

Technik im Gartenbau unter Glas

Brennstoffe im Gartenbau

1 Einführung

Im Unterglasgartenbau sind die Aufwendungen für die Heizung ein bedeutender Kostenfaktor. Die Kosten für Heizmaterial liegen bei 5–10 % vom Betriebsertrag; in der Hochpreisphase für Öl, Anfang der 80er Jahre betragen sie bis zu 20 % vom Betriebser-

trag. Die Ölpreisentwicklung in 1999 schürte Befürchtungen, dass der Ölpreis diese Kostendimension durchaus wieder erreichen könnte. Das Mineralöl ist der Energieträger Nr. 1 in unserer Wirtschaft und auch im Gartenbau. Die jüngsten Preisentwicklungen haben zu Überlegungen geführt, andere, preiswertere Energieträger als Heizöl einzusetzen.

Tab. 1: Heizwerte und Brennwerte verschiedener Brennstoffe

| Brennstoff | Einheit | Heizwert $H_u^{1)}$ | Brennwert $H_o^{1)}$ | Differenz H_o zu H_u |
|----------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| Koks 1 | kWh/kg | 8,02 | 8,05 | 0,40 % |
| Koks 2 | kWh/kg | 7,80 | 7,83 | 0,40 % |
| Koks 3 | kWh/kg | 7,44 | 7,47 | 0,40 % |
| Koks 4 | kWh/kg | 7,21 | 7,24 | 0,40 % |
| Anthrazit Nuss 3 u. 4 | kWh/kg | 8,95 | 9,13 | 2,00 % |
| Anthrazit Nuss 5 | kWh/kg | 8,84 | 9,02 | 2,00 % |
| Gasflammkohle Nuss 3 u. 4 | kWh/kg | 8,37 | 8,70 | 3,90 % |
| Braunkohle | kWh/kg | 5,46 | 5,86 | 7,40 % |
| Heizöl EL | kWh/l | 10,20 | 10,85 | 6,37 % |
| Heizöl S (max. 1 % Schw.) | kWh/kg | 11,05 | 11,74 | 6,31 % |
| Erdgas L ^{2), 3)} | kWh/m ³ | 8,83 | 9,78 | 10,76 % |
| Erdgas H ^{2), 3)} | kWh/m ³ | 10,36 | 11,47 | 10,71 % |
| Butangas | kWh/kg | 12,70 | 13,75 | 8,27 % |
| Propangas | kWh/kg | 12,88 | 13,98 | 8,61 % |
| Holz ⁴⁾ | kWh/kg | 4,40 | 4,83 | 9,70 % |
| Stroh ⁴⁾ | kWh/kg | 3,90 | | |

¹⁾ bisher gebräuchliche Formelzeichen; zukünftig wird der Index „u“ durch den Index „i“ (inferior) und der Index „o“ durch den Index „s“ (superior) ersetzt: Heizwert H_i und Brennwert H_s

²⁾ bisher gebräuchliche Bezeichnungen; Erdgas L wird zukünftig Erdgas LL und Erdgas H zukünftig Erdgas E heißen

³⁾ Mittelwert, schwankt je nach Druck und Temperatur

⁴⁾ Mittelwert, schwankt je nach Feuchtegehalt

Tab. 2: Wichtige Kohlekenndaten

| Kenndaten | Gasflammkohle | Anthrazit Nuß 5 | Koks 4 | Braunkohle |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|---------|------------|
| Heizwert (kWh/kg) | 8,2–8,7 | 8,84 | 7,21 | 5,46 |
| flüchtige Bestandteile (%) | 28–40 | 6–10 | 0–2 | 43,5 |
| Wasser (%) | 3–6 | 3–6 | 12–16 | 17 |
| Asche (%) | 3–5 | 3–5 | 6–8 | 4,5 |
| Schwefel (%) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,4 |
| Schüttdichte (kg/m ³) | 700–780 | 700–780 | 480–580 | 700–750 |

2 Brennstoffe

Die Brennstoffe werden eingeteilt in feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe. Tab. 1 zeigt Heizwerte und Brennwerte verschiedener Brennstoffe. Von den festen Brennstoffen kommt vorwiegend Kohle zum Einsatz und in Einzelfällen Holz.

Im Gartenbau werden vorwiegend die feinkörnigen Kohlen verwendet, da sie in automatischen Heizanlagen eingesetzt werden können. Das sind die Flammkohlen in der Körnung 4, Anthrazit Nuss 4 und 5, sowie Koks 4. In Einzelfällen wird auch Importkohle 0–50 mm eingesetzt. Relativ preiswert sind Kohlen aus verschiedenen europäischen und asiatischen Herkünften.

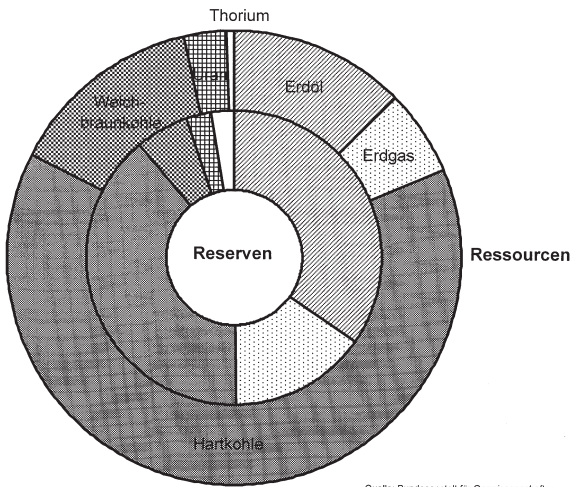
Von den flüssigen Brennstoffen hat das Heizöl EL als Energieträger Nr. 1 die herausragende Bedeutung. Es hat einen Schwefelgehalt von maximal 0,2 % und eine Dichte von 0,86 g/ml bei 15 °C. Die Lagerung erfolgt in Tanks. Das Heizöl S dagegen kann nur in Heizanlagen mit einer Feuerungs-wärmeleistung über 5 MW eingesetzt werden (1. und 4. Bundesimmissionsschutz-Verordnung).

Von den gasförmigen Brennstoffen werden Erdgas L, Erdgas H und Flüssiggas (Propan) im Gartenbau zu Heizzwecken verwendet.

Gas enthält im Gegensatz zu den anderen Brennstoffen praktisch keinen Schwefel. Die gasförmigen Brennstoffe erzeugen bei der Verbrennung weniger umweltbelastende Emissionen als die flüssigen und die festen Brennstoffe. Da der Unterschied zwischen Heizwert und Brennwert bei den gasförmigen Brennstoffen relativ groß ist (vgl. Tab. 1) ist hier die Brennwertnutzung interessant.

Verfügbarkeit der Brennstoffe

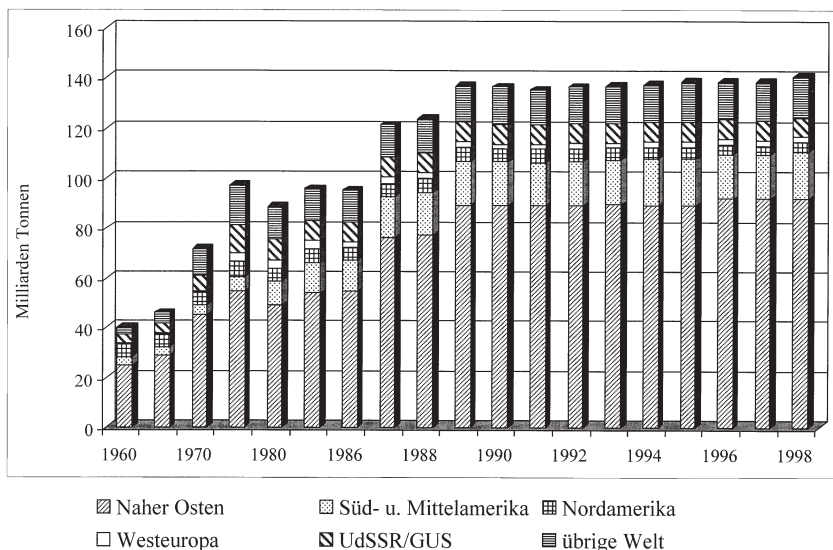
Die fossilen Energieträger sind nicht in unbegrenzter Menge verfügbar. Sie sind vor vielen Millionen Jahren aus Biomasse entstanden und durch unterschiedliche Lagerbedingungen heute als Öl, Gas oder Kohle verfügbar. Man spricht von Energiereserven und Energieressourcen. Vereinfacht dargestellt sind die sicher bestätigten Reserven die Energiemengen, die aus Bohrungen bekannt und mit der heutigen Technik wirtschaftlich förderbar sind. Zu den Ressourcen zählen die nachgewiesenen Vorkommen, die aber derzeit technisch oder/und wirtschaftlich nicht förderbar sind. Weiterhin zählen zu den Ressourcen auch die Vorkommen, die nicht nachgewiesen, aber geologisch möglich sind. Die Reserven sind in den Ressourcen nicht enthalten. Beides zusammen nennt man Gesamtressourcen.



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Abb. 1: Weltreserven und -ressourcen nicht erneuerbarer Energierohstoffe.

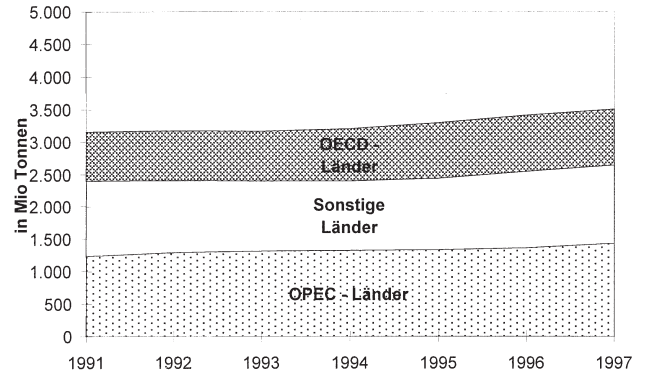
Der innere Ring in Abb. 1 stellt die Reserven und der äußere die Ressourcen dar. Bei den Reserven ist der Anteil des Mineralöls als Hauptenergiequelle der Weltwirtschaft relativ groß. Bei den Ressourcen besitzt die Kohle eindeutig das größte Potenzial. Betrachtet man die Entwicklung der Weltölreserven (Abb. 2), ist festzustellen, dass, obwohl der Energieverbrauch ständig stieg, die Reserven noch nie so groß waren wie heute. 1960 lagen die



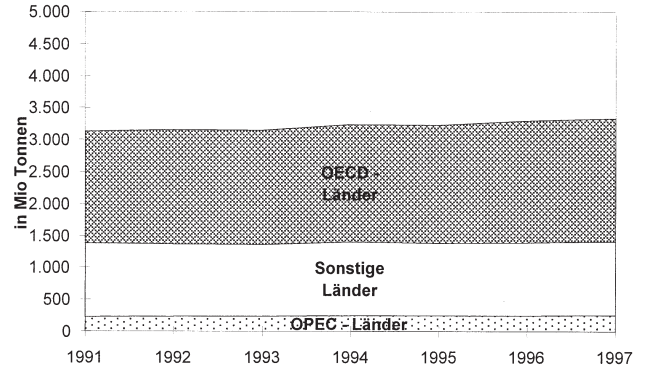
Quelle: MWV

Abb. 2: Entwicklung der Weltölreserven

Welt-Rohölförderung



Welt-Mineralölverbrauch



Welt-Rohölreserven

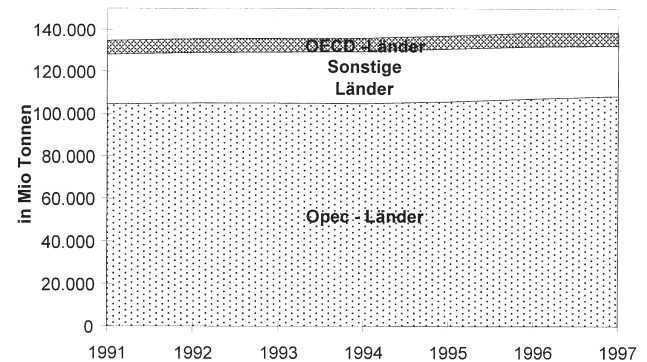


Abb. 3: Entwicklung von Rohölförderung, Mineralölverbrauch und Rohölreserven für verschiedene Länder/Organisationen

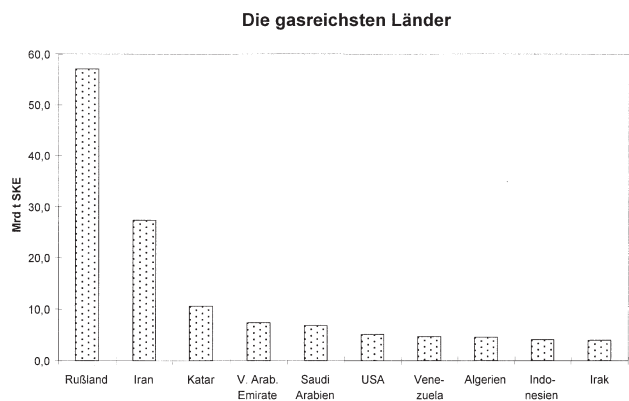
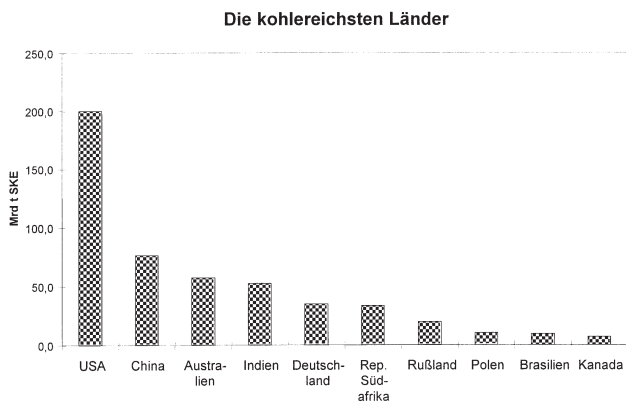
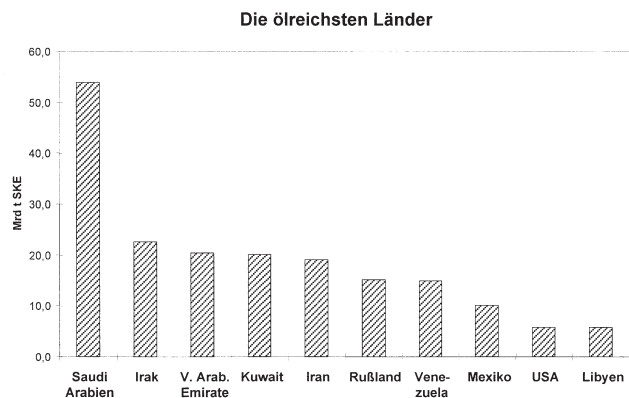
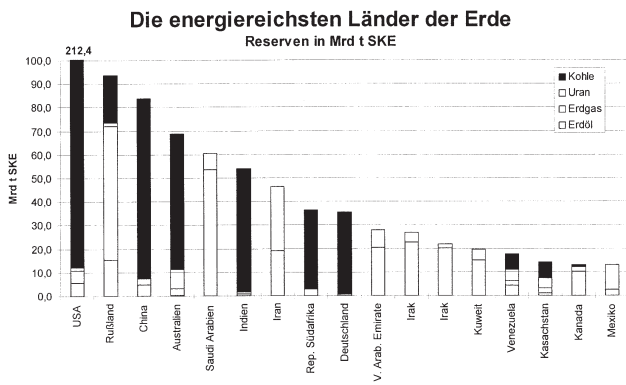


Abb. 4: Reserven der energiereichsten Länder [1 t SKE (Steinkohleneinheit) entsprechen 29,308 GJ]

Reserven bei 40 Milliarden Tonnen Rohöl, 1998 werden sie mit 140 Milliarden Tonnen angegeben. Dies liegt daran, dass neue Vorkommen entdeckt und in letzter Zeit vor allem die bekannten Lagerstätten aufgrund verbesserter Fördererfahren neu bewertet wurden. So konnte z. B. der Entölungsgrad Öl führender Schichten durch technische Entwicklungen von 30–35 % auf über 50 % gesteigert werden.

Die Verfügbarkeit der Energieträger wird nicht allein durch deren Vorkommen bestimmt, sondern auch sehr stark dadurch, wer über diese Vorkommen verfügt.

Abb. 3 zeigt die länderspezifische Aufteilung von Rohölreserven, Rohölförderung und Mineralölverbrauch. Der bedeutendste Teil der Ölreserven, ca. 78 %, befindet sich im Bereich der OPEC-Länder (Organization of Petroleum Exporting Countries: Algerien, Indonesien, Irak, Iran, Katar, Kuwait, Libyen, Nigeria, Saudi-Arabien, Venezuela, Vereinigte Arabische Emirate). Der Anteil der OPEC-Länder an der Rohölförderung ist derzeit noch deutlich geringer. Er liegt bei ca. 40 %. Die deutlich geringeren Reserven der OECD-Länder (Organization of Economic Cooperation and Development: EU, Island, Norwegen, Polen, Schweiz, Tschechien, Türkei, Ungarn, Australien, Japan, Kanada, Neuseeland, Südkorea, USA) und der „Sonstigen Länder“ sind wegen des höheren Anteils an der Rohölförderung wesentlich schneller verbraucht als die Reserven der OPEC-Länder. Folglich wird der Anteil der OPEC-Länder an der Weltrohölförderung langfristig deutlich steigen. Damit wächst auch der Einfluss der OPEC auf den Rohölpreis. Halten sich alle OPEC-Mitglieder an eine gemeinsame Förderpolitik, kann deren Einfluss auf den Rohölpreis sehr deutlich sein. Dies zeigte auch die Ölpreisentwicklung im Jahre 1999. Der Rohölpreis stieg um das Dreifache von etwa 10 auf ca. 30 \$/Barrel [ein Barrel (Fass) entsprechen 159 l].

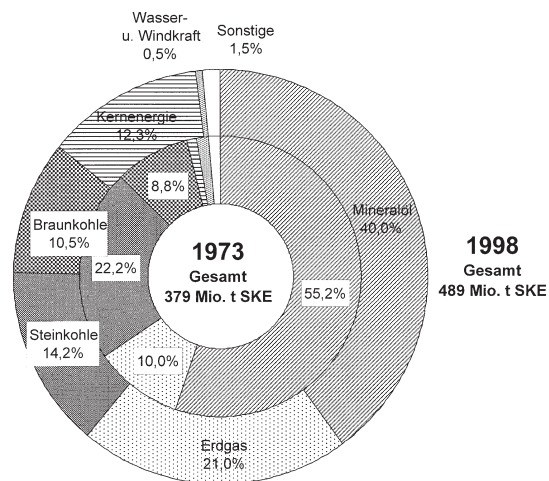
Trotz der dargestellten Konstellation gehen Experten davon aus, dass der Rohölpreis in den nächsten 20 Jahren nur wenig steigen wird. Kurzfristige starke Schwankungen wie 1999 sind aber immer möglich.

Die Reserven der energiereichsten Länder der Erde zeigt Abb. 4. Neben der Gesamtenergie wird noch unterschieden zwischen Öl,

Kohle und Gas. Die öereichsten Länder der Erde sind mit Ausnahme von Russland und den USA alles Mitgliedstaaten der OPEC. Beim Gas hat Russland die größten Reserven. Aber dann folgen wieder einige OPEC-Länder. Lediglich bei der Kohle verfügt die OPEC über geringe Reserven. Hier liegen vor allem in den USA die größten Reserven.

Insgesamt liegen zwar die größten Reserven in Form von Kohle vor, deren Handling gestaltet sich aber wesentlich schwieriger, so dass beim Primärenergieverbrauch der Anteil der Kohle deutlich geringer ausfällt als der Anteil von Öl oder Gas (Abb. 5).

Interessant ist der Vergleich der Anteile der Energieträger für das Jahr 1973, dem Jahr der 1. Energiekrise, und dem Jahr 1998. 1973 lag der Anteil des Mineralöls bei 55 %. Die Kernenergie spielte eine unbedeutende Rolle. Die Rohöleinfuhren kamen damals zu ca. 90 % aus OPEC-Ländern. Dieser Anteil hat sich heu-



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Abb. 5: Primärenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1973 und 1998.

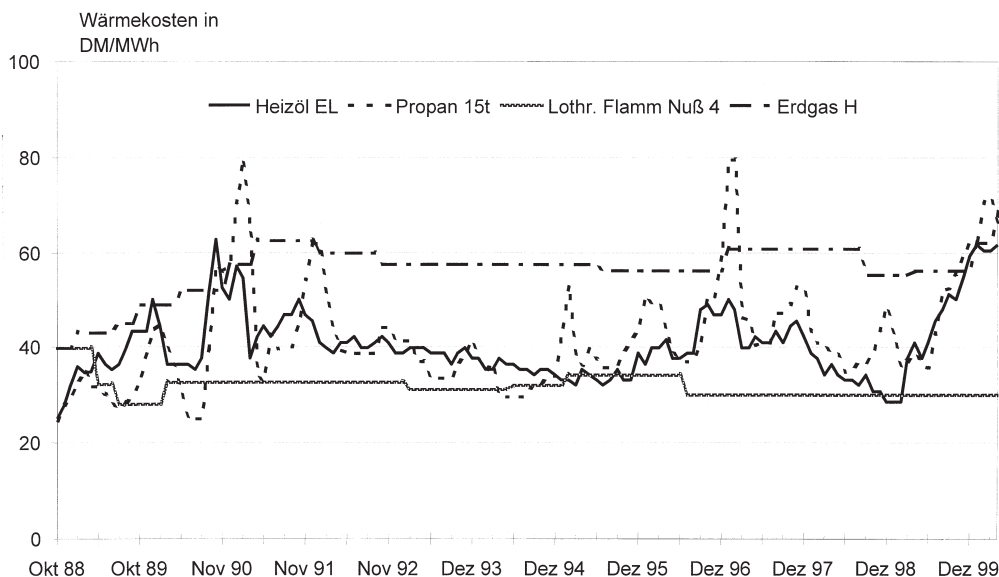


Abb. 6: Entwicklung der Brennstoffpreise im Raum Stuttgart

te auf ca. 30 % verringert. Die Abhängigkeit vom OPEC-Öl ist also inzwischen deutlich geringer geworden.

Das Erdgas hat seinen Anteil am Primärenergieverbrauch in dieser Zeit von 10 % auf 21 % gut verdoppeln können. Der Anteil der Kernenergie ist auf 12 % angestiegen.

3 Energiepreise

Abb. 6 zeigt die Preisentwicklung verschiedener Brennstoffe im Raum Stuttgart. Dargestellt sind hier die Wärmekosten in DM/MWh. In diesen Kosten sind die Heizwerte und die typischen Wirkungsgrade der entsprechenden Heizanlagen berücksichtigt. Die Heizölpreise stiegen von 1988 bis Ende 1990 auf über 60 DM/MWh. Anfang 1991 fielen die Ölkosten auf 40 DM/MWh. Der Golfkrieg führte dann wieder zu einem vorübergehenden Anstieg. Danach sanken die Ölpreise fast kontinuierlich bis Ende 1995. Nach einem Anstieg in den folgenden Jahren sanken die Ölpreise dann bis Ende 1998 auf ein historisches Tief. In 1999 gingen die Ölpreise stark nach oben: Der Ölpreis stieg von etwa 25 Pf/l um mehr als das Doppelte auf ca. 55 Pf/l.

Das Erdgas folgte den Aufwärtsbewegungen des Heizöls verzögert nach. Die Abwärtsbewegungen fielen beim Erdgas aber deutlich schwächer als beim Heizöl aus. Daher lag der Erdgaspreis im süddeutschen Raum in den vergangenen 10 Jahren deutlich über dem Heizölpreis. Durch den rasanten Anstieg in 1999 schloss das Heizöl zum Erdgas auf. Durch die anstehende Liberalisierung des Gasmarktes ist mit leicht sinkenden Gaspreisen zu rechnen. Fachleute rechnen damit, dass die Auswirkungen der Liberalisierung des Gasmarktes aber weitaus geringer ausfallen werden als auf dem Strommarkt.

Das Propan folgte mit größeren Ausschlägen ziemlich eng dem Heizölpreis. Deutlich sind hier die starken saisonalen Schwankungen zwischen Sommer und Winter erkennbar. Der Winterpreis liegt meist deutlich über dem Heizölpreis. Deshalb und wegen hoher Kosten für den Gastank scheidet das Propan in den meisten Fällen als preiswerter Energieträger aus.

Der Einsatz von Kohle war in den vergangenen Jahren nicht mehr so interessant, weil das Heizöl bis 1996 immer billiger wurde. Ab Ende 1996 ergab sich aber wieder ein Preisvorteil, so dass es lukrativer wurde, vorhandene Kohleanlagen in Betrieb zu nehmen. Das gilt insbesondere für das Jahr 1999.

dene Kohleanlagen in Betrieb zu nehmen. Das gilt insbesondere für das Jahr 1999.

4 Auswahlkriterien für Heizanlagen

Das Heizöl wird, wie in den vergangenen Jahren auch, der Energieträger Nr. 1 bleiben. An diesem Maßstab müssen sich die anderen zur Verfügung stehenden Energieträger messen. Da die Heizanlage für einen optimalen Betrieb speziell auf den Brennstoff abgestimmt sein muss, ist ein Brennstoffwechsel nicht ohne Weiteres möglich. Bei Gas und Öl ist dies noch am leichtesten durch Brenneraustausch realisierbar, wenn es keine Brennwerttechnik sein muss.

Ein Wechsel zu einem anderen Brennstoff ist meist durch Aufwendungen für einen Spezialkessel und brennstoffspezifische Lager- und Fördereinrichtungen sehr teuer. Daher ist ein Wechsel nur dann interessant, wenn langfristig ein Preisvorteil sicher ist; auf kurzfristige Brennstoffpreisschwankungen sollte man nicht unbedingt reagieren. Ein aktueller Preisvergleich wird in Tab. 3 gezeigt. Er gilt streng genommen nur für den Raum Stuttgart, da gerade die Erdgaspreise regional sehr unterschiedlich (durchaus 30–50 %) sind, mit dem höchsten Preisniveau in Süddeutschland.

Erstes Auswahlkriterium für einen Energieträger ist der Brennstoffpreis. Zeichnet sich hier ein deutlicher Kostenvorteil ab, so können weitergehende Überlegungen angestellt werden. Da das Heizöl der Marktführer bei den Brennstoffen ist, stehen die anderen Brennstoffe im Wettbewerb zum Heizöl. Um einen schnellen Vergleich

Tab. 3: Brennstoffpreise im Raum Stuttgart und Vergleichsfaktoren

| Brennstoffart | Einheit | Heizwert kW/Einh. | Preis ¹⁾ DM/ Einh. | Jahres- nutzungs- grad – | Vergleichs- faktor | Vergleichs- Ölpreis DM/l |
|------------------------------|---------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Heizöl EL | l | 10,20 | 0,540 | 0,86 | 1,00 | 0,54 |
| Heizöl S, 1 % Schw. | kg | 11,39 | 0,300 | 0,83 | 0,96 | 0,29 |
| Propan, 15 t Abnahme | kg | 12,87 | 0,750 | 0,88 | 0,77 | 0,58 |
| Propan, 15 t, m. Brennwertn. | kg | 12,87 | 0,750 | 1,00 | 0,68 | 0,51 |
| Propan, 5 t Abnahme | l | 6,88 | 0,740 | 0,88 | 1,45 | 1,07 |
| Propan, 5 t, m. Brennwertn. | l | 6,88 | 0,740 | 1,00 | 1,28 | 0,94 |
| Anthrazit Nuss 5 | kg | 8,95 | 0,365 | 0,82 | 1,26 | 0,46 |
| EU-Anthrazit Nuss 5 | kg | 8,84 | 0,270 | 0,82 | 1,27 | 0,34 |
| Brechkok 4 | kg | 7,21 | 0,210 | 0,82 | 1,56 | 0,33 |
| Lothring. Flammkohle Nuss 4 | kg | 8,02 | 0,198 | 0,82 | 1,40 | 0,28 |
| Importkohle 0–50 mm | kg | 7,21 | 0,140 | 0,82 | 1,56 | 0,22 |

¹⁾ Preise (o. MwSt) gelten für Tankzugabnahme oder vergleichbare Mengen

zum Heizöl zu haben, ist in Tab. 3 für jeden Brennstoff ein Faktor zur Ermittlung des vergleichbaren Ölpreises angegeben. Der für den jeweiligen Brennstoff geltende Faktor berücksichtigt den Heizwert des Brennstoffes, den typischen Nutzungsgrad einer entsprechenden Heizanlage und einen Mehraufwand für Wartung und Bedienung der Heizanlage. Durch Multiplikation mit dem entsprechenden Brennstoffpreis lässt sich so recht schnell der vergleichbare Heizölpreis ermitteln. Ein Beispiel: Flammkohle Nuss 4 aus Lothringen kostet nach Tab. 3 0,198 DM/kg. Dieser Preis, multipliziert mit dem Faktor für diese Kohle (1,40), ergibt einen vergleichbaren Ölpreis von ca. 0,28 DM pro Liter Heizöl EL. Man erkennt recht schnell, dass diese Kohle deutlich preiswerter ist als Heizöl EL.

Für Erdgas kann so direkt kein Faktor angegeben werden, da dem Erdgas-Versorgungstarif viele Gestaltungsmöglichkeiten zugrunde liegen. Er besteht meist aus einem Arbeitspreis für die verbrauchte Kilowattstunde und einem Leistungspreis für die beanspruchten Kilowatt (immer auf den Brennwert bezogen). Das nachfolgende Beispiel (ohne Brennwertnutzung) zeigt, wie schwierig die Umrechnung eines so gestalteten Gaspreises auf einen vergleichbaren Ölpreis ist.

Grunddaten:

| | |
|------------------|-----------------------|
| Arbeitspreis: | 4,09 Pf/kWh (H_0) |
| Leistungspreis: | 25 DM/kW (H_0) |
| Gasverbrauch: | 1.650 MWh (H_0) |
| Leistungsbedarf: | 1.110 kW (H_0) |

Bei der Berechnung wird vereinfacht angenommen, dass 1 Liter Heizöl EL einem Energieinhalt von 11 kWh auf der Basis der Bezugsgröße H_0 beim Erdgas entspricht.

Berechnung:

| | |
|-----------------|---|
| Arbeitspreis: | 4,09 Pf/kWh x 11 kWh/l = 44,99 Pf/l |
| Leistungspreis: | 25 DM/kW x 1.110 kW = 27.750 DM |
| | 2.775.000 Pf/(1.650.000 kWh/11 kWh/l) = 18,5 Pf/l |
| Gesamtpreis: | 44,99 Pf/l + 18,5 Pf/l = 63,49 Pf/l |

Unter den genannten Annahmen ergibt sich ein vergleichbarer Ölpreis von 63,5 Pf/l.

Die Umstellung auf einen anderen Energieträger kann aber nicht nur aufgrund der Unterschiede in den Brennstoffkosten gefällt werden. Hierzu ist eine exakte Wirtschaftlichkeitsrechnung notwendig. Nach VDI 2067 Blatt 1 gehören hierzu folgende Kosten:

- **Sämtliche Investitionskosten** für die Heizanlage mit Kessel, Feuerungsanlage, Kamin, Fördereinrichtung sowie Überwachungs- und Regeleinrichtungen und eventuell andere notwendige Investitionen.
- **Verbrauchsgebundene Kosten** für den Brennstoff inklusive Anfuhr und Lagerung, Kosten für elektrische Hilfsenergie und sonstige Betriebsstoffe.
- **Betriebsgebundene Kosten** für Bedienung, Reinigung, Wartung, Kundendienst, Schornsteinfeger, Emissionsüberwachung.
- **Sonstige Kosten** für Versicherung, Abgaben und Steuern, Verwaltungskosten.

Überlegungen zur Umstellung auf einen anderen, möglicherweise günstigeren Brennstoff sollten sehr sorgfältig geführt werden. Um wirklich alle Kosten in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung zu berücksichtigen, ist es ratsam, einen Fachmann hinzuzuziehen.

Eine Umstellung auf einen anderen Brennstoff kann erfolgen durch:

1. Wiederinbetriebnahme einer derzeit nicht genutzten Heizanlage
2. Installation einer neuen Heizanlage für den neuen Brennstoff
3. Nutzung von Contracting-Angeboten.

Zu 1.: In einigen Betrieben sind z. B. Kohleheizanlagen vorhanden,

die wegen günstiger Heizölpreise einige Jahre nicht mehr in Betrieb waren. Solche Anlagen können oft ohne allzu großen Aufwand wieder in Betrieb genommen werden. Hier kann eine Entscheidung für den Alternativbrennstoff ohne nennenswerte Berücksichtigung von Investitionskosten gefällt werden.

Zu 3.: Contracting-Angebote können günstig sein, wenn für Investitionen kein Geld zur Verfügung steht. Contracting-Anbieter können die notwendigen Investitionen aus verschiedenen Gründen oft günstiger realisieren als der Kunde, der die Wärme braucht. Beim Contracting entfallen für den Kunden die Investitionskosten. Er zahlt statt dessen einen Wärmepreis, der neben den Brennstoffkosten und Nebenkosten auch Anteile für Abschreibung und Verzinsung des eingesetzten Kapitals enthält. Die richtige Gestaltung des Wärmepreises und die Anpassung an sich ändernde Bedingungen auf dem Energiemarkt können problematisch sein. So kann manch vermeintlicher Vorteil durch Veränderungen auf dem Energiemarkt sich auf einmal nachteilig auswirken. Bestehen günstige Finanzierungsmöglichkeiten, z. B. durch Inanspruchnahme von Fördermitteln, ist es meist günstiger, selbst zu investieren. Denn der Contracting-Anbieter hat sicher nichts zu verschenken. Er will schließlich auch Geld verdienen.

Letztendlich entscheidend für die Auswahl eines Brennstoffes sind die Gesamtkosten einer Heizanlage. Weitere wichtige Kriterien sind Versorgungssicherheit und Umweltfreundlichkeit.

Die Versorgungssicherheit ist groß, wenn der verwendete Brennstoff leicht verfügbar ist, ausreichende Brennstoff-Lagermöglichkeiten vorhanden sind und im Bedarfsfall auch ein anderer Brennstoff eingesetzt werden kann. Letzteres verschlechtert in der Regel die Wirtschaftlichkeit der Anlage, da Investitionen notwendig sind, die kaum genutzt werden.

Die Umweltfreundlichkeit einer Heizanlage kann je nach Lage des Betriebes mehr oder weniger bedeutsam sein. Hier liegen Vorteile bei den gasförmigen Brennstoffen.

Neben anderen Emissionen ist in den letzten Jahren CO_2 , das bei der Verbrennung fossiler Energieträger entsteht, als klimarelevantes Gas in die Kritik geraten. Hier sind nachwachsende Rohstoffe vorteilhaft. Sie verhalten sich CO_2 -neutral, da die CO_2 -Aufnahme aus der Luft durch Assimilation während der Wachstumsphase und die CO_2 -Abgabe an die Luft bei der Verbrennung relativ zeitnah entstehen.

Literatur

- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (HRSG.) (1999): Energiedaten 1999. BMWi, Bonn
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (HRSG.) (1999): Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen. BMWi, Bonn (Dokumentation 465)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (HRSG.) (1999): Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt. BMWi, Berlin (Dokumentation 469)
- ESSO AG (HRSG.) (1999): Oeldorado '99. Esso, Hamburg
- MINERALÖLWIRTSCHAFTSVERBAND (HRSG.) (1999): Aktuell, Nr. 12, MWW, Hamburg
- MINERALÖLWIRTSCHAFTSVERBAND (HRSG.) (2000): Aktuell, Nr. 2, MWW, Hamburg
- SCHRAMEK, E.-R. (HRSG.) (1999): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. 69. Aufl. Oldenbourg, München (Recknagel, Sprenger, Schramek)
- DEUTSCHE SHELL AG (HRSG.) (2000): Fakten und Argumente. Shell, Hamburg
- VDI 2067-1 1983-12: Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen. Blatt 1: Betriebstechnische und wirtschaftliche Grundlagen