

# **BRÖTJE-Fachinformation**

**(Juli 1999)**

**Kennwerte zur Bemessung von Abgasanlagen**

## Kennwerte zur Bemessung von Abgasanlagen

Die Funktionssicherheit einer Heizungsanlage setzt voraus, daß die Anlagenkomponenten aufeinander abgestimmt sind. Dies gilt ganz besonders für die Abstimmung von Wärmeerzeuger und Abgasanlage. Sowohl bei einer Neuanlage wie auch bei einer Modernisierung ist zu überprüfen, ob die Abgase des Wärmeerzeugers über die Abgasanlage sicher abgeführt werden können. Bei Modernisierungen ist insbesondere zu prüfen, ob die Abgasanlage des neuen Wärmeerzeugers feuchteunempfindlich sein muß und deshalb evtl. saniert werden muß. Weitere Hinweise hierzu enthalten die im Anhang genannten Literaturhinweise [1] und [2].

In der DIN 4705-1 [3] ist für die Bemessung und Überprüfung von Abgasanlagen ein ausführliches Berechnungsverfahren definiert. Veränderliche Randbedingungen, wie z. B. eine gleitende Kesselwassertemperatur oder eine veränderliche Feuerungsbelastung, müssen berücksichtigt werden. Teilweise werden in der Praxis für die zur Berechnung erforderlichen Kennwerte, wie z. B. für die Abgastemperatur, unterschiedliche Bezugsdaten genannt. Dies kann zu einer falschen Auslegung der Abgasanlage führen. Wird die Abgastemperatur für die Berechnung beispielsweise zu hoch angegeben, so resultiert hieraus eine Abgasanlage mit einem zu geringen Querschnitt. Unter Praxisbedingungen kann dies zu eventuellen Betriebsstörungen des Brenners, z. B. Pulsationen, führen. Durch den verstärkten Einsatz der Gas-Brennwerttechnik ergeben sich zusätzlich neue Bedingungen.

Ziel dieses Informationsblattes ist es, die Abgas-Kennwerte zu erläutern, damit auf Basis einheitlicher Herstellerangaben eine sachgerechte Auslegung der Abgasanlage nach DIN 4705 möglich ist.

### Abgasanlagen

Der Begriff **Abgasanlagen** umfaßt die zur Ableitung von Abgasen verwendeten Systeme Schornsteine, Abgasleitungen und Verbindungsstücke.

**Schornsteine** sind rußbrandbeständige Abgasanlagen, wahlweise in herkömmlicher Bauweise oder in feuchteunempfindlicher Ausführung. Schornsteine werden in der Regel im Unterdruck betrieben.

**Abgasleitungen** sind Abgasanlagen für Öl- und Gasfeuerstätten. Je nach Ausführung und Auslegung können sie im Unterdruck oder Überdruck betrieben werden und sind in der Regel feuchteunempfindlich.

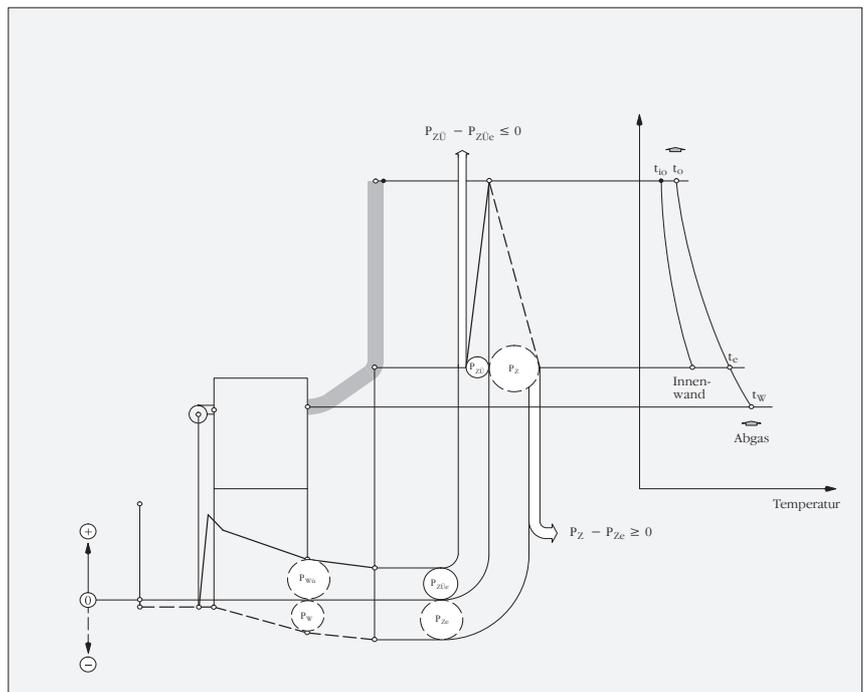
Bei der Auswahl einer Abgasanlage ist die Eignung für die geplante Betriebsweise entsprechend dem Zulassungsbescheid zu überprüfen.

Bauart	Druckbedingung	Temperaturbedingung
Überdruck-Abgasleitung	$P_{Zü} \leq P_{Züe}$	$t_{ob} \geq 0^\circ\text{C}$
Unterdruck-Abgasleitung aus Abgasanlagen für niedrige Temperaturen	$P_Z \geq P_{Ze}$ und $P_{Zo} \geq 0$ und $P_Z \geq P_L$	
feuchteunempfindliche Unterdruck-Abgasleitung		
feuchteunempfindlicher Schornstein		
herkömmlicher Schornstein (nicht feuchteunempfindlich)	$P_Z \geq P_{Ze}$	$t_{ob} \geq t_p$
herkömmliche Unterdruck-Abgasleitung		

**Bild 1: „Abgasanlagen – Einteilung und Betriebsweise“**

### Grundlagen der Abgasabführung

Das Abführen der Verbrennungsgase des Wärmeerzeugers wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. So stellen sich in Abhängigkeit von der Feuerungsart und der Betriebsweise des Heizkessels unterschiedliche Betriebszustände ein. Maßgeblich für die Auslegung der Abgasanlage sind hierbei die auftretenden Drücke und Abgastemperaturen. Nach DIN 4705 müssen bei der Abgasabführung vor allem die Druckbedingungen und Temperaturbedingungen erfüllt werden.



**Bild 2: „Kennwerte zur Funktionskontrolle der Abgasanlage“**

Bei Unterdrucksystemen muß ein ausreichend hoher thermischer Auftrieb der Abgase sichergestellt werden. Diese Ausgangssituation ist vorwiegend bei Niedertemperatur-Heizkesseln anzutreffen.

Bei Gas-Brennwertkesseln ist aufgrund der niedrigen Abgastemperaturen der thermische Auftrieb geringer. Daher werden bei Gas-Brennwertkesseln im Regelfall Abgasanlagen im Überdruck eingesetzt. Durch den verfügbaren Förderdruck (Überdruck am Abgasstutzen des Kessels) ergeben sich kleinere Querschnitte der Abgasanlage als bei Unterdrucksystemen. Bei der Bemessung der Abgasanlage ist der vom Brennwertkessel- bzw. Brennerhersteller angegebene verfügbare Förderdruck zugrunde zu legen (siehe Tabelle 3). Neben den Überdrucksystemen können für

Brennwertkessel auch Abgasanlagen im Unterdruck, z. B. feuchteunempfindliche Schornsteine, eingesetzt werden.

Bei den Temperaturbedingungen muß nachgewiesen werden, daß die Innenwandtemperatur an der Mündung der Abgasanlage die Grenztemperatur nicht unterschreitet. Bei herkömmlichen Abgasanlagen ist diese Grenztemperatur die Wasserdampf-Taupunkttemperatur des Abgases. Bei feuchteunempfindlichen Abgasanlagen ist die zulässige Grenztemperatur die Vereisungstemperatur von 0 °C.

Um die Druck- und Temperaturbedingungen von der Berechnung auf die Praxis übertragen zu können, müssen die Abgaskennwerte die praxisbezogene Betriebsweise berücksichtigen.

### **Erforderliche Kennwerte für die Bemessung von Abgasanlagen**

Grundlage für die Bemessung von Abgasanlagen ist die DIN 4705. Die notwendigen Daten gemäß der nachstehenden Beschreibung für die Berechnung der Abgasanlage sind vom Hersteller des Wärmeerzeugers anzugeben. Am Ende des Merkblattes sind für verschiedene Wärmeerzeuger beispielhaft die erforderlichen Daten aufgeführt.

#### Abgastemperatur

Bei Niedertemperatur-Heizkesseln ist die Abgastemperatur die entscheidende Kenngröße für die Bemessung der Abgasanlagen. Der Einfluß der Kesselwassertemperatur auf die Abgastemperatur ist zu berücksichtigen. Je 10 K niedrigerer Kesselwassertemperatur reduziert sich bei Öl-/Gasheizkesseln mit Gebläsebrenner die Abgastemperatur um ca. 5 bis 7 K, bei Gas-Spezialheizkesseln um ca. 3 K (hinter der Strömungssicherung).

Die DIN 4705 berücksichtigt die Abgastemperaturen bei der Nennwärmeleistung (Vollast) und bei der kleinsten möglichen Wärmeleistung (Teillast). Da die Kesselwassertemperatur die Abgastemperatur wesentlich beeinflusst, muß der Hersteller des Wärmeerzeugers die Abgastemperatur bei Vollast und Teillast auf die niedrigste Betriebstemperatur (Kesselwasser- bzw. Rücklauftemperatur) im stationären Betrieb beziehen.

Die niedrigste Betriebstemperatur ist bei Niedertemperatur-Heizkesseln im Regelfall die minimale Ausschalttemperatur im Heizbetrieb oder die mittlere Kesselwassertemperatur zum Ausschaltzeitpunkt. Diese Betriebstemperatur ist vom Hersteller des Wärmeerzeugers anzugeben.

Bei Brennwertkesseln ist konstruktionsbedingt die Rücklauftemperatur entscheidend für die Abgastemperatur. Im Durchschnitt liegt die Abgastemperatur ca. 5 bis 15 K über der Rücklauftemperatur.

### **Hinweise**

- Der Einfluß des instationären Betriebs wird in der DIN 4705 mit dem Korrekturfaktor  $S_H$  für fehlende Temperaturbeharrung berücksichtigt.
- Für den Nachweis der Temperaturbedingung nach DIN 4705 darf auch die Abgastemperatur bei höchster planmäßiger Betriebstemperatur (Auslegungstemperatur des Heizsystems) verwendet werden. Die Überprüfung der Temperaturbedingung erfolgt bei niedrigen Außentemperaturen, so daß davon ausgegangen werden kann, daß die höchste Betriebstemperatur erreicht wird [4].

#### Maximale Abgastemperatur

Vom Kesselhersteller muß neben der minimalen Abgastemperatur bei der niedrigsten Betriebstemperatur zusätzlich die maximale Abgastemperatur angegeben werden. Damit kann die Einhaltung der zulässigen Temperaturgrenze von Abgasleitungen geprüft werden.

Die maximale Abgastemperatur bezieht sich auf den Dauerbetrieb (Beharrung). Bei Niedertemperatur-Heizkesseln gibt der Hersteller die maximale Abgastemperatur bei der Ausschalttemperatur des Temperaturreglers (in der Regel 80 °C) an. Bei Brennwertkesseln ist die Bezugstemperatur die maximale Kessel-Rücklaufstemperatur, in der Regel 60 °C. Für andere Bezugstemperaturen kann die maximale Abgastemperatur entsprechend den vorgenannten Abhängigkeiten der Abgastemperatur von der Kesselwassertemperatur bestimmt werden.

#### Abgasmassenstrom und CO<sub>2</sub>-Gehalt

Der Abgasmassenstrom und der zugehörige CO<sub>2</sub>-Gehalt werden vom Hersteller des Wärmeerzeugers bei Nennwärmeleistung und kleinster möglicher Wärmeleistung angegeben.

#### Förderdruck des Wärmeerzeugers

Der Förderdruck des Wärmeerzeugers ist die Differenz der statischen Drücke zwischen Aufstellraum und Abgasstutzen des Wärmeerzeugers. Dieser ist vom Hersteller des Wärmeerzeugers anzugeben. Grundsätzlich ist bei der Angabe des Förderdrucks zwischen folgenden Bauarten zu unterscheiden:

- Kessel mit einem notwendigen Förderdruck (Zugbedarf,  $P_w > 0$  Pa) sind in der Regel Niedertemperatur-Heizkessel bis ca. 70 kW und Gas-Spezialheizkessel mit Brenner ohne Gebläse. Sie benötigen eine Abgasanlage im Unterdruckbetrieb ( $P_z \geq P_{ze}$ ).
- Kessel ohne notwendigen Förderdruck (Überdruck im Feuerraum, kein Zugbedarf,  $P_w = 0$  Pa) sind in der Regel Heizkessel mit Gebläse-brenner im mittleren und großen Leistungsbereich. Sie benötigen eine Abgasanlage im Unterdruckbetrieb ( $P_z \geq P_{ze}$ ).
- Kessel mit verfügbarem Förderdruck für die Abgasanlage ( $P_{wü} > 0$  Pa) sind in der Regel Brennwertkessel. Sie benötigen eine Abgasanlage für Überdruck ( $P_{zü} \leq P_{ze}$ ). Werden für diese Kessel Abgasanlagen im Unterdruck eingesetzt, so ist in die Berechnung nach DIN 4705 ein notwendiger Förderdruck von  $P_w = 0$  Pa einzusetzen.

#### **Angabe der Abgaskennwerte**

Nachstehend sind für drei typische Kesselbauarten beispielhaft die erforderlichen Abgaskennwerte angegeben.

Tabelle 1: Niedertemperatur-Heizkessel kleiner Leistung mit 1stufigem Brenner

Nennleistung in kW	Abgas- temperatur in °C <sup>1)</sup>	Maximale Ab- gastemperatur in °C <sup>2)</sup>	CO <sub>2</sub> -Gehalt in %		Abgasmassen- strom in kg/s		Notwendiger Förderdruck in Pa
			Heizöl	Erdgas	Heizöl	Erdgas	
24	156	180	13	10	0,011	0,011	5

<sup>1)</sup> bei Kesselwassertemperatur 40 °C.

<sup>2)</sup> bei Ausschalttemperatur des Temperaturreglers von 80 °C.

Tabelle 2: Niedertemperatur-Heizkessel mittlerer Leistung mit 2stufigem oder modulierendem Brenner

	Nennleistung in kW	Abgas- temperatur in °C <sup>1)</sup>	Maximale Abgas- temperatur in °C <sup>2)</sup>	CO <sub>2</sub> -Gehalt in %		Abgasmassen- strom in kg/s		Notwendiger Förderdruck in Pa
				Heizöl	Erdgas	Heizöl	Erdgas	
Maximal	200	162	180	13	10	0,091	0,091	0
Minimal	100	120		13	10	0,045	0,045	0

<sup>1)</sup> bei Kesselwassertemperatur 50 °C.

<sup>2)</sup> bei Ausschalttemperatur des Temperaturreglers von 80 °C.

Tabelle 3: Gas-Brennwertkessel mit 2stufigem oder modulierendem Brenner

	Nennleistung in kW	Abgas-temperatur in °C <sup>1)</sup>	Maximale Ab-gastemperatur in °C <sup>2)</sup>	CO <sub>2</sub> -Gehalt in % Erdgas	Abgasmassen-strom in kg/s Erdgas	Notwendiger Förderdruck in Pa <sup>3)</sup>
maximal	50	40	75	9,5	0,023	50
minimal	15	33		9,5	0,007	50

<sup>1)</sup> bei Rücklauftemperatur 30 °C.

<sup>2)</sup> bei Rücklauftemperatur 60 °C.

<sup>3)</sup> 0 Pa bei Unterdrucksystemen.

### Zusammenfassung

Mit den richtigen Abgas-Kennwerten wird bei der Bemessung einer Abgasanlage nach DIN 4705 zum einen sichergestellt, daß der zur Abgasabführung erforderliche Überdruck bzw. Unterdruck zur Verfügung steht. Zum anderen wird gewährleistet, daß die Innenwandtemperatur an der Mündung der Abgasanlage ausreichend hoch ist, so daß bei herkömmlichen Schornsteinsystemen keine Kondensation auftritt bzw. bei feuchteunempfindlichen Abgasanlagen der Querschnitt im Winter nicht zufrüert.

Mit den heute erhältlichen Auslegungsprogrammen auf der Basis der DIN 4705 ist eine exakte Bemessung der Abgasanlage einfach und schnell möglich.

### Formelzeichen

$P_L$	notwendiger Förderdruck in Pa für die Zuluft oder Winddruck
$P_W$	notwendiger Förderdruck in Pa für den Wärmeerzeuger
$P_{Wü}$	notwendiger Förderüberdruck in Pa für den Wärmeerzeuger
$P_Z$	Unterdruck in Pa an der Abgaseinführung in den senkrecht angeordneten Teil der Abgasanlage
$P_{Ze}$	notwendiger Unterdruck in Pa an der Abgaseinführung in den senkrecht angeordneten Teil der Abgasanlage
$P_{Zo}$	Überdruck in Pa an der Mündung der Abgasanlage
$P_{Zu}$	Unterdruck in Pa an der Abgaseinführung in den senkrecht angeordneten Abschnitt der Abgasanlage
$P_{Zue}$	maximal nutzbarer Überdruck in Pa an der Abgaseinführung in den senkrecht angeordneten Abschnitt der Abgasanlage
$t_{io}$	Innenwandtemperatur in °C an der Mündung der Abgasanlage
$t_{ob}$	Innenwandtemperatur in °C an der Mündung der Abgasanlage bei Temperaturbeharrung
$t_o$	Abgastemperatur in °C an der Mündung der Abgasanlage
$t_e$	Abgastemperatur in °C am Eintritt des senkrecht angeordneten Abschnitts der Abgasanlage
$t_p$	Wasserdampftaupunkttemperatur in °C
$t_w$	Abgastemperatur in °C des Wärmeerzeugers

## **Literatur**

- [1] BDH-Informationsblatt Nr. 5 „Abgasanlagen für moderne Wärmeerzeuger – Hinweise für Planung und Ausführung“, 2. Auflage November 1995
- [2] Merkblatt Abstimmung Wärmeerzeuger-Abgasanlage, Herausgeber VdZ und ZIV, 4. Auflage März 1997
- [3] DIN 4705-1 Feuerungstechnische Berechnung von Schornsteinabmessungen, Oktober 1993
- [4] Beuth-Kommentare „Feuerungstechnische Bemessung von Schornsteinquerschnitten“