

Alternativer Ansatz für eine zeitgemäßere TGA-Planung

Die Anforderungen an die technische Gebäudeausrüstung befinden sich im Wandel.

Während in der Vergangenheit ein klarer Fokus auf normgerechter Auslegung und der sicheren Abdeckung extremer Lastfälle lag, rücken heute zusätzliche Themen in den Vordergrund: Energieeffizienz, Dekarbonisierung, Kostenbewusstsein, Transparenz und nicht zuletzt die Nachvollziehbarkeit der getroffenen Planungsentscheidungen. Gleichzeitig zeigt die Praxis immer deutlicher, dass viele der etablierten Verfahren – trotz ihrer anerkannten Robustheit – zu konservativen Annahmen neigen. Dies gilt insbesondere für die leistungsorientierten Nachweise, die aus einzelnen Spitzenwerten abgeleitet werden und dadurch häufig zu Überdimensionierungen führen.

TEXT: Dipl.-Phys. Ing. Andreas Lahme

Die Methode Building Design Days + Energy (BDD+E) setzt genau an dieser Stelle an. Sie erweitert die klassische statische Betrachtung um eine stündliche physikalische Bilanzierung im Tagesgang und verknüpft diese direkt mit einer systematischen Klimadatenbasis. Dadurch entsteht ein Verfahren, das nicht nur die Auslegung extremer Lastfälle präziser abbildet, sondern zugleich eine konsistente Ableitung der Jahresenergie ermöglicht. Der Ansatz versteht sich ausdrücklich nicht als Konkurrenz zu etablierten Normen, sondern als wissenschaftliche Weiterentwicklung, die die Lücke zwischen Spitzenwertbetrachtung, dynamischer Simulation und realem Betriebsverhalten schließt.

Warum traditionelle Verfahren an Grenzen stoßen

Die derzeitige Normenlandschaft ist historisch gewachsen und orientiert sich an unterschiedlichen Zielsetzungen. Die Heizlast-

berechnung nach DIN EN 12831 [1] dient der sicheren Leistungsdimensionierung für den kältesten zu erwartenden Winterfall. Die Kühllastberechnung nach VDI 2078 [2] verfolgt denselben Zweck für den Sommer. Der Jahresenergiebedarf wiederum wird hauptsächlich im Kontext von Energieeffizienznachweisen [3] berechnet und dient dort vor allem der Vergleichbarkeit. Dass diese Verfahren unterschiedliche Randbedingungen, Klimadaten und Modellannahmen verwenden, ist methodisch verständlich – führt jedoch in der Praxis zu einer Vielzahl an Folgeproblemen.

So betrachtet die Heizlastberechnung ausschließlich den Zeitpunkt maximaler Wärmesenken, während die Kühllast sich auf maximale Wärmequellen konzentriert. Diese Zustände treten mit den nach den jeweiligen Regelwerken angesetzten Randbedingungen jedoch im realen Betrieb niemals (Heizlastfall) oder so gut wie nie (Kühllastfall) auf. Dennoch werden Anlagen bisher so ausgelegt, dass sie diese Extremwerte vollständig abdecken. Es entstehen Systeme, die einen Großteil ihrer Lebensdauer in Teillast oder sogar im

Takten betrieben werden. Für nachhaltige Erzeuger wie Wärmepumpen ist genau dieses Betriebsverhalten jedoch nachteilig und wirkt sich negativ sowohl auf die Lebensdauer als auch auf die Jahresarbeitszahl aus.

Hinzu kommt, dass die Verfahren kaum zeitliche Zusammenhänge berücksichtigen. Ein Gebäude reagiert auf äußere Einflüsse nie punktuell, sondern über Speicherwirkung, Betriebsweisen und Regelstrategien. Die Überlagerung dieser Effekte bleibt in klassischen Spitzenwertverfahren zwangsläufig außen vor. Damit geraten auch wesentliche Gestaltungsspielräume aus dem Blick: beispielsweise das gezielte Vorkühlen in den frühen Morgenstunden, adaptive Regelungen, eine variierende Zulufttemperatur oder die strategische Nutzung thermischer Masse.

Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, die Auslegung nicht auf einzelne Extremmomente zu reduzieren, sondern auf den tatsächlichen Tagesgang der thermischen Prozesse zu erweitern – genau hier setzt die Methode Building Design Days [4] an.

Aussenlufttemperatur [°C]

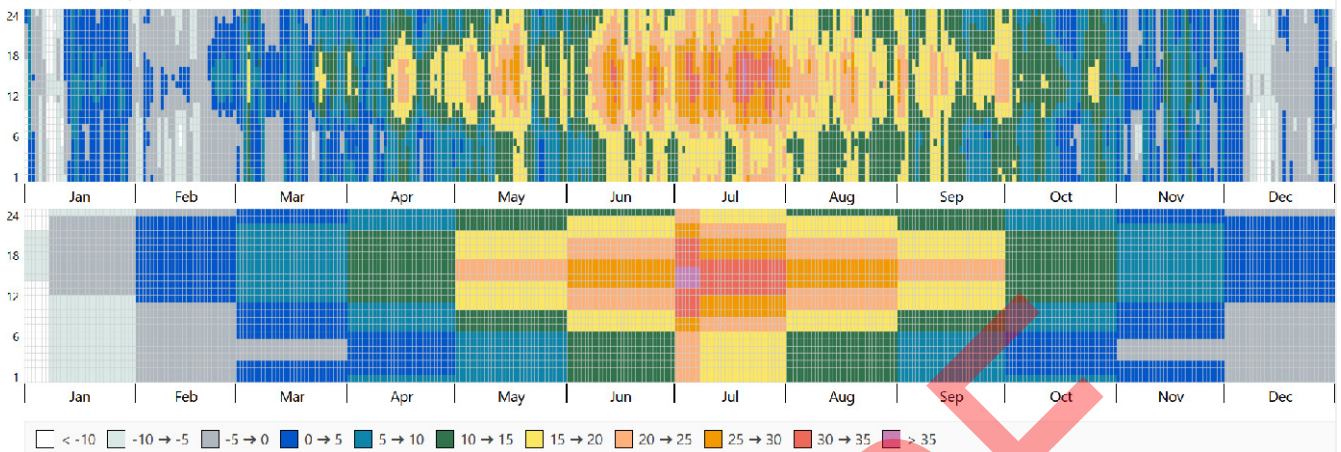


Bild 1: Stündliche Klimadaten (hier TRY-Region 04, Potsdam) als Teppich-Diagramme im Vergleich. Oben: Original-Daten vom DWD. Unten: Systematisierter Klimadatensatz des CDD. Grafik: alware GmbH

Systematisierte Klimadaten als stabile Grundlage

Einer der methodisch wichtigsten Schritte besteht darin, die geeigneten Randbedingungen zu definieren. Reale Klimadaten – beispielsweise TRY-Datensätze [5],[6] – sind stark variabel: Ein extremer Wintertag kann je nach gewähltem Jahr, Messort oder Zufallsverteilung der Stunden ganz unterschiedlich aussehen. Die Identifikation des „maßgeblichen“ Wintertages oder Sommertages ist daher ebenso schwierig wie die objektive Bewertung solcher extremen Tage.

Die Climate Design Days (CDD) [7] bieten einen Ausweg aus dieser Variabilität. Statt reale Klimadaten direkt zu verwenden, werden aus wenigen statistischen Parametern wie Mittelwert und Amplitude systematische stündliche Tagesgänge abgeleitet. Diese bilden die Originaldaten innerhalb ihrer Häufigkeiten, Extrema und Summen hinreichend genau nach, vermeiden jedoch deren zufällige Schwankungen. Dadurch entsteht ein idealisierter, aber physikalisch stimmiger Klimadatensatz, der genau jene Klarheit bietet, die für eine eindeutige Dimensionierung nötig ist (Bild 1).

Der CDD-Satz umfasst neben extremem Winter- und Sommertag auch normale Tage sowie Übergangstage. Zusammen ergeben sie ein künstliches, aber konsistent aufgebautes Klima für ein ganzes Jahr. Besonders relevant ist, dass diese Datensätze nicht nur aktuelle Klimabedingungen abbilden können, sondern auch Varianten für zukünftige Klimawandelszenarien [8]. Damit wächst die Planungssi-

cherheit, und die Methode gewinnt zusätzlich an strategischem Wert.

Dimensionierung auf Basis physikalischer Tagesgänge

Die Building Design Days (BDD) führen nun auf Grundlage der CDD eine stündliche statische Bilanzierung durch. Dabei kommt dieselbe Physik zur Anwendung wie in den bekannten Normen: Transmission, Lüftung, solare Einträge, interne Lasten, Wärmespeicherfähigkeit. Neu ist jedoch die Art und Weise, wie diese Größen verwendet werden. Statt nur eine Momentaufnahme zu bilden, wird der gesamte Tagesgang betrachtet – für 24 Stunden, Stunde für Stunde [9].

Diese Herangehensweise bietet mehrere Vorteile. Zum einen wird sichtbar, wie die Temperatur sich im Laufe des Tages entwickelt und welche Leistung das System benötigt, um diese Entwicklung zu beeinflussen. Zum anderen lässt sich präzise erkennen, wann Unterdeckungen zulässig sind, wann Vorheizen oder Vor-kühlen sinnvoll ist und wie sich unterschiedliche Betriebsweisen auf den Komfort auswirken. Die Methode wird damit zu einem Entwurfswerkzeug, das die Raumtemperatur als Ergebnis einer Dynamik beschreibt, nicht nur als festgelegten Wert.

Ein weiterer wichtiger Punkt: Die Methode macht transparent, wie die einzelnen Komponenten zusammenwirken – Raumübertragungssystem, Lüftungsanlage [10], Regelung, interne und externe Lasten. Die klassische Heizlast- und Kühllastberechnung endet an der Wärmebilanz

des Raumes, während BDD die gesamte Systemkette sichtbar macht. Besonders bei kombinierten Heiz-/Kühlsystemen wie Fußbodenflächen wird deutlich, welcher Fall (Sommer oder Winter) tatsächlich die Dimensionierung bestimmt. Exemplarische Berechnungen zeigen Bild 2 bis Bild 7.

Konsistenter Übergang zur Jahresenergiebewertung

Mit Building Design Days + Energy (BDD+E) wird der Ansatz über die Leistungsdimensionierung auf das gesamte Jahr erweitert. Da alle relevanten Eingangsgrößen (Klimadaten, Gebäudedaten, Nutzungsprofile) unverändert bleiben, ergibt sich erstmals ein konsistenter Übergang zwischen Leistung und Energie. Die stündliche Bilanzierung wird für alle 8 760 Stunden des Jahres angewendet (Bild 8, Bild 9, Bild 10). Dadurch lassen sich:

- realistische Jahresenergiebedarfe für Heizung und Kühlung bestimmen,
- Häufigkeitsverteilungen und Dauerlinien erzeugen,
- Korrelationen zwischen Außentemperatur und Systemleistung ableiten,
- Teillastverhalten abbilden.

Dieser letzte Punkt ist von großer Bedeutung, insbesondere für Wärmepumpen. Während Spitzenwertverfahren lediglich einen einzigen Lastpunkt zur Dimensionierung heranziehen, zeigt BDD+E, wie viele Stunden tatsächlich in welchem Leistungsbereich auftreten. Die so ermittelten Volllaststunden sind keine Schätzgrößen

mehr, sondern direkte Ergebnisse aus dem stündlichen Betrieb.

Damit wird die energetische Betrachtung nicht nur genauer, sondern gewinnt auch eine deutlich höhere Praxisnähe. Der Einfluss von Betriebsweisen lässt sich unmittelbar quantifizieren.

Methodische und planerische Vorteile des Ansatzes

Präzisere und häufig schlankere Dimensionierung

Ein wesentliches Ergebnis der Methode ist, dass Heiz- und Kühlsysteme in vielen Fällen kleiner dimensioniert werden können als nach klassischen Verfahren, ohne Komforteinbußen zu riskieren. Der Grund liegt in der realistischeren Abbildung des Gebäudeverhaltens. Speicherwirkungen, Lastverschiebungen und Teillastanteile werden nicht mehr ignoriert, sondern zum integralen Bestandteil der Dimensionierung.

Transparenz und Nachvollziehbarkeit

Da die Methode nicht auf einem abstrakten Spitzenwert basiert, sondern auf stetigen stündlichen Bilanzgrößen, lässt sich jedes Ergebnis nachvollziehen. Planende sehen unmittelbar, welche Änderung welche Wirkung hat – sei es bei Bauteilparametern, Regelstrategien oder Nutzungsszenarien. Die Erkenntnis von Ursache und Wirkung wird beispielsweise auch im Abgleich mit dem Gebäude-Monitoring gefördert. Dies erleichtert nicht nur Entscheidungen, sondern auch die Kommunikation mit Bauherren, Nutzern und Betreibern.

Harmonisierung der Nachweiswelt

Die traditionelle Trennung zwischen Heizlastberechnung, Kühllastberechnung, Energiebedarf-Ermittlung und Komfort-Bewertung führt zu parallelen Bewertungssträngen, die in der Planung bisher kaum harmonisiert werden können. BDD+E schlägt vor, diese Nachweissysteme auf eine gemeinsame Datenbasis zu stellen. Die zugrunde liegende Physik bleibt dieselbe, jedoch werden Methodik und Randbedingungen konsistent angewandt. Dadurch entsteht die Perspektive, die Komplexität der Nachweislandschaft langfristig zu reduzieren.

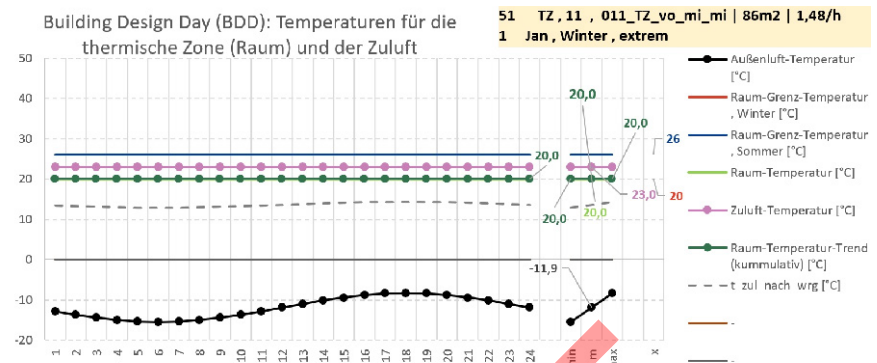


Bild 2: Heizleistung nach BDD – Temperaturen von Raum und Zuluft. Die Raumtemperatur bleibt durchgängig stabil auf 20 °C (Kurve Raum-Temperatur-Trend). Grafik: alware GmbH

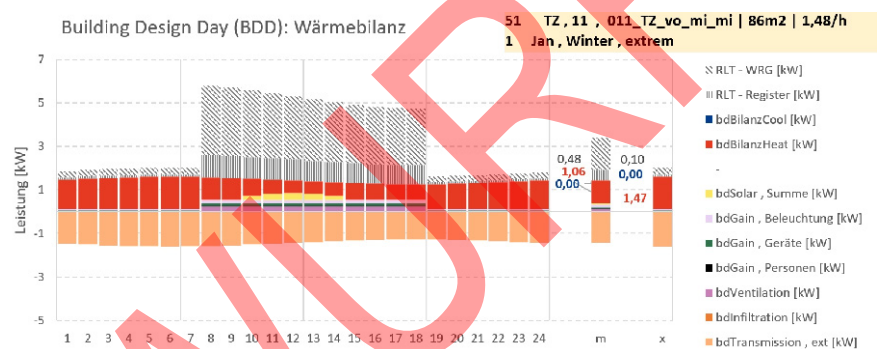


Bild 3: Heizleistung nach BDD – Wärmebilanz des Raumes und Beitrag der Lüftung. Die maximal auftretende Heizleistung beträgt 1,47 kW, diese tritt außerhalb der Nutzungszeit auf. Das Tagesmittel der Heizleistung beträgt 1,06 kW. Grafik: alware GmbH

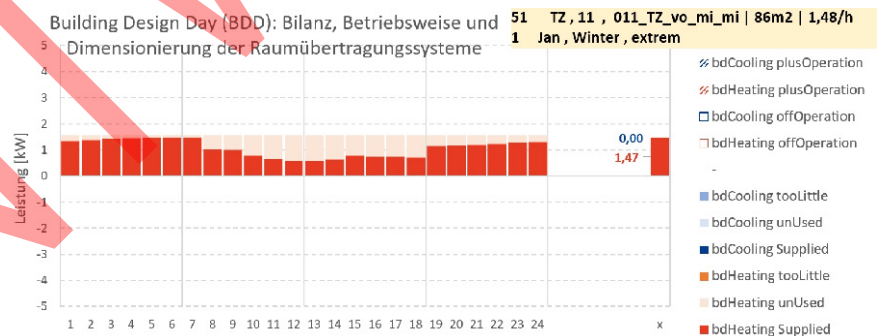


Bild 4: Heizleistung nach BDD – Bilanz und Betriebsweise des Raumsystems. Das Raumsystem ist mit 1,47 kW überdimensioniert. Der Tagesgang zeigt, dass zu jeder Stunde des Tages noch ungenutztes Potenzial zum Heizen zur Verfügung steht, was aber nicht benötigt wird. Grafik: alware GmbH

Unterstützung der frühen Planungsphase

Durch ein vereinfachtes Gebäudemodell mit 27+2 thermischen Zonen lassen sich bereits in der Entwurfsphase realistische Variantenanalysen durchführen. Dieses Modell lässt sich mit wenigen Eingabeparametern (zum Beispiel Flächen, Ausrichtung, Verglasung, interne Lasten)

beschreiben und bildet typische Gebäude ausreichend genau ab. Damit wird eine Lücke geschlossen: zwischen sehr einfachen Daumenregeln auf der einen Seite und aufwendigen Simulationen auf der anderen.

Die Methode bietet damit eine fundierte Grundlage für frühe planerische Entscheidungen und erleichtert den Dialog zwischen Architektur und TGA.

Auch im Gebäudebetrieb kann die Methode einen deutlichen Mehrwert bieten. Während Monitoringdaten üblicherweise lediglich die Wirkungen abbilden – etwa Raumtemperaturverläufe oder Energieflüsse –, liefert das BDD-Modell zusätzlich die physikalischen Ursachen dieser Beobachtungen. Dadurch entsteht eine direkte Verbindung zwischen gemessenen Daten und möglichem Systemverhalten. Die Tagesgänge aus BDD lassen sich mit den realen Messwerten vergleichen. Weichen die Verläufe voneinander ab, kann der Energiemanager die im Modell hinterlegten Annahmen – etwa zur Nutzung, internen Lasten oder Betriebsweise – schrittweise anpassen, bis sich berechnete und gemessene Lastgänge decken. Auf diese Weise entsteht ein modellgestützter Abgleich, der sowohl einzelne Räume als auch ganze Gebäude abbilden kann.

Liegt ein BIM-Modell vor, lassen sich die BDD-Ergebnisse mit diesem verknüpfen – aufgeteilt nach Einzelräumen, Nutzungsbereichen oder Heizkreisen, sodass sich ein Vergleich mit entsprechenden Messdaten (zum Beispiel für einen Wärmemengenzähler) herstellen lässt.

Indem dem reinen Monitoring somit ein ursachenorientiertes Modell gegenübergestellt wird, lassen sich sowohl Fehlersuche als auch Optimierung systematisch unterstützen. Anpassungen der Betriebsstrategien können zunächst im Modell erprobt und hinsichtlich ihrer Wirkung bewertet werden, bevor sie in die Gebäudeautomation übernommen werden. Dies erhöht die Robustheit des Betriebs und schafft Transparenz über die energetische Performance des Gebäudes.

Bedeutung für Energie- und Versorgungssysteme

Moderne Versorgungskonzepte wie mono-
 valente Wärmepumpen, Erdsondenfelder
 oder thermisch aktivierte Bauteile sind auf
 eine sorgfältige Betrachtung der Randbe-
 dingungen für eine wirtschaftliche und
 suffiziente Dimensionierung angewiesen.
 BDD+E ermöglicht es, technische Konzep-
 te auch in frühen Phasen hinsichtlich Teil-
 lastverhalten, Auslegungsleistungen und
 jährlicher Energieverteilung zu prüfen.

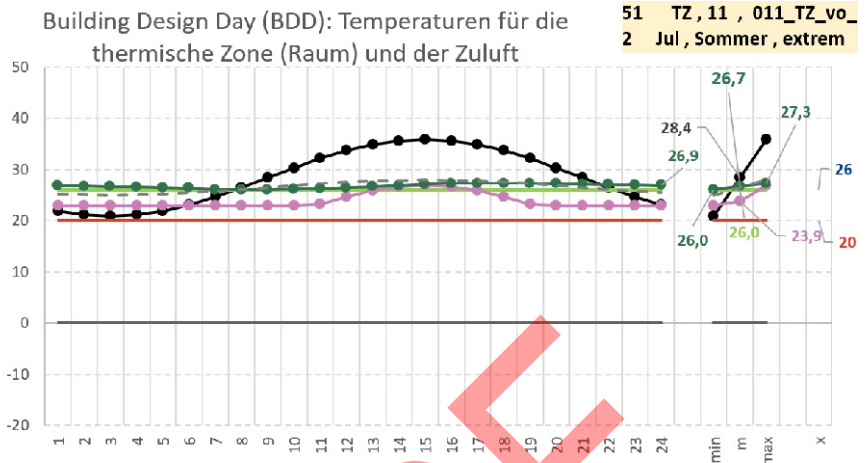


Bild 5: Kühlleistung nach BDD – Temperaturen von Raum und Zuluft. Die Raumtemperatur ist einigermaßen stabil bei 26 °C. Der Mittelwert beträgt 26,7 °C, maximal werden 27,3 °C erreicht. Um 7:00 Uhr morgens ist die Solltemperatur von 26,0 °C wiederhergestellt. Grafik: *alware GmbH*

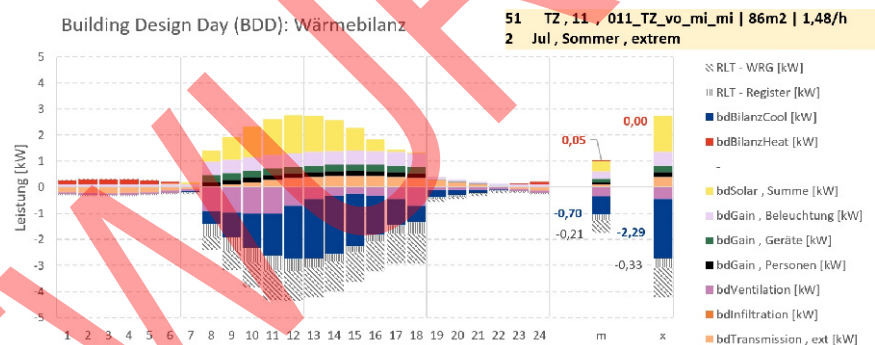


Bild 6: Kühlleistung nach BDD – Wärmebilanz des Raumes und Beitrag der Lüftung. Die maximal auftretende Kühlleistung beträgt $-2,29 \text{ kW}$, diese tritt ungefähr zur Mitte der Nutzungszeit auf um etwa 13:00 Uhr. Das Tagesmittel der Kühlleistung beträgt $-0,70 \text{ kW}$. Grafik: alware GmbH

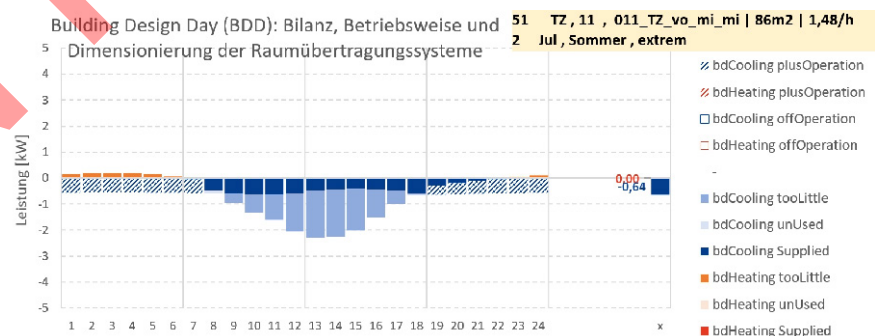


Bild 7: Kühlleistung nach BDD – Bilanz und Betriebsweise des Raumsystems. Außerhalb der Nutzungszeit steht noch ungenutztes Kühl-Potenzial zur Verfügung. Tagsüber tritt über die gesamte Nutzungszeit eine Unterdeckung der Kühlleistung auf, trotzdem bleibt die Raumtemperatur moderat, zumal das Raumsystem außerhalb der Betriebszeit weiterhin kühlt (nachkühlen, vorkühlen), sodass zu Beginn der Nutzungszeit die Solltemperatur wieder erreicht wird. *Grafik: alware GmbH*

Beispielsweise ermöglicht die stündliche Kopplung mit COP-Kennlinien der Wärmepumpen eine präzise Ermittlung der Jahresarbeitszahl unter verschiedenen Betriebsstrategien. Ebenso lassen sich Belastungsszenarien für Erdsonden realistisch abbilden. Die Methode fördert damit Konzepte, die nicht nur leistungsfähig und

wirtschaftlich, sondern auch regenerativ und langfristig nachhaltig sind.

Perspektive und Weiterentwicklung

Der Ansatz eröffnet gleich mehrere Entwicklungswege. Fachlich bietet er eine Ba-

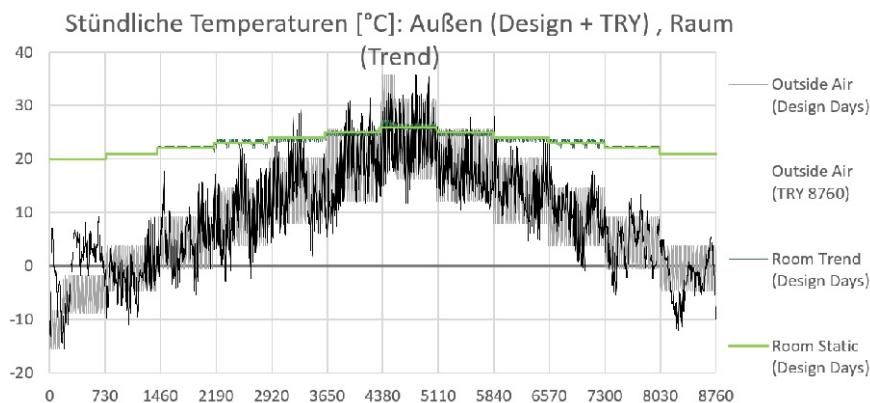


Bild 8: BDD+E – Temperaturen (Raum-, Außen-) im Jahresgang. Dargestellt ist unter anderem der Temperaturverlauf aus dem CDD-Datensatz und die sich entwickelnde Raumtemperatur (Room Trend). Die Trendkurve der Raumtemperatur zeigt, dass der Komfortbereich nicht (Winterfall) beziehungsweise nicht nennenswert (Sommerfall) verlassen wird. Grafik: alware GmbH

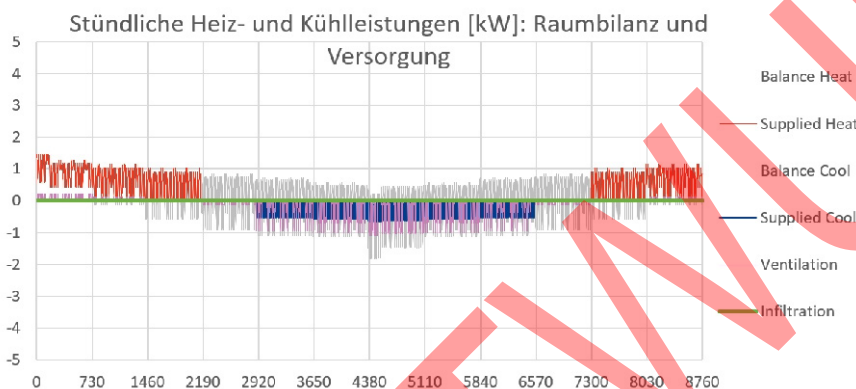


Bild 9: BDD+E – Leistungen (Raumsystem, RLT) im Jahresgang. Dargestellt ist, wann das Bodensystem mit welchen Leistungen im Winter heizt (rote Kurve) und im Sommer kühlt (blaue Kurve). Die violette Kurve zeigt den Beitrag der RLT-Anlage zur Heizung und Kühlung. Grafik: alware GmbH

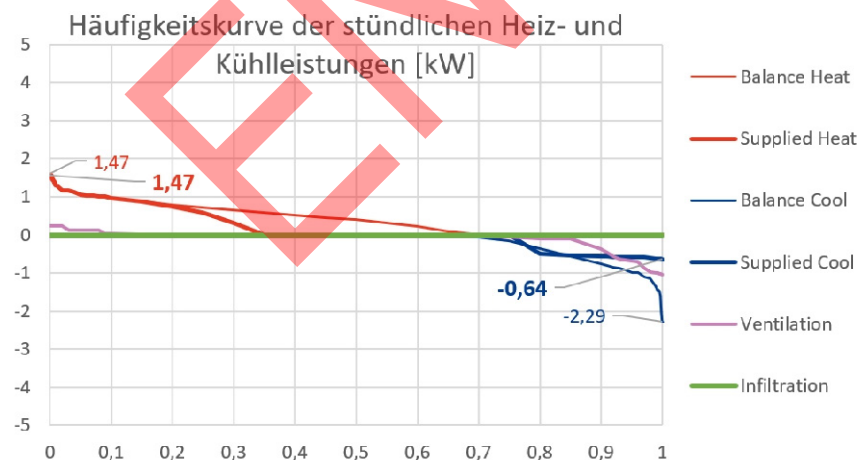


Bild 10: BDD+E Heizun + Kühlung – Dauerlinie der Leistungen des Bodensystems für Heizung und Kühlung. Im Heizfall zeigt die Wärmebilanz des Raumes einen Bedarf von 1,47 kW (rote dünne Kurve). Das nach dem Kühlfall dimensionierte Bodensystem gibt im Heizfall auch genau diese Leistung maximal ab (rote dicke Kurve). Im 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). Grafik: alware GmbH

sis, die Normenwelt – insbesondere Heizlastberechnung [1], Kühllastberechnung [2], Energie-Bewertung [3] und Komfort-Bewertung [11] – schrittweise enger miteinander zu verzahnen und zu harmonisieren.

Zudem ist der Ansatz international anschlussfähig: Die grundlegende Physik ist universell, der einzige Unterschied zwischen Ländern besteht in den anzusetzenden Klimadaten und Designfaktoren. Damit ergibt sich die Perspektive für ein einheitliches Rechenverfahren in Europa.

Schließlich gewinnt die Methode zunehmend Relevanz für Lehre und Forschung, da sie einen transparenten Zugang zu den Zusammenhängen zwischen Lasten, Energie und Regelung bietet – etwas, das traditionelle Normen in dieser Form nicht leisten können.

Fazit

Building Design Days + Energy stellt einen wissenschaftlich fundierten, physikalisch konsistenten und zugleich praxisnahen Ansatz zur Dimensionierung und energetischen Bewertung von Heizung und Kühlung dar. Durch die Kombination aus systematisierten Klimadaten, stündlichen statischen Bilanzen und einem konsistenten Jahresgang entsteht ein Werkzeug, das die Lücke zwischen klassischen Spitzenwertverfahren und komplexen Simulationen schließt.

Der Ansatz bietet klare Vorteile: Er unterstützt eine suffiziente Auslegung, fördert energieeffiziente Betriebsweisen, schafft Transparenz und Erkenntnisgewinn für alle Beteiligten und eröffnet Perspektiven für eine Harmonisierung der Nachweiswelt. Damit bildet BDD+E einen zukunftsfähigen Weg, die technische Gebäudeausrüstung kohärenter, nachhaltiger und nachvollziehbarer zu planen – von der Klimadatenbasis bis zur Betriebsstrategie.

LITERATUR

- [1] DIN EN 12831-1: Energetische Bewertung von Gebäuden, Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast, Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3, Deutsche Fassung EN 12831-1: 2017. DIN Media GmbH, Berlin 09/2017.
- [2] VDI 2078: Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation). DIN Media GmbH, Berlin 06/2015.
- [3] DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden, Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung,

Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. DIN Media GmbH, Berlin 09/2018.

- [4] 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).
- [5] Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse (2010), Deutscher Wetterdienst (DWD), Handbuch, September 2014.
- [6] Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse, Deutscher Wetterdienst (DWD), September 2017, <https://kunden.dwd.de/obt/> (ortsaufgelöst für 1 km x 1 km).
- [7] Lahme, A.: Heizung und Kühlung realitätsnah am extremen Tagesgang dimensionieren, Teil 1: Wie aus stündlichen Klimadaten sichere Design Days für Winter, Sommer und Energie werden, Moderne Gebäudetechnik, Huss Medien GmbH, Berlin, Ausgabe 06/2025.
- [8] Lahme, A.: Klimawandel für die Normen, Randbedingungen früher, heute und später im Vergleich mit der Realität zur Harmonisierung, tab, Bauverlag, Gütersloh, Ausgabe 12/2025.
- [9] Lahme, A.: Heizung und Kühlung realitätsnah am extremen Tagesgang dimensionieren, Teil 2: Heizung dimensionieren – Vergleich von Normheizlast und stündlicher Bilanzierung, Moderne Gebäudetechnik, Huss Medien GmbH, Berlin, Ausgabe 12/2025.
- [10] Feustel, H. E., Sick, F.: Kompendium der Lüftungs- und Klimatechnik – Band I, 3. vollst. überarb. und erw. Auflage 2025, cci Buch.
- [11] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Entwurf 2024–12, 2013–02. DIN Media GmbH, Berlin.

DER AUTOR

**Dipl.-Phys. Ing.
Andreas Lahme**

ist Gründer und Geschäftsführer der Alware GmbH, einem Ingenieurbüro für Bauphysik und Simulation von Gebäuden und Energiekonzepten, Braunschweig.

ENTWURF