



SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ UND HOLZBAU – VORURTEILE, TATSACHEN, AUSBLICKE

Elisa Klatte

PIRMIN JUNG Deutschland GmbH, E-Mail: elisa.klatte@pirminjung.de

Kurzfassung

Durch die Folgen des Klimawandels steigen sowohl die Außenluft- als auch die Raumlufitemperaturen in den Bauwerken. Es ist zu hinterfragen, ob die Gebäude, die heute errichtet werden, in 50 Jahren genutzt werden können oder ob die derzeitige Nachweisführung des sommerlichen Wärmeschutzes dafür nicht mehr ausreichend ist.

Einleitung

Der Klimawandel ist allgegenwärtig. Aktuelle Forschungen zeigen, dass das 1,5°C-Ziel, das 2015 in Paris vereinbart wurde, nicht mehr erreichbar ist (von Brackel, 2023). 40% der weltweiten Treibhausgasemissionen stammen aus der Baubranche, 8% davon aus der Zementherstellung (WWF Deutschland, 2019). Viele Bauherren, Investoren und Architekten setzen für emissionsärmere Bauwerke daher vermehrt auf den nachwachsenden und CO₂-speichernden Baustoff Holz. Hinsichtlich des Klimawandels und endenden Ressourcen sind die nachhaltigsten Gebäude, die mit einer langen Nutzungszeit. Es ist daher essenziell, den sommerlichen Wärmeschutz (SWS) so zu planen, dass sich die Nutzenden bei gestiegenen Außentemperaturen in 50 Jahren und darüber hinaus gerne darin aufhalten.

Um dies zu gewährleisten, schreibt § 14 GEG für Gebäude die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02 vor. Dabei kann zwischen dem Sonneneintragskennwertverfahren und einer thermischen Simulation gewählt werden. Beide Nachweisführungen beziehen sich auf 2011 veröffentlichte Klimadatenätze. Es stellt sich nun die Frage, wie aussagekräftig die aktuell geführten Nachweise sind, welche sich auf eine Norm aus dem Jahr 2013 beziehen.

Bei all den Vorteilen, die das Holz bietet, weist es eine geringere Wärmespeicherfähigkeit gegenüber Massivbauten auf. Diese konstruktionsabhängige Größe sorgt bei leichten Gebäuden für ein schnelles Aufheizen der Räume. So hält sich das Vorurteil, dass Holzgebäude aufgrund der fehlenden Masse

leicht überhitzen. Es gilt nachzuweisen, ob die Bauweise tatsächlich der Schlüsselfaktor der Nachweisführung darstellt oder es ein hartnäckiges Vorurteil darstellt.

Kurzfassung/Abstract

Der Klimawandel ist unumstritten. Die Erde erhitzt sich und folglich werden die Sommer immer heißer. Die Nachweisführung des SWS, die durch steigende Außenlufttemperaturen an Bedeutung gewinnt, bezieht sich auf 2011 veröffentlichte Klimadaten. Zudem hält sich das Vorurteil gegenüber Holzbauten, dass sie sich aufgrund der geringeren Masse in den Sommermonaten stärker aufheizen. Daher wird untersucht, wie aussagekräftig die heute erstellten Nachweise für die Zukunft sind und wie ausschlaggebend die Bauweise wirklich ist.

Climate change is undisputed. The earth is heating up the summers are getting hotter and hotter. The verification of the SWS, which is gaining in importance due to rising outside air temperatures, refers to climate data published in 2011. In addition, the prejudice against wooden buildings that they heat up more in the summer months due to their lower mass persists. For this reason, it is being investigated how meaningful the evidence produced today is for the future and how decisive the construction really is.

Die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes in Zeiten des Klimawandels

Die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes wird zukünftig eine immer größer werdende Rolle zugeschrieben. Die Komplexität nimmt zu. Zum einen sind effektive Maßnahmen auszuwählen, die den sommerlichen Wärmeschutz in künftigen Hitzeperioden gewährleisten, zum anderen entstehen Zielkonflikte durch unterschiedliche Anforderungen von Planungsbeteiligten aus TGA und Schallschutz.

In Abbildung 1 wird ersichtlich, dass die Dekade von 2011 bis 2020 die bisher wärmste war. Die Mitteltemperatur in Deutschland hat sich seit 1881 bereits um 1,6 K erhöht. Folglich steigt die Zahl der Sommertage (Tageshöchsttemperatur mind. 22°C) und der heißen Tage (Tageshöchsttemperatur min. 30°C) stark an.

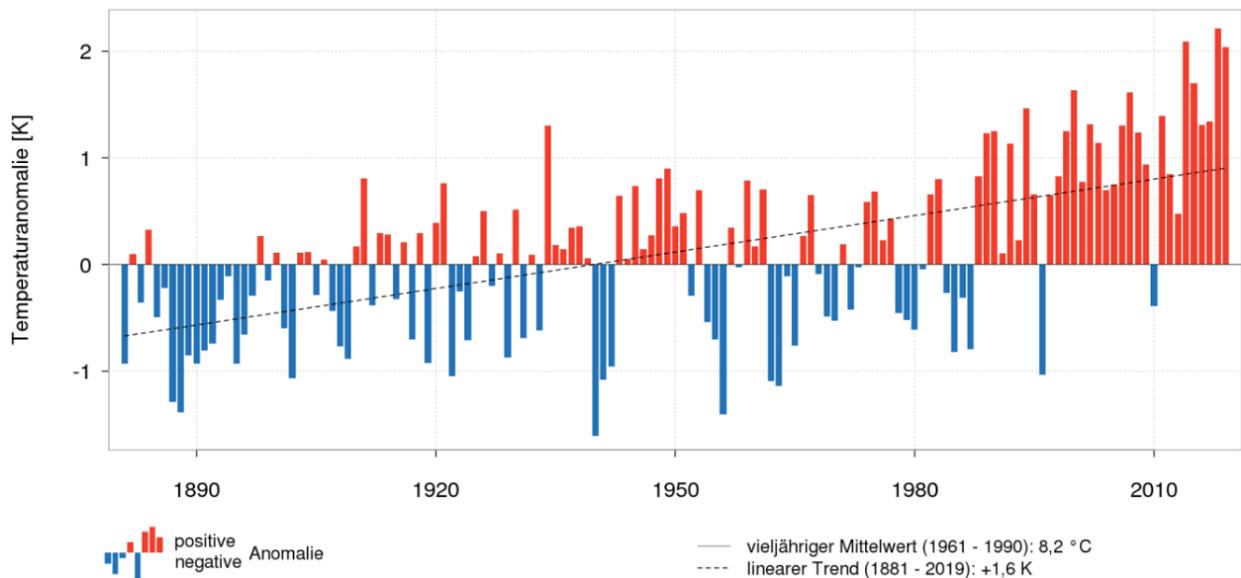


Abbildung 1: Abweichung der Jahresmitteltemperatur gegenüber dem vieljährigen Mittel in Deutschland von 1961 – 1990 (Hutter et al, 2023)

Seit 1951 sind die Sommertage um 100 % gestiegen, die heißen Tage haben sich bereits verdoppelt. Damit geht eine steigende Anzahl der Kühlgradtage nach Spioni einher, die sich seit den 1970ern von jährlich 70 auf 140 verdoppelt haben. Ferner hat sich der Zeitraum, in dem eine Kühlung benötigt wird, auf April bis Oktober ausgedehnt.

Weitere Wärmezunahmen aufgrund erhöhter Treibhausgasemissionen definiert die Wissenschaft als repräsentative Konzentrationspfade (RCP) mit einem Zahlenwert, der den anthropogenen Strahlungsantrieb in W/m^2 für das Jahr 2100 angibt.

Dabei stellt RCP2.6 einen Rückgang der Treibhausgasemissionen dar, sodass das Pariser Klimaabkommen noch eingehalten wäre. (Hutter, et al., 2023) Aktuell liegt die CO_2 -Konzentration bei 419 ppm. (Podbregar, 2023)

Folgende Szenarien sind zudem definiert:

- RCP4.5 bis etwa 650 ppm CO_2 -Äquiv.
- RCP6.0 bis etwa 850 ppm CO_2 -Äquiv.
- RCP8.5 bis etwa 1370 ppm CO_2 -Äquiv.

Abgebildet sind die positiven und negativen Abweichungen der Lufttemperatur vom vieljährigen Mittelwert 1971 - 2000 sowie die zu erwartende Zunahme bis 2100

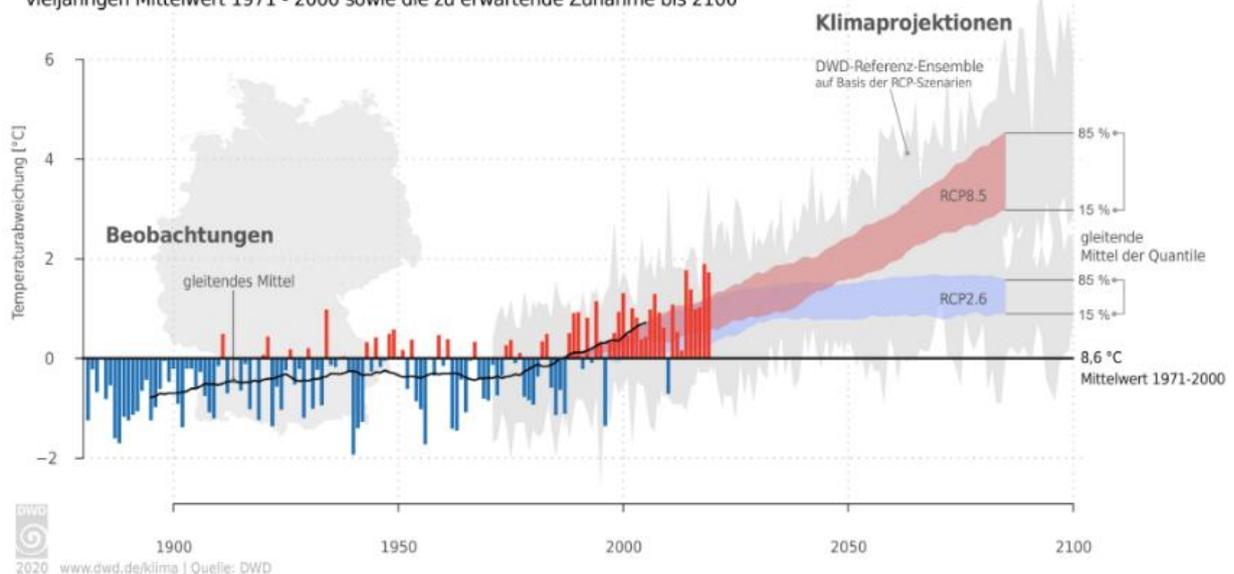


Abbildung 2: Gemessene und projizierte Temperaturentwicklung bis 2100 (Hutter et al, 2023)

Ohne Klimaschutzbestrebungen sind die Szenarien RCP6.0 und RCP8.5 denkbar. Dies bedeutet eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 3,8 K. (Hutter et al., 2023)

Steigende Raumlufttemperaturen und die Auswirkungen auf den Menschen

Steigende Außenlufttemperaturen führen zu erhöhten Raumlufttemperaturen. Dies kann sich negativ auf die Gesundheit des Menschen auswirken, da die Körpertemperatur nicht mehr ausreichend reguliert werden kann. Mögliche Folgen sind Schwindel, Kopfschmerzen und Erschöpfung. Bei fehlender Abkühlung in der Nacht kommen Schlafprobleme und fehlende Erholung hinzu. Vulnerable Gruppen können zudem unter Dehydrierung, Herz-Kreislauf-Problemen und Atembeschwerden leiden. In extremen Fällen können die gesundheitlichen Auswirkungen zum Tod führen. Optimale Raumtemperaturen liegen zwischen 20-22 °C, da sich der menschliche Körper hier bei normaler Kleidung im metabolischen Gleichgewicht befindet. Im Sommer liegen die akzeptablen Temperaturen mit 23-27 °C etwas höher.

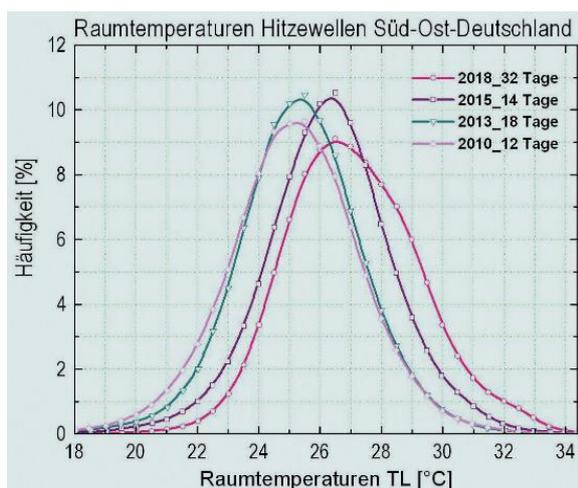


Abbildung 3: Raumtemperaturen während vier Hitzewellen zwischen 2010 und 2018 in Südostdeutschland (Schröder et al., 2019)

Abbildung 3 zeigt die Raumtemperaturen in Südostdeutschland während vier Hitzewellen zwischen 2010 und 2018. Eine Hitzewelle wird hierbei als mindestens 5-tägiger Zeitraum definiert, bei dem sich Hitzetage und Tropennächte abwechseln (Schröder et al., 2019). In der 2019 erstellten Grafik ist eine Rechtsverschiebung der Temperaturverteilung während der Hitzewellen 2015 und 2018 zu erkennen. Sind die Raumtemperaturen 2010 und 2013 noch im angenehmen Bereich, wandert die linke Flanke in den akzeptablen Bereich bzw. verschiebt sich die rechte Flanke vom Bereich

einer akzeptablen Überwärmung in den hitzebelasteten Bereich.

Wird die in Abbildung 4 dazugehörige Summenhäufigkeit betrachtet, kann festgestellt werden, dass sich die Häufigkeit der hitzebelasteten Räume zum Teil verzehnfacht hat.

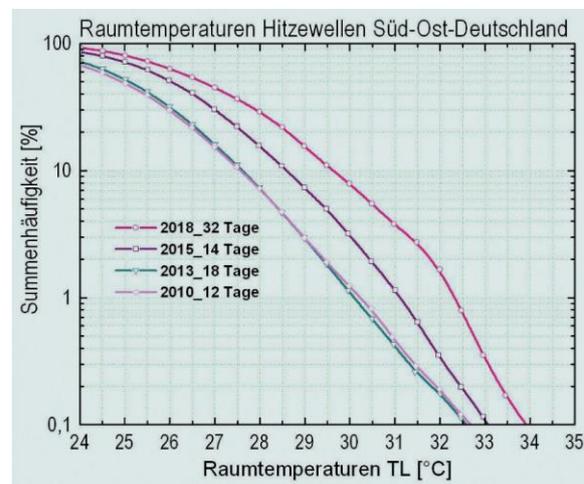


Abbildung 4: Summenhäufigkeit der Raumtemperaturen während vier Hitzewellen zwischen 2010 und 2018 in Südostdeutschland (Schröder et al., 2019)

Grundlagen der normativen Regelungen

Der sommerliche Wärmeschutz (SWS) ist in § 14 GEG verankert. Zugrunde liegt die DIN 4108-2: 2013-02. Sowohl im darin beschriebenen Sonneneintragskennwertverfahren als auch in der thermischen Simulation bezieht sich die Norm auf die drei unterschiedlichen Klimaregionen A, B und C. Die klimatischen Bedingungen beziehen sich dabei auf folgende deutsche Städte:

- A (kühles Klima) → Rostock
- B (durchschnittliches Klima) → Potsdam
- C (warmes Klima) → Mannheim

In der Simulation sind die vom BBSR zur Verfügung gestellten Testreferenzjahre (TRY) aus 2011 zugrunde zu legen (DIN4108-2:2013-02). Bei TRY handelt es sich um Datensätze, die in Stundenaufösung meteorologische Variablen enthalten, die einen repräsentativen Witterungsverlauf darstellen (Hutter et al., 2023). Das TRY2011 betrachtet die Zeitreihe von 1988 bis 2007. Um den Klimawandel mit in die TRY einfließen zu lassen, wurden Projektionen der Lufttemperatur von 2021 bis 2050 verwendet (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2023). Der Unterscheid zwischen dem TRY2011 und den nachfolgenden Datensätzen liegt in der Auflösung der Deutschlandkarte. Während für das

TRY2011 Deutschland in 15 Klimaregionen mit jeweils einer Repräsentanzstation eingeteilt wurde, wird für die jüngeren Datensätze ein 1-km-Raster über Deutschland aufgezogen, das die Verwendung von ortsgebundenen TRY ermöglicht (Hutter et al., 2023).

Klimadaten im Vergleich

In Abbildung 5 werden dem normenbezogenen TRY2011 (TRY2010) acht weitere Datensätze gegenübergestellt. Es handelt sich dabei um vier

Testreferenzjahre und vier Datensätze, die mit der Meteonorm-Software erstellt wurden.

Um die tatsächliche Repräsentanz der Datensätze des heutigen Klimas darzustellen, werden zum Vergleich gemessene Werte des DWD in gemittelter Form aus dem Zeitraum von 2011-2020 und das extrem warme Jahr 2018 gegenübergestellt. In hellblau sind die sommerfokussierten Daten dargestellt, in schwarz das gemessene Mittel aus den Jahren 2011-2020 und in grau die Messdaten aus dem extrem warmen Jahr 2018.

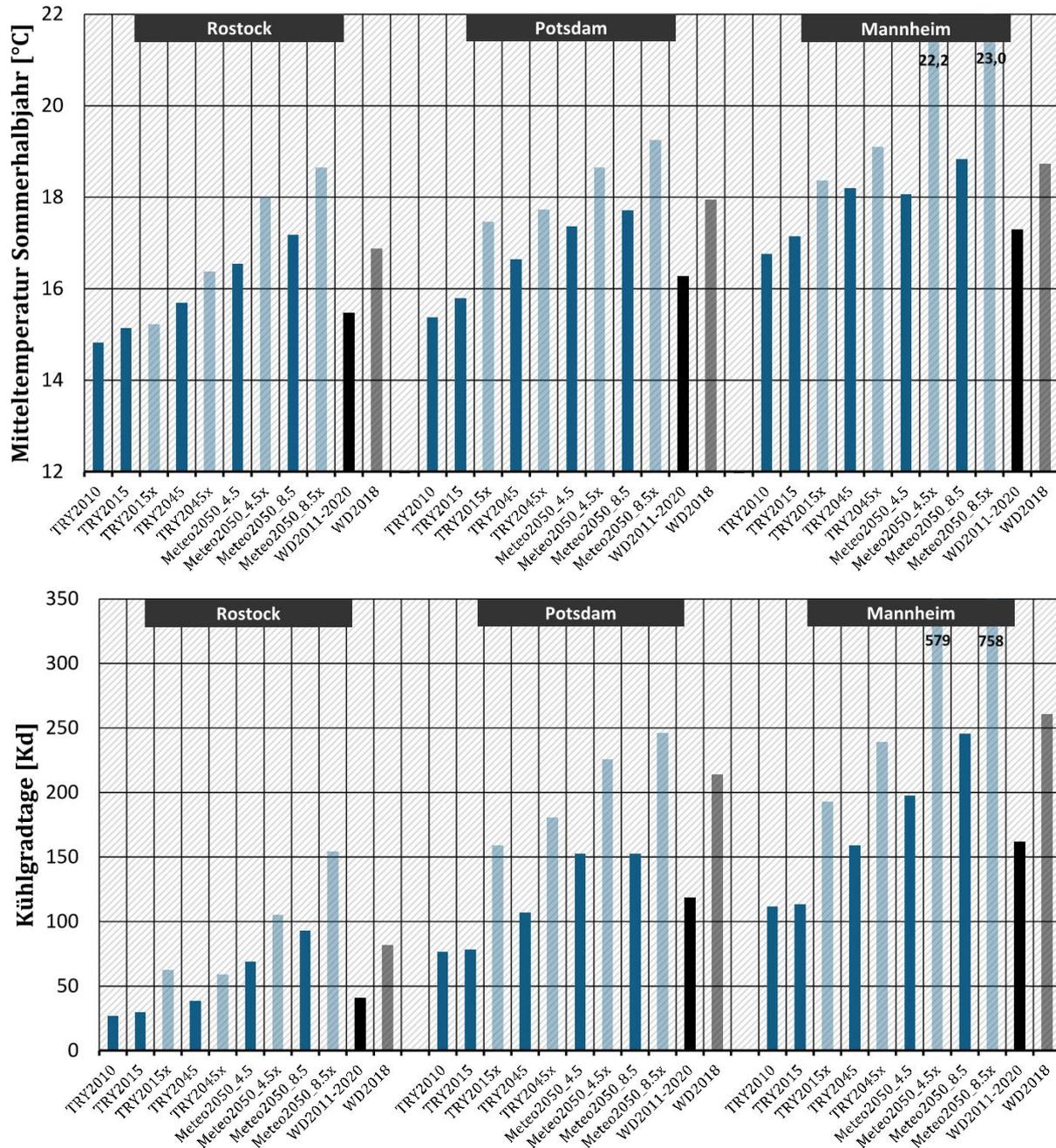


Abbildung 5: TRY, Klima- und Wetterdaten im Vergleich (Hutter et al., 2023)

Tabelle 1: Klima- und Wetterdaten (Hutter et al., 2023)

Klimadaten	
TRY2010	Normbezug DIN 4108-2 (Datensatz TRY2011)
TRY2015	heutiges Jahr (Datensatz TRY2017)
TRY2015x	heutiges Jahr – sommerfokussiert (Datensatz TRY2017)
TRY2045	Zukunftsjahr (Datensatz TRY2017)
TRY2045x	Zukunftsjahr – sommerfokussiert (Datensatz TRY2017)
Meteo2050_4.5	Meteonorm-Software RCP4.5
Meteo2050_4.5x	Meteonorm-Software RCP4.5 - sommerfokussiert
Meteo2050_8.5	Meteonorm-Software RCP8.5
Meteo2050_8.5x	Meteonorm-Software RCP8.5 - sommerfokussiert
Wetterdaten (von Wetterstationen)	
Mess-Daten '11-'20	DWD-Wetterdaten, gemittelt
Mess-Daten 2018	DWD-Wetterdaten

Die Klimadatensätze beziehen sich auf die Vorortlage der jeweiligen Städte, die gemessenen Wetterdaten auf den Standort der Wetterstation.

Ersichtlich ist, dass die tatsächlich gemessenen Daten sowohl höhere Mitteltemperaturen aufweisen als die Klimadatensätze, die unser heutiges Klima repräsentieren, als auch mehr Kühlgradtage. Daher sind für die Repräsentation des derzeitigen Wetters die Klimadatensätze TRY2010, 2015 und 2015x nicht mehr geeignet. (Hutter et al., 2023)

Die Wärmespeicherfähigkeit des Holzbaus gegenüber dem Massivbau

Für ein schlechtes Image des Holzbaus bezüglich des sommerlichen Wärmeschutzes sorgt die geringere wirksame Wärmespeicherfähigkeit gegenüber dem Massivbau. Die Wärmespeicherfähigkeit beschreibt die flächen- und volumenabhängige Eigenschaft eines Raumes, Energie in Form von Wärme aufzunehmen und zeitverzögert wieder abzugeben. Die DIN 4108-2:2013-02 teilt die Bauweisen in Abhängigkeit ihrer wirksamen Wärmekapazität in leicht, mittel und schwer ein:

- leicht: $C_{\text{wirk}}/A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$
- mittel: $50 \text{ Wh}/(\text{Km}^2) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$
- schwer: $C_{\text{wirk}}/A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$.

Eine schwere Bauweise ist für den Nachweis des SWS vorteilhaft, da sich der Raum dann langsamer erwärmt.

Während die leichte Bauweise, als schlechtester anzunehmende Situation, nicht extra nachgewiesen werden muss, müssen beim Ansatz der mittleren und schweren Bauweise ein Nachweis mit der Erfüllung der wirksamen Wärmespeicherkapazität geführt werden. Hierfür haben wir bei PIRMIN JUNG Deutschland eine Variantenstudie unter Berücksichtigung unterschiedlicher Holzbauteile und Raumgrößen durchgeführt. In allen untersuchten Räumen wird der Grenzwert der mittleren Bauweise mit den angesetzten Konstruktionen eingehalten. Außenbauteile spielen eine untergeordnete Rolle, entscheidend sind die Fußböden und Decken.

Im Jahr 2013 wurde seitens Daniel Müller (PIRMIN JUNG Schweiz AG) im Rahmen seiner Masterarbeit eine Studie durchgeführt, in der der Temperaturverlauf eines Holzbaus ($C_{\text{wirk}} = 45 \text{ Wh}/\text{Km}^2$) mit dem eines Massivbaus ($C_{\text{wirk}} = 75 \text{ Wh}/\text{Km}^2$) verglichen wird. Der Temperaturverlauf ist in Abbildung 6 dargestellt. Die operative Temperatur des Holzbaus steigt in den Sommertagen um 1 K höher gegenüber dem Massivbau, sinkt in der Nacht jedoch schneller wieder ab. Eine Nachtauskühlung wird in der Simulation angesetzt.

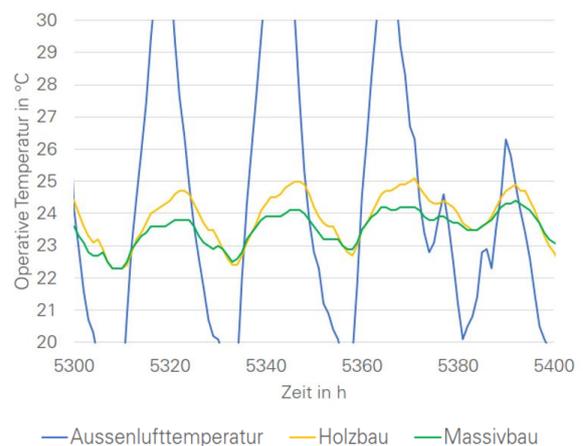


Abbildung 6: operative Temperatur eines Holzbaus gegenüber eines Massivbaus (Müller, 2013)

In Anbetracht der Tatsache, dass der Klimawandel vermehrt zu tropischen Nächten führt, in denen die Außenlufttemperatur nicht unter 20°C fällt, stellt die Eigenschaft einer geringeren Wärmespeicherfähigkeit des Holzbaus einen Vorteil und keinen Nachteil dar. Ein massereicher Wärmeenergiespeicher, wie ihn Massivbauten darstellen, kühlt nachts nicht ausreichend ab und gibt folglich die Wärme ins Rauminnere ab.

Fazit

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes überarbeitet werden muss, um die Gebäude bestmöglich auf die kommenden Temperaturen vorzubereiten und die Nutzenden zu schützen. Insbesondere hinsichtlich der Klimadatensätze ist eine Anpassung notwendig, da die herangezogenen Daten das aktuelle Klima nicht mehr repräsentieren können.

Räume von Holzgebäuden erwärmen sich im Sommer stärker. Wobei die Differenz der operativen Temperatur lediglich 1 K beträgt. Der Nachteil der geringeren Wärmespeicherfähigkeit wird zum Vorteil, wenn die Nächte immer wärmer werden, da die geringere Masse für eine schnellere Abkühlung sorgt. Zudem fallen die Außenbauteile beim Nachweis der wirksamen Wärmespeicherkapazität nicht ins Gewicht. Ausschlaggebend hierfür sind die Fußböden und Decken.

Literatur

- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2023.[Online]: Available at: https://www.bbsr-geg.bund.de/GEGPortal/DE/GEGRegelungen/WeiterereRegelungen/Testreferenzjahre/TRY2011/TRY2011Projekt/01_start.html?nn=4054034&cms_pos=2#doc4054030bodyText5
[Zugriff am 29 01 2024].
- DIN4108-2:2013-02, 2013. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Hutter, C. et al., 2023. Kühle Gebäude im Sommer, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Müller, D., 2013. Dynamische Gebäudesimulation von Holzbauten. s.l.:s.n.
- Podbregar, N., 2023. wissenschaft.de. [Online] <https://www.wissenschaft.de/erde-umwelt/co2-bilanz-fuer-2023-zeigt-neues-rekordhoch/>
[Zugriff am 29 01 2024].
- Schröder, F. et al., 2019. Hitzefrei in deutschen Wohnungen. HLH - Lüftung, Klima, Heizung, Sanitär, Gebäudetechnik, 10(Sonderdruck 9. und 10. 2019).
- von Brackel, B., 2023. 1,5 Grad Erwärmung sind praktisch besiegt, s.l.: Süddeutsche Zeitung.
- WWF Deutschland, 2019. Klimaschutz in der Beton- und Zementindustrie, Berlin: s.n.