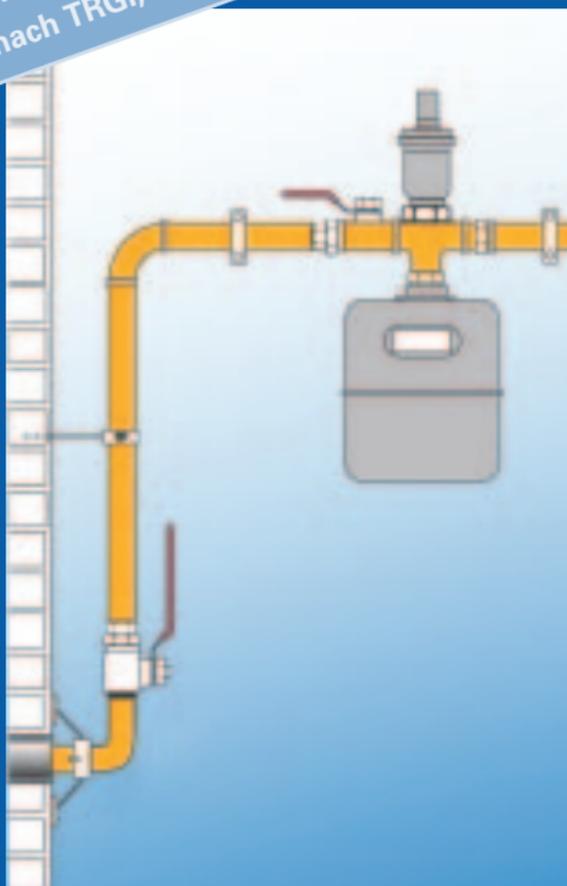


**Mit aktueller Ergänzung:
Maßnahmen
zur Manipulationsabwehr
nach TRGI, Abschnitt 3.3.7.1**



Gasinstallation: Tipps für die Praxis

Begriffe · Daten · Technische Regeln

*Gasinstallation:
Tipps
für die Praxis*

Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Gasspezifische Begriffe 5
2	Gase 9
2.1	Gasfamilien 9
2.2	Erdgase 10
3	Gasinstallation 11
3.1	Begriffe 11
3.2	Erstellung der Leitungsanlage 14
3.2.1	Außenleitungen 14
3.2.2	Innenleitungen 16
3.3	Prüfung von Gasleitungen 18
3.3.1	Leitungen mit Betriebsdruck ≤100 mbar 18
3.3.2	Leitungen mit Betriebsdruck >100 mbar bis 1 bar 20
3.3.3	Anschlüsse und Verbindungen mit Betriebsdrücken bis 1 bar 21
3.3.4	Gebrauchsfähigkeitsprüfung 21
3.4	Einlassen von Gas in Leitungsanlagen .. 22
3.4.1	Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in neuerlegte Gasleitungen 24
3.4.2	Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in stillgelegte Gasleitungen 26
3.4.3	Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in außer Betrieb gesetzte Gasleitungen 28
3.4.4	Vorgehensweise beim Einlassen von Gas nach kurzfristiger Betriebsunter- brechung 30
3.4.5	Arbeiten an gasführenden Leitungen 31
3.4.6	Gebrauchsfähigkeit 31
3.5	Metallene Überbrückung von Trennstellen 33
	Aktuelle Ergänzung: Maßnahmen zur Manipulationsabwehr
4	Gasgerätetechnik 34
4.1	Gasgeräte-Bezeichnung mit Beispielen 34
4.2	Gasgeräte-Beschreibung 53
4.3	Gasgeräte-Kennzeichnung 56
4.3.1	Gerätekatogorien 56
4.3.2	CE-Kennzeichnung 56
4.3.3	Typschild 57
4.4	Begriffe aus der Gerätetechnik 59
4.5	Die 1. Bundes-Immissionsschutz- verordnung (BImSchV) 62

5	Aufstellung von Gasgeräten	65
5.1	Allgemeine Festlegung	65
5.2	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume	65
5.3	Schutzziele für Aufstellung und Betrieb .	67
5.4	Verbrennungsluftversorgung über Außenfugen des Aufstellraumes (Geräteart B)	72
5.5	Verbrennungsluftversorgung über Außenfugen im Verbrennungsluft- verbund (Geräteart B)	73
5.5.1	Beispiele für die Ermittlung des Verbrennungsluftverbundes	76
5.6	Verbrennungsluftversorgung über Öffnungen ins Freie (Geräteart B)	79
5.7	Verbrennungsluftversorgung über besondere technische Anlagen (Geräteart B)	82
5.8	Gas-Haushalts-Kochgeräte (Geräteart A)	83
5.9	Besondere Anforderungen bei raumluftunabhängigen Gasgeräten (Geräteart C)	84
5.10	Thermisch auslösende Absperreinrichtung (TAE)	89
6	Abgasanlagen	90
6.1	Der Bezirksschornsteinfegermeister als sachkundiger Berater	90
6.2	Abstand von Abgasleitungen zu brennbaren Baustoffen	91
7	Funktionsprüfung von Gasgeräten	93
8	Funktionsprüfung der Abgasanlage	94
9	Unterrichtung des Betreibers	95
10	Stichwortverzeichnis	97

1 Gasspezifische Begriffe

Dichte (ρ)

Verhältnis der Masse zum Volumen (in kg/m^3).

Aus Gründen der Vergleichbarkeit bezieht man die Dichte üblicherweise auf den Normzustand.

$$\rho = \frac{m \text{ (kg)}}{V \text{ (m}^3\text{)}}$$

Normzustand

Zustand des Gases unter Normbedingung: Temperatur $0 \text{ }^\circ\text{C}$, absoluter Druck

1.013,25 mbar (1.013,25 hPa)

Relative Dichte (d)

Verhältnis der Dichte eines Gases zur Dichte der Luft unter gleichen Zustandsbedingungen. Daraus ergibt sich eine dimensionslose Zahl:

$$d = \frac{\rho_{G,n}}{\rho_{L,n}}$$

$\rho_{G,n}$ = Dichte eines Gases im Normzustand (kg/m^3)

$\rho_{L,n}$ = Dichte der Luft im Normzustand (kg/m^3)

Die relative Dichte sagt aus, ob ein Gas schwerer oder leichter als Luft ist. Luft hat im Normzustand eine Dichte von $1,293 \text{ kg}/\text{m}^3$. Das bedeutet für die Praxis:

$d < 1$ = das Gas ist leichter als Luft

$d > 1$ = das Gas ist schwerer als Luft

Heizwert ($H_{u,n}$)

Er gibt die Wärmemenge an, die bei vollständiger Verbrennung eines Kubikmeters Gas (gerechnet im Normzustand, das heißt bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$ und 1.013,25 mbar) frei wird, wenn das bei der Verbrennung entstandene Wasser dampfförmig vorliegt. Der Betriebsheizwert ($H_{u,B}$) bezieht sich auf den Betriebszustand des Gases. Heizwert (Norm) und Betriebsheizwert werden jeweils in kWh/m^3 angegeben.

Brennwert ($H_{o,n}$)

Er gibt die Wärmemenge an, die bei der vollständigen Verbrennung eines Kubikmeters Gas (gerechnet im Normzustand) frei wird, wenn das bei der Verbrennung entstandene Wasser flüssig vorliegt. Er berücksichtigt also auch die Wärme, die im Wasserdampfanteil der Abgase gebunden ist. Deshalb ist er höher als der Heizwert. Der Betriebsbrennwert ($H_{o,B}$) bezieht sich auf den Betriebszustand des Gases. Brennwert (Norm) und Betriebsbrennwert werden jeweils in kWh/m³ angegeben.

Betriebszustand

Zustand des Gases unter herrschenden Betriebsbedingungen, charakterisiert durch Druck und Temperatur.

Wobbe-Index

Kennwert für die Austauschbarkeit von Gasen. Er stellt die Beziehung zwischen Heizwert bzw. Brennwert und dem Dichteverhältnis der Gase dar. Man unterscheidet den oberen und unteren Wobbe-Index:

$$W_{o,n} = \frac{H_{o,n}}{\sqrt{d}} \qquad W_{u,n} = \frac{H_{u,n}}{\sqrt{d}}$$

jeweils in kWh/m³

Gase mit gleichem Wobbe-Index ergeben bei gleichen Zustandsgrößen innerhalb einer Gasfamilie und bei gleichen Düsen die gleiche Wärmebelastung des Brenners.

In der Praxis dient der Wobbe-Index vor allem dazu, über den Düsendruck die Wärmebelastung eines Brenners einzustellen (Düsendruck-Einstellmethode). Er kann beim zuständigen Gasversorgungsunternehmen erfragt werden.

Um z. B. Typschilder für Geräte europäisch einheitlich zu gestalten, werden folgende Kurzzeichen und Einheiten verwendet:

	national	europäisch
Brennwert	H_o	H_s
Heizwert	H_u	H_i
oberer Wobbe-Index	W_o	W_s
unterer Wobbe-Index	W_u	W_i
	kWh	MJ

Zündtemperatur

Brennbare Gase haben unterschiedliche Zündtemperaturen (Bild 1).

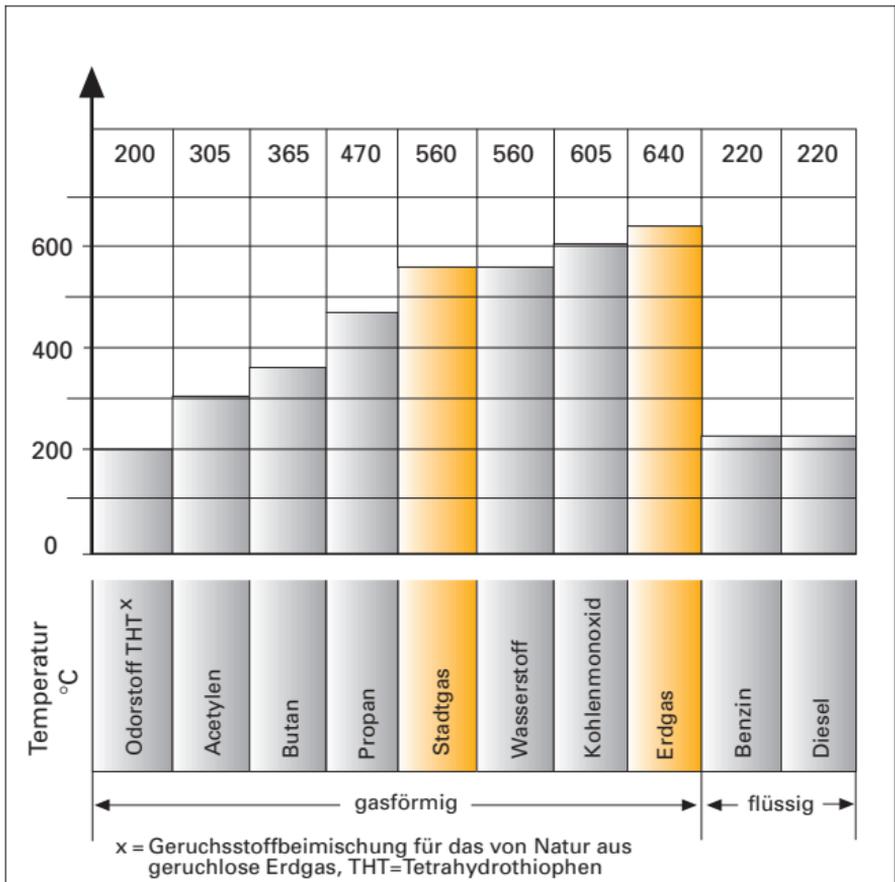


Bild 1: Zündtemperaturen brennbarer Stoffe

Explosionsgrenzen

Brenngase zünden nur, wenn sie in einem bestimmten Verhältnis mit Luft oder Sauerstoff gemischt werden. Enthält z.B. ein Erdgas-Luft-Gemisch weniger als 4,4 % Methan, zündet es nicht; es ist zu „mager“. Ein Methananteil von 4,4 % ist die untere Explosionsgrenze (UEG). Ein Gemisch mit mehr als 16,5 % Methananteil kann ebenfalls nicht mehr gezündet werden, da es zu „fett“ ist (Bild 2).

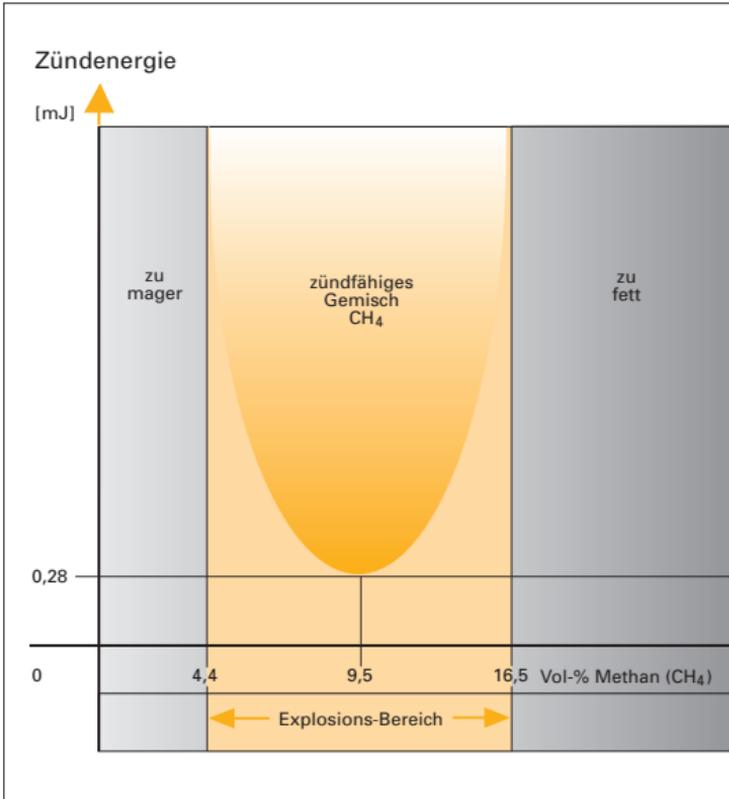


Bild 2: Daten bei Zündvorgängen

2 Gase

2.1 Gasfamilien

Die technischen Regeln (DVGW-Arbeitsblätter G 260/I, II) legen die Anforderungen an Brenngase für die öffentliche Gasversorgung (bei 0 °C und 1.013,25 mbar) fest. Nach den Brenneigenschaften erfolgt eine Unterteilung in Gasfamilien und Gruppen. Die Grenzen der einzelnen Gruppen in G 260 sind aber mit denen der Prüfgase nach Europa-Norm DIN EN 437 nicht deckungsgleich (Bild 3, siehe auch Kapitel 2.2).

1. Gasfamilie

Die 1. Gasfamilie umfaßt wasserstoffreiche Gase: Sie werden in Stadtgase und Ferngase unterteilt.

Bezeichnung	Einheit	Stadtgas	Ferngase
Wobbe-Index	kWh/m ³	6,4 – 7,8	7,8 – 9,3
Brennwert	kWh/m ³	4,6 – 5,5	5,0 – 5,9
relative Dichte		0,40 – 0,60	0,32 – 0,55

2. Gasfamilie

Die 2. Gasfamilie umfaßt methanreiche Gase wie Erdgase, synthetische Erdgase und deren Austauschgase. Sie sind in die Gruppen L (low) und H (high) unterteilt (siehe Kapitel 2.2).

Bezeichnung	Einheit	Gruppe L	Gruppe H
Wobbe-Index	kWh/m ³	10,5 – 13,0	12,8 – 15,7
Brennwert	kWh/m ³	8,4 – 13,1	
relative Dichte		0,55 – 0,70	

3. Gasfamilie

Die 3. Gasfamilie schließt Flüssiggase nach DIN 51622 ein. Für sie gelten die TRF (Technische Regeln Flüssiggas).

4. Gasfamilie

Die 4. Gasfamilie umfaßt Kohlenwasserstoff-Luft-Gemische, die aus Flüssiggasen bzw. Erdgasen und Luft hergestellt werden. Diese Gase werden nur in Ausnahmefällen und räumlich begrenzt verteilt.

Bezeichnung	Einheit	Flüssiggas/ Luft	Erdgas/Luft
Wobbe-Index	kWh/m ³	6,8 – 7,0	7,0
Brennwert	kWh/m ³	7,5	6,0 – 6,4
relative Dichte		1,15 – 1,22	0,75 – 0,85

Über die Beschaffenheit der öffentlich verteilten Gase informiert das zuständige Gasversorgungsunternehmen.

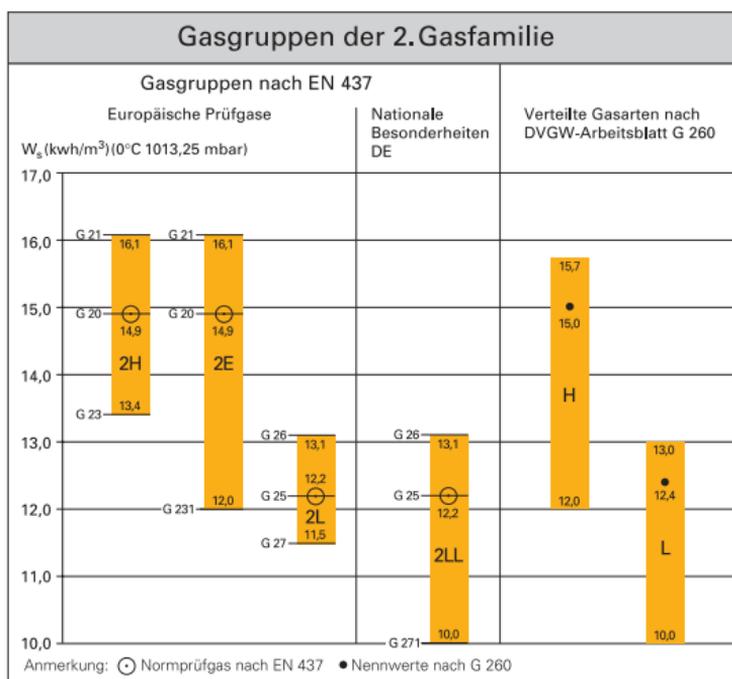


Bild 3: Grenzen der Gasbeschaffenheit der Gasgruppen der 2. Gasfamilie

2.2 Erdgase

In Deutschland werden in der öffentlichen Gasversorgung im Wesentlichen Erdgase aus zwei Gruppen verteilt, die nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 bezeichnet werden:

Erdgas der Gruppe „H“ und Erdgas der Gruppe „L“. Diesen entsprechen in etwa die europäischen Prüfgase „E“ und „LL“ nach der DIN EN 437 (siehe Bild 3).

3 Gasinstallation

3.1 Begriffe

Begriffe

Maßgebend für die Begriffsbestimmung und die Installation von Gasanlagen sind die DVGW-TRGI '86 in der Ausgabe von 1996.

Gasanlage

Gasanlagen bestehen aus Leitungsanlagen, Gasgeräten, Einrichtungen zur Verbrennungsluftversorgung und Abgasanlagen. Sie beginnen hinter der Hauptabsperreinrichtung (HAE) und reichen bis zur Ausmündung der Abgasanlage.

Leitungsanlage

Sammelbezeichnung für die Gasaußenleitungen und die Gasinnenleitungen.

Hauptabsperreinrichtung (HAE)

Sie sitzt am Ende der Hausanschlußleitung und dient dazu, die Gasversorgung eines oder mehrerer Gebäude abzusperren.

Isolierstück

Ein Bauteil zur Unterbrechung der elektrischen Längsleitfähigkeit einer Rohrleitung.

Gas-Druckregelgerät

Das Haus-Druckregelgerät und das Zähler-Druckregelgerät regeln den Druck im nachgeschalteten Teil der Leitungsanlage.

Gaszähler

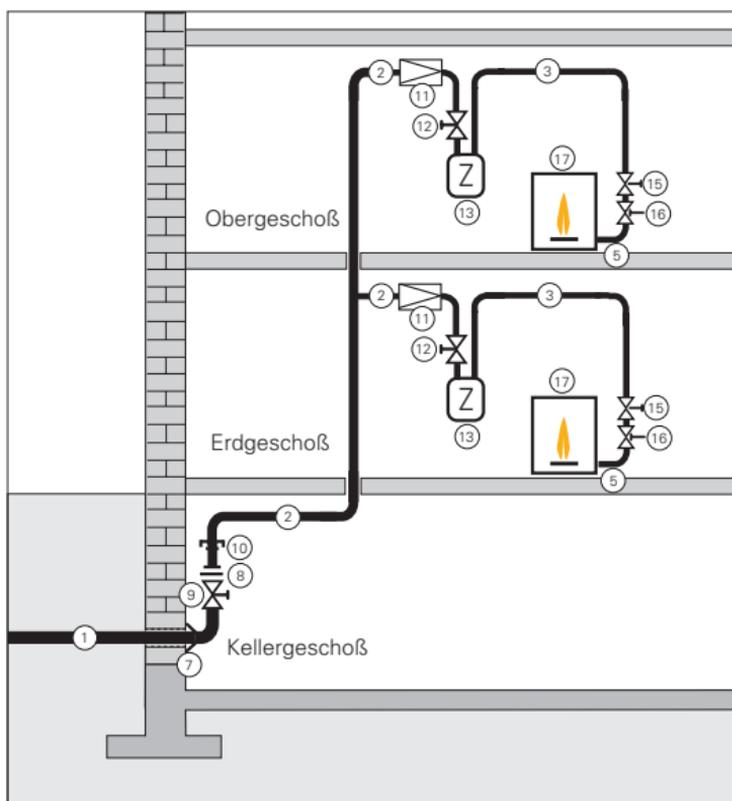
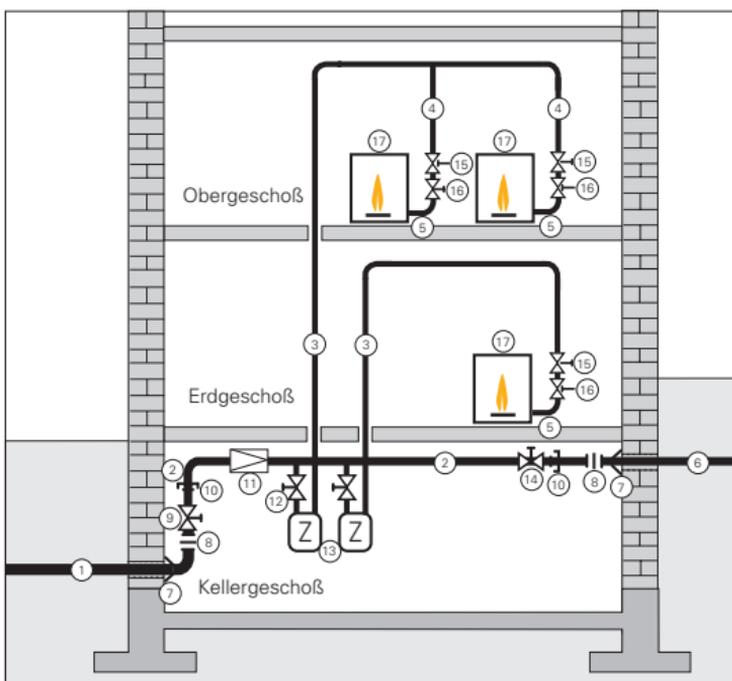
Sie messen den Gasvolumenstrom. Im HuK-Bereich werden üblicherweise Balgen-Gaszähler eingesetzt. Für größere Volumenströme kommen Drehkolben- oder Turbinenrad-Gaszähler zum Einsatz.

Thermisch auslösende Absperreinrichtung (TAE)

Sie bewirkt die Absperrung des Gasflusses, wenn die Temperatur des Bauteiles einen vorgegebenen Wert überschreitet.

Innenleitung

Im Gebäude verlegte Gasleitung hinter der HAE. Sie kann aus Verteilungsleitung, Steigleitung, Verbrauchsleitung, Abzweigleitung und Geräteanschlußleitung bestehen (Bilder 4 und 5).



Bilder 4 und 5: Beispiele für Innenleitungen (keine Ausführungsanweisungen!)

Legende zu den Bildern 4 und 5:

Leitungsanlage

- ① Hausanschlußleitung (HAL)
- ② Verteilungsleitung ungemessenes Gas (gegebenenfalls Steigleitung)
- ③ Verbrauchsleitung gemessenes Gas (gegebenenfalls Steigleitung)
- ④ Abzweigleitung
- ⑤ Geräteanschlußleitung
- ⑥ erdverlegte Außenleitung

Bauteile

- ⑦ Ausziehsicherung (falls erforderlich)
- ⑧ Isolierstück
- ⑨ Hauptabsperreinrichtung (HAE)
- ⑩ lösbare Verbindung
- ⑪ Gas-Druckregelgerät
- ⑫ Gaszähler-Absperreinrichtung
- ⑬ Gaszähler
- ⑭ Absperreinrichtung (AE)
- ⑮ Geräteanschlußarmatur
- ⑯ thermisch auslösende Absperreinrichtung (TAE)
- ⑰ Gasgerät

Außenleitung

Leitung hinter der HAE, die außerhalb von Gebäuden verlegt ist, entweder im Freien (freiverlegte Außenleitung) oder im Erdreich (erdverlegte Außenleitung). Sie werden auch als Hof- oder Grundstücksleitungen bezeichnet.

Verteilungsleitung

Leitungsteil für ungemessenes Gas zwischen HAE und Zähleranschluß.

Steigleitung

Leitungsteil, der senkrecht von Geschoß zu Geschoß führt.

Verbrauchsleitung

Leitungsteil für gemessenes Gas zwischen Zählerausgang und Abzweigleitung.

Abzweigleitung

Leitungsteil, der von der Verbrauchsleitung zur Geräteanschlußarmatur führt. Er dient ausschließlich zur Versorgung eines Gasgerätes.

Geräteanschlußleitung

Leitungsteil, der von der Geräteanschlußarmatur bis zum Anschluß am Gasgerät führt.

3.2 Erstellung der Leitungsanlage

3.2.1 Außenleitungen

Gasleitungen müssen nicht frostfrei liegen. Sie brauchen keine Wärmedämmung und sind lediglich gegen Korrosion zu schützen.

Außenleitungen

Verlegung im Erdreich

Die Überdeckung soll 0,6 bis 1 m, jedoch nicht mehr als 2 m betragen (Bild 6).

Bei offener Verlegung Trassenwarnband im Abstand von ca. 0,2 m über dem Gasrohr einlegen (Lageplan anfertigen und dem Anlagenbetreiber übergeben).

Gasleitungen können auch außen am Gebäude verlegt werden. Frei verlegte Außenleitungen müssen durch geeignete Maßnahmen gegen starke Temperaturänderungen und mechanische Belastung geschützt werden (z.B. durch Kompensatoren, Verschattung, Anfahrschutz, Verwendung von ummantelter Leitung). Auf Korrosionsschutz achten!

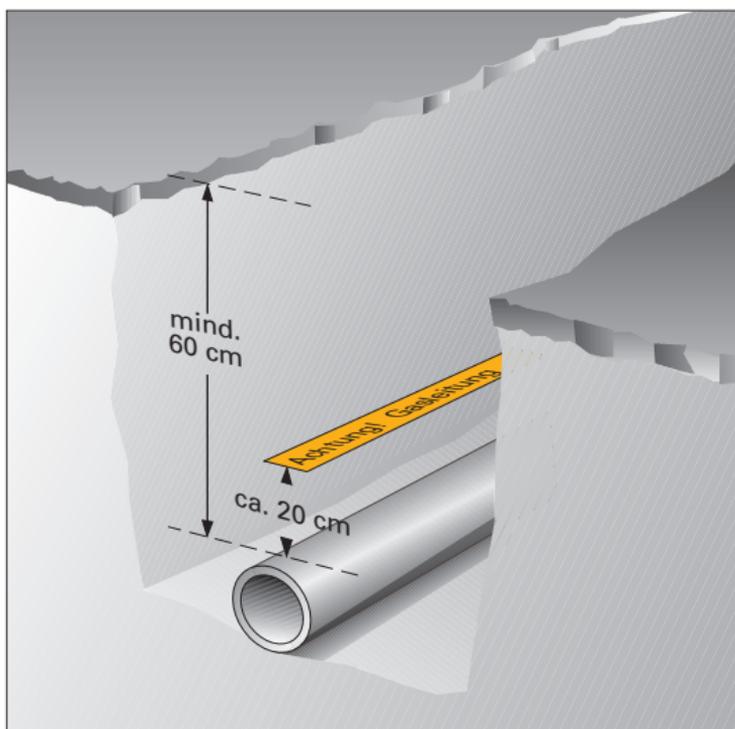


Bild 6: Erdverlegte Außenleitung

Hausanschluß

Für die Einführung der Gashausanschlußleitung ist kein besonderer Raum erforderlich. Sie kann auch in den Aufstellraum der Gasfeuerstätte(n) eingeführt werden (Bild 7).

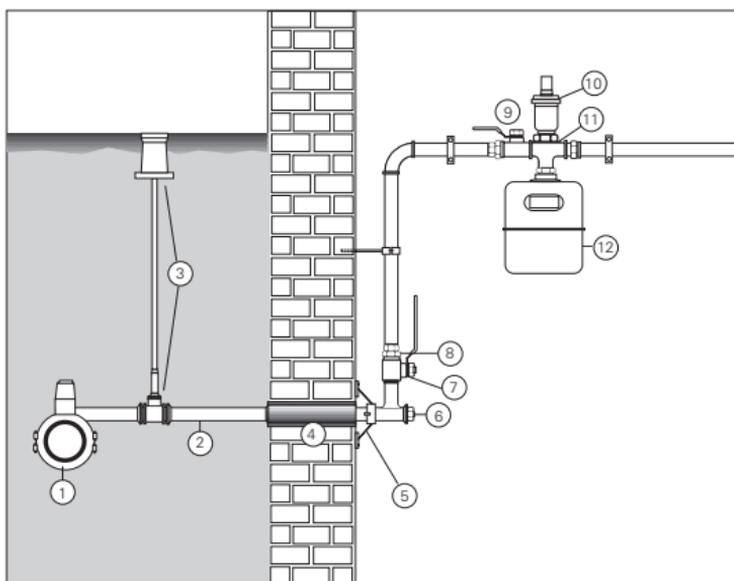


Bild 7: Beispiel für einen Erdgas-Hausanschluß mit Regler-/Zählerverbindung

Legende zu Bild 7:

- ① Versorgungsleitung
- ② Hausanschlußleitung
- ③ außenliegende Absperrereinrichtung (AE), erforderlich bei Niederdruck und Nennweiten \geq DN 80 oder Hochdruck \geq 1 bar bei jeder Nennweite
- ④ Hauseinführungskombination als Rohrkapsel mit Festpunkt im Mauerwerk oder Hauseinführungskombination aus Stahl mit Mantelrohr und Ausziehsicherung
- ⑤ eventuell Ausziehsicherung
- ⑥ eventuell Reinigungsstück
- ⑦ Hauptabsperrereinrichtung (HAE), eventuell mit integriertem Isolierstück
- ⑧ lösbare Verbindung
- ⑨ Zählerabsperrereinrichtung
- ⑩ Haus-Druckregelgerät
- ⑪ Doppelanschlußstück für Gasdruckregler und Gaszähler
- ⑫ Balgengaszähler

Die jeweilige Konstruktion der Hauseinführung ist beim zuständigen Gasversorgungsunternehmen zu erfragen.

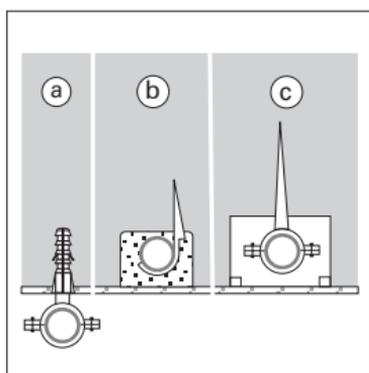


Bild 8: Ausführungsbeispiele zur Leitungsverlegung

3.2.2 Innenleitungen

Erstellung der Innenleitung

Gasleitungen können freiliegend auf Abstand

Ⓐ, unter Putz ohne Hohlraum Ⓑ oder in Schächten bzw. Kanälen Ⓒ verlegt werden (Bild 8). Bei horizontal verlegten Leitungen richtet sich der Ab-

stand der Befestigungselemente untereinander nach dem Rohrdurchmesser (vgl. Tabelle 1). Die Leitungen sind so zu verlegen, daß Schwitz- und Tropfwasser nicht auf sie einwirken können. Deshalb sollten Gasleitungen oberhalb von Wasserleitungen verlegt werden.

! Leitungen mit Betriebsdrücken > 100 mbar dürfen nicht unter Putz verlegt werden.

An Gasleitungen dürfen keine anderen Leitungen oder Lasten befestigt werden.

Stahlrohre		Kupferrohre	
Nennweite DN	Befestigungs- abstand m	Außendurch- messer d_a mm	Befestigungs- abstand m
10	2,25	12	1,25
15	2,75	15	1,25
20	3,00	18	1,50
25	3,50	22	2,00
32	3,75	28	2,25
40	4,25	35	2,75
50	4,75	42	3,00
65	5,50	54	3,50
80	6,00	64	4,00
100	6,00	76,1	4,25
125	6,00	88,9	4,75
150	6,00	108	5,00
		133	5,00
		159	5,00

Tabelle 1: Richtwerte für Befestigungsabstände horizontal verlegter Rohrleitungen

Verlegung vor oder in der Wand

Ⓐ Verlegung unter Putz

Die Leitung ist durch Kunststoffumhüllung gegen Korrosion zu schützen, wenn gipshaltige Industrieputze verwendet werden. Die früher üblichen Filzbinden sind dafür nicht geeignet.

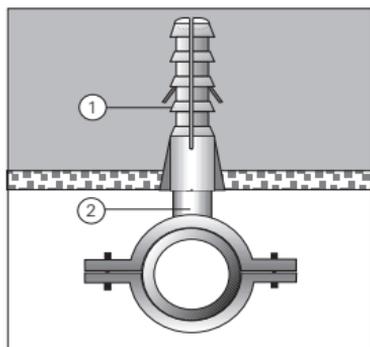


Bild 9
Rohrhalterungssystem

Ⓑ Verlegung auf Putz (Bild 9)

Die Leitung muß nicht frostfrei liegen. Als Befestigungsmittel ① dient z.B. ein handelsüblicher Dübel. Die tragenden Teile der Rohrhalterungen ② müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Nur wenn im Brandfall die

mechanische Festigkeit (Längskraftschlüssigkeit) der Rohrverbindung nicht gewährleistet ist (z.B. Klemmverbindungen mit nichtmetallener Dichtung, Kapillarlötverbindungen bei Kupferleitungen), sind Metaldübel zu verwenden.

Ⓒ Verlegung im Schacht

- Der Schacht ist abschnittsweise oder im ganzen zu be- und entlüften. Die Lüftungsöffnungen müssen ca. 10 cm² groß sein. Sie dürfen nicht in Treppenträumen angeordnet werden.
- Bei nicht be- und entlüfteten Schächten oder Hohlräumen ist das Gasrohr in einem Mantelrohr zu verlegen.
- Ein Schacht gilt nicht mehr als Hohlraum, wenn er mit nichtbrennbaren Baustoffen formbeständig und dicht verfüllt ist.

Besondere Anforderungen für Häuser mit mehr als zwei Wohnungen

Ohne besondere Maßnahmen ist die Verlegung von Leitungsanlagen in Treppenträumen notwendiger Treppen und ihren Ausgängen ins Freie sowie in allgemein zugänglichen Fluren, die als Rettungswege dienen, unzulässig. Als ausreichende „besondere Maßnahme“ gilt die Verlegung der Leitung unter Putz ohne Hohlraum mit mindestens 15 mm Putzüberdeckung auf nichtbrennbarem Putzträger.

Zulässig ist die Verlegung in einem Schacht, der folgende Bedingungen erfüllt:

- Er muß be- und entlüftet sein (Öffnungen mindestens 10 cm²).

- Die Be- und Entlüftungsöffnungen dürfen jedoch nicht in Treppenträumen und deren Verbindungswegen ins Freie enden.
- Der Schacht muß aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten (F 90) bestehen.

! Bei Häusern geringer Höhe mit nicht mehr als zwei Wohnungen gelten diese Anforderungen nicht, da hier keine Rettungswege erforderlich sind.

3.3 Prüfung von Gasleitungen

3.3.1 Leitungen mit Betriebsdruck ≤ 100 mbar

Für Leitungsanlagen mit einem Betriebsdruck ≤ 100 mbar sind die nachfolgend beschriebenen Prüfungen durchzuführen, bevor die Leitungen verputzt oder verdeckt und ihre Verbindungen beschichtet oder umhüllt sind. Die Prüfungen dürfen abschnittsweise erfolgen. Kunststoffleitungen für erdverlegte Außenleitungen sind nach DVGW-Arbeitsblatt G 472 zu prüfen.

● Vorprüfung (Belastungsprobe)

Geltungsbereich:

neuerlegte Leitungen ohne Armaturen
(Ausnahme: PN der Armaturen \geq Prüfdruck)

Durchführung:

Leitungsöffnungen mit Bauteilen aus Metall (Stopfen, Kappen etc.) dicht verschließen; keine Verbindungen mit gasführenden Leitungen

Prüfmedium:

Luft oder inertes Gas (z.B. Stickstoff, Kohlendioxid, kein Sauerstoff)

Prüfdruck:

1 bar

Temperatenausgleich:

nicht erforderlich

Prüfdauer:

10 Minuten

Meßgerät:

z.B. Kolbenpumpe mit Manometer

besondere Anforderungen an die Meßgenauigkeit: keine**gefordertes Prüfergebnis:**

kein Druckabfall

● **Hauptprüfung (Dichtheitsprüfung)****Geltungsbereich:**

Leitungen mit Armaturen, jedoch ohne Gasgeräte und zugehörige Regel- und Sicherheitseinrichtungen

Prüfmedium:

Luft oder inertes Gas (z.B. Stickstoff, Kohlendioxid, kein Sauerstoff)

Prüfdruck:

110 mbar

Temperaturausgleich:

erforderlich (Dauer nach Größe der Anlage, jedoch mindestens 10 Minuten)

Prüfdauer:

nach Temperaturausgleich mindestens 10 Minuten

Meßgerät:

z.B. U-Rohr-Manometerprinzip mit Wasserbehälter und Handpumpe bzw. „Blasengel“, mechanisch oder elektronisch

besondere Anforderungen an die Meßgenauigkeit:

Ein Druckabfall von 0,1 mbar (\triangleq 1 mm Wassersäule) muß erkennbar sein.

gefordertes Prüfergebnis:

kein Druckabfall

Die Ergebnisse der Vor- und Hauptprüfung müssen dokumentiert werden (in der Regel durch die übliche Installationsanmeldung oder Fertigmeldung beim GVU bzw. als separates Prüfprotokoll mit dem Formular des ZVSHK).

3.3.2 Leitungen mit Betriebsdruck > 100 mbar bis 1 bar

Für Leitungen mit einem Betriebsdruck ab 100 mbar bis einschließlich 1 bar ist die nachfolgend beschriebene Prüfung durchzuführen, bevor die Leitung verdeckt und ihre Verbindungen beschichtet oder umhüllt sind. Kunststoffleitungen für erdverlegte Außenleitungen sind nach dem DVGW-Arbeitsblatt G 472 zu prüfen.

● Kombinierte Belastungsprobe und Dichtheitsprüfung

Geltungsbereich:

Leitungen mit Armaturen, jedoch ohne Druckregelgeräte, Gaszähler, Gasgeräte und zugehörige Regel- und Sicherheitseinrichtungen
(Voraussetzung: PN der Armaturen \geq Prüfdruck)

Durchführung:

Leitungsöffnungen mit Bauteilen aus Metall (Stopfen, Kappen etc.) dicht verschließen; keine Verbindungen mit gasführenden Leitungen

Prüfmedium:

Luft oder inertes Gas (z.B. Stickstoff, Kohlendioxid, kein Sauerstoff)

Prüfdruck:

3 bar (Druckzunahme maximal 2 bar/min)

Temperatenausgleich:

erforderlich (Dauer etwa 3 Stunden)

Prüfdauer:

nach Temperatenausgleich mindestens 2 Stunden, bei Leitungsvolumen > 2.000 l, je weitere 100 l um jeweils 15 Minuten verlängern

Meßgerät:

z.B. Kolbenpumpe mit Manometer

Besondere Anforderungen an die Meßgenauigkeit:

gleichzeitige Verwendung von Druckschreiber (Klasse 1) und Manometer (Klasse 0,6), Meßbereich: das 1,5fache des Prüfdrucks, Meßgeräte unmittelbar nach dem Aufbringen des Prüfdruckes in Betrieb nehmen

Gefordertes Prüfergebnis:

kein Druckabfall

Das Ergebnis dieser Prüfung ist zu dokumentieren (in der Regel durch die übliche Installationsanmeldung oder Fertigmeldung beim GVU bzw. als separates Prüfprotokoll mit dem Formular des ZVSHK).

3.3.3 Anschlüsse und Verbindungen mit Betriebsdrücken bis 1 bar

Von der Hauptprüfung oder der kombinierten Belastungs- und Dichtheitsprüfung können nachstehende Teile ausgenommen werden, wenn sie unter Betriebsdruck mit schaubildenden Mitteln nach DIN 30 657 geprüft werden:

- Verbindungsstellen mit
 - Hauptabsperreinrichtung (HAE)
 - Gas-Druckregelgeräten
 - Gaszählern
 - Gasgeräten
 - Geräteanschlußleitungen
 - Geräteanschlußarmaturen
- kurze Abzweig- und Geräteanschlußleitungen
- Verschlüsse und Prüföffnungen

Die Teile sind dicht, wenn keine Blasenbildung auftritt.

Die genannten Prüfungen beziehen sich in erster Linie auf neuerlegte Gasleitungen.

3.3.4 Gebrauchsfähigkeitsprüfung

Der Zustand einer in Gebrauch befindlichen Leitung kann mit Leckmengenmeßgeräten oder mit einer Druckprüfung und Diagrammen nach DVGW-Arbeitsblatt G 624 festgestellt werden (siehe Kapitel 3.4.6). Nach dem Temperatenausgleich beträgt die Prüfzeit mindestens 1 Minute. Sie sollte jedoch auf 10 Minuten ausgedehnt werden (Prüfzeit der Hauptprüfung).

Die nachfolgende Tabelle zeigt den erforderlichen Prüfdruck in Abhängigkeit vom Betriebsdruck.

Brenngas	maximaler Betriebsdruck mbar	Prüfdruck mbar
Erdgas	22	50
Erdgas	50	55
Erdgas	100	110
Propan/Butan	50	55

Für Leitungsanlagen, die die Gewährleistungsfrist von zwei Jahren gemäß VOB nicht überschritten haben, muß die Dichtheit wie bei Neuanlagen gelten.

3.4 Einlassen von Gas in Leitungsanlagen

Eine Prüfung auf Dichtheit ist bei verschiedenen Anlässen erforderlich:

- beim Einlassen von Gas in neuerlegte Leitungsanlagen
- beim Einlassen von Gas in stillgelegte Leitungsanlagen
- beim Einlassen von Gas in außer Betrieb gesetzte Leitungsanlagen
- beim Einlassen von Gas in Leitungsanlagen nach kurzzeitiger Betriebsunterbrechung

Die Prüfarten sind bei jedem Anlaß gleich. Erforderlich ist jedoch eine unterschiedliche Kombination der Prüfarten vor dem Einlassen von Gas. Das zeigt die Übersicht auf der folgenden Seite.

Anlaß	Prüfarten					
	Vorprüfung (1 bar)	Hauptprüfung (110 mbar)	Kombinierte Belastungsprobe und Dichtheitsprüfung (3 bar)	Prüfung der Anschlüsse und Verbindungen mit Betriebsdruck bis 1 bar	Druckmessung	Gebrauchsfähigkeitsprüfung
neuerlegte Leitungsanlagen	●	●	●	●	●	
stillgelegte Leitungsanlagen		●	●		●	
außer Betrieb gesetzte Leitungsanlagen		●	●		●	●
Leitungsanlagen nach kurzzeitiger Betriebsunterbrechung					●	●

3.4.1 Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in neuerlegte Gasleitungen

Beispiele:

- Neuinstallation
- Größere Leitungsverlegung im Zuge der Erweiterung von Gasanlagen
- Größere Leitungsverlegung im Zuge der Instandhaltung von Gasanlagen

Zu Bild 10:

① Von der Hauptprüfung bzw. der kombinierten Belastungsprobe und Dichtheitsprüfung können nachstehende Teile ausgenommen werden, wenn sie unter Betriebsdruck mit schaubildenden Mitteln nach DIN 30 657 geprüft werden:

- Verbindungsstellen mit der Hauptabsperreinrichtung (HAE), mit Gas-Druckregelgeräten, Gaszählern und Gasgeräten, Geräteanschlußleitungen, Geräteanschlußarmaturen sowie mit gasführenden Leitungen
- kurze Abzweig- und Geräteanschlußleitungen
- Verschlüsse von Prüföffnungen

② Angeschlossene Gasgeräte erfüllen dieselben Kriterien wie dicht verschlossene Leitungsöffnungen.

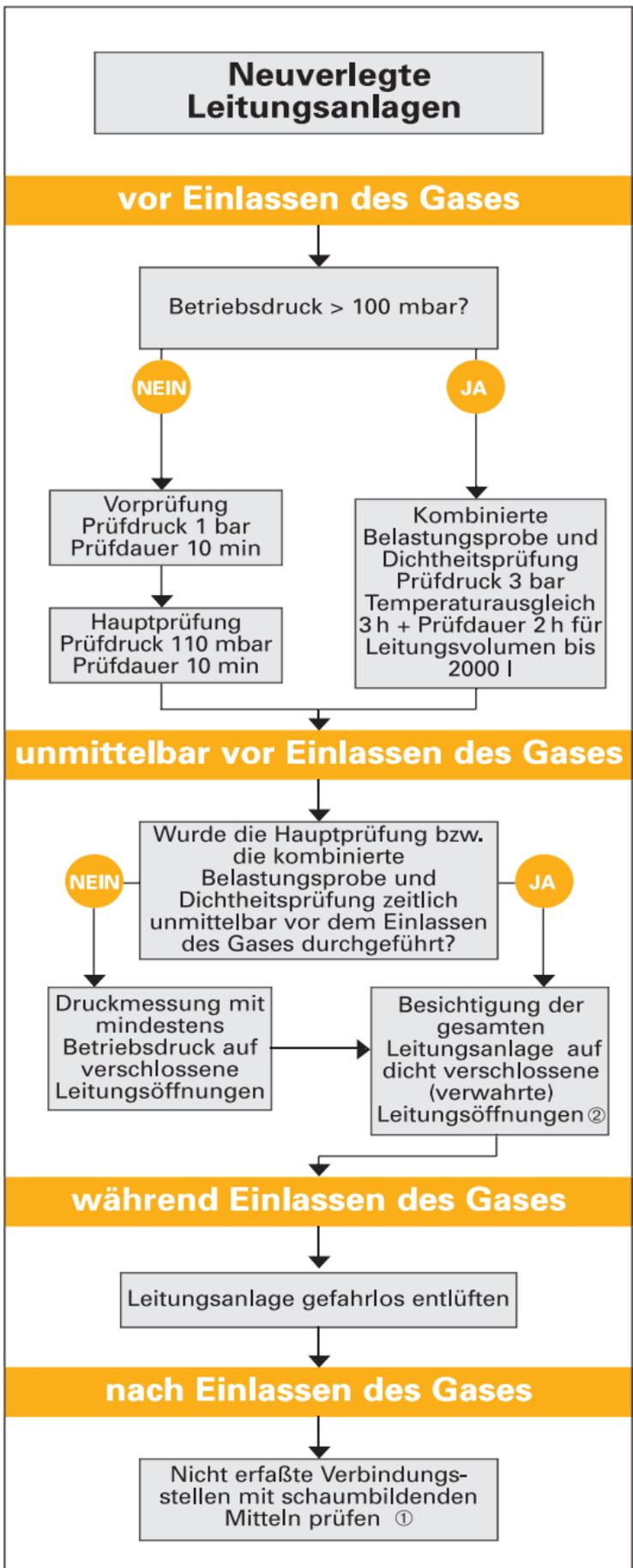


Bild 10: Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in neuerlegte Gasleitungen

3.4.2 Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in stillgelegte Gasleitungen

Anlagen, die auf längere Sicht nicht mehr betrieben wurden (z.B. bei leerstehenden Wohnungen oder Gebäuden), gelten als stillgelegt, wenn sie längere Zeit nicht mehr unter Betriebsdruck standen und der Gaszähler ausgebaut wurde. Nicht benutzte, aber betriebsbereite Anlagen gelten nicht als stillgelegt (im Sinne von Abschnitt 8 der TRGI '86/'96).

Zu Bild 11:

① Leitungen, die bestimmungsgemäß auf Dauer nicht mehr betrieben wurden

② Die nachträgliche Freilegung von stillgelegten Leitungsanlagen ist nicht erforderlich.

③ Von der Hauptprüfung bzw. der kombinierten Belastungsprobe und Dichtheitsprüfung können nachstehende Teile ausgenommen werden, wenn sie unter Betriebsdruck mit schaubildenden Mitteln nach DIN 30 657 geprüft werden:

- Verbindungsstellen mit der Hauptabsperreinrichtung (HAE), mit Gas-Druckregelgeräten, Gaszählern und Gasgeräten, Geräteanschlußleitungen, Geräteanschlußarmaturen sowie mit gasführenden Leitungen
- kurze Abzweig- und Geräteanschlußleitungen
- Verschlüsse von Prüföffnungen

④ Angeschlossene Gasgeräte erfüllen dieselben Kriterien wie dicht verschlossene Leitungsöffnungen.

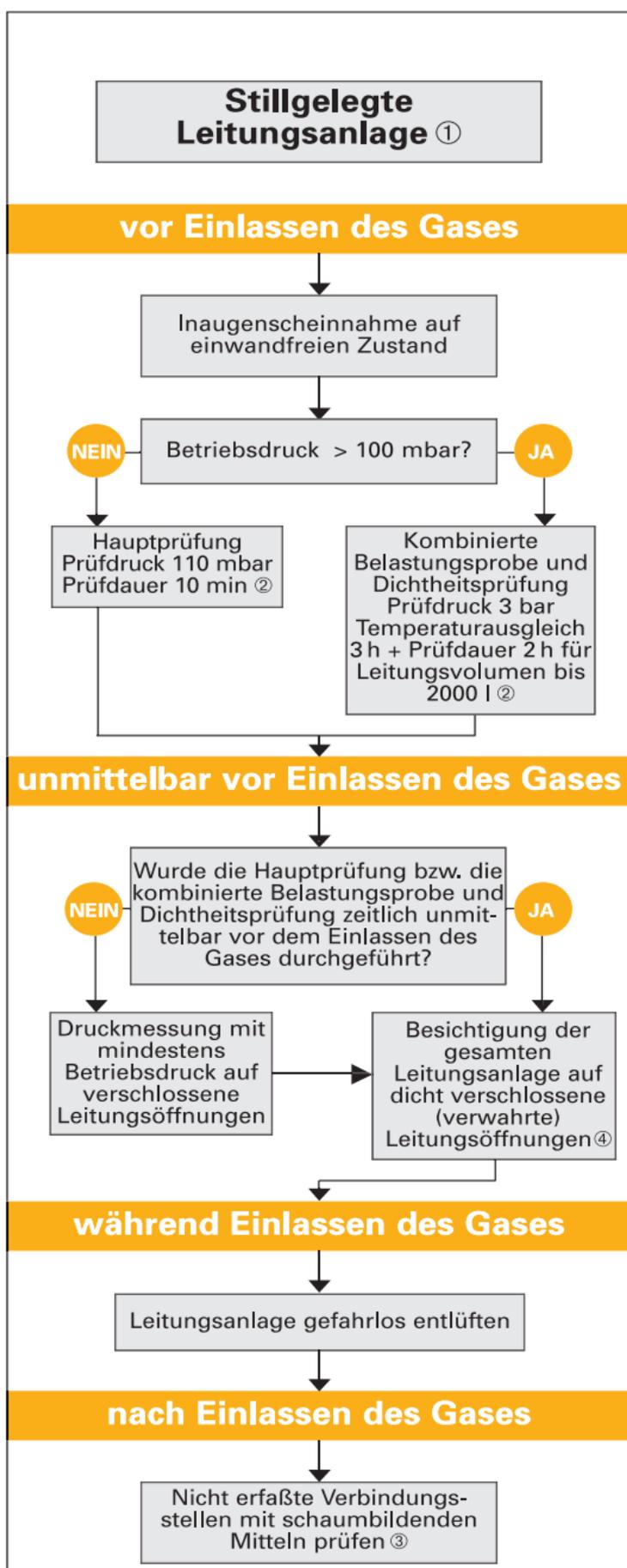


Bild 11: Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in stillgelegte Leitungen

3.4.3 Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in außer Betrieb gesetzte Gasleitungen

Anlaß dafür sind beispielsweise

- Instandhaltungsmaßnahmen (besonders wenn sie länger dauern und ein Hantieren Unbefugter an der Gasanlage nicht ausgeschlossen werden kann)
- Erneuerung oder Änderung von kurzen Leitungsteilen (das Auswechseln kompletter Leitungsstücke ist eine Neuverlegung)
- Leitungssanierung mit zugelassenen Nachdichtmitteln
- Verbindung eines neuen Hausanschlusses mit bestehender Verteilungsleitung
- Maßnahmen beim Austausch von Gasgeräten
- Zeitweise Sperrung der Gaszufuhr (z.B. bei Mieterwechsel)
- Wiederinbetriebnahme der Gasversorgung nach Arbeiten am Gasnetz

zu Bild 12:

- ① Bei außer Betrieb gesetzten Leitungen ist die Gaszufuhr vorübergehend unterbrochen.
- ② Eine nachträgliche Freilegung von stillgelegten Leitungsanlagen ist nicht erforderlich.
- ③ Von der Hauptprüfung, Gebrauchsfähigkeitsprüfung bzw. der kombinierten Belastungsprobe und Dichtheitsprüfung können nachstehende Teile ausgenommen werden, wenn sie unter Betriebsdruck mit schaubildenden Mitteln nach DIN 30 657 geprüft werden:
 - Verbindungsstellen mit der Hauptabsperreinrichtung (HAE), mit Gas-Druckregelgeräten, Gaszählern und Gasgeräten, Geräteanschlußleitungen, Geräteanschlußarmaturen sowie mit gasführenden Leitungen
 - kurze Abzweig- und Geräteanschlußleitungen
 - Verschlüsse von Prüföffnungen
- ④ Angeschlossene Gasgeräte erfüllen dieselben Kriterien wie dicht verschlossene Leitungsöffnungen.

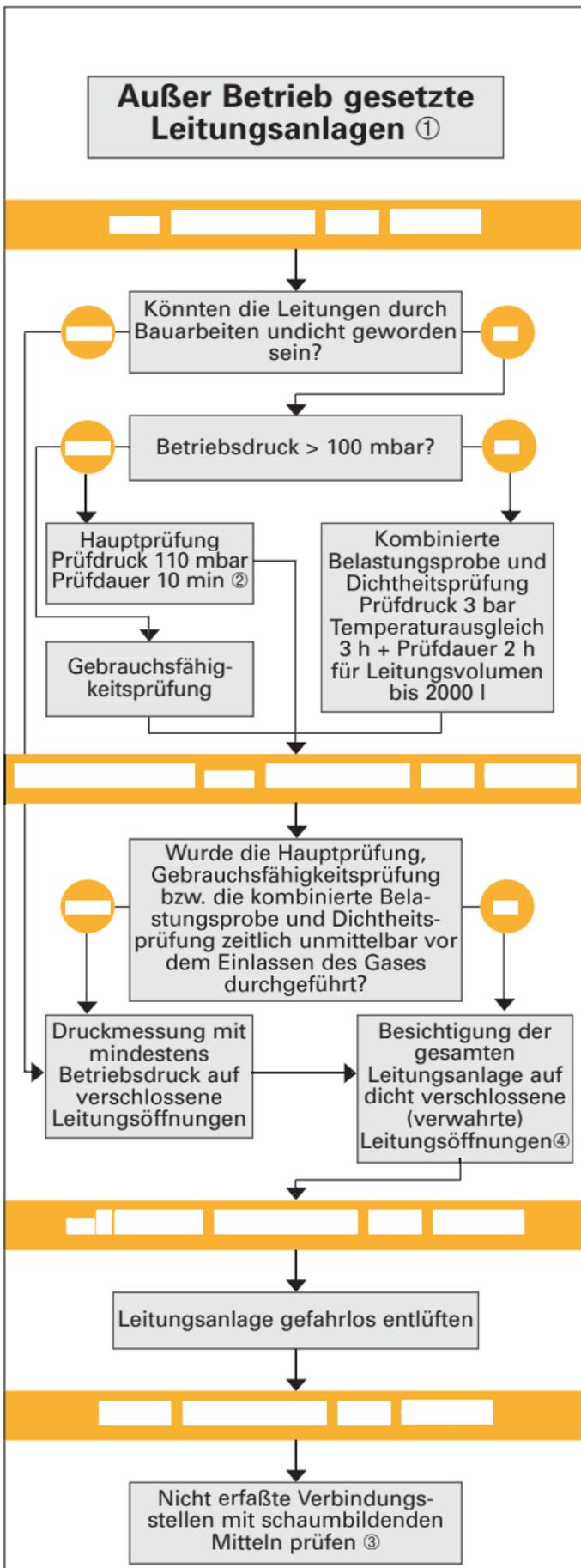


Bild 12: Vorgehensweise beim Einlassen von Gas in außer Betrieb gesetzte Gasleitungen

3.4.4 Vorgehensweise beim Einlassen von Gas nach kurzfristiger Betriebsunterbrechung

Beispiele:

- Instandhaltungsmaßnahmen, die in sehr kurzer Zeit ausgeführt werden können,
- Auswechseln von Dichtungen, wobei jedoch keine Leitungsstrecken demontiert werden,
- Wartung der Gasanlage,
- Arbeiten mit Sperrung der Gaszufuhr, (z.B. Arbeiten an gasführenden Teilen innerhalb der Gasgeräte),
- Gaszählerwechsel und Gerätewechsel, die in sehr kurzer Zeit ausgeführt werden können,
- Funktionsprüfung von Mitteldruckregelgeräten, die in sehr kurzer Zeit ausgeführt werden kann,
- Gerätetausch mit Änderung der Installation, wenn diese in sehr kurzer Zeit geschieht. Eine Unterbrechung der Gaszufuhr ist erforderlich, aber so kurzzeitig, daß eine Manipulation durch Dritte an Gasanlagen ausgeschlossen ist.

Sobald Arbeiten an der Leitungsinstallation notwendig sind, wird wie unter „außer Betrieb gesetzte Leitungsanlagen“ verfahren. Dort wird berücksichtigt, ob die Leitungsanlage durch die Arbeiten undicht geworden sein kann.

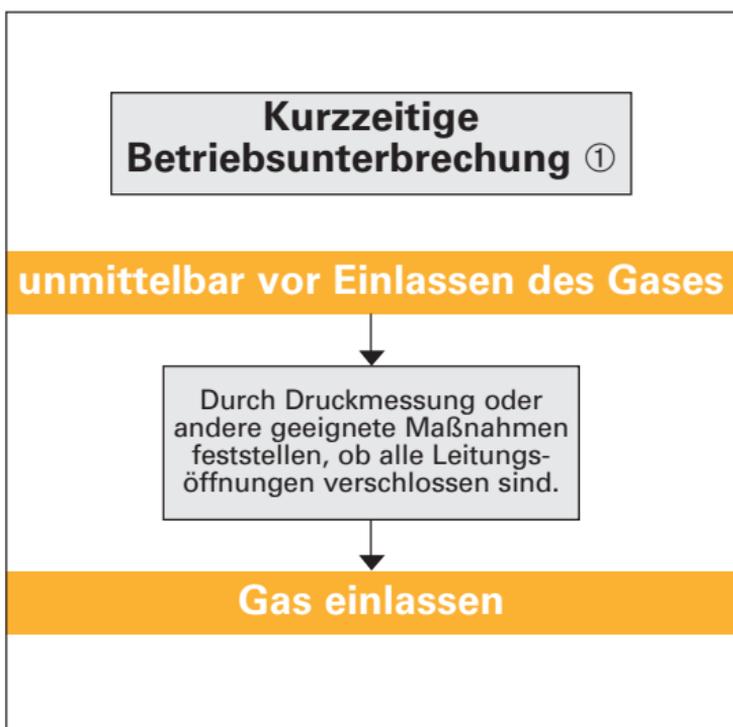


Bild 13: Vorgehensweise beim Einlassen von Gas nach kurzfristiger Betriebsunterbrechung

zu Bild 13:

① Die kurzzeitige Betriebsunterbrechung dient z.B. zur Wartung der Gasanlage und zum Wechsel der Gaszähler.

Wichtig!

In undichte Leitungen darf kein Gas eingelassen werden!

3.4.5 Arbeiten an gasführenden Leitungen

Vor Beginn der Arbeiten ist die zugehörige Absperr-einrichtung zu schließen und z.B. durch Entfernen des Schlüssels oder Handrades zu sichern. Undichtheiten müssen durch Gasspürgeräte oder schaubildende Mittel nach DIN 30 657 festgestellt werden.

Ableuchten mit Flammen ist unzulässig.

3.4.6 Gebrauchsfähigkeit

In Betrieb befindliche Niederdruckleitungen bis 100 mbar werden nach dem Grad ihrer Gebrauchsfähigkeit unterschieden. In Abhängigkeit vom Grad der Gebrauchsfähigkeit sind dann die entsprechenden Maßnahmen durchzuführen.

Man unterscheidet:

- **Unbeschränkte Gebrauchsfähigkeit**
Die Gasleckmenge bei Betriebsdruck beträgt weniger als 1 Liter pro Stunde. Leitungen können weiter betrieben werden.
- **Verminderte Gebrauchsfähigkeit**
Die Gasleckmenge bei Betriebsdruck beträgt zwischen 1 und 5 Liter pro Stunde. Diese Leitungen sind abzudichten oder zu erneuern. Die Dichtheit muß innerhalb von vier Wochen wie für neuverlegte Leitungen hergestellt werden.
- **Keine Gebrauchsfähigkeit**
Die Gasleckmenge bei Betriebsdruck beträgt mehr als 5 Liter pro Stunde. Diese Leitungen sind unverzüglich zu sperren!

Für instandgesetzte Leitungsteile und ihre Wiederinbetriebnahme genügt die Feststellung der

Gebrauchsfähigkeit nicht, sondern es gelten die gleichen Anforderungen wie für neuverlegte Leitungen.

In der Praxis kann der Zustand von Gasleitungsanlagen mit Leckmengenmeßgeräten oder durch Beobachtung des Druckabfalles pro Minute mit geeigneten Geräten bzw. speziellen Prüfapparaten (z.B. sogenannte „Blasengel“) sowie über Diagramme nach DVGW-Arbeitsblatt G 624 festgestellt werden. Nach dem Temperatúrausgleich sollte die Prüfzeit, wie bei der Hauptprüfung, mindestens 10 Minuten betragen. Die Tabelle auf Seite 22 zeigt den erforderlichen Prüfdruck in Abhängigkeit vom maximalen Betriebsdruck.

Aus Bild 14 läßt sich (beispielhaft für einen maximalen Betriebsdruck von 50 mbar) der Gebrauchsfähigkeitszustand einer Gasleitung in Abhängigkeit vom Leitungsvolumen und vom Absinken der Wassersäule (in Millimeter pro Minute) ablesen (Tabelle 2).

Leitungsvolumen in Liter											
DN	Länge in m										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
15	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	3,60
20	0,31	0,62	0,93	1,24	1,55	1,86	2,17	2,48	2,79	3,10	66,20
25	0,49	0,98	1,47	1,96	2,45	2,94	3,43	3,92	4,41	4,90	9,80
32	0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00	16,00
40	1,26	2,52	3,78	5,04	6,30	7,56	8,82	10,1	11,3	12,6	25,2
50	1,97	3,94	5,91	7,88	9,85	11,8	13,8	15,8	17,7	19,7	39,4
65	3,31	6,62	9,93	13,2	15,6	19,9	23,2	26,5	29,8	33,1	66,2

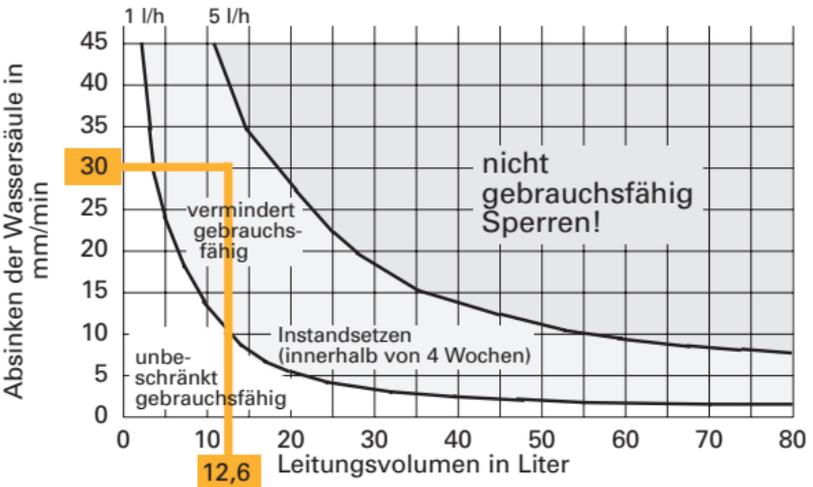
Nach DVGW-Arbeitsblatt G 624

Beispiel:

Leitungsdimension: DN 40
 Leitungslänge: 10 m
 ergibt: Leitungsvolumen: 12,6 l
 festgestellter Druckabfall: 30 mm/min

Ergebnis: Leitungsanlage ist nur vermindert gebrauchsfähig!
 Innerhalb von 4 Wochen ist die Dichtheit gemäß TRGI '86/'96
 Abschnitt 7.1.3 wieder herzustellen!

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Bestimmung des Leitungsvolumens



Gültig für: Erdgas, max. Betriebsdruck 50 mbar
 Prüfdruck 55 mbar, Prüfung mit Luft

Bild 14: Gebrauchsfähigkeitsprüfung von Gasleitungen

3.5 Metallene Überbrückung von Trennstellen

Müssen metallene Leitungen bei Arbeiten getrennt oder wieder verbunden werden, so ist vor der Trennung als Schutz gegen elektrische Berührungsspannung und Funkenbildung eine elektrisch leitende Überbrückung herzustellen. Dazu dient ein isoliertes Kupferseil nach DIN 46 440 mit einem Querschnitt von mindestens 16 mm^2 und nicht mehr als 3 m Länge (Bild 15).

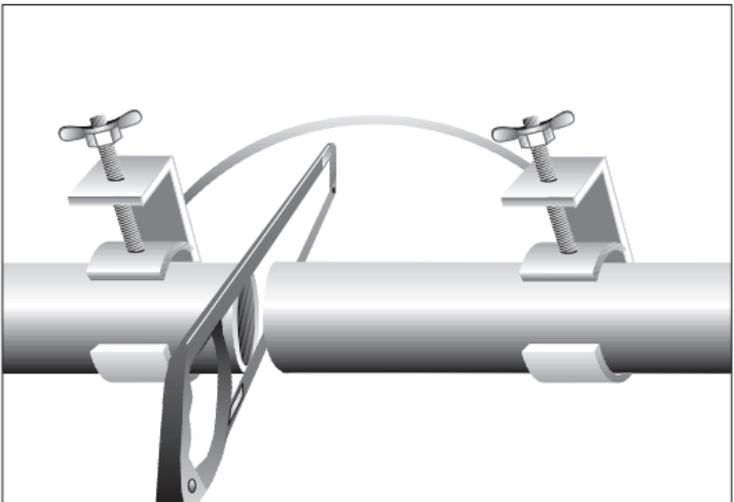


Bild 15: Überbrückungskabel

Aktuelle Ergänzung: Maßnahmen zur Manipulationsabwehr nach TRGI, Abschnitt 3.3.7.1

Unfälle oder Störungen an Gasanlagen sind statistisch gesehen äußerst selten. Sie können jedoch erhebliche Auswirkungen erreichen.

Ein Großteil der Unfälle oder Störungen geht auf bewusste Manipulationen oder unbeabsichtigte Eingriffe von Unbefugten zurück.

Um die Folgen solcher Eingriffe zu beschränken, hat der DVGW das Arbeitsblatt G 600 (TRGI) durch das Beiblatt G 600-B ergänzt. Es legt technische Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit fest, die vom SHK-Betrieb durchgeführt oder geprüft bzw. beachtet werden müssen. Die Regelungen gelten für neue Installationen (ab 2004).

DVGW-TRGI, Abschnitt 3.3.7.1:

Um die Folgen von Eingriffen Unbefugter in die Gasinstallation von Gebäuden mit häuslicher und vergleichbarer Nutzung (Hausinstallationen) zu minimieren bzw. Eingriffe Unbefugter zu erschweren, sind grundsätzlich aktive und ggf. passive Maßnahmen erforderlich. Den aktiven Maßnahmen ist Vorrang einzuräumen. Leitungen sind so zu dimensionieren, dass die vorgeschaltete aktive Maßnahme auslösen kann.

Als **aktive Maßnahme** gilt der Einbau von Bauteilen, die die Gaszufuhr bei nicht bestimmungsgemäßigem Gasaustritt unterbrechen:

- Gasströmungswächter (GS) entsprechend DVGW-VP 305-1
- Gas-Druckregler mit integriertem Strömungswächter nach DVGW-VP 200

Geeignete **passive Maßnahmen** sind

- das Vermeiden von Leitungsenden bzw. Leitungsauslässen
- die Anordnung der Gasanlagen in nicht allgemein zugänglichen Räumen (üblicherweise nur in Mehrfamilienhäusern)
- die Verwendung von Sicherheitsverschlüssen oder konstruktiven Schutzmaßnahmen für lösbare Verbindungen, wenn die Gasanlagen in allgemein zugänglichen Räumen untergebracht sind

Wichtig!

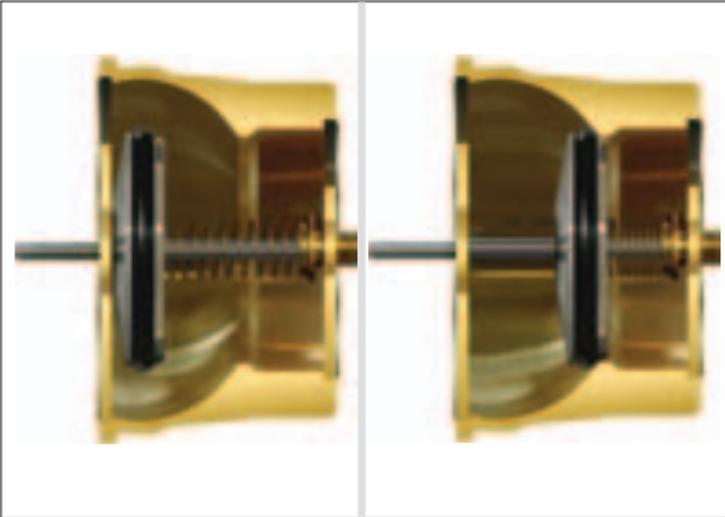
Da die Versorgungsdrücke und die Absicherung der Gasleitungen durch das GUV sowie die örtlichen Installationsgegebenheiten unterschiedlich sind, ist bei Maßnahmen zur Manipulationsabwehr immer eine enge Abstimmung zwischen VIU und GUV erforderlich.



Gasströmungswächter (GS)

Der GS ist ein Bauteil, das bei nicht bestimmungsgemäßem Gasaustritt die Gasversorgung selbsttätig unterbricht. Ursachen für eine Überschreitung der Durchflussmenge können sein: Trennen der Rohrleitungen, Manipulation an Gaszählern, Lösen von Stopfen, Kappen und Verschraubungen, Entfernen von Gasgeräten.

- Bei normalem Betrieb mit Durchflussmengen bis zum vorgegebenen Nenndurchfluss (V_n) bleibt der GS offen.
- Wird V_n um den Schließfaktor (f_{smax}) überschritten, schließt der GS automatisch und bleibt geschlossen, bis die Störung beseitigt ist.
- Ist die Störung beseitigt und sind alle angeschlossenen Geräte abgeschaltet, öffnet der GS selbsttätig; die Anlage kann wieder in Betrieb genommen werden.



Gasströmungswächter offen (links) und geschlossen (Bild: Mertik Maxitrol)

Gasströmungswächter werden in unterschiedlichen Bautypen angeboten, die im Arbeitsblatt G 600-B, Tabelle 1 aufgeführt sind. Welcher Typ eingesetzt werden muss, richtet sich nach den örtlichen Installationsgegebenheiten (Versorgungsdruck, Einbaulage des GS, Durchmesser und Länge des nachgeschalteten Leitungsnetzes).

Für die Auswahl des geeigneten Bautyps bietet das DVGW-Rundschreiben G 07/04* ergänzend zum Arbeitsblatt G 600-B die Tabellen 3b und 4b an. Dieses enthält auch eine Anleitung für die Anwendung der Tabellen sowie je ein Anwendungsbeispiel für die Installation im Ein- und Mehrfamilienhaus.

Einbaulage	waagrecht	senkrecht
Schließdurchfluss	30-45% über dem Nenndurchfluss	30-80% über dem Nenndurchfluss
Schließfaktor f_s	$\leq 1,45$	$\leq 1,8$

GS können entweder senkrecht mit Durchflussrichtung nach oben (rechts) oder waagrecht eingebaut werden. Der Schließfaktor hängt von der Einbaulage ab. Bild: Mertik Maxitrol

*) DVGW-Rundschreiben G 07/04 „Auslegungshilfen zur praktischen Umsetzung des DVGW-Arbeitsblattes G 600-B“ vom 15.11.2004

Auslegung und Einbau

Um die Schutzziele zu erreichen, muss

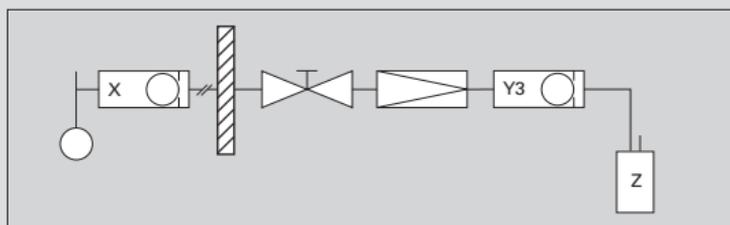
- die Einbaulage festgelegt und damit der richtige Bautyp des Gasströmungswächters ermittelt werden und
- der GS an den dafür vorgesehenen Punkten innerhalb der Gas-Installationen eingebaut werden

Bestimmung des Bautyps: Dazu wird als erstes die Summe V_A der Belastungswerte aller zu installierenden Gasgeräte (ohne Gleichzeitigkeitsfaktor) ermittelt und dann der GS mit der entsprechenden Leistungsstufe festgelegt. Es besteht auch die Möglichkeit, den GS mit der nächst größeren Leistungsstufe zu wählen. Die Leitungsanlage ist nach wie vor nach TRGI (Abschnitt 3.9) zu berechnen. Je nach Einbaulage bzw. Schließfaktor muss ein Abgleich der Leitungslängen in Abhängigkeit von den berechneten Leitungsdimensionen (Innendurchmesser) erfolgen.

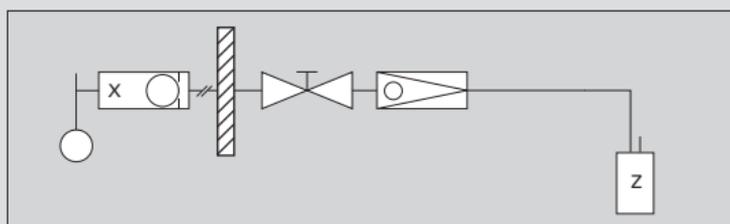
Entsprechend den Druckverhältnissen im Ortsnetz erfolgt die Zuordnung des erforderlichen Bautyps in drei Druckstufen: Niederdruck (25 mbar), erhöhter Niederdruck (25 bis 100 mbar) und Mittel- bzw. Hochdruck (über 100 mbar bis 5 bar).

Festlegung des Einbauorts: Der Einbauort des oder der GS richtet sich nach dem Gebäudetyp (Ein- und Zweifamilienhaus, Mehrfamilienhaus mit zentraler Gasversorgung, Mehrfamilienhaus mit Etagengasversorgung) sowie nach der Druckstufe der Gasverteilung (siehe oben). Das Arbeitsblatt G 600-B (Abschnitt 3.3.7.1) stellt die möglichen Varianten vor. Ein typisches Beispiel wird auf der nächsten Seite gezeigt.

Aktive Maßnahmen zur Manipulationsabwehr im Ein- und Zweifamilienhaus bei erhöhtem Niederdruck (über 25 bis 100 mbar):



Anordnung des Gas-Druckregelgeräts



Anordnung des Gas-Druckregelgeräts mit integriertem GS

Zeichenerklärung:



Hauptabsperreinrichtung



Gas-Druckregelgerät



Gasströmungswächter nach
VP 305-2, GS X

X = Typ-Kennzeichnung (A, B, C oder D)



Gasströmungswächter nach
VP 305-1, GS Y1, Y2 oder Y3

Y = Typ-Kennzeichnung (K oder M)



Gas-Druckregelgerät mit integriertem GS



Gaszähler

Quelle: DVGW

- ! Der erste Strömungswächter ist unmittelbar nach der HAE bzw. nach dem Gas-Druckregelgerät zu installieren, wenn dieses direkt nach der HAE angeordnet ist. (Ausnahme: Mehrfamilienhaus mit Etagegasanwendung bei ND-Gasverteilung ≤ 25 mbar).

- ! Die Schließwerte der GS sind von der Einbaulage (waagrecht oder senkrecht) abhängig. Deshalb muss beachtet werden, welche Einbaulage der Hersteller vorgibt.

Aktive und passive Maßnahmen

Bei Ein- und Zweifamilienhäusern wird auf eine zusätzliche passive Sicherung von Leitungsteilen verzichtet. Bei Mehrfamilienhäusern muss der Einbau von GS in aller Regel durch passive Maßnahmen ergänzt werden. Einzelheiten sind den Bildern 2, 3 und 4 im Arbeitsblatt G 600-B zu entnehmen.

Abstimmung mit dem GUV

In Gasverteilungsanlagen mit einem Versorgungsdruck ab 25 mbar setzen die GUV heute in der Regel Gasströmungswächter außerhalb des Gebäudes in der Hausanschlussleitung ein. Manche GUV installieren Gas-Druckregelgeräte mit integriertem GS. Diese müssen ebenfalls entsprechend der installierten Gasgerätebelastung ausgelegt werden.

Hat das GUV keinen GS in der Hausanschlussleitung eingebaut, werden passive Maßnahmen vor dem ersten GS (oder Gas-Druckregelgerät mit integriertem GS) in jedem Gebäude erforderlich.

- ! Um diese Punkte zu klären, muss sich das VIU vor dem Einbau von GS unbedingt mit dem GUV abstimmen.

Bestand

Das Beiblatt zur TRGI fordert keine allgemeine Nachrüstpflicht für GS (Bestandsschutz). Bei wesentlichen Änderungen an bestehenden Anlagen wird jedoch eine Anpassung an den Stand der Technik gefordert. Das gilt auch für Anwendungsfälle, bei denen mit einem kritischen Nutzungsverhalten oder kritischen Nutzungssituationen gerechnet werden muss. Bei Nachrüstungen kann auch der Einsatz von Passivmaßnahmen in „allgemein zugänglichen Räumen“ die allein mögliche und somit ausreichende Maßnahme darstellen.

4 Gasgerätetechnik

4.1 Gasgeräte-Bezeichnung mit Beispielen

Gasgeräte werden nach verschiedenen Kriterien unterteilt und entsprechend bezeichnet.

Nach der Verbrennungsluftversorgung und der Abgasabführung unterscheidet man drei Arten:

- A Gasgeräte ohne Abgasanlage
- B raumluftabhängige Feuerstätten
- C raumluftunabhängige Feuerstätten

Bei Gasgeräten der Art B und C ordnet der erste Index die Geräte einer konstruktiven Gruppe zu.

Der zweite Index (bei Art A der einzige Index) steht für den Einbauort des Gebläses:

- 1 ohne Gebläse
- 2 mit Gebläse hinter dem Wärmeaustauscher
- 3 mit Gebläse vor dem Brenner

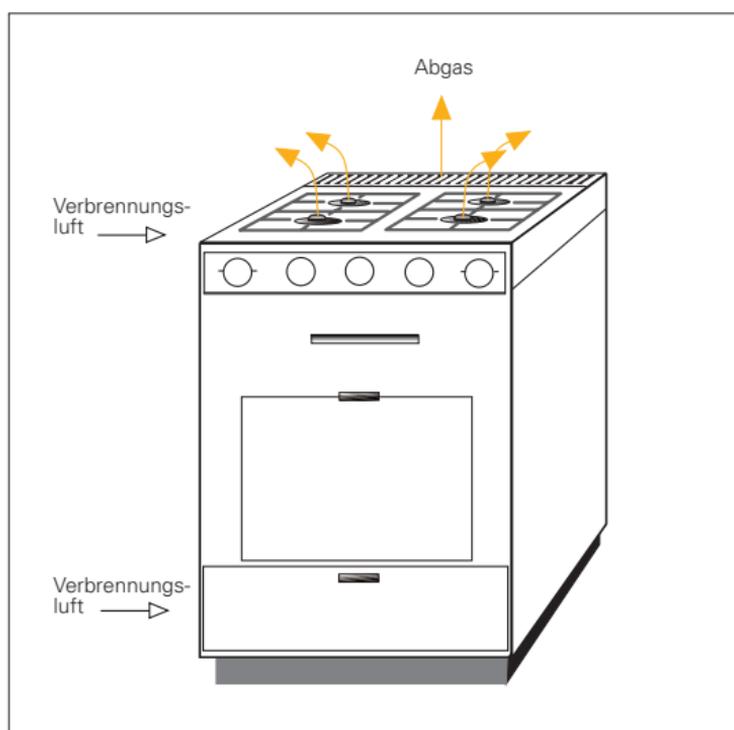
Gasfeuerstätten der Art C können außerdem einen Zusatzindex haben:

x=Alle unter Überdruck stehenden Teile des Abgasweges sind verbrennungsluftumspült, oder sie erfüllen erhöhte Dichtheitsanforderungen, so daß Abgase in gefahrdrohender Menge nicht austreten können.

Beispiele für die Kennzeichnung der gängigsten Gasgeräte

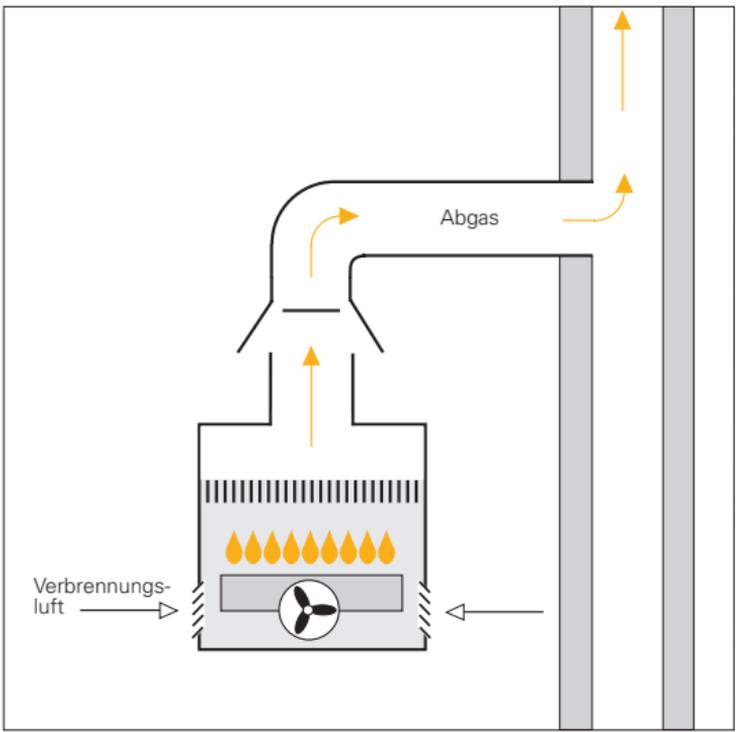
Alle folgenden Darstellungen sind symbolisch-schematische Beispiele.

- Art A** Gasgerät ohne Abgasanlage.
Die Verbrennungsluft wird dem Aufstellraum entnommen (z.B. Gasherd, Hockerkocher, Laborbrenner, Einbaubackofen).



Art A₁

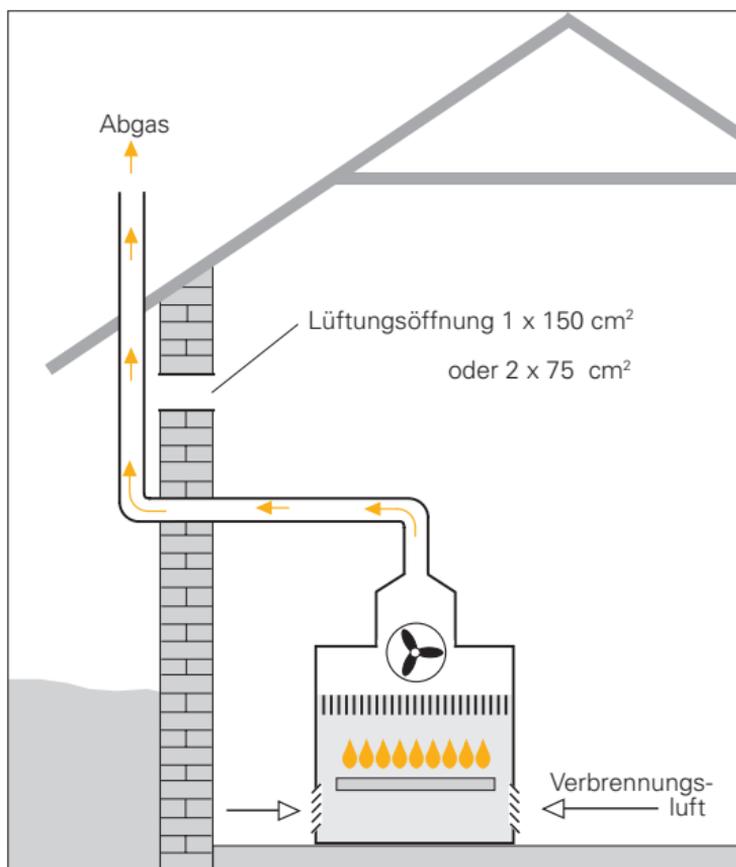
Bild 16: Raumluftabhängiges Gasgerät ohne Gebläse (z.B. Gasherd)



Art B₁₃

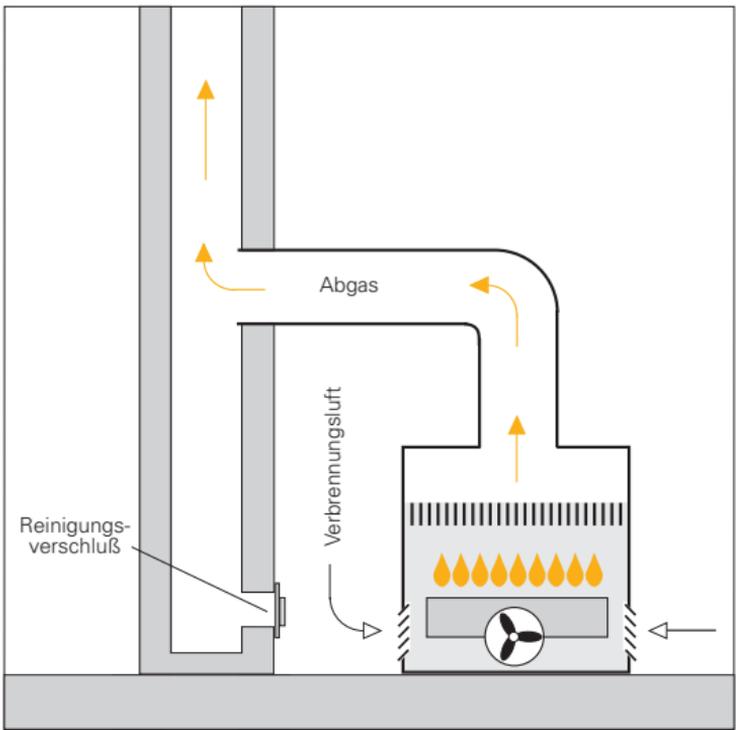
Bild 18: Raumluftabhängiges Gerät mit Strömungssicherung und Gebläse vor dem Brenner (z.B. Kombitherme mit Vormischbrenner)

Art B₂ Gasfeuerstätte ohne Strömungs-sicherung



Art B₂₂

Bild 19: Raumluftabhängiges Gerät ohne Strömungssicherung mit Gebläse hinter dem Wärmetauscher; Abgasabfuhr mit Überdruck ohne besondere Dichtheitsanforderung, deshalb Lüftungsöffnung erforderlich



Art B₂₃

Bild 20a: Raumluftabhängiges Gerät ohne Strömungssicherung mit Gebläse vor dem Brenner (z.B. Gaskessel-Unit, Gas-Gebläsebrenner), Abgasabführung mit Unterdruck

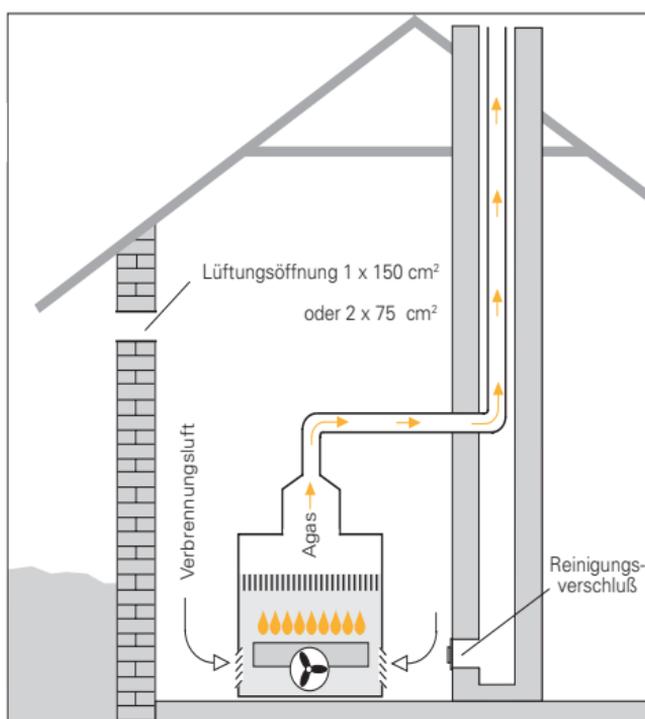
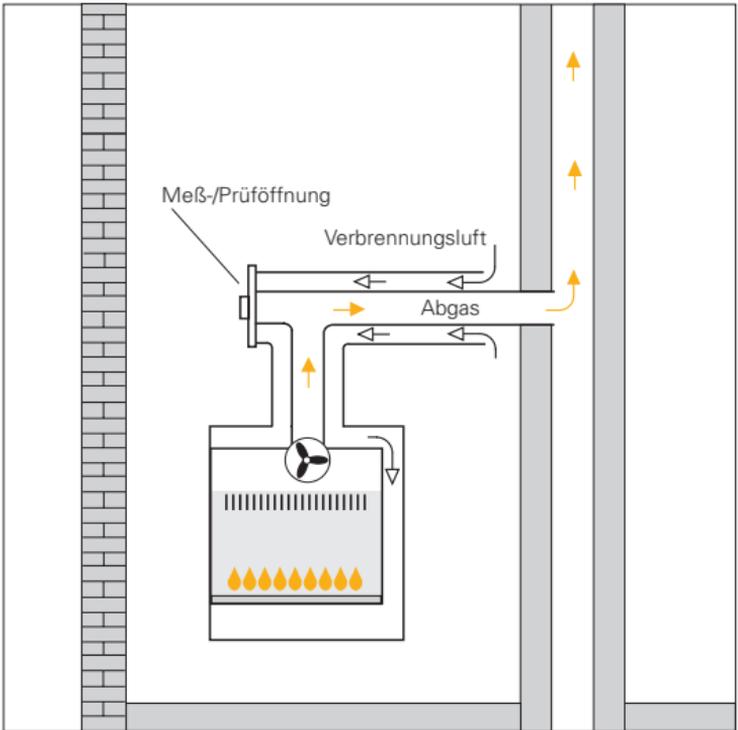
**Art B₂₃**

Bild 20b: Raumluftabhängiges Gerät ohne Strömungssicherung mit Gebläse vor dem Brenner; Abgasabführung mit Überdruck ohne besondere Dichtheitsanforderung, deshalb Lüftungsöffnung erforderlich

Art B₃ Gasfeuerstätte ohne Strömungssicherung, bei der alle unter Überdruck stehenden Teile des Abgasweges von Verbrennungsluft umspült sind



Art B₃₂

Bild 21: Raumluftabhängiges Gerät ohne Strömungssicherung mit Gebläse hinter dem Wärmeaustauscher. Alle unter Überdruck stehenden Teile des Abgasweges sind verbrennungsluftumspült (z.B. Gas-Kesseltherme, frühere Gerätebezeichnung: Art D_{3,1}).

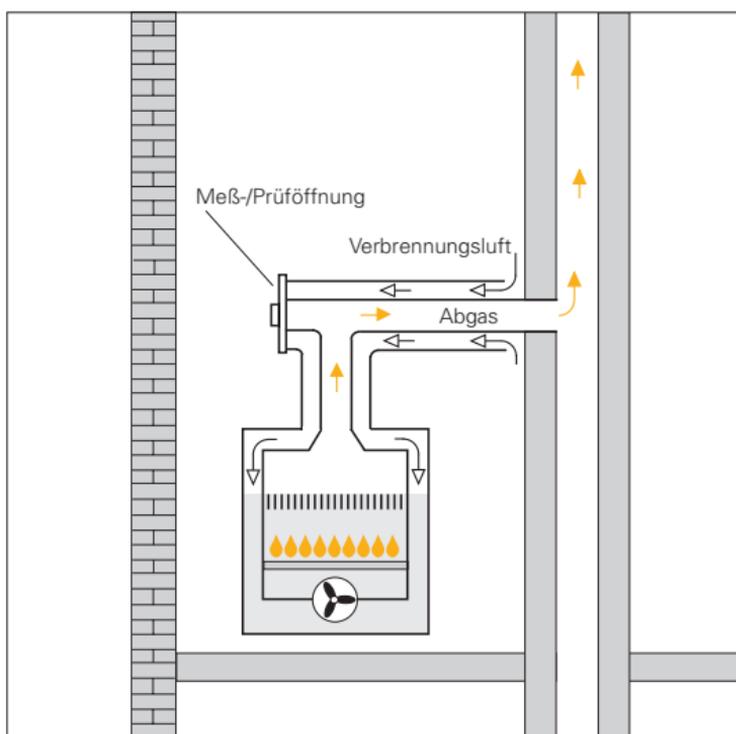
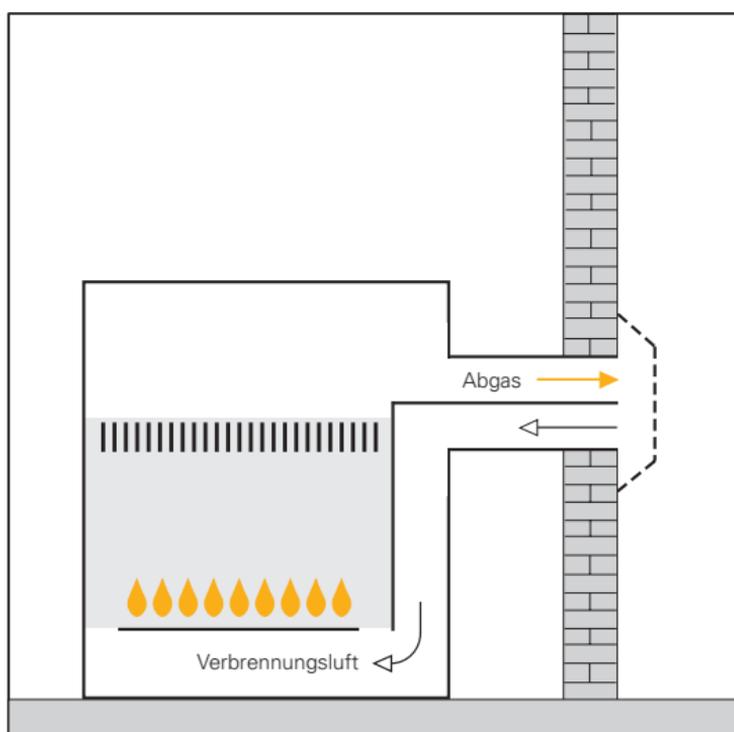
Art B₃₃

Bild 22: Raumluftabhängiges Gerät ohne Strömungssicherung mit Gebläse vor dem Brenner. Alle unter Überdruck stehenden Teile des Abgasweges sind verbrennungsluftumspült.

- Art C Gasfeuerstätte, die die Verbrennungsluft über ein geschlossenes System dem Freien entnimmt (raumluftunabhängige Gasfeuerstätte)
- Art C₁ Gasfeuerstätte mit horizontaler Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung durch die Außenwand. Die Mündungen befinden sich nahe beieinander im gleichen Druckbereich.



Art C₁₁

Bild 23: Raumluftunabhängiges Gerät ohne Gebläse; Mündungen für Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung im gleichen Druckbereich (z.B. Außenwand-Raumheizer)

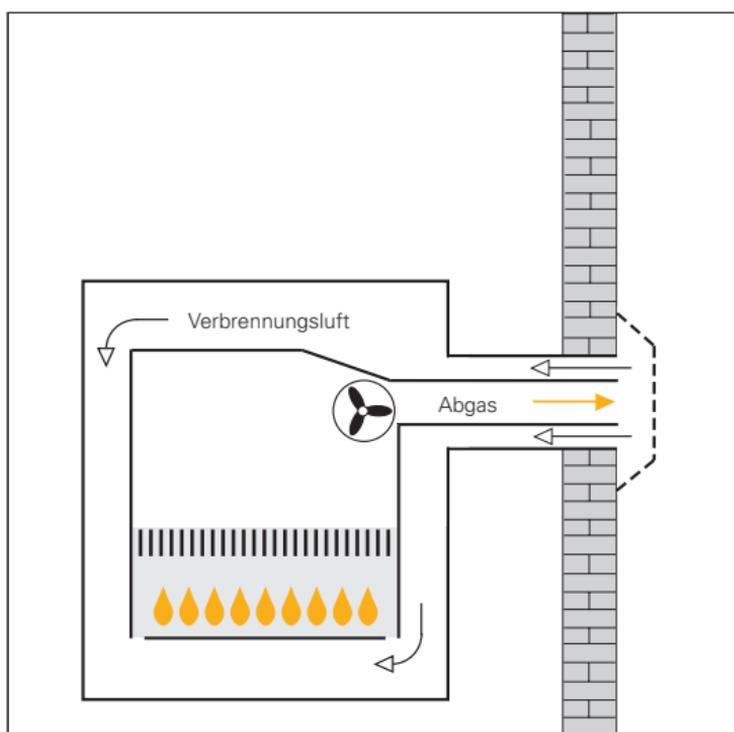
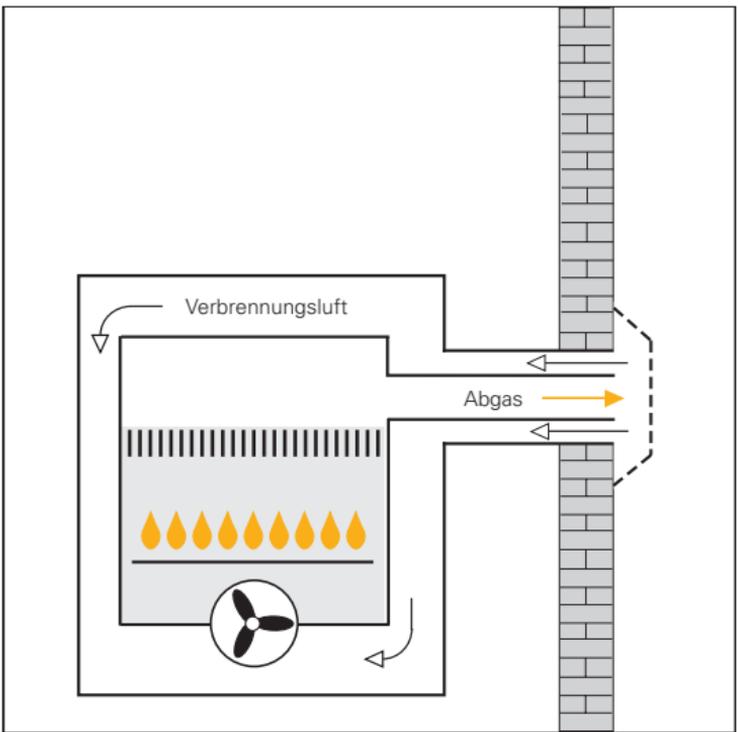
Art C_{12x}

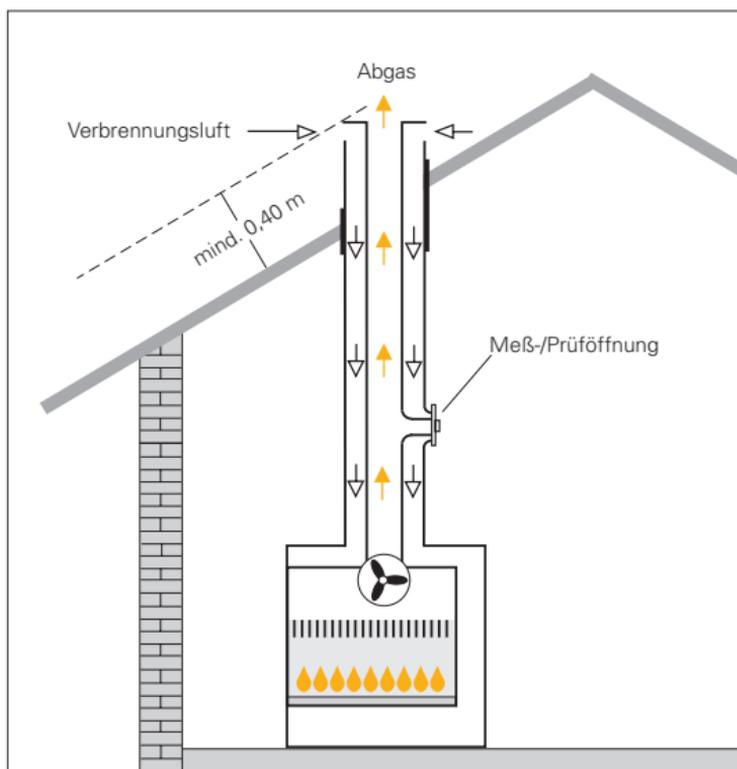
Bild 24: Raumluftunabhängiges Gerät mit Gebläse hinter dem Wärmeaustauscher; waagerechte Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung durch die Außenwand; verbrennungsluftumspülte Abgasabführung; Mündungen im gleichen Druckbereich (z.B. Außenwandgerät für die Beheizung maximal 11 kW, für Warmwasserbereitung maximal 28 kW)



Art C_{13x}

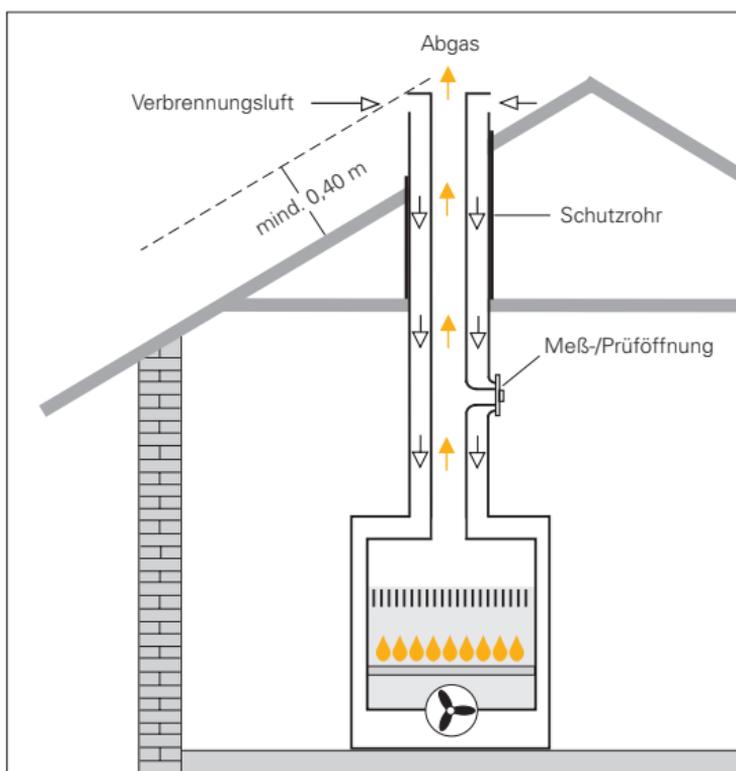
Bild 25: Raumlufunabhängiges Gerät mit Gebläse vor dem Brenner; waagerechte Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung durch die Außenwand; Mündungen im gleichen Druckbereich; verbrennungsluftumspülte Abgasabführung

Art C₃ Gasfeuerstätte mit Verbrennungsluft-
zu- und Abgasabführung über Dach;
die Mündungen befinden sich nahe
beieinander im gleichen Druckbereich.



Art C_{32x}

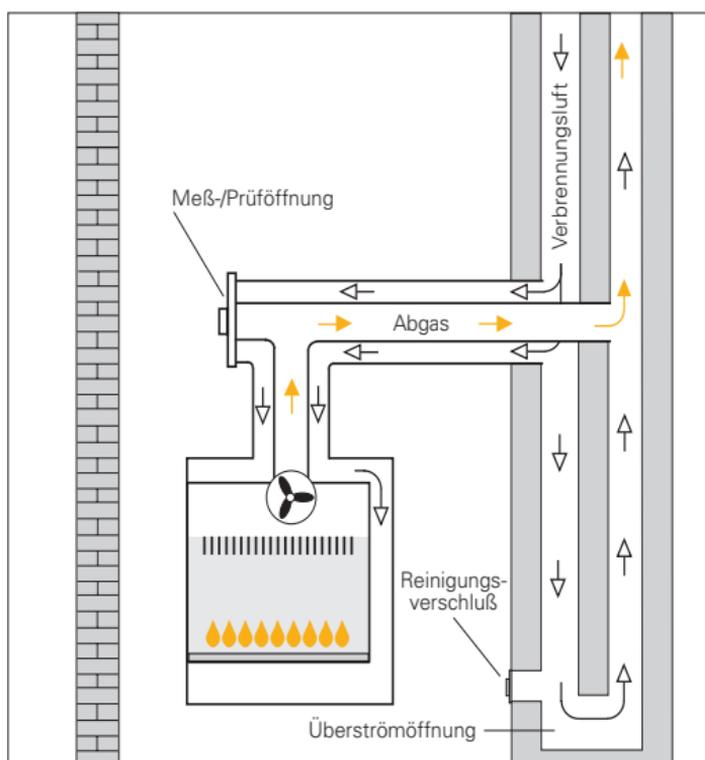
Bild 26: Raumluftunabhängiges Gerät mit Gebläse hinter dem Wärmeaustauscher; senkrechte Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung über Dach; Mündungen im gleichen Druckbereich; Abgasweg verbrennungsluftumspült (z.B. Brennwertgerät in Dachaufstellung)



Art C_{33x}

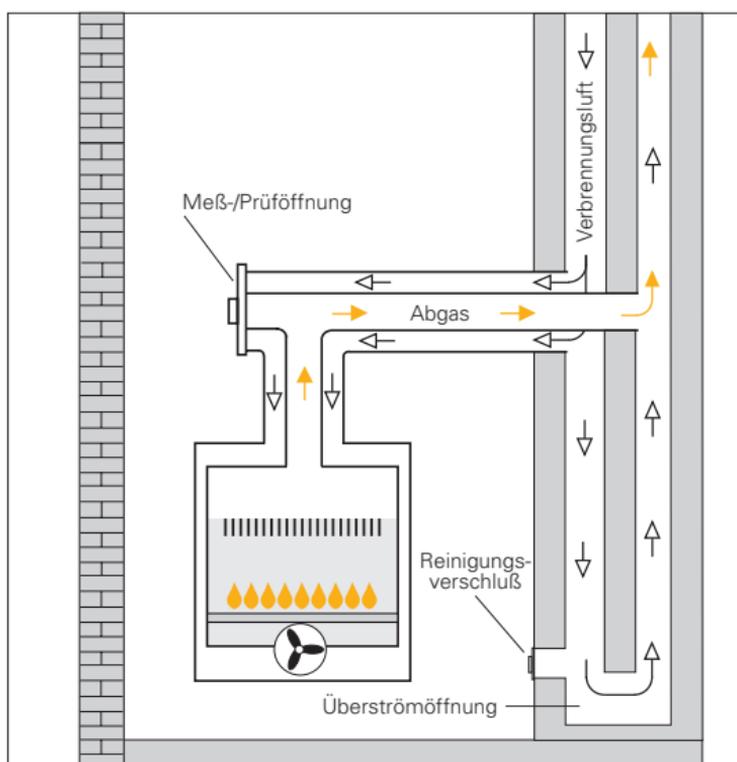
Bild 27: Raumlufunabhängiges Gerät mit Gebläse vor dem Brenner; senkrechte Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung über Dach; Mündungen im gleichen Druckbereich; Abgasweg verbrennungsluftumspült

Art C₄ Gasfeuerstätte mit Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung zum Anschluß an ein Luft-Abgas-System



Art C_{42x}

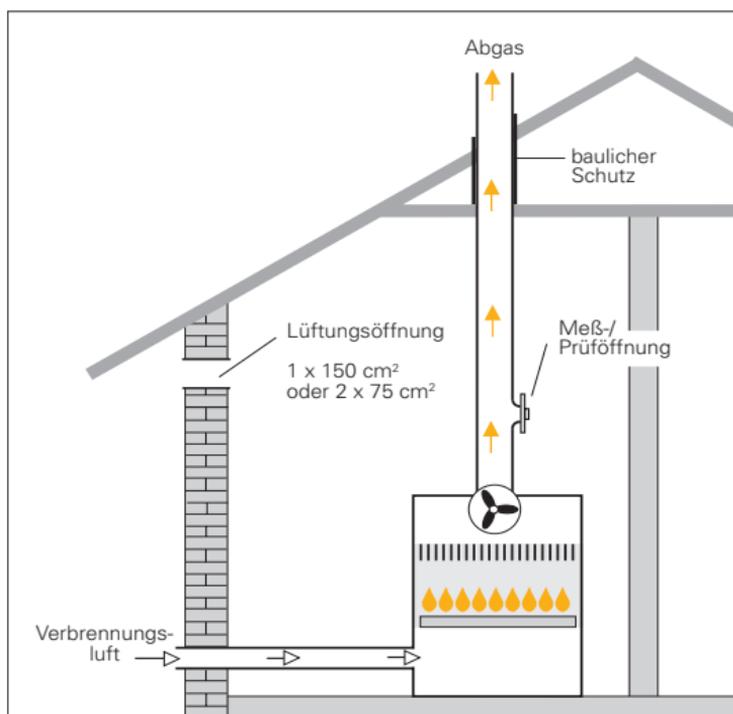
Bild 28: Raumlufunabhängiges Gerät mit Gebläse hinter dem Wärmeaustauscher; Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung zum Anschluß an ein Luft-Abgas-System; alle unter Überdruck stehenden Teile des Abgasweges sind verbrennungsluftumspült (z.B. wandhängende Kombigeräte, Mehrfachbelegung möglich).



Art C_{43x}

Bild 29: Raumluftunabhängiges Gerät mit Gebläse vor dem Brenner; Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung zum Anschluß an ein Luft-Abgas-System; alle unter Überdruck stehenden Teile des Abgasweges sind verbrennungsluftumspült.

Art C₅ Gasfeuerstätte mit getrennter Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung. Die Mündungen befinden sich in unterschiedlichen Druckbereichen.



Art C₅₂

Bild 30: Raumluftunabhängiges Gerät mit Gebläse hinter dem Wärmeaustauscher; getrennte Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung; Mündungen in unterschiedlichen Druckbereichen; Abgasabführung ohne besondere Dichtheitsanforderung, deshalb Lüftungsöffnung erforderlich

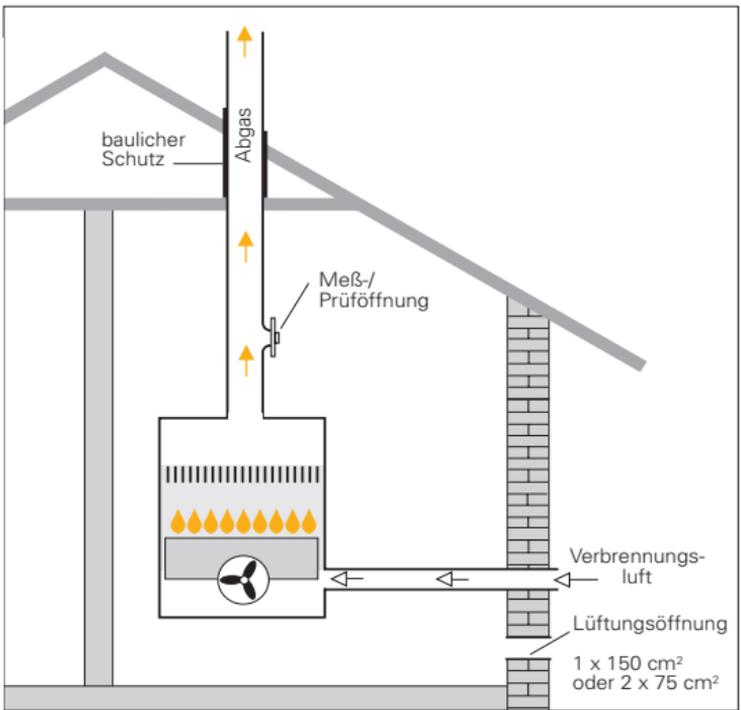
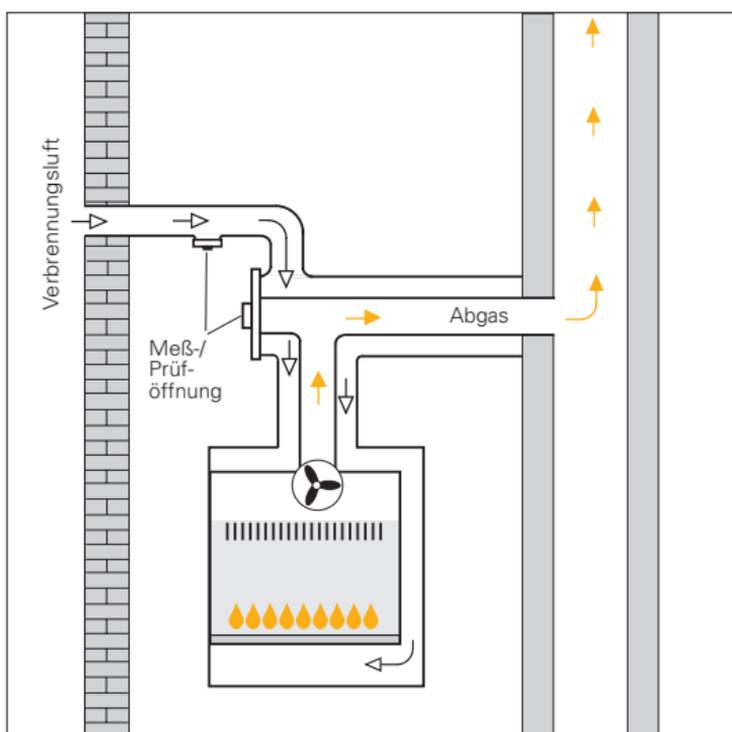
Art C₅₃

Bild 31: Raumlufunabhängiges Gerät mit Gebläse vor dem Brenner; getrennte Verbrennungsluft- und Abgasabführung; Mündungen in unterschiedlichen Druckbereichen; Abgasabführung ohne besondere Dichtheitsanforderung, deshalb Lüftungsöffnung erforderlich

Art C₈ Gasfeuerstätte mit Abgasanschluß an eine Abgasanlage und getrennter Verbrennungsluftzuführung aus dem Freien



Art C_{82x}

Bild 33: Raumlufunabhängiges Gerät mit Gebläse hinter dem Wärmeaustauscher; auch Gerät Art C_{83x} möglich; getrennte Verbrennungsluftzuführung aus dem Freien; gemeinsame Abgasanlage im Unterdruckbetrieb; alle unter Überdruck stehenden Teile des Abgasweges sind verbrennungsluftumspült, Mehrfachbelegung möglich (z.B. Gas-Kombitherme).

4.2 Gasgeräte-Beschreibung

Gas-Vorratswasserheizer

Stellt erwärmtes Wasser in einem direkt beheizten Speicher zur Verfügung.

Gas-Durchlaufwasserheizer

Erwärmt das Wasser bei der Entnahme, während es durch das Gerät fließt.

Gas-Umlaufwasserheizer

Erzeugt im Umlaufverfahren warmes Wasser für die Beheizung von Räumen oder zur Aufheizung eines Warmwasserspeichers. Im Vergleich zu Gas-

Heizkesseln ist er leichter, der Wasserinhalt geringer. Durch Wandmontage geringer Platzbedarf.

Gas-Kombiwasserheizer

Vereinigt die Arbeitsweise von Umlauf- und Durchlaufwasserheizer. Er beheizt Räume und stellt warmes Wasser zur Verfügung.

Gas-Spezialheizkessel

Erzeugt mit einem atmosphärischen Brenner Wärme zur Beheizung von Räumen und gegebenenfalls zur Aufheizung eines Warmwasserspeichers. Im Vergleich zum Gas-Umlaufwasserheizer ist er robuster und schwerer. Es gibt Küchen- und Keller-ausführungen.

Gas-Niedertemperaturkessel (NT-Kessel)

Erzeugt Wärme für die Beheizung von Räumen und die Warmwasserbereitung. Nach Definition der EG-Heizkesselrichtlinie müssen NT-Kessel eine Teilkondensation ohne Korrosionsschäden zulassen.

Gas-Brennwertgerät

NT-Wärmeerzeuger, der durch seine spezielle Bauweise zusätzlich die Kondensationswärme nutzen kann, die im Wasserdampfanteil der Abgase gebunden ist. Es gibt Wand- und Standgeräte.

Gas-Heizkessel

Erzeugt die Wärme über einen Gas-Gebläsebrenner. Werden Gaskessel und Gasbrenner als Einheit geliefert, spricht man von „Units“.

Gas-Raumheizer

Beheizt den Aufstellraum durch direkte Erwärmung der Raumluft.

Gas-Warmlufterzeuger

Beheizt Räume durch direkte Erwärmung von Luft. Bei Zentral-Lufterhitzern wird die erwärmte Luft über ein Kanalsystem in die angeschlossenen Räume verteilt.

Gasherd

Dient zum Kochen und Backen.

Gas-Heizherd

Dient zum Kochen und Backen. Zusätzlich beheizt er den Aufstellraum durch direkte Erwärmung der Raumluft.

Gas-Wäschetrockner

Erwärmt die Luft, die zum Trocknen der Wäsche benötigt wird, mit Hilfe eines Gasbrenners.

Gas-Wärmepumpe

Eignet sich zur Beheizung von Mehrfamilienhäusern oder anderen größeren Objekten. Sie nutzt Wärmeenergie aus der Umwelt (z.B. Grund- oder Oberflächenwasser, Umgebungsluft), indem sie das niedrige Temperaturniveau auf die erforderliche Heiztemperatur anhebt („hochpumpt“).

Gas-Strahlungsbrenner

Wärmeerzeuger (z.B. für die Beheizung von Großräumen), der die Wärme überwiegend durch Strahlung im Infrarot-Bereich abgibt. Durch die Vermischung von Erdgas und Verbrennungsluft sowie durch einen kurzflämmigen Flamment Teppich auf glühenden keramischen oder metallenen Brennflächen werden ein hoher Wirkungsgrad und eine hohe Umweltentlastung erreicht.

Im Gegensatz zu diesen sogenannten Hellstrahlern, werden auch Dunkelstrahler, sogenannte Strahlrohre, als Komplettseinheit aus Gas-Gebläsebrenner und Heizstrahlrohr eingesetzt.

Gasbrenner

Setzt die im Brennstoff gebundene Energie durch Verbrennung in Wärme um, die direkt oder indirekt mittels Wärmeträger (Luft oder Wasser) genutzt wird.

Nach der Art der Verbrennungsluftzuführung unterscheidet man

- Brenner ohne Gebläse (atmosphärische Brenner): Er saugt die erforderliche Verbrennungsluft durch die Injektorwirkung des Gasaustritts an.
- Brenner mit Gebläse: Die Verbrennungsluft wird über einen Ventilator zur Verfügung gestellt.
- Vormischbrenner: Gas und Verbrennungsluft werden vor der Verbrennung durchmischt.

4.3 Gasgeräte-Kennzeichnung

4.3.1 Gerätekategorien

Die DVGW-Arbeitsblätter G 260 I und II sowie die Europa-Norm DIN EN 437 unterscheiden Gasgeräte nach ihrer Einsetzbarkeit für den Betrieb mit Gasen der Gasfamilien:

- Kategorie I:
geeignet für Gase nur einer Gasfamilie
- Kategorie II:
geeignet für Gase von zwei Gasfamilien
- Kategorie III:
geeignet für Gase aller Gasfamilien

In Deutschland werden überwiegend folgende Gasgeräte-Kategorien verwendet:

Kategorie	Prüfgase	Versorgungsdruck
I _{2ELL}	G 20, G 25	20 mbar
II _{2ELL3B/P}	G 20, G 25, G 30	20 mbar; 50 mbar
III _{1abd2ELL3B/P}	G 110, G 120, G 20, G 25, G 30	8 mbar 20 mbar; 50 mbar

Dabei bedeuten

- die Indices 1-2-3:
1./2./3. Gasfamilie (siehe Seite 9 f).
(Die Buchstaben a, b, d kennzeichnen verschiedene Stadtgas-Qualitäten.)
- E-LL: hochkaloriges bzw. niederkaloriges Erdgas (entspricht in etwa Erdgas H bzw. L)
- B/P: Butan/Propan

4.3.2 CE-Kennzeichnung

Zum 1. Januar 1996 ist die DIN-DVGW-Zulassung von Gasgeräten endgültig durch die Konformitätsbewertung nach der EG-Gasgeräte-richtlinie abgelöst worden. Seither dürfen Gasgeräte nur noch auf den Markt gebracht werden, wenn sie ein CE-Zeichen tragen. „CE“ bedeutet „Communauté Européenne“ (Europäische Union). Geräte mit diesem Zeichen entsprechen den Sicherheitsanforderungen auf EU-Ebene und dürfen in allen Mitgliedsländern der Europäischen Union vertrieben werden. Gasgeräte, die in Deutschland zertifiziert werden,

tragen die Kennzeichnung der prüfenden Stelle, zum Beispiel CE 0085 (Deutschland = DVGW). Andere europäische Prüfstellen sind u.a. 0049 (Frankreich), 0063 (Niederlande), 0064 (Portugal), 0086 (England) oder 0433 (Österreich). Das CE-Zeichen steht nur für die Einhaltung der sicherheitstechnischen Mindestanforderungen.

Das neue freiwillige DVGW-Qualitätszeichen dokumentiert darüber hinaus bestimmte Standards, die bisher Voraussetzung für die Erteilung des DIN-DVGW-Zeichens waren (z.B. bezüglich Gebrauchstauglichkeit, Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Servicefreundlichkeit, Energieeinsparung). Gasgeräte, die mit dem DVGW-Qualitätszeichen gekennzeichnet sind, können in Deutschland problemlos eingesetzt werden.

4.3.3 Typschild

Das Typschild ist der wichtigste Hinweis auf Einsetzbarkeit und Aufstellmöglichkeiten eines Gasgerätes. Nach den geltenden Bestimmungen (EG-Gasgeräte-richtlinie) müssen auf dem Typschild neben der CE-Kennzeichnung folgende Angaben stehen:

- Name und Kennzeichen des Herstellers
- Handelsbezeichnung des Gerätes
- gegebenenfalls Art der Stromversorgung
- Gerätekategorie in bezug auf das Bestimmungsland (gemäß DIN EN 437)
- Jahr der Anbringung der CE-Kennzeichnung

Gasarten und Anschlußdrücke, aber auch die Verordnungen über Anschlußbedingungen sind in den einzelnen europäischen Ländern unterschiedlich. Nur die eindeutige Kennzeichnung von Land, Gerätekategorie, Geräteart und Anschlußdrücken gewährleistet, daß das Gerät im angegebenen Land mit den angezeigten Gasen sicher betrieben werden kann.

Die Länderzuordnung ist für die sichere Benutzbarkeit außerordentlich wichtig. Ist sie nicht auf dem Typschild ersichtlich, z.B. „DE“ als Abkürzung für Deutschland, müssen die Erfüllung der deutschen Aufstellbedingungen und die deutsche Aufstell- und Bedienungsanleitung vom Hersteller angefordert werden.

Das Typschild gibt außerdem an, wann das Gerät zertifiziert worden ist:

- Kennziffer für die Jahreszahl der Zertifizierung

1. Buchstabe:

A = 1990-1999

B = 2000-2009

C = 2010-2019

2. Buchstabe:

L = 0

Q = 5

M = 1

R = 6

N = 2

S = 7

O = 3

T = 8

P = 4

U = 9

Beispiel: AR = 1996



Bild 34: Typschild

Die Angabe auf dem abgebildeten Typschild bedeutet beispielsweise

DE	=	Länderkennzeichnung (Bestimmungsland Deutschland)
II	=	Zuordnung nach Gas-Kategorie
2E	=	in etwa Erdgas H (mit ausreichender Genauigkeit)
2LL	=	in etwa Erdgas L (mit ausreichender Genauigkeit)
B _{11BS}	=	Zuordnung nach Art (Art der Abgasabführung)
G 20/25	=	Normprüfgase für Erdgas E/LL
G 30/31	=	Normprüfgase für Butan/Propan
20 mbar	=	Anschlußdruck für Erdgas
50 mbar	=	Anschlußdruck für Flüssiggase

4.4 Begriffe aus der Gerätetechnik

Wärmebelastung (\dot{Q}_B)

Der im Gas zugeführte Wärmestrom in kW, bezogen auf den Heizwert. Anders ausgedrückt: die mit dem Gas zugeführte Energiemenge in kWh pro Stunde.

Nennwärmebelastung (\dot{Q}_{NB})

Zwischen größter Wärmebelastung (\dot{Q}_{Bmax}) und kleinster Wärmebelastung (\dot{Q}_{Bmin}) fest eingestellte Wärmebelastung in kW.

Wärmeleistung (\dot{Q}_L)

Der von einem Gasgerät nutzbar gemachte Wärmestrom in kW.

Nennwärmeleistung (\dot{Q}_{NL})

Der bei Nennwärmebelastung von einem Gasgerät nutzbar gemachte Wärmestrom in kW.

Gesamtnennwärmeleistung ($\Sigma\dot{Q}_{NL}$)

Summe der Nennwärmeleistungen aller in einem Raum, einer Wohnung oder einer anderen Nutzungseinheit aufgestellten Feuerstätten, die gemeinsam betrieben werden können. Können nur eine Feuerstätte oder mehrere in bestimmter Kombination gleichzeitig betrieben werden, sind nur die Nennwärmeleistungen dieser Feuerstätten für die Gesamtnennwärmeleistung maßgeblich.

Nennwärmeleistungsbereich

Der vom Hersteller auf dem Geräteschild angegebene Bereich, in dem die Nennwärmeleistung eingestellt werden kann bzw. darf.

Normwärmebedarf

Der rechnerische Wärmebedarf eines neuen Gebäudes in kW. Er ergibt sich nach DIN 4701 und ist Grundlage für die Bemessung des Wärmeerzeugers. Der Wärmeerzeuger darf nicht zu groß sein, weil er sonst unwirtschaftlich arbeitet. Ausnahme: Bei NT-Kesseln und Brennwertgeräten darf die Leistung den errechneten Wärmebedarf überschreiten, weil diese Geräte im Teillastbereich besonders wirtschaftlich arbeiten.

Anschlußwert (\dot{V}_A)

Volumenstrom in Kubikmeter pro Stunde (m^3/h) eines Gasgerätes bei Nennwärmebelastung.

$$\dot{V}_A = \frac{\dot{Q}_{\text{NB}}}{H_{\text{u,B}}} \text{ in } \text{m}^3/\text{h}$$

Einstellwert (\dot{V}_E)

Volumenstrom in Liter je Minute (l/min), auf den die Brenner der Gasgeräte eingestellt werden müssen, um die Nennwärmebelastung zu erreichen.

Umrechnungsbeispiel:

$$\dot{V}_E = \frac{\dot{Q}_{\text{NB}}}{H_{\text{u,B}}} \cdot f_1 \left[\frac{\text{l}}{\text{min}} \right] \text{ mit } f_1 = 16,7 \left(= \frac{1.000}{60} \cdot \frac{\text{l}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{h}}{\text{min}} \right)$$

Der Einstellwert ist von Bedeutung, wenn der Brenner mittels Gaszähler und Uhr eingestellt wird. Eine weitere Möglichkeit ist die Einstellung über Wobbe-Index und Düsendruck.

Einstelltabelle sind bei den jeweiligen Geräteherstellern sowohl für die volumetrische als auch für die Düsendruckmethode erhältlich.

Wirkungsgrad (η)

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis von nutzbar gemachter und zugeführter Energie. Man unterscheidet mehrere Wirkungsgrade.

Feuerungstechnischer Wirkungsgrad (η_F)

Er gibt an, wieviel Prozent der Energie nach Abzug der Abgasverluste noch für die Beheizung nutzbar sind. Er wird vom Schornsteinfeger gemessen. Der feuerungstechnische Wirkungsgrad erfaßt nicht die Strahlungs- und Bereitschaftsverluste.

Kesselwirkungsgrad (η_K)

Er gibt an, wieviel Prozent der im Gas enthaltenen Energie im Kessel in nutzbare Wärme umgewandelt wird. Er berücksichtigt die Strahlungsverluste. Moderne Gaskessel erreichen einen Kesselwirkungsgrad von über 90 %. Bei Brennwertkesseln liegen die Werte noch höher.

Nutzungsgrad

Er gibt an, welcher Anteil der eingesetzten Energie für das Heizsystem nutzbar ist (nach Abzug der Abgas-, Strahlungs- und Betriebsbereitschaftsverluste). Damit ist er eine wichtige Kenngröße zur Beurteilung eines Wärmeerzeugers. Der Nutzungsgrad wird auf den Heizwert (H_u) bezogen. Bei Gas-Brennwertgeräten kann er, bezogen auf den Heizwert, Werte über 100 % erreichen.

Anlagenwirkungsgrad

Er gibt an, wieviel Prozent der erzeugten Wärme in den beheizten Räumen genutzt wird. Ein Teil der Wärme geht in den Heizungsleitungen und durch wärmetechnisch schlecht eingebaute Heizkörper verloren. Ein Anlagenwirkungsgrad von 80 % gilt bereits als recht gut.

Jahresnutzungsgrad (η_a)

Er gibt an, wieviel Prozent der pro Jahr eingesetzten Energie als Wärme genutzt wird. Beim Jahresnutzungsgrad werden sämtliche Verluste betrachtet. Er ist also die entscheidende Kenngröße für die Wirtschaftlichkeit einer heiztechnischen Anlage.

Normnutzungsgrad

Er wird mit standardisierten Meß- und Auswertungsverfahren auf dem Prüfstand ermittelt. Deshalb ist er eine Kenngröße für die energetische Beurteilung und Vergleichbarkeit von Wärmeerzeugern.

Wärmeverluste

Der Wirkungs- bzw. Nutzungsgrad von Wärmeerzeugern hängt von den Verlusten ab, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung entstehen. Dazu zählen vor allem der Abgasverlust q_A , der Bereitschaftsverlust q_B und der Strahlungsverlust q_{ST} .

Abgasverlust (q_A)

Er gibt an, wieviel Wärmeenergie mit den Abgasen durch die Abgasanlage entweicht. Die zulässigen Höchstwerte sind in der 1. BImSchV (Kleinf Feuerungsanlagen-Verordnung, siehe Kapitel 4.5) festgelegt. In Anlagen mit einer Nennwärmeleistung über 4 kW wird die Einhaltung der Grenzwerte vom Schornsteinfeger überprüft.

Der Abgasverlust errechnet sich nach der erweiterten „Sievert'schen Formel“ auf Basis des gemessenen Kohlendioxidgehaltes im Abgas:

$$q_A = (t_A - t_L) \cdot \frac{A_1}{CO_2} + B$$

t_A = Abgastemperatur in °C

t_L = Raumlufttemperatur in °C

brennstoffabhängige Faktoren	bei Erdgas
A_1	0,37
B	0,009

Die Ermittlung der Abgasverluste nach der 1. BImSchV lässt sich für Brennwertgeräte nicht anwenden.

Strahlungsverlust (q_{ST})

Er entsteht durch Abstrahlung über die Außenflächen in den Betriebszeiten des Wärmeerzeugers.

Bereitschaftsverlust (q_B)

Er entsteht in den Betriebspausen durch Abstrahlung an den Aufstellraum oder durch die Luftdurchströmung des Wärmeerzeugers.

4.5 Die 1. Bundes-Immissionschutzverordnung (BImSchV)

Die novellierte Verordnung über Kleinf Feuerungsanlagen (1. BImSchV) trat am 1. November 1996 in Kraft. Gegenüber der Fassung von 1988 haben sich folgende wesentliche Änderungen ergeben:

- Neuanlagen müssen seit dem 1. Januar 1998 folgende Abgasverluste einhalten:
 11 % von 4 bis 25 kW Nennwärmeleistung
 10 % von 25 bis 50 kW Nennwärmeleistung
 9 % über 50 kW Nennwärmeleistung
 Ausgenommen sind Feuerungsanlagen zur Beheizung eines Einzelraumes bis 11 kW und zur ausschließlichen Warmwasserbereitung bis 28 kW Nennwärmeleistung. Bild 35 zeigt die höchstzulässigen Abgasverluste für Gas- und Ölfeuerungsanlagen.
- In einem Stufenplan für Altanlagen (errichtet vor dem 1. November 1996) ist festgelegt, bis

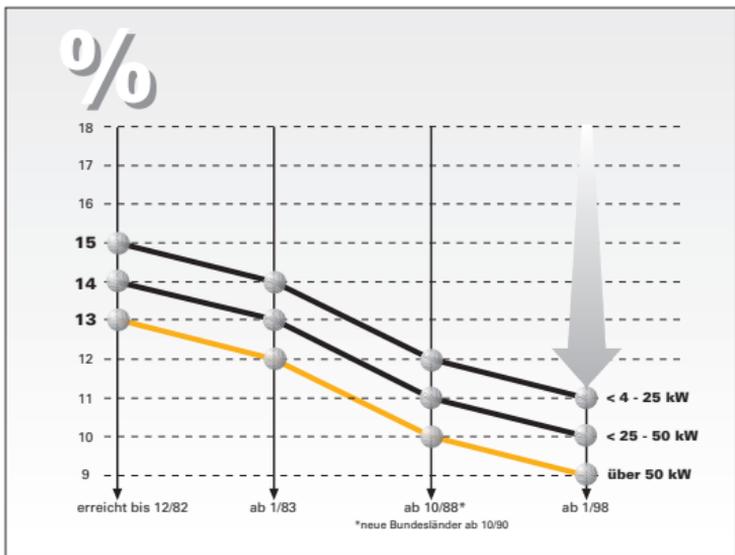


Bild 35: Höchstzulässige Abgasverluste von Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Prozent

zu welchem Zeitpunkt die neuen Abgasverlustwerte einzuhalten sind. Dabei gilt: Je mehr die gemessenen Abgasverluste die neuen Grenzwerte überschreiten, desto kürzer ist die Übergangsfrist (siehe Tabelle 3 auf Seite 64).

- Für Heizkessel bis 120 kW gelten seit dem 1. Januar 1998 folgende Emissionsgrenzwerte:
 Heizöl: NO_x 120 mg/kWh
 Erdgas: NO_x 80 mg/kWh
 Die Emissionen werden dabei nicht vor Ort gemessen, es gilt eine Herstellerbescheinigung.
- Heizkessel zur Gebäudebeheizung mit mehr als 400 kW müssen einen Normnutzungsgrad von 91 % erreichen.

Nenn- wärme- leistung in Kilowatt	Zeitpunkt, ab dem die neuen Grenzwerte von bestehenden Feuerungsanlagen einzuhalten sind				
	Bei der Einstufung ermittelter Abgasverlust				
	bis 10%	11%	12%	13%	über 13%
über 4 bis 25	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2002	1.11.2001
über 25 bis 50	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2002	1.11.2001	1.11.2001
über 50 bis 100	1.11.2004	1.11.2002	1.11.2001	1.11.2001	1.11.2001
über 100	1.11.2004	1.11.2002	1.11.1999	1.11.1999	1.11.1999

Tabelle 3: Übergangsfristen für Altanlagen nach der 1. BImSchV

5 Aufstellung von Gasgeräten

5.1 Allgemeine Festlegung

Gasgeräte für den häuslichen Anwendungsbereich müssen die europäische Kennzeichnung „CE“ tragen und für Deutschland geeignet sein.

Sichergestellt ist das, wenn auf dem Typschild das Bestimmungsland Deutschland mit der Abkürzung „DE“ erkennbar ist oder die Geräteklasse einer der drei folgenden Beispiele entspricht; die CE-Kennzeichnung kann sich verändern:

Beispiele:

DE I_{2ELL3B/P} 20;50 CE 0085AR0123,
für Gasgeräte, die von Erdgas auf Flüssiggas (und umgekehrt) umstellbar sind,

DE I_{2ELL} 20 CE 0063AS0123,
für Gasgeräte, die nur mit Erdgas betrieben werden,

DE I_{3B/P} 50 CE 0051AQ0123,
für Gasgeräte, die nur mit Flüssiggas betrieben werden.

Die Bedienungs- und Aufstellanleitungen müssen unter Berücksichtigung der deutschen Aufstellbedingungen in deutscher Sprache vorliegen.

5.2 Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume

Gasgeräte können unter bestimmten Bedingungen in jedem beliebigen Raum aufgestellt werden. Entsprechende Vorschriften sind in der Musterfeuerungsverordnung (MFeuV) bzw. in den Länderfeuerungsverordnungen und in den Technischen Regeln für Gas-Installationen (DVGW-TRGI '86/'96) festgelegt.

Eignung und Bemessung der Räume

- Lage, Größe, bauliche Beschaffenheit und Nutzungsart dürfen nicht zu Gefahren führen.
- Die Aufstellräume müssen so bemessen sein, daß Gasgeräte ordnungsgemäß betrieben und instandgehalten werden können.
- Die Einbauanleitungen der Hersteller sind zu beachten.
- Ausreichende Verbrennungsluftversorgung muß gewährleistet sein.
- Mindestabstände der Gasgeräte zu brennbaren Baustoffen und Einbaumöbeln sind den Einbauanleitungen der Hersteller zu entnehmen; werden dazu keine Angaben gemacht, ist ein Abstand von 40 cm einzuhalten.
- Bei Gas-Brennwertgeräten sind die örtlichen Bestimmungen für die Kondenswassereinleitung in die öffentliche Kanalisation zu beachten.

Unzulässige Räume

- Treppenträume und allgemein zugängliche Flure, die als Rettungswege dienen,
- innenliegende Räume, die über Sammel-schächte ohne Ventilator entlüftet werden (gilt bei raumluftabhängigen Gasfeuerstätten),
- Räume, aus denen Ventilatoren Luft absaugen (außer ein gefahrloser Betrieb für raumluftabhängige Gasfeuerstätten ist sichergestellt),
- Räume, in denen offene Kamine oder Kaminöfen ohne eigene Verbrennungsluftversorgung aufgestellt sind (außer die Betriebssicherheit der raumluftabhängigen Gasfeuerstätten ist gewährleistet),
- Räume, in denen sich leichtentzündliche oder explosionsfähige Stoffe befinden oder entstehen können (außer sogenannten „Garagen-Feuerstätten“).

5.3 Schutzziele für Aufstellung und Betrieb (Geräteart B)

- Schutzziel Nr. 1:
Sicheres Betriebsverhalten im Anfahrzustand
(Abgasverdünnungsraum)

Bei Gasfeuerstätten mit Strömungssicherung (Art B₁, Bilder 17 und 18/Seiten 36, 37) kann unter ungünstigen Schornsteinverhältnissen kurzzeitig Abgas über die Strömungssicherung in den Aufstellraum ausströmen. Der Aufstellraum in seinen lichten Maßen muß daher groß genug sein, um dieses Abgas aufzunehmen und so weit zu verdünnen, daß die Abgaskonzentration unbedenklich bleibt.

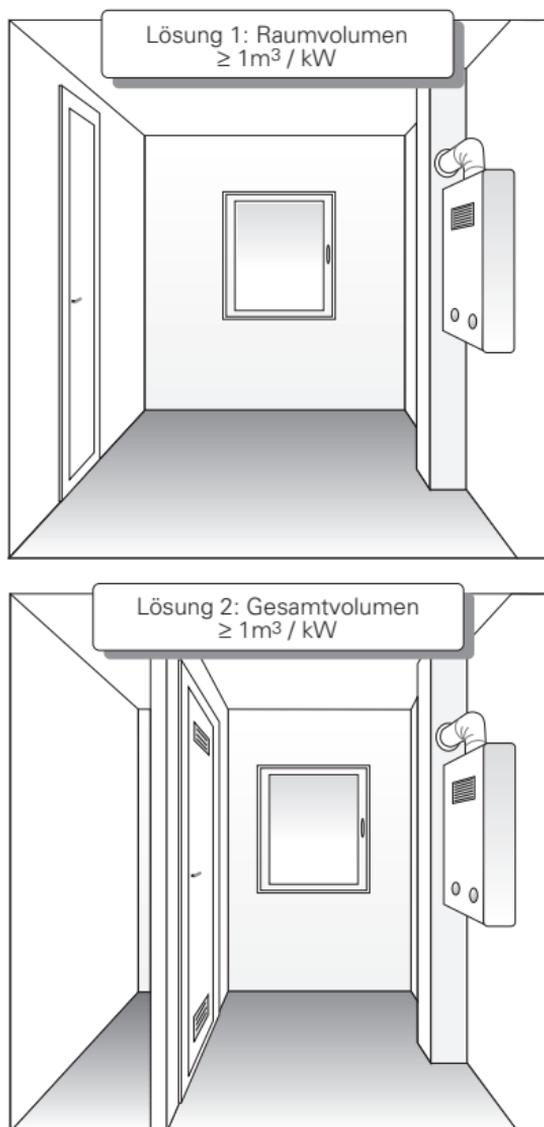


Bild 36
Schutzziel Nr. 1: Abgasverdünnungsraum

Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es drei Lösungsmöglichkeiten:

1. Lösungsmöglichkeit:

Der Aufstellraum weist unabhängig von der Gesamtnennwärmeleistung der Gasgeräte der Art B₁ einen Rauminhalt von mindestens 1 m³ je kW Gesamtnennwärmeleistung auf (Bild 36).

Beispiel:

Gesamtnennwärmeleistung 12 kW
erforderlicher Rauminhalt $\geq 12 \text{ m}^3$

2. Lösungsmöglichkeit:

Hat der Aufstellraum selbst nicht diese Mindestgröße, kann er mit unmittelbar benachbarten Räumen über jeweils zwei Öffnungen von je mindestens 150 cm² Querschnitt verbunden werden, wenn die Gesamtnennwärmeleistung der Gasgeräte der Art B₁ kleiner als 50 kW ist. Die Öffnungen sind vorzugsweise in den Türen anzubringen (die obere Öffnung möglichst nicht tiefer als 1,80 m, die untere in der Nähe des Fußbodens) (Bild 36).

3. Lösungsmöglichkeit:

Unabhängig von der Gesamtnennwärmeleistung der Gasgeräte der Art B₁ kann bei Aufstellräumen mit weniger als 1 m³ je 1 kW die Abgasverdünnung über Lüftungsöffnungen ins Freie mit entsprechend leistungsabhängigen freien Querschnitten erfolgen.

- Bis 50 kW Gesamtnennwärmeleistung ist eine obere und eine untere Lüftungsöffnung mit jeweils 75 cm² freiem Querschnitt erforderlich.
- Bei mehr als 50 kW beträgt der erforderliche Öffnungsquerschnitt ins Freie mindestens 150 cm² plus 2 cm² für jedes über 50 kW hinausgehende kW, verteilt auf je eine obere und eine untere gleich große Lüftungsöffnung.

Beispiel:

Falls der Aufstellraum kleiner als 100 m³ ist, die Gesamtnennwärmeleistung aber 100 kW beträgt: erforderliche Lüftungsöffnungen

$$150 \text{ cm}^2 + 2 \text{ cm}^2 \times 50 = \underline{250 \text{ cm}^2}$$

aufgeteilt auf zwei gleich große Öffnungen

á 125 cm² direkt ins Freie (keine Lüftungsleitung!)

(siehe auch Verbrennungsluftversorgung über Öffnungen ins Freie, Kapitel 5.6)

Bei länger andauerndem Abgasrückstrom schaltet die Abgasüberwachungseinrichtung („BS“), die bei jeder Gasfeuerstätte mit einer Nennwärmeleistung größer als 7 kW vorgeschrieben ist, den Gasbrenner automatisch auf Störung. Die Ursache ist zu ergründen, und die Mängel sind umgehend zu beheben.

Bei Gasgeräten der Art B₂ und B₃ (mit verbrennungsluftumspüler oder dichter Abgasabführung, Bilder 19 bis 22/Seiten 38 bis 42) braucht der Abgasverdünnungsraum nicht berücksichtigt zu werden, da diese Gasgeräte über keine Strömungssicherung verfügen.

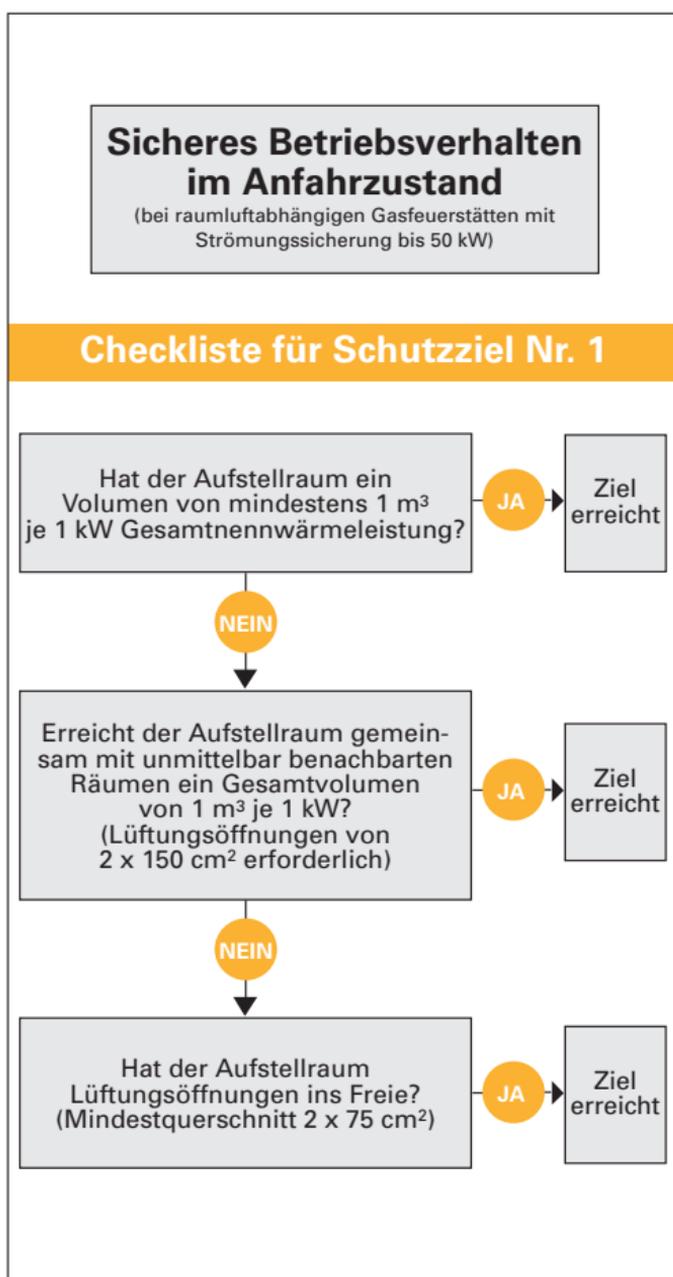


Bild 37

Checkliste für das Erreichen von Schutzziel 1

- **Schutzziel Nr. 2:**
Ausreichende Verbrennungsluftversorgung

Dieses Ziel ist im Regelfall erfüllt, wenn dem Aufstellraum auf natürliche Weise oder durch technische Maßnahmen eine stündliche Verbrennungsluftmenge von $1,6 \text{ m}^3$ je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung aller raumluftabhängigen Feuerstätten (für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe) bei einem stündlichen Luftwechsel von $n = 0,4$ zuströmt.

Die Verbrennungsluftzufuhr kann auf verschiedene Weise erreicht werden:

- über Außenfugen des Aufstellraumes
- über Außenfugen im Verbrennungsluftverbund
- über Öffnungen ins Freie
- über Außenfugen gemeinsam mit Außenluft-Durchlaßelementen im Aufstellraum
- durch besondere technische Anlagen
- Die Absicherung der ausreichenden Verbrennungsluftversorgung muß durch die Funktionsprüfung der Abgasanlage (siehe Kapitel 8) bestätigt werden.

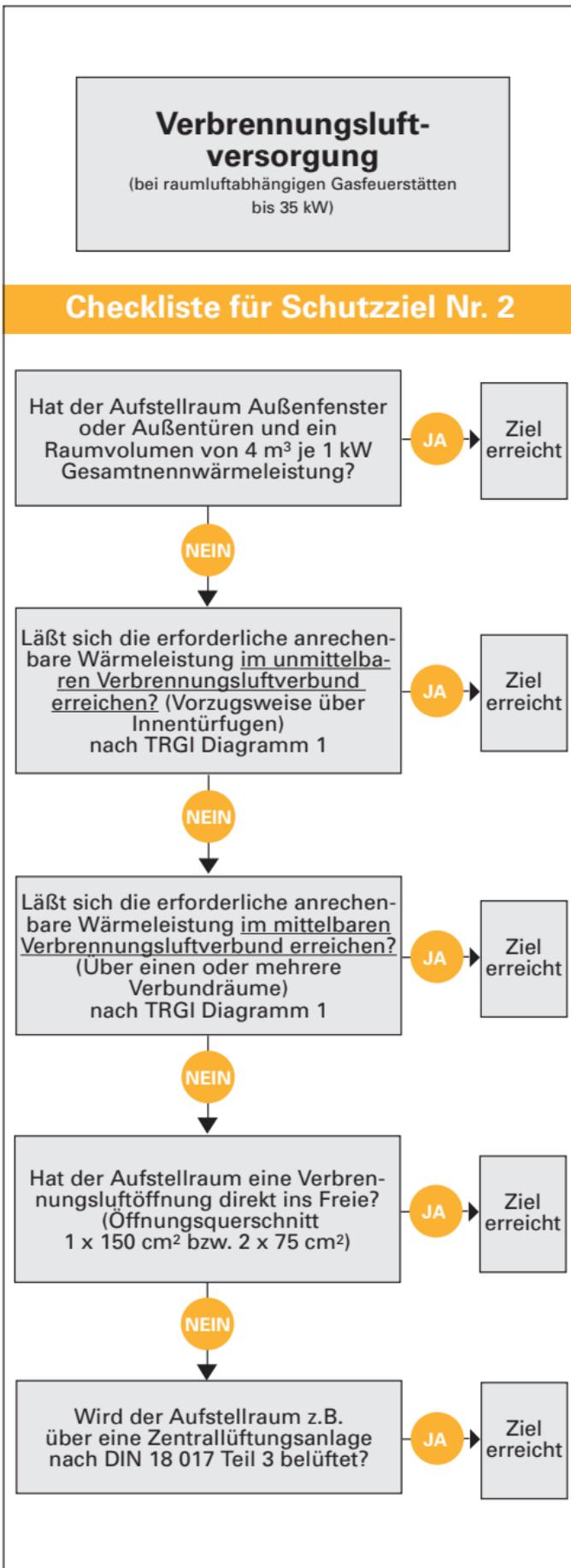


Bild 38
Checkliste für das Erreichen von Schutzziel 2

5.4 Verbrennungsluftversorgung über Außenfugen des Aufstellraumes (Geräteart B)

Gasgeräte der Art B dürfen in Räumen aufgestellt werden, die mindestens eine Tür ins Freie oder ein Fenster, das geöffnet werden kann, und einen Rauminhalt von 4 m³ je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung haben (Bild 39).

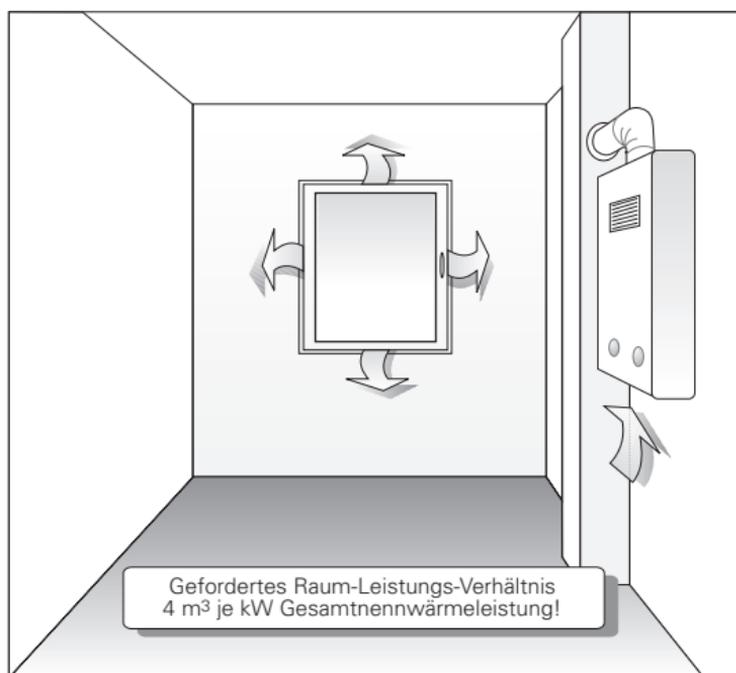


Bild 39: Verbrennungsluftzufuhr über Außenfugen

Dieses Raum-Leistungs-Verhältnis (RLV) dient ausschließlich der Verbrennungsluftversorgung von raumluftabhängigen Feuerstätten der Art B mit einer Gesamtnennwärmeleistung von nicht mehr als 35 kW.

Für die Gesamtnennwärmeleistung zu berücksichtigen sind (unter Beachtung des gleichzeitigen Betriebes) sämtliche raumluftabhängigen Feuerstätten für

- gasförmige Brennstoffe
(Gasgeräte der Art B₁, B₂, B₃)
- flüssige Brennstoffe (z. B. Heizöl)
- feste Brennstoffe (z. B. Holz, Kohle)

5.5 Verbrennungsluftversorgung über Außenfugen im Verbrennungsluftverbund (Geräteart B)

Häufig ist der Aufstellraum zu klein, um das geforderte Raum-Leistung-Verhältnis ($4 \text{ m}^3 \text{ je } 1 \text{ kW}$) zu erreichen, oder er hat keine Fenster bzw. Außentüren. Unter bestimmten Bedingungen können dann benachbarte Räume mit Außenfugen an Türen oder Fenstern (Verbrennungslufträume) zur Erzielung des RLV herangezogen werden. Dann spricht man vom Verbrennungsluftverbund.

Je nach Zuordnung der Verbrennungslufträume zum Aufstellraum unterscheidet man den unmittelbaren (direkten) und den mittelbaren (indirekten) Verbrennungsluftverbund.

- Unmittelbarer Verbrennungsluftverbund:
Hier kann dem Aufstellraum über einen oder mehrere direkt angrenzende Verbrennungslufträume die notwendige Verbrennungsluft zuströmen (Bild 40).

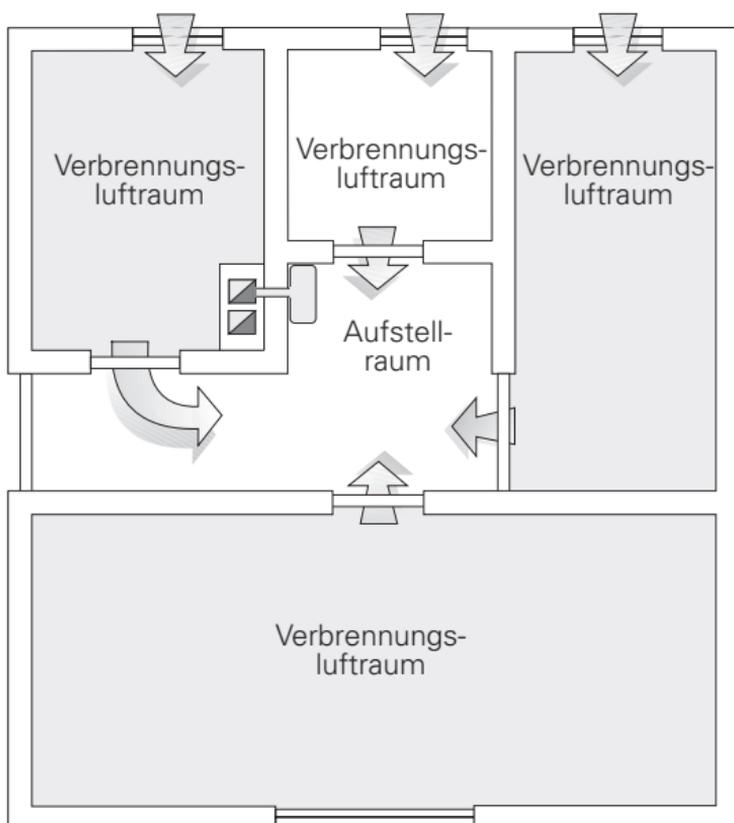
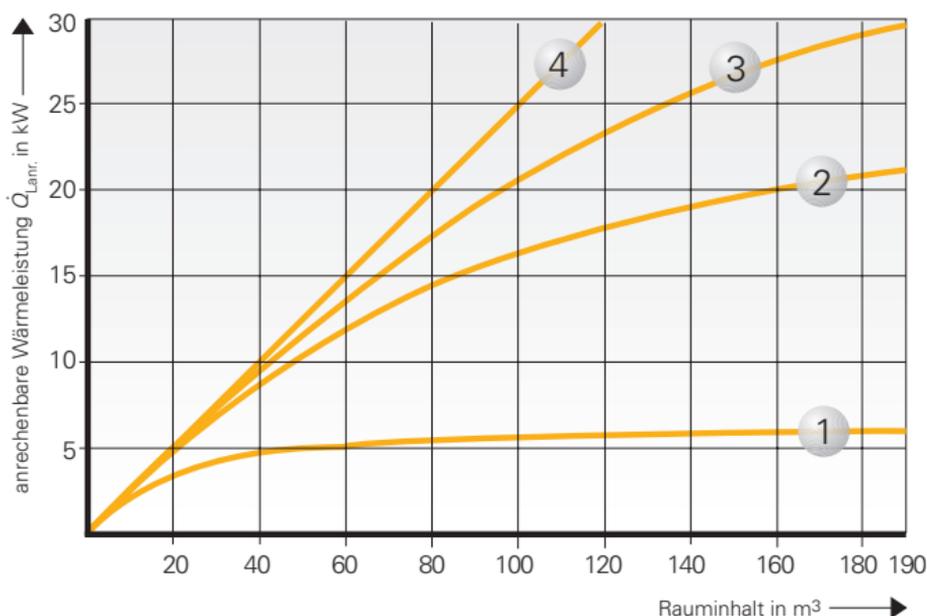


Bild 40: Unmittelbarer Verbrennungsluftverbund

Für die lufttechnische Verbindung gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Möglichkeit:

Ist der Aufstellraum größer als 1 m^3 je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung, kann aus dem Diagramm 1 der DVGW-TRGI '86/'96 (Kurven 1 bis 3) die anrechenbare Wärmeleistung der Verbrennungslufträume in Abhängigkeit von ihrer Größe und der Beschaffenheit der Innentüren ermittelt werden (Bild 41). Hat der Aufstellraum ein Fenster, ist für ihn Kurve 4 anzuwenden.



Kurve 1: Innentür mit dreiseitig umlaufender Dichtung und ungekürztem Türblatt

Kurve 2: Innentür mit dreiseitig umlaufender Dichtung und $1,0 \text{ cm}$ gekürztem Türblatt oder Innentür ohne umlaufende Dichtung mit ungekürztem Türblatt

Kurve 3: Innentür mit dreiseitig umlaufender Dichtung und $1,5 \text{ cm}$ gekürztem Türblatt oder Innentür ohne umlaufende Dichtung mit $1,0 \text{ cm}$ gekürztem Türblatt

Kurve 4: Aufstellraum mit Außenfenster oder -tür sowie Innentür mit Verbrennungsluftöffnung von mind. 150 cm^2 freiem Querschnitt

Bild 41: Ermittlung der anrechenbaren Wärmeleistung aus dem Rauminhalt der Verbrennungslufträume, die zum jeweiligen Verbrennungsluftverbund gehören, und gegebenenfalls des Aufstellraumes

Ist der Aufstellraum kleiner als 1 m^3 je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung, muß zuerst der erforderliche Abgasverdünnungsraum mit $2 \times 150 \text{ cm}^2$ Öffnungsquerschnitt zu direkt benachbarten Räumen geschaffen werden.

Die Ausführung des Schutzzieles 1 erfüllt hiermit zugleich die Anforderungen an die Luftöffnung für das Schutzziel 2.

Haben diese Räume Fenster, gilt Kurve 4. Für die übrigen unmittelbar benachbarten Verbrennungslufträume gelten je nach Größe und Innentürkonstruktion die Kurven 1 bis 3 des Diagramms.

2. Möglichkeit:

Wenn Verbrennungslufträume mit dem Aufstellraum durch eine Öffnung von mindestens 150 cm^2 Querschnitt verbunden werden, kann ihr Volumen voll auf das Raum-Leistungs-Verhältnis gemäß Kurve 4 angerechnet werden.

- Mittelbarer Verbrennungsluftverbund:
In vielen Wohnungen ist der unmittelbare Verbrennungsluftverbund nicht möglich, da die

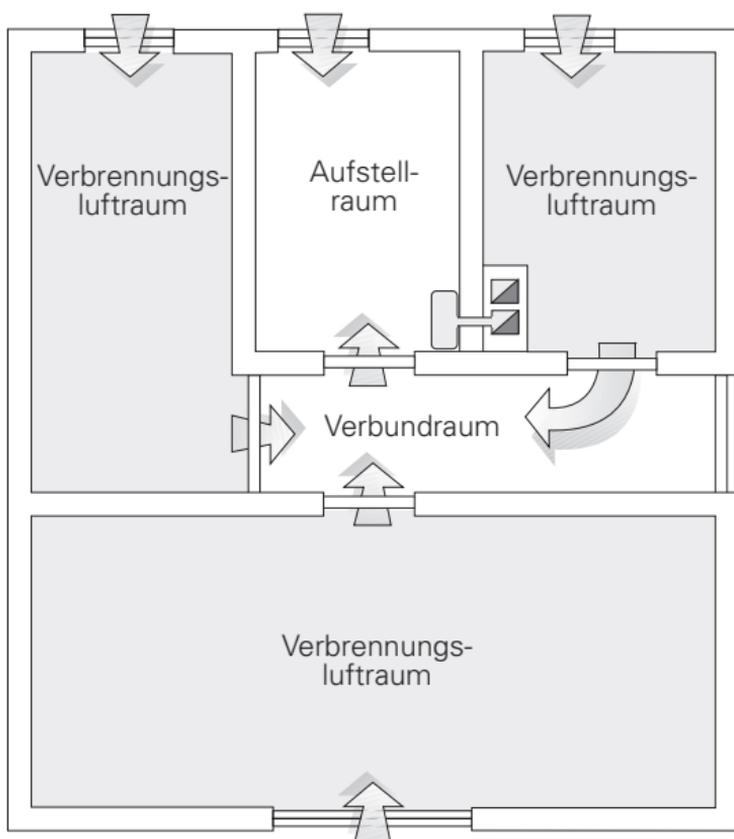


Bild 42: Mittelbarer Verbrennungsluftverbund

Räume direkt neben dem Aufstellraum zu klein sind oder kein Fenster haben. Dann kommt der mittelbare Verbrennungsluftverbund zur Anwendung. Hier strömt die Verbrennungsluft aus jedem Verbrennungsluftraum über dessen Innentür in einen oder mehrere hintereinanderliegende Verbundräume und von dort über die Aufstellraumtür zum Gasgerät (Bild 42).

Für die lufttechnischen Verbindungen gelten folgende Anforderungen:

Zwischen dem Aufstellraum und dem Verbundraum ist unabhängig vom Rauminhalt immer eine Verbrennungsluftöffnung von 150 cm² erforderlich.

Ist der Aufstellraum kleiner als 1 m³ je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung, muß zuerst auch hier der Abgasverdünnungsraum mit 2 x 150 cm² zu direkt benachbarten Räumen geschaffen werden. Die Berücksichtigung des Schutzzieles Nr. 1 erfüllt zugleich die Anforderung des Schutzzieles Nr. 2.

Für die Verbindung zwischen dem Verbundraum und den Verbrennungslufträumen gelten die gleichen Vorschriften wie beim unmittelbaren Verbrennungsluftverbund. Das bedeutet:

- Ermittlung der anrechenbaren Wärmeleistung in Abhängigkeit vom Rauminhalt der Verbrennungslufträume und der Beschaffenheit ihrer Innentüren gemäß Kurven 1 bis 3 des DVGW-TRGI-Diagramms 1 (Bild 41) oder
- jeweils eine Öffnung mit 150 cm² in den Innentüren und Ermittlung der anrechenbaren Wärmeleistung gemäß Kurve 4

Vielfach sind allerdings Öffnungen in Innentüren unerwünscht, so daß vorzugsweise die erstgenannte Lösung gewählt werden sollte.

5.5.1 Beispiele für die Ermittlung des Verbrennungsluftverbundes

An einem Grundrißbeispiel (Bild 43) sollen verschiedene Lösungen für den Verbrennungsluftverbund geprüft werden. Dabei werden für den Aufstellraum und die Leistung des Wärmeerzeugers verschiedene Varianten angenommen.

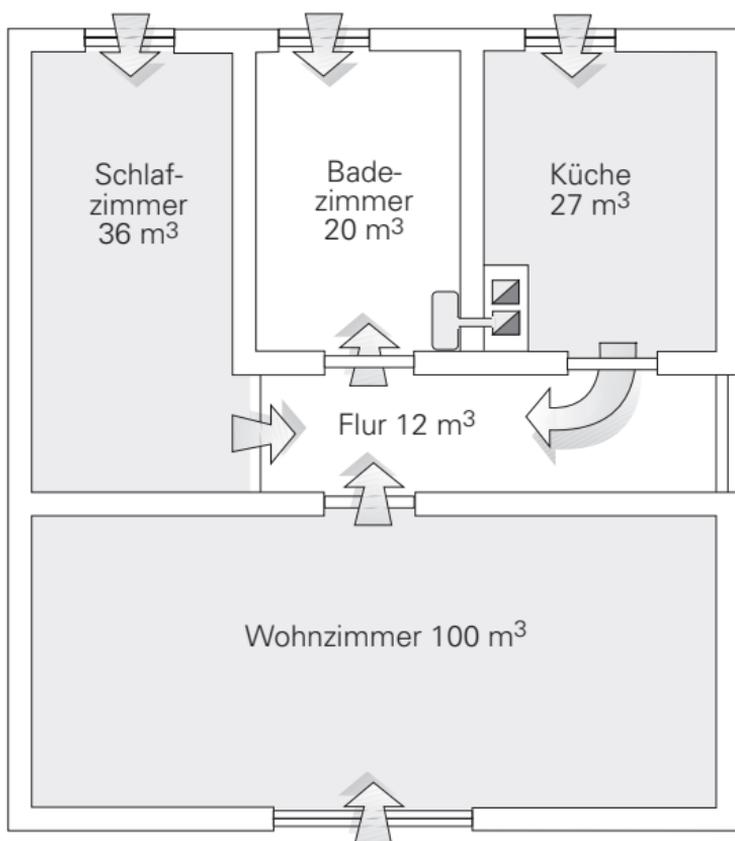


Bild 43: Grundrißbeispiel für die Ermittlung des Verbrennungsluftverbundes

● **Fall 1: Gasfeuerstätte im Bad,
Nennwärmeleistung 23,2 kW**

Schritt 1:

Prüfung der Aufstellraumgröße

Da das Volumen des Aufstellraumes kleiner ist als 1 m^3 je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung, sind zwei Öffnungen von je 150 cm^2 in der Badezimmertür erforderlich.

Schritt 2:

Ermittlung der anrechenbaren

Wärmeleistung

Da sich der Verbrennungsluftverbund nur mittelbar (über den Flur als Verbundraum) herstellen läßt, ist in der Badezimmertür ein Öffnungsquerschnitt von 150 cm^2 erforderlich. Er wird durch die Öffnungen für Schritt 1 (siehe oben) schon erreicht.

Aufstellraum (mit Fenster, Kurve 4 in Bild 41)	5,0 kW
Wohnzimmer (Tür ohne besondere Dichtung, Türblatt ungekürzt/Kurve 2)	16,1 kW
Küche (Tür ohne besondere Dichtung, Türblatt ungekürzt/Kurve 2)	6,0 kW
	<u>27,1 kW</u>

Ergebnis:

Da die Ermittlung der anrechenbaren Wärmeleistung mit 27,1 kW einen größeren Wert als 23,2 kW ergeben hat, ist eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung gewährleistet.

● **Fall 2: Gasfeuerstätte im Flur,
Nennwärmeleistung 17,0 kW**

Schritt 1:

Prüfung der Aufstellraumgröße

Da das Volumen des Flurs kleiner ist als 1 m³ je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung, müssen auf jeden Fall zwei Öffnungen von je 150 cm² zu einem Nachbarraum geschaffen werden, der ein Fenster oder eine Tür ins Freie hat (z.B. zur Küche).

Schritt 2:

Ermittlung der anrechenbaren
Wärmeleistung

Aufstellraum (kein Fenster)	0 kW
Küche (2 Öffnungen à 150 cm ² zum Flur/Kurve 4 in Bild 41)	6,7 kW
Wohnzimmer (Türblatt ungekürzt, umlaufende Dichtung/Kurve 1)	5,5 kW
Schlafzimmer (Türblatt ungekürzt, umlaufende Dichtung/Kurve 1)	4,4 kW
Badezimmer (Türblatt ungekürzt, umlaufende Dichtung/Kurve 1)	3,3 kW
	<u>19,9 kW</u>

Ergebnis:

Da die Ermittlung der anrechenbaren Wärmeleistung mit 19,9 kW einen größeren Wert als 17,0 kW ergeben hat, ist eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung gewährleistet.

- **Fall 3: Gasfeuerstätte in der Küche, Nennwärmeleistung 11,0 kW (Gas-Wärmezentrum)**

Schritt 1:

Prüfung der Aufstellraumgröße

Da das Volumen des Aufstellraumes größer ist als 1 m^3 je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung, sind die Vorschriften erfüllt.

Schritt 2:

Ermittlung der anrechenbaren

Wärmeleistung

Da sich der Verbrennungsluftverbund nur mittelbar (über den Flur als Verbundraum) herstellen läßt, ist in jedem Fall ein Öffnungsquerschnitt von 150 cm^2 in der Küchentür erforderlich.

Für Aufstellraum anrechenbar (mit Fenster, Kurve 4)	6,7 kW
Wohnzimmer (Türblatt ungekürzt, umlaufende Dichtung/Kurve 1)	5,5 kW
	<hr style="border-top: 1px solid black;"/>
	<u>12,2 kW</u>

Ergebnis:

Da die Ermittlung der anrechenbaren Wärmeleistung mit 12,2 kW einen größeren Wert als 11,0 kW ergeben hat, ist eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung gegeben.

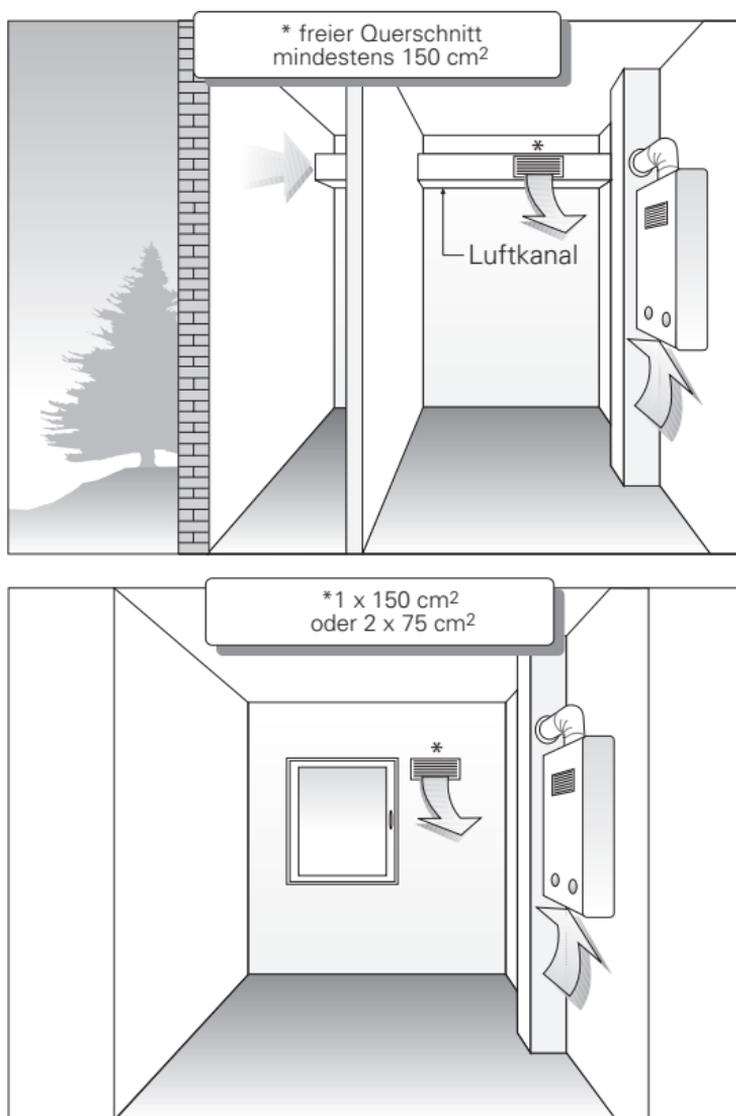
5.6 **Verbrennungsluftversorgung über Öffnungen ins Freie (Geräteart B)**

Als Alternative zum Verbrennungsluftverbund kann die Verbrennungsluftversorgung für Gasgeräte der Art B (bei einer Gesamtnennwärmeleistung der raumluftabhängigen Feuerstätten bis 35 kW) über Öffnungen ins Freie erfolgen.

Dies gilt nicht für Aufenthaltsräume.

Haben die raumluftabhängigen Feuerstätten eine Nennwärmeleistung von mehr als 35 kW bis 50 kW, muß die Verbrennungsluftversorgung aus dem Freien erfolgen.

In beiden Fällen muß ein freier Öffnungsquerschnitt von 150 cm^2 eingehalten werden. Er kann auf zwei Öffnungen mit je 75 cm^2 aufgeteilt werden (Bild 44).



*Bild 44
Verbrennungsluftzufuhr über Öffnungen ins Freie*

Den Öffnungen darf auch (z.B. bei innenliegenden Räumen) eine Verbrennungsluftleitung nachgeschaltet werden, die sowohl innerhalb des Aufstellraumes als auch durch weitere Räume geführt werden kann (Bild 44 oben).

Die Dimensionierung der Verbrennungsluftleitung erfolgt in Abhängigkeit von der geraden Länge nach den Diagrammen 2 und 3 der DVGW-TRGI '86/'96 (Bilder 45 und 46). Dabei sind Richtungsänderungen mit folgenden äquivalenten Längen zu berücksichtigen:

3,0 m bei 90°
 1,5 m bei 45° und
 0,5 m bei Vergitterung

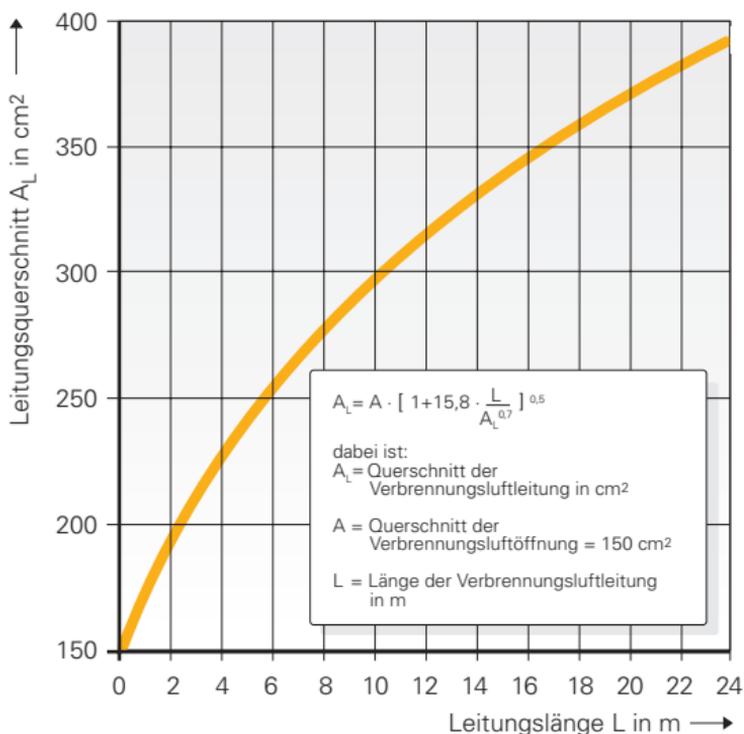


Bild 45: Äquivalente quadratische Leitungsquerschnitte A_L in Abhängigkeit von der Leitungslänge L für gerade Verbrennungsluftleitungen, die einer Verbrennungsluftöffnung ins Freie von 150 cm^2 freiem Querschnitt entsprechen

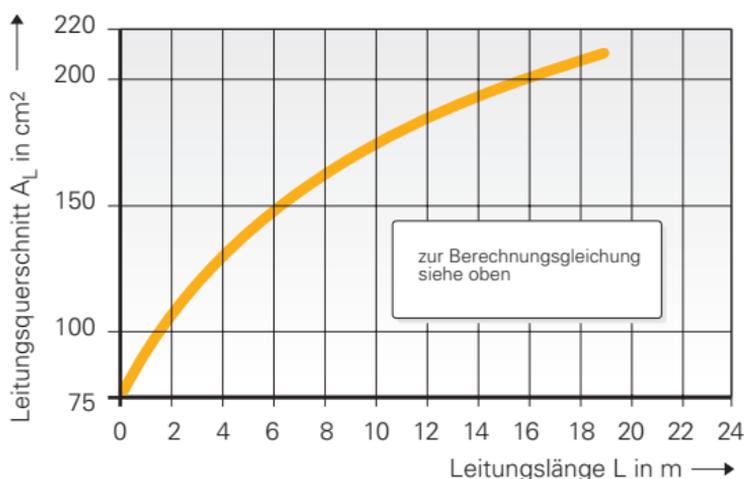


Bild 46: Äquivalente quadratische Leitungsquerschnitte A_L in Abhängigkeit von der Leitungslänge L für gerade Verbrennungsluftleitungen, die einer Verbrennungsluftöffnung ins Freie von 75 cm^2 freiem Querschnitt entsprechen

Beträgt die Gesamtnennwärmeleistung aller Feuerstätten mehr als 50 kW, muß die Verbrennungsluftversorgung aus dem Freien erfolgen. Die Öffnung muß einen freien Querschnitt von mindestens 150 cm² haben; für jedes über 50 kW Gesamtnennwärmeleistung hinausgehende kW kommen 2 cm² dazu.

Auch hier kann der Öffnung eine Verbrennungsluftleitung nachgeschaltet werden. Für die Dimensionierung ist Diagramm 4 in der DVGW-TRGI '86/'96 anzuwenden.

Achtung: Ist bei der Aufstellung dieser Gasfeuerstätten der Art B₁ (mit Strömungssicherung) der Aufstellraum kleiner als 1 m³ je 1 kW Gesamtnennwärmeleistung, muß der erforderliche Öffnungsquerschnitt auf zwei gleich große Öffnungen, die direkt ins Freie führen, aufgeteilt werden.

Öffnungen zur Abgasverdünnung dürfen keine Luftleitungen nachgeschaltet werden. Das bedeutet, dieser Aufstellraum muß an einer Außenwand liegen.

5.7 Verbrennungsluftversorgung über besondere technische Anlagen (Geräteart B)

Gasgeräte der Art B₁ mit Strömungssicherung (z.B. Gas-Durchlaufwasserheizer, Gas-Kombiwasserheizer) dürfen in Räumen mit Einzelschachanlage ohne Ventilator nach DIN 18 017 Teil 1 und eigener Zuluftöffnung aufgestellt werden, wenn die Gasgeräte ihr Abgas gemeinsam mit der Abluft abführen (Bild 47).

Der Abluftschacht muß den Anforderungen an Abgasanlagen entsprechen.

Diese Möglichkeit besteht nur noch bei der Modernisierung von Altbauten, die über innenliegende Sanitärräume verfügen. Die Zuluft wird dabei entweder über einen eigenen Schacht („Kölner Lüftung“) oder aus den Nachbarräumen („Berliner Lüftung“) zugeführt. Zuluftöffnungen dürfen als Verbrennungsluftöffnungen herangezogen werden, wenn sie während des Betriebs der Gasfeuerstätten offen sind.

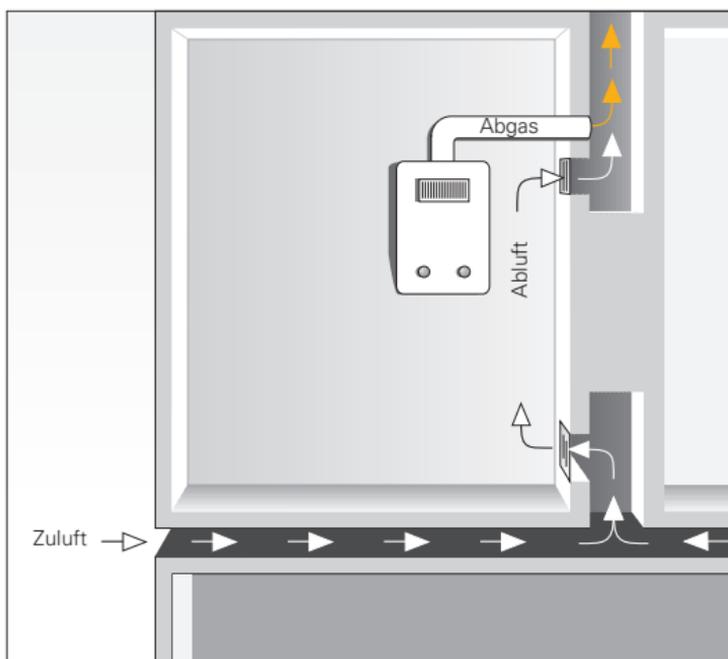


Bild 47: Luftzufuhr über besondere technische Anlagen (Beispiel Kölner Lüftung)

Gasgeräte der Art B₁ dürfen in Räumen mit oder ohne Fenster unabhängig vom Rauminhalt aufgestellt werden, wenn die Räume an Zentrallüftungsanlagen mit Ventilator nach DIN 18 017 Teil 3 angeschlossen sind und die Gasgeräte ihr Abgas gemeinsam mit der Abluft abführen.

5.8 Gas-Haushalts-Kochgeräte (Geräteart A)

Gas-Haushalts-Kochgeräte (z.B. Gasherde) benötigen keine Abgasanlage. Der Aufstellraum für diese Geräte muß ein Fenster oder eine Tür ins Freie haben. Durch den Luftwechsel im Aufstellraum und die Aufstellraumgröße wird gewährleistet, daß keine Gefährdung durch Abgas entstehen kann.

Für Gasherde mit einer Nennwärmebelastung von nicht mehr als 11 kW muß das Aufstellraumluftvolumen mindestens 20 m³* betragen (Bild 48).

** In Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen gilt zur Zeit bauordnungsrechtlich eine Mindestraumgröße von 15 m³ als ausreichend.*

Achtung: Gemäß EG-Gasgeräte-richtlinie dürfen auch Gas-Haushalts-Kochgeräte ohne Flammenüberwachungseinrichtung (z.B. ohne thermoelek-

trische Züandsicherung) mit CE-Kennzeichnung in Europa (also auch in Deutschland) frei gehandelt und betrieben werden.

Bei diesen Geräten muß jedoch eine mechanische Zwangslüftung einen überwachten Außenluftvolumenstrom von mindestens 100 m³/h während des Betriebs sicherstellen. Da der Aufwand für die zusätzlichen Lüftungsmaßnahmen sehr hoch ist, sollten nur vollgesicherte Geräte verwendet werden.

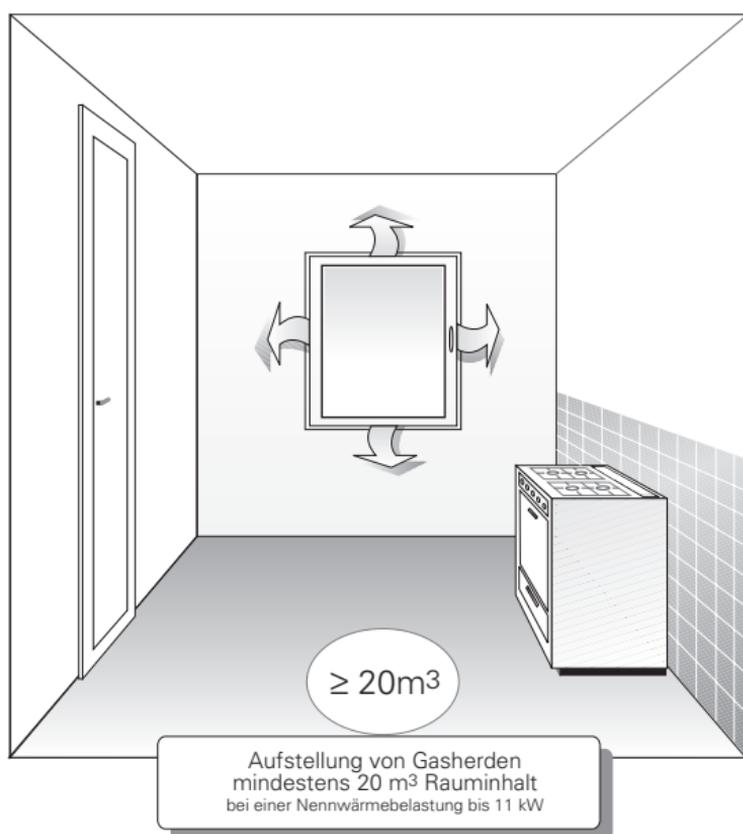


Bild 48: Bedingungen für die Aufstellung von Gasherden

5.9 Besondere Anforderungen bei raumluftunabhängigen Gasgeräten (Geräteart C)

Bei gebläseunterstützten Gasfeuerstätten der Art C ist ein weiteres Schutzziel zu beachten: Abgase dürfen nicht in gefahrdrohender Menge in den Aufstellraum austreten.

Dies ist gewährleistet, wenn die Abgasabführung konzentrisch verbrennungsluftumspült ist oder die

Abgasabführung besonderen Dichtheitsanforderungen entspricht.

Für Gasgeräte, die dieses Schutzziel einhalten, wurde eine zusätzliche Indexkennzeichnung eingeführt („x“).

Gasgeräte mit Gebläse, aber ohne „x“-Kennzeichnung dürfen zwar unabhängig vom Rauminhalt aufgestellt werden, die Aufstellräume müssen aber ausreichend belüftet werden. Hierfür ist eine Lüftungsöffnung von $1 \times 150 \text{ cm}^2$ erforderlich.

Eine Aufstellung in Aufenthaltsräumen ist deshalb nicht möglich, da diese Räume nicht über Öffnungen ins Freie belüftet werden dürfen.

● Gasgeräte der Art C₁

Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten ohne Gebläse der Art C₁₁ dürfen als Raumheizer bis zu einer Nennwärmeleistung von 7 kW und als Geräte für

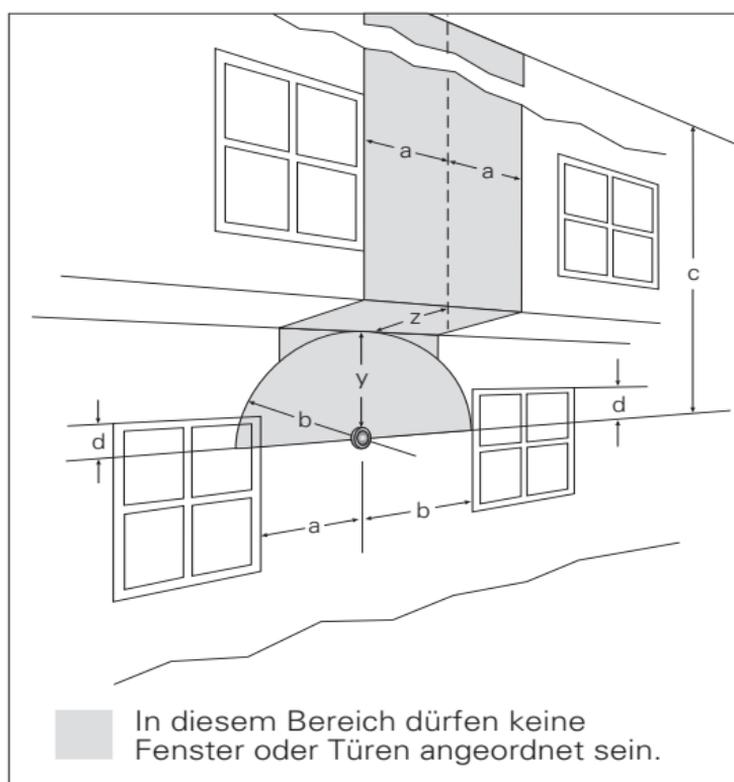


Bild 49: Mindestabstände einer einzelnen Abgasmündung zu Fenstern, die geöffnet werden können, oder zu Fassadentüren bei Fassaden mit Vorsprung

die Warmwasserbereitung bis zu einer Nennwärmeleistung von höchstens 28 kW aufgestellt werden (Bild 23, Seite 43). Beim Einsatz dieser Gasgeräte (vor allem im Rahmen von Neubaumaßnahmen) sind die baurechtlichen Vorschriften der Länder zu beachten.

Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten mit Gebläse der Art C_{12x} und C_{13x} können entweder direkt an der Außenwand oder an Innenwänden aufgestellt werden. Für die Beheizung dürfen 11 kW und für die Warmwasserbereitung 28 kW Nennwärmeleistung nicht überschritten werden (Bilder 24 und 25/ Seiten 44/45).

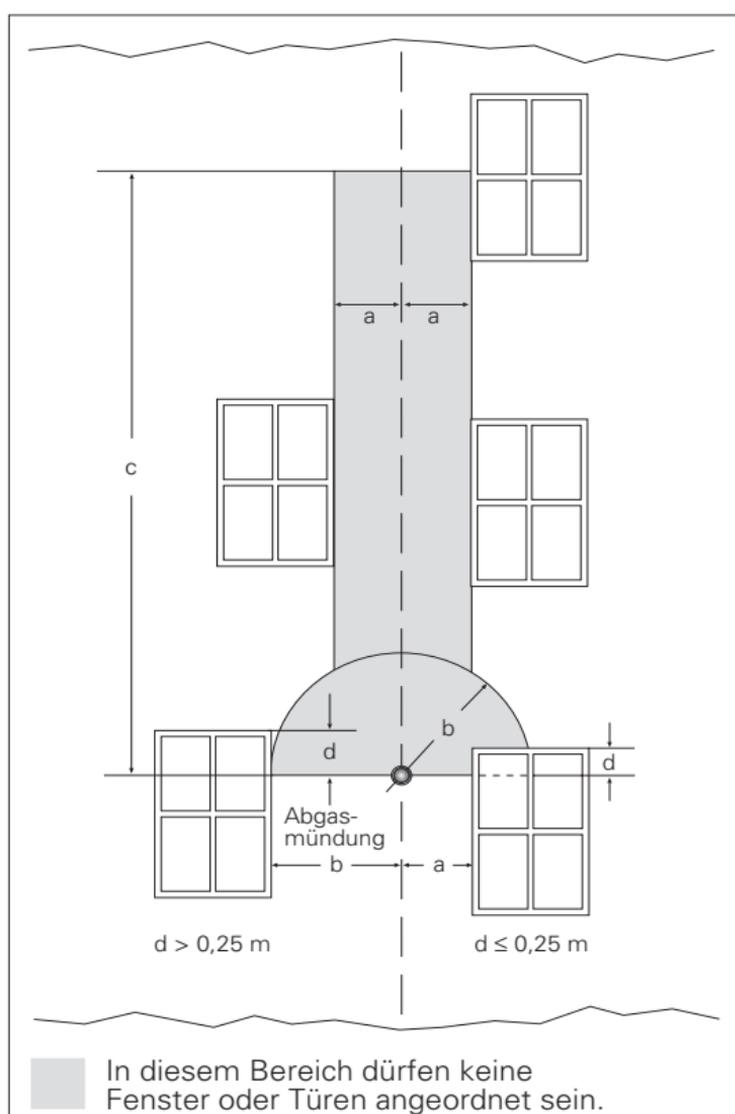


Bild 50: Mindestabstände einer einzelnen Abgasmündung zu Fenstern, die geöffnet werden können, oder zu Fassadentüren bei glatten Fassaden

Für die Ausmündung der Abgase an der Fassade gelten eine Reihe von (teilweise schwer erfüllbaren) Bedingungen, so daß eine sehr genaue Planung erforderlich ist (Beispiele dazu zeigen die DVGW-TRGI '86/'96 u.a. siehe beispielsweise Bilder 49 und 50/Seiten 85/86).

● Gasgeräte der Art C₃

Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten mit Gebläse der Art C_{32x} und C_{33x} haben eine Verbrennungsluftzuführung und Abgasabführung senkrecht über Dach in einer konzentrischen Leitungsanordnung. Diese Gasgeräte dürfen nicht nur im Dachgeschoß, sondern auch in tiefer gelegenen Geschossen aufgestellt werden (Bilder 26 und 27/Seiten 46/47).

Dabei ist zu beachten, daß die Leitungen für die Verbrennungsluftzuführung und Abgasabführung außerhalb des Aufstellraumes bei Geschoßüberbrückung in einem Schacht mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 30 Minuten (F 30, bei Gebäuden niedriger Höhe) bzw. 90 Minuten (F 90) untergebracht werden müssen.

Liegt allerdings über dem Aufstellraum nur noch die Dachkonstruktion und ist für die Decke keine Feuerwiderstandsklasse gefordert, genügt ein mechanischer Schutz aus nichtbrennbaren, formbeständigen Baustoffen.

Für die Mündung der Abgasleitung dieser Gasfeuerstätten genügt bei nicht mehr als 50 kW Nennwärmeleistung ein Mindestabstand zur Dachfläche von 40 cm. Die Mündung muß allerdings Dachaufbauten oder Dachlukfenster mindestens um 1 m überragen oder mindestens 1,5 m Abstand zu ihnen haben.

● Gasgeräte der Art C₄

Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten mit Gebläse der Art C_{42x} und C_{43x} sind für den Anschluß an ein Luft-Abgas-System (LAS) konzipiert (Bilder 28 und 29, Seiten 48/49). Hier ist zwischen zwei Systemen zu unterscheiden:

Beim Bestands-LAS werden in einer bestehenden Schornsteingruppe (meist im Altbau) zwei nebeneinanderliegende Schornsteinzüge so genutzt, daß aus dem einen Schacht die Verbrennungsluft zum Gasgerät geführt und in den anderen Schacht das Abgas eingeleitet wird.

Beim Neubau-LAS werden vorgefertigte geschoßhohe Bauelemente verwendet. Sie bestehen aus zwei in einem Bauteil integrierten Schächten, die entweder konzentrisch oder nebeneinanderliegend angeordnet sind. Die Fertigteile werden mit allen erforderlichen Form- und Anschlußsteinen geliefert. Sie können im Neubau bereits bei der Planung optimal platziert werden.

Beide Systeme sind allgemein bauaufsichtlich zugelassen.

● Gasgeräte der Art C₅

Bei den Gasgeräten mit Gebläse, Art C₅₂ und C₅₃, ist eine „x“-Kennzeichnung nur möglich, wenn der Hersteller eine Abgasabführung über Dach mit einer erhöhten Dichtheitsanforderung bestätigt. Andernfalls ist eine Lüftungsöffnung ins Freie mit 1 x 150 cm² vorzusehen (siehe oben sowie Bilder 30 und 31/Seiten 50/51).

Im Unterschied zur Geräteart C₃ befindet sich die Zuluftzuführung in einem anderen Druckbereich (z.B. an der Fassade) als die Abgasführung.

● Gasgeräte der Art C₆

Gasgeräte der Art C_{62x} und C_{63x} werden ohne Verbrennungsluft- oder Abgasleitung geprüft, zugelassen und geliefert. Die Abgasanlagen müssen separat bauaufsichtlich zugelassen werden. Sie können sowohl an der Fassade als auch innerhalb von Schächten geführt werden. Die Verbrennungsluftzufuhr erfolgt im Schacht über einen Ringspalt (Bild 32/Seite 52).

Der Ringspalt muß mindestens folgende Maße einhalten:

Abstand zwischen Abgasleitung
und rundem Schacht mindestens 3 cm

Abstand zwischen Abgasleitung
und rechteckigem Schacht mindestens 2 cm

● Gasgeräte der Art C₈

Raumluftunabhängige Gasfeuerstätten mit Gebläse der mindestens Art C_{82x} und C_{83x} (ehemals Geräte der Art D_{3,2}) werden über eine Leitung mit Verbrennungsluft aus dem Freien versorgt. Die Abgase werden über einen normalen Hausschornstein bzw. über eine Abgasleitung im Unterdruckbetrieb über Dach abgeführt (Bild 33/Seite 53). Auch bei diesen Gasgeräten ist eine Mehrfachbelegung des Schornsteins mit bis zu fünf Geräten möglich (unter Berücksichtigung des DVGW-Arbeitsblattes G 637 Teil 1).

5.10 Thermisch auslösende Absperreinrichtung (TAE)

Alle Gasgeräte zur Beheizung von Räumen, zur Warmwasserbereitung und Gas-Haushaltskochgeräte müssen in der Geräteanschlußleitung unmittelbar vor diesen Gasgeräten mit einer TAE versehen werden, außer die Gasgeräte selbst sind bereits entsprechend ausgerüstet. Die TAEs müssen der Prüfgrundlage DVGW-VP 301 entsprechen (u.a. Auslösetemperatur 100 °C, Beständigkeits-temperatur 650 °C, Leckage über einen Zeitraum von 30 Minuten nicht mehr als 30 l/h) und das DVGW-Prüfzeichen tragen.

Dies gilt nicht für industrielle und gewerbliche Anwendungsfälle, außer die Gasgeräte befinden sich im häuslichen Bereich, z.B. Bäckerei oder gastronomischer Betrieb in einem Wohnhaus.

6 Abgasanlagen

„Abgasanlage“ ist der Oberbegriff für Abgasleitung, Schornstein und Verbindungsstück.

Schornsteine werden nur noch bei der Verwendung von festen Brennstoffen (Holz, Kohle) gefordert.

Die Abgase von Gasfeuerstätten dürfen generell mit Abgasleitungen ins Freie abgeführt werden. An Abgasleitungen werden wesentlich geringere Anforderungen als an Schornsteine gestellt (z.B. keine Rußbrandbeständigkeit).

6.1 Der Bezirksschornsteinfegermeister als sachkundiger Berater

Die Beurteilung einer Abgasanlage durch den Bezirksschornsteinfegermeister (BSFM) ist von großer Bedeutung. Deshalb muß sich das Installationsunternehmen vor Beginn der Arbeiten an einer Abgasanlage mit dem BSFM abstimmen.

Viele Erleichterungen bezüglich der Anschlußmöglichkeiten an eine eigene, mehrfach oder gemischt belegte Abgasanlage (z.B. Wegfall der Leistungsbegrenzung, maximal anzuschließende Gerätezahl) erfordern aber im Einzelfall eventuell eine Berechnung nach DIN 4705.

Abgasleitungen, die innerhalb eines Gebäudes Geschosse überbrücken, müssen in eigenen Schächten verlegt werden. Mehrere Abgasleitungen in einem Schacht sind zulässig, wenn sie aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen oder eine entsprechende bauaufsichtliche Zulassung vorliegt.

Die Schächte müssen eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten (F 90) haben. Bei Gebäuden geringer Höhe genügt eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten (F 30).

Abgasleitungen, die mit Überdruck betrieben werden und in solchen Schächten verlegt sind, müssen über die gesamte Länge hinterlüftet sein. Diese Anforderung ist automatisch erfüllt, wenn

- die Abgasleitung konzentrisch im Doppelrohr verbrennungsluftumspült ist oder
- die Verbrennungsluft dem Gasgerät im Ringspalt zwischen Schacht und Abgasrohr zugeführt wird.

Abgasleitungen dürfen auch außen am Gebäude ohne Schacht angebracht werden. Sie müssen dann zu Fenstern einen seitlichen Abstand von mindestens 20 cm haben, auch wenn sie verbrennungsluftumspült sind.

6.2 Abstand von Abgasleitungen zu brennbaren Baustoffen

Für die meisten modernen Gasfeuerstätten mit Abgastemperaturen zwischen 85 °C und 160 °C sind die Mindestabstände zu brennbaren Baustoffen wesentlich verringert worden (siehe Tabelle 4, nächste Seite).

Damit lassen sich die Abgasleitungen von Gasfeuerstätten, die im Dachgeschoß aufgestellt werden, unter vereinfachten Bedingungen installieren.

Der Einsatz von Gas-Brennwertgeräten, deren Abgastemperaturen meist unter 85 °C liegen, bringt hier zusätzlich den Vorteil, daß die Abstandsanforderungen ganz wegfallen.

Art der Abgasabführung	Abstands- anforderungen	Abschnitt TRGI '86/'96
Verbindungsstück für Gemischtbelegung mit Festbrennstoffeuerungen, nicht ummantelt	40 cm	6.5 Absatz 2
Verbindungsstück für Gemischtbelegung mit Festbrennstoffeuerungen, 2 cm stark nichtbrennbar ummantelt	10 cm	6.5 Absatz 2
Verbindungsstück oder Abgasleitung mit $T > 160\text{ °C}$, nicht ummantelt	20 cm	6.5 Absatz 1
Verbindungsstück oder Abgasleitung mit $T > 160\text{ °C}$, 2 cm stark nichtbrennbar ummantelt oder mit $T < 160\text{ °C}$	5 cm	6.5 Absatz 1
Leitungsdurchführung für Gerät ohne Strömungssicherung und $T > 160\text{ °C}$	20 cm in nichtbrennbarem Schutzrohr oder 20 cm nichtbrennbar ummantelt	6.5 Absatz 3
Leitungsdurchführung für Gerät mit Strömungssicherung (B_1) und $T < 160\text{ °C}$	5 cm in nichtbrennbarem Schutzrohr oder 5 cm nichtbrennbar ummantelt	6.5 Absatz 3
Abgasleitung an Gebäuden, Abstand zu Fenstern	20 cm	6.5 Absatz 4
Abgasleitung, verbrennungsluftumspült mit $T > 85\text{ °C}$	5 cm in nichtbrennbarem Schutzrohr oder 5 cm nichtbrennbar ummantelt	5.6.3
Abgasleitung, Verbindungsstück oder Durchführung mit nachweislich $T < 85\text{ °C}$	keine besonderen Abstände	5.6.3 und 6.3 Absatz 5

Tabelle 4: Abstandsanforderungen zu brennbaren Baustoffen

7 Funktionsprüfung von Gasgeräten

Bereits bei der Bestellung eines Gasgerätes muß das Installationsunternehmen darauf achten, daß der Wobbe-Index-Bereich und der entsprechende Gasgeräte-Anschlußdruck mit den Bedingungen der Erdgasversorgung im betreffenden Bereich übereinstimmen.

Beim Einstellen und bei der Funktionsprüfung der Gasgeräte sind die Einbau- und Einstellanleitungen des Herstellers besonders zu beachten.

Hat der Hersteller Gasgeräte bereits werkseitig eingestellt, so ist nach der Kontrolle bezüglich der vorliegenden Gasart nur noch eine Funktionsprüfung durchzuführen.

8 Funktionsprüfung der Abgasanlage

Die störungsfreie Abführung der Abgase ist ein notwendiger Nachweis für die ausreichende Verbrennungsluftversorgung (siehe Kapitel 5.3, Schutzziel Nr. 2).

Deshalb kommt bei raumluftabhängigen Gasfeuerstätten der Art B₁ mit Strömungssicherung der Funktionsprüfung der Abgasanlage eine große Bedeutung zu.

Erst fünf Minuten nach Inbetriebnahme der Gasfeuerstätte darf mit der Prüfung begonnen werden, um nach der Anfahrphase einen Beharrungszustand in der Abgasanlage zu erreichen.

Funktionsprüfung der Abgasanlage

1. Feuerstätte(n) in Betrieb nehmen
2. Fenster und Türen schließen
3. Gerät(e) mit maximaler Wärmeleistung fünf Minuten lang laufen lassen
4. Abgasabführung kontrollieren (bei geöffneten und geschlossenen Innentüren)
5. Falls längere Zeit Abgas austritt: Ursachen für Stau oder Rückstrom feststellen und beseitigen

Sind in einer Wohnung mehrere Feuerstätten (z.B. auch für feste oder flüssige Brennstoffe) vorhanden und betriebsbereit, so ist die Funktionsprüfung beim gleichzeitigen Betrieb aller Feuerstätten mit der größtmöglichen Wärmeleistung (für die zu prüfende Gasfeuerstätte auch bei der kleinsten Wärmeleistung) durchzuführen.

Das Ansprechen der Abgasüberwachungseinrichtung ist in der Regel ein Indiz für einen Mangel in der Abgasabführung oder der Verbrennungsluftzuführung. In diesem Fall muß die Ursache unmittelbar festgestellt und der Mangel unverzüglich behoben werden.

Tritt nach der Anfahrphase (fünf Minuten) noch Abgas an der Strömungssicherung aus, kann die Ursache der Störung in der Abgasanlage oder in der mangelhaften Verbrennungsluftversorgung liegen.

Mängel müssen unverzüglich beseitigt werden.

Können die Störungen nicht behoben werden, darf das Gasgerät nicht in Betrieb bleiben.

9 Unterrichtung des Betreibers

Das Installationsunternehmen muß den Betreiber einer Gasanlage über die Handhabung der gesamten Anlage (einschließlich z.B. der Absperreinrichtungen) unterrichten und die entsprechenden Bedienungsanleitungen übergeben. Dabei ist besonders darauf hinzuweisen, daß Maßnahmen zur Verbrennungsluftversorgung und Abgasabführung anschließend nicht nachteilig verändert werden dürfen.

Die Unterrichtung des Anlagenbetreibers und die Übergabe der entsprechenden Unterlagen sollte in geeigneter Weise dokumentiert werden.

Stichwortverzeichnis

- Abgasanlagen 90f
Abgasüberwachungseinrichtung 94
Abgasverlust 62
Absperreinrichtung 11, 89
Abzweingleitung 13
Anschlußwert 60
Aufstellraum 65f
Außenleitung 12f
Außenluftvolumenstrom 84
- Belastungsprobe 20f
Bereitschaftsverlust 62
Bestands-LAS 88
Betriebsbrennwert 6
Betriebsdruck 16, 21
Betriebszustand 6
Brennwert 6
Bundes-Immissionsschutzverordnung 62ff
- CE-Zeichen 56f, 65
- Dichte 5
Dichtheitsprüfung 19f
DVGW-Qualitätszeichen 57
DVGW-TRGI '86/'96 11, 65
- EG-Gasgeräterichtlinie 57
Einstellwert 60
Erdgas H (E) 10
Erdgas L (LL) 10
Explosionsgrenzen 8
- Ferngase 9
Feuerwiderstandsdauer 18, 87, 90
Flammenüberwachungseinrichtung 83
Flüssiggas 10
Funktionsprüfung 93ff
- Gasanlage 11
Gasbrenner 55
Gas-Brennwertgerät 54
Gas-Druckregelgerät 11
Gas-Durchlaufwasserheizer 53
Gasfamilien 9f
Gasgeräteart 34ff
Gasgeräte-Kennzeichnung 34ff
Gas-Haushalts-Kochgeräte 83f
Gas-Heizherd 54

- Gas-Heizkessel 54
- Gasherd 35, 54
- Gas-Kombiwasserheizer 54
- Gas-Niedertemperaturkessel 54
- Gas-Raumheizer 54
- Gas-Spezialheizkessel 54
- Gas-Strahlungsbrenner 55
- Gas-Umlaufwasserheizer 53
- Gas-Vorratswasserheizer 53
- Gas-Wärmepumpe 55
- Gas-Warmlufterzeuger 54
- Gas-Wäschetrockner 55
- Gaszähler 11
- Gebrauchsfähigkeit 31ff
- Gebrauchsfähigkeitsprüfung 21f
- Geräteanschlußleitung 13
- Gerätekatgorien 56f, 65
- Gesamtnennwärmeleistung 59

- Hauptabsperreinrichtung 11
- Hauptprüfung 19
- Hausanschluß 15
- Heizwert 5

- Innenleitung 12, 16f
- Isolierstück 11

- Jahresnutzungsgrad 61

- LAS (Luft-Abgas-Schornstein) 48f, 88
- Landesfeuerungsverordnung 65
- Leitungsanlage 11f

- Meßgerät 19f
- Musterfeuerungsverordnung 65

- Nennwärmebelastung 59
- Nennwärmeleistung 59
- Nennwärmeleistungsbereich 60
- Neubau-LAS 88
- neuerlegte Gasleitung 24f
- Normwärmebedarf 60
- Normzustand 5
- Normnutzungsgrad 61
- Nutzungsgrad 61

- Prüfdauer 18ff
- Prüfdruck 18ff
- Prüfergebnis 19ff

raumluftabhängige Feuerstätte 36ff
raumluftunabhängige Feuerstätte 43ff, 84f

Schornsteinfeger 90f
Stadtgas 9
Steigleitung 13
stillgelegte Gasleitung 26f
Strahlungsverlust 62
Strömungssicherung 36f, 67

TAE 89
Temperatenausgleich 18ff
Typschild 57ff

Überbrückungskabel 33

Verbrennungsluftverbund 73ff
Verbrennungsluftversorgung 34ff, 70ff
Verbrauchsleitung 13
Verteilungsleitung 13
Vorprüfung 18f

Wärmebelastung 59
Wärmeleistung 59
Wärmeverlust 62
Wirkungsgrad 60f
Wobbe-Index 6, 93

Züandsicherung 84
Zündtemperatur 6

