

Leistungsgarantie Haustechnik



MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

Impressum

Vollständig überarbeitete und aktualisierte Version der «Leistungsgarantie».

Herausgeber: Bundesamt für Energie
und Verein Minergie

Texte, Grafiken: HTA Luzern, Claudia
Hauri, Heinrich Huber

Redaktion, Seitenherstellung: Oerlikon
Journalisten, Marion Schild, Christine
Sidler, Othmar Humm

Februar 2007

www.leistungsgarantie.ch

«Leistungsgarantie» ist eine Dienstleistung von EnergieSchweiz und des Vereins Minergie für Bauherrschaften, Planer und Installateure. Das Angebot umfasst einerseits die eigentliche Leistungsgarantie, die der Lieferant einer Anlage oder deren Planer gegenüber der Bauherrschaft abgibt, und andererseits Planungshilfen zur Dimensionierung von haustechnischen Anlagen. Das Produkt ist als Printversion und auf dem Web verfügbar.
(www.leistungsgarantie.ch)

Inhalt

Allgemeine Informationen	
Gebrauchsanweisung	5
Ermittlung der Heizleistung	6
Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen	10
Komfortlüftung	
Dimensionierungshilfe	15
Leistungsgarantie	23
Abnahmeprotokoll	26
Wärmepumpen	
Dimensionierungshilfe	31
Leistungsgarantie	33
Holzheizungen	
Dimensionierungshilfe	36
Leistungsgarantie	40
Sonnenkollektoren	
Dimensionierungshilfe	43
Leistungsgarantie	47
Gas- und Ölheizungen	
Dimensionierungshilfe	50
Leistungsgarantie	51
Printversion und Download	
Übersicht und Bestellschein	53

Allgemeine Informationen

**Gebrauchsanweisung
Ermittlung der Heizleistung
Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen**

Gebrauchsanweisung

Allgemeine Informationen

Die «Leistungsgarantie Haustechnik» ist eine Arbeitsgrundlage von EnergieSchweiz und Minergie für die Planung, Dimensionierung, Bestellung und Abnahme haustechnischer Anlagen. Sie beschreibt, was unter korrekter Dimensionierung haustechnischer Anlagen und guter Ausführungsqualität zu verstehen ist.

In drei Schritten werden Architekten, Installateurinnen, Planer und Bauherrschaften von der Dimensionierung bis zur Abnahme geführt.

1. Schritt: Anlage dimensionieren

- Für die einzelnen haustechnischen Anlagen (Komfortlüftung, Wärmepumpe, Holzheizung, Sonnenkollektoren, Gas- und Ölheizungen sowie Umwälzpumpen) ist eine Dimensionierungshilfe mit Berechnungsformel und Beispielen verfügbar.

2. Schritt: Leistungsgarantie vereinbaren

- Die Leistungsgarantie wird zwischen der Installations- respektive der Planungsfirma und der Bauherrschaft vereinbart. Sie ist durch den Projektleiter auszufüllen. Die Bauherrschaft erhält damit die Garantie für eine gute Ausführungsqualität der Anlage. Dazu ist das Formular «Leistungsgarantie» der entsprechenden Anlage zu nutzen.

3. Schritt: Abnahmeprotokoll erstellen

- Nach Fertigstellung der Anlage ist von der Installations- und Planungsfirma ein Abnahmeprotokoll auszufüllen und der Bauherrschaft zu übergeben. Für Komfortlüftungen ist eine entsprechende Vorlage in den Unterlagen enthalten.

Die einzelnen Dimensionierungshilfen und Formulare sind auch auf www.leistungsgarantie.ch zu finden.

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

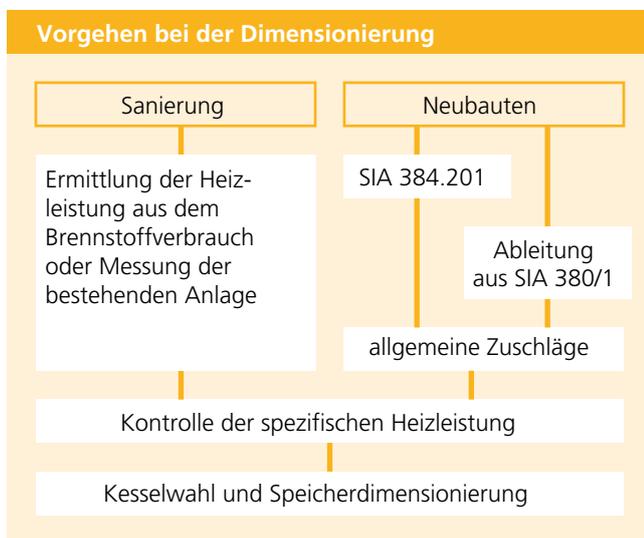
 energie schweiz

Ermittlung der Heizleistung

Allgemeine Informationen

1 Vorgehen

Die präzise Dimensionierung von Zentralheizungen bildet einen wichtigen Beitrag an die rationelle Energienutzung in Gebäuden. Nur korrekt dimensioniert, ist der energiegerechte Betrieb möglich. Das Schema zeigt das Vorgehen von der Ermittlung der Heizlast bis zur Kesselwahl.



2 Ermittlung der Norm-Heizlast bei Sanierungen

2.1 Norm-Heizlast aus dem Brennstoffverbrauch

Zur Berechnung der Norm-Heizlast aus dem Brennstoffverbrauch müssen der spezifische Brennwert [Ho] des Heizmediums, der Jahresnutzungsgrad der Anlage [η] und die Volllaststunden [t_{voll.}] bekannt sein. Die gesamte Energiemenge einer Heizperiode lässt sich von der Heizanlage im Volllastbetrieb in eine bestimmten Anzahl Stunden erzeugen. Dieses Mass wird Volllaststunden genannt. Weil die Norm-Aussentemperatur jeweils auf 100 Meter um 0,5 K sinkt, steigt die Anzahl der Volllaststunden mit der Höhenlage des Gebäudes.

Volllaststunden t_{voll.}

Bedarf	Gebäudetyp	Standort	Volllaststunden t _{voll.}
Raumwärme mit Wochenendabsenkung	Schulhaus, Industrie, Gewerbe, Büro	Mittelland	1900 h/a
		ab 800 m.ü.M.	2100 h/a
Raumwärme	Wohngebäude	Mittelland	2000 h/a
		ab 800 m.ü.M.	2300 h/a
Raumwärme und Warmwasser	Wohngebäude	Mittelland	2300 h/a
		ab 800 m.ü.M.	2500 h/a

Alle Angaben basieren auf 20 °C Raumlufttemperatur

Formel zur Berechnung der Norm-Heizlast:

$$\Phi_{HL} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot Ho \cdot \eta}{t_{voll.}} \quad \Phi_{HL} = \text{Norm-Heizlast in kW}$$

A: Holzheizung: Stückholz [4]

Brennwert Ho für luftgetrocknetes Stückholz¹⁾

Weichholz ²⁾	1800 kWh/rm ⁴⁾
Hartholz ³⁾	2500 kWh/rm

¹⁾ Holz soll nicht waldfresh verfeuert werden! Es entstehen sonst zu viele Emissionen und die nutzbare Energie fällt geringer aus. Luftgetrocknetes Holz (2 Jahre Trocknung) hat 15–20% Wassergehalt.

²⁾ Weichholz: z. B. Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Pappel oder Weide

³⁾ Hartholz: z. B. Eiche, Rotbuche, Esche, Ahorn, Birke, Ulme, Edelkastanie, Hagebuche, Hasel, Nuss oder Traubekirsche.

⁴⁾ Raummeter [rm]: Stapel mit 1 Meter langen, runden Holzknüppeln in einer Breite und Höhe von einem Meter (Ster).

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

Jahresnutzungsgrad η	
Neue Kessel	70 % bis 80 %
Alte Kessel	50 % bis 70 %
<i>Die Nutzungsgrade beziehen sich auf lufttrockenes Holz. Pro 10% Mehrfeuchte sinkt der Nutzungsgrad um rund 9% ab.</i>	

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Adelboden (1250 m.ü.M.) mit Heizwärme- und Wassererwärmung

→ Volllaststunden $t_{\text{voll}} = 2500$ h/a

Holzverbrauch (lufttrockenes Hartholz) = 10 rm/a

→ Brennwert $Ho = 2100$ kWh/rm

Jahresnutzungsgrad $\eta = 75\%$ → Neuer Kessel

$$\Phi_{\text{HL}} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot Ho \cdot \eta}{t_{\text{voll}}} = \frac{10 \cdot 2500 \cdot 0,75}{2500} = 7,5 \text{ kW}$$

B: Holzheizung: Holzschnitzel [4]

Brennwert Ho für Holzschnitzel			
	Wasser- gehalt %	Schüttdichte kg/Srm ¹⁾	Brennwert Ho kWh/Srm
Weichholz	30	160 bis 230	1000 bis 1250
Hartholz	30	250 bis 330	750 bis 900

¹⁾ Schüttraummeter [Srm]: ein Kubikmeter Holzschnitzel geschüttet.

Jahresnutzungsgrad η	
Neue Kessel	70 % bis 80 %
Alte Kessel	50 % bis 70 %

Berechnungsbeispiel

Ein Bürogebäude in Basel

→ Volllaststunden $t_{\text{voll}} = 1900$ h/a

Holzschnitzelverbrauch (Hartholz Wassergehalt 30 %) = 1000 Srm/a

→ Brennwert $Ho = 800$ kWh/Srm

Jahresnutzungsgrad $\eta = 75\%$ → Neuer Kessel

$$\Phi_{\text{HL}} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot Ho \cdot \eta}{t_{\text{voll}}} = \frac{1000 \cdot 800 \cdot 0,75}{1900} = 316 \text{ kW}$$

C: Holzheizung: Pellets

Brennwert Ho Pellets	
	5,2 bis 5,5 kWh/kg

Jahresnutzungsgrad η	
Neue Kessel	70 % bis 80 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Zürich mit Heizwärmeerzeugung ohne Wassererwärmung

→ Volllaststunden $t_{\text{voll}} = 2000$ h/a

Pelletsverbrauch = 1500 kg/a

→ Brennwert $Ho = 5,3$ kWh/kg

Jahresnutzungsgrad $\eta = 75\%$ → Neuer Kessel

$$\Phi_{\text{HL}} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot Ho \cdot \eta}{t_{\text{voll}}} = \frac{1500 \cdot 5,3 \cdot 0,75}{2000} = 3 \text{ kW}$$

D: Ölheizung

Brennwert Ho für Öl	
Heizöl EL	10,57 kWh/l
Heizöl S	11,27 kWh/l

Jahresnutzungsgrad η

Neue Kessel (kondensierend)	85 % bis 95 %
Alte Kessel (nicht kondensierend)	80 % bis 85 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Luzern mit Heizwärme- und Wassererwärmung

→ Volllaststunden $t_{\text{voll}} = 2300$ h/a

Ölverbrauch EL = 1200 l/a

→ Brennwert $Ho = 10,57$ kWh/l

Jahresnutzungsgrad $\eta = 90\%$ → Neuer Kessel (kondensierend)

$$\Phi_{\text{HL}} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot Ho \cdot \eta}{t_{\text{voll}}} = \frac{1200 \cdot 10,57 \cdot 0,9}{2300} = 5 \text{ kW}$$

E: Gasheizung

Brennwert Ho für Gas	
Heizgas	11,3 kWh/m _n ³
Propan	28,1 kWh/m _n ³

Jahresnutzungsgrad η

Neue Kessel (kondensierend)	85 % bis 95 %
Alte Kessel (nicht kondensierend)	80 % bis 85 %

Berechnungsbeispiel

Ein Mehrfamilienhaus in Bern mit Heizwärmeerzeugung und Warmwasser

→ Volllaststunden $t_{\text{voll}} = 2300$ h/a

Heizgas = 5000 m_n³/a

→ Brennwert $Ho = 11,3$ kWh/m_n³

Jahresnutzungsgrad $\eta = 95\%$ → Neuer Kessel (kondensierend)

$$\Phi_{\text{HL}} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot Ho \cdot \eta}{t_{\text{voll}}} = \frac{5000 \cdot 11,3 \cdot 0,95}{2300} = 23,3 \text{ kW}$$

F: Elektroheizung

Jahresnutzungsgrad η	93 % bis 97 %
---------------------------	---------------

Die erforderliche Heizlast kann mit Hilfe des jährlichen Stromverbrauchs für Heizung und Warmwasser berechnet werden. Der Stromverbrauch am Zähler wird in Kilowattstunden angegeben. Kann der Verbrauch nicht mit dem Zähler ermittelt werden, so ist die Norm-Heizlast wie bei Neubauten zu ermitteln.

8 Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Flims (1100 m.ü.M) mit Heizwärme- und Wassererwärmung

→ Volllaststunden $t_{\text{voll.}} = 2500 \text{ h/a}$

Stromverbrauch = 10000 kWh/a

Jahresnutzungsgrad $\eta = 95 \%$

$$\Phi_{\text{HL}} = \frac{\text{Verbrauch} \cdot \eta}{t_{\text{voll.}}} = \frac{10000 \cdot 0,95}{2500} = 3,8 \text{ kW}$$

2.2 Bestimmung der Norm-Heizlast mittels einer Auslastungsmessung (Sanierung)

Auslastungsmessungen an der alten betriebstüchtigen Anlage ergeben differenziertere Angaben für die Dimensionierung von Heizkesseln (Energiekennlinie). Das gilt speziell in Fällen, bei denen die Ermittlung der Norm-Heizlast aus dem jährlichen Brennstoffverbrauch nicht geeignet ist.

Für eine genauere Aussage, muss die Brennerauslastung $[\alpha]$ während mindestens zweier Wochen in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur aufgenommen werden. Dabei soll die Aussenlufttemperatur in einem möglichst weiten Bereich schwanken (z. B. zwischen -5 und $+10 \text{ }^\circ\text{C}$). Diese Methode kommt vor allem bei grösseren Gebäuden wie Schulen, Spitälern, Industriebauten oder Verwaltungsgebäuden zur Anwendung. Die Anlagen weisen eine Leistung über 100 kW aus.

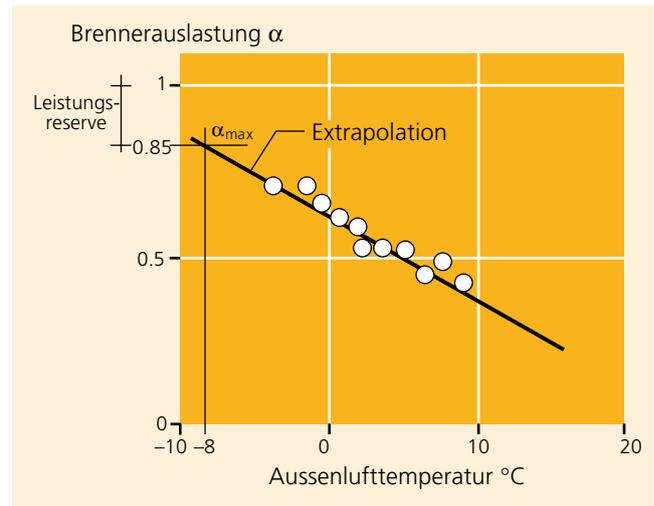
3 Berechnung der Norm-Heizlast bei Neubauten

3.1 Norm-Heizlast nach SIA 384.201 (EN 12831:2003) Heizungsanlagen in Gebäuden [1]

Das Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast (Wärmebedarf) nach SIA 384.201 kommt bei Neubauten oder bei umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierungen zum Einsatz. Dabei wird der Heizleistungsbedarf jedes beheizten Raumes einzeln ermittelt. Eine solche Berechnung ist für die Dimensionierung des Wärmeabgabesystems (Fussbodenheizung, Heizkörper, thermoaktive Bauteilsysteme, Luftheizung) notwendig. Aus der Heizlast der einzelnen Räume wird die Norm-Heizlast des gesamten Gebäudes bestimmt.

Vorgehen bei der Berechnung

- Bestimmung der Werte für die Norm-Aussentemperatur und des Jahresmittels der Aussentemperatur.
- Festlegung der Werte für die Norm-Innentemperatur jedes beheizten Raumes.
- Berechnung des Koeffizienten für die Norm-Transmissionsverluste. Er wird mit der Norm-Temperaturdifferenz multipliziert, um die Norm-Transmissionsverluste zu erhalten.
- Summieren der Norm-Transmissionswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen zu berücksichtigen. So ergeben sich die Auslegungs-Transmissionswärmeverluste für das gesamte Gebäude.
- Berechnung des Koeffizienten für die Norm-Lüftungswär-



Energiekennlinie aus Auslastungsmessungen: Das Beispiel stellt die gemessene Brennerauslastung einer gut dimensionierten Anlage dar. Sie hat auch bei sehr tiefen Aussenlufttemperaturen noch eine Leistungsreserve von 15% für das Wiederaufheizen nach einer längeren Absenkerperiode. Diese Reserve ist genügend, da bei extremen Kälteeinbrüchen allenfalls auf die Absenkerphase verzichtet werden kann.

meverluste. Er wird mit der Norm-Temperaturdifferenz multipliziert, um die Norm Lüftungswärmeverluste zu erhalten.

- Summieren der Norm-Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen zu berücksichtigen. So ergeben sich die Auslegungs-Lüftungswärmeverluste für das gesamte Gebäude.
- Addieren der Auslegungs-Transmissionswärmeverluste und der Auslegungs-Lüftungswärmeverluste.
- Berechnen der Norm-Heizlast des Gebäudes unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors für die zusätzliche Aufheizleistung, um die gesamte Aufheizleistung des Gebäudes zu erhalten.

3.2 Ermittlung des Heizwärmebedarfs Q_h nach SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau [2]

Der Heizwärmebedarf $[\text{MJ}/\text{m}^2]$ ist die Wärme, die dem beheizten Raum während eines Jahres (oder während der Berechnungsperiode 1 Monat) zugeführt werden muss, um den Sollwert der Innentemperatur einzuhalten. Der Wert bezieht sich auf die Energiebezugsfläche $[\text{m}^2]$. Es gibt verschiedene vom BFE zertifizierte Berechnungsprogramme zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs nach SIA 380/1 [3]. Einige Programme geben zusätzlich eine Abschätzung der Norm-Heizlast an.

Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs sind folgende Daten notwendig:

- Information über die Nutzung
- Klimadaten für den betreffenden Standort
- Detaillierte Energiebezugsflächen
- Daten für die flächigen Bauteile (Flächen, U-Werte, Innentemperatur eines allfällig benachbarten beheizten Raumes,

Temperaturzuschlag für Bauteilheizung und Heizkörper vor Fenster und Türen, Reduktionsfaktoren gegen unbeheizte Räume und Erdreich)

- Daten über die Wärmebrücken
- Daten zu den Fenstern (g-Wert, Verschattungsfaktoren etc.)
- Daten zur Wärmespeicherfähigkeit und zur Art der Innentemperaturregelung

3.3 Allgemeine Zuschläge zum Wärmeleistungsbedarf

Unter den allgemeinen Zuschlägen zur Norm-Heizlast Φ_h [kW] wird Folgendes verstanden:

- Reserve für Wiederaufheizung nach einer Raumlufttemperaturabsenkung
- Deckung der Verluste der Wärmeverteilung
- Wärmeleistung für Lüftungstechnische Anlagen oder für Prozesswärme

Wohngebäude

In der Regel wird für die Wassererwärmung in Wohngebäuden kein Zuschlag gemacht. In Einfamilienhäusern sollte der Inhalt des Wassererwärmers mindestens einen Tagesbedarf abdecken, sodass während der Nacht bei abgesenktem Heizbetrieb die Aufheizung erfolgen kann. In grösseren Mehrfamilienhäusern lässt sich aus Platzgründen meist kein Tagesbedarf speichern. Der Wärmetauscher des Wassererwärmers ist dann gemäss Norm SIA 384/1 (Zentralheizungen) so auszulegen, dass die Aufwärmung des Speichers innerhalb einer Stunde möglich ist. Während der Aufwärmung erfolgt kein Heizbetrieb, da in dieser Zeit ohne Komforteinbusse auf diesen verzichtet werden kann. Es ist deshalb auch in Mehrfamilienhäusern kein Zuschlag für die Wassererwärmung üblich.

Eine Absenkung der Raumlufttemperatur, oder besser eine Abschaltung der Heizanlage während der Nachtstunden, ist sinnvoll. Für das Wiederaufheizen ist in Wohngebäuden kein nennenswerter Zuschlag zur Heizleistung notwendig. In den meisten Fällen besitzen auch knapp dimensionierte Heizkessel eine Leistungsreserve, da der Luftwechsel, vor allem bei sehr tiefen Aussenlufttemperaturen, kleiner ist als für die Berechnung nach EN 12831:2003 vorgegeben. Es sind heute auch Heizungsregler erhältlich, die ein Schnellaufheizen mit vorübergehendem Anheben der Vorlauftemperatur ermöglichen.

Hinweis: In Wohngebäuden ist ein Zuschlag zur berechneten Heizleistung von 10 % bis 15 % für das Aufheizen und das Decken der Wärmeverteilungsverluste ausreichend.

3.4 Kontrolle der Resultate

Zur Kontrolle der Resultate dient die spezifische Heizleistung. Sie errechnet sich aus der Norm-Heizlast dividiert durch die Energiebezugsfläche (beheizte Bruttogeschossfläche). Die Werte sollen annähernd den Tabellenwerten entsprechen.

Gebäudetyp	Kontrollwert
Bestehende, schlecht wärme-gedämmte Wohnhäuser	50 W/m ² bis 70 W/m ²
Bestehende, gut wärme-gedämmte Wohnhäuser	40 W/m ² bis 50 W/m ²
Neubauten gemäss heutigen Vorschriften	30 W/m ² bis 40 W/m ²
Bestehende, schlecht wärme-gedämmte Dienstleistungsbauten	60 W/m ² bis 80 W/m ²
Minergie-Gebäude	25 W/m ² bis 30 W/m ²
Minergie-P-Gebäude	8 W/m ² bis 13 W/m ²

Hinweis: Die spezifische Heizleistung ist nur ein grobes Kontrollinstrument. Die Dimensionierung erfolgt prinzipiell nach den vorgängig beschriebenen Methoden. In der Norm SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau [2] sind maximale Energiekennzahlen aufgelistet.

4 Hinweise zur Energieeinsparung

- Die konsequente Dämmung der Wärmeverteilungen, unter Beachtung der kantonalen Vorschriften, ergibt eine zusätzliche Leistungsreserve [5].
- Die eingestellten Regelparameter sind in der Betriebsdokumentation einzutragen. Mit einem Wärmezähler lässt sich die benötigte Wärmeleistung einfach kontrollieren.

5 Literatur

Normen und Richtlinien

- [1] SIA 384.201 (EN 12831:2003): Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast. SIA, Zürich 2003; www.sia.ch
- [2] SIA 380/1: Thermische Energie im Hochbau. SIA, Zürich 2006; www.sia.ch

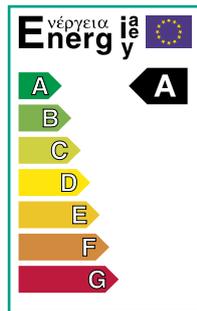
Literatur, Software, Fachstellen

- [3] Zertifizierte Berechnungsprogramme: www.bfe.admin.ch → Dienstleistungen → Planungswerkzeuge und Vollzugshilfen
- [4] QM Qualitätsmanagement Holzheizwerke, Planungshandbuch. ISBN 3-937-441-93-X
- [5] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) respektive kantonale Richtlinien, zum Beispiel Kanton Aargau, www.ag.ch/sar/output/773-100.pdf

Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen

1. Allgemein

Umwälzpumpen von Europump-Mitgliedfirmen tragen das freiwillige «Energy-Label», welches die von Haushaltgeräten bekannte Klassierung von A bis G verwendet. Pumpen mit einem sehr guten Wirkungsgrad sowie automatischer Drehzahlregelung erhalten ein A, Pumpen herkömmlicher Bauart und ohne Drehzahlregelung ein C, D, bei schlechtem Wirkungsgrad ein E, F oder gar G.



Energy-Label

Der Einsatz teurerer Hochwirkungsgrad-Pumpen ist in der Regel wirtschaftlich.

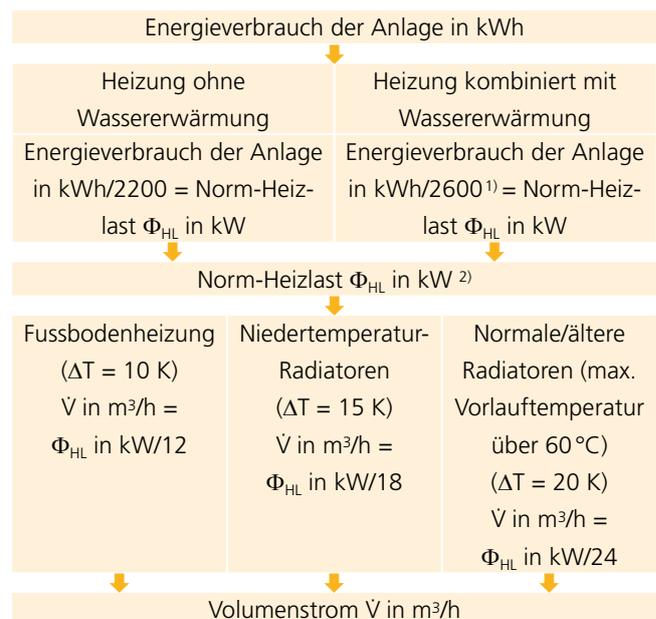
Hochwirkungsgrad-Pumpen mit Permanentmagnet-Motoren oder «EC-Motoren» (Electronic Commutation) sind bis drei Mal effizienter als herkömmliche Pumpen. Diese Pumpen sind elektronisch drehzahl geregelt und passen die Leistung dem variierenden Volumenstrom automatisch an. Allerdings muss die für die Anlage passende Kennlinie eingestellt werden und die Pumpe darf nicht stark überdimensioniert sein. Die Regelung kann sonst übersteuern, was einen zu hohen Stromverbrauch und Geräuschprobleme zur Folge hat. Die richtige Dimensionierung einer Heizgruppenpumpe lässt sich mit der «Promille-Regel» in Kapitel 6 einfach überprüfen.

2. Grobdimensionierung bei bestehenden Anlagen

Die wichtigsten Daten zur Dimensionierung einer Umwälzpumpe sind Volumenstrom \dot{V} und Förderhöhe H . Sie lassen sich auf einfache Weise grob bestimmen:

2.1 Ermittlung des Volumenstroms

Aus dem jährlichen Energieverbrauch einer Heizanlage (Brennstoff, Fernwärme) ergibt sich die benötigte maximale Heizleistung (Norm-Heizlast Φ_{HL}). Genauer als mit der folgenden Übersichtsrechnung kann die Norm-Heizlast mit dem Dokument «Ermittlung der Heizleistung» der Leistungsgarantie Haustechnik ermittelt werden. Wird die Norm-Heizlast Φ_{HL} , die Art der Wärmeabgabe und die Temperaturspreizung ΔT (Vor-/Rücklauf) im unten stehenden Schema eingesetzt ergibt sich der Heizwasser-Volumenstrom \dot{V} .



1) Bei neueren Gebäuden mit kombinierter Wassererwärmung ist 3000 anstelle von 2600 einzusetzen. Bei guter Gebäude-Wärmedämmung fällt der Warmwasser-Anteil höher aus.

2) Wenn die Norm-Heizlast Φ_{HL} auf mehrere Heizgruppen aufgeteilt werden muss, können die Energiebezugsflächen (beheizte Bruttogeschossflächen) der Gruppen als Aufteilungs-Schlüssel dienen.

Das gilt nicht für Rohrenweiten oder die Leistung bestehender Pumpen!

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

2.2 Ermittlung der Förderhöhe

Für Heizgruppen-Pumpen gibt es einfache Richtwerte zur Ermittlung der richtigen Förderhöhe. Die Angaben sind in Metern Wassersäule (mWs). Ein mWs entspricht zehn Kilopascal (kPa).

Fussbodenheizung	1,5 mWs bis 3 mWs
Normalfall für Radiatorheizung	1 mWs
Sehr grosse Radiator-Heizgruppen	bis 2 mWs

Für andere Anwendungen und Heizgruppen mit Wärmezähler im Kreislauf gibt es keine Richtwerte. Eine Berechnung wie bei Neuplanungen ist notwendig.

3. Dimensionierung bei neuen Anlagen

3.1 Ermittlung des Volumenstroms

Die Norm-Heizlast Φ_{HL} gemäss Planer-Berechnung nach SIA 384.201 wird im unten stehenden Schema eingesetzt. Wenn kein Planungswert vorliegt, gelten für die Auslegungs-Temperaturdifferenzen ΔT die Richtwerte für bestehende Bauten. So lässt sich der erforderliche Volumenstrom \dot{V} für die Grobdimensionierung bestimmen.

Norm-Heizlast Φ_{HL} in kW ¹⁾		
Fussbodenheizung ²⁾ ($\Delta T = 10$ K) \dot{V} in m ³ /h = Φ_{HL} in kW/12	Niedertemperatur-Radiatoren ($\Delta T = 15$ K) \dot{V} in m ³ /h = Φ_{HL} in kW/18	Normale/ältere Radiatoren (max. Vorlauftemperatur über 60 °C) ($\Delta T = 20$ K) \dot{V} in m ³ /h = Φ_{HL} in kW/24
Volumenstrom \dot{V} in m ³ /h		

1) Wenn die Norm-Heizlast Φ_{HL} auf mehrere Heizgruppen aufgeteilt werden muss, können die Energiebezugsflächen (beheizte Bruttogeschossflächen) der Gruppen als Aufteilungs-Schlüssel dienen. Das gilt nicht für Rohrnennweiten oder die Leistung bestehender Pumpen!

2) Bei TABS und Vorlauftemperatur unter 30°C (Anlagen mit Selbstregelleffekt) kann ΔT 5 K oder weniger betragen.

3.2 Ermittlung der Förderhöhe

Die erforderliche Förderhöhe H ergibt sich aus der Rohrnetz-berechnung und den Einzelwiderständen. Bei grosszügiger Rohrnetzdimensionierung ist eine Abschätzung mittels Richtwerten möglich.

Wenn sich für die Heizgruppenpumpe mehr als 2 mWs Förderhöhe ergeben (Fussbodenheizungen oder sehr grosse Anlagen) oder 1,5 mWs für Radiatorenheizung, ist die Berechnung zu überprüfen. Die Anlage muss angepasst (grössere Nennweiten, druckverlustarme Wärmezähler, Armaturen etc.) werden. Die Werte sollen nicht grösser als die Richtwerte sein.

Wenn an Thermostatventilen mehr als 1,5 mWs bis 2 mWs Druck anliegen, drohen im Betrieb Pfeif- oder Fliess-Geräusche. Auf keinen Fall «vorsichtshalber» eine zu grosse Förderhöhe wählen oder einstellen.

4. Auswahl der Pumpen

Mit den Richtwerten für den Volumenstrom \dot{V} und Förderhöhe H kann im Pumpenkatalog oder mit einer Pumpen-Suchhilfe die geeignete Umwälzpumpe für die Heizgruppe gefunden werden.

Ersatz-Pumpen sollen nie einfach nach den Anschlussdimensionen im Austauschspiegel gewählt werden! Die Anschlussdimensionen korrekt dimensionierter Pumpen sind oft kleiner als beim bestehenden Rohrnetz. Die geringen Installationsanpassungen zur Nennweitenreduktion zahlen sich aus.

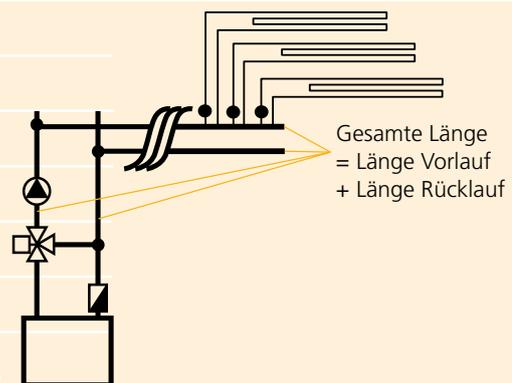
4.1 Arbeitspunkt und Pumpenkennlinie

Um die optimale Pumpe zu finden, sind einige Kenntnisse des Verhaltens von Pumpen in Heizungsanlagen nötig. Mit der richtigen Auswahl wird die Einstellung vereinfacht, Geräuschprobleme werden vermieden und grosse Stromkosteneinsparungen erreicht.

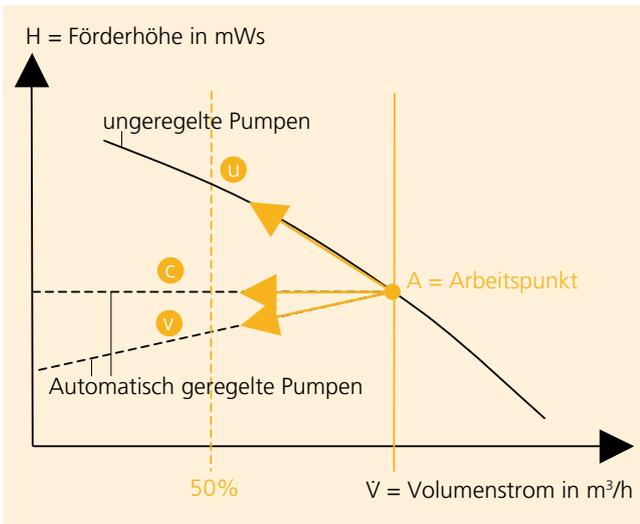
Das Verhalten der Umwälzpumpen ohne und mit Drehzahlregelung lässt sich am besten im Pumpendiagramm erklären. Der Schnittpunkt des Volumenstroms \dot{V} mit der Pumpen-Kennlinie ergibt den Arbeitspunkt A. Der Arbeitspunkt soll ungefähr bei zwei Dritteln des maximalen Volumenstroms der Pumpe liegen. Bei einer Drosselung des Volumenstroms, zum Beispiel

Berechnungsbeispiel Förderhöhe

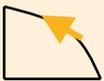
Heizkreise Fussbodenheizung (0,2 mWs bis 0,6 mWs)	0,5
Heizkreisverteiler/(Thermostat-)Ventile	0,2
Rohrnetz: grösste Länge x 0,005 mWs pro Meter für 50 m	0,25
Regelventil Vorlauftemperatur	0,3
Wärmezähler, Heizkessel: gemäss Datenblatt	0,25
Total	1,5 mWs



- 12 durch Thermostatventile oder das Schliessen von Radiatorventilen, verschiebt sich der Arbeitspunkt je nach Regelung der Pumpe unterschiedlich nach links.

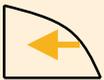


U Ungeregelte Pumpen



Die Förderhöhe H nimmt zu! Für Heizgruppen sollen unregelte Pumpen nur eingesetzt werden, wenn sie eine flache Kennlinie haben. Bei zunehmender Förderhöhe besteht die Gefahr von Ventilgeräuschen. Bei 50 % Volumenstrom soll H nicht über 2 mWs sein.

C Automatisch geregelte Pumpen: Einstellung «konstante Förderhöhe»



Drehzahlgeregelte Pumpen mit dieser Regelungsart können für alle Anwendungen eingesetzt werden. Zur richtigen Einstellung muss die erforderliche Förderhöhe bekannt sein.

V Automatisch geregelte Pumpen: Einstellung «variable» oder «proportionale» Förderhöhe



Diese Regelungsart ist vor allem bei Anlagen mit hohen Strömungswiderständen vorteilhaft, weil bei Drosselung auch die Förderhöhe zurückgenommen wird. Bei steil abfallender Regelkennlinie besteht jedoch das Risiko einer Unterversorgung entfernter Verbraucher.

4.2 Welcher Pumpen-Typ für welche Anwendung?

- Für Heizgruppen mit Thermostatventilen sind drehzahlgeregelte Pumpen mit Energy-Label A optimal. Wenn die Regelungsart einstellbar ist, soll «konstante Förderhöhe» gewählt werden. Das gilt nicht für Anlagen mit besonders hohen Strömungswiderständen im Kreislauf (gewisse Kondensationswärmetauscher), dort ist die Einstellung «variable Förderhöhe» günstiger.
- In Heizgruppen ohne grosse Variation des Volumenstroms wie Fussbodenheizung ohne Thermostatventile (für sehr niedrige Vorlauftemperatur ausgelegt), sind auch unregelte Pumpen

gut einsetzbar. Sie sind kostengünstiger, müssen aber genauer ausgelegt werden. Zu beachten ist ein guter Wirkungsgrad (Energy-Label A oder B). Pumpen mit Drehzahl-Stufen weisen auf den tieferen Stufen einen schlechteren Wirkungsgrad auf und sollen deshalb für die höchste Stufe dimensioniert werden.

- Ungeregelte Pumpen sind vor allem geeignet für Primärkreise (Wärmeerzeuger-, Wärmequellen-, Solarkreis-Pumpen) sowie Warmwasser-Zirkulations- und Speicherladepumpen. Drehzahlgeregelte Pumpen (Einstellung «konstante Förderhöhe») können für solche Anwendungen praktisch sein, weil die Leistung einfach anzupassen ist.

- Ausschlaggebend für den Stromverbrauch und damit die Betriebskosten einer Pumpe ist neben der richtigen Auslegung auch der Wirkungsgrad! Bei langen jährlichen Betriebszeiten (Heizgruppe, Warmwasser-Zirkulation, Kesselkreislauf, Wärmequellenförderung) Pumpen mit dem Energy-Label A wählen (bei unregulierten Pumpen auch B). Die A-Klasse erreichen nur Pumpen mit der neuen Permanentmagnet-Motortechnik. Die Mehrkosten der A-Klasse-Pumpen zahlen sich durch Stromersparungen rasch aus.

- Standard-Pumpen für Kompaktwärmezentralen (Units) sind oft zu gross, da sie für den «schlimmsten Fall» eines Wärmeabgabesystems ausgelegt sind. Weil sie billig sein sollen, weisen sie oft weder gute Wirkungsgrade noch eine Drehzahlregelung auf. Wenn möglich das Unit ohne Pumpe bestellen und der Anlage eine richtig dimensionierte Pumpe mit dem Energy-Label A «gönnen». Es sei denn, die eingebaute Pumpe hat ein Energy-Label A oder B. Vom Hersteller in Units eingebaute Pumpen sind zum Teil Spezialausführungen mit unterschiedlichen Typenbezeichnungen und Anschlüssen als die zugrunde liegende Einzelpumpe. In diesem Fall können sie nicht durch ein anderes Modell ersetzt werden. Wichtig ist hierbei die richtige Stufen- oder Kennlinieneinstellung. Bei grob überdimensionierten Pumpen sollte der Anbieter kontaktiert oder ein anderes Unit-Fabrikat gewählt werden.

Pumpe:

Einstellwert:

eingestellt an:

von:

Heiz+Pump AG, 2222 Komfortwil
Tel. 022 222 22 22

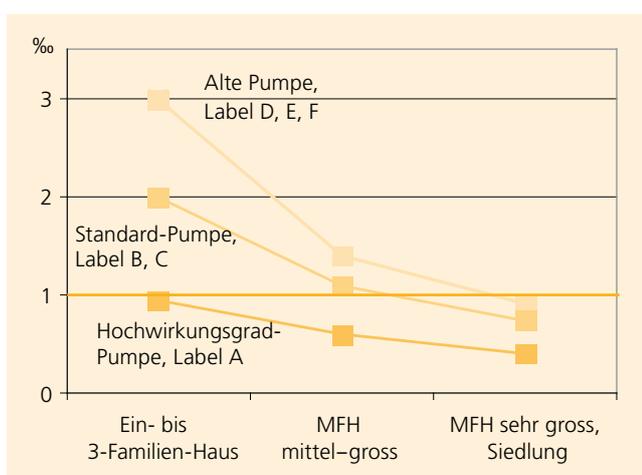
5. Inbetriebnahme, Einstellung

Damit drehzahlgeregelte, mehrstufige Pumpen so laufen wie geplant, ist die richtige Einstellung entscheidend. Auf einer Etikette – am besten an der Pumpe befestigt – soll der Einstellwert festgehalten werden. Damit wird vermieden, dass beim nächsten Service jemand «vorsichtshalber» auf das Maximum stellt. Bei drehzahlgeregelten Pumpen kann meist die Regelungsart und eine Kennlinie oder Förderhöhe (für das Kennlinienmaximum) eingestellt werden:

- Konstante Kennlinie («c») für die meisten Anwendungen.
- Variable Kennlinie («v» oder «p») für Anlagen mit hohen Strömungswiderständen.
- Kennlinien-Wert oder Förderhöhe gemäs «Ermittlung der Förderhöhe». **Achtung:** Der eingestellte Wert gilt in der Regel für den maximalen Volumenstrom der Kennlinie. In der Regel wird der automatisch geregelte Volumenstrom kleiner sein. Bei unregulierten Pumpen mit Drehzahlstufen muss das Pumpendiagramm aus dem Datenblatt konsultiert werden und die Stufe unter Berücksichtigung der Hinweise in Kapitel 4 gewählt werden.

Was tun, wenn einzelne Radiatoren kalt bleiben?

- 1 Durchspülen: Der Kreislauf muss nach Installationsarbeiten durchgespült werden (gegebenenfalls nachholen)!
- 2 Entlüften: Eine korrekte Entlüftung ist nach einer Neufüllung oft schon nach wenigen Tagen wieder nötig.
- 3 Abgleichen: Einen allfälligen hydraulischen Abgleich mit Strangreglern sorgfältig durchführen.
- 4 Überprüfen: Die Voreinstellung von Thermostatventilen und einstellbaren Rücklaufverschraubungen überprüfen und eventuell anpassen. Die Heizkörper nahe der Pumpe tendenziell etwas drosseln.
- 5 Wenn alles nichts nützt: Die Pumpe auf eine höhere Stufe oder Kennlinie einstellen.



Verhältnis der elektrischen Pumpenleistung zur maximal benötigten thermischen Heizleistung (Norm-Heizlast Φ_{HI}): Promille-Regel, 1‰ = 0,001. Für sehr kalte Klimazonen Verschiebung nach unten (ca. 1/3 weniger), für warme nach oben. Für Fussbodenheizung bis zu 1/2 des Werts nach oben.

6. Dimensionierungskontrolle

6.1 Die Promille Regel

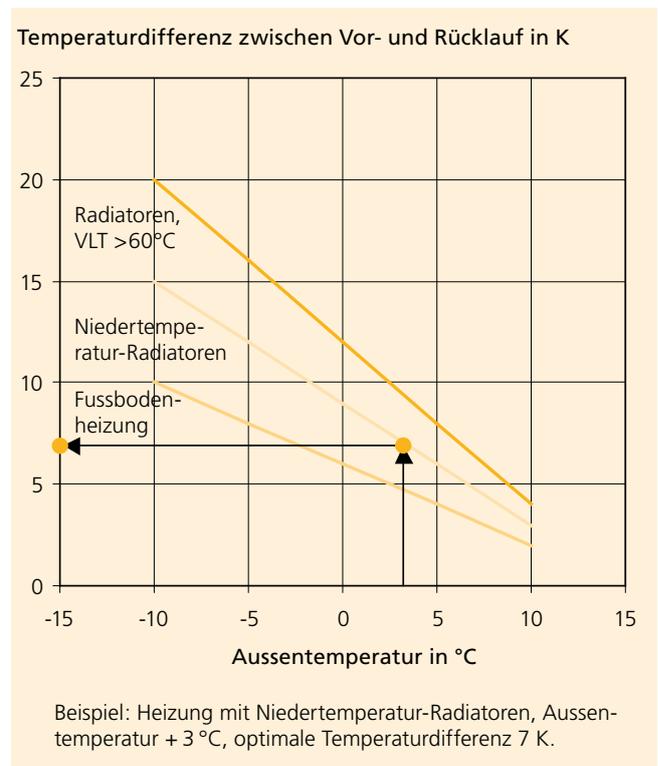
Die elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe beträgt rund ein Promille (1‰) der benötigten thermischen Heizleistung.

Die Promille-Regel gilt für Heizgruppenpumpen herkömmlicher Bauart in kleinen bis mittleren Mehrfamilienhäusern. In Ein- und Zweifamilienhäusern können Pumpen älterer Bauart 2‰ bis 3‰ benötigen, in grösseren Anlagen (Pumpenleistungen über 200 W) und bei modernen Pumpen mit A oder B-Label sollen 0,5‰ ausreichen.

Bei Pumpen mit automatischer Drehzahlregelung kann die maximale Leistungsaufnahme (der Promillewert) etwas grösser sein, da sie nur in grossen Leistungsabstufungen erhältlich sind. **Achtung:** Bei starker Überdimensionierung funktioniert die Regelung unter Umständen nicht! Hochwirkungsgrad-Pumpen mit Energy-Label A dürfen keinesfalls über 1‰ liegen, da sie viel kleinere elektrische Leistungen benötigen!

6.2 Kontrolle von Pumpen im Betrieb anhand der Temperaturdifferenz

Zwischen Vor- und Rücklauf der Heizgruppe soll eine Temperaturdifferenz gemäss Grafik festzustellen sein. Ist sie wesentlich kleiner, so ist die Pumpe überdimensioniert oder zu hoch eingestellt. Die Pumpe tiefer einstellen!



Komfortlüftung

Dimensionierungshilfe
Leistungsgarantie
Abnahmeprotokoll

www.leistungsgarantie.ch

Dimensionierungshilfe Komfortlüftung

1 Allgemein

Eine Komfortlüftung ist im Sinne des SIA-Merkblatts 2023 [1] eine einfache Lüftungsanlage. Sie sorgt für eine hygienische angemessene Lüftererneuerung. Die Komfortlüftung hat keine aktive Heiz-, Kühl- oder Befeuchtungsfunktion und verwendet keine Umluft.

Der sommerliche Wärmeschutz muss unabhängig von der Komfortlüftung gelöst werden. Neben einer guten (ausser liegenden) Beschattung gehört typischerweise eine Nachtauskühlung mit Fensterlüftung dazu. Falls Fenster in Sommernächten nicht geöffnet werden können (z. B. Lärm, Wohnungen für Allergiker) muss eine alternative Lösung für den Wärmeabtransport realisiert werden.

Die Komfortlüftung ist eine junge Technologie, deren Entwicklung noch im Gange ist, die Anforderungen noch im Fluss sind. Planer und Installateure haben zu beachten, dass sie stets die aktuellsten Regelwerke berücksichtigen.

Das kann eine Komfortlüftung!

- Luft gleichmässig und dem hygienischen Bedarf entsprechend erneuern.
- Feuchte sowie übliche Gerüche und Baustoffemissionen kontinuierlich abführen.
- bei gesicherter Lüftererneuerung vor Aussenlärm schützen.
- Staub und Pollen zurückhalten.
- die Lüftererneuerung bei allen Wetterlagen gewährleisten.

Das kann eine Komfortlüftung nicht!

- Die Komfortlüftung ist keine Klimaanlage oder Luftheizung, sie ersetzt den Wärmeschutz nicht.
- Sie kann das Einhalten von Feuchtegrenzwerten nicht garantieren. Diese hängen massgebend vom Benutzerverhalten ab. Geräte mit Feuchterückgewinnung können die Feuchterege- lung unterstützen.
- Sie kann weder die Gefährdung durch Passivrauchen noch Geruchsbelästigungen verhindern.
- Sie kann Aussengerüche (Cheminéerauch, Landwirtschaft) meist nicht zurückhalten. Hierzu wären teure Aktivkohlefilter erforderlich.

2 Planungsablauf und Verantwortlichkeiten

Im Vorfeld der Projektierung von Lüftungsanlagen sollte sich die Baurägerschaft im Klaren sein, dass sie als Bestellerin ihre Anforderungen und Wünsche definieren muss. Je kompetenter die Bestellerin dies erledigt, umso zielgerichteter und effizienter lässt sich der Auftrag erfüllen.

Grundsätzlich tragen die Architekturschaffenden neben der Gesamtverantwortung für das Gebäude auch die Verantwortung für die Raumluftqualität, die thermische Behaglichkeit und den akustischen Standard. Sie müssen dafür sorgen, dass eine funktionierende Lüftung entsteht. Sie stehen auch in der Pflicht, optimale bauliche Voraussetzungen für Planung, Installation und Betrieb der Lüftungsanlage zu schaffen. Damit sie diese Aufgaben erfüllen können, arbeiten sie mit den Haustechnikfachleuten zusammen und koordinieren deren Arbeiten.

Die Haustechnikplanenden beraten Architekten und Bauherrschaften bei der Systemwahl und beim Grundkonzept. Sie erarbeiten das Projekt und schlagen Detaillösungen und Produkte vor. Durch ihr Spezialwissen unterstützen sie die Architekten in konzeptionellen Fragen und bei der Koordination. Diese Planungsleistungen werden bei komplexeren Projekten meist von Ingenieurbüros erbracht, bei einfachen Anlagen können auch ausführende Firmen die Planungsleistungen erbringen. Die ausführenden Firmen schliesslich sind für die fachgerechte Realisierung zuständig. Sie tragen massgebend zur Qualität der Anlagen bei. Zu ihrer Aufgabe gehört die Anleitung der Betreiber und Nutzerinnen.

3 Luftführung in der Wohnung und im Raum

3.1 Aussen- und Fortluft

Der Standort des Aussenluft-Durchlasses ist so zu wählen, dass keine vermeidbaren Luftbelastungen (Staub, Gerüche, Abgase) in die Anlage gelangen. Zudem sind die örtliche Vegetation und die maximale Schneehöhe zu berücksichtigen.

Die Aussenluftfassung soll mindestens 0,7 Meter über Terrain liegen.

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

16 Bei Aussenluftfassung auf öffentlichen oder gemeinschaftlich genutzten Arealen wie Spielplätzen, sind Höhe und Konstruktion so zu wählen, dass keine Verunreinigungen infolge von Unachtsamkeit oder Unfug in die Lüftungsanlage gelangen. Aussenluftfassungen über Lichtschächten oder ebenerdigen Gittern sind aus hygienischer Sicht zu vermeiden. Der Fortluft-Durchlass ist so anzuordnen, dass weder ein Kurzschluss in die Aussenluft entsteht noch Nachbarwohnungen belästigt werden.

3.2 Luftführung in der Wohnung

Zuluft wird in den Wohn-, Schlaf- und Arbeitszimmern zugeführt. Abluft wird aus Küche, Bad und WC gesaugt. Korridore und Treppen liegen in der Regel im Durchströmbereich. Teilweise kann auch der Wohnbereich im Durchströmbereich liegen. Dieser Fall ist oft bei neuen Wohnungen mit offenen Grundrissen gegeben.

3.3 Luftvolumenströme und Druckverhältnisse

In der Regel sind der mechanisch geförderte Zu- und Abluftvolumenstrom in einer Wohnung gleich gross. Bei gleich grossen Volumenströmen tritt weder Unter- noch Überdruck auf. Entsteht dennoch Unterdruck, dann kann eine raumluftabhängige Feuerung gestört werden. Im schlimmsten Fall gelangen Abgase in den Raum. Je nach Lage und Baukonstruktion besteht das Risiko, dass der Unterdruck Radon in die Wohnung saugt. Bei Überdruck erhöht sich das Risiko für Bauschäden (Luftleck-kondensation).

Weder Komfortlüftungen noch andere Wohnungslüftungen können eine bestimmte Raumluftfeuchte garantieren. Massnahmen zur Vermeidung von allzu tiefen Raumluftfeuchten sind:

- Keine überdimensionierten Luftvolumenströme
- Bedarfssteuerung pro Wohnung
- Nicht überheizen

Der Zu- und Abluftvolumenstrom wird zuerst getrennt berechnet. Das grössere Total ist für die weitere Dimensionierung massgebend. Auf der Seite mit dem kleineren Total (z. B. Abluft) werden die Werte pro Raum so erhöht, dass das identische Total wie auf der anderen Seite (z. B. Zuluft) entsteht. Wenn das Total auf der Zuluftseite höher ist, soll zuerst der Abluft-

volumenstrom in der Küche erhöht werden (bis auf rund 60 m³/h). Die Abluftvolumenströme der übrigen Räume folgen in zweiter Priorität.

Berechnung der Zuluft

Der Zuluftvolumenstrom wird in Wohnungen anhand der Anzahl Wohn-, Schlaf- und Arbeitszimmer festgelegt. In jedem Zimmer wird Zuluft zugeführt, das gilt nicht für Zimmer, die im Durchströmbereich liegen.

Faustregel: Jedes Wohn-, Schlaf- und Arbeitszimmer erhält 30 m³/h Zuluft.

Das SIA-Merkblatt 2023 zeigt ein differenzierteres Verfahren auf. Die Werte weichen aber nicht wesentlich von der Faustregel ab.

Minimaler Abluftvolumenstrom

für den kontinuierlichen Betrieb (Normalbetrieb)

Raum	Abluftvolumenstrom
Küche (Raumabluft)	40 m ³ /h
Bad, Dusche	40 m ³ /h
WC (ohne Dusche)	20 m ³ /h

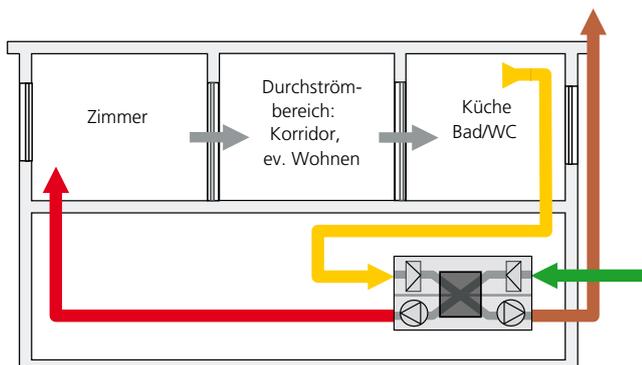
Bei Wohnungen mit weniger als drei Zimmern können die Werte aus der Tabelle «Minimaler Abluftvolumenstrom» um 30 % reduziert werden. Die Tabellenwerte gelten für den ganzjährigen Dauerbetrieb. Wenn eine Anlage (z. B. im Sommer) nicht dauernd eingeschaltet ist, soll eine Betriebsstufe mit Intensivlüftung vorhanden sein. Auf dieser Stufe muss der Abluftvolumenstrom um 50 % über den Tabellenwerten liegen. Die Intensivlüftung kann von den Bewohnern bei der Bad- und Küchenbenutzung in Betrieb genommen werden. Ausgelegt wird die Anlage auf die Werte für den Normalbetrieb. Für fensterlose Nassräume bestehen in der Schweiz teilweise lokale Vorschriften.

3.4 Luftführung im Raum

Erfahrungen und Messungen zeigen, dass die Platzierung der Zuluft-Durchlässe in üblichen Wohn- und Schlafzimmern eine untergeordnete Rolle spielt. Es kommen Decke, Wand und Boden in Frage. Selbst wenn die Zuluft direkt über einer Zimmertür eingeblasen wird, entstehen in der Praxis kaum Kurzschlüsse. Bei der Platzierung der Zuluft-Durchlässe ist darauf zu achten, dass der Luftstrahl nicht direkt in den Aufenthaltsbereich gerichtet wird und so Zugerscheinungen verursacht.

3.5 Überström-Durchlässe

Der Druckabfall von Überström-Durchlässen soll bei Komfortlüftungen nicht höher als 3 Pascal (Pa) sein. Zu hohe Druckabfälle können die Luftverteilung beeinträchtigen und zudem die Infiltration oder Exfiltration durch die Gebäudehülle begünstigen.



Prinzip einer Komfortlüftung.

Türspalt als Überström-Durchlass

Diese Lösung ist kostenlos und wartungsfrei. Für einen Luftvolumenstrom von rund 30 m³/h reicht eine Spalthöhe von rund 7 mm aus. Das bedeutet, dass Standardtüren ohne Planetdichtung und ohne Schwelle eingesetzt werden können. Die Bewohner und Bewohnerinnen müssen darüber informiert werden, dass in der Türöffnung kein Teppich liegen darf. Bedingungen für die Überströmung durch Türspalten:

- Die Ausblasrichtung darf nicht gegen eine Zone mit ständigem Aufenthalt gerichtet sein.
- Die Schwächung des Schalldämmmasses einer Tür ohne Planetdichtung muss akzeptiert werden.

Luftvolumenstrom \pm 30 m³/h \rightarrow Luftspalt = 7 mm

Luftvolumenstrom > 40 m³/h \rightarrow Luftspalt > 10 mm

Bei Luftvolumenströmen von über 40 m³/h (z. B. Bäder) muss der Luftspalt 10 mm und mehr betragen. Dabei kann Licht sichtbar durch den Spalt dringen, was unter Umständen störend wirkt. Je breiter der Luftspalt von Türen ohne Planetdichtung gewählt wird, desto grösser die Schwächung des Schalldämmmasses. Bei einfachen Türen mit R'_{w} -Werten (in Dezibel) zwischen 15 dB und 20 dB ist dies kaum wahrnehmbar. Normalerweise lässt sich mit dem leicht geschwächten Schallschutz gut leben. Dies umso mehr, als nachts, wenn das Bedürfnis nach Ruhe am grössten ist, meist alle Türen geschlossen sind.

Schallgedämmte Überström-Durchlässe

Bei hohen akustischen Anforderungen können schallgedämmte Überström-Durchlässe eingesetzt werden. Sie lassen sich in der Tür, über der Tür oder in der Türzarge einbauen. Es muss geprüft werden, ob der spezielle Überström-Durchlass spürbar weniger

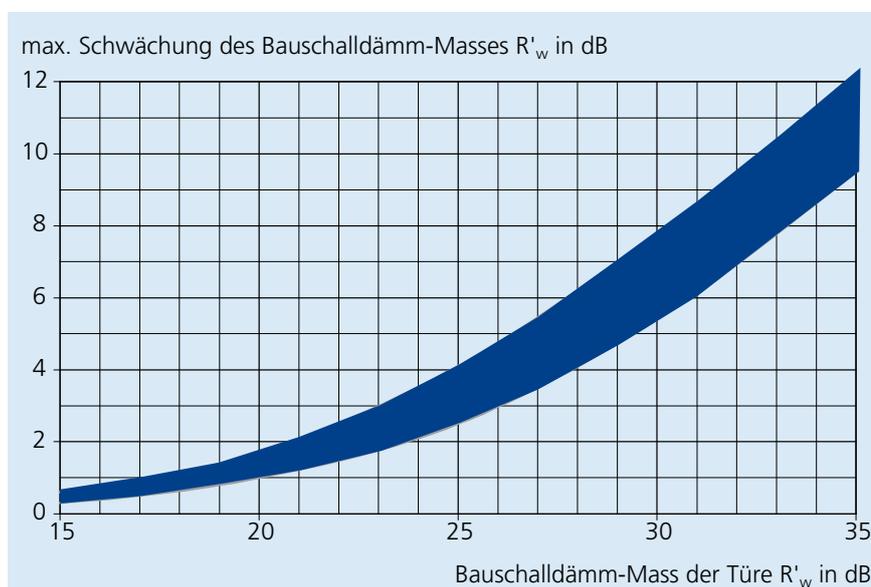
Schall durchlässt als ein Türspalt. Bei $D_{n,e,w}$ -Werten unter 33 dB oder R'_{w} -Werten von unter rund 10 dB ist dies nicht der Fall. Damit die Schalldämmung wegen des Überström-Durchlasses um nicht mehr als 1 dB geschwächt wird, soll dessen $D_{n,e,w}$ -Wert 15 dB höher sein als der R'_{w} -Wert der Zimmertür.

Vorsicht: Die angegebenen Nennvolumenströme gelten teilweise für höhere Druckverluste als 3 Pa. Die üblichen Schall-Kennwerte werden von Lieferanten sehr unterschiedlich deklariert. Es sollen unbedingt Angaben in genormten Begriffen verlangt werden, das heisst R'_{w} - oder $D_{n,e,w}$ -Werte. Bei speziellen Schallschutzanforderungen ist ein Akustiker beizuziehen.

3.6 Küchenabluft

Neben der Grundlüftung ist eine separate Intensivlüftung (Dunstabzugaube) für die Kochstelle erforderlich. Heute kommen meist Umlufthauben mit Aktivkohlefilter oder Fortlufthauben zum Einsatz.

Umlufthauben mit Aktivkohlefilter haben den Vorteil, dass es keine Schnittstellen gibt und die Komfortlüftung überhaupt nicht beeinflusst wird. Weiter wird geringfügig weniger Heizenergie verbraucht als bei Ablufthauben. Dafür haben sie folgende Nachteile: Die Aktivkohlenfilter sind mehrmals jährlich zu ersetzen, oder bei speziellen Bauarten zu regenerieren. Wartungsaufwand und Materialkosten sind dadurch höher als bei Ablufthauben. Umlufthauben haben eine geringere Wirkung und sind oft etwas lauter als Ablufthauben gleicher Bauart. Umlufthauben führen weder Feuchte noch Kohlenstoffmonoxid (CO) ab. Sie sollen daher nur eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Komfortlüftung für den Abtransport dieser Stoffe sorgt.



Reduktion des Schalldämmmasses einer Tür durch einen 5 mm bis 10 mm hohen Luftspalt.

Beim Einsatz von Umlufthauben muss das Nachströmen der Ersatzluft geregelt werden. Es darf kein Unterdruck entstehen.

Ablufthauben führen die Küchenabluft direkt ins Freie. In luftdichten Wohnungen ist deshalb das Nachströmen der Ersatzluft zu regeln. Ein Unterdruck muss aus hygienischen und sicherheitstechnischen Gründen vermieden werden. Messungen zeigen, dass Ersatzluft über hygienisch problematische Wege wie Installationsschächte nachströmen kann. Weiter besteht das Risiko einer erhöhten Radonkonzentration. Bereits ein um wenige Zentimeter geöffnetes Kippfenster in der Küche verhindert den störenden oder gar gefährlichen Unterdruck. Die Fensteröffnung kann durch einen Fensterkontaktschalter überwacht oder durch einen motorisierten Fensterantrieb automatisiert werden. Wenn keine dieser Massnahmen in Frage kommt, lässt sich auch eine Unterdrucküberwachung einsetzen. Neben Ablufthauben mit integrierter Drucküberwachung werden separate Drucküberwachungen angeboten.

Eine Nachströmung über Aussenluft Durchlässe ist sehr anspruchsvoll. Entweder müssten sehr grosse Nachströmelemente eingesetzt werden, oder es besteht immer noch ein Unterdruckrisiko. Aussenluft Durchlässe sind auch aus Gründen der Bauphysik (Wärmebrücken, Kondensatrisko) und Wartung heikel. Die Kombination der Küchenabluft mit der Komfortlüftung ist unter bestimmten Voraussetzungen zulässig. Details sind im VKF-Dokument Nr. 26-007 [4] beschrieben. Verlangt wird unter anderem eine spezielle automatische Absperrvorrichtung. Bei solchen Kombinationen kommen nur Lüftungsgeräte zum Einsatz, die eine Wärmerückgewinnung mit Plattenwärmetauscher und keine Feuchterückgewinnung haben.

3.7 Raumluftabhängige Feuerung

Eine Lüftungsanlage darf keinen Unterdruck erzeugen, der die Funktion einer Feuerung beeinträchtigt oder gar dazu führt, dass Gase in den Raum gelangen. Wegen ihren grossen Abluftvolumenströmen verursachen vor allem Dunstabzughauben ein Risiko für Unterdruck.

Um Unterdruck bei Störungen im Lüftungsgerät zu vermeiden, soll der Abluftventilator automatisch ausschalten, wenn der Zuluftventilator ausfällt. Hierfür reicht eine rein elektrische Überwachung – die Drucküberwachung ist nicht erforderlich.

Als Zubehör zu Stückholz und Pelletöfen werden Unterdrucküberwachungen angeboten, welche die Lüftung ausschalten können.

In luftdichten Häusern soll dem Feuerungsaggregat die Verbrennungsluft direkt zugeführt werden. Die direkte Verbrennungsluftzufuhr bedeutet nicht, dass ein Aggregat raumlufunabhängig ist! Gerade bei Holzöfen (auch Pellets) kann bei Unterdruck durch die Feuerraumtür, Aschetür oder andere Öffnungen Gas in die Wohnung gelangen, auch wenn eine separate Verbrennungsluftzufuhr vorhanden ist.

4 Brandschutz

Die in der Schweiz gültigen Anforderungen zum Brandschutz bei Lüftungsanlagen sind in der VKF- Brandschutzrichtlinie 26-03 «Lufttechnische Anlagen» der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VFK) festgelegt [3]. Im Folgenden sind einige wesentliche Punkte daraus zusammengefasst.

4.1 Lüftungsapparate

Die Luftaufbereitungsapparate und Einbauteile sind aus nicht brennbarem Material zu erstellen. Diese Anforderung gilt nicht für Einzelwohnungsanlagen, sie dürfen beispielsweise eine Wärmerückgewinnung aus Kunststoff haben.

4.2 Brandschutzklappen und Aufteilung auf Steigkanäle

Bei Mehrwohnungsanlagen ist die Versorgung mehrerer Wohnungen über eine gemeinsame Leitung erlaubt. Auf Brandschutzklappen kann verzichtet werden, wenn die gesamte Fläche der lüftungstechnisch zusammengefassten Brandabschnitte 600 m² nicht übersteigt. Diese Fläche darf sich über mehrere Geschosse erstrecken. Eine Wohnung bildet dabei einen Brandabschnitt.

4.3 Lüftungskanäle

Lüftungskanäle müssen aus nicht brennbarem Material bestehen. Innerhalb von Wohnungen und Einfamilienhäusern sind davon einbetonierte Lüftungsleitungen, Erdregister sowie Leitungen von Anlagen mit einer Lufttemperatur bis 40 °C ausgenommen. Bei den erwähnten Ausnahmen muss allerdings die Brandkennziffer 4.2 (VKF-Richtlinien) eingehalten werden. Für Küchenabluft (Dampfabzug) gilt diese Ausnahme nicht. Zudem muss die Wärmedämmung von Lüftungskanälen aus nicht brennbarem Material bestehen.

Bezüglich des Sicherheitsabstands gilt, dass bei Lüftungskanälen von Anlagen mit einer Lufttemperatur bis 40 °C innerhalb von Wohnungen und in Einfamilienhäusern auf einen Sicherheitsabstand verzichtet werden kann. Das heisst: Ausser bei Luftheizungen ist die Führung der Zuluftleitungen innerhalb einer Wohnung weit gehend frei.

5 Schall

Gemäss SIA-Merkblatt 2023 darf die Lüftung in Wohn- und Schlafzimmern einen Schalldruckpegel von maximal 25 dBA verursachen. Das entspricht dem Wert, den SIA 181 [2] bei erhöhten Anforderungen fordert. Erfahrungsgemäss steigt bei Schalldruckpegeln von über 25 dBA die Zahl der Unzufriedenen stark an. Der Wert von 25 dBA ist am Tag und in der Nacht einzuhalten.

Bei Komfortlüftungen unbedingt die erhöhten Schall-Anforderungen gemäss SIA 181 vereinbaren!

6 Luftbehandlung

6.1 Wärmerückgewinnung

Lüftungsgeräte mit Gegenstrom- oder Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauschern übertragen gut 80 % der in der Abluft enthaltenen sensiblen Wärme an die Zuluft. Bei Geräten mit Kreuzstrom-Wärmetauschern wird typischerweise nur 50 % bis 60 % der sensiblen Wärme zurückgewonnen. Neben den weit verbreiteten Plattenwärmetauschern gibt es auch Kleingeräte mit Rotationswärmetauschern, die eine Wärmerückgewinnung von rund 80 % erreichen. Weiter ist ein System auf dem Markt, bei dem ein Körper aus Aluminiumprofilen gleichzeitig die Funktionen Wärmerückgewinnung und Steigleitung übernimmt. Dieser «Luftkanalwärmetauscher» erreicht bei optimaler Abstimmung von Profil und Länge knapp 80 % Wärmeübertragung.

Neben Geräten mit reiner Wärmerückgewinnung gibt es solche mit zusätzlicher Feuchterückgewinnung. Das entschärft das Problem von tiefen Raumlufffeuchten bei tiefen Aussen-temperaturen. Eine entsprechende Steuerung/Reglung vermeidet, dass im Sommer eine zu hohe Raumlufffeuchte entsteht. Im Sommer ist es vorteilhaft, wenn die Wärmerückgewinnung ausgeschaltet werden kann. Bei Geräten mit Platten-Wärmetauschern erledigt das der «Sommerbypass».

6.2 Ventilatoren

Lüftungsgeräte der neuen Generation verfügen meist über Ventilatorantriebe mit Gleichstrom- oder EC-Motoren. Gegenüber älteren Wechselstrommotoren wird ein rund doppelt so hoher Wirkungsgrad erreicht und die Volumenströme lassen sich gut einstellen.

Die spezifische elektrische Leistung für die Luftförderung soll bei maximal 0,35 W/(m³/h) liegen. Dieser Wert gilt für Normalbetrieb und neuen Filtern.

Kennwert ermitteln

- Elektrische Aufnahmeleistung des gesamten Lüftungsgerätes messen.
- Diese Leistung durch den Mittelwert von Zu- und Abluftvolumenstrom dividieren.

6.3 Vereisungsschutz

Damit die Wärmerückgewinnung bei tiefen Aussen-temperaturen nicht vereist sind aktive oder passiv Vereisungsschutzmassnahmen erforderlich. Die verschiedenen Varianten können extrem unterschiedliche Energieverbräuche verursachen. Im Buch «Wohnungslüftung» [5] finden sich Hilfen für die rechnerische Abschätzung dieses Energieverbrauchs.

Energetische und hygienische Rangliste der Lösungen

1. Vereisungsschutz mit einem Erdreich-Wärmeübertrager oder einer Wärmerückgewinnung mit Sorptionsrotor (Herstellergrenzen beachten).
2. Geregelter Bypass, es kann der gleiche Bypass wie für die Sommerabschaltung sein. Bei kleinen Seriengeräten wird diese Lösung heute noch nicht realisiert. Bei einer Bypassregelung kann die Zulufttemperatur stark sinken, sodass eine (nicht elektrische) Nachwärmung zu prüfen ist.
3. Speziell bei grösseren Anlagen kommt eine Vorwärmung der Aussenluft mit Heizenergie in Frage. Aus Frostschutzgründen ist für diesen Vorwärmer ein Solekreislauf erforderlich.
4. Bei Einzelwohnungsanlagen kann es zulässig sein, dass die Ventilatoren für das Abtauen der Wärmerückgewinnung ausgeschaltet werden. Bereits in der Planung muss geklärt werden, ob die Benutzer diese Einschränkung akzeptieren (setzt voraus dass Bewohnerschaft gleich Bauherrschaft ist).
5. Elektrovorwärmer mit geregelter variabler Leistung können bei idealer Regelung einen noch akzeptablen Energieverbrauch verursachen. Nur wenige Seriengeräte verfügen über diese Option. Viele Seriengeräte können nur mit der in Punkt 6 aufgeführten (energetisch ungünstigen) einstufigen Vorwärmung ausgerüstet werden.
6. Elektrovorwärmer mit einstufiger Leistung (Ein/Aus-Betrieb) sind aus energetischer Sicht die schlechteste Lösung. Sie sind zu vermeiden.
7. Das Ausschalten des Zuluftventilators (bei Betrieb des Abluftventilators) verursacht in der Wohnung einen Unterdruck. Bei raumluffabhängigen Feuerungen kann diese ein Sicherheitsrisiko darstellen. Zudem besteht das Risiko einer erhöhten Radonkonzentration. Von dieser Lösung ist daher im Allgemeinen abzuraten.

20 6.4 Filter

Gemäss neuen Hygienestandards sind für die Zuluft Feinstaubfilter der Klasse F7 oder besser einzubauen. In der Abluft genügt bei einer Wärmerückgewinnung (WRG) mit Plattenwärmetauscher ein Grobstaubfilter der Klasse G3. Bei einer WRG mit Rotor soll in der Abluft ein F5-Filter eingesetzt werden.

Die Bezeichnung «Pollenfilter» sagt nichts über die Filterqualität aus! Filter sind Einwegprodukte!

Taschen- oder Zellenfilter sind zu bevorzugen, da sie einen geringen Druckverlust aufweisen als Filtermatten und zudem längere Standzeiten aufweisen. Die Filter sollen überwacht und ein erforderlicher Ersatz angezeigt werden.

Um Aussengerüche zurückzuhalten, können Aktivkohlefilter eingesetzt werden. Dies sollte nur in Ausnahmefällen gemacht werden, da solche Filter einen zusätzlichen Druckverlust verursachen. Dadurch wird der Energieverbrauch erhöht und die Geräuschentwicklung nimmt zu.

Typischerweise sind die Filter zwei bis viermal jährlich zu ersetzen. Filter mit grösseren Flächen haben in der Regel eine längere Standzeit als knapp bemessene Filter. Nach dem Ausbau müssen sie sofort in einen Plastiksack entsorgt werden. Ein Filter darf nie gereinigt oder gewaschen werden, er verliert dadurch praktisch die ganze Wirkung und beim Handling können Personen kontaminiert werden.

7 Steuerung und Regelung

Bei Einzelwohnungsanlagen haben sich dreistufige Steuerungen bewährt. Die Auslegung erfolgt auf der mittleren Stufe, dem Normalbetrieb. Bei geringer Belegung oder Abwesenheit kann die reduzierte Stufe gewählt werden, die so genannte Grundlüftung. Die höchste Stufe, die Intensivlüftung, dient zum schnelleren Abführen von Feuchte und Gerüchen.

Bei einer üblichen Wohnungsbelegung muss davon ausgegan-

gen werden, dass die Lüftung auch nachts auf Normalbetrieb läuft. Das Bedienelement soll offen montiert werden und sich an einer zentralen Lage in der Wohnung (Korridor oder Küche) befinden. Hier sollte auch der Filterzustand angezeigt werden. Bei gehobenen Ansprüchen kann eine Feuchte- oder Luftqualitätssteuerung realisiert werden.

8 Verteilsystem

8.1 Dimensionierung

Bei Einfamilienhäusern soll die Summe der Druckverluste auf der Zu- und Abluftseite jeweils bei höchstens 100 Pa liegen. Diese Summe beinhaltet alle Luftleitungen, das Lufterdregister sowie die Luftdurchlässe. Die Druckverluste im Lüftungsgerät sind dabei nicht berücksichtigt.

Ein höherer Druckverlust als 100 Pa ist zulässig, wenn die spezifische Leistung für die Luftförderung den Wert 0,35 W/(m³/h) trotzdem einhält. Der Richtwert von 100 Pa wird in der Regel eingehalten, wenn Luftgeschwindigkeiten in den Leitungen nicht über 2,5 m/s liegen und keine speziellen Armaturen (Rückschlagklappen, Volumenstromregler) eingesetzt werden.

8.2 Luftdichtheit

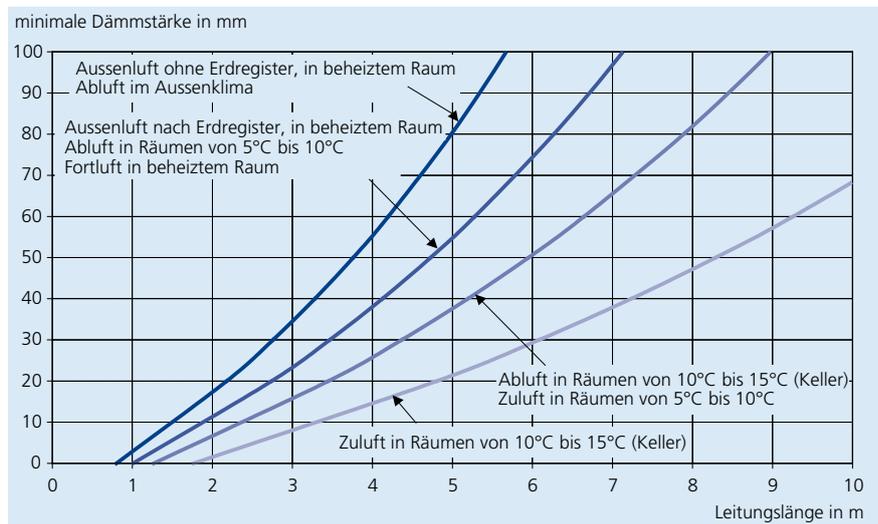
Es soll mindestens die Dichtheitsklasse C angestrebt werden. Rohre sind dichter als rechteckige Blechkanäle. Es sollen dichte Verbindungen eingesetzt werden: Lippendichtung, dauerelastisches Klebband oder Kaltschrumpfband.

Kontrollmöglichkeit: Rauchprobe vor dem Isolieren oder Volumenstrombilanz mit genauem Messgerät (Flow Finder).

8.3 Wärmedämmung

Die Dämmstärke von Luftleitungen ist so zu wählen, dass unerwünschte Wärmeflüsse den Nutzen der Wärmerückgewinnung um maximal 10 % reduzieren. Bei mittleren Winterbedingungen

Minimale Dämmstärke von kleinen Luftleitungen mit 150 mm Durchmesser; Durchströmung grösser als 120 m³/h, Temperaturänderung pro Leitung kleiner als 0,7 K.



im Mittelland sollen Aussen- und Fortluft in warmen Räumen um nicht mehr als je 0,7 K erwärmt werden. Zu- und Abluft darf in kühlen Räumen um nicht mehr als um je 0,7 K abkühlen. Für Einfamilienhäuser oder Einzelwohnungsanlagen im schweizerischen Mittelland werden die minimalen Dämmstärken im unten stehenden Diagramm abgelesen. Der abgelesene Wert ist auf die nächste übliche Dämmstärke aufzurunden. Allfällige Kondensationsprobleme sind nicht berücksichtigt und müssen separat abgeklärt werden. Für grössere Volumenströme (über 200 m³/h) können kleinere Dämmstärken gewählt werden, wenn rechnerisch nachgewiesen wird, dass die unerwünschten Wärmeflüsse den Nutzen der Wärmerückgewinnung um weniger als 10 % reduzieren. Zu- und Abluftleitungen für einzelne Räume, die durch kalte Räume geführt werden, sind mindestens doppelt so stark zu dämmen, wie im Diagramm vermerkt. Für Höhenlagen über 1000 Meter über Meer gelten für Aussen- und Fortluftleitungen in beheizten Räumen rund 30 % grössere Dämmdicken. Aus hygienischen Gründen darf die Wärmedämmung nur auf der Aussenseite von Luftleitungen angebracht werden.

8.4 Hygiene und Reinigung

Glattwandige Leitungen sind besser zu reinigen als gewellte oder poröse Oberflächen. Wenn ein Reinigungsabschnitt nur von einer Seite her (z. B. Zuluftdurchlass) zugänglich ist, soll er maximal 12 m lang sein. Bei Zugang von beiden Enden ist die doppelte Länge zulässig.

90°-Bögen (1,5 d) lassen sich nur bis zu einem Durchmesser von 80 mm reinigen. Bei kleinen Durchmessern sind grosse Radien oder 2 x 45°-Bögen zu wählen. Weiter dürfen sich in einem Reinigungsabschnitt nicht mehr als drei 90°-Umlenkungen befinden.

Bauteile, die nicht mit einer Rute zu reinigen sind, sollen nicht einbetoniert werden. Dies betrifft Bauteile wie Schalldämpfer, Reduktionen oder Armaturen. Verteilerkästen, die in Decken

eingebaut sind, müssen eine Revisionsöffnung haben. Ein Leitungsnetz soll alle 5 Jahre kontrolliert werden, die Reinigung erfolgt nach Bedarf. Bei Abluftleitungen wird eine Reinigung nach rund 10 Jahren empfohlen. Bei gutem Zuluftfilter und fachgerechter Wartung kann der Reinigungsintervall von Zu- und Abluftleitungen deutlich über zehn Jahren liegen.

9 Erdreich-Wärmeübertrager

9.1 Lufterdregister

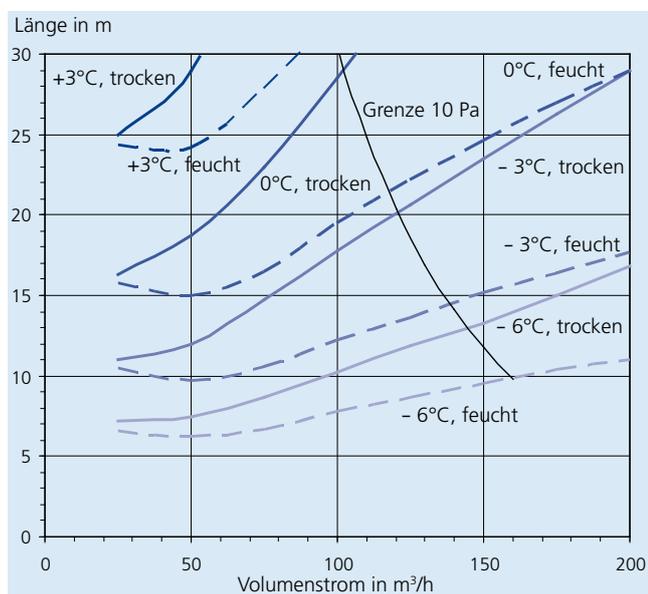
Die Rohre müssen mit mindestens 2 % bis 5 % Gefälle (je nach Untergrund und Rohrmaterial) zur Hauseinführung verlegt werden. Im Gebäudeinnern ist ein Kondensatablauf vorzusehen. Bezüglich Reinigung und Hygiene sind die gleichen Grundsätze zu beachten, wie beim Verteilsystem.

Bei starren Rohren sind in der Praxis weniger Schäden wie Absenkungen und mechanische Beschädigungen aufgetreten als bei flexiblen Rohren. Bei flexiblen Rohren sind Verbindungen im Erdreich zu vermeiden.

Der Druckverlust des Lufterdregisters solle maximal 10 Pa betragen. In der untenstehenden Grafik ist die «10-Pa-Grenze» als schwarze Linie eingetragen. Der Bereich links dieser Linie liegt auf der guten Seite, das heisst, dass dort der Druckverlust kleiner als 10 Pa ist. Eine Auslegung rechts der Linie sollte vermieden werden. Die Linie gilt für glatte Rohre, mit zwei 90°-Bögen sowie jeweils einem Rohrein- und Rohraustritt.

Mit dem Luftvolumenstrom, der gewünschten minimalen Luftaustrittstemperatur (aus dem Lufterdregister) und der Erdreichfeuchte kann in der Grafik die erforderliche Rohrlänge (pro Rohr) bestimmt werden. Die aufgeführten Austrittstemperaturen werden an höchstens 9 h/Jahr (1 % der Zeit) unterschritten. Die Werte beruhen auf Berechnung mit dem WKM-Programm (www.igjzh.com).

Um ein Lüftungsgerät vor Vereisung zu schützen, darf die minimale Eintrittstemperatur auf der Aussenluftseite in der Regel unter 0°C liegen. Bei Geräten mit Gegenstrom-Wärmetau-



Bedingungen für das Diagramm

- Innendurchmesser des Rohres: 154 mm
- Schweizerisches Mittelland 500 m ü.M.
- Parallele Rohre in einer Tiefe von 1,5 m und einem Abstand von 1 m
- Erstes Rohr 1,5 m neben Kellerwand mit einem U-Wert von 0,3 W/m K
- Lüftungsanlage im Dauerbetrieb

Einsatzbereich für Rohre von Lufterdregistern mit Innendurchmesser 150 mm, Rahmenbedingungen gemäss Kasten.

22 schern sind etwa -3°C typisch, bei Geräten mit Kreuzstrom-Wärmetauschern sind rund -6°C zulässig. Massgebend sind die Herstellerangaben.

Für die thermische Auslegung kann das Diagramm auch bei Rohren mit einem kleineren Innendurchmesser als 150 mm herangezogen werden. Die Auslegung ist dann auf der sicheren Seite. Der Druckverlust ist aber höher und muss berechnet werden.

Bei Luftvolumenströmen von über $100\text{ m}^3/\text{h}$ dient das Diagramm als gute Annäherung, auch für Rohre bis zu einem Innendurchmesser von 200 mm. Um auf der sicheren Seite zu liegen sollten die abgelesenen Längen um rund 10 % vergrössert werden. Für einen Innendurchmesser von 200 mm liegt der Druckverlust im ganzen Diagramm unter 10 Pa.

Die Auslegung erfolgt bei Normalbetrieb. Bei dreistufigen Anlagen ist das meist die mittlere Stufe. Wenn eine solche Anlage während mindestens 12 h/Tag auf der tiefsten Stufe betrieben wird, lässt sich die Rohrlänge um etwa 20 % reduzieren.

Ablesebeispiel

Die geforderte minimale Austrittstemperatur beträgt -3°C bei einem feuchten Erdreich. Der gesamte Aussenluftvolumenstrom beträgt $150\text{ m}^3/\text{h}$ und wird auf zwei parallele Rohre aufgeteilt. Pro Rohr ergibt das $75\text{ m}^3/\text{h}$.

Aus dem Diagramm wird eine Länge von 10,5 m abgelesen. Das heisst, dass jedes der beiden Rohre eine Länge von 10,5 m hat.

9.2 Sole-Erdreich-Wärmetauscher und Erdsonden

Anstelle von Lufterregistern lässt sich die Aussenluft auch indirekt über einen Sole-Kreislauf vorwärmen. Dabei werden Rohre mit einem Durchmesser von 30 mm bis 40 mm in einer Tiefe von 1,5 m bis 2 m verlegt. Als Richtwert für ein Einfamilienhaus gilt eine totale Rohrlänge von rund 80 m. Die Dimensionierung erfolgt durch den Systemlieferanten. Bei grossen Mehrwohnungsanlagen ist die Vorwärmung und Vorkühlung auch über Erdsonden möglich.

10 Wartung und Betrieb

10.1 Montage

Auf der Baustelle gelagerte Luftleitungen und Apparate müssen vor Staub und Feuchte geschützt werden. Teile aus Kunststoff, wie PE-Luftleitungen, sind vor Sonnenlicht zu schützen. Unmittelbar nach der Installation müssen Sauberkeits- und Dichtheits-tests durchgeführt werden. Zwischen Abschluss der Installation und Inbetriebnahme die Leitungen und Luftdurchlässe immer staubdicht verschliessen.

10.2 Inbetriebnahme und Abnahme

Für die Inbetriebnahme und Abnahme stehen separate Protokolle der «Leistungsgarantie» zur Verfügung. Die Anlage darf nicht vor der Bauendreinigung in Betrieb genommen werden. Die Sauberkeit muss vor der Inbetriebnahme kontrolliert werden, bei Bedarf steht eine Reinigung an. In jedem Raum müssen die Volumenströme eingestellt, gemessen und protokolliert werden. Vor oder anlässlich der Abnahme sind die Filter zu ersetzen.

10.3 Instruktion und Instandhaltung

Die Bauherrschaft und die Anlagebetreiber (bei Einzelwohnungsanlagen die Bewohner) erhalten eine Instruktion, beim Filterwechsel ist eine Vorführung sinnvoll. Als Informationsmaterial für Bewohner steht die Minergie-Broschüre [6] zur Verfügung.

Instandhaltungsarbeiten und Intervalle werden in Anlehnung an das SIA-Merkblatt 2023 definiert, geplant und budgetiert. Die Aufträge für die Instandhaltung sind spätestens bis zum Abnahmeterrmin zu definieren. Dabei muss geregelt werden, wer (Hausdienst, externe Firmen) für welche Arbeiten zuständig ist.

11 Literatur- und Quellenverzeichnis

Normen und Richtlinien

- [1] SIA-Merkblatt 2023: Lüftung in Wohnbauten. SIA, Zürich, 2004 (www.sia.ch)
- [2] SIA-Norm 181: Schallschutz im Hochbau. SIA, Zürich, 2006 (www.sia.ch)
- [3] VKF-Brandschutzrichtlinie 26-03d Lufttechnische Anlagen. VKF, Bern, 2003 (<http://bsvonline.vkf.ch/>)
- [4] FAQ-Brandschutzvorschriften VKF 26-007d Anschluss von Küchenabfluthauben an Wohnungslüftungssysteme. VKF, Bern, 2006 (<http://bsvonline.vkf.ch/PDF/FAQ/BSR26/26-007d.pdf>)

Literatur

- [5] Huber H., Mosbacher R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006 (www.faktor.ch)
- [6] Minergie-Broschüre: Jetzt wohnen Sie in einem Minergie-Haus (www.minergie.ch)

Leistungsgarantie Komfortlüftung

Diese Leistungsgarantie gilt ausschliesslich für Einzelwohnungsanlagen.

1 Die offerierte Anlage gewährleistet einen hohen Komfort.	ja	nein
Die Komfortlüftung versorgt alle Wohn-, Schlaf- und Arbeitszimmer mit dem hygienisch angemessenen Zuluftvolumenstrom. Abluft wird kontinuierlich aus allen Küchen, Bädern und WC abgeführt. Die Luftvolumenströme entsprechen der Dimensionierungshilfe oder dem Merkblatt SIA 2023.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Luftvolumenströme lassen sich für alle belüfteten Räumen einstellen und messen (durch Lüftungsfachperson mit Werkzeug).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Lüftungsgerät lässt sich über ein Bedienungsgerät im Wohnbereich steuern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Neben dem Normalbetrieb lassen sich eine Stufe für Grundlüftung und eine Stufe für Intensivlüftung einstellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Komfortlüftung erfüllt die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit. Die Art und Anordnung der Zuluft-Durchlässe sowie die Zulufttemperatur gewährleisten, dass keine Zugerscheinungen auftreten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Die offerierte Anlage weist einen hohen hygienischen Standard auf.	ja	nein
Die Aussenluftfassung ist so positioniert, dass die für die Wohnung bestmögliche Aussenluftqualität in die Anlage gelangt (siehe Dimensionierungshilfe).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Zuluft wird durch einen Feinstaubfilter der Klasse F7 (oder besser) gefiltert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Anlage ist mit einer automatischen Filterüberwachung ausgerüstet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Anzeige/Signallampe «Filter wechseln» befindet sich auf oder neben der Fernbedienung der Steuerung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Weder die Positionierung des Fortluft-Durchlasses noch Leckagen beeinträchtigen die Zuluftqualität der eigenen Wohnung oder Nachbarwohnungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Montage und Inbetriebnahme erfolgen sorgfältig. Alle Komponenten bleiben staubfrei und trocken.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sämtliche Anlageteile lassen sich reinigen und sind dementsprechend zugänglich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Komfortlüftung verursacht keine zusätzliche Radonbelastung. Bei der Aussenluftfassung, den Materialien und den Luftvolumenströmen sind die entsprechenden Aspekte berücksichtigt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Die offerierte Anlage garantiert einen guten Schallschutz.	ja	nein
Der von der Lüftungsanlage verursachte Schalldruckpegel liegt in den Wohn- und Schlafzimmern im Normalbetrieb bei maximal 25 dBA.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Trittschalldämmung wird durch Luftleitungen und Durchlässe nicht geschwächt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energie schweiz**

4 Die offerierte Anlage ist energieeffizient.	ja	nein
Die Wärmerückgewinnung im Lüftungsgerät überträgt mindestens 80 % der in der Abluft enthaltenen sensiblen Wärme an die Zuluft.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Luftverteilung ist so dicht und so gut wärmedämmend, dass der energetische Nutzen der Wärmerückgewinnung um höchstens 10 % reduziert wird (siehe Dimensionierungshilfe).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Stromverbrauch der Ventilatoren erfüllt die Anforderungen der Dimensionierungshilfe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine allfällige Frostschutzeinrichtung und Nachwärmung sind spezifisch auf die Anlage abgestimmt, stetig geregelt und verbrauchen dadurch ein Minimum an Energie (siehe Dimensionierungshilfe).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Lüftungsgerät wurde in einem unabhängigen akkreditierten Labor geprüft. Die Prüfergebnisse sind veröffentlicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 Die offerierte Anlage ist funktionssicher und zuverlässig.	ja	nein
Die Komfortlüftung erzeugt keinen Unterdruck, der eine allfällige raumluftabhängige Feuerung stört.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Luftleitungen sind so gedämmt, dass kein Kondensatrisko besteht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 Die offerierte Anlage umfasst folgende Optionen.	ja	nein
Die Optionen können auch das Resultat spezieller Rahmenbedingungen sein (z. B. Vereisungsschutz in alpinen Lagen).		
Feuchterückgewinnung: Neben der sensiblen Wärme wird Feuchte von der Abluft in die Zuluft übertragen. Dadurch steigt im Winter die Raumlufffeuchte, ohne zusätzlichen Energieverbrauch. Die Feuchte wird automatisch überwacht; dadurch wird eine zu hohe Raumlufffeuchte im Sommer verhindert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lufterdregister: Die Aussenluft wird durch ein Lufterdregister vorgewärmt. Dadurch ist der Vereisungsschutz der Wärmerückgewinnung gewährleistet. Das Lufterdregister erfüllt die Anforderungen der Dimensionierungshilfe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sole-Erdreich-Wärmetauscher: Die Aussenluft wird durch einen Sole-Erdreich-Wärmetauscher vorgewärmt. Dadurch ist der Vereisungsschutz der Wärmerückgewinnung gewährleistet. Der Sole-Erdreich-Wärmetauscher erfüllt die Anforderungen der Dimensionierungshilfe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sommerbypass: Die Wärmerückgewinnung wird im Sommer durch einen Bypass umfahren. Der Sommerbypass erfüllt die Anforderungen der Dimensionierungshilfe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vorwärmung/Nachwärmung über die Heizung: Ein Lufterhitzer erwärmt die Aussen- oder Zuluft. Der entsprechende Lufterhitzer wird von der Wärmeerzeugung der Raumheizung versorgt. Der Lufterhitzer ist energetisch optimal ausgelegt und regelungstechnisch eingebunden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elektro-Lufterhitzer: Ein leistungsgeregelter Elektrolufterhitzer schützt die Wärmerückgewinnung vor Vereisung. Bemerkung: Diese Option ist nur in begründeten Ausnahmen einzusetzen. Nicht ideal ausgelegte oder nicht optimal betriebene Elektrolufterhitzer können einen hohen Stromverbrauch verursachen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Überström-Durchlässe: Spezielle Überström-Durchlässe sorgen für einen überdurchschnittlichen Schallschutz zwischen den Räumen. Die Überström-Durchlässe erfüllen die Anforderungen der Dimensionierungshilfe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luftqualitätsregelung: Die Raumluffqualität wird stetig gemessen und durch die automatische Variation des Luftvolumenstroms geregelt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lüftung von Nebenräumen durch die Komfortlüftung: Nebenräume (z. B. Abstell-, Technikräume oder Ankleiden) sind an die Komfortlüftung angeschlossen. Die detaillierte Spezifikation befindet sich in der Offerte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lüftung von Nebenräumen durch spezielle Lüftungseinrichtungen/Geräte: Nebenräume wie Abstell-, Technikräume oder Ankleiden sind mit speziellen Lüftungseinrichtungen oder Geräten ausgerüstet. Die Spezifikation befindet sich in der Offerte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Spezielle Filter: Die Filtrierung der Zuluft übertrifft die Minimalanforderung. Die Spezifikation befindet sich in der Offerte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unsere Firma realisiert die komplette Komfortlüftung als verantwortliches Generalunternehmen. Sämtliche baulichen Nebenarbeiten werden durch uns organisiert. Bemerkung: Diese Option gilt für die Nachrüstungen in bestehenden Gebäuden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Die Offerte umfasst alle Dienstleistungen, die zur Planung und Inbetriebsetzung einer qualitativ hochwertigen Anlage gefordert sind.	ja	nein
Architekt, Planer, Bauleitung, Bauherrschaft und involvierte Unternehmer (Elektriker, Sanitär, ...) erhalten alle nötigen Informationen, die zur baulichen Integration und zur Lösung der Schnittstellen erforderlich sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Anlage wird einreguliert und in Betrieb genommen. Eine Dokumentation wird abgegeben. Die Benutzer werden instruiert. Die ausführliche Beschreibung dieser Leistungen findet sich im Formular Abnahmeprotokoll.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Offerte liegt der Entwurf eines Servicevertrags bei. Die dort aufgeführten Leistungen garantieren die Einhaltung der Funktion und Werterhaltung der Anlage.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Unterschriften		
Ort, Datum	Objekt	
Bauherrschaft/Nutzer	Bauherrenvertreter/Architekt/Planer	Unternehmer

Abnahmeprotokoll

Komfortlüftung

1 Material			
1.1 Lüftungsgerät			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
Marke, Typ		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärmerückgewinnung; Art, Typ		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ventilatorantrieb: Art, Typ (AC, DC, EC)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Frostschutz: Art, Typ, Leistung		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sommerbypass		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zulufilter (Klasse)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abluftfilter (Klasse)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ersatzfilter (mindestens 1 Paar) vorhanden?		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Optionen: bei 1.8 erfassen			
1.2 Steuerung/Regelung			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
Art, Typ		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fernbedienung: Art, Typ, Standort		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filterüberwachung		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.3 Aussen- und Fortluft			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
Aussenluft-Durchlass: Art und Lage		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fortluft-Durchlass: Art und Lage		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.4 Lüfterdregister			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
Art, Typ		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entwässerung (Ablauftest)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5 Apparate und Komponenten			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
Schalldämpfer Art, Typ: Zuluft		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abluft		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fortluft		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aussenluft		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zuluft-Durchlässe: Art, Typ, Lage		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abluft-Durchlässe: Art, Typ, Lage		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Überström-Durchlässe: Art, Typ		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.6 Luftverteilung			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
Verteilsystem: Typ, Lage, Dimensionen		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sammelleitungen Aussenluft/Zuluft		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zuluftleitungen zu den Zimmern		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abluftleitungen von den Räumen		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sammelleitungen Ab-/Fortluft		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einstellmöglichkeit pro Raum		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dichtheit: Beurteilung, Art der Prüfung		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zugang Reinigung und Inspektion		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wärmedämmung: Material, Dicke		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.7 Sauberkeit und allgemeiner Zustand			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
Zustand und Beurteilung, Art der Inspektion		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.8 Optionen			
Beschreibung	Aufnahme vor Ort	ok	nicht ok
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Messungen				
Sämtliche Messungen werden bei geschlossenen Türen und Fenstern sowie mit neuen Filtern durchgeführt.				
2.1 Luftvolumenströme und elektrische Aufnahmeleitung				
Messinstrumente				
Beschreibung	Prinzip resp. Methode(n), Fabrikat, Typ, Identifikation (z. B. Serie-Nr.)		ok	nicht ok
Luftvolumenströme:			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elektrische Leistung			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zuluft pro Raum bei Normalbetrieb [m³/h]				
Raum, Durchlass	Soll	Ist	ok	nicht ok
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Summe				
Abluft pro Raum bei Normalbetrieb [m³/h]				
Raum, Durchlass	Soll	Ist	ok	nicht ok
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Summe				

3 Instruktion	4 Dokumentation
<ul style="list-style-type: none"> • Zweck der Anlage • Ort und Lage der Geräte und Hauptkomponenten • Bedienung und Steuerung • Filter: Wechsel (vor Ort durchführen), Lagerung und Entsorgung • Übrige Wartung und Kontrollpflichten • Verhalten bei Störungen • Möglichkeiten und Grenzen (sommerlicher Wärmeschutz, Rauchen, Aussengerüche) • Erläuterung der Dokumentation 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurzanleitung für Bewohner • Anleitung Filterwechsel • Adressen: Ersatzfilter, Installateur, Planer • Betriebsjournal • Einstellungen von Ventilatoren, Nachlaufzeiten, Thermostaten, Zeitüberwachung • Servicearbeiten: Wartungsdatum, Art der Arbeit, Datum, Firma • Wartungsplan • Prinzipschema • Protokoll Einregulierung • Datenblätter Komponenten • Elektroschema

5 Mängelliste			
Beschreibung	zu erledigen durch	zu erledigen bis	erledigt (Datum, Visum)

6 Optionen (z. B. Servicevertrag)

7 Unterschriften		
Ort, Datum		Objekt
Bauherrschaft/Nutzer	Bauherrenvertreter/Architekt/Planer	Unternehmer

Dimensionierungshilfe Wärmepumpen

1 Zuschläge zum Heizleistungsbedarf

Bei der Dimensionierung von Wärmepumpen sind neben den allgemeinen Zuschlägen zur Norm-Heizlast Φ_{HL} bei der Auslegung die Sperrzeiten der Wärmepumpe zu beachten (Kapitel: Ermittlung der Norm-Heizlast).

Die Sperrzeiten der Elektrizitätswerke müssen durch Zuschläge auf die Heizleistung der Wärmepumpe kompensiert werden.

2 Auswahl der Wärmepumpe

Neben den technischen Voraussetzungen für den Einbau einer Wärmepumpe sind der elektrische Anschluss, der Platzbedarf und die Möglichkeit der Nutzung einer Wärmequelle abzuklären. Informationen zu diesem Thema liefert die Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz. [2]

2.1 Richtwerte zur Planung [1]

Wärmepumpen sind so zu planen, dass sie eine möglichst hohe Jahresarbeitszahl (JAZ) erreichen. Die JAZ ist das Verhältnis der über das Jahr abgegebenen Heizenergie zur aufgenommenen elektrischen Energie.

Empfohlene Zielwerte der JAZ für Heizwärme- und Warmwassererzeugung bei Neubauten [1]

Energiequelle, Energiesenke	Zielwert JAZ
Luft-Wasser	3
Erdreich-Wasser	4
Wasser-Wasser	4,5

3 Auswahl der Wärmequelle

Ausser bei der Aussenluft bedarf die Nutzung sämtlicher natürlicher Wärmequellen einer Bewilligung durch das zuständige kantonale Amt. In der Regel handelt es sich um das Amt für Energie- und Wasserwirtschaft. Die Wahl der Wärmequelle hängt von der nötigen Norm-Heizlast und den örtlichen Gegebenheiten ab:

- Erdregister als Quelle benötigen grosse Flächen (30 m² bis 60 m² pro kW_{th} Heizleistung).
- Erdwärmesonde als Quelle benötigt eine oder mehrere vertikale Sonden, die in eine Tiefe von rund 150 m gebohrt werden (rund 50 W pro Meter Sonde und jährlich maximal 100 kWh/m). Zur Auslegung der Erdwärmesonden kann ein Programm heruntergeladen werden [3]. Die Solarkreis-Umwälzpumpe muss sorgfältig dimensioniert werden. Grundwasser als Quelle benötigt ausreichende Wassermengen (150 l/h bis 200 l/h pro kW_{th} Heizleistung).
- Oberflächenwasser als Quelle benötigt ausreichende Wassermengen (300 l/h bis 400 l/h pro kW_{th} Heizleistung).
- Abwasser als Quelle benötigt ausreichende Wassermengen (rund 100 l/h bis 150 l/h pro kW_{th} Heizleistung).

Hinweis: Eine Wärmepumpe mit Erdwärmesonde ist nicht zur Bauaustrocknung geeignet.

32 4 Auswahl des Wärmeabgabesystems

Die Wärmepumpe kann grundsätzlich bei jedem Wärmeabgabesystem eingesetzt werden. Niedertemperaturheizungen wie Fussbodenheizungen oder entsprechend gross dimensionierte Heizkörper eignen sich besonders gut für den Einsatz von Wärmepumpen. Je nach Systemtemperatur und Wärmequelle kann ein monovalenter Betrieb (Wärmepumpe als einzige Heizung) der Wärmepumpe in Frage kommen. Bei Anlagen mit höherer Systemtemperatur kann eine Zusatzheizung (z. B. bestehender Heizkessel) als bivalenter Betrieb sinnvoll sein.

Da die JAZ mit sinkender Vorlauftemperatur spürbar steigt, ist das Wärmeabgabesystem grundsätzlich auf eine tiefe Vorlauftemperatur auszulegen. In Neubauten sollte die Vorlauftemperatur im Auslegepunkt nicht über 35°C liegen. Bei einem Heizungsersatz durch eine Wärmepumpe sollte die tatsächlich auftretende Vorlauftemperatur des bestehenden Wärmeabgabesystems im Auslegepunkt (Massivbau, Mittelland, -8°C) nicht über 55°C liegen. Bei Vorlauftemperaturen über 55°C sind zusätzliche Abklärungen notwendig.

Hinweis: Eine um 5°C tiefere Vorlauftemperatur bringt eine Verbesserung der JAZ in der Grössenordnung von 10 %.

5 Hydraulische Einbindung

Wärmepumpen erreichen die JAZ-Zielwerte nur, wenn die hydraulische Einbindung stimmt. Um die Anzahl der Heizzyklen zu reduzieren, muss der von der Wärmepumpe abgegebene Wärmestrom vollständig auf das Heizsystem übertragen werden. Durch das Einstellen eines konstanten Volumenstroms an der Wärmesenkenseite der Wärmepumpe lässt sich das erreichen. Die hydraulische Einbindung soll dabei nach den Prinzipien der STASCH-Planungshilfen [5] erfolgen.

Thermostatventile sind ausschliesslich auf Radiatoren und mit Vorsicht einzusetzen, sie beeinflussen das Hydrauliksystem. Optimal ist die korrekte Einstellung der Heizkurve wobei die Anpassung der HeizkurvenEinstellung durch Messung der Raumtemperatur (Regler mit Raumtemperaturkompensation) erfolgt.

Die Installation eines technischen Speichers ist nicht immer vorteilhaft. Gemäss der FAWA-Studie [4] sind Anlagen mit technischen Speichern weder effizienter als Anlagen ohne, noch takten sie weniger. Der Einsatz eines technischen Speichers ist in folgenden Fällen sinnvoll:

- Hydraulischen Entkopplung (typisch bei Sanierungen mit unsicheren Betriebsparametern)
- Über 40 % der Leistung wird von Radiatoren abgegeben
- Einbindung von weiteren Energiequellen

Als Richtwert für die Dimensionierung des Speichers gelten 12 Liter bis 35 Liter pro Kilowatt der maximalen Wärmepumpen-Leistung.

Die Aufbereitung des Warmwassers soll in die Wärmepumpen-Anlage integriert werden. Einfache Boiler mit innen liegendem Wärmetauscher haben sich am besten bewährt. Kombi-Speicher kommen nur bei der Einbindung von anderen Energiequellen (Sonne, Holz) zum Einsatz.

6 Literatur

Normen und Richtlinien

[1] EN 15450 Heizsysteme in Gebäuden – Planung von Heizungssystemen mit Wärmepumpen.

Literatur, Software, Fachstellen

[2] Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS).
www.fws.ch

[3] Huber, A.: Hydraulische Auslegung von Erdwärmesondenkreisläufen. Bundesamt für Energie (BFE) 1999, Publikation Nr. 195393. Excel-Werkzeug: www.waermepumpe.ch

[4] Erb, M.; Ehrbar, M.; Hubacher, P.: Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen FAWA 1996-2003. Bundesamt für Energie (BFE) 2004, Publikation Nr. 240016.

[5] Afjei, A.; Gabathuler, HR.; Mayer, H.: Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen; Teil 1: STASCH-Planungshilfen. Bundesamt für Energie (BFE) 2002, Publikation Nr. 220216.

Leistungsgarantie Wärmepumpen

1 Wärmeerzeugung	ja	nein
Die Wärmepumpe wird gemäss der «Dimensionierungshilfe Wärmepumpen» ausgelegt, und erfüllt sämtliche Anforderungen des internationalen Wärmepumpen-Gütesiegels.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Regelung der Heizung verfügt über ein Tages-, Wochen- und Ferienprogramm.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die regeltechnischen Parameter werden auf die Anlage optimiert und im Regelgerät eingestellt (auch Optimierung des Betriebs im Hoch- bzw. Niedertarifangebot). Der Regler verfügt über eine Raumtemperaturkompensation.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Um die Anlage zu optimieren wird der Benutzer die Heizkurve selbstständig einstellen können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zur einfachen Kontrolle wird jeder hydraulische Kreis am Vor- und Rücklauf mit Beschriftungsschildern und Temperaturanzeigen ausgerüstet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Um den Energieverbrauch überprüfen zu können, werden zusätzlich zum Elektrizitätszähler die Betriebsstunden auf den verschiedenen Stufen gemessen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Wärmeverteilung	ja	nein
Sämtliche Leitungen, Armaturen, Speicher und Wassererwärmer werden gemäss den «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich» gegen Wärmeverluste gedämmt. (Falls vorhanden, sind strengere kantonale Richtlinien einzuhalten.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es werden alle notwendigen Armaturen und Messstutzen installiert, um einen hydraulischen Abgleich der Anlage vorzunehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Wärmeabgabesystem	ja	nein
Alle Räume werden mit einer selbstständigen Regelung (Thermostatventilen) ausgerüstet. Die Thermostatventile sind auf die Nutzung des Raumes abzustimmen (Temperatur einstellen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es werden überwiegend träge Flächenheizungen (z. B. Bodenheizung) installiert, die mit höchstens 30°C Vorlaufstemperatur betrieben werden. Die selbstständige Raumregelung (Thermostatventil) entfällt dadurch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die hydraulische Einbindung wird gemäss den STASCH-Planungshilfen ausgeführt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 Umwälzpumpen	ja	nein
Die Umwälzpumpen wurden gemäss der «Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen» ausgewählt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Umwälzpumpe wird auf die optimale Stufe eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

5 Wassererwärmung	ja	nein
Die Ladezeiten sind durch eine Fachperson gemäss der vorgesehenen Ladestrategie einzustellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Temperaturniveau des gespeicherten Wassers wird auf dem Wassererwärmer angezeigt (Thermometer) und kann durch den Benutzer eingestellt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 Inbetriebnahme und Einregulierung	ja	nein
Bei der Anlage werden unter dem Fokus Energieoptimierung:		
• sämtliche Leistungsdaten kontrolliert,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen (Zeiten, Temperaturen, Stufen) nach der Auslegungsbe- rechnung eingestellt,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• die Einstellungen der Heizkurve vorgenommen,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der hydraulische Abgleich der Wärmeverteilung und Wärmeabgabe wird durch- geführt und die Anlage wird entlüftet,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen werden im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Bei Anlagen mit mehr als 3 kg Kältemittel ist das (unerlässliche) Wartungsheft auf der Anlage deponiert. Falls notwendig, ist die Inbetriebnahme gemeldet. (Infos auf www.pebka.ch)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Kunde wird instruiert bezüglich:		
• Funktion von Wärmepumpe, Umwälzpumpe, Regulierung, Wassererwärmer und Wärmeabgabe,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• den sicherheitstechnischen Einrichtungen (Sicherheitsventil, Füllmenge/Manome- ter, Ausdehnungsgefäss),	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Betriebsoptimierung, Laufzeiten, Temperaturniveau, Stufen und Energiebuchhal- tung,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• dem Verhalten bei Störungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Unterschriften		
Ort, Datum		Objekt
Bauherrschaft/Nutzer	Bauherrenvertreter/Architekt/Planer	Unternehmer
Für eine ausführlichere Abnahme wird das Abnahmeprotokoll SWKI 96-5 empfohlen.		

Holzheizungen

**Dimensionierungshilfe
Leistungsgarantie**

Dimensionierungshilfe Holzheizungen

1 Stückholzheizungen

1.1 Dimensionierung Stückholz-Heizkessel

Die Auswahl des Stückholzkessels kann mit dem zweidimensionalen Diagramm «Auslegung Stückholzkessel» erfolgen. Es verbindet die erforderliche Norm-Heizlast Φ_{HL} mit dem täglichen Heizwärmebedarf Q_{Hd} .

$$Q_{Hd} = \Phi_{HL} \cdot t_{Voll.,d}$$

Φ_{HL} = Norm-Heizlast [kW]

Q_{Hd} = Heizwärmebedarf pro Tag (bei Auslegetemperatur) [kWh]

$t_{Voll.,d}$ = Vollaststunden pro Tag (18h)

Bedienkomfort

Entscheidend für die Dimensionierung des Stückholzkessels ist der Bedienkomfort bezüglich der Beschickung des Kessels.

Standard-Kessel:

- Bei einer mittleren Aussenlufttemperatur von 4°C einmal täglich beschicken.
- In der 220-tägigen Heizperiode muss der Kessel an 50 Tagen zweimal beschickt werden.

Komfort-Kessel:

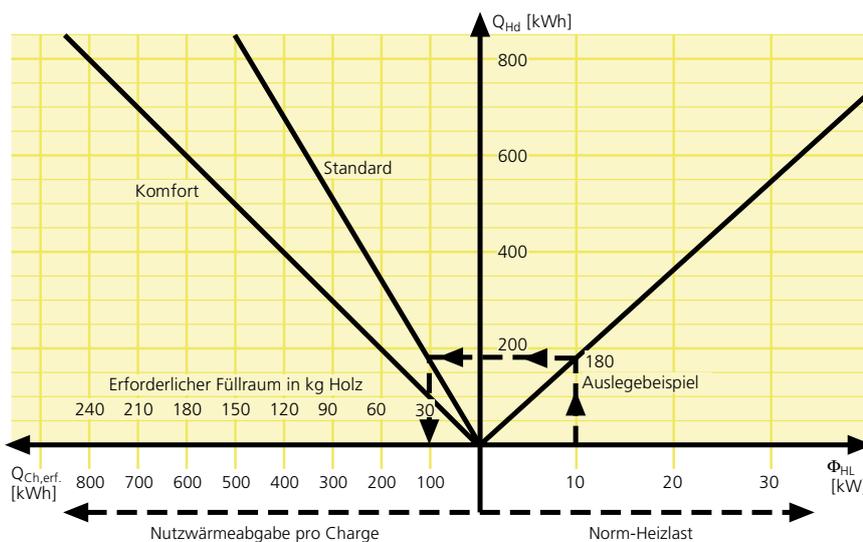
- Bei Auslegetemperatur einmal täglich beschicken.
- Der erhöhte Bedienkomfort, bei Auslegetemperatur den Kessel nur einmal täglich zu beschicken, hat eine Verdoppelung des Kessel-Füllraums zur Folge. Der entsprechend grössere Speicherinhalt bewirkt erhöhte Umwandlungsverluste und reduziert den Jahresnutzungsgrad η_A .

Hinweis: Für optimale Kesselauslegung ist nach Möglichkeit den Bedienkomfort Standard festzulegen.

Vorgehen

1. Die Norm-Heizlast Φ_{HL} eintragen
2. Bedienkomfort mit Betreiber festlegen
3. Aufgrund der Herstellerangaben denjenigen Kessel auswählen, welcher beim vorgegebenen Holzsortiment im Minimum pro Charge $Q_{Ch, erf.}$ abgeben kann oder den erforderlichen Füllraum aufweist.

$Q_{Ch, erf.}$ = Erforderliche Nutzwärmeabgabe pro Charge oder Kesselbeschickung [kWh]



Auslegung Stückholzkessel

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

energieschweiz

Beispiel: Auslegung und Kesselwahl

1. $\Phi_{HL} = 10 \text{ kW}$ (rechts in der Grafik) eingetragen
→ $Q_{Ch,d} = 180 \text{ kWh}$
2. Bedienungskomfort Standard (links in der Grafik) wählen
→ $Q_{Ch,erf.} = 100 \text{ kWh}$
3. Kesselwahl anhand der Herstellerangaben
→ Stückholzkessel A wird gewählt
→ Nutzwärmeabgabe pro Charge Weichholz $Q_{Ch} = 135 \text{ kWh}$
→ Anforderung $Q_{Ch} > Q_{Ch,erf.}$ ist damit erfüllt
→ Nennwärmeleistung $Q_N = 24 \text{ kW}$
→ Kleinste Wärmeleistung gemäss Typenprüfung
 $Q_{min} = 12 \text{ kW}$

1.2 Dimensionierung Speicher

Entscheidend für den notwendigen Speicherinhalt ist die kleinste Wärmeleistung Q_{min} . Je kleiner Q_{min} in Prozent der Nennwärmeleistung Q_N , desto kleiner fällt der erforderliche Speicherinhalt aus. Q_{min} wird bei typengeprüften Kesseln auf dem Prüfstand bestimmt und kann den technischen Unterlagen entnommen werden.

Das minimale Speichervolumen V_{Sp} soll mit der Formel oder dem Diagramm der Norm CEN EN 303-5 [1] bestimmt werden. Es kann auch dem Verzeichnis der zertifizierten Holz-Feuerungen entnommen werden [2].

$$V_{Sp} = 15 \cdot Q_{Ch} (1 - 0,3 \cdot Q_{H,erf.}/Q_{min}) \quad [l]$$

V_{Sp} entspricht dem minimalen Speicherinhalt [l]

Q_N = Nennwärmeleistung [kW]

TB = Abbrandperiode [h]

$$Q_{Ch} = Q_N \cdot TB = \text{Nutzwärmeabgabe pro Charge [kWh]}$$

Φ_{HL} = Norm-Heizlast [kW]

Q_{min} = kleinste Wärmeleistung [kW], bei welcher die Emissionsanforderungen gemäss der CEN erfüllt werden. Bei leistungsreguliertem Kessel liegt Q_{min} heute ungefähr bei 50 % der Kesselbelastung.

Der empfohlene Speicherinhalt gemäss Diagramm basiert auf einer angenommenen Temperaturspreizung zwischen Speichervorlauf und Speicherrücklauf von 55 °C (z. B. 85 °C – 30 °C) bei einer Aussenlufttemperatur um +10 °C und einer erforderlichen Heizleistung $\Phi_{HL,erf.}$ von 30 % der Norm-Heizlast bei Auslegetemperatur.

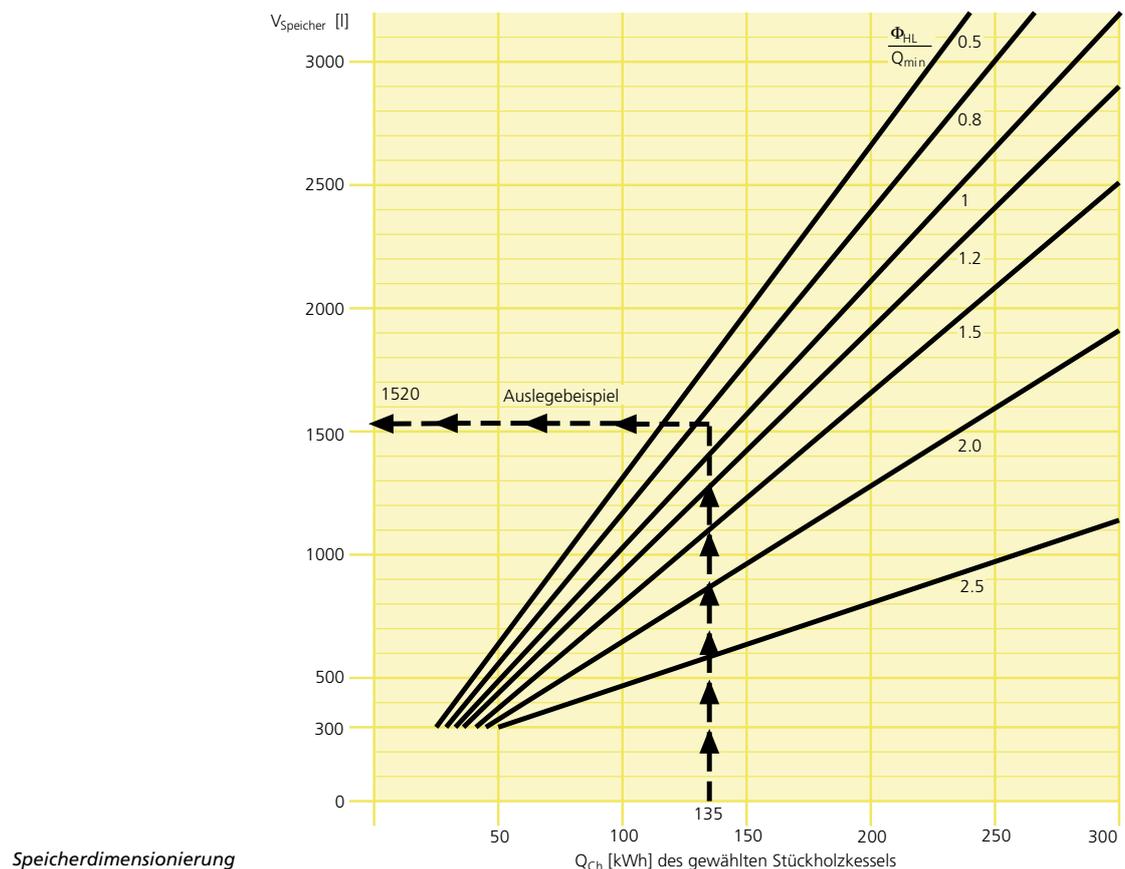
$$\frac{\Phi_{HL}}{Q_{min}} = \frac{10 \text{ kW}}{12 \text{ kW}} = 0,83$$

$$Q_{Ch} = 135 \text{ kWh} = Q_N \cdot TB$$

$$V_{Sp} = 15 \cdot 135 \text{ kWh} (1 - 0,3 \cdot \frac{10 \text{ kW}}{12 \text{ kW}}) \approx 1518 \text{ l}$$

V_{Sp} aus Diagramm ablesen $\approx 1520 \text{ l}$

Φ_{HL} = Norm-Heizlast bei Auslegetemperatur



Beispiel: Speicherdimensionierung

Auf Grund der Daten im Auslegebeispiel Stückholzkessel wird der minimale Speicherinhalt dimensioniert.

2 Holzsnitzelheizungen**2.1 Dimensionierung Holzsnitzel-Heizkessel**

Grundsätzlich werden Holzsnitzelheizungen bei Grossanlagen eingesetzt. Die kleinsten Holzsnitzelfeuerungen weisen eine bis auf 5 kW regelbare Kesselleistung auf und eignen sich damit für grössere Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie für kleinere Gewerbebetriebe. Häufig werden auch benachbarte Gebäude an eine Klein-Snitzelfeuerung angeschlossen.

Die erforderliche Norm-Heizlast [kW] entspricht der erforderlichen Kesselleistung [kW] (Kapitel: Ermittlung der Norm-Heizlast). Eine Überdimensionierung der Kesselleistung hat eine geringere Auslastung der Feuerungsanlage mit höheren Umwandlungsverlusten zur Folge.

Regeln für den optimalen Betrieb

- Leistungsregelung im Leistungsbereich von 30 % bis 100 %, da der Wärmeleistungsbedarf grossen Lastschwankungen unterworfen ist.
- Installation einer automatischen Zündung, welche den verlustreichen Glutbett-Unterhaltbetrieb eliminieren kann. Die Wärmeproduktion der Snitzelfeuerung oder Pelletfeuerung ist nur während rund der halben Heizperiodenzeit (Nachtabsenkung, Übergangszeit) erforderlich.

Bei der Dimensionierung ist unbedingt zu beachten, dass die Kesselleistung stark von der Qualität des Brennstoffes abhängt. Die angegebene Nennleistung einer Feuerungsanlage gilt nur bei genau definierten Brennstoffbedingungen. Bei der Dimensionierung ist die Rücksprache mit dem Kesselhersteller erforderlich.

2.2 Speicherdimensionierung

Bei den meisten Holzsnitzelfeuerungen ist eine stufenlose Leistungsregulierung zwischen 30 % und 100 % möglich. Solche Anlagen sind daher über weite Strecken der Heizperiode ohne Unterbruch in Betrieb. Die Verbrennungsregelung ermöglicht eine ständige Optimierung des Abbrandes. Es ist nicht notwendig, einen Wärmespeicher einzusetzen.

In manchen Fällen kann es dennoch sinnvoll sein, einen Wärmespeicher einzuplanen. So zum Beispiel bei der Kombination einer automatischen Snitzelfeuerung mit einer Solaranlage. Die Wassererwärmung mittels Sonnenenergie ist sehr ökologisch.

2.3 Brennstofflagerung

Holzsnitzel, auch solche mit begrenzter Beimischung von Sägemehl, können in Räumen beliebiger Bauart gelagert werden. Die Snitzellager sind von anderen Räumen oder Gebäudeteilen mit Feuerwiderstand EI 60 (nbb) abzutrennen. Die Feuerwi-

derstandsklassen richten sich nach den Normen der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF [3] <http://bsvonline.vkf.ch>). In landwirtschaftlichen Gebäuden können Snitzel, Heu, Holz und Stroh im gleichen Raum untergebracht werden. Es genügt eine zweckmässige Trennung.

Snitzellager mit automatischer Austragungsanlage müssen in Gebäuden als abgeschlossener Raum mit Feuerwiderstand EI 60 (nbb) ausgebildet werden. Abwurföffnungen sind mit Deckel mit einem Feuerwiderstand von EI 30 (nbb) zu versehen. Gebäude, die ausschliesslich der Lagerung von Holzsnitzel dienen, können in beliebiger Bauart ausgeführt werden, sofern ein Schutzabstand von 10 m zum nächsten Gebäude besteht. In separaten Heizräumen mit Feuerwiderstand EI 60 (nbb) dürfen in einem nichtbrennbaren und mit einem Deckel verschlossenen Behälter 10 m³ Holzsnitzel gelagert werden. Abwurföffnungen sind mit Deckel mit Feuerschutzwiderstand EI 30 (nbb) zu versehen.

Behälter und Lagerräume müssen einwandfrei entleert werden können. Für unterirdische Lagerräume ist eine Öffnung (1,5 x 2,5 m) erforderlich. Sie muss direkt ins Freie führen. Lagerräume, welche sich von der Oberseite nicht vollständig ausräumen lassen, sind mit begehbaren seitlichen Zugängen vom Freien zu erstellen.

Lagerräume müssen einwandfrei belüftet werden. Wird die Abluft des Heizraumes über den Lagerraum ins Freie geführt, ist in der Wand des Heizraums eine angetriebene automatische Brandschutzklappe (Motor) einzubauen. Die Klappe schliesst beim Ausschalen des Ventilators sowie beim Ausfall der Steuerung (Klappen- oder Heizungssteuerung) selbsttätig.

In Behältern und Lagerräumen sind nur die installationsbedingt notwendigen elektrischen Einrichtungen zulässig. Sie müssen fest montiert sein und den technischen Richtlinien für feuergefährdete, brennbaren Staub enthaltene Räume entsprechen. Pro 9 m² Grundfläche ist eine offene Düse mit einem Wasserdurchfluss von 70 l/min zu installieren.

Weitere Informationen zu diesem Thema: SUVA-Merkblatt [4] «Regeln der Richtlinie Holzspänesilo» (Suva-Bestell-Nr. 1875.d); Checkliste «Holzspänesilo» (Suva-Bestell-Nr. 67007.d).

2.4 Beschickung der Feuerungsanlage

Der direkte Zugang vom Spänesilo oder Späneraum zum Heiz- oder Einfüllraum ist nur zulässig, wenn die Beschickung rein automatisch und über einen Tagesbedarfbehälter erfolgt. Ein direkter Zugang vom Snitzellager zum Heizraum ist mit einer Türe der Klasse EI 30 (nbb) abzuschliessen.

Die automatischen Beschickungseinrichtungen sind aus nichtbrennbarem Material zu erstellen. Hydraulikaggregate der Snitzelförderung dürfen im Heizraum wie auch im Lagerraum aufgestellt werden.

2.5 Rückbrandsicherung

Es ist eine unabhängige Rückbrandsicherung einzubauen, das heisst:

- Löscheinrichtung in der Brennstoffzuführung mit einer thermischen stromunabhängigen Auslösung; Anschluss direkt an das Kaltwassernetz oder an einem Wasserbehälter, welcher entweder am Kaltwassernetz angeschlossen ist oder dessen Niveau mit einer Sicherheitseinrichtung mit Störabschaltung überwacht wird.
- Wasserunabhängige Einrichtungen wie Fallstufen, Schieber, Rückbrandklappen oder Zellradschleusen.
- Bei schnitzelbefeuerten Kompaktanlagen genügt eine Rückbrandsicherung, sofern der Brennstoffbehälter dicht und der Inhalt kleiner als 2 m³ ist.
- Im Rückbrandfall muss die Feuerungsanlage systembezogen die Wärmeproduktion abstellen und gleichzeitig einen gut wahrnehmbaren Alarm auslösen.

3 Pelletheizungen

3.1 Dimensionierung Pellets-Heizkessel

Im Gegensatz zu anderen automatischen Holzzentralheizungen sind Pellets-Heizkessel bereits ab einer regulierbaren Leistung von 3 kW erhältlich. Dadurch eignen sie sich besonders für den Einsatz in modernen Einfamilienhäusern, welche einen geringen Energiebedarf aufweisen.

Die Dimensionierung der Pellets-Heizkessel erfolgt analog zu der Dimensionierung der Holzschnitzelheizkessel.

3.2 Speicherdimensionierung

Ein Speicher wie bei Stückholzfeuerungen erübrigt sich, da auch bei Pellets-Heizkessel die Leistung in einem Bereich von 30 % bis 100 % geregelt werden kann. Wird die Pelletfeuerung mit einer Solaranlage kombiniert, ist ein Speicher sinnvoll.

3.3 Brennstofflagerung

Der Pellets-lagererraum muss trocken, dicht und massiv sein. Wände und Decken müssen der Brandwiderstandsklasse EI 90 (nbb) entsprechen. Die Einstiegsöffnungen sind als Brandschutztüren EI 30 (nbb) auszuführen und müssen nach aussen aufgehen. Die örtlichen feuerpolizeilichen Vorschriften sind zu beachten. Es dürfen keine Elektroinstallationen im Lagerraum vorhanden sein, notwendige Installationen sind explosions-sicher auszuführen.

Der tendenziell rechteckige Lagerraum soll eine Jahresbrennstoffmenge fassen. Die Grösse des Lagerraums hängt von der Norm-Heizlast ab.

Der Pellets-lagererraum sollte an einer Aussenwand liegen, so wird die Füllschlauchlänge kurz gehalten (Maximum 30 m). Der Zugang für die Tankfahrzeuge muss gewährleistet sein. Befüll- und Retourstutzen sind mit Kupplungen versehen. Die Retouröffnung soll auch bei maximalem Füllstand freiliegend sein. Eine Prallplatte aus Kunststoff muss mit einem Abstand von

rund 10 cm zur Wand an der Mauer gegenüber dem Befüllstutzen angebracht werden. **39**

Faustregel

Norm-Heizlast [kW] x Faktor 0,9 = Lagerraumvolumen [m³]

Lagerraumvolumen [m³] x Faktor 0,75 = Nutzbares Volumen [m³]

Beispiel: Berechnung Lagervolumen

Norm-Heizlast = 31 kW

→ Lagerraumvolumen = 28 m³

→ Nutzbares Volumen = 21 m³

3.4 Beschickung der Feuerungsanlage

Die automatische Brennstoffzufuhr ab Silo erfolgt mittels Transportschnecke. Es sind auch einfache Vakuum-Transportsysteme im Einsatz, mit ihnen lassen sich Distanzen zwischen Silo und Kessel von bis zu 20 Meter überwinden.

4 Literatur

Normen und Richtlinien

[1] CEN EN 303-5:1999-09, Heizkessel Teil 5, Heizkessel für feste Brennstoffe hand- und automatisch beschickte Feuerung, Nenn-Wärmeleistungen bis 300 kW – Begriffe, Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung

Literatur, Software, Fachstellen

[2] Holzenergie Schweiz; Zürich; Tel. 044 250 88 11; Fax 044 250 88 22 E-Mail: info@holzenergie.ch; www.holzenergie.ch/1.0.html

[3] VKF Verein kantonaler Feuerversicherungen (<http://bsvonline.vkf.ch>)

[4] SUVA-Merkblatt «Regeln der Richtlinie Holzspänesilos» (Suva-Bestell-Nr. 1875.d); Checkliste «Holzspänesilo» (Suva-Bestell-Nr. 67007.d).

Leistungsgarantie Holzheizungen

1 Wärmeerzeugung	ja	nein
Der Kessel wird gemäss der «Dimensionierungshilfe Holzheizungen» ausgelegt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Regelung der Heizung verfügt über ein Tages-, Wochen- und Ferienprogramm.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die regeltechnischen Parameter werden auf die Anlage optimiert und im Regelgerät eingestellt. Der Benutzer hat die Möglichkeit einzelne Parameter selbständig zu optimieren (Einzelraumregulierung).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Um die Anlage zu optimieren kann der Benutzer die Heizkurve selbständig einstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zur einfachen Kontrolle wird jeder hydraulische Kreis am Vor- und Rücklauf mit Bezeichnungsschildern und Temperaturanzeigen ausgerüstet, beim Speicher soll auf verschiedenen Höhen Temperaturanzeigen installiert werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Um den Energieverbrauch überprüfen zu können, ist ein Betriebsstundenzähler und ein Durchflussenergiezähler einzubauen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Verbrennungsluft wird über den Boden zugeführt, so dass die warme Luft mittels Schwerkraft aus dem Raum strömt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Wärmeverteilung	ja	nein
Sämtliche Leitungen, Armaturen, Speicher und Wassererwärmer werden gemäss den «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich» gegen Wärmeverluste gedämmt. (Falls vorhanden, sind strengere kantonale Richtlinien einzuhalten.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es werden alle notwendigen Armaturen und Messstutzen installiert, um einen hydraulischen Abgleich der Anlage vorzunehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Wärmeabgabesystem	ja	nein
Alle Räume werden mit einer selbstständigen Regelung (Thermostatventilen) ausgerüstet. Die Thermostatventile sind auf die Nutzung des Raumes abzustimmen (Temperatur einstellen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es werden überwiegend träge Flächenheizungen (z. B. Bodenheizung) installiert, die mit höchstens 30 °C Vorlaufstemperatur betrieben werden. Die selbstständige Raumregelung (Thermostatventil) entfällt dadurch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 Umwälzpumpen	ja	nein
Die Umwälzpumpen wurden gemäss der «Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen» ausgewählt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Umwälzpumpe wird auf die optimale Stufe eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

5 Wassererwärmung	ja	nein
Die Ladezeiten sind durch eine Fachperson gemäss der vorgesehenen Ladestrategie einzustellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Temperaturniveau des gespeicherten Wassers wird auf dem Wassererwärmer angezeigt (Thermometer) und kann durch den Benutzer eingestellt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

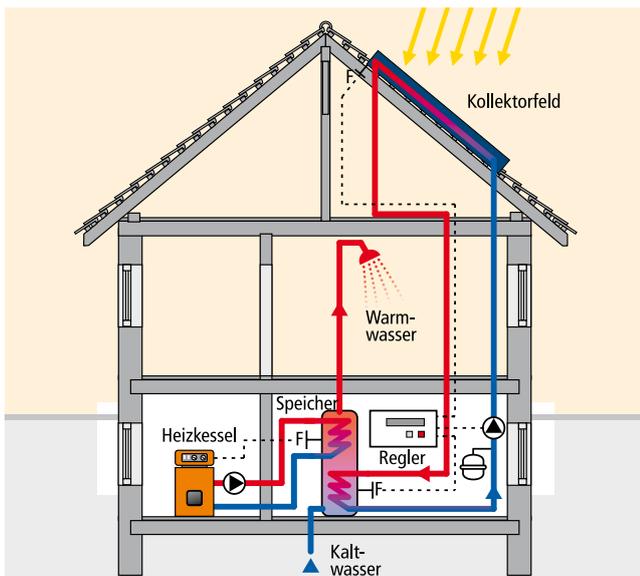
6 Inbetriebnahme und Einregulierung	ja	nein
Bei der Anlage werden unter dem Fokus Energieoptimierung:		
• sämtliche Leistungsdaten kontrolliert,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen (Zeiten, Temperaturen, Stufen) nach der Auslegungsbe- rechnung eingestellt,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• die Einstellungen der Raumtemperatur an den Thermostatventilen vorgenom- men,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der hydraulische Abgleich der Wärmeverteilung und Wärmeabgabe wird durch- geführt und die Anlage wird entlüftet,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen werden im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Kunde wird instruiert bezüglich:		
• Funktion von Brennstoffzufuhr, Heizkessels, Brenners, Umwälzpumpe, Regulie- rung, Wassererwärmers und Wärmeabgabe,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• den sicherheitstechnischen Einrichtungen (Sicherheitsventil, Füllmenge/Manome- ter, Ausdehnungsgefäss),	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Betriebsoptimierung, Laufzeiten, Temperaturniveau, Stufen und Energiebuch- haltung,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• dem Verhalten bei Störungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Unterschriften		
Ort, Datum		
Objekt		
Bauherrschaft/Nutzer	Bauherrenvertreter/Architekt/Planer	Unternehmer
Für eine ausführlichere Abnahme wird das Abnahmeprotokoll SWKI 96-5 empfohlen.		

Dimensionierungshilfe Sonnenkollektoren

1 Grundlagen für thermische Sonnenenergienutzung

Sonnenkollektoranlagen sind eine umweltschonende Möglichkeit zur Erwärmung von Brauchwarmwasser. Sie lassen sich auch als Unterstützung von Heizungsanlagen (Raumwärme) einsetzen. Sonnenkollektoren sind mit jeder andern Art der Wärmeerzeugung kombinierbar, die in sonnenarmen Zeiten zum Zuge kommt (Holzfeuerung, Wärmepumpe, Öl- oder Gaskessel). Kollektoranlagen sind als Kompaktanlagen oder als massgeschneiderte Lösungen erhältlich. Kompaktanlagen werden aufgrund von standardisierten Werten dimensioniert. Massgeschneiderte Lösungen erfordern dagegen versierte Planer und professionelle Berechnungshilfsmittel [2].



Der Speicher für das Warmwasser wird im Sommer fast ausschliesslich mithilfe der Sonnenkollektoren aufgeladen.

1.1 Solare Wassererwärmung

Die solare Erwärmung von Brauchwarmwasser ist unabhängig vom Gebäudezustand realisierbar. Im Sommer ist zur Bereitstellung von warmem Wasser meist keine zusätzliche Einrichtung notwendig. In der kalten Jahreszeit dagegen, sollte die solare Wassererwärmung durch eine zusätzliche Wärmequelle ergänzt werden. Die zusätzliche Wärmequelle ist direkt im Solarsystem integriert, oder es besteht eine Verbindung zum Wärmeerzeuger. Die möglichen Systemkonzepte sind in den «Empfehlungen zur Nutzung der Sonnenenergie (ENS)» [3] zusammengestellt. Für grössere Gebäudekomplexe liefert das Merkblatt «Warmwasser in Mehrfamilienhäusern» [4] ergänzende Informationen.

Typische Kollektorerträge für die Wassererwärmung mit verglasten Flachkollektoren

Deckungsgrad	Standort Mittelland	Standort Alpenraum
Hoher	350 kWh/m ² a	400 kWh/m ² a
Deckungsgrad (mindestens 60%)	bis 450 kWh/m ² a	bis 500 kWh/m ² a
Mittlerer	400 kWh/m ² a	500 kWh/m ² a
Deckungsgrad (30% bis 60%)	bis 550 kWh/m ² a	bis 600 kWh/m ² a
Vorwärmung (unter 30%)	450 kWh/m ² a bis 650 kWh/m ² a	600 kWh/m ² a bis 700 kWh/m ² a

Jahresertrag pro m² Kollektornutzfläche. Bei Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren liegen die Erträge um 10% bis 30% höher.

Faustregel: Pro Person wird ein Quadratmeter Kollektorfläche benötigt. Damit kann rund die Hälfte des Warmwasserbedarfs abgedeckt werden.

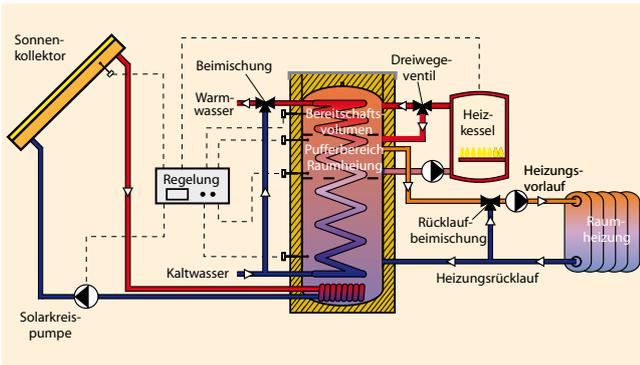
MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

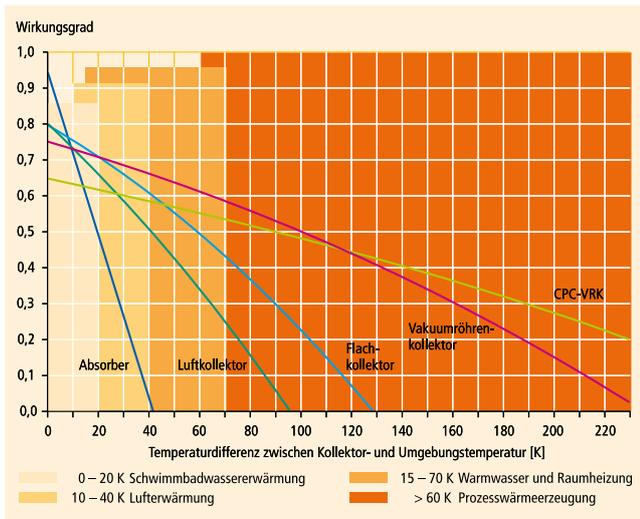
 energie schweiz

44 1.2 Solare Wassererwärmung und Heizungsunterstützung

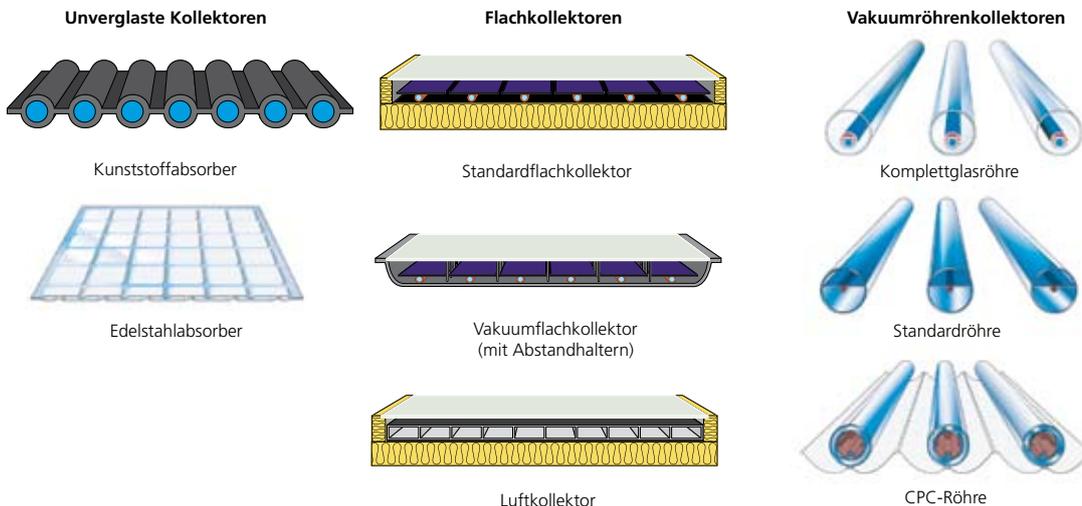
Die Unterstützung der Heizung mithilfe einer Solaranlage macht vor allem bei gut gedämmten Bauten Sinn. Für schlecht gedämmte Gebäude sind Energiesparmassnahmen in der Regel die kostengünstigere Alternative. Bauliche Energiesparmassnahmen müssen deshalb vor dem Einbau einer Solarheizung unbedingt geprüft werden. Die Sonnenenergienutzung ist vor Planungsbeginn auf Grund der individuellen Objektdaten und nach Wunsch der Bauherrschaft klar zu definieren.



Solares Heizsystem



Wirkungsgradkennlinien der verschiedenen Kollektorarten und ihrer Einsatzbereiche.



Bauarten von Sonnenkollektoren.

2 Komponenten thermischer Sonnenenergieanlagen Sonnenkollektor

Für thermische Solaranlagen werden unverglaste Kollektoren, Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren in unterschiedlichen Ausführungen eingesetzt.

Die Wahl der Kollektorart hängt von verschiedenen Faktoren ab: Dem Einsatzgebiet, der Differenz zwischen der notwendigen Kollektortemperatur und der Umgebungstemperatur sowie dem häufigsten Anwendungsfall. Zusätzlich ist zu beachten, dass leistungsfähigere Kollektoren tendenziell auch teurer sind. Es ist also gegeneinander abzuwägen: etwas mehr Fläche mit leistungsschwächeren Kollektoren gegen etwas weniger Fläche mit teureren und leistungsstärkeren Kollektoren.

Beispiel: Gewünscht sind Erwärmung des Brauchwassers und Heizungsunterstützung.

Je nach Deckungsgrad der Anlage befindet man sich am oberen oder unteren Ende des Bereiches der Temperaturdifferenz von 15 K bis 70 K. Entsprechend kann der geeignete Kollektortyp ausgewählt werden. Vakuumröhrenkollektoren weisen den besten Nutzungsgrad auf, falls hohe Deckungsgrade für den Winterbetrieb erwünscht sind. Andernfalls sind Flachkollektoren ebenbürtig, jedoch viel preiswerter.

Wärmeträgermedium

Die Wärmeträgerflüssigkeit fördert Wärme vom Kollektorfeld zum Warmwassersystem. Je nach Anlagentyp kommen als Wärmeträgermedien Wasser oder Wasser-Glykol-Gemische zum Einsatz. Glykol-Gemische frieren nicht ein. Andere Systeme entleeren das Kollektorfeld bei Frostgefahr.

Speicher

Der Wärmespeicher überbrückt die zeitliche Verschiebung zwischen Angebot und Nachfrage an Wärme. Die minimale Größe des Speichers ist ein Teil des Überhitzungskonzepts. Grundsätzlich gilt: Je besser die zeitliche Übereinstimmung zwischen dem Sonnenenergieangebot und der Wärmenachfrage ist, desto bessere Resultate liefert die Solaranlage. Die Resultate sind auch besser, wenn das notwendige Temperaturniveau tief ist.

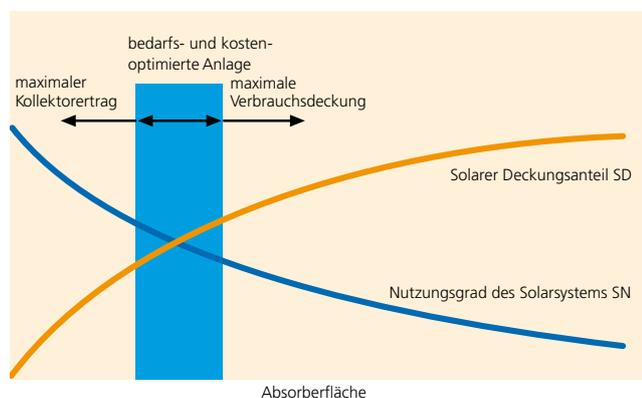
Steuerung und Regelungskonzept

Das Steuer- und Regelungskonzept der Sonnenkollektor-Anlage muss den Solarkreis, das Speichermanagement und die Sicherheitsfunktionen beinhalten. Die externe Nachladung ist entweder integriert oder durch die Zusatzheizung sichergestellt. Die Steuerungscharakteristik der Zusatzheizung ist dem System anzupassen. Je nach Anlagenkonzept können auch unregelmäßige physikalische Effekte, wie zum Beispiel die Schwerkraftzirkulation, ausgenutzt werden.

3 Planungshinweise

Neben den örtlichen Gegebenheiten (Orientierung der verfügbaren Flächen, Verschattungen, Einbaumöglichkeiten, Leitungsführungen) sind bei der Dimensionierung die vom Kunden gestellten Anforderungen und Prioritäten entscheidend. Je nach Optimierungsziel (hoher Deckungsgrad, Wirtschaftlichkeit) können sehr unterschiedliche Anlagengrößen resultieren. Die Planungsgrundlagen sind dem Kunden darzulegen und mit ihm abzusprechen.

Kompaktanlagen werden nach Anweisungen der Hersteller dimensioniert und aufgebaut. Für individuelle Anlagen ist ein Planer und entsprechend spezialisierter Installateur beizuziehen. Die Installationsfirma ist verantwortlich für die Dimensionierung und die Erfüllung technischer Anforderungen wie Überhitzungsschutz und Frostschutz, Überdrucksicherungen, Wärmeträger, Temperaturbeständigkeit, Materialwahl und die ordnungsgemäße Einbindung in die übrige Haustechnik.

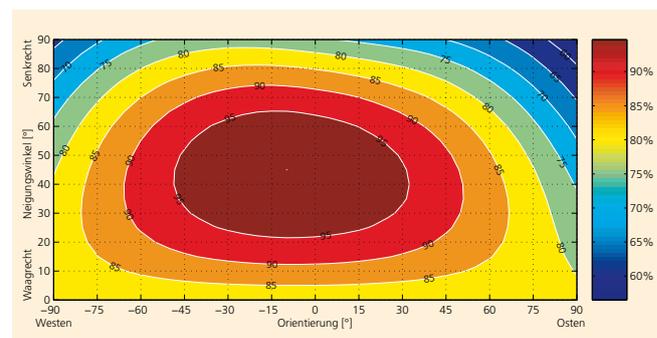
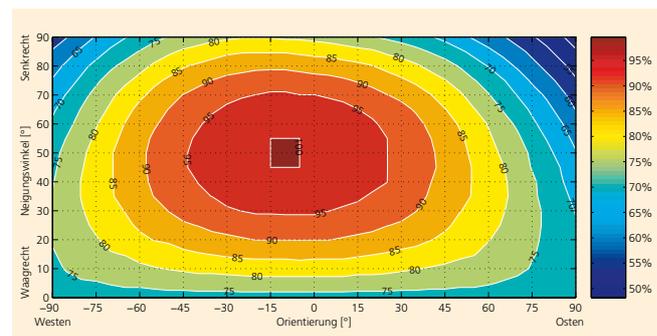


Sonnenkollektoranlagen können bezüglich Nutzungsgrad, Deckungsanteil oder Kosten optimiert werden.

3.1 Platzierung der Kollektoren (Neigung, Ausrichtung) 45

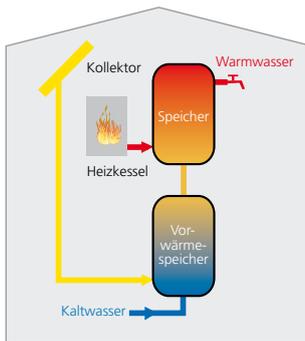
Bei reinen Warmwasseranlagen ist die Ausrichtung der Kollektoren weniger problematisch. Soll die Anlage zur Unterstützung der Raumheizung dienen, sind die Kollektoren möglichst auf das Winterangebot der Sonneneinstrahlung (Oktober bis März, je nach Lage auch September bis April) auszurichten. Durch entsprechende Zuschläge muss der Minderertrag wegen Abweichung von der optimalen Ausrichtung bei der Dimensionierung berücksichtigt werden.

In Berggebieten dürfen die Sonnenkollektoren nicht über längere Zeit schneebedeckt bleiben, da der Ertrag sonst stark gemindert wird. Vakuumröhren tauen wegen der guten Isolation kaum noch auf, wenn sie einmal eingeschneit sind. Die Platzierung muss so gewählt werden, dass der Schnee abrutscht (Neigung mindestens 45°, bei Vakuumröhrenkollektoren sind mehr als 60° zu empfehlen). Unmittelbar unterhalb der Kollektoren dürfen keine Schneefänger platziert werden. Das Gefährdungspotenzial für Personen und Gegenstände, die sich unter der Kollektorfläche befinden, ist zu beachten. Eine manuelle Schneeräumung sollte nur für den Notfall vorgesehen werden.



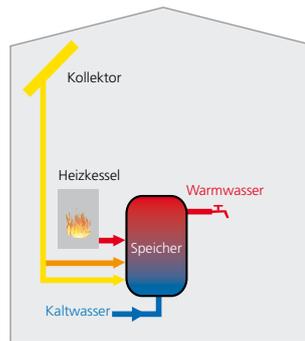
Reduktion des Kollektorfeldertrages bei Abweichung von der optimalen Ausrichtung. Am Beispiel einer Heizungsunterstützung mit 26% Deckungsgrad (oben) und einer Warmwasseranlage mit 63% Deckungsgrad (unten).

46



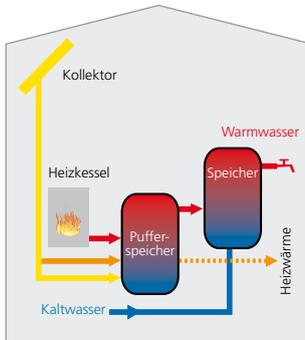
System A: System mit Vorwärmespeicher

2 Speicher: solarer Vorwärmespeicher und Bereitschaftsspeicher; einfache Aufteilung auf mehrere Speicher (Platzierung); einfache Nachrüstung.



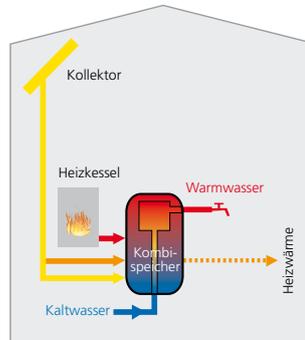
System B: 1-Speicher-System

Vorwärmespeicher und Bereitschaftsspeicher in einem Speicher; geringerer Platzbedarf und geringere Wärmeverluste; geeignet, wenn bestehende Speicher ersetzt werden müssen.



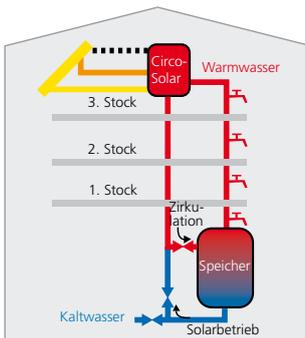
System C: Mehrspeichersystem mit Pufferspeicher

Pufferspeicher zur Solarwärmespeicherung und Bereitschaftsspeicher; kurze Durchlaufzeit des Warmwassers; Pufferspeicher aus günstigem Material (Stahl).



System D: Kombispeichersystem

Kleiner Bereitschaftsspeicher im Pufferspeicher integriert; geringer Platzbedarf, geringere Wärmeverluste und kurze Durchlaufzeit des Warmwassers; geeignet, wenn bestehende Speicher ersetzt werden müssen.



System E: CircoSolar-Anlage

Einspeisung des solar erwärmten Warmwassers in die Warmwasserzirkulation eines Mehrfamilienhauses. Kein Zusatzspeicher notwendig; abhängig von der Dimensionierung der Warmwasserzirkulationsleitung; einfache Dachinstallation mit kurzen Leitungen.

3.2 Integration in die Haustechnik

Für die Integration des Heizungs- und Warmwassersystems in die Haustechnik gibt es eine Vielzahl von Systemen (System A bis E). Die Auswahl ist den örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

Die Erträge von Solaranlagen werden durch tiefe Betriebstemperaturen gesteigert. Der Heizungsrücklauf sollte deshalb mit einer möglichst tiefen Temperatur in den Speicher geführt werden. Niedertemperaturheizungen wie Fussbodenheizungen oder entsprechend gross dimensionierte Heizkörper erfüllen diese Anforderung. Bei anderen Heizsystemen (z. B. Radiatoren) kann die Betriebstemperatur mit folgenden Massnahmen gesenkt werden:

- Thermostatventile an den Heizkörpern
- Kleine Volumenströme (Temperaturdifferenz wird grösser)
- Vermeiden von Bypassen (d. h. auch keine Einrohrheizung)

Weitere Planungshinweise sind in den «Empfehlungen zur Nutzung der Sonnenenergie (ENS)» [3] zu finden. In jedem Fall müssen die Kollektoren der Norm SN EN 12975 «Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile» [1] entsprechen. Allfällige Förderbeiträge sind in der Regel an die Normerfüllung gekoppelt.

4 Literatur

- [1] SN EN 12975 Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile
 [2] Das Berechnungsprogramm Polysun kann bezogen werden bei: Vela Solaris AG, Rapperswil, Tel.055 220 71 00 info@velasolaris.com; www.velasolaris.com
 [3] Swissolar Solarordner. Empfehlungen zur Nutzung der Sonnenenergie (ENS). Der Ordner kann bestellt werden bei: Swissolar, Arbeitsgemeinschaft für Solarenergie, Zürich, Tel. 044 250 88 33; E-Mail info@swissolar.ch; www.swissolar.ch
 [4] Warmwasser in Mehrfamilienhäusern, ein Merkblatt von www.swissolar.ch

Leistungsgarantie Sonnenkollektoren

1 Solarteil	ja	nein
Die Solaranlage wird gemäss der «Dimensionierungshilfe Sonnenkollektoren» ausgelegt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Sonnenkollektoren sind gemäss der Norm EN 12975 geprüft.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die regeltechnischen Parameter werden auf die Anlage optimiert und im Regelgerät eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Wärmedämmung des Solarkreises entspricht den «Empfehlungen zur Nutzung von Sonnenenergie» ENS und den kantonalen Energiegesetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Solarkreislaufpumpe entspricht den «Empfehlungen zur Nutzung von Sonnenenergie» ENS.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Einbindung ins Warmwassersystem	ja	nein
Die Solaranlage wird gemäss den «Empfehlungen zur Nutzung von Sonnenenergie» ENS in das Warmwassersystem eingebunden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Einbindung der Solaranlage ins Warmwassersystem ist in der Offerte enthalten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Einbindung ins Heizsystem	ja	nein
Die Solaranlage wird gemäss «Empfehlung zur Nutzung von Sonnenenergie» ENS ins Heizsystem eingebunden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Einbindung der Solaranlage ins Heizsystem ist in der Offerte enthalten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 Wassererwärmung	ja	nein
Die Wassererwärmung ist ganzjährig gewährleistet (z. B. mit Heizkessel oder Elektroheizeinsatz).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Verbrühungssicherheit ist gewährleistet (z. B. mit Thermomischer).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Temperaturniveau des gespeicherten Wassers wird angezeigt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 Inbetriebnahme und Einregulierung	ja	nein
Bei der Anlage werden unter dem Fokus Energieoptimierung		
• sämtliche Leistungsdaten kontrolliert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• die Inbetriebnahme durchgeführt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen (Zeiten, Temperaturen, Stufen) nach der Auslegungsbe- rechnung eingestellt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der hydraulische Abgleich wird durchgeführt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Sämtliche Einstellungen werden im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

48

Der Kunde wird bezüglich:	ja	nein
• Funktion von Solarkollektoren, Solarkreislauf, Regulierung, Wassererwärmer instruiert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• den Sicherheitsapparaten und Armaturen (Sicherheitsventil, Füllmenge/Manometer) instruiert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Betriebsoptimierung, Laufzeiten, Temperaturniveau, Stufen und Energiebuchhaltung instruiert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• dem Verhalten bei Störungen instruiert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 Unterschriften

Ort, Datum			Objekt
Bauherrschaft/Nutzer			Bauherrenvertreter/Architekt/Planer
			Unternehmer

Gas- und Ölheizungen

**Dimensionierungshilfe
Leistungsgarantie**

Dimensionierungshilfe Gas- und Ölheizungen

1 Kesselwahl

Jeder Heizkessel hat einen bestimmten zulässigen Leistungsbereich. Der Heizkessel soll so gewählt werden, dass die Leistung nach einer allfälligen wärmetechnischen Verbesserung der Gebäudehülle noch reduziert werden kann (25 % bis 30 %). Dabei ist aus energetischer Sicht dem Kessel mit den tiefsten Abgas- und Bereitschaftsverlusten der Vorrang zu geben.

In Neubauten mit Gasanschluss sind grundsätzlich kondensierende Kessel (Brennwertkessel) einzusetzen. Dies gilt auch beim Ersatz bestehender Gaskessel, sofern nicht höhere Vorlauftemperaturen als 70°C nötig sind. In verschiedenen Kantonen ist dies bereits gesetzlich vorgeschrieben. Gegenüber konventionellen Gaskesseln haben kondensierende Geräte eine um rund 10 % bessere Brennstoffausnutzung.

2 Feuerungswärmeleistung

Zur Bestimmung der Feuerungswärmeleistung Q_f (Brennerleistung) gilt:

$$Q_f \approx \Phi_{HL} \cdot \frac{1}{\eta_K}$$

Q_f = einzustellende Feuerungswärmeleistung [kW]

Φ_{HL} = Norm-Heizlast (erforderliche Kesselleistung) [kW]

η_K = Kesselwirkungsgrad [-]

In der Praxis kann die Feuerungswärmeleistung wie folgt bestimmt werden:

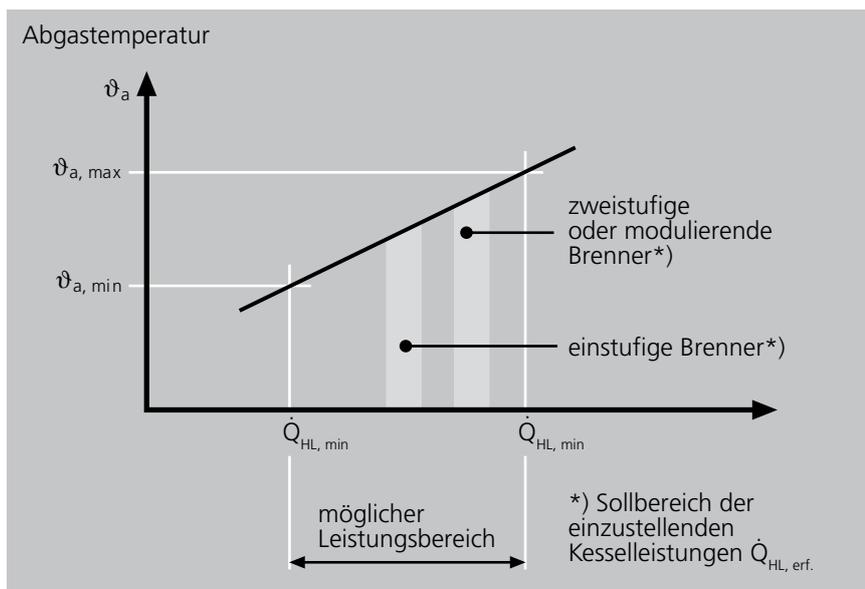
- Nicht kondensierende Kessel: $Q_f \approx \Phi_{HL} \cdot 1.1$
- Kondensierende Kessel: $Q_f \approx \Phi_{HL} \cdot 1.0$

Bei der Inbetriebnahme des Kessels ist sicherzustellen, dass die Feuerungswärmeleistung auf den ermittelten Leistungsbereich eingestellt wird und nicht generell auf die Kesselnennleistung.

3 Literatur

Normen und Richtlinien

[1] 384/1 Heizungsanlagen in Gebäuden – technische Anforderungen. SIA Zürich (www.sia.ch)



Abgastemperaturdiagramm

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

Leistungsgarantie Gas- und Ölheizungen

1 Wärmeerzeugung	ja	nein
Der Kessel wird gemäss der «Dimensionierungshilfe Gas- und Ölheizungen» ausgelegt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Regelung der Heizung verfügt über ein Tages-, Wochen- und Ferienprogramm.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die regeltechnischen Parameter werden auf die Anlage optimiert und im Regelgerät eingestellt. Der Benutzer hat die Möglichkeit einzelne Parameter selbständig zu optimieren (Einzelraumregulierung).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Um die Anlage zu optimieren kann der Benutzer die Heizkurve selbständig ändern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zur einfachen Kontrolle wird jeder hydraulische Kreis am Vor- und Rücklauf mit Beschriftungsschildern und Temperaturanzeigen ausgerüstet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Um den Energieverbrauch zu überprüfen, sind Brennstoffdurchflusszähler und Betriebsstundenzähler eingebaut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Verbrennungsluftzufuhr wird durch eine korrekt dimensionierte Öffnung gewährleistet und nicht durch ein geöffnetes Fenster.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Wärmeverteilung	ja	nein
Sämtliche Leitungen, Armaturen, Speicher und Wassererwärmer werden gemäss den «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich» gegen Wärmeverluste gedämmt. (Falls vorhanden, sind strengere kantonale Richtlinien einzuhalten.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es werden alle notwendigen Armaturen und Messstutzen installiert, um einen hydraulischen Abgleich der Anlage vorzunehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 Wärmeabgabesystem	ja	nein
Alle Räume werden mit einer selbstständigen Regelung (Thermostatventilen) ausgerüstet. Die Thermostatventile sind auf die Nutzung des Raumes abzustimmen (Temperatur einstellen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es werden überwiegend träge Flächenheizungen (wie Bodenheizung) installiert, die mit höchstens 30°C Vorlaufstemperatur betrieben werden. Die selbstständige Raumregelung (Thermostatventil) entfällt dadurch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 Umwälzpumpen	ja	nein
Die Umwälzpumpen wurden gemäss der «Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen» ausgewählt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Umwälzpumpe wird auf die optimale Stufe eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

5 Wassererwärmung	ja	nein
Die Ladezeiten sind durch eine Fachperson, gemäss der vorgesehenen Ladestrategie, einzustellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Temperaturniveau des gespeicherten Wassers wird auf dem Wassererwärmer angezeigt (Thermometer) und kann durch den Benutzer eingestellt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 Inbetriebnahme und Einregulierung	ja	nein
Bei der Anlage werden unter dem Fokus Energieoptimierung:		
• sämtliche Leistungsdaten kontrolliert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen (Zeiten, Temperaturen, Stufen) nach der Auslegungsbe- rechnung eingestellt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• die Einstellungen der Raumtemperatur an den Thermostatventilen vorgenommen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der hydraulische Abgleich der Wärmeverteilung und Wärmeabgabe wird durch- geführt und die Anlage wird entlüftet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen werden im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Kunde wird instruiert bezüglich:		
• Funktion von Brennstoffzufuhr, Heizkessel, Brenner, Pumpe, Regulierung, Wassererwärmer und Wärmeabgabe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• den sicherheitstechnischen Einrichtungen (Sicherheitsventil, Füllmenge/Manome- ter, Ausdehnungsgefäss)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Betriebsoptimierung, Laufzeiten, Temperaturniveau, Stufen und Energiebuch- haltung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• dem Verhalten bei Störungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Unterschriften		
Ort, Datum	Objekt	
Bauherrschaft/Nutzer	Bauherrenvertreter/Architekt/Planer	Unternehmer
Für eine ausführlichere Abnahme wird das Abnahmeprotokoll SWKI 96-5 empfohlen.		

Übersicht und Bestellschein

Printversion und Download

Auf Papier verfügbar

Geschäftsstelle MINERGIE®, Steinerstrasse 37, 3006 Bern,
Tel. 031 350 40 60, Fax 031 350 40 51, info@minergie.ch



Als PDF-Datei im Web verfügbar

www.leistungsgarantie.ch



Gesamtausgabe Leistungsgarantie

Leistungsgarantie Haustechnik (Ringheft, 54 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)

Leistungsgarantie Haustechnik (Download)

Allgemeine Informationen

Gebrauchsanweisung (Download)
Ermittlung der Heizleistung (Download)
Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen (Download)

Komfortlüftung

Dimensionierungshilfe (8 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)
Leistungsgarantie (4 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)
Abnahmeprotokoll (4 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)

Dimensionierungshilfe (Download)
Leistungsgarantie (Download)
Abnahmeprotokoll (Download)

Wärmepumpen

Leistungsgarantie (2 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)

Dimensionierungshilfe (Download)
Leistungsgarantie (Download)

Holzheizungen

Leistungsgarantie (2 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)

Dimensionierungshilfe (Download)
Leistungsgarantie (Download)

Sonnenkollektoren

Leistungsgarantie (2 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)

Dimensionierungshilfe (Download)
Leistungsgarantie (Download)

Gas- und Ölheizungen

Leistungsgarantie (2 Seiten)
Ich bestelle _____ Exemplar(e)

Dimensionierungshilfe (Download)
Leistungsgarantie (Download)

Firma
Name, Vorname

Strasse
PLZ, Ort

Bezug der Printprodukte

Geschäftsstelle MINERGIE®, Steinerstrasse 37, 3006 Bern,
Tel. 031 350 40 60, Fax 031 350 40 51, info@minergie.ch

Download

www.leistungsgarantie.ch



Bezug

www.leistungsgarantie.ch

Geschäftsstelle MINERGIE®, Steinerstrasse 37, 3006 Bern, Tel. 031 350 40 60, info@minergie.ch