

# DIN V 18599 für Wohngebäude – verbesserte Bewertungsansätze und Überprüfung der Anwendungsmöglichkeit auf das Effizienzhaus-Plus Konzept

Forschungsprojekt der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“

Aktenzeichen: 10.08.18.7-12.36

## Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird die Anwendbarkeit der DIN V 18599 auf Wohngebäude untersucht und bewertet, die ein über das der baulichen Referenzausführung nach EnEV 2009 hinausgehendes Wärmeschutzniveau aufweisen. Da zum Zeitpunkt der Projektdurchführung keine ausreichend validierte Softwarelösung zur Verfügung steht, die den Bilanzumfang der DIN V 18599:2011-12 vollumfänglich abbildet, erfolgen die Auswertungen auf Grundlage eines vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik für die Projektbearbeitung zur Verfügung gestellten Microsoft-Excel Berechnungswerkzeugs auf Nutzenergiebedarfsebene. Dieses Berechnungswerkzeug ermöglicht einerseits eine Bilanzierung nach alter (2007) und neuer (2011) Fassung der DIN V 18599. Darüber hinaus können auch einzelne Einflüsse der Normenüberarbeitung hinsichtlich ihrer energetischen Auswirkungen quantifiziert werden.

Die Bewertung, inwieweit das sehr instationäre thermische Zeitverhalten von Gebäuden auf hohem Wärmeschutzniveau durch das Monatsbilanzverfahren nach DIN V 18599 „richtig“ abgebildet wird, erfolgt anhand einer Gegenüberstellung zu Simulationsrechnungen (Software HAUSer), für welche Klimadatenätze auf Stundenbasis zugrunde gelegt werden.

Ausgehend von den Untersuchungen zur Abhängigkeit des Nutzenergiebedarfs vom Wärmeschutzniveau, die getrennt für den Sommer- und Winterfall durchgeführt werden, erfolgen weitere Berechnungen zum Nachweis des Effizienzhaus-Plus-Standards. Für diesen Nachweis ist die Anwendung der DIN V 18599 unter Zugrundelegung des Referenzklimas Deutschland vorgeschrieben. Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigen, wie sich der Ansatz dieses Referenzklimas hinsichtlich des Effizienzhaus-Plus Nachweises im Vergleich zu einer standortbezogenen Bewertung auf Basis der 15 für Deutschland verfügbaren Testreferenzjahresdatensätze darstellt. Die standortbezogenen Ertragsrechnungen zu Photovoltaikanlagen werden im Rahmen dieser Berechnungen zum einen nach DIN V 18599-9:2011-12 und zum anderen über Simulationsrechnungen auf Stundenbasis (Software Polysun) ange stellt. Über die Bewertung von Photovoltaikanlagen zur regenerativen Energiegewinnung hinaus erfolgen ebenfalls standortbezogene Ertragsrechnungen zu Windenergieanlagen (WEA) nach DIN V 18599-9:2011-12.

### Bewertung Winterfall

Durch die Überarbeitung der DIN V 18599 zur Neufassung aus dem Jahr 2011 ergeben sich einerseits Veränderungen durch überarbeitete Berechnungsansätze und andererseits dadurch, dass durch die Neufassung dieser Norm aktualisierte Klimarandbedingungen in Bezug genommen werden. Die Auswertungen hierzu zeigen, dass der Ansatz der aktualisierten Klimadaten sowie die Einführung eines Ansatzes für den saisonalen Luftwechsel jeweils für sich betrachtet zu einer Reduzierung der bilanzierten Heizwärmebedarfswerte zwischen 2 und 4 Prozent für die Nutzung EFH (Nutzungsprofil EFH mit  $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ ) sowie zwischen 3 und 10 Prozent für die Nutzung MFH (Nutzungsprofil EFH mit  $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ ) führt. Tendenziell ergeben sich bei Verbesserung des Wärmeschutzniveaus stärkere Reduzierungen. Je nach Betrachtungsfall liegen die nach Normenfassung 2011 errechneten Heiz-

wärmebedarfswerte um 4 bis 5 Prozent bei Nutzung EFH und um 6 bis 9 Prozent unter den nach Normenfassung 2007 errechneten Werten.

Der Vergleich zwischen den Ergebnissen nach DIN V 18599 und Simulation für das Einfamilienhaus zeigt, dass die berechneten Bedarfswerte bei den gewählten Randbedingungen für das Niveau EnEV 2009 nach Monatsbilanz um etwa fünf Prozent über den Bedarfswerten der Simulationsrechnungen liegen. Mit Verbesserung des Wärmeschutzniveaus können geringere Abweichungen zwischen Monatsbilanz und Simulation festgestellt werden. Die Auswertung zu den weiteren betrachteten Gebäudetypen führt hinsichtlich der Abweichung zwischen DIN V 18599 und Simulation zu abweichenden Ergebnissen. Die Gründe hierfür konnten im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht eindeutig identifiziert werden. Zur abschließenden Klärung sind weitergehende und vertiefende Untersuchungen wünschenswert.

Ziel der Gegenüberstellung von Monatsbilanz und Simulation im Rahmen dieses Vorhabens ist aber nicht in erster Linie der Vergleich der absoluten Bedarfswerte, sondern vielmehr ein Vergleich der relativen Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs von wesentlichen Einzeleinflüssen. Daher erfolgen jeweils Detailbetrachtungen

- mit Fokus auf dem direkten Vergleich zwischen leichter und schwerer Bauart, wobei fallweise zwischen
- kontinuierlichem (ohne Nachtabenkung) und reduziertem (mit Nachtabenkung) Heizbetrieb differenziert wird, sowie
- zum Einfluss des Wärmeschutzniveaus.

Diese Auswertungen zeigen, dass die nach DIN V 18599 bilanzierten Heizwärmebedarfswerte bei Ansatz schwerer Bauart für alle untersuchten Fälle um zwei bis drei Prozent unter den für leichte Bauart errechneten Bedarfswerten liegen. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen korrespondierender Simulationsrechnungen, wonach für die leichte Bauart nur dann höhere Bedarfswerte resultieren, wenn ein kontinuierlicher Heizbetrieb (ohne Nachtabenkung) stattfindet. Ausgehend von dem für die leichte Bauart ermittelten Bedarfswert ergibt sich nach Simulation bei Ansatz eines reduzierten Heizbetriebs je nach Betrachtungsfall eine Erhöhung des Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart um bis zu zwei Prozent. Wird von einem kontinuierlichen Heizbetrieb ausgegangen, ergeben sich für die schwere Bauart um bis zu zwei Prozent niedrigere Bedarfswerte.

Die Untersuchungen zur Abhängigkeit der berechneten Bedarfswerte vom zugrunde gelegten Wärmeschutzniveau zeigen weiterhin, dass die Reduktion des Heizwärmebedarfs nach DIN V 18599 bei Verbesserung des Wärmeschutzniveaus geringer ausfällt als nach entsprechenden Simulationsrechnungen. Somit liegen die Ergebnisse der Monatsbilanz gegenüber einer genaueren Berechnung auf der „sicheren Seite“, woraus kein zwingender Korrekturbedarf für DIN V 18599 resultiert.

Somit ergibt sich aus den durchgeführten Untersuchungen zum Winterfall bzw. für die Bilanzierung des Heizwärmebedarfs nach DIN V 18599 ausschließlich ein Überarbeitungs- bzw. Korrekturbedarf hinsichtlich der tendenziellen Fehlbewertung der leichten Bauart für den nach EnEV relevanten Fall eines reduzierten Heizbetriebs.

## Bewertung Sommerfall

Ausgangspunkt für die rechnerischen Untersuchungen zum Sommerfall ist, dass das Berechnungsverfahren der DIN V 18599 in der aktuellen Fassung der Berechnungsmodelle dazu führt, dass ein verbesserter Wärmeschutz (bei Wohngebäuden) einen erhöhten Nutzenergiebedarf für Kühlung zur Folge hat und somit zu tendenziell ungünstigeren Verhältnissen führt. Dies steht im Widerspruch zu Erkenntnissen aus früheren Simulationsrechnungen, nach denen -ausgehend von einem deutlich schlechteren Wärmeschutzniveau als z. B. durch EnEV 2009 vorgesehen- ein verbesserter Wärmeschutz auch zu günstigeren sommerlichen Verhältnissen führt.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens erfolgt der Vergleich zwischen DIN V 18599 und Simulation für die Wärmeschutzniveaus EnEV 2009 (100 %  $H_{T,Ref. EnEV 2009}$ ), EnEV 2009+ (etwa 70 %  $H_{T,Ref. EnEV 2009}$ ) und EnEV 2009++ (etwa 55 %  $H_{T,Ref. EnEV 2009}$ ). Wesentliches Ergebnis dieser Gegenüberstellung ist, dass sich weniger das Wärmeschutzniveau, definiert über den mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten, als vielmehr der jeweils zugrunde gelegte g-Wert entscheidend für die Höhe des berechneten Kühlkältebedarfs darstellt. Im Gegensatz zu Ergebnissen früherer Untersuchungen für vergleichsweise schlechte Wärmeschutzniveaus, nach denen sich ein verbesserter Wärmeschutz positiv auf die sommerlichen Verhältnisse auswirkt, zeigen die Auswertungen der Simulationsrechnungen, dass mit einer Verbesserung des Wärmeschutzniveaus (bei über alle betrachteten Wärmeschutzniveaus einheitlich angesetztem g-Wert) stets auch eine Erhöhung des Kühlkältebedarfs resultiert. Zurückzuführen ist dies darauf, dass sich der Transmissionswärmestrom im Mittel über die Kühlperiode für die hier betrachteten Wärmeschutzniveaus als Wärmesenke darstellt. Zwangsläufige Konsequenz ist ein reduzierter Transmissionswärmestrom bei steigendem Wärmeschutzniveau und insofern ein erhöhter Kühlkältebedarf. Bezogen auf den Vergleich zwischen DIN V 18599 und Simulation kann demnach festgehalten werden, dass die Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs vom zugrunde gelegten Wärmeschutzniveau durch DIN V 18599 tendenziell richtig, d. h. übereinstimmend mit den Simulationsrechnungen beschrieben wird. Allerdings zeigen die Berechnungen auch, dass der Einfluss der solaren Wärmeeinträge auf den Kühlkältebedarf nach DIN V 18599 im Vergleich zu den Simulationsrechnungen unterschätzt wird.

Hinsichtlich der nach DIN V 18599 auf Basis des für Heizzwecke nicht nutzbaren Anteils der Wärmequellen berechneten absoluten und spezifischen Kühlkältebedarfswerte zeigen die Auswertungen im Vergleich zu den Simulationsrechnungen, dass nach DIN V 18599 wesentliche Einflüsse auf den Kühlkältebedarf nicht berücksichtigt werden. Dies betrifft einerseits den Einfluss eines Sonnenschutzes, der nach DIN V 18599 für den Anwendungsfall Wohnnutzung nur dann als Einfluss auf den bilanzierten Kühlkältebedarf berücksichtigt werden darf, wenn es sich um eine fest installierten Sonnenschutz handelt. Andererseits eröffnet DIN V 18599 in der aktuellen Fassung aus dem Jahr 2011 nicht die Möglichkeit, die positiven Einflüsse eines erhöhten Tag- und Nachtluftwechsels auf das sommerliche Wärmeverhalten darzustellen. Der Ansatz eines saisonalen Luftwechsels, wie mit Neufassung der DIN V 18599 eingeführt, reduziert zwar den rechnerisch ermittelten Kühlkältebedarf im Vergleich zum Ansatz eines konstanten Luftwechsels nach Normenfassung 2007 für die betrachteten Situationen um bis zu 50 Prozent. Dass sich der Kühlkältebedarf bei sinnvollem Lüftungsverhalten und insbesondere in Verbindung mit einem guten Sonnenschutz auf nahezu Null reduzieren lässt, kann durch DIN V 18599 nicht beschrieben werden.

Ein möglicher Ansatz zur Berücksichtigung eines Sonnenschutzes als Einfluss auf den bilanzierten Kühlkältebedarfs besteht darin, den bereits für den Anwendungsfall Nichtwohnnutzung etablierten Ansatz (Berücksichtigung des Sonnenschutzeinflusses über Aktivitätsgrade) auf den Anwendungsfall Wohnnutzung zu übertragen. Hinsichtlich der Darstellung eines positiven Einflusses aus erhöhter Tag- und Nachtlüftung sind weitergehende Untersuchungen erforderlich und sollten bei Fortschreibung der DIN V 18599 aufgenommen werden.

Weiterhin wird an dieser Stelle unterstrichen, dass für Wohngebäude davon ausgegangen werden sollte, dass keine anlagentechnische Kühlung erfolgt. Unabhängig davon sollte allerdings eine Bilanzierung des Kühlkältebedarfs nach DIN V 18599 die wesentlichen Einflüsse auf diese Bilanzgröße erfassen. Insbesondere für den im Rahmen dieses Vorhabens nicht betrachteten Anwendungsfall Nichtwohngebäude, für den nach DIN V 18599 zwar der Einfluss eines Sonnenschutzes auf den Kühlkältebedarf berücksichtigt wird, nicht aber der Einfluss erhöhter Tag- und Nachtluftwechselraten, ist dies von großer Bedeutung, da hier im Gegensatz zum Anwendungsfall Wohnnutzung der Einsatz anlagentechnischer Kühlung keinen Ausnahmefall darstellt.

## Ergebnisse der Berechnungen zum Effizienzhaus-Plus-Standard

Soll für ein Gebäude in Deutschland der Nachweis über das Erreichen des Effizienzhaus-Plus-Standards erbracht werden, so ist diese Berechnung auf Basis der DIN V 18599 durchzuführen, wobei unabhängig vom tatsächlichen Standort des Gebäudes das Referenzklima Deutschland zugrunde zu legen ist. Nach EnEV 2009 ist demnach die Normenfassung 2007 der DIN V 18599 unter Ansatz des nach dieser Normenfassung geltenden alten Referenzklimas für Deutschland relevant. Die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens angestellten Vergleichsrechnungen stellen dar, wie sich der Ansatz dieses Referenzklimas und der Ansatz des neuen Referenzklimas nach Normenfassung 2011 (Potsdam) hinsichtlich des Effizienzhaus-Plus Nachweises im Vergleich zu einer standortbezogenen Bewertung auf Basis der 15 für Deutschland verfügbaren Testreferenzjahresdatensätze darstellt.

Die standortbezogene Nachweisführung zum Effizienzhaus-Plus-Standard nach DIN V 18599 führt zu dem Ergebnis, dass nur für insgesamt drei (inklusive Referenzklima Potsdam) der 15 Klimaregionen Deutschlands eine Dimensionierung der PV-Anlage auf Basis des Referenzklimas Potsdam rechnerisch zur Einhaltung der end- und primärenergetischen Anforderungen führt. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass der Nachweis zum Effizienzhaus-Plus-Standard in zwölf von 15 Klimaregionen Deutschlands nicht erbracht werden kann, wenn unabhängig vom tatsächlichen Standort das Referenzklima Potsdam angesetzt wird. Dies führt zu der Empfehlung an den Planer eines Effizienzhauses Plus, zusätzlich zum Nachweis, der das Referenzklima berücksichtigt, auch eine standortbezogene Berechnung durchzuführen.