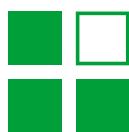


Bild 1: Die Deutschlandkarten mit 5000 Punkten zeigen je Datenpunkt (10 km x 10 km) die Sichtweisen der Regionen für die Heizlast nach DIN EN 12831-1 (links), für die Kühllastzonen nach VDI 2078 (Mitte) und für den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 (rechts). Für die Energie nach GEG wird über DIN V 18599 für Deutschland nur ein einziger Klimadatensatz (Potsdam, TRY 04, 2010, normales Jahr) verwendet.

Klimawandel für die Normen

Randbedingungen früher, heute und später im Vergleich mit der Realität



Normen und Richtlinien geben Klima-Randbedingungen vor, um mit jeweils unterschiedlichen Rechenverfahren die Heizlast nach DIN EN 12831-1, die Kühllast nach VDI 2078 und die Energie nach DIN V 18599 sowie den thermischen sommerlichen Komfort nach DIN 4108-2 nachzuweisen. Momentan befinden sich einige dieser Richtlinien, wie die DIN EN 12831-1 aus 2017-09 für die Heizlast [1] und die Richtlinie VDI 2078 für die Kühllast [2] in der Überarbeitung bzw. in einer Novellierungsphase. Für den Autoren eine gute Gelegenheit, Vorschläge zu unterbreiten, wie Berechnungsverfahren vereinfacht und vereinheitlicht werden können. Am Beispiel der Wetterdaten für Potsdam (TRY-Region 04) werden in dem vorliegenden Artikel die stündlichen Messdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Zeitraum von 1945 bis 2024 analysiert, mit dem Ziel, einen stündlichen Klimadatensatz für einen Standort für ein einheitliches Rechenverfahren zu erstellen.

Dipl.-Phys. Ing. Andreas Lahme, Gründer und Geschäftsführer der Alware GmbH, Ingenieurbüro für Bau-physik und Gebäudetechnik, Braunschweig

Der DWD [3] stellt historische Wetterdaten zum wissenschaftlichen Austausch öffentlich bereit. Wetterdaten sind gemessene reale Werte, typischerweise als stündliche Zeitreihen dokumentiert. Aus diesen Daten werden über einen Zeitraum von ausgewählten Jahren durch Analyse die Klimadaten für die technischen Berechnungen und Nachweise vorgegeben. Aufbereitet wurden bisher TRY 02 Rostock, TRY 03 Hamburg und TRY 12 Mannheim. Wir haben uns für den Standort Potsdam und den Zeitraum von 1945 bis 2024 entschieden. Es wurden die Außenlufttemperatur, die Feuchtebeladung und die Global- mit Direkteinstrahlung ausgewertet.

In diesem Beitrag wird nur auf die Außenlufttemperatur eingegangen und für die Dimensionierung im Winter, im Sommer und für die Energie und Häufigkeiten im Jahr bewertet. Die Deutschlandkarte (Bild 1) zeigt die Regionen im Vergleich, wie sie bisher als Vorgabe von den Normen und Richtlinien unterschiedlich vorgegeben werden. Die transparenten anschaulichen Darstellungen bieten eine gute Basis, um die Randbedingungen für die kritischen Tage im Heizfall und im Kühlfall festzulegen. Idealerweise sollte

die Berechnungsmethode von Heiz- und Kühlenergie nach DIN V 18599 [4] dieselben stündlichen Klimadaten verwenden, wie die zum Nachweis des sommerlichen thermischen Komforts nach DIN 4108-2 [5]. Eine Stadt-Auswahl zeigt die Vorgaben auf einen Blick.

Analyse und Bewertung des Klimawandels

Die Klimadaten des DWD werden für den Zeitraum von 1945 bis 2024 hinsichtlich Außenlufttemperatur ausgewertet. Die unterschiedlichen Analysen erlauben verschiedene Einblicke in den Klimawandel. Die Jahresmittelwerte der Außenlufttemperaturen in Bild 2 zeigen anschaulich die Vergangenheit und den Trend der Klimaerwärmung für den Standort Potsdam. In der Heizlast-Norm [1] wird ein Wert von 9,7 °C für die Jahresmitteltemperatur angegeben. Im Diagramm kann ein Wert von 10,5 °C für 2025 und 11,3 °C für 2035 abgelesen werden. In Anlehnung an die Climate Stripes [6] entsteht ein Mittelwert von 9,0 °C der Jahresmitteltemperaturen über den Zeitraum von 1961 bis 2010, in dem der Klimawandel stattgefunden hat.

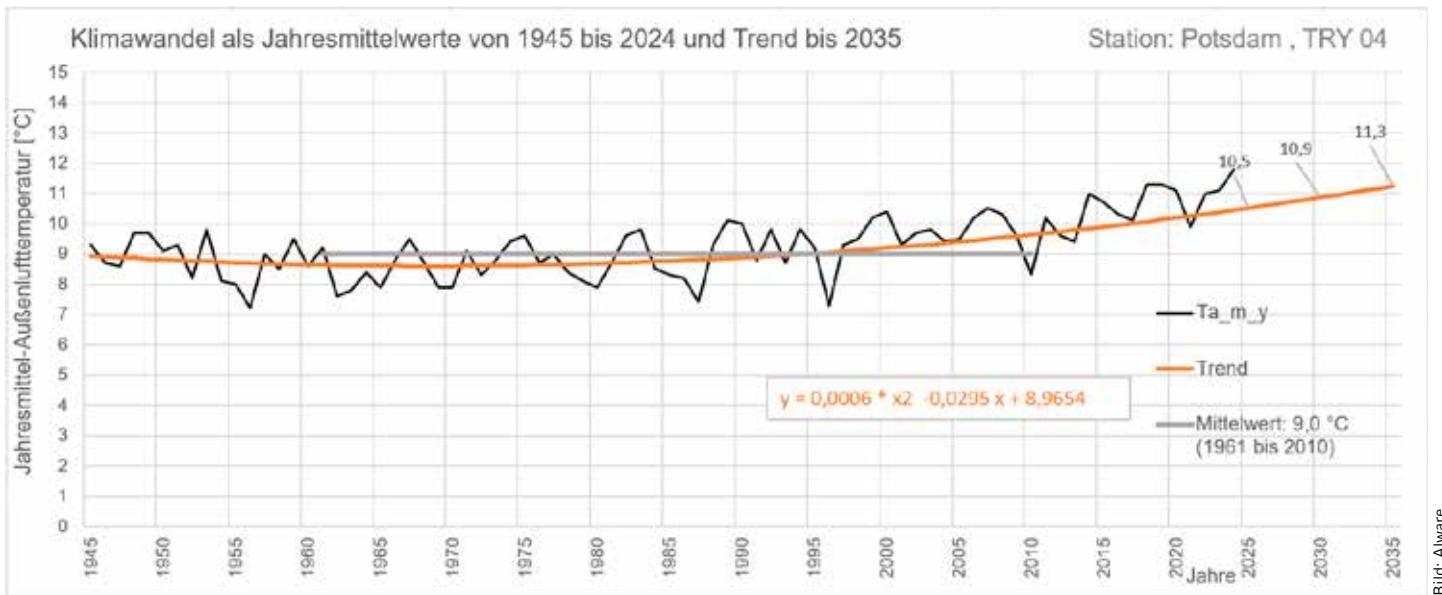


Bild 2: Klimawandel für die Station Potsdam als Jahresmittelwerte von 1945 bis 2024 mit Trend bis 2035. Die Trendfunktion bezieht sich auf die Jahrnummer (1945 ist die 1.). Der Jahresmittelwert wird über die Jahre 1961 bis 2010 gebildet.

In Bild 3 ist die jährliche Differenz der Tagesmittelwerte von 1945 bis 2024 bezogen auf den Mittelwert der Jahre 1961 bis 2010 berechnet und dargestellt. Es zeigt sich, dass es ab 2000 nur noch wärmere Jahre gibt. In Bild 4 sind die Außenlufttemperaturen aus dem 80-Jahre-Zeitraum von 1945 bis 2024 mit 29.200 Tagen und 700.800 Stunden als Tagesmittel der Größe nach sortiert mit korreliertem Tagesminimum, Tagesmaximum und Jahresmittel dargestellt. Man erkennt das fast immer synchrone tägliche Schwanken um den Tagesmittelwert – mal mehr, mal weniger – vom Winter mit 7 K in den Sommer mit 15 K.

In einer Auswertung der 168 kältesten und 168 heißesten Tage unterschiedlicher Zeiträume zeigt sich für den Winter, dass die kältesten Tage bis zum 50. Tag identisch sind für die Zeiträume 2006 bis 2020 bzw. 2024. Die DIN EN 12831-1 hat bisher aus den Zeiträumen den 10. niedrigsten Tag gewählt für die Norm-Außentemperatur. Aus den zeitlich korrelierten Minima und Maxima der jeweiligen Tage ergeben sich deutliche tageszeitliche Schwankungen. Für den Sommer zeigt sich dabei, dass die Tagesmittelwerte im 80-Jahre-Zeitraum von 1945 bis 2024 im Sommer immer oberhalb derer im 15-Jahre-Zeitraum von 2006 bis 2020 gelegen haben.

Als Zwischenergebnis zum Klimawandel-Trend lässt sich festhalten, dass es seit dem Jahr 2000 nur noch wärmere Jahre im Vergleich zum Mittelwert von 1961 bis 2010 gibt. Die Jahresmitteltemperatur der Jahre 1961 bis 2010 ist von 9 °C auf prognostizierte 11,3 °C im Jahre 2035 gestiegen.

Klimadaten für die Heizlast im Winter

Kommen wir nun zur Einordnung der Klimadaten zur Berechnung der Heizlast im Winter. In Bild 5 werden nun für den Winter die 50 kältesten Tage im Zeitraum 2006 bis 2020 (15 Jahre) 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. Die extremen Tage liegen häufig in der Vergangenheit. Die zeitgleiche solare Globaleinstrahlung um 12 Uhr mittags liegt bei 249 W/m² und der Tagesmittelwert für ca. 7 Std. bei 163 W/m².

Bisher gilt für den Standort Potsdam die Norm-Außentemperatur von -12,5 °C nach DIN EN 12831-1 [1] für die Ermittlung der Heizlast. Für die Norm-Außentemperatur der DIN EN 12831-1 ist

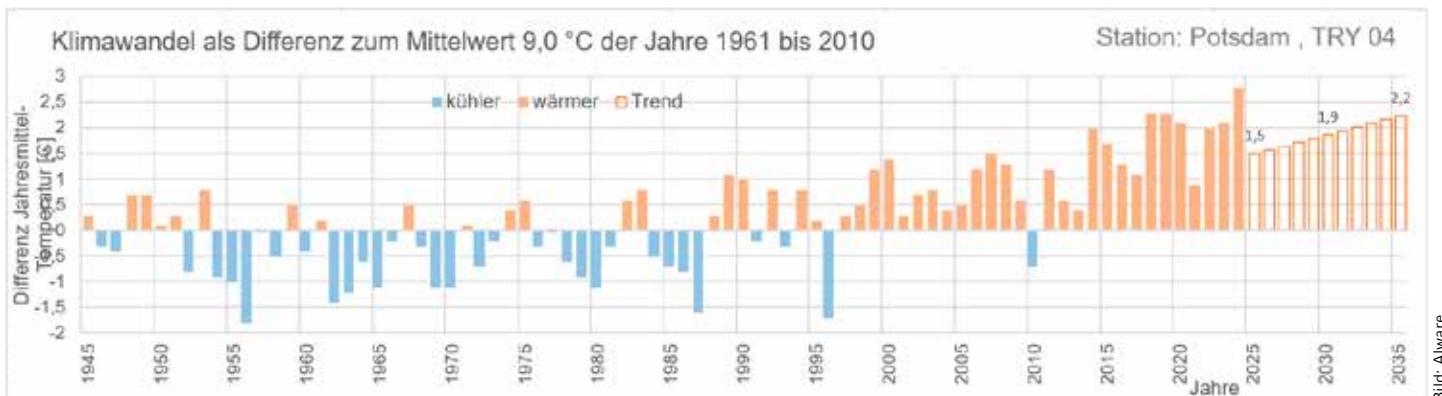


Bild 3: Klimawandel über Differenzen der Tagesmittelwerte von 1945 bis 2024 bezogen auf den Mittelwert der Jahre 1961 bis 2010. Auffällig ist die Häufung der eher wärmeren Jahre seit dem Jahr 2000.

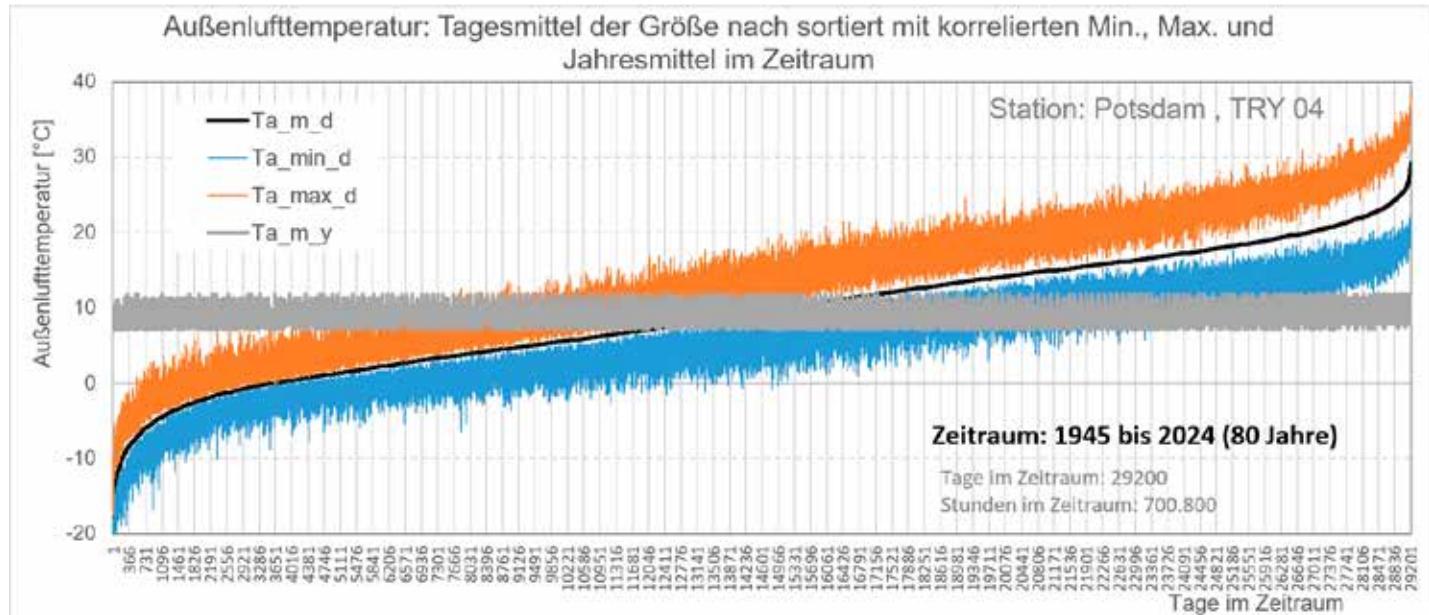


Bild 4: Außenlufttemperaturen aus dem Zeitraum von 1945 bis 2024. Man erkennt das fast immer synchrone tägliche Schwanken um den Tagesmittelwert, mal mehr, mal weniger und vom Winter mit 7 K in den Sommer mit 15 K.

geplant das 10. kleinste (entsprechend 0,18 % von 5.475 Tagen im Zeitraum) Tagesmittel zu wählen. Eine Auswahl des 10. kältesten Tages würde diese Temperatur auf -12,1°C erhöhen. Jedoch führt dies bei einer Raumzielttemperatur von 20 °C lediglich zu einer Reduzierung der Heizlast von 1,2 %. Bspw. würde die Heizlast von 1.000 W so nur um 12 W reduziert.

Würde stattdessen der 15. oder 20. kleinste Wert zugrunde gelegt werden, würden sich die Auslegungswerte deutlich verschieben, wie am Beispiel einer Außenluft-Wärmepumpe deutlich wird. Typischerweise wird bei diesen ab einer Grenztemperatur von -7 °C ein Bivalenzpunkt gedacht und ein zweites Heizsystem

als Leistung dazu geplant. Am obigen 10. kältesten Tag liegt das Design-Tagesmaximum bei -8,7 °C. Am 20. kältesten Tag nur noch bei -6,5 °C. Das bedeutet, dass die Wärmepumpe oberhalb der Grenze arbeiten kann.

Die Einbeziehung der halben Tagesschwankung in Richtung wärmerer Außentemperatur bietet eine neue Möglichkeit mit dem Bivalenzpunkt zu vergleichen und hin zu einer monovalenten Dimensionierung zu gelangen. In der Realität helfen dabei am extremsten Tag auch Wärmeeinträge von vielleicht 25 % Anteil aus der Nutzung (Personen, Geräte und Beleuchtung) sowie durch Globaleinstrahlung während des Tages.

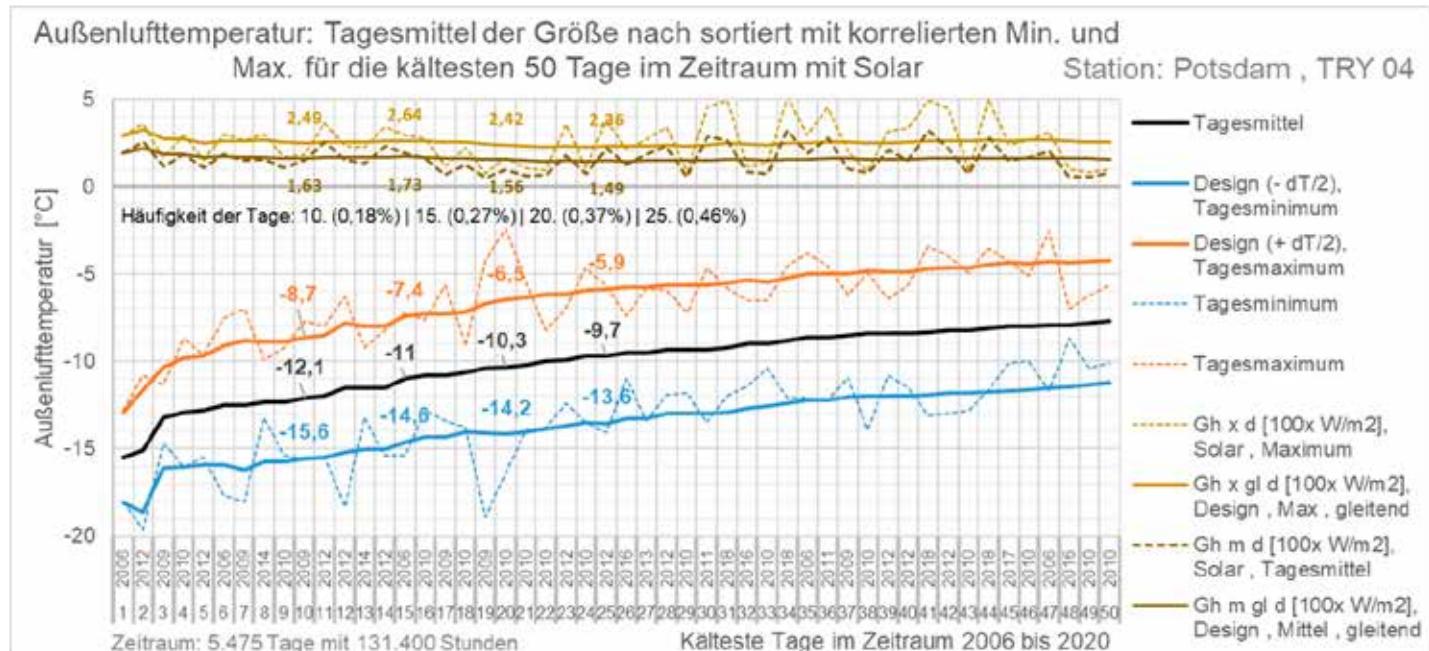


Bild 5: Für die Norm-Außentemperatur der DIN EN 12831-1 ist geplant das 10. kleinste (entsprechend 0,18% von 5.475 Tagen im Zeitraum) Tagesmittel zu wählen. Es könnte aber auch der 15. oder 20. kleinste Wert gewählt werden.

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

Station: Potsdam , TRY 04

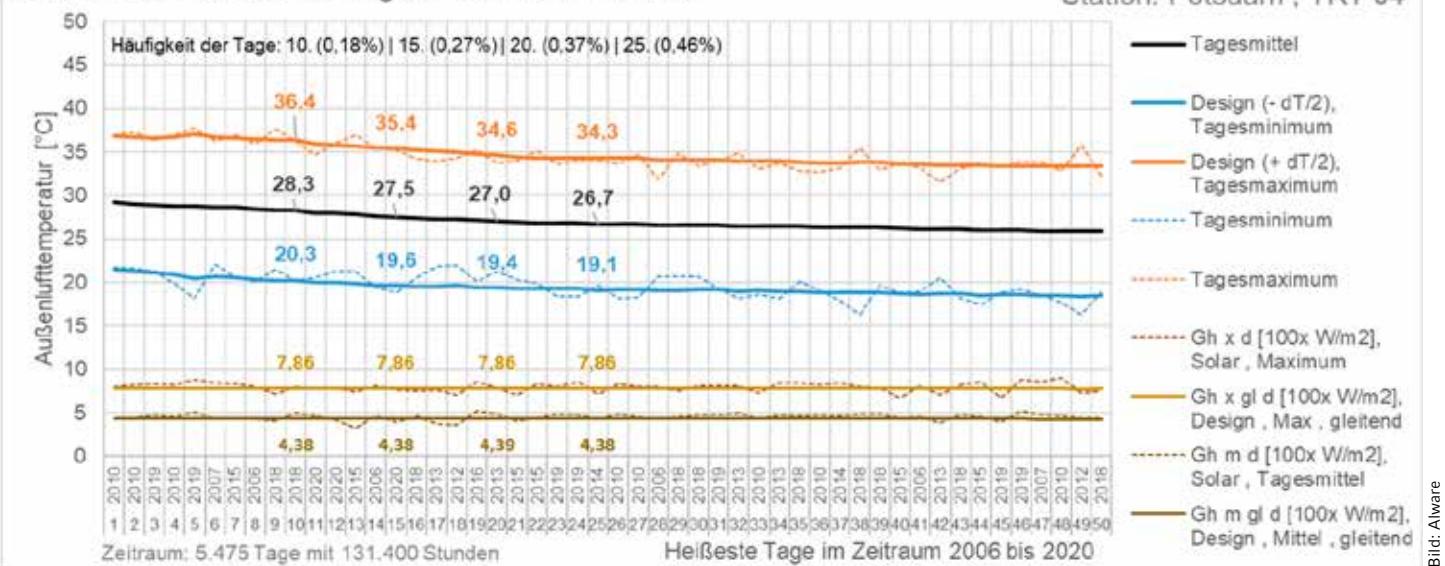


Bild 6: Außenlufttemperaturen von Potsdam (TRY 04) der 50 heißesten Tage im Zeitraum mit Auswahl für den Sommer mit solarer Globalstrahlung. Für die Norm-Außentemperatur der VDI 2078 für den Sommer kann jetzt der Tag mit dem 10. größten Tagesmittel gewählt werden.

Klimadaten für die Kühllast im Sommer

In Bild 6 werden nun für den Sommer die 50 heißesten Tage im Zeitraum 2006 bis 2020 dargestellt mit ihrem Tagesmittel und korrelierten Minimum und Maximum des jeweiligen Tages. Durch einen gleitenden Mittelwert für das Minimum und das Maximum für den Zeitraum vom heißesten Tag bis zum jeweiligen Tag wird die Tagesschwankung gedämpft. Sie läuft mit 15 K parallel zum Tagesmittelwert. Die solare Globaleinstrahlung um 12 Uhr mittags liegt bei 786 W/m² und der Tagesmittelwert für ca. 16 Stunden bei 438 W/m².

Bisher gilt für den Standort Potsdam die Kühllastzone 3a mit Großstadt die Außentemperatur vom Tagesmittel 28,4 °C und dem Tagesmaximum von 33,0 °C nach VDI 2078 [2] für die Ermittlung der Kühllast. Für die Norm-Außentemperatur der VDI 2078 für den Sommer kann jetzt der Tag mit dem 10. größten Tagesmittel gewählt werden. Es könnte aber auch der 15. oder 20. größte Wert gewählt werden. Eine Auswahl des 10. heißesten Tages würde die Tagesmittel-Temperatur mit 28,3 °C gleichlassen und das Tagesmaximum auf 36,4 °C erhöhen. Bild 1 zeigt in der Mitte die örtliche Verteilung dieser Kühllastzonen.

Die Klimaerwärmung führt in der Planung teilweise zu größer dimensionierten Kälteanlagen für mehr Sicherheit – dies ist allerdings verbunden mit mehr Kosten und Ressourcenverbrauch. Ziel ist es Überdimensionierung vermeiden, damit durch Takten nicht Spitzenleistungen als Bedarf entstehen.

Ausblick Anwendung

Die vorgestellte Datenanalyse soll die Grundlage für eine Auswahl zukünftiger Klimadaten in den einschlägigen Normen und Richtlinien bilden – etwa für die Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 oder die Kühllastbestimmung nach VDI 2078. Für die energetischen Berechnungen und die stündlichen thermischen Komfort-Analysen sind aus der obigen Auswertung nun der Jahresmittelwert von 10,5 °C für 2025 zugrunde gelegt. Seine monatliche Änderung beträgt 3,20 K/Monat. Damit können 7 mittlere monatliche Tagesgänge generiert werden. In Kombination mit jeweils einer Woche extremer Wintertage und extremer Sommertage entsteht ein Datensatz für jede der 8.760 Stunden des Jahres über die Methode Climate Design Days [7].

Über dieses unmittelbare Ziel hinaus verfolgte der vorliegende Aufsatz das Anliegen, die wissenschaftliche Diskussion zu fördern

und so die Harmonisierung der verschiedenen Nachweisverfahren für Heizung, Kühlung und thermischen Komfort voranzutreiben. Ziel ist es, durch systematische Aufbereitung und Bewertung der Klimadaten konsistente Randbedingungen für alle relevanten Berechnungs- und Nachweisverfahren zu definieren.

Ein zentraler Baustein ist dabei die Generierung von Climate Design Days, die repräsentative klimatische Bedingungen auf Tagesbasis abbilden. Damit entsteht eine einheitliche, zukunftsorientierte Basis, um Planungsnormen an die sich wandelnden klimatischen Rahmenbedingungen anzupassen und die Energieeffizienz sowie den thermischen Komfort von Gebäuden langfristig sicherzustellen. ■

Literatur:

- [1] DIN EN 12831-1, 2017-09: Energetische Bewertung von Gebäuden I Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast I Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3 | Deutsche Fassung EN 12831-1:2017.
- [2] VDI 2078, 2015-06: Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation).
- [3] DWD, 2025: Historische Wetterdaten für deutsche Standorte, Deutscher Wetterdienst (DWD), Standort Potsdam, Station-ID 03987, heruntergeladen Sept. 2025: www.t1p.de/tab-12-25-AI.
- [4] DIN V 18599, 2018-09: Energetische Bewertung von Gebäuden I Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung I Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten.
- [5] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden I Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz | Entwurf 2024-12 | 2013-02.
- [6] Stripes, 2025, Der Klimaforscher Ed Hawkins hat eine Darstellung der Klimaerwärmung für Standorte auf der Erde entworfen: www.showyourstripes.info/c/europe/germany/all.
- [7] 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).