

LEISTUNGS- GARANTIE HAUSTECHNIK



MINERGIE®



suissetec



energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

Impressum

Überarbeitete und aktualisierte Version der «Leistungsgarantie».

Herausgeber: Bundesamt für Energie, swissenergysuisse und
Verein Minergie

Texte, Grafiken: Claudia Hauri, Heinrich Huber,
Norbert Lederle, Jürg Nipkow, Christoph Schmid,
Stefan Wiederkehr

Redaktion, Seitenherstellung: Faktor Journalisten AG,
Sandra Aeberhard, Noemi Bösch, Christine Sidler,
Dezember 2015

1 INHALT

«Leistungsgarantie» ist eine Dienstleistung von EnergieSchweiz, suissetec 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)

Allgemeine Informationen

Gebrauchsanweisung	5
Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung	6
Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen	11

Komfortlüftung

Dimensionierungshilfe	16
Leistungsgarantie	25
Abnahmeprotokoll	28

Wärmepumpen

Dimensionierungshilfe	33
Leistungsgarantie	35

Holzheizungen

Dimensionierungshilfe	38
Leistungsgarantie	42

Gas- und Ölheizungen

Dimensionierungshilfe	45
Leistungsgarantie	46

Sonnenkollektoren

Dimensionierungshilfe	49
Leistungsgarantie	54

Printversion und Download

Übersicht und Bestellschein	56
-----------------------------	----

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

**GEBRAUCHSANWEISUNG
ERMITTLUNG DER WÄRMEEERZEUGERLEISTUNG
DIMENSIONIERUNGSHILFE UMWÄLZPUMPEN**

Die «Leistungsgarantie Haustechnik» ist eine Arbeitsgrundlage von EnergieSchweiz, suissetec 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.

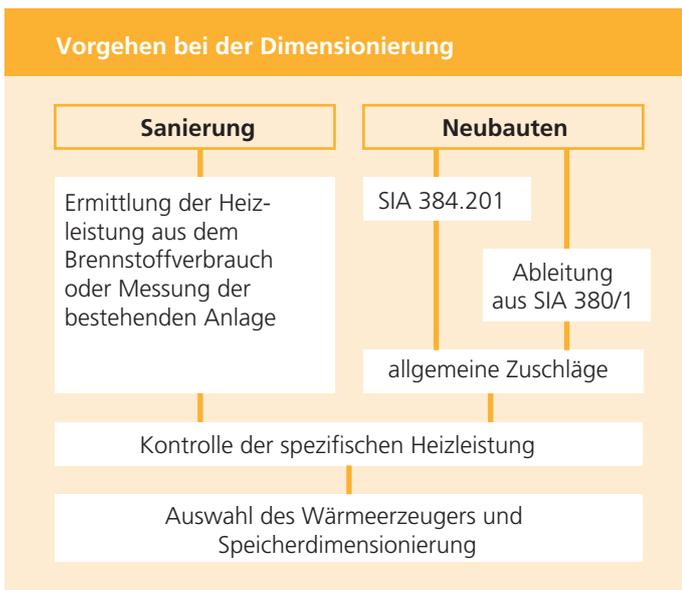
Die einzelnen Dimensionierungshilfen und Formulare sind auch auf www.leistungsgarantie.ch zu finden.

ERMITTLUNG DER WÄRMEERZEUGERLEISTUNG

6

1 VORGEHEN

Die präzise Dimensionierung von Heizungsanlagen 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 WÄRMEERZEUGERLEISTUNG BEI SANIERUNGEN

Eine detaillierte Beschreibung der Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung findet sich in der Norm SIA 384/1 [1].

2.1 ERMITTLUNG DER WÄRMEERZEUGERLEISTUNG AUS DEM BRENNSTOFFVERBRAUCH

Die Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung üblicher kleinerer Wohnbauten (d. h. nicht sehr gut wärmegeklämt, kein hoher Gla-santeil sowie keine ausgeprägte Südhanglage) mit einem gesamt-Leistungsbedarf bis 100 kW, kann meistens mit genügender Genauigkeit aufgrund des bisherigen Verbrauchs erfolgen.

Die erforderliche Wärmeerzeugerleistung des Ersatzwärmeerzeu-gers ist:

$$\Phi_{\text{gen,out,new}} = (m_{\text{an}} \cdot \text{GCV} / t_{\text{an}}) \cdot (\eta_{\text{an,old}} / \eta_{\text{an,new}}) \cdot \eta_{\text{gen,new}}$$

$\Phi_{\text{gen,out,new}}$ Wärmeerzeugerleistung des Ersatzwärmeerzeugers, in kW

m_{an} jährlicher Brennstoffverbrauch im mehrjährigen Mittel, in kg (bzw. m³ oder l)

GCV Brennwert («Gross Calorific Value»), in kWh/kg (bzw. kWh/m³ oder kWh/l)

t_{an} jährliche Volllastzeit des Ersatzwärmeerzeugers, in h

$\eta_{\text{an,old}}$ Jahresnutzungsgrad bisher (bezüglich Brennwert)

$\eta_{\text{an,new}}$ Jahresnutzungsgrad des Ersatzwärmeerzeugers (bezüglich Brennwert)

$\eta_{\text{gen,new}}$ Wärmeerzeugerwirkungsgrad des Ersatzwärmeerzeu-gers (bezüglich Brennwert)

Der Wärmeerzeugerwirkungsgrad kann hier angenommen werden: $\eta_{\text{gen,new}} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{\text{an,new}})$

Bemerkung: Die obere Formel zur Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung gilt nur für gleichartige Ersatzsysteme. Daten verschiedener Systeme dürfen bei der Berechnung nicht vermischt werden. Bei der Änderung des Wärmeerzeugersystems kann die korrekte Auswahl des Ersatz- Wärmeerzeugers erst nach der Bestimmung eines gleichartigen Ersatzsystems ausgewählt werden. Die korrekte Anwendung der Formel wird in den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.6 an mehreren Beispielen gezeigt. Prozentzahlen müssen als Dezimalzahl in die Formel eingesetzt werden, z. B. 0,80 für 80 %.

Bei Standorthöhen bis 800 m kann die jährliche Volllastzeit t_{an} nach folgender vereinfachenden Regel verwendet werden:

- 2300 h bei Wärmeerzeugern für Heizung,
- 2700 h bei Wärmeerzeugern für Heizung und Wassererwärmung.

Bei Standorthöhen über 800 m ist die Volllastzeit um 300 h zu erhöhen.

2.2 STÜCKHOLZHEIZUNG [6]

Brennwert GCV für luftgetrocknetes Stückholz ¹⁾	
Weichholz ²⁾	1800 kWh/rm ⁴⁾
Hartholz ³⁾	2500 kWh/rm

¹⁾ Holz soll nicht waldfrisch verfeuert werden! Es entstehen sonst zu viele Emissionen und die nutzbare Energie fällt geringer aus. Luftgetrocknetes Holz (2 Jahre Trocknung) hat 15 bis 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 Traubenkirsche.
⁴⁾ Raummeter [rm]: Stapel mit 1 Meter langen, runden Holzknüppeln in einer Breite und Höhe von einem Meter (Ster).

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel	65 % bis 75 %
Alte Kessel	45 % bis 65 %

Berechnungsbeispiel

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

Volllastzeit $t_{an} = 3000$ h/a

Holzverbrauch (luftgetrocknetes Hartholz) $m_{an} = 18$ rm/a

Brennwert GCV = 2500 kWh/rm

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (18 \cdot 2500 / 3000) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 10,0 \text{ kW}$$

2.3 HOLZSCHNITZELHEIZUNG [6]

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

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

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel ¹⁾	65 % bis 75 %
Alte Kessel	45 % bis 65 %

¹⁾ Nutzungsgrad gilt für nicht kondensierende Wärmeerzeuger.

Berechnungsbeispiel

Ein Mehrfamilienhaus in Basel mit Heizwärmeerzeugung ohne Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2300$ h/a

Holzsnitzelverbrauch (Weichholz Wassergehalt 30 %) = 400 Srm/a

Brennwert GCV = 800 kWh/Srm

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (400 \cdot 800 / 2300) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 93 \text{ kW}$$

2.4 PELLETHEIZUNG

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

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue und alte Kessel	65 % bis 75 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Basel mit Heizwärmeerzeugung ohne Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2300$ h/a

Pelletverbrauch = 3200 kg/a

Brennwert GCV = 5,4 kWh/kg

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 60\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (3200 \cdot 5,4 / 2300) \cdot (0,6 / 0,70) \cdot 0,85 = 5,5 \text{ kW}$$

2.5 ÖLHEIZUNG

Brennwert GCV für Öl	
Heizöl EL	10,5 kWh/l

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel (kondensierend)	85 % bis 95 %
Alte Kessel (nicht kondensierend)	75 % bis 80 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Zürich mit Heizwärme- und

Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2700$ h/a

Ölverbrauch = 2000 l/a

Brennwert GCV = 10,5 kWh/l

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 78\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (2000 \cdot 10,5 / 2700) \cdot (0,78 / 0,90) \cdot 0,95 = 6,4 \text{ kW}\end{aligned}$$

2.6 GASHEIZUNG

Brennwert GCV für Gas	
Heizgas	10,4 kWh/m ³ ¹⁾
¹⁾ Der angegebene Brennwert gilt für 0,98 bar, 15°C (Mittelland) und ist auf Betriebskubikmeter m ³ wie am Gaszähler abgelesen bezogen.	
Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel (kondensierend)	85 % bis 95 %
Alte Kessel (nicht kondensierend)	80 % bis 85 %

Berechnungsbeispiel

Ein Mehrfamilienhaus in Bern mit Heizwärme- und

Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2700$ h/a

Gasverbrauch = 6000 m³

Brennwert GCV = 10,4 kWh/m³

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 82\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

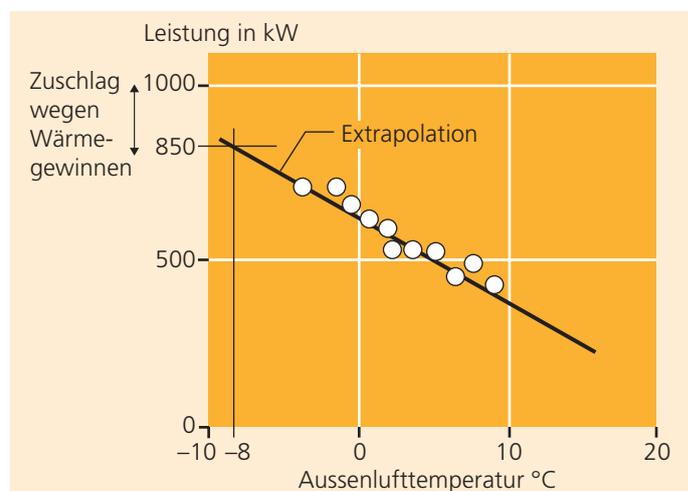
$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (6000 \cdot 10,4 / 2700) \cdot (0,82 / 0,90) \cdot 0,95 = 20 \text{ kW}\end{aligned}$$

2.7 BESTIMMUNG DER WÄRMEERZEUGERLEISTUNG MITTELS DER GEMESSENEN LEISTUNGSKENNLINIE

Messungen an der alten betriebstüchtigen Anlage ergeben differenziertere Angaben für die Dimensionierung von neuen Wärmeerzeugern. Das Verfahren ist in der SIA 384/1, Ziffer 4.3.7 beschrieben.

Messungen sind erforderlich

- bei Wohnbauten, die nicht den obgenannten Kriterien entsprechen (z. B. sehr gut gedämmte oder solche mit hohem Glasanteil),
- generell bei anderen Nutzungen,
- wenn der Ersatzwärmeerzeuger eine höhere Genauigkeit verlangt.



Leistungskennlinie aus einer Messung (Beispiel)

Die Messung der alten Wärmeerzeugung sollten sich über etwa zwei Wintermonate erstrecken. Die mittleren Verbrennungsleistungen (z. B. Tagesmittelwerte) werden in Funktion der Aussenlufttemperatur aufgetragen. Durch Inter- bzw. Extrapolation mit der Regressionsgeraden (Leistungskennlinie) wird die mittlere Wärmeerzeugerleistung bei der Norm-Aussentemperatur bestimmt. Da in der Messung meist Solargewinne vorhanden sind, wird er ermittelte Wert um ca. 15 % erhöht.

3 BERECHNUNG DER NORM-HEIZLAST BEI NEUBAUTEN

3.1 NORM-HEIZLAST NACH SIA 384.201 [2]

Das Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast nach SIA 384.201 kommt bei Neubauten oder bei umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierungen zum Einsatz. Dabei wird die Norm-Heizlast jedes beheizten Raumes einzeln ermittelt. Eine solche Berechnung ist für die Dimensionierung der Wärmeabgabe (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 Norm-Aussentemperatur.
- Festlegung der Werte für die Norm-Innentemperatur jedes beheizten Raumes.
- Berechnung der Normtransmissionsverluste.
- 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 der Norm-Lüftungswärmeverluste unter Berücksichtigung einer allfälligen mechanischen Lüftung.

- Summieren der Norm-Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume. So ergeben sich die Auslegungs-Lüftungswärmeverluste für das gesamte Gebäude.
- Berechnen der Norm-Heizlast des Gebäudes (in W) unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren insbesondere für die Lüftung.

Bestimmung der Leistung der Wärmeerzeugung gemäss SIA 384/1 [1]

Die Leistung der Wärmeerzeuger wird nach der Norm SIA 384/1 bestimmt. Sie muss so ausgelegt werden, dass die Norm-Heizlast sowie der Wärmeleistungsbedarf der Wassererwärmungsanlage und der verbundenen Systeme gedeckt werden können.

Die von der Wärmeerzeugung abzugebende Leistung wird wie folgt berechnet:

$$\Phi_{\text{gen,out}} = \Phi_{\text{HL}} + \Phi_{\text{W}} + \Phi_{\text{AS}}$$

$\Phi_{\text{gen,out}}$ Wärmeerzeugerleistung, in kW

Φ_{HL} Norm-Heizlast gemäss SIA 383.201, in kW

Φ_{W} Leistung für die Wassererwärmung, in kW

Φ_{AS} Leistung der verbundenen Systeme (z. B. Lüftungsanlagen, Prozesswärme), in kW

Für die Leistungsanteile Heizung und Warmwasser wird von einer Tagesbetrachtung am Dimensionierungstag (Norm-Aussentemperatur) ausgegangen. Bei Anlagen mit weiteren verbundenen Systemen ist u.U. eine kurzzeitigere Betrachtung oder die Untersuchung eines anderen Referenztages erforderlich.

Heizleistungsbedarf von Neubauten

In der Regel sind zur Norm-Heizlast gemäss SIA 384.201 keine Zuschläge erforderlich. Bei Wohnhäusern soll bei tiefen Aussentemperaturen auf eine Absenkung der Raumtemperatur verzichtet werden. Wenn bei Verwaltungsgebäuden bei tiefen Aussentemperaturen eine Absenkung der Raumtemperatur vorgenommen wird, soll durch frühzeitiges Wiedereinschalten der Heizung (solange noch tiefere Lüftungswärmeverluste bestehen als bei der Norm-Heizlast eingerechnet wurden) die Raumtemperatur wieder auf ihren Sollwert gehoben werden.

Die Verluste der Wärmeverteilung sollen grundsätzlich zur Norm-Heizlast addiert werden; bei guter Wärmedämmung sind sie aber meist vernachlässigbar. Ein Teil der Verluste kommt der beheizten Zone des Gebäudes zugute. Deshalb sind nur die Verluste ausserhalb der thermischen Gebäudehülle massgebend.

Diese Leistungszuschläge sind aus dem Wärmebedarf Warmwasser der Norm SIA 380/1 abgeleitet, wobei Verluste von etwa 25 % sowie ein permanent verfügbarer Wärmeerzeuger angenommen

sind. Diese Leistung ist nicht geeignet für die Dimensionierung des Wärmeübertragers für die Wassererwärmung. Das Speichervolumen muss auf die Art der Wärmeerzeugung und der Energieträger abgestimmt werden.

Leistungsbedarf für die Wassererwärmung in Neubauten

Für die Wassererwärmung wird eine zusätzliche Wärmeerzeugerleistung benötigt. Diese ist abhängig vom Warmwasserbedarf, den Verlusten der Warmwasserversorgung und der Speicher.

Wenn die Wassererwärmung und Heizung durch denselben Wärmeerzeuger erfolgen, sind nur die Verluste ausserhalb der thermischen Gebäudehülle zu beachten.

Am Dimensionierungstag wird nicht vom selten auftretenden Spitzenverbrauch ausgegangen. Bei Wohn- und Verwaltungsbauten kann als Richtwert folgende zusätzliche Wärmeerzeugerleistung für die Wassererwärmung (bezogen auf die Energiebezugsfläche) eingesetzt werden:

- MFH: 3 W/m²
- EFH: 2 W/m²
- Verwaltung: 1 W/m²

Diese Leistungszuschläge sind aus Wärmebedarf Warmwasser der Norm SIA 380/1 abgeleitet, wobei Verluste von etwa 25 % sowie ein permanent verfügbarer Wärmeerzeuger angenommen sind.

Diese Leistung ist nicht geeignet für die Dimensionierung des Wärmeübertragers für die Wassererwärmung.

Das Speichervolumen muss auf die Art der Wärmeerzeugung und der Energieträger abgestimmt werden.

3.2 LEISTUNGSBEDARF VERBUNDENER SYSTEME IN NEUBAUTEN

Der Wärmeleistungsbedarf für verbundene Systeme ist grundsätzlich fallbezogen zu untersuchen. Bei Luftherzern ist vom maximalen Luftvolumenstrom auszugehen, welcher bei der Auslegungstemperatur nach Norm SIA 382/1 auftritt. Bei kombinierter Wärmeerzeugung für Heizung und Lüftung müssen Volumenstromspitzen mit einer Dauer von bis 3 Stunden beim Wärmeerzeuger nicht berücksichtigt werden. Die Wärmerückgewinnung ist zu berücksichtigen. Eine Erhöhung der Wärmeerzeugerleistung wegen des Anfahrens von Lüftungsanlagen ist zu vermeiden, z. B. durch frühzeitiges Anfahren vor dem Nutzungsbeginn.

Durch geeignete Massnahmen soll erreicht werden, dass die Leistungsspitzen von verbundenen Systemen nicht mit den Leistungsspitzen von Heizung und Wassererwärmung zusammenfallen. Zum Beispiel sollen Hallenbäder so betreiben werden, dass nicht ausgerechnet bei tiefen Aussentemperaturen das gesamte Schwimmbadwasser aufgewärmt werden muss.

3.3 ABSCHÄTZUNG DES HEIZLEISTUNGSBEDARFS MIT SIA 380/1-SOFTWARE

Bereits in einer frühen Projektphase wird die Berechnung des Heizwärmebedarfs Q_h (in MJ/m²) nach SIA 380/1 vorgenommen [3]. Bei dieser Energiebilanzierung des ganzen Gebäudes werden teilweise dieselben Informationen benötigt wie für die Berechnung der Norm-Heizlast:

- Nutzung
- Klimadaten
- Energiebezugsflächen
- Flächige Bauteile
- Wärmebrücken
- Fenster
- Wärmespeicherfähigkeit usw.

Es gibt verschiedene vom BFE und von den Kantonen zertifizierte Berechnungsprogramme zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs nach SIA 380/1 [4]. Einige Programme berechnen nun zusätzlich den Heizleistungsbedarf. Dies ist die zweckmässigste Methode zur Ermittlung des Heizleistungsbedarfs in einer frühen Phase, bedingt aber Software welche diese Berechnung automatisch erstellt. Aus dem Heizwärmebedarf Q_h allein lässt sich der Heizleistungsbedarf nicht genügend genau ermitteln.

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	25 W/m ² bis 40 W/m ²
Bestehende, schlecht wärme- gedämmte Dienstleistungsbauten	60 W/m ² bis 80 W/m ²
Minergie-Gebäude	20 W/m ² bis 30 W/m ²
Minergie-P-Gebäude	8 W/m ² bis 20 W/m ²

Hinweis: Die spezifische Heizleistung ist nur ein grobes Kontrollinstrument. Die Dimensionierung erfolgt prinzipiell nach den vorgängig beschriebenen Methoden.

4 LITERATUR

4.1 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] SIA 384/1: Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen. SIA Zürich 2009. www.sia.ch
- [2] SIA 384.201: Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast. SIA, Zürich 2003; www.sia.ch
- [3] SIA 380/1: Thermische Energie im Hochbau. SIA, Zürich 2009; www.sia.ch

4.2 LITERATUR, SOFTWARE, FACHSTELLEN

- [4] Zertifizierte Berechnungsprogramme: www.endk.ch
- [5] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich; www.endk.ch respektive kantonale Vorschriften
- [6] QM Qualitätsmanagement Holzheizwerke, Planungshandbuch. ISBN 978-3-937441-94-8, www.qmholzheizwerke.ch

1 ALLGEMEIN

In kleinen und mittleren haustechnischen Anlagen werden fast ausschliesslich Nassläufer-Umwälzpumpen eingesetzt. Der Wirkungsgrad von Nassläufer-Umwälzpumpen wird mit dem Energie-Effizienz-Index EEI bestimmt. Je tiefer der EEI-Wert, desto effizienter ist die Pumpe.

Seit 2013 dürfen in der Schweiz gemäss Energieverordnung Nassläufer-Umwälzpumpen bis 2500 Watt hydraulischer Leistung nur noch mit einem $EEI \leq 0,27$ in Verkehr gebracht werden (Ausnahmen: spezielle Solar- und Wärmequellen-Pumpen sowie Trinkwasser-Zirkulationspumpen). Ab dem 1. August 2015 wird die EEI-Anforderung auf $\leq 0,23$ verschärft. Die frühere Energieetikette für Umwälzpumpen wird nicht mehr verwendet. Damals erreichten auch Pumpen mit mässiger Energieeffizienz die Klasse A. Bei Umwälzpumpen mit grosser Leistung (ab etwa 800 Watt elektrisch) sollten auch Trockenläufer-Umwälzpumpen in Betracht gezogen werden.

EEI-Werte unter 0,27 lassen sich nur mit Hochwirkungsgrad-Pumpen mit Permanentmagnet-Motoren oder «EC-Motoren» (Electronic Commutation) erreichen. Sie sind bis drei Mal effizienter als herkömmliche Pumpen mit Asynchronmotor. 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, da sie sonst in einem Bereich mit schlechterem Wirkungsgrad läuft. Die richtige Dimensionierung einer Heizgruppenpumpe lässt sich mit der «Promille-Regel» in Kapitel 6 einfach überprüfen.

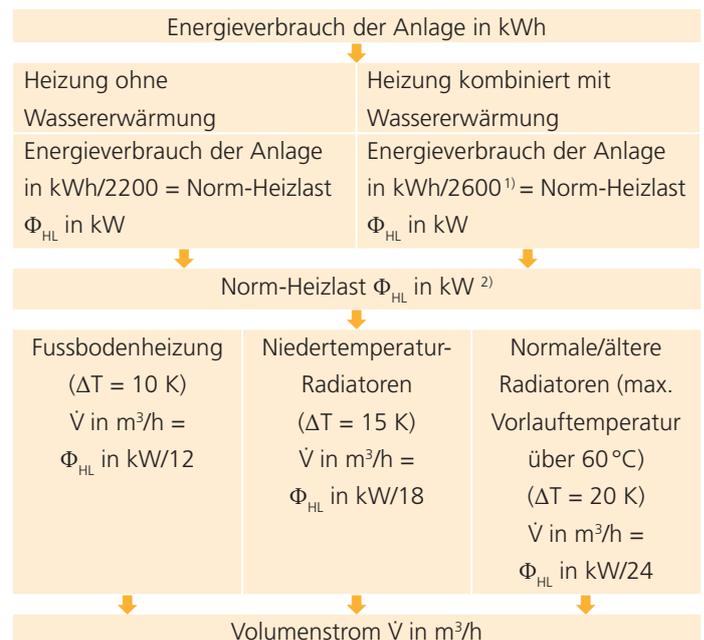
Eine Auswahl besonders effizienter Umwälzpumpen ist unter www.topten.ch zu finden.

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 Überschlagsrechnung kann die Norm-Heizlast mit dem Dokument «Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung» der Leistungsgarantie Haustechnik ermittelt werden. Wird die Norm-Heizlast Φ_{HL} , die Art der Wärmeabgabe und die Temperaturspreizung ΔT (Vor-/Rücklauf) im untenstehenden 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 Aufteilungsschlüssel dienen.

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).

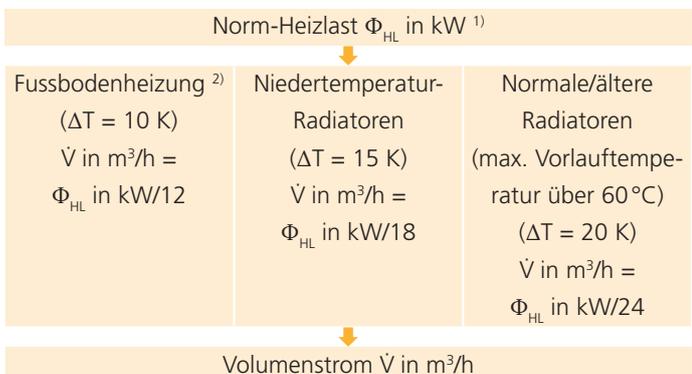
Fussbodenheizung	1,5 mWs bis 3 mWs
Normalfall für Radiatorheizung	1 mWs
Sehr grosse Radiator-Heizgruppen	bis 2 mWs

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 untenstehenden 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.



1) Wenn die Norm-Heizlast Φ_{HL} auf mehrere Heizgruppen aufgeteilt werden muss, können die Energiebezugsflächen (beheizte Bruttogeschossflächen) der Gruppen als Aufteilungsschlüssel dienen.
2) Bei TABS und Vorlauftemperatur unter 30 °C (Anlagen mit Selbstregelleffekt) kann ΔT 5 K oder weniger betragen.

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

3.2 ERMITTLUNG DER FÖRDERHÖHE

Die erforderliche Förderhöhe H ergibt sich aus der Rohrnetzberechnung 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 werden (grössere Nennweiten, druckverlustarme Wärmezähler, Armaturen etc.). Die Werte sollen nicht grösser als die Richtwerte sein.

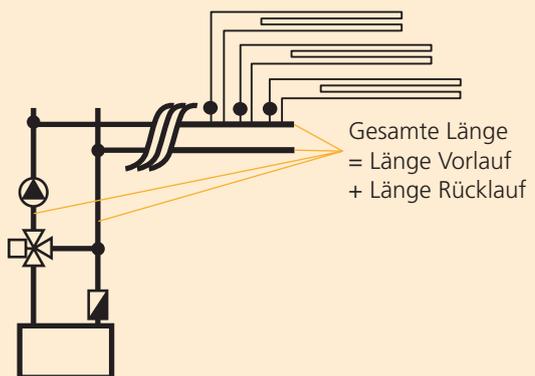
Wenn an Thermostatventilen mehr als 1,5 mWs bis 2 mWs Druck anliegen, drohen im Betrieb Pfeif- oder Fließgeräusche. Auf keinen Fall «vorsichtshalber» eine zu grosse Förderhöhe wählen oder einstellen.

4 AUSWAHL DER PUMPEN

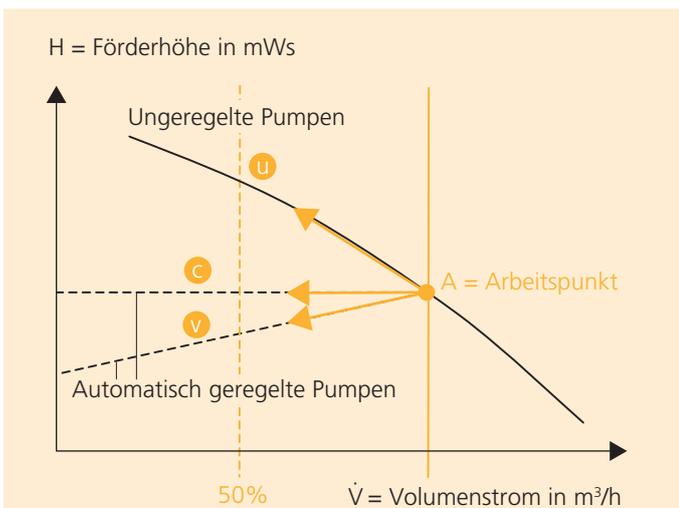
Mit den Richtwerten für den Volumenstrom \dot{V} und die Förderhöhe H kann im Pumpenkatalog oder mit einer Pumpensuchhilfe die geeignete Umwälzpumpe für die Heizgruppe gefunden werden. Ersatzpumpen sollen nie einfach nach den Anschlussdimensionen im Austauschspiegel gewählt werden! Die Anschlussdimensionen 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 durch Thermostatventile oder das Schliessen von Radiatorventilen, verschiebt sich der Arbeitspunkt je nach Regelung der Pumpe unterschiedlich nach links.



u Ungeregelte Pumpen



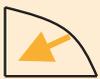
Die Förderhöhe H nimmt zu! Für Heizgruppen sollen unregelte Pumpen nur eingesetzt werden, wenn sie eine flache Kennlinie haben. Bei zunehmender Förderhöhe besteht die Gefahr von Ventilgeräuschen. Bei 50 % Volumenstrom soll H nicht über 2 mWs sein.

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 WELCHE KENNLINIEN-EINSTELLUNG FÜR WELCHE ANWENDUNG?

- Für Heizgruppen mit Thermostat- oder Zonenventilen, bei Heizkörpern oder Fussbodenheizungen sind «Proportionaldruck»-Kennlinien geeignet. Bei Problemen mit Ventilgeräuschen oder schlecht durchströmten Heizkörpern kann mit «Konstantdruck»-Kennlinien Abhilfe geschaffen werden.
- Für Anwendungen mit normalerweise konstantem Volumenstrom (Wärmeerzeuger-, Wärmequellen-, Solarkreis-Pumpen sowie Warmwasser-Zirkulations- und Speicherladepumpen) ist die Einstellung «konstante Förderhöhe» praktisch, weil die Leistung einfach anzupassen ist.
- Achten Sie auch bei Kompaktwärmezentralen (Units) darauf, dass Pumpen mit einem tiefen Energie-Effizienz-Index eingebaut sind und dass die Pumpen auf das Wärmeabgabesystem ausgelegt sind. Ab dem 1. August 2015 müssen auch die eingebauten Pumpen den EEI-Grenzwert erfüllen. Auch bei Pumpen in Units ist eine für die Anlage passende Einstellung erforderlich.

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» das Maximum einstellt.

Bei drehzahlgeregelten Pumpen können meist die Regelungsart sowie eine Kennlinie oder Förderhöhe (für das Kennlinienmaximum) eingestellt werden:

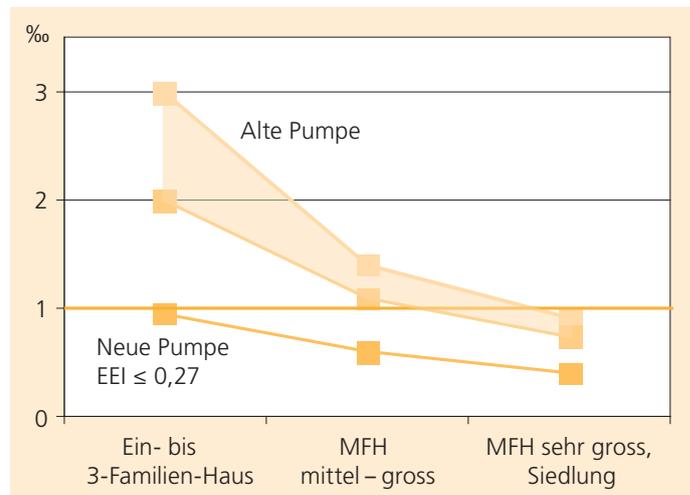
- Konstante Kennlinie («c») für die meisten Anwendungen.
 - Variable Kennlinie («v» oder «p») für Anlagen mit hohen Strömungswiderständen.
 - Kennlinien-Wert oder Förderhöhe gemäss «Ermittlung der Förderhöhe». **Achtung:** Der eingestellte Wert gilt in der Regel für den maximalen Volumenstrom der Kennlinie.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

Pumpe:	ABX 30
Einstellwert:	C, Pos. 1.5
eingestellt am:	7.3.2015
von:	M. Muster

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

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_{th}): Promille-Regel, 1 ‰ = 0,001. Für sehr kalte Klimazonen Verschiebung nach unten (ca. 1/2 weniger), für warme nach oben. Für Fussbodenheizungen bis zu 1/2 des Werts nach oben.

6 DIMENSIONIERUNGSKONTROLLE

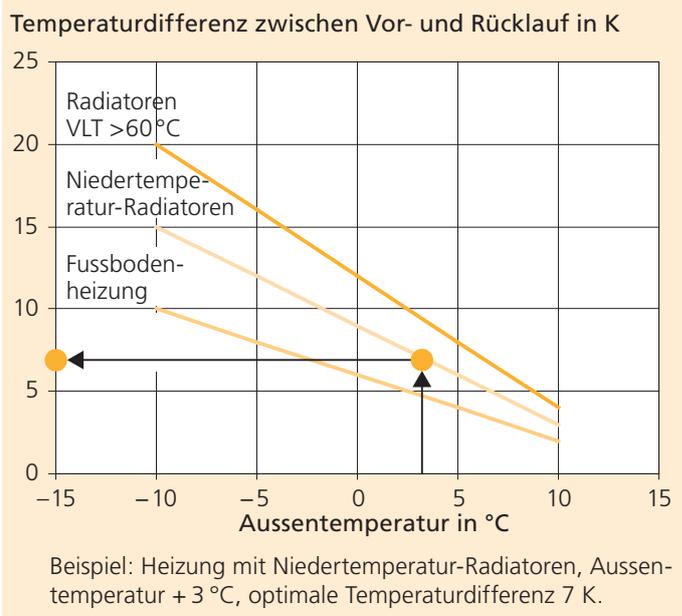
6.1 DIE PROMILLE-REGEL

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

Die Promille-Regel gilt für effiziente Heizgruppenpumpen in Ein- und Zweifamilienhäusern. In Mehrfamilienhäusern kann die Leistungsaufnahme wesentlich tiefer als ein Promille (1 ‰) sein. Bei neuen Pumpen mit automatischer Drehzahlregelung ist der effektive Arbeitspunkt in der Anlage (bei maximalem Volumenstrom, alle Ventile geöffnet) für die Dimensionierungskontrolle einzusetzen, da diese Pumpen einen grösseren Volumenstrombereich bei gutem Wirkungsgrad abdecken können. Wenn die elektrische Leistungsaufnahme nicht auf dem Display angezeigt werden kann, muss für die Kontrolle das Pumpen-Datenblatt beigezogen werden.

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**

1 ALLGEMEIN

Eine Komfortlüftung ist im Sinne des SIA-Merkblatts 2023 [1] eine einfache Lüftungsanlage. Sie sorgt für eine hygienische angemessene Lüfterneuerung. 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.

In der Schweiz sind die Anforderungen des Merkblatts SIA 2023 [1] massgebend.

Das kann eine Komfortlüftung

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

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 nicht akzeptabel. Der Fortluft-Durchlass ist so anzuordnen, dass weder ein Kurzschluss in die Aussenluft entsteht noch Nachbarwohnungen belästigt werden.

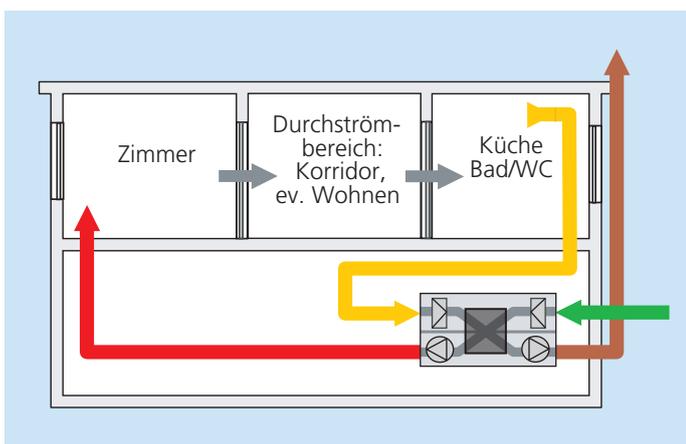
3.2 LUFTFÜHRUNG IN DER WOHNUNG

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 (Luftleckkondensation). 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



Prinzip einer Komfortlüftung.

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 Abluftvolumenstrom 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 einblasen 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.

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 Planetendichtung 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 Planetendichtung muss akzeptiert werden.

Luftvolumenstrom ± 30 m³/h → Luftspalt = 7 mm
 Luftvolumenstrom > 40 m³/h → 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 Planetendichtung 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.

Schallgedämmte Überström-Durchlässe

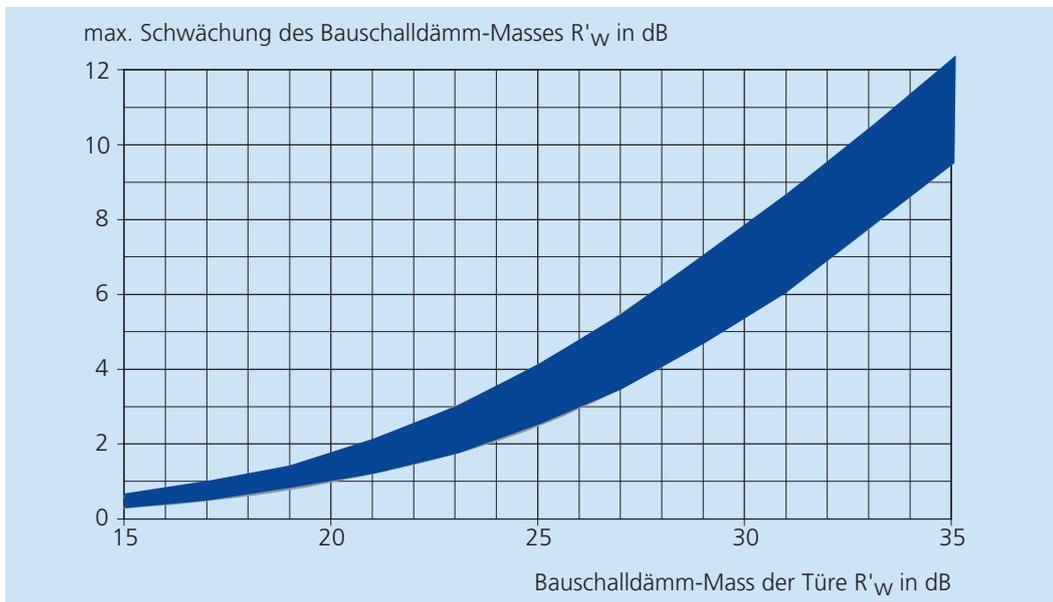
Bei hohen akustischen Anforderungen können schallgedämmte Überström-Durchlässe eingesetzt werden. Sie lassen sich in der Tür, über der Tür oder in der Türzarge einbauen. Es muss geprüft werden, ob der spezielle Überström-Durchlass spürbar weniger Schall durchlässt als ein Türspalt. Bei $D_{n,e,w}$ -Werten 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 KÜCHENABLUF

Neben der Grundlüftung ist eine separate Intensivlüftung für die Kochstelle erforderlich, die Dunstabzughaube. Umluft-Dunstabzughauben sowie der Anschluss der Dunstabzughaube an die Komfortlüftung haben den Vorteil, dass sie keine separate Ersatzluft benötigen und somit keine Feuerung stören.

Die brandschutztechnischen Anforderungen für den Anschluss von Dunstabzughauben an Komfortlüftungen sind im VKF-Dokument Nr. 25-15 [2] 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.



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

Bei Fortluft-Dunstabzughauben muss die Nachströmung der Ersatzluft gelöst werden. Unabhängig davon, ob die Nachströmung über einen Aussenluft-Durchlass oder ein offenes Fenster erfolgt, sind die thermisch Behaglichkeit und die Druckverhältnisse (Risiko von Unterdruck) zu beachten.

Eine Nachströmung über einen Aussenluft-Durchlass kommt allenfalls in Frage, wenn die Haube sehr klein ist und sich keine Feuerung in der Wohnung befindet. Bei mittleren und grossen Hauben gibt es kaum praktikable Lösungen für Aussenluft-Durchlässe.

Bei einer Nachströmung über ein handbetätigtes Fenster muss davon ausgegangen werden, dass eine Drucküberwachung erforderlich ist, speziell wenn eine Feuerung in der Wohnung ist. Mögliche Lösungen sind Fensterkontaktschalter, Fenster mit automatischem Antrieb (s. automatische Fensterlüftung), Dunstabzughabe mit Drucküberwachung und/oder bei automatischen Feuerungen (Pellet) das Ausschalten der Feuerung.

Bei der Auswahl der Dunstabzughabe soll die Erfassungseffizienz berücksichtigt werden. Das heisst, dass die Haube Dunst und Gerüche vom Kochfeld möglichst direkt und vollständig abgesaugt. Die Erfassungseffizienz hängt nicht in erster Linie vom Luftvolumenstrom ab, sondern von der Konstruktion und Einbausituation. Auch Dunstabzughaben mit kleinen Luftvolumenströmen (z. B. 300 m³/h) können eine hohe Erfassungseffizienz aufweisen. Grundsätzlich gilt: Je kleiner der Luftvolumenstrom einer Dunstabzughabe ist, desto weniger Probleme (Unterdruck, Zugscheinungen, Geräusche) treten auf.

Beim Einsatz von Fortluft-Dunstabzughauben 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 Installationschächte 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 (Wärmebrü-

cken, Kondensatrisiko) und Wartung heikel.

Die Kombination der Küchenabluft mit der Komfortlüftung ist unter bestimmten Voraussetzungen zulässig. Details sind im VKF-Dokument Nr. 25-15 [2] 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 FEUERUNG IN DER WOHNUNG

Grundsätzlich ist heute bei allen Feuerstätten innerhalb der thermischen Gebäudehülle eine direkte Verbrennungsluftzufuhr gefordert. Eine direkte Verbrennungsluftzufuhr bedeutet aber nicht, dass ein Aggregat raumluftunabhängig ist! Gerade bei Holzöfen (auch Pellets) kann bei Unterdruck durch die Feuerraumtür, Aschetür oder andere Öffnungen Gas in die Wohnung gelangen. Holz- und Pelletöfen sind allgemein raumluftabhängig, auch wenn die Verbrennungsluft über eine separate Leitung zugeführt wird. Keine Art von Lüftungseinrichtung (z.B. Küchenabluft, einfache Abluftanlage) darf einen Unterdruck verursachen, der die Funktion eines Feuerungsaggregates stört. Als Richtwert gilt, dass beim Betrieb der Feuerung der Unterdruck im Raum nicht höher als 4 Pa sein soll. Bei raumluftunabhängigen Feuerungen darf der Unterdruck max. 8 Pa betragen. Detaillierte Hinweise finden sich im Merkblatt SIA 2023.

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.

4 BRANDSCHUTZ

Die in der Schweiz gültigen Anforderungen zum Brandschutz bei Lüftungsanlagen sind in der VKF- Brandschutzrichtlinie 25-15 «Lufttechnische Anlagen» der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VFK) festgelegt [2]. 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 (Brandverhaltensgruppe RF1). Ausnahmen gelten für Lüftungsleitungen innerhalb eines Brandabschnittes, bei einbetonierten Lüftungsleitungen und bei Erdregister. Bei den erwähnten Ausnahmen muss allerdings die Brandverhaltensgruppe RF3 (VKF-Richtlinien) eingehalten werden. Für Küchenabluft (Dampfabzug) gilt diese Ausnahme nicht. Die Wärmedämmung von Lüftungskanälen muss mindestens aus derselben Brandverhaltensgruppe bestehen wie der Lüftungskanal. Ausnahmen sind bei Aussenluftleitungen möglich.

Bezüglich des Sicherheitsabstands zu brennbarem Material gilt, dass bei Lüftungskanälen von Anlagen mit einer Lufttemperatur bis 85 °C, ausser Küchenabluft, auf einen Sicherheitsabstand verzichtet werden kann.

5 SCHALL

Gemäss SIA-Merkblatt 2023 darf die Lüftung in den Zimmern einer Wohnung einen Schalldruckpegel von maximal 25 dBA verursachen. 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.

Der Referenzpunkt für die Schallmessung befindet sich im Grundriss in der Raummitte mit einem Bodenabstand von 1 m. Die Messung wird ohne Möblierung und bei geschlossenen Türen durchgeführt.

6 LUFTBEHANDLUNG

6.1 LÜFTUNGSGERÄT

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 Raumluftfeuchten bei tiefen Aussentemperaturen. Eine entsprechende Steuerung/Reglung vermeidet, dass im Sommer eine zu hohe Raumluftfeuchte 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. Gemäss Merkblatt SIA 2023 soll die spezifische elektrische Aufnahmeleistung folgende Werte nicht überschreiten:

- Komfortlüftung nur mit WRG: 0,28 W/(m³/h)
- Komfortlüftung mit WRG und Luftherwärmer: 0,34 W/(m³/h)

Diese Werte gelten für Normalbetrieb und neuen Filtern.

Kennwert ermitteln

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

6.3 VEREISUNGSSCHUTZ UND NACHWÄRMER

Damit die Wärmerückgewinnung bei tiefen Aussentemperaturen nicht vereist sind aktive oder passive Vereisungsschutzmassnahmen erforderlich. Die verschiedenen Varianten können extrem unterschiedliche Energieverbräuche verursachen. In [4] und [5] finden sich weiterführend Hinweise und Angaben für die rechnerische Abschätzung dieses Energieverbrauchs.

Energetische und hygienische Rangliste der Lösungen

1. Erdreich-Wärmeübertrager oder WRG mit Feuchterückgewinnung (z. B. sogenannter Sorptionsrotor oder Enthalpietauscher. Einsatzgrenzen gemäss Hersteller beachten)
 2. Bypasssteuerung (durch die tiefere Zulufttemperatur ist meist eine Nachwärmung erforderlich)
 3. Bei Mehrwohnungsanlagen: Vorwärmung über Heizung (über Sole-Zwischenkreislauf)
 4. Bei Einzelwohnungsanlagen und falls zulässig: Abtauen durch Abschalten der Anlage
 5. Elektrovorwärmer mit geregelter variabler Leistung
 6. Elektrovorwärmer mit einstufiger Leistung, plus optimiertes Temperatur-Verhältnis im Bereich von 50 bis 70 %
- Der Vereisungsschutz (resp. die zugehörige Ventilatorsteuerung) soll keinen Unterdruck in der Wohnung verursachen. Gemäss SIA 384/1:2009 darf eine solche Lösung bei raumluft-abhängigen Feuerungen nicht eingesetzt werden.

6.4 FILTER

Gemäss SIA 382/1 und SIA 2023 sind zur Einhaltung des aktuellen Hygienestandards Zuluft-Filter der Klasse F7 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 F6-Filter eingesetzt werden.

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

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

Um Aussengerüche zurückzuhalten, können Aktivkohlefilter einge-

setzt 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 muss die Betriebsstufe durch die Bewohner eingestellt werden können. Bewährt haben sich dreistufige Steuerungen. 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 ausgegangen werden, dass die Lüftung auch nachts auf Normalbetrieb läuft. Das Bedienungselement 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.

Bei Wohnung die im Winter über längere Zeit (mehrere Tage bis Wochen) nicht belegt sind, besteht das Risiko von Materialschäden infolge zu tiefer Raumlufftfeuchte. Bei langen Nutzungsunterbrüchen (z. B. leer stehende Wohnungen) oder nur zeitweise belegten Wohnungen (z. B. Ferienwohnungen) muss der Luftvolumenstrom durch geeignete Massnahmen reduziert werden, auch bei Mehrwohnungsanlagen. Bei kürzeren Nutzungsunterbrüchen in fest belegten Wohnungen (z. B. Sportferien) kann als Alternative eine temporäre Raumlufftbefeuchtung eingesetzt werden. Die Bewohner und Anlagebetreiber sind entsprechend zu instruieren.

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 Lüfterregister sowie die Luftdurchlässe. Die Druckverluste im Lüftungsgerät sind dabei nicht berücksichtigt.

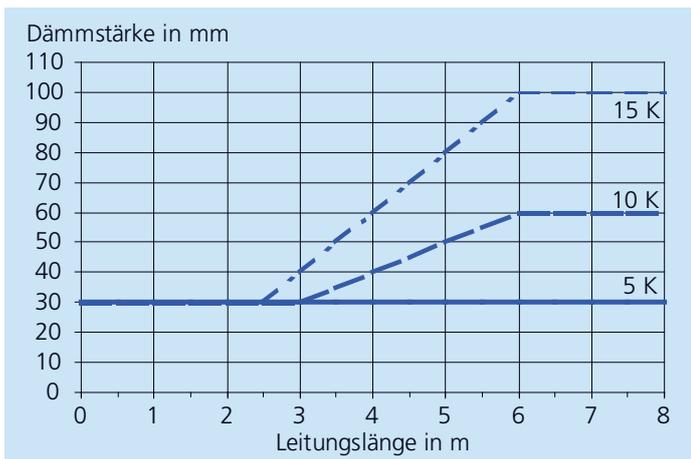
Ein höherer Druckverlust als 100 Pa ist zulässig, wenn die spezifi-

sche elektrische Aufnahmeleistung die Werte gemäss Abschnitt 6.2 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 Kleband oder Kaltschrumpfband.

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



Die Kurven sind wie folgt anzuwenden:

Temp. diff.	Fall
5 K	(Empfehlung) Aussen und Fortluftleitungen in unbeheizten, geschlossenen Räumen in Untergeschossen (z. B. Technikräume, Keller)
10 K	Zu- und Abluftleitungen ausserhalb der thermischen Gebäudehülle in geschlossenen Räumen in Untergeschossen (z. B. Technikräume, Keller) Anlagen mit Erdreich-Wärmeübertrager oder anderweitiger Luftvorwärmung vor der WRG: Aussen- und Fortluftleitungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle.
15 K	Zu- und Abluftleitungen ausserhalb der thermischen Gebäudehülle (Ausnahmen für Räume in Untergeschossen, siehe oben) Anlagen ohne Erdreich-Wärmeübertrager und ohne anderweitige Luftvorwärmung vor der WRG: Aussen- und Fortluftleitungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle.

Minimale Dämmstärke von Lüftungskanälen, Rohren und Kanälen bei Verwendung von Wärmedämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,03 \text{ W/mK} < \lambda \leq 0,05 \text{ W/mK}$ [7]

8.3 WÄRMEDÄMMUNG

Die Wärmedämmung der Luftleitungen muss gemäss Vollzugshilfe EN-4 «Lüftungstechnische Anlagen» [7] der Konferenz der kantonalen Energiefachstellen ausgeführt werden. Das Diagramm gilt, wenn gleichzeitig folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Luftvolumenstrom bei Normalbetrieb maximal 217 m³/h (bei einer maximal zulässigen Luftgeschwindigkeit von 3 m/s entspricht dies einem Durchmesser von 160 mm);
- Runde Luftleitungen mit einem maximalen Leitungsdurchmesser von 160 mm;
- Komfortlüftungen ohne Heiz- oder Kühlfunktion (einfache Lüftungsanlagen gemäss Merkblatt SIA 2023, aber keine Lüftheizungen oder Klimaanlage);
- Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung (Plattenwärmeübertrager oder Rotations-Wärmeübertrager), aber keine Abluft-Wärmepumpe.

Wenn eine der Bedingungen nicht eingehalten ist, dann ist die genannte Vollzugshilfe zu konsultieren.

Das Kondensatrisiko (Schwitzwasser) muss unabhängig von diesen Anforderungen beurteilt werden. Allenfalls ist dazu eine weitergehende Wärmedämmung erforderlich.

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 ab 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.

Bei Mietwohnungen soll das Leitungsnetz alle 6 Jahre inspiziert werden und bei Wohneigentum nach spätestens 10 Jahren. Eine Reinigung erfolgt nach Bedarf. Bei einer einwandfreien Aussenluftfassung, einem Zuluftfilter der Klasse F7 und fachgerechter Wartung kann das Reinigungsintervall von Zuluftleitungen deutlich über zehn Jahren liegen.

9 ERDREICH-WÄRMEÜBERTRAGER

9.1 ERDREICH-LUFT-WÄRMEÜBERTRAGER

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 soll maximal 10 Pa betragen. In der Grafik auf der nächsten Seite 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

derliche 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.hetag.ch).

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-Wärmetauschern 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 m³/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.

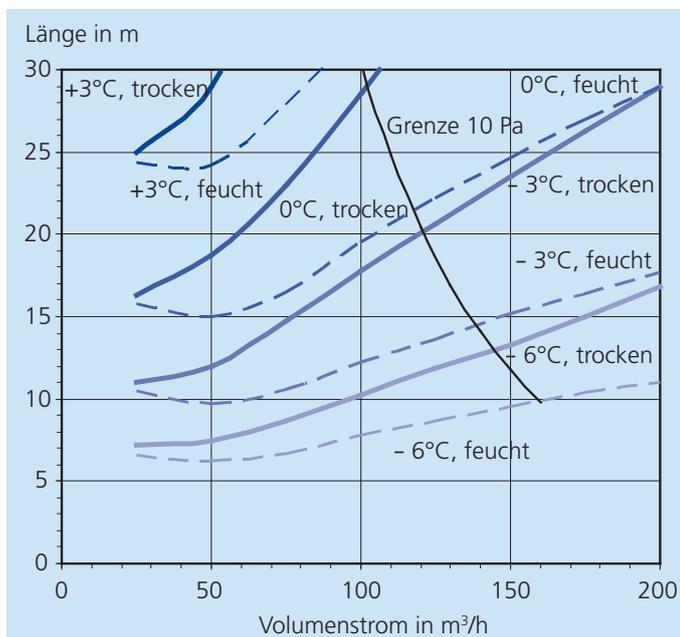
Ablesebeispiel

Die geforderte minimale Austrittstemperatur beträgt -3 °C bei einem feuchten Erdreich. Der gesamte Aussenluftvolumenstrom beträgt 150 m³/h und wird auf zwei parallele Rohre aufgeteilt. Pro Rohr ergibt das 75 m³/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 ERDREICH-SOLE-WÄRMEÜBERTRAGER UND ERDSOHNEN

Anstelle von Lufterdregistern 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 Gebäuden mit Erdsonden-Wärmepumpen kann die Erdsonde eventuell auch für die Vorwärmung und -kühlung der Aussenluft genutzt werden. Dies ist allerdings bei der Dimensionierung der Erdsonde zu berücksichtigen.



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/m²K
- Lüftungsanlage im Dauerbetrieb

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 Dichtheitstests 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 Abnahmetermin zu definieren. Dabei muss geregelt werden, wer (Hausdienst, externe Firmen) für welche Arbeiten zuständig ist.

11 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

11.1 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] SIA-Merkblatt 2023: Lüftung in Wohnbauten. SIA, Zürich, 2008 (www.sia.ch)
- [2] VKF-Brandschutzrichtlinie 25-15 Lufttechnische Anlagen. VKF, Bern, 2015 (www.praever.ch)

11.2 LITERATUR

- [4] Huber H.: Komfortlüftung Planungshandbuch. Faktor Verlag, Zürich 2008
- [5] Huber H., Mosbacher R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006
- [6] Minergie-Broschüre: Jetzt wohnen Sie in einem Minergie-Haus (www.minergie.ch)
- [7] Vollzugshilfe EN-4: Lüftungstechnische Anlagen. Energiedirektorenkonferenz, Januar 2009 (www.endk.ch → Fachleute → Vollzugshilfen)

1 ALLGEMEIN

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"/>

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 Wärmedämmung ist gemäss Vollzugshilfe zur MuKEn 2008 «Lüftungstechnische Anlagen» ausgeführt (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 Kondensatrisiko 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 Raumlufftfeuchte, ohne zusätzlichen Energieverbrauch. Die Feuchte wird automatisch überwacht; dadurch wird eine zu hohe Raumlufftfeuchte im Sommer verhindert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdreich-Luft-Wärmeübertrager: Die Aussenluft wird durch einen Erdreich-Luft-Wärmeübertrager vorgewärmt. Dadurch ist der Vereisungsschutz der Wärmerückgewinnung gewährleistet. Der Erdreich-Luft-Wärmeübertrager erfüllt die Anforderungen der Dimensionierungshilfe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erdreich-Sole-Wärmeübertrager: Die Aussenluft wird durch einen Erdreich-Sole-Wärmeübertrager vorgewärmt. Dadurch ist der Vereisungsschutz der Wärmerückgewinnung gewährleistet. Der Erdreich-Sole-Wärmeübertrager 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 Raumlufftqualität 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.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bemerkung: Diese Option gilt für die Nachrüstungen in bestehenden Gebäuden.		

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"/>

8 Unterschriften

Ort, Datum

Objekt

Bauherrschaft/Nutzer

Bauherrenvertreter/Architekt/Planer

Unternehmer

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 Erdreich-Luft-Wärmeübertrager			
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"/>

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"/>
Summe				

3 Instruktion

- 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

4 Dokumentation

- 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

WÄRMEPUMPEN

DIMENSIONIERUNGSHILFE
LEISTUNGSGARANTIE

WWW.LEISTUNGSGARANTIE.CH

1 ZUSCHLÄGE ZUM HEIZLEISTUNGSBEDARF

Bei der Dimensionierung von Wärmepumpen sind neben den allgemeinen Zuschlägen zur Norm-Heizlast bei der Auslegung (siehe Dokument «Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung») auch die Sperrzeiten der Wärmepumpe zu beachten.

Die Sperrzeiten der Elektrizitätswerke müssen durch Zuschläge auf die Wärmeleistung 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 (www.fws.ch).

2.1 RICHTWERTE ZUR PLANUNG

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. Zur Berechnung der JAZ müssen die nach EN 14511 ermittelten Werte verwendet werden. Wenn nur Prüfdaten gemäss EN 255 vorliegen, sind diese zuerst vom Lieferanten auf die Prüfbedingungen der EN 145511 umzurechnen.

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 und jährlich maximal 60 kWh/m²).
- 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 Solekreis-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. Ausser, wenn sichergestellt ist, dass der Wärmeentzug aus dem Erdreich denjenigen bei Normalbetrieb nicht überschreitet (Permafrost-Gefahr).

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. Eine direktelektrische Zusatzheizung darf nicht eingesetzt werden. Elektrische Widerstandsheizungen dürfen nur als Notbeheizung eingesetzt werden insbesondere bei Luft/Wasser Wärmepumpen für Aussen temperaturen unter der Auslegungstemperatur gemäss SIA 384.201.

Da die JAZ mit sinkender Vorlauftemperatur spürbar steigt, ist das Wärmeabgabesystem grundsätzlich auf eine tiefe Vorlauftemperatur

auszulegen. In Neubauten darf die Vorlauftemperatur gemäss SIA 384/1 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 ein häufiges Ein-/Ausschalten zu vermeiden, muss der Kondensator (Heizsystem) von einem minimalen Heizwasser-Volumenstrom durchflossen werden. Die hydraulische Einbindung soll dabei nach den Prinzipien der STASCH-Planungshilfen [5] erfolgen. Thermostatventile oder elektrische Einzelraumregulierungen sind bei Vorlauftemperaturen über 30 °C vorgeschrieben. Sie beeinflussen die Volumenströme im Netz und können Störungen der Wärmepumpe verursachen. Unter Umständen sind Massnahmen zur Gewährleistung des erforderlichen Mindestdurchflusses erforderlich. Erstrebenswert ist daher die Auslegung einer selbstregulierenden Fussbodenheizung ohne Einzelraumregulierung. Eine korrekte Einstellung der Heizkurve ist in jedem Fall notwendig. 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 WÄRMEPUMPEN-SYSTEM-MODUL

Das Wärmepumpen-System-Modul ist ein neuer Standard für die Planung und den Bau von Wärmepumpenanlagen bis ca. 15 kW Heizleistung. Es wurde als Gemeinschaftswerk der wichtigsten Branchenakteure entwickelt. Es kann anstelle der Leistungsgarantie Haustechnik eingesetzt werden.

Das Wärmepumpen-System-Modul stellt sicher, dass die Wärmepumpenanlage mit hoher Energieeffizienz arbeitet. Das Modul regelt die Abläufe und Zuständigkeiten bei Planung, Installation und Inbetriebnahme der Anlage zwischen dem Wärmepumpenlieferanten und dem Installateur. Dies steigert die Qualität der Anlage. Eine unabhängige Fachkommission der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS) prüft und zertifiziert die von den Lieferanten ausgearbeiteten Produkte-Kombinationen, welche bei der Verwendung von Wärmepumpen-System-Modulen zum Einsatz kommen. Weitere Informationen dazu unter www.wp-systemmodul.ch

7 LITERATUR

7.1 NORMEN UND RICHTLINIEN

[1] SN EN 15450:2007 Heizungsanlagen in Gebäuden – Planung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpen.

7.2 LITERATUR, SOFTWARE, FACHSTELLEN

- [2] SIA 384/1: Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen, SIA Zürich 2009, www.sia.ch
- [3] Huber, A.: Hydraulische Auslegung von Erdwärmesondenkreisläufen. Bundesamt für Energie (BFE) 1999, Publikation Nr. 195393. Excel-Werkzeug: <http://www.hetag.ch/software.html>
- [4] Erb, M.; Ehrbar, M.; Hubacher, P.: Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen FAWA 1996–2003. Bundesamt für Energie (BFE) 2004, Publikation Nr. 240016 und Folgeprojekte: Publikationen 250098, 27086, 280874.
- [5] Afjei, A.; Gabathuler, HR.; Mayer, H.: Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen; Teil 1: STASCH-Planungshilfen. Bundesamt für Energie (BFE) 2002, Publikation Nr. 220216.
- [6] Kunz, P.; Afjei, T.; Betschart, W.; Hubacher, P.; Löhner, R.; Müller, A.; Prochaska, V.: Handbuch Wärmepumpen: Planung, Optimierung, Betrieb, Wartung. Bundesamt für Energie, Bern, Januar 2008.

1 Wärmezeugung	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 Bezeichnungsschildern 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 Vorschriften gegen Wärmeverluste gedämmt.	<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"/>

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 Auslegungsberechnung 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 durchgeführt 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.sedp.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/Manometer, Ausdehnungsgefäss),	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Betriebsoptimierung, Laufzeiten, Temperaturniveau, Stufen und Energiebuchhaltung,	<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**

1 STÜCKHOLZHEIZUNGEN

1.1 DIMENSIONIERUNG STÜCKHOLZ-HEIZKESSEL

BEDIENKOMFORT

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

Standard-Kessel

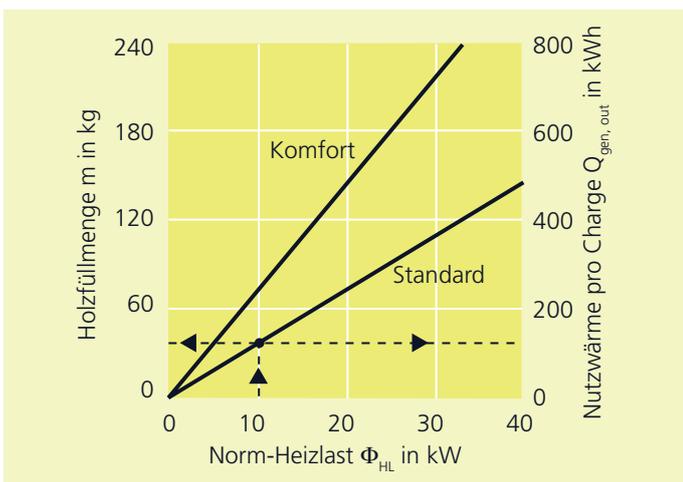
- Der Kessel wird bei Auslegungstemperatur auf zweimalige Beschickung pro Tag ausgelegt.
- Während der Heizperiode genügt an 3 von 4 Tagen eine einmalige tägliche Beschickung.

Komfort-Kessel

- Der Kessel wird bei Auslegungstemperatur auf einmalige Beschickung pro Tag ausgelegt.
- 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 höhere Verluste und verschlechtert den Jahresnutzungsgrad.

Vorgehen

1. Die Norm-Heizlast Φ_{HL} bei Auslegungstemperatur bestimmen
2. Bedienkomfort mit Betreiber festlegen



Auslegung Stückholzkessel

3. Aufgrund der Herstellerangaben denjenigen Kessel auswählen, welcher beim gegebenen Holzsortiment im Minimum pro Charge die erforderliche Nutzwärme abgeben kann bzw. die erforderliche Füllmenge aufweist.

Beispiel Auslegung und Kesselwahl

1. $\Phi_{HL} = 10 \text{ kW}$ im Auslegungsdiagramm eintragen
2. Bedienkomfort Standard wählen
→ Wunsch $Q_{gen,out} = 120 \text{ kWh}$ bzw. $m = 36 \text{ kg}$
3. Kesselwahl anhand der Herstellerangaben
→ Stückholzkessel XY wird gewählt
→ Nutzwärmeabgabe pro Charge Weichholz $Q_{gen,out} = 135 \text{ kWh}$
→ Nennwärmeleistung $\Phi_{gen,out,nom} = 24 \text{ kW}$
→ Kleinste Wärmeleistung $\Phi_{gen,out,min} = 12 \text{ kW}$

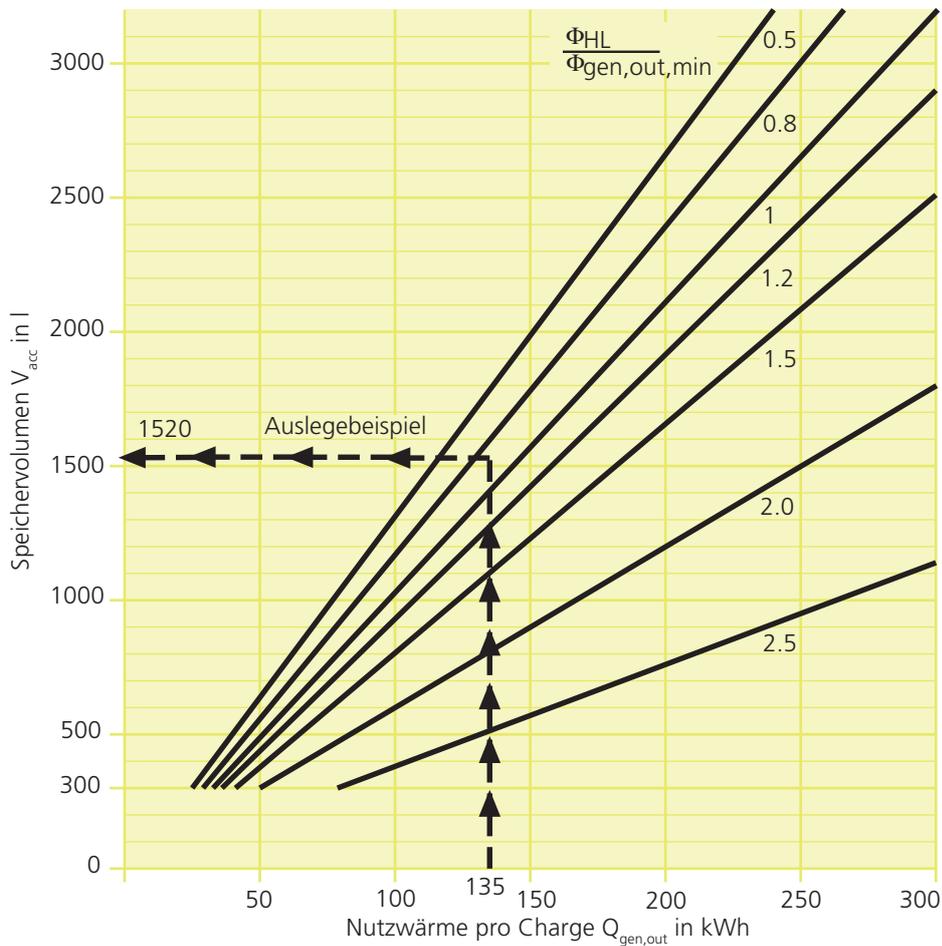
1.2 DIMENSIONIERUNG SPEICHER

Massgebend für den notwendigen Speicherinhalt ist die kleinste Wärmeleistung $\Phi_{gen,out,min}$, bei welcher die Emissionsanforderungen erfüllt sind. Je kleiner diese Leistung ist im Verhältnis zur Nennwärmeleistung, desto kleiner fällt der erforderliche Speicherinhalt aus. Die kleinste Wärmeleistung wird bei der Typenprüfung bestimmt und kann den technischen Unterlagen entnommen werden. Das minimale Speichervolumen kann gemäss der Norm SN EN 303-5 [1] bestimmt werden.

$$V_{acc} = K \cdot Q_{gen,out} \cdot (1 - 0,3 \cdot \Phi_{HL} / \Phi_{gen,out,min})$$

- V_{acc} minimales Speichervolumen in l
- K spezifische Speicherkennzahl $K = 15 \text{ l/kWh}$
- $Q_{gen,out}$ Nutzwärmeabgabe pro Charge in kWh
- Φ_{HL} Norm-Heizlast in kW
- $\Phi_{gen,out,min}$ kleinste Wärmeleistung in kW

Die Gleichung basiert auf einem Heizleistungsbedarf von 30 % der Norm-Heizlast und einer Erwärmung des Speichers um 57 K. Die kleinste Wärmeleistung beträgt in der Regel 50 % bis 80 % der Nennwärmeleistung. Den Unterlagen [3] können weitere Kommentare zur Speicherbemessung entnommen werden.



Speicherdimensionierung

Beispiel Speicherdimensionierung

Auf Grund der Daten im Auslegungsbeispiel wird das minimale Speichervolumen bestimmt.

$$V_{acc} = 15 \cdot 135 \cdot (1 - 0,3 \cdot 10/12) = 1520 \text{ l}$$

2 HOLZSCHNITZELHEIZUNGEN

2.1 DIMENSIONIERUNG HOLZSCHNITZEL-HEIZKESSEL

Grundsätzlich werden Holzsnitzelheizungen bei Grossanlagen eingesetzt. Die kleinsten Holzsnitzelfeuerungen weisen eine Kesselnennleistung von etwa 25 kW auf und eignen sich damit für Mehrfamilienhäuser und Gewerbebetriebe. Häufig werden auch benachbarte Gebäude an eine Schnitzelfeuerung angeschlossen. Die erforderliche Kesselleistung entspricht der Norm-Heizlast, gegebenenfalls mit Zuschlägen für Wassererwärmung und verbundene Systeme.

Voraussetzungen für optimalen Betrieb

- Keine Überdimensionierung des Kessels. Eine solche hat eine geringere Auslastung der Feuerungsanlage mit höheren Umwandlungsverlusten und schlechterer Wirtschaftlichkeit zur Folge.
- Stufenlose Leistungsregelung im Bereich von 30 % bis 100 % der Nennleistung.
- Automatische Zündung, welche den verlustreichen Glutbett-Unterhaltbetrieb eliminiert.

Bei der Dimensionierung ist zu beachten, dass die Kesselleistung 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 SPEICHER

Wenn Holzsnitzelfeuerungen eine Leistungsregelung im erwähnten Umfang aufweisen, sind sie über weite Strecken der Heizperiode ohne Unterbruch in Betrieb. Die Verbrennungsregelung ermöglicht eine ständige Optimierung des Abbrandes. Für einen optimalen Betrieb des Heizkessels ist es nicht zwingend notwendig, einen Wärmespeicher einzusetzen.

In manchen Fällen kann es dennoch sinnvoll sein, einen Wärmespeicher einzuplanen. Insbesondere bei der Kombination einer Schnitzelfeuerung mit einer Solaranlage. Die Solaranlage deckt in den Sommermonaten den Wärmebedarf weitgehend und verhindert häufiges Ein- und Ausschalten der Anlage.

2.3 BRENNSTOFFLAGERUNG UND BESCHICKUNG

Eine Menge von Bedingungen für Schnitzellager ergeben sich aus den Brandschutzvorschriften. Die Feuerwiderstandsklassen von Trennwänden, Türen, Deckel von Abwurföffnungen usw. sowie deren Platzierung richten sich nach den Normen der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen [4]. Weitere Informationen zu Sicherheitsfragen liefern die Merkblätter der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt [5].

In der automatischen Beschickungseinrichtung ist eine Rückbrandsicherung notwendig, welche auch bei Elektrizitätsausfall eine Brandausbreitung zwischen der Feuerung und dem Lagerraum verhindert. Im Winter sollte das lagerbare Schnitzelvolumen für 1 bis 4 Wochen Betrieb genügen [2].

3 PELLETHEIZUNGEN

3.1 DIMENSIONIERUNG PELLETS-HEIZKESSEL

Die kleinsten automatischen Pellets-Feuerungen weisen eine Kesselnennleistung von etwa 10 kW auf und eignen sich damit auch für Einfamilienfamilienhäuser. Deren Wärmeleistung ist regulierbar bis hinunter auf etwa 3 kW. Die erforderliche Kesselleistung entspricht der Norm-Heizlast, gegebenenfalls mit Zuschlägen für Wassererwärmung und verbundene Systeme.

Weitere Hinweise zur Planung von Pellets-Feuerungen finden sich auf der Webseite www.propellets.ch.

3.2 SPEICHER

Wenn die Kesselnennleistung der erforderlichen Kesselleistung entspricht, so erübrigt sich ein Speicher, sofern die Leistung in einem Bereich von 30 % bis 100 % geregelt werden kann. Wird die Pellet-Feuerung mit einer Solaranlage kombiniert, ist ein Speicher sinnvoll.

3.3 BRENNSTOFFLAGERUNG UND BESCHICKUNG

Der Pellets-Lagerraum muss trocken, dicht und massiv sein und die Brandschutzvorschriften einhalten. Auch hier sind die VKF-Richtlinien massgebend. Der Lagerraum sollte an einer Aussenwand liegen, so wird die Füllschlauchlänge kurz gehalten (Maximum 30 m). Die Zufahrt für das Tankfahrzeug muss gewährleistet sein. Befüll- und Retourstutzen sind mit Kupplungen versehen. Die Retouröffnung soll auch bei maximalem Füllstand freiliegend sein. Eine Prallplatte aus Kunststoff sollte vor der dem Befüllstutzen gegenüber liegenden Wand angebracht werden.

Die automatische Brennstoffzufuhr ab Silo erfolgt mittels Transportschnecke. Es sind auch pneumatische Transportsysteme im Einsatz, mit ihnen lassen sich Distanzen zwischen Silo und Kessel von bis zu 20 m überwinden. Der Lagerraum sollte bei kleinen Anlagen etwa eine Jahresbrennstoffmenge Pellets fassen. Dessen Volumen kann wie folgt abgeschätzt werden [2]:

$$V_{\text{Lager}} = \Phi_{\text{HL}} \cdot 0,9 \text{ m}^3/\text{kW}$$

V_{Lager} Lagerraumvolumen in m^3

Φ_{HL} Norm-Heizlast in kW

Das Lagerraumvolumen kann meistens nur zu etwa drei Vierteln gefüllt werden werden.

Beispiel Bestimmung Lagervolumen

Norm-Heizlast $\Phi_{\text{HL}} = 31 \text{ kW}$

→ Lagerraumvolumen = 28 m^3

→ Nutzbares Volumen = 21 m^3

4 HINWEISE

Der Energieinhalt von Scheitholz, Holzschnitzel und Pellets wird häufig auf den Heizwert NCV (früher als unterer Heizwert H_u bezeichnet) bezogen. Alle Angaben bezüglich Energieinhalt beziehen sich auf den Brennwert GCV (früher als oberer Heizwert H_o bezeichnet).

Beachten Sie bei der Planung und Ausführung die aktuellen Brandschutzvorschriften [4].

5 LITERATUR

- [1] SN EN 303-5:2012 Heizkessel – Teil 5, Heizkessel für feste Brennstoffe, manuell und automatisch beschickte Feuerungen, Nenn-Wärmeleistung bis 500 kW – Begriffe, Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung
- [2] SIA 384/1: Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen, SIA Zürich 2009. www.sia.ch
- [3] Holzenergie Schweiz, Zürich, www.holzenergie.ch
- Reglement CH-Qualitätssiegel, 2011
 - Konformitätserklärung für handbeschickte Kessel, 2013
- [4] VKF Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, www.praever.ch
- Brandschutznorm
 - Brandschutzrichtlinie Wärmetechnische Anlagen
 - Erläuterungen zu Cheminées, Spänefeuerungen, Schnitzelfeuerungen und Pelletsfeuerungen
- [5] SUVA Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, suva.ch
- Nr. 67006 Checkliste Grünschnitzelsilo
 - Nr. 67007 Checkliste Holzspänesilo

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 für die Anlage optimiert und im Regelgerät eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine allfällige Nachtabsenkung oder -abschaltung ist bei tiefer Aussentemperatur eliminierbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Benutzer hat die Möglichkeit einzelne Parameter selbstständig zu optimieren, insbesondere kann er die Heizkurve einstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeder hydraulische Kreis wird am Vor- und Rücklauf mit Bezeichnungsschildern und Temperaturanzeigen ausgerüstet, beim Speicher werden auf verschiedenen Höhen Temperaturanzeigen installiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zur Überwachung sind Abgasthermometer, Betriebsstundenzähler und möglichst auch ein Durchflussenergiezähler eingebaut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bei Feuerungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle wird die Verbrennungsluft direkt dem Kessel zugeführt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Wärmeverteilung	ja	nein
Sämtliche Leitungen, Armaturen, Speicher und Wassererwärmer werden gemäss den Vorschriften gegen Wärmeverluste gedämmt.	<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 (Thermostatventile oder Raumthermostaten) ausgerüstet, es wäre denn, die Vorlauftemperatur beträgt höchstens 30°C.	<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 bzw. den optimalen Förderdruck eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 Wassererwärmung	ja	nein
Die Ladezeiten werden durch eine Fachperson gemäss der vorgesehenen Ladestrategie eingestellt.	<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 zwecks Energieoptimierung:		
• sämtliche Leistungsdaten kontrolliert,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen (Zeiten, Temperaturen, Stufen) nach der Auslegungs-Berechnung eingestellt,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der hydraulische Abgleich der Wärmeverteilung und Wärmeabgabe durchgeführt und die Anlage entlüftet,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Kunde wird instruiert bezüglich:		
• Funktion von Brennstoffzufuhr, Heizkessel, Brenner, Umwälzpumpe, Regulierung, Wassererwärmer und Wärmeabgabe,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• den sicherheitstechnischen Einrichtungen (Sicherheitsventil, Füllmenge/Manometer, Ausdehnungsgefäß),	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Betriebsoptimierung und Energiebuchhaltung,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• dem Verhalten bei Störungen,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der Einstellung der Raumtemperatur an den Thermostatventilen.	<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.

GAS- UND ÖLHEIZUNGEN

**DIMENSIONIERUNGSHILFE
LEISTUNGSGARANTIE**

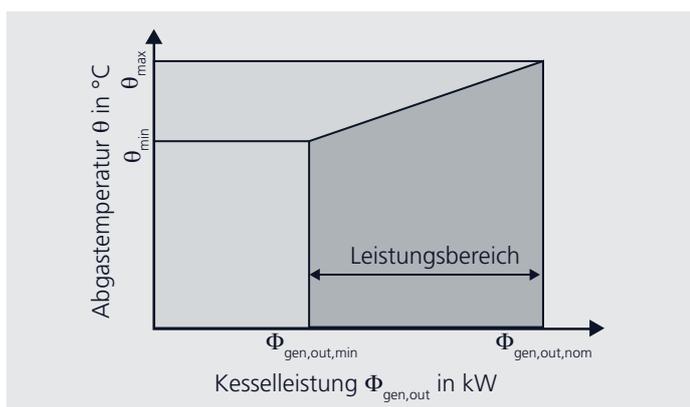
1 DIMENSIONIERUNG GAS- ODER ÖLKESSEL

Die erforderliche Kesselleistung $\Phi_{\text{gen,out}}$ entspricht der Norm-Heizlast Φ_{HL} , gegebenenfalls mit Zuschlägen für Wassererwärmung und verbundene Systeme [1]. Jeder Heizkessel hat einen zulässigen Leistungsbereich. Je höher die Leistung mit welcher ein bestimmter Kessel betrieben wird, desto höher sind auch die Abgastemperatur und die Verluste (→ Abgastemperaturdiagramm). Aus energetischer Sicht ist deshalb anzustreben:

- diejenige Betriebsweise, welche gerade noch die erforderliche Kesselleistung erbringt.
- denjenigen Kesseltyp mit den tiefsten Abgas- und Bereitschaftsverlusten.

Es sind kondensierende Gas- und Ölkessel (Brennwertkessel) einzusetzen [1]. Dies gilt beim Kesslersatz selbst dann, wenn in Folge nötiger, hoher Vorlauftemperaturen zeitweise keine Kondensation eintritt. Im weiteren sollen, soweit verfügbar, modulierende Brenner verwendet werden. Gegenüber konventionellen Kesseln haben solche Kessel um mindestens 6 % (Öl) bzw. 11 % (Gas) bessere Wirkungsgrade. Beim Kesslersatz sollte der Heizkessel möglichst so gewählt werden, dass die Leistung nach einer allfälligen kommenden wärmetechnischen Verbesserung der Gebäudehülle noch reduziert werden kann.

Bei der Inbetriebnahme des Kessels ist sicherzustellen, dass die Kesselleistung auf den ermittelten Wert eingestellt wird und nicht einfach auf die Kesselnennleistung.



Abgastemperaturdiagramm

2 VERBRENNUNGSLEISTUNG

Zur Einstellung der benötigten Kesselleistung $\Phi_{\text{gen,out}}$ oder zur Bemessung der Gaszuleitung wird die Verbrennungsleistung benötigt (auch als Feuerungswärmeleistung oder Brennerleistung bezeichnet):

$$\Phi_{\text{gen,in}} = \Phi_{\text{gen,out}} / \eta_{\text{gen}}$$

$\Phi_{\text{gen,in}}$ einzustellende Verbrennungsleistung, bezogen auf den Brennwert GCV, in kW

$\Phi_{\text{gen,out}}$ erforderliche Kesselleistung in kW

η_{gen} Kesselwirkungsgrad, bezogen auf den Brennwert GCV

Für Abschätzungen kann der Kesselwirkungsgrad $\eta_{\text{gen}} = 0,9$ gesetzt werden.

2.1 HINWEISE

- Der Energieinhalt des Gases wurde von den Versorgungsunternehmen schon immer auf den Brennwert GCV (früher als oberer Heizwert H_o bezeichnet) bezogen.
- Nach SIA 384/1:2009 [1] wird die Verbrennungsleistung bei allen Verbrennungssystemen auf den Brennwert GCV bezogen.
- Wenn Wirkungsgrade über 100 % angegeben werden, so handelt es sich offensichtlich um Angaben nach alter Norm.
- Bei einem Kesslersatz müssen die aktuellen Brandschutzvorschriften eingehalten werden.
- Die kantonalen Energievorschriften müssen eingehalten werden.

3 LITERATUR

3.1 NORMEN UND RICHTLINIEN

[1] 384/1: Heizungsanlagen in Gebäuden – technische Anforderungen. SIA Zürich 2009. www.sia.ch

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 für die Anlage optimiert und im Regelgerät eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine allfällige Nachtabsenkung oder -abschaltung ist bei tiefer Aussentemperatur eliminierbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Benutzer hat die Möglichkeit einzelne Parameter selbstständig zu optimieren, insbesondere kann er die Heizkurve einstellen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jeder hydraulische Kreis wird am Vor- und Rücklauf mit Bezeichnungsschildern und Temperaturanzeigen ausgerüstet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zur Überwachung sind Abgasthermometer, Brennstoffdurchflusszähler und Betriebsstundenzähler eingebaut.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bei Feuerungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle wird die Verbrennungsluft direkt dem Kessel zugeführt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Wärmeverteilung	ja	nein
Sämtliche Leitungen, Armaturen, Speicher und Wassererwärmer werden gemäss den Vorschriften gegen Wärmeverluste gedämmt.	<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 (Thermostatventile oder Raumthermostaten) ausgerüstet, es wäre denn, die Vorlauftemperatur beträgt höchstens 30 °C.	<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 bzw. den optimalen Förderdruck eingestellt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5 Wassererwärmung	ja	nein
Die Ladezeiten werden durch eine Fachperson, gemäss der vorgesehenen Ladestrategie eingestellt.	<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 zwecks Energieoptimierung:		
• sämtliche Leistungsdaten kontrolliert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen (Zeiten, Temperaturen, Stufen) nach der Auslegungsberechnung eingestellt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

• der hydraulische Abgleich der Wärmeverteilung und Wärmeabgabe durchgeführt und die Anlage entlüftet,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen im Inbetriebnahmeprotokoll festgehalten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Kunde wird instruiert bezüglich:		
• Funktion von Brennstoffzufuhr, Heizkessel, Brenner, Umwälzpumpe, Regulierung, Wassererwärmer und Wärmeabgabe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• den sicherheitstechnischen Einrichtungen (Sicherheitsventil, Füllmenge/Manometer, Ausdehnungsgefäss)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Betriebsoptimierung und Energiebuchhaltung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• dem Verhalten bei Störungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• der Einstellung der Raumtemperatur an den Thermostatventilen	<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.

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.

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

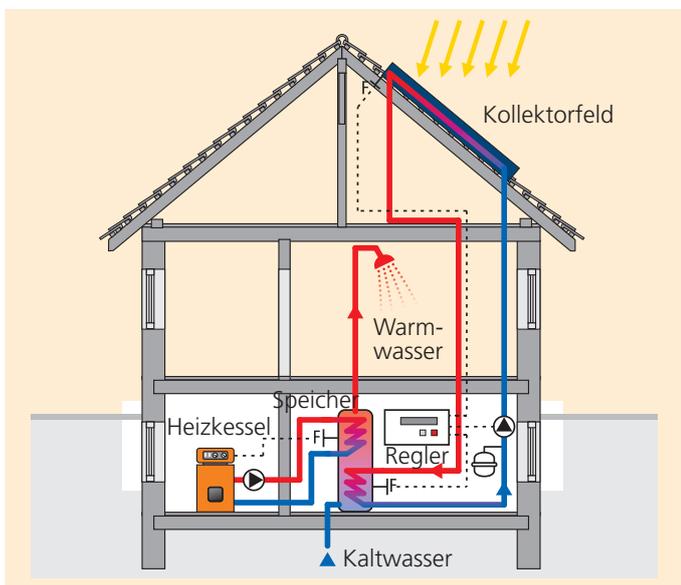
zusätzliche Wärmequelle ist direkt im Solarsystem integriert, oder es besteht eine Verbindung zum Wärmeerzeuger. Die möglichen Systemkonzepte sind im «Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen» [2] zusammengestellt.

Typische Kollektorerträge für die Wassererwärmung mit verglasten Flachkollektoren

Deckungsgrad	Standort Mittelland	Standort Alpenraum
Hoher Deckungsgrad (mindestens 60 %)	350 kWh/m ² a bis 450 kWh/m ² a	400 kWh/m ² a bis 500 kWh/m ² a
Mittlerer Deckungsgrad (30 % bis 60 %)	400 kWh/m ² a bis 550 kWh/m ² a	500 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 (Absorberfläche). Bei Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren liegen die Erträge um 10% bis 30% höher.

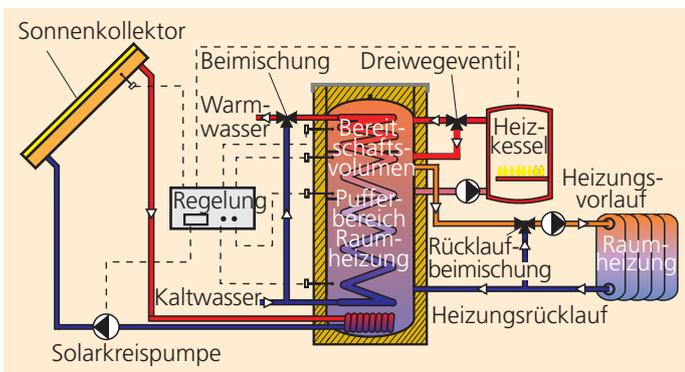
Faustregel: Pro Person wird ein Quadratmeter Kollektornutzfläche benötigt. Damit kann rund die Hälfte des Warmwasserbedarfs abgedeckt werden.



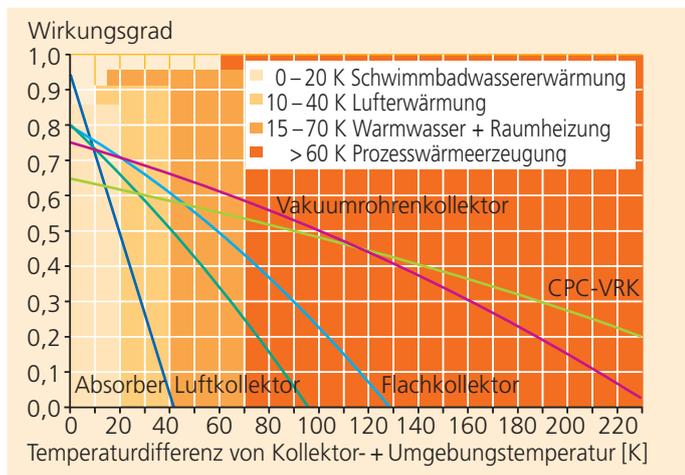
Der Speicher für das Warmwasser wird im Sommer fast ausschliesslich mithilfe der Sonnenkollektoren aufgeladen.

1.2 SOLARE WASSERERWÄRMUNG UND HEIZUNGS-UNTERSTÜTZUNG

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



2 KOMPONENTEN THERMISCHER SONNENERGIEANLAGEN

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 Absorberfläche mit leistungsschwächeren Kollektoren gegen etwas weniger Absorberfläche mit teureren und leistungsstärkeren Kollektoren.

Beispiel: Gewünscht sind Erwärmung des Brauchwassers und Heizunterstützung.

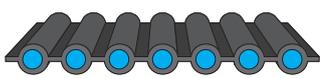
Je nach Deckungsgrad der Anlage befindet man sich am oberen oder unteren Ende des Bereiches der Temperaturdifferenz von 15 K bis 70 K. Entsprechend kann der geeignete Kollektortyp ausgewählt werden. Vakuumröhrenkollektoren weisen den besten Nutzungsgrad auf, falls hohe Deckungsgrade für den Winterbetrieb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

Wirkungsgradkennlinien der verschiedenen Kollektorarten und ihrer Einsatzbereiche.

Unverglaste Kollektoren

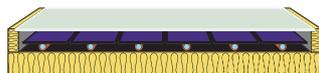


Kunststoffabsorber



Edelstahlabsober

Flachkollektoren



Standardflachkollektor



Vakuumflachkollektor (mit Abstandhaltern)



Luftkollektor

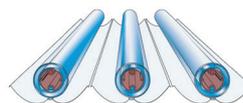
Vakuumröhrenkollektoren



Komplettglasröhre



Standardröhre



CPC-Röhre

Bauarten von Sonnenkollektoren.

Speicher

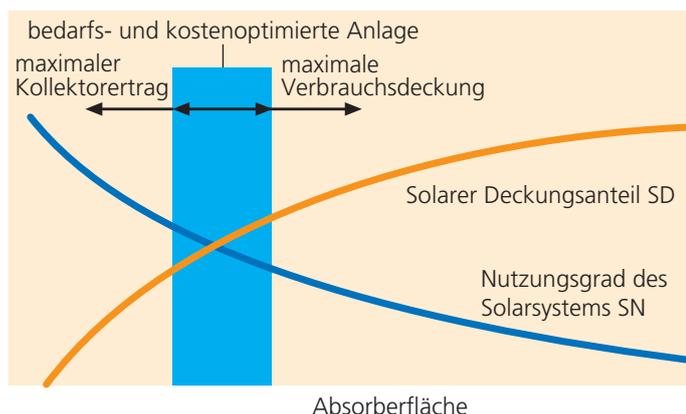
Der Wärmespeicher überbrückt die zeitliche Verschiebung zwischen Angebot und Nachfrage an Wärme. Die minimale Grösse des Speichers ist ein Teil des Überhitzungskonzepts. Grundsätzlich gilt: Je besser die zeitliche Übereinstimmung zwischen dem Sonnenenergieangebot und der Wärmenachfrage ist, desto bessere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



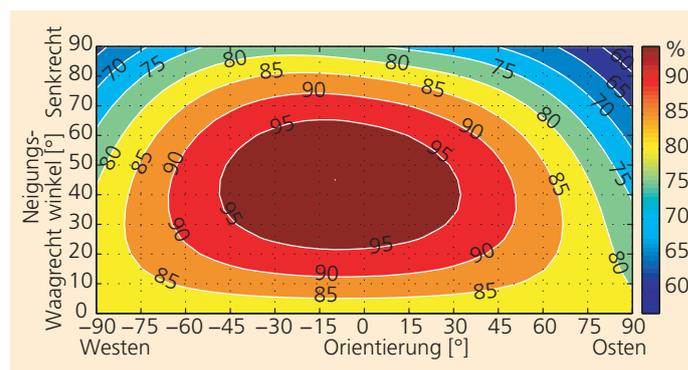
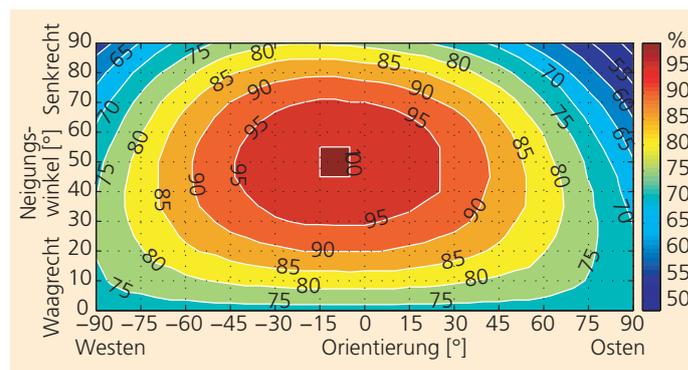
Sonnenkollektoranlagen können bezüglich Nutzungsgrad, Deckungsanteil oder Kosten optimiert werden.

Frostschutz, Überdrucksicherungen, Wärmeträger, Temperaturbeständigkeit, Materialwahl und die ordnungsgemässe Einbindung in die übrige Haustechnik.

3.1 PLATZIERUNG DER KOLLEKTOREN (NEIGUNG, AUSRICHTUNG)

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.



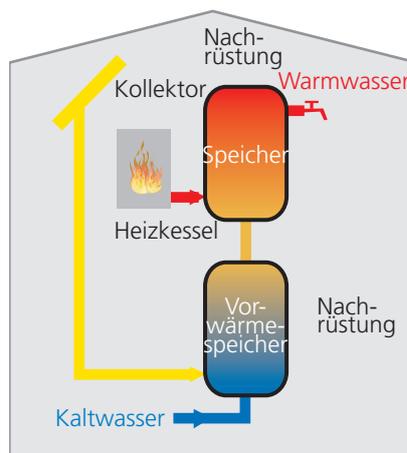
Reduktion des Kollektorfeldertrages bei Abweichung von der optimalen Ausrichtung. Am Beispiel einer Heizungsunterstützung mit 26% Deckungsgrad (oben) und einer Warmwasseranlage mit 63% Deckungsgrad (unten).

3.2 INTEGRATION IN DIE HAUSTECHNIK

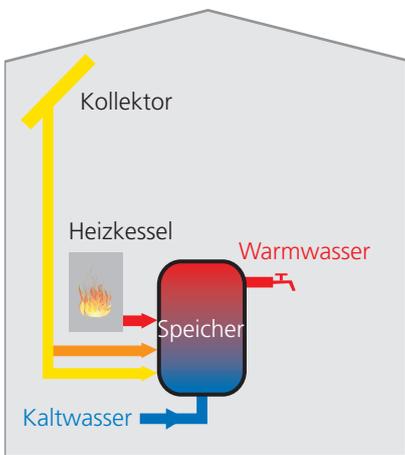
Für die Integration des Heizungs- und Warmwassersystems in die Haustechnik gibt es eine Vielzahl von Systemen (System A bis E). Die Auswahl ist den örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Die Erträge von Solaranlagen werden durch tiefe Betriebstemperaturen gesteigert. Der Heizungsrücklauf sollte deshalb 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 Bypässen (d. h. auch keine Einrohrheizung)

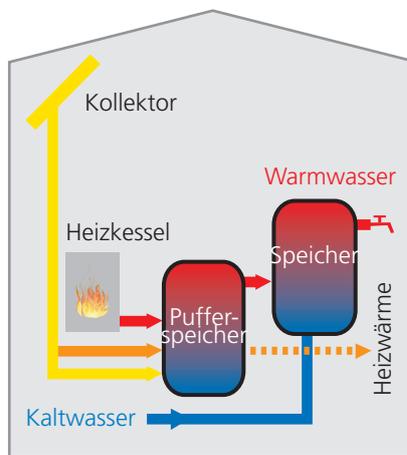
Weitere Planungshinweise sind im «Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen» [2] zu finden. In jedem Fall müssen die Kollektoren der Norm SN EN 12975 «Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile» [1] entsprechen. Allfällige Förderbeiträge sind in der Regel an die Normerfüllung gekoppelt.



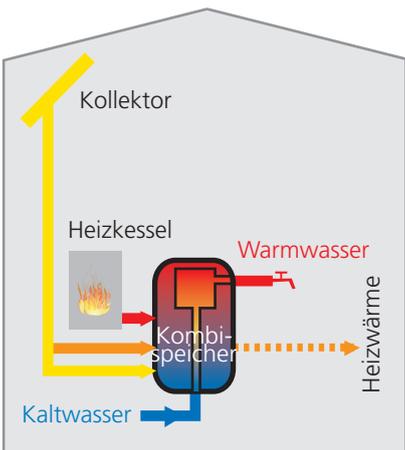
System A: System mit Vorwärmespeicher
2 Speicher: solarer Vorwärmespeicher und Bereitschaftsspeicher; einfache Aufteilung auf mehrere Speicher (Platzierung); einfache Nachrüstung.



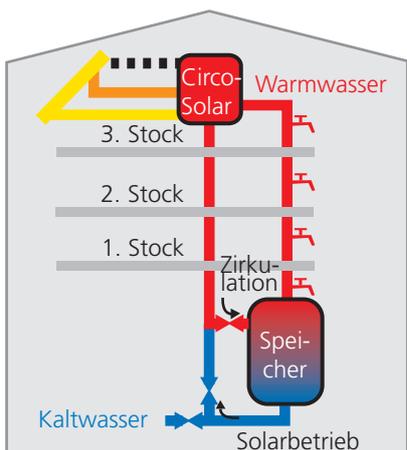
System B: 1-Speicher-System
Vorwärmespeicher und Bereitschaftsspeicher in einem Speicher; geringerer Platzbedarf und geringe Wärmeverluste; geeignet, wenn bestehende Speicher ersetzt werden müssen.



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.

4 VALIDIERTE LEISTUNGSGARANTIE (VLG) SONNENKOLLEKTOREN

Swissolar bietet als Alternative zu dieser Leistungsgarantie eine «Validierte Leistungsgarantie Sonnenkollektoren» an. Als zusätzliche Leistung gegenüber der Leistungsgarantie Sonnenkollektoren wird bei der validierten Leistungsgarantie die Solaranlage auf ihre Dimensionierung überprüft und der Ertrag plausibilisiert. Die Validierte Leistungsgarantie wird in erster Linie von den Solarprofis® (www.solarprofis.ch) eingesetzt. Sie kann aber auch von anderen Nutzern angewendet werden. Link zur Validierten Leistungsgarantie: www.qm-solar.ch

5 LITERATUR

[1] SN EN 12975 Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile

[2] Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen. Der Leitfaden kann bestellt werden bei: www.swissolar.ch/services/shop-downloads

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 oder nach dem Qualitätssiegel Solar Keymark zertifiziert.	<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 «Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen» und den kantonalen Energiegesetzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Solarkreislaufpumpe entspricht den «Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Einbindung ins Warmwassersystem	ja	nein
Die Solaranlage wird gemäss den «Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen» 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 «Swissolar-Leitfaden Solarthermische Anlagen» 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 Installation	ja	nein
Die Hauszugänge wurden geprüft (z. B. Einbringen des Speichers und Aufbringen der Kollektoren).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Absturzsicherung ist Bestandteil der Offerte und gewährleistet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Notwendige Maurerarbeiten, Kernbohrungen, elektrische Arbeiten sind Bestandteil der Offerte.	<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"/>
• die Inbetriebnahme durchgeführt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• sämtliche Einstellungen (Zeiten, Temperaturen, Stufen) nach der Auslegungsberechnung 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"/>

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"/>

7 Unterschriften

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

ÜBERSICHT UND BESTELLSCHEIN

DOWNLOAD

Als PDF-Datei im Web verfügbar

www.leistungsgarantie.ch



Gesamtausgabe Leistungsgarantie

Leistungsgarantie Haustechnik (56 Seiten)

Allgemeine Informationen

Gebrauchsanweisung (1 Seite)

Ermittlung der Heizleistung (5 Seiten)

Dimensionierungshilfe Umwälzpumpen (4 Seiten)

Komfortlüftung

Dimensionierungshilfe (9 Seiten)

Leistungsgarantie (3 Seiten)

Abnahmeprotokoll (4 Seiten)

Wärmepumpen

Dimensionierungshilfe (2 Seiten)

Leistungsgarantie (2 Seiten)

Holzheizungen

Dimensionierungshilfe (4 Seiten)

Leistungsgarantie (2 Seiten)

Gas- und Ölheizungen

Dimensionierungshilfe (1 Seite)

Leistungsgarantie (2 Seiten)

Sonnenkollektoren

Dimensionierungshilfe (5 Seiten)

Leistungsgarantie (2 Seiten)

Download

www.leistungsgarantie.ch

www.energieschweiz.ch

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern
Infoline 0848 444 444, www.energieschweiz.ch/beratung
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

MINERGIE®


suissetec



energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.