

# Dimensionierung von Holz-Zentralheizungen

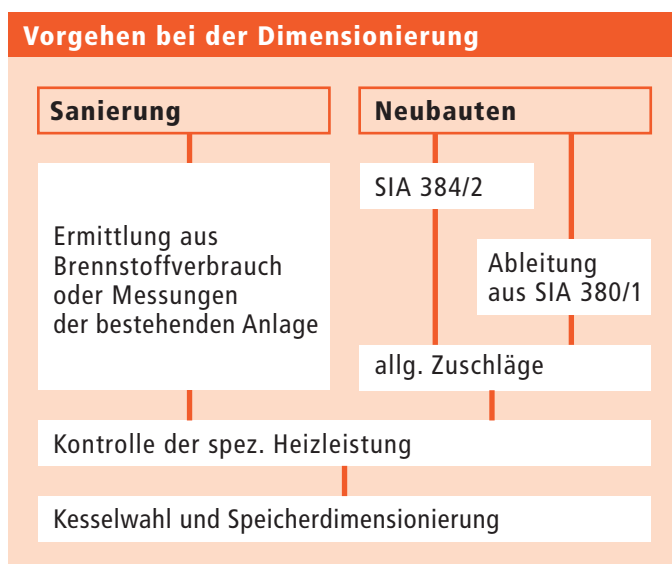
## 1 Einleitung

Die korrekte Dimensionierung von Holz-Zentralheizungen ermöglicht einen energiegerechten Betrieb von Heizanlagen. Sie bildet einen wichtigen Beitrag an die rationelle Energienutzung in Gebäuden.

Dieses Merkblatt richtet sich vor allem an Fachleute der Heizungsbranche.

## 2 Vorgehen

Das untenstehende Schema zeigt das Vorgehen für die Dimensionierung von Holz-Zentralheizungen in bestehenden Gebäuden und Neubauten.



## 3 Sanierungen

Bei einer Sanierung können die notwendigen Anforderungen an eine Holz-Zentralheizung entweder auf der Basis des durchschnittlichen Jahres-Brennstoffverbrauchs oder durch Auslastungsmessungen bestimmt werden.

## 3.1 Ermittlung der Heizleistung aus dem Brennstoff- oder Stromverbrauch

### 3.1.1 Ersatz von Öl- oder Gaskessel

Die erforderliche Heizleistung kann nach Weiersmüller [1] auf Grund des jährlichen Brennstoffverbrauchs mit nachfolgenden Formeln berechnet werden. Sie entsprechen dem Diagramm bzw. der Bemessungsscheibe nach Weiersmüller. Die Berechnungen basieren auf 20 °C Raumlufttemperatur. Sie ergeben speziell für Wohnbauten mit Kesselleistungen bis 100 kW gute Resultate.

Es gilt zu beachten, dass diese Formeln auf Wohnbauten zugeschnitten sind, die mit einer üblichen Wärmedämmung und einer Heizkesselanlage mit einem Jahreswirkungsgrad zwischen 70 und 85% ausgerüstet sind. Bei bestehenden Kesseln mit extrem schlechten Wirkungsgraden (< 70%) kann die Berechnung zu einer Überdimensionierung führen.

### Mittelland

**Mit Warmwasser<sup>1)</sup>**  

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{300^{4)}}$$

**Ohne Warmwasser<sup>2)</sup>**  

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{265^{4)}}$$

### Über 800 m ü.M.

**Mit Warmwasser<sup>1)</sup>**  

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{330^{4)}}$$

**Ohne Warmwasser<sup>2)</sup>**  

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{295^{4)}}$$

$\dot{Q}_{H,erf}$  = erforderliche Heizleistung bei Auslegetemperatur [kW]

1) Warmwasseraufbereitung ganzjährig mit Kessel

2) Warmwasseraufbereitung ganzjährig elektrisch

3) in Liter Öl (1 kg Öl entspricht ca. 1.19 Liter)  
(1 Betriebs-m<sup>3</sup> Gas entspricht ca. 0.93 Liter Öl)

4) Umrechnungsfaktor

## Berechnungsbeispiel

**Objekt:** MFH (Mittelland), Energiebezugsfläche EBF 400 m<sup>2</sup>, gut wärmedämmt, mit ganzjähriger Wassererwärmung. Der durchschnittliche Jahresverbrauch beträgt 5280 Liter Öl.

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{5280}{300} = 17.6 \text{ kW}$$

Die erf. Heizleistung beträgt somit rund **18 kW**.

Zur Kontrolle kann die spezifische Heizleistung verwendet werden.

$$\frac{18\,000 \text{ W}}{400 \text{ m}^2} = 45 \text{ W/m}^2$$

Die errechneten 45 W/m<sup>2</sup> liegen im Bereich für gut wärmedämmte bestehende Wohnhäuser und sind damit bestätigt (vergleiche Kapitel 6).

## Berechnungsbeispiel

**Objekt:** Bauernwohnhaus (Mittelland) angebaut an Ökonomiegebäude, Energiebezugsfläche EBF 160 m<sup>2</sup>, Estrichboden gut wärmedämmt, dichte DV-Fenster. Der durchschnittliche Jahresverbrauch beträgt 24 Ster Weichholz (Fichte).

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{24}{2.5} = 9.6 \text{ kW}$$

Die erf. Heizleistung beträgt somit rund **10 kW**.

$$\frac{10\,000 \text{ W}}{160 \text{ m}^2} = 62.5 \text{ W/m}^2 \text{ spezifischer Wärmeleistungsbedarf}$$

Die errechneten 62.5 W/m<sup>2</sup> liegen im Bereich für herkömmlich wärmedämmte Wohnhäuser und sind damit bestätigt (Vergleiche Kapitel 6).

In folgenden Fällen liefern die Formeln nur ungenaue Resultate, zusätzlich sind Abklärungen über allfällige Korrekturen nötig (vgl. auch Kap. 5):

- Grosser Warmwasserverbrauch (z.B. in Grossküchen, Sportanlagen)
- Überdurchschnittliche Wärmegewinne durch Sonne (Passivolarhäuser), Elektrogeräte usw.
- Zeitlich eingeschränkte Nutzung
- Temperaturabsenkung über das Wochenende
- Lüftungs- und Klimaanlage
- Prozesswärme

### 3.1.2 Ersatz Stückholzkessel

Die erforderliche Heizleistung kann auf Grund des jährlichen Brennstoffverbrauchs mit nachfolgenden Formeln berechnet werden. Die Berechnungen basieren auf 20 °C Raumlufttemperatur inklusive Warmwasseraufbereitung während der Heizperiode und beziehen sich auf ältere Holz-Zentralheizungen mit einem Jahresnutzungsgrad um  $\eta_A = 50\%$ . Neue optimal dimensionierte Holz-Zentralheizungen weisen einen Jahresnutzungsgrad um  $\eta_A = 65\text{--}70\%$  auf. Der Ersatz einer alten Holz-Zentralheizung kann den Brennstoffbedarf bedeutend reduzieren.

#### Mittelland

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{1.8^{4)}} \text{ Holzsort. Hartholz}^{1)}$$

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{2.5^{4)}} \text{ Holzsort. Weichholz}^{2)}$$

#### Über 800 m ü.M.

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{2^{4)}} \text{ Holzsort. Hartholz}^{1)}$$

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{2.8^{4)}} \text{ Holzsort. Weichholz}^{2)}$$

$\dot{Q}_{H,erf}$  = erforderliche Heizleistung bei Auslegetemperatur [kW]

<sup>1)</sup> Hartholz: Buche, Eiche, Esche, Obstbäume usw.

<sup>2)</sup> Weichholz: Fichte, Tanne, Föhre, Pappel usw.

<sup>3)</sup> in Ster (3 m<sup>3</sup> Hackholz = 1 Ster Stückholz)

<sup>4)</sup> Umrechnungsfaktor

In folgenden Fällen liefern die Formeln nur ungenaue Resultate. Es sind Abklärungen über allfällige Korrekturen notwendig bei:

- einem Jahresnutzungsgrad  $\eta_A$  der bestehenden zu ersetzenden Holz-Zentralheizung, welcher wesentlich höher als bei  $\eta_A = 50\%$  liegt;
- überdurchschnittlichen Wärmegewinnen durch Sonne (Passivolarhäuser, Sonnenkollektoren zur Heizungsunterstützung), Elektrogeräte usw.;
- zeitlich eingeschränkter Nutzung.

### 3.1.3 Ersatz Elektrowiderstandsheizung

Die erforderliche Heizleistung kann gemäss jährlichem Stromverbrauch für Heizung und Warmwasser mit nachfolgenden Formeln berechnet werden. Kann der Verbrauch nicht via Zähler ermittelt werden, so ist der Leistungsbedarf nach Pkt. 4.2 analog für Neubauten zu ermitteln.

Die Berechnungen basieren auf 20 °C Raumlufttemperatur.

#### Mittelland

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Stromverbrauch}^{1)}}{2100^{2)}} \text{ Über 800 m ü.M.}$$

#### Über 800 m ü.M.

$$\dot{Q}_{H,erf} = \frac{\text{Stromverbrauch}^{1)}}{2300^{2)}} \text{ Über 800 m ü.M.}$$

$\dot{Q}_{H,erf}$  = erforderliche Heizleistung bei Auslegetemperatur [kW]

<sup>1)</sup> Stromverbrauch Heizen und Warmwasseraufbereitung [kWh]

<sup>2)</sup> Umrechnungsfaktor

#### 4.1 Heizleistungsbedarf nach Empfehlung SIA 384/2 Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden [2]

Mit dieser Methode wird für Neubauten oder bei umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierungen der Heizleistungsbedarf jedes beheizten Raums einzeln ermittelt. Die Berechnungen sind für die Dimensionierung der Heizkörper oder der Fussbodenheizung unerlässlich. Aus den einzelnen Räumen wird der Heizleistungsbedarf des gesamten Gebäudes bestimmt.

$$\dot{Q}_{t,a} = \sum (k_a \cdot A_a) \cdot (t_i - t_a)$$

$$\dot{Q}_{t,u} = \sum (k_u \cdot A_u) \cdot (t_i - t_u)$$

$$\dot{Q}_{t,E} = \sum (k_E \cdot A_E) \cdot (t_i - t_E)$$

$$\dot{Q}_l = f \cdot 0.3 \cdot V \cdot (t_i - t_a)$$

$$\dot{Q}_h = \dot{Q}_{t,a} + \dot{Q}_{t,u} + \dot{Q}_{t,E} + \dot{Q}_l$$

$\dot{Q}_h$  = Wärmeleistungsbedarf [W]

$\dot{Q}_{t,a}$  = Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen Aussenluft [W]

$\dot{Q}_{t,u}$  = Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen unbeheizt [W]

$\dot{Q}_{t,E}$  = Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen Erdreich [W]

$\dot{Q}_l$  = Lüftungs-Wärmeleistungsbedarf [W]

$k^{a,u,E}$  = Wärmedurchgangskoeffizient gegen aussen, unbeheizt, Erdreich [ $W/m^2K$ ]

$V$  = beheiztes Gebäudevolumen [ $m^3$ ]

$A^{a,u,E}$  = Fläche des Bauteils [ $m^2$ ]

$f$  = Faktor für Luftdichte und spez. Wärmekapazität  
Mittelland: 0.32; 1000 m ü.M.: 0.30;  
2000 m ü.M.: 0.26

0.3 = Luftwechselzahl [ $h^{-1}$ ]

$t_i$  = Raumlufttemperatur [ $^{\circ}C$ ]

$t_a$  = massgebende Aussenlufttemperatur [ $^{\circ}C$ ]

$t_u$  = Temp. Raum unbeheizt \*)

$t_E$  = Temp. Erdreich \*)

\*) Es sind die Temperaturen gemäss SIA 384/2 einzusetzen

#### 4.2 Ableitung des Heizleistungsbedarfs aus Empfehlung SIA 380/1 Energie im Hochbau [2]

Ist der Heizenergiebedarf  $\dot{Q}_h$  nach SIA 380/1 ermittelt worden, kann mit den dabei bestimmten Grundlagedaten ( $k$ -Werte und zugehörige Flächenauszüge sowie das beheizte Gebäudevolumen) der Heizleistungsbedarf  $\dot{Q}_h$  des Gebäudes einfach bestimmt werden.

**Hinweis:** Für die korrekte Dimensionierung der Heizkörper oder Fussbodenheizung ist eine Berechnung nach SIA 384/2 unerlässlich. Allfällige Lüftungsanlagen müssen ebenfalls gemäss SIA 384/2 berücksichtigt werden.

#### Berechnungsbeispiel

**Objekt:** EFH massiv, Energiebezugsfläche EBF 180  $m^2$ , beheiztes Volumen 360  $m^3$ ,  $\dot{Q}_h = 204$  MJ/ $m^2a$ , ohne Wassererwärmung, Standort Bern.

Flächen	k-Wert
• 110 $m^2$ Dach	0.25 $W/m^2K$
• 120 $m^2$ Aussenmauer	0.30 $W/m^2K$
• 30 $m^2$ Fenster inkl. Rahmen	1.60 $W/m^2K$
• 90 $m^2$ Boden gegen unbeh.	0.40 $W/m^2K$
• 30 $m^2$ Mauer gegen Erdreich	0.40 $W/m^2K$

#### Auslegungstemperaturen gemäss SIA 384/2

• Raumlufttemperatur	$t_i = 20$ $^{\circ}C$
• Aussenlufttemperatur	$t_a = -8$ $^{\circ}C$
• Temp. Garage/Keller	
• unbeheizt	$t_u = 5$ $^{\circ}C$
• Temperatur Erdreich	$t_E = 0$ $^{\circ}C$

Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen **Aussenluft:**

$$\dot{Q}_{t,a} = [(0.25 \cdot 110) + (0.3 \cdot 120) + (1.6 \cdot 30)] \cdot [20 - (-8)] = \mathbf{3122 W}$$

Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen **unbeheizt:**

$$\dot{Q}_{t,u} = (0.4 \cdot 90) \cdot (20 - 5) = \mathbf{540 W}$$

Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen Erdreich:

$$\dot{Q}_{t,E} = (0.4 \cdot 30) \cdot (20 - 0) = \mathbf{240 W}$$

Wärmeleistungsbedarf für die Lüftung:

$$\dot{Q}_l = (0.32 \cdot 0.3 \cdot 360) \cdot [20 - (-8)] = \mathbf{968 W}$$

Der gesamte Wärmeleistungsbedarf des Gebäudes errechnet sich wie folgt:

$$\dot{Q}_h = 3122 + 540 + 240 + 968 = \mathbf{4870 W}$$

Die Zuschläge für Aufheizung und Verluste der Wärmeverteilung betragen 15% (vergleiche Kapitel 5); somit resultiert als erforderliche Heizleistung

$$\dot{Q}_{H,erf.} = 4870 W \cdot 1.15 = \mathbf{5600 W}$$

Die spezifische Heizleistung errechnet sich wie folgt:

$$\frac{5600 W}{180 m^2} = \mathbf{45 W/m^2}$$

Zur Kontrolle vergleiche Angaben in Kapitel 6.

## 4 | 5 Allgemeine Zuschläge zum Wärmeleistungsbedarf $\dot{Q}_h$

Unter den allgemeinen Zuschlägen wird Folgendes verstanden:

- Wärmeleistung für die Wassererwärmung
- Deckung der Verluste der Wärmeverteilung
- Wärmeleistung für Lüftungstechnische Anlagen oder für Prozesswärme

### Wohngebäude:

In der Regel wird bei automatischen Holzfeuerungen (Schnitzel-, Pelletfeuerung) für die Wassererwärmung in Wohngebäuden kein Zuschlag gemacht. Bei Stückholz-Zentralheizungen mit Speicher muss der Bedarf für die Wassererwärmung mit berücksichtigt werden, dagegen entfällt der Zuschlag für das Wiederaufheizen nach der Nachtabenkung. Da die beiden Zuschläge in der gleichen Grösse sind, ist die erforderliche Heizleistung bei automatischen Holzfeuerungen (Schnitzel-, Pelletfeuerung) etwa in gleicher Grössenordnung wie bei einer Stückholz-Zentralheizung.

### Dienstleistungsgebäude:

Die meisten Dienstleistungsgebäude haben fast immer einen geringen Warmwasserbedarf. Ein diesbezüglicher Leistungszuschlag ist deshalb nicht notwendig. Allfällige Zuschläge für Lüftungs- und Klimaanlage sowie für Prozesswärme sind separat zu berechnen.

Für herkömmliche Wohn- sowie Nichtwohnbauten kann die notwendige Heizleistung somit wie folgt bestimmt werden:

$$\dot{Q}_{H,erf} = (1.10 \text{ bis } 1.15) \cdot \dot{Q}_h$$

$\dot{Q}_{H,erf}$  = erforderliche Heizleistung [kW]

$\dot{Q}_h$  = Wärmeleistungsbedarf [kW]

## 6 Kontrolle der Resultate

Zur Kontrolle der Resultate kann die spezifische Heizleistung herangezogen werden. Sie errechnet sich aus der Heizleistung dividiert durch die Energiebezugsfläche (beheizte Bruttogeschossfläche):

Gebäudetyp	W/m <sup>2</sup>
Herkömmlich wärmegeämmte Wohnhäuser	50 ... 70
Gut wärmegeämmte bestehende Wohnhäuser	40 ... 50
Neubauten gemäss heutigen Vorschriften	30 ... 40
Herkömmliche Dienstleistungsbauten	60 ... 80

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

## 7 Holzbrennstoffe

### Stückholz

Mit dem Betreiber des Stückholzkessels ist das Holzsortiment des Jahresbrennstoffbedarfs vor der Auswahl des Stückholzkessels genau nach folgender Liste festzulegen. Der zukünftige Jahresbrennstoffbedarf errechnet sich aus folgenden Formeln.

### Mittelland

Holzsort. Hartholz<sup>3)</sup>

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 1.4^2)$$

Holzsort. Weichholz<sup>4)</sup>

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 1.9^2)$$

### Über 800 m ü.M.

Holzsort. Hartholz<sup>3)</sup>

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 1.6^2)$$

Holzsort. Weichholz<sup>4)</sup>

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 2.1^2)$$

$\dot{Q}_{H,erf}$  = erforderliche Heizleistung bei Auslegetemperatur [kW]

1) Jahresbrennstoffbedarf in Ster Holz

2) Bedarfsfaktor

3) Hartholz: Buche, Eiche, Esche, Obstbäume usw.

4) Weichholz: Fichte, Tanne, Föhre, Pappel usw.

Der maximale Wassergehalt im Holzbrennstoff darf 20% nicht übersteigen. Die genauen Anforderungen sind mit dem Stückholzkesselhersteller abzuklären. Die ausgefüllte Liste ist dem Kesselhersteller vorzulegen. Dieser hat zu bestätigen, dass der Kessel für das vorgegebene Brennstoffsortiment geeignet ist und hat allfällige Einschränkungen schriftlich bekanntzugeben. Die maximale Stückholzlänge und Scheitdicke wird durch das gewählte Kesselprodukt vorgegeben.

### Hackschnitzel

Der zukünftige Jahresbrennstoffbedarf errechnet sich aus folgenden Formeln:

### Mittelland

Hartholz<sup>3)</sup> Wassergehalt  $w = 20 - 40\%$

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 3.2^2)$$

Weichholz<sup>4)</sup> Wassergehalt  $w = 20 - 40\%$

Schlagabraum Hartholz

Wassergehalt  $w = 20 - 40\%$

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 5.0^2)$$

### Über 800 m ü.M.

Hartholz<sup>3)</sup> Wassergehalt  $w = 20 - 40\%$

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 3.5^2)$$

Weichholz<sup>4)</sup> Wassergehalt  $w = 20 - 40\%$

Schlagabraum Hartholz

Wassergehalt  $w = 20 - 40\%$

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 5.5^2)$$

1) Jahresbrennstoffbedarf in Schüttkubikmeter (Sm<sup>3</sup>) Hackschnitzel

2) Bedarfsfaktor

3) Hartholz: Buche, Eiche, Esche, Obstbäume usw.

4) Weichholz: Fichte, Tanne, Föhre, Pappel usw.

Schnitzfeuerungen mit einer Feuerungsleistung < 70 kW eignen sich für Hackschnitzel, welche einen Wassergehalt von  $w < 40\%$  aufweisen.

**Pellets**

Der zukünftige Jahresbrennstoffbedarf Pellets errechnet sich aus folgenden Formeln:

**Mittelland**

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 650^2)$$

**Über 800 m ü.M.**

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf}^1) = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 720^2)$$

- 1) Jahresbrennstoffbedarf in Kilogramm Pellets (kg) Dichte: 650 kg/m<sup>3</sup>
- 2) Bedarfsfaktor

**8 Dimensionierung Holz-Zentralheizung**

**8.1 Stückholzkessel mit Speicher**

Die Auswahl des Stückholzkessels kann mit untenstehendem Nomogramm erfolgen, welches die folgenden Einflussgrößen miteinander verbindet.

$\dot{Q}_{H,erf}$  = erforderliche Heizleistung [kW] bei Auslegetemperatur (siehe Kapitel 3 bis 6)

$Q_{Hd}$  = täglicher Heizwärmebedarf bei Auslegetemperatur [kWh]

$Q_{Hd} = \dot{Q}_{H,erf} \cdot 18 \text{ h}$

**Bedienungskomfort**

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

**Standard**

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

**Komfort**

- Einmal beschicken bei Auslegetemperatur
- Der erhöhte Bedienungskomfort, von einmal statt zweimal bei Auslegetemperatur den Kessel beschicken zu müssen, hat eine Verdoppelung des Füllraums des Kessels mit entsprechend grösserem notwendigen Speicherinhalt zur Folge. Dies bewirkt erhöhte Umwandlungsverluste und reduziert somit den Jahresnutzungsgrad  $\eta_A$ .

**Auslegebeispiel Stückholzkessel**

Auf Grund der Daten im Berechnungsbeispiel Kapitel 3.1.2 wird der Stückholzkessel ausgewählt.

$\dot{Q}_{H,erf} = 10 \text{ kW}$  (wird eingetragen)

$Q_{Hd}$  beträgt 180 kWh

Bedienungskomfort: Standard

$Q_{Ch,erf} = 100 \text{ kWh}$

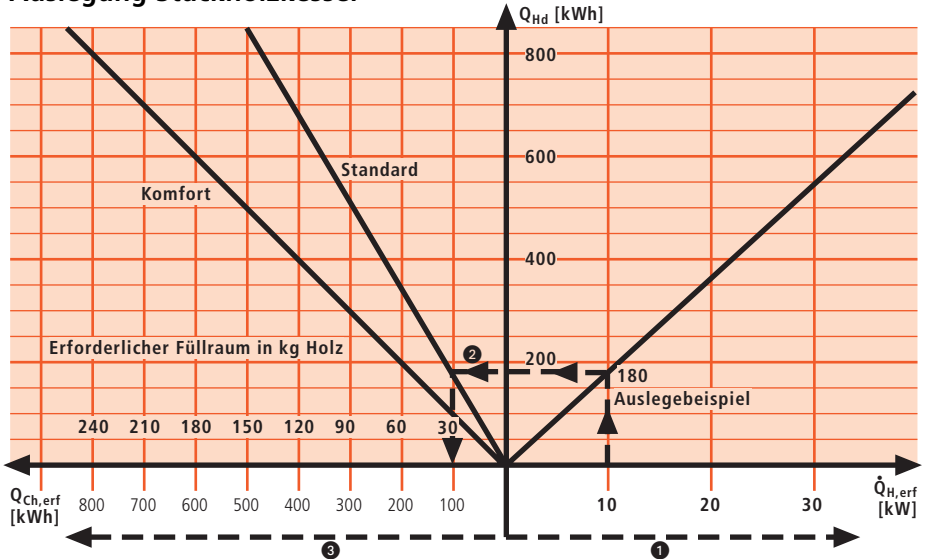
**Kesselwahl**

Kesselwahl anhand der Herstellerangaben: Stückholzkessel A mit den folgenden technischen Daten:

- Nutzwärmeabgabe pro Charge Weichholz
- $Q_{Ch} = 135 \text{ kWh}$ ; Anforderung  $Q_{Ch} > Q_{Ch,erf}$  damit erfüllt
- Nennwärmeleistung  $\dot{Q}_N = 24 \text{ kW}$
- kleinste Wärmeleistung gemäss Typenprüfung  $\dot{Q}_{min} = 12 \text{ kW}$

**Hinweis:** Für optimale Kesselauslegung nach Möglichkeit den Bedienungskomfort Standard festlegen.

**Auslegung Stückholzkessel**



$Q_{Ch,erf}$  = Erforderliche Nutzwärmeabgabe pro Charge respektive Kesselbeschickung

**Vorgehen**

- 1  $\dot{Q}_{H,erf}$  eintragen
- 2 Bedienungskomfort mit Betreiber festlegen
- 3 Auf Grund der Herstellerangaben denjenigen Kessel auswählen, welcher beim vorgegebenen Holzsortiment (siehe Kapitel 7) im Minimum pro Charge  $Q_{Ch,erf}$  abgeben kann oder den erforderlichen Füllraum aufweist.

## 6 | Speicherdimensionierung

Das minimale Speichervolumen  $V_{Sp}$  soll mit der Formel oder dem Diagramm der Norm CEN EN 303-5 bestimmt werden.

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

$V_{Sp}$  entspricht dem minimalen Speicherinhalt [l]

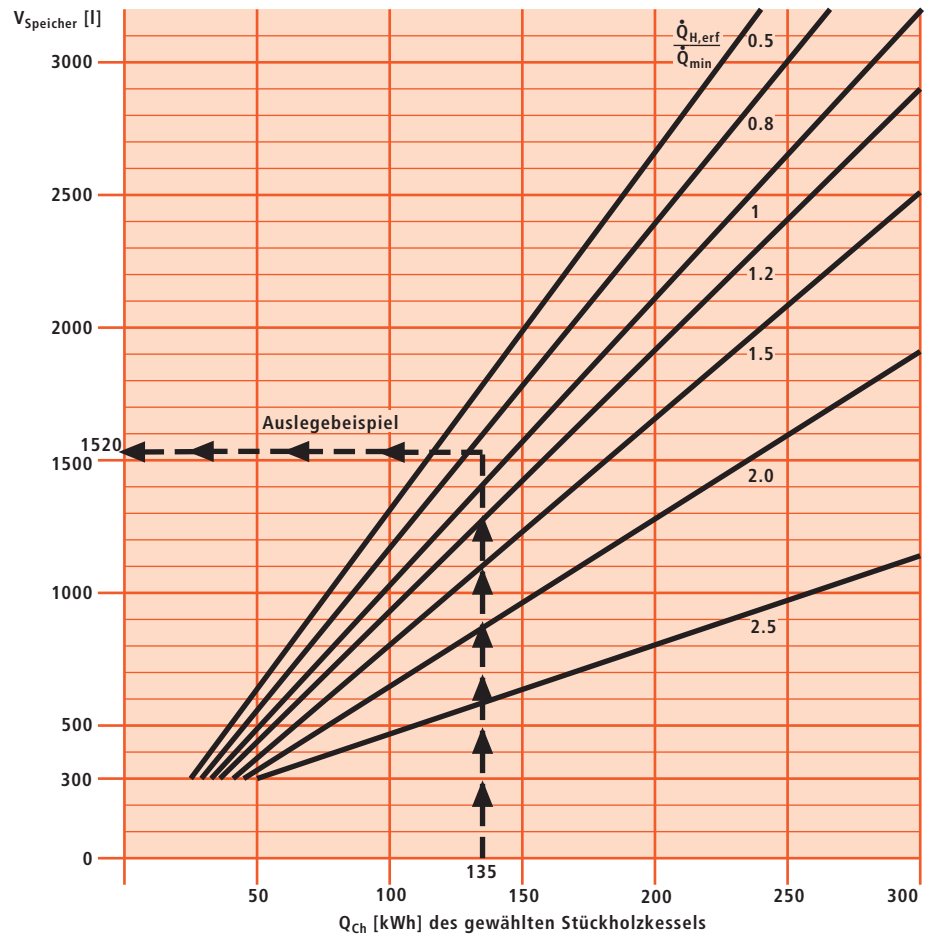
$\dot{Q}_N$  = Nennwärmeleistung [kW]

TB = Abbrandperiode [h]

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

$\dot{Q}_{H,erf}$  = erforderliche Heizleistung [kW]

$\dot{Q}_{min}$  = kleinste Wärmeleistung [kW], bei welcher die Emissionsanforderungen gemäss der CEN Anforderungen erfüllt werden. Bei leistungsgeregeltem Kessel liegt  $\dot{Q}_{min}$  heute ungefähr bei 50% der Kesselnennlast.



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

Der empfohlene Speicherinhalt gemäss Diagramm basiert auf einer angenommenen Temperaturspannung Speichervorlauf – Speicherrücklauf von 55 °C (z.B. 85 °C – 30 °C) bei einer Aussenlufttemperatur um +10 °C und einer erforderlichen Heizleistung  $\dot{Q}_{H,erf}$  von 30% der Heizleistung bei Auslegetemperatur. Für diese grosse Temperaturspannung ist es notwendig, dass die im Kapitel 9 vorgegebenen Kriterien eingehalten sind.

### Auslegebeispiel Speicherdimensionierung

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

$$\frac{\dot{Q}_{H,erf}}{\dot{Q}_{min}} = \frac{10 \text{ kW}}{12 \text{ kW}} = 0,83$$

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

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

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

## 8.2 Kesselwahl Schnitzelfeuerung, Pelletfeuerung

Die erforderliche Kesselleistung  $\dot{Q}_{K,erf}$  [kW] entspricht der erforderlichen Heizleistung  $\dot{Q}_{H,erf}$  [kW] gemäss Kapitel 3 und 5. Eine Überdimensionierung der Kesselleistung hat eine geringere Auslastung der Feuerungsanlage mit höheren Umwandlungsverlusten zur Folge.

Für einen optimalen Betrieb ist

- **eine Leistungsregelung** im Leistungsbereich von 30–100% erforderlich, da der Wärmeleistungsbedarf grossen Lastschwankungen unterworfen ist
- **die Installation einer automatischen Zündung** notwendig, welche den verlustreichen Glutbett-Unterhaltbetrieb eliminieren kann, da eine Wärmeproduktion der Schnitzelfeuerung oder Pelletfeuerung ca. nur während der halben Heizperiodenzeit (Nachtabsenkung, Übergangszeit) erforderlich ist.

## 9 Standardschaltungen für Stückholzkessel mit Speicher

Grundsätzlich ist der Einsatz von bewährten Standardschaltungen der Anlagesystemanbieter zu empfehlen. Für kombinierte Anlagensysteme mit Holzenergie- und Sonnenenergienutzung sind die Standardschaltungen im Swissolar-Ordner ENS, Register 5, Kapitel 5.3.3, Seite 3 und 4 [3], zu beachten. Die Standardschaltungen haben bei der hydraulischen Einbindung die nachstehenden Kriterien einzuhalten, um eine optimale Speicherbewirtschaftung zu erreichen.

### Wärmeabgabesystem

Als wichtigstes Kriterium sollte dabei ein möglichst tiefer Rücklauf angestrebt werden. Das bedingt, dass im ganzen Heizsystem kein Wasser vom Vorlauf direkt in den Rücklauf überströmen kann.

### Kesselkreis

Die Wärmeabgabe vom Kessel weg hat mit einer konstanten hohen Vorlauftemperatur zu erfolgen. Der Kessellieferant hat mit der Kesselregelung diese Bedingung einzuhalten. Eine Möglichkeit ist die Vorlaufkonstantregelung oder Rücklaufkonstantregelung mit Schiebung.

### Speicher

Damit der Speicher gut schichtet, sind die Speicheranschlüsse grosszügig zu wählen und mit Beruhigungsblechen im Speicherinnern zu versehen.

Alle Speicheranschlüsse sollten einen Siphon aufweisen, um Einrohrzirkulation vermeiden zu können; das heisst keine Speicheranschlüsse direkt nach oben oder horizontal.

Bezüglich der Wärmedämmung ist darauf zu achten, dass folgende Voraussetzungen eingehalten werden können um hohe Wärmeverluste zu vermeiden.

- Dicht anliegende Seitenwärmedämmung mit dichtem Anschluss an Speicherdeckelwärmedämmung, um jede mögliche Kaminwirkung ausschliessen zu können.
- Speicheranschlüsse bis zur Speicherwärmedämmung wärmedämmen.
- Mehrere Speicher sind in Serie anzuschliessen.

### Wassererwärmer

Die Brauchwassererwärmung kann vorzugsweise mit einem Wassererwärmereinsatz im Heizungsspeicher erfolgen oder mit einem separaten Wassererwärmer, welcher über einen genügend grossen innenliegenden Glattrohrwärmetauscher verfügt.

Damit der Speicher bei der Ladephase des separaten Wassererwärmers nicht zu stark umgeschichtet wird, können folgende Möglichkeiten umgesetzt werden:

- A: Rücklauf Wassererwärmer in die Speichermitte
- B: Rücklauf Temperaturbegrenzung auf  $<50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Der Ladevorgang wird beim Überschreiten der Rücklauf-temperatur abgebrochen.
- C: Durchflussbegrenzung im Wassererwärmerladekreislauf auf 150–250 l/h.

### Heizgruppe

Da der Speicher den Vor- und Rücklauf drucklos macht, ist die Heizgruppe als Dreiweg-Beimischschaltung auszuführen. Bei Niedertemperatur-Heizsystemen ist eine Überströmung mit einem Strangregulierventil im Wärmeabgabekreislauf einzubauen.

- Die konsequente Dämmung der Wärmeverteilungen, unter Beachtung der kantonalen Vorschriften, ergibt eine zusätzliche Leistungsreserve.
- Die eingestellten Regelparameter sollten in der Betriebsdokumentation eingetragen werden. Mit einem Wärmezähler lässt sich die Kessel-Heizleistung und Wärmeabgabe pro Charge auf einfache Weise nachkontrollieren.
- Allgemeine Angaben zu Holz als Energieträger sowie zu den Einsatzgebieten der wichtigsten Feuerungssysteme können dem Vademecum Holzenergie [4] entnommen werden.
- Zum Thema Dimensionierung von Wärmeerzeugern sind weitere Merkblätter erhältlich [5].

- [1] Weiersmüller R.: *Abbau der Energieverschwendung*. Anpassung der Kesselleistung mit der Bemessungsscheibe, Schweiz. Ingenieur und Architekt, 27–28/1980.
- [2] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein:
- Empfehlung 380/1 *Energie im Hochbau*, 1988
  - Norm 384/1 *Zentralheizungen*, 1991
  - Empfehlung 384/2 *Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden*, 1982
- Bezugsquelle:  
Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein,  
Postfach, 8039 Zürich, Tel. 01/283 15 60
- [3] SWISSOLAR: Solar-Ordner ENS  
Bezugsquelle:  
SWISSOLAR, Seefeldstrasse 5a, 8008 Zürich  
Tel. 01/250 88 33
- [4] Schweizerische Vereinigung für Holzenergie VHe:  
*Vademecum Holzenergie*  
Bezugsquelle:  
Schweizerische Vereinigung für Holzenergie VHe:  
Seefeldstrasse 5a, 8008 Zürich  
Tel. 01/250 88 11
- [5] Bundesamt für Energie, Bern  
Merkblätter:  
*Dimensionierung von Öl- und Gas-Heizkesseln*  
Bestell. Nr. 805.161 d  
*Dimensionierung von Wärmepumpen*  
Bestell. Nr. 805.161.1 d  
*Dimensionierung von Sonnenkollektoranlagen*  
Bestell. Nr. 805.161.3 d  
Bezugsquelle: Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern, Fax 031 322 39 75