

## **Schornstein**

### **Schornsteinzug**

Der Schornstein leitet die Rauchgase von Feuerstellen wie offenen Kaminen, Einzelöfen, Kachelöfen oder Heizkesseln über das Dach ins Freie. Dies geschieht durch den Schornsteinzug, auch thermischer Auftrieb genannt. Dieser entsteht durch den Gewichtsunterschied zwischen der warmen und daher leichteren „Rauchgassäule“ im Schornstein und der kälteren und daher schwereren „Außenluftsäule“; der Schornsteinzug ist daher im Winter größer als im Sommer, da im Winter der Temperaturunterschied zwischen „Rauchgassäule“ und „Außenluftsäule“ größer ist.

Der Schornsteinzug wird z. B. bei der jährlichen Messung nach der Bundesimmissionsschutz-Verordnung durch den Bezirkskaminkehrermeister in Millibar (mbar) oder Hektopascal (hPa) gemessen (1 mbar = 1 hPa = 100 Pa).

### **Schornsteinquerschnitt**

In älteren Häusern ist der Schornstein oft noch für Einzelöfen oder Zentralheizungskessel ausgelegt, die mit Holz und Kohle oder Koks beheizt wurden. Diese festen Brennstoffe ergeben bei der Verbrennung ziemlich viel Rauchgase, sodass ein entsprechend großer Kaminquerschnitt erforderlich ist. Auch die Temperatur der Abgase ist relativ hoch.

Bei einer Umstellung von Einzelofenheizung oder Kokscentralheizung auf Öl- oder Gascentralheizung gab es bis Anfang der 80er-Jahre meistens keine Probleme, da die Leistung des neuen Heizkessels in der Regel ziemlich groß gewählt wurde und auch die Abgase sehr heiß waren.

Schwierigkeiten können sich aber bei der Sanierung älterer Heizungsanlagen ergeben, wenn moderne Heizkessel oder Niedertemperatur-Heizkessel an Schornsteine mit großen Querschnitten angeschlossen werden. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) verlangt den Austausch von Heizkesseln, die vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut worden sind, bis zum 31.12.2006, bei Ein- und Zweifamilienhäusern, in denen der Eigentümer selbst wohnt, aber erst bei Eigentümerwechsel vom neuen Besitzer.

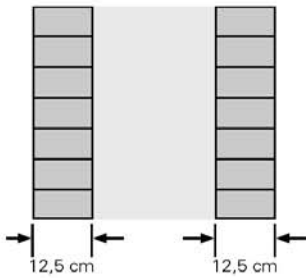
Die Nennwärmeleistung der neuen Kessel ist meistens viel geringer als die Nennwärmeleistung der zu ersetzenden Kessel. Die Wärme, die mit den Rauchgasen in den Schornstein gelangt, ist im Allgemeinen aus den folgenden drei Gründen kleiner als bei der bisherigen Heizungsanlage:

1. Die Berechnung des Wärmebedarfs gem. der alten Normen ergab aus heutiger Sicht recht große Werte. Heute werden kleinere Werte zugrunde gelegt.
2. Wegen der besseren Verbrennung bei geringem Luftüberschuss, der besseren Ausnutzung der Brennstoffe und der geringeren Abgasverluste gelangt mit den Abgasen weniger Wärme in den Kamin.
3. Durch einen eventuell verbesserten Wärmeschutz der Gebäude und/oder geringere Wärmeverluste nach Einbau neuer, dichter Fenster mit kleinerem U-Wert wird die erforderliche Kesselleistung nochmals kleiner.

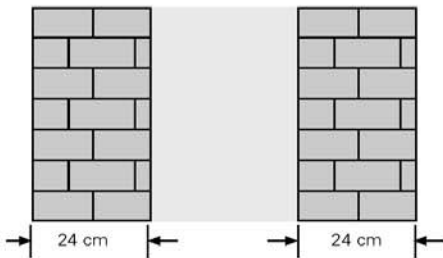
Infolgedessen wird sowohl die Menge der Abgase geringer als auch deren Temperatur niedriger. Der Schornstein hat nun einen viel zu großen Querschnitt: Die Abgase steigen langsamer nach oben als bei einem geringeren, angepassten Querschnitt und kühlen daher stärker aus.

Außerdem sind ältere Schornsteine meistens gegen Wärmeverluste unzureichend geschützt (siehe Abbildung 1).

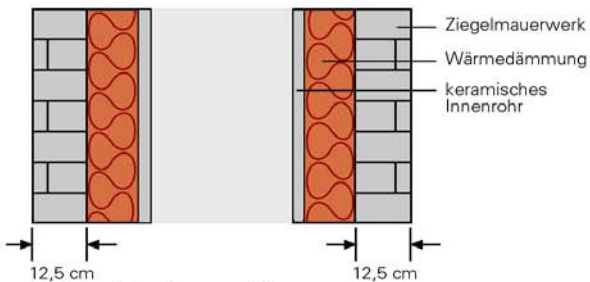
**Abbildung 1: Ausführungsbeispiele von Schornsteinen für die verschiedenen Wärmedurchlasswiderstandsgruppen**



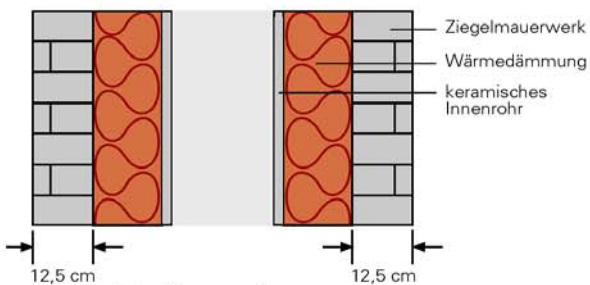
Kamin nach Ausführungsart III  
 Wärmedurchlasswiderstand  
 =  $0,12 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 Kamin aus Ziegelmauerwerk  
 oder aus Formsteinen



Kamin nach Ausführungsart II  
 Wärmedurchlasswiderstand  
 =  $0,22 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 Kamin aus Ziegelmauerwerk  
 oder aus Formsteinen



Kamin nach Ausführungsart IIa  
 Wärmedurchlasswiderstand  
 =  $0,40 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 dreischaliger Kamin älterer  
 Bauart, aus Ziegelmauerwerk  
 oder aus Formsteinen



Kamin nach Ausführungsart I  
 Wärmedurchlasswiderstand  
 =  $0,65 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 Kamin aus Ziegelmauerwerk  
 oder aus Formsteinen, dreischalig

Hinzu kommt dann noch, dass moderne Ölbrenner oder Gasgebläsebrenner mit einer automatischen Luftabschlussklappe ausgerüstet sind. In den Stillstandzeiten des Brenners wird der Schornstein daher nicht durchströmt.

Die genaue Dimensionierung des Schornsteins ist auch bei Neubauten zu beachten. Der nötige Schornsteinquerschnitt sollte vom Heizungsbauer, einer Schornsteinfachfirma und dem Bezirksschornsteinfegermeister abgestimmt werden.

### **Ausführungsarten von Schornsteinen**

Ob ein vorhandener Kamin für einen neuen Heizkessel geeignet ist, wird meistens durch seine Wärmeverluste, d. h. durch die Güte seiner Wärmedämmung bestimmt. Man teilt daher die Kamine entsprechend ihrem Wärmedurchlasswiderstand in drei bzw. vier Gruppen ein. In Abbildung 1 sind Ausführungsbeispiele für diese Gruppen angegeben. Je schlechter die Wärmedämmung eines Schornsteins ist, desto stärker wirkt sich ein zu großer Querschnitt aus, d. h., desto höher muss die Rauchgastemperatur sein, damit keine Kondensation auftritt.

### **Durchfeuchtung des Schornsteins**

Moderne Heizungsanlagen für flüssige oder gasförmige Brennstoffe stellen andere Ansprüche an den Schornstein als Feuerstellen für feste Brennstoffe:

- Die Abgastemperaturen sinken durch die bessere Ausnutzung der Verbrennungswärme an den Nachschaltheizflächen der Heizkessel.
- Das Abgasvolumen reduziert sich einmal wegen der anderen Brennstoffart, zum anderen aufgrund des geringeren Brennstoffdurchsatzes infolge der richtig dimensionierten Kesselleistung.

Ist der Schornsteinquerschnitt zu groß, so strömen die Abgase langsam und kühlen dadurch stark aus. Die kältesten Stellen sind im Allgemeinen die Schornsteinwandungen in der Nähe des Kaminkopfes. Kommt es zur Unterschreitung der Wasserdampftaupunkttemperatur, bei Heizöl EL ca. 47 °C, bei Erdgas ca. 56 °C, so schlägt sich der kondensierende Wasserdampf in Form von Wassertropfen an der Schornsteinwand nieder.

Dieses Wasser dringt in das Mauerwerk ein. Wasser gibt es in den Abgasen eine Menge: 1 kg Wasserdampf (d. h. 1 Liter flüssiges Wasser in Dampfform) pro Liter Heizöl und 1,5 kg Wasserdampf pro Kubikmeter Erdgas. Fällt längere Zeit mehr Feuchtigkeit aus als wieder abtrocknet, so versottet oder durchfeuchtet der Schornstein. Die Schäden sind bei Heizungen mit Kohle oder Heizöl besonders schwer wiegend, weil diese Brennstoffe Schwefel enthalten und bei der Verbrennung daher auch schwefelige Säure oder Schwefelsäure entsteht.

Die Innenwandtemperatur an der Schornsteinmündung muss daher über der Wassertaupunkttemperatur der Abgase liegen. Um Kondensat im Kamin zu vermeiden, sollte bei Heizungen mit Gebläsebrennern die Abgastemperatur von 160 °C nicht unterschritten werden. Dagegen kann bei gasbefeuerten Anlagen mit atmosphärischen Brennern die Abgastemperatur, hinter der Strömungssicherung gemessen, bis auf 80 °C absinken.

Neue, moderne Schornsteine sind im Allgemeinen dreischalig:

eine Innenschale, eine Wärmedämmschicht und ein äußerer Mantelstein. Die Innenschale kann dabei aus einem keramischen Werkstoff mit dampfdichter Spezialglasur bestehen. Bei Innenrohren ohne dampfdichter Glasur muss die eingedrungene Feuchtigkeit durch eine Hinterlüftung zwischen Wärmedämmschicht und Mantelstein abgeführt werden. Schornsteine aus Edelstahl, Kunststoff oder Glas kann man selbstverständlich für Heizkessel mit geringeren Abgastemperaturen einplanen, da diese Kamine die Kondensatfeuchte aushalten. Dabei ist aber zu beachten, dass nicht alle Werkstoffe, die für Erdgas geeignet sind, auch bei Heizöl verwendet werden können.

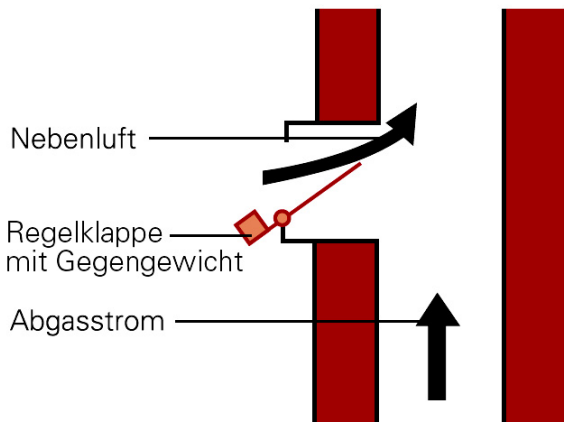
### **Zugbegrenzer- oder Nebenluftklappe**

Ob es zu einem Ausfall von Wasser kommt, hängt sowohl vom Feuchtigkeitsgehalt als auch von der Temperatur der Rauchgase ab. Besonders stark kühlen diese in alten einschaligen Schornsteinen aus Mauerwerk oder Formsteinen (Wärmedurchlasswiderstandsgruppe III) aus. Günstiger sind die neueren dreischaligen Kamine aus Formsteinen, Schamotterrohr und dazwischen Dämmstoff (Wärmedurchlasswiderstandsgruppe I). Je nach Kaminquerschnitt genügt bei besser wärmegeprägten Kaminen (Wärmedurchlasswiderstandsgruppe I und IIa, Beispiel c und d in Abbildung 1) meistens der Einbau von Nebenluftvorrichtungen, um eine Versottung zu vermeiden.

Auch bei einschaligen Schornstein (Wärmedurchlasswiderstandsgruppe II und III) kann eventuell durch Einbau von Nebenluftvorrichtungen eine Versottung vermieden werden, der Querschnitt des Schornsteins darf dann aber nur geringfügig zu groß sein. Nebenluftvorrichtungen unterscheiden sich wie folgt:

- selbsttätig arbeitenden Nebenluftvorrichtungen (Zugbegrenzer), die in Abhängigkeit vom Schornsteinzug eine Öffnung freigeben, durch die Luft in den Schornstein einströmt,
- zwangsgesteuerten Nebenluftvorrichtungen, die während der Stillstandszeit des Brenners motorisch geöffnet werden und in dieser Zeit eine entsprechend große Öffnung freigeben, und
- kombinierten Nebenluftvorrichtungen, in denen beide Funktionen vereint sind.

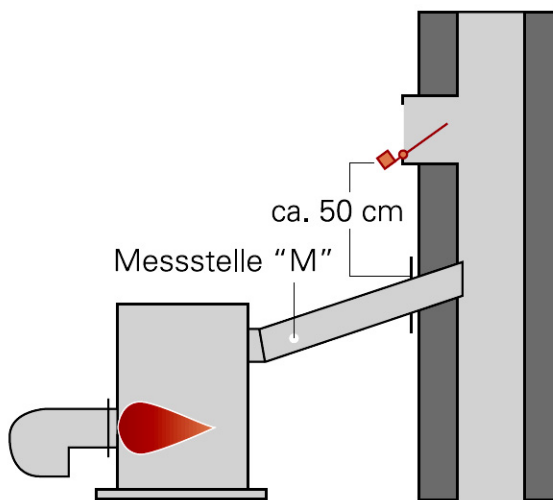
Das Funktionsprinzip eines Zugbegrenzers ist in Abbildung 2 dargestellt.



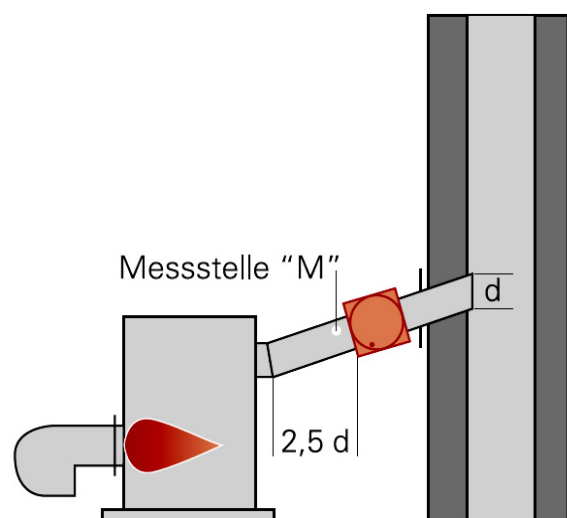
**Abbildung 2: Zugbegrenzer**

Durch die Zufuhr von Kellerluft wird das Abgas verdünnt, der bei der Verbrennung entstandene Wasserdampf verteilt sich auf ein größeres Gasvolumen (Abgase + Nebenluft). Die Taupunkttemperatur für die Mischung aus Abgasen und Nebenluft ist niedriger, sodass im Allgemeinen keine Kondensation erfolgt. Da gleichzeitig das Volumen der Abgase vergrößert wird, strömen diese nun etwas schneller und verlassen den Schornstein dadurch früher und weniger abgekühlt.

Die Nebenluftvorrichtungen müssen im Aufstellungsraum des Heizkessels eingebaut werden, entweder im Schornstein (Abbildung 3), einen halben Meter oberhalb des Rauchrohereintritts oder im Rauchgasrohr selbst (Abbildung 4).



**Abbildung 3:  
Einbau einer Nebenluftvorrichtung  
in den Schornstein**



**Abbildung 4:  
Einbau einer Nebenluftvorrichtung  
in das Rauchrohr**

Zugbegrenzer sorgen dafür, dass auf den Heizkessel ein weitgehend konstanter Kaminzug wirkt, der Schornsteinzug also im Winter nicht viel größer ist als im Sommer, siehe oben. Außerdem zieht bei Nebenluftvorrichtungen während der Stillstandszeiten des Brenners Luft aus dem Heizraum durch den Schornstein und fördert die Austrocknung. Dieser Luftzug geht nicht durch den Heizkessel und erhöht somit nicht die Bereitschaftsverluste durch innere Auskühlung.

Gasheizgeräte mit atmosphärischen Brennern haben eine eingebaute Nebenluftvorrichtung, die so genannte Strömungssicherung, und benötigen im Allgemeinen keinen zusätzlichen Zugbegrenzer.

### **Sanierung des Schornsteins**

Bei älteren Gebäuden haben wir es meistens mit einschalig gemauerten, nicht wärmegeprägten Schornsteinen zu tun. Ist der Querschnitt viel zu groß, so reicht besonders bei einem einschaligen Schornstein eine Zugbegrenzerklappe nicht aus. Es ist dann notwendig, den Schornsteinquerschnitt an das kleinere Abgasvolumen und die geringeren Abgasverluste der neuen Heizungsanlage anzupassen. Der Schornsteinquerschnitt muss verkleinert werden, meistens wird auch eine Wärmedämmung angebracht. Dazu gibt es im Wesentlichen drei Verfahren:

- Auskleiden des Schornsteins mit einer entsprechend dicken Schicht aus Leichtbeton oder Leichtmörtel. Die Wärmedämmung des Schornsteins und damit sein thermisches Verhalten werden nicht wesentlich verbessert, sodass dieses Verfahren für moderne Heizkessel mit niedrigen Abgastemperaturen wenig geeignet ist.
- Einbau eines Schamotterrohres und Verfüllen des Zwischenraumes mit schüttfähigem Dämmstoff (günstig bei viel zu großem Querschnitt). Der Vorteil dieses Systems liegt in der Beständigkeit gegen Säuren und hohe Temperaturen. Die vielen Fugen lassen jedoch die Verwendung bei viel Kondensat aufgrund sehr niedriger Abgastemperaturen nicht zu. Kamine der Ausführungsarten II und III lassen sich bei entsprechend dicker Wärmedämmung bis zur Ausführungsart IIa verbessern.
- Einziehen eines Edelstahlrohres (flexibel oder starr, einwandig oder doppelwandig, mit oder ohne Dämmschalen), eines Glasrohres oder eines Kunststoffrohres. Es wird nur der Kaminquerschnitt verringert, der Wärmedurchlasswiderstand wird meistens nicht verbessert.

Welches Verfahren infrage kommt, hängt vom Unterschied zwischen vorhandenem und erforderlichem Querschnitt ab, und ob der Kamin ganz gerade gemauert ist oder etwas schräg („verzogen“).

Bei versotteten Schornsteinen lassen sich die oben beschriebenen Sanierungsmaßnahmen oft nicht mehr durchführen, da die Mörtelfugen durch die Feuchtigkeit ausgewaschen und dadurch bröckelig sind. Der Kamin muss dann teilweise oder vollständig erneuert werden.

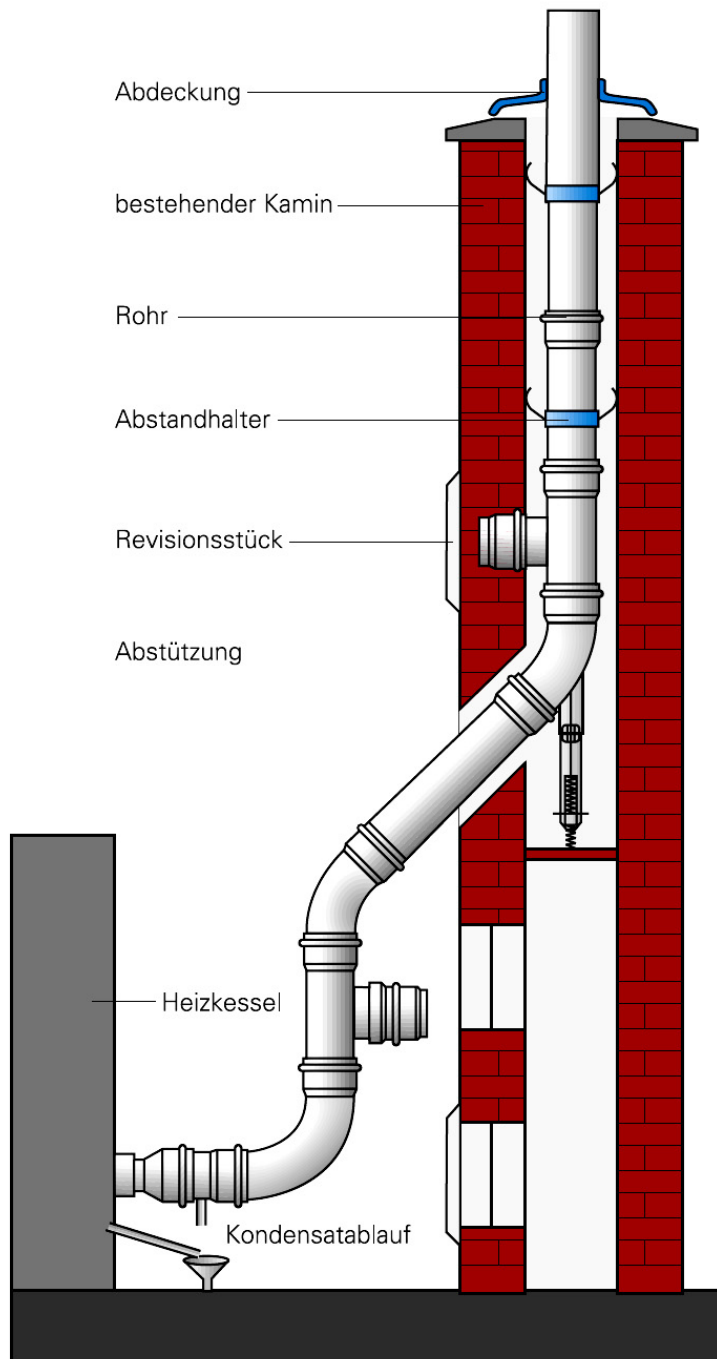
Der Schornstein muss nicht zum Problem werden, wenn man einen neuen Kessel einbaut, nur muss man bestimmte Zusammenhänge beachten. Es genügt nicht, nur Brenner und Kessel aufeinander abzustimmen, auch der Schornstein als ein Teil der Heizungsanlage muss richtig dimensioniert sein. Erst bei genauer Abstimmung von Kessel, Brenner und Kamin lässt sich ein guter, energiesparender Verbrennungsablauf erreichen. Alle Änderungen an der Heizungsanlage und am Kamin sind mit dem Bezirksschornsteinkehrermeister abzustimmen.

### **Schornstein für Brennwerttechnik**

Besondere Anforderungen an den Schornstein stellt ein Brennwertkessel. Die Wasserdampftaupunkttemperatur der Rauchgase wird meistens schon im Heizkessel unterschritten, sodass Wasserdampf und Kohlendioxid, die bei der Verbrennung von Erdgas, Heizöl oder Flüssiggas entstehen, schon teilweise im Kessel als saures Kondensat ausfallen.

Die stark abgekühlten und meist mit Wasserdampf gesättigten Abgase von Brennwertkesseln haben nur einen äußerst geringen, zum Teil gar keinen Auftrieb mehr. Diese Abgase steigen nicht mehr von selbst im Schornstein auf, sondern müssen durch einen Ventilator hinausbefördert werden.

Man spricht daher bei Brennwertkesseln oft nicht mehr von einem Schornstein, sondern von einer Abgasleitung (siehe Abbildung 5).



**Abbildung 5: Schema der Abgasanlage eines Brennwertkessels**

Die Abgasleitung muss dicht sein gegenüber dem möglichen Überdruck, der durch den Abgasventilator im Kaminrohr erzeugt wird, auch dicht und korrosionsfest gegenüber dem anfallenden Kondensat. Die Dichtheit der Anlage wird mittels Druckprüfung vom zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister überprüft.

Die Abgasleitung ist so zu verlegen, dass das in der Abgasanlage ausfallende Kondensat abfließen kann (siehe Abbildung 5).

Bei Gas-Brennwertgeräten kann man mit bis zu 1,5 Liter Kondensatflüssigkeit pro durchschnittlichem Heiztag und kW installierter Kesselleistung rechnen. Maßgebend für die Einleitung des Kondensats in die öffentliche Kanalisation sind die kommunalen Abwasserbestimmungen. Sie orientieren sich in der Regel an den Richtlinien der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall ATV-DVWK, früher Abwassertechnischen Vereinigung (ATV).

Das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 251 „Kondensate aus Brennwertkesseln“, sieht u. a. vor, dass bei Gas-Brennwertgeräten mit einer Nennleistung bis 25 kW das Kondensat grundsätzlich ohne Neutralisation in das häusliche Abwassersystem eingeleitet werden darf.

Bei Brennwertkesseln für Heizöl ist das Kondensat deutlich saurer und muss daher im Allgemeinen vor der Einleitung in das Abwassersystem neutralisiert werden (ein pH-Wert 6,5 = „schwach sauer“ bis pH-Wert 7 = „neutral“ ist zu erreichen). Unter bestimmten Bedingungen kann das Kondensat aus Öl-Brennwertkesseln direkt in die Kanalisation geleitet werden. Wichtigste Voraussetzung dafür ist, dass ausschließlich schwefelarmes Heizöl verwendet wird und die vorgegebenen Grenzwerte eingehalten werden. Die Einhaltung der Grenzwerte muss durch den Hersteller des Brennwertgerätes nachgewiesen werden. Heizöl gilt als schwefelarm, wenn maximal 50 Milligramm Schwefel pro Kilogramm enthalten sind. Aber auch in diesem Fall sind die kommunalen Abwasserbestimmungen zu beachten.

Abgasanlagen für Brennwertkessel können aus feuchtigkeitsunempfindlichen Keramikrohren bestehen (meistens hinterlüftet), aus Edelstahl, aus Kunststoff (Zulassung bis 160 °C Abgastemperatur) oder aus Glas. Auf jeden Fall sind die bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten.

### Luft-Abgas-Schornstein (LAS)

Bei Gasheizgeräten mit geschlossener Brennkammer, insbesondere Gasetagenheizungen, besteht die Möglichkeit des raumluftunabhängigen Betriebs. Der „Schornstein“ ist meistens ein konzentrisches Doppelrohrsystem, welches die Verbrennungsluft aus dem Freien zu- und die Abgase über das Dach ins Freie ableitet (siehe Abbildung 6).

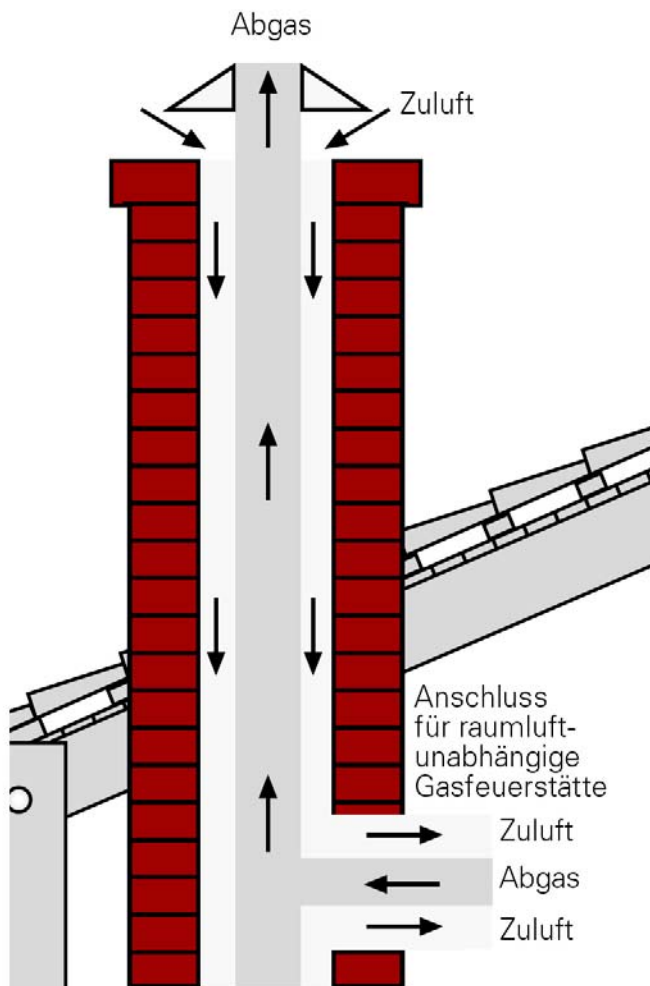


Abbildung 6: Schema eines Luft-Abgas-Schornsteins

Die Abgase und die Zuluft können auch über zwei getrennte Rohre geführt werden. Die Gasheizgeräte werden in diesem Fall von außen und nicht vom Wohnraum mit Verbrennungsluft versorgt. Es ist daher eine Aufstellung in Räumen mit fugendichten Fenstern möglich.

Das Luft-Abgas-System ist eine Alternative zu Außenwandgeräten, welche die Abgase an der Gebäudefassade ins Freie leiten, heute aber kaum noch bewilligt werden. Eine Mehrfachbelegung ist erlaubt, d. h., der Anschluss mehrerer solcher Gasheizgeräte an einen Luft-Abgas-Schornstein ist möglich.

Ist ein Abgasrohr in einen Schornstein eingezogen worden, kann in vielen Fällen die Verbrennungsluft über den Ringspalt zwischen dem ursprünglichen Kamin und dem eingezogenen Abgasrohr zugeführt werden.

Ein Vorteil des Luft-Abgas-Schornsteins mit konzentrischen Rohren ist, dass ein Wärmeaustausch zwischen den Rauchgasen im inneren Rohr und der Zuluft im Ringspalt stattfindet; die Verbrennungsluft wird also vor Eintritt in die Feuerungsstätte vorgewärmt. Da es die verschiedensten Ausführungen von Luft-Abgas-Schornsteinen gibt, die Voraussetzungen für den Einbau sehr unterschiedlich sind, die bauaufsichtlichen Zulassungen und die Vorschriften der Landesbauordnung beachtet werden müssen, sollte man das Vorhaben mit dem zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister besprechen.