

2 Zeugen ahrgenommen?

Wenn das Strgeräusch nicht auf Tinnitus zurückzuführen ist, wird es auch von anderen Personen wahrgenommen. Zu bedenken ist allerdings, dass nicht alle Personen gleich gut hören und gleich empfinden. Die Bestätigung durch weitere Personen aus Freundeskreis und Nachbarschaft erhöht die Wahrscheinlichkeit, die Ursache des Geräusches zu finden.

3. Wo kann das Geräusch am besten gehört werden?

Für die Suche ist es hilfreich, wenn möglichst präzise Beobachtungen zum Ort gemacht werden, wo das Geräusch auftritt. Ist es in einem bestimmten Bereich

in der Wohnung stärker wahrnehmbar? Hören es die Nachbarn in ihren Wohnungen auch? Ist das gleiche Geräusch auch im Keller bei der Heizung hörbar?

Schwingungen von Maschinen und Apparaten werden in der Regel durch Mauerwerk und/oder durch Rohrleitungen übertragen. An einer anderen, unter Umständen weit entfernten Stelle im Haus, wird dieser Körperschall an die Luft abgestrahlt und vom Ohr als Luftschall empfangen. Oft ist es möglich, solche Geräusche besser zu hören, wenn ein Ohr an eine Wand, eine Türzarge, einen Heizkörper oder an eine Rohrleitung gepresst wird. Natürlich ist es an verschiedenen Orten ganz unterschiedlich laut.

Schall, der sich als tiefes Brummen an-

hört, bildet in einem Raum stehende Wellen. Das Geräusch ist dann in der Nähe der Wände, wie z.B. auf dem Kopfkissen in Wandnähe wesentlich besser hörbar als in der Zimmermitte, wie z.B. beim Fussende des Bettes.

4. Gibt es ein zeitliches Muster?

Die genaue Beobachtung, wann eine Störung vorhanden ist, und vor allem auch, wann sie nicht vorhanden ist, gibt weitere Hinweise auf die mögliche Quelle. Tritt die Störung nur werktags während der üblichen Arbeitszeiten auf, dann liegt der Verdacht nahe, dass die Ursache in einem Industrie- oder Gewerbebetrieb gesucht werden muss. Ist ein Ton nur während der Heizperiode hörbar, stehen die Umwälzpumpe oder Ventile der Heizung unter Verdacht. Im Sommer bei Sonnenschein kann die Pumpe der Solaranlage Geräusche erzeugen. Stört das Geräusch vor allem nach Regenfällen, ist möglicherweise eine Abwasserpumpe die Verursacherin.

5. Verschwindet das Geräusch, wenn systematisch technische Geräte abgeschaltet werden?

Auf Grund der Beobachtungen kann eine Vermutung über die mögliche Ursache aufgestellt werden. In Zusammenarbeit mit dem Betreiber der in Verdacht stehenden Anlage muss nun untersucht werden, ob durch das gezielte Abschalten bestimmter Geräte und Maschinen die Störung verschwindet. Gute Dienste leisten hier Hauswart, Gemeindebetriebe, usw.

6. Kann mit gezielten akustischen Messungen auf die Herkunft des Geräusches geschlossen werden?

Akustische Messungen sollten erst veranlasst werden, wenn alle bisherigen Bemühungen ohne Erfolg geblieben sind. Der mit solchen Messungen verbundene Aufwand kann rasch einige tausend Franken betragen, und dies ohne dass ein Erfolg garantiert werden kann.

Je besser das Verhalten des Geräusches bekannt ist, desto effizienter kann die Messung gestaltet werden. Kann das Geräusch während der akustischen Messung nicht erfasst werden, ergibt sich eine unbefriedigende Situation. Trotz vielleicht beachtlichem Aufwand kann die nur beschränkt nützliche Aussage gemacht werden, dass das Geräusch nicht festgestellt werden konnte. Über das Vorhandensein zu andern Zeiten ist natürlich nichts bekannt. Um diese Frage zu beantworten, sind aufwändige und teure Langzeitmessungen erforderlich.

Eine viel bessere Ausgangslage ergibt sich, wenn die akustischen Messgeräte ein Schallsignal feststellen können, welches mit der Störung in Verbindung steht. Meistens müssen hochempfindliche Schwingungsaufnehmer und Mikrofone eingesetzt werden, um die Schwingungen im Mauerwerk und auf Leitungen oder als Schallwellen im Raum aufzunehmen. Mit Hilfe von Frequenzanalysen mit FFT- und Terzbandanalysatoren kann die Eigenart des Geräusches näher unter-

sucht werden. Nun beginnt wieder eine Detektivarbeit. Auf Grund des Geräuschcharakters wird eine Vermutung über die verantwortliche Maschine oder technische Einrichtung aufgestellt. Mit Zusatzmessungen in der Nähe dieser Schallquelle wird die Vermutung gestützt oder entkräftet. Schliesslich wird in Zusammenarbeit mit dem Betreiber der verdächtigten Anlage durch gezieltes Abschalten der Beweis erbracht.

Rechtliche Grundlagen, Grenzwerte

Im Umweltschutzgesetz USG, in der Eidgenössischen Lärmschutzverordnung LSV und in der Fachnorm SIA-181 «Schallschutz im Hochbau» findet man keine Äusserungen über die Störung leiser Geräusche. Für eher lautere Störungen im Haus wie sie z.B. von Lüftungen, Liftmotoren, Waschmaschinen verursacht werden können, liefert die Norm SIA 181 im Kapitel «Geräusche von haustechnischen Anlagen» entsprechende Grenzwerte. Für Aussenlärm gilt die LSV. In den allermeisten Fällen werden aber wohl die Grenzwerte der LSV und der SIA-181 bei störenden leisen Geräuschen eingehalten sein.

Auf jeden Fall ist dem Vorsorgeprinzip der LSV Beachtung zu schenken, nach

Die Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) des Nationalrates forderte an ihrer Sitzung vom 15. und 16.1.2001 in einem Postulat den Bundesrat auf, die Dienstleistungen der EMPA im Bereich der Akustik und Lärmbekämpfung im bisherigen Rahmen aufrechtzuerhalten. Die praktischen Arbeiten dieser international renommierten Stelle sind gerade in letzter Zeit vermehrt in Anspruch genommen worden. Im Zusammenhang mit der Eisenbahnlärmvorlage und den Parlamentarischen Initiativen über Fluglärm bietet die Abteilung Akustik/Lärmbekämpfung unverzichtbare Forschungsergebnisse und Lärmkarten.

dem Lärmmissionen soweit begrenzt werden müssen, als dies technisch und betrieblich machbar, sowie wirtschaftlich tragbar ist.

Für die Beurteilung tieffrequenter leiser Geräusche liefert die DIN-Norm 45 680 wertvolle Hinweise.

Massnahmen

Oft kann durch eine relativ kleine Änderung an Maschinen, Geräten oder Leitungen die Ursache behoben werden. Die bei Heizanlagen oft durch eine falsch dimensionierte oder schadhafte Umwälzpumpe entstehenden Körperschallschwingungen verschwinden nach dem Auswechseln des Störenfrieds. Bei Maschinen und Zuleitungen hilft oft eine elastische Lagerung. Daneben gibt es natürlich eine ganze Reihe von komplizierten Um-

ständen, die sorgfältig abgeklärt werden müssen.

Kann die Störung nicht beseitigt werden, hilft unter Umständen das Ablenken oder Maskieren mit Hilfe eines anderen Geräusches. Dies kann z.B. das Plätschern eines Zimmerbrunnens, Rauschen über Lautsprecher oder Musik sein.

Ergibt die medizinische Abklärung als Diagnose «Tinnitus», kann mit einer Therapie Hilfe gefunden werden.

Hinweise für Tinnitus-Betroffene:
www.akustika.ch/literatur_tinnitus.htm
www.ansavox.ch
www.ucl.ac.uk/~rmjg101/translations/trtger.htm

Allgemeinverständliche Literatur:
www.akustika.ch/literatur_tinnitus.htm

Ökobilanzen des BUWAL zeigen klare Unterschiede. Gasheizung besser als Öl oder Holz

Von M. Stadelmann
 c/o Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG), Zürich

«Heizenergie aus Heizöl, Erdgas oder Holz?» – diese Frage beantwortet das BUWAL mit drei international anerkannten Vergleichsmethoden. Dies am Beispiel Einfamilienhäuser (10 kW) und Mehrfamilienhäuser (100 kW). Ausser bei der Bewertung nach Verbrauch nicht erneuerbarer Energie (Sieger: Holz) gewinnt die Gasheizung klar. Sie belastet die Umwelt am wenigsten.

Die Studie, die das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) in seiner Schriftenreihe Umwelt im Juli 2000 als Nr. 315 herausgab, vergleicht die ökologischen Auswirkungen von Heizsystemen mit Heizöl, Erdgas und Holz. Die Ökobilanz basiert auf 1 Tj Nutzenergie zu Heizzwecken ohne Wassererwärmung in Ein- und Mehrfamilienhäusern.

Kriterien der Studie

Die Prozessketten der Heizsysteme umfassen die Förderung von Erdöl und Erdgas respektive das Holzwachstum, die Brennstoffbereitstellung inklusive Transport, die Herstellung der Heizkessel und den Feuerungsbereich. Bei der Bereitstellung der Energieträger werden auch die

Infrastruktur-Aufwendungen mit berücksichtigt. Die Daten wurden mit der Methode der ökologischen Knappheit 1997 (Ökofaktoren 1997) und dem Eco-indicator 95^{fr} sowie hinsichtlich Schonung nicht erneuerbarer Energieressourcen bewertet.

International standardisierte Methodik

Auf internationaler Ebene hat sich – zwecks Vergleichbarkeit – ein standardisierter Ablauf einer Ökobilanz durchgesetzt, auch LCA (Life Cycle Assessment) genannt. Nach Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen folgt eine Sachbilanz der Produktionsprozesse wie auch der Güter, welche der Natur entnommen wurden sowie der dadurch verursachten Emissionen. Danach folgt eine Wirkungsabschätzung: Klassifizierung der Emissionen nach Umweltauswirkungen, Gewichtung der Umweltauswirkung verschiedener Substanzen, Bestimmung von Referenzsubstanzen als Bezug für die Wirksamkeit anderer Schadstoffe (z.B. Global Warming Potential GWP beim Treibhauseffekt – alle Treibhausgase werden auf CO₂-Äquivalenz umgerechnet). Danach folgt die Normalisierung: Die Umweltauswirkungen werden in Bezug gesetzt zu denjenigen einer Region (z.B. Schweiz). Das Resultat sind dimensionslose Auswirkungswerte.

BUWAL-STUDIE «Heizenergie aus Heizöl, Gas oder Holz?»

Direktbestellung bei:
 BUWAL-Schriftenreihe Nr. 315
 Fax: 031/324 02 16
 E-Mail: docu@buwal.admin.ch

Drei Bewertungsmethoden

Für die Wirkungsabschätzung und die Bewertung der verschiedenen Nutzwärmeprozesse gibt es eine Vielzahl von Methoden. Für das BUWAL standen Vollständigkeit, Transparenz, Umweltrealität und Praktikabilität im Vordergrund.

Weil es keine perfekte Methode gibt, entschied das BUWAL, drei verschiedene Methoden anzuwenden, die ausreichend dokumentiert und nachvollziehbar sind: ökologische Knappheit-Ökofaktoren 1997 (UBP-Methode), Eco-indicator 95^{fr} und der Bedarf nicht erneuerbarer Energie.

Die Methode nach Umweltbelastungspunkten (UBP) erlaubt die Gewichtung der Grundlagendaten aus der Sachbi-

lanz. Die Flüsse einer Umwelteinwirkung (z. B. was löst Stickoxid aus?) sowie die in umweltpolitischen Zielen als maximal erachteten Flüsse dieser Umwelteinwirkung, werden ins Verhältnis gesetzt. Die Bewertung erfolgt mittels Ökofaktoren (BUWAL 1998). Diese bzw. die Umweltbelastungspunkte (UBP) sind gegliedert nach Emissionen in die Atmosphäre, in Oberflächengewässer, in Boden und Grundwasser sowie Ressourcen (Primärenergie).

Beim Eco-indicator 95 werden zuerst die Emissionen aus der Sachbilanz in Umweltauswirkungsklassen wie Treibhauseffekt, Versauerung usw. zusammengefasst und gewichtet sowie nach Einfluss auf Schutzgüter wie Leben, Gesundheit bewertet. Weil der Eco-indicator 95 auf Erkenntnissen von 1990 beruht, ergänzt ihn das BUWAL zum verwendeten Eco-indicator 95^{ff}.

Die dritte Methode «Bedarf nicht erneuerbarer Energie» sagt etwas aus über die Ressourceneffizienz, nicht aber über die Umwelteffizienz der untersuchten Heizsysteme.

Die bewerteten Heizsysteme

Für den Vergleich von Heizöl, Erdgas und Holz wählte das BUWAL zwei Leistungsklassen aus: 10 kW (Einfamilienhaus) und 50–100 kW (Mehrfamilienhaus).

Bei Heizöl wurden, ebenso wie für Erdgas, kondensierende Kessel für beide Leistungsklassen betrachtet. Allerdings war erst an der Zürcher Fachmesse «HILSA 2000» ein Öl-Kondensationskessel mit wirklich etwa 10 kW Leistung zu sehen (mit Öl-Schalenbrenner); ob er heute bereits verkauft wird, ist nicht bekannt. Auch 100-kW-Öl-Kondensationskessel sind nur wenige am Markt, während bei Erdgas in beiden Leistungsklassen ein breites Geräteangebot besteht.

Umso bemerkenswerter ist deshalb die Feststellung im BUWAL-Bericht; man orientierte sich am technischen Stand 1990–1993. Die heute bei fast allen Gaskesseln selbstverständliche Brennermodulation wurde also nicht berücksichtigt. Das erklärt teilweise die angenommenen Jahresnutzungsgrade der verschiedenen Kessel (siehe dazu die unten stehende Tabelle).

Prozessketten analysiert

Zur Beurteilung der Umwelteinflüsse der verschiedenen Heizsysteme wurden nun die Prozessketten analysiert: Nicht

Hauptunterschiede der Bewertungsmethoden: In der folgenden Übersicht sind die Eigenschaften und die Hauptunterschiede der gewählten Bewertungsmethoden tabellarisch dargestellt.

| | UBP (BUWAL 1998; SRU 297) | Eco-indicator 95 (Goedkoop, 1995) | Eco-indicator 95 ^{ff} (Frischknecht, 1998) | Bedarf nicht erneuerbarer Energie |
|------------------------------------|---|--|---|--|
| Schutzgüter | implizit berücksichtigt: • menschliche Gesundheit • Überlebensfähigkeit der Ökosysteme • Ressourcen | explizit berücksichtigt: • menschliche Gesundheit • Schädigung der Ökosysteme | | explizit berücksichtigt: • Ressourcen |
| Umweltwirkungen | Einzelsubstanzen: • Energetische Ressourcen • Emissionen Luft • Emissionen Wasser • Emissionen Boden • Kategorie Abfälle (Zuordnung siehe Anhang zu Kap. 3.4) | • Ozonschichtabbau • Schwermetalle • Karzinogene Substanzen • Sommersmog • Wintersmog • Pestizide • Treibhauseffekt • Versauerung • Überdüngung • Emission radioaktiver Isotope (nur Eco-indicator 95 ^{ff}) | | • Ressourcenentwertung |
| Form der Resultate | • Vollaggregation • Auswertung auf Stufe Wirkungskategorien bzw. Ökoprofil nur bedingt möglich | • Vollaggregation • Auswertung auf Stufe Wirkungskategorien bzw. Ökoprofil vorgesehen und möglich | | Vollaggregation: • via heute nutzbarem Energieinhalt |
| Bewertungsansatz | • Emissionsziele meist anhand gesetzlicher Immissionsgrenzwerte • implizite Annahme: gleiches Schadensausmass auf dem Niveau der Zielwerte • Schadensextrapolation mit quadratischer Funktion | • Emissionsziele anhand von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen • subjektive Gewichtung der Schädigung der Schutzgüter • Schadensextrapolation mit linearer Funktion | • Abgleich mit den Erkenntnissen der Studien über Umweltschadenskosten • subjektive Gewichtung der Schädigung der Schutzgüter • Schadensextrapolation mit linearer Funktion | • Die aus den Ressourcen mit heutiger Technik nutzbare Energie bestimmt deren Eigenwert. • Alle anderen Aspekte wie Verfügbarkeit, Nachfrage, Substitutionsmöglichkeiten etc. tragen nichts zum Eigenwert der Ressourcen bei. |
| Normalisierungswerte | • jährliche Emissionen in der Schweiz • jährl. Energiebedarf • jährl. Abfallmengen | • jährliche Emissionen in Europa (tw. aus holländischen Angaben extrapoliert) | • jährliche Emissionen in Europa (Normalisierungswerte gegenüber EI 95 aktualisiert) | |
| geografischer Bezugsbereich | • Schweiz | • Europa | • Europa | • unabhängig |

nur Förderung on- und offshore bei Öl und Erdgas, Transport, Raffinerie, Regionalverteilung und drei- bis fünfmaliger Umschlag des Öls bis zum Kunden bzw. Erdgasaufbereitung, vom Transport und Kompression, sondern auch Materialeinsatz und Flächenbedarf des Leitungsbau, Helikopterflüge zur Leitungsüberwachung, Feinverteilung bis zum Kunden. Beim Holz geht die Prozesskette vom Wald inkl. Waldpflege und Baumfällen, Transport über Lagerung, Verarbeitung bis zur Verbrennung im Kessel. Auch der Energieaufwand für die Herstellung des Kessels, Materialeinsatz für Wärmeverteilung bis hin zum Pumpenstrom (radioaktive Abfälle) werden berücksichtigt.

UBP: Erdgas und Holzschnitzele beste

Die Auswertung nach Umwelt-Belastungspunkten (UBP) zeigt, dass die Luft-Emissionen den Hauptanteil der Gesamtbelastungen ausmachen. Insgesamt schneidet die Gasheizung mit etwas über 25 Mio. Belastungspunkten am besten ab, gefolgt von Holzschnitzele (ca. 28 Mio. UBPs). Stückholz ist etwas schlechter, während die Ölheizung mit 45 Mio. UBPs und mehr (je nach Leistung) die Umwelt am meisten belastet. Werden nach der Methode der ökologischen Knappheit die wichtigsten Substanzen betrachtet, verändert sich das Bild nur unwesentlich: Erdgas ist fast im Verhältnis 1:2 besser als Öl; bei den Holzschnitzele fällt CO₂-Löwenanteil bei den fossilen Energieträgern – kaum ins Gewicht, dagegen Partikel PM 10 mit seinen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Lungenkrebs, Asthma) und Stickoxide mit ähnlichen Auswirkungen. Beim Erdgas sind Partikel kein Thema, beim Heizöl nicht sehr; SO_x und NO_x fallen beim Heizöl stärker ins Gewicht, ebenso unverbrannte Nicht-Methankohlenwasserstoffe.

Erdgas beim Eco-indicator 95^{ff} am besten

Hier verglich das BUWAL in der 10-kW-Klasse nur Heizöl und Erdgas, das

auch mit dieser Methode im Verhältnis von 1:1,9 besser abschneidet, weil es bei allen Substanzen geringere potentielle Umweltauswirkungen aufweist.

Erstaunlich dann der Vergleich der 100-kW-Klasse: Hier schneidet die Holzheizung – und zwar mit beiden Systemen – fast gleich schlecht ab wie die Ölheizung: Ihr Wintersmog-Potential ist auf Grund von Partikeln und Stickoxiden viel höher als bei der Ölheizung; auch die Schwefeloxid- und Metallemissionen der Holzheizung fallen ins Gewicht. Im Vergleich zur Ölheizung hat die Gasheizung nicht nur die niedrigeren CO₂-Emissionen (Treibhauseffekt); alle Umwelteinwirkungen werden günstiger bewertet als bei den anderen Systemen.

Interessant der Anteil der Feuerung an den Umwelteinwirkungen: Bei Ölheizung betragen sie 56 %, der Rest entfällt auf die vorgelagerte Kette. Die um fast die Hälfte geringeren Umwelteinwirkungen der Gasheizung werden zu 60 % von dieser selbst verursacht. Die verbleibenden 40 % des kleineren Totals zeigen, dass Erdgas auch von der Förderung über den Transport bis zur Verteilung die Umwelt um ein Mehrfaches weniger beeinträchtigt.

Bei den Holzheizungen stammen dagegen über 90 % der Nettogesamtwirkungen von der Feuerung, während die Holzernte, bei der auch das Wachstum der Bäume mitgezählt wird, sogar zu einer Umweltentlastung führt wegen der Aufnahme von CO₂.

Werden die Schadenskosten von CO₂ höher bewertet – das BUWAL errechnete

noch zusätzliche Szenarien – sinkt der Unterschied zwischen der kleinen Gas- und Ölheizung auf 1:1,4, im Szenario «tief» dagegen wegen des geringeren CO₂-Gehalts der Erdgasabgase und der Winter- und Sommersmog erzeugenden Substanzen der Ölheizung auf 1:2,7.

Dementsprechend stellen sich die Holzheizungen beim Szenario «tief» noch wesentlich schlechter dar als die Ölheizung; im Szenario «hoch» dagegen ist es genau umgekehrt: klarer Sieg für Holz im Verhältnis 1:2 gegen Gas bzw. 1:2,8 gegen Öl.

Wird schliesslich nur der Bedarf an nicht erneuerbarer Energie betrachtet – dritte Bewertungsmethode der BUWAL-Studie – erstaunt es nicht, dass Holz mit Abstand am günstigsten abschneidet und Erdgas eine Spur besser als Heizöl (1:1,05).

Fazit der Untersuchung

Die Tabelle der relativen Unterschiede der bewerteten Heizsysteme zeigt Erdgas fast überall auf Platz 1. Es schneidet nach allen Bewertungsmethoden besser ab als Heizöl. Dies wohlverstanden auch, obwohl für Heizöl ebenfalls ein Kondensationskessel im Vergleich steht, obwohl er im Markt – im Gegensatz zu Erdgas (über 80 % der verkauften Kessel) praktisch nicht vorkommt, und die bei Erdgas heute fast durchwegs angewandte, energiesparende Brennermodulation nicht berücksichtigt wurde.

Mit der heute angewandten Technik würde Erdgas also noch besser ab-

schneiden. Dies gilt auch, wenn die Wasserverwärmung ebenfalls berücksichtigt worden wäre: der erhöhte Energieverbrauch hätte die Unterschiede noch weiter vergrössert – zu Gunsten von Erdgas. Bleibt als Schlussfolgerung, dass Holzheizungen wegen ihrer smogbildenden Abgase nicht in Stadt- oder auch Dorfzentren eingesetzt werden sollten, während sie in ländlichen, lufthygienisch wenig belasteten Gebieten wegen ihres schonenden Ressourcenverbrauchs immer noch erste Wahl sein sollten.

Weitere Informationen:
Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG)
Grütlistr. 44, Postfach
8027 Zürich
Tel. 01/288 31 31
Fax 01/202 18 34
E-Mail: vsg@erdgas.ch
Internet: www.erdgas.ch

Ein Inserat in der GUT bringt's!
Kontaktieren Sie unsere Frau Zafiris, Telefon 01/734 09 14

**Holzenergie-Programm «Lothar»: ein Opfer seines Erfolgs
Run auf Holzheizungen hält an**

Die kantonalen Energiefachstellen und die Vereinigung für Holzenergie (VHe), Zürich, können keine neuen Gesuche für Bundesbeiträge für Klein-Holzfeuerungen (weniger als 100 kW) entgegennehmen. Wegen der unerwartet hohen Zahl eingetreffener Gesuche auch für grössere Anlagen ist anzunehmen, dass in den nächsten Wochen oder Monaten der gesamte Kredit verpflichtet ist.

Die Nachfrage nach Finanzhilfen im Rahmen des seit Ende August 2000 laufenden Förderprogramms «Lothar» hat alle Erwartungen übertroffen und im Bereich der Klein-Holzfeuerungen zu einem eigentlichen Boom geführt. Für kleine Anlagen wurden über 3000 Gesuche eingereicht. 890 Ölfeuerungen, 360 Elektroheizungen und 1280 alte Holzheizungen wurden durch moderne, effiziente Holzheizungen ersetzt. Zudem erhielten 680 Neubauten eine zukunftsfähige, CO₂-neutrale Holzheizung. Auch für Grossanlagen sind zahlreiche Gesuche eingereicht worden, deren Prüfung jedoch aufwändiger ist.



Im Bereich Klein-Holzfeuerungen ist derzeit ein eigentlicher Boom zu verzeichnen. (Foto: armaka ag)

Fördermittel in Absprache kontingentiert

Um die vorhandenen Mittel gleichmässig verteilen zu können, hat das Bundesamt für Energie in Absprache mit dem Vorstand der Konferenz der kantonalen Energiefachstellen und der VHe beschlossen, die Mittel zu kontingentieren. Vom Gesamtkredit von 45 Mio. Franken werden höchstens 20 Mio. Franken zur Förderung von Klein-Holzfeuerungen verwendet. Weitere 20 Mio. gehen an die übrigen Kategorien: Grossfeuerungen von mehr als 100 kW, Netzverdichtungen und Lagereinrichtungen. Der Rest dient für Pilot- und Demonstrationsanlagen, Qualitätssicherung, Betriebsoptimierungen und das Programm-Management. Die maximale Beitragshöhe pro Anlage wird auf 1 Mio. Franken begrenzt. Die übrigen Förderkriterien bleiben unverändert.

Weitere Informationen:
Daniel Binggeli
Sektion Erneuerbare Energien
Bundesamt für Energie, Bern
Tel. 031/322 68 23

Andreas Keel
Vereinigung für Holzenergie, Zürich
Tel. 01/250 88 12

| Heizenergieträger | Feuerungstyp | Nennleistung (kW) | Jahresnutz.grad (%) |
|-------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Heizöl EL | kondensierend | 10 und 100 | 94 |
| Erdgas | kondensierend | alle Nennleistungen | 97 |
| Holz | Stückholz Buche gross | 100 | 65 |
| | Holzschnitzele klein | 50 | 65 |

Jahresnutzungsgrad (%) bezogen auf den unteren Heizwert (H_u) der untersuchten Feuerungssysteme (Frischknecht et al. 1996: Teil IV, S. 202; Teil V: S. 60f; Teil IX: Tab. IX 9.7).

Nutzt einheimische Holzenergie: das Doppel-EFH in Bauma ZH

Geheizt wird mit Stückholz...

Im Gespräch zwischen Systemplaner und Bauherrschaft wurde klar: nicht nur das ganze Gebäude sollte so weit wie möglich nach ökologischen Grundsätzen geplant werden und aus natürlichen Materialien bestehen, sondern auch das Heizsystem sollte möglichst umweltneutral betrieben werden können.



Der Stückholzkessel mit der charakteristischen Füllschachtverlängerung.

Genutzt werden «Holzabfälle» aus einem Holzbaubetrieb. Eine Ölheizung kam aus ökologischen Gründen nicht in Frage; Erdgas war in Bauma im Zürcher Oberland bei Baubeginn des Doppel-EFH nicht vorhanden. Grundwasser verhinderte die Bewilligung einer Erdsonden-Wärmepumpe und eine monovalente Luft-Wasser-Wärmepumpe wies einen zu tiefen Jahresnutzungsgrad auf. Bald einmal langte man deshalb bei einer Holz-

Holzenergie ist Trumpf!

Wussten Sie schon, dass...

- in der Schweiz heute jedes Jahr erst 2.5 Mio. Kubikmeter Energieholz genutzt werden?
- dieses Energieholz ca. 470 000 Tonnen Heizöl ersetzt?
- in der Schweiz viel weniger Holz genutzt wird, als im Wald in der gleichen Zeit nachwächst, nämlich nur gut 4 von etwa 7 Mio. Kubikmetern?

feuerung an, zumal der familieneigene Holzbaubetrieb Schindler und Scheibling AG in Uster ZH über genügend unbehandelte Holzabfälle verfügt. So war also der Grundstein für eine Stückholzfeuerung gelegt.

Leicht zu bedienende Holzheizung

Eine einfache Beschickung der Stückholzfeuerung war Bedingung, da alle Bewohner/innen des Doppel-EFH berufstätig sind. Der Systemplaner und die Bauherrschaft ersannen die praktische Lösung einer Füllschachtverlängerung, die vom Stückholzkessel im Kellergeschoss

Moderne Holz-Verbrennungstechnik

Im Brennraum von einer modernen Stückholzfeuerung verbrennt nicht direkt das Holz, sondern die austretenden Gase des Holzes. Diesen heissen Feuergasen wird mittels Gebläse in einer Mischkammer Luft zugeführt. Das so entstehende Gasmischgemisch brennt in der Nachbrennkammer vollständig aus. Dadurch erreicht die Feuerung Emissionswerte, die weit unter den Grenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung LRV '92 liegen.



6,5 m³-Speicher (rechts) mit Heizverteilung.

durch den EG-Boden im äusseren Durchgangsbereich reicht. Die unbehandelten Holzabfälle können direkt ab Firmencamion in den Füllschacht geworfen werden.

Wenn die Holzabfälle nicht ausreichen, wird metriges Stückholz dazu verbrannt. Der technische Speicher fasst 6640 Liter und ist – um die Wärmeverluste klein zu halten – mit 20 bis 40 cm Zellosefaser wärmegeklämt. Der Heizenergiebedarf des Wohnhauses liegt bei ca. 200 MJ (m² x a), entsprechend 1200 Liter Heizöläquivalent pro Jahr. Das Warmwasser wird während des ganzen Jahres über die Stückholzfeuerung erzeugt. Ausserhalb der Heizsaison wird für die Warmwasser-Erzeugung der technische Speicher ungefähr einmal wöchentlich geladen und gibt die erforderli-



Die bereitliegenden Meterspalten vor dem Doppel-EFH in Bauma ZH.



Ostfassade des in Holzsystembauweise errichteten Doppel-einfamilienhauses. (Fotos: VHe/Infoenergie)

che Wärme an den separaten 500-Liter-Boiler ab.

Mit dem Aktionsprogramm «Energie 2000» will der Bund bis ins Jahr 2000 den Verbrauch fossiler Energieträger und die CO₂-Emissionen auf das Niveau von 1990 stabilisieren und anschliessend vermindern. Holz als einheimischer Energieträger kann an diese Ziele einen wichtigen Beitrag leisten, wie das Beispiel des Doppel-EFH in Bauma zeigt.

Ökologische Bauweise

Das Doppel-EFH in Holz mit Einliegerwohnungen weist eine Wohnfläche von 435 m² auf. Der Wohnraum erstreckt sich über 3 bis 4 Etagen mit einer sehr grosszügigen Südverglasung, die im Winter eine optimale passive Sonnenenergienutzung ermöglicht. Dank überdurchschnittlicher Wärmedämmung von 26 cm Zellosefaser im Dach und 22 cm Zellosefaser in den Wänden beträgt der Wärmeleistungsbedarf pro Haus nur 7 kW.

Technische Daten des Doppel-EFH in Bauma ZH

| | |
|-----------------------------|--|
| Bauherrschaft: | Familie Schindler und Familie Wendel |
| Brennstoffbedarf | ca. 7000 kg Holz |
| Brennstoffsoriment: | unbehandeltes Konstruktionsrestholz und metriges Stückholz |
| Heizöl-Substitution: | ca. 3000 Liter pro Jahr |
| Heizkessel: | «Looper»-Holzvergaser-Heizkessel Drummer 50 (Leistung: 42–58 kW) |
| Energieplanung: | Jean Egloff AG, Markus Egloff |

Richtiges Heizen macht Luftbefeuchter überflüssig

Tipps rund ums Heizen

Während der Heizperiode tauchen immer wieder ähnliche Probleme auf: die Zimmerluft zu kühl, zu trocken oder zu feucht. – Wie entsteht ein ideales Wohnklima?

Neben einer wohnlichen Einrichtung und warmer Kleidung ist vor allem die richtige Raumtemperatur entscheidend. Sie sollte in Wohnräumen 20 Grad betragen, in Küche und Schlafzimmer 16 bis 18 Grad. Thermostatventile, welche die Wärmeabgabe der Heizkörper automatisch regeln, erlauben gezieltes Energie-Sparen, denn sie berücksichtigen äussere Wärmequellen wie Sonneneinstrahlung oder Kochwärme.

Auch die Luftfeuchtigkeit spielt eine Rolle

Neben der Raumtemperatur spielt auch die Luftfeuchtigkeit eine Rolle für die Behaglichkeit. Sie sollte idealerweise zwischen 30 und 60 Prozent liegen. Leider besteht in vielen Haushalten die Unsitte, im Winter die Zimmerluft mit Elektrogeräten, die zu dieser Jahreszeit allenthalben angepriesen werden, zusätzlich zu befeuchten. In einer normal geheizten und belüfteten Wohnung sind Luftbefeuchter aber gar nicht nötig, denn der beim Kochen und Duschen durch Atmung und Pflanzen entstehende Wasserdampf reicht für eine genügende Luftfeuchtigkeit aus. Nur in undichten, überheizten Wohnungen wird die Luft zu trocken. Bei zu

hoher Luftfeuchtigkeit besteht sogar die Gefahr, dass sich an schlecht isolierten Wänden Schimmelpilz ansetzt.

Gezielt lüften

Wichtig ist daher, die Fenster abzudichten, nur mässig zu heizen und gezielt zu lüften: zwei- bis dreimal täglich kurz und kräftig. Obwohl die Aussenluft im Winter oft ziemlich feucht scheint, lässt sich damit trockene Zimmerluft nicht bekämpfen, weil Kaltluft mit wenig Wasserdampf, Warmluft aber erst mit viel Wasserdampf eine hohe relative Luftfeuchtigkeit erreicht. Mit richtigem Heizen und Lüften hat jede Bewohnerin und jeder Bewohner die Möglichkeit, selber etwas zum rationalen Umgang mit Energie beizutragen, denn die Heizung ist neben dem Auto die zweitgrösste Energieschleuder im Privathaushalt! – Und: Wer die Raumtemperatur um nur ein Grad senkt, spart dabei ganze 6 Prozent Energie – was sich auch bei den Heizkosten auszahlt.

Das ideale Raumklima

Das Wärmeempfinden eines Menschen ist von verschiedenen Einflüssen abhängig: Äussere Faktoren wie Lufttemperatur, Feuchtigkeit, Luftbewegung, Temperatur von Fenstern, Böden, Wänden, Decken spielen eine wichtige Rolle. Aber auch die ausgeübte Tätigkeit, Kleidung, Gesundheitszustand, Alter und Zufriedenheit

Fachberatungsstellen für Holzenergie

- Schweiz. Vereinigung für Holzenergie (Vhe)
Seefeldstrasse 5a, 8008 Zürich
Tel. 01/250 88 11
Fax 01/250 88 22 26
- Infoenergie, Beratungszentrale,
8356 Tänikon b. Aadorf
Tel. 052/368 34 85
Fax 052/368 34 89

Die Errichtung jedes Hausteils benötigte dank des Holzsystembaus nur gerade einen Tag.

Alle wesentlichen Konstruktionsteile wie Fassaden, Dämmungen, Fenster, Türen, Holzbalkengeschosse und Dachelemente wurden an diesem einen Tag mittels Auslegerkran auf das Fundament gestellt, verankert und miteinander verbunden. Die inwendigen Arbeiten konnten somit immer in Trockenheit verrichtet werden.

wp/pd

wirken sich auf das Empfinden des Raumklimas aus.

In Untersuchungen hat man herausgefunden, dass es das für alle gültige ideale Raumklima nicht gibt, da wir individuell auf die Umstände reagieren. Die folgenden Tipps zeigen, wie wir trotzdem etwas zur Verbesserung der Behaglichkeit in Wohnung und Büro beitragen können.

Behagliche Temperatur

In Wohn- und Büroräumen sind Temperaturen um 20 Grad ideal, in Küche und Schlafzimmer genügen 16 bis 18 Grad. Für ältere Personen kann eine etwas höhere Temperatur angebracht sein. Es lohnt sich, die Raumtemperaturen mit einem Thermometer zu kontrollieren, denn jedes zusätzliche Grad braucht ganze 6 Prozent mehr Energie!

Wenn es zu warm ist...

- Heizung tiefer stellen und/oder die Heizungsregelung anpassen; evtl. einzelne Heizkörper abstellen.
- Thermostatventile einbauen lassen. Sie halten die Raumtemperatur automatisch auf dem eingestellten Wert und berücksichtigen äussere Wärmequellen wie Sonneneinstrahlung, Kochwärme usw. aber Achtung beim Lüften: Wenn die Ventile dabei nicht ausgeschaltet sind, fühlen sie «kalt» und schalten den Heizkörper auf volle Leistung. So wird die hereinströmende Frischluft aufgewärmt und entsprechend viel Energie «verheizt».
- Das Regulieren der Raumtemperatur durch häufiges Lüften bekämpft das Wärmeproblem am falschen Ort und

ist ein grosser Energieverschleiss – denn wo Wärme ist, ist immer viel Energie im Spiel!

Wenn es zu kalt ist...

Herausfinden, warum es zu kalt ist:

- Wo Durchzug herrscht, kann es nicht gemütlich werden. Fenster, Türen und Fugen abdichten.
- Wenn Möbel oder Vorhänge die Heizkörper verstellen und verdecken, kann sich die Wärme nicht im Raum ausbreiten.
- Rolläden und Läden nachts schliessen, um eine Nachtabkühlung zu verhindern.
- Entspricht die Bekleidung der Jahreszeit? – Wer im Winter barfuss und im kurzärmeligen T-Shirt zu Hause herumläuft, ist zu leicht bekleidet.
- Aussenwände und Fensterflächen lassen Wärme entweichen. Hier braucht es allerdings Fachleute für die richtige Isolation und Dichtung.
- Kalte Kellerdecken und Estrichböden wärmedämmen! Eine zusätzliche Wärmedämmung von etwa 8 cm verhilft zu angenehmeren Temperaturen und spart Heizkosten.
- Ist die Heizungsanlage noch in optimalem Zustand? – Wenn nicht, sollte ein Spezialist beigezogen werden.

Ausgewogene Luftfeuchtigkeit

Die Luftfeuchtigkeit sollte idealerweise zwischen 30 bis 60 Prozent liegen. Die relative Luftfeuchtigkeit lässt sich einfach mit einem Hygrometer messen. In einer normal beheizten und gelüfteten Wohnung sollte – wie eingangs bereits erwähnt – die Luftfeuchtigkeit kein Problem sein, denn der Wasserdampf, der beim Duschen, Baden und Kochen entsteht und der von Pflanzen und durch die Atemluft abgegeben wird, reicht für eine genügende Luftfeuchtigkeit aus.

Wenn es zu trocken ist...

Trockene Luft entsteht nur in undichten, überheizten Wohnungen. Verschiedene

Massnahmen können hier helfen:

- Abdichten der Fensterfugen.
- Gezieltes Stosslüften.
- Eine Reduktion der Raumtemperatur auf die empfohlenen Werte verbessert das Raumklima.
- Feuchte Aussenluft kann die Luftfeuchtigkeit in den Räumen nicht erhöhen, denn Kaltluft nimmt weniger Wasser auf als warme Zimmerluft. Je mehr gelüftet wird, desto trockener wird daher die Raumluft. Kaltluft erreicht mit wenig Wasserdampf eine hohe relative Feuchtigkeit, Warmluft braucht viel Wasserdampf für eine hohe relative Feuchtigkeit.

Beispiel: Im Winter ist die Aussentemperatur 2 Grad. Die Luft hat dann häufig eine relative Luftfeuchtigkeit von 80 Prozent, das sind gut 3 Gramm Wasser pro Kubikmeter Luft. Wird diese Luft im Innern auf 20 Grad erwärmt, genügen die 3 Gramm Wasser pro m³ Luft nur noch für eine relative Luftfeuchtigkeit von knapp 25 Prozent, das heisst, die Luft trocknet aus.

- Ein Luftbefeuchter ist nur in Ausnahmefällen nötig. Er sollte immer mit einem Hygrostaten (Feuchtigkeitsregler) ausgerüstet sein, der die Luftfeuchtigkeit durch Ein- und Ausschalten des Befeuchters reguliert. Den Hygrostaten auf maximal 45 % Luftfeuchtigkeit einstellen.

Wenn es zu feucht ist...

Ist die Luftfeuchtigkeit in den Räumen dauernd zu hoch, entsteht an Stellen mit tiefer Oberflächentemperatur Kondenswasser, was zu Schäden am Gebäude und an der Inneneinrichtung führen kann. Exponierte Stellen, wie schlecht isolierte Aussenwände, Fenster, Ecken, Kanten oder sogenannte «Kältebrücken» (Orte, an denen z.B. Balkonplatte und Gesschossdecke direkt miteinander verbunden sind) sind besonders gefährdet. In

Ein «Spielzeug» für Vergessliche und Eilige...

Vergessen Sie hin und wieder, die Fenster im Bad/WC nach dem Lüften zu schliessen? Dagegen gibt es eine kleine Hilfe: ein automatisches Federwerk, das das Fenster innerhalb einer Viertelstunde zuzieht. Die Fenster sind dann allerdings nur angelehnt und müssen noch von Hand geschlossen werden.

*Bezugsquellen für dieses Gerät:
Zürcher Energieberatung
Beatenplatz 2, Postfach 6928
8023 Zürich
Tel. 01/212 24 24*

eine Dienstleistung der Industriellen Betriebe der Stadt Zürich.

solchen Fällen ist es wichtig, bestehende Feuchtigkeitsquellen zu kontrollieren und feuchte Luft gezielt abzuführen:

- Kochen mit Deckel oder Dampfkochtopf (spart auch Zeit und Energie!), Dampfzug kurzzeitig einschalten.
- Nach dem Duschen und Baden kräftig lüften, Badezimmer erst nachher wieder öffnen.
- Keine Wäsche in der Wohnung trocknen.

Gründlich querlüften

Schimmelpilze an den Wänden, abgelöste Tapeten oder Anstriche und Fleckenbildung sind Alarmzeichen, die den Beizug eines Spezialisten erfordern.

Thermometer und Hygrometer Feuchtigkeitsmesser sind in Optik-Fachgeschäften erhältlich. Bei Hygrometern ist darauf zu achten, dass diese Geräte ein- bis zweimal pro Jahr nachgestellt werden (Instrument ca. 1 Stunde in feuchten Lappen einwickeln und korrigieren, bis die Anzeige eine relative Feuchte von 90 % ergibt).

Richtiges Lüften

Richtig lüften heisst, täglich zwei- bis dreimal kurz und kräftig querlüften: alle Fenster während 5 bis höchstens 10 Minuten ganz öffnen, damit richtiger Durchzug entsteht.

Kein Dauerlüften durchs Kippfenster! Ein tagsüber offenstehender Kippflügel lüftet die Energie von 2 bis 4 Deziliter Heizöl nach draussen!

Reicht die Stosslüftung nicht aus, um einen dauernden Nebengeruch aus der Wohnung zu vertreiben? Vielfach geben Teppiche und Möbel, Möbelleime und Farbanstriche luftbelastende Stoffe ab (sog. Wohnschadstoffe). Dieser Aspekt der Luftqualität muss bei Sanierungen oder Neueinrichtung berücksichtigt werden.

Fossile Energiereserven und mögliche Versorgungsengpässe aus europäischer Perspektive

Wie lange reichen die Öl- und Gasvorräte noch?

In dieser zusammengefassten Vorstudie erfolgt eine kritische Analyse der Reservensituation der Öl- und Gasreserven. Vorhandenes Datenmaterial wurde einander gegenübergestellt, auf seine Glaubwürdigkeit hin beurteilt und in Bezug auf seine Aussagekraft hinsichtlich möglicherweise bevorstehender Strukturbrüche betrachtet.

Es besteht eine erhebliche Diskrepanz zwischen der öffentlichen Wahrnehmung und den tatsächlichen Fakten:

- Öffentliche Wahrnehmung ist es, dass innerhalb der kommenden zwei bis drei Jahrzehnte nicht wirklich mit einem Versorgungsengpass zu rechnen ist und dass die Ölreserven ständig steigen.
- Die Analyse von verschiedenen Veröffentlichungen sowie die Ausserungen von Branchenkennerinnen und auch namhafte Stimmen aus der Branche andererseits lassen aber durchaus darauf schliessen, dass bereits sehr bald strukturelle Umbrüche an den Mineralölmärkten zu erwarten sind. So sind z.B. die jährlichen Neufunde seit einiger Zeit deutlich geringer als der jährliche Verbrauch, sodass die Reserven seit Jahrzehnten abnehmen.

Alarmierender Handlungsbedarf

Die Aussagen über den Zeithorizont kommender Strukturbrüche reichen von «die Umbrüche beginnen bereits» bis zu «sicher innerhalb der kommenden zwanzig Jahre». Hieraus ergibt sich gemäss Vorstudie aus Deutschland ein alarmierender Handlungsbedarf. Gerade da strukturelle Veränderungen über mehrere Jahrzehnte verlaufen, ist eine Intensivierung der Bemühungen um eine Verringerung der Abhängigkeit vom Mineralöl (und mittel- bis langfristig auch von Erdgas) dringend erforderlich.

In der Vorstudie der LB-Systemtechnik GmbH, Ottobrunn (D), wird dies mit entsprechenden Analysen und Schlussfolgerungen untermauert. Dies erfolgt ausführlicher für Mineralöl und ansatzweise für Erdgas, wobei auch der Handlungsbedarf für weitergehende Untersuchungen zur Absicherung (oder gegebenenfalls Abschwächung oder Widerlegung) der hier gezogenen Schlüsse aufgezeigt wird.

Interpretation von Reservestatistiken

Es besteht auf den ersten Blick eine erhebliche Diskrepanz in der Interpretation von populären (d.h. einer breiten Öffentlichkeit leicht zugänglichen) öffentlichen Reservestatistiken, wie z.B. den von BP-Amoco veröffentlichten, einerseits und den Analysen von Industriedatenbanken durch langjährige Beobachter wie Campbell, Laherrere, Ivanhoe, Perrodon andererseits, so dass der Eindruck von sich wi-

dersprechenden Darstellungen entsteht. Die Ursachen dieser Diskrepanz sind jedoch klar nachvollziehbar und verständlich. Es ist ein grosses Anliegen der Vorstudien-Vorfasser, auf die Gründe dieser unterschiedlichen Sichtweisen hinzuweisen.

Es ist auch interessant festzustellen, dass sich die IEA in ihrem International Energy Outlook 1998 gegenüber früheren Veröffentlichungen deutlich der Sichtweise von Campbell angenähert hat. Auch dies wird in der deutschen Vorstudie besprochen.

Die in der Studie gezogenen Schlüsse lassen sich in komprimierter Form wie folgt zusammenfassen:

- Seit mehr als 20 Jahren weiss man eigentlich sehr gut über die Reservensituation beim Erdöl Bescheid. Spätere Untersuchungen konnten die frühen Abschätzungen in ihren Aussagen nur erhärten und besser eingrenzen. Demnach ist innerhalb des ersten Jahrzehnts dieses Jahrtausends (zwischen 2000–2010) mit dem strukturell bedingten Erreichen des Produktionsmaximums bei konventionellem Erdöl zu rechnen. Selbst vorsichtige Abschätzungen der offiziell mit Energiefragen befassten Behörden verschiedener Länder sehen dieses Maximum spätestens um 2015–2020.
- Seit Mitte der 60er Jahre wird tendenziell immer weniger Öl gefunden. In den vergangenen sechs Jahren entsprachen die Ölneufunde in Summe etwa dem Ölverbrauch eines Jahres. Die heutigen Neufunde sind um Grössenordnungen kleiner als vor 30 Jahren.
- Die in Veröffentlichungen berichteten ständig wachsenden Reserven entsprechen nicht der Realität. Diese Zahlen sind ein Artefakt der Berichterstattung, der auf fiskalischen, technologischen und politisch begründeten Bewertungsverfahren beruht. Stellt man die Zahlen in den richtigen Zusammenhang, so bestätigen sie, dass kaum noch neues Öl gefunden wird.
- Entscheidend für strukturelle Änderungen ist nicht die (statische oder dynamische) Reichweite der Reserven, also «wie lange reicht das gefundene Öl bei vorgegebener jährlicher Förderquote?», sondern einzig der Zeitpunkt, ab dem die Ölproduktion aus technischen und ökonomischen Gründen nicht mehr erhöht werden kann, sondern tendenziell nur noch abnimmt. Dieser Zeitpunkt von tendenziell zunehmender zu tendenziell abnehmender Produktion ist für eine breite und dauerhafte Veränderung des Investitionsverhaltens in die möglichen Alternativen der Energieversorgung verantwortlich und daher wesentlich besser als Mass für Strukturbrüche geeignet als die Reichweite von Ölreserven.

Maximum der Ölproduktion bis 2005

Es herrscht weit gehende Einigkeit, dass das Maximum der Ölproduktion ausserhalb der heutigen OPEC-Staaten im Bereich 2000–2005 erfolgen wird, möglicherweise sogar schon überschritten wurde. Bereits in der jüngeren Vergangenheit hat der Förderanteil der OPEC kontinuierlich zugenommen. Diese Entwicklung wird sich in Zukunft weiter beschleunigen. Vermutlich zwischen 2005–2010, spätestens jedoch bis zum Jahre 2020, werden auch die OPEC-Staaten ihr Fördermaximum erreichen und danach wird die Produktion strukturell abnehmen. Die IEA erwartet, dass der Förderanteil der OPEC bis 2010 von heute 27 % auf über 40 % und bis 2020 gar auf über 60 % ansteigt.

Gravierende Auswirkungen auf den Ölpreis zu erwarten

Die Auswirkungen dieser Entwicklungen auf den Ölpreis werden dann gravierend sein. Einmal beeinflusst die zunehmend dominierende Marktmacht der OPEC-Staaten die Preisbildung wieder wesentlich. Noch entscheidender wird sein, wenn die Produktion erstmals strukturell hinter die Nachfrage zurückfällt. Den meisten gängigen Szenarien zufolge wird der Ölbedarf innerhalb der kommenden Jahrzehnte noch deutlich steigen, so dass ein enormer Preisdruck entstehen kann. In der Phase bis zum Erreichen des Maximums der weltweiten Ölproduktion wird der Preis zwar eher durch künstlich herbeigeführte Produktionsüberschüsse oder -engpässe marktbeherrschender Anbieter gebildet werden, danach wird er jedoch durch ein strukturelles Minderangebot von Öl bestimmt werden. Die bereits beginnende Nervosität an den Mineralölmärkten deutet darauf hin, dass wir möglicherweise auch bereits am Beginn dieser Phase stehen, dass also die Ölproduktion nicht mehr im erforderlichen Mass erhöht werden kann.

Es ist aller Wahrscheinlichkeit nicht so, dass eine bald rückläufige Rohölförderung dann durch einen gleitenden Übergang auf die Förderung nichtkonventioneller Ölressourcen ausgeglichen werden kann (so lautet nämlich die herrschende Auffassung bei den «ökonomisch» orientierten Beobachtern). Die Gründe, warum der Übergang zu nichtkonventionellem Öl nicht eine befriedigende und glatte Lösung sein wird, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Apropos Förderung von Öl und Erdgas...

Die konventionelle Ölförderung ist die bequemste und billigste Art, Öl zu fördern. Daher erfolgte sie auch als erstes. Jeder Übergang auf unkonventionelle Rohstoffe ist schwieriger und aufwändiger. Der Aufbau von Produktionskapazitäten und die Ausweitung der Produk-



tion kann nicht in demselben Tempo erfolgen, wie bei der konventionellen Ölförderung. Daher bestimmt das Maximum der konventionellen Ölförderung den Zeitpunkt der maximalen Verfügbarkeit von Öl. Alles was danach kommt, kostet mehr Zeit, bereitet mehr Probleme und wird nur mit wesentlich höherem (ökologischem, ökonomischem und technischem) Aufwand machbar sein.

Studien, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren kein Problem beim Erdöl sehen, werden auch für Erdgas auf lange Zeit keinen Engpass ausmachen. Geht man jedoch von einer bald rückläufigen Erdölproduktion und dessen Substitution durch Erdgas aus, so stösst der Erdgaseinsatz sehr schnell an Grenzen.

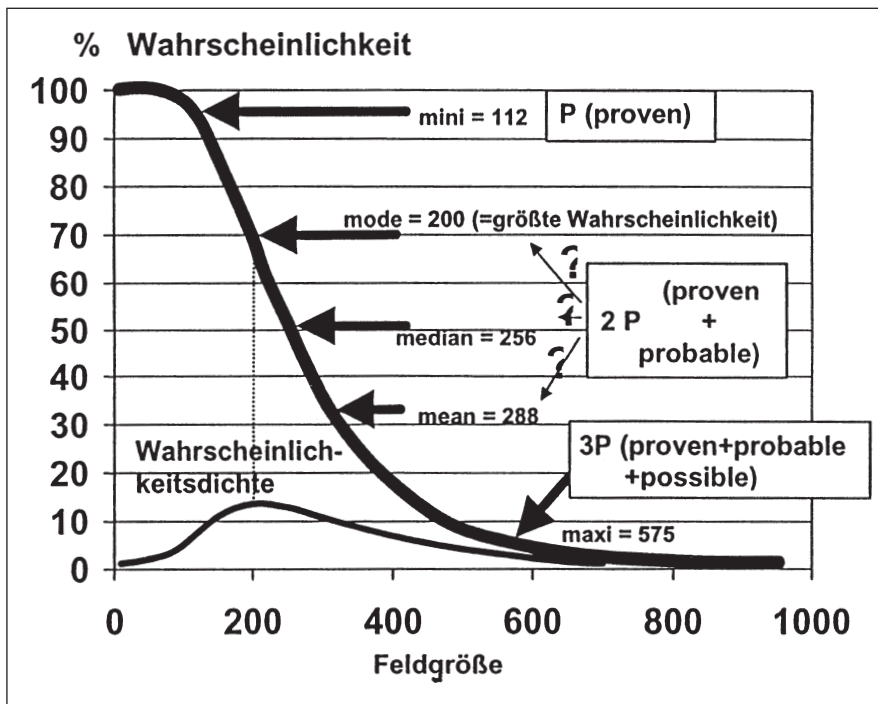
Die globale Verfügbarkeit von Erdgas wird in den kommenden zehn Jahren gegeben sein. Ob dies auch noch in 15 bis 20 Jahren so sein wird, hängt vor allem daran, in welchem Masse Erdgas Erdöl ersetzen wird. Dass Erdgas auch in 30 bis 40 Jahren noch in ausreichendem Masse kostengünstig verfügbar ist, ist aus heutiger Sicht unter Berücksichtigung einer zunehmenden Substitution von Erdöl durch Erdgas eher unwahrscheinlich. Die Bedeutung künftiger Funde wird angesichts wachsender Verbräuche einen Engpass in der Verfügbarkeit allenfalls um ein bis zwei Jahrzehnte hinauszögern können, insbesondere da künftige Funde im wesentlichen im ökonomisch ungünstigen tiefen Offshore-Bereich abseits der Verbraucher zu erwarten sind.

Regionale Engpässe bei der Erdgasversorgung möglich

Da heute die Erdgasmärkte weitgehend regional von einander unabhängig sind, können regionale Versorgungsengpässe schon sehr viel früher auftreten. Es zeichnet sich ab, dass in den nächsten Jahren die Gasproduktion der USA deutlich zurückgehen wird. Zusammen mit der ohnehin rückläufigen Ölproduktion, und einem stark steigenden Gasbedarf wird dies sehr bald zu Versorgungsproblemen führen. Die Situation in den USA muss als «höchst alarmierend» bezeichnet werden.

Innerhalb Europas erwarten die Verfasser der Vorstudie mindestens innerhalb der kommenden zehn Jahre keine größeren Versorgungsprobleme. Jenseits dieses Zeitraumes sind Versorgungsprobleme aber nicht auszuschliessen. Dies hängt von der weiteren Entwicklung mehrerer Faktoren ab.

An nichtkonventionellen Erdgasressourcen wird vor allem Methangas aus Kohleflözen eine Rolle spielen. Heute stammen etwa 6 Prozent der amerikanischen Produktion aus diesem Bereich. Es ist eher unwahrscheinlich, dass ein Rückgang der konventionellen Gasproduktion durch den verstärkten Einsatz von Kohlegas ausgeglichen werden kann. Rein rechnerisch können die erhofften Kohlegasvorkommen einen bedeutenden Beitrag leis-



Normalverteilung für die Bewertung des förderbaren Inhaltes eines Ölfeldes gemäss einer probabilistischen Definition.

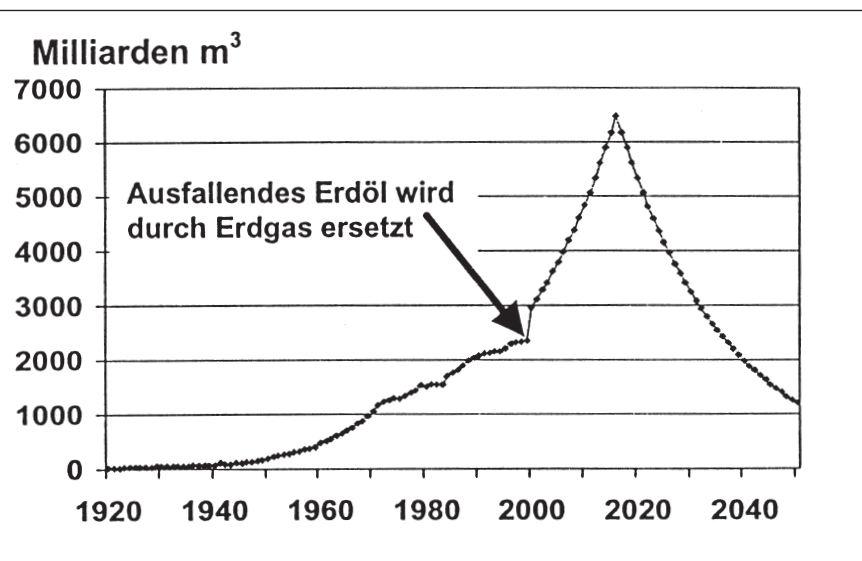
Fossile Energiereserven (nur Erdöl und Erdgas) und mögliche Versorgungsengpässe aus europäischer Perspektive

Endbericht einer Vorstudie im Auftrag des Deutschen Bundestages, des Ausschusses für Bildung, Technik und Technikfolgenabschätzung – vorgelegt dem Büro für Technikfolgenabschätzung (TAB).

Weitere Auskünfte zur Studie: LB-Systemtechnik GmbH, Jörg Schindler, Werner Zittel, Daimlerstr. 15, D-85521 Ottobrunn, Tel. 0049-89/608110-20

ten. Viel wird über Methanhydrat als mögliche Methangasquelle spekuliert. Nach heutigem Kenntnisstand, der auf mehr als 20 Jahren Forschung auf diesem Thema beruht, ist es äusserst unwahrscheinlich, dass Methanhydrate jemals einen bedeutenden Beitrag zur Energieversorgung leisten werden.

Die probabilistische Methode wird idealerweise für jedes gefundene Ölfeld mittels einer Wahrscheinlichkeitsanalyse für die wesentlichen Parameter Fläche, Schichtdicke, Porosität, Ölgehalt und Gewinnungsfaktor (sogenannter Recovery Factor) angewandt. In der Praxis legt man jedoch eine Normalverteilung zugrunde, wie sie in der Darstellung gezeichnet ist. Diese wird meist am vom Explorateur geschätzten Wert für 50 % angepasst.



Skizze eines Szenarios der künftigen Erdgasproduktion, wenn Erdgas das ausfallende Erdöl ersetzen soll. Es wurde eine maximal verfügbare Erdgasreserve von 283 Tcm angenommen.

Strom und Wärme auch für Kleinanlagen aus einem Tank

Brennstoffzelle für Heizöl

Von Dr.-Ing. Alexander Schuler, Sulzer HEXIS AG, Winterthur *

Brennstoffzellen sind elektrochemische Energiewandler, die chemisch gebundene Energie im Brennstoff direkt in elektrische Energie umwandeln. Diese Umwandlung unterliegt nicht der Begrenzung durch den Carnot-Prozess und bietet somit das Potenzial für sehr hohe Wirkungsgrade – dies vor allem auch schon bei kleinen Anlagen.

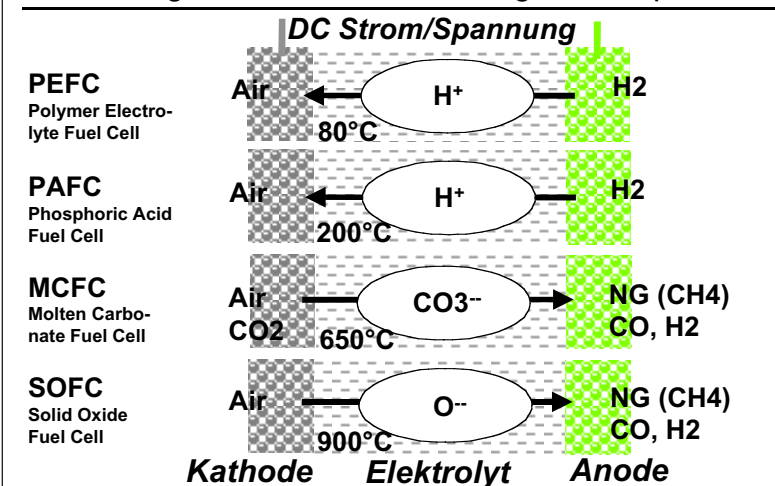
Es gibt verschiedene Typen von Brennstoffzellen, die sich hauptsächlich durch die Art des Elektrolyten und der Betriebstemperatur unterscheiden. Die Niedertemperatursysteme PEFC und PAFC können nur reinen Wasserstoff zur Umwandlung in Strom nutzen. Andere Komponenten können nicht genutzt werden oder führen sogar zur «Vergiftung» der Brennstoffzelle. Die Hochtemperaturbrennstoffzellen MCFC und SOFC können dagegen neben dem Wasserstoff auch andere brennbare Gase wie Kohlenmonoxid (oder Methan) zur Stromerzeugung nutzen. In der SOFC, die auch im System von Sulzer HEXIS zur Anwendung kommt, ist der Elektrolyt eine keramische Membran, die bei Temperaturen von 700 bis 1000 °C Sauerstoff von der Luft auf die Brennstoffseite transportiert.

Für die Nutzung von Heizöl (und auch anderen fossilen Brennstoffen) in Brennstoffzellen muss eine vorgeschaltete Umwandlung des Brennstoffs in ein brennstoffzellentaugliches Gas erfolgen. Aufgrund der höheren Anforderungen an die Gasqualität bei den Niedertemperatursystemen wird diese Umwandlung (Fuel Processing) in der Reihe von SOFC zu PEFC immer komplexer. Die SOFC ist also besonders gut geeignet, um Heizöl in Brennstoffzellen zu verstromen.

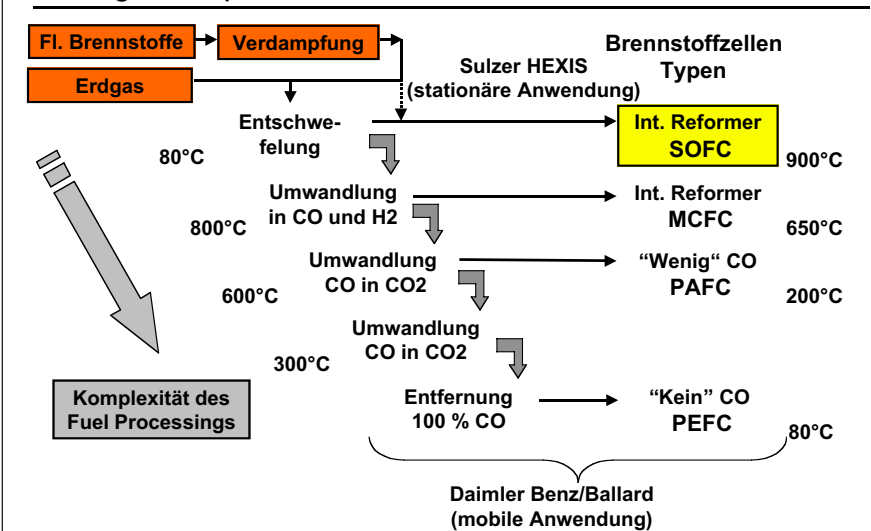
Sulzer HEXIS entwickelt seit 1990 SOFC-Brennstoffzellen. 1997 wurden erste Feldversuche durchgeführt und seit 1998 sind eine Reihe von Feldtest-Systemen bei unterschiedlichen Partnern in Betrieb. Diese Feldtest-Systeme leisten 1 kWe und werden mit Erdgas ab dem Niederdrucknetz betrieben. Die Systeme enthalten einen thermisch integrierten Reformer, der das Erdgas in ein wasserstoffreiches Gasgemisch umwandelt, welches direkt der Brennstoffzelle zugeführt wird. Diese Systeme wurden kumuliert bis jetzt über 50 000 Stunden betrieben. Dabei konnte die Betriebssicherheit und der Wirkungsgrad ständig verbessert werden. Das System beim Amt für Energie und technische Anlagen in Basel läuft nun seit über 5000 Stunden mit einem Brennstoffzellenstapel bei 33 % elektrischem Wirkungsgrad. Der maximale elektrische Wirkungsgrad liegt bei 40 %.

* Referat gehalten an der Ölfachtagung 2000 in Zürich: «Zukunft mit Heizöl für Wärme und Strom»

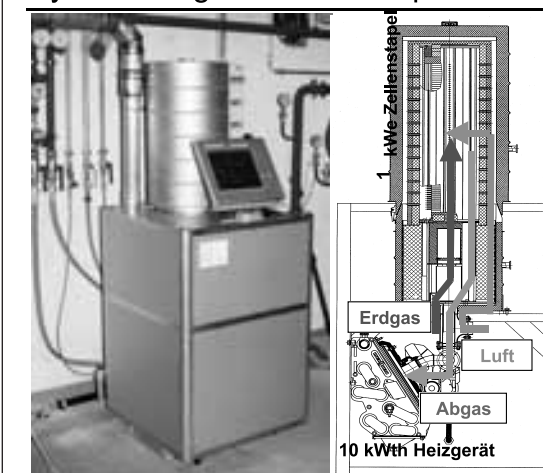
Typen von Brennstoffzellen
Betriebseigenschaften, Anforderung an Gasqualität



Fuel Processing
Geringe Komplexität bei SOFC



Sulzer HEXIS Feldtest-System
Systemdesign und Feldtestpartner



- Erste Tests Mitte 1997:
- DEW/D (seit 94)
 - StWW/CH (seit 97)
- Start Oktober 1998:
- AET/CH *
 - EWE Oldenburg/D
 - Thyssengas/D
 - Tokyo Gas/J **)
- Start Januar 2000:
- Gas de Euskadi/E
 - Gasunie/NL ***)

*) Sulzer Infra als Servicepartner
**) Tokyo Gas Zelltechnologie
***) Shell CPO Technologie

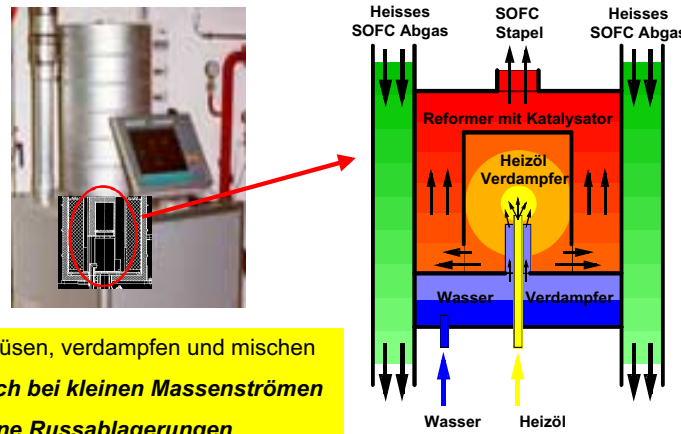
Sulzer-HEXIS-Feldtest-System

Auf Basis dieses Feldtest-Systems mit integriertem Reformer wurde ein System aufgebaut, welches mit Heizöl betrieben wurde. Dazu wurde der Reformer auf den Betrieb mit Heizöl angepasst. Dies ergab besonders bei der Heizöleinlösung und -verdampfung besondere Herausforderungen. So wurde zum Beispiel eine spezielle Zweistoffdüse realisiert, die mit Hilfe von überhitztem Wasserdampf das Heizöl einsprüht. Dadurch konnte eine gute Verdüsung und Verdampfung auch bei sehr kleinen Heizöldurchflüssen erreicht werden.

Mit diesem Reformer wurden – zunächst im Stand-alone-Betrieb – verschiedene Katalysatoren auf deren Eignung zur Reformierung von Heizöl untersucht. Umsatzgrad und Gaszusammensetzung am Reformeraustritt sowie Russbildung waren dabei wichtige Messgrößen.

Ein Nickel-Katalysator wurde unter-

Thermisch integrierter Reformer modifiziert für den Betrieb mit Heizöl EL



Eindüsen, verdampfen und mischen
- auch bei kleinen Massenströmen
- ohne Russablagerungen

Stand alone Betrieb des Reformers zum Test verschiedener Katalysatoren

• **Getestete Katalysatoren:**
Ni, Pt, Rh

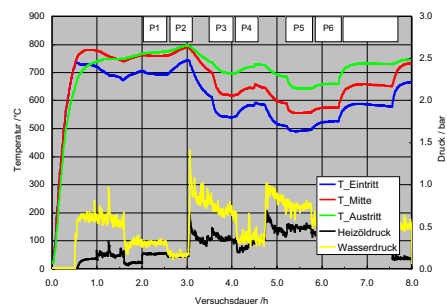
• **Heizölqualität:**
Schwefel < 50 mg/kg
(Mittelwert 10 mg/kg)

• **Zwei Tage Testprogramm:**
Tag 1: stationärer Betrieb
P_{th} = 1.5 kW, SCR = 6
Tag 2: P_{th} = 1, 2 and 3 kW
SCR = 4 and 6

• **Analyse des Reformatgases**
Gaschromatograph

• **Analyse des Katalysators**

Typisches Temperaturprofil



von Russ. Dementsprechend gab es auch bei diesen Katalysatoren grössere Mengen von Russablagerungen im Reaktor.

Der untersuchte Rhodium-Katalysator zeigte ein gutes Umsatzverhalten und eine gute Gaszusammensetzung bei allen Betriebspunkten. Nach 2 Tagen Betrieb waren auf dem Katalysator nur minimale Spuren von Russ sichtbar. Rhodium als Katalysator lieferte bei diesen Versuchen also eindeutig die besten Resultate.

Mit diesem Katalysator wurde dann ein Langzeitversuch über 500 Stunden durchgeführt. Auch hier wurde ein Heizöl mit weniger als 50 mg/kg Schwefel eingesetzt. Trotzdem ist deutlich eine Desaktivierung innerhalb der ersten 50 Stunden zu beobachten, welche wahrscheinlich durch den Schwefel verursacht wurde. Als Folge davon bildete sich dann Russ auf dem Katalysator. Schwefel verursacht also auch in kleinen Konzentrationen bei der Dampf-Reformierung erhebliche Probleme. Deshalb wurde der Betrieb des kompletten Brennstoffzellensystems mit schwefelfreiem Heizöl durchgeführt. Der erzeugte Strom wurde über Wechselrichter ins elektrische Netz eingespeisen. Steuerung des Systems, Sicherheitsüberwachung sowie Prozessvisualisierung wurden durch SPS und PC realisiert.

Brennstoffzelle mit Heizöl: echte Chance!

Temperatur- und Spannungsverteilung im Brennstoffzellenstapel waren sehr homogen. Die Temperaturen im Reformer waren so, dass ein guter Umsatz gewährleistet war. Das System konnte mit einem Wirkungsgrad von 25 % bei einer elektrischen Leistung (DC) von 500 W betrieben werden. Die Leistungscharakteristik verbesserte sich stetig über die Betriebszeit von 120 Stunden. Nach Ende des Systembetriebs und Ausbau des Brennstoffzellenstapels konnte keinerlei Russ auf den Zellen und im Reformer festgestellt werden. Für die weitere Entwicklung wird die partielle Oxidation (CPO/POx) als Fuel Processing Technologie angewendet. Sie bietet bessere Mög-

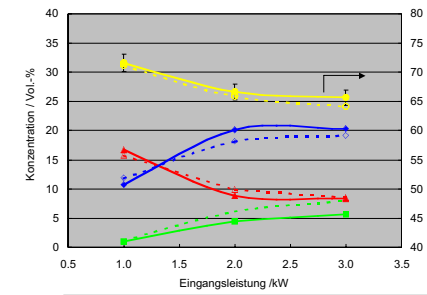
lichkeiten für schwefelstabile Katalysatoren. Nach ersten Versuchen weisen auch die Brennstoffzellen eine gewisse Schwefelresistenz auf. Die Brennstoffzelle mit Heizöl hat also echte Chancen!

Die Erdölvereinigung in Zürich hat diese Arbeiten finanziell unterstützt und fördert auch das Folgeprojekt.

Weitere Informationen:
Dr.-Ing. Alexander Schuler
Sulzer HEXIS AG
Zürcherstrasse 12
8400 Winterthur
Tel. 052/262 63 11
Fax 052/262 63 33
E-Mail: alexander.schuler@sulzer.com

Pt Katalysator

Gaszusammensetzung am Austritt Reformer



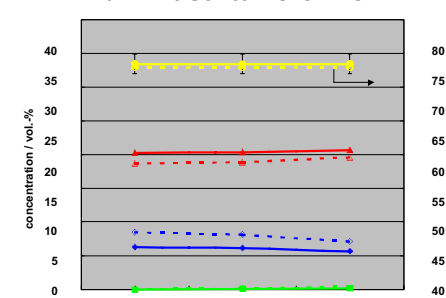
Acetylen: 0.5 - 2 vol-%

nach Betrieb



Rh Katalysator

Gaszusammensetzung am Austritt Reformer

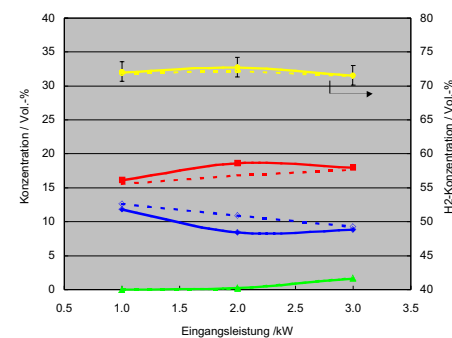


nach Betrieb (2 Tage Testzyklus)



Standard Ni (NG) Steam Reforming Katalysator

Gaszusammensetzung am Austritt Reformer



vor Betrieb



nach Betrieb

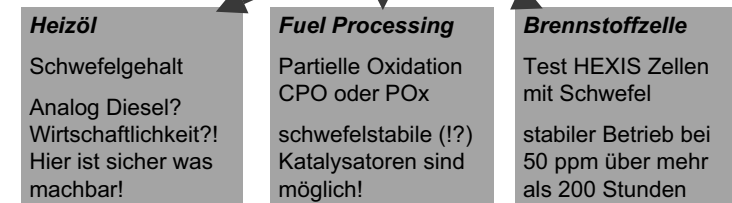


sucht der kommerziell zur Dampf-Reformierung von Erdgas eingesetzt wird. Der Katalysator zeigte ein gutes Umsatzverhalten und auch die Gasqualität am Reformeraustritt war zufriedenstellend. Ein Langzeitbetrieb dieses Katalysators scheint aber aufgrund der starken Russbildung nicht möglich.

Zwei untersuchte Platin-Katalysatoren unterschiedlicher Hersteller zeigten das gleiche Betriebsverhalten. Der Umsatz war nicht zufriedenstellend hoch, d.h. es wurden grössere Mengen an Methan und vor allem auch von Acetylen im Gas nach dem Reformeraustritt gemessen. Acetylen ist eine direkte Vorstufe bei der Bildung

Brennstoffzelle mit Heizöl

Betrieb HEXIS Brennstoffzelle mit Heizöl erfolgreich demonstriert, aber Problem Schwefel ausgeklammert!



Chancen für ein wenig komplexes (Wirtschaftlichkeit!) Brennstoffzellen-System für Heizöl sind voll in Takt!

Erdgas auf dem Vormarsch...

Erdgas hat im vergangenen Jahr in der Schweiz seinen Marktanteil weiter erhöhen können. Obwohl weniger stark als im Vorjahr geheizt werden musste, erreichte der Bruttoverbrauch von Erdgas mit 31,44 Mia. Kilowattstunden (kWh) beinahe den Vorjahreswert. Der vermehrte Einsatz von Erdgas anstelle anderer fossiler Energien führt zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen.

Gemäss Berechnungen des Verbandes der Schweizerischen Gasindustrie (VSG) hat der Erdgas-Verbrauch in der Schweiz den Rekordwert des Vorjahres von 31,62 Mia. kWh mit einem Rückgang von 0,6 Prozent nur knapp verfehlt.

Auf Grund der Tatsache, dass im Jahr 2000 wegen des deutlich wärmeren Wetters weniger geheizt werden musste und somit die Zahl der Heizgradtage 7 Prozent unter dem Vorjahreswert lag, hat Erdgas ganz klar seinen Marktanteil erhöhen können: Die Zahl der mit Erdgas versorgten Gemeinden in der Schweiz stieg im letzten Jahr um 25 auf 760. Dies bestätigen zudem die kürzlich publizierten Zahlen der Ölbranche.

Beim Heizöl Extra-Leicht ging der Verbrauch gemäss deren Schätzungen um 8,5 Prozent zurück. Die Steigerung des Marktanteils von Erdgas ist auf zahlreiche Neuanschlüsse in den Sektoren Haushalte und Dienstleistungen zurückzuführen wie auch auf eine durch die gute Konjunktur gestiegerte Nachfrage im Industriesektor, wo Erdgas zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt wird.

Umweltbelastung mit Erdgas reduzieren

An die von der Schweiz festgelegten Ziele, Umweltbelastung und insbesondere die CO₂-Emissionen bis 2010 um 10 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken, leistet Erdgas einen wichtigen Beitrag: Eine Studie des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) belegt ganz klar, dass die Umweltbelastung durch den Einsatz von Erdgas zum Heizen bis zur Hälfte reduziert werden kann. Als Treibstoff kann Erdgas den Schadstoff-Ausstoss sogar um 60 bis 95 Prozent reduzieren.

Weitere Informationen:
Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG)
Grütlistrasse 44, Postfach
8027 Zürich
Tel. 01/288 31 31
Fax 01/202 18 34
E-Mail: vsg@erdgas.ch
Internet: www.erdgas.ch

Verbesserter Wirkungsgrad durch Kondensation – richtige Systemdimensionierung entscheidend

Gasthermen im Test

Gasthermen können Wirkungsgrade von über 100 Prozent erreichen, so steht es in Theoriebüchern und Prospekten. Doch wie sieht es in der Praxis aus? Messungen an drei Gasthermen zeigen: Moderne Gasthermen können gute Wirkungsgrade erzielen, auf Grund der Einbindung im Heizsystem tun sie es nicht in jedem Fall.

Bei der Bestimmung des Wirkungsgrads eines Heizkessels wird immer der untere Heizwert H_u als Basis für den Energieinhalt des Brennstoffs genommen. Bei der Verbrennung von Erdgas entstehen Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O). H_u bedeutet, dass das Wasser als Dampf durch den Kamin entweicht. Im Wasserdampf steckt noch Energie (Kondensationswärme), die sich nutzen lässt, indem der Wasserdampf auskondensiert wird. Dazu muss die Rücklauftemperatur

des Heizsystems unter $45^\circ C$ liegen. Die Kondensation ist gut sichtbar am Wasser, welches aus dem Gerät fließt. Der Wirkungsgrad wird dabei um beachtliche zehn Prozent verbessert.

Messung in der Praxis

Ein Praxistest an drei Gebäuden (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus und Kirchengemeindehaus) sollte den tatsächlichen Wirkungsgrad der Gasthermen aufzeigen. Mit einem Wärmehäufigkeitszähler wurde die Wärmeabgabe der Gastherme gemessen. Der Gasverbrauch wurde vom Zähler der Gasversorgung abgelesen. Daraus liess sich der Wirkungsgrad bestimmen. Die Resultate (siehe Tabelle) belegen, dass sehr gute Wirkungsgrade erreicht werden können. Es zeigt sich aber auch, wie wichtig die Einsatzbedingungen sind: Das Heizungsverteil- und -abgabesystem muss auf tiefe Rücklauftemperaturen ausgelegt werden.

Die Resultate sehen im Einzelnen folgendermassen aus:

Einfamilienhaus

Der Wirkungsgrad beim Einfamilienhaus (EFH) ist in Anbetracht der Wassererwärmung und der dafür nötigen höheren Temperaturen sehr gut. Das Heizsystem wird mit sehr tiefen Temperaturen (Vorlauftemperatur (VL)/Rücklauftemperatur (RL) etwa $40/30^\circ C$) betrieben. Während der Wassererwärmung wird die Heizungsverteilung abgeschaltet. Auffallend waren jedoch kurze Einschaltungen alle eineinhalb Stunden – auch in der Nacht. Wie bei sehr vielen Bauten wurde die Gastherme im Estrich installiert. Der im Kellergeschoss installierte Warmwasserspeicher entlud sich infolge Schwerkraftzirkulation (vom Speicher zur Gastherme). Der Thermostat im Speicher (Einschaltdifferenz etwa $8^\circ C$) verlangte deshalb häufig nach einer Nachladung während der Nacht, auch wenn kein Warmwasserbezug stattfand. Infolge der Schwerkraftzirkulation resultierte auch eine Erwärmung der Bodenheizungen, die bei kurzen Ringen (zum Beispiel bei Bad und WC) gut spürbar war. Im Sommer beeinträchtigte diese Wärmeabgabe den Komfort! Zur Behebung war der Einbau einer Schwerkraftsperre nötig. Ein einfacher Siphon bei den Speicheranschlüssen genügt zu diesem Zweck!

Mehrfamilienhaus

Beim Mehrfamilienhaus (MFH) blieb die Gastherme fast immer im untersten Modulationsbereich, obwohl die mittleren Aussentemperaturen während der ersten Messwoche ein halbes Grad Celsius und in der zweiten Woche $5^\circ C$ betragen. Die Gastherme schaltete häufig ein und aus. Einzig am Morgen, beim Aufheizbetrieb nach der Nachtabsenkung, nutzt die Gastherme ihre volle Leistung für kurze



Kondensierende Gasthermen wie diese können sehr hohe Wirkungsgrade erreichen. Der Mehrpreis bei der Beschaffung ist gering, der Gewinn jedoch beachtlich.

Zeit aus. Dies sind Zeichen einer Überdimensionierung. Bei $0,7^\circ C$ Aussentemperatur betrug die Rücklauftemperatur $52^\circ C$; die Differenz zwischen Vor- und Rücklauf betrug nur $7^\circ C$. Damit ist aber ein kondensierender Betrieb nicht mehr möglich. Dieses Resultat zeigt: Auch modulierende Gasthermen müssen richtig dimensioniert werden; die Rücklauftemperatur ist auch bei Sanierungen so tief wie möglich einzustellen.

Kirchengemeindehaus

Auch beim Kirchengemeindehaus zeigte sich eine Überdimensionierung. Zudem wurde dreimal pro Tag die Vorlauftemperatur für die Speicherladung auf $80^\circ C$ erhöht. Die Regelmässigkeit der Einschaltungen deutet auf Speicher- und Leitungsverluste hin (vergleiche EFH).

(Quelle: Buderus Heiztechnik AG)

Empfehlungen für Bauherren

Die meisten Gasthermen auf dem heutigen Markt können die Kondensationswärme ausnutzen. Beim Kauf einer Gastherme ist darauf zu achten, dass ein kondensierendes Gerät beschafft wird: Der Mehrpreis ist gering, der Gewinn beachtlich. Mittels Messung der Kondensatmenge lässt sich die Kondensation bei Einregulierung oder Service einfach überprüfen. Mit Kondensatmenge, Gasverbrauch (Gaszähler) und einer Umrechnungstabelle könnte der Bauherr selber die Energieeffizienz überprüfen.

(Aus «Zürcher Umwelt-Praxis» Nr. 25/November 2000)

Weitere Informationen bei den Autoren: Alex Niellisbach/Christoph Gmür
Abteilung Energie, AWEL
Postfach, 8090 Zürich
Tel. 01/259 42 66
Fax 01/259 51 59
E-Mail: energie@bd.zh.ch

ASUE-Tagung orientierte über neue alte Technik – auch im Bäderbereich

Gaswärmepumpe wieder aktuell?

Von M. Stadelmann
c/o Verband der Schweizerischen
Gasindustrie (VSG), Zürich

Ein hohes Energiepreisniveau machte vor zwanzig Jahren die Gasmotor-Wärmepumpe (GWP) lohnend. Aber viele Anlagen funktionierten nicht zufriedenstellend. Dies und sinkende Energiepreise liessen die GWP in Vergessenheit geraten. Ist sie wieder ein Thema, ganz besonders im Bäderbereich?

«Wir müssen die Gasmotor-Wärmepumpe wieder aufgreifen, bevor der letzte Wissensträger in den Ruhestand gegangen ist, der den Jungen sagen könnte: Den Fehler habe ich auch schon gemacht!», rief Prof. Dr.-Ing. Fritz Steimle, Leiter des Instituts für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik von der Universität GH in Essen an der ASUE-Tagung (Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch) in Essen (D) kürzlich in den Saal. Die Gaswärmepumpe als energiesparende Technik sei in den Zeiten der Energiekrise aktuell gewesen, als man sonntags nicht Auto fahren durfte, so Prof. Steimle weiter.

Effiziente CO_2 -Reduktion

Nicht nur die heute wieder hohen Energiepreise legen es laut Prof. Steimle nahe, die Gaswärmepumpe in verbesserter technischer Version wieder anzupacken. Auch der Treibhauseffekt, der die Regierungen zu CO_2 -Reduktionsprogrammen veranlasst, macht diese energiesparende Technik wieder aktuell, und zwar besonders im Vergleich zur Elektrowärmepumpe, weil sie Primärenergie spart. Dies mit entsprechenden Auswirkungen auf die CO_2 -Produktion (siehe dazu oben stehende Tabelle).

Diese Zahlen gelten für Deutschland, aber eigentlich müsste man den internationalen Strommix einsetzen, so Prof. Steimle: «Heute kann man zwar Öko-

| | |
|--|--------------------|
| elektrische Direktheizung, Speicherheizung | 1,80 kg CO_2/kWh |
| Ölheizung | 0,40 kg CO_2/kWh |
| Gasheizung | 0,25 kg CO_2/kWh |
| Elektrowärmepumpe $\epsilon = 3$ | 0,60 kg CO_2/kWh |
| gasmotorbetriebene Wärmepumpe $\epsilon_{tot} 1,8$ | 0,14 kg CO_2/kWh |
| Absorptionswärmepumpe $\epsilon = 1,5$ | 0,17 kg CO_2/kWh |

strom aus Wasser, Sonne usw. kaufen. Aber solange der Strom nicht blau aus der Steckdose kommt für CO_2 -frei und rot für CO_2 -haltig, gilt im Prinzip der normale internationale Strommix.»

Optimierte Technik

Von Optimierungsentwicklungen profitierten sowohl die Gasmotoren als auch die Komponenten der Wärmepumpe, insbesondere die Verdichter, erläuterte Dr.-Ing. Heiner Hüppelshäuser von der deutschen Ruhrgas AG. Daneben dürfte man aber auch die Absorptionswärmepumpe nicht vergessen, die in zweistufigen Grossaggregaten $\epsilon = 2,2$ erreichen kann, oder die Diffusionsabsorptions-Wärmepumpe, die zur Zeit von «Buderus» weiterentwickelt wird – oder die Gas-Adsorptions-Wärmepumpe, an der «Vaillant» arbeitet, schliesslich die «Vuillemier»-Wärmepumpe, die ähnlich wie der Stirlingmotor arbeitet, aber mit zwei Verdrängerkolben. Damit beschäftigen sich «Viessmann» und «Junkers».

Geringere Investitions- und Servicekosten

Beim Start der Gasmotorwärmepumpentechnik vor 25 Jahren war jedes Aggregat ein Unikat, stellte Dipl.-Ing. Horst Jacobowsky von «York International», Mannheim, fest. Jetzt gibt es Standardgeräte, die im Werk komplett montiert werden. Dies reduziert Investitions-, aber auch Service- und Wartungskosten.



Einige der Referenten (v.l.n.r.): Dr. Franz Hirschbichler, MDE Augsburg; Tagungsleiter Prof. Dr.-Ing. Fritz Steimle, Uni Essen sowie Dipl.-Ing. Horst Jacobowsky, «York» Mannheim. (Fotos: VSG/zvg)

«York» setzt hier Schraubenverdichter mit so genannten Doppelrotoren ein. Im Vergleich zu Kolbenverdichtern mit ihren vielen Teilen wie Kolben, Pleuel, Zylinder, Ventilen usw. hat der Schraubenverdichter weniger und robustere Einzelteile, betonte Horst Jacobowsky. Das führt zu niedrigeren Ausfallraten. Dazu bieten die neuen «York»-Schraubenverdichter die Möglichkeit, während des Betriebes das interne Volumen- und Druckverhältnis zu verändern, und zwar mit einem Leistungsschieber, der den geförderten Volumenstrom und damit die Kälteleistung regelt. Eine moderne Sensortechnik macht dies möglich und spart so bis 30 % Antriebsenergie. Der Verdichter ist nicht mehr wie früher über eine starre Kupplung mit dem Motor verbunden, was oft zu Störungen führte, sondern mit einer drehelastischen Kupplung.

Bessere Motoren, sicherer Betrieb

Über den technischen Fortschritt bei Gasmotoren referierte Dr. Franz Hirschbichler, technischer Direktor der MDE, Augsburg, der am Rande der Tagung meinte: «Man muss die Gaswärmepumpe fördern! Für den Entwickler ist ein BHKW eigentlich langweilig – die Wärmepumpe ist viel spannender!» Die spezifische Motorenleistung konnte in den letzten Jahren ebenso erhöht werden wie der Wirkungsgrad. Dieser reicht bei MDE-Gasmotoren heute bis 37 %. Bei MDE wird der Schraubenverdichter heute ohne Kupplung direkt am Motor angeflanscht.

Auch auf der Kälteseite beseitigen die heutigen elektronisch gesteuerten Ventile frühere Problemquellen. Franz Hirschbichler ist überzeugt, dass mit modernen Gaswärmepumpenaggregaten bei fachgerechter Betriebsführung und Wartung ein langjähriger, sicherer Betrieb gewährleistet ist.

Chance im Bäderbereich

Die meisten der rund 8000 kommunalen Bäder in Deutschland wurden in den 70er Jahren gebaut, führte Friedrich Rolf Kunze, Hauptgeschäftsführer der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e.V., Essen, aus. 80 % dieser Bäder sind schon weit über 25 Jahre alt – und weil die Etats der Städte und Gemeinden seit Jahren rote Zahlen aufweisen, gibt es derzeit einen nicht unerheblichen Sanie-

rungs- und Modernisierungstau in Deutschland. Nach Auswertung einer Umfrage unter kommunalen Bäderbetreibern, welche die Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V. im Frühjahr 2000 durchgeführt hat, sind derzeit in rund 35 % der Hallenbäder und in ca. 20 % der Freibäder verschiedene Baumassnahmen geplant bzw. werden bereits durchgeführt. In diesem Zusammenhang kann der Einsatz einer energiesparenden Technik wie der Gaswärmepumpe besonders interessant werden. Denn die Personalkosten der Bäder können kaum gesenkt werden. Hingegen besteht gerade bei den Energiekosten noch ein Potential, um die Betriebskosten der Bäder zu senken bzw. ihren Kostendeckungsgrad zu erhöhen.

Dimensionierung der Wärmeerzeugung in Bädern

Bei Bädersanierungen sollte vorerst die ganze Netzhydraulik der bestehenden Anlagen überprüft werden, forderte Dipl.-Ing. Harm Hincke, Bremen. Erst wenn dies geschehen ist und entsprechende



Viel Interesse für die Neuauflage der Gaswärmepumpe wurde an der ASUE-Tagung in Essen (D) gezeigt.

Sparmassnahmen klar sind, sollte die Wärmeerzeugung dimensioniert werden. Die Gaswärmepumpe eignet sich dabei sehr gut für Bäder – aber sie sollte nur die Grundlast decken. Eine Überdimensionierung der Wärmepumpe ist schädlich und kontraproduktiv, betonte Harm Hincke.

Weitere Informationen:

Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG)
Grüllistrasse 44, Postfach, 8027 Zürich
Tel. 01/288 31 31
Fax 01/202 18 34
E-Mail: vsg@erdgas.ch
Internet: www.erdgas.ch

Wärme kaufen statt Heizanlagen – Outsourcing von Dienstleistungen

Energie-Contracting – eine neue Idee breitet sich aus

In der Schweiz werden über eine Million Energievorsorgungsanlagen für Heizung, Lüftung und Klima betrieben. Bau und Unterhalt dieser Anlagen liegen in der Regel bei den Eigentümern, die dadurch in zweifacher Hinsicht beansprucht werden: finanziell durch die Investitions- und Unterhaltskosten sowie personell infolge Wartung und Optimierung der Anlagen. Eine innovative Alternative bietet das Energie-Contracting: Finanzierung und Unterhalt von Anlagen werden ausgelagert.

«Outsourcen von Dienstleistungen» nennen die Promotoren das Energie-Contracting. Dahinter steckt eine Professionalisierung in der Bereitstellung von Nutzenergie wie Wärme, Kälte, Licht, Strom oder Dampf.

Der Energieverbraucher (Contracting-Nehmer) bezahlt lediglich die bezogenen Kilowattstunden zu einem vertraglich festgelegten Preis. Der Contracting-Anbieter plant, installiert, finanziert und betreut die Anlagen; er übernimmt damit sämtliche Investitions- und Funktionsrisiken. Dies fördert die effiziente Verwendung der Primärenergien.

Contracting fördert die Energieeffizienz

Mit Contracting-Lösungen können auch Nutzungen erneuerbarer Energien oder von Abwärmequellen, die teilweise kapitalintensiver und im Betrieb noch ungebrauchlicher sind, eher realisiert werden. Vom Energie-Contracting profitiert also auch unsere Umwelt. Noch etwas zielorientierter als das konventionelle Anlagen-

Contracting ist das Einspar-Contracting: In der Verantwortung des Contractors können Betriebsoptimierungen wie Nachbesserung der Anlagekomponenten, verbesserte Dämmung der Gebäudehülle oder Lichttechnik, den Energieverbrauch zum Teil erheblich reduzieren.

Dies geschieht, ohne dass der Eigentümer des Gebäudes oder der Anlage Geld investieren muss. Die optimierenden Massnahmen werden über die realisierte und garantierte Senkung der Energiekosten finanziert.

Der Kunde wird an den Kosteneinsparungen vertraglich beteiligt. Die Investitions- und Funktionsrisiken trägt auch hier der Contractor-Anbieter.

Was sind die Nutzen für die Contracting-Partner?

Die Vorteile für den Contracting-Nehmer sind insbesondere:

- keine Kapitalbindung für Energieanlagen
- keine Beanspruchung von eigenem Personal
- volle Risikoübertragung auf den Anbieter
- Kosteneinsparungen, falls der Anbieter eine effiziente Lösung offeriert
- hohe Betriebssicherheit, da ein grösserer Anbieter eine Wartungsequipe bereitstellen kann.

Die beiden Hauptnutzen für den Contracting-Anbieter sind

- Öffnung für ein sicheres Geschäftsfeld
- langjährige Kundenbindung

Vormarsch von Contracting-Anlagen in der Schweiz

In den USA, in Deutschland und in Österreich auf dem Vormarsch, führt Energie-Contracting in der Schweiz noch eher ein Schattendasein. Gemäss aktueller Bilanz von Ende 2000 laufen auf dem Schweizer Markt erst rund 220 Contracting-Projekte. Die private und neutrale Organisation «Swiss Contracting» hat es sich zum Ziel gesetzt, dem Energie-Contracting auch in der Schweiz zum Durchbruch zu verhelfen. Als wichtige Massnahme bietet sie eine standardisierte Projektprüfung an. Diese Prüfung wird von Banken anerkannt, was die Fremdfinanzierung erleichtert. Bei positivem Prüfbericht übernimmt «Swiss Contracting» eine Weiterbetriebsgarantie für den Fall, dass ein Contracting-Anbieter ausfallen sollte. Als fachliches Kompetenzzentrum will «Swiss Contracting» Garant für effiziente, integrale Contracting-Lösungen sein.

(Aus «Zürcher Umwelt-Praxis» Nr. 25/Dezember 2000)

Weitere Informationen:

Swiss Contracting
Sonneggstrasse 84, 8006 Zürich
Tel. 01/365 20 15
Fax 01/365 20 18
E-Mail: info@swisscontracting.ch
Internet: www.swiss-contracting.ch

Auskünfte auch beim Autor:

Alex Nietlisbach, Abtlg. Energie AWEL,
Postfach, 8090 Zürich
Tel. 01/259 42 18
Fax 01/259 51 59
E-Mail: energie@bd.zh.ch