



Foto: Buderus

Analyse der Ergebnisse einer aktuellen Marktübersicht

# Tendenzen in der Gas-Brennwerttechnik

Enrico Lagoda\*

*Der Markt für Gas-Brennwertgeräte ist in den letzten Jahren rasant gewachsen. Der nachfolgende Beitrag faßt die wichtigsten technischen Entwicklungen und Tendenzen in diesem Segment zusammen. Basis für diese Ausarbeitung war eine Marktübersicht, die die Ravensburger Firma Pro Solar in der Zeit von Juli bis September 1998 erstellt hat. Vertreten sind dort 28 Anbieter mit 157 Gas-Brennwertkesseln im Leistungsbe-  
reich bis ca. 100 kW.*

Die Brennwerttechnik ist einer der wirkungsvollsten Ansätze Energie zu sparen bzw. eingesetzte Energie wirtschaftlich zu nutzen. Am Markt sind heute nahezu alle Leistungsgrößen vorhanden. Sie reichen von ca. 3 kW im Kleinkesselbereich bis ca. 10 MW für Großkessel. Etwa 420 000 wandhängende Kessel werden jährlich in Deutschland eingebaut. 1997 waren 160 000 Brennwertgeräte dabei, für 1998 lauten die Prognosen auf 180 000. Ein Anteil von 50 % am gesamten Marktvolumen ist in Bälde zu erwarten. Fortschrittliche Be-

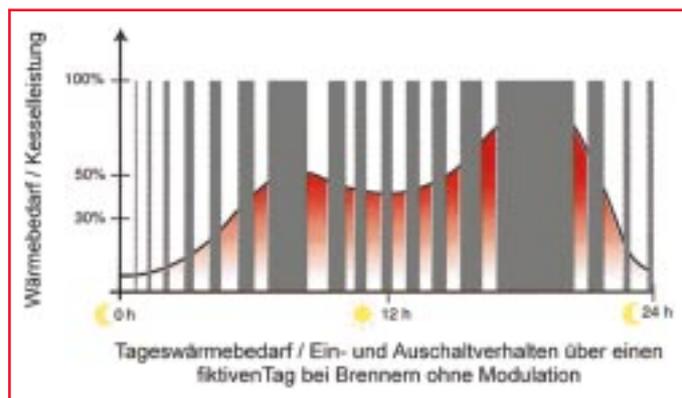
triebe bauen heute schon mehr als 50 % Brennwertgeräte ein. Aufgrund des höheren Kondensationswärmeanteils (Erdgas 11 %) ist Gas für die Brennwertnutzung interessanter als Heizöl (6 %). Außerdem birgt die Gasverbrennung weniger Korrosionsprobleme und bietet eine um 5 bis 10 K höhere Kondensationstemperatur. Aus diesen Gründen ist die Brennwerttechnik in den letzten Jahren vor allem im Bereich der Erd- und Flüssiggasnutzung forciert worden.

Ein großes, stark umworbenes Marktsegment stellen die Kleinkessel (bis ca. 100 kW) für den Einsatz in Ein- und Mehrfamilienhäusern dar. Wandhängende Geräte verschiedener Hersteller unterscheiden sich in dieser Geräteklasse häufig nur durch geringe Modifikationen (z. B. in der Rege-

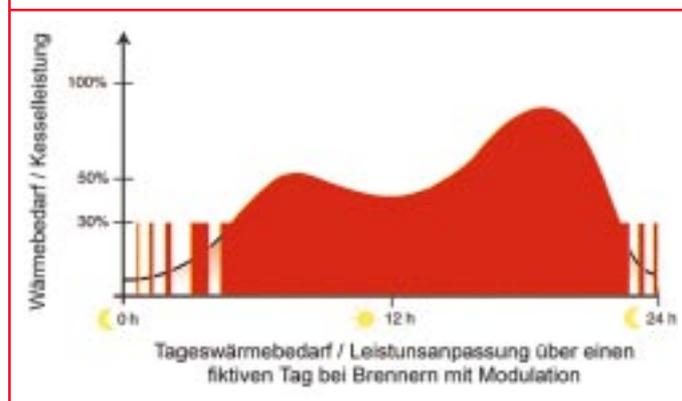
lungstechnik). Die Anbieter sind bemüht, mit möglichst geringem Aufwand, ein eigenes Produktimage mit erprobter Gerätetechnik aufzubauen.

## Modulation ist Standard

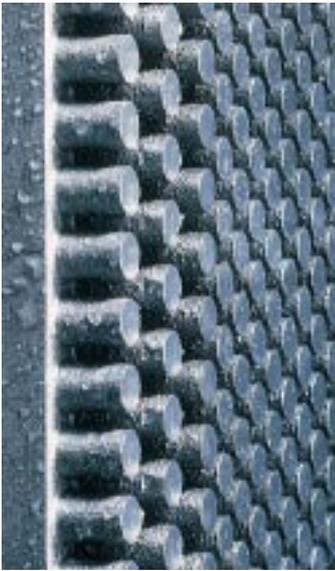
Brennwertkessel nutzen den Großteil der latenten Wärme (Kondensationswärme) indem sie für die permanente Kondensation des gasförmigen Wassers in Abgasen sorgen. Dieser Effekt bringt bei der Erdgasverbrennung bis zu 11 % mehr Energie aus der gleichen Menge Brennstoff. Die Abgastemperatur liegt im Gegensatz zu konventionellen Heizkesseln (>160 °C) nur wenige Kelvin über der Rücklauf-temperatur der Heizungsanlage. Fast die gesamte sensible



*Schematische Darstellung für Starthäufigkeit und Laufzeitenlänge einstufiger und modulierender Brenner über einem fiktiven Tagesgang*



\* Dipl.-Ing. Enrico Lagoda, pro solar Energietechnik, Abteilung Technik, Ravensburg, Fax (07 51) 36 10 10



Beispielhaft die Wärmeübertrager der Firmen Brötje, Körting, Remeha (nacheinander folgend), bestehend aus Aluminium(-legierung)

(fühlbare) Wärme wird genutzt. Deshalb sollten die Auslegungstemperaturen im Idealfall ca. 40/30 °C betragen.

Durch chemische Reaktionen mit den Abgasen hat das bei der Erdgasverbrennung auftretende Kondensat einen pH-Wert von 3,5 bis 5,5. Die durch diese Reaktion gebundenen Säuren treten nicht als saurer Regen auf und entlasten die Umwelt. Die Rahmenbedingungen für die Kondensatentsorgung regelt das ATV-Merkblatt M 251 und die entsprechenden kommunalen Abwasserordnungen.

Nahezu jeder Brennwertkessel ist heute mit einem modulierendem Brenner ausgestattet. In Abhängigkeit von der Leistungsanforderung senkt der Brenner die Feuerungsleistung bis in den Teillastbereich zumeist stufenlos ab. Der Modulationsbereich reicht je nach Hersteller bis auf 40, 30 oder 20 Prozent der Nennleistung. Die Modulation sichert lange Laufzeiten und ist die Grundlage einer kessel- und umweltschonenden Betriebsweise. Häufige Brennerstarts und -stopps rufen thermische Spannungen im Kesselkörper hervor und führen zu hohen Schadstoffemissionen.

### Wärmeübertrager meist aus Alu oder Edelstahl

Je nach Hersteller und verwendetem Brennstoff nutzen die Geräte den Kondensationswärmeanteil im Abgas auf unterschiedliche Art. In der Regel findet die Übertragung der

sensiblen (fühlbaren) und latenten (gebundenen) Wärmeenergie an das Heizungswasser in einem Wärmeübertrager statt. Bei einzelnen Geräten erfolgt die Kondensationswärmenutzung durch eine Abgaswärmerückgewinnung (z. B. Bomat) oder durch eine Verbrennungsluftvorwärmung (z. B. KSI).

Nach anfänglichen Korrosionsproblemen – vor allem bei Aluminium-Wärmeübertragern – haben sich mittlerweile zwei grundsätzliche Werkstoffe durchgesetzt. Dies ist zum einen Edelstahl und zum anderen Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen. Für Edelstahl spricht seine hohe Korrosionsbeständigkeit und Festigkeit, die äußerst dünne Wandstärken ermöglichen. Die Wärmeübertrager aus Aluminium und dessen Legierungen weisen hingegen eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf und sind sehr leicht. Des Weiteren kann dieser Werkstoff einfacher und kostengünstiger (durch Gußtechnik) verarbeitet werden. Mit bis zu 10 Jahren Garantie auf die Wärmeübertrager räumen die Hersteller Zweifel an der Korrosionsbeständigkeit aus.

Neben den verwendeten Materialien variiert auch die Form der Wärmeübertrager. Große Verbreitung haben Rippenrohrheizflächen, die bei geringem Raumbedarf eine große, nicht zusammenhängende Fläche mit gutem Wärmeübergang aufweisen und Tropfenkondensation begünstigen. Andere konstruktive Lösungen, z. B. zylinderförmige Noppen oder Lamellen, erfüllen die gleichen Vorgaben. Andere Hersteller bevorzugen Glatrohr-Wärmeübertrager. Zusätzliche Einrichtungen wie Turbulenzverpressungen verhindern eine laminare Strömung des Heizungswassers und der Heizgase und fördern den Wärmeübergang.

Entscheidend für gute Wärmeübertrager ist neben Wärmeübergang und Korrosionsbeständigkeit vor allem die Hydraulik. Die richtige Konstruktion der Vergrößerungsflächen (z. B. Rippen, Noppen und Lamellen) vermindert die Druckverluste entscheidend. Sie sind abgerundet und weisen keine scharfen Anström- oder Abrißkanten auf. Wasserseitig senkt die Verwendung glattwandiger Innenoberflächen den Druckverlust noch weiter.

### Größere Neuerungen in der Brennerentwicklung

Größere Neuerungen hat die Brennwerttechnik in den letzten Jahren vor allem im Bereich der Brennerentwicklung erfahren. Der Markt bietet eine Vielzahl von Brennern, die in der Regel nach dem Vormischprinzip arbeiten. Bei diesem Prinzip ist der Reaktionszone eine Mischzone vorgeschaltet, in der Verbrennungsluft und -gas zu einem möglichst homogenen Gasgemisch vermengt werden. Dies wird z.B. durch Verwirblungseinrichtungen oder entgegengesetzte Einströmrichtung des Gases in die Verbrennungsluft erreicht. Der Sekundärluftanteil sollte dabei so gering wie möglich sein, da der Stickstoffanteil in der Reaktionszone die Flamme kühlt.

Viele kleine Öffnungen splitten die normalerweise einzige große Flamme in eine Vielzahl kleinerer Einzelflammen. Die wärmeabgebende Gesamtoberfläche der Flamme vergrößert sich und besonders heiße Teil-

zonen werden vermieden. Das hat eine Verminderung des Schadstoffausstoßes zur Folge. Die kurzen Flammen erlauben eine Annäherung von Wärmeträger und Brenner und ermöglichen geringere Bautiefen.

Weit verbreitet sind sogenannte keramische Flächenbrenner. Die sehr kurzen, großflächigen Flammen erwärmen die Keramikplatte sehr stark, so daß ein Großteil der Energie durch Strahlung abgegeben und die Schadstoffemission vermindert werden. Andere Hersteller setzen zylindrische Brennerkonstruktionen ein, die meist aus feinporigem Edelstahl oder einem metallischen Vlies bestehen. Das Prinzip bleibt gleich, viele kleine Flammen erzeugen einen hohen Anteil Strahlungswärme.

Ein innovativer Schritt in Richtung schadstoffarmer Verbrennung ist Viessmann mit dem MatriX-Strahlungsbrenner gelungen. Kernstück ist ein Edelstahlgewebe, das zu einer Halbkugel geformt ist. Das Gas-Luft-Gemisch wird durch zwei vor der Gewebekugel liegende Halbkugeln aus Lochblech gleichmäßig verteilt und dosiert. An der Oberfläche des Gewebes findet eine nahezu flammenlose Verbrennung ohne sichtbare blaue Flammenspitzen statt, die das hitzebeständige Edelstahlgewebe zum Glühen bringt. So wird direkt aus der Reaktionszone ein großer Anteil der Wärme als Strahlung frei. Beim weiterentwickelten MatriX-Katbrenner ist das Gewebe mit einer katalytischen Beschichtung versehen, welche die wärmeauskoppelnde Wirkung verstärkt und die Schadstoffemission reduziert.

## Gas-Luft-Verbundregelung fehlt fast nirgends

Die weitgehende Abkühlung der Heizgase im Brennwertkessel vermindert den natürlichen Auftrieb in der Abgasleitung. In den meisten Geräten fördert das vor den Brenner geschaltete Gebläse zum einen Verbrennungsluft und Verbrennungsgas in die Reaktionszone des Brenners und zum anderen die Abgase nach außen.

Unabhängig von der Brennerkonstruktion erfolgt bei nahezu allen Gas-Brennwertgeräten die Zündung des Gas-Luft-Gemisches durch eine Glühzündelektrode. Die Vorteile sind besonders leises Zündverhalten, geringe Bereitschaftsverluste und eine sichere Zündung, auch wenn niederkalorische Gase zum Einsatz kommen. Konventionelle Zündverfahren, wie elektrische Funkenzündung oder Zündflamme, haben sich nicht bewährt.

Fast alle Hersteller setzen eine Gas-Luft-Verbundregelung ein, die die Verbrennungsgüte in allen Modulationsbereichen konstant hoch hält. In Verbindung mit dem drehzahlgeregelten Gebläse bewirkt die Verbundregelung eine pneumatische Kopplung von Luft- und Gasvolumenstrom und erfüllt folgende Aufgaben:

- Bereitstellung des erforderlichen Gas-Luft-Gemisches in allen Betriebszuständen und Zuführung des Gemisches zum Brenner
- Sicherung einer konstanten Luftzahl  $\lambda$  im Bereich der gesamten Modulation
- Kompensation von thermischen und barometrischen Einflüssen auf Abgas und

Verbrennungsluft sowie des druckseitigen Einflusses der nachgeschalteten Abgasanlage

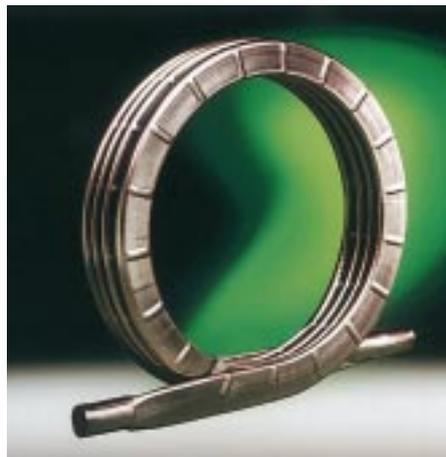
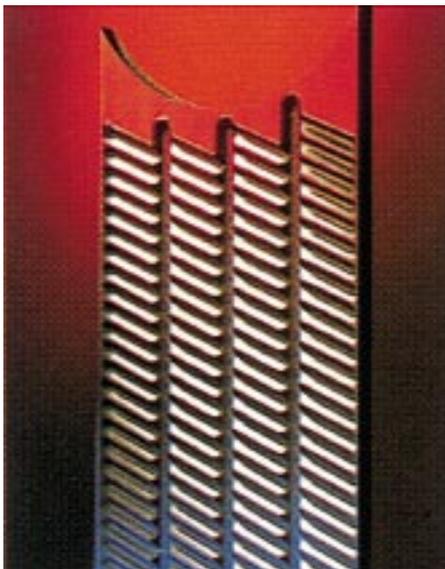
- Kompensation von Gasdruckschwankungen im Leitungsnetz

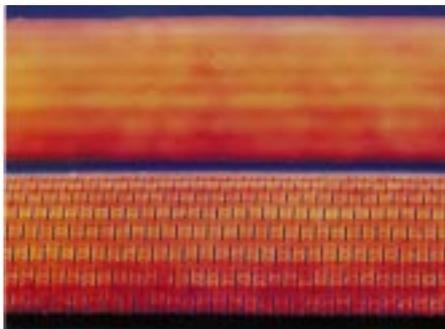
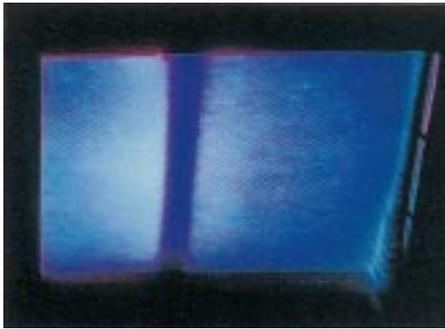
## Heizungsumwälzpumpe meist serienmäßig

Eine Heizungsumwälzpumpe ist bei fast allen Geräten serienmäßig eingebaut. Die Auslegung für Fördervolumen und Förderdruck erfolgt je nach Kesselleistung für durchschnittliche Heizungsanlagen. Bei Geräten mit einer Nennwärmebelastung ab 30 bis 40 kW wird i. d. R. auf eine Heizungsumwälzpumpe verzichtet, da Anlagen dieser Größe meist als Mehrkreissysteme ausgeführt werden. Einige Hersteller verwenden einstufige, nicht einstellbare Pumpen. Diese sind hydraulisch und energetisch ungünstig, weil weder Volumenstrom noch Förderdruck der Anlage angepaßt werden können. Mehrstufige Pumpen können bereits durch eine Drehzahlvorwahl besser an die jeweiligen Anlagenverhältnisse angepaßt werden. Einige Brennwertkessel sind so konstruiert, daß eine Mindestumlaufwassermenge die vom Brenner erzeugte Wärme unbedingt an das Heizungssystem muß, da andernfalls der Wärmeübertrager durch zu hohe Temperaturen überlastet oder gar zerstört wird.

Der Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen läßt eine individuelle hydraulische Anlagenanpassung sowie eine lastabhängige Leistungsangleichung zu. Mit der zu-

*Beispielhaft die Wärmeübertrager der Firmen Viessmann (Inox-Crossal), Benraad, EWE (Spiranox) (nacheinander folgend), bestehend aus Edelstahl*





*Verschiedene Brennerkonstruktionen, als nacheinander folgende Beispiele: keramischer Flächenbrenner von Benraad, Metallvliesbrenner, Matrix-Katbrenner von Viessmann*

sätzlichen Umschaltung auf einen minimalen Fördervolumenstrom bei Temperaturabsenkungen (z. B. Nachttemperaturabsenkung) läßt sich ein optimales Konzept für eine Heizungsumwälzpumpe verwirklichen. Sinnvoll ist der Einsatz solcher Pumpen nur, wenn keine Mindestumlaufwassermenge notwendig ist.

Als Führungsgröße für die Pumpendrehzahl sind verschiedene Konzepte denkbar. Die Regelung über den Differenzdruck ist die optimale Lösung, weil dieser den tatsächlichen Bedarf widerspiegelt. Ist in einem Raum die Solltemperatur erreicht, schließt das Thermostatventil und der Differenzdruck ändert sich. Nun wird die Pumpenleistung verringert und an den neuen Bedarf angepaßt. Diese Lösung eignet sich bestens für hydraulisch schwierige Anlagen. Die außentemperaturgeführte Pumpenregelung

(z. B. Viessmann), die mit steigender Außentemperatur die Pumpenleistung drosselt, entspricht nicht dem tatsächlichen Bedarf. Die Differenz zwischen Vor- und Rücklaufemperatur als Führungsgröße (z. B. Hydrotherm) ist nur für hydraulisch unproblematische Anlagen geeignet. Auf Grund des höheren Preises bieten nur wenige Firmen drehzahlgeregelte Pumpen an. Brennwertkessel, die für Raumheizung und für Trinkwassererwärmung konzipiert sind, schalten über ein Dreiwegeumschaltventil oder eine 2. Pumpe im Bedarfsfall vom Heizbetrieb auf den Trinkwasserbetrieb um. Die gesamte Kesselleistung ist dann, meist mit Vorrang für die Trinkwassererwärmung verfügbar. Die Umschaltventile verursachen hohe Druckverluste und sind bei Verschmutzungen im Heizungswasser vergleichsweise störungsanfällig. Aus diesem Grund sind getrennte Pumpen für Heizung und Trinkwassererwärmung, häufig als Doppelpumpe ausgeführt, für eine energiesparende und zuverlässige Betriebsweise von Vorteil.

Neuartige Umwälzpumpen, die über eine Vorwärts-/Rückwärts-Schaltung wechselweise die Heizung oder die Trinkwassererwärmung versorgen, bieten die selben Vorteile.

## Die Regelung als Bindeglied

Die Regelung, als Bindeglied zwischen den einzelnen Komponenten einer Heizungsanlage ist ein entscheidendes Bauteil. Sie bringt eine ökonomisch, ökologisch und technisch sinnvolle Heizstrategie in Einklang mit den Wünschen des Endverbrauchers. Die meisten Hersteller bieten Systemregelungen im Baukastensystem an, die je nach Anforderung mehrere Heizkreise mit unterschiedlichen Vorlauftemperaturen und eine komfortable Trinkwassererwärmung steuern, sowie diverse Sonderfunktionen erfüllen. Mit Hilfe von Fernbedienung oder Telefon lassen sich fern des Heizkessels Veränderungen der Parameter durchführen. Bus-Systeme ermöglichen über die Regelung eine Vernetzung von Brennwertkessel mit PC und Fax-Modem. An ihre Grenzen stoßen viele Steuerungen dann, wenn außer dem Brennwertkessel noch weitere Heizquellen (Solarenergie, Festbrennstoffe) zum Einsatz kommen, und Raumheizung und Brauchwasser aus einem Puffer heraus mit Wärme versorgt werden.

Oft müssen in diesen Situationen Kompromisse geschlossen werden, die u.a. von der Größe der Solaranlage, des Brennwertkessels, des Puffers und der hydraulischen Schaltung abhängen. In diesem Bereich leistet der Solarhersteller pro solar Entwicklungsarbeit, und bietet ab 1999 einen Gesamtregler an. Dieser übernimmt die Regelung aller Komponenten und garantiert somit ein optimales Zusammenspiel von Solaranlage, Kombispeicher, Heizkreisen und Brennwertkessel.

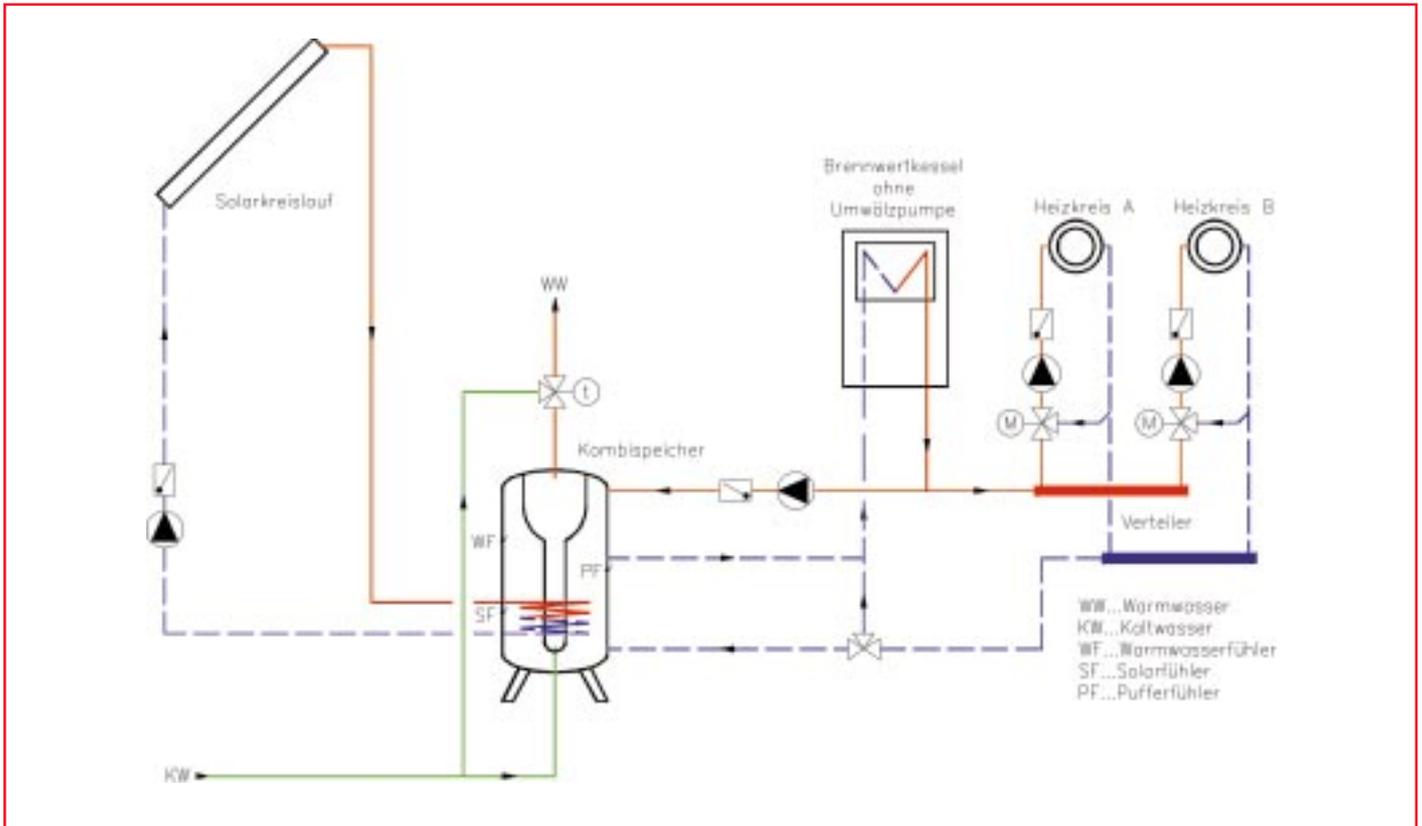
## Energiesparend und emissionsarm

Bei der neuesten Generation von Brennwertgeräten sind Brennwertkessel und Speicher konstruktiv zusammengefügt, so daß Brennwertgeräte mit einem Wasserinhalt von 200 bis 500 Liter entstehen. Bei diesen Geräten treten keine Abstrahlverluste des Kessels auf, da die Brennkammer und der Wärmeübertrager direkt vom Heizungswasser, das gleichzeitig Speicherwasser ist, umschlossen werden. Hydraulische und thermische Transportverluste vom Kessel zum Speicher existieren nicht. Lange Brennerlaufzeiten vermindern die An- und Abfahremissionen. Nicht zuletzt sinkt die Schallemission des Brennwertgerätes, da das umschließende Wasser die durch den

### INFO + INFO + INFO +INFO Marktübersicht Gas-Brennwertgeräte

Die Informationsbroschüre „Entwicklungsstand in der Gasbrennwerttechnik“ behandelt ausführlich die technischen Details der einzelnen Brennwertgeräte und stellt deren Vor- bzw. Nachteile gegenüber. Basis ist eine umfangreiche Marktrecherche im Zeitraum Juli bis September 1998. Die vollständige Marktübersicht mit 157 Brennwertkesseln von 37 Anbietern im Leistungsbereich bis ca. 100 kW ist ebenso Bestandteil der Broschüre, wie die Beschreibung verschiedener Möglichkeiten zur Einbindung von Solaranlagen und Brennwertgeräten in einem gemeinsamen Heizsystem. Zu beziehen ist die ca. 50seitige Broschüre gegen eine Schutzgebühr von 150 DM bei:

pro solar Energietechnik GmbH  
Deisenfangstraße 47-51  
88212 Ravensburg  
Tel. (07 51) 3 61 00  
Fax (07 51) 36 10 10



Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung mit Brennwertgerät und Gesamtregler von pro solar

Gebläsebrenner entstehenden Geräusche teilweise absorbiert.

Die geforderten CO- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen nach DIN 4702 werden von allen am Markt erhältlichen Brennwertgeräten eingehalten. Auch die Hürde des Blauen Engels (RAL-UZ 61) stellt für die meisten kein Problem dar. Viele Gas-Brennwertkessel können selbst die weltweit härtesten Grenzwerte des Hamburger Förderprogramms unterbieten (NO<sub>x</sub> ≤ 20 mg/kWh, CO ≤ 15 mg/kWh). Sie liegen damit nahezu bei einem zehntel der nach DIN geforderten Werte. Eine Angleichung der Norm an den Stand der Technik wäre deshalb wünschenswert.

### Künftige Entwicklungstendenzen der Brennwerttechnik

In den letzten Jahren hat sich die Brennwerttechnik stetig weiter entwickelt. Der optimale Kessel existiert noch nicht am Markt. Allerdings erfüllen immer mehr Brennwertgeräte die meisten der folgenden Kriterien:

- Minimierte Druckverluste in allen Teilen des Gerätes; dadurch verminderter Energieeinsatz für Gebläse und Pumpen
- Einsatz von zwei, möglichst differenzdruckgeregelten Pumpen (auch als Doppelpumpe oder „Both-Direktions“-Pumpe) für Heizung und Warmwasserbereitung; dadurch ebenfalls verminderter Energieeinsatz
- Große Modulationsbreite mit niedriger Untergrenze (≤ 5 kW); dadurch exakte Leistungsanpassung an modernen Wärmebedarf (oft nur 2–5 kW) und verminderte An- und Abfahrmissionen
- λ-gesteuerter Strahlungsbrenner; dadurch niedrige Verbrennungstemperaturen und geringe Emissionen
- Einsatz von Werkstoffen, die durch Berührung mit saurem Kondensat möglichst wenige Metallionen auslösen; dadurch geringere Belastung der Abwässer
- Möglichst geringer Einsatz von Verbund- und „Rohstoff-Mix“-Werkstoffen; dadurch bessere Recyclefähigkeit

Entwicklungstendenzen für Brennwertgeräte lassen sich nur abschätzen. Die wichtigsten Punkte sind nachfolgend aufgeführt.

- An den Schadstoffemissionen muß bei einigen Herstellern noch gearbeitet werden.

Die heutigen Grenzwerte des Hamburger Modells sollten dabei das Mindestziel sein.

- Platz ist Geld – diese Weisheit gilt auch für Heizkessel. Eine Tendenz zur Entwicklung von kompakten, meist wandhängenden Brennwertgeräten ist heute bereits erkennbar.
- Größere Bedeutung wird in Zukunft der Öl-Brennwertnutzung zukommen. Hier kann in einem Durchgang die Energieausbeute erhöht und die Abgasreinigung verbessert werden.
- Ein Trend zur Entwicklung und zum Bau von Brennwertgeräten mit großem Wasserinhalt ist deutlich zu erkennen. Ein solarer Wärmeübertrager im unteren Speicherbereich sollte grundsätzlich vorgesehen werden.
- Ein Werkstoffwechsel zu keramischen Wärmeübertragern könnte die Metallionenbelastung des abfließenden Kondensats entscheidend vermindern. Eine Tendenz in dieser Richtung hängt von der Entwicklung nicht-metallischer Materialien ab. □