

- Energetische Bilanzierung von Wohngebäuden nach DIN V 18599

Prof. Dr.-Ing. Stefan Himburg

Energetische Bilanzierung von Wohngebäuden nach DIN V 18599

Die energetische Bilanzierung von Wohngebäuden darf gemäß EnEV 2009 wahlweise auf Grundlage der neuen Berechnungsnorm DIN V 18599 oder auf Basis der älteren Vorschriften DIN V 4108-6 in Verbindung mit DIN V 4701-10 vorgenommen werden. Eine Berechnung nach DIN V 18599 führt hierbei im Regelfall zu einem höheren Primär- und Endenergiebedarf. Dieses ist einerseits auf den ungünstigeren Ansatz der Randbedingungen (Raumtemperatur, Interne Gewinne, Trinkwarmwasserbedarf, etc.) zurückzuführen, beruht aber im Wesentlichen auf einer im Allgemeinen deutlich ungünstigeren Bewertung der anlagentechnischen Seite bei Verwendung von Standardwerten. Auch der zulässige Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes ist bei einer Auslegung nach DIN V 18599 im Regelfall deutlich höher und kann berechnungsabhängig sogar das Niveau der alten EnEV 2007 erreichen. Hier wäre eine zukünftige Anpassung der Rechenverfahren wünschenswert. Im Rahmen dieses Beitrags werden entsprechende Vergleichsrechnungen an idealisierten Wohngebäuden vorgenommen, die auch eine quantitative Einschätzung der Unterschiede für Regelfälle ermöglichen. Hierbei wird deutlich, dass unter Angleichung der Randbedingungen und bei genauerer Darstellung der anlagentechnischen Kenngrößen eine Annäherung der Rechenergebnisse erfolgt. Im Hinblick auf eine praxiserhaltende und vereinfachte energetische Bilanzierung kann das Rechenverfahren der DIN V 4108-6 in Verbindung mit DIN V 4701-10 für Regelfälle im Wohnungsbau verwendet werden. Eine Berechnung von normalen Wohngebäuden nach dieser Norm gestattet eine gleichsam einfache wie zuverlässige energetische Bilanzierung. Für Gebäude mit Kühlung oder komplexer Anlagentechnik kann DIN V 18599 verwendet werden. Die Wahlfreiheit für Wohngebäude sollte auch bei zukünftigen gesetzlichen Regelungen Anwendung finden.

Establishing the energy performance of residential buildings in accordance with DIN V 18599. *In accordance with EnEV 2009 (Energy Conservation Regulations), it is permitted to calculate the energy performance of residential buildings on the basis of the new DIN V 18599 calculation standard or the older DIN V 4108-6 regulations in combination with DIN V 4701-10. As a rule, calculations carried out in accordance with DIN V 18599 lead to higher primary and final energy demand. This is in part due to less favourable input parameters (room temperature, internal gains, demand for domestic hot water, etc.) but in general, it is mostly due to a significantly less favourable evaluation of services installations when using standard values. Likewise, the permitted primary energy demand of the reference building is significantly higher in most cases when assessed under DIN V 18599, and may even reach the level of the old EnEV 2007, depending on how the calculations are carried out. For the future it would be desirable to*

modify the calculation methods. This article contains comparative calculations for theoretical residential buildings which also allow a quantitative assessment of the differences in standard cases. It becomes clear that when equivalent input parameters are used and the services installations parameters are defined more precisely, the calculation results are less divergent. With a view to a simplified and yet practice-orientated method for calculating the energy performance of standard residential buildings, it is possible to use the calculation method of DIN V 4108-6 in combination with DIN V 4701-10. Calculating the energy performance of standard residential buildings in accordance with this standard provides a simple and yet reliable method. For buildings with cooling or more complex services installations, DIN V 18599 can be used. It is recommended that future legislation allow the option of choice for residential buildings.

1 Einführung

Die aktuelle Energieeinsparverordnung EnEV 2009 [1] gestattet eine Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs wahlweise nach DIN V 18599 [2] oder nach DIN V 4108-6 [3] in Verbindung mit DIN V 4701-10 [4]. Sowohl die neue DIN V 18599 als auch die älteren Berechnungsnormen DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 haben nach wie vor den Status einer Vornorm. In beiden Fällen erfolgt die energetische Bilanzierung nach dem Monatsbilanzverfahren auf Basis des Referenzklimas für Deutschland. Die Anwendung des vereinfachten Heizperiodenbilanzverfahrens ist nach EnEV 2009 für den öffentlich-rechtlichen Nachweis nicht mehr vorgesehen. Mit der geplanten Neuauflage der nächsten Energieeinsparverordnung könnte DIN V 18599 das alte Rechenverfahren nach DIN V 4108-6 komplett ersetzen. Eine energetische Bilanzierung des Jahres-Primärenergiebedarfs nach DIN V 18599 und DIN V 4108-6 führt im Regelfall aufgrund unterschiedlicher Randbedingungen und Berechnungsgrundlagen zu deutlich voneinander abweichenden Ergebnissen, was in der Praxis zu kontroversen Diskussionen geführt hat. Die KfW-Bankengruppe hat im Oktober 2010 für ihre wohnwirtschaftlichen Förderprogramme beschlossen, bis auf weiteres Berechnungen zum KfW-Effizienzhaus auf Basis von DIN V 18599 nicht mehr zu akzeptieren (Stand Januar 2011 unverändert). Dieses führte sowohl bei Fachplanern als auch bei Software-Herstellern zu Irritationen bzw. Widerstand: Die Befürworter von DIN V 18599 heben die besseren Darstellungsmöglichkeiten bei umfangreicher Anlagentechnik hervor. Die Soft-

ware-Hersteller verweisen auf den vorgegebenen Rechenalgorithmus in DIN V 18599 und die unverminderte Qualität ihrer EDV-Programme. Der nachfolgende Beitrag soll die grundsätzlichen Unterschiede der Berechnungsansätze verdeutlichen und auf Basis von einfachen Vergleichsrechnungen eine quantitative Einschätzung des energetischen Niveaus für herkömmliche Wohngebäude ermöglichen.

2 Berechnungsansätze und Randbedingungen

2.1 Nutzungsrandbedingungen für Wohngebäude

Die Randbedingungen für die Berechnung eines Wohngebäudes nach DIN V 18599 sind in Teil 10 der Norm geregelt. Hiernach gelten die Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen für Wohngebäude nach Tabelle 3 dieser Norm. Zu beachten ist, dass die dort für interne Wärmequellen und den Nutzwärmebedarf Trinkwarmwasser angegebenen Werte auf die beheizte Wohnfläche A_{WF} des berechneten Gebäudes bezogen sind. In DIN V 4108-6 regelt der Anhang D die Randbedingungen für den öffentlich-rechtlichen Nachweis. Die Bezugsgröße ist hier, wie auch in der EnEV selbst, die Gebäudenutzfläche A_N , die als pauschaler Vergleichswert aus dem beheizten Gebäudevolumen V_e bestimmt wird. Die DIN V 18599 sieht im allgemeinen Rechenalgorithmus für Nichtwohngebäude die Netto-Grundfläche A_{NGF} als Energiebezugsfläche vor und stellt diesen Bezug auch mit der vereinfachten Abschätzung $A_{NGF} = 1,1 \cdot A_{WF}$ her. Gemäß EnEV § 19 kann die vereinfachte Umrechnung der Wohnfläche in die Gebäudenutzfläche bei Bestandsgebäuden mit $A_N = 1,2 \cdot A_{WF}$ allgemein und mit $A_N = 1,35 \cdot A_{WF}$ für Ein- und Zweifamilienhäuser mit beheiztem Keller erfolgen. Bei Vergleichsbetrachtungen sind folglich stets die erforderlichen Umrechnungen der Energiebezugsfläche zu beachten.

Ein Vergleich der Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen zeigt, dass die Berechnungsgrundlagen in DIN

V 18599 eine Verschärfung der rechnerischen Ansätze bedeuten. Dieses muss bei Verwendung eines identischen Rechenalgorithmus im direkten Vergleich zu einem höheren Heizwärmebedarf führen. Die Raum-Solltemperatur ist nach DIN V 18599 höher, die internen Gewinne sind zunächst niedriger im Vergleich zu dem pauschalen Ansatz von $q_i = 5,0 \text{ W/m}^2$ nach DIN V 4108-6. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Wärmeeinträge durch Verteilleitungen und mögliche Luftkanäle auch bei Wohngebäuden getrennt ermittelt werden und noch einen weiteren Anteil an den internen Wärmequellen bilden. Bei der überschlägigen Bilanzierung ist dieser Anteil nach DIN V 18599-1 zu null zu setzen. Die Rechenverfahren in DIN V 18599 und DIN V 4108-6 gehen weiterhin von unterschiedlichen Bezugsgrößen bei der Bestimmung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit und dem jeweiligen Ausnutzungsgrad aus, was einen direkten Vergleich der Rechenverfahren zusätzlich erschwert. Für den Nutzwärmebedarf Warmwasser werden unterschiedliche Ansätze verwendet, die jeweils direkt miteinander verglichen werden können. Eine Gegenüberstellung der wesentlichen Richtwerte erfolgt in Tabelle 1. Hierbei wurde ein vereinfachter Ansatz der Umrechnung von $A_N = 1,2 \cdot A_{WF}$ zugrunde gelegt. Die nachfolgenden Vergleichsrechnungen zeigen eine gute Übereinstimmung mit diesem Ansatz. Hierbei sei jedoch ausdrücklich erwähnt, dass die unterschiedlichen Rechenverfahren der Normen einen direkten Vergleich der Einzelgrößen nicht uneingeschränkt gestatten.

Grundsätzlich bietet der auf dieser Grundlage bestimmte Heizwärmebedarf eine gute Vergleichsmöglichkeit der Rechenverfahren für Gebäude ohne Raumlufttechnik. Der Heizwärmebedarf ist über eine Bilanzierung der maßgeblichen Wärmesenken und Wärmequellen vergleichsweise relativ einfach zu bestimmen und sollte bei gleichen Randbedingungen unabhängig von dem verwendeten Rechenverfahren auf einen ähnlichen Rechenwert

Tabelle 1. Vergleich der Nutzungsrandbedingungen nach DIN V 18599-10 und DIN V 4108-6

Table 1. Comparison of user input parameters in accordance with DIN V 18599-10 and DIN V 4108-6

	DIN V 18599-10	DIN V 4108-6
Klimarandbedingungen	Referenz Deutschland	Referenz Deutschland
Raum-Solltemperatur	20 °C	19 °C
Jährliche Nutzungstage	365 d	365 d
Tägliche Nutzungszeit	24 h	24 h
Betriebsdauer Heizung	17 h	17 h
Interne Wärmequellen EFH*	50 Wh/(m ² d)	144 Wh/(m ² d)
Interne Wärmequellen MFH*	100 Wh/(m ² d)	144 Wh/(m ² d)
Warmwasserbedarf EFH*	12 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)
Warmwasserbedarf MFH*	16 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)
Luftwechselrate; Frei/Geprüft**	0,60 h ⁻¹	0,60 h ⁻¹
Speicherfähigkeit (Schwer)***	130 Wh(m ² K) · A _B	50 Wh(m ³ K) · V _e

* Die angegebenen Werte sind bezogen auf die beheizte Wohnfläche (WF). Nettogrundfläche $A_{NGF} = 1,1 \cdot A_{WF}$ (gemäß DIN V 18599-10); Gebäudenutzfläche: $A_N = 0,32 \cdot V_e \approx 1,2 \cdot A_{WF}$ (gemäß EnEV §19); Ansatz $q_i = 5,0 \text{ W/m}^2$ gemäß DIN V 4108-6. Kein direkter Vergleich möglich.

** DIN V 18599 Vergleichswert; differenzierte Berechnung nach DIN 18599.

*** Keine direkte Umrechnung möglich.

führen. Dieses ist auch bei stark vereinfachten Rechenansätzen wie dem alten Heizperiodenbilanzverfahren mit geringfügigen Abweichungen im Allgemeinen stets der Fall und bestätigt so die gute Übereinstimmung der Rechenverfahren bezüglich der baulichen Seite.

2.2 Rechnerische Ansätze zur Bewertung der Anlagentechnik

Nach dem alten Bemessungsverfahren der DIN V 4108-6 in Verbindung mit DIN V 4701-10 erfolgt eine grundsätzliche Trennung der baulichen und anlagentechnischen Seite. Im Rahmen von DIN V 4701-10 wird eine separate Berechnung einer Gesamt-Anlagenaufwandszahl e_p vorgenommen. Hierfür werden lediglich der Heizwärmebedarf und die Gebäudenutzfläche aus der Berechnung nach DIN V 4108-6 benötigt. Die Trennung der beiden Normen gestattet somit gegebenenfalls auch eine differenzierte Einzelbestimmung der Anlagenaufwandszahl durch den Haustechniker. Für die Bestimmung der Anlagenaufwandszahl stehen drei verschiedene Rechenverfahren zur Verfügung.

Das einfachste Verfahren ist die vereinfachte Bestimmung der Anlagenaufwandszahl nach dem Diagrammverfahren aus DIN V 4701-10 mit vorgegebenen Musteranlagen. Diese Vorgehensweise wurde im Wesentlichen in Kombination mit dem vereinfachten Heizperiodenbilanzverfahren verwendet. Dieses Verfahren war bis zur Einführung der EnEV 2009 ein zulässiges Rechenverfahren für Wohngebäude.

Als Regelverfahren wird das Tabellenverfahren angewendet, welches eine genauere Definition der anlagentechnischen Größen gestattet, jedoch auf die Quantifizierung technischer Kennwerte weitgehend verzichtet. Das Tabellenverfahren ist zurzeit das in der Praxis gebräuchlichste Verfahren.

Das dritte, detaillierte Rechenverfahren ist relativ wenig verbreitet und wird für baupraktische Fälle bisher kaum verwendet. Zur Durchführung dieser detaillierten Berechnung werden sehr ähnliche Einzelangaben wie für eine anlagentechnische Bewertung nach DIN V 18599 benötigt. Es erfolgt eine genauere Quantifizierung der technischen Kennwerte, wie zum Beispiel der Wirkungsgrad eines verwendeten Heizkessels oder die Länge und Dämmqualität der Rohrleitungsabschnitte. Anlagen in Bestandsgebäuden können nach DIN 4701-12 bewertet werden. Die Gesamt-Anlagenaufwandszahl fasst alle Wärmeverluste aus Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Übergabe, sowie mögliche Wärmegewinne aus regenerativer Energie in einem Einzahlwert zusammen, der als direkter Multiplikator für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs verwendet werden kann. Bei hohen regenerativen Anteilen sind auch Anlagenaufwandszahlen $e_p \leq 1,0$ möglich.

Eine Bewertung der Anlagentechnik nach DIN V 18599 erfolgt nicht mehr getrennt von der baulichen Seite, sondern iterativ unter genaueren Ansätzen in einem einheitlichen Berechnungsschritt. Mögliche Wärmequellen und Wärmesenken werden in die Berechnung implementiert. Die Verwendung einer Anlagenaufwandszahl ist nicht mehr vorgesehen. Diese kann lediglich zu Vergleichszwecken aus dem ermittelten Primärenergiebedarf zurückgerechnet werden, welches im Rahmen dieses Beitrags angewendet wird. Die verwendete Anlagentechnik kann nach DIN V 18599 sehr genau erfasst werden. Hierzu müssen

die einzelnen Kennwerte ähnlich wie im detaillierten Verfahren in DIN V 4701-10 quantifiziert werden. Sofern dieses nicht möglich oder gewollt ist, können Standardwerte nach DIN V 18599 verwendet werden. In diesem Fall werden die erforderlichen technischen Kennwerte, wie zum Beispiel die Leistung von Heizkesseln, die Größe von Speichern und die Länge und Dämmung von Rohrleitungen nach den vorgegebenen Rechenschritten in DIN V 18599 unter anderem über die charakteristische Länge und Breite des Gebäudes bestimmt. Je nach Geometrie des betrachteten Gebäudes liegt diese Vorgehensweise mehr oder weniger deutlich auf der sicheren Seite. Ein praktischer Vergleich von berechneten und tatsächlichen Leitungslängen gemäß Leistungsverzeichnis Haustechnik zeigt tendenziell umso größere Abweichungen, je mehr das Gebäude vom rechteckigen Grundriss abweicht.

Im Einzelfall, insbesondere auch bei konstruktionsbedingten außergewöhnlichen Leitungsführungen, können auch große Abweichungen zu den automatisch generierten Standardwerten auftreten. Eine pauschale Begründung für eine höhere Einschätzung der anlagentechnischen Verluste nach DIN V 18599, wie verschiedentlich in der Vergangenheit geäußert, stellt dieses jedoch nach Meinung des Verfassers nicht dar. Das Rechenverfahren in DIN V 18599 sieht vielmehr eine detaillierte Quantifizierung der anlagentechnischen Kennwerte als Regelverfahren vor. Einzelgrößen, wie der Kesselwirkungsgrad, Betriebsbereitschaftsverluste etc., sind im Rahmen des Ansatzes nach DIN V 18599 stets als relativ konservative Standardwerte hinterlegt. Vereinfachte Ansätze von Standardwerten führen in jedem Einzelfall im übertragenen Sinne zu einem „Teilsicherheitsbeiwert“ bei der jeweiligen anlagentechnischen Kenngröße, was in der Summe zu einer deutlichen Überschätzung der anlagentechnischen Verluste, also einem hohen Gesamtsicherheitsbeiwert führen kann. Dieser anschauliche Vergleich mit dem Sicherheitskonzept von DIN 1055-100 für Einwirkungen auf Tragwerke sei an dieser Stelle gestattet, obwohl natürlich kein derartiges Sicherheitskonzept in der DIN V 18599 verwendet wird. Folglich sollte bei einer Berechnung nach DIN V 18599 stets eine genauere Quantifizierung der anlagentechnischen Kenngrößen erfolgen, sofern diese auch nur teilweise bekannt sind. DIN V 4701-10 hingegen verwendet für das Diagramm- und Tabellenverfahren vergleichsweise eher allgemeingültige Mittelwerte, weshalb sich Ungenauigkeiten weniger deutlich in der errechneten Anlagenaufwandszahl bemerkbar machen.

2.3 Das Referenzgebäude-Verfahren

Mit Einführung der EnEV 2009 wurde das Referenzgebäude-Verfahren zur einheitlichen Berechnung des zulässigen Primärenergiebedarfs festgelegt. Zu errichtende Wohngebäude sind so auszuführen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf den Wert eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung mit der nach EnEV, Anlage 1, Tabelle 1 angegebenen technischen Referenzausführung nicht überschreitet. Ziel dieser Vorgabe ist die Festlegung eines vorgegebenen, zeitgemäßen technischen und energetischen Standards mit der Möglichkeit des Ausgleichs der Einzelkenngrößen.

Bis zum Jahr 2009 erfolgte die Berechnung des zulässigen Primärenergiebedarfs einheitlich in Abhängigkeit

von dem Hüllflächenfaktor A/V_e und damit weitgehend unabhängig von dem individuell betrachteten Gebäude. Die hierzu für Wohngebäude verwendete Tabelle 1 der Anlage 1, EnEV 2007 kann jedoch durchaus noch für Vergleichszwecke verwendet werden: Eine Multiplikation des nach dieser Tabelle bestimmten Primärenergiebedarfs mit dem Faktor 0,7 sollte in der Logik einer angestrebten 30 %-igen Unterschreitung der Anforderungen der EnEV 2007 zur Erzielung des EnEV 2009-Niveaus in etwa auf den zulässigen Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes führen. Dieses ist bei den nachfolgend aufgestellten Berechnungen nach DIN V 4108-6 in Verbindung mit DIN V 4701-10 stets der Fall.

Hierbei sei jedoch angemerkt, dass bei der Berechnung des jeweiligen Gebäudes zu Vergleichszwecken auch mehr oder weniger das Referenzgebäude abgebildet worden ist. Je komplexer ein Gebäude geometrisch, baulich und anlagentechnisch ausgelegt wird, desto größere Abweichungen sind hier denkbar.

Der Ansatz von verschärften Nutzungsrandbedingungen und den ebenfalls häufig ungünstiger angesetzten rechnerischen Ansätzen auf der Basis von Standardwerten zur Bewertung der Anlagentechnik, führt in der Praxis häufig auch zu höheren zulässigen Werten des Jahres-

Primärenergiebedarfs nach dem Referenzgebäude-Verfahren von DIN V 18599 im Vergleich zu den zulässigen Werten bei einer Berechnung nach DIN V 4108-6. Hier liegt der häufig geäußerte, wohl größte Kritikpunkt an einer Berechnung nach DIN V 18599: Obwohl die Anforderungen der EnEV 2009 gegenüber der EnEV 2007 um etwa 30% verschärft worden sind, können die Berechnungen auf Basis von DIN V 18599 höhere zulässige Vergleichswerte und im ungünstigen Fall sogar ein höheres energetisches Niveau als auf Basis der EnEV 2007 aufweisen. Dieses führt zu entsprechenden Unstimmigkeiten mit den bisher gern verwendeten und bekannten Stufen von Energiespar-Häusern. Dieser Konflikt wäre jedoch aus Sicht des Autors nur lösbar, wenn die Randbedingungen der Berechnung entsprechend angepasst werden.

3 Vergleichsrechnungen an vereinfachten Gebäudemodellen

3.1 Wahl der Gebäudegeometrie

Für die nachfolgenden Vergleichsrechnungen wurden drei idealisierte, stark vereinfachte und freistehende Wohngebäude gewählt, die sowohl eine rasche Handrechnung, als auch eine schnelle Reproduzierbarkeit mit beliebigen EDV-Programmen ermöglichen (Bild 1).

Vergleichsgebäude DIN 18599 – Wohnhaus

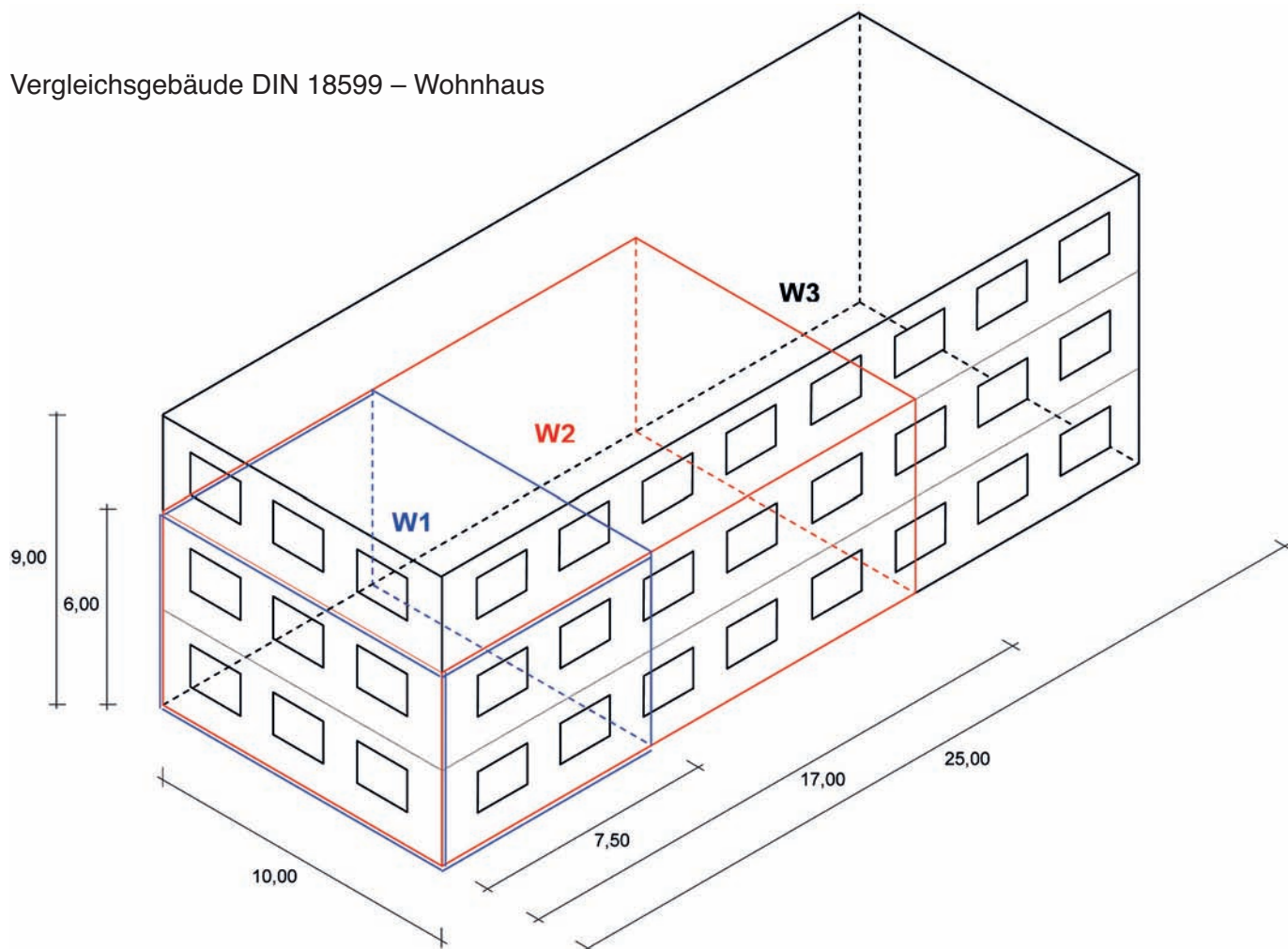


Bild 1. Geometrie der Wohngebäude W1 (Einfamilienhaus $A/V_e = 0,80$), W2 (Mehrfamilienhaus $A/V_e = 0,65$), und W3 (Großes Mehrfamilienhaus $A/V_e = 0,50$) für die Vergleichsrechnungen

Fig. 1. The following values for the geometry of different residential buildings were used in the calculations: W1 (single family dwelling $A/V_e = 0,80$), W2 (multiple family dwelling $A/V_e = 0,65$), and W3 (large multiple family dwelling $A/V_e = 0,50$)

LHT

LICHTENAU HIMBURG TEBARTH



BAUINGENIEURE GMBH

Kaiser-Friedrich-Straße 84
10585 Berlin

Telefon +49 (0)30 - 34 34 92 0
Telefax +49 (0)30 - 34 34 92 29
E-Mail office@LHT-Bauing.de
Web www.LHT-Bauing.de

Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Stefan Himburg
Dipl.-Ing. Rens Lichtenau
Dipl.-Ing. Andreas Tebarth
Beratende Ingenieure

TRAGWERKSPLANUNG KONSTRUKTION BAUPHYSIK GUTACHTEN