

Abschlussbericht

HL-(N)ZEB

Heizlastberechnung für Niedrigstenergiegebäude

Im Auftrag von:

ZAB Zukunftsagentur Bau GmbH

&

Fachverband Steine-Keramik

Verfasser:

Fachhochschule Salzburg GmbH

DI Dr. Markus Leeb

DIⁱⁿ Patricia Reindl, BSc

Michael Branz, BSc

In Kooperation mit:

RGK e.U.

Ing. Arne Komposch

Dieses Projekt wird aus Mitteln der FFG gefördert (www.ffg.at)

Die FFG ist die zentrale nationale Förderorganisation und stärkt Österreichs Innovationskraft.

1 Ausgangssituation

Die Heizlast bildet die Grundlage für die Auslegung von Wärmebereitstellungs- und Wärmeabgabesystemen in Gebäuden. In Österreich erfolgt die Berechnung üblicherweise mit den normativen Verfahren nach ÖNORM H 7500-1 und ÖNORM H 7500-3. Diese Verfahren dienen der Absicherung der Dimensionierung von Heizsystemen und basieren auf konservativen Randbedingungen. (Austrian Standards International 2015 02 15; Austrian Standards International 2014 07 01)¹

- Moderne Niedrigstenergiegebäude nach aktuellen Bauanforderungen unterscheiden sich in ihrem energetischen Verhalten deutlich von den Gebäuden früherer Baustandards. Hochwertige Gebäudehüllen, kontrollierte Wohnraumlüftungen mit Wärmerückgewinnung, interne Wärmegewinne durch Nutzer, Geräte und solare Architektur tragen hier wesentlich zur Wärmebilanz bei. Diese Einflüsse werden in den derzeit angewendeten normativen Heizlastverfahren nur eingeschränkt berücksichtigt.

Feldstudien aus dem D-A-CH-Raum zeigen, dass installierte Wärmeleistungen häufig deutlich über dem tatsächlichen Bedarf liegen. Typische Überdimensionierungen bewegen sich im Bereich von etwa 40 bis 80 %. Eine wesentliche Ursache liegt darin, dass die Norm-Heizlast eine theoretische Obergrenze unter ungünstigen Randbedingungen darstellt, in der Planungspraxis jedoch häufig direkt für die Dimensionierung von Wärmebereitstellungssystemen herangezogen wird. (Wolff 2006; Bosshard und Wemhöner 2023; Grim-Schlink et al. 2020)

Insbesondere beim Einsatz von Wärmepumpen führen überdimensionierte Systeme zu erhöhten Investitionskosten und zu einem ineffizienten Betrieb außerhalb des optimalen Fensters. Untersuchungen zeigen zudem negative Auswirkungen auf Energieverbrauch und Lebensdauer der Anlagen. (Bosshard und Wemhöner 2023)

Vor diesem Hintergrund untersucht das Projekt HL-(N)ZEB die Varianz der Ergebnisse von normativen Heizlastberechnungen mit alternativen Berechnungsverfahren und vergleicht diese mit realen Monitoringdaten von typischen Neubau-Einfamilienhäusern. Die Aufgabenstellung ist eine realitätsnähere Bewertung der tatsächlich erforderlichen Heizleistungen moderner Wohngebäude.

2 Projektziel

Ziel des Projekts HL-(N)ZEB ist der detaillierte Vergleich der Heizlastberechnung für Niedrigstenergiegebäude durch normativen Berechnungsverfahren, alternative Berechnungsansätze, dynamische Gebäudesimulation mit realen Betriebsdaten aus dem Monitoring der untersuchten Gebäude. Dabei steht insbesondere die Frage im Mittelpunkt, wie gut die unterschiedlichen Verfahren den tatsächlichen Heizleistungsbedarf moderner Wohngebäude abbilden.

- Ein Schwerpunkt des Projekts liegt auf der Identifikation jener Faktoren, welche die Ergebnisse der Heizlastberechnung besonders stark beeinflussen. Dabei wird untersucht, welche Bedeutung diesbezüglich der Norm-Außentemperatur, den Lüftungswärmeverlusten, der Gebäudehülle, der Bauweise oder der solaren Architektur zukommt.
- Darüber hinaus werden die berechneten Heizlasten mit den Ergebnissen dynamischer Gebäudesimulationen sowie mit den gemessenen Heizleistungen aus dem realen Gebäudebetrieb verglichen. Dadurch können Unterschiede zwischen theoretischer Auslegung und tatsächlichem Bedarf aufgezeigt und bewertet werden.

Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden Empfehlungen für eine realitätsnähere Heizlastberechnung von Niedrigstenergiegebäuden erarbeitet. Zusätzlich wird untersucht, inwieweit bereits vorhandene

¹ Quell- und Literaturangaben finden Sie im wissenschaftlichen Endbericht unter: <https://www.zukunft-bau.at/hl-nzeb-heizlastberechnung-fuer-niedrigstenergiegebaeude>

Planunterlagen, insbesondere der Energieausweis, als Datengrundlage für alternative Berechnungs- und Bewertungsverfahren ergänzend genutzt werden können.

3 Untersuchte Gebäude und Datenerhebung

Für die Untersuchungen werden 23 österreichische Einfamilienhäuser mit Baujahren zwischen 2014 und 2023 ausgewählt. Die Gebäude repräsentieren dabei typische Neubauten nach aktuellem Standard und umfassen unterschiedliche Bauweisen sowie Ausstattungen mit und ohne kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung. Die Auswahl berücksichtigt zudem verschiedene Standorte in Österreich, um unterschiedliche klimatische Randbedingungen abzubilden.

Als Datengrundlage dienen Planunterlagen, Energieausweise und Monitoringdaten aus dem realen Gebäudebetrieb. Die Planunterlagen werden für die Erfassung der Gebäudegeometrie verwendet. Der Energieausweis liefert Angaben zu Gebäudehülle, Anlagentechnik und standortspezifischen Klimadaten. Die Betriebsdaten ermöglichen eine direkte Auswertung der tatsächlich erforderlichen Heizleistungen.

Von besonderer Bedeutung sind dafür die Onlineschnittstellen der Wärmepumpensysteme. Für 21 der 23 Gebäude stehen Betriebsdaten von einer gemeinsamen Monitoring-Plattform live zur Verfügung. Diese Daten werden automatisiert ausgelesen, aufbereitet und für die weiteren Analysen auf ein einheitliches Zeitraster gebracht. Dadurch wird die direkte Vergleichbarkeit zwischen den Gebäuden und den unterschiedlichen Berechnungsverfahren ermöglicht.

4 Untersuchte Berechnungsverfahren

Zur Bewertung der Heizlast werden die Ergebnisse mehrerer Berechnungsverfahren mit den Monitoringdaten zum tatsächlichen Bedarf aus dem realen Betrieb verglichen. Ziel ist es, Unterschiede zwischen normativen Verfahren und dem tatsächlichen Heizleistungsbedarf moderner Niedrigstenergiegebäude sichtbar zu machen und zu bewerten.

Die beiden normativen Referenzverfahren bilden die ÖNORM H 7500-1 (für vier ausgewählte Testgebäude) und die ÖNORM H 7500-3. Die ÖNORM H 7500-1 ermöglicht eine detaillierte, raumweise Heizlastberechnung. Die ÖNORM H 7500-3 stellt ein vereinfachtes Verfahren auf Gebäudeebene dar. Beide Verfahren dienen im Projekt als Vergleichsbasis. (Austrian Standards International 2015 02 15, 2014 07 01)

Zusätzlich wird das Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) für vier ausgewählte Gebäude verwendet. Dieses Werkzeug dient der energetischen Bewertung von hocheffizienten Gebäuden und berücksichtigt neben Wärmeverlusten auch solare und interne Wärmegewinne. Dadurch entsteht ein umfassendes Bild des energetischen Gebäudeverhaltens. (Feist et al. 2022)

Als weiteres Verfahren kommt eine dynamische Gebäudesimulation mit der Software IDA ICE zum Einsatz. Im Gegensatz zu statischen Berechnungsverfahren werden dabei zeitabhängige Einflüsse wie Außentemperatur, solare Einstrahlung, thermische Speichereffekte und Anlagenverhalten berücksichtigt. Ziel ist eine möglichst realitätsnahe Abbildung des Gebäudebetriebs über den zeitlichen Verlauf. (EQUA Simulation AB 2013)

Ergänzend wird die in der Planungspraxis etablierte Berechnungsweise wppplus untersucht. Das Verfahren nutzt unter anderem den simulierten Heizwärmebedarf aus dem Energieausweis sowie standortspezifische Volllaststunden zur Abschätzung der erforderlichen Heizlast. Die Methode ermöglicht mit wenigen Eingangsparametern eine rasche und praxisnahe Bewertung. Sie wird vor allem für Einfamilienhäuser eingesetzt und dient einer ersten Abschätzung der zu erwartenden Heizlast. (Saippukauppias et al. 2025)

Die Ergebnisse aller Berechnungsverfahren werden abschließend den Monitoringdaten gegenübergestellt und hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit dem realen Gebäudebetrieb bewertet.

5 Ergebnisse

Für die Auswertung werden zusätzlich die in den Energieausweisen ausgewiesenen Heizlastabschätzungen als weitere Vergleichsgröße berücksichtigt. Dazu werden keine eigenen Energieausweisberechnungen erstellt, sondern die vorhandenen Heizlastabschätzungen aus den jeweiligen Energieausweisen der Testgebäude verwendet.

Während die normativen Verfahren, die Heizlastabschätzungen aus den Energieausweisen, PHPP und wppplus jeweils einen einzelnen statischen Heizlastwert liefern, liegen für die dynamischen Gebäudesimulationen und das Monitoring zeitlich aufgelöste Daten vor. Für eine einheitliche und vergleichbare Auswertung werden die Monitoringdaten zunächst um die obersten 5 % der Werte bereinigt, um nicht relevante Betriebszustände und mögliche Datenartefakte auszuschließen. Anschließend werden die Monitoring- und Simulationsdaten mittels eines gleitenden 6-Stunden-Mittels geglättet. Dadurch werden kurzzeitige Regelungs- und Betriebseinflüsse reduziert und der Fokus auf den relevanten Lastbereich der Gebäude gelegt. Diese Aufbereitung verbessert die Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Methoden und bildet die Grundlage für die nachfolgende Ergebnisdarstellung.

Die aufbereiteten Ergebnisse der unterschiedlichen Berechnungsmethoden und Monitoringdaten zeigen ein klares und über alle untersuchten Gebäudekategorien hinweg konsistentes Bild.

- Die höchsten Heizlasten ergeben sich in allen Fällen aus den normativen Berechnungsverfahren ÖNORM H 7500-1 und ÖNORM H 7500-3.
- Die Ergebnisse der dynamischen Gebäudesimulation, der alternativen Berechnungsmethode wppplus sowie die gemessenen Heizleistungen aus dem Monitoring liegen hingegen überwiegend deutlich darunter.

Die Ergebnisse werden nach Bauweise und dem Vorhandensein einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung ausgewertet.

In der folgenden Grafik werden die normative Heizlast ÖNORM H 7500-3, die Simulation nach IDA ICE und das Ergebnis des Monitorings als Säulen je Gebäude dargestellt. Die Unterscheidung der Bauweisen erfolgt nach Farben, die der Lüftungsart durch strichlierte/ausgezogene Umrandung. Die weiteren Berechnungsarten werden durch Marker angezeigt.

Vergleich der Ergebnisse aus statischen Berechnungsmethoden, dynamischer Simulation und Monitoring
Säulendiagramm im Datenbereich 0-95%

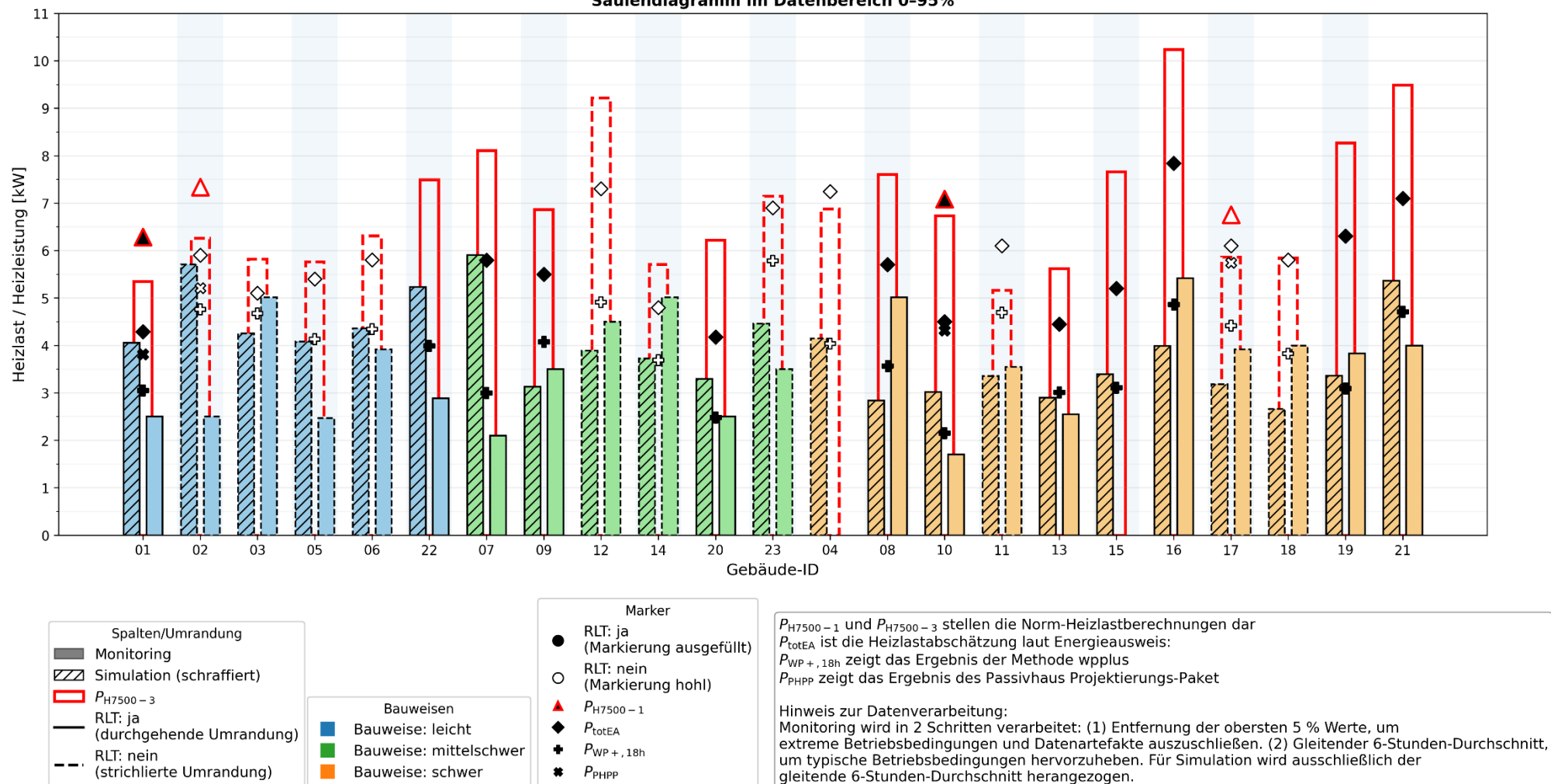


Abbildung 1 Gegenüberstellung der Gesamtergebnisse

5.1 Vergleich der Berechnungsmethoden

Die Ergebnisse zeigen, dass die Norm-Heizlast nach ÖNORM H 7500-3 im Vergleich zu den übrigen Methoden durchgehend die höchsten Werte liefert. Im Vergleich zur Norm-Heizlast ergeben sich für die weiteren Verfahren und den Betrieb folgende Abweichungsbereiche:

- PHPP: bis zu 40 % unter der Norm-Heizlast
- wpplus: etwa 10 bis 70 % unter der Norm-Heizlast
- Dynamische Gebäudesimulation: etwa 10 bis 60 % unter der Norm-Heizlast
- Monitoringdaten: etwa 10 bis 70 % unter der Norm-Heizlast

Besonders auffällig ist die gute Übereinstimmung zwischen dynamischer Gebäudesimulation und Monitoring. Trotz standardisierter Annahmen zu Nutzung und internen Wärmegewinnen werden ähnliche Größenordnungen der tatsächlich benötigten Heizlasten erreicht. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse, dass die real gemessenen Heizleistungen bei den untersuchten Niedrigstenergiegebäuden deutlich unter den normativen Heizlasten liegen.

Die Berechnungsmethode wpplus zeigt ebenfalls eine gute Übereinstimmung mit den Monitoringdaten und den Simulationsergebnissen. Dadurch eignet sie sich als praxisnahe Methode zur überschlägigen Abschätzung der tatsächlich erforderlichen Heizleistung.

5.2 Einfluss von Bauweise und Lüftung

Die Auswertungen zeigen, dass sowohl die Bauweise als auch die Art der Lüftung einen wesentlichen Einfluss auf die erforderliche Heizleistung haben. Gebäude mit kontrollierter Wohnraumlüftung und Wärmerückgewinnung weisen insgesamt niedrigere Heizleistungen und eine geringere Streuung der Ergebnisse auf als Gebäude mit Fensterlüftung.

Bei Gebäuden mit Fensterlüftung zeigen die Monitoringdaten eine größere Bandbreite der Ergebnisse. Dies deutet darauf hin, dass hier das tatsächliche Nutzerverhalten einen stärkeren Einfluss auf den realen Heizbedarf besitzt. Bei Gebäuden mit kontrollierter Wohnraumlüftung stimmen Simulation und Monitoring hingegen häufig besonders gut überein.

Zusätzlich zeigt sich ein Einfluss der Bauweise. Gebäude mit höherer thermischer Speichermasse reagieren gedämpft auf kurzfristige Änderungen der Außentemperatur und weisen insgesamt gleichmäßigere Lastverläufe auf. Die Monitoringdaten und Simulationen zeigen dabei ein deutlich anderes Verhalten als der lineare, rein verlustbilanzierte Ansatz der normativen Heizlastberechnung.

5.3 Norm-Außentemperatur als wichtiger Einflussparameter

Die Untersuchungen zeigen, dass die Norm-Außentemperatur zu den wichtigsten Eingangsparametern der Heizlastberechnung zählt. Bereits geringe Änderungen dieses Wertes führen zu deutlichen Änderungen der berechneten Heizlast.

Zur Bewertung der angesetzten Norm-Außentemperaturen werden für die Standorte der Testgebäude historische Klimadaten ausgewertet. Dabei werden die jährlichen Minima des 48-Stunden-Mittels der Außentemperatur mit den in der Heizlastberechnung angesetzten Norm-Außentemperaturen verglichen.

- Die Analyse orientiert sich an der Definition der Norm-Außentemperatur gemäß ÖNORM H 7500-1 als tiefstes Zweitagesmittel der Außentemperatur, das zehnmal innerhalb von zwanzig Jahren erreicht oder unterschritten wird. (Austrian Standards International 2015 02 15)

Jährliches Minimum des 48h-Mittels (Außentemperatur) - Buchkirchen, Oberösterreich

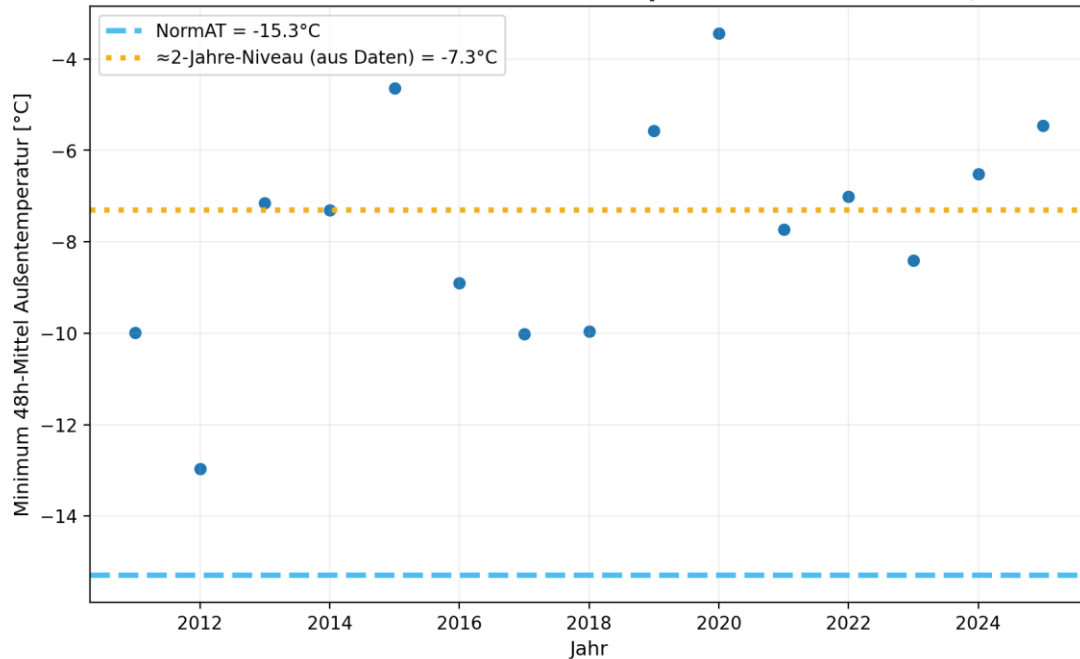


Abbildung 2 Klimadatenanalyse Standort Testgebäude 01

Die beispielhaft dargestellte Auswertung zeigt, dass die angesetzte Norm-Außentemperatur von $-15,3^{\circ}\text{C}$ im betrachteten Zeitraum von 2011 bis 2025 nicht erreicht wird. Selbst im kältesten Jahr liegt das minimale Zweitagesmittel mehr als 2 K über diesem Wert. Im Großteil der Jahre betragen die Abweichungen sogar mehr als 5 K.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass zwischen den verwendeten Norm-Außentemperaturen und den tatsächlich beobachteten Temperaturverläufen teilweise erhebliche Unterschiede bestehen. Aufgrund der hohen Sensitivität dieses Parameters wirkt sich dies unmittelbar auf die berechnete Norm-Heizlast aus.

6 Empfehlungen

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass die normativen Heizlastverfahren bei den untersuchten Gebäuden überwiegend sehr konservative Ergebnisse liefern. Monitoringdaten, dynamische Gebäudesimulationen und alternative Berechnungsverfahren zeigen in den meisten Fällen deutlich geringere Heizleistungen als die normativen Verfahren. Daraus ergeben sich mehrere Ansatzpunkte für eine Weiterentwicklung der Heizlastberechnung.

6.1 Dynamische Gebäudesimulationen als alternatives Nachweisverfahren zulassen

Die dynamischen Gebäudesimulationen zeigen im Projekt eine insgesamt gute Übereinstimmung mit den Monitoringdaten. Im Gegensatz zu rein statischen Verfahren können dabei zeitabhängige Einflüsse wie Außentemperatur, solare Gewinne, interne Wärmegewinne, Gebäudespeicherwirkung und Anlagentechnik berücksichtigt werden. Dadurch kann das tatsächliche Verhalten moderner Niedrigstenergiegebäude viel besser abgebildet werden.

- Es wird daher empfohlen, dynamische Gebäudesimulationen als weiteres zulässiges Verfahren zur Ermittlung der Norm-Heizlast gemäß ÖNORM H 7500-1 und ÖNORM H 7500-3 anzuerkennen, sofern nachvollziehbare Eingangsparameter und qualitätsgesicherte Simulationswerkzeuge verwendet werden.

6.2 Wärmegewinne stärker berücksichtigen

Die Ergebnisse zeigen, dass interne Wärmegewinne durch Personen und Geräte sowie externe Gewinne durch solare Architektur einen wesentlichen Einfluss auf die tatsächlich erforderliche Heizlast besitzen. Während diese Einflüsse in Simulationen berücksichtigt werden können, werden sie in den derzeit verwendeten normativen Heizlastverfahren nicht angesetzt. Im Rahmen des Projekts wurde eine kommentierte Stellungnahme mit Anpassungsvorschlägen zum Normentwurf für die ÖNORM EN 12831-1 ausgearbeitet. (Austrian Standards International 2025 05 01)

- Hierfür sind auf nationaler Ebene geeignete Verfahren oder standardisierte Ansätze innerhalb der ÖNORM H 7500-1 und ÖNORM H 7500-3 festzulegen. Für energieeffiziente Gebäude wird daher empfohlen, Wärmegewinne bei der Heizlastberechnung verpflichtend zu berücksichtigen und in zukünftige Berechnungsverfahren einzubinden.

6.3 Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung realitätsnahe abbilden

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung die tatsächlich auftretenden Lüftungswärmeverluste deutlich reduzieren können. Ebenfalls im Rahmen der Kommentierung des Normentwurfs der ÖNORM EN 12831-1 zeigt sich das Potenzial einer differenzierten Berücksichtigung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

- Empfohlen wird daher die entsprechenden Regelungen des Entwurfs der ÖNORM EN 12831-1 in die nationale Normung zu übernehmen. Die bestehenden Anforderungen an hygienische Luftwechsel und die Berücksichtigung der Gebäudeinfiltration bleiben davon unberührt.

6.4 Thermische Speichermasse von Gebäuden berücksichtigen

Die Untersuchungen zeigen, dass die Bauweise und die damit verbundene thermische Speichermasse einen wesentlichen Einfluss auf das Lastverhalten eines Gebäudes haben. Gebäude mit hoher Speichermasse reagieren gedämpft auf kurzfristige Temperaturänderungen und weisen insgesamt gleichmäßigere Lastverläufe auf.

- Für zukünftige Weiterentwicklungen der Heizlastberechnung wird daher empfohlen, die thermische Speicherfähigkeit von Gebäuden stärker zu berücksichtigen. Als möglicher Ansatz kann auf internationale Verfahren verwiesen werden, bei denen die Auslegungstemperatur in Abhängigkeit von der Bauweise angepasst wird. (Karlsson und Andersson 2016)

6.5 Norm-Außentemperaturen regelmäßig überprüfen

Die Klimadatenanalyse zeigt, dass die angesetzten Norm-Außentemperaturen an den untersuchten Standorten teilweise deutlich unter den tatsächlich beobachteten Temperaturwerten liegen. Gleichzeitig zählt die Norm-Außentemperatur zu den wichtigsten Einflussgrößen der Heizlastberechnung.

- Empfohlen wird daher, die verwendeten Norm-Außentemperaturen regelmäßig auf Basis aktueller Klimadaten zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Berechnungen gemäß ÖNORM H 7500-1 und ÖNORM H 7500-3 auch künftig die tatsächlichen klimatischen Randbedingungen möglichst gut abbilden.

6.6 Nutzen des Energieausweises als Datengrundlage stärken

Das Projekt zeigt außerdem, dass die im Energieausweis enthaltenen Informationen bereits eine wertvolle Datengrundlage für alternative Berechnungsverfahren und dynamische Gebäudesimulationen darstellen. Sowohl die Methode wppplus als auch die dynamischen Simulationen basieren wesentlich auf diesen Informationen und erreichen trotz der eingeschränkten Datengrundlage gute Übereinstimmungen mit den Monitoringdaten.

- Der Energieausweis sollte daher künftig stärker als vorhandene Datengrundlage für die Bewertung von Heizlasten und die Plausibilisierung von Auslegungsergebnissen genutzt werden

ZAB Zukunftsagentur Bau GmbH

Digitalisierung & Innovation

Lachstatt 41, Steyregg 4221 | T +43 732 / 24 59 28 – 29 | E office-ooe@zukunft-bau.at

Forschung & Zukunftsthemen

Moosstraße 197, Salzburg 5020 | T +43 662 / 830 200 – 19 | E office-sbg@zukunft-bau.at