

## **DIMENSIONIERUNG VON HOLZ-ZENTRALHEIZUNGEN**

Die folgenden Erklärungen richten sich an Installateure.

Die Informationen stammen vom Schweizer Bundesamt für Energie.

### **1. Vorgehen**

Bei der Bestandssanierung wird zunächst die Größe der Zentralheizung aus dem Brennstoffbedarf oder aus Messungen an der bestehenden Anlage ermittelt.

Bei Neubauten wird die erforderliche Heizleistung aus SIA 380/1 abgeleitet.

Es sollte eine Kontrolle der spezifischen Heizleistung erfolgen.

Im weiteren Vorgehen wird nun der Kessel ausgewählt und die Speichergröße festgelegt.

### **2. Sanierungen**

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

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

##### *2.1.1. Ersatz von Öl- oder Gaskessel*

Die erforderliche Heizleistung kann nach Weiersmüller (Ingenieur und Architekt in der Schweiz) aufgrund des jährlichen Brennstoffverbrauches mit den nachfolgenden Formeln berechnet werden. Die Berechnungen basieren auf 20°C Raumlufttemperatur. Sie ergeben speziell für Wohnbauten mit Kesselleistungen bis 100 kW Kesselleistung sehr gute Resultate.

a) mit Warmwasserbereitung:

erforderliche Heizleistung = Verbrauch in l Heizöl geteilt durch 300 (Faktor)

b) ohne Warmwasserbereitung:

erforderliche Kesselleistung = Verbrauch in l Heizöl geteilt durch 265

Ein Liter Heizöl entspricht 1,07 m<sup>3</sup> Erdgas.

Es ist 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 kann die Berechnung zu einer Überdimensionierung führen.

**Berechnungsbeispiel:**

Objekt: Mehrfamilienhaus, Energiebezugsfläche 400 m<sup>2</sup>, gut wärmegeklämmt, mit ganzjähriger Warmwasserbereitung.

Der durchschnittliche Jahresverbrauch beträgt 5280 l Heizöl.

Erforderliche Heizleistung beträgt:  $5280 \text{ l} : 300 = 17,6 \text{ kW}$ .

Zur Kontrolle kann die spezifische Heizleistung verwendet werden:  $18\,000 \text{ W} \text{ geteilt } 400 \text{ m}^2 = 45 \text{ W/m}^2$ .

Dies liegt im Bereich für gut wärmegeklämmtte Wohnhäuser und ist damit bestätigt (vgl. Kapitel 5).

In folgenden Fällen liefern die Formeln nur ungenaue Resultate, zusätzlich sind Abklärungen über eventuelle Korrekturen nötig (vgl. Kapitel 4).

- großer Warmwasserbedarf (z.B. in Großküchen, Sportanlagen, etc.)
- überdurchschnittliche Wärmegewinne durch die Sonne (Passivsolarhäuser)
- zeitlich eingeschränkte Nutzung, Temperaturabsenkung über das Wochenende
- Lüftungs- und Klimaanlage, Prozesswärme

**2.1.2. Ersatz von Stückholzkesseln:**

Die erforderliche Heizleistung kann aufgrund des jährlichen Brennstoffverbrauches mit nachfolgender Formel ermittelt werden. Die Berechnungen basieren auf 20° C Raumlufttemperatur inklusive Warmwasserbereitung während der Heizperiode und beziehen sich auf ältere Holz-Zentralheizungen mit einem Jahreswirkungsgrad um 50%. Neue optimal dimensionierte Holz-Zentralheizungen weisen einen Jahresnutzungsgrad von 65 bis 75% auf. Der Ersatz einer alten Holz-Zentralheizung kann den Brennstoffbedarf bedeutend reduzieren.

Holzsorte Hartholz (Buche, Eiche, Esche, Obstbäume etc.):

erforderliche Heizleistung = Verbrauch in Raummeter geteilt durch 1,8 (Umrechnungsfaktor)

Holzsorte Weichholz (Fichte, Tanne, Kiefer, Pappel etc.):

erforderliche Heizleistung = Verbrauch in Raummeter geteilt durch 2,5 (Umrechnungsfaktor)

**Berechnungsbeispiel:**

Objekt: Bauernwohnhaus angebaut an ein Wirtschaftsgebäude. Energiebezugsfläche 250 m<sup>2</sup>, Estrichboden gut wärmegeklämmt, dichte Fenster(Doppelverglasung). Der durchschnittliche Jahresverbrauch beträgt 40 Raummeter Weichholz (Fichte und Tanne).

erforderliche Heizleistung =  $40 \text{ Raummeter} : 2,5$  ergibt 16 kW Heizleistung.

Zur Kontrolle kann die spezifische Heizleistung verwendet werden:  $16\,000 \text{ W} : 250 \text{ m}^2 = 64 \text{ W/m}^2$ .

Dies liegt im Bereich für herkömmlich wärmegeklämmtte Wohnhäuser und ist damit bestätigt (vergleiche Kapitel 5).

In folgenden Fällen liefern die Formeln nur ungenaue Resultate. Es sind Abklärungen über eventuelle Korrekturen notwendig, wenn der Jahresnutzungsgrad der bestehenden Anlage wesentlich höher als

50% liegt. Außerdem sollten Abklärungen erfolgen, wenn ein überdurchschnittlicher Wärmegewinn durch Solarenergie oder zeitlich eingeschränkter Nutzung gegeben sind.

### 2.1.3. Ersatz einer Elektrowiderstandsheizung

Die erforderliche Heizleistung kann anhand des jährlichen Stromverbrauches für Heizung und Warmwasser mit nachfolgender Formel berechnet werden. Kann der Stromverbrauch nicht über den Zähler ermittelt werden, so ist der Heizleistungsbedarf nach Punkt 3.2. (Neubauten) zu ermitteln. Die Berechnungen basieren auf 20° C Raumlufttemperatur.

erforderliche Heizleistung = Stromverbrauch in kWh geteilt durch 2100 (Umrechnungsfaktor).

## 3. Neubauten

### 3.1. Heizleistungsbedarf nach Empfehlung der SIA (Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein) (384/2 Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden)

Mit dieser Methode wird für Neubauten oder bei umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierungen der Heizleistungsbedarf jedes beheizten Raumes 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.

### 3.2. Ableitung des Heizleistungsbedarfes aus Empfehlung der SIA 380/1 Energie im Hochbau

Ist der Heizenergiebedarf  $Q_h$  nach SIA 380/1 ermittelt worden, kann mit den bestimmten Grundlagedaten ( $k$ -Werte und dazugehörige Flächenauszüge sowie das zu beheizende Gebäudevolumen) der Heizleistungsbedarf  $Q_h$  des Gebäudes einfach bestimmt werden:

Zeichenerklärung:

$Q_h$  = Wärmeleistungsbedarf

$Q_{t,a}$  = Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen Außenluft (W)

$Q_{t,u}$  = Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen unbeheizte Räume (W)

$Q_{t,e}$  = Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen Erdreich (W)

$Q_l$  = Lüftungs-Wärmeleistungsbedarf (W)

$k_{a,u,E}$  = Wärmedurchgangskoeffizient gegen außen, unbeheizt und Erdreich (W/m<sup>2</sup>K)

$V$  = zu beheizendes Gebäudevolumen (m<sup>3</sup>)

$A_{a,u,E}$  = Fläche des jeweiligen Bauteils (m<sup>2</sup>)

$f$  = Faktor für Luftdichte und spezifische Wärmekapazität = 0,32

0,3 = Luftwechselrate (h<sup>-1</sup>). Sollte der Wert unbekannt sein, so ist ein Blower-Door-Test zu empfehlen.

$t_i$  = Raumlufttemperatur (°C)

$t_a$  = maßgebende Außenlufttemperatur (°C)

$t_u$  = Temperatur der unbeheizten Räume (°C)

$t_E$  = Temperatur des Erdreiches ( $^{\circ}\text{C}$ )

$Q_{t,a}$  = Summe aus  $(k_a * A_a) * (t_i - t_a)$

$Q_{t,u}$  = Summe aus  $(k_u * A_u) * (t_i - t_u)$

$Q_{t,E}$  = Summe aus  $(k_E * A_E) * (t_i - t_E)$

$Q_l$  = Summe aus  $f * 0,3 * V * (t_i - t_a)$

$Q_h = Q_{t,a} + Q_{t,u} + Q_{t,E} + Q_l$

Hinweis:

Für die korrekte Dimensionierung der Heizkörper oder der Fußbodenheizung ist eine Berechnung nach SIA 384/2 unerlässlich. Eingebaute Lüftungsanlagen müssen ebenfalls gemäß SIA 384/2 berücksichtigt werden:

### **Berechnungsbeispiel:**

Objekt: Einfamilienhaus, massiv, Energiebezugsfläche  $180 \text{ m}^2$ , beheiztes Gebäudevolumen  $360 \text{ m}^3$ ,  $Q_h = 204 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ , ohne Warmwasserbereitung.

#### *Flächen*

k-Wert  $110 \text{ m}^2$ , Dach  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $120 \text{ m}^2$  Außenmauer  $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   $30 \text{ m}^2$  Fenster inkl. Rahmen  $1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$   $90 \text{ m}^2$  Boden gegen unbeheizten Keller  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$   $30 \text{ m}^2$  Mauer gegen Erdreich  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### *Auslegungstemperaturen gemäß SIA 384/2*

Raumlufttemperatur  $t_i = 20^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur  $t_a = -8^{\circ}\text{C}$  Temperatur der unbeheizten Keller  $t_u = 5^{\circ}\text{C}$  Temperatur Erdreich  $t_E = 0^{\circ}\text{C}$

#### *Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen Außenluft*

$Q_{t,a} = [(0,25 * 110) + (0,3 * 120) + (1,6 * 30)] * [20 - (-8)] = 3122 \text{ W}$

#### *Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen unbeheizte Keller*

$Q_{t,u} = (0,4 * 90) * (20 - 5) = 540 \text{ W}$

#### *Transmissions-Wärmeleistungsbedarf gegen Erdreich*

$Q_{t,E} = (0,4 * 30) * (20 - 0) = 240 \text{ W}$

#### *Wärmeleistungsbedarf der Lüftung*

$Q_l = (0,32 * 0,3 * 360) * [20 - (-8)] = 968 \text{ W}$

Der gesamte Wärmeleistungsbedarf des Gebäudes errechnet sich wie folgt:

$Q_h = 3122 + 540 + 240 + 968 = 4870 \text{ W}$

Die Zuschläge für die Aufheizung und Verluste der Wärmeverteilung betragen 15% (vgl. Kapitel 4); somit resultiert als erforderliche Heizleistung:

$Q_h, \text{erforderlich} = 4870 \text{ W} + 1,15 = 5600 \text{ W} = 5,6 \text{ kW}$

Die spezifische Heizleistung errechnet sich wie folgt: 5600 W geteilt durch 180 m<sup>2</sup> Bezugsfläche ergibt 45 W/m<sup>2</sup>.

Zur Kontrolle vergleichen Sie die Angaben in Kapitel 5.

#### **4. Allgemeine Zuschläge zum Wärmeleistungsbedarf Q<sub>h</sub>**

Unter den allgemeinen Zuschlägen wird folgendes verstanden: 1. Wärmeleistung für die Warmwasserbereitung 2. Deckung der Verluste der Wärmeverteilung 3. Wärmeleistung für Lüftungstechnische Anlagen oder Prozesswärme

##### 4.1. Wohngebäude

In der Regel wird bei automatischen Holz-Feuerungen (Hackschnitzel- oder Pellets-Feuerungen) für die Warmwasserbereitung in Wohngebäuden kein Zuschlag erhoben. Bei Stückholz-Zentralheizungen mit Speicher muss der Bedarf für die Warmwasserbereitung mit berücksichtigt werden, dagegen entfällt der Zuschlag für das Wiederaufheizen nach der Nachtabenkung. Da die beiden Zuschläge in der Regel gleich groß sind, liegt die erforderliche Heizleistung bei Stückholz-Zentralheizungen etwa in der gleichen Größenordnung wie bei einer automatischen Holz-Feuerung.

##### 4.2. Dienstleistungsgebäude

Die meisten Dienstleistungsgebäude haben fast immer einen geringeren Warmwasserbedarf. Ein diesbezüglicher Leistungszuschlag ist daher nicht notwendig. Eventuelle Zuschläge für Prozesswärme sowie für Lüftungs- und Klimaanlage sind separat zu berechnen. Für herkömmliche Wohn- und Nichtwohnbauten kann die notwendige Heizleistung somit wie folgt bestimmt werden:

$$Q_{h,erf.} = (1,10 \text{ bis } 1,15) * Q_h$$

#### **5. Kontrolle der Resultate**

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

Gebäudetyp:

herkömmlich wärme gedämmte Wohnhäuser	50 - 70 W/m <sup>2</sup>
gut wärme gedämmte bestehende Wohnhäuser	40 - 50 W/m <sup>2</sup>
Neubauten gemäß WSO 2001	25 W/m <sup>2</sup>

Niedrigenergiehäuser (3 l - Häuser)	15 W/m <sup>2</sup>
herkömmliche Dienstleistungsbauten	60 - 80 W/m <sup>2</sup>

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

## 6. Holzbrennstoffe

### 6.1. Stückholz

Mit dem Betreiber eines Stückholzkessels ist das Holzsortiment des Jahresbrennstoffbedarfs vor der Auswahl des Stückholzkessels genau nach folgender Liste festzulegen.

Der zukünftige Jahresbrennstoffbedarf errechnet sich aus folgender Formel:

a) Holzsortiment Hartholz:

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf} = Q_{h, \text{erf.}} \cdot 1,4 \text{ (Bedarfsfaktor)}$$

b) Holzsortiment Weichholz:

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf} = Q_{h, \text{erf.}} \cdot 1,9 \text{ (Bedarfsfaktor)}$$

Der maximale Wassergehalt im Holzbrennstoff sollte 30% nicht übersteigen (Richtwert: min. 1 Jahr abgelagertes Holz). In Deutschland dürfen nur Brennstoffe der Brennstoffklasse 4 (naturbelassenes Holz) der 1. BimSchV vom 15.07. 1988 in Stückholz-Feuerungen verbrannt werden.

### 6.2. Hackschnitzel

Hackschnitzel sollten nach den Richtlinien der Ö-Norm ausgewählt und bestellt werden. Der Wassergehalt (w) sollte ca. 30% nicht überschreiten. Die Korngröße ist anlagenspezifisch auszuwählen und mit dem Hersteller abzustimmen.

Der zukünftige Jahresbrennstoffbedarf errechnet sich aus folgenden Formeln:

a) Hartholz:

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf in m}^3 = Q_{h, \text{erf.}} \cdot 3,2 \text{ (Bedarfsfaktor)}$$

b) Weichholz:

$$\text{Jahresbrennstoffbedarf in m}^3 = Q_{h, \text{erf.}} \cdot 5,0 \text{ (Bedarfsfaktor)}$$

Hackschnitzelfeuerungen über 70 kW Leistung können auch für Hackschnitzel mit einem Wassergehalt über 40% ausgelegt werden. Hierzu gibt es von den Herstellern spezielle Konzepte.

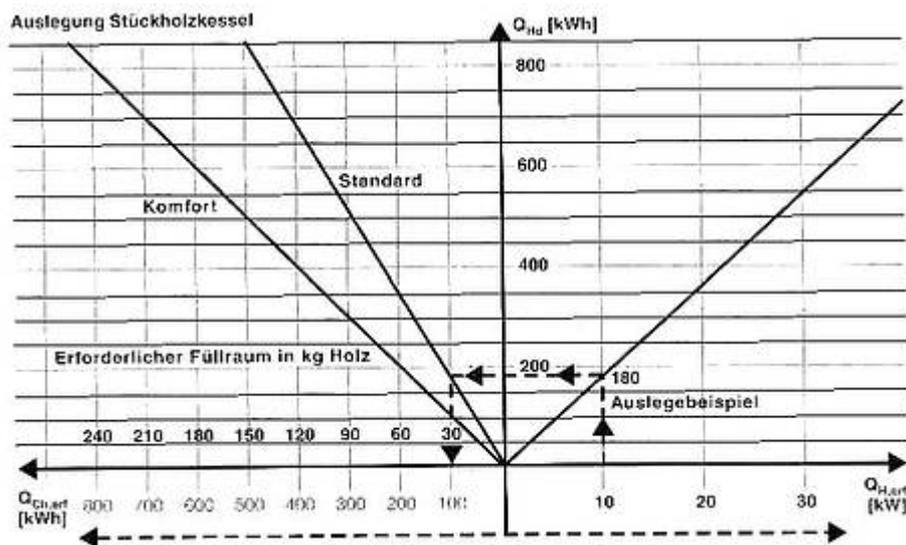
## 7. Dimensionierung der Holz-Zentralheizung

### 7.1. Stückholzkessel mit Speicher

Die Auswahl des Stückholzkessels kann mit nachfolgendem Nomogramm erfolgen, welches die folgenden Einflussgrößen miteinander verbindet:

$Q_{h,erf.}$  = erforderliche Heizleistung (kW)

$Q_{Hd}$  = täglicher Heizwärmebedarf (kWh) =  $Q_{h,erf.} \cdot 18 \text{ h}$



*Vorgehensweise:*

1.  $Q_{h,erf.}$  eintragen
2. Bedienungskomfort mit Betreiber festlegen
3. Aufgrund der Herstellerangaben denjenigen Kessel auswählen, der beim vorgegebenen Holzsortiment (siehe Kapitel 6) im Minimum pro Charge  $Q_{Ch,erf.}$  abgeben kann oder den erforderlichen Füllraum aufweist.

*Bedienungskomfort:*

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

a) Standard:

einmal beschicken bei einer mittleren Außentemperatur von  $4^{\circ}\text{C}$  bedeutet: Der Kessel muss in der 220-tägigen Heizperiode an 50 Tagen zweimal beschickt werden.

b) Komfort:

einmal beschicken bei Auslegungstemperatur: Der erhöhte Bedienungskomfort, von einmal statt zweimal bei Auslegungstemperatur den Kessel beschicken zu müssen, hat eine Verdoppelung des Füllraumes des Kessels mit entsprechend größerem notwendigem Speichervolumen zur Folge. Dies bewirkt erhöhte Umwandlungsverluste und reduziert somit den Jahreswirkungsgrad.

Für optimale Kesselauslegung sollte man nach Möglichkeit den Bedienungskomfort Standard auswählen.

#### *Speicherdimensionierung:*

Das minimale Speichervolumen ist vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) in Bezug auf die Förderfähigkeit der Anlage mit mindestens 55 l pro installierte kW-Heizleistung angegeben. Er kann jedoch auch größer dimensioniert werden. Dies ist oft der Fall, wenn zusätzlich eine Solaranlage installiert wird (zu empfehlen für die Warmwasserbereitung in den Sommermonaten).

### 7.2. Kesselauswahl für Hackschnitzel- und Pellets-Feuerung

Die erforderliche Kesselleistung entspricht der erforderlichen Heizleistung gemäß Kapitel 2 und 4. Eine Überdimensionierung der Kesselleistung hat eine geringere Auslastung der Feuerungsanlage mit höheren Umwandlungsverlusten und schlechteren Ausbrandqualitäten zur Folge: Für den optimalen Betrieb ist eine Leistungsregelung im Leistungsbereich von höchstens 30% bis 100% erforderlich, da der Wärmeleistungsbedarf großen Lastschwankungen unterworfen ist. Noch besser ist eine mögliche Leistungsregelung von unter 30% der minimalen Leistung, wie sie von der Firma Hargassner gebaut wird.

Die Installation einer automatischen Zündung ist in jedem Fall zu empfehlen. Sie kann den verlustreichen Glutbett-Erhaltungsbetrieb eliminieren. Dieser tritt auf, da eine Wärmeproduktion der Hackschnitzel- oder Pellets-Feuerung nur während der halben Heizperiode (Nachtabsenkung, Übergangszeit) erforderlich ist.

## **8. Standardschaltungen für Stückholzkessel mit Speicher**

Grundsätzlich ist der Einsatz von bewährten Standardschaltungen der Anlagensystemanbieter zu empfehlen. Für kombinierte Anlagensysteme mit Holzenergie- und Solarenergienutzung sind ebenfalls Schaltungsschemen vorhanden. Die Standardschaltungen haben bei der hydraulischen Einbindung die nachstehenden Kriterien einzuhalten, um eine optimale Speicherbewirtschaftung zu ermöglichen.

### 8.1. 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.

### 8.2. Kesselkreis

Die Wärmeabgabe vom Kessel weg hat mit einer konstant hohen Vorlauftemperatur zu erfolgen. Der Kessellieferant hat mit der Kesselregelung diese Bedingung einzuhalten. Eine Möglichkeit der Reduzierung ist durch eine witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung gegeben, wie sie von der

Firma Hargassner bei Pellets-Feuerungen angeboten wird. Ansonsten ist eine Vorlaufkonstantregelung mit Mischer möglich.

### 8.3. Speicher

Damit der Speicher gut schichtet, sind die Speicheranschlüsse großzügig zu wählen und mit Beruhigungsblechen im Speicherinneren zu versehen. Alle Speicheranschlüsse sollten einen Siphon aufweisen, um Einrohrzirkulation vermeiden zu können; d.h. 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:

- a) dicht anliegende Seitenwärmedämmung mit dichtem Anschluss an Speicherdeckelwärmedämmung, um jede mögliche Kaminwirkung ausschließen zu können
- b) Speicheranschlüsse bis zur Speicherwärmedämmung dämmen
- c) mehrere Speicher sind in Reihe anzuschließen

### 8.4. 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 der Speichermitte einbauen
- b) Rücklauftemperaturebegrenzung auf  $< 50^{\circ}\text{C}$  einstellen. Der Ladevorgang wird beim Überschreiten der Rücklauftemperatur abgebrochen.
- c) Durchflussbegrenzung im Wassererwärmerkreislauf auf 150 - 250 l/h einstellen

### 8.5. Heizgruppe

Da der Speicher den Vor- und Rücklauf drucklos machen kann, ist die Heizgruppe als Dreiwege-Beimisch-Schaltung auszuführen. Bei Niedertemperatur-Heizsystemen ist eine Überströmung mit einem Strangreguliertventil im Wärmeabgabekreislauf einzubauen.

## **9. Weitere Hinweise**

Die konsequente Dämmung der Wärmeverteilungen, unter Beachtung der bundesweiten Vorschriften, ergibt eine zusätzliche Leistungsreserve. Die eingestellten Regelparameter sollten in der

Betriebsdokumentation eingetragen werden. Mit einem Wärmemengenzähler 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 Sie dem Vademecum Holzenergie der VHe, Zürich entnehmen ([www.vhe.ch](http://www.vhe.ch)).