

## Building Design Days + Energy

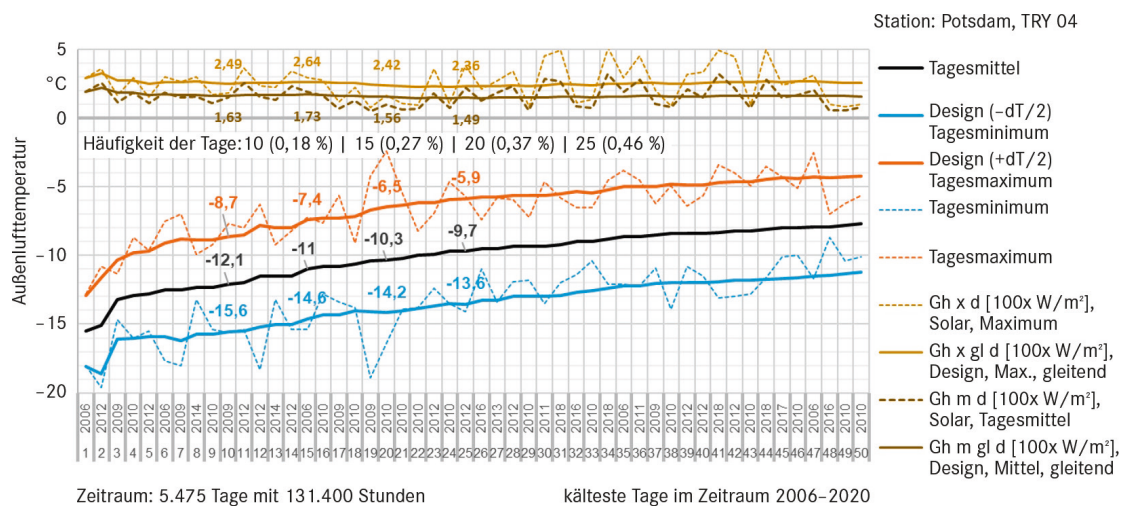
# Heizung und Kühlung realitätsnah am extremen Tagesgang dimensionieren

## Teil 2: Heizung dimensionieren – Vergleich von Normheizlast und stündlicher Bilanzierung

Die Dimensionierung der Heizung gehört zu den zentralen Aufgaben in der technischen Gebäudeplanung.

Die DIN EN 12831-1 bietet ein etabliertes Verfahren zur Ermittlung der Norm-Heizlast, bleibt jedoch in ihrer Methodik punktuell und abstrahiert. In der Praxis verändern sich Außenklima, solare Einstrahlung und interne Lasten im Tagesverlauf erheblich.

Die Methode Building Design Days + Energy (BDD+E) basiert auf stündlich aufgelösten Klimadaten und bildet reale Randbedingungen präziser ab.



① Außenlufttemperatur: Tagesmittel der Größe nach sortiert mit korrelierten Min. und Max. für die kältesten 50 Tage im Zeitraum mit Solar

Der vorliegende zweite Teil der Serie vergleicht die konventionelle Heizlastberechnung nach Norm mit der stündlichen Bilanzierung über BDD+E. Es wird gezeigt, wie sich durch Einbeziehung tageszeitlicher Schwankungen und solarer Gewinne die Heizlast realistischer bestimmen lässt, um Übergabe- und Erzeugersysteme gezielter zu dimensionieren. Damit wird der Weg zu einer harmonisierten, daten-basierten Planung eröffnet.

## Climate Design Days

Mit der Methode Climate Design Days (CDD), vorgestellt in Teil 1 /10/, werden aus stündlichen Klimadaten eines Jahres aus verschiedenen Quellen /1, 2, 3, 4/ die Designparameter für den extremen Wintertag, extremen Sommertag und die mittleren monatlichen Tage ermittelt. Aus den Stunden-daten wird ein ganzes Jahr zusammengesetzt, das im Vergleich mit den Originaldaten die Extreme, Summen und Häufigkeiten hinreichend genau abbildet. Es werden die Außenlufttemperatur, die Glo-

bal- und Direkteinstrahlung (horizontal) und die Feuchtebelastung sowie die Enthalpie bereitgestellt. Am Beispiel der Wetterdaten für Potsdam (TRY-Region 04) wurden die stündlichen Messdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Zeitraum 1945 bis 2024 /3/ analysiert. Diese 80 Jahre ergeben 29.200 Tage mit 700.800 Stunden. In unserem Beitrag Klimawandel für die Normen /11/ wird gezeigt, wie die Wetterdaten der Vergangenheit durch Auswahl des Zeitraums eingeschränkt werden, um dann daraus den beispielsweise 10. kältesten Tag als Design Day für den Winter zur Dimensionierung der Heizung zu wählen. Über klimdim.de /5/ können Leserinnen und Leser die Wetterdaten selbst analysieren und sich eine eigene Meinung bilden. Wichtig ist die zeitlich korreliert am Design Day Winter „gleichzeitig“ vorhandene solare Einstrahlung. Bild ① zeigt die Außenlufttemperaturen von Potsdam (TRY 04) der 50 kältesten Tage im Zeitraum 2006–2020 für den Winter mit solarer Globalstrahlung mit Auswahl für den Winter: Für die Norm-



Dipl. Phys.-Ing.  
Andreas Lahme,  
Gründer und Geschäftsführer alware Ingenieurbüro für Bauphysik und Simulation von Gebäuden und Energiekonzepten, Braunschweig

Außentemperatur der DIN EN 12831-1 ist geplant, das 10. kleinste (entsprechend 0,18 % von 5.475 Tagen im Zeitraum) Tagesmittel zu wählen. Es könnte aber auch der 15. oder 20. kleinste Wert gewählt werden. Die reale Tagesschwankung wird gleitend vom kältesten Tag an berechnet, halbiert für das Design-Minimum abgezogen und Maximum addiert. Die Tagesschwankung um den Tagesmittelwert beträgt nahezu durchgängig 7 K. Die extremen Wintertage liegen häufig in der Vergangenheit. Die zeitgleiche solare Globaleinstrahlung um 12 Uhr mittags liegt bei  $249 \text{ W/m}^2$  und der Tagesmittelwert für ca. sieben Stunden bei  $163 \text{ W/m}^2$ .

Die Normen und Richtlinien geben Klimarandbedingungen vor, um mit jeweils unterschiedlichen Rechenverfahren die Heizlast nach DIN EN 12831-1 und die Kühllast nach VDI 2078, die Energie nach DIN 18599 sowie den thermischen sommerlichen Komfort nach DIN 4108-2 nachzuweisen.

Ziel der Methode BDD+E ist es, zur Harmonisierung einen stündlichen Klimadatenatz für einen Standort für ein einziges Rechenverfahren zu erstellen, der alle Nachweise in einem Rutsch erledigt. Stündliche Klimadaten ermöglichen zudem, mit realen Wirkungsgraden der Herstellerkomponenten zu rechnen. Damit sind Energien, Nutzungsgrade und Volllaststunden in Zukunft immer Ergebnisse und nie mehr Schätzungen.

## Gebäudemodell building27+2

In der Entwurfsphase von Gebäuden möchte man schnell Erkenntnisse erlangen und grundsätzliche Festlegungen treffen. Das parametrisierte Gebäudemodell building27+2 (Bild ②) ermöglicht dies; es enthält bis zu 27 thermische Zonen plus eine für das Satteldach und eine für die Untergeschosse. Damit lassen sich viele Gebäudetypen abbilden (z. B. Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus als Riegel

## Die Serie in sechs Teilen

Teil 1: Climate Design Days (CDD) – Erstellen eines systematisierten Klimadatenatzes über wenige Parameter sowie Vergleich mit dem Originaldatenatz und den Normvorgaben.

Teil 2: Dimensionierung der Heizung mittels BDD+E und Vergleich zur Heizlastberechnung.

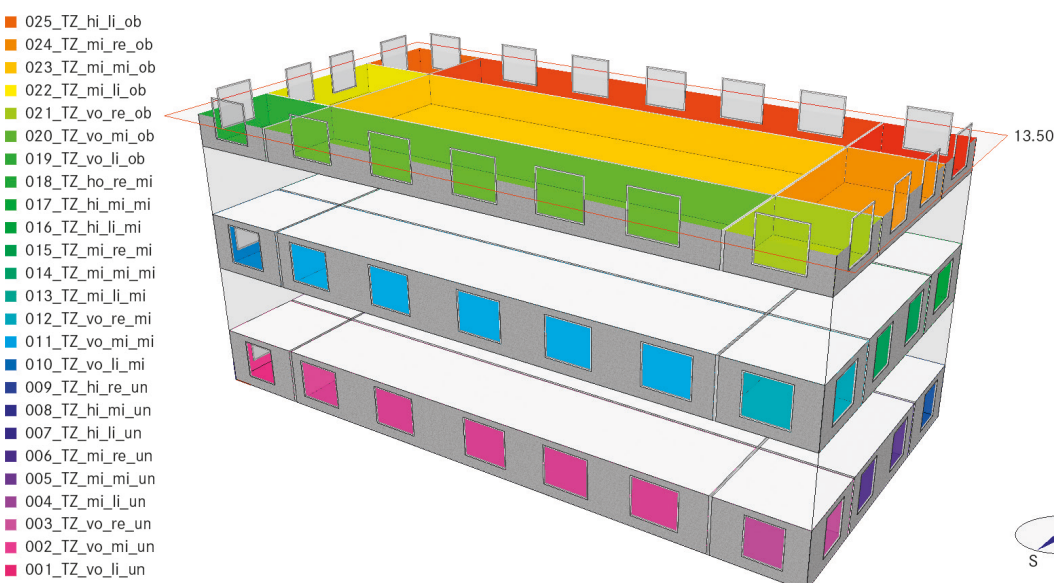
Teil 3: Dimensionierung der Kühlung mittels BDD+E und Vergleich mit der Kühllastberechnung.

Teil 4: Berechnung der Jahresenergie für Heizung und Kühlung mittels BDD+E im Vergleich zum GEG.

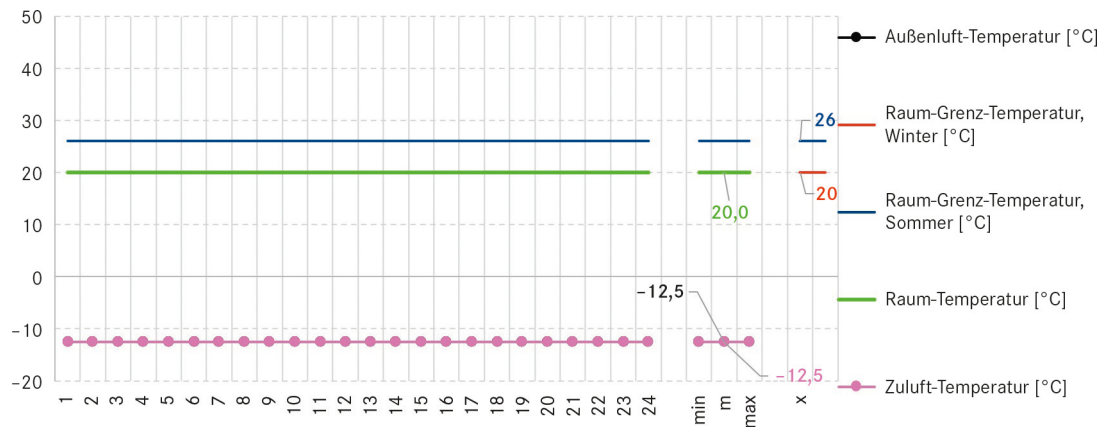
Teil 5 und 6: Einblicke in die Dimensionierung von Wärmepumpen und PV-Anlagen (z. B. Balkonkraftwerke) mittels BDD+E.

mit Regelgeschossen, Büro als Zweispänner, Hochhaus mit Hotelzimmern, Logistikhalle mit neun Zonen im Erdgeschoss). Mit wenigen Parametern lassen sich Gebäudeeigenschaften einstellen und skalieren. Ergebnisse für dieselben Eingaben an unterschiedlichen Orten im Gebäude und Himmelsrichtung stehen immer zur Verfügung.

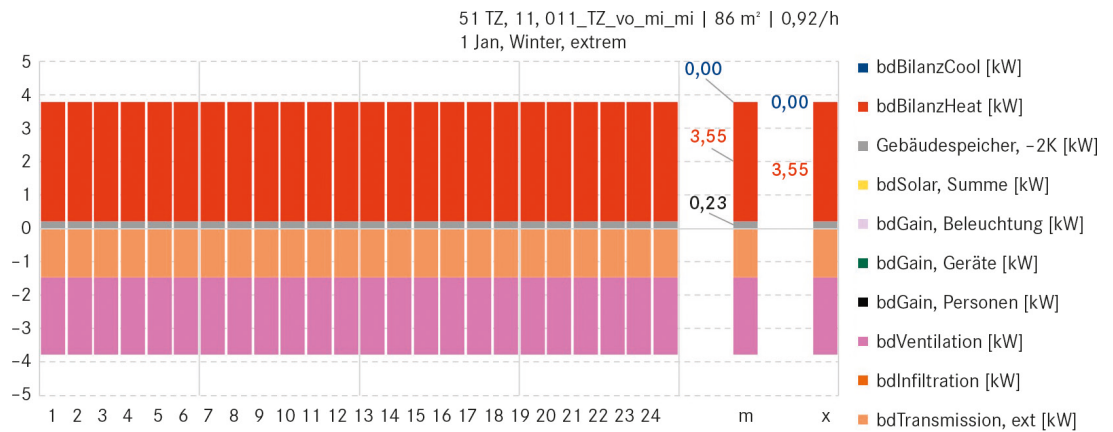
Die Namen der Zonen sind neutral gewählt, weil die Himmelsrichtung der Fassade vorne geändert und damit das Gebäude gedreht werden kann. Der für diesen Beitrag ausgewählte Raum ist im Regelgeschoss eingebettet mit der Fassade nach Süden. Entsprechend wird die eingebettete thermische Zone nach Süden „011\_TZ\_vo\_mi\_mi“ verwendet (Tiefe: vorne, Mitte, hinten | Länge/Breite: links, Mitte, rechts | Höhe: unten, Mitte, oben).



② Gebäudemodell building27+2 in der 3D-Ansicht



### ③ Heizlast: Temperaturen der thermischen Zone (Raum) und der Zuluft



### ④ Heizlast: Wärmebilanz der thermischen Zone (Raum)

Darstellung der wesentlichen Raumeigenschaften:

- Geometrie, netto:
  - Bodenfläche 87 m<sup>2</sup>
  - Volumen: 235 m<sup>3</sup>
  - Breite 21,8 m
  - Tiefe 4 m
  - Höhe 2,7 m
- Fassade:
  - Wandfläche 58,7 m<sup>2</sup>
  - Fensterflächen-Anteil 35 %
  - Fensterfläche 20,6 m<sup>2</sup>
  - Richtung Süd
- Nutzung:
  - Büro
  - Zeit Mo–Fr 8–18 Uhr
  - Personen, Geräte, Beleuchtung Werte nach /8/
- Lüftung:
  - Fensterlüftung
  - Luftwechsel 0,92 l/h
  - Außenluft (keine Luftbehandlung durch RLT)
  - Raumübertragungssystem: Fußbodenflächen-system (Vorlauf 35 °C)

Als Leser können Sie unter [klimdim.de](http://klimdim.de) /5/ in der Live-Version jede Zone auswählen, Designparameter verändern und die Wirkung beobachten.

### Fall 1: Heizlast im Winter

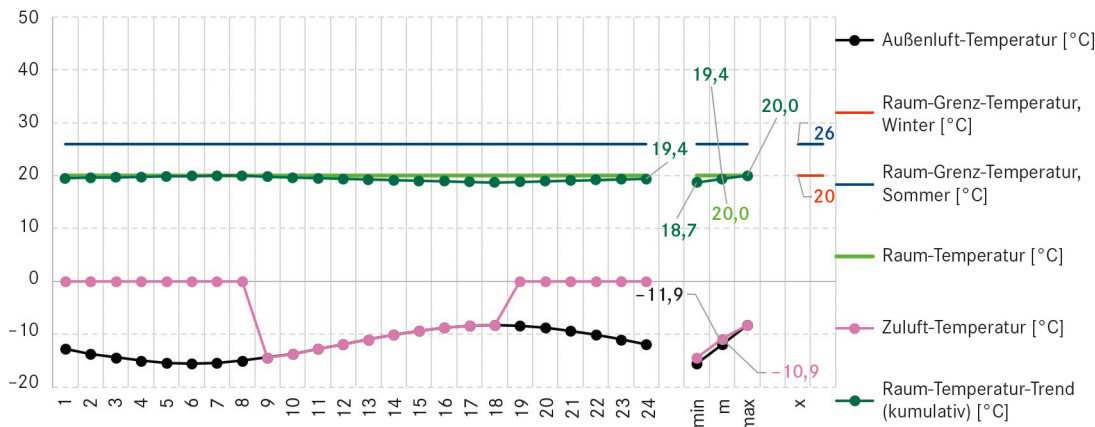
In Bild ① wurden für den Standort Potsdam für den Winter die 50 kältesten Tage aus dem Zeitraum 2006–2020 mit ihrem Tagesmittel und korrelierten Minimum und Maximum des jeweiligen Tages dargestellt. Durch einen gleitenden Mittelwert für das Minimum und das Maximum für den Zeitraum vom kältesten Tag bis zum jeweiligen Tag wird die Tagesschwankung gedämpft. Sie läuft mit 7 K parallel zum Tagesmittelwert.

Bisher gilt nach DIN EN 12831-1 (2017-09) /6/ für den Standort Potsdam die Normaußentemperatur (Tagesmittel-Außenlufttemperatur) von –12,5 °C (Zeitraum damals: 1996–2015) für die Ermittlung der Heizlast. Eine analoge Auswahl des 10. kältesten Tages würde diese Temperatur nun auf –12,1 °C erhöhen.

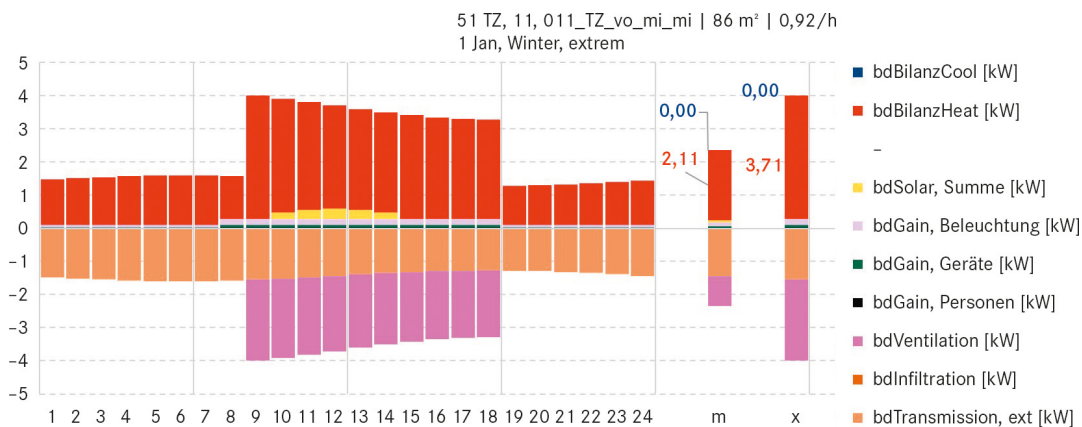
Bei einer Raumzieltemperatur von 20 °C bedeutet das eine Reduzierung der Heizlast um 1,2 %. Beispielsweise würde eine Heizlast von 1.000 W um 12 W reduziert.

- Nebenrechnung:  $(-12,1 \text{ °C} - (-12,5 \text{ °C})) / (20 \text{ °C} - (-12,5 \text{ °C})) = 0,4 \text{ K} / 32,5 \text{ K}$

Der Tag mit dem 10. kleinsten Wert entspricht 0,18 % von 5.475 Tagen im Zeitraum der Jahre 2006–2020.



⑤ Building Design Day (BDD) Winter: Temperaturen der thermischen Zone (Raum) und der Zuluft



⑥ Building Design Day (BDD) Winter: Wärmebilanz der thermischen Zone (Raum)

Der ASHRAE gibt für Klimahäufigkeiten als kleinsten Anteil die 0,4% (22. kleinster Wert) an.

Das Normengremium entscheidet noch dieses Jahr über die Auswahl der neuen Normaußentemperaturen, die dann vom DWD analog zu /2/ aktualisiert im Raster von  $1 \times 1$  km online bereitgestellt werden. Die thermische Speicherwirkung der Räume und des Gebäudes wird in dem Rechenverfahren dadurch abgebildet, dass die Normaußentemperatur erhöht und damit der Wärmeverlust durch Transmission und Lüftung reduziert wird.

Voraussichtlich bleibt es dabei, für einen unbestimmten Zeitpunkt im Winter nur die Verluste durch Transmission und Lüftung als maximale Heizlast zu berechnen, reduziert um einen Anteil aufgrund von thermischer Speicherwirkung der Räume im Gebäude. Der real vorhandene Einfluss von internen Wärmeeinträgen durch Beleuchtung, Geräte und Personen sowie ein solarer Wärmeeintrag bleiben weiterhin unberücksichtigt.

Darstellung der Heizlast nach Norm im Tagesgang aus BDD+E:

Alle Temperaturen sind per definitionem laut Norm konstant (Bild ③). Die Raumtemperatur beträgt  $20^\circ\text{C}$ , ebenso die Raumgrenztemperatur (Heizziel-

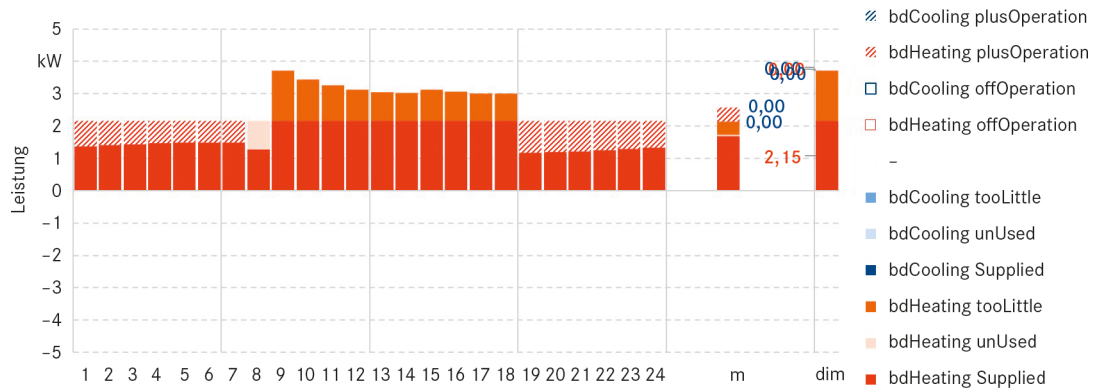
temperatur). Die Außentemperatur beträgt  $-12,5^\circ\text{C}$ , ebenso die Zulufttemperatur (Fensterlüftung). Der Heizbedarf (Leistung) beträgt  $3,55\text{ kW}$  (Bild ④). Die Wärmesenken sind Transmission durch die Außenbauteile (Außenwand, Fenster) und Lüftungsverluste. Die Speicherefähigkeit des Raumes bildet das Normverfahren durch Ansatz einer Erhöhung der Norm-Außentemperatur ab (hier  $2\text{ K}$ , für mittelschwere Bauweise).

### Building Design Day Winter

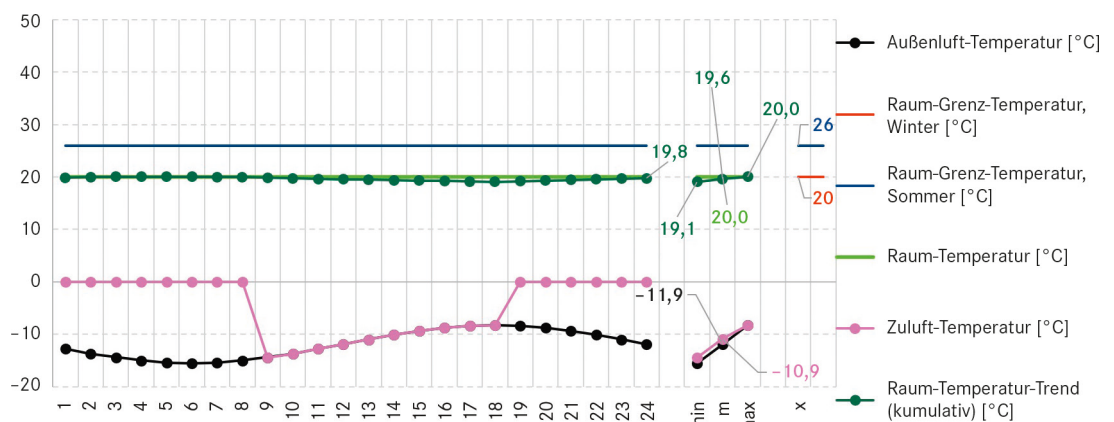
In Bild ① wurde, wie oben erläutert, zum jeweiligen Tagesmittel der Außenlufttemperatur auch korreliert das „zeitgleiche“ Minimum und Maximum sowie die solare Einstrahlung aufgeteilt nach direkt und diffus dargestellt.

Damit steht zum Tagesmittelwert auch die Tageschwankung von fast konstant  $7\text{ K}$  zur Verfügung. Die zeitgleiche solare Globaleinstrahlung um 12 Uhr mittags liegt bei  $249\text{ W/m}^2$  und der Tagesmittelwert für ca. sieben Stunden bei  $163\text{ W/m}^2$  (Tagesmittel ist  $48\text{ W/m}^2$  für 24 h). Interessant ist hier ein höherer Anteil von Direktstrahlung, da der Himmel wolkenloser ist. Die Erde kann zwar bei weniger Wol-





⑦ Building Design Day (BDD) Winter: Bilanz, Betriebsweise und Dimensionierung des Raumübertragungssystems Fußboden



⑧ Building Design Day (BDD) Winter: Temperaturen der thermischen Zone (Raum) und der Zuluft

ken mehr Wärme an den Weltraum verlieren, andererseits erreicht auch mehr Sonnenenergie die Erde. Die Methode Building Design Days + Energy (BDD+E) berechnet für den extremen Wintertag die stündlichen statischen Bilanzen (Bild ⑤) und ⑥) immer bezogen auf die Sollraumtemperatur.

### Fall 2: Building Design Days + Energy zur Dimensionierung der Heizung

Im Vergleich zur Heizlast stellt sich die Bilanzierung für den Heizfall folgendermaßen dar (Bild ⑤): Die Raumtemperatur schwankt geringfügig und liegt max. 1,3 K unter der Solltemperatur von 20 °C (Bild ⑤). Am Ende des Tages erreicht sie 19,4 °C und hat morgens um 5:00 Uhr die Solltemperatur im Raum wiederhergestellt. Die Außentemperatur schwankt gemäß Klimadatensatz (CDD) und beträgt im Mittel -11,9 °C. Die Lüftung ist nur während der Nutzungszeit aktiv.

Der Tagesgang zeigt die tageszeitlich zeitgleich auftretenden Wärmeverluste und Wärmeeinträge statisch berechnet bezogen auf die Sollraumtemperatur (Bild ⑥). Das erste Ergebnis aus dieser Wärmebilanz des Raumes ist der stündliche Heizbedarf, um die Raumtemperatur konstant zu halten. Es werden 25 % interne Wärmelasten (Personen, Geräte, Be-

leuchtung) angesetzt. Der solare Eintrag erfolgt gemäß Klimadatensatz CDD, reduziert um g-Wert der Verglasung und mit Verschattungssystem (Fc 0,25). Die maximal auftretende Leistung für den Heizbedarf beträgt 3,71 kW, der Mittelwert über den Tag beträgt 2,11 kW.

Der Tagesgang aus BDD zeigt die Energie, die für den Tag zum Heizen nötig ist. Das kann die Heizlastberechnung nicht, hier hört sie auf. Das Verfahren BDD dagegen geht darüber hinaus. Es erfolgt eine Dimensionierung des konkreten Raumsystems: Das Raumübertragungssystem – hier eine Fußbodenfläche – in der Betriebsweise Heizen mit der Vorlauf-Temperatur von 35 °C am kältesten Tag – liefert zeitweise etwas zu wenig Heizleistung (bdHeating tooLittle). Deshalb sinkt die Raum-Trend-Temperatur gedämpft durch die Raumspeicherung etwas ab. Allerdings wird nachgeheizt (bdHeating plusOperation), wenn Kapazität (bdHeating unused) zur Verfügung steht und somit am Tagesende die Raumsolltemperatur fast und bis zum folgenden Morgen vor Nutzungsbeginn wieder erreicht wird. Die Heizenergie des extremsten Wintertages konnte übertragen werden. Die maximal dimensionierte Wärmeübertragungsleistung (bdHeating Supplied) liegt damit unter der Normheiz-

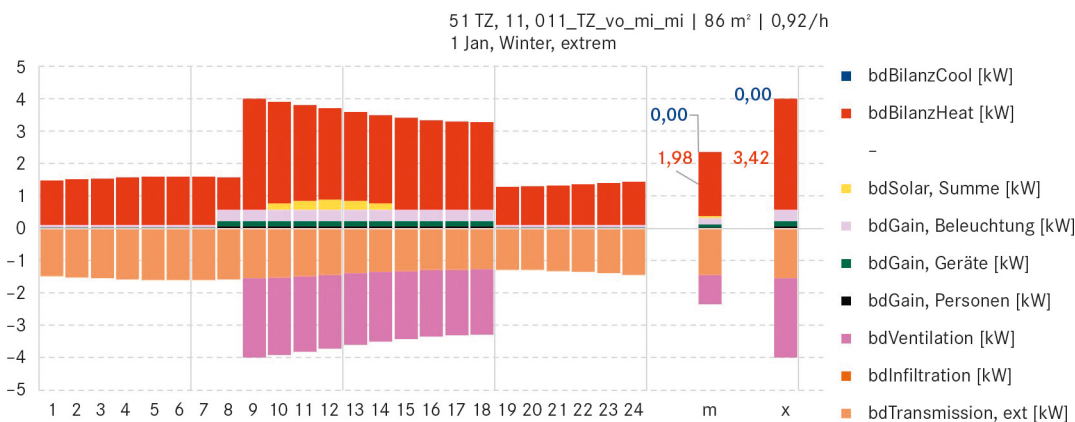
last. In unserem Fall wird das Raumsystem auf 2,15 kW dimensioniert.

Empfehlung: Das Kriterium zur wirtschaftlichen und nachhaltigen Dimensionierung des Raumsystems ist das Tagesmittel des Wärmebedarfs (Leistung) aus der Raumbilanz am kältesten Tag. Das Design-Kriterium ist, dass die Energiemenge der Heizung für den kältesten Tag zur Verfügung gestellt werden muss. Mit Ansatz des Tagesmittelwertes zur Dimensionierung des Raumsystems wird die Leistung zwar nicht zu jeder Stunde voll ausreichen, allerdings kann zu Zeiten geringeren Heizbedarfes die jeweils ungenutzte Kapazität des Systems ausgeschöpft werden (nachheizen). Es gilt: Wenn zu Beginn der Nutzungszeit der Sollwert der Raumtemperatur wieder erreicht wird, dann ist der extreme Tag abgedeckt – und damit der gesamte Winterfall oder auch eine Kälteperiode gleicher Tage. Betriebsweise Vorheizen: Es steht am Tag ungenutzte Heizenergie (bdHeating unused) zur Verfügung, um beispielsweise den Gebäudespeicher aufzuladen und vorzuheizen. Dann würde zu den Zeiten von „zu wenig“ die Raumtemperatur nicht mehr unter die Sollgrenze fallen: Will man den thermischen Komfort verbessern, kann man auch vorheizen, etwa mit 1–2 K höher als Solltemperatur, um

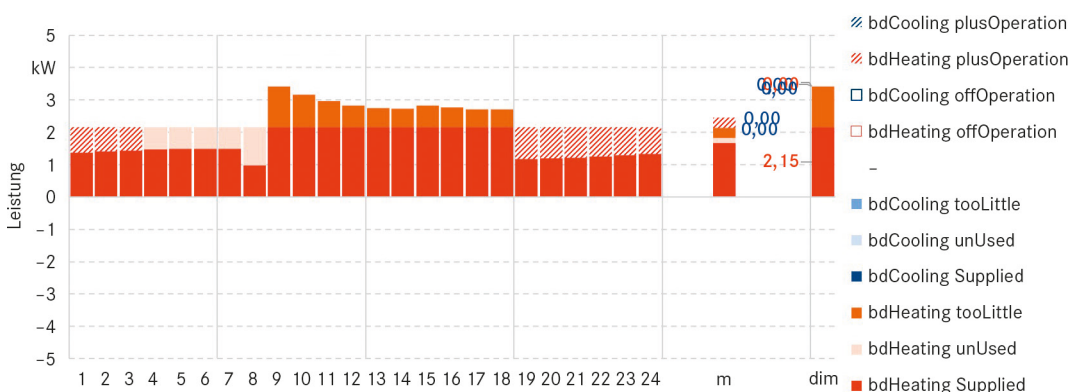
den eintretenden Temperaturabfall um vielleicht 1 K auch noch innerhalb des Komfortbereichs zu halten.

### Fall 3: Building Design Days + Energy zur Ermittlung der Heizenergie

Abschließend wird nun eine spezielle Variante ausgewertet, mit der sich die Jahresenergiemenge für die Heizung ermitteln lässt. Hintergrund: Im Zuge der TGA-Planung soll nicht nur die erforderliche Heizleistung, sondern auch die entsprechende Jahresenergiemenge der Heizung ermittelt werden. Zu diesem Zweck wird ein Ansatz gewählt, der 50 % der internen Wärmelasten (Personen, Geräte, Beleuchtung) durchgängig für das ganze Jahr berücksichtigt. Damit sehen die Auswertungen wie folgt aus (Bild ⑨): Die Raumtemperatur sinkt im Verlauf des Tages um max. 0,9 K ab (Bild ⑧). Am Tagesende wird die Solltemperatur mit 19,8 °C nahezu wieder erreicht. Die Wärmebilanz des Raumes zeigt den stündlichen Heizbedarf, um die Raumtemperatur konstant zu halten. Der solare Eintrag erfolgt gemäß Klimadatensatz CDD, reduziert um g-Wert der Verglasung und mit Verschattungssystem (Fc 0,25). Die maximal auftretende Leistung für den Heizbedarf beträgt 3,42 kW, der Mittelwert über den Tag beträgt 1,98 kW (Bild ⑨).



⑨ Building Design Day (BDD) Winter: Wärmebilanz



⑩ Bilanz des Raumsystems für den Fall BDD-3

## Begriffsklärung (engl./dt.) für die Diagramme

### Legende für Wärmebilanzen von Räumen

- bdBilanzCool:** erforderliche Kühlleistung der Wärmebilanz des Raumes, um die Solltemperatur zu halten
- bdBilanzHeat:** erforderliche Heizleistung der Wärmebilanz des Raumes, um die Solltemperatur zu halten
- bdSolar:** Wärmeeintrag aus solarer Einstrahlung (direkt und diffus)
- bdGain, Beleuchtung:** interne Wärmelast aus Abwärme von künstlicher Beleuchtung
- bdGain, Geräte:** interne Wärmelast aus Abwärme von Geräten
- bdGain, Personen:** interne Wärmelast aus Abwärme von Personen
- bdVentilation:** Wärmequelle oder -senke (ugs. „Wärmegewinne“, „Wärmeverluste“) aus Lüftung
- bdInfiltration:** Wärmequelle oder -senke (ugs. „Wärmegewinne“, „Wärmeverluste“) aus ungewollter Lüftung (Infiltration)
- bdTransmission:** Wärmequelle oder -senke (umgs. „Wärmegewinne“, „Wärmeverluste“) durch Außenbauteile (z. B. Außenwände)

### Legende für Wärmebilanzen von Raumsystemen für Heizung und Kühlung

- bdHeating Supplied:** Heizleistung, die vom Raumsystem an den Raum abgegeben wird
- bdCooling Supplied:** Kühlleistung, die vom Raumsystem an den Raum abgegeben wird
- bdHeating tooLittle:** Anteil der Heizleistung, die das Raumsystem in der betreffenden Stunde nicht an den Raum abgeben kann („zu wenig Heizleistung“)
- bdCooling tooLittle:** Anteil der Kühlleistung, die das Raumsystem in der betreffenden Stunde nicht an den Raum abgeben kann („zu wenig Kühlleistung“)
- bdHeating unused:** Anteil der Heizleistung, die nicht an den Raum abgegeben wird, da sie in der betreffenden Stunde nicht erforderlich ist („potentiell zur Verfügung stehende Heizleistung“)
- bdCooling unused:** Anteil der Kühlleistung, die nicht an den Raum abgegeben wird, da sie in der betreffenden Stunde nicht erforderlich ist („potentiell zur Verfügung stehende Kühlleistung“)
- bdHeating plusOperation:** Anteil der Heizleistung, die hinterher an den Raum abgegeben werden kann (nachheizen)
- bdCooling plusOperation:** Anteil der Kühlleistung, die hinterher an den Raum abgegeben werden kann (nachkühlen)
- bdHeating offOperation:** Anteil der Heizleistung, die nicht zur Verfügung steht, weil das Raumsystem ausgeschaltet ist
- bdCooling offOperation:** Anteil der Kühlleistung, die nicht zur Verfügung steht, weil das Raumsystem ausgeschaltet ist

### Folgende Anteile in der Wärmebilanz beeinflussen die Raumtemperatur am Design Day

- Temperaturabfall:**  $\text{bdHeating tooLittle} + \text{bdHeating offControl}$
- Temperaturanstieg:**  $\text{bdHeating plusControl}$  kann nachträglich Heizleistung bereitstellen, um die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen, sobald der Anteil  $\text{bdHeating unUsed}$  zur Verfügung steht
- Temperaturanstieg:**  $\text{bdCooling tooLittle} + \text{bdCooling offControl}$
- Temperaturabfall:**  $\text{bdCooling plusControl}$  kann nachträglich Kühlleistung bereitstellen, um die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen, sobald der Anteil  $\text{bdCooling unUsed}$  zur Verfügung steht.

### Legende für Jahreskurven (z. B. Dauerlinien Heizung und Kühlung)

- Balance Heat:** Heizbedarf (Leistung) des Raumes ermittelt aus der Wärmebilanz des Raumes
- Supplied Heat:** Heizleistung, die tatsächlich vom Raumsystem an den Raum abgegeben wird
- Balance Cool:** Kühlbedarf (Leistung) des Raumes ermittelt aus der Wärmebilanz des Raumes

Das Raumübertragungssystem (Fußbodenfläche, Betriebsweise Heizen, Vorlauftemperatur 35 °C am kältesten Tag) liefert auch in diesem Fall zeitweise etwas zu wenig Heizleistung (Bild 10). Deshalb sinkt die Raum-Trend-Temperatur gedämpft durch die Raumspeicherwirkung geringfügig ab. Allerdings wird nachgeheizt und somit wird am Tagesende die Raumsolltemperatur fast wieder erreicht. Die Heizenergie des extremsten Wintertages konnte übertragen werden. Es wird weiterhin die Dimensionierung des Raumheizsystems auf den Tagesmittelwert aus dem Dimensionierungsfall mit 2,15 kW (Bild 7) angesetzt.

### Vergleich der Rechenverfahren: Ergebnisse

Übersicht mit ausgewählten Ergebnissen für die thermische Zone 011 Süd-Büro aus building27:

- Dimensionierung nach Norm, 0 % Wärmelasten, Heizlast 3,55 kW
- Dimensionierung nach BDD+E, Entwurf, 25 % Wärmelasten, Heizleistung Raumsystem 2,15 kW mit der Betriebsweise „durchheizen, vorheizen, nachheizen“
- Betriebsweise nach BDD+E, mit 50 % Wärmelasten, Heizleistung Raumsystem 2,15 kW.

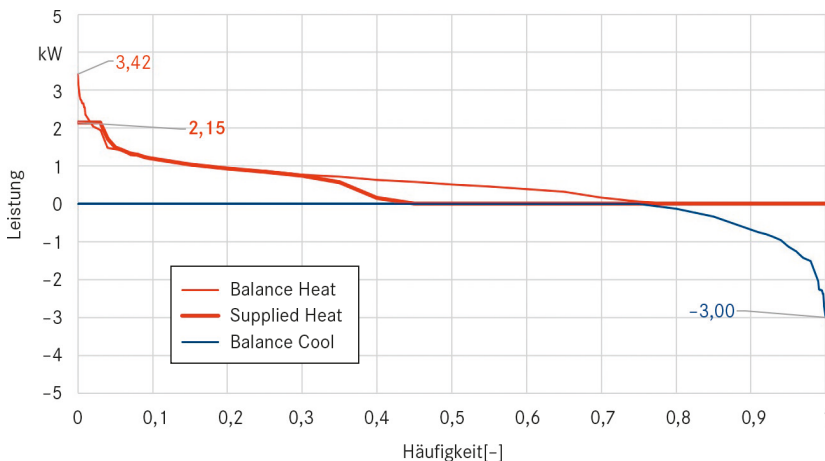
Aus dem Vergleich geht hervor, dass nach Norm eine Überdimensionierung der Heizung aufgetreten wäre. Die Dimensionierung der Heizung erfolgte unter Anwendung der Betriebsweise „durchheizen“ am extremsten Wintertag im Gegensatz zur Bedarfsermittlung für eine Stunde.

Schlussfolgerung: Das statische Bilanzverfahren von BDD+E ermöglicht eine Betrachtung bis zur Dimensionierung des Raumübertragungssystems. Es wurde aufgezeigt, dass man gegenüber der Heizlastberechnung nach Norm das Raumsystem sicher auf 60 % der Heizleistung dimensionieren kann. Deshalb ist es gerechtfertigt, in Entwurfsprozessen von Gebäuden und Räumen das Verfahren BDD+E anzuwenden, um damit schon früh viel genauere Ergebnisse für Grundsatzentscheidungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu erhalten.

### Energy Design Days: Jahresenergie für Erzeugerkomponenten

Für die Dimensionierung von Erzeugerkomponenten muss neben der Leistung auch die Jahresenergie für die Heizung ermittelt werden. BDD+E ermöglicht auch diese Berechnung.

Die Methode Building Design Days + Energy zeigt Lastgang und Betriebsweise für jede Stunde im Jahr. Es kann beispielsweise die Heizkurve der Heizleistungen und der Vorlauftemperaturen sowie der Raumtemperaturen für jede Stunde im Jahr dargestellt werden. Außerdem lässt sich der Heizbedarf des Jahres als Dauerlinie (alle stündlichen Heizleistungen des Jahres der Größe nach sortiert) darstellen (Bild 11). Man erkennt den Unterschied zwischen der Raumbilanz (dünne rote Linie) und der Leistung der Wärmeabgabe des Heizsystems (dicke



### ⑪ Dauerlinie Heizleistung im Fall BDD-3

rote Linie). Die erforderliche Heizleistung zur Sicherstellung des thermischen Komforts ist deutlich kleiner. Auch Phasen des Nachheizens sind erkennbar. Dieser Raum kann fast monovalent beheizt werden (Luft/Wasser-Wärmepumpe), da die Heizleistung von 2,15 kW nicht viel größer ist als die Heizleistung am typischen Bivalenzpunkt  $-7\text{ °C}$  für Außenluft-Wasser-Wärmepumpen.

### Summierung zum Gesamtgebäude

Bisher wurde das Verfahren für eine einzelne thermische Zone gezeigt. Um eine Auswertung für ein gesamtes Gebäude zu bekommen, wird eine stündliche Summierung aller Zonen vorgenommen, gegliedert nach sinnvollen Heizkreisen für Zonen an der Südfassade und Zonen an der Nordfassade.

### Fazit

Anlagendimensionierung: TGA-Planende können sich künftig auf die beiden extremen Design Days im Winter und im Sommer konzentrieren. Für diese werden die Raumübertragungssysteme mit der Betriebsweise der Vorlauftemperaturen dimensioniert. Falls vorhanden wird auch der Bedarf durch die Zuluftbehandlung über raumluftechnische Anlagen (RLT) für Heiz- und Kühlregister berechnet.

Die Methode Building Design Days + Energy unterstützt hierbei anschaulich und liefert automatisch für jede Stunde des Jahres die Lastgänge und Betriebszustandsgrößen.

Gebäudeautomation: Planende können Vorgaben zur Betriebsweise machen zu den Themen vorheizen und Vorlauftemperaturen. Sie können festlegen, dass eine Vorlauftemperatur zum Heizen tagsüber bei solarer Einstrahlung abgesenkt werden kann, weil in südlich gelegenen Heizkreisen auch niedrigere Vorlauftemperaturen ausreichen. Damit können Verteilungsverluste reduziert werden.

Designversprechen: Das Gebäude wird in der Realität niemals einen Heizlastgang an einem Tag erleben, der eine größere Spitzenheizleistung aufweist, mindestens aber keine größere Tagessumme

an Heizenergie. Dies wird auch der Klimawandel im Winter unterstützen. Damit wird erstmalig das Design (Dimensionierung und Betriebsweise am extremsten Wintertag) durch Messung der Zeitreihen von Heizleistungen prüfbar. Eine bislang angesetzte fiktive Normheizlast ist wahrscheinlich niemals als reale Heizleistung aufgetreten.

Energiemanagement: Dieses statische Berechnungsmodell aus dem BDD+E kann als Digitaler Physikalischer Zwilling parallel zum Energiemonitoring das Energiemanagement dabei unterstützen, Ursache und Wirkung für einen gemessenen Heizlastgang eines Tages anzugeben.

### Ausblick

Teil 3 befasst sich mit der Kühllast und darüber hinaus auch die sommerliche Betriebsweise mit Verschattungsregelung, vorkühlen und sommerlichen Wärmeschutz.



### Literatur

- /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 × 1 km)
- /3/ DWD, 2025: Historische Wetterdaten für deutsche Standorte, Deutscher Wetterdienst (DWD), Standort Potsdam, Station-ID 03987, heruntergeladen Sept. 2025: [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/climate/hourly/air\\_temperature/historical/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/air_temperature/historical/) und .../climate/hourly/solar/
- /4/ PVGIS, 2022: Europäische Klimadaten ([https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#TMY](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#TMY))
- /5/ klimdim, 2025: Internetseite zum wissenschaftlichen Austausch für die neuen Methoden Climate Design Days und Building Design Days + Energy ([www.klimdim.de](http://www.klimdim.de), User: Leser, Passwort: Lahme2025)
- /6/ 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
- /7/ VDI 2078, 2015-06: Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation)
- /8/ 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
- /9/ DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Entwurf 2024-12, 2013-02
- /10/ Beitrag in der MGT 06/2025: 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
- /11/ Beitrag in der TAB 11.12.25: Klimawandel für die Normen, Randbedingungen früher, heute und später im Vergleich mit der Realität zur Harmonisierung | Autor Andreas Lahme



**Building Design Days  
Teil 1**  
MGT 06/25, S. 10  
[tga-praxis.de/20250610](http://tga-praxis.de/20250610)