

Vor allem in Zeiten allgemeiner Kaufzurückhaltung bei gleichzeitig hohen Ansprüchen an Umweltverträglichkeit und Energieeinsparung sind die Anbieter von heiztechnischen Produkten gefordert. Nachfolgend soll dargelegt werden, daß durch einen Kompromiß zwischen dem technisch Machbarem und dem allgemeinen technischen Standard Entwicklungen möglich sind, die Hausbesitzern sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bieten.

Von den ca. 6,4 Millionen in Deutschland betriebenen Ölfeuerungsanlagen, die der BImSchV-Überwachung unterliegen, waren 2001 1,7 Millionen älter als 18 Jahre und 1,2 Millionen sogar älter als 22 Jahre [7]. Für viele dieser Anlagen wird im Rahmen der unumgänglichen Modernisierung voraussichtlich eine neue Öl-Unit installiert. Dabei ist in der Regel auch eine Sanierung der Abgasanlage zwingend erforderlich, die mit nicht unerheblichen Kosten zu Buche schlägt.

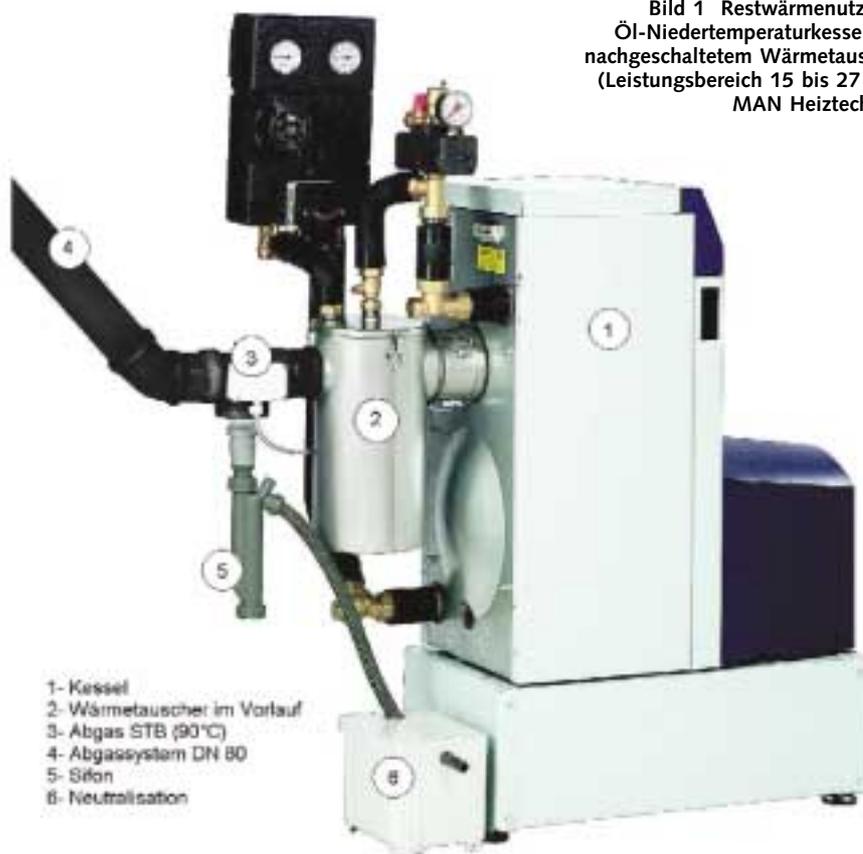
NT- und Brennwerttechnik im Überblick

Die Öl-Niedertemperaturtechnik erreicht durchschnittliche Wirkungsgrade von ca. 92,5 % (bezogen auf H_u , entspricht 87,3 % bezogen auf H_o). Zu beachten ist, daß der Schornstein bei einem Heizkesselaustausch oft durch den Einbau eines Edelstahlkamins zu sanieren ist. Der durchschnittliche Preis für eine Kesselanlage mit Brenner und Regelung liegt bei ca. 3750 Euro [2]. Die Sanierung eines Kamins im Einfamilienhausbereich beträgt bei einer Kaminhöhe von 12 m etwa 800 bis 1200 Euro. Vernachlässigt werden in den anschließenden Betrachtungen die Kosten für die Montage der Kesselanlage und die Kosten für den Warmwasserspeicher, da diese unabhängig vom jeweiligen Konzept in etwa gleich sind. Bei der Öl-Brennwerttechnik werden Wirkungsgrade von ca. 101 % erreicht (bezogen auf H_u , entspricht 95,3 % bezogen auf H_o). Neben der zusätzlichen Energieein-

Öl-Niedertemperaturkessel mit Abgaswärmetauscher

Restwärme- contra Brennwertnutzung

Bild 1 Restwärmenutzung: Öl-Niedertemperaturkessel mit nachgeschaltetem Wärmetauscher (Leistungsbereich 15 bis 27 kW, MAN Heiztechnik)



- 1- Kessel
- 2- Wärmetauscher im Vorlauf
- 3- Abgas STB (90°C)
- 4- Abgassystem DN 80
- 5- Sifon
- 6- Neutralisation

sparmöglichkeit ist in der Regel durch Installation eines Kunststoffrohr-Abgassystems ein Kostenvorteil in puncto Kamin-sanierung gegenüber der Niedertemperaturtechnik zu erreichen. Beachtlich sind derzeit allerdings die Mehrkosten, die für einen Brennwertkessel investiert werden müssen. Durchschnittlich belaufen sich diese auf bis zu 1500 Euro, im Extremfall sogar auf bis zu 3000 Euro [2]. Der Grund für diesen erheblichen Mehraufwand liegt zum größten Teil in den Eigenschaften des Heizöls. Durch den im Vergleich mit Erdgas relativ hohen Schwefelgehalt ergeben sich für das Kondensat pH-Werte von 2 bis 3. Wirklich resistent gegen diese aggressiven Säuren sind

Kunststoffe oder auch Keramik. Kunststoffwärmetauscher müssen aber bedingt durch den relativ schlechten Wärmeübergang sehr groß ausgelegt werden, um den erwünschten Kondensationseffekt zu erreichen. Keramikwerkstoffe sind nach wie vor sehr teuer und in der Verarbeitung problematischer als andere Werkstoffe. Auch korrosionsbeständige Edelstähle, die im Vergleich zu Wärmetauschern aus Kunststoff und Keramik Vorteile im Wärmeübergang, Materialpreis und den Verarbeitungsmöglichkeiten bieten, haben einen nicht zu vernachlässigenden Nachteil in bezug auf metallische Auswaschungen. Diese werden durch die Säure hervorgerufen. Die ATV

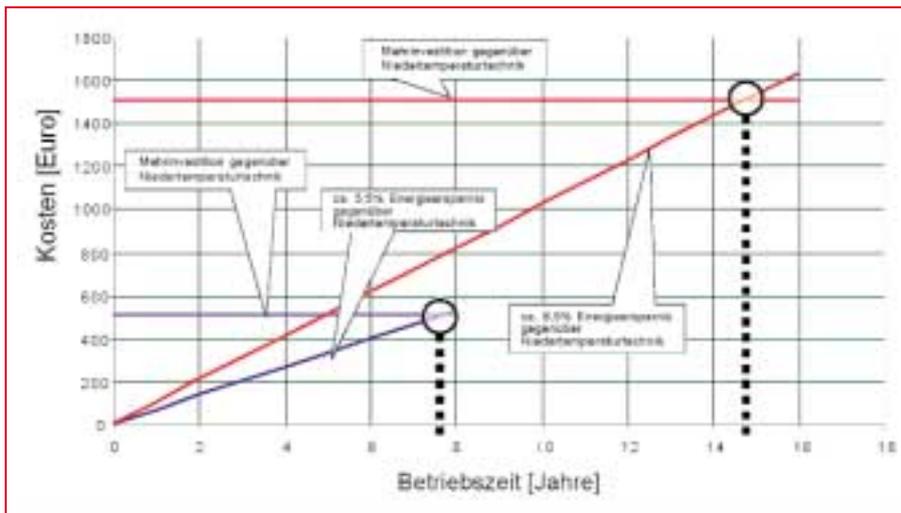


Bild 2 Amortisation einer Brennwertanlage bzw. einer Restwärmenutzungsanlage [4] gegenüber NT-Technik (Annahmen: Heizölpreis 0,4 Euro, Jahresverbrauch 3000 l)

251 (Nov. 1998) [3] legt Grenzwerte für die Einleitung von Schwermetallionen in das Abwasser fest, deren Einhaltung bei der Verwendung konventioneller Heizölqualitäten zu Schwierigkeiten führen können. Eine Alternative bieten die schwefelarmen Heizöle, bei deren Verwendung metallische Auswaschungen deutlich reduziert werden. Auch eine Neutralisation des Kondensats ist dann nicht erforderlich. Dieser Vorteil schlägt

jedoch mit einem Mehrpreis von ca. 3 Cent pro Liter auf der Kostenseite zu Buche.

Restwärmenutzung bringt rasche Amortisation

Durch den Verzicht auf Kondensation der Rauchgase im Wärmetauscherteil der Heizungsanlage sowie bei gleichzeitiger, maximal möglicher Reduzierung der Abgas-

temperaturen gelangt man zur sogenannten Restwärmenutzungstechnik (Bild 1). Mit einem Wirkungsgrad von ca. 98 % (entspricht 92,5 % bezogen auf H_o) läßt sich gegenüber der Niedertemperaturtechnik eine zusätzliche Energieausbeute von ca. 5,5 % erzielen. Die schlechtere Energiebilanz von ca. 3 % bezogen auf eine Brennwertanlage relativiert sich bei der Betrachtung der Investitionskosten zu Gunsten der Restwärmenutzung. Entscheidend ist hierbei, daß nicht nur eine kostengünstige Kunststoffabgasanlage einsetzbar ist, sondern daß – im Vergleich mit einer betriebssicheren Ölbrennwertanlage – vor allem ein geringerer Aufwand für den Wärmetauscher betrieben werden muß.

Bild 2 veranschaulicht die ökonomische Situation aus Sicht des Endverbrauchers. In der beispielhaft gerechneten 27-kW-Anlage wurde eine Kaminsanierung in Höhe von 900 Euro berücksichtigt. Durch die Verwendung der kostengünstigen Abgasanlage aus Kunststoff, ergibt sich für die Restwärmenutzung ein Mehrpreis von ca. 500 Euro gegenüber 1500 Euro für die Brennwertanlage. Investiert der Endkunde in die Restwärmenutzung, amortisiert sich die Anlage verglichen mit der Niedertemperaturanlage nach ca. 7,5 Jahren. Bei einer Brennwertanlage sieht die Bilanz dagegen deutlich schlechter aus. Die Amortisationszeit

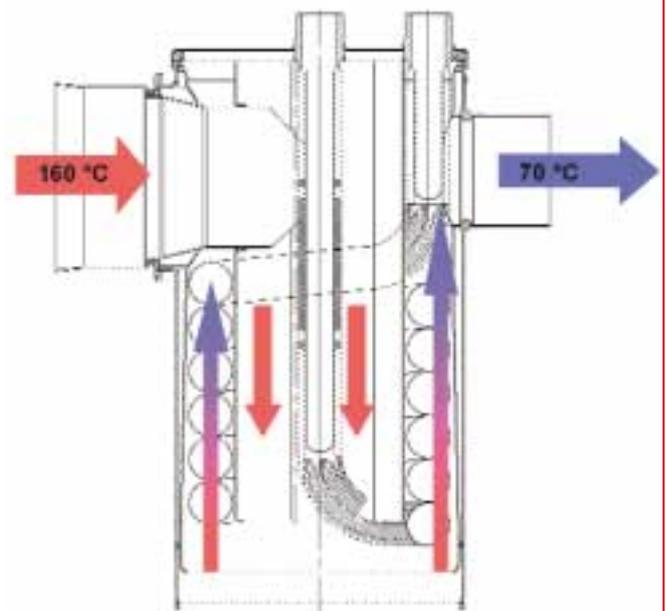
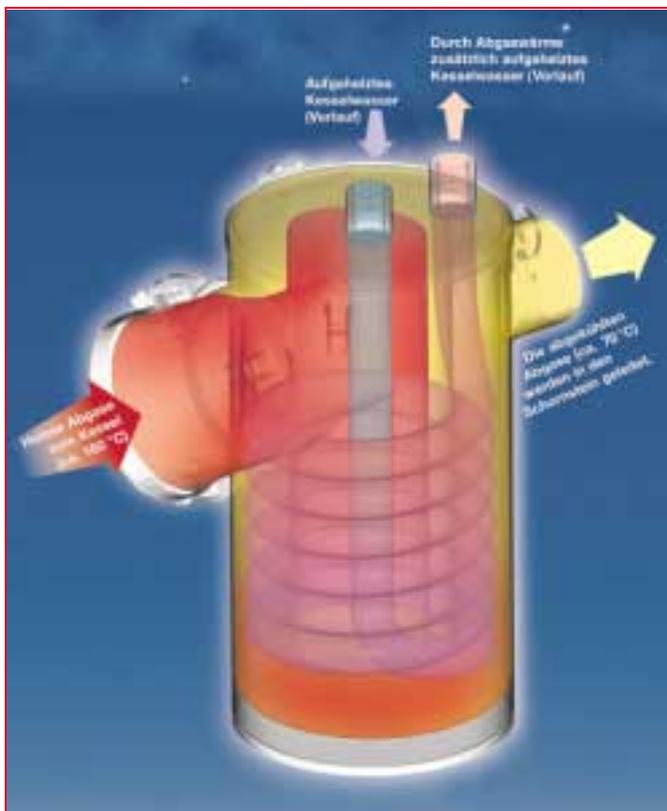


Bild 3 Restwärmenutzung über nachgeschalteten Wärmetauscher „Ecobostar“ aus Edelstahl

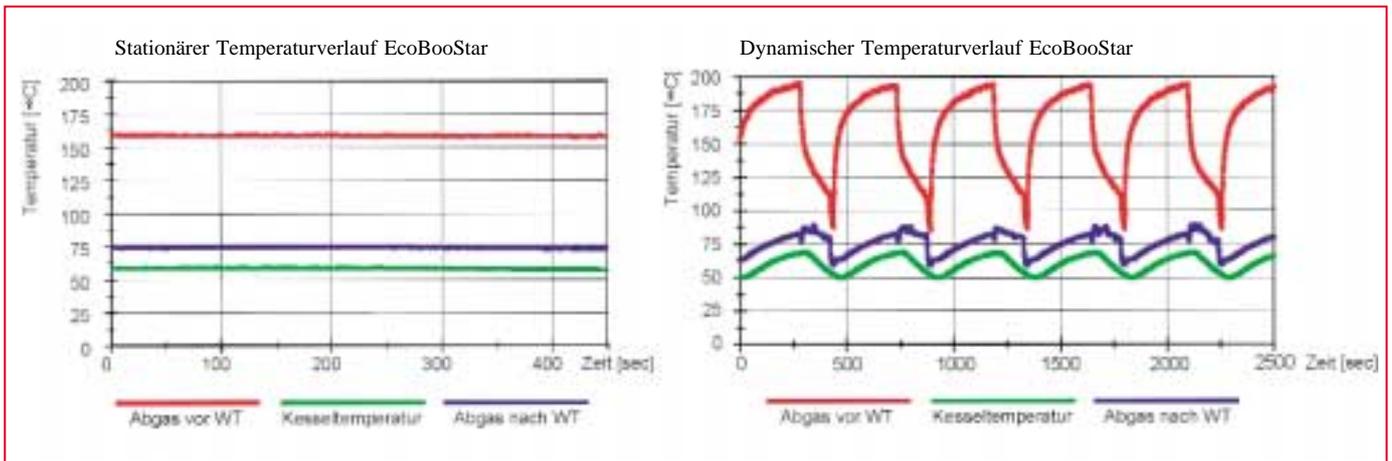


Bild 4 Typische Temperaturverläufe im Takt- und Dauerbetrieb bei der Restwärmenutzungstechnik

beträgt hier ca. 15 Jahre, wobei hier zusätzlich die Frage zu stellen ist, inwieweit die Heizungsanlage eine solch hohe Lebensdauer problemlos erreicht. Auch aus ökologischer Sicht verbleibt zumindest bei Verwendung von Edelstählen im kondensierenden Bereich der Anlage die Frage nach den Schwermetallauswaschungen und deren Auswirkung auf unsere Umwelt.

Technische Umsetzung der Restwärmenutzung

Die Grundvoraussetzung für die Restwärmenutzung ist, daß die Abgastemperaturen im Wärmetauscherteil oberhalb des Taupunktes liegen, damit im Wärmetauscher kein Kondensat anfällt. Wichtig ist hierbei das problemlose Zusammenspiel der einzelnen Komponenten.

Wärmetauscher

Der Wärmetauscher (Bild 3) wird dem Gußkessel nachgeschaltet (Bild 1). Der Gußkessel ist hierbei ein konventioneller Niedertemperaturkessel, der die Abgase im ersten Schritt auf Temperaturen von ca. 160 °C herunterkühlt. Im Anschluß daran wird im Edelstahlwärmetauscher das Abgas auf Temperaturen zwischen 55 °C und 80 °C – je nach Heizkennlinie – heruntergekühlt. In der nachfolgenden Kunststoffabgasleitung können dann die Rauchgase gefahrlos kondensieren und ins Freie geleitet werden. Das Kondensat und mit ihm ein Großteil der umweltschädlichen SO₂-Belastung wird der Neutralisationseinrichtung zugeführt.

Wichtig für die Dimensionierung des Wärmetauschers ist der heizgasseitige Widerstand, der in diesem Bereich vom Brenner überwunden werden kann. Bei den niedrigen Abgastemperaturen, mit denen das Abgas in den Wärmetauscher eintritt, findet ein Wärmeübergang fast ausschließlich durch Konvektion statt. Je effektiver das Abgas seine Wärme durch hohe Geschwindigkeit und Turbulenzen in der

Grenzschicht abgibt (hoher Widerstand), desto kleiner kann der verwendete Wärmetauscher bauen, was sich wiederum günstig auf die Herstellkosten auswirkt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die strömungstechnische Führung der Abgase im Wärmetauscher. Bild 3 zeigt, daß die Abgase zuerst von oben nach unten geleitet werden, um dann im aufsteigenden Teil des Wärmetauschers ihre Energie abzugeben. Diese Bauform ist besonders bezüglich der Verschmutzungsneigung – hervorgerufen durch Ascheanteile aus dem Heizöl und Ablagerungen aus dem Gußkessel – vorteilhaft, da sich diese am Boden des Wärmetauschers ablagern können. Bei der jährlichen Wartung können sie dann problemlos abgesaugt werden. Insbesondere beim Brennstoff Heizöl gilt es, diesen Aspekt zu berücksichtigen, da es ansonsten sehr schnell zu einer Erhöhung der Abgastemperaturen oder gar zum Verstopfen des Wärmetauschers kommen kann.

Brenner

Um die hohen rauchgasseitigen Widerstände zu überwinden, bedarf es in jedem Fall eines Blaubrenners, der über eine besonders geeignete Gebläsekennlinie verfügt. Die Blaubrennertechnik gestattet eine rußfreie Verbrennung des Heizöls. Dies ist Grundvoraussetzung für die Gewährleistung der hohen Wirkungsgrade im Kessel und im nachgeschalteten Wärmetauscher. Erst durch die Verwendung der Hybridgebläsetechnik ergab sich im Arbeitspunkt des Brenners eine steile Gebläsekennlinie [5]. Diese gewährleistet bei großen Druckänderungen, hervorgerufen durch hohe Abgaswiderstände im Wärmetauscher und dem Startvorgang des Brenners, daß die Volumenstromänderung relativ gering ausfällt. Dadurch wird die Verbrennung zu jeder Zeit im überstöchiometrischen Bereich gehalten – eine Voraussetzung für die rußfreie Verbrennung des Heizöls.

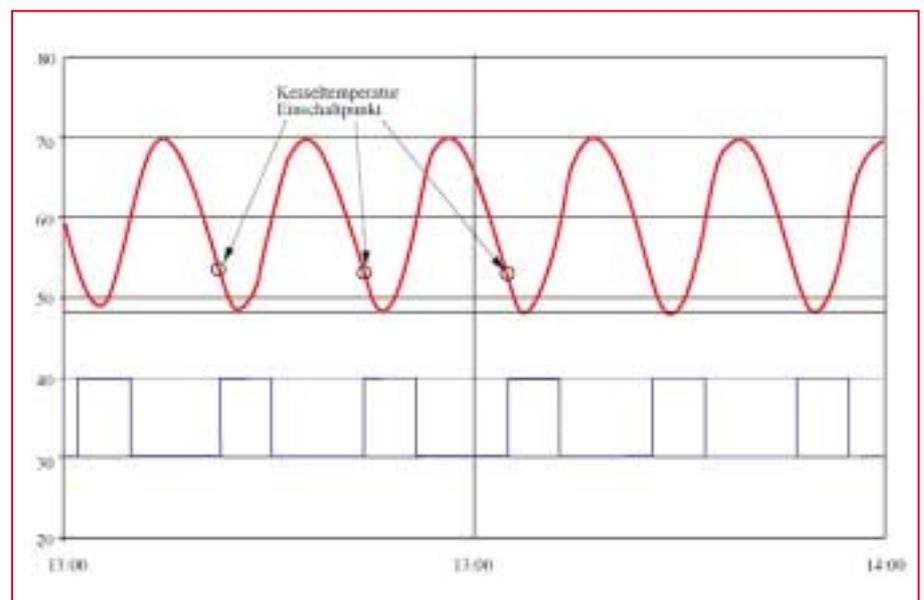


Bild 5 Taupunkttemperatur-Unterschreitung verhindern: mit Brenner-Einschaltoptimierung bei ca. 35 %-Last (Grafik: Siemens Building Technologies)

Literatur

- [1] Recknagel/Sprenger/Schramek, Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 69 Auflage (2000)
- [2] Stiftung Warentest Nr.6 2002 Ölkessel
- [3] ATV 251 November 1998 „Kondensate aus Brennwertanlagen“
- [4] Gesamtpreisliste MAN Heiztechnik
- [5] Patentanmeldung DE 198 32 132 C1 „Brenner zur nahestöchiometrischen Verbrennung von gasförmigen und flüssigen Brennstoff“
- [6] IKZ 20/2002, Heizöl Special
- [7] www.iwo.de

Regelung

Die Regelung der Anlage muß im Zusammenspiel mit der hydraulischen Einbindung des Wärmetauschers die Unterschreitung der Taupunkttemperaturen im Wärmetauscher verhindern. Dies gelingt durch Modifikation der Kesselminimalbegrenzungsfunktion. Standardmäßig wird erst bei Unterschreitung der Kesselminimalbegren-

zung der Brenner freigegeben. Durch die Vorlaufzeit des Brenners und durch die Abhängigkeit von der momentanen Last der Anlage wird die Kesselminimaltemperatur jedoch undefiniert unterschritten. Dies ist für die Restwärmenutzung nicht akzeptabel. Das Problem wird durch einen zusätzlichen Algorithmus verhindert. Anhand des Gradienten der Kesseltemperatur-Istwerte wird der Einschaltpunkt der Brennerfreigabe über eine reglerinterne Berechnung so korrigiert, daß eine Unterschreitung der Taupunkttemperatur verhindert wird (Bild 5).

Das vorgestellte Konzept der Restwärmenutzung zeigt, daß die Restwärmenutzung unter den augenblicklichen Gegebenheiten die ökonomisch vorteilhaftere Lösung gegenüber der Öl-Brennwerttechnik darstellt. Gegenüber der Öl-Brennwerttechnik ergibt sich mit ca. 7,5 Jahren eine halb so kurze Amortisationszeit. Insofern ist innerhalb der durchschnittlichen Lebensdauer der Anlage mit einem realisierbaren Einsparpotential zu rechnen.

Erhebliche Vorteile gegenüber der Niedertemperaturtechnik ergeben sich für Öl-Brennwerttechnik und Restwärmenutzung aus ökologischer Sicht. Einerseits reduziert man die CO₂-Emission um 8,5 % bzw. 5,5 %, andererseits wird auch der größte Teil der schädlichen SO₂-Emissionen aus dem Abgas herausgewaschen und neutralisiert.

Nicht zu vernachlässigen ist auch der schalldämpfende Effekt des Wärmetauschers im Abgassystem. Bedingt durch die strömungstechnisch günstige Bauform wird der Schall so effektiv gedämpft, daß die Betriebsgeräusche der Anlage keine Beeinträchtigung der Anwohner darstellt.

Andreas Kandler

leitet den Bereich Versuchsstand und Entwicklung bei der MAN Heiztechnik GmbH, Hamburg. Der 39jährige Diplom-Ingenieur ist seit 1990 im Unternehmen tätig. 20457 Hamburg, Telefon (0 40) 74 09-0, Telefax (0 40) 74 09 20, Internet: www.man-heiztechnik.de