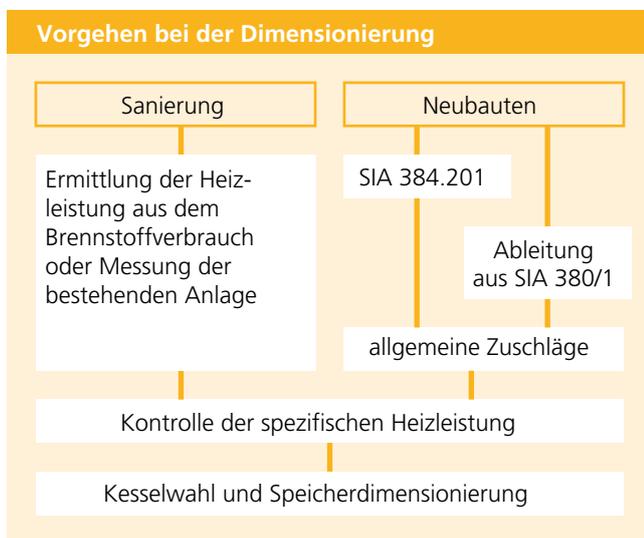


Ermittlung der Heizleistung

Allgemeine Informationen

1 Vorgehen

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



2 Ermittlung der Norm-Heizlast bei Sanierungen

2.1 Norm-Heizlast aus dem Brennstoffverbrauch

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

Volllaststunden t_{voll.}

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

Alle Angaben basieren auf 20 °C Raumlufttemperatur

Formel zur Berechnung der Norm-Heizlast:

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

A: Holzheizung: Stückholz [4]

Brennwert Ho für luftgetrocknetes Stückholz¹⁾

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

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

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

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

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

MINERGIE®

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

 **energieschweiz**

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

Berechnungsbeispiel

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

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

Holzverbrauch (lufttrockenes Hartholz) = 10 rm/a

→ Brennwert Ho = 2100 kWh/rm

Jahresnutzungsgrad $\eta = 75$ % → Neuer Kessel

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

B: Holzheizung: Holzschnitzel [4]

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

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

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

Berechnungsbeispiel

Ein Bürogebäude in Basel

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

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

→ Brennwert Ho = 800 kWh/Srm

Jahresnutzungsgrad $\eta = 75$ % → Neuer Kessel

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

C: Holzheizung: Pellets

Brennwert Ho Pellets	
	5,2 bis 5,5 kWh/kg
Jahresnutzungsgrad η	
Neue Kessel	70 % bis 80 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Zürich mit Heizwärmeerzeugung ohne Wassererwärmung

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

Pelletsverbrauch = 1500 kg/a

→ Brennwert Ho = 5,3 kWh/kg

Jahresnutzungsgrad $\eta = 75$ % → Neuer Kessel

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

D: Ölheizung

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

Jahresnutzungsgrad η

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

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Luzern mit Heizwärme- und Wassererwärmung

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

Ölverbrauch EL = 1200 l/a

→ Brennwert Ho = 10,57 kWh/l

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

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

E: Gasheizung

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

Jahresnutzungsgrad η

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

Berechnungsbeispiel

Ein Mehrfamilienhaus in Bern mit Heizwärmeerzeugung und Warmwasser

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

Heizgas = 5000 m_n³/a

→ Brennwert Ho = 11,3 kWh/m_n³

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

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

F: Elektroheizung

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

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

Berechnungsbeispiel

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

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

Stromverbrauch = 10000 kWh/a

Jahresnutzungsgrad $\eta = 95 \%$

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

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

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

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

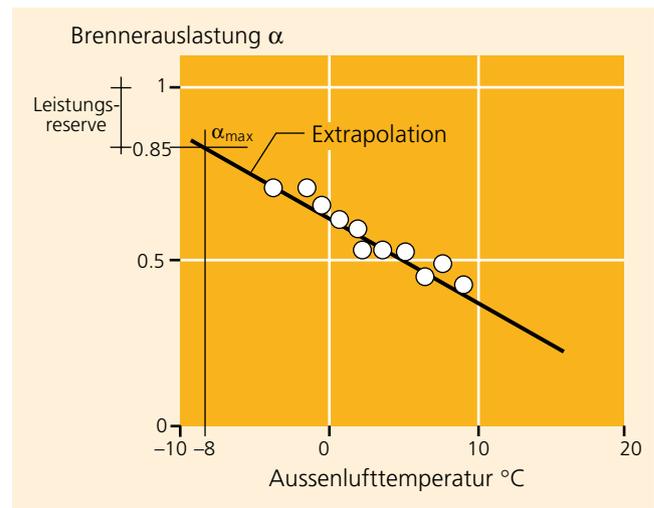
3 Berechnung der Norm-Heizlast bei Neubauten

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

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

Vorgehen bei der Berechnung

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



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

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

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

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

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

Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs sind folgende Daten notwendig:

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

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

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

3.3 Allgemeine Zuschläge zum Wärmeleistungsbedarf

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

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

Wohngebäude

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

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

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

3.4 Kontrolle der Resultate

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

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

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

4 Hinweise zur Energieeinsparung

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

5 Literatur

Normen und Richtlinien

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

Literatur, Software, Fachstellen

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

Bezug von Dokumenten der Leistungsgarantie

Geschäftsstelle MINERGIE®: 031 350 40 60, info@minergie.ch
 Weitere Informationen: www.leistungsgarantie.ch