

7 Wärmeeerzeugung

7.1 Einleitung

Anlagen zur Erzeugung thermischer Energie werden vom Menschen schon seit Jahrtausenden eingesetzt. In diesem Buch soll jedoch nur die jüngste Vergangenheit hinsichtlich der Heizgeräteentwicklung betrachtet werden. Untersucht man die zurückliegenden 50 Jahre, so kann zunächst eine Entwicklung von der händisch bestückten Feuerstätte hin zum vollautomatischen Wärmeezeuger beobachtet werden. Ein großer Entwicklungsschub ist nach der ersten Ölkrise zu verzeichnen, in deren Folge moderne Wärmeezeuger auf Gasbasis sowie Wärmepumpen entwickelt wurden. Ziel der Konstrukteure ist dabei bis heute

- die Steigerung des Wirkungs- bzw. Nutzungsgrades,
- die Minimierung von Schadstoffemissionen,
- die Senkung der Geräusentwicklung,
- die Optimierung der Regelung,
- die Integration der Erzeuger in ein Gesamtsystem.

Stark beeinflusst wird die Entwicklung der Geräte dabei durch die von der Bundesregierung beschlossene Energiewende, die wie schon die erste Ölkrise zu technischen Weiterentwicklungen führt. Derzeit werden hauptsächlich Gas-Brennwertgeräte, Niedertemperaturgeräte sowie Wärmepumpen eingesetzt. In den nachfolgenden Teilabschnitten soll ausführlich auf diese Technologien eingegangen werden.

7.2 Heizkessel

7.2.1 Grundlagen

Moderne Heizkessel stellen die am weitesten verbreiteten Heizgeräte dar. Klassifizierbar sind sie nach der Abgastemperatur in

1. Standardheizkessel $\vartheta_{AG} \approx 180 \dots 350 \text{ }^\circ\text{C}$
2. Niedertemperaturheizkessel $\vartheta_{AG} \approx 130 \dots 180 \text{ }^\circ\text{C}$ sowie
3. Brennwertkessel $\vartheta_{AG} \approx 50 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Weitere Unterscheidungskriterien bilden die Art des Energieträgers (Erdgas, Heizöl, Holz, Pellets), der Werkstoff (Guss, Stahl, Aluminium, Kupfer bzw. Keramik), die Leistung (klein, mittel, groß), konstruktive Merkmale (ohne/mit Gebläse, Konstruktion des Brennraumes), das mögliche Druckniveau (Niederdruck $p \leq 1 \text{ bar}$, Hochdruck $p > 1 \text{ bar}$) sowie die Anordnung (stehend oder wandhängend).

Ölkessel besitzen den großen Vorteil, dass sie unabhängig von vorgelagerten Netzen sind. Sie benötigen jedoch eine Lagerhaltung für den Brennstoff, was zu erhöhten Kosten führt. Nicht vernachlässigt werden darf, dass Umweltaspekte bei der Lagerung von Heizöl berücksichtigt werden müssen. Wärmeezeuger auf Basis von Erdgas benötigen keine Lagerhaltung für den

Primärenergieträger, sind im Gegensatz dazu jedoch vom Erdgasnetz abhängig. Sie werden zum heutigen Zeitpunkt meist als wandhängende Geräte ausgeführt und weisen sehr geringe Schadstoffemissionen auf. In Hinblick auf die Anordnung der Wärmeerzeuger kann grundsätzlich gesagt werden, dass die stehenden Kessel im Bereich der großen Leistungsklassen eingesetzt werden. Wandhängende Geräte sind eher für kleinere Leistungsklassen typisch und können auch im Bad bzw. in der Küche montiert werden. Anzutreffen sind auch Lösungen, die im Dachbereich installiert werden (Dachheizzentrale mit kleiner Abgasleitung).

Hinsichtlich konstruktiver Parameter sind große Unterschiede zwischen den einzelnen Heizkesseln zu verzeichnen. Für alle Systeme ist dabei gleich, dass es durch die Geometrie des Brennraumes möglich sein muss, eine vollständige Ausbrennung der Flamme zu erreichen. Das heißt, der Brennraum sollte so konstruiert sein, dass kein Brennstoff im Abgas enthalten ist und dass die Schadstoffemissionen möglichst gering werden. Ist die Brennkammer zu gering dimensioniert, kann dies zu einem vorzeitigen Abbruch der Verbrennungsreaktion mit Bildung von schädlichem CO oder Ruß führen. Weiterhin liegt in diesem Falle eine erhöhte Temperaturbelastung des Materials der Brennkammer vor, wodurch die Standfähigkeit des Systems geringer ausfällt. Bei zu großer Brennkammer kann im Gegenteil eine zu große Kühlung der Flamme durch das umgebende Hüllvolumen auftreten, was mit erhöhten Schadstoffkonzentrationen verbunden ist. Für die Brennraumgestaltung existieren grundsätzlich die in Abb. 7.1 dokumentierten Varianten.

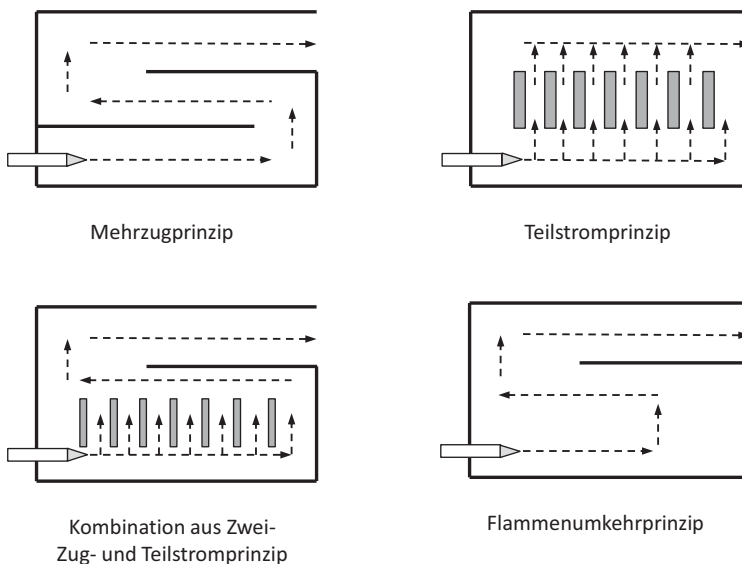


Abb. 7.1: Grundsätzliche Rauchgasführungen bei Öl- und Gaskesseln

Beim Prinzip der Flammenumkehr nach Abb. 7.1 wird weiterhin unterteilt in Konstruktionen mit Umkehrflamerraum und Umkehrbrennraum. Abb. 7.2 liefert hierzu die schematische Zeichnung. Das Prinzip des Umkehrflamerraums wird auch als heißer Brennraum und des Umkehrbrennraums als kalter Brennraum bezeichnet.

Für die Brennraumauskleidung stehen unterschiedliche Materialien zur Verfügung. Bei älteren Kesseln bzw. bei Ölbrennwertgeräten findet man Schamotte als Material. Moderne wandhängende Erdgasthermen werden hingegen heute ausschließlich aus Edelstahl gefertigt. Ausschlaggebend hierfür ist das geringere Gewicht, die hohe Druckbelastbarkeit sowie die leichte Reparaturmöglichkeit. Bei größeren, meist bodenstehenden Wärmeerzeugern sind Gusskonstruktionen in Form der Gliederbauweise anzutreffen. Sie besitzen den Vorteil der hohen Korrosionsbeständigkeit sowie der sehr hohen Festigkeit. Weiterhin besteht eine hohe Anpassungsfähigkeit an eine günstige strömungsmechanische Abgasführung. Wesentlicher Nachteil von Gusskonstruktionen ist das hohe Gewicht.

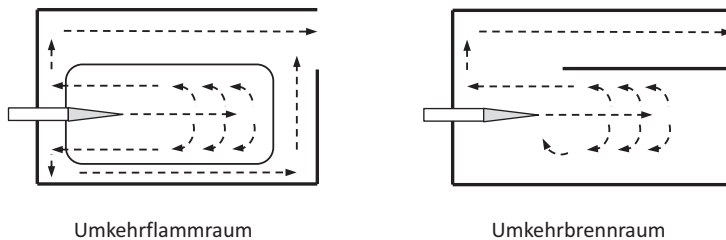


Abb. 7.2: Brennraumgestaltung als Umkehrflamerraum und Umkehrbrennraum

Ein wesentlicher konstruktiver Punkt bei Niedertemperatur-Wärmeerzeugern ist die Vermeidung von Tieftemperaturkorrosion, die zustande kommt, wenn zu kaltes Rücklauftemperaturwasser den Wärmeerzeuger durchströmt und Kondensat im Brennraum anfällt. Eine sehr einfache Maßnahme zur Vermeidung stellt die hydraulische Schaltung einer Rücklauftemperaturerhöhung über eine Kurzschlussstrecke am Wärmeerzeuger dar. Abb. 7.3 zeigt dies in der Ausführung mit einem Dreiwegeventil.

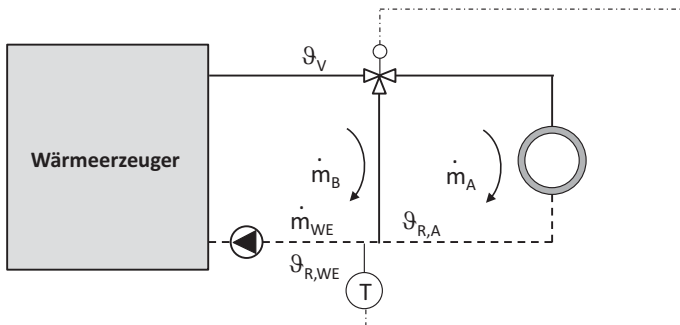


Abb. 7.3: Kesselschaltung zur Vermeidung von Tieftemperaturkorrosion

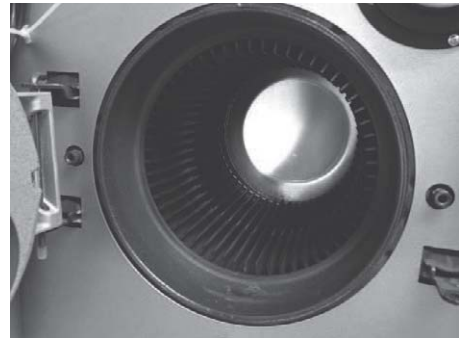
Neben dieser Einbindung in das heizungstechnische System besitzt natürlich die optimale Werkstoffauswahl eine große Bedeutung für die Vermeidung von Korrosionsschäden. Oftmals sind die Trägerwerkstoffe heute mit einer speziellen Oberflächenbeschichtung versehen. Aus

konstruktiver Sicht sind weiterhin besondere Brennraumgeometrien bekannt. Zu nennen ist hier die Trockenbrennkammer. Hier wird ein direkter Kontakt der Flamme mit wasserangrenzenden Bauteilen vermieden, wodurch höhere Temperaturen und eine Vermeidung von Kondensation erfolgt. Abb. 7.4 zeigt eine entsprechende bautechnische Ausführung.

Eine weitere konstruktive Möglichkeit stellt die zweischalige Heizfläche dar, welche besonders bei Nachschaltheizflächen zur Anwendung kommt. Hier werden Konstruktionen umgesetzt, welche Hohlräume mit unterschiedlicher Abmessung beinhalten (sog. „dosierter Wärmeübergang“). Diese Hohlräume führen zu geringeren Wärmestromdichten und somit zu einer Vermeidung von Kondensation und der daraus resultierenden Tieftemperaturkorrosion. Abb. 7.5 zeigt eine schematische Darstellung einer derartigen Konstruktion.



Stahlrohr mit Brenner



Brennraum

Abb. 7.4: Brennraum eines modernen Ölkessels mit Stahlrohr zur Vermeidung von Tieftemperaturkorrosion

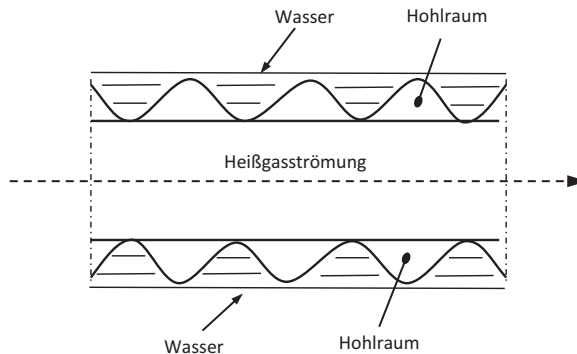


Abb. 7.5: Zweischalige Heizfläche – Nachschaltheizfläche

7.2.2 Brennwertkessel

Brennwertgeräte stellen die zum heutigen Zeitpunkt am meisten abgesetzten Wärmeerzeuger in der Bundesrepublik Deutschland dar. Im Gegensatz zu Niedertemperaturgeräten wird bei diesen Geräten gezielt der Latentwärmeanteil im Abgas ausgenutzt. Theoretisch stellt dieser Latentwärmeanteil die Differenz zwischen Heizwert und Brennwert dar. Für ausgewählte Brennstoffe sind diese Stoffdaten der Tab. 7.1 zu entnehmen.

Tab. 7.1: Eigenschaften unterschiedlicher Brennstoffe nach [12]

Brennstoff	Heizwert H_i	Brennwert H_s	Differenz H_s/H_i
Erdgas H	35,91 MJ/m _N ³	39,83 MJ/m _N ³	1,109
Erdgas L	32,32 MJ/m _N ³	35,81 MJ/m _N ³	1,108
Erdöl EL ($\vartheta = 25^\circ\text{C}$)	42,6 MJ/kg	45,4 MJ/kg	1,065
Erdöl S ($\vartheta = 25^\circ\text{C}$)	39,5 MJ/kg	41,5 MJ/kg	1,051

Alle konstruktiven Maßnahmen bei Brennwertgeräten zielen auf die Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes ab. Hierzu werden spezielle korrosionsgeschützte Wärmeübertrager in den Geräten verbaut. Folge der starken Abkühlung des Abgases ist, dass zwangsläufig Gebläse zur Abgasförderung in den Geräten eingesetzt werden, da der thermische Auftrieb zu gering ist. Weiterhin berücksichtigt werden muss, dass die Abgasanlage feuchteunempfindlich sein muss. Die Ableitung des Kondensats kann bei kleinen heizungstechnischen Anlagen direkt ins Kanalnetz erfolgen. Bei Anlagen mit einer Leistung von $\dot{Q} \geq 50 \text{ kW}$ muss zwangsläufig eine Kondensatbehandlung vor der Einleitung ins Kanalnetz erfolgen.

Die Taupunkttemperatur des Abgases kann für Erdgas unter praktischen Bedingungen bei $\vartheta_{AG} \approx 57^\circ\text{C}$ (Erdgas) und bei Heizöl bei $\vartheta_{AG} \approx 48^\circ\text{C}$ ermittelt werden.

Wesentlich in der Praxis abhängig ist die Nutzung des im Abgas gebundenen latenten Wärmeanteils von der richtigen Einstellung des Wärmeerzeugers in Hinblick auf die Vorlauf- und Rücklauf Temperatur sowie die hydraulische Einbindung in das heizungstechnische System. Grundlegende Analysen sind hier in der Arbeit von OSCHATZ [8] zu finden. Das Nichterreichen des Kondensationspunktes ist in der Praxis meist auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen. Zu nennen sind:

- Überdimensionierung des Wärmeerzeugers
 - hoher Anteil der Trinkwassererwärmung
 - kurze Heizperioden
- Installation von Überströmventilen bzw. hydraulischen Weichen
- zu hohe Systemtemperaturen
- zu geringer Wasserinhalt
- hoher Nutzereingriff.