

Zeitschrift: Wohnen
Herausgeber: Wohnbaugenossenschaften Schweiz; Verband der gemeinnützigen Wohnbauträger
Band: 46 (1971)
Heft: 9

Artikel: Feuerung - Heizkessel - Kamin : ein Zusammenspiel
Autor: Zimmermann, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-104023>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Feuerung - Heizkessel - Kamin: ein Zusammenspiel

Es zeigt sich, wie überall in der modernen Technik, auch im Bau der Heizanlagen eine Tendenz zur Koordination der einzelnen Faktoren. Wir wollen hier das Zusammenspiel von Feuerung, Heizkessel und Kamin betrachten.

1. Feuerung

1.1. Heizöl

Für die üblichen Hausbrand-Anlagen wird hauptsächlich Heizöl EL (extra leicht) verwendet. Das Heizöl ist hell, klar; durchsichtig, lagerbeständig und braucht weder zum Fördern noch zum Zerstäuben vorgewärmt zu werden. Spezifisches Gewicht bei 15 °C: ca. 0,85
Stockpunkt: unter - 20 °C
Schwefelgehalt: 0,6‰
Unterer Heizwert: 10 200 Kcal/kg
Viscosität bei 20 °C: 1,4° Engler

1.2. Verbrennung

Als Verbrennung wird die unter Feuererscheinung stattfindende Oxydation, d. h. die Verbindung eines Brennstoffes mit Sauerstoff bezeichnet. Für einen Verbrennungsvorgang sind notwendig:
Brennbarer Stoff - Sauerstoff der Luft - Zündquelle

Die Einleitung des Verbrennungsvorganges erfolgt durch die Erwärmung des brennbaren Stoffes auf seine Entzündungs-Temperatur.

Die Fortsetzung der Verbrennung wird durch die freiwerdende Wärme erhalten. Die Grundstoffe eines Brennstoffes verbinden sich mit Sauerstoff im Verhältnis ihrer Atomgewichte. Der für die Verbrennung notwendige Sauerstoff wird aus der Verbrennungsluft entnommen. Um das Heizöl vollkommen und mit hohem Wirkungsgrad verbrennen zu können, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Richtige Zerstäubungstemperatur bzw. Viscosität des Heizöls
- Sehr feine, gleichmässige Zerstäubung und innige Vermischung des Ölnebels mit der Verbrennungsluft
- Möglichst geringer Luftüberschuss
- Vollständige Vergasung bzw. Verbrennung des Öls durch richtige Abstimmung der Flammenform auf die Feuerraum-Geometrie
- Richtige Kamindimensionierung
- Genügende Frischluftzufuhr zum Heizraum

1.3. Verbrennungsprodukte

Die Hauptbestandteile des Heizöls

sind: Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel.

- Der Kohlenstoff verbrennt mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlendioxyd (CO_2) $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$, ein farb- und geruchloses Gas. Wird einer Flamme eine ungenügende Menge Sauerstoff zugeführt, so entsteht Kohlenmonoxyd (CO) $\text{C} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}$, ein farb- und geruchloses, sehr giftiges Gas. Die Verbrennung zu CO ist auch deshalb nicht erwünscht, weil der Heizwert des Brennstoffes nur unvollkommen ausgenützt wird.

- Der Wasserstoff des Heizöls verbrennt zu Wasserdampf (H_2O) $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Bei der Verbrennung von 1 kg Heizöl entsteht etwa 1,2 kg Wasserdampf.

- Der Schwefel des Heizöls verbrennt zu Schwefeldioxyd (SO_2) $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$, ein farbloses in grösseren Konzentrationen giftiges Gas mit stechendem Geruch. Durch Aufoxydation von Schwefeldioxyd $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ entsteht Schwefeltrioxyd (SO_3). Die wichtigsten Faktoren, welche die SO_3 -Bildung beeinflussen, sind Feuerraumtemperatur, Luftüberschuss und Schwefelgehalt sowie die Anwesenheit von Katalysatoren, welche diese Reaktion begünstigen.

1.4. Wasser- und Säuretaupunkt der Rauchgase

Der Wassertaupunkt bei Verbrennung eines leichten Heizöls variiert zwischen etwa 50 °C bei stöchiometrischer Verbrennung, und etwa 40 °C bei einem Luftüberschuss von 100%. Bei Anwesenheit von Schwefeldioxyd oder Schwefelsäuredämpfen $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ bestehen die kondensierbaren Bestandteile aus einem Schwefelsäure-Wasser-Gemisch. Der sich dabei ergebende Taupunkt wird als Säuretaupunkt bezeichnet. Über den Verlauf der Taulinie im Bereich geringer Konzentration bestehen genaue Messwerte wie in Abb. 5.1. wiedergegeben. Danach kann, bei den für die Rauchgase einer Heizölverbrennung charakteristischen SO_3 -Gehalten von höchstens 0,01 Vol.-%, der Taupunkt über 150 °C ansteigen.

1.5. Heizwert

Er wird in Kilokalorien (Kcal) gemessen und ist die Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung von 1 kg Heizöl verfügbar wird. Heizöl EL ergibt einen Heizwert von 10 200 Kcal/kg. Man verwendet in der Technik nur den unteren Heizwert. Er gibt nicht die gesamte Wärmemenge an, die aus einem Kilo-

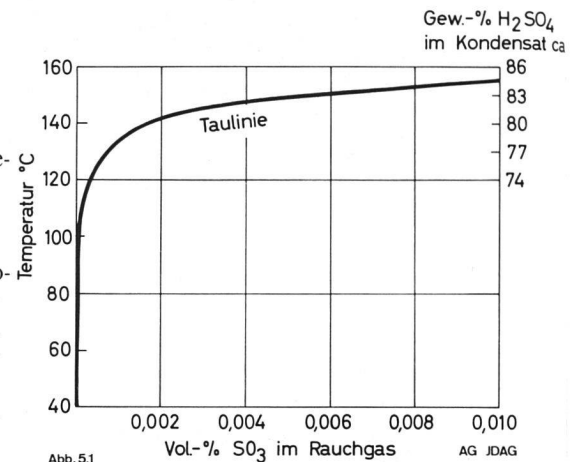


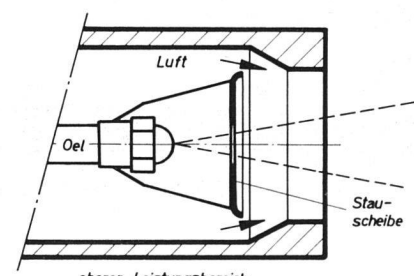
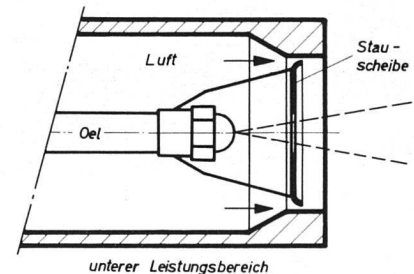
Abb. 5.1

gramm Heizöl frei wird, sondern nur die ausnützbare Wärmemenge. Die Verdampfungswärme des zu Wasser verbrannten Wasserstoffes geht mit dem Dampf verloren. Oberer und unterer Heizwert unterscheiden sich somit hauptsächlich durch die Verdampfungswärme des erzeugten Wassers.

1.6. Bauart der modernen Ölbrenner

Der vollautomatische Druckzerstäuber ist mit selbsttätig wirkenden Flammenüberwachungs- und Regelgeräten ausgerüstet, so dass das Zünden der Flamme, die Flammenüberwachung sowie das Ein- und Ausschalten in Abhängigkeit der Regulierthermostaten ohne Bedienungspersonal vor sich geht.

Die Zerstäubung erfolgt mittels Ölpumpe, die das Heizöl mit einem einstellbaren Förderdruck von 7-18 atü durch die Düsen drückt. Die Verbrennungsluft wird von einem Zentrifugalventilator über regulierbare Öffnungen



Stauscheiben - Kombination

Abb. 5.2

von aussen angesaugt und mit einem Druck von 40–50 mm WS durch das Ventilatorgehäuse zur Brennerrohrmündungsöffnung gepresst. Auf diesem Wege wird dem Luftstrom durch eine Stauscheibe eine zusätzliche, rotierende Bewegung erteilt, so dass er beim Austritt am Brennerrohr schraubenförmig den aus der Düse kommenden Ölnebel umkreist. Die dadurch bewirkte Verwirbelung ergibt eine gute Vermischung mit dem Ölnebel.

Das für die Verbrennung aufbereitete Öl-Luft-Gemisch wird durch einen Lichtbogen zwischen isoliert eingeführten Elektroden gezündet. Die dazu notwendige Spannung in der Grössenordnung von 10 000 Volt wird durch Umformung der Netzspannung in einem Zündtransformator erzeugt. Dabei wird mit unterbrochener Zündung gearbeitet, d. h. das Flammenüberwachungsgerät (Fotozelle) schaltet bei Flammenbildung selbsttätig die Stromzufuhr ab.

Um eine konstante Luftgeschwindigkeit und damit erreichbare beste Verbrennungseffekte zu erhalten, sollen die Brenner mit einer Feinregulierung ausgestattet sein. Diese Regelung der Verbrennungs-Luftmenge durch Querschnitts-Änderung soll auf der Druckseite des Gebläses angebracht sein. Der Brennerventilator soll so ausgeführt sein, dass hohe Anfahrdrücke im Feuerraum, Druckschwankungen und rauchgasseitige Widerstände möglichst pulsationsfrei überwunden werden (bis heute nur mit Gebläse von 2800 U/Min. möglich). Als Luftmischeinrichtung wird die Stauscheibe mit mannigfaltigen Luftströmungs-Querschnitten zur Erzeugung einer hohen Luft-Ölnebel-Mischwirkung verwendet. Zur besseren schraubenförmigen Verwirbelung am Ende des Brennerrohres ist es notwendig, die Luftführung vom Ventilatorgehäuse zum Brennerrohr tangential anzuordnen. (Abb. 5.2.)

Für die Feuerung der Hochleistungskessel (Beschreibung unter Ziff. 2.3.) eignen sich die modernen Überdruck-Ölbrenner, dieselben sollen im wesentlichen folgenden Anforderungen genügen:

- Brennerventilatoren mit Drehzahl von 2800 U/Min. Der Feuerraumüberdruck ist vom Brennerventilator zu überwinden.
- Ausrüstung mit thermostatisch gesteuerter, modulierender oder Zwei-Stufen-Regulierung.

Moderne Ölfeuerungsanlagen müssen, bei richtiger Auslegung und Wartung, praktisch rauch- und ruffrei und ohne Geruchbildung arbeiten. Nach den Empfehlungen der Eidg. Kommission für Lufthygiene darf bei der Verbrennung von Heizöl die Russzahl nach «Bacharach» folgende Werte nicht überschreiten:

Heizöl «extra-leicht» Russzahl: 3

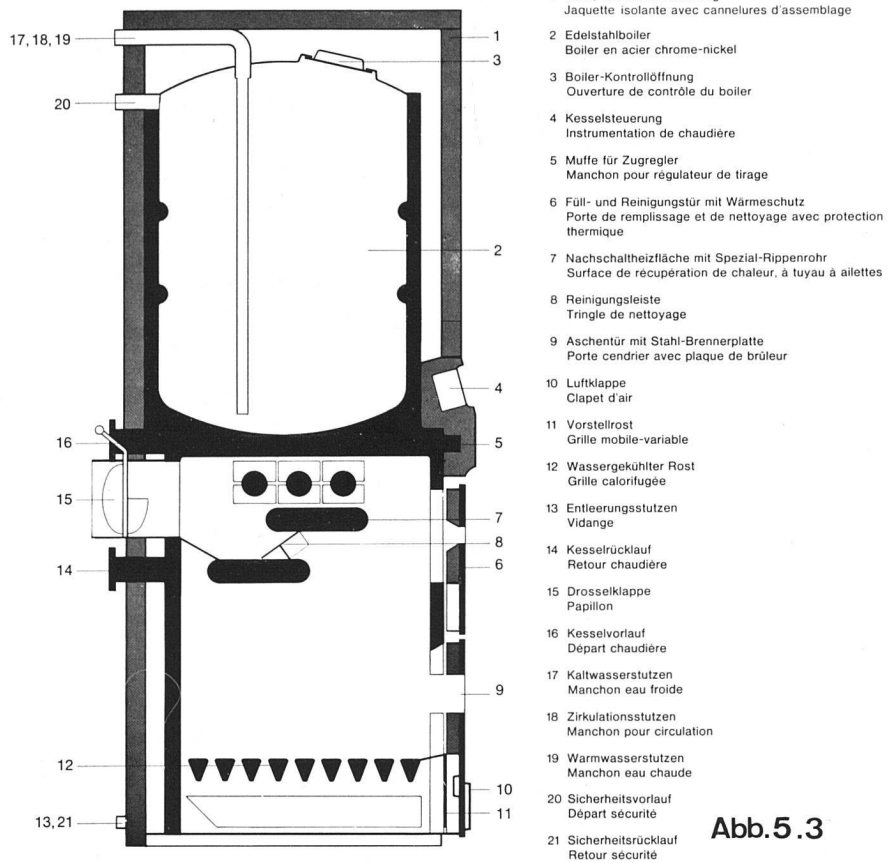


Abb. 5.3

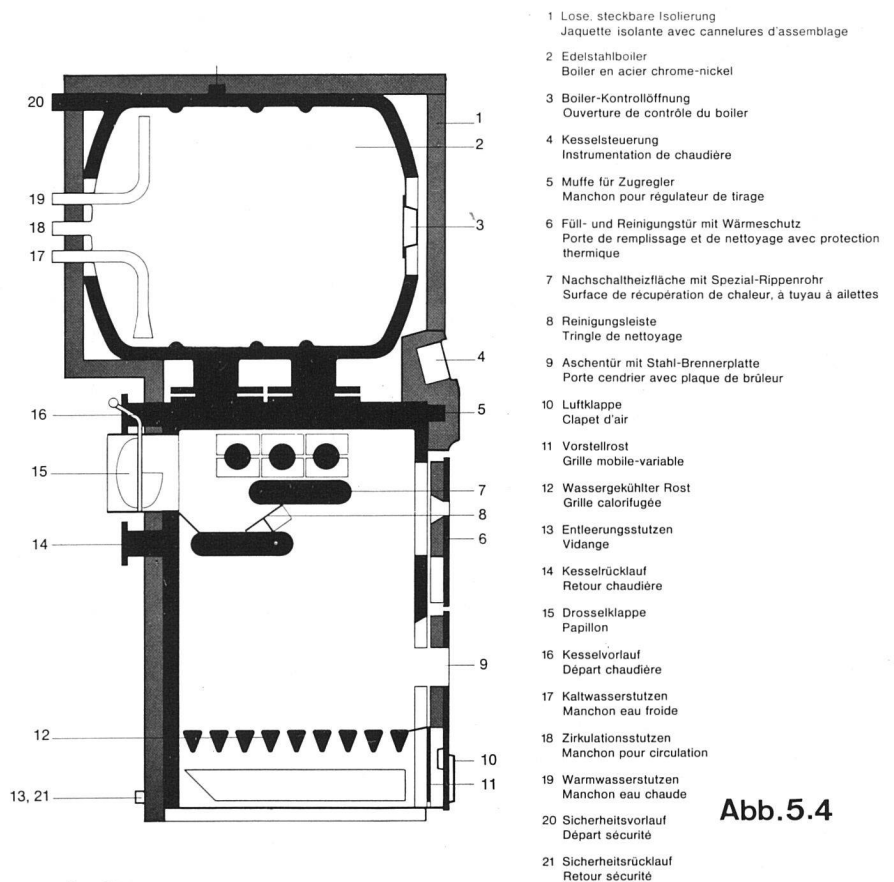


Abb. 5.4

Im Hinblick auf die Erzielung einer möglichst geringen Totalemission sollten die Ölbrenner so arbeiten, dass im Dauerbetrieb die folgenden Russzahlen nicht überschritten werden:

Heizöl «extra-leicht» Russzahl: 1-2

Für die nachstehend aufgeführten Kesselleistungen sollen folgende CO₂ Werte erreicht werden:

Kcal/h	.Min. CO ₂ %	Kcal/h	Min. CO ₂ %
20 000	10,0	250 000	12,0
50 000	11,0	500 000	12,5
100 000	11,5		

2. Heizkessel

2.1. Kombi-Heizkessel für Normalzug- feuerung

Die entscheidende Wendung im Bau von modernen Heizkesseln wurde durch die Verwendung von hochwertigen Brennstoffen wie Öl und Gas beeinflusst. Weitverbreitet ist die Installation von sog. «Kombi-Kesseln», eine Verbindung von Heizkessel und Boiler. Diese Kombination wird heute aus preislichen und fabrikationstechnischen Gründen vorwiegend aus Stahl gefertigt. Dabei hat sich die sog. Wechselbrand-Konstruktion sehr gut eingeführt, sie gestattet, jederzeit auch feste Brennstoffe sowie homogen brennbare Abfälle zu verbrennen. Die Abbildungen 5.3. und 5.4. zeigen 2 Beispiele von Kesseln für 20 000 bis 40 000 bzw. 45 000 bis 140 000 Kcal/h. Diese Heizkessel haben im wesentlichen folgende Charakteristik:

- Erhöhung der spezifischen Kesselleistung
- Verzicht auf Ausmauerung
- Grosse Strahlungs-Heizflächen
- Kleine Nachschalt-Heizflächen

Im Feuerraum bzw. Strahlungsteil sind die Heizflächen und die Führung der Verbrennungsgase so gestaltet, dass eine gleichmässige Belastung über einen grossen Heizflächenbereich erzielt wird. Durch Aufgliederung der Nachschalt-Heizfläche wird der konvektive Wärmeübergang wesentlich gesteigert. Die Belastungsunterschiede zwischen Feuerraum und Nachschalt-Heizflächen sind gemildert, was sich sehr günstig auf die Haltbarkeit des Kessels auswirkt. Mit Rücksicht auf die Verfeuerung von festen Brennstoffen sind die Rauchgasgeschwindigkeiten so gewählt, dass keine hohen gaseitigen Druckverluste auftreten können. Die Feuerraumgeometrie des Kessels wurde zur Erzielung einwandfreier Verbrennungseffekte und einer möglichst geringen Totalemission auf die modernen Ölbrenner abgestimmt. Diese Tatsachen entsprechen auch den Anforderungen in bezug auf die Lufthygiene, sie gewährleisten eine Verminderung der Verunreinigungen in den Rauchgasen, so dass die Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmo-

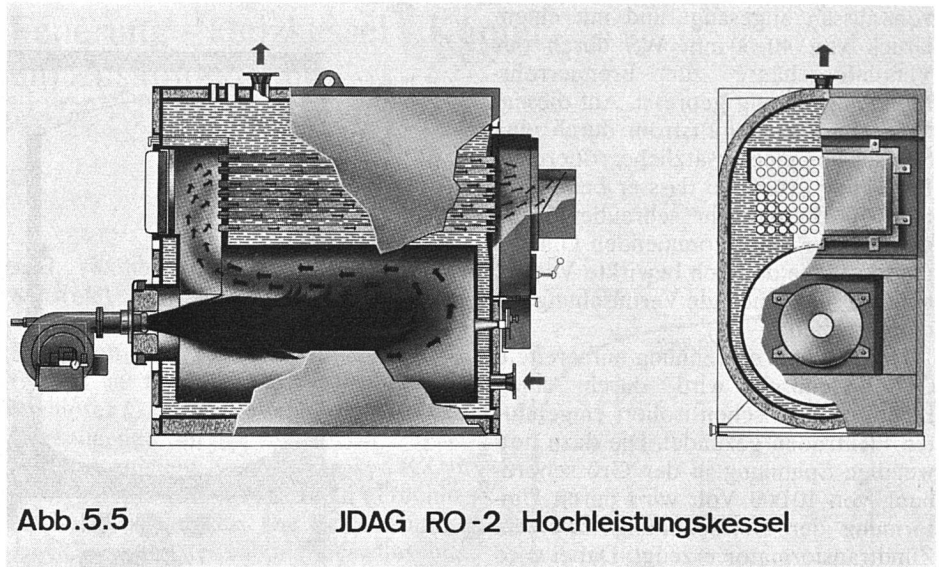


Abb.5.5

JDAG RO-2 Hochleistungskessel

sphäre auf eine minimale Konzentration reduziert werden kann.

2.2. Boiler für Warmwasser-Versorgung

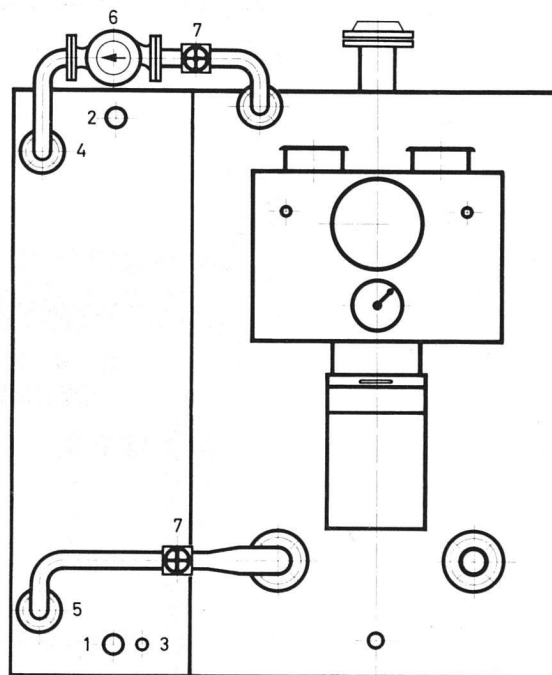
Der Kombi-Kessel mit eingebautem Boiler gewinnt zunehmend an Verbreitung. Sein hauptsächlichster Vorteil besteht darin, dass auf die Installation von elektrischen oder gasbeheizten Boilern verzichtet werden kann. Nach Ermittlungen beträgt der spezifische Bedarf an Warmwasser heute in der Schweiz 50-65 Liter pro Tag und Person.

Infolge der zunehmenden Verschlechterung der Wasserqualität wird das Brauchwasser in steigendem Masse ag-

gressiver. Der Verhütung von Korrosion muss deswegen erhöhte Bedeutung geschenkt werden. Bei den unter Ziff. 2.1. beschriebenen Kombi-Kesseln ist der Boiler aus Spezial-Edelstahl (Chrom-Nickel-Molybdän) hergestellt; dieser Werkstoff ist sehr korrosionsbeständig und es kann deshalb auf den Einbau von sog. Schutzanoden verzichtet werden.

2.3. Hochleistungs-Heizkessel

Beim Bau von Heizungsanlagen in der Grössenordnung von 0,2 bis 4 Mio. Kcal/h zeigt sich eine Tendenz zur Verwendung von Hochleistungskesseln. Allgemein kann gesagt werden, dass die-



- 1 Kaltwasser
eau froide
- 2 Warmwasser
eau chaude
- 3 Zirkulation
circulation
- 4 Boilerheizung Vorlauf
départ chauffage boiler
- 5 Boilerheizung Rücklauf
retour chauffage boiler
- 6 Boilerladepumpe
pompe de charge
- 7 Absperrschieber
vanne d'arrêt

Kombikessel
Abb. 5.6

se Kessel überall dort eingesetzt werden, wo auf möglichst kleinem Raum möglichst viel Wärme erzeugt werden soll. Ausserdem begünstigen folgende Tatsachen die Entwicklung von Hochleistungskesseln:

- Die Kaminquerschnitte können kleiner dimensioniert werden. Der Kessel arbeitet mit Überdruck im Feuerraum, die Rauchgase werden vom Brennerventilator durch den Kessel gedrückt, wobei der Kaminzug nur die Aufgabe hat, die anfallenden Abgase durch den Kamin zu fördern.

- Der Hochleistungskessel lässt sich auch in einer Dachzentrale aufstellen. Anstelle des Kamins tritt dann ein kurzer Abgasstutzen, der praktisch die Funktion eines Auspuffrohres übernimmt.

Die Bauart des als Beispiel abgebildeten Hochleistungskessels (Abb. 5.5.) ist in die Kategorie: «Zweizug-Flammrohr-Rauchrohr-Kessel» mit Umlenkflamme einzureihen. Die ideale Feuerraumgeometrie mit dem zylindrischen, durch einen Boden abgeschlossenen Feuerraum ist sehr gut der Ölflammenform angepasst. Der von Wasser umgebene Feuerraum sowie die Nachschaltheizfläche gewährleisten die volle Ausnützung der Strahlungs- bzw. Konvektionswärme. Ausserdem begünstigen folgende Tatsachen eine einwandfreie Betriebsweise:

- Die intensive Wasserzirkulation im Kessel bietet einen guten Schutz gegen Schwitzwasserbildung und der damit verbundenen Niedertemperaturkorrosion.

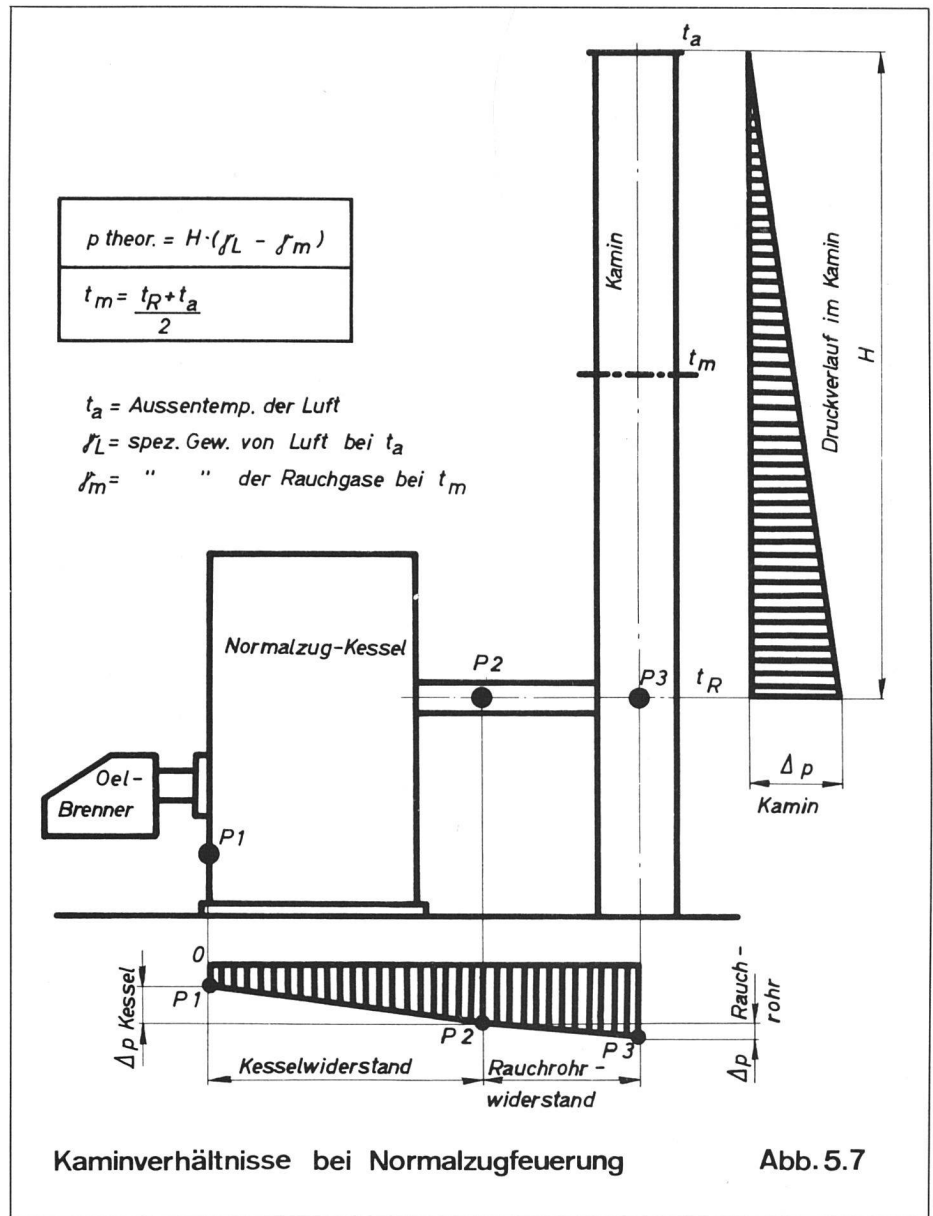
- Die Flammenführung (Umkehrflamme) sowie die Gasführung in der Nachschaltheizfläche mit gestörter, turbulenter Strömung ergibt sehr hohe Verbrennungseffekte.

- Der relativ geringe Feuerraumüberdruck gestattet ein einwandfreies Anfahren des Ölbrenners mit kleinem Druckstoss und einer minimalen Geräuschemission.

- Sämtliche Rauchrohre können einwandfrei gereinigt werden, sie sind durch die wirksam isolierte Schwenktüre von der Kesselfront zugänglich.

- Der am hinteren Teil des Kessels angebrachte Rauchgassammelkasten dient zum Entfernen des Russes, er ist ausserdem mit einer federbelasteten Explosionsklappe ausgerüstet.

Hochleistungskessel können auch als Kombiheizkessel mit Hochleistungsboiler ausgerüstet werden. Dieser Tatsache entsprechend können nebst einer vernünftigen Gebrauchswasser-Speicherung auch grosse Spitzenleistungen erbracht werden. Die Kessel können mit verschiedenen Boilergrössen entsprechend kombiniert werden. (Abb. 5.6.)



3. Kamin

Der Kaminzug bildet das dritte Glied jeder Feuerungsanlage. Die vollentwickelte Heizungsanlage, in der alle drei Faktoren

Feuerung - Heizkessel - Kamin

zusammenspielen, ist am Ende auch betriebssicher und wirtschaftlich. Bei der Verbrennung von Heizöl entstehen feuchte Rauchgase, bedingt durch den Wasserstoffanteil im Heizöl. Dieser Wasserstoff verbrennt zu Wasserdampf (wie unter Ziff. 1.3. beschrieben). Der hohe Wirkungsgrad der modernen Heizkessel hat zur Folge, dass nur noch eine relativ kleine Wärmemenge durch das Kamin ins Freie abgeführt wird. Wenn nun das Kamin zuviel Wärme verliert, kühlen sich die Rauchgase ab und können den Wassertaupunkt unterschreiten (wie unter Ziff. 1.4. beschrieben). Bei einer Taupunktunterschreitung kondensiert der Wasserdampf und es

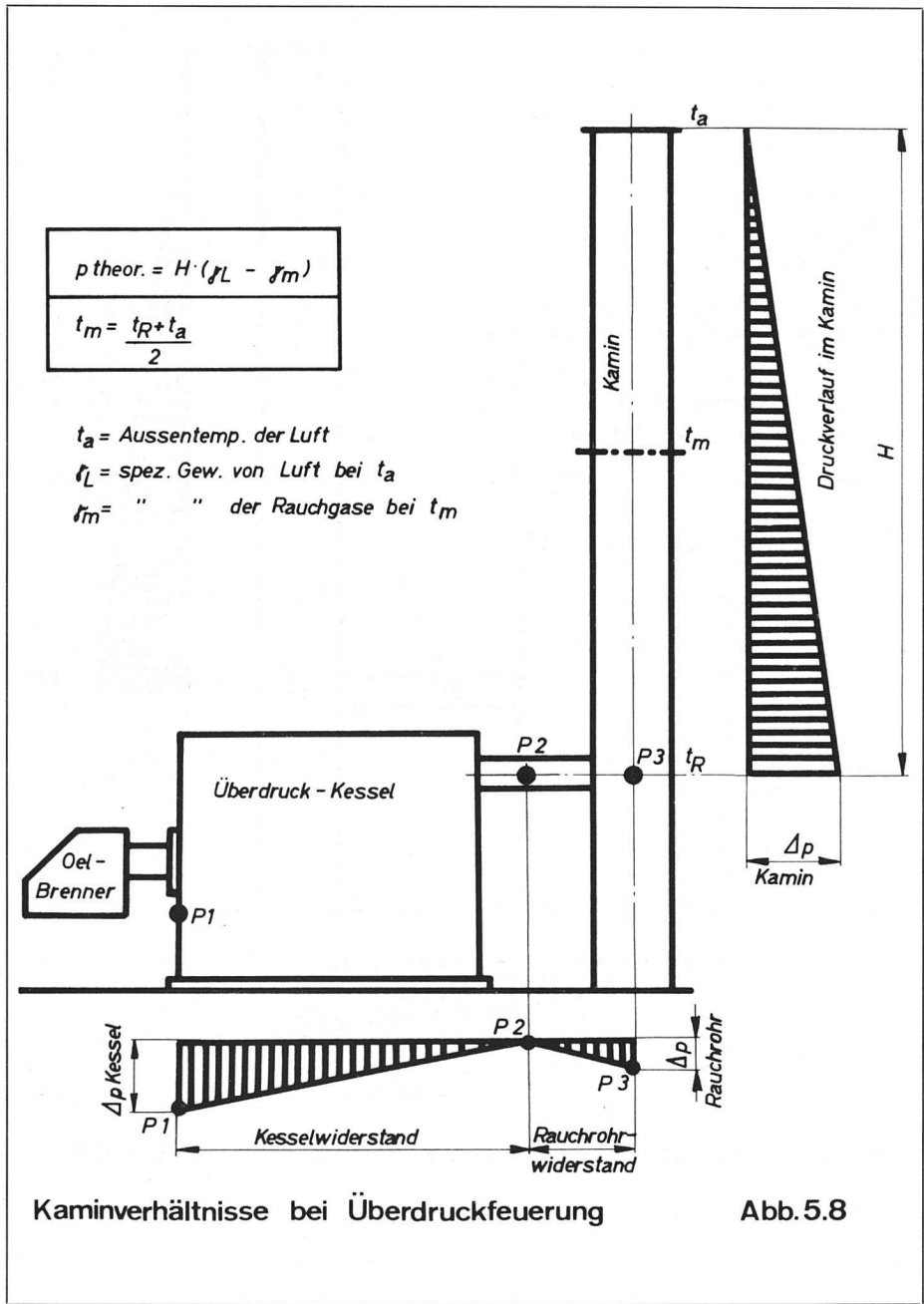
zeigt sich bereits nach kurzer Zeit die Erscheinung der sog. «Kaminversotung», d. h. es bilden sich an der Aussenseite des Kamins feuchte Flecken, die unter Umständen eine bräunliche Farbe aufweisen und kostspielige Reparaturen verursachen.

- Der hohe Kesselwirkungsgrad erfordert daher auch kleinere Kaminquerschnitte.

Ferner ist notwendig, die Bauart des Kamins so zu gestalten, dass die Rauchgastemperatur sofort nach der Inbetriebnahme von der Kaminwandung aufgenommen wird, d. h. die Wärmespeicherung soll minimal sein.

- Die ideale Konstruktion wäre demnach ein Kamin mit dünner Innenschale (z. B. Stahlrohr), umgeben von einer hochwirksamen Isolation.

Letzten Endes muss aber die Bauart den einschlägigen Vorschriften der Feuerpolizei und der Gebäudeversicherung entsprechen.



3.1. Kaminzug

Abb. 5.7. zeigt die Kaminzugverhältnisse bei Normalzugfeuerung. Der theoretische Kaminzug ($p_{\text{theor.}}$) muss die Kamineigenwiderstände (Δp Kamin) sowie den Kesselwiderstand (Δp Kessel) und den Rauchrohrwiderstand (Δp Rauchrohr) überwinden. Im Feuerraum (P.1.) soll noch ein kleiner Unterdruck von 0,5-1 mm WS vorhanden sein. Abb. 5.8. zeigt die Kaminzugverhältnisse bei Überdruckfeuerung. Der theoretische Kaminzug ($p_{\text{theor.}}$) muss hier nur die Kamineigenwiderstände (Δp Kamin) sowie den Rauchrohrwiderstand (Δp Rauchrohr) überwinden. Der kesselseitige Rauchrohrwiderstand wird vom Brennerventilator überwunden.

Der Zugnullpunkt (P. 2.) befindet sich am Ende des Kessels.

Auf den Diagrammen (Abb. 5.9. + 5.10) können links die Durchmesser für runde und rechts die Seitenlängen für quadratische Kamine abgelesen werden. Bei rechteckigen Kaminen müssen die Seitenlängen a und b nach folgender Formel abgeleitet werden:

Durchmesser (d) =

$$\frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)} \text{ (cm)}$$

Die Diagramme liefern gültige Werte bis zu einer Höhe von ca. 600 m ü. M. (Barometerstand von 700 mm Hg).

Beispiel 1

Für einen Überdruckkessel sind gegeben:

Kesselleistung: 1 150 000 Kcal/h

Kaminhöhe: 28 m

Der Linienzug im Diagramm (Abb. 5.9.) ergibt einen Kamindurchmesser von 45 cm oder eine quadratische Seitenlänge von 45 cm.

Beispiel 2

Für einen Normalzugkessel sind gegeben:

Kesselleistung: 200 000 Kcal/h

Kaminhöhe: 12 m

Der Linienzug im Diagramm (Abb. 5.10.) ergibt einen Kamindurchmesser von 35 cm oder eine quadratische Seitenlänge von 35 cm.

4. Wirkungsgrad

Es versteht sich, dass eine Heizungsanlage betriebssicher und wirtschaftlich sein muss. Man verlangt von ihr einen hohen Wirkungsgrad.

Unter Wirkungsgrad versteht man das Verhältnis der Wärmemenge die der Kessel abgibt, zur Energiemenge die mit dem Brennstoff eingebracht wird. Anders gesagt:

- Wirkungsgrad ist gleich der Prozentzahl der in 1 Kilo Heizöl enthaltenen Wärmeenergie, die vom Kessel ans Heizungssystem abgegeben werden kann.

4.1. Feuerungswirkungsgrad

Beim Einstellen einer Feuerungsanlage wird nur der Feuerungswirkungsgrad bestimmt, d. h.:

- der Verlust an Wärme durch Abkühlen warmer Abgase. Die Abgase hinter dem Kessel haben bei richtig eingestellter Verbrennung eine Temperatur von 220-250 °C.

Die Formel lautet:

$$\eta F = 100 - q_v (\%)$$

ηF = Feuerungswirkungsgrad (%)

q_v = Abgasverlust (%)

(Beispiel Abb. 5.11.)

4.2. Kesselwirkungsgrad

Für die Ermittlung des Kesselwirkungsgrades ist noch der Strahlungsverlust (q_s) des Kessels zu berücksichtigen, d. h.:

- Der Kessel strahlt Wärme ab und heizt z. B. den Kesselraum, eine Aufheizung, die dem eigentlichen Heizungssystem verloren geht. Die Kesselabstrahlung beträgt allgemein ca. 2-3%. Bei den unter Ziff. 2.3. beschriebenen Hochleistungskesseln beträgt die Kesselabstrahlung nur 1-1,5% infolge der hochwirksamen Isolation.

Die Beziehung für den Kesselwirkungsgrad lautet:

$$\eta K = \eta F - q_s (\%)$$

ηK = Kesselwirkungsgrad (%)

ηF = Feuerungswirkungsgrad (%)

q_s = Strahlungsverlust (%)

Kaminabmessungen zu Kessel mit Überdruckfeuerungen

(Berechnung der KWR Firmen)

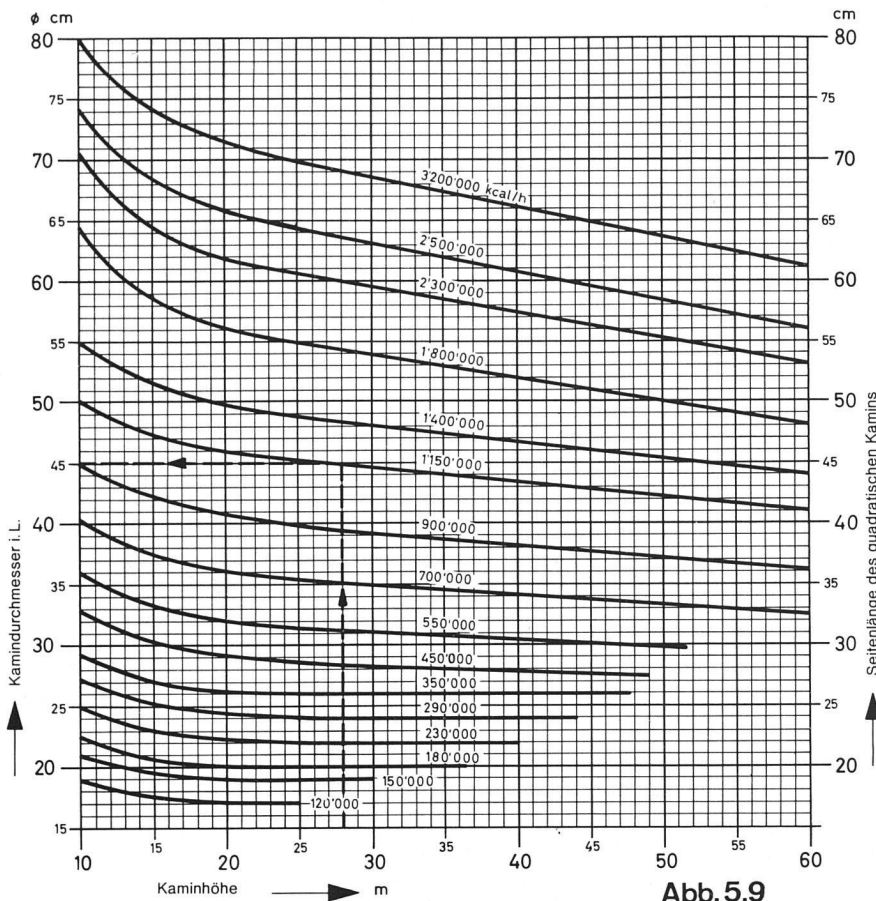


Abb. 5.9

Kaminabmessungen zu Kessel mit Normalzugfeuerung

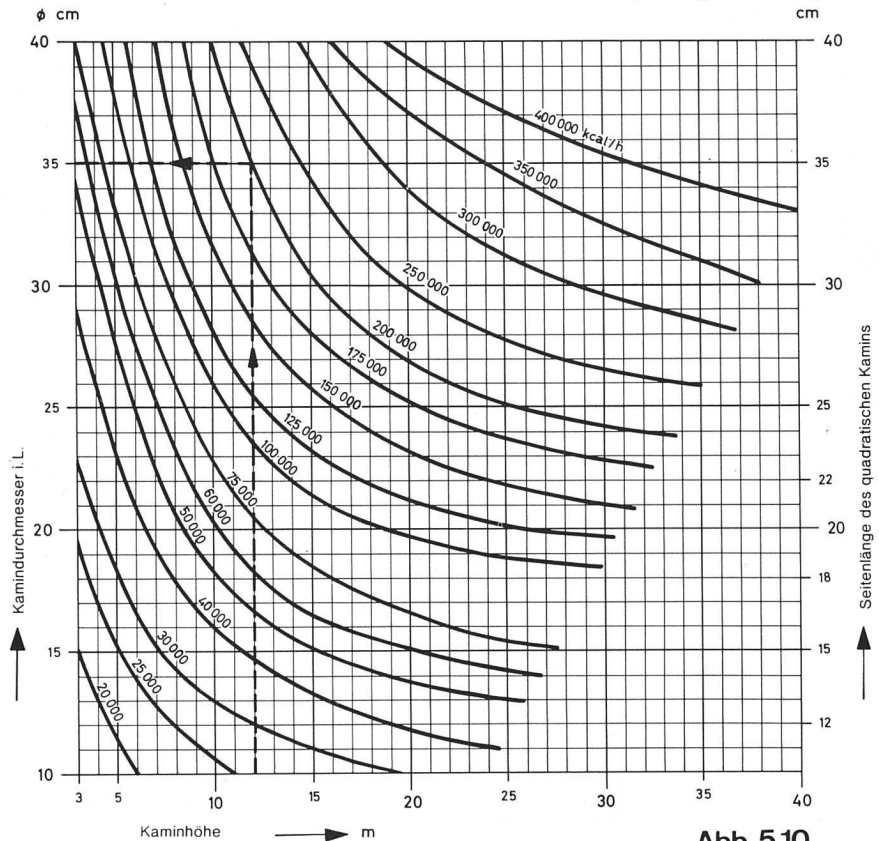


Abb. 5.10

Die Kaminquerschnitte sind gültig für flüssige und gasförmige Brennstoffe unter folgenden Bedingungen:

- Rauchrohr zwischen Kessel und Kamin bis 5 m isoliert
- Rauchrohr mit maximal 2 Bögen 90°
- Rauchrohr mit mindestens 30-45° Steigung ins Kamin eingeführt
- Keine Kaminquerschnittverengungen
- Barometerstand 700 mm (ca. 600 m ü. M.)
CO₂ 12% bei Heizöl extra leicht
- Luftüberschusszahl n = 1,3
- Abgastemperatur am Kesselende 230° C
- Abgastemperatur an der Kaminmündung mindestens 130° C

Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, so sind die Kamine zu berechnen. Kamine mit Höhen unter 10 m oder über 60 m sind zu berechnen. Bei Kesselanlagen im Dachgeschoss kann das Rauchrohr mit dem Rauchrohr-Ø am Kesselende über Dach geführt werden.

Die Kaminquerschnitte sind gültig für flüssige und gasförmige Brennstoffe unter folgenden Bedingungen:

- Rauchrohr zwischen Kessel und Kamin bis 5 m isoliert
- Rauchrohr mit maximal 2 Bögen 90°
- Rauchrohr mit mindestens 30-45° Steigung ins Kamin eingeführt
- Keine Kaminquerschnittverengungen
- Barometerstand 700 mm (ca. 600 m ü. M.)

- Abgastemperatur am Kesselende 230° C
- Abgastemperatur an der Kaminmündung mindestens 130° C

Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, so sind die Kamine zu berechnen. Kamine mit Höhen über 40 m sind zu berechnen. Bei Kesselanlagen im Dachgeschoss kann das Rauchrohr mit dem Rauchrohr-Ø am Kesselende über Dach geführt werden.