

Wirtschaftlichkeit, Technik und Planung
von Brennwert-Heizungsanlagen

Im Würgegriff der Energiepreise Teil 2

Thomas Lehmann,
Norbert Kubach*

Die jüngste Brennstoffkostenexplosion bei Öl und Gas hat Heizungsanlagenbesitzer und Mieter in Deutschland aufgeschreckt. Im Zuge dessen wurde von einigen Massenmedien alternative Lösungen wie die Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologie ins Licht der Öffentlichkeit gerückt. Allerdings wurde z. T. nicht vermittelt, daß sich der entstandene Kostendruck kurzfristig nur durch Energieeinsparung mit bereits zur Verfügung stehenden Techniken entlasten läßt. Im nachfolgenden zweiten Teil des Artikels steht die Planung von Gas-Brennwert-Heizungsanlagen – mit dem Schwerpunkt Modernisierung – im Mittelpunkt.

Brennwertgeräte können grundsätzlich in jede Heizungsanlage eingebaut werden. Abgastemperatur und Wasserdampfkondensation werden maßgeblich von den Rücklauftemperaturen bestimmt. Daher sollten die hydraulischen Verhältnis-

se so ausgeführt werden, daß die Heizungsanlagen mit möglichst niedrigen Rücklauftemperaturen betrieben werden. Bedauerlicherweise wurde dieser Grundsatz vielfach so verstanden, daß ein Einsatz von Brennwertkesseln ausschließlich mit Niedertemperatur-Wärmeverteilungsanlagen (z. B. Fußbodenheizungen) möglich und sinnvoll ist. Gerade beim Kesselaustausch in älteren Heizungsanlagen die überwiegend mit auf 90/70°C ausgelegten Radiatorenheizflächen ausgerüstet sind, wurden wegen diesem Vorurteil Brennwertkessel oft gar nicht in Erwägung gezogen. Erfahrene Heizungsfachleute wissen, daß in älteren Gebäuden die tatsächlichen Heizkreistemperaturen in Regel wesentlich niedriger liegen als die nominale Auslegung auf $t_V/t_R = 90/70$ °C. Einer der Gründe ist, daß frühere Berechnungsmethoden grundsätzlich überdimensionierten und vielfach noch zusätzlich ein „Sicherheitszuschlag“ hinzu kam. Weiter ist zu berücksichtigen, daß bei vielen älteren Gebäuden durch nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen der Wärmebedarf reduziert und dadurch die Betriebstemperaturen der Heizkreise nochmals herabgesetzt wurden °C.

Brennwertnutzung mit 75/60°C Heizkreistemperaturen

Die nachfolgende Betrachtung soll klar stellen, daß auch mit heute allgemein üblichen Auslegungstemperaturen auf $t_V/t_R = 75/60$ °C in der überwiegenden Zeit der Heizperiode eine kondensierende Betriebsweise aufrecht erhalten werden kann. In Bild 11 ist repräsentativ für eine bestimmte Klimazone die Heizperiode von der Heizgrenztemperatur bei: +15 °C bis zur minimalen Außentemperatur bei: -15 °C, dargestellt. Für eine auf $t_V/t_R = 75/60$ °C ausgelegte Wärmeverteilungsanlage ist der Vor- und Rücklauftemperaturverlauf über den Außentemperaturen aufgetragen. Dazu die Kurve der Abgastemperatur am Beispiel eines „Unical-Modulex“-Brennwertkessels. Im ungünstigsten Fall, bei -15 °C, liegt die Abgastemperatur 11 K über der Rücklauftemperatur. Dieser Abstand wird, mit mo-



dulierenden Brennern und mit steigenden Außentemperaturen geringer. Die Grenzen für den Betrieb mit Brennwertnutzung werden durch den Wasserdampftaupunkt, der hier bei 53 °C eingezeichnet ist, festgelegt. Um den Heizanteilsanteil mit Brennwertnutzung darzustellen, ist in Abhängigkeit von den Außentemperaturen, die Kurve für die jährliche Heizarbeit eingezeichnet. Die Grenze bis zu der „Teilkondensation“ auf der Heizfläche möglich ist, ergibt sich bei einer Außentemperatur von -10 °C als Schnittpunkt des Wasserdampftaupunktes mit der Rücklauftemperatur. Auf die Heizarbeit bezogen heißt das, daß während 90 % des jährlichen Heizenergiebedarfs anfallen, Brennwertenergie durch Teilkondensation genutzt wird. Der Schnittpunkt des Taupunktes mit der Abgastemperatur bei -2 °C Außentemperatur ist die Grenze für „Vollkondensation“ im Heizgasstrom. Damit werden während 58 % des jährlichen Heizenergiebedarfs anfallen, zusätzlich Brennwertenergie durch Vollkondensation genutzt. Bedingt durch die niedrigen Abgastemperaturen liegen die Abgasverluste über die gesamte Heizperiode niedriger als mit jedem anderen Kessel. Auch dann wenn unterhalb -10 °C Außentemperatur keine Brennwertnutzung mehr möglich ist, hat ein Brennwertkessel wegen des geringeren Abgasverlustes eine höhere Energieausbeutung als alle anderen konventionellen Kessel. Alle Faktoren zusammen bewirken, daß z. B. mit einem „Unical“-Brennwertkessel, der an einer normal

* Thomas Lehman und Norbert Kubach sind Mitarbeiter von Unical Kessel und Apparate GmbH, 71665 Vaihingen/Enz, Telefon (0 70 42) 95 6, Telefax (0 70 42) 95 62 00, Internet: www.unical.de. Lehman ist dort in der Abt. Technik und Kubach im Bereich Marketing/Werbung tätig.

temperierten 75/60 °C Heizungsanlage betrieben wird, ein Nutzungsgrad bis 106 % erreicht werden kann.

Überdimensionierung ist kein Nachteil

Die früher allgemein vertretene Ansicht, daß sich eine Überdimensionierung des Kessels negativ auf den Jahresnutzungsgrad auswirkt, trifft nur auf „Standardkessel“ (alte Bezeichnung „Konstanttemperatur-Kessel“) zu. Nach der HeizAnIV-1994 [4] dürfen ab 1998 in der BRD nur noch Niedertemperatur- und Brennwertkessel eingebaut werden. Ihre Nennleistungen müssen nicht mehr, wie früher bei den Standard-Heizkesseln, auf den Gebäudewärmebedarf abgestimmt werden. Der Grund ist, daß weder Niedertemperatur- noch Brennwertkessel bei Teillast eine geringere Effizienz haben als bei Vollast. Dies geht aus dem charakteristischen Verlauf ihrer Teillastnutzungsgrade eindeutig hervor. Entspricht die Kesselleistung dem Gebäude-Wärmebedarf, kann der Leistungsbereich der Kessel von 0–100 % als Außentemperaturbereich – z. B. in den Grenzen von +15 bis –15 °C – repräsentiert werden (Bild 12). Bemerkenswert ist das sehr unterschiedliche Teillastverhalten der Kesselbauarten. Hierfür gibt es die folgende Erklärung:

Standardheizkessel

Standardheizkessel sind Kessel, die vor Mitte der 70er Jahre eingebaut wurden. Aus korrosionstechnischen Gründen müssen sie ganzjährig mit Kesselwassertemperaturen betrieben werden, die deutlich über dem Wasserdampftaupunkt (60–70 °C) liegen. Dagegen hängen die Temperaturen für das Wärmeverteilungssystem, z. B. die Vorlauf- und Rücklauf-temperaturen, von der Außentemperatur ab. Mit steigenden Außentemperaturen nehmen die Heizkreistemperaturen, analog zum

Bild 12 Nutzungsgradverlauf unterschiedlicher Kesselbauarten

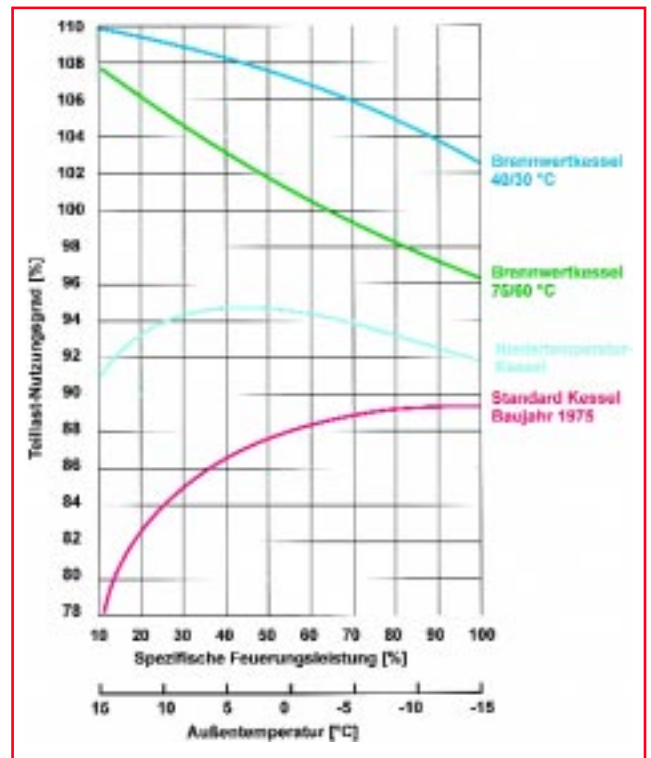
Gebäudewärmebedarf ab. Ungeachtet dessen müssen die Kesselwassertemperaturen auf „konstantem“ Niveau gehalten werden. Mit steigenden Außentemperaturen vergrößert sich daher die Diskrepanz zwischen angehobener Kesselwassertemperatur und aktueller Vorlauf- und Rücklauf-temperaturen. Gleichzeitig verringert sich mit sinkendem Wärmebedarf die Brennerlaufzeit zur Abdeckung des aktuellen Wärmebedarfs. Im Verhältnis dazu werden die Brennerlaufzeiten zur Aufrechterhaltung der angehobenen Kesselwassertemperatur länger. Der hierfür erforderliche „Bereitschaftsenergiebedarf“ nimmt, wie die Stillstands- und Abstrahlverluste, zu. Die Folge ist, daß mit steigenden Außentemperaturen und sinkender Kesselleistung die Teillastnutzungsgrade der Standardkessel kontinuierlich abnehmen.

NT-Kessel

NT-Kessel (ohne untere Temperaturbegrenzung) werden, wie die Vorlauf- und Rücklauf-temperaturen der Wärmeverteilungsanlage, mit gleitenden Kesselwassertemperaturen betrieben. Anders als beim Standardheizkessel wird der Brenner ausschließlich zur Abdeckung des Wärmebedarfs in Betrieb genommen. Daher entstehen keine Bereitschaftsenergie- und nur sehr geringe Stillstandsverluste.

Brennwertkessel

Brennwertkessel werden wie NT-Kessel mit gleitenden Kesselwassertemperaturen betrieben. Im



Unterschied zu ihnen sind die Abgastemperaturen bei Brennwertkesseln nach unten nicht begrenzt. Im Gegenteil, sie nehmen in Anlehnung an die Rücklauf-temperaturen mit steigenden Außentemperaturen ab. Damit sinkt der Abgasverlust, die Wasserdampfkondensation und damit der Brennwertnutzen nimmt zu. Beide Faktoren bewirken ein Ansteigen der Teillastnutzungsgrade mit steigenden Außentemperaturen und sinkender Kesselbelastung. Die Konsequenz ist, daß ein überdimensionierter Brennwertkessel immer unterbelastet ist, was sich auf den Nutzungsgrad und damit auf die Energieausnutzung sogar vorteilhaft auswirkt. Dieser Sachverhalt spielt bei der Modernisierung von Gebäuden und Heizungsanlagen eine entscheidende Rolle.

Sinnvolle Reihenfolge bei der Modernisierung

Gegenüber 1999 sind in diesem Jahr die Energiepreise um mehr das Doppelte gestiegen. Kurzfristig können die zu erwartenden höheren Heizkosten nur durch Energieeinsparung ausgeglichen werden. Die hierfür möglichen Maßnahmen, verbesserte nachträgliche Wärmedämmung der Gebäude und Modernisierung der Heizungsanlage werden in vielen Fällen nicht gleichzeitig durchgeführt. Daher stellt sich die Frage, welche der Maßnahmen zuerst in Angriff genommen werden soll. Die sinnvolle Reihenfolge kann aus dem charakteristi-

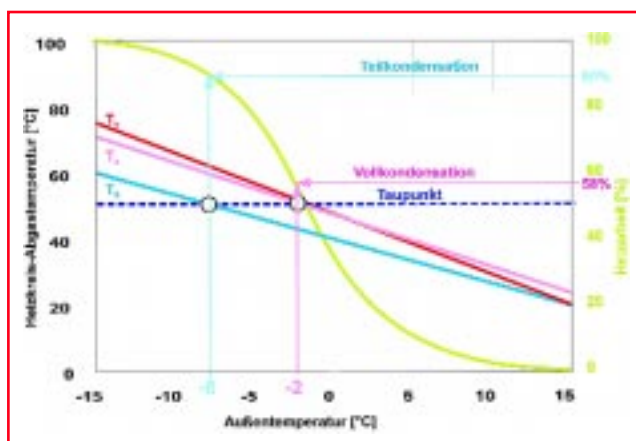


Bild 11 Jährliche Heizarbeit und Grenzen für den kondensierenden Betrieb

schen Verhalten der Teillastwirkungsgrade der alten und einer neuen Kesselanlage beantwortet werden (Bild 12). Werden vorrangig Wärmeschutzmaßnahmen an den Gebäuden durchgeführt, sinkt der Wärmebedarf und der „alte Standardkessel“ ist überdimensioniert. Sein Betrieb verschiebt sich in den Teillastbereich mit abnehmenden Nutzungsgrade. Die Konsequenz ist, daß ein Teil der mit dem verbesserten Wärmeschutz eingesparten Energie, durch einen geringeren Kessel-Nutzungsgrad aufgezehrt wird.

Sinnvoller ist es dagegen als ersten Schritt den alten Kessel durch einen modernen Brennwertkessel auszutauschen. Wird später im zweiten Schritt der Wärmeschutz verbessert, ist der vorher eingebaute Brennwertkessel für den geringeren Wärmebedarf ebenfalls überdimensioniert. Im Gegensatz zu dem alten Standardkessel steigt aber der Nutzungsgrad an. Dies ist ein Grund weshalb nach der aktuellen HeizAnV die Nennleistungen von Nieder- und Brennwertkesseln nicht mehr nach dem Normwärmebedarf abgestimmt werden müssen. Wirtschaftlichkeitsberechnungen führen darüber hinaus zu dem eindeutigen Ergebnis, daß sich die Investitionen durch den Kesselaustausch schneller amortisieren als durch nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen der Gebäude.

Aufstellung und Einsatzbereiche

Die raumluftunabhängige Betriebsweise von Gasbrennwertkessel war bisher fast ausschließlich den Wandgeräten vorbehalten. Bis zu einer Leistung von 50 kW dürfen diese Geräte in Aufenthaltsräumen (Wohnräume) aufgestellt werden [3].

Raumluftunabhängig von 80–280 kW

Unical hat im Frühjahr 2000 auf verschiedenen Heizungsmessen ein neues Programm bodenstehender Gas-Brennwertkessel im Leistungsbereich 80–280 kW vorgestellt. Das Besondere dieser „Modulx“

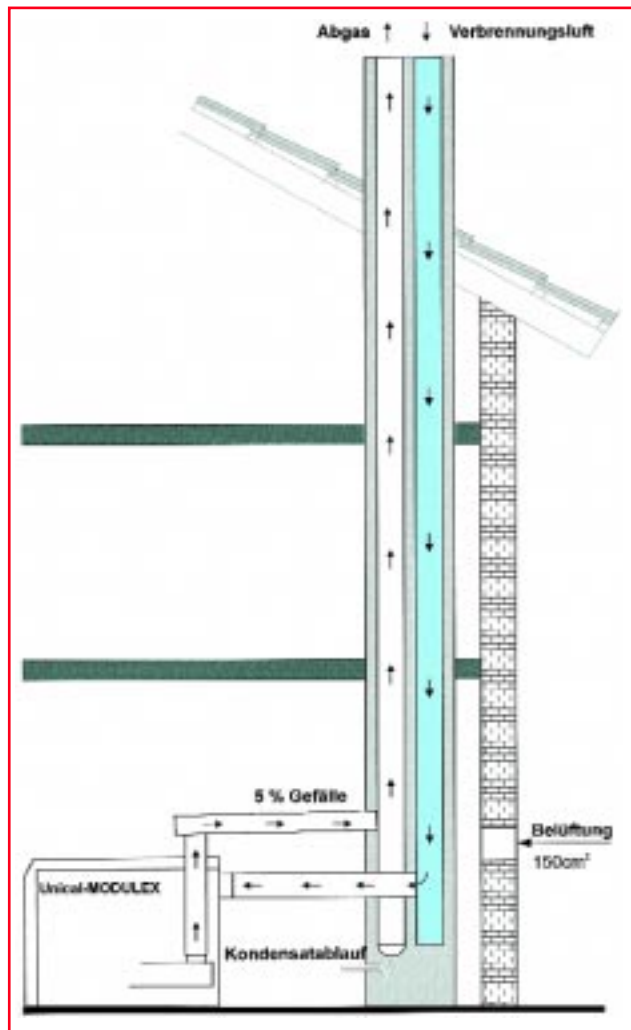


Bild 13 Raumluftunabhängiges LAS-System mit nebeneinander liegenden Schächten für Verbrennungsluft und Abgasführung

Baureihe ist, daß sie auch für den raumluftunabhängigen Betrieb zugelassen sind. Damit eröffnen sich für Brennwertgeräte mit größeren Leistungen völlig neue Einsatzbereiche. Das trifft vor allem dann zu, wenn auf Grund baulicher Voraussetzungen für den raumluftunabhängigen Betrieb im Aufstellraum keine ausreichende Verbrennungsluftversorgung gewährleistet ist. Wie heute bei den Gaswandgeräten sehr beliebt, können „Modulx“-Brennwertkessel unterhalb des Daches aufgestellt und raumluftunabhängig betrieben werden. Wegen der kurzen Wegstrecken für Abgasanlage und Verbrennungsluftversorgung ergeben sich niedrige Investitionskosten. Dies trifft besonders bei Neubauten zu, wo in diesen Fällen auf den Einbau eines Schornsteins ganz verzichtet werden kann. Besonders bei der Modernisierung von Heizungsanlagen bieten sich völlig neue Einsatzbereiche an, die

mit Wandgeräten bisher nicht abgedeckt werden können. Zum Beispiel, wenn in einem Mehrfamilienhaus alte Nachtspeicherheizgeräte gegen eine moderne Zentralheizung ausgetauscht werden sollen, fehlen oft die baulichen Voraussetzungen. Gasfeuerstätten über 50 kW Gesamtwärmeleistung müssen auch nicht mehr nach den strengen Anforderungen der „Heizraumrichtlinien“ aufgestellt werden [2,3].

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt werden

- Im Aufstellraum muß lediglich eine ins Freie führende Öffnung mit einem Mindestquerschnitt von 150 cm² vorhanden sein.
- Die Aufstellräume dürfen nicht anderweitig genutzt werden, ausgenommen zur Einführung von Hausanschlüssen und zur weiteren Aufstellung von Feuerstätten und Heizgeräten sowie zur Lagerung von Brennstoffen.
- Die Aufstellräume dürfen gegenüber anderen Räumen außer Türen keine Öffnungen haben.
- Die Türen müssen dicht und selbstschließend sein.
- Die Aufstellräume müssen gelüftet werden können.
- Die Feuerstätten müssen durch einen außerhalb des Aufstellraumes befindlichen Notschalter abschaltbar sein.
- Der Aufstellraum muß frostsicher sein.

Verbrennungsluft und Abgasableitung

Verbrennungsluftversorgung, Abgasabführung und Aufstellung der Brennwertkessel stehen im Zusammenhang und müssen bei Planung koordiniert werden. Es empfiehlt sich bereits zu Beginn der Planung den zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister und die Abwasserbehörde zu konsultieren.

Abgasanschluß

Wegen der hohen relativen Feuchtigkeit (100 %) und der geringen Temperatur dürfen Brennwertgeräte auf keinen Fall an normale Hausschornsteine angeschlossen wer-

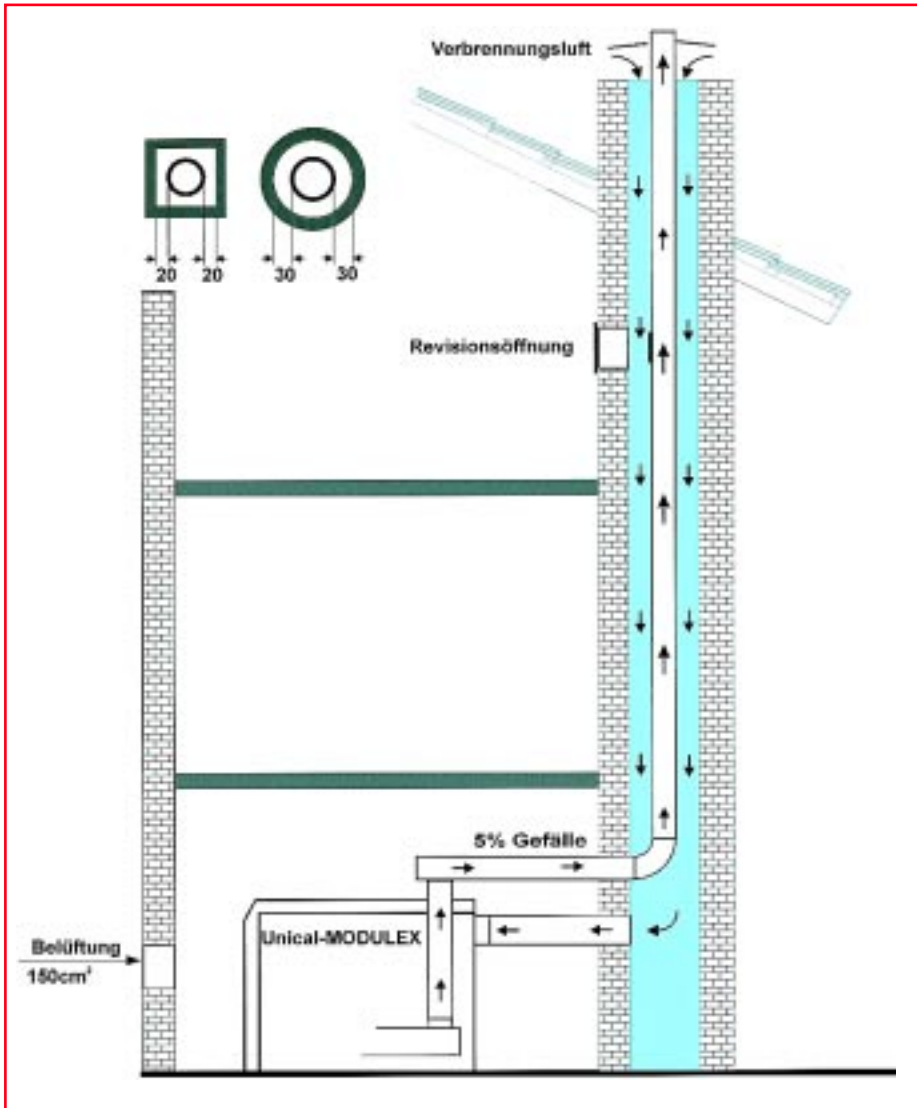


Bild 14 LAS mit konzentrischer Luft-Abgasführung

den. Ihr Betrieb ist nur mit speziell dafür geeigneten und baurechtlich geprüften „feuchteunempfindlichen (FU)“ Abgasanlagen erlaubt [6]. Je nach anlagenspezifischen Voraussetzungen können die Abgase sowohl im Überdruck als auch im Unterdruck abgeführt werden. Im Normalfall liegen die Abgastemperaturen so niedrig, daß die nötigen Auftriebskräfte fehlen, um sie im Unterdruck (Zug) abzuleiten. Das Brennergebläse muß dann die nötige Pressung aufwenden und die Abgase mit „Überdruck“ in der Abgasanlage abführen. In diesem Fall dürfen nur überdruckdichte, feuchteunempfindliche Abgasleitungen mit entsprechendem Prüfzertifikat eingesetzt werden. Die Ableitung der Abgase im Unterdruck ist bei Brennwertgeräten die Ausnahme und muß daher für jeden Einzelfall durch Berechnung nach DIN 4705 [7] nachgewiesen werden.

Raumluftunabhängiger Betrieb

Raumluftunabhängig betriebene Brennwertgeräte werden nach DVGW-TRGI 86/96 der Bauart C zugeordnet [2, 3]. Die Verbrennungsluftzu- und Abgasableitung kann z. B. über ein Luft-Abgas-System (LAS) erfolgen. Es besteht aus zwei Schächten, die entweder nebeneinander (Bild 13) oder konzentrisch (Bild 14) angeordnet sein können. Über den einen Schacht wird die Verbrennungsluft zu- und in dem anderen werden im Gegenstrom dazu die Abgase abgeführt. Bei der konzentrischen Ausführung muß zwischen der Abgasleitung und dem äußeren Schacht ein

Mindestabstand eingehalten werden. Als Schacht kann auch ein vorhandener Schornstein verwendet werden. Wenn vorher mit Öl oder festem Brennstoff betriebene Feuerstätten angeschlossen waren, dürfen diese nur nach vorheriger gründlicher Reinigung für die Verbrennungsluftzufuhr verwendet werden.

Regelungsstrategien

Brennwertkessel werden heute in der Regel werkseitig mit mikroprozessorgesteuerten, witterungsgeführten Regelungen ausgerüstet. Die Unical Brennwertkessel-Baureihe ist mit modularen Wärmeaustauscherblöcken von jeweils 40 kW aufgebaut. Jedem Wärmeaustauscherblock ist ein lastabhängig, modulierend geregelter Brenner zugeordnet. Pro Leistungsstufe (80 kW) kommen zwei weitere Brenner hinzu. Der Brennerautomat steuert jeweils zwei Module (d. h. 2×40 kW). Kessel mit größeren Leistungen werden werkseitig mit zusätzlichen Erweiterungs-Schnittstellen ausgerüstet. Mit jeder zusätzlichen Schnittstelle werden zwei weitere Brenner geregelt. Der Brennerautomat berechnet kontinuierlich aus der aktuellen Außentemperatur und der eingestellten Heizkurve die erforderliche „Soll-Vorlauftemperatur“ und vergleicht sie mit der „Ist-Vorlauftemperatur“. Daraus ergeben sich der aktuelle Heizleistungsbedarf und die Feuerungsleistung der Brenner. Um die Kessel bei allen Lastzuständen mit optimalem Wirkungsgrad zu betreiben, werden möglichst viele Brenner mit geringer Leistung eingesetzt. Die Zuschaltung der einzelnen Module ist so abgestimmt, daß möglichst alle Module die gleiche Betriebsstundenzahl erreichen [2].

Literatur

- [1] Lehmann, Kubach „Raumluftunabhängige Gas-Brennwertkessel im Leistungsbereich über 80 kW“, Heizungsjournal, September 2000
- [2] Unical Planungsanleitung für Gasbrennwertkessel „Modulex“, Unical Kessel und Apparate GmbH, Vaihingen/Enz
- [3] DVGW-TRGI 86/96, Verlag und Vertrieb: Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas Wasser mbH, Postfach 140151, 53056 Bonn
- [4] Heizungsanlagen-Verordnung-HeizAnlV März 1994, „Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen“ zu beziehen: FV SHK NRW, Abt. Technik 40237 Düsseldorf
- [5] VDI Wärmeatlas, Berechnungsblätter für den Wärmeübergang, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- [6] DIN 18160 Teil 1 „Abgasanlagen Planung und Ausführung“, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [7] DIN 4705 T1 Feuerungstechnische Bemessung von Schornsteinabmessungen-Begriffe, ausführliches Berechnungsverfahren, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.