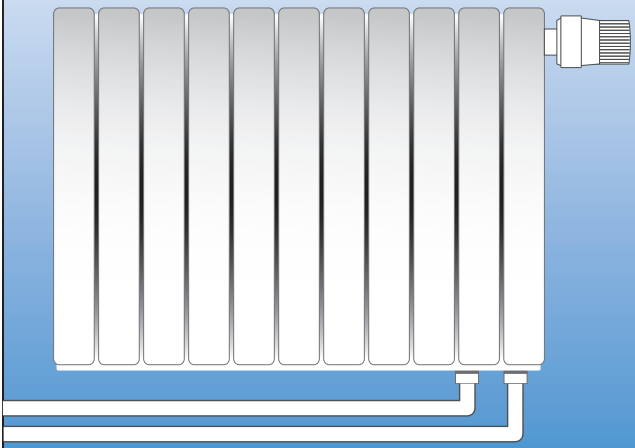
ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR
SPARSAMEN UND
UMWELTFREUNDLICHEN
ENERGIEVERBRAUCH E.V.



Grundlagen und Tipps für den

Heizungsservice

Ausgabe 2013

IMPRESSUM

Herausgeber

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Robert-Koch-Platz 4, 10115 Berlin

www.asue.de · info@asue.de
Telefon 0 30 / 22 19 1349-0
Telefax 0 30 / 22 19 1349-9

Bearbeitung

Bernd Kupfer, Leipzig
Dr. Jochen Arthkamp, Recklinghausen
Thomas Beck, Berlin
Thomas Boehme, Leipzig
Dietmar von Domaros, Leipzig
Karl-Heinz Dorn, Leipzig
Stefan Gralapp, Leipzig
Maik Hendler, Leipzig
Lutz Kolditz, Leipzig
Andrej Krocker, Berlin
Bernd Scheithauer, Offenbach

Grafik

Kristina Weddeling, Essen

Bezug

energieDRUCK
Verlag für sparsamen und
umweltfreundlichen Energieverbrauch
Girardetstraße 2-38, Eingang 4, 45131 Essen

www.energiedruck.de
bestellung@energiedruck.de
Telefon 02 01 / 79 98 92 04
Telefax 02 01 / 79 98 92 06

Grundlagen und Tipps für den Heizungsservice
Bestellnummer: 09 03 13
Schutzgebühr: 3,00 € / 3,57 € (zzgl. / inkl. 19 % MwSt.)
Stand: Februar 2013

Die Herausgeber übernehmen
keine Gewähr für die Richtigkeit
und Vollständigkeit der Angaben.

INHALT

		Seite
Einleitung		8
1	**Hydraulischer Abgleich**	**9**
1.1	Warum ist der hydraulische Abgleich notwendig?	9
1.2	Gesetzliche Vorschriften	10
1.3	Vorteile einer hydraulisch abgegliche-nen Heizungsanlage	11
1.4	Möglichkeiten des hydraulischen Abgleichs	12
1.5	Sonderlösungen	15
1.6	Heizungs-Check nach DIN EN 15378	16
1.7	Beispiel für einen hydraulischen Abgleich	17
2	**Entscheidungshilfen**	**28**
2.1	Heizgasverbrauchsschätzung	28
2.2	Jahresheizwärmebedarf	29
2.3	Ermittlung der Belastung:	30
	• Prüfung des Einstellwertes mit dem Gaszähler (Messzeit 1 min)	
	• Prüfung des Einstellwertes mit dem Gaszähler und Stoppuhr (Messvolumen 50 Liter)	
	• Prüfung des Einstellwertes mit dem Gaszähler und Stoppuhr (Messvolumen 30 Liter)	
3	**Energieeinsparungen**	**33**
3.1	Pumpentausch	33
3.2	Dämmung von Rohrleitungen	36
3.3	Tausch des Kessels	38
4	**Hinweise zu Prüfungen**	**42**
4.1	Prüfung von Gasfeuerstätten	42
4.2	Prüfung von Erdgas-Leitungsanlagen - Betriebsdruck bis 100 mbar (ND)	44
4.3	Umrechnung von Schadstoff-Emissionseinheiten	46
5	**Trinkwasser**	**50**
5.1	Trinkwasserhygiene	50
5.2	Trinkwasserverordnung 2011	58

6	Einheiten in der Technik	64
6.1	Das SI-Einheitensystem	64
6.2	Abgeleitete SI-Einheiten und weitere zulässige Einheiten	65
6.3	Verbindung von unzulässigen Einheiten und SI-Einheiten	66
6.4	Vorsätze zu Einheiten	67
6.5	Umrechnung von Einheiten	68
6.6	Wesentliche Druckeinheiten und deren Umrechnung	69
6.7	Wesentliche Wärmeeinheiten und deren Umrechnung	70
6.8	Wesentliche Leistungseinheiten und deren Umrechnung	71
6.9	Angelsächsische Einheiten	72

7	Erdgas und erneuerbare Energien	74
7.1	Erdgas in Fahrzeugen	74
7.2	Power to Gas	80

8	Tabellen wichtiger Kenndaten	84
8.1	Vergleich von Brennstoffen, gasförmig	84
8.2	Vergleich von Brennstoffen, flüssig	85
8.3	Vergleich von Brennstoffen, fest	86
8.4	Richtwerte der Befestigungsabstände für Stahlrohr, Kupfer- und Edelstahlrohr, Kunststoff-Innenleitung für Erd- und Flüssiggas und PE-HD Rohre	87
8.5	Balgengaszähler – Größenbestimmung	89
8.6	Abmessungen und Daten für Kupferrohre nach DIN EN 1057	91
8.7	Abmessungen für Kupferrohre nach DIN EN 1057	92
8.8	Rohre und Pressverbindungen für die Gasinstallation – Kupfer	93
8.9	Rohre und Pressverbindungen für die Gasinstallation – Edelstahl	94
8.10	Windstärken – Nutzung der Windenergie	96
8.11	Charakteristische Sonnenstrahlungsdaten für Deutschland	97
8.12	Elektroinstallationen – Schutz gegen Berührung, Fremdkörper und Wasser	98
8.13	Nutzungsdauer von Anlagenteilen für die Raumheizung und Klimatechnik	100
8.14	Wärmedämmung von Rohrleitungen und Armaturen für Heizung, Kälte, Klima	101
8.15	Richtwerte der Mindestdämmdicken für Trinkwasser kalt	102

Weitere Informationen 103

Einleitung

Diese Publikation soll durch ihre Informationen eine Arbeitshilfe für das Fachhandwerk sein, die auch für die Kundenberatung nützlich sein kann. Sie enthält eine Auswahl von Informationen zu den Themen:

- Hydraulischer Abgleich
- Entscheidungshilfen und Prüfungen
- Möglichkeiten für Energieeinsparungen
- Trinkwasserverordnung und Trinkwasserhygiene
- Erdgas in der Zukunft
- Technische Einheiten und deren Umrechnung
- Tabellen wichtiger Kenndaten

Zur schnellen Erfassung der Problematik werden zu ausgewählten Themen Berechnungsbeispiele ausgeführt.

Der Tabellenbereich enthält wichtige Zahlen, Daten und Fakten für die Praxis.

Es soll ein schnelles und zuverlässiges Nachschlagewerk für das Heizungshandwerk sein.

1 Hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen

1.1 Warum ist der hydraulische Abgleich von Heizungsanlagen notwendig?

Die wesentlichen Nachteile eines nicht abgeglichenen Heizsystems sind:

- Unterschiedlich beheizte Räume durch eine ungleichmäßige Wärmeverteilung im Heizungsnetz.
  - pumpennahe Heizkörper werden durch Überversorgung zu heiß
  - entfernt liegende Heizkörper werden durch Unterversorgung nicht warm genug
- Durch die nicht ausreichende Leistung in einigen Räumen wird eine höhere Vorlauftemperatur erforderlich. Daraus folgt ein höherer Brennstoffverbrauch durch einen merklich schlechteren Anlagennutzungsgrad.
- Die notwendige Pumpenleistung ist meist zu hoch angesetzt. Dadurch kann es zu Geräuschen an den Thermostatventilen und Heizkörpern kommen.
- Die zu groß ausgelegten Heizungspumpen haben einen unnötig hohen Stromverbrauch und damit erhöhte Betriebskosten zur Folge.

FAZIT
Erhöhter Energiebrauch für die Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung.

Das Ergebnis verschiedener Quellen ist:
Über 90 % der Heizungsanlagen in Deutschland sind hydraulisch nicht abgeglichen.
Abgeglichene Anlagen sind teilweise mit ungeeigneten Regelarmaturen ausgestattet.

1.2 Gesetzliche Vorschriften

Der hydraulische Abgleich ist in den folgenden Verordnungen verbindlich vorgeschrieben:

DIN 4701-10
Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen,
Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung

VOB/C – DIN 18380
Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen, zutreffend sind die Absätze 3.1.1 und 3.5.1

EnEV 2009
Energieeinsparverordnung 2009,
Anlage 1, Tab. 1

DIN EN 14336
Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme der Warmwasser-Heizungsanlage zutreffend sind die Abschnitte 5,7 und 8, sowie der Anhang C

1.3 Vorteile einer hydraulisch abgeglichenen Heizungsanlage

Die Vorteile sind:

- Energieeinsparungen von Strom und Brennstoff durch eine definierte Wassermengenverteilung
- Verringerung der CO_2-Emissionen und damit ein Beitrag zum Umweltschutz
- Minimierung der Geräusche an Ventilen und Heizkörpern
- Die Vorschriften VOB, EnEV und DIN werden eingehalten
- Die Einhaltung der genannten Vorschriften ist die Grundlage für die KfW*-Förderung von Modernisierungsmaßnahmen an Heizungsanlagen
- Durch eine abgeglichene Anlage sind gegenüber einer nicht abgeglichenen Anlage Energieeinsparungen bis 15 % möglich.

* Kreditanstalt für Wiederaufbau

1.4 Möglichkeiten des hydraulischen Abgleichs

- Bei Neuanlagen wird der hydraulische Abgleich vorausgesetzt.
- Bei Bestandsanlagen werden hier nur kleine und mittlere Anlagen betrachtet.

Der Ablauf für den hydraulischen Abgleich von Bestandsanlagen zeigt Abbildung 1 (S. 14). Das ist die Darstellung, wie man analog zu Neuanlagen vorgehen kann.

Einige Hersteller bieten zur schnellen Bearbeitung Hilfsmittel in Form von Schiebern und Scheiben an, die für die schnelle Bearbeitung sehr nützlich sind und beispielhaft genannt werden. Genauer ist die Verwendung einer Software, die von verschiedenen Firmen angeboten wird und teilweise auch über das Internet kostenlos genutzt werden kann.

Anbieter von Datenschiebern und Software sind z.B.:

Datenschieber und -scheiben
- Datenschieber WILO – Oventrop
- Datenscheibe Danfoss – Grundfos

Software
- Heimeier – EasyPlan (www.heimeier.com)
- Danfoss – DanBasic V
  mit vereinfachter Berechnung der Heizlast inkl. Einrohrheizung (CD-ROM/www.danfoss.com)
- Software Hottgenroth – Optimus (Software für die Optimierung) (www.hottgenroth.de)
- Oventrop – „ZVplan“ Heizungs- und Trinkwasserberechnung (www.zvplan.de)

Bei den genannten Möglichkeiten wird mit einer Dokumentation die Einstellung der Anlage mit den angegebenen Voreinstellwerten von der KfW anerkannt.

- Mehrere Hersteller (z.B. Brötje, KERMI, Vogel & Noot) bieten bereits voreingestellte Heizkörper als Fertigprodukt an. Auch diese Art wird von der KfW als hydraulisch abgeglichen anerkannt. Das setzt natürlich eine hohe Fachkunde bei der Installation voraus.

- Die Firma Viessmann bietet seit September 2011 in Verbindung mit einem Gas-Brennwert-Wandgerät (Vitodens 300-W) einen vollautomatischen hydraulischen Abgleich an. Die Dokumentation wird über den Computer erstellt und dient auch als Vorlage für die KfW. Die Besonderheiten teilt der Hersteller direkt oder über die regionalen Niederlassungen mit.

- **Einbau von dezentralen Minipumpen**
  Das Heizsystem wird dezentral mit Minipumpen für jeden Heizkörper versorgt. Die Pumpen sind nur in Betrieb, wenn über das Raumbediengerät Wärme angefordert wird. Die Ansteuerung der Pumpen erfolgt über ein BUS-System.
  Mit diesem System wird der hydraulische Abgleich bei der Planung der Anlage berücksichtigt. Die Nutzung dieses Systems ist seit kurzem durch Produkte der Firma WILO (Pumpensystem „Geniax“) möglich. Diese Variante stellt einen Übergang von der Drosselregelung zur Pumpenregelung dar. Trotz des höheren materiellen Aufwandes wurden durch renommierte Institute Einsparungen von ca. 20 % bei installierten Anlagen gemessen.

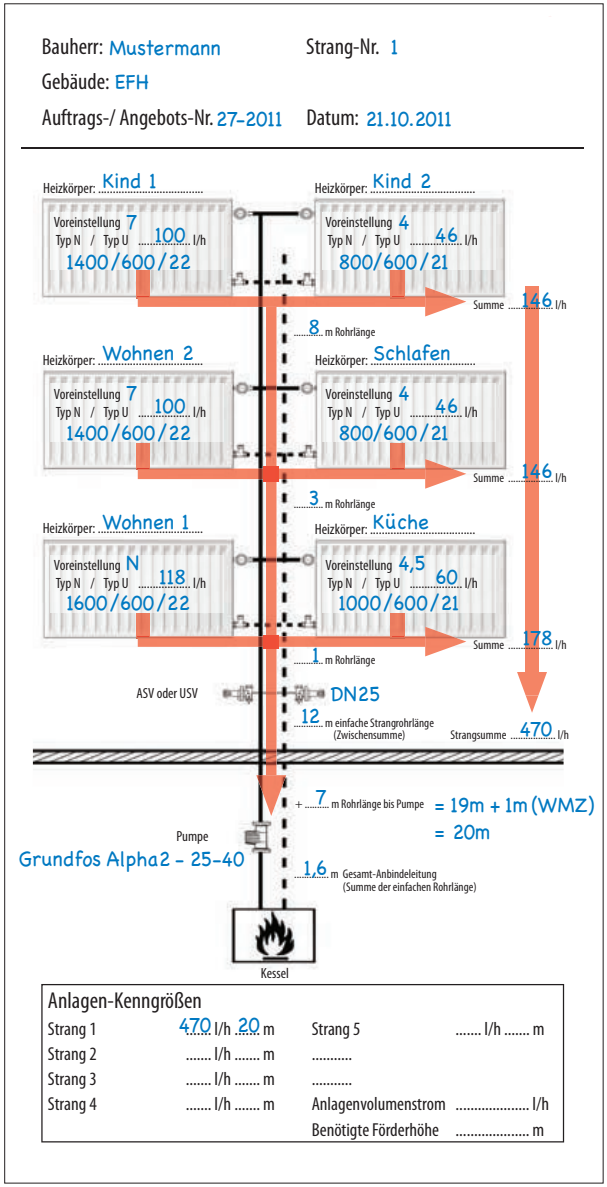


Abb. 1; Quelle: Danfoss

1.5 Sonderlösungen

Zweirohrsystem nach dem Tichelmann-System

Dabei sind die Summen der Rohrlängen von Vor- und Rücklauf zu jedem Heizkörper etwa gleich. Damit werden im Netz für alle Heizkörper gleiche Druckverhältnisse wirksam. Der Nachteil ist ein größerer Rohrbedarf.

Einrohranlagen

In Einrohranlagen ist im Strang immer ein nahezu konstanter Volumenstrom vorhanden. Heizkörperthermostate regeln die Raumtemperatur, indem sie den Durchfluss im Heizkörper regeln. Allerdings wird der Volumenstrom bei der Reduzierung des Durchflusses durch den Heizkörper nicht wirklich verringert, sondern durch einen Bypass umgeleitet. Der Strang-Volumenstrom bleibt somit konstant. **Deshalb steigt bei Teillasten die Rücklauftemperatur.** Dem Raum wird über den Strang bzw. Bypass weiter Wärme zugeführt, es kommt zu einem Überheizen. Das ist nach Renovierung eines Gebäudes besonders nachteilig, weil die Heizlast geringer wird. Das Heizungssystem ist überdimensioniert. Das Problem der Überheizung wird noch gravierender.

Lösungsmaßnahmen:

1. Einbau eines Durchflussreglers in den Strangrücklauf · *Ergebnis:* Jeder Strang wird zum unabhängigen Teil des Systems, weil nur der benötigte Volumenstrom zugeführt wird.
2. Optionaler thermostatischer Stellantrieb in Kombination mit dem Durchflussregler · *Ergebnis:* regelt zusätzlich den Durchfluss über die Rücklauftemperatur in den Strängen.

Somit werden Einrohrsysteme zu ähnlich energieeffizienten Systemen mit variablem Durchfluss wie Zweirohrsysteme. Die gleiche Lösung eignet sich auch sehr gut für die Sanierung im Bestand mit einem Brennwertgerät.

1.6 Heizungs-Check nach DIN EN 15378

Zu dieser DIN EN wurde von der Vereinigung der deutschen Zentralheizungswirtschaft e.V. eine Sammelmappe, bestehend aus einem Leitfaden, Datenschieber, Hilfsblättern und einer Punktebewertung herausgegeben.

Zum hydraulischen Abgleich werden Hinweise gegeben, wie der Berater erkennen kann, ob eine Anlage abgeglichen ist bzw. ob überhaupt die Armaturen für einen Abgleich geeignet sind. Weil es ein Check ist, werden nur Angaben zur Nachrüstung von Armaturen gegeben. Der hydraulische Abgleich ist nicht Bestandteil dieser Vorschrift.

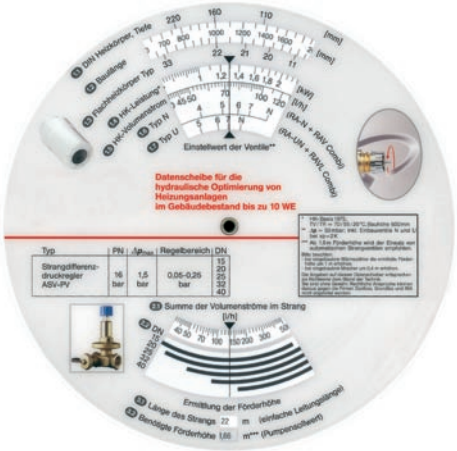
Auf jeden Fall ist der Heizungs-Check eine sehr gute Möglichkeit, um Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz von Heizungsanlagen dem Auftraggeber zu empfehlen.

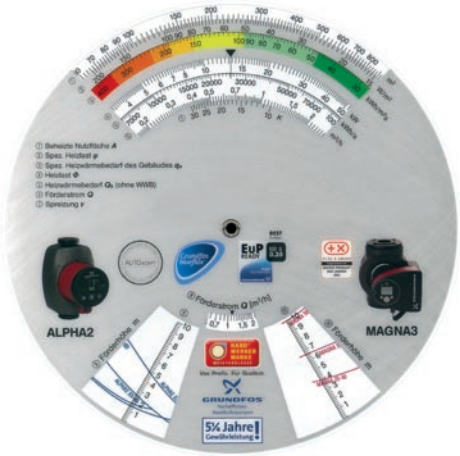
Der Heizungs-Check sollte immer der erste Schritt bei einer beabsichtigten Sanierung einer Heizungsanlage sein.

1.7 Beispiel für einen hydraulischen Abgleich

Für das Beispiel wird eine Datenscheibe verwendet.

Die Anwendung ist leicht nachvollziehbar und kann auch über das Online-Lernportal *www.dancademy.de*, Hydraulischer Abgleich (Basiskurs) eingesehen werden.





Informationen zur abzugleichenden Anlage:

- Rohrnetzverlauf, Dimensionierung sind nicht bekannt
- eine genaue Berechnung ist nicht möglich

Trotzdem ist die Verwendung der Datenscheibe zur Erfassung des Iststandes der Anlage möglich, wenn angenommen wird:

Installierte Heizkörperleistung = Raumheizlast

Für die Erfassung werden benötigt:
- Danfoss-Grundfoss-Datenscheibe
- Protokollformular
- Zollstock und Stift

Randbedingungen:
- Heizkörper TV/TR 70/55/20 °C, Bauhöhe 600 mm
  Umrechnung auf andere Bauhöhen siehe Datenscheibe, SHK-Tabellenbuch oder Herstellerunterlagen
- Flachheizkörper (Typen: 11, 21, 22, 33) oder DIN-Heizkörper (Tiefe 110, 160, 220 mm)
- dp = 50 mbar
  bei eingebauten Ventilen (Danfoss N und U)
- Thermostatventile mit xp = 2 K
- Bestandsanlagen oder Stränge mit bis zu 10 Wohnungen
- Strangregulierventile (dp = 100 mbar) bei Anlagen mit mehreren Strängen oder Förderhöhen der Pumpe > 1,6 m
- bei kleineren Anlagen mit Förderhöhen der Pumpe < 1,6 m kann auch eine Hocheffizienzpumpe mit einem dp= const. (100-150 mbar) verwendet werden

Berechnungsbeispiel

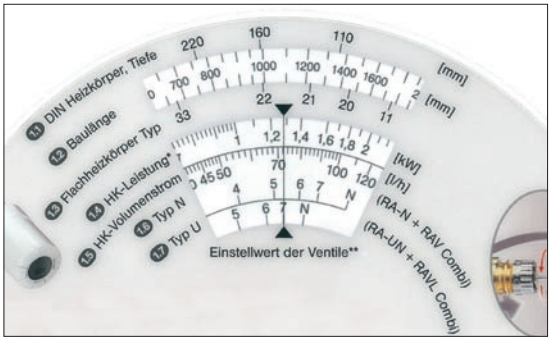
Gegeben: Flachheizkörper, Typ 22, Baulänge 1000 mm

Gesucht:
- Voreinstellung Thermostatventil
- Kontrolle der Nennweite der Strangarmaturen
- Förderhöhe der Pumpe, Pumpentyp

a) Voreinstellung des Thermostatventils

Einstellung

Baulänge	1000 mm	**1.2**
Flachheizkörpe	Typ 22	**1.3**



Ergebnis

Heizkörperleistung	1,3 kW	**1.4**
HK-Volumenstrom	72 l/h	**1.5**
Voreinstellung Typ N	5,5	**1.6**

b) Volumenströme der Heizkörper des Strangs ermitteln

Es wurde ein EFH mit 3 Geschossen und 6 Heizkörpern gewählt. Sämtliche Eingaben und Ergebnisse können dem Strangschema (Abb. 1, S. 14) entnommen werden. Für den Nachweis der vorhandenen Heizkörper, der Volumenströme und der Voreinstellung der Thermostatventile dient die dafür vorgesehene Tabelle (Abb. 2), die aus dem Internet *http://waerme.danfoss.com/default.html* (Arbeitshilfen/Download) ausgedruckt werden kann. Sie dient wie auch das Formblatt „Bestätigung des hydraulischen Abgleichs gemäß KfW“ (Abb. 3) zur Vorlage bei der KfW.

Ventileinstellwerte für den hydraulischen Abgleich
mit der Danfoss/Grundfos Datenscheibe

Bauherr: Klaus Mustermann
Straße: Musterstraße 2
PLZ, Ort: 12345 Musterstadt
Blatt Nr.: 1
Strang/Geschoss: 1
Fachfirma:
Datum
(Stempel) Bestätigung der Berechnung

Raum Nr./Bezeichnung	HK Pos.	HK-Bezeichnung (DN/Fläche) (z. B.: Platte 22/1400/600)	HK-Volumenstrom (l/h)*	Ventil Typ: N oder U**	DN	Voreinstellwert
Kind 1	1	22/1400/600	100	N	15	7
Kind 2	1	21/800/600	46	N	15	4
Wohnen 2	1	22/1400/600	100	N	15	7
Schlafen	1	21/800/600	46	N	15	4
Wohnen 1	1	22/1600/600	118	N	15	11
Küche	1	21/100/600	60	N	15	4,5

Förderhöhe der Pumpe / Sollwert des Differenzdruckreglers: _____ m / _____ bar

* HK: Umrechnungsfaktoren für unterschiedliche Bauhöhen (BH) – Basis Faktor 1 für BH 600 mm, Faktor 0,8 für BH 450/500 mm, Faktor 1,6 für BH 900/1000 mm

** Vorgaben: T_V/T_R: 75/55 °C – Δp Ventil: 50 mbar – Δp = 2K, HK Bauhöhe 600 mm
Annahme: Heizlast des Raumes gleich der Leistung des/der Heizkörper(s)

Bestätigung der KfW:
Datum
Berechnung genehmigt

Abb. 2; Quelle: Danfoss

Bestätigung des hydraulischen Abgleichs gemäß KfW

Objekt _____
PLZ, Ort _____
Sonstiges _____

Vorgaben

Heizlast raumweise berechnet [1]	Heizlast **nicht** berechnet [2]
☐ *Vorgabe:* Heizflächenleistung gemäß der Heizlast	☐ *Annahme:* Heizlast des Raumes gleich der Leistung des/der Heizkörper(s)
Systemtemperaturen als Berechnungsgrundlage	Systemtemperaturen als Berechnungsgrundlage
70°/55°C oder .../...	70°/55°C oder .../...

[1] Danfoss empfiehlt die Berechnung der Heizlast nach dem vereinfachten Verfahren mit Durchlauf-IV
[2] Dieses Verfahren gilt nur bei annähernd unveränderter Heizlast baulich sanierter Gebäude.

Durchführung – Qualitätssicherung

Anlage gespült nach DIN EN 14336 (Ventile müssen geöffnet sein !)	☐ Ja	☐ Nein
Wasseraufbereitung nach DIN 2035	☐ Ja	☐ Nein
Druckhaltung geprüft (Funktion und Größe des Ausdehnungsgefäßes)	☐ Ja	☐ Nein
Heizkörperventile nach Berechnung eingestellt	☐ Ja	☐ Nein
Verteiler mit Voreinstellung für Fußbodenheizung nach Berechnung eingestellt	☐ Ja	☐ Nein
Differenzdruckregler vorhanden / eingestellt	☐ Ja	☐ Nein
Berechnete Förderhöhe der Pumpe eingestellt	☐ Ja	☐ Nein
Regelung nach Berechnungsgrundlage eingestellt	☐ Ja	☐ Nein

Der hydraulische Abgleich wurde durchgeführt.
Unterlagen /Berechnungsergebnisse sind nach VOB 18380 beigefügt.

Ort, Datum _____ Unterschrift Kunde _____ Unterschrift Fachplaner _____

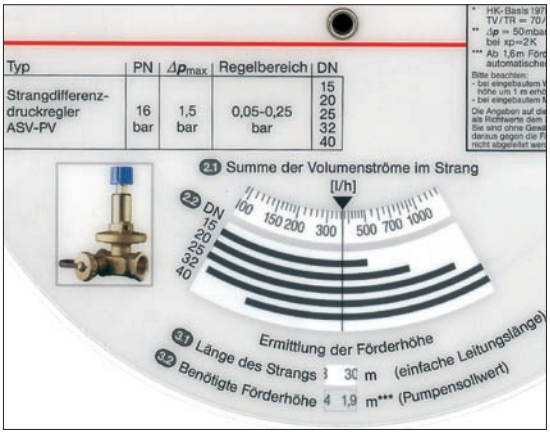
Abb. 3; Quelle: Danfoss

c) Ermittlung der Nennweite der Strangarmaturen

Die Summe des Volumenstroms für das gewählte Einfamilienhaus beträgt 470 l/h (Abb. 1, S. 14).

Einstellung

Volumenstrom	370 – 470 l/h	**2.1**



Ergebnis

Nennweite	DN 25	**2.2**

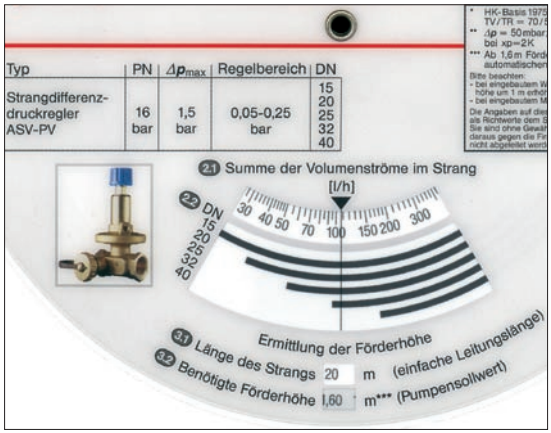
Die Nennweite wurde gewählt, weil möglichst eine Armatur im mittleren Einsatzbereich gewählt werden soll. Andere Rohr-DN erfordern andere DN für das Strangregulierventil.

d) Ermittlung der Förderhöhe der Pumpe

Dazu muss die Länge der einfachen Rohrleitung von der Pumpe bis zum entferntesten Thermostatventil ermittelt werden (s. Abb. 1, S. 14). Diese Länge beträgt 20 m.

Einstellung

Rohrlänge	20 m	**3.1**



Ergebnis

Förderhöhe	1,6 m	**3.2**

Berechnungsbeispiel

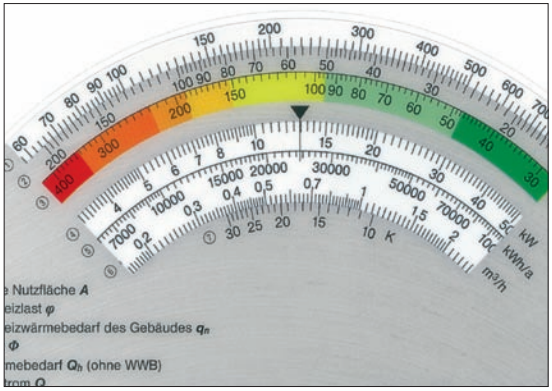
a) Heizlast – Förderstrom

Auf dieser Seite der Datenscheibe kann bei unbekannter Heizlast mit einer vom Baujahr des Hauses abhängigen spezifischen Heizlast
- die Heizlast
- der Heizwärmebedarf
- der Förderstrom

ermittelt werden.

Einstellung

Nutzfläche	130 m²	1
Spezifische Heizlast	100 W/m²	2
entspricht einem spezifischen Heizwärmebedarf von	210 W/m²a	3



Ergebnis

Heizlast	13 kW	4
Heizwärmebedarf	24.500 kWh/a	5
Förderstrom	0,74 m³/h	6
bei einer Spreizung	15 K	7

b) Pumpenermittlung

Dafür sind die Förderhöhe und der Förderstrom erforderlich.

Im Danfossbeispiel wurden ermittelt

Förderstrom	470 l/h	8
Förderhöhe	1,6 m	9

Ergebnis

Alpha2	25-40 (Schnittpunkt Kennlinie / Förderhöhe)

Die Datenscheibe liefert natürlich nur dann verlässliche Ergebnisse, wenn die Anlage mit den Produkten der genannten Firmen saniert wurde. Darüber hinaus gibt es weitere Anbieter, die sich mit der Thematik des hydraulichen Abgleichs befassen und ähnliche Berechnungstools anbieten.

Zusammenfassung und energetische Effekte

Als Berechnung ist die mit der Datenscheibe demonstrierte Variante ausreichend.
Hier noch einmal die Bedingungen:

- Heizkörperleistung = Raumheizlast
- Vorlauf/Rücklauftemperatur: 70/55°C
- Druckdifferenz über dem Thermostatventil: Δp = 50 mbar
- Regelabweichung des Thermostatventils: xp = 2K

Durch den **Heizungscheck nach DIN EN 15378** ergeben sich Empfehlungen für energetische Sanierungen. Da ca. 90 % der Heizungsanlagen nicht abgeglichen sind, ist der hydraulische Abgleich einer Heizungsanlage eine Sanierungsempfehlung mit guten energetischen Effekten. Die folgende Aufstellung zeigt die möglichen Einsparungen durch den Einsatz von Thermostatventilen mit Zusatzbaugruppen:

Grundbaugruppen	Zusatzbaugruppen	Einsparung bis zu
Voreinstellbare Thermostatventile	mit Flüssigkeitsfühler Danfoss RAW (Energielabel A)	8 %
	mit elektronischem Fühler (PID)	15 %
	mit dezentralem Zeitprogramm für individuelles Heizen	20 %
Voreinstellbare Thermostatventile, Hocheffizienzpumpe und/oder Differenzdruckregler ASV	mit Gasfühler Danfoss RA 2000 (Energielabel A)	20 %
	mit elektronischem Fühler (PID)	25 %
	mit dezentralem Zeitprogramm für individuelles Heizen	30 %

Quelle: Fa. Danfoss: „Leitfaden zur Optimierung von Bestandsgebäuden – Praxisgerecht zum hydraulischen Abgleich“, 2011

Als Werkzeuge sind nur die Datenscheibe, ein Zollstock und die Formulare, die aus dem Internet heruntergeladen werden können, erforderlich.

Nach der Durchführung wird der hydraulische Abgleich mit den genannten ausgefüllten und unterschriebenen Formularen dokumentiert.
Die Dokumente dienen als Nachweis für die KfW, BAFA, Auftraggeber und für die Kundenakte.

Quelle: - Danfoss „Hydraulischer Abgleich – Basiskurs“
www.dancademy.de - Danfoss/Grundfoss - Datenscheibe

2.1 Heizgasverbrauchsschätzung

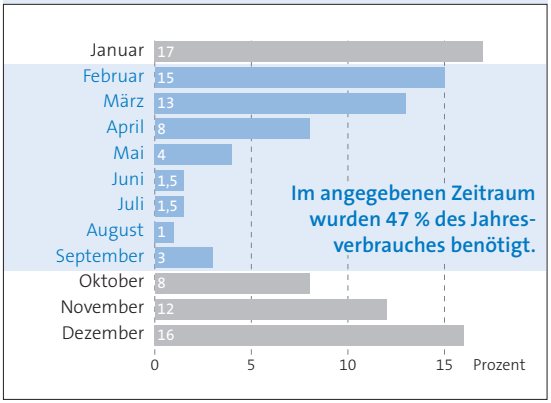
Bei Wohnungswechsel oder Tarifwechsel des Versorgers ist es möglich, dass nur der Gasverbrauch einiger Monate bekannt ist. Möchte man trotzdem den Verbrauch der Wohnung für ein ganzes Jahr wissen, ist das überschlägig durch die Kenntnis des durchschnittlichen monatlichen Heizgasbedarfs möglich.

Ein Beispiel soll die Anwendung verdeutlichen:

Gegeben: Gasverbrauch von Februar bis September beträgt 800 m³ Erdgas H

Gesucht: Gasverbrauch eines Jahres

Lösung: Addition der prozentualen Anteile für die Monate = 47 %



$$\textbf{Jahresheizgasverbrauch} = \frac{\text{Teilverbrauch}}{\text{Monatsanteile}} \cdot 100\,\%$$

$$= \frac{800\ \text{m}^3}{47\,\%} \cdot 100\,\% = \mathbf{1702\ m^3/a}$$

Quelle: www.bund-der-energieverbraucher.de/Energiebezug/Erdgas/Verbrauchsschätzung

2.2 Jahresheizwärmebedarf

Überschlägig kann der Jahresheizwärmebedarf (JHWB) durch die Verbindung der Heizlast eines Gebäudes mit den Jahres-Vollbenutzungsstunden (Anzahl der Stunden/Jahr, die ein Kessel mit Nennwärmeleistung laufen müsste, um den Jahresheizwärmebedarf zu decken) der Heizungsanlage ermittelt werden.

Durchschnittliche Beispiele für Jahres-Vollbenutzungsstunden in Abhängigkeit von der Nutzungsart sind

Anwendung	Vollbenutzungsstunden in h/a
Einfamilienhaus	2100
Mehrfamilienhaus	2000
Bürohaus	1700
Schule, einschichtiger Unterricht	1100
Schule, zweischichtiger Unterricht	1300

Gegeben: Heizlast eines EFH $Q = 6{,}5$ kW
Vollbenutzungsstunden $Bh = 2100$ h/a
Kesselwirkungsgrad $\eta = 0{,}9$

Gesucht: Jahresheizwärmebedarf (JHWB)

$$\textbf{Jahresheizwärmebedarf} = \frac{Q \cdot Bh}{\eta}$$

$$= \frac{6{,}5\ \text{kW} \cdot 2100\ \text{h/a}}{0{,}9} = \mathbf{15.166\ kWh/a}$$

Quelle: VDI 2067, Blatt 2, 12/1993

2.3 Ermittlung der Belastung

Prüfung des Einstellwertes mit dem Gaszähler

Bedingungen

Messzeit 1 min

Betriebsheizwert 9,6 kWh/m³

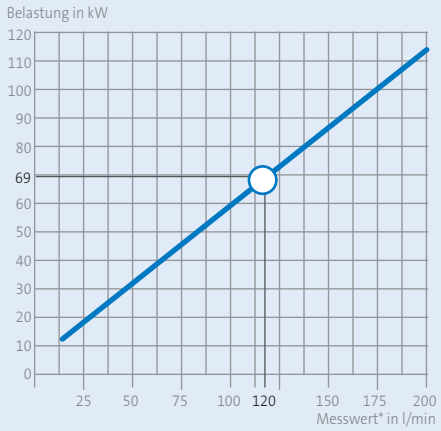
- Einstellung des Gasgerätes auf maximale Belastung!
- Schornsteinfegerschaltung!
- Umrechnungsfaktor von l/min in kW = 0,576

Beispiel

Messwert 120 l/min

Belastung 120 l/min x 0,576 = 69 kW*

Messwert l/min	Belastung kW
200	115
175	111
150	87
140	80
130	75
120	**69**
110	63
100	58
90	52
80	46
70	40
60	35
50	29
40	23
35	20
30	17
25	14
20	12
18	10
16	9
14	8



* gerundet

Prüfung des Einstellwertes mit dem Gaszähler und Stoppuhr

Bedingungen

Messvolumen 50 Liter

Betriebsheizwert 9,6 kWh/m³

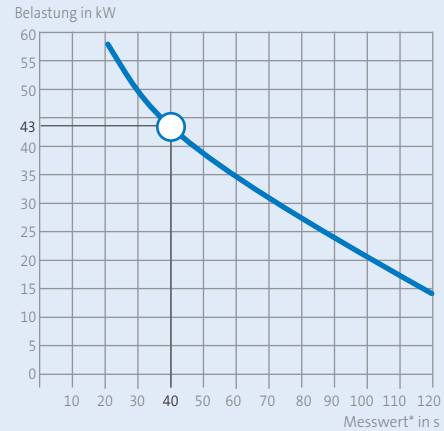
- Einstellung des Gasgerätes auf maximale Belastung!
- Schornsteinfegerschaltung!
- Umrechnungsfaktor von s in kW = 1728

Beispiel

Messzeit 40 s

Belastung 1728 / 40 = 43 kW*

Messwert s	Belastung kW
30	58
35	49
40	43
45	38
50	35
55	31
60	29
65	27
70	25
75	23
80	22
85	20
90	19
95	18
100	17
110	16
120	14



* gerundet

Prüfung des Einstellwertes mit dem Gaszähler und der Stoppuhr

Bedingungen

Messvolumen 30 Liter

Betriebsheizwert 9,6 kWh/m³

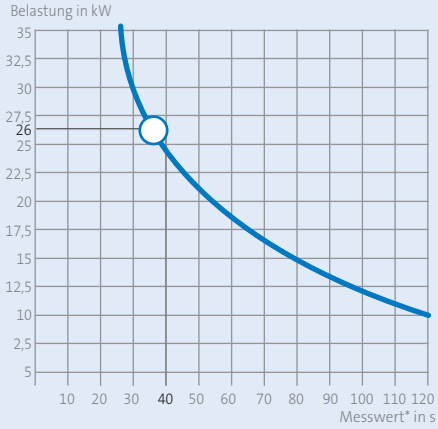
- Einstellung des Gasgerätes auf maximale Belastung!
- Schornsteinfegerschaltung!
- Umrechnungsfaktor von s in kW = 1036,8

Beispiel

Messwert 40 s

Belastung 1036,8 / 40 = 26 kW*

Messwert s	Belastung kW
30	35
35	30
40	**26**
45	23
50	21
55	19
60	17
65	16
70	15
75	14
80	13
85	12
90	11
95	11
100	10
110	9
120	8



* gerundet

3.1 Energieeinsparung durch Pumpentausch – die Hocheffizienzpumpe wird 2013 in der EU zur Pflicht

Pumpen verbrauchen weltweit ca. 10 % der elektrischen Energie. Nassläuferpumpen verbrauchten 2009 in der EU 50 TWh/a. Ohne gesetzliche Maßnahmen würden im Jahr 2020 in der EU geschätzte 55 TWh/a verbraucht.

Durch die gesetzliche Anwendung der EU-Richtlinie „Verordnung (EG) Nr.641/2009 vom 22. Juli 2009, auch ErP-/EuP-Richtlinien (Ökodesign-Richtlinie) genannt, kann der Stromverbrauch in der EU im Jahr 2020 auf ca. 32 TWh/a gesenkt werden. Deshalb dürfen in der EU ab 01.01.2013 nur noch Hocheffizienzpumpen in den Verkehr gebracht werden, die dieser ErP-/EuP-Richtlinie und damit einem festgelegten Energieeffizienz-Index entsprechen. Das bisherige Energielabel wird zum 01.01.2013 entfallen.

Die folgende Tabelle zeigt den Zeitplan für die Realisierung der Ökodesign-Richtlinie.

1. Januar 2013	1. August 2015	1. August 2020
Betroffene Produkte – Nassläufer-Umwälzpumpen		
soweit sie nicht unter die Ausnahmen fallen		alle
Vorgabe - Energie Effizienz Index* (EEI)		
≤ 0,27	≤ 0,23	≤ 0,23
Ausnahmen – Nassläufer-Umwälzpumpen		
externe (Primärkreise von thermischen Solaranlagen und Wärmepumpen)	in Produkte integrierte für den Austauschfall	
in Produkte integrierte		
Nicht im Geltungsbereich		
Zirkulationspumpen für Trinkwarmwasserzirkulation. Sie führen ab dem 1. Januar 2013 den Zusatz „Diese Umwälzpumpe ist nur für Trinkwasser geeignet“		

* Basis für den Energie Effizienz Index (EEI) ist eine Referenzpumpe der Energieeffizienzklasse „D“ - EEI = 1. Kleinere Werte als „1“ sind Pumpen mit größerer Effizienz. Quelle: GRUNDFOS-Prospekt „Sind Sie bereit ?“ zur Ökodesign-Richtlinie, GW 031 659/2012.07 LDT

Die Schlussfolgerungen aus den genannten gesetzlichen Festlegungen sind:

- Bei einem notwendigen Pumpentausch „muss“ eine Hocheffizienzpumpe eingebaut werden.
- Weiterhin besteht die Möglichkeit freiwillig einen Pumpentausch zu veranlassen.

Für Pumpen führender Hersteller trifft schon heute zu: Der Tausch einer Standardpumpe gegen eine Hocheffizienzpumpe ergibt Energieeinsparungen von ca. 350 kWh/a bei maximaler Leistung.

Beispiel:
Vergleich einer Standardpumpe mit einer Hocheffizienzpumpe (HE-Pumpe), die durch die geringeren Laufzeiten und die Regelungsart geringere Leistungen hat.

	Leistung W	Stromverbrauch kWh/a[2]		Betriebskosten €/a	
Standard	80	480		120	
			Einsparung		Einsparung
HE-Pumpe (P_{max})	22 [1]	132	348	33	87
HE-Pumpe (durchschnittlich)	12 [4]	72	408	18	102
HE-Pumpe (P_{min})	2 [1]	12	468	3	117

Quelle: für die Leistungsangaben GRUNDFOS GMBH
[1] HE-Pumpe GRUNDFOS ALPHA2 25-40 neuste Bauart August 2012
[2] Laufzeit 6.000 h/a
[3] Energiepreis 0,25 € / kWh
[4] Durchschnittswert aus P_{min} und P_{max}

Damit amortisieren sich die Kosten für den technisch notwendigen oder freiwilligen, vorzeitigen Pumpentausch in Abhängigkeit der Laufzeit, der Regelungsart, des Energiepreises und der Kosten für die Neuanschaffung der Hocheffizienzpumpe, in einer Zeit von ca. 2 – 3 Jahren.

Unter dem Gesichtspunkt steigender Energiepreise verkürzen sich die genannten Amortisationszeiten.

Ein Pumpentausch ist für die Umwelt und den Geldbeutel eine vernünftige und zu empfehlende Maßnahme!

Grundfos Alpha2-Umwälzpumpe, Quelle: Grundfos GmbH

Quellen: Dirk Schmitz – Nachhaltige Pumpen (Keine Vision, sondern Realität) www.nachhaltigwirtschaften.net – Fachbeiträge 10/2012. Die EUP-Richtlinie Umwälzpumpen www.energy.grundfos.com/de/gesetzesnormen

3.2 Energieeinsparung durch die Dämmung von Rohrleitungen

In der Energieeinsparverordnung - EnEV 2009, § 10, Absatz 2 und § 14, Absatz 5 wird festgelegt, dass Heizungs- und Warmwasserleitungen und deren Armaturen zu dämmen sind.

In der Anlage 5 der gleichen Verordnung (siehe auch Kapitel 8: Kenndaten, Tabelle 14) werden die praktischen Festlegungen genannt. Zum Beispiel werden Rohrleitungen in nicht beheizten Räumen mit einem Innendurchmesser bis 22 mm mit einer Dämmschichtdicke von mindestens 20 mm (WLG 035) isoliert (entspricht 100 % Dämmung nach EnEV).

Weil bereits in der EnEV 2002 festgelegt wurde, dass bis 2007 ungedämmte Rohrleitungen und Armaturen in nicht beheizten Räumen nachträglich zu dämmen sind, sollen an einem Beispiel die Effekte dargestellt werden.

Wärmeabgabe von Kupferrohren in W/m*

Material	DN 15	DN 20	DN 25
1 ohne Dämmung	33	38	46
2 mit Stegmantel WICU-Rohr	30	33	38
3 nach EnEV 100 % gedämmt WICU-Extra - 100 %	6	7	8
Differenz zwische 1 und 3	27	31	38

* bei einer mittleren Temperaturdifferenz von 40 K zwischen Rohr und nicht beheizten Raum – frei verlegt (gerundet).

Beispiel: Energieverluste durch Rohrleitungen im unbeheizten Keller eines EFH

Typ (+ je 2 Armaturen à 0,5 m)	Nenn-weite DN	Länge gesamt in m	Wärmeverlust spezifisch in W/m	Wärmeverlust pro Leitung in W
Heizung (2 • 6 m)	25	13	38	494
Warmwasser (6 m)	20	7	31	217
Zirkulation (6 m)	15	7	27	189
Summe				**900**

Für die Heizperiode wurden nach Herstellerangaben 4220 h/a angesetzt.

Als Energieeinsparung ergeben sich:
0,9 kW • 4220 h/a = ca. 3800 kWh/a

Es ergeben sich Kosteneinsparungen von:
ca. 300 €/a bei einem Erdgaspreis von 8 ct/kWh
ca. 260 €/a bei einem Erdgaspreis von 7 ct/kWh

Bei geschätzten Dämmkosten von 135 € (5 €/m) ergeben sich folgende Amortisationszeiten:
ca. 0,45 Jahre bei einem Erdgaspreis von 8 ct/kWh
ca. 0,5 Jahre bei einem Erdgaspreis von 7 ct/kWh

Unter der Annahme, dass nur 50 % der Wärmeverluste entstehen, ergibt sich für das Beispiel eine Amortisationszeit von ca. 1 Jahr.

Die Dämmung von Rohrleitungen in unbeheizten Räumen ist immer eine lohnende Investition, weil die Amortisationszeiten sehr kurz sind.

Quellen: Ihle, Bader, Golla - Tabellenbuch Sanitär, Heizung Lüftung- 2002; Diagramme der Wieland Werke AG, Ulm, Stand 2008

3.3 Energieeinsparungen durch den Tausch des Kessels

Die in diesem Kapitel genannten Wirkungsgrade beziehen sich auf den Heizwert.

Kohlekessel und Brennwertkessel

Wird ein Kohlekessel durch einen Brennwertkessel ersetzt, sind Energieeinsparungen bis zu 40 % möglich.

Beispiel:

- Ein durchschnittliches, nicht saniertes Einfamilienhaus (Baujahr 1950-1970) hat einen spezifischen Endenergiebedarf von 300 kWh/m²a und eine Nutzfläche von 100 m².
- Der Energiebedarf pro Jahr beträgt:
  300 kWh/m²a · 100 m² = 30.000 kWh/a.
  (entspricht dem Verbrauch, der am Gaszähler in m³/a vom Gasversorger abgelesen wird)
- Die Einsparung von 40 % entspricht 12.000 kWh/a. Damit sinkt der Energiebedarf auf 18.000 kWh/a.
- Die Basis für die Kostenberechnung ist ein Preis von 5ct/kWh für Braunkohlebriketts.
- Jährliche Kosteneinsparung:
  12.000 kWh/a · 0,05 €/ kWh = 600 €/a
- Bei einem Preis des neuen Brennwertkessels von 4000 € ergibt sich eine Amortisationszeit von etwa 6,7 Jahren.

Niedertemperaturkessel und Brennwertkessel

Die Tabelle vergleicht die Wirkungsgrade der Brennwertkessel mit den Niedertemperaturkesseln in Abhängigkeit vom Baujahr

	Kriterium	Brennwert-kessel (BWK)	Niedertemperatur-kessel (NTK)	
			1	2
1	Baujahr	ab 1991	1984 – 1988	ab 1989
2	Wirkungsgrad in %	104 – 109	84 – 88	92 – 94
3	angenommener durchschnittlicher Wirkungsgrad in %	106	86	93
4	Vergleich BWK – NTK in %		20	13

Beim Tausch eines Niedertemperaturkessels gegen einen Brennwertkessel sind auch Energieeinsparungen von bis zu 13 bis 20 % möglich.
Wegen der geringeren Einsparmöglichkeiten ergeben sich Amortisationszeiten im Bereich von 8-12 Jahren.

Brennwertkessel und Solar

Über die Bonusförderung der BAFA ist in Zusammenhang mit der Installation einer Solaranlage für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ein „Regenerativer Kombinationsbonus“ für den Tausch gegen einen Brennwertkessel möglich. Er beträgt für 2013 **500 €**.

Für die solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung beträgt die Basisförderung **90 €/m²** für 2013 (solare Warmwasserbereitung wird erst ab 20 m² Kollektorfläche gefördert). Die genannten Förderungen betreffen nur den Gebäudebestand.

Zusätzliche Bedingungen sind notwendig:
- hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage
- mindestens eine der Umwälzpumpen der Heizungsanlage muss die Effizienzklasse A haben
- die durchgeführten Maßnahmen sind durch Rechnungen in Kopie nachzuweisen

Außerdem können 20 % der Handwerkerleistungen bis zu einem Betrag von 6.000 € steuerlich abgesetzt werden (Familienleistungsgesetz vom 22.12.2008). Das betrifft nur den Lohn und muss als Rechnung gesondert nachgewiesen werden. Es wird empfohlen vor einer Kundenberatung die aktuellen Förderbedingungen im Internet unter *www.bafa.de/energie/erneuerbare_energien/bonusförderung* einzusehen.

Beispiel Fördergelder 2013:

Anlagenteile	BAFA-Förderung
Brennwertkessel	500 €
solare WW-Bereitung 4 m² · 90 €/m²	360 €
solare Heizungsunterstützung 8 m² · 90 €/m²	720 €
Gesamtförderung	1.580 €

Unter den Gesichtspunkten:
- Energieeinsparung
- Kosteneinsparung
- Klimaschutz

ist die Anwendung der Brennwerttechnik immer sinnvoll.

Quellen: Angabe Energiebedarf:
Broschüre „Fitness-Check Gebäudehülle“, VNG 2007
BAFA-Förderprogramm Solar 11/2011

4.1 Prüfung von Gasfeuerstätten

Kriterien, die vom bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger (bBS) bei Gasfeuerstätten geprüft werden*

Brennstoff: Erdgas/Flüssiggas

Bereiche	Umweltschutz	Betriebs- und Brandsicherheit	
Rechtsgrundlagen	1. BImSchV vom 26.01.2010	Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO) vom 16.06.2009 geändert am 14.06.2011 (§1)	
Aufgaben	• Prüfung Herstellerbescheinigung NO_x (§ 6) • Überwachung Abgasverluste (§§ 10, 14, 15)	• Überprüfung der Abgasanlagen (Abgasleitungen) • Abgaswegüberprüfung (Überprüfung Heizgasweg, Verbrennungsluftversorgung, CO-Messung)	
Grenzwerte	**NO_x** bis 120 kW: 60 mg/kWh > 120 bis 400 kW: 80 mg/kWh > 400 kW: 120 mg/kWh **Abgasverluste** 4 bis 25 kW: 11 % > 25 bis 50 kW: 10 % > 50 kW: 9 %	**CO** bis 1000 ppm	
Ausnahmen	**keine Überwachung der Abgasverluste:** • Brennwertgeräte • Brauchwassererwärmung bis 28 kW • Einzelraumheizer bis 11 kW	**keine Abgaswegüberprüfung und keine CO-Messung** • Haushalts-Wäschetrockner bis 6 kW **keine CO-Messung** • Wäschetrockner • Außenwandfeuerstätten ohne Gebläse bei bestimmter Mündungslage an der Außenwand	
Fristen	**NOx – einmalig bei Errichtung** **Abgasverluste:** • Alter bis 12 Jahre: in **jedem 3. Jahr** • Alter über 12 Jahre: in **jedem 2. Jahr** Die Nennung der Frist von „in jedem 5. Jahr“ bei Gasgeräten mit selbstkalibrierender kontinuierlicher Regelung läuft ins Leere. Bei Brennwertgeräten wird der Abgasverlust nicht ermittelt, derartige Heizwertgeräte gibt es nicht.	**Geräteart**	**Frist**
		Raumluftunabhängig, sowie raumluftabhängig mit Abgasanlage für Überdruck und selbstkalibrierend	**jedes 3. Jahr**
		Raumluftunabhängig, sowie raumluftabhängig mit Abgasanlage für Überdruck	**jedes 2. Jahr**
		Raumluftabhängig	**jedes Jahr**
		BHKW, Wärmepumpe, ortsfester Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle	**jedes 2. Jahr**

* Wichtige Hinweise: Der Bezirksschornsteinfegermeister (BSM), der ab 01.01.2013 „bevollmächtigter Bezirksschornsteinfeger (bBS)“ heißt, legt nach einer Feuerstättenschau die Arbeiten für Gasfeuerstätten im Feuerstättenbescheid fest.

Mit der Ausführung dieser Arbeiten beauftragt der Eigentümer der Gasfeuerstätten einen Schornsteinfegerbetrieb, der in der Handwerksrolle eingetragen ist.

Der beauftragte Schornsteinfegerbetrieb **kann** der des „bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegers (bBS)“ sein.

Heizungsjournal Heft 4-5 April/Mai 2010 S. 36-38
(Donnerbauer: 2 Gesetze - 2 Aufgaben)

4.2 Prüfung von Erdgas-Leitungsanlagen - Betriebsdruck bis 100 mbar (ND)

	Belastungsprüfung	Dichtheitsprüfung	Gebrauchsfähigkeitsprüfung
Allgemein	zu prüfende Leitung muss von der gasführenden Leitung getrennt sein! (z.B. Steckscheibe)		bei Prüfmedium Gas keine Trennung! (Vorzugsvariante)
Grund	Materialfehler, Festigkeit Verbindungen	Dichtheit neu verlegter Leitungen	Nachweis der gefahrlosen Nutzung
Was?	Neu verlegte Leitungen ohne: Gasdruckregler, Gaszähler, Armaturen, Gasgeräte	Neu verlegte Leitungen, instand gesetzte Anlagen nach Gasdruckregler(HAE) ohne Gasgeräte	nicht für Neuanlagen! nur für Anlagen im Betrieb; nach Ablauf der Gewährleistung!
Wann?	Leitungen sind sichtbar, ohne Korrosionsschutz neu verlegt	Leitungen sind sichtbar, ohne Korrosionsschutz stillgelegt, außer Betrieb gesetzt	alle 12 Jahre oder vor Änderung der Leitungsanlage, außer Betrieb gesetzt, kurzzeitige Unterbrechung
Prüfmedium	Luft o. Inertgas (z.B Stickstoff) kein Sauerstoff!		Betriebsgas
Prüfdruck	1 bar	150 mbar	Betriebsdruck
Prüfdauer	> 10 min	abhängig vom Leitungsvolumen (siehe TRGI Tabelle 11, S.95) z.B.: V = < 100 l Anpassungszeit: 10 min Prüfzeit: > 10 min	abhängig vom Messgerät! bitte Bedienungsanleitung beachten!
Messgeräte	Manometer bis mind. 1,5 bar	U-Rohr-Manometer elektronische Messgeräte	U-Rohr-Manometer- elektronische Messgeräte, zertifiziert nach DVGW-VP 952
Anzeigegenauigkeit	0,1 bar	0,1 mbar (1 mm WS = 10 Pa)	Leckrate/Gebrauchsfähigkeit
Prüfergebnis	kein Druckabfall	absolut dicht	• 0 - < 1,0 l/h unvermindert gebrauchsfähig • 1,0 - 5,0 l/h vermindert gebrauchsfähig • > 5,0 l/h neue Leitung erforderlich: auch bei Gasgeruch un bei schlechtem äußeren Zustand der Gasleitung (Korrosion)!
Zusatzprüfung		Prüfung der Verbindungen, die nicht in die Prüfung einbezogen waren, z.B. mit schaumbildenden Mitteln oder Lecksuchgerät	

Quelle: TRGI 2008

4.3 Umrechnung von Schadstoff-Emissionseinheiten

Allgemeines – Schadstoff unverdünnt (luftfrei)

CO und NO_x sind Schadstoffe, die bei der Prüfung von Heizungsanlagen messtechnisch erfasst werden können und einen festgelegten Wert nicht überschreiten dürfen. Die Messgeräte, das Regelwerk und Angaben in Veröffentlichungen geben die Konzentrationen mit verschiedenen Einheiten an.

Die gebräuchlichsten Einheiten sind:

Einheit	Erklärung
Vol.-ppm	Volumen in cm^3 des Schadstoffes, bezogen auf 1 m^3 trockenes Abgas
mg/kWh	Masse in mg des Schadstoffes, bezogen auf die Energieeinheit Kilowattstunde
mg/m^3	Masse in mg des Schadstoffes, bezogen auf 1 m^3 trockenes Abgas

In der Heizungstechnik werden die Schadstoffe immer unverdünnt (O_2 = 0 Vol.-%) angegeben.

Diese Umrechnung erfolgt in den Messgeräten automatisch.

Folgendes Beispiel erläutert diese Umrechnung:

$$CO_{unverdünnt} = CO \cdot \frac{21 \text{ Vol-\% } O_2}{(21 - O_{2,\,Messwert}) \text{ Vol-\% } O_2}$$

Messwerte:
CO = 70 ppm
O_2 = 4,5 Vol-%
Bezugswert O_2 = 21 Vol-%

$$\mathbf{CO_{unverdünnt}} = 70 \text{ ppm} \cdot \frac{21 \text{ Vol-\% } O_2}{(21 - 4{,}5) \text{ Vol-\% } O_2}$$

$$= 70 \text{ ppm} \cdot \frac{21}{16{,}5} = 70 \text{ ppm} \times 1{,}27$$

$$\mathbf{= 89 \text{ ppm}}$$

Umrechnung von CO-Emissionen (Erdgasfeuerungen)

Faktoren zur Umrechnung der CO-Emission:

	Vol.-ppm luftfrei	**mg/kWh** g/MWh kg/GWh	**mg/m³** Abgas
Vol.-ppm luftfrei	1	1,079	1,25
mg/kWh g/MWh kg/GWh	0,927	1	1,159
mg/m³ Abgas	0,800	0,863	1

Quelle: Arbeitsdiagramme und Tabellen zur Umrechnung der Abgasemissionseinheiten von Erdgaseinheiten – DVGW-Information – Gas-Information Nr. 5 – 6/94, gekürzt

Beispiel zur Umrechnung von Vol.-ppm, luftfrei in mg/kWh

Gegeben **CO = 89 Vol.-ppm**

Gesucht CO-Wert in mg/kWh

Aus der Tabelle oben: 1 Vol.-ppm = 1,079 mg/kWh

d.h. $\frac{1{,}079 \text{ mg/kWh}}{1 \text{ Vol.-ppm}} = 1$

$CO = 89 \text{ Vol.-ppm} \cdot \frac{1{,}079 \text{ mg/kWh}}{1 \text{ Vol.-ppm}}$

CO = 96,0 mg/kWh

Umrechnung von NO_X-Emissionen (Erdgasfeuerungen)

Faktoren zur Umrechnung der NO_X-Emission:

	Vol.-ppm luftfrei	**mg/kWh** g/MWh kg/GWh	**mg/m³** Abgas
Vol.-ppm luftfrei	1	1,773	2,054
mg/kWh g/MWh kg/GWh	0,564	1	1,159
mg/m³ Abgas	0,487	0,863	1

Quelle: Arbeitsdiagramme und Tabellen zur Umrechnung der Abgasemissionseinheiten von Erdgaseinheiten – DVGW-Information – Gas-Information Nr. 5 – 6/94, gekürzt

Beispiel zur Umrechnung von Vol.-ppm, luftfrei in mg/kWh

Gegeben **NO_X = 25 Vol.-ppm**

Gesucht NO_X-Wert in mg/kWh

Aus der Tabelle oben: 1 Vol.-ppm = 1,773 mg/kWh

d.h. $\frac{1{,}773 \text{ mg/kWh}}{1 \text{ Vol.-ppm}} = 1$

$NO_X = 25 \text{ Vol.-ppm} \cdot \frac{1{,}773 \text{ mg/kWh}}{1 \text{ Vol.-ppm}}$

NO_X = 44,3 mg/kWh

5.1 Trinkwasserhygiene

Trinkwasser ist in Deutschland eines der am besten kontrollierten Lebensmittel.

Deshalb bedeutet Trinkwasserhygiene, dass die vom Wasserversorger garantierte Wasserqualität durch die Installation und den Betrieb von Trinkwasseranlagen erhalten bleibt.

Verantwortungsbereiche

Zur Erhaltung der Trinkwasserqualität gelten folgende Pflichten:

Verantwortlicher	Verantwortungsbereich
Wasserversorger	bis zur Hauptabsperreinrichtung des Gebäudes bzw. bis zum Hauptwasserzähler
Planer der Installation	plant nach den a.a.R.d.T.[1] z.B. DVGW-zugelassene Materialien, keine Möglichkeiten der Wasserstagnation, optimale Dimensionen, zulässige Wassertemperaturen
Installationsfirma (vom örtlichen Wasserversorger zertifiziertes Unternehmen)	installiert nach den a.a.R.d.T.[1] z.B. Überprüfung der Planung, Anwendung zugelassener Technologien, Prüfung der fertigen Anlage, Prüfprotokolle, Betriebs- und Wartungsanleitung
Betreiber, z.B. Hausbesitzer (kann ein Installations- oder Wartungsunternehmen mit der Aufgabe beauftragen)	Betrieb der Warm- und Kaltwasseranlage nach den in der Betriebs- und Wartungsanleitung festgelegten Kriterien, z.B. geforderte Wassertemperaturen, Wartungsintervalle, Prüftermine

[1] allgemein anerkannte Regeln der Technik, z.B. VDI- und DVGW-Richtlinien, sowie DIN- und EN-Bestimmungen

Für nachgewiesene Unregelmäßigkeiten, durch die Menschen zu Schaden kommen können, sind die Verantwortlichen haftbar.

Legionellenbildung

In der Trinkwasserverordnung 2011, § 14, Absatz 3 wird u.a. die Überprüfung des Trinkwassers hinsichtlich der **zulässigen Anzahl von Legionellen** festgelegt. Das betrifft vor allem Anlagen mit einem Trinkwassererwärmer > 400 Liter oder Rohrleitungen mit einem Wasservolumen > 3 Liter (gemessen vom Austritt aus dem Trinkwasserspeicher bis zu der am weitesten entfernten Entnahmestelle)

Legionellen im Trinkwasser, besonders in vernebelter Form (z.B beim Duschen), können zu Erkrankungen führen. Deshalb ist die wesentliche Maßnahme zur Vermeidung einer Legionellenvermehrung die Einhaltung bestimmter Temperaturen in der Wasserinstallationsanlage.

Notwendige Temperaturen in der Wasserinstallationsanlage:

Messstelle	Temperatur (in °C)
Kaltwasser	< 25
Trinkwasser, warm (TWW)	≥ 60
TWW-Zirkulation, Eingang Speicher	≥ 55
zu vermeidender Temperaturbereich	25-54

Maßnahmen gegen die Legionellenbildung

Thermische Maßnahmen

Zur Sicherung der genannten Temperaturen eignen sich Zirkulationsleitungen und selbstregelnde Begleitheizungen. Am meisten werden Zirkulationsleitungen verwendet, weil durch die Fahrweise des Wärmeerzeugers eine thermische Desinfektion des Warmwassers möglich ist. Zirkulationsleitungen werden vom Planer nach den o.g. erforderlichen Temperaturen ausgelegt. Zur Minimierung der Wärmeverluste der Warmwasserleitungen müssen die Warmwasser- und Zirkulationsanlage nach der gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) gedämmt werden.

Die Grundlagen für eine funktionierende Zirkulationsleitung ist deren Berechnung nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 553 und der hydraulische Abgleich.

Berechnungsmöglichkeiten für Zirkulationsleitungen:

Möglichkeiten	Bemerkungen
Kurzverfahren nach dem DVGW AB W 553	**geeignet für kleine Anlagen (z.B. EFH)** unter der Annahme vereinfachter Randbedingungen (z.B. TWW-Rohrlänge ≤ 30 m) muss der Innendurchmesser der Zirkulationsleitung mindestens 10 mm sein
vereinfachtes Verfahren Verwendung von Datenschiebern, z.B.: Oventrop/ WILO	**geeignet für kleine und mittlere Anlagen** Diese Datenschieber werden von Herstellern mit Benutzungsanleitung und Beispielrechnung kostenlos als Kundendienst geliefert. Sie eignen sich auch für die Prüfung und Veränderung von Bestandsanlagen. Die Ergebnisse sind produktabhängig.
differenziertes Verfahren nach dem DVGW AB W 553	**geeignet für mittlere und große Anlagen** Hier werden Berechnungsprogramme angewendet (z.B Oventrop OVplan, Viega-CAD Viptool Piping) Die Ergebnisse sind: Rohrleitungsdurchmesser, Regulierventile mit berechneten Einstellungen, Pumpentyp

Zur Gewährleistung der in Tabelle (Seite 51) genannten Temperaturen ist ein hydraulischer Abgleich der Zirkulationsanlage erforderlich. Außerdem ist schon bei der Planung von Zirkulationsleitungen darauf zu achten, dass an den Eingängen von Strängen Regulierventile vorgesehen werden, die auch eine thermische Desinfektion ermöglichen.

Für einen korrekten hydraulischen Abgleich werden benötigt:

- eine berechnete Zirkulationsleitung
- eine Zirkulationspumpe in Hocheffizienzausführung
- automatische Strangregulierventile (Einstellwerte aus dem Berechnungsprogramm).

Bei der Übergabe der Anlage an den Betreiber wird mittels eines Protokolls durch Angabe der Einstellwerte und der gemessenen Temperaturen an den o.g. Messstellen der hydraulische Abgleich dokumentiert. Besonders muss die Funktionstüchtigkeit der thermischen Desinfektion nachgewiesen werden (mindestens 3 Minuten in jedem Teilbereich über 70 °C).

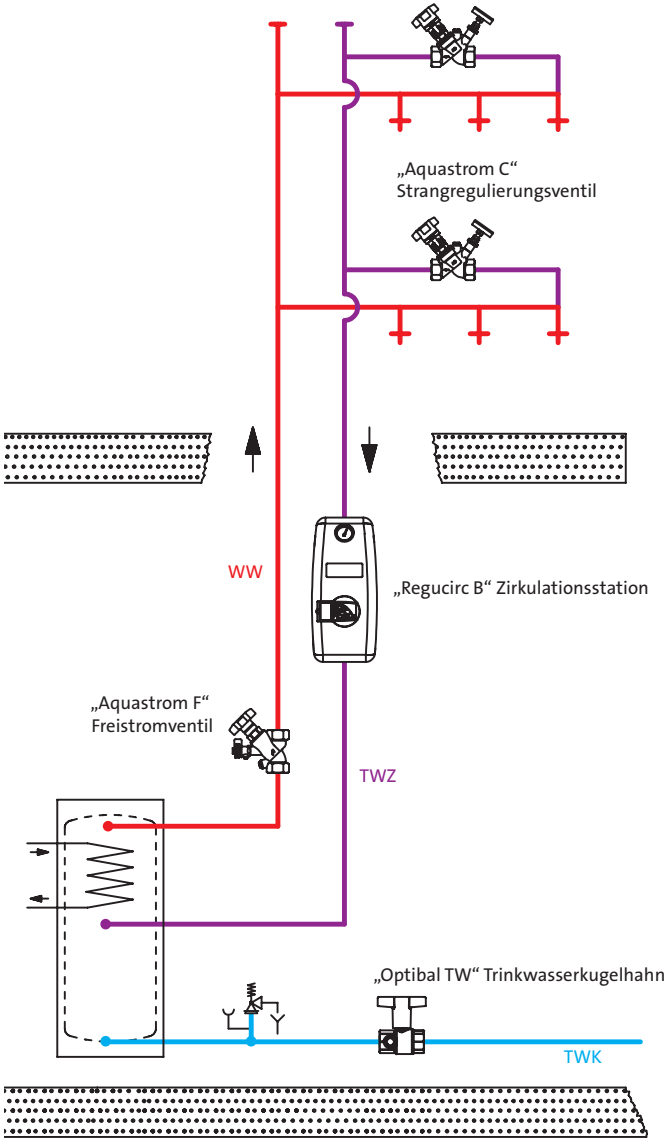
Die im Protokoll dokumentierten Messwerte dienen als Grundlage für die Wartung der Anlage. Eine gute Grundlage bis DN 20, also für Ein- und Zweifamilienhäuser, ist die von der Fa. Oventrop angebotene Zirkulationsstation „Regucirc B“. Sie wird unmittelbar vor dem Speicher in die Zirkulationsleitung eingebunden.

Die Zirkulationstation besteht aus:
- Thermostat-Zirkulationsventil mit Kontrollthermometer
- Rückflussverhinderer
- energiesparender Hocheffizienzpumpe (Energielabel A)
- Isolierschale

Vorteile:
- durch das Zirkulationsventil „Aquastrom VT“ stellt sich die Pumpe automatisch auf den optimalen Leistungspunkt ein.
- bei der thermischen Desinfektion wird durch die Kombination von Pumpe und Zirkulationsventil der Restvolumenstrom angehoben und die Desinfektionstemperatur schnell erreicht.

Einbau siehe Strangschema S. 55.

Bei größeren Anlagen werden Zirkulationsregulierer-ventile in jedem Strang installiert. Die gewünschte Funktion der thermischen Desinfektion muss bei der Regelung des Wärmeerzeugers schon bei der Planung und Ausschreibung berücksichtigt werden.



Maßnahme zur Reduzierung der Wasserhärte

Kalksteinablagerungen in Warmwassersystemen (Warmwassererzeuger, Rohrleitungen usw.) sind unter dem Aspekt der Wasserhygiene kritisch zu bewerten. Sie sind geeignetes Trägermaterial für Biofilme und bieten Schutzräume für unterschiedlichste wassergängige Mikroorganismen, darunter auch Amöben und Legionellen.

Kalksteinablagerungen in Verbindung mit ungünstigen Warmwassertemperaturen (in der Praxis 40 bis 45 °C) können schnell zu nicht mehr tolerierbaren Legionellenkonzentrationen führen. Thermische oder chemische Desinfektionen in Verbindung mit einer umfassenden Sanierung wären zwingend erforderlich.

Mit Erscheinen der Trinkwasserverordnung, Fassung 2011, steht verstärkt das Thema „Legionellenprophylaxe“ im Fokus der Öffentlichkeit.

Trinkwasserhygiene erfordert von Anfang an hohe Warmwassertemperaturen. Nach DVGW Arbeitsblatt W 551 gilt: stets ≥ 60 °C am Ausgang Warmwasserbereiter für Großanlagen, ≥ 55 °C, empfohlen 60 °C für Kleinanlagen. Die Intensität der Kalkablagerungen bei harten und mittelharten Wässern in diesem Temperaturbereich ist überproportional hoch. Die sich daraus ergebenden Probleme sind:

- erhöhter Energieverbrauch
- erhöhte Druckverluste
- vorzeitiger Verschleiß u.a.m.

Diesen Tatsachen (Kalk und Hygiene) wird in der DIN 1988-200 (vordem DIN 1988-7) Rechnung getragen. In Abhängigkeit der Wasserhärte wird die Wasserenthärtung, alternativ die Härtestabilisierung, gefordert bzw. empfohlen.

Wasserbehandlungsmaßnahme zur Vermeidung von Steinbildung in Abhängigkeit von der Calciumcarbonat-Massenkonzentrationen und Temperatur:

Calcium-Massen-konzentration		Härte-bereich	Maßnahmen bei ≤ 60°C	Maßnahmen bei > 60°C
mmol/l	°dh*			
< 1,5	< 8,4	1 + 2	keine	keine
≥ 1,5 – < 2,5	≥ 8,4 – < 14	2 + 3	keine oder Stabilisierung oder Enthärtung	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen
≥ 2,5	≥ 14	3	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen	Stabilisierung oder Enthärtung

* Grad deutscher Härte
Quelle: DIN 1988-200, Abschnitt 12.3.2, Tabelle 6

Der Widerspruch zwischen Energieökonomie (niedrige Temperaturen und geringe Kalkablagerungen) und Wasserhygiene (hohe Temperaturen und höhere Kalkablagerungen) löst sich mit dem Einbau DIN-DVGW geprüfter Wasserenthärtungs- bzw. Kalkschutzanlagen.

Ein Beispiel dafür ist auf folgendem Bild dargestellt. Das Bild zeigt eine Enthärtungsanlage der Firma JUDO. Diese Anlage erfüllt die Bedingungen der DIN EN 14743 und DIN 19636-100 und hat das DIN-DVGW-Prüfzeichen.

Funktionsprinzip: Austausch der Calcium- gegen Natriumionen mittels eines Ionenaustauscherharzes.

Mit diesem Gerät, das in der Regel nach dem Hauseingangsfilter installiert wird, können Kalksteinablagerungen verhindert bzw. minimiert werden.

Quellen: A. von Ahnen, „Optimieren der Trinkwasserhygiene....“, BHKS-Almanach 2011 · Oventrop-Prospekte „Regucirc-Zirkulationsstationen“ und „Regulierventile“ · DVGW Arbeitsblätter W551 und 553 · JUDO Wasseraufbereitung – Prospekte und Leistungsverzeichnis

5.2 Trinkwasserverordnung 2011 (TRINKWV)

Grundlagen

Mit der Trinkwasserverordnung 2011, die am 01.11.2011 in Kraft getreten ist, werden die Vorgaben der europäischen Trinkwasserrichtlinie (98/83EG) in die deutsche Verordnung umgesetzt.

Die Trinkwasserverordnung 2011 (TRINKWV) hat den Zweck die Trinkwassergüte bis zur letzten Zapfstelle eines Hauses zu erhalten. Das ist möglich durch:

- Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik
- Verwendung zugelassener Materialien (z.B. DVGW-Prüfzeichen)
- Installation durch Betriebe, die bei einem Wasserversorger gelistet sind
- regelmäßige fachliche Schulung der Installateure

Bereits in der TRINKWV 2001 wurde festgelegt, dass eine Prüfung der Trinkwasserqualität in öffentlichen Gebäuden (z.B. Altenheime, Krankenhäuser, Schulen) durchzuführen ist.

Mit der TRINKWV 2011 wird diese Festlegung auf gewerblich genutzte Gebäude erweitert.

Generell betrifft die TRINKWV 2011 Neu- und Bestandsbauten. Gewerblich genutzte Gebäude sind auch sämtliche Mietshäuser, die einen zentralen Warmwasserspeicher mit einem Volumen > 400 l haben oder die Warmwasserleitung ein Volumen > 3 l (zwischen Warmwasserboiler und der entferntesten Zapfstelle) hat. Durch die 3-Liter-Regel sind damit auch Anlagen mit kleineren Boilern betroffen.
Ein- und Zweifamilienhäuser sind per Definition immer Kleinanlagen.

Wichtige Hinweise für Neu- und Bestandsanlagen

Die folgenden Hinweise ersetzen nicht den Verordnungstext. Sie sollen lediglich zur Auffindung sehr wichtiger Abschnitte helfen. Hilfreich ist auch die vom ZVSHK im Juli 2011 veröffentlichte Trinkwasserverordnung mit Kommentar, die aufgrund der Bundesratsbeschlüsse vom 12.10.2012 zur 2. Änderung der TRINKWV derzeit aktualisiert werden.

Auswertung der TRINKWV 2011

1. Allg. Vorschriften

§ 2	**Anwendungsbereich** VO regelt die **Qualität von Wasser** für den menschlichen Gebrauch! z.B. nicht gültig für: natürliches Mineralwasser, Schwimm- und Badebeckenwasser
§ 3	**Begriffsbestimmung**
Nr. 1	**Was ist Trinkwasser**
Nr. 2	**Wasserversorgungsanlagen** Welche Wasserversorgungsanlagen müssen betrachtet werden
Nr. 3	**Trinkwasserinstallation** Rohre, Armaturen und Apparate von der Hauptabsperreinrichtung bis zu den Zapfstellen
Nr. 10	**gewerbliche Tätigkeit** Trinkwasserbereitstellung in Verbindung mit Vermietung (Gewinnerzielung!)
Nr. 11	**öffentliche Tätigkeit** Trinkwasserbereitstellung für einen unbestimmten wechselnden Personenkreis
Nr. 12	**Definition der Großanlage** Warmwasserspeicher mit einem Volumen > 400 l oder die Warmwasserleitung hat ein Volumen > 3 l zwischen Warmwasserspeicher und der entferntesten Zapfstelle. Ein- und Zweifamilienhäuser sind per Definition immer Kleinanlagen – unabhängig von Volumina

2. Beschaffenheit (z.B. Reduzierung des Bleigrenzwertes von 0,025 mg/l auf 0,01 mg/l ab 01.12.2013)

§ 4 Abs. 1	**Allgemeine Anforderungen** einwandfreie Beschaffenheit
Abs. 2-3	**Pflichten des Unternehmers**, wenn die Beschaffenheit nicht in Ordnung ist!
§ 6 Abs. 3	**Chemische Anforderungen** so wenig wie möglich! Minimierungsgebot

§ 9 Abs. 8	**Maßnahmen bei Nichteinhaltung von Grenzwerten, der Nichterfüllung von Anforderungen sowie der Überschreitung von technischen Maßnahmewerten** z.B.: Kommt der Betreiber bei Überschreitung des Technischen Maßnahmewertes für Legionellen seinen Pflichten nicht nach (vergl. § 16), fordert das Gesundheitsamt ihn zur Erfüllung der Pflichten auf und prüft Maßnahmen zum Gesundheitsschutz bzw. ordnet diese an

3. Aufbereitung und Desinfektion

§ 11	**Desinfektionsverfahren** Desinfektion ist möglich; gemäß DVGW twin 05/2009 nicht aber vorsorglich oder zur Absenkung der Warmwassertemperaturen

4. Pflichten des Unternehmens

§ 13	**Informations- und Anzeigepflichten** Festlegungen wer wann zu informieren ist
Abs. 1	**Gesundheitsamt – schriftliche Meldung** Beispiele: Errichtung: 4 Wochen vorher Erstmalige Inbetriebnahme: 4 Wochen vorher Stilllegung: innerhalb von 3 Tagen Bauliche Veränderung: 4 Wochen vorher
Abs. 3	**Gesundheitsamt (GA)** Vorlage technischer Unterlagen (auf Verlangen)
Abs. 5	**Gesundheitsamt (GA)** Unverzügliche Anzeige von Großanlagen nur bei Überschreitung des Technischen Maßnahmewertes für Legionellen in gewerblichen, d. h. vermieteten Objekten. Im öffenlichen Bereich sind sie immer meldepflichtig.
§ 14	**Untersuchungspflichten** Legionellen, (vergl. Anlage 4, Teil II, b siehe unten)
Abs. 3	**Unternehmer** Lediglich Überschreitungen des Technischen Maßnahmewertes sind unverzüglich dem Gesundheitsamt zu melden **1. Pflicht zum Einbau von Probenahmestellen mit dafür geeigneten Armaturen!** **2. Die Anzahl und die Einbaustellen müssen mit dem Gesundheitsamt abgestimmt werden (bei einem MFH mit 2 Strängen sind mindestens 4 Probenahmestellen notwendig).** **3. Die Armaturen für die Probenahme müssen ein Probenahmerohr (Abb.1) haben, das vor der Probenahme abgeflammt werden kann (z.B. Edelstahl)** **4. Die Probenahme darf nur von sachkundigen Personen (müssen dafür speziell geschult sein) ausgeführt werden.** **5. Durchführung der Untersuchungen ist nur durch zertifizierte Prüfstellen zulässig! (beim GA liegt die Landesliste aus)**
Abs. 3	**Installateur** Übergabe einer Betriebs- u. Wartungsanleitung (z.B. vom ZVSHK)

§ 16	**Anzeige- und Handlungspflichten** z.B. muss der Betreiber einer Trinkwasserinstallation das GA informieren, wenn ihm Grenzwertüberschreitungen bekannt werden!
Nr. 7	1. Untersuchungen zur Aufklärung der Ursachen durchzuführen oder durchführen zu lassen; diese Untersuchungen müssen eine Ortsbesichtigung sowie die Prüfung der Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik einschließen, 2. eine Gefährdungsanalyse zu erstellen oder erstellen zu lassen 3. die Maßnahmen durchzuführen oder durchführen zu lassen, die nach den a.a.R.d.T zum Schutz der Gesundheit der Verbraucher erforderlich sind. 4. Der Unternehmer und der sonstige Inhaber teilen dem Gesundheitsamt unverzüglich die von ihm ergriffenen Maßnahmen mit.

5. Überwachung

§ 17	Das Umweltbundesamt erhält umfangreiche Möglichkeiten, Prüf- und Bewertungssysteme für Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser zu erstellen, inkl. sog. Positivlisten.
Nr. 7	-Sicherungseinrichtungen müssen eingesetzt werden. -Unterschiedliche Versorgungssysteme müssen farblich gekennzeichnet werden. - Nichttrinkwasser-Entnahmestellen müssen gekennzeichnet werden -Nichttrinkwasser-Entnahmestellen müssen erforderlichenfalls gegen nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch gesichert werden.
§ 18 **§ 19**	**durch das Gesundheitsamt (GA)** GA überwacht die Erfüllung der Pflichten der Unternehmer
§ 20	**Anordnungen des GA**
§ 21	**Informationen der Verbraucher**

7. Straftaten und Ordnungswidrigkeiten

§ 24 **§ 25**	**Folge von Grenzwertüberschreitungen** Grenzwertüberschreitungen werden als Straftat gewertet
Nr. 11 a-h	Alle Betreiberpflichten sind einzeln aufgeführt und können zu Ordnungswidrigkeiten führen. Ordnungswidrigkeiten sind Vernachlässigung von: • Untersuchungspflichten (§16) • Maßnahmen zur Gefahrenabwehr (§16) • Aufzeichnungspflichten (§16) • Aufbewahrungspflichten von 10 Jahren (§16) • Informationspflichten gegenüber dem Verbraucher (§16) • Informationspflichten gegenüber dem Gesundheitsamt (§16) und bei • fehlender Berücksichtigung der allgemein anerkannten Regeln der Technik Planung, Bau oder Betrieb (§17) • fehlender Berücksichtigung der allgemein anerkannten Regeln der Technik bei der Werkstoffwahl (§17) • fehlender, fehlerhafter oder nicht rechtzeitige Kennzeichnung von Leitungen oder Entnahmestellen (§17)

Anlage 3: Indikatorparameter; Teil II: Anlagen der Trinkwasserinstallation
Legionellenbefall Grenzwert sind 100 KBE/100 ml
(KBE ist die Anzahl der koloniebildenden Einheiten pro 100 Milliliter (cm^3))

Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Hygiene in Trinkwasserinstallationen – Orientierende Untersuchung

	Legionellenbefall KBE/100 ml			
	< 100	> 100	> 1.000	> 10.000
Bewertung (Konta-mination)	geringe	mittlere	hohe	extrem hohe
Maßnahme	keine	keine	evtl. Sanierung	Duschverbot und Sanierung
Weiter-gehende Unter-suchungen	keine	innerhalb 4 Wochen	umgehend	unverzüglich
Nachunter-suchung	nach 1 Jahr	keine	keine	1 Woche nach Desinfektion

Quelle: Fa. JUDO - Schulungsunterlagen

Probenahme (Abb. Viega)

Hinweise für Hausbesitzer einer Bestandsimmobilie

Die folgenden Hinweise betreffen speziell die Festlegung der TRINKWV, dass bestehende Mietshäuser – auch im sozialen Wohnungsbau ohne Gewinnerzielungsabsicht – gewerblich genutzte Gebäude sind.

Daraus ergeben sich am Beispiel eines Hausbesitzers einer Bestandsimmobilie, die einen zentralen Warmwasserspeicher mit einem Volumen > 400 l haben oder die Warmwasserleitung ein Volumen > 3 l (zwischen Warmwasserboiler und der entferntesten Zapfstelle) hat, verschiedene Verpflichtungen, die oben nur exemplarisch aufgeführt sind. Detaillierte Angaben zur Häufigkeit der Untersuchung auf Legionellen findet sich in der „Anlage 4 Teil II "Häufigkeit der Untersuchungen"

- Großanlagen sind mindestens einmal jährlich entsprechend den Vorgaben in § 14 Abs. 3 zu untersuchen. Für Wasserversorgungsanlagen nach § 3 Nr. 2 Buchstabe d (Schiffe etc.) „legt das Gesundheitsamt die Häufigkeit fest."
- Neu ist der Absatz für die Wohnungswirtschaft, nach dem sie nur noch „mindestens alle drei Jahre" ihre Trinkwasser-Installationen untersuchen lassen muss. Die erste Untersuchung muss bis zum 31.12.2013 abgeschlossen sein."
- In öffentliche Gebäuden ohne „Patienten mit höherem Risiko für Krankenhausinfektionen" und ohne Beanstandungen in drei aufeinanderfolgenden Jahren können längere Untersuchungsintervalle „von bis zu drei Jahren" festgelegt werden, soweit sich die Betriebsweise nicht ändert und sie nachweislich dem Stand der Technik entsprechen.
- Öffentliche Gebäude mit Risiko-Patienten „(z. B. Krankenhäuser, Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen, Einrichtungen für ambulantes Operieren, Dialyseeinrichtungen, Entbindungseinrichtungen)" müssen weiterhin und ohne Ausnahme jährlich untersucht werden.

Quellen: Trinkwasserverordnung 2011, Verordnung und Kommentar, ZVSHK, Juli 2011; Dr. Peter Arens, Neue Trinkwasser-VO 2011 – Kommentar KZ-Haustechnik 18/2011 - Sonderdruck; Bundesratsbeschlüsse vom 12.10.2012 zur 2. Änderung der TRINKWV

6.1 Das SI-Einheitensystem

In der Technik und in der Physik wird in Deutschland und international das SI-Einheitensystem angewendet. Die folgenden Angaben basieren auf dem Gesetz über Einheiten im Messwesen in der Neufassung vom 22.02.1985 in Verbindung mit der 7. Zuständigkeitsanpassungs-Verordnung vom 29.10.2001 (veröffentlicht im Bundesgesetzblatt).

Das SI-System besteht aus folgenden Basisgrößen und Basiseinheiten (physikalische Größe).

Eine physikalische Größe wird durch das Produkt aus Zahlenwert und Einheit beschrieben
physikalische Größe = Zahlenwert · Einheit
Beispiel: Länge = 10 · m

SI-Einheiten nach DIN 1301 (Stand: Dezember 1985)

Basisgröße		Basiseinheit			
Bezeichnung	Symbol	Bezeichnung	Kurz	Beispiel	noch verwendete Einheiten
Länge	l (klein L)	Meter	m	l = 10 m	1 Zoll = 25,4 mm
Zeit	t	Sekunde	s	t = 40 s	1 Stunde(h) = 3600 s
Masse	m	Kilogramm	kg	m = 12 kg	
Temperatur	T	Kelvin	K	T = 273 K	0°C = 273 K
Stromstärke	I (groß I)	Ampere		I = 6 A	
Stoffmenge	n	Mol	mol	n = 3 mol	
Lichtstärke	I (groß I)	Candela	cd	I = 2 cd	

* Quellenhinweis: DIN 1301, Teil 1 bis 3, DIN 1304; „Neue Einheiten"-10/95 – Information Erdgas

6.2 Abgeleitete SI-Einheiten und weitere zulässige Einheiten

Für die verschiedenen technischen Anwendungen gibt es abgeleitete SI-Einheiten mit speziellen Namen. Eine Auswahl abgeleiteter SI-Einheiten und weitere zulässige Einheiten und Ihre Verbindung zu den SI-Einheiten sind Inhalt der Tabelle 1.2

Abgeleitete SI-Einheiten und weitere zulässige Einheiten

Größe	Formel	Basiseinheiten		weitere zulässige Einheiten	
		Einheit Name	Beziehung zu SI-Basis-einheiten	Einheit Name	Beziehung zu SI-Basis-einheiten
Fläche	A = l·l	m² Quadratmeter			
Volumen	V = l·l·l	m³ Kubikmeter		l oder L Liter	1 L = 1 dm³ 1 L = 10-3 m³
Masse		t Tonne	1 t = 1000 kg	g Gramm	1 g = 10-3 kg
Zeit		min Minute	1 min = 60 s	h Stunde d Tag	1 h= 60 min 1 h = 3600 s 1 Tag = 24 h 1 Tag = 1440 min 1 Tag = 86400 s
Geschwindigkeit	v = l/t	m/s	m/s	km/h	1 m/s = 3,6 km/h
Beschleunigung	a = l/t²	m/s²	m/s²		
Kraft	F = m·a	N Newton	N = kgm/s²		
Druck	p = F/A	Pa Pascal	Pa = N/m²	bar Bar mbar	1 bar = 10^5 Pa 1 mbar = 100 Pa
Dichte	q = m/V	kg/m³	kg/m³	g/L	1 g/L = 1 kg/m³
Wärmemenge, Energie, Arbeit	W = F·l	J Joule	J = kgm²/s² J = Nm = Ws	kWh MJ	1kWh = 3,6 MJ
Leistung	P = W/t	W Watt	W = kgm²/s³ 1W = 1J/s 1W = 1Nm/s	kW	1 kW = 1000 W

6.3 Verbindung von unzulässigen Einheiten und SI-Einheiten

Die folgenden Einheiten sind durch die gesetzlich festgelegte Anwendung des SI-Systems nicht mehr zulässig. Sie werden aber parallel zu den SI-Einheiten noch verwendet. Beispiele sind:

- Zoll, m WS beim SHK-Handwerk
- PS bei der Autoindustrie

Beim Studium alter Fachliteratur ist die Kenntnis darüber notwendig. Die folgende Tabelle ermöglicht die Umrechnung:

Beziehung zwischen unzulässigen Einheiten und SI-Einheiten

Größe	unzulässige Einheit	Umrechnung in SI-Einheiten
Länge	Zoll (inch)	1 Zoll = 25,4 mm
Druck	mm WS at m WS	1 mm WS = 10 Pa 1 at = 9,81 · 10^4 Pa 1 m WS = 9,81 · 10^3 Pa
Kraft	Arbeit Energie	1 kp = 9,81 Nm Nm = 9,81 J
Wärmemenge, Arbeit, Energie, Wärmeleistung	kcal kcal/h	1 kcal = 4186 J 1 kcal/h = 1,163 W 1 kW = 860 kcal/h
Leistung	PS	1 PS = 736 W

6.4 Vorsätze zu Einheiten

Durch die in untenstehender Tabelle genannten Vorsätze zu Einheiten entstehen für den praktischen Gebrauch einfache Zahlenwerte.

Vorsätze zu Einheiten

Name	Zeichen	Faktor als Zahl	Faktor als Zehnerpotenz
Tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
Giga	G	1 000 000 000	10^{9}
Mega	M	1 000 000	10^{6}
Kilo	k	1 000	10^{3}
Hekto	h	100	10^{2}
Deka	da	10	10^{1}
		1	10
Dezi	d	0,1	10^{-1}
Zenti	c	0,01	10^{-2}
Milli	m	0,001	10^{-3}
Mikro	µ	0,000 001	10^{-6}
Nano	n	0,000 000 001	10^{-9}
Pico	p	0,000 000 000 001	10^{-12}
Femto	f	0,000 000 000 000 001	10^{-15}
Atto	A	0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}
Zepto	Z	0,000 000 000 000 000 000 001	10^{-21}

Beispiele:
1000 m = 1 km
100 cm = 1 m
100 Pa = 1 hPa (1mbar)
1000 Wh = 1 kWh
10^6 J = 1 MJ

6.5 Umrechnung von Einheiten

Bei der Umrechung von Einheiten werden immer die physikalischen Größen betrachtet.

Eine physikalische Größe wird durch das Produkt aus Zahlenwert und Einheit beschrieben
Physikalische Größe = Zahlenwert · Einheit
Typische Beispiele für den SHK-Bereich sind:

Größe	Zahlenwert	Einheit
Heizwert H S,n	10,4	kWh/m³
Leistung P	18	kW
Gasdruck p	23	mbar

Die Umrechnung von Größen (z.B. von mbar in Pa) erfolgt durch die Multiplikation der Größe mit dem Faktor 1. Damit bleibt die Größe gleich, aber der Zahlenwert ändert sich mit der gewünschten Einheit.

Beispiel zur Umrechnung von km in m:

Gegeben **72 km**
Gesucht **Länge in m**

1 km = 1.000 m d.h. $\frac{1.000\ \text{m}}{1\ \text{km}} = 1$

$L = \frac{72\ \text{km} \cdot 1.000\ \text{m}}{1\ \text{km}}$ = **72.000 m oder** $72 \cdot 10^3$ m

Beispiel zur Umrechnung von mbar in Pa

Gegeben **Gasdruck p = 23 mbar**
Gesucht **Gasdruck in Pa**

1 mbar = 100 Pa d.h. $\frac{100\ \text{Pa}}{1\ \text{mbar}} = 1$

$p = 23\ \text{mbar} \cdot \frac{100\ \text{Pa}}{1\ \text{mbar}} = 2.300\ \text{Pa} \cdot \frac{1\ \text{kPa}}{10^3\ \text{Pa}}$ = **2,3 kPa**

6.6 Wesentliche Druckeinheiten und deren Umrechnung

Der Druck wird bestimmt durch den Quotienten aus einer Kraft F und einer Fläche A

Beispiel: 1 N / 1 m² = 1 Pa

	Pa, N/m²	mbar, hPa	bar	mmWS	mWS	Torr
Pa, N/m²	1	10^{-2} 0,01	10^{-5} 0,00001	10^{-1} 0,1	10^{-4} 0,0001	$7{,}5 \cdot 10^{-3}$
mbar, hPa	10^2 100	1	10^{-3} 0,001	10,2	$1{,}02 \cdot 10^{-2}$ 0,0102	$7{,}5 \cdot 10^{-1}$ 0,75
bar	10^5 100.000	10^2 1000	1	$1{,}02 \cdot 10^4$ 10.200	10,2	$7{,}5 \cdot 10^2$ 750
mmWS	10	10^{-1} 0,1	$9{,}81 \cdot 10^{-5}$ 0,0000981	1	10^{-3} 0,001	$7{,}355 \cdot 10^{-2}$ 0,07355
mWS	10^4 10.000	10^2 100	10^{-1} 0,1	10^3 1.000	1	73,55
Torr	133,3	1,333	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$ 0,001333	13,6	$13{,}6 \cdot 10^{-3}$ 0,0136	1

Beispiel zur Umrechnung

Gegeben **Druck p = 2.000 Pa**
Gesucht **Druck in mbar**

aus der Tabelle
10^{-2} mbar = 1 Pa d.h. $\frac{10^{-2}\ \text{mbar}}{1\ \text{Pa}} = 1$

$p = 2.000\ \text{Pa} \cdot \frac{10^{-2}\ \text{mbar}}{1\ \text{Pa}} = 2.000 \cdot 0{,}01\ \text{Pa}$ = **20 mbar**

6.7 Wesentliche Wärmeeinheiten und deren Umrechnung

Arbeit, Energie und Wärmemenge sind gleichwertige physikalische Größen.

Definitionsbeispiel: Die Arbeit ist die verwendete Kraft multipliziert mit dem zurückgelegte Weg

Beispiel
Kraft = 10 N (ca. 1kp) ^ Weg = 1m
Arbeit (Energie) = Kraft · Weg
W (Q) = 10 N * 1 m = 10 Nm(J)

In der Gas- und Heiztechnik sind die Einheiten kWh und MJ üblich. Die kcal ist eine nicht mehr zulässige Einheit, aber für Umrechnungen aus älterer Fachliteratur notwendig.

Wesentliche Energieeinheiten (Wärmeeinheiten)

	kWh	MJ	J, Ws	kcal
kWh	1	3,6	$3{,}6 \cdot 10^6$ 3.600.000	$8{,}6 \cdot 10^2$ 860
MJ	0,28	1	10^6 1.000.000	$2{,}4 \cdot 10^2$ 240
J, Ws, Nm	$2{,}8 \cdot 10^{-7}$ 0,00000028	10^{-6} 0,000001	1	$2{,}4 \cdot 10^{-4}$ 0,00024
kcal	$1{,}16 \cdot 10^{-3}$ 0,00116	$4{,}2 \cdot 10^{-3}$ 0,0042	$4{,}2 \cdot 10^3$ 4.200	1

Beispiel zur Umrechnung

Gegeben **Heizwert von Erdgas $H_u = H_i$ = 10 kWh/m³**
Gesucht **Heizwert von Erdgas $H_u = H_i$ in MJ/m³**

aus der Tabelle
1 kWh = 3,6 MJ d.h. $\frac{3{,}6\ \text{MJ}}{1\ \text{kWh}} = 1$

$H_i = 10\ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \cdot \frac{3{,}6\ \text{MJ}}{1\ \text{kWh}} = \mathbf{36\ MJ/m^3}$

6.8 Wesentliche Leistungseinheiten und deren Umrechnung

Wärmeleistung, Wärmestrom und Energiestrom sind gleichwertige physikalische Größen.

Definitionsbeispiel: Die Leistung ist die geleistete Arbeit pro Zeiteinheit bzw. die verbrauchte Wärmemenge pro Zeiteinheit

Beispiel
Wärmemenge = 10 kWh ^ Zeiteinheit = 1 h
Wärmeleistung = Wärmemenge / Zeiteinheit
P = 10 kWh / 1h = 10 kW

In der Gas- und Heiztechnik wird die Leistung in kW angegeben. Die kcal/h ist eine nicht mehr zulässige Einheit, aber für Umrechnungen notwendig.

Wesentliche Leistungseinheiten

	kW	W, J/s	kcal/h
kW	1	10^3 1000	$8{,}6 \cdot 10^2$ 860
W, J/s	10^{-3} 0,001	1	0,86
kcal/h	$1{,}16 \cdot 10^{-3}$ 0,00116	1,163	1

Beispiel zur Umrechnung

Gegeben **Heizkessel mit einer Leistung von 10.000 kcal/h**
Gesucht **Leistung in KW**

aus der Tabelle
1 kW = 860 kcal/h d.h. $\frac{1\ \text{kW}}{860\ \text{kcal/h}} = 1$

$P = 10.000\ \text{kcal/h} \cdot \frac{1\ \text{kW}}{860\ \text{kcal/h}} = 10.000 / 860\ \text{kW} = \mathbf{11{,}6\ kW}$

6.9 Umrechnung von angelsächsischen Einheiten in gebräuchliche deutsche Einheiten

Größe	deutsche Bezeichnung	deutsche Einheit	deutscher Zahlenwert	englische Bezeichnung	englische Einheit
Längen-maße	Zoll	mm	25,39	inch	in. oder “
	Fuß	m	0,305	foot	ft. oder ´
	internationale Seemeile	km	1,82	natical mile International	n.m.(int.)
Flächen-maße	Quadratzoll	cm²	6,45	square inch	sq.in.
	Quadratfuß	m²	0,093	square foot	sq.ft.
	Quadratmeile	km²	2,59	square mile	sq.mile
Raum-maße	Kubikzoll	cm³	16,39	cubic inch	cu.in.
	Kubikfuß	m³	0,283	cubic foot	cu.ft.
	Barrel	l	163,71	imperial barrel	bbl (imp.bbl)
	Barrel (U.S.A.)	L	158,98	U.S.Barrel	bbl.petrol (nur für Erdöl)
Massen, Gewichte	Unze	g	28,35	ounce	oz.
	Pfund	g	453,6	pound = 16 ozs.	lb.
Druck	Pfund je Quadratzoll	mbar	68,97	pound per square inch	lb./sq.in. (psi)
	Pfund je Quadratfuß	N/m²	47,88	pound per square foot	lb./sq.ft.
Arbeit, Wärme	Fußpfund	J(Ws)	1,37	footpound	ft.lb.
	Pferdekraftstunde	kW	0,746	horse-power-hour	HPh
Leistung	Fußpfund je Sekunde	W	1,32	footpound per sec.	ft.lb./sec.
	Pferdestärke	PS	1,01	horse power	HP
Wärme	brit. Wärmeeinheit	kJ	1,055	British thermal unit	BTU
		Wh	0,293		

Beispiel zur Umrechnung

Gegeben **Wärmeverbrauch von 1.000 BTU**
Gesucht **Wärmeverbrauch in Wh**

0,293 Wh / 1 BTU = 1

$$Q = 1.000\ \text{BTU} \cdot \frac{0{,}293}{1\ \text{BTU}} = 293\ \text{Wh} = \mathbf{0{,}293\ kWh}$$

7.1 Erdgas in Fahrzeugen

Es gab in Deutschland Ende 2012 rund 100.000 Fahrzeuge, die mit Erdgas betrieben wurden.

Die wesentlichen Vorteile von Erdgas in Fahrzeugen:

- deutlich geringere Schadstoffemissionen als andere Kraftstoffe
- geringste Kraftstoffkosten im Vergleich mit üblichen Kraftstoffen

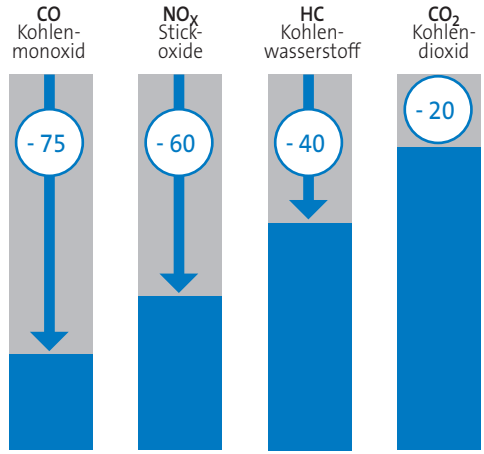
Wesentliche Kriterien für den Kauf eines Erdgasfahrzeugs

Kriterium	Ergebnis
Praxistaugliche Dichte des Tankstellennetzes	in Deutschland ca. 900 Erdgastankstellen –Stand: Dezember 2012 (www.erdgas-mobil.de/Tankstellenfinder)
Modellpalette	Audi, Seat, Fiat, Opel, Mercedes, Škoda, VW mit verschiedenen PKW und Nutzfahrzeugen. (www.erdgas-mobil.de (Privat- und Flottenkunden))
Kaufpreis (s. Bild S. 78)	Beispiel: FIAT Doblò- Kombi Dynamic 1,4 21.150 € (Erdgas) – 17.300 € (Benzin)
Verbrauch z.B. pro 100 km (s. Bild S. 78)	4,9 kg Erdgas 7,4 l Benzin Super 5,2 l Diesel
Kraftstoffkosten	Aktuelle Preise vom 12.2.2013: • Erdgas 1,13 €/kg • Benzin Super 1,60 €/l • Diesel 1,43 €/l • Autogas 0,80 €/l
Fördermöglichkeiten	durch Kommunen und Stadtwerke(SW) mit unterschiedlichen Möglichkeiten. Beispiele: • **SW Leipzig:** 500 € / Neufahrzeug • **GASAG Berliner Gaswerke AG:** 333 €/Neufahrzeug 111 €/Gebrauchtfahrzeug • **SW Bochum:** ½ Jahr kostenlos bei festgelegten Tankstellen tanken • **SW Borken/Westfalen:** Tankguthaben von 1.200 kg EG/Fahrzeug • **www.erdgas-mobil.de/Förderung**

Vergleich der Schadstoffemissionen – Benzin- und Erdgasauto

Die bereits genannten geringeren Emissionen werden durch die folgende Grafik anschaulich dargestellt.

Emissionverminderung durch Erdgasfahrzeuge*
in Prozent



* im Vergleich zu Benzinfahrzeugen (konventioneller Ottomotor ohne FSI®-Technologie)
Quelle: Bundesumweltministerium/Umweltbundesamt 2003

Heizwert, Brennwert und äquivalente Heizwerte ausgewählter Kraftstoffe

Heizwert und Brennwert

Kraftstoff	Einheit	Heizwert	Brennwert
Erdgas H	kWh/kg	13,2	14,4
Erdgas L	kWh/kg	10,7	11,7
Benzin-super	kWh/l	8,7	10,2
Diesel	kWh/l	9,9	10,6
Autogas	kWh/l	6,9	7,5

Bei der Anwendung im Kfz kann wegen des Temperaturniveaus der Brennwert der Kraftstoffe nicht genutzt werden. Deshalb bezieht sich der folgende Vergleich auf den Heizwert der Kraftstoffe.

Äquivalente Energieinhalte ausgewählter Kraftstoffe, heizwertbezogen

Kraftstoff	Erdgas H	Erdgas L	Benzin-super	Diesel	Auto-gas
Heizwert	13,2 kWh/kg	10,7 kWh/kg	8,7 kWh/l	9,9 kWh/l	6,9 kWh/l
Einheit	kg	kg	l	l	l
1 kg Erdgas H	1	1,23	1,51	1,33	1,91
1 kg Erdgas L	0,81	1	1,22	1,08	1,55
1 l Benzin-super	0,65	0,81	1	0,87	1,26
1 l Diesel	0,75	0,92	1,13	1	1,43
1 l Autogas	0,52	0,64	0,79	0,69	1

Entsprechung des Energiegehalts (Beispiel gerundet):

1kg Erdgas H 1,5 l Benzin-super
2,0 l Autogas
1,3 l Diesel

1l Benzin-super 0,7 kg Erdgas H
0,9 l Diesel
1,3 l Autogas

Kostenvergleich und Amortisationszeiten

Gewählt wurde der beim Handwerk beliebte Fiat Doblò Kombi. Es wurden gleichwertige Fahrzeuge verglichen. Mit einer Wirtschaftlichkeitsrechnung der VNG - Verbundnetz Gas AG, Leipzig, wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

Kriterium	Einheit	Erdgas	Benzin super	Diesel	Differenz Benzin/Erdgas
Hubraum	cm³	1368	1368	1598	
Leistung	kW/PS	88/120	70/95	77/105	
Verbrauch	je 100km	4,9 kg	7,4 l	5,2 l	
Kraftstoffpreise 29.10.2011 (Lpz)	€ je kg bzw. l	1,13 kg	1,60 l	1,43 l	
km-Leistung	km/a	25.000	25.000	25.000	
Kraftstoffkosten	€/a	1.542[1)]	2.880	1.859	1.338,00 Einsparung
Kaufpreis	€	19.575	19.650	20.100	75,00 Mehrpreis Benzinauto
Kaufpreis mit Förderung	€	19.075			575,00 Mehrpreis Benzinauto
Steuer	€/a	56	120	188	64,00 Mehrpreis Benzinauto
Gesamtkosten	€/a	5.859	7.360	6.796	1.501,00 Mehrpreis Benzinauto

1) Es wurde ein Betrieb mit 90% Erdgas und 10% Benzin super angesetzt.

Amortisationszeiten müssen bei diesem Beispiel nicht nachgewiesen werden, weil schon der Kaufpreis des EG-Fahrzeugs günstiger ist als der des Benzin-Kfz. Die Berechnung wurde über die Internetseite www.verbundnetzplus.de /Softwarelösungen/ Beratung/Technik/CNG Wirtschaftlichkeitsrechner Fahrzeuge durchgeführt. Die ausführlichen Ergebnisse zu o.g. Beispiel sind im Bild S. 78 dargestellt.

Ergebnis Ihrer Wirtschaftlichkeitsberechnung

Ihr ausgewähltes Fahrzeug1

Hersteller	Fiat
Fahrzeugmodell	Doblò
Fahrzeugtyp	Kombi Dynamic 1.4 T-JET 16V Natural Power Turbo

	Erdgas	Benzin	Diesel
Hubraum ccm	1368	1368	1598
Leistung kW/PS	88/120	70/95	77/105
CO_2 -Emission g/km	134	166	138
Verbrauch kg/100km	4.9	7.2	5.2

Ihre Eingaben

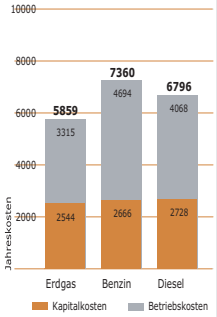
Fahrzeugnutzung	Gewerbe	
Nutzungsdauer	5	Jahre
Kilometerleistung	25000	km
Zinssatz	4	%
Kraftstoffpreise Erdgas	1.13	€
Benzin	1.60	€
Diesel	1.43	€
Förderung Erdgas	500	€/Fahrzeug
Förderung Erdgas	0	kg/Fahrzeug
Rabatt	10	%

Quelle: Fiat

Ihr Ergebnis: Jahreskostenvergleich

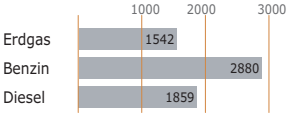
Alle Angaben, soweit nicht anders angegeben, in €/Jahr.

	Erdgas	Benzin	Diesel
Anschaffungspreis	19575	19650	20100
Rabatt (%)	10	10	10
Förderung (€)	500	0	0
Kapitalkosten	2544	2666	2728
Kraftstoffkosten	1542	2880	1859
Steuer	56	120	188
Versicherung	1177	986	1289
Wartungskosten	540	708	732
Betriebskosten	3315	4694	4068
Gesamtkosten	**5859**	**7360**	**6796**
Ersparnis über Nutzungsdauer		**+7508**	**+4684**



Kraftstoffkosten im Vergleich:

in €/Jahr



CO_2-Emissionen im Vergleich:

in kg nach 25000 km und 5 Jahren Nutzungsdauer

Ein Service der Verbundnetz Gas AG.

FAZIT

Erdgasfahrzeuge sind kostengünstiger als Benzinfahrzeuge.

7.2 Power to Gas

Grundlagen

2012 beträgt der Anteil erneuerbarer Energien (Windkraft, Wasserkraft, Biomasse, Biogas, Fotovoltaik usw.) am deutschen Strommarkt 23 %, bis 2020 soll der Anteil auf 45-50 % steigen und 2050 sogar 80 % betragen. Für die Überschüsse aus dieser Stromerzeugung sind Speicherkapazitäten notwendig. Deshalb wird der Ausbau erneuerbarer Energien durch fehlende Speicher- und Transportkapazitäten eingeschränkt.

Es fehlen:
- ca. 20.000 GWh Speicherkapazität
- ca. 3.600 km Freileitungen

Die heute vorhandene Stromspeicherkapazität beträgt 40 GWh! Im Vergleich dazu hat das deutsche **Erdgasnetz**:
- umfangreiche Gasspeicher
- 245.000 km Erdgasleitungen

Das entspricht einer Speicherkapazität von 220.000 GWh!

Erdgasgewinnung aus Strom*

Die Idee ist:
Umwandlung von nicht zeitgleich nutzbarem erneuerbaren Strom in synthetisches Erdgas und Speicherung in der bestehenden Erdgasinfrastruktur.

Wie ist das möglich?
Hintereinanderschaltung von zwei erprobten Technologien:
- Wasserstoffelektrolyse
- Methanisierung (Sabatier-Prozess)

Mit dem Verfahren der Methanisierung von Strom ist großtechnisch ein Wirkungsgrad von über 60 % möglich.

Synthetisches Erdgas ist ohne technische Einschränkungen in der Gasanwendung nutzbar. Ohne den Verfahrenschritt der Methanisierung (direkte Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz) sind Grenzwerte für Wasserstoff bei bestimmten Erdgasanwendungen (z. B. bei der Nutzung von Erdgas als Kraftstoff) zu beachten.

Eine Alternative zur Speicherung erneuerbarer Energien in schweren, komplizierten und teuren Batterien ist die Erzeugung von Wasserstoff (H_2) oder die Methanisierung zu systhetischen Erdgas mit Strom aus erneuerbaren Energien

*entwickelt von den Instituten: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Fraunhofer-Institut für Windenergie- und Energiesystemtechnik (IWES).

Technologie

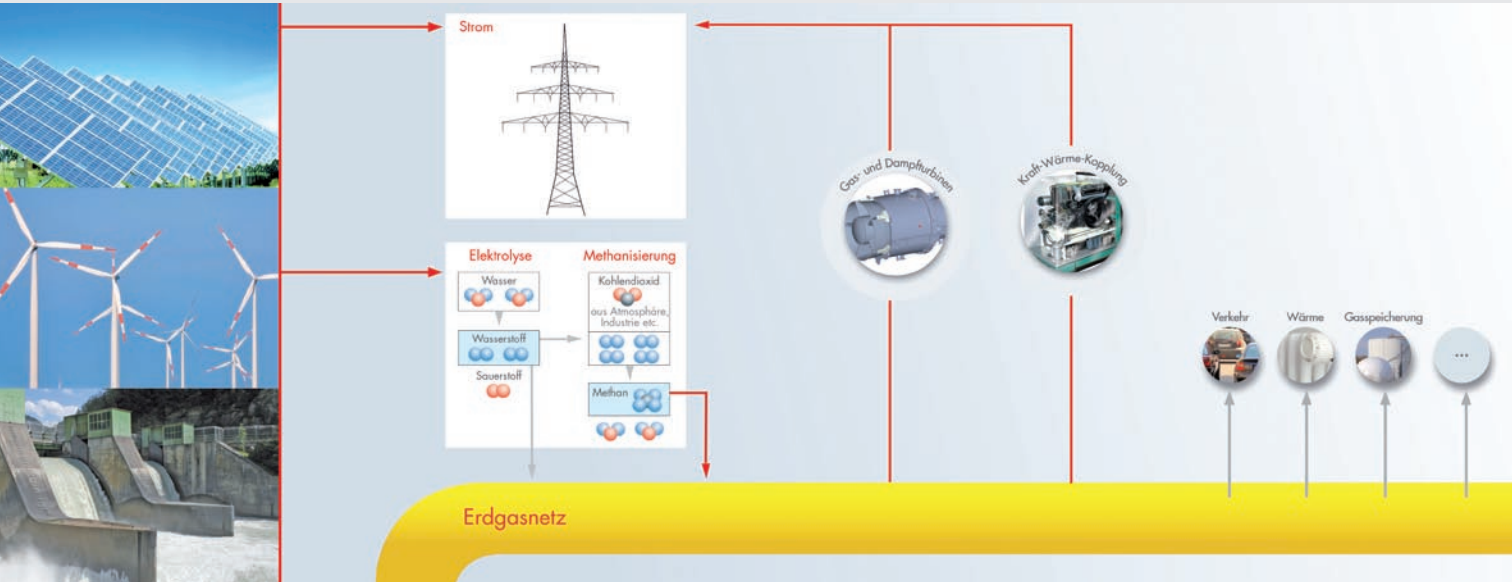
	Chemische Gleichung
1. Schritt – Elektrolyse Durch die Elektrolyse wird Wasser mit Hilfe des Stroms in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten.	$2H_2O$ => $2H_2 + O_2$
2. Schritt – Methanisierung Aus Kohlendioxid und Wasserstoff entstehen Methan und Wasser (Druck, Temperatur)	$CO_2 + 4H_2$ => $CH_4 + 2H_2O$

Dieses Verfahren wurde durch die SolarFuel GmbH bereits als Windkraft-Erdgas-Verfahren in der Praxis erfolgreich erprobt. Die im Auftrag vom ZSW in Stuttgart gebaute Pilotanlage startete 2009 mit einer Anschlussleistung von 25 kW. Es wurde ein Wirkungsggrad von 40 % nachgewiesen. 2012 wurde diese Anlage auf 250 kW erweitert. Das erzeugte Methan wird als DVGW-gerechtes Erdgas zur Betankung von Fahrzeugen eingesetzt.

Power-to-Gas-Anlagen im Überblick:

	250-kW-Power-to-Gas-Pilotanlage, Stuttgart	E.ON-Pilotanlage, Falkenhagen	AUDI-e-gas-Anlage, Werlte
Betreiber	ZSW	E.ON Gas	AUDI AG
Kategorie	Pilotanlage	Pilotanlage	Demoproject
Start	2012	2013	2013
Prozess	1. Wasserelektrolyse 2. Methanisierung 3. Zwischenspeicherung 4. externe Nutzung	1. Wasserelektrolyse 2. H_2-Einspeisung ins Erdgasnetz	1. Wasserelektrolyse 2. Methanisierung, 3. Einspeisung ins Erdgasnetz
Anlagen-daten	• Anschlussleistung 250 kW • Variable CO_2-Quelle	• H_2 = 360 m³/h Windenergie ca. 2 MW	• 3900 m³/Tag, • η = 54 % (Plan) • CO_2-Quelle: Biogasanlage
Besonder-heiten	Erweiterung der 25 kW-Alpha-Anlage auf 250 kW	Praxistest für H-Einspeisung	Erprobung mit Audi A3 TCNG

Quellen: www.powertogas.info/
ASUE-Broschüre „Erdgas aus Ökostrom“, Berlin 2011



8.1 Vergleich von Brennstoffen, gasförmig

	Einheit	Erdgas E GUS*	Erdgas LL Verbund*	Propan, techn. nach DIN 51622 (Flüssiggas)
Brennwert	kWh/m³	11,1	10,3	27,7
	MJ/m³	39,9	37,1	99,8
	kWh/kg	15,2	12,4	14
Betriebsbrennwert**	kWh/m³	10,6	9,9	
Heizwert	kWh/m³	10	9,3	25,5
	MJ/m³	36	33,5	92
	kWh/kg	13,7	11,2	12,9
Betriebsheizwert**	kWh/m³	9,6	8,9	
Dichte	kg/m³	0,73	0,83	1,98
relative Dichte		0,57	0,64	1,58
Zündgrenzen	Vol-%	4,4 - 16,5	4,7 - 16,1	2,0 - 11,0
Zündtemperatur	°C	575 - 640	605	509
max. CO_2-Gehalt (Abgas, trocken)	Vol.-%	11,8	12,0	13,8
Taupunkt (n=1, trocken)	°C	64		54

Werte gerundet; * Durchschnitt 2007 ** (1023 mbar, 15°C)

Quellen: VNG, Erdgasreport 1/02, E.ON-Ruhrgas AG

8.2 Vergleich von Brennstoffen, flüssig

	Einheit	Heizöl, extra leicht DIN 51603 (HEL)	Heizöl, schwer (HS)
Brennwert	kWh/l	10,7	11,4
	MJ/l	38,4	41,1
	kWh/kg	12,6	11,5
	MJ/kg	45,4	41,5
Heizwert	kWh/l	10	10,9
	MJ/l	36	39,1
	kWh/kg	11,8	11
	MJ/kg	42,6	39,5
Dichte	kg/l	0,845	0,99
Zündtemperatur	°C	220	360
max. CO_2-Gehalt Abgas, trocken	Vol.-%	15,3	15,8

Werte gerundet

Quelle: Buderus-Handbuch der Heizungstechnik 1994

8.3 Vergleich von Brennstoffen, fest

	Einheit	Fichte*	Buche*	Pellets	Steinkohle zum Vergleich
Heizwert[1]	MJ/kg	15,3	15,5	17	29,2
	kWh/kg	4,25	4,3	4,7	8,1
	kWh/t	4250	4300	4700	8100
Heizwert-Schichtholz[2]	kWh/Rm	1280	1948		
Heizwert Holzschnitzel[3]	kWh/m³	756	1148		
Heizwert-Pellets[3]	kWh/m³			2835	

Werte gerundet

* lufttrocken 15 % Wassergehalt

Die Angaben für Holz beziehen sich auf
[1] Festmeter (Fm)
[2] Raummeter (1 Fm = 1,43 Rm)
[3] Schüttraummeter (1 Fm = 2,43 m³)

Die Erklärungen der für Holz üblichen Sonderheiten können der genannten Quelle entnommen werden. Der Brennwert ist bei allen Holzarten etwa 7 % größer als der Heizwert. Da die Nutzung für Kleinanlagen kompliziert ist, wurde er in der Quelle nur pauschal angegeben. Der Heizwert ist bei Holz die verbindliche Größe.
Quelle: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen-Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2003

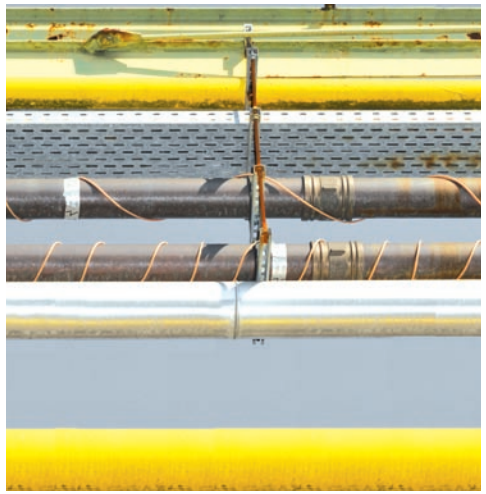
8.4 Richtwerte der Befestigungsabstände für Stahlrohr, Kupfer- und Edelstahlrohre sowie für Kunststoff-Innenleitung und PE-HD Rohre für Erdgase und Flüssiggase

Nennweite	DN Zoll	10 3/8“	15 1/2“	20 3/4“	25 1“	32 1-1/4“	40 1-1/2“	50 2“	65 2-1/2“	80 3“	100 4“
Abstand Stahlrohr EN 10255 (DIN 2440)	m	2,25	2,75	3,0	3,5	3,75	4,25	4,75	5,5	6,0	6,0
Außendurchmesser	mm	12	18	22	28	35	40	54	76,1	88,9	108
Abstand Kupferrohre und Edelstahlrohre, z.B. DIN EN 1057 (DIN 1786) DIN EN 12449 (DIN 1754)	m	1,25	1,5	2,0	2,25	2,75	3,0	3,5	4,25	4,75	5,0
Außendurchmesser	m	12	20	25	32	40	50	63	75	90	110
Abstand PE-HD-Rohr – TB 20°C	m	_	0,75	0,8	0,9	1,0	1,15	1,3	1,4	1,55	1,7
Abstand PE-HD-Rohr – TB 40°C	m	_	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,3	1,45	1,6
Außendurchmesser	mm		16	20	25	32	40	50	63		
Abstand Kunststoff-Gas-Innenleitung (Verbundrohr)	m		1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,0	2,0		

Achtung – Dehnung beachten!
Unabhängig vom Durchmesser dehnen sich Rohre wie folgt aus:

Material	Wärmeausdehnungskoeffizient in 1/K	Länge in m	Temperaturdifferenz in K	Dehnung in mm
Stahl	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$	1	100	1,2
Kupfer	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$	1	100	1,7
PE-HD	$20 \cdot 10^{-5}$	1	100	20
Kunststoff-Verbundrohr	$2{,}5 \cdot 10^{-5}$	1	100	2,5

Quelle: Ihle, Bader, Golla –Tabellenbuch Sanitär-Heizung-Lüftung, Bildungsverlag EINS – Gehlen, 2002
DVGW-TRGI 2008 (DVGW Arbeitsblatt G 600) – Technische Regel für Gasinstallation, Bonn, 2008



8.5 Balgengaszähler – Größenbestimmung

Zur Auslegeung bzw. Auswahl des Zählers muss eine Rücksprache mit dem Messstellenbetreiber (meist identisch mit dem Netzbetreiber) erfolgen

Zählergröße	Volumendurchfluss maximaler in m³/h	Volumendurchfluss maximaler in l/min	Volumendurchfluss minimaler in m³/h	Volumendurchfluss minimaler in l/min	mögliche Nennleistung in kW	Art des Gaszählers	Anschluss DN	Bemerkungen
G 2,5	4	66,7	0,025	0,41	28	Einstutzen	25	Hochtemperatur-beständig (HTB) bis 0,1 bar nach DIN 3374 und CEN EN 1359
G 4	6	100,0	0,04	0,66	41	Einstutzen/Zweistutzen	25	
G 6	10	166,7	0,06	1,00	68	Einstutzen/Zweistutzen	25	
G 10	16	266,7	0,10	1,66	109	Einstutzen/Zweistutzen	40/32	
G 16	25	416,7	0,16	1,60	170	Einstutzen/Zweistutzen	40	
G 25	40	666,7	0,25	4,16	280	Einstutzen/Zweistutzen	50	

Gaszähler werden nach der Nennbelastung in kW ausgelegt (siehe TRGI 2008 S.121 ff)

Quelle: Prospekte der Fa. Elster-Handel GmbH, Mainz-Kastel – www.elster.com

8.6 Abmessungen und Daten für Kupferrohre nach DIN EN 1057

Nenn-weite DN	Außen-durch-messer x Wanddicke mm x mm	Innen-durch-messer mm	Masse Rohr kg/m	Inhalt l/m	Rohr-länge pro Liter Inhalt m/l	zulässiger Betriebs-druck Sicherheit 3,5 bar
	6 x 1	4	0,140	0,013	79,58	229
	8 x 1	6	0,196	0,028	35,37	163
	10 x 1	8	0,252	0,050	19,89	127
10	12 x 1	10	0,308	0,079	12,73	104
12	15 x 1	13	0,391	0,133	7,53	82
18	18 x 1	16	0,475	0,201	5,00	67
20	22 x 1	20	0,587	0,314	3,18	54
25	28 x 1,5	25	1,110	0,491	2,04	52
32	35 x 1,5	32	1,410	0,804	1,24	51
40	42 x 1,5	39	1,700	1,195	0,84	42
50	54 x 2	50	2,910	1,963	0,51	44
60	64 x 2	60	3,467	2,827	0,35	37
65	76,1 x 2	72,1	4,144	4,083	0,25	31
80	88,9 x 2	84,9	4,859	5,661	0,18	26
100	108 x2,5	103	7,374	8,332	0,12	27
125	133 x 3	127	10,904	12,668	0,08	26
150	159 x 3	153	13,085	18,385	0,05	22
200	219 x 3	213	18,118	35,633	0,03	16
250	267 x 3	261	22,144	53,502	0,02	13

Die seit 2009 reduzierten Wanddicken wurden hier nicht berücksichtigt.

Quelle: „Die fachgerechte Kupferinstallation“, Deutsches Kupferinstitut/ZVSHK – 01/2001

8.7 Abmessungen für Kupferrohre nach DIN EN 1057

Trinkwasser- und Gasinstallation		Heizungsinstallation	
Rohre (Durchmesser x Wanddicke in mm) in			
geraden Längen	Ringen	geraden Längen	Ringen
12 x 1	12 x 1	12 x 0,7	10 x 0,6
15 x 1	15 x 1	15 x 0,8	12 x 0,6
18 x 1	18 x 1	18 x 0,8	12 x 0,7
22 x 1	22 x 1	22 x 0,9	14 x 0,8
28 x 1,5		28 x 1,0	15 x 0,7
35 x 1,5		35 x 1,0	18 x 0,8
42 x 1,5		42 x 1,0	
54 x 2		54 x 1,2	
64 x 2			
76 x 2			
88,9 x 2			
108 x 2,5			
133 x 3			
159 x 3			
219 x 3			
267 x 3			

Die seit 2009 reduzierten Wanddicken wurden hier nicht berücksichtigt.

Quelle: „Die fachgerechte Kupferinstallation“, Deutsches Kupferinstitut/ZVSHK – 01/2001

8.8 Rohre und Pressverbindungen für die Gasinstallation – **Kupfer**

Außendurchmesser x Wandstärke in mm	Zulassung	Stangen		Ringe
		hart	halbhart	weich
12 x 0,8	Profi-press G	ja	ja	ja
15 x 1,0		ja	ja	ja
18 x 1,0		ja	ja	ja
22 x 1,0		ja	ja	ja
28 x 1,0		ja	ja	
35 x 1,2		ja		
42 x 1,2		ja		
54 x 1,5		ja		

Zulassungen	Gase nach DVGW-Arbeitsblatt G 260 Flüssiggas in der Gasphase für die häusliche Anwendung, Druck max. 5 bar; Druck max. bei HTB-Anforderung 1 bar; Betriebs- und Umgebungstemperatur 70°C
Rohre	nach DIN EN 1057 und DVGW-Arbeitsblatt GW 392
Pressverbinder	Kupfer / Rotguss
Dichtelement	Gelbes HNBR-Dichtelement
Kennzeichnung Pressverbinder	Gas für Gasleitungen PN 5 für Betriebsdruck 5 bar; GT 1 für höhere Thermische Belastung [HTB bei 1 bar Betriebsdruck (640°C)]

Quelle: Viega – Praxishandbuch 5 – Gasinstallation – Internetversion 03-2012

8.9 Rohre und Pressverbindungen für die Gasinstallation – **Edelstahl**

DVGW-zugelassene Edelstahlrohre

Außendurchmesser x Wandstärke mm	Volumen pro Meter Rohr Liter/ m	Masse pro Meter Rohr kg / m
15 x 1,0	0,13	0,35
18 x 1,0	0,20	0,43
22 x 1,2	0,30	0,65
28 x 1,2	0,51	0,84
35 x 1,5	0,80	1,26
42 x 1,5	1,19	1,52
54 x 1,5	2,04	1,97
64 x 2,0	2,83	3,04
76,1 x 2,0	4,08	3,70
88,9 x 2,0	5,66	4,34
108,0 x 2,0	8,49	5,30

Zulassungen	Gase nach DVGW-Arbeitsblatt G 260, Niederdruck ≤ 100 mbar, Mitteldruck >100mbar bis 1 bar, Druck max. 5 bar Druck max. bei HTB-Anforderung 5 bar; Betriebs- und Umgebungstemperatur 70°C
Rohre	Edelstahl DIN EN 10088
Pressverbinder	aus Edelstahl 1.4401
Dichtelement	Gelbes HNBR-Dichtelement
Kennzeichnung Pressverbinder	Gas für Gasleitungen PN 5 für Betriebsdruck 5 bar; GT 1 für höhere Thermische Belastung [HTB bei 1 bar Betriebsdruck (640°C)]

System Profipress-Kupfer (Abb. Viega)

System Sanpress Inox-Edelstahl (Abb. Viega)

Quelle: Viega – Praxishandbuch 5 – Gasinstallation – Internetversion 03-2012

8.10 Windstärken – Nutzung der Windenergie

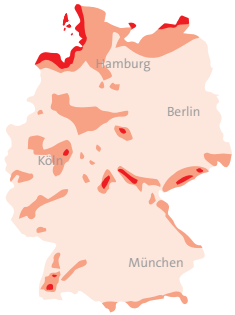
Wind-stärke	Geschwindigkeit km/h	Geschwindigkeit m/s	Auswirkungen
0	< 1	< 0,3	keine
1	1–5	0,3–1,4	nur am Rauch erkennbar
2	6–11	1,7–3,0	Blätter bewegen sich
3	12–19	3,3–5,3	dünne Zweige bewegen sich
4	20–28	5,5–7,6	dünne Äste bewegen sich
5	29–38	8,0–10,5	kleine Bäume bewegen sich
6	39–49	10,8–13,6	Pfeifen an Drähten
7	50–61	13,9–16,9	Hemmung beim Gehen
8	62–74	17,2–20,5	Zweige brechen, stürmisch
9	75–86	20,8–23,8	kleine Schäden an Dächern
10	87–102	24,1–28,3	entwurzelte Bäume, mittlere Schäden
11	103–117	28,5–32,4	schwere Sturmschäden (orkanartiger Sturm)
12	118–133	32,7–36,8	an Land äußerst selten, schwere Schäden (Orkan)
> 12	> 133	> 36,8	starke Wirbelstürme, Hurricanes, Tornados

Quelle: Beaufort-Skala

m/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
km/h	3,6	7,2	10,8	14,4	18,0	21,6	25,2	28,8	32,4	36,0

Die Windkarte des Deutschen Wetterdienstes für Deutschland gibt die Gebiete durchschnittlicher Windgeschwindigkeiten an. Für die Nutzung der Windkraft zur Stromerzeugung sind durchschnittliche Windgeschwindigkeiten von etwa 15 km/h (ca. 4m/s) notwendig, die in 10 m Höhe gemessen werden. Das entspricht einer Windstärke 3.

Mittlere Windgeschwindigkeit in Deutschland in 10 m Höhe



8.11 Charakteristische Sonnenstrahlungsdaten für Deutschland

Bestrahlungsstärke	
Maximale Strahlungsleistung auf senkrecht bestrahlter Fläche	ca. 1 kW/m²
Strahlungsleistung bei sehr dichter Bewölkung	ca. 0,02 kW/m²
Bereich der diffusen Strahlung bei bewölktem Himmel und vollständig verdeckter Sonne	0,02-0,25 kW/m²

Eingestrahlte Energie	
Jährliche Einstrahlung auf horizontale bzw. 45°nach Süden geneigter Fläche	900-1200 kWh/m²a
Maximalwert der täglichen Einstrahlung (sehr klares Sommerwetter)	ca. 8 kWh/m²d
Minimalwert der täglichen Einstrahlung (sehr trübes Winterwetter)	ca. 0,1 kWh/m²d
Mittelwert der täglichen Einstrahlung an den 100 besten Sonnentagen des Jahres	ca. 5,5 kWh/m²d
Einstrahlung an den 100 ungünstigsten Tagen des Jahres	< 1 kWh/m²d

Sonnenscheindauer	
Jährliche Sonnenscheindauer	1300-1900 h/a
Sonnenscheindauer April bis September (Sommerhalbjahr)	1000 – 1400 h
Sonnenscheindauer Oktober bis März (Winterhalbjahr)	300 – 500 h

Quelle: RWE Energie – Bau-Handbuch, 11.Ausgabe, 1994

8.12 Elektroinstallationen – Schutz gegen Berührung, Fremdkörper und Wasser

1. Kennziffer				2. Kennziffer		
DIN 4050, Teil 9	DIN EN 60529	Schutz gegen Fremdkörper	Berührungsschutz	DIN 4050, Teil 9	DIN EN 60529	Wasserschutz Schutz gegen
0	0	kein Schutz	kein Schutz	0	0	kein Schutz
1	1	> 50 mm	Schutz gegen Zugang mit Handrücken	1	1	fallendes Tropfwasser
2	2	> 12,5 mm	Schutz gegen Zugang mit einem Finger	2	2	fallendes Tropfwasser – Gehäuseneigung < 15°
3	3	> 205 mm	Schutz gegen Zugang mit Werkzeug	3	3	fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte
4	4	> 1,0 mm	Schutz gegen Zugang mit Draht	4	4	allseitiges Spritzwasser
5K	5	Staub in schädi-gender Menge	vollständig gegen Berührung	5	5	Strahlwasser aus beliebigem Winkel
6K	6	staubdicht	vollständig gegen Berührung	6	6	starkes Strahlwasser
				6K		starkes Strahlwasser unter erhöhtem Druck (Straßenfahrzeuge)
				7	7	zeitweiliges Untertauchen
				8	8	dauerndes Untertauchen
				9K		Wasser bei Hochdruck-/ Dampfstrahlreinigung (Straßenfahrzeuge)

Bemerkungen:
- Durch einen IP-Code wird dieser Schutz definiert [IP bedeutet Ingress Protection (dt. Schutz gegen Eindringen)].
- Die erste Ziffer bezeichnet den Schutz gegen Fremdkörper und Berührung.
- Die zweite Ziffer bezeichnet den Schutz gegen Wasser

Gas-Installationsleitungen (metallische Rohrleitungen generell) sind an den Haupt-Potenzialausgleich anzuschließen!

Quellen: Schutzart – 2012; DIN4050

8.13 Nutzungsdauer von Anlagenteilen für die Raumheizung und Klimatechnik

Anlage/Anlagenteil	Nutzungs-dauer in Jahren
Guss-Gliederkessel, Erdgaskessel ohne Gebläse	20
Stahlkessel	15
Gas- und Ölbrenner mit Gebläse	12
Umlaufgaswasserheizer (Heizthermen)	18
Gussradiatoren, Gussheizkörper	30
Stahlradiatoren, Plattenheizkörper	20
Heizungsumwälzpumpen	10
Membran Ausdehnungsgefäß	15
Rohrleitungen für WW-Heizung und Gas	40
Kondensatleitungen	8
Schornstein im Gebäude	50
Klimazentralen, Kältemaschinen	10 bis 15
Kanäle, Gitter	30 bis 40
Regelanlagen	12

Quelle: Recknagel, Sprenger, Schramek – Taschenbuch Heizund + Klimatechnik 2007/08

8.14 Wärmedämmung von Rohrleitungen und Armaturen für Heizung, Kälte, Klima

Art der Leitung/Armaturen	Mindestdämmdicken Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK
Innendurchmesser	
bis 22 mm	20 mm
über 22 mm bis 35 mm	30 mm
über 35 bis 100 mm	= Innendurchmesser
über 100 mm	100 mm
• in Wand- und Deckendurchbrüchen, • im Kreuzungsbereich von Leitungen, • an Leitungsverbindungsstellen, • bei zentralen Leitungsnetzverteilern	½ der Anforderungen
• Leitungen von Zentralheizungen, in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	½ der Anforderungen
• im Fußbodenaufbau	6 mm
Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen	6 mm

Bei Trinkwasserleitungen kalt (TWK) sind die Dämmvorschriften der DIN 1988-2 zu beachten (siehe Tabelle 16 der Broschüre)

Quelle: Energieeisparverordnung 2009 (EnEV 2009)

8.15 Richtwerte der Mindestdämmdicken

für kaltgehende Leitungen für Trinkwasser (TWK) – Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK (nach DIN 1988-2)

Einbausituation von Rohrleitungen	Dämmschichtdicke Wärmeleitgruppe 040 in mm
frei verlegt, in nicht beheizten Raum (z.B Keller)	4
frei verlegt, in beheizten Raum	9
im Kanal, ohne warmgehende Rohrleitungen	4
im Kanal, neben warmgehenden Rohrleitungen	13
im Mauerschlitz, Steigleitung	4
in Wandaussparungen neben warmgehenden Rohrleitungen	13
auf Betondecke	4

Hinweise der Firma Rockwool:

- bei der Verlegung Rohrleitungen (TWK) in Installationsschächten und -verkleidungen sollte die Mindestdämmdicke 20 mm betragen.
- bei längeren Stillstandszeiten des Kaltwassers ist eine 100 %ige Dämmdicke zu empfehlen.

Siehe auch Rockwool, aktueller Planungs- und Montagehelfer

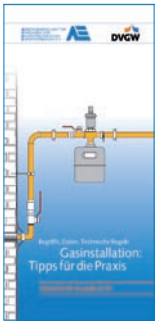
Quelle: www.rockwool.de, Services & Downloads / Technische Isolierungen / Planungs- und Montagehelfer/Dämmtabellen

Einbindung von kleinen und mittleren Blockheizkraftwerken / KWK-Anlagen

Bestellnummer 07 06 11

Ratgeber Wärmeversorgung

Bestellnummer 09 05 11



Gasinstallation: Tipps für die Praxis

Bestellnummer 09 01 10

www.asue.de