

Inhalt

Building Design Days + Energy: Ein neuer Ansatz für die Dimensionierung und energetische Bewertung von Heizung und Kühlung	2
Vom Spitzenwert zur Systemlogik	2
Climate Design Days als Grundlage	2
Building Design Days: Statische Wärmebilanzen.....	3
Vergleich: Normverfahren vs. BDD (Projektbeispiel).....	4
Projektbeispiel: Heizung im Tagesgang	4
Heizlast nach Norm	4
Heizleistung nach BDD.....	5
Projektbeispiel: Kühlung im Tagesgang	8
Kühllast nach Norm	8
Kühlleistung nach BDD	9
Fazit zur Leistungsdimensionierung	12
Building Design Days + Energy: Jahresenergien im Überblick.....	13
Projektbeispiel: Heizung und Kühlung im Jahresgang.....	13
Jahresenergien nach BDD+E	14
Bewertung	15
Betriebsweise	15
Vergleich mit GEG	16
Gebäudemodell und Anwendung	16
Gesamtfazit und Ausblick	17
Literaturverweise.....	17
Autor.....	18
Hinweis zur Vertraulichkeit.....	18

Building Design Days + Energy: Ein neuer Ansatz für die Dimensionierung und energetische Bewertung von Heizung und Kühlung

Vom Spitzenwert zur Systemlogik

Die Dimensionierung von Heizungs- und Kühlsystemen erfolgt in der Praxis meist über getrennte Spitzenwertverfahren.

Bei der **Heizlastberechnung** nach DIN EN 12831 [4; DIN EN 12831-1, 2017-09] wird der maximale Wärmebedarf (Leistung) ermittelt, der unter den normativen Randbedingungen – dem sogenannten Auslegungsfall – auftritt.

Analog liefert die **Kühllastberechnung** nach VDI 2078 [5; VDI 2078, 2015-06] den größten Kältebedarf (Leistung). Diese beiden Spitzenwerte dienen anschließend als Grundlage für die Auslegung der technischen Anlagen.

Das Vorgehen ist etabliert – führt aber regelmäßig zu **Überdimensionierungen**. Grund dafür ist, dass die Berechnung jeweils nur den Moment des absoluten Maximums betrachtet.

Tatsächlich treten diese Maxima selten gleichzeitig mit der tatsächlichen Nutzung oder dem realen thermischen Verhalten des Gebäudes auf.

Systeme werden so ausgelegt, dass sie in jeder Situation alle Lasten vollständig decken, selbst wenn dies nur für wenige Stunden im Jahr notwendig wäre. Das Ergebnis ist eine unnötig hohe Leistungsbereitstellung mit Investition für übergroße Anlagentechnik und mangelnde Nachhaltigkeit.

Ein neuer Ansatz – die **Building Design Days (BDD)** – setzt genau hier an [3; klimdim, 2025]: Statt auf abstrakte Spitzenwerte zu schauen, wird der **tatsächliche Tagesgang der thermischen Vorgänge** im Raum betrachtet.

Nur wenn die Dimensionierung an einem **repräsentativen extremen Tag** funktioniert, passt sie auch für das gesamte Jahr.

Damit wird die Dimensionierung von der statischen Spitzenwertbetrachtung hin zum extremen Tagesgang mit einer systemorientierten Bewertung der Raumübertragungssysteme und Erzeugerkomponenten weiterentwickelt.

Climate Design Days als Grundlage

Um eine solche dynamische Dimensionierung zu ermöglichen, braucht man geeignete Klimadaten. Doch reale Klimadatensätze, wie z.B. vom DWD herausgegeben [1; DWD, 2010], [2; DWD, 2017], sind stark schwankend: Temperatur, Strahlung und Feuchte ändern sich ständig, und der „extremste Tag“ lässt sich nicht eindeutig festlegen.

Hier kommen die **Climate Design Days (CDD)** ins Spiel.

Sie bilden das Klima **systematisiert, nachvollziehbar und hinreichend genau** ab – ohne die zufälligen Schwankungen der gemessenen Datensätze [8; CDD MGT, 2025].

Jeder Climate Design Day wird aus nur zwei Eingangsgrößen gebildet:

einem **Mittelwert** und einer **täglichen Änderung** (Amplitude) mit der Tageszeit des Extrems.

Aus diesen einfachen Parametern entsteht ein vollständiger stündlicher Tagesgang.

Das Konzept umfasst neun Design Days:

- einen **extremen Wintertag** und einen **normalen Wintertag**,
- einen **extremen Sommertag** und einen **normalen Sommertag**,
- sowie fünf **mittlere monatliche Tage** für Frühling und Herbst.

Damit ergibt sich ein kompletter, systematisch aufgebauter Klimadatensatz für ein ganzes Jahr.

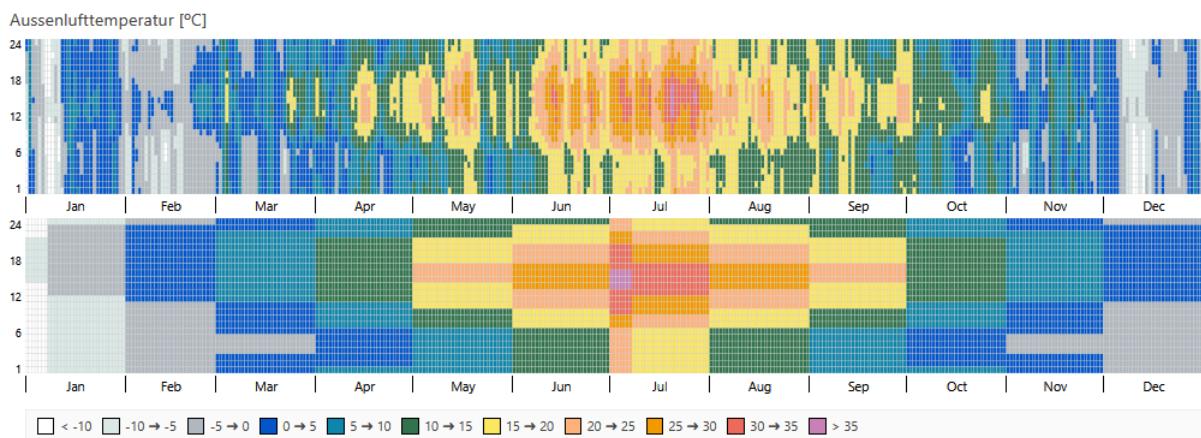
Durch die Wiederholung der extremen Tage für mindestens eine ganze Woche sind auch Kälte- und Hitzeperioden berücksichtigt. Er ist anschaulich, konsistent und erlaubt die **einheitliche Auswahl des relevanten Dimensionierungstages** – sowohl für Heizung als auch für Kühlung.

Zudem bildet er die Grundlage für Jahresenergieberechnungen ohne weiteren Aufwand.

In die Erstellung von Climate Design Days fließen auch die Erkenntnisse zum Klimawandel ein [10, Klimawandel TAB 2025]

Stündliche Klimadaten als Teppich-Diagramme im Vergleich (Original und Design)

Die Teppich-Darstellungen zeigen jeden Wert der 8760 Stunden des Jahres aufgeteilt nach 365 Tagen (x-Achse) und Tageszeit (y-Achse). Je nach Größe wird der Zeitpunkt in der entsprechenden Farbe dargestellt.
Die Original-Daten zeigen eine hohe Variabilität, während die Design Days systematisch dieselbe Häufigkeit abbilden.
Typischerweise wird der extreme Design Day Winter für eine Woche im Januar, der extreme Design Day Sommer für eine Woche im Juli platziert und durch die mittleren monatlichen Design Days ergänzt.



▲ Abbildung 1: Stündliche Klimadaten (hier TRY-Region 04, Potsdam) als Teppich-Diagramme im Vergleich. Oben: Original-Daten vom DWD. Unten: Design-Daten des CDD.

Building Design Days: Statische Wärmebilanzen

Auf Basis des gewählten Climate Design Day wird eine **stündliche statische Wärmebilanz** des betrachteten Raumes oder der thermischen Zone erstellt.

Diese umfasst alle relevanten **Wärmequellen** und **Wärmesenken** (innere Lasten, Sonneneinstrahlung, Nachbar-Temperatur, Transmission, Lüftung) und bildet sie über 24 Stunden als **Tagesgang** ab. Es werden dieselben Formeln für statische Zustände aus bestehenden Normen verwendet, nur eben auf 8760 statische Stunden-Bilanzen angewendet.

Dargestellt werden:

- Außenluft- und Raumtemperaturen,
- Heiz- und Kühlleistungen,

- Energieflüsse über Hüllflächen und Raumsysteme,
- sowie die angesetzte **Betriebsweise** (z. B. Überdeckung, Unterdeckung, Vorheizen, Nachheizen).

So lässt sich erstmals nachvollziehen, **wann** und **warum** Wärme- oder Kältebedarf entsteht – und wie das System darauf reagiert.

Die Methode erlaubt es, die **Systemlogik** zwischen Raum, Anlagentechnik und Regelung sichtbar zu machen.

Vergleich: Normverfahren vs. BDD (Projektbeispiel)

Am Beispiel einer Büronutzung wurde das Verfahren mit konventionellen Berechnungen verglichen. Gegeben ist ein eingebetteter Büroraum im Regelgeschoss mit der Fassade nach Süden:

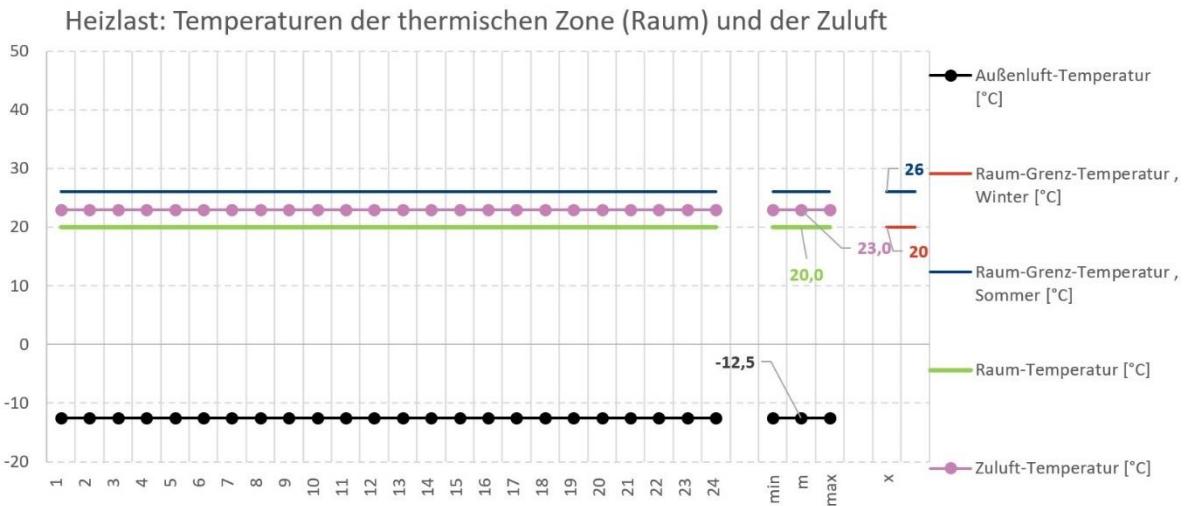
- Geometrie, netto:
 - Bodenfläche 87 m²
 - Volumen: 235 m³
 - Breite 21,8 m
 - Tiefe 4 m
 - Höhe 2,7 m
- Fassade:
 - Wandfläche 58,7 m²
 - Fensterflächen-Anteil 35%
 - Fensterfläche 20,6 m²
 - Richtung Süd
- Nutzung:
 - Büro
 - Zeit Mo-Fr 8-18 Uhr
 - Personen, Geräte, Beleuchtung Werte nach [6; DIN V 18599, 2018-09]
- Lüftung:
 - RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnungsgrad 80%
 - Luftwechsel 1,48 1/h
 - Zulufttemperatur im Winter: 23°C
 - Zulufttemperatur im Sommer: 23°C
- Raum-Übertragungssystem:
 - Fußboden-Flächensystem
 - Heizfall: Vorlauf 35°C (konstant)
 - Kühlfall: Vorlauf min. 16°C

Projektbeispiel: Heizung im Tagesgang

Im folgenden Abschnitt wird die Dimensionierung der Heizung betrachtet, einmal konform zur Heizlastberechnung nach DIN [4, DIN EN 12831-1, 2017-09] und einmal als Design in der Methode Building Design Days [3; klimdim, 2025], [9; Heizung MGT, 2025].

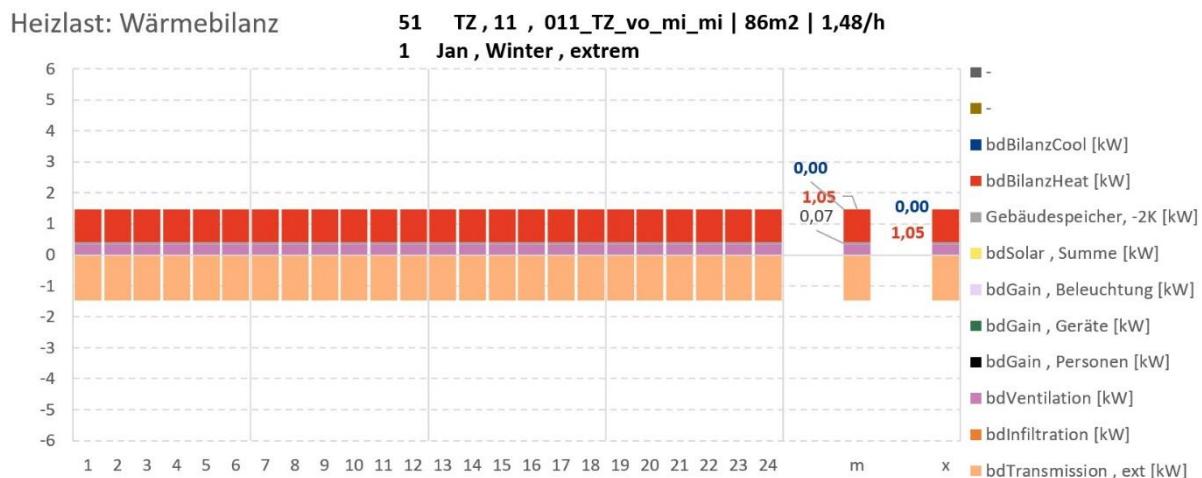
Heizlast nach Norm

Der Ansatz ist konform zur Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 [4]. Die Betriebsweise ist durchgehend deckend. Die Heizleistung muss den Bedarf zu jedem Zeitpunkt vollständig abdecken.



▲ Abbildung 2: Heizlast nach Norm - Temperaturen von Raum und Zuluft

Alle Temperaturen sind gemäß Norm konstant (vgl. Abbildung 2). Die Raumtemperatur beträgt 20°C, ebenso die Raumgrenztemperatur (Heizzieltemperatur). Die Außentemperatur beträgt -12,5°C, die Zulufttemperatur beträgt 23°C.



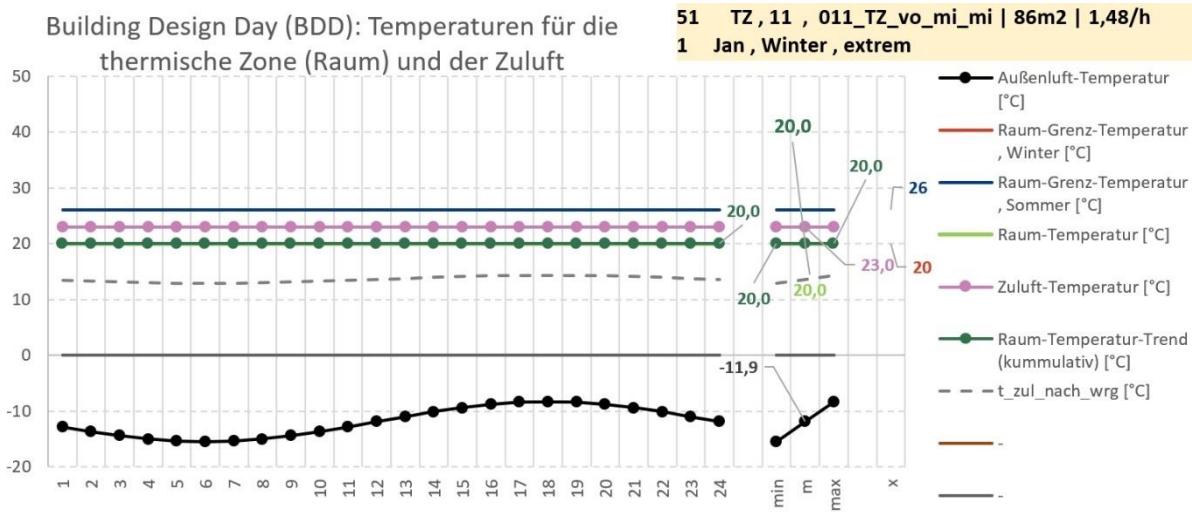
▲ Abbildung 3: Heizlast nach Norm - Wärmebilanz des Raumes

Der Heizbedarf (Leistung) beträgt 1,05 kW (vgl. Abb. 3). Die Wärmesenken sind Transmission durch die Außenbauteile (Außenwand, Fenster) und Lüftungsverluste. Die Speicherfähigkeit des Raumes bildet das Normverfahren durch Ansatz einer Verringerung der Außentemperatur ab (hier 2 K, für mittelschwere Bauweise).

Die Heizlastberechnung nach Norm hört an dieser Stelle auf. Die Methode BDD geht bis zur Dimensionierung des Raumsystems.

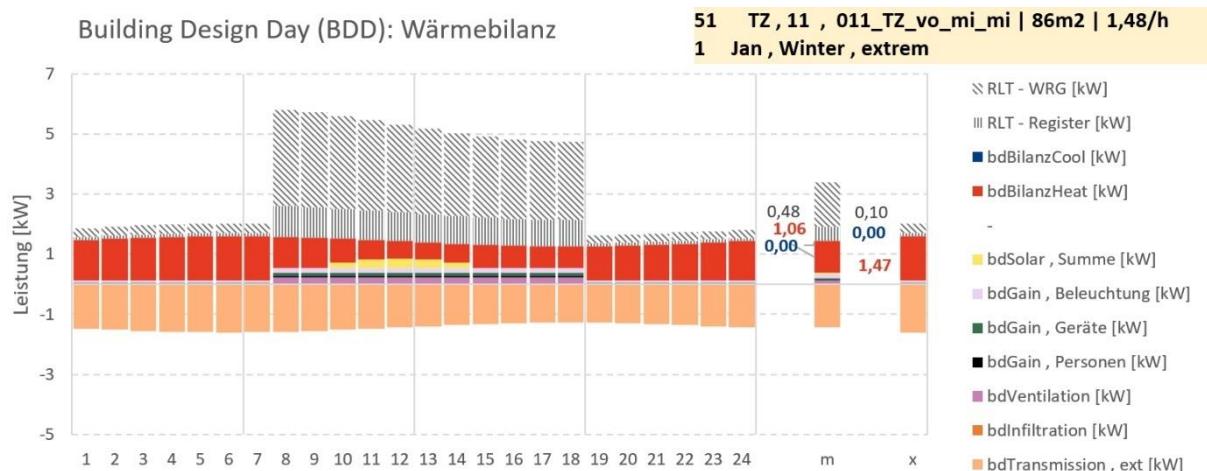
Heizleistung nach BDD

Die Dimensionierung der Heizleistung erfolgt mit dem Ansatz für Building Design Days [3; klimdim, 2025], [9; Heizung MGT, 2025]. Die Betriebsweise ist vorheizend. Die Heizleistung wird so ausgelegt, dass der Komfort auch bei temporärer Unterdeckung sichergestellt bleibt.



▲ Abbildung 4 - Heizleistung nach BDD - Temperaturen von Raum und Zuluft

Die Temperaturen bilden sich als stündlicher Verlauf im Tagesgang ab (vgl. Abbildung 4). Die Raumtemperatur ist auf 20°C stabilisiert. Die Raumgrenztemperatur (Heizzieltemperatur) beträgt 20°C. Die Außentemperatur schwankt (minimal ca. -15°C, max. ca. -8°C) und beträgt im Mittel -11,9°C. Die Zulufttemperatur beträgt 23°C.

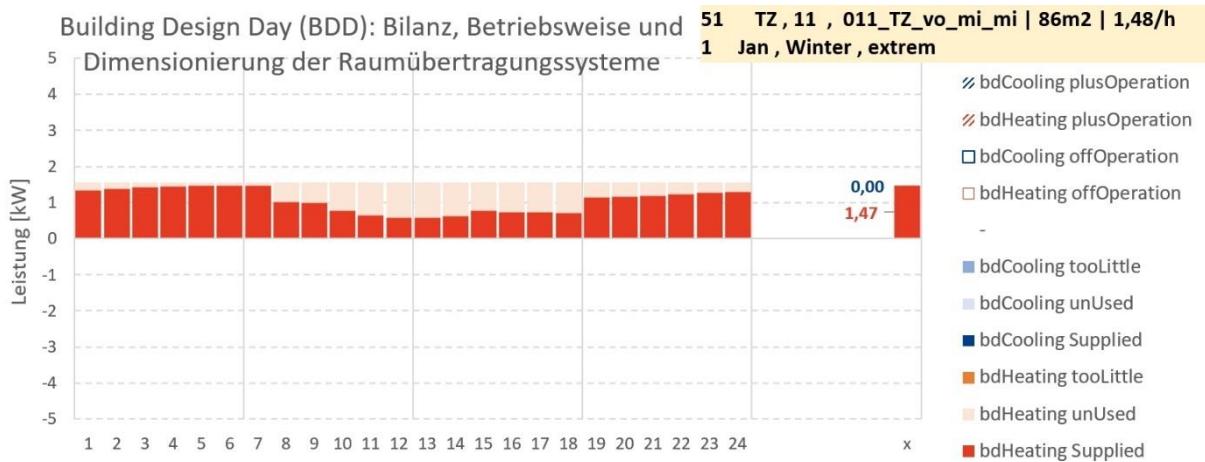


▲ Abbildung 5: Heizleistung nach BDD - Wärmebilanz des Raumes und Beitrag der Lüftung

Die maximal auftretende Heizleistung beträgt 1,47 kW, diese tritt außerhalb der Nutzungszeit auf um ca. 5:00 Uhr morgens. Das Tagesmittel der Heizleistung beträgt 1,06 kW (vgl. Abb. 5). Die Wärmesenke ist die Transmission durch die Außenbauteile (Außenwand, Fenster). Wärmequellen sind solare Einträge, Abwärme von Personen, Geräten und künstlicher Beleuchtung und die Lüftung.

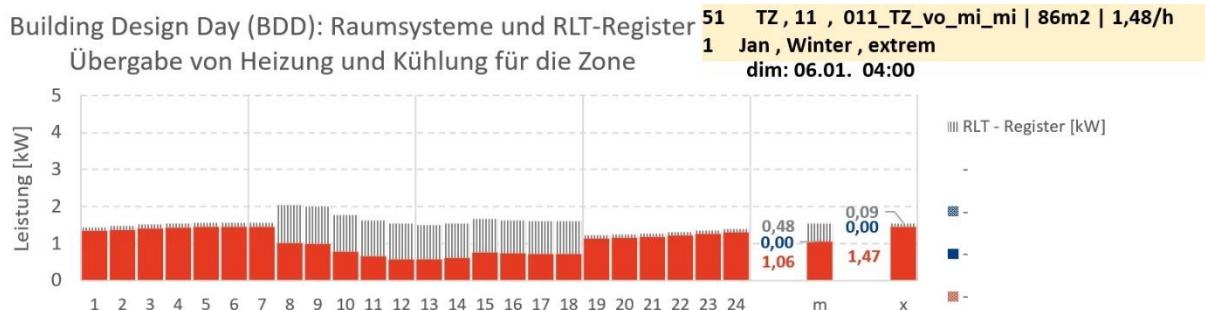
Zusätzlich zur Wärmebilanz des Raumes ist im Diagramm auch der Beitrag der Lüftung dargestellt, aufgeteilt nach Anteil des Heizregisters und Anteil der Wärmerückgewinnung.

Mit der Methode BDD kann nun das Raumsystem dimensioniert werden: In unserem Beispiel ist es auf 1,47 kW dimensioniert (vgl. Abb. 6).



▲ Abbildung 6: Heizleistung nach BDD - Bilanz und Betriebsweise des Raumsystems

Im Heizfall ist das Raumsystem mit 1,47 kW überdimensioniert. Der Tagesgang zeigt, dass zu jeder Stunde des Tages noch ungenutztes Potential zum Heizen zur Verfügung steht, was aber nicht benötigt wird. Die Überdimensionierung im Heizfall liegt daran, dass das Raumsystem auch für den Kühlfall ausreichend dimensioniert sein muss. Wie wir noch sehen werden, ist in unserem Projektbeispiel der Sommerfall derjenige, der die Dimensionierung des Raumsystems bestimmt. Die im Kühlfall passende Dimensionierung des Raumsystems führt somit im Heizfall zu einer Dimensionierung von 1,47 kW. Würde man das Bodensystem nur für den Heizfall dimensionieren, würde man mit einer Leistung von 1,06 kW auskommen. Dieser Wert entspricht dem Tagesmittelwert aus der Raumbilanz. Als Faustregel gilt: Das Raumsystem sollte auf den Tagesmittelwert der Leistungen am jeweiligen Design Day dimensioniert werden – also das Heizsystem auf den Tagesmittelwert der Heizleistungen am Design Day Winter und das Kühlsystem auf den Tagesmittelwert der Kühlleistungen am Design Day Sommer. Übernimmt ein und dasselbe Raumsystem im Winter die Heizung und im Sommer die Kühlung (z.B. Fußbodensystem), so bestimmt der Fall mit dem größeren Bedarf (Leistung) die Dimensionierung des Raumsystems, damit ist es für den anderen Fall überdimensioniert.



▲ Abbildung 7: Heizleistung nach BDD - Bilanz von Raumsystem und RLT-Anlage

Die Zusammenstellung der Heizleistungen von Raumsystem und Heizregister der RLT-Anlage am Design Day Winter (vgl. Abb. 7) zeigt die Betriebsweise der beiden Systeme. Nachts erfolgt nur ein minimaler Luftwechsel mit 23°C warmer Zuluft, daher übernimmt das Bodensystem die Heizung nahezu vollständig. Das Bodensystem hat um ca. 6:00 Uhr die größte Heizleistung. Am Tage während der Nutzungszeit wird ein beträchtlicher Teil der Heizung vom Luftsystem übernommen, sodass hier die Heizleistungen des Bodensystems wesentlich geringer sind als außerhalb der Nutzungszeit.

Fazit: Die Dimensionierung des Heizsystems mit der Methode BDD führt zu einer realistischen Dimensionierung und damit häufig zu kleineren Leistungswerten als die konventionelle

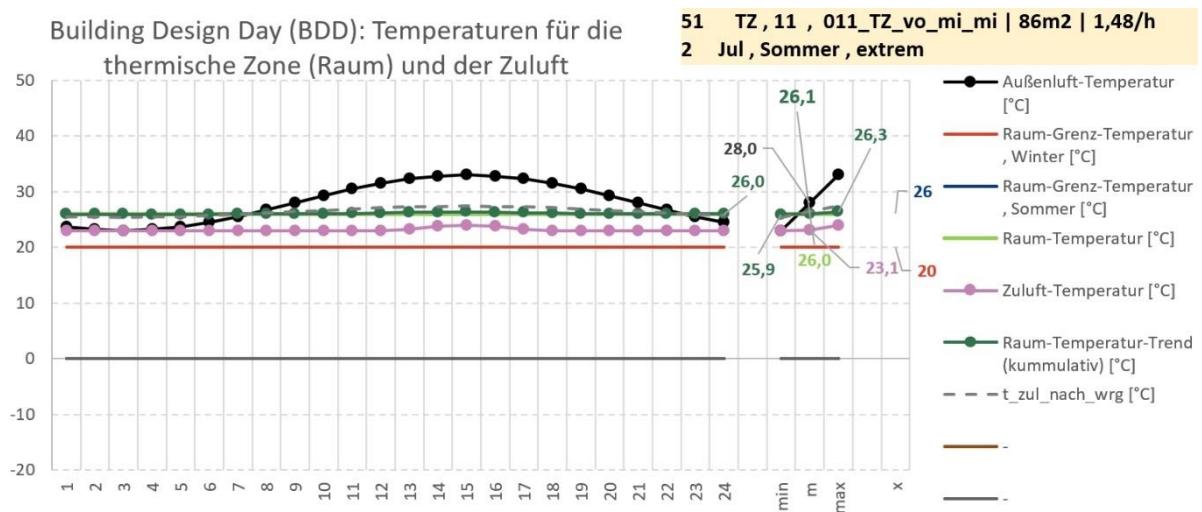
Heizlastberechnung, da sie das zeitliche Verhalten der Wärmequellen und Wärmesenken berücksichtigt. Darüber hinaus bietet die Methode anschaulich Einblick in die Zusammenhänge von Ursache und Wirkung und ermöglicht ein ad hoc Ausprobieren von verschiedenen Betriebsweisen und Dimensionierungen.

Projektbeispiel: Kühlung im Tagesgang

Im folgenden Abschnitt wird die Dimensionierung der Kühlung betrachtet, einmal konform zur Kühllastberechnung nach VDI 2078 [5; VDI 2078, 2015-06] und einmal als Design in der Methode Building Design Days [3; klimdim, 2025].

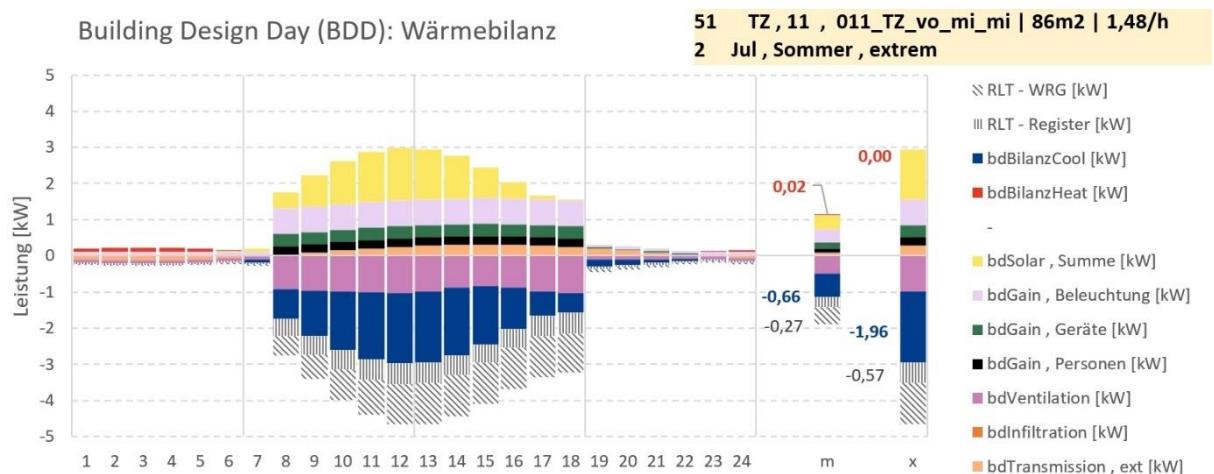
Kühllast nach Norm

Der Ansatz ist analog zur Kühllastberechnung nach VDI 2078 [5; VDI 2078, 2015-06].



▲ Abbildung 8: Kühllast nach Norm - Temperaturen von Raum und Zuluft

Die Temperaturen bilden sich als stündlicher Verlauf im Tagesgang ab (vgl. Abbildung 8). Die Raumtemperatur ist auf 26°C stabilisiert. Die Raumgrenztemperatur (Kühlzieltemperatur) beträgt 26°C. Die Außentemperatur schwankt (minimal ca. 23°C, max. ca. 33°C) und beträgt im Mittel 28,0°C. Die Zulufttemperatur schwankt leicht und beträgt im Mittel 23,1°C.

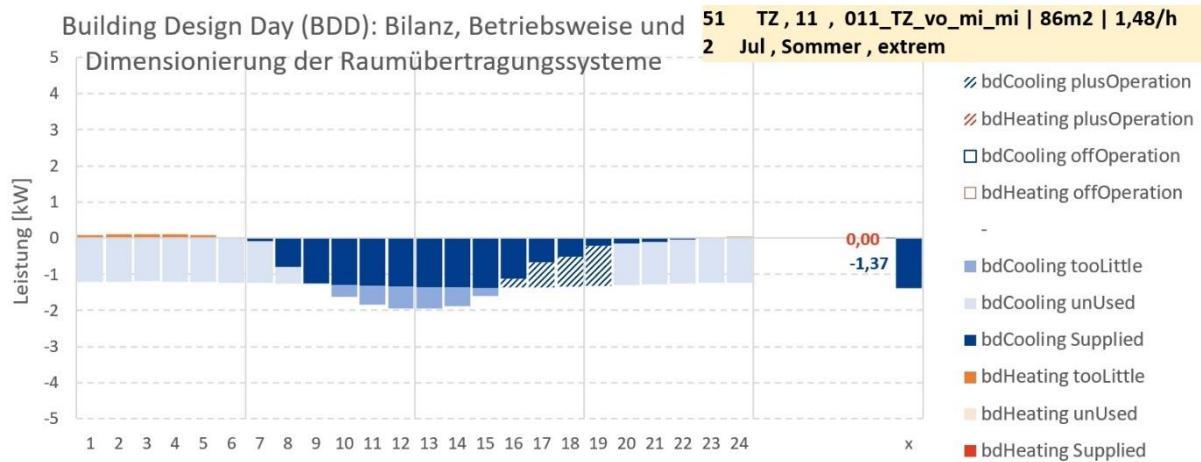


▲ Abbildung 9: Kühllast nach Norm - Wärmebilanz des Raumes

Die maximal auftretende Kühlleistung beträgt -1,96 kW, diese tritt ungefähr zur Mitte der Nutzungszeit auf um ca. 13:00 Uhr (vgl. Abb. 9). Das Tagesmittel der Kühlleistung beträgt -0,66 kW. Als einzige Wärmesenke zur Betriebszeit wirkt die aktive Kühlung durch Raumsystem und RLT-Anlage. Wärmequellen sind die solaren Einträge, interne Wärmequellen (Personen, Geräte, Beleuchtung) und die Transmission durch die Außenbauteile (Außenwand, Fenster).

Zusätzlich zur Wärmebilanz des Raumes ist im Diagramm auch der Beitrag der Lüftung dargestellt, aufgeteilt nach Anteil des Kühlregisters und Anteil der Kälterückgewinnung.

Mit der Methode BDD kann nun das Raumsystem für den Fall Kühllastberechnung dimensioniert werden: In unserem Beispiel ist es auf -1,37 kW dimensioniert (vgl. Abb. 10).

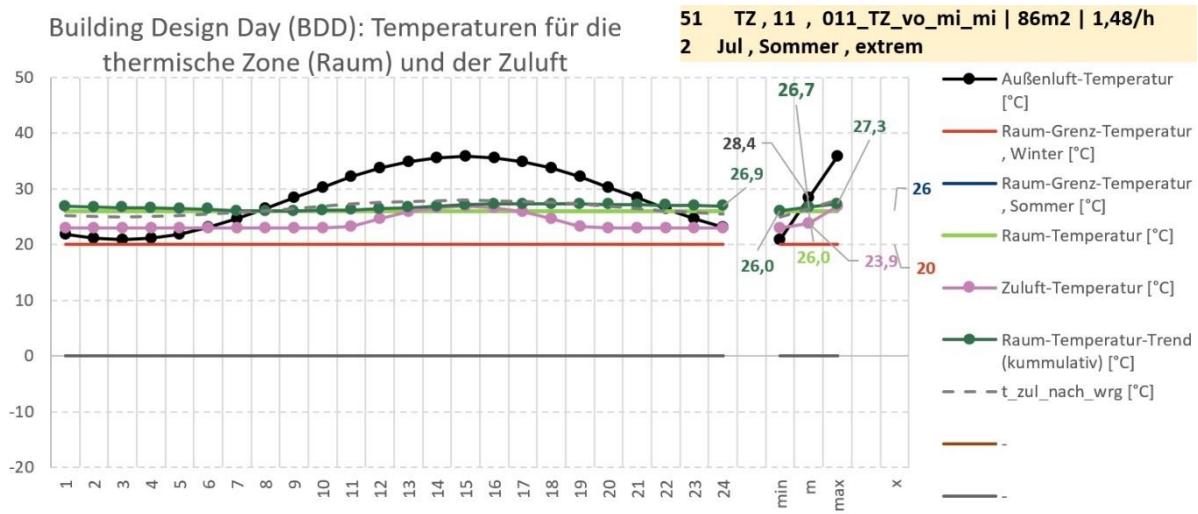


▲ Abbildung 10: Kühllast nach Norm - Bilanz und Betriebsweise des Raumsystems

Der Tagesgang zeigt, dass außerhalb der Nutzungszeit noch ungenutztes Potential zum Kühlen zur Verfügung steht, was zu diesen Zeiten allerdings nicht benötigt wird. Tagsüber tritt zeitweise eine Unterdeckung der Kühlleistung bezogen auf die Wärmebilanz des Raumes auf. Diese Unterdeckung führt aber nicht dazu, dass der thermische Komfort verlassen wird (siehe Abb. 8), die maximale Raumtemperatur (Trend) beträgt ca. 26,3°C. Gegen Ende der Nutzungszeit treten vier Stunden auf, in denen das Raumsystem nachkühlt. Damit wird die Raumtemperatur wieder auf die Solltemperatur zurückgebracht.

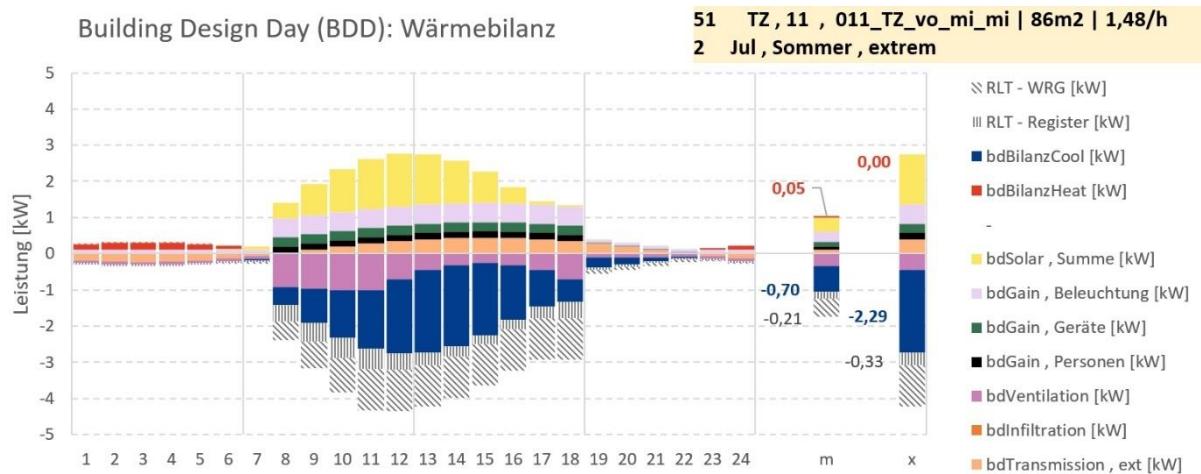
Kühlleistung nach BDD

Die Dimensionierung der Kühlleistung erfolgt mit dem Ansatz für Building Design Days [3; klimdim, 2025]. Die Betriebsweise ist lastverschiebend (nachkühlen, vorkühlen). Die Kühlleistung wird so ausgelegt, dass der Komfort auch bei temporärer Unterdeckung sichergestellt bleibt.



▲ Abbildung 11: Kühlleistung nach BDD - Temperaturen von Raum und Zuluft

Die Temperaturen bilden sich als stündlicher Verlauf im Tagesgang ab (vgl. Abbildung 11). Die Raumtemperatur ist einigermaßen stabil bei 26°C. Der Mittelwert beträgt 26,7°C, maximal werden 27,3°C erreicht. Um 7:00 Uhr morgens ist die Solltemperatur von 26,0°C wieder hergestellt. Die Außentemperatur schwankt von ca. 20°C bis ca. 36°C und beträgt im Mittel 28,4°C. Die Zulufttemperatur beträgt normalerweise 23°C, aufgrund der Regelung (ab sehr hohen Außentemperaturen bewegt sich die Zulufttemperatur gleitend 6 K unterhalb der Außentemperatur) liegt sie während der Nutzungszeit temporär höher und erreicht maximal knapp 28°C, im Mittel liegt sie bei 23,9°C.

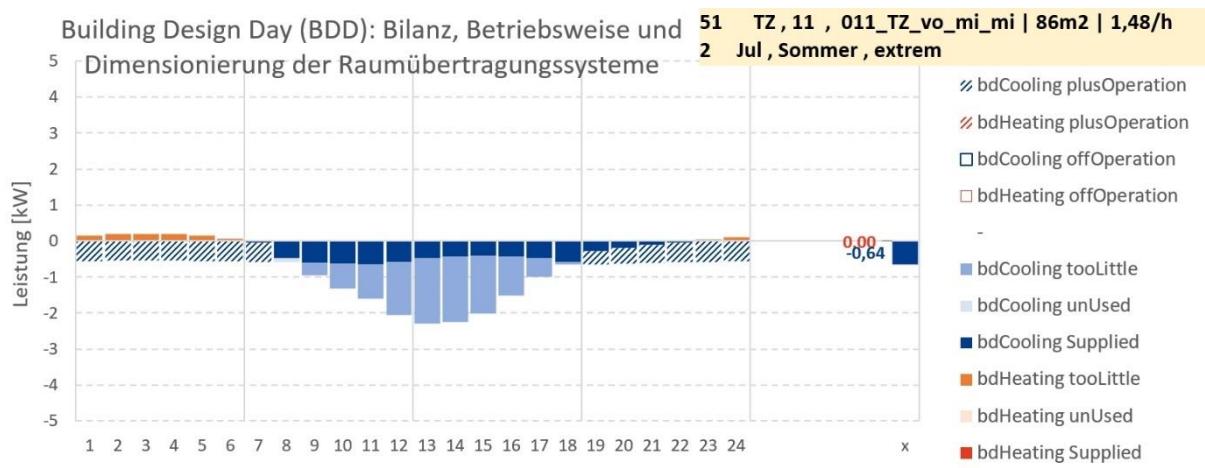


▲ Abbildung 12: Kühlleistung nach BDD – Wärmebilanz des Raumes

Die maximal auftretende Kühlleistung beträgt -2,29 kW, diese tritt ungefähr zur Mitte der Nutzungszeit auf um ca. 13:00 Uhr (vgl. Abb. 12). Das Tagesmittel der Kühlleistung beträgt -0,70 kW. Als einzige Wärmesenke zur Betriebszeit wirkt die aktive Kühlung durch Raumsystem und RLT-Anlage. Wärmequellen sind die solaren Einträge, interne Wärmequellen (Personen, Geräte, Beleuchtung) und die Transmission durch die Außenbauteile (Außenwand, Fenster).

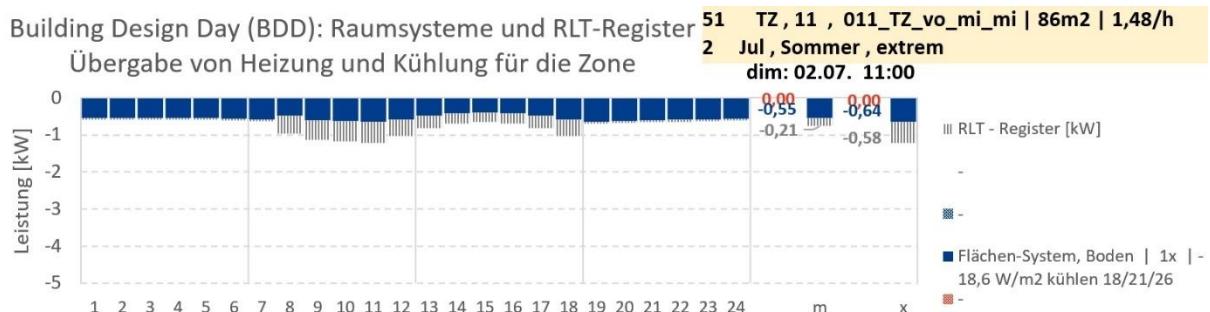
Zusätzlich zur Wärmebilanz des Raumes ist im Diagramm auch der Beitrag der Lüftung dargestellt, aufgeteilt nach Anteil des Kühlregisters und Anteil der Kälterückgewinnung.

Mit der Methode BDD kann nun das Raumsystem dimensioniert werden: In unserem Beispiel ist es auf -0,64 kW dimensioniert (vgl. Abb. 13). Gegenüber der Dimensionierung analog zur Kühllastberechnung wird es etwa halbiert.



▲ Abbildung 13: Kühleistung nach BDD - Bilanz und Betriebsweise des Raumsystems

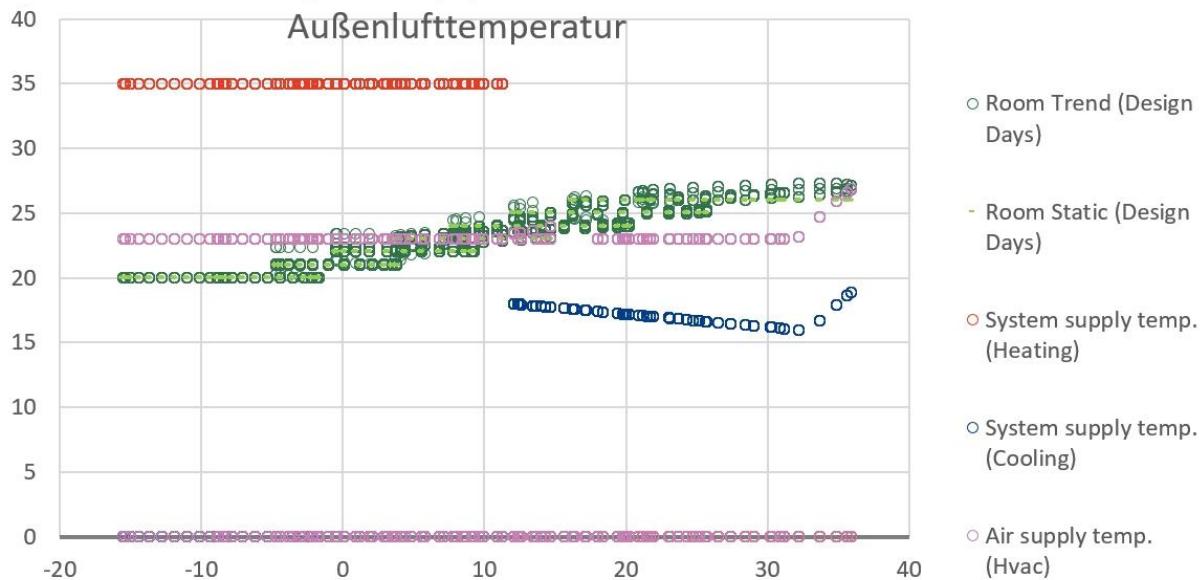
Der Tagesgang zeigt, dass außerhalb der Nutzungszeit noch ungenutztes Potential zum Kühlen zur Verfügung steht, was zu diesen Zeiten allerdings nicht benötigt wird. Tagsüber tritt über die gesamte Nutzungszeit eine Unterdeckung der Kühleistung bezogen auf die Wärmebilanz des Raumes auf. Trotzdem bleibt die Raumtemperatur moderat (Mittelwert 26,7°C, max. 27,3°C) und der thermische Komfort gilt als eingehalten (vgl. Abb. 11). Außerhalb der Betriebszeit kühlt das Raumsystem weiterhin (nachkühlen, vorkühlen), sodass zu Beginn der Nutzungszeit die Solltemperatur wieder erreicht wird.



▲ Abbildung 14: Kühleistung nach BDD - Bilanz von Raumsystem und RLT-Anlage

Die Zusammenstellung der Kühleistungen von Raumsystem und Kühlregister der RLT-Anlage am Design Day Sommer (vgl. Abb. 14) zeigt die Betriebsweise der beiden Systeme. Nachts erfolgt nur ein minimaler Luftwechsel mit 23°C warmer Zuluft, daher übernimmt das Bodensystem die Kühlung nahezu vollständig. Das Bodensystem läuft durchgängig an seiner Leistungsgrenze, der Maximalwert von 0,64 kW tritt zu mehreren Zeiten auf, sowohl außerhalb der Nutzungszeit als auch während der Nutzungszeit. Während der Nutzungszeit wird ein beträchtlicher Teil der Kühlung vom Luftsyste übernommen.

Stündliche Temperatur [°C] Korrelationen über der



▲ Abbildung 15: Kühlleistung nach BDD - Korrelation der Temperaturen (Raum-, Zuluft-, Vorlauf- über der Außentemperatur

Die Korrelation der Temperaturen über der Außentemperatur zeigt die Betriebsweisen der RLT-Anlage (Zulufttemperatur) und des Raumsystems (Vorlauftemperaturen im Heizfall und im Kühlfall), vgl. Abb. 15. Dargestellt sind die Werte für ein ganzes Betriebsjahr. Man sieht die Verteilung der Raumtemperatur, die im Winter niemals unter 20°C fällt und bei welchen Außentemperaturen im Sommer sie 26°C und mehr erreicht. Man sieht, dass die Zuluft fast immer bei konstant 23°C gehalten wird, nur selten (ab 32°C Außentemperatur) liegt sie höher. Das Bodensystem arbeitet bis 12°C Außentemperatur im Heizbetrieb, die Vorlauftemperatur beträgt konstant 35°C. Über 12°C Außentemperatur arbeitet das Bodensystem im Kühlbetrieb, die Vorlauftemperatur bewegt sich zwischen 18°C (bei niedrigen Außentemperaturen) und 15°C (bei hohen Außentemperaturen). Bei ganz hohen Außentemperaturen gibt es wie beim RLT-System auch hier eine gleitende Regelung, sodass dann – selten – höhere Vorlauftemperaturen entstehen.

Fazit: Die Dimensionierung des Kühlsystems mit der Methode BDD führt zu einer realistischeren Dimensionierung und damit häufig zu kleineren Leistungswerten als die konventionelle Kühllastberechnung. Es wird deutlich, dass eine gezielte Betriebsweise (z. B. Vorkühlen in den frühen Morgenstunden) einen wesentlichen Beitrag zur Dimensionierung und Effizienz leistet.

Anmerkung: Das vorliegende Projektbeispiel wird ohne Entfeuchtung im Kühlfall dargestellt. Die Parameter für die RLT-Anlage sind so gewählt, dass keine Entfeuchtung der Luft erforderlich ist. Die Berechnung des Kühlfalls mit RLT inklusive Entfeuchtung (siehe [11; Klimatechnik, 2025]) wird in naher Zukunft in dem Verfahren implementiert.

Fazit zur Leistungsdimensionierung

Zusammenfassung zu den Design-Kriterien zur Dimensionierung von Heizung und Kühlung mit der Methode BDD:

- Prinzip: Zu Beginn der Betriebszeit muss die Solltemperatur des Raumes am jeweiligen Design Day wieder hergestellt werden. Dann sind Heizfall und Kühlfall gelöst.

- Faustregel bzw. Empfehlung: Dimensionierung des Raumsystems für Heizung und Kühlung auf das Tagesmittel der Wärmebilanz des Raumes am jeweiligen extremen Design Day.

Zusammenfassung der Vorteile der Dimensionierung mit Building Design Days:

- Heiz- und Kühlsysteme können **kleiner** ausgelegt werden als nach den bisherigen Regelwerken, ohne Komforteinbußen.
- Das Verfahren geht über die reine Lastbestimmung hinaus und bezieht auch die **Raumübertragungssysteme** (z. B. Heizflächen, Kühldecken, Luftsysteme) mit ein.
- Diagramme der stündlichen Tagesgänge verdeutlichen, wie Temperatur, Raum- und Systembilanzen sowie Heiz- und Kühlleistungen zeitlich zusammenwirken. Dadurch wird sichtbar, **wo** und **wann** Lasten auftreten – eine Transparenz, die die klassischen Verfahren nicht bieten.
- Durch die Transparenz der Tagesgänge wird das **Ursache-Wirkungs-Prinzip** verständlich, wodurch der **Entwurf von Betriebsstrategien** (z. B. Nachtlüftung, Vorkühlung, adaptive Regelung) ermöglicht wird. Ein **Abgleich mit Monitoring-Messdaten** ist sinnvoll, weil die im Monitoring gezeigten Daten nur Wirkungen sind und BDD zusätzlich mögliche Ursachen enthält.

Die BDD-Methode ist damit nicht nur ein rechnerisches Verfahren, sondern auch ein **Entwurfswerkzeug** für die Planung nachhaltiger Gebäudetechnik.

Building Design Days + Energy: Jahresenergien im Überblick

Im nächsten Schritt wird die Methodik auf die **Energiebetrachtung über das Jahr** erweitert. Mit den Building Design Days + Energy (BDD+E) lassen sich die **Jahresenergien für Heizung und Kühlung** ermitteln – konsistent aus denselben Eingangsparametern wie bei der Leistungsdimensionierung [3; klimdim, 2025].

Dargestellt werden:

- **Jahresverläufe** von Temperaturen und Leistungen,
- **Häufigkeitsverteilungen** der Leistungsanforderungen,
- **Korrelationen** zwischen Außentemperatur und Systemleistung,
- sowie **Wochen- und Monatsbilanzen** (z. B. extreme Winter- und Sommerwochen).

Damit erhält man ein vollständiges, physikalisch stimmiges Bild des Gebäude- und Systemverhaltens über das ganze Jahr.

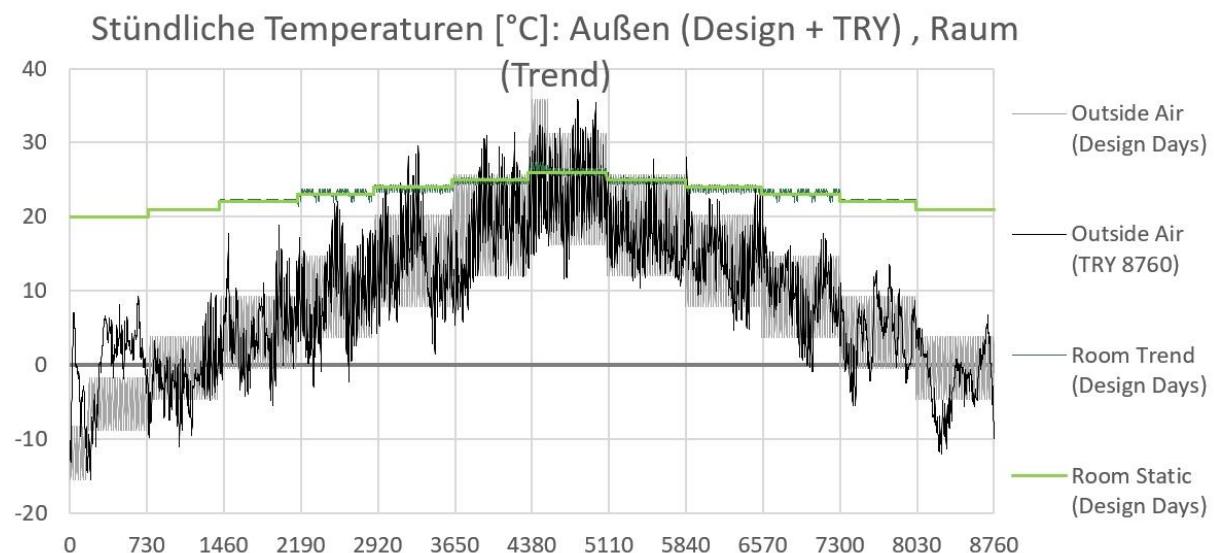
Bisher gibt es das Gebäudeenergiegesetz mit DIN V 18599 zur Ermittlung von Energien, diese sind per definitionem allerdings nicht zur Dimensionierung von Erzeugern geeignet [6; DIN V 18599, 2018-09].

Projektbeispiel: Heizung und Kühlung im Jahressgang

Nachdem im obigen Teil die Dimensionierung der Heizung und Kühlung (Leistung) – bezogen auf das konkrete Raumübertragungssystem Bodenfläche im Zusammenspiel mit der RLT-Anlage vorgenommen wurde, wird nun gezeigt, wie das Verfahren BDD+E die Jahresenergien für Heizung und Kühlung ermittelt.

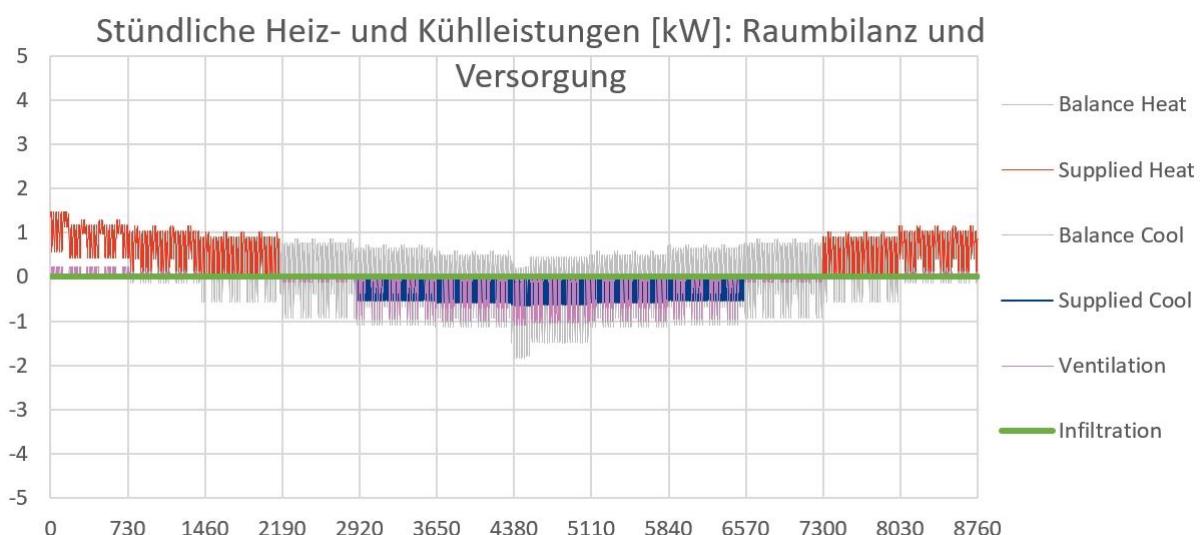
Jahresenergien nach BDD+E

Wie bereits erwähnt, wurde das Bodensystem nach dem Kühlfall dimensioniert. Hätte man allein nach dem Heizfall dimensioniert, wäre das Bodensystem kleiner ausgefallen. Da das Bodensystem die beiden Aufgaben von Heizen und Kühlen übernimmt, bestimmt der „schlimmere“ Fall die Dimensionierung. Nachfolgend wird dargestellt, wie sich Bodensystem und die resultierenden Raumtemperaturen im Jahresverlauf verhalten.



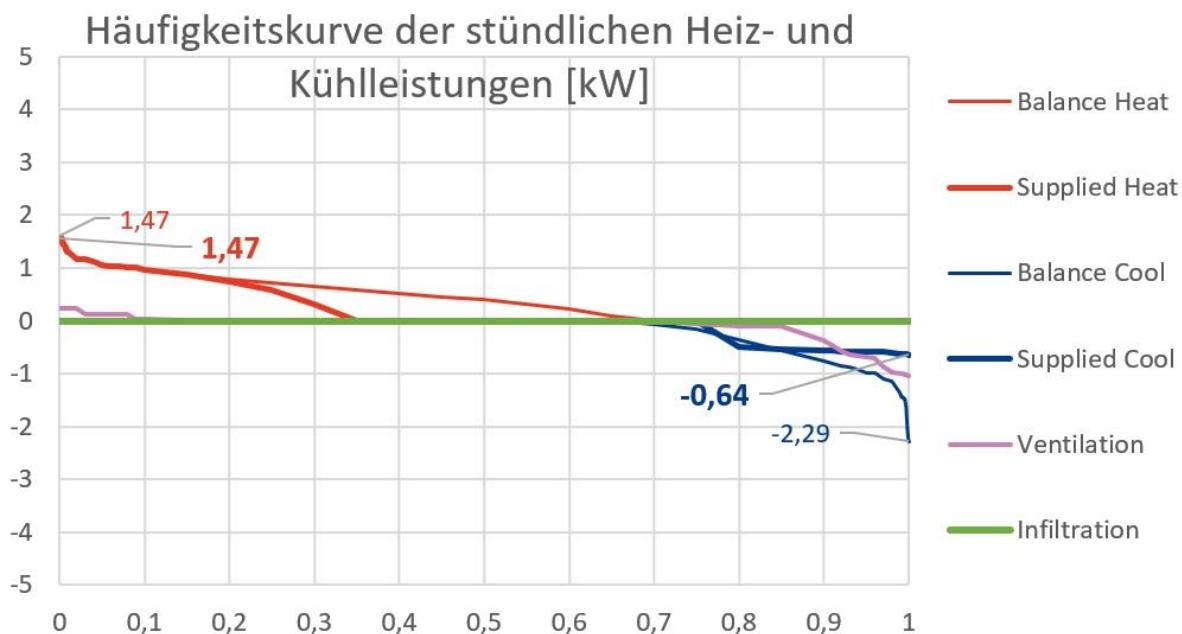
▲ Abbildung 16: BDD+E - Temperaturen (Raum-, Außen-) im Jahresgang

Abbildung 16 zeigt u.a. den angesetzten systematisierten Datensatz Climate Design Days (im Hintergrund sieht man den Verlauf der ursprünglichen Klimadaten vom DWD für TRY-Region 04, aus dem der CDD-Datensatz abgeleitet wurde) sowie die sich entwickelnde Raumtemperatur (Room Trend). Der extreme Wintertag (Design Day Winter) zur Dimensionierung der Heizleistung und der extreme Sommertag (Design Day Sommer) zur Dimensionierung der Kühlleistung werden jeweils sieben Mal (also jeweils eine Woche lang) als Randbedingung angesetzt. Die Trendkurve der Raumtemperatur zeigt, dass der Komfortbereich nicht (Winterfall) bzw. nicht nennenswert (Sommerfall) verlassen wird.



▲ Abbildung 17: BDD+E - Leistungen (Raumsystem, RLT) im Jahresgang

Abbildung 17 zeigt anschaulich im Jahresgang, wann das Bodensystem mit welchen Leistungen im Winter heizt (rote Kurve) und im Sommer kühl (blaue Kurve). Die violette Kurve zeigt den Beitrag der RLT-Anlage zur Heizung und Kühlung.



▲ Abbildung 18: BDD+E Heizung + Kühlung – Dauerlinie der Leistungen des Bodensystems für Heizung und Kühlung

Abbildung 18 zeigt die stündlichen Heiz- und Kühlleistungen des gesamten Jahres für das Bodensystem und die RLT-Anlage als Dauerlinien (Häufigkeitskurven). Für den Heizfall zeigt die Wärmebilanz des Raumes einen Bedarf von 1,47 kW (rote dünne Kurve). Das nach dem Kühlfall dimensionierte Bodensystem gibt im Heizfall auch genau diese Leistung maximal ab (rote dicke Kurve). Den größten Teil der Heizzeit liegt die Leistungsabgabe des Bodensystems allerdings bei max. 1 kW. Für den Kühlfall zeigt die Wärmebilanz des Raumes einen Bedarf von -2,29 kW (blaue dünne Kurve). Das Bodensystem ist auf -0,64 kW dimensioniert und gibt den größten Teil seiner Betriebszeit auch fast diese Maximalleistung an den Raum ab (dicke blaue Kurve).

Aus den stündlichen Leistungen werden die jeweiligen Jahresenergien ermittelt:

- Bodensystem Heizen: 3,6 MWh/a (2.275 Vollaststunden)
- Bodensystem Kühlen: -1,6 MWh/a (681 Vollaststunden)

Bewertung

Betriebsweise

Hier wurde ein typischer Fall aus der Praxis dargestellt mit einer Betriebsweise der RLT mit einer Zulufttemperatur von 23°C im Winter und im Sommer. Für eine wirtschaftliche und nachhaltige Lösung empfehlen wir eine andere Betriebsweise.

Der Raum sollte primär über das Bodensystem geheizt und gekühlt werden. Dabei kann eine Zulufttemperatur von mindestens 17°C im Winter und 24°C im Sommer (ab 32°C Außentemperatur erhöht sich die Zulufttemperatur im Sommer mit einer Absenkung von 6 K gleitend unterhalb der Außentemperatur) vorgegeben werden. Somit müssen RLT-Heizregister und Kühlregister erheblich weniger arbeiten und können entsprechend kleiner dimensioniert werden.

Der Vergleich der beiden Betriebsweisen für die RLT-Anlage zeigt eine Verschiebung der erforderlichen Leistungen. Der empfohlene Fall 2 ist nachhaltiger: Das Raumsystem hat zwar eine höhere Leistung als im hier dokumentierten Fall 1, aber dafür haben Heizregister und Kühlregister deutlich kleinere Leistungen nötig. Während bei dem Raumsystem die thermische Speicherfähigkeit zu Tragen kommt, gibt es diesen Effekt bei der Luftheizung und Luftkühlung nicht, daher ist die Gesamtleistung für Raumsystem und RLT kleiner als im Fall 1. Hohe Spitzenleistungen sind problematisch für nachhaltige Erzeuger wie z.B. Wärmepumpen. Niedrigere Spitzenleistungen können häufiger die normalerweise üblichen bivalenten WP-Systeme überflüssig machen.

Der Fall mit der empfohlenen Betriebsweise kann unter www.klimdim.de live angesehen werden (Anmeldung: Name: Leser, Passwort: Lahme2025), siehe [3, klimdim, 2025].

Vergleich mit GEG

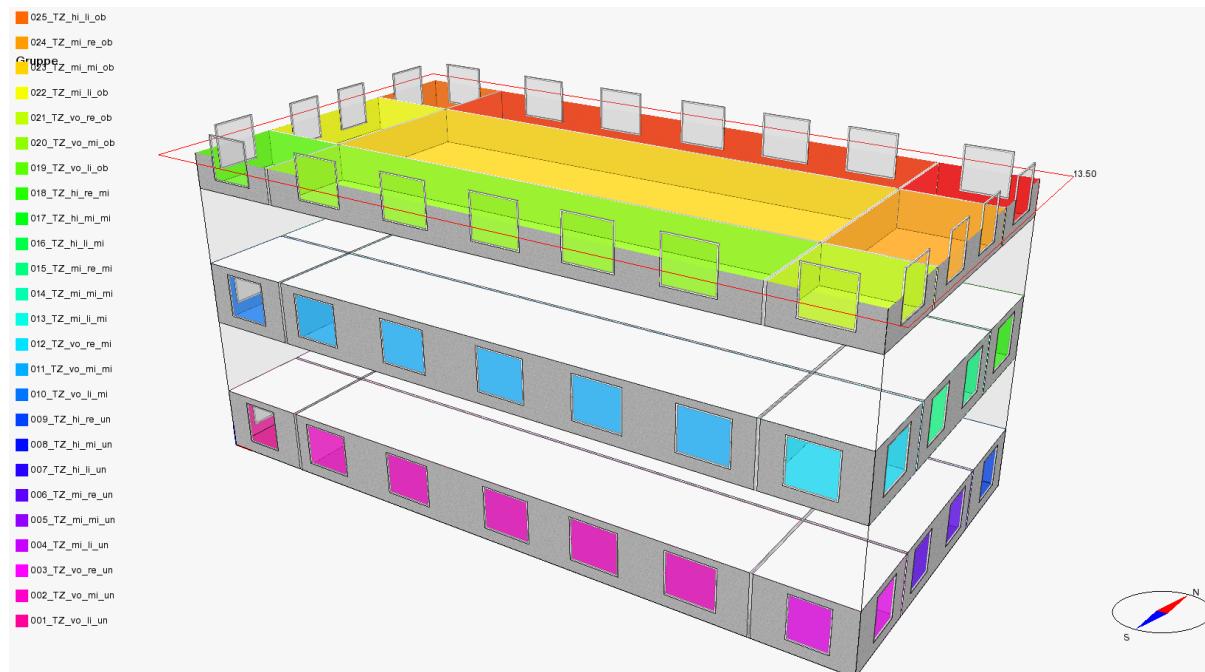
GEG bzw. DIN V 18599 [6; DIN V 18599, 2018-09] setzt unrealistische Randbedingungen an. GEG hat ja auch nicht die Absicht, einen realistischen Energiebedarf für die Auslegung der Anlagentechnik zu ermitteln, sondern hat vielmehr die Intention, durch standardisierte Eingaben eine Vergleichbarkeit mit anderen Gebäuden zu ermöglichen. Mit dem Verfahren BDD+E dagegen wird der Energiebedarf möglichst **realistisch** abgebildet und fällt in der Regel **niedriger** aus. Grund ist die bessere Abbildung der tatsächlichen Nutzung, der Tagesgänge und der thermischen Speicherwirkung.

Gebäudemodell und Anwendung

Für die Entwurfsphase kann auf ein **vereinfachtes 27+2-Zonen-Modell** zurückgegriffen werden.

Dieses Modell lässt sich mit wenigen Eingabeparametern (z. B. Flächen, Ausrichtung, Verglasung, interne Lasten) beschreiben und bildet typische Gebäude ausreichend genau ab.

Damit kann die Methode bereits in frühen Planungsphasen eingesetzt werden, um Varianten zu vergleichen oder Anlagenkonzepte zu bewerten.



Alternativ kann auch ein **detailliertes Gebäudemodell** verwendet werden, das aus einem vorhandenen **digitalen Zwilling** wie z.B. einem Building Information Model (BIM) abgeleitet wird. So lässt sich das Verfahren nahtlos in bestehende BIM-Workflows integrieren.

Darüber hinaus kann der digitale physikalische Zwilling im späteren Betrieb mit den Messdaten des Energiemonitorings abgeglichen werden. Dadurch gewinnt der Energiemanager wertvolle Einblicke in Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und kann die modellierten Design-Parameter – etwa zur Nutzungsstärke – so lange anpassen, bis der berechnete Lastgang mit den realen Messdaten übereinstimmt.

Geplant ist zudem, das Tool ab dem Sommersemester 2026 in der Lehre an der Hochschule Bochum einzusetzen.

Gesamtfazit und Ausblick

Die Building Design Days + Energy stellen einen **ganzheitlichen Ansatz** zur Dimensionierung und energetischen Bewertung von Heizung und Kühlung dar. Außerdem ist mit diesem Verfahren auch eine Bewertung des thermischen Komforts abgedeckt, was bisher über eine weitere Norm geregelt wird [7; DIN 4108-2].

Das Verfahren kombiniert **stündlich aufgelöste Tagesgänge, physikalische Bilanzierung und systematische Klimadaten** zu einem Werkzeug, das Bewertung, Dimensionierung, Energieanalyse und Planung miteinander verbindet.

Die Vorteile im Überblick:

- **Vermeidung von Überdimensionierung** durch realistische, zeitaufgelöste Betrachtung
- **Einheitliches Verfahren** für Leistung und Energie
- **Darstellung der Systemlogik** und Unterstützung beim Entwurf von Betriebsstrategien
- **Konsistente Datengrundlage** durch Climate Design Days
- **Anwendbar** sowohl in der frühen Entwurfsphase als auch im detaillierten Gebäudemodell

Während die bisherigen Regelwerke – DIN EN 12831, VDI 2078, GEG – Leistung und Energie strikt trennen, führt das vorgestellte Verfahren beides **in einem konsistenten Ansatz zusammen**. Dadurch entstehen neue Möglichkeiten für eine **Harmonisierung der Normen und Richtlinien**, insbesondere im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und Planungsqualität.

Die Building Design Days ebnen damit einen **praxisnahen, verständlichen und zukunftsfähigen Weg**, Gebäude und Anlagentechnik gemeinsam zu denken – von der Klimadatenbasis bis zur Betriebsweise.

Literaturverweise

[1] [DWD, 2010] Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse, Deutscher Wetterdienst (DWD), Handbuch, Sept. 2014

[2] [DWD, 2017] Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse, Deutscher Wetterdienst (DWD), Sept. 2017, Internetseite:
<https://kunden.dwd.de/obt/> (ortsauflöst für 1 km x 1 km)

[3] [klimdim, 2025] Internetseite zum wissenschaftlichen Austausch für die neuen Methoden Climate Design Days und Building Design Days + Energy (www.klimdim.de, User: Leser, Passwort: Lahme2025)

[4] [DIN EN 12831-1, 2017-09] Energetische Bewertung von Gebäuden | Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast | Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3 | Deutsche Fassung EN 12831-1:2017

[5] [VDI 2078, 2015-06] Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation)

[6] [DIN V 18599, 2018-09] Energetische Bewertung von Gebäuden | Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung | Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

[7] [DIN 4108-2] Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden | Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz | Entwurf 2024-12 | 2013-02

[8] [CDD MGT, 2025] Heizung und Kühlung realitätsnah am extremen Tagesgang dimensionieren, Teil 1: Wie aus stündlichen Klimadaten sichere Design Days für Winter, Sommer und Energie werden | Autor: Andreas Lahme | Beitrag in Moderne Gebäudetechnik, Ausgabe 06/2025, 17.09.2025:

<https://www.tga-praxis.de/20250610>

[9] [Heizung MGT, 2025] Heizung und Kühlung realitätsnah am extremen Tagesgang dimensionieren, Teil 2: Heizung dimensionieren - Vergleich von Normheizlast und stündlicher Bilanzierung | Autor: Andreas Lahme | Beitrag in Moderne Gebäudetechnik, Ausgabe 12/2025, 11.12.2025

[10] [Klimawandel TAB, 2025] Klimawandel für die Normen, Randbedingungen früher, heute und später im Vergleich mit der Realität zur Harmonisierung | Autor: Andreas Lahme | Beitrag in TAB, Ausgabe 12/2025, 11.12.2025

[11] [Klimatechnik, 2025] Kompendium der Lüftungs- und Klimatechnik – Band I | Helmut E. Feustel, Friedrich Sick | 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2025 | cci Buch

Autor

Dipl.-Phys. Ing. Andreas Lahme, Gründer und Geschäftsführer alware Ingenieurbüro für Bauphysik und Gebäudetechnik, ganzheitliche Gebäude-Simulationen und Energiekonzept-Simulationen



Bei Rückfragen:

+49 151 72119814

andreas.lahme@alware.de

Hinweis zur Vertraulichkeit

Dieser Beitrag ist zur Veröffentlichung in der Fachzeitschrift **cci** vorgesehen (voraussichtlich Dezember 2025 oder Januar 2026) und darf daher nicht an Dritte weitergegeben werden.