse bei der Beurteilung. Eine von den deutschen Gasversorgungsunternehmen in Auftrag gegebene Studie weist für Deutschland

eine Leckrate von 0,7% nach. In neuesten Leitungen wird eine Verlustrate von 0,2–0,4% erreicht.

Es liegt zur Zeit keine verlässliche, unabhängige Angabe über die zu akzeptierende Leckrate für eine äquivalente Treibhauswirkung der beiden Energieträger vor. Zudem gehört die Klimawirksamkeit des Methans mit zu den unsichersten Gebieten in der ganzen Problematik des Treibhauseffektes, weil alle Aussagen abhängig sind von verschiedensten Annahmen und Randbedingungen der Atmosphärenphysik. Wie weit der CO₂-Minderausstoss bei der Verbrennung von Erdgas gegenüber Heizöl durch die Methanverluste (CH₄) von Gasnetzen relativiert wird, ist deshalb umstritten. Ebenfalls umstritten und noch wenig untersucht ist der Ausstoss von CO₂ und Methan bei der Gewinnung und Raffinierung von Erdöl (vgl. Bild 6 und 7 sowie Tabelle 1).

Die Bilanz in Bezug auf die Treibhauswirksamkeit fällt mit den heute bekannten Daten und Annahmen für das Erdgas insgesamt unwesentlich günstiger aus als für das Heizöl. Es genügt übrigens auch nicht, Methan nur als Treibhausgas zu betrachten, es hat auch eine schädigende Wirkung auf die Ozonschicht der Troposphäre.

Sicherheit

Bei unsachgemäßem Umgang kann der Energieträger Erdgas Explosionen hervorrufen. Generell haben aber die Sicherheitsmassnahmen bei der Gasverteilung wie auch bei den Geräten dazu geführt, dass in den letzten Jahren die jährliche Zahl der Unfälle stark reduziert werden konnte.

Explosionsgefahr ist beim Heizöl nicht gegeben, Brandgefahr auch nur unter besonderen Umständen, jedenfalls nicht in kaltem Zustand. Der Transport des Erdöls auf Schiff, Strasse und Schiene führt bei Unfällen aber zu entsprechender Belastung der Umwelt, insbesondere von Böden und Gewässern.

Brenn- und Heizwert

Die beiden Energieträger Heizöl und Erdgas unterscheiden sich in Bezug auf ihren Brenn- und Heizwert:

	Brennwert H_u MJ/kg	Heizwert H_u MJ/kg
--	--------------------------	-------------------------

Heizöl extraleicht	44,8	42,7
Erdgas	55,2	49,8

Der Heizwert H_u liegt tiefer als der Brennwert H_u , da beim Heizwert im Gegensatz zum Brennwert das bei der Verbrennung entstehende Wasser dampfförmig vorliegt. Der Anteil des Wasserstoffgehaltes im Erdgas beträgt 11%, im Heizöl rund 5,5%. Das Verhältnis zwischen Brenn- und Heizwert variiert deshalb zwischen 1,11 bei Erdgas und 1,05 bei Erdöl. Das hat zur Folge, dass Abgaskondensation bei Gas eine grössere Verbesserung des Wirkungsgrades bringt, also ergiebiger und damit wirtschaftlicher ist.

Allgemeine Schlussfolgerungen

Beide Energieträger Heizöl und Erdgas sind fossilen Ursprungs. Ihre Gewinnung, Aufbereitung und Verbrennung hat verschiedene schädigende Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere auch auf das globale Klima (Treibhaus-effekt).

Im Bereich der Luftschadstoffe NO_x und SO_2 liegen für heutige Gasfeuerungen bessere Messwerte vor als für Ölfeuerungen, obwohl auch diese strengere Luftreinhalteverordnungs-Grenzwerte erfüllen können (Einsatz von Katalysatoren und Abgaswäschern).

Die Versorgungssicherheit ist bei beiden Energieträgern im Rahmen einer unkritischen politischen Entwicklung vergleichbar. Im kritischen Fall bietet die gute Lagerfähigkeit von Erdöl Vorteile. Generell bieten die Leitungsun-

abhängigkeit und die Lagerfähigkeit des Erdöls vielseitigere Versorgungsmöglichkeiten.

Bei der Diskussion um die zukünftige Versorgungssicherheit stehen die globalen Vorräte nicht mehr allein im Zentrum des Interesses. Ebenso entscheidend ist die zu erwartende katastrophenträchtige Klimaveränderung durch den Anstieg des CO_2 -Gehaltes in der Atmosphäre, sofern der Jahresverbrauch aller fossilen Energien nicht stark reduziert wird.

Der heutige Kenntnisstand über die Treibhauswirksamkeit von Erdgas und Heizöl ist noch unsicher und der berechnete Unterschied der Treibhauswirksamkeit zugunsten des Erdgases dabei so gering, dass es nicht zulässig ist, Erdgas nur aus diesem Grunde zu bevorzugen. Die für eine Beurteilung notwendigen Rahmenbedingungen wie die Lebensdauer des Methan in der Atmosphäre oder die tatsächlichen Leckraten der Gasversorgung, die tatsächlichen Emissionen beider Energieträger längs der ganzen Kette von der Gewinnung bis hin zum Verbraucher sind nicht vollständig erhoben, bzw. umstritten. Angesichts der in wenigen Jahrzehnten drohenden globalen Klimakatastrophen genügen deshalb einseitige Substitutionsszenarien mit umstrittenermassen verminderten Schadstoffmengen nicht.

Ein Ziel der neuen Schweizer Energiepolitik im Aktionsprogramm des Bundes «Energie 2000» ist deshalb wie folgt formuliert worden: *Stabilisierung des Verbrauches von fossilen Energien und der CO_2 -Emissionen bis spätestens ins Jahr 2000 auf dem Stand von 1990 und anschliessend Senkung des Verbrauchs.*

Das heisst klar: einseitige Substitutionspolitik widerspricht den energiepolitischen Zielen des Bundes. Ein Substitutionsziel visiert vordergründig nur eine Seite des Energieverbrauchs eines Landes, nämlich eine ausgewogene Energieversorgung. Ebenso bedeutend und mit mindestens so viel Einfluss auf die Menge von Emissionen und Immissionen ist jedoch die *Energienutzung*. Und die Vermeidung von Energieverbrauch ist der einfachste, direkteste, unumstrittenste und überdies klar quantifizierbare Beitrag zur Verminderung der Umweltbelastung.

Für eine möglichst umweltfreundliche Energieversorgung und -nutzung sind deshalb klare Prioritäten zu setzen:

- Der Verbrauch *aller* Energieträger muss dringend vermindert werden.
- Ab- und Umweltwärme müssen genutzt werden.
- Der verbleibende Verbrauch muss sinnvoll mit den konventionellen Ener-

Literatur

- [1] Erdgas, Daten und Fakten, Ausgabe 1990
- [2] Erdölvereinigung, Geschäftsbericht 1990
- [3] BP Statistical Review of World Energy, 1991
- [4] Regierungsrat des Kantons Zürich, Energieplanungsbericht 1990
- [5] Dr. Eicher & Pauli AG, Blockheizkraftwerke mit 1-10 MWe, Liestal 1991
- [6] Deutscher Bundestag: Schutz der Erde, 3. Bericht der Enquête-Kommission, Bonn 1990
- [7] Schweizerische Gesamtenergie-Statistik, 1991
- [8] IPCC 1990, Houghton, Jenkins, Ephraums, Climate change, The IPCC assessment, University Press Cambridge, 1990
- [9] IPCC 1992, Houghton, Callander, Varney, Climate change 1992, The supplementary report to the IPCC scientific assessment, University Press Cambridge, 1992
- [10] Verband der Schweizerischen Gasindustrie, Gas in Zahlen, Zürich, 1992

gieträgern wie Erdgas oder Erdöl gedeckt werden, unter Berücksichtigung neuer Energietechniken. Eine Gewichtung zwischen den beiden Energieträgern kann nur unter Einbezug der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten vorgenommen werden. Nach Ausnützung aller Möglichkeiten der Energieverbrauchsreduktion müssen Öl und Gas so eingesetzt werden, dass möglichst die jeweiligen Vorteile zum Tragen kommen.

Wenn eine Gasversorgung bereits besteht, ist das Anstreben einer hohen Anschlussdichte, also die Verdichtung des Netzes, unter Bevorzugung des Energieträgers Erdgas gegenüber Erdöl, sinnvoll. Vor dem Aus- und Aufbau eines Gasnetzes ist aber in jedem Fall im Rahmen einer Energieplanung die Möglichkeit der Nutzung von anderen Wärmequellen zu prüfen. Gegebenenfalls kann es auch durchaus sinnvoll sein, die dezentrale Versorgung mit Heizöl der Versorgung mit Erdgas vorzuziehen. Insbesondere wird es immer Gebiete geben, wo aus rein wirtschaftlichen Gründen auf den Ausbau eines Gasnetzes verzichtet werden muss.

Adresse der Verfasser: *Cornelia Brandes*, dipl. Phys. ETH und *Conrad U. Brunner*, dipl. Arch. ETH/SIA, Planung & Architektur & Energie, Lindenhofstrasse 15, 8001 Zürich.