

Anton Maas, Stephan Schlitzberger

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

F 2900

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2014

ISBN 978-3-8167-9250-5

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Bitte beachten:

Fehlende Seiten sind **Leerseiten**,
die bei Erstellung
der PDF-Datei für den Download nicht
berücksichtigt wurden

Fraunhofer IRB Verlag

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

Endbericht

Forschungsprogramm

Forschungsinitiative „Zukunft Bau“, ein Forschungsprogramm des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Projektlaufzeit

01. Dezember 2012 bis 01. September 2013

Aktenzeichen

SWD-10.08.18.7-12.36

Dieser Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (AktENZEICHEN: SWD-10.08.18.7-12.36). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

bearbeitet von

Dipl.-Ing. Stephan Schlitzberger, Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH, Kassel

Der Bericht umfasst 203 Seiten. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse darf nicht unvollständig oder in sinnentstellendem Zusammenhang erfolgen.

Projektbearbeitung:

Ingenieurbüro Prof.-Dr. Hauser GmbH

Gottschalkstraße 28a

34127 Kassel

Telefon ++49 (0) 561 / 804-2414 (Maas)
 ++49 (0) 561 / 94990432 (Schlitzberger)
Fax ++49 (0) 561 / 494935
Mail maas@ibh-hauser.de
 schlitzberger@ibh-hauser.de

Projektpartner:

Bundesverband Deutscher Fertigbau e. V. (BDF)

Flutgraben 2

53604 Bad Honnef

Telefon ++49 (0) 2224 / 9377-0
Mail G.Lange@bdf-ev.de
Internet www.bdf-ev.de

Kassel, 11. November 2013



Prof. Dr.-Ing. Anton Maas
Projektleitung



Dipl.-Ing. Stephan Schlitzberger
Projektbearbeitung

Hinweis:

Soweit im Text nicht anders gekennzeichnet sind alle Grafiken und Bilder durch das Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH erstellt worden.

Inhalt

1	Einleitung.....	7
1.1	Kurzbeschreibung des Forschungsvorhabens	7
1.2	Begründung des Forschungsvorhabens	7
1.3	Beschreibung der zu lösenden Probleme.....	8
2	Grundlagen und Randbedingungen	9
2.1	Gebäudeauswahl.....	9
2.2	Variantenbildung.....	11
2.2.1	Konstruktive und wärmeschutztechnische Festlegungen	12
2.2.2	Anlagentechnische Randbedingungen.....	13
2.3	Verfahren und Randbedingungen der energetischen Bilanzierung.....	14
2.3.1	Monatsbilanzierung auf Basis der DIN V 18599.....	14
2.3.2	Simulationsrechnungen	15
2.4	Grundlagen der Effizienzhaus-Plus-Bilanzierung	16
3	Auswertungen zum Heizwärmebedarf	19
3.1	Exemplarische Auswertungen zur Heizwärmebedarfsentwicklung auf Stundenbasis	19
3.2	Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 für ein Einfamilienhaus und ein kleines Mehrfamilienhaus.....	22
3.2.1	Ergebnisse für das Einfamilienhaus	23
3.2.2	Ergebnisse für das kleine Mehrfamilienhaus.....	24
3.3	Detaillierte Gegenüberstellung der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation am Beispiel des Einfamilienhauses	25
3.3.1	Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in DIN V 18599 und Simulation	29
3.3.2	Einfluss eines durchgehenden Heizbetriebs auf den Heizwärmebedarf im Vergleich zum reduzierten Betrieb in DIN V 18599 und Simulation.....	31
3.3.3	Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in DIN V 18599 und Simulation	33
3.4	Zusammenfassende Auswertung für alle betrachteten Gebäudetypen.....	35
3.4.1	Vergleich der Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599.....	35
3.4.2	Vergleich der Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 mit den Ergebnissen der Simulationsrechnungen mit $n=f(h)$	37
4	Auswertungen zum Kühlkältebedarf	45

4.1	Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599.....	47
4.2	Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz.....	49
4.2.1	Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in DIN V 18599 und Simulation	51
4.2.2	Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in DIN V 18599 und Simulation	52
4.3	Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftung	56
4.4	Zusammenfassende Darstellung für alle betrachteten Gebäudetypen	61
4.4.1	Vergleich der Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599	61
4.4.2	Vergleich DIN V 18599 und Simulation	62
5	Betrachtungen zum Effizienzhaus-Plus Standard	67
5.1	Ermittlung der erforderlichen PV-Flächen für den Nachweis zum Effizienzhaus-Plus-Standard für das Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599-10:2011-12	69
5.2	Standortbezogene Energiebedarfsrechnungen	72
5.3	Ertragsrechnungen und Effizienzhaus-Plus-Nachweise für die einzelnen Klimaregionen	73
5.4	Einfluss der internen Wärmequellen auf die Sensitivität des Berechnungsverfahrens	77
6	Standortbezogene Bewertung von Wind-Energie-Anlagen.....	79
7	Zusammenfassung	83
7.1	Bewertung Winterfall.....	83
7.2	Bewertung Sommerfall.....	84
7.3	Ergebnisse der Berechnungen zum Effizienzhaus-Plus-Standard	86
	Quellenverzeichnis	87
	Abbildungsverzeichnis	88
	Tabellenverzeichnis	90
Anhang A	Konstruktionen der Modellgebäude und Gebäudesteckbriefe.....	93
Anhang B	Auswertungen zum Heizwärmebedarf für die Modellgebäude Bungalow, Doppelhaushälfte Nord/Süd, Reihenmittelhaus sowie kleines und großes Mehrfamilienhaus	105
Anhang C	Auswertungen zum Kühlkältebedarf für die Modellgebäude Bungalow, Doppelhaushälfte Nord/Süd, Reihenmittelhaus sowie kleines und großes Mehrfamilienhaus	161

1 Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Forschungsvorhabens

Die Berechnung und Bewertung von Gebäuden im Effizienzhaus-Plus-Standard stützt sich auf die derzeit gültige Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) [1] und die dort in Bezug genommene DIN V 18599:2007-02 [2]. Darüber hinaus wird der Bilanzrahmen gemäß der „Richtlinie des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung über die Vergabe von Zuwendungen für Modellprojekte im Effizienzhaus-Plus-Standard im Jahre 2012“ [3] erweitert. Mit der Neufassung der DIN V 18599:2011-12 [4] fanden Ergänzungen von Berechnungsansätzen in unterschiedlichen Normenteilen Einzug, so z.B. die Bewertung von Kühlsystemen für Wohngebäude oder die Einbeziehung neuer Klimadaten [5]. Im Zuge einer kontinuierlichen Fortschreibung der Norm ist es erforderlich, die aktuellen Berechnungsansätze zu verifizieren und erforderliche neue Ansätze zu entwickeln. Ziel des Forschungsprojektes ist die Verbesserung der normativen Basis hinsichtlich der energetischen Bewertung von Wohngebäuden. Die Bearbeitung des Forschungsvorhabens erfolgt in enger Kooperation mit dem Normungskreis, so dass die rasche Umsetzung und der Wissenstransfer der Ergebnisse in die einschlägige Normung und die Baupraxis gewährleistet sind. Darüber hinaus soll geprüft werden, inwieweit die statischen Ansätze des Monatsbilanzverfahrens nach DIN V 18599 die sehr instationären Vorgänge bei Gebäuden im Effizienzhaus-Plus-Standard richtig abbilden.

1.2 Begründung des Forschungsvorhabens

Die Bundesregierung verfolgt die Absicht, die Energieeinsparverordnung durch Verschärfung der energetischen Anforderungen bis 2020 schrittweise zum Niveau eines „Niedrigstenergiegebäudes“ anzupassen und als Berechnungs- und Nachweisverfahren die DIN V 18599 vorzusehen.

Der Berechnungsansatz der DIN V 18599 wurde primär für Nichtwohngebäude entwickelt und setzt auch hier den Schwerpunkt. Bisherige Untersuchungen und Erfahrungen zeigen, dass beim Einsatz für Wohnnutzung hinsichtlich der Methodik sowie der Randbedingungen ein Bedarf besteht, die Normung – auch nach der erschienenen Neufassung von 2011 – fortzuschreiben, um die abweichenden Gegebenheiten im Wohngebäudebereich optimal abbilden zu können. Dies gilt insbesondere für die Bewertung von Gebäuden mit geringem (Heiz-)Energiebedarf, da hier instationäre Effekte vermutlich durch die statischen Ansätze eines Monatsbilanzverfahrens nur unzureichend abgebildet werden.

Das Berechnungsverfahren der DIN V 18599 führt in der aktuellen Fassung der Berechnungsmodelle dazu, dass ein verbesserter Wärmeschutz (bei Wohngebäuden) zu einem erhöhten Nutzenergiebedarf für Kühlung und somit zu tendenziell ungünstigeren Verhältnissen führt. Dies steht im Widerspruch zu Erkenntnissen aus früheren Untersuchungen (z. B. in [6]), wonach ein verbesserter Wärmeschutz auch die thermische Beanspruchung im Sommer reduziert. Um eine verbesserte Akzeptanz des Normverfahrens zu erzielen, ist hier Handlungsbedarf gegeben. Die Erfahrungen aus früheren Forschungsvorhaben und weitere Untersuchungen haben bereits aufgezeigt, an welchen Stellen im Verfahren der DIN V 18599 v.a. im Hinblick auf den Einsatz für Wohngebäude Handlungsbedarf besteht. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend erfolgt die weitere Bearbeitung im Rahmen dieses Vorhabens.

Insbesondere vor dem Hintergrund des bereits zuvor genannten, in naher Zukunft angestrebten Niedrigstenergie- bzw. Effizienzhaus-Plus-Standards ist es erforderlich, die Auswirkungen, die aus dem Ansatz aktualisierter Klimarandbedingungen resultieren, auf den Prüf-

stand zu stellen. Solche Untersuchungen stehen derzeit noch aus. Die genannten Problemfelder sind auch im Normungskreis bekannt, der sich im Rahmen der Fortschreibung der Norm durchaus dieser Themen annimmt. Im vorliegenden Forschungsvorhaben werden diese Problematiken behandelt und durch die enge Kooperation mit dem Normungskreis bearbeitet, wodurch der zeitnahe Rückfluss der Ergebnisse in die Normungsarbeit gewährleistet wird.

1.3 Beschreibung der zu lösenden Probleme

Mit den Ergebnissen der Untersuchung wird ein Beitrag zur notwendigen Fortschreibung der normativen und verordnungstechnisch relevanten Regelungen geliefert.

Die Arbeiten zur Bewertung der rechnerischen Ansätze für Gebäude im Effizienzhaus-Plus-Standard betreffen sowohl den Bilanzumfang als auch die anzusetzenden Randbedingungen. Dabei sollen Erkenntnisse hinsichtlich der gesamtenergetischen Auswirkungen gewonnen und gegebenenfalls erforderliche Modifikationen der Anforderungs- und Nachweismodelle aufgezeigt werden.

Des Weiteren sollen bauphysikalische Fragestellungen hinsichtlich des sommerlichen Wärmeverhaltens und dem daraus ggf. resultierendem Energieaufwand für Kühlung beantwortet werden. Im Wesentlichen betrifft dies den zuvor bereits diskutierten Effekt einer Erhöhung des Nutzenergiebedarfs bei Verbesserung des Wärmeschutzniveaus. Anhand von beispielhaften Berechnungen ausgesuchter Gebäude bzw. Gebäudeteile soll untersucht werden, wie sich die genannte Problematik systematisch darstellt und es soll aufgezeigt werden, welche Verbesserungsmöglichkeiten des Rechenmodells denkbar sind.

Vor dem Hintergrund des zukünftig angestrebten Niedrigstenergie- bzw. Effizienzhaus-Plus-Standards ist es erforderlich, die Auswirkungen des Ansatzes aktualisierter Klimadaten (sowohl für den Standort Potsdam als Repräsentanzstation für das Referenzklima Deutschland als auch für die übrigen 14 Klimaregionen Deutschlands [5]) auf die Energiebilanz von Gebäuden zu untersuchen und zu bewerten. Hierbei erfolgen einerseits grundlegende Betrachtungen der resultierenden Heizenergie- und Kühlenergiebedarfswerte und andererseits die detaillierte Analyse von Einzeleinflüssen bzw. Einzelkomponenten, die insbesondere die aktive Solarenergienutzung betreffen (solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie Photovoltaik und Windkraft). Mit Blick auf die angestrebten Neubauniveaus können aus dieser Untersuchung hilfreiche Empfehlungen für die Planungspraxis abgeleitet werden.

Nach [7] wird dem Einsatz von Photovoltaik als maßgeblichem Bestandteil des Effizienzhaus-Plus-Konzepts eine besondere Bedeutung als Energielieferant beigemessen. Auch wenn andere standortbezogene Ansätze zur Ressourcenschonung (z. B. der Einsatz von Windkraftanlagen) grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden sollen, so eignet sich nach dem derzeitigen Stand der Technik nur die Photovoltaik geeignete Lösung zur ausreichenden Erzeugung regenerativer Energiemengen.

2 Grundlagen und Randbedingungen

Für die Bearbeitung dieses Vorhabens werden in Abhängigkeit von den jeweils zu beantwortenden Fragestellungen unterschiedliche Festlegungen hinsichtlich der rechnerischen Modellierung einzelner Gebäude getroffen. Dieses Kapitel stellt in einer Gesamtübersicht sowohl die Auswahl der betrachteten Gebäude mit konstruktiven und wärmeschutztechnischen Festlegungen als auch die relevanten normativen und verordnungstechnischen Grundlagen zur energetischen Bilanzierung und zur Effizienzhaus-Plus-Bewertung dar.

2.1 Gebäudeauswahl

Als Grundlage für die Untersuchungen im Rahmen dieses Vorhabens dienen zum einen ausgewählte Modellgebäude aus der Studie „Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogenen Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit,“ [8]. Zum anderen wird für die Berechnungen zum Effizienzhaus-Plus-Standard ein realisiertes Bauprojekt der Musterhaussiedlung in Köln-Frechen für die Berechnungen herangezogen.

Bei den Modellgebäuden aus [8] handelt es sich um aus realen Typgebäuden entwickelte synthetische Modellgebäude, welche für die Verwendung im Rahmen dieses Vorhabens in geeigneter Weise aufbereitet wurden. Folgende Modellgebäude (Bild 2-1) aus [8] werden für die vorliegende Studie als Berechnungsmodelle herangezogen. Ausführliche Steckbriefe dieser Gebäude befinden sich in Anhang A dieses Berichts.

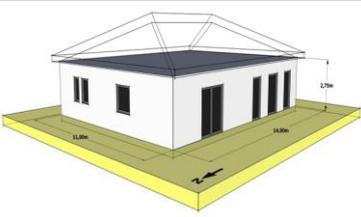
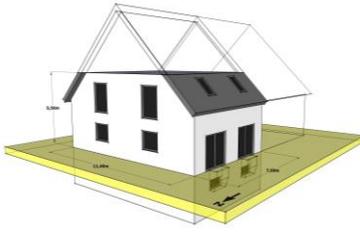
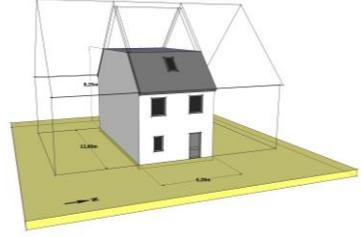
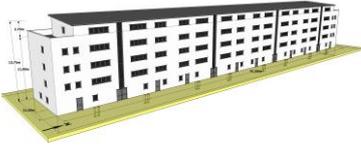
<p>Einfamilienhaus klein ohne beheizten Keller</p> 	<p>Bungalow</p> 
<p>Doppelhaushälfte Nord/Süd, jeweils mit beheiztem Keller</p> 	<p>Reihenmittelhaus ohne beheizten Keller</p> 
<p>Mehrfamilienhaus klein (6 Wohneinheiten), ohne beheizten Keller</p> 	<p>Mehrfamilienhaus groß (40 Wohneinheiten) ohne beheizten Keller</p> 

Bild 2-1: Übersicht ausgewählter Modellgebäude aus [8]

Um den Einfluss der Bauschwere im Zusammenhang mit dem sehr instationären Verhalten von Gebäuden auf besonders hohem Wärmeschutzniveau rechnerisch zu bewerten, erfolgt die Modellierung der Bauteile der Modellgebäude so, dass zwischen leichter und schwerer

Bauart unterschieden werden kann. Als Repräsentant für die leichte Bauart erfolgt die Modellierung der Bauteile in Holztafelbauweise, als Repräsentant für die schwere Bauart wird eine Ausführung in Kalksandstein-Bauweise angenommen. Detaillierte Erläuterungen hierzu folgen in Abschnitt 2.2.1.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass eine ausführliche Auswertungen und Darstellungen der Berechnungsergebnisse im Hauptteil des Berichtes selbst zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit ausschließlich für das Einfamilienhaus und das kleine Mehrfamilienhaus der Gebäudetypologie [8] erfolgt. Ergebnisdarstellungen für die übrigen Modellgebäude werden in Anhang B (zum Heizwärmebedarf) bzw. Anhang C (zum Kühlkältebedarf) dargestellt.

Im Fall der Vergleichsrechnungen zum Effizienzhaus-Plus-Standard wird die tatsächliche Ausführung der Bauteile in Holz-Fertigbauweise zugrunde gelegt (Meisterstückhaus der Fa. Otto Baukmeier GmbH, Standort: FertighausWelt Köln-Frechen, siehe Bild 2-2).



Bild 2-2: Meisterstückhaus („Genusshaus“) der Fa. Otto Baukmeier in der FertighausWelt Köln-Frechen [9]

2.2 Variantenbildung

Die Überprüfung der Anwendbarkeit der DIN V 18599:2011-12 auf Gebäude, die ein vergleichsweise hohes Wärmeschutzniveau aufweisen, kann im Rahmen der Projektbearbeitung nur auf Ebene des Nutzwärme- bzw. Nutzkältebedarfs erfolgen, da noch keine kommerziellen und ausreichend validierten Softwareanwendungen zur Verfügung stehen, welche den Bilanzumfang nach DIN V 18599:2011-12 vollumfänglich abbilden (vgl. hierzu Erläuterungen in Abschnitt 2.3). Die hier angestellten Berechnungen erfolgen mithilfe eines durch das Fraunhofer IBP zur Verfügung gestellten Berechnungswerkzeugs auf Basis von Microsoft Excel, über das die Bilanzierung auf Ebene des Nutzenergiebedarfs möglich ist. Die im Folgenden beschriebene Variantenbildung berücksichtigt daher im Wesentlichen Parameter mit unmittelbarem Einfluss auf den Nutzenergiebedarf. Einflüsse unterschiedlicher anlagentechnischer Berechnungsrandbedingungen sowie Einflüsse aus unregelmäßigen Wärmeeinträgen durch Verteilungen ist aus zuvor genannten Gründen derzeit noch nicht abbildbar.

Für die statischen und dynamischen Berechnungen der (Nutz-)Energiebedarfswerte werden für die ausgewählten Modellgebäudetypen unterschiedliche Wärmeschutzniveaus angesetzt. Darüber hinaus sollen Varianten hinsichtlich aller für den Energiebedarf eines Gebäudes relevanten Einflussgrößen gebildet werden. Tabelle 2-1 stellt eine Übersicht der variierten Parameter dar.

Tabelle 2-1: Parametrisierung der wesentlichen Einflussgrößen auf die Nutzenergiebedarfswerte

Kategorie	Bezeichnung	Erläuterung
Wärmeschutzniveau	EnEV	Bauteile entsprechend Referenzausführung EnEV 2009, vgl. Tabelle 2-2 ($H_{T,Ref. EnEV 2009} = 100 \%$)
	EnEV+	Festlegung der Bauteile, sodass $H_{T,Ref. EnEV 2009} \approx 70 \%$, siehe Tabelle 2-2
	EnEV++	Festlegung der Bauteile, sodass $H_{T,Ref. EnEV 2009} \approx 55 \%$, siehe Tabelle 2-2
Bauart	leicht	Holztafelbauweise, siehe Abschnitt 2.2.1
	schwer	Massivbauweise, siehe Abschnitt 2.2.1
interne Wärmeeinträge	nach DIN V 18599-10	für EFH 45 W/(m ² d), für MFH 90 W/(m ² d)
	reduzierte Wärmeeinträge	Reduzierung zuvor genannter Wärmeeinträge um 25%
Luftwechsel	„statisch“ nach DIN V 18599 (2007)	Grundluftwechsel $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$
	„saisonaler Luftwechsel“ nach DIN V 18599 (2011)	monatlich veränderliche in Abhängigkeit der mittleren monatlichen Außentemperatur bestimmte Luftwechselraten
	„saisonaler Luftwechsel“ nach DIN V 18599 (2011) auf Stundenbasis	Ansatz zur Bestimmung des Luftwechsels in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur nach DIN V 18599:2011-12 auf Stundenbasis (nur Simulation)
	erhöhter Tagluftwechsel	$n = 3 \text{ h}^{-1}$, wenn $\theta_i > 23^\circ\text{C}$ und $\theta_i > \theta_e$ (nur Simulation)
	erhöhter Nachtluftwechsel	$n = 2 \text{ h}^{-1}$, wenn $\theta_i > \theta_e$ und $\theta_i > \theta_{h,soll}$ (nur Simulation)
Klimadaten	Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599 (2007)	Referenzklima Deutschland nach DIN V 4108-6:2003-06 [10], bzw. DIN V 18599-10:2007-02 [11]
	Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599 (2011)	Normaljahr der TRY-Region 4 (Potsdam ,TRY Daten 2011 [5]), bzw. DIN V 18599-10:2011-12 [12]
	Normal-TRYs der 15 TRY-Regionen	Vergleichsrechnungen insbesondere zur standortbezogenen Bewertung stromproduzierender Anlagen werden für alle 15 TRY-Regionen Deutschlands durchgeführt

Die anlagentechnischen Berechnungsrandbedingungen werden, wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben, so gewählt, dass die berechneten und ausgewiesenen Nutzenergiebedarfswerte als weitestgehend unabhängig von diesen Ansätzen betrachtet werden können.

2.2.1 Konstruktive und wärmeschutztechnische Festlegungen

Zur bauartbezogenen Unterscheidung erfolgt die Modellierung der Bauteile zum einen in Holztafelbauweise als Repräsentant für eine leichte Bauart und zum anderen in Kalksandsteinbauweise als Repräsentant für eine schwere Bauart. Für die Holztafelbauweise wird ein 20 %iger Holz- und 80 %iger Gefachanteil angenommen. Im Rahmen der energetischen Bilanzierung nach DIN V 18599 erfolgt die rechnerische Bestimmung der wirksamen Speichermasse durch eine gebäudebezogene Festlegung der Bauart auf „leicht“ bzw. „schwer“, wobei 50 Wh/(m²K) für die leichte Bauart und 130 Wh/(m²K) für die schwere Bauart in Ansatz gebracht werden. Die korrespondierende Modellierung der Modellgebäude als Ein-Zonen-Modelle im Rahmen der Simulationsrechnungen erfolgt grundsätzlich auf Basis der in Tabelle 2-2 beschriebenen Konstruktionen der wärmeübertragenden Bauteile. Damit im Rahmen der Simulationsrechnungen die wirksamen Speichermassen übereinstimmend mit den Festlegungen aus DIN V 18599 beschrieben werden, erfolgt auf Grundlage einer Berechnung zur wirksamen Wärmespeicherkapazität nach DIN EN ISO 13786 [13] (10-Zentimeter-Regel) die Bestimmung einer zusätzlichen Speichermasse, welche stellvertretend für die im Fall einer Ein-Zonen-Modellierung fehlenden Innenbauteile rechnerisch in Ansatz gebracht wird. In Bezug auf die Berechnung des Transmissionswärmestroms über die Bauteile „oberste Geschossdecke“ und „Boden angrenzend an unbeheizten Keller“ erfolgt die Bilanzierung nach DIN V 18599 über F_X-Werte. Um diese Bauteile im Fall der Simulationsrechnungen hinsichtlich des Transmissionswärmestroms identisch abzubilden, wird der Wärmedurchgangskoeffizient dieser Bauteile durch Verringerung der Wärmeleitfähigkeit der Dämmebene in genau dem Maß verbessert, wie durch den Ansatz der F_X-Werte nach DIN V 18599 vorgegeben.

Im Rahmen dieses Vorhabens werden die im Folgenden aufgeführten Wärmeschutzniveaus betrachtet und gegenübergestellt:

- EnEV 2009 (entspricht 100 % H_{T,Ref. EnEV 2009})
- EnEV 2009+ (entspricht etwa 70 % H_{T,Ref. EnEV 2009})
- EnEV 2009++ (entspricht etwa 55 % H_{T,Ref. EnEV 2009})

Tabelle 2-2 stellt die für die zuvor genannten Wärmeschutzniveaus relevanten U-Werte sowie die g-Werte der Fenstergläser in einer Gesamtübersicht dar. Exemplarisch folgt anschließend in Tabelle 2-3 und Tabelle 2-4 für das Wärmeschutzniveau EnEV 2009 die Zusammenstellung der gewählten Konstruktionen für leichte und schwere Bauart.

Tabelle 2-2: Festlegung von U- und g-Werten für die betrachteten Wärmeschutzniveaus

Niveau	Kennwerte opaker und transparenter Bauteile				
	Außenwand	Fenster (Rahmenanteil 30%)		(Flach-)Dach / oberste Geschoss- decke	unterer Gebäude- abschluss
	U _{AW} [W/(m ² K)]	U _W [W/(m ² K)]	g [-]	U _D bzw. U _{OGD} [W/(m ² K)]	U _{KD} bzw. U _B [W/(m ² K)]
EnEV 2009	0,28	1,3	0,60	0,20	0,35
EnEV 2009+	0,18	0,90	0,55	0,17	0,22
EnEV 2009+*			0,60*		
EnEV 2009++	0,12	0,80	0,50	0,11	0,15
EnEV 2009++*			0,60*		

* Fensterglas als Weißglasausführung mit g = 0,60

Tabelle 2-3: Konstruktionen der Modellgebäude in leichter Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009“

Konstruktion		U-Wert [W/(m ² K)]	Aufbau (von innen nach außen)
für leichte Bauart:			
Außenwand	80 % FA	0,20	12,5 mm Gipskartonplatten 160 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz
	20 % FA	0,60	20 mm horizontale Luftschicht bzw. Holz 12 mm Holzwerkstoffe Spannplatte
Bodenplatte		0,35	40 mm Zement-Estrich 30 mm exp. Polystyrolschaum, $\lambda = 0,035$ W/(mK) 60 mm Polyurethan-Hartschaum, $\lambda = 0,035$ W/(mK) 160 mm Beton 2300
Dach	80% FA	0,16	12,5 mm Gipskartonplatten 40 mm Polyurethan-Hartschaum 160 mm Mineralwolle bzw. Holz
	20% FA	0,36	25 mm Luftschicht bzw. Holz 10 mm Dachziegelstein
oberste Geschossdecke	80% FA	0,14	12,5 mm Gipskartonplatten 20 mm Luftschicht bzw. Holz
	20% FA	0,42	230 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz 24 mm OSB-Platte
Flachdach		0,20	10 mm Putzmörtel aus Kalk 200 mm Beton 2300, $\lambda = 2,3$ W/(mK) 164 mm exp. Polystyrolschaum, $\lambda = 0,035$ W/(mK) 50 mm Sand, Kies (trocken), $\lambda = 0,07$ W/(mK)
AW-Keller		0,35	10 mm Putzmörtel aus Kalk 150 mm Mauerwerk aus Kalksandstein 90 mm extrudierter Polystyrolschaum 5 mm Kalkzementputz
Haustrennwand	80% FA	0,16	15 mm Gipskartonplatte 160 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz
	20% FA	0,34	60 mm Holzfaserdämmplatte, $\lambda = 0,04$ W/(mK) 6 mm Kalkzementputz
Fenster	Glas	1,10	3-Scheiben Verglasung, $U_g=1,10$ W/m ² K; g-Wert 0,60; Rahmen aus Holz (U-Wert 1,77 W/(m ² K))
	Rahmen	1,77	
Tür		1,06	Holztür

Tabelle 2-4: Konstruktionen der Modellgebäude bei schwerer Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009“

Konstruktion		U-Wert [W/(m ² K)]	Aufbau (von innen nach außen)
bei schwerer Bauart Ausführung der Bauteile wie nach Tabelle 2-2 und abweichend hiervon:			
Außenwand		0,28	10 mm Putz 150 mm Mauerwerk aus Kalksandstein 1800 115 mm Mineralwolle 5 mm Kalkzementputz
Haustrennwand		0,20	160 mm Holzfaserdämmstoff 15 mm Putzmörtel aus Kalk 240 mm Mauerwerk aus Kalksandstein 15 mm Putzmörtel aus Kalk

Für alle betrachteten Wärmeschutzniveaus wird vereinfachend sowohl im Rahmen der Bilanzierung nach DIN V 18599 als auch bei den Simulationsrechnungen von einem ΔU_{WB} in Höhe von 0,00 W/(m²K) ausgegangen.

2.2.2 Anlagentechnische Randbedingungen

Mit dem Ziel, Ergebnisse aus einer Bilanzierung nach DIN V 18599 ausschließlich auf Nutzenergieebene Berechnungsergebnissen aus Simulationsrechnungen gegenüberzustellen, erfolgt die Festlegung der anlagentechnischen Ausstattung so, dass die bilanzierten Nutz-

energiebedarfswerte weitestgehend unabhängig von diesen Festlegungen sind. Hiernach werden folgende Ansätze abgebildet:

- elektrisch angetriebene Luft-Wasser-Wärmepumpe (Standardwerte DIN V 18599: 2007-02) für Heizung und Trinkwarmwasser
- ohne Lüftungsanlage
- unregelmäßige Wärmeeinträge durch Verteilleitungen werden nicht berücksichtigt
- Gebäude werden nicht gekühlt, ein sich rechnerisch ergebender Nutzkältebedarf wird jedoch ausgewiesen.

Für die end- und primärenergetischen Bewertungen nach DIN V 18599, die nicht zum Zweck der Gegenüberstellung zu Simulationsrechnungen erfolgen, wird abweichend von den zuvor genannten Randbedingungen die im Folgenden beschriebene anlagentechnische Konfiguration gewählt:

- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Bestimmung der unregelmäßigen Wärmeeinträge durch Verteilleitungen nach pauschalen Ansätzen (abhängig von charakteristischer Länge und Breite des Gebäudes) gemäß DIN V 18599

2.3 Verfahren und Randbedingungen der energetischen Bilanzierung

2.3.1 Monatsbilanzierung auf Basis der DIN V 18599

Für die Berechnung der Energiebedarfswerte nach DIN V 18599 werden die Normenfassungen 2007 [2] und 2011 [4] herangezogen und gegenübergestellt. Als rechtsverbindlich anzuwendende Berechnungsvorschrift im Rahmen eines EnEV-Nachweises gilt derzeit die durch EnEV 2009 in Bezug genommene Normenfassung aus dem Jahr 2007. Die im Dezember 2011 erschienene Neufassung der DIN V 18599 wird erst mit Inkrafttreten einer novellierten EnEV für den öffentlich rechtlichen Nachweis relevant.

Zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung steht keine kommerzielle und ausreichend validierte Software zur Verfügung, welche die mit der Novellierung der DIN V 18599 verbundenen Neuerungen im Berechnungsverfahren und insbesondere die in Gebäuden im Effizienzhaus-Plus-Standard üblicherweise eingesetzte Anlagentechnik (Wärmepumpen) abbilden kann. Berechnungen auf Grundlage der Neufassung der DIN V 18599 können daher nur eingeschränkt durchgeführt werden. Für Berechnungen zu dieser Neufassung der Norm wurde durch das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) ein Berechnungswerkzeug auf Basis von Microsoft Excel entwickelt und für die Projektbearbeitung zur Verfügung gestellt. Das Berechnungswerkzeug ermöglicht Parameterstudien zu Reihenrechnung von vereinfachten Gebäudegeometrien. Darüber hinaus erlaubt es einen automatisierten Vergleich mit Ergebnissen anderer Berechnungsverfahren, wie z.B. dynamischen Simulationsrechnungen und eignet sich daher für die zweckmäßige Anwendung für die aus dem Vorhaben resultierenden Aufgabenstellungen. Da die neue DIN V 18599 noch nicht in allen Teilen in diesem Berechnungswerkzeug umgesetzt ist, ist es derzeit nur möglich, Ergebnisse auf Ebene des Nutzenergiebedarfs zu ermitteln. Das Berechnungswerkzeug wird im Folgenden stichpunktartig beschrieben:

- Umsetzung der wesentlichen Änderungen nach DIN V 18599:2011-12, v.a. Klimadaten inkl. 15 Klimaregionen und Änderungen Teil 2 (z.B. saisonale Fensterlüftung)
- Qualitätssicherung durch laufenden Abgleich mit der Software IBP 18599

- Umschalten zwischen verschiedenen Berechnungsverfahren, z.B. DIN V 18599: 2007 und 2011, DIN V 4108-6/4701-10
- Import von Ergebnissen anderer Berechnungen, v.a. Simulationen

2.3.2 Simulationsrechnungen

Als Vergleichsrechnungen zu den Ergebnissen der Monatsbilanzierung nach DIN V 18599 wird das thermische und energetische Verhalten der Modellgebäude durch Simulationsrechnungen abgebildet. Die Simulationen erfolgen mit der Software HAUSER [14] auf der Basis von stündlichen Klimadaten und stündlichen Vorgaben für die Nutzungsrandbedingungen (Belegung, Beleuchtung, Belüftung) als Ein-Zonen-Modell. Der Berechnungsschritt der Simulation liegt bei einer Zehntelstunde.

Für die Berechnungen der einzelnen Modellgebäude werden die im Folgenden beschriebenen Randbedingungen festgelegt:

- a) Simulationsumgebung (Software HAUSER)
- b) Nutzungszeiten

Täglich, 0:00 Uhr bis 24:00 Uhr. Weiterhin wird zwischen Tagnutzung und Nachtnutzung unterschieden. Tagnutzung erfolgt hiernach in der Zeit von 6:00 Uhr und 23:00 Uhr. Nachtnutzung in der Zeit von 23:00 Uhr bis 6:00 Uhr.
- c) Klimadaten für die Berechnung

Den Simulationsrechnungen werden die vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung zur Verfügung gestellten Testreferenzjahre (2011) [5] wie folgt zugrunde gelegt:

 - für verfahrenstechnische Vergleichsrechnungen: Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599:2011-12 (Normaljahr der TRY Region 4, Potsdam)
 - für klimaregionsabhängige Betrachtungen, insbesondere zur standortabhängigen Bewertung stromproduzierender Anlagen: TRY-Datensätze aller 15 Klimaregionen
- d) Beginn der Simulationsrechnung und Zeitraum für die Auswertung

Sämtliche Berechnungen sind für ein komplettes Jahr durchgeführt und beginnen am 1. Januar an einem Montag um 0:00 Uhr. Es werden keine Feiertage oder Ferienzeiten berücksichtigt. Darüber hinaus erfolgt keine Berücksichtigung der Sommerzeit.
- e) Interne Wärmeeinträge

Der mittlere interne Wärmeeintrag ist, bezogen auf die jeweils betrachtete Nettogrundfläche durch DIN V 18599:2011-12 mit 45 Wh/(m²d) vorgegeben. Diese als Tageswerte angegebenen Wärmeeinträge werden den Berechnungen als konstante Wärmeeinträge während der unter b) angegebenen Nutzungszeiten angesetzt und zu 100% als konvektive Wärmeeinträge behandelt.
- f) Soll-Raumtemperatur für Heizzwecke (ohne/ mit Nachtabsenkung):

Wohngebäude: $\theta_{h,soll} \geq 20^{\circ}\text{C}$, Nachtabsenkung 4 K
- g) Grundluftwechsel

Wohngebäude: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$

Der gegebene Luftwechsel ist im Tagesgang konstant angesetzt. Weitere Ansätze werden abgebildet, sieht hierzu Abschnitt 4.3.

h) Erhöhter (Tag-)Luftwechsel während der Tagnutzung

In Variantenrechnungen zur Betrachtung des Sommerfalls wird unter den im Folgenden beschriebenen Randbedingungen ein erhöhter Tagluftwechsel betrachtet: Überschreitet die Raumlufttemperatur 23°C und liegt die Raumlufttemperatur über der Außenlufttemperatur, wird der mittlere Luftwechsel während der Aufenthaltszeit (6:00 Uhr bis 23:00 Uhr) bis auf $n = 3 \text{ h}^{-1}$ erhöht, um hierdurch eine Überhitzung des Raumes zu vermeiden.

i) Erhöhter (Nacht-)Luftwechsel während der Nachtnutzung

In Variantenrechnungen zur Betrachtung des Sommerfalls wird unter den im Folgenden beschriebenen Randbedingungen ein erhöhter Tagluftwechsel betrachtet: Liegt die Raumlufttemperatur über der Außenlufttemperatur und zugleich über der Raum-Solltemperatur für Heizzwecke, wird der Luftwechsel auf $n = 2 \text{ h}^{-1}$ erhöht, um hierdurch eine nächtliche Auskühlung des Raumes zu erreichen.

j) Wärmeübergangswiderstände

Die Wärmeübergangswiderstände werden nach DIN EN ISO 6946:2008-04, Tabelle 1, angesetzt.

2.4 Grundlagen der Effizienzhaus-Plus-Bilanzierung

Die energetische Bilanzierung zum Nachweis des Effizienzhaus-Plus-Standards der betrachteten Gebäude erfolgt gemäß EnEV 2009 jeweils unter Zugrundelegung von Ein-Zonen-Modellen unter Anwendung der DIN V 18599 in der Ausgabe Februar 2007. Ergänzend zum Bilanzumfang des öffentlich-rechtlichen EnEV-Nachweisverfahrens werden in diesen Bilanzierungen zusätzlich die Energiebedarfswerte für Wohnungsbeleuchtung und für Haushaltsgeräte nach [15] in Höhe von pauschal 20 kWh/(m²a) bzw. höchstens 2500 kWh/a je Wohneinheit berücksichtigt.

Abweichend von EnEV 2009 sind für den Nachweis des Effizienzhaus-Plus-Standards die Primärenergiefaktoren nach [15] (nicht erneuerbarer Anteil, vgl. Tabelle 2-5) zugrunde gelegt. Der netzeingespeiste Strom wird analog dem Verdrängungsstrommix bewertet.

Tabelle 2-5: Primärenergiefaktoren nach [15]

Energieträger ^a		Primärenergiefaktoren f_p	
		insgesamt	nicht erneuerbarer Anteil
		A	B
Fossile Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
Biogene Brennstoffe	Biogas	1,5	0,5
	Bioöl	1,5	0,5
	Holz	1,2	0,2
Nah-/Fernwärme aus KWK ^b	fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,1
Strom	allgemeiner Strommix	2,8	2,4
	Verdrängungsstrommix	2,8	2,8
Umweltenergie	Solarenergie	1,0	0,0
	Erdwärme, Geothermie	1,0	0,0
	Umgebungswärme	1,0	0,0
	Umgebungskälte	1,0	0,0

^a Bezugsgröße Endenergie: Heizwert H_i .

^b Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %.

Bei Prozessen der Fern- und Nahwärme oder Fernkälte werden die Werte der nicht in Tabelle 1 enthaltenen Anlagen gesondert errechnet, siehe DIN V 18599-1. Für gebäudebezogene KWK-Anlagen ergibt sich der Primärenergiefaktor nach DIN V 18599-9, sofern diese Systeme analog einer Nahwärme bewertet werden (Verfahren B).

Der Nachweis zur Erfüllung des Effizienzhaus-Plus-Standards erfolgt nach [3] in Verbindung mit [15] in einer gesonderten Berechnung. Dieser Standard ist erreicht, wenn sich

- ein negativer Jahresprimärenergiebedarf $\sum Q_p < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und gleichzeitig
- ein negativer Jahresendenergiebedarf $\sum Q_e < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

ergibt.

Ebenfalls abweichend vom EnEV-Nachweisverfahren ist die Bilanzierungsgrenze im Rahmen eines Effizienzhaus-Plus-Nachweises das gesamte Grundstück, begrenzt durch die im Grundbuch eingetragenen Gemarkungsgrenzen. So wird es ermöglicht, die Summe der auf dem Grundstück des zu bewertenden Gebäudes generierten Energien aus erneuerbaren Energiequellen anzurechnen („on-site Generation“). Für die Bewertung des Gebäudes ist gemäß EnEV 2009 prinzipiell das Referenzklima Deutschland anzusetzen. Da diese Klimadatengrundlage aber nicht für Simulationsrechnungen auf Stundenbasis zur Verfügung steht, erfolgen die für dieses Projekt durchgeführten Berechnungen abweichend auf Basis des neuen Referenzklimas Deutschland nach DIN V 18599-10:2011-12 (TRY 04, Potsdam) sowie für alle übrigen nach [5] zur Verfügung stehenden Klimaregionen. Hierdurch wird eine Gegenüberstellung der Ergebnisse nach DIN V 18599 zu Ertragsrechnungen einer speziellen Softwareanwendung (Polysun) auf Stundenbasis ermöglicht.

Darüber hinaus sind im Rahmen der Nachweisführung zum Plus-Energie-Standard die sonstigen Anforderungen der EnEV 2009, wie z.B. Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz und Mindestwärmeschutz (gemäß DIN 4108-2:2003-07) einzuhalten.

Des Weiteren müssen die eingesetzten Haushaltsgeräte die Energieeffizienzlabel A++ aufweisen. Um eine Unterscheidung zwischen selbstgenutzten und netzeingespeisten Strom zu ermöglichen, sind intelligente Zähler (Smart-Metering bzw. Smart Grids) vorzusehen.

3 Auswertungen zum Heizwärmebedarf

Gebäude, die hinsichtlich ihrer baulichen Ausführung den Anforderungen der derzeitigen EnEV entsprechen bzw. sogar ein darüber hinausgehendes Wärmeschutzniveau erreichen, weisen gegenüber Bestandgebäuden einen deutlich, teilweise erheblich reduzierten Heizwärmebedarf auf. Dies gilt grundsätzlich unabhängig von der Bauart, wenngleich sich bezogen auf die tatsächliche Heizwärmebedarfsentwicklung leichte und schwere Bauart aufgrund instationärer Effekte umso deutlicher unterscheiden, je kleiner die Berechnungszeitschritte gewählt werden. Insbesondere dann, wenn für den Heizbetrieb Situationen mit und ohne Nachtabsenkung gegenübergestellt werden, stellen sich leichte und schwere Bauart in einer zeitlich hoch aufgelösten Betrachtung grundsätzlich unterschiedlich in ihrem thermischen Zeitverhalten dar. Beispielhafte Auswertungen hierzu folgen in Abschnitt 3.1.

Welche Veränderungen sich für den bilanzierten Heizwärmebedarf infolge der Überarbeitung der DIN V 18599 ergeben, wird in Abschnitt 3.2 anhand von exemplarischen Auswertungen für das Einfamilienhaus und das kleine Mehrfamilienhaus aus [8] dargestellt. Hierbei werden einzelne Neuerungen in der Bilanzierung wie z. B. die Zugrundelegung eines neuen Referenzklimas oder die Einführung eines saisonalen Luftwechsels hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den bilanzierten Heizwärmebedarf separat betrachtet und gegenübergestellt.

Verbunden mit dem Ziel, die Anwendbarkeit der DIN V 18599 für Gebäude auf vergleichsweise hohem Wärmeschutzniveau zu überprüfen, erfolgt in Abschnitt 3.3 die Gegenüberstellung von Heizwärmebedarfswerten aus Simulationsrechnungen (Berechnungszeitschritt Zehntelstunde) zu den Ergebnissen der Monatsbilanz aus DIN V 18599. Hierbei erfolgen die Auswertungen zur DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011.

3.1 Exemplarische Auswertungen zur Heizwärmebedarfsentwicklung auf Stundenbasis

Die Auswertungen in Bild 3-2 bis Bild 3-4 zeigen beispielhaft die Entwicklung des Heizwärmebedarfs auf Stundenbasis für Ausführungen in leichter und schwerer Bauart jeweils für Fälle mit und ohne Nachtabsenkung. Hierbei erfolgt die Darstellung der Ergebnisse für eine ausgewählte 7-Tages-Periode in der Übergangsjahreszeit (19.3. bis 25.3.). Während sich die Außentemperatur in den ersten beiden Tagen dieser Periode auf einem konstant niedrigen Temperaturniveau zwischen 0 °C und 5 °C bewegt, werden an den folgenden Tagen aufgrund der hohen solaren Einstrahlung vergleichsweise hohe Tageshöchsttemperaturen erreicht. Die Nachttemperaturen sinken in diesen Tagen nach wie vor auf ein vergleichsweise niedriges Temperaturniveau. Temperatur und Strahlungsdaten dieser Periode sind in Bild 3-1 dargestellt. Für solche Perioden macht sich der Unterschied zwischen leichter und schwerer Bauart insbesondere in Verbindung mit reduziertem Heizbetrieb während der Nachtstunden aufgrund der bereits angesprochenen instationären Effekte besonders bemerkbar.

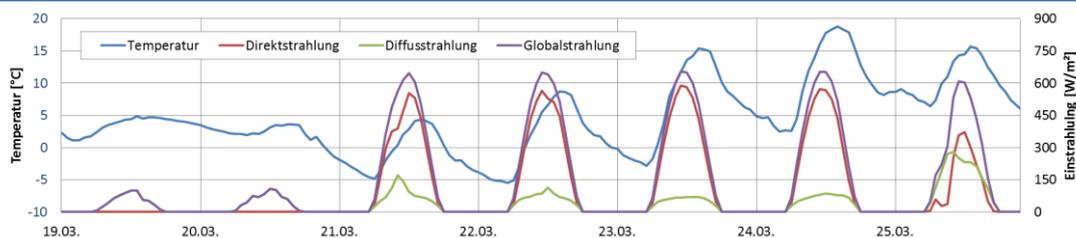


Bild 3-1: Klimarandbedingungen der ausgewählten 7-Tages-Periode vom 19.3. bis 25.3., TRY Potsdam

Die in Bild 3-2 bis Bild 3-4 folgenden Darstellungen zeigen jeweils die Heizwärmebedarfsentwicklung in Abhängigkeit von Bauart und Nachabsenkungsansatz für das Einfamilienhaus aus [8] (siehe Abschnitt 2.1) jeweils für die Wärmeschutzniveaus EnEV, EnEV+ und EnEV++ (vgl. Abschnitt 2.2.1). Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Bilanzierung nach EnEV 2009 für Wohnnutzung standardmäßig von einer Nachabsenkung um maximal 4 Kelvin von 20 °C auf 16 °C ausgeht und hiervon abweichende Ansätze zwar nach DIN V 18599 rechenbar, aber für den öffentlich rechtlichen EnEV-Nachweis nicht ansetzbar sind.

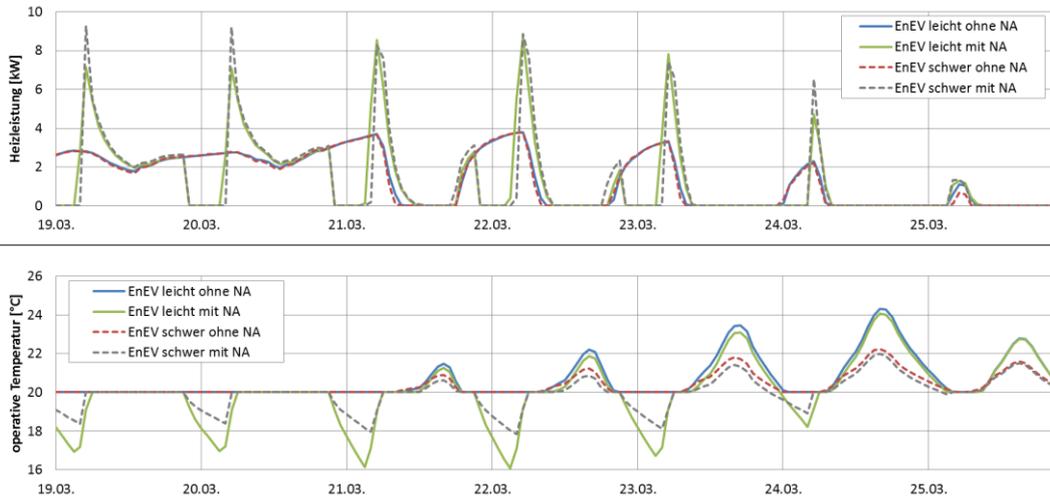


Bild 3-2: Verlauf von Heizleistung und operativer Temperatur für den Modellgebäudetyp „EFH klein ohne Keller“ in leichter und schwerer Bauart mit und ohne Nachabsenkung (NA), Wärmeschutzniveau EnEV 2009

Die Auswertung in Bild 3-2 zum Wärmeschutzstandard EnEV 2009 zeigt zunächst, dass sich die Heizwärmebedarfsentwicklung grundsätzlich deutlich zwischen den Ansätzen mit und ohne Nachabsenkung und in Bezug auf die Unterscheidung zwischen leichter und schwerer Bauart weniger stark unterscheidet. Weiterhin kann festgestellt werden, dass in allen Fällen während der ersten beiden Tage ein ununterbrochener Heizbetrieb erforderlich ist. Bereits am dritten Tag, bei nach wie vor sehr niedrigen Außentemperaturen, kann tagsüber aufgrund der hohen solaren Einstrahlung eine Beheizung ausbleiben. Im weiteren zeitlichen Verlauf reduziert sich die erforderliche Heizleistung immer weiter, sodass im Fall der Wärmeschutzniveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ (vgl. Bild 3-3 und Bild 3-4) in der letzten dargestellten Nacht keine Beheizung mehr erforderlich ist.

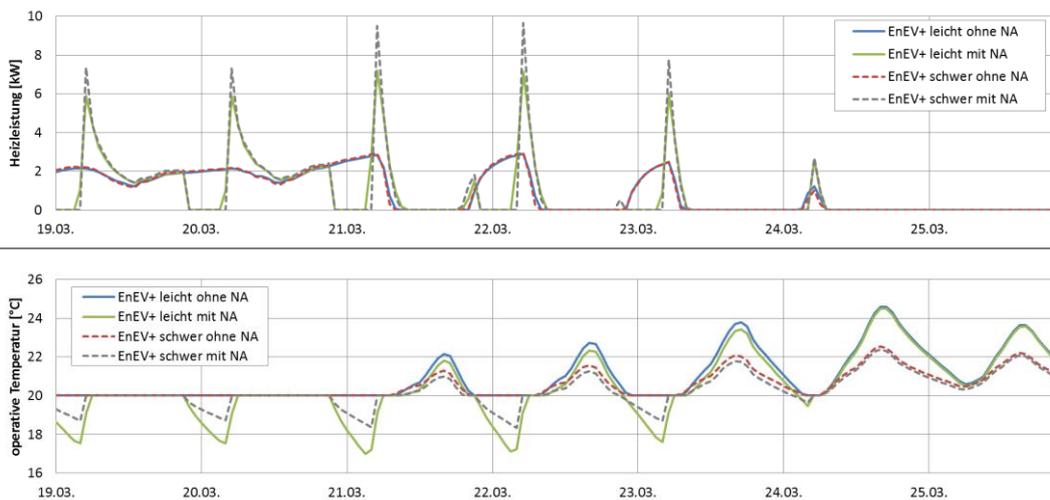


Bild 3-3: Verlauf von Heizleistung und operativer Temperatur für den Modellgebäudetyp „EFH klein ohne Keller“ in leichter und schwerer Bauart mit und ohne Nachabsenkung, Wärmeschutzniveau EnEV 2009+

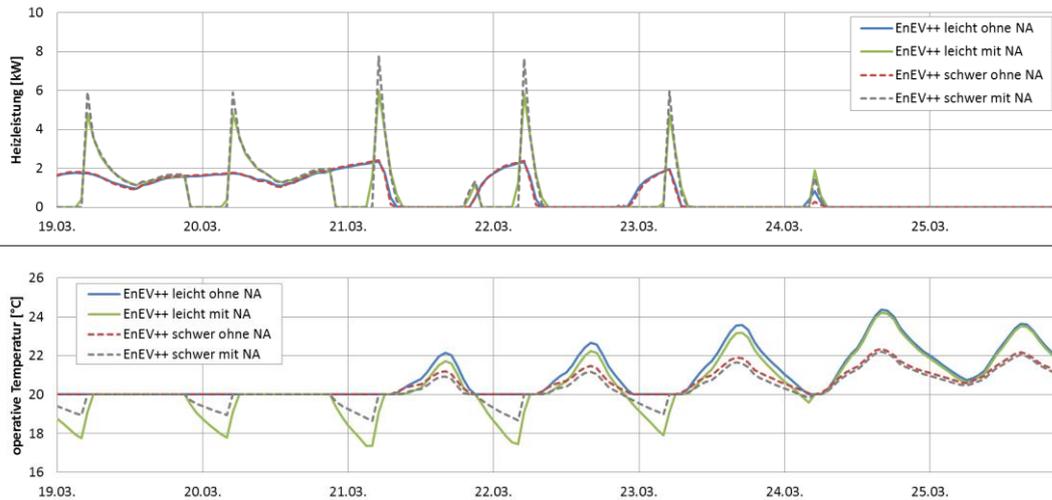


Bild 3-4: Verlauf von Heizleistung und operativer Temperatur für den Modellgebäudetyp „EFH klein ohne Keller“ in leichter und schwerer Bauart mit und ohne Nachabsenkung, Wärmeschutzniveau EnEV 2009++

Zu den zuvor dargestellten Auswertungen folgt in Bild 3-5 die Zusammenstellung der Heizwärmebedarfswerte für die Periode vom 19.3 bis 25.3. Hieraus geht hervor, dass unter Ansatz einer Nachtabsenkung für die betrachteten Wärmeschutzniveaus stets geringere Bedarfswerte gegenüber einem Ansatz ohne Nachtabsenkung resultieren. Es ergeben sich bei reduziertem Heizbetrieb während der Nachtstunden unabhängig vom Wärmeschutzniveau in der betrachteten Woche um etwa 10 Prozent geringere Bedarfswerte im Vergleich zum Fall ohne Nachtabsenkung. In Bezug auf die Unterscheidung zwischen leichter und schwerer Bauart kann festgehalten werden, dass sich bei Ansatz der Nachtabsenkung im Fall der leichten Bauart gegenüber der schweren Bauart geringfügig niedrigere Bedarfswerte einstellen. Wird dagegen auf eine Nachtabsenkung verzichtet, ergeben sich tendenziell bei schwerer Bauart geringfügig niedrigere Bedarfswerte. Ob und inwieweit sich diese Abhängigkeiten auch im Rahmen einer Monatsbilanzierung nach DIN V 18599 abbilden lassen, wird in Abschnitt 3.3 ausführlich dokumentiert. Zuvor folgt in 3.2 eine Gegenüberstellung der Normenfassungen 2007 und 2011 von DIN V 18599 mit Bezug auf die heizwärmebedarfsrelevanten Veränderungen, die sich im Zusammenhang mit der Überarbeitung der Normenreihe ergeben.

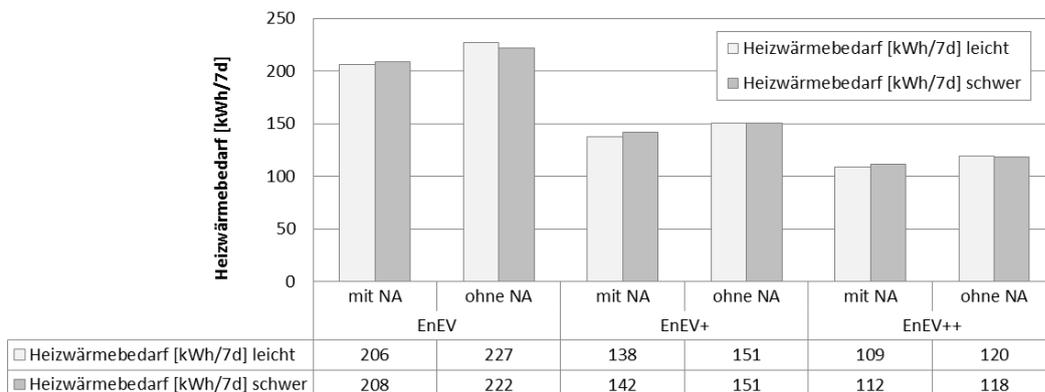


Bild 3-5: Gegenüberstellung der Heizwärmebedarfswerte zu den Darstellungen in Bild 3-2 bis Bild 3-4 für die ausgewählte 7-Tages-Periode

3.2 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 für ein Einfamilienhaus und ein kleines Mehrfamilienhaus

Für den Anwendungsfall Wohnnutzung werden im Folgenden die heizwärmebedarfsrelevanten Änderungen, die sich im Zusammenhang mit der Novellierung der Berechnungsansätze aus DIN V 18599 ergeben, quantifiziert. Hinsichtlich einer detaillierten Dokumentation sämtlicher Neuerungen für Wohngebäude im Zusammenhang mit der Normenüberarbeitung wird an dieser Stelle auf den Abschlussbericht zum Zukunft Bau Vorhaben „Auswirkung des Einsatzes der DIN V 18599 auf die energetische Bewertung von Wohngebäuden - Reflexion der Berechnungsansätze“ [16] verwiesen.

Änderungen des bilanzierten Heizwärmebedarfs ergeben sich in der Neufassung der DIN V 18599 aufgrund folgender Neuerungen:

1. Ansatz neuer Klimadaten:
Die Neufassung der DIN V 18599:2011-12 legt als neues Referenzklima Deutschland die Klimadaten Potsdam (Basis: Normaljahr der TRY Region 4, DWD Klimadaten 2011 [5]) zugrunde. Hierdurch wird das bisherige Referenzklima Deutschland (Ursprung DIN V 4108-6:2003-06) ersetzt.
2. Einführung eines saisonalen Luftwechselansatzes für Wohngebäude:
Der bisherige Ansatz eines konstanten Luftwechsels aus DIN V 18599:2007-02 wird in der Neufassung DIN V 18599:2011-12 ersetzt durch einen Ansatz, der das temperaturabhängige Fensteröffnungsverhalten im Jahresgang besser abbildet.
3. Anpassung bei der Ermittlung der maximalen Heizleistung.
4. Korrektur im Berechnungsansatz zur Bestimmung der Gebäudezeitkonstante.
5. Änderung der Bezugsfläche für die Angabe der spezifischen Wärmeeinträge von Wohnflächen zu Nutzfläche und infolgedessen Anpassung der spezifischen Wärmeeinträge.

Die folgenden Auswertungen stellen die Auswirkungen der zuvor aufgeführten Einzeleinflüsse (V1 bis V5) im Vergleich zur bisherigen Bewertung nach DIN V 18599:2007-02 (Basisfall, Bezeichnung „18599 (2007)“) dar. Zusätzlich erfolgt in einer weiteren Variante die Berechnung nach DIN V 18599:2011-12 (Schlussvariante, Bezeichnung „18599 (2011)“), wobei alle Einzeleinflüsse berücksichtigt sind. Zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit beschränkt sich diese Auswertung auf das Einfamilienhaus. Folgende Varianten werden demnach gegenübergestellt:

<u>Bezeichnung:</u>	<u>Erläuterung:</u>
18599 (2007)	Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02
V1 (Klima)	DIN V 18599:2007-02 mit Ansatz Referenzklima Potsdam
V2 (n saisonal)	DIN V 18599:2007-02 mit Ansatz saisonaler Luftwechsel
V3 ($Q_{h,b,max}$)	DIN V 18599:2007-02 mit neuem Ansatz für $Q_{h,b,max}$
V4 (τF_x)	DIN V 18599:2007-02 mit neuem Ansatz für τ
V5 (q_i)	DIN V 18599:2007-02 mit neuem Ansatz für q_i
18599 (2011)	Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12

Die folgenden Auswertungen zur Gegenüberstellung der Einzeleinflüsse beschränken sich auf die Ausführung der Fenstergläser als Normalglas. Da sich die Einzeleinflüsse hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den berechneten Heizwärmebedarf zwischen den Nutzungsprofilen Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus unterscheiden, werden die Ergebnisse der Berech-

nungen zunächst in Abschnitt 3.2.1 für das Einfamilienhaus stellvertretend für die fünf Modellgebäude, bei denen das Nutzungsprofil EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ zugrunde gelegt ist (Einfamilienhaus, Bungalow, Doppelhaus Nord, Doppelhaus Süd und Reihemittelhaus) und anschließend in Abschnitt 3.2.2 für das kleine Mehrfamilienhaus stellvertretend für die zwei Modellgebäude, bei denen das Nutzungsprofil MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ zugrunde gelegt ist (Mehrfamilienhaus klein und Mehrfamilienhaus groß), dargestellt. Die tabellarischen Auswertungen aller Modellgebäude sind in Anhang B zu finden.

3.2.1 Ergebnisse für das Einfamilienhaus

Im Folgenden sind die Einzeleinflüsse der Normenüberarbeitung hinsichtlich ihrer quantitativen Auswirkung auf den berechneten Heizwärmebedarf für das Einfamilienhaus dargestellt. Hierbei wird unterschieden zwischen den Wärmeschutzniveaus EnEV 2009, EnEV 2009+ und EnEV 2009++, zwischen leichter und schwerer Bauart sowie zwischen den Fällen mit reduziertem Heizbetrieb (mit Nachtabsenkung) und durchgehendem Heizbetrieb (ohne Nachtabsenkung).

Tabelle 3-1: Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas.

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung		mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung	
			HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
EFH	EnEV 2009	18599 (2007)	10.763	100%	11.255	100%	10.519	100%	10.910	100%
		V1 (Klima)	10.399	97%	10.871	97%	10.189	97%	10.565	97%
		V2 (n saisonal)	10.509	98%	10.999	98%	10.234	97%	10.625	97%
		V3 ($Q_{h,b,max}$)	10.821	101%	11.316	101%	10.578	101%	10.971	101%
		V4 (τF_x)	10.755	100%	11.245	100%	10.517	100%	10.905	100%
		V5 (q_i)	10.776	100%	11.268	100%	10.533	100%	10.924	100%
	18599 (2011)	10.318	96%	10.792	96%	10.092	96%	10.470	96%	
	EnEV 2009+	18599 (2007)	8.363	100%	8.746	100%	8.201	100%	8.489	100%
		V1 (Klima)	8.087	97%	8.455	97%	7.940	97%	8.224	97%
		V2 (n saisonal)	8.076	97%	8.457	97%	7.880	96%	8.167	96%
		V3 ($Q_{h,b,max}$)	8.422	101%	8.808	101%	8.261	101%	8.550	101%
		V4 (τF_x)	8.356	100%	8.737	100%	8.201	100%	8.485	100%
		V5 (q_i)	8.375	100%	8.759	100%	8.214	100%	8.502	100%
	18599 (2011)	7.981	95%	8.351	95%	7.821	95%	8.100	95%	
	EnEV 2009++	18599 (2007)	6.886	100%	7.200	100%	6.782	100%	7.006	100%
		V1 (Klima)	6.657	97%	6.959	97%	6.565	97%	6.782	97%
		V2 (n saisonal)	6.580	96%	6.892	96%	6.438	95%	6.662	95%
		V3 ($Q_{h,b,max}$)	6.943	101%	7.260	101%	6.839	101%	7.065	101%
V4 (τF_x)		6.882	100%	7.195	100%	6.782	100%	7.004	100%	
V5 (q_i)		6.898	100%	7.213	100%	6.794	100%	7.019	100%	
18599 (2011)	6.536	95%	6.841	95%	6.422	95%	6.640	95%		

Die Auswertungen in Tabelle 3-1 verdeutlichen, 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 zwei und vier Prozent führt. Tendenziell ergeben sich bei Verbesserung des Wärmeschutzniveaus stärkere Reduzierungen. Weiterhin kann festgestellt werden, dass sich infolge der Veränderungen im Zusammenhang mit der Bestimmung der maximalen Heizleistung eine Erhöhung der bilanzierten Heizwärmebedarfswerte um ein Prozent ergibt. Dieser Effekt resultiert daraus, dass mit einer reduzierten Heizleistung ein kleinerer Korrekturfaktor für den räumlich eingeschränkten Heizbetrieb folgt und damit eine höhere Bilanz-Innentemperatur vorliegt. Durch die Verfahrensanpassungen bei der Berechnung der Gebäudezeitkonstante sowie hinsichtlich des überarbeiteten Ansatzes für die internen Wärmeeinträge ergeben sich Auswirkungen auf den berechneten Heizwärmebedarf von weniger als 0,5 Prozent.

Der Vergleich der bilanzierten Heizwärmebedarfswerte für die Normenfassungen 2007 und 2011 zeigt, dass sich im Fall der Wärmeschutzniveaus EnEV 2009 und EnEV2009+ eine Gesamtreduktion der Heizwärmebedarfs um vier Prozent und im Fall des Wärmeschutzni-

veaus EnEV 2009++ um fünf Prozent ergibt. Darüber hinaus zeigen die Auswertungen, dass die Bilanzierung nach DIN V 18599 sowohl in der Fassung 2007 als auch in der überarbeiteten Fassung 2011 im direkten Vergleich zwischen leichter Bauart und schwerer Bauart stets im Fall der leichten Bauart zu höheren Bedarfswerten führt. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen der Simulationsrechnungen aus Abschnitt 3.1, wonach die leichte Bauart im Fall des Ansatzes einer Nachtabsenkung gegenüber der schweren Bauart niedrigere Bedarfswerte aufweist. Da sich die Auswertungen in Abschnitt 3.1 lediglich auf eine ausgewählte Wochenperiode beschränken, erfolgt in Abschnitt 3.3 eine ausführliche Auseinandersetzung auf der Ebene des Jahres-Heizwärmebedarfs.

Die zuvor exemplarisch für das Einfamilienhaus dokumentierten Auswertungen stellen sich für die übrigen Berechnungen der Modellgebäude mit Ansatz $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ vergleichbar dar (vgl. Anhang B). Aufgrund der höheren internen Wärmeeinträge ergeben sich im Fall des Nutzungsprofils MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ allerdings abweichende Ergebnisse, wie im Folgenden am Beispiel des kleinen Mehrfamilienhauses dokumentiert wird.

3.2.2 Ergebnisse für das kleine Mehrfamilienhaus

Analog zur Auswertung für das Einfamilienhaus erfolgt in Tabelle 3-2 die Darstellung der Ergebnisse zum kleinen Mehrfamilienhaus. Hierbei sind gemäß DIN V 18599:2011-12 interne Wärmeeinträge in Höhe von $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$ zugrunde gelegt.

Tabelle 3-2: Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das kleine Mehrfamilienhaus aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas.

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung		mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung	
			HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
MFk	EnEV 2009	18599 (2007)	21.946	100%	23.080	100%	21.340	100%	22.183	100%
		V1 (Klima)	21.323	97%	22.417	97%	20.680	97%	21.498	97%
		V2 (n saisonal)	20.790	95%	21.906	95%	19.996	94%	20.816	94%
		V3 ($Q_{h,b,max}$)	22.003	100%	23.139	100%	21.397	100%	22.242	100%
		V4 (τF_x)	21.946	100%	23.080	100%	21.340	100%	22.183	100%
		V5 (q_i)	22.015	100%	23.150	100%	21.412	100%	22.256	100%
		18599 (2011)	20.683	94%	21.773	94%	19.937	93%	20.753	94%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	16.933	100%	17.831	100%	16.557	100%	17.195	100%
		V1 (Klima)	16.450	97%	17.315	97%	16.015	97%	16.630	97%
		V2 (n saisonal)	15.673	93%	16.547	93%	15.163	92%	15.778	92%
		V3 ($Q_{h,b,max}$)	16.989	100%	17.889	100%	16.613	100%	17.253	100%
		V4 (τF_x)	16.933	100%	17.831	100%	16.557	100%	17.195	100%
		V5 (q_i)	17.000	100%	17.899	100%	16.628	100%	17.266	100%
		18599 (2011)	15.724	93%	16.583	93%	15.184	92%	15.791	92%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	14.463	100%	15.241	100%	14.168	100%	14.697	100%
		V1 (Klima)	14.020	97%	14.767	97%	13.698	97%	14.212	97%
		V2 (n saisonal)	13.167	91%	13.920	91%	12.777	90%	13.288	90%
		V3 ($Q_{h,b,max}$)	14.518	100%	15.298	100%	14.223	100%	14.780	101%
V4 (τF_x)		14.463	100%	15.241	100%	14.168	100%	14.697	100%	
V5 (q_i)		14.529	100%	15.308	100%	14.238	100%	14.793	101%	
18599 (2011)		13.268	92%	14.010	92%	12.845	91%	13.350	91%	

Wie bereits im Fall der Auswertungen zum Einfamilienhaus festgestellt, ergibt sich infolge des neuen Referenzklimas im Vergleich zur Normenfassung 2007 in allen Fällen ein um drei Prozent niedrigerer Heizwärmebedarf. Die Einführung des saisonalen Luftwechsels hingegen wirkt sich im Vergleich zum Nutzungsprofil Einfamilienhaus deutlicher aus: für das Niveau EnEV 2009 ergibt sich ein um fünf Prozent reduzierter Heizwärmebedarf bei leichter Bauart und ein um sechs Prozent reduzierter Heizwärmebedarf bei schwerer Bauart. Im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ ergeben sich um sieben und acht Prozent reduzierte Heizwärmebedarfswerte bei leichter Bauart bzw. und neun und zehn Prozent reduzierte Bedarfswerte bei schwerer Bauart. Dies hat zur Folge, dass auch die berechneten Gesamtreduzierungen unter Berücksichtigung aller Einzeleinflüsse entsprechend deutlicher ausfallen als bei dem Einfamilienhaus. Darüber hinaus zeigen die Auswertungen in Tabelle

3-2, dass sich infolge der Änderungen bei der Bestimmung der maximalen Heizleistung, der Gebäudezeitkonstante sowie bei dem Ansatz der internen Wärmeeinträge keine Auswirkungen auf den berechneten Heizwärmebedarf ergeben.

Dass der Ansatz eines saisonalen Luftwechsels bei höheren internen Lasten zu einer deutlicheren Reduzierung des Heizwärmebedarfs führt, ist darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Lüftungswärmeverluste am Nutzwärmebedarf beim MFH relativ höher ist, als beim EFH. Eine Reduktion dieses Verlustanteils wirkt sich daher – trotz verringerter Nutzbarkeit der Wärmegewinne – beim MFH stärker aus, als beim EFH (vgl. hierzu die Gegenüberstellung der Luftwechselraten in Bild 3-6).

3.3 Detaillierte Gegenüberstellung der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation am Beispiel des Einfamilienhauses

Im Folgenden werden die nach DIN V 18599 und Simulation ermittelten Jahresheizwärmebedarfswerte für das Modellgebäude Einfamilienhaus (EFH) gegenübergestellt. Sämtliche Ergebnisse werden in gleicher Weise in Anhang B auch für die übrigen Modellgebäude dargestellt. Eine zusammenfassende Darstellung für alle Modellgebäude folgt in Abschnitt 3.4.

Um eine Vergleichbarkeit der ermittelten Bedarfswerte zu ermöglichen, wird sämtlichen Berechnungen einheitlich das neue Referenzklima Deutschland (Potsdam, TRY 04) gemäß DIN 18599-10:2011-12 zugrunde gelegt.

Grundsätzlich wird in den Auswertungen wie bisher zwischen den Fällen

- mit Nachtabsenkung (mNA) und
- ohne Nachtabsenkung (oNA) unterschieden.

Darüber hinaus erfolgt eine differenzierte Betrachtung jeweils für

- leichte und
- schwere Bauart

sowie für die Wärmeschutzniveaus

- EnEV 2009,
- EnEV 2009+ und
- EnEV 2009++.

Im Fall der Wärmeschutzniveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ wird hinsichtlich einer Ausführung des Fensterglases nochmals differenziert zwischen Normalglas und Weißglas.

Ergebnisse der Berechnungen nach DIN V 18599 werden für die Normenfassungen 2007 und 2011 ausgewiesen. Während die Normenfassung von 2007 noch von einem konstanten Luftwechsel ($n_{ges} = n_{inf} + n_{win} = 0,5 \text{ h}^{-1}$) ausgeht, erfolgt nach Normenfassung 2011 der Ansatz monatlich veränderlicher Fensterluftwechselraten in Abhängigkeit der mittleren monatlichen Außenlufttemperatur. Aus diesen Vorgaben der Luftwechselraten werden drei verschiedene Lüftungsansätze für die Simulationsrechnungen abgeleitet:

- Zunächst erfolgt der Ansatz eines konstanten Luftwechsels in Höhe von $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ wie auch nach DIN V 18599:2007-02 (Bezeichnung **n=konst**).
- Die zweite Simulationsvariante (Bezeichnung: **n=f(mth)**) bringt die nach DIN V 18599:2011-12 monatlich veränderlichen Werte für n_{ges} jeweils als monatlich konstante Luftwechselrate in Ansatz.

- In der dritten Simulationsvariante (Bezeichnung: $n=f(h)$) wird der außentemperaturabhängige Ansatz zur Ermittlung einer saisonalen Luftwechselrate nach DIN V 18599:2011-12 auf Stundenbasis angewendet und den Berechnungen zugrunde gelegt.

Ein Vergleich der zuvor beschriebenen Lüftungsansätze ist in Bild 3-6 anhand der jeweils im Jahresverlauf zugrunde gelegten Luftwechselraten dargestellt.

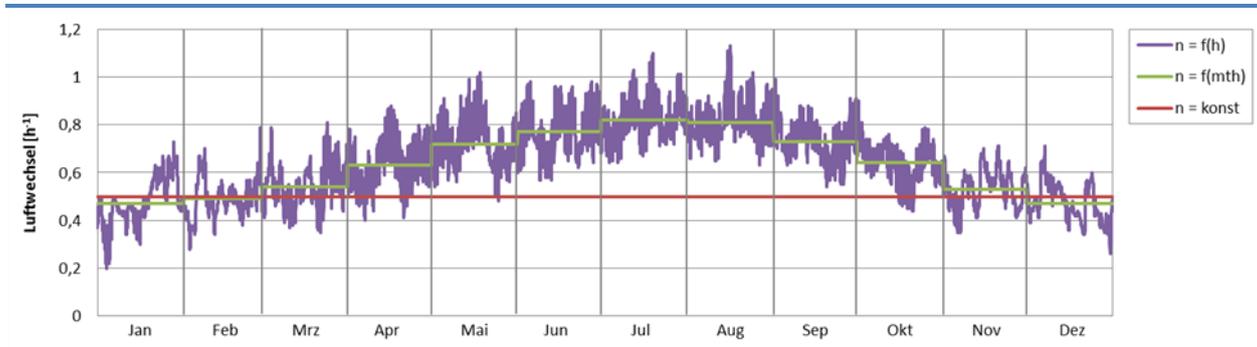


Bild 3-6: Luftwechselraten in den Simulationsvarianten

Zur Gegenüberstellung der Ergebnisse folgt in Bild 3-7 zunächst die Darstellung sämtlicher Jahres-Heizwärmebedarfswerte, die aus den Bilanzierungen nach DIV V 18599 sowie aus den Simulationsrechnungen hervorgehen. Angegeben sind sowohl absolute als auch spezifische Werte.

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	10.399	10.318	10.958	11.238	10.975	70,3	69,7	74,0	75,9	74,2
	schwer	10.189	10.092	11.059	11.318	11.066	68,8	68,2	74,7	76,5	74,8
EnEV 2009+	leicht	8.087	7.981	7.990	8.212	7.966	54,6	53,9	54,0	55,5	53,8
	schwer	7.940	7.821	8.152	8.326	8.095	53,7	52,8	55,1	56,3	54,7
EnEV 2009++	leicht	6.657	6.536	6.415	6.603	6.367	45,0	44,2	43,3	44,6	43,0
	schwer	6.565	6.422	6.496	6.654	6.436	44,4	43,4	43,9	45,0	43,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	10.871	10.792	11.719	12.047	11.744	73,5	72,9	79,2	81,4	79,4
	schwer	10.565	10.470	11.514	11.802	11.526	71,4	70,7	77,8	79,7	77,9
EnEV 2009+	leicht	8.455	8.351	8.487	8.745	8.469	57,1	56,4	57,3	59,1	57,2
	schwer	8.224	8.100	8.442	8.645	8.389	55,6	54,7	57,0	58,4	56,7
EnEV 2009++	leicht	6.959	6.841	6.784	7.010	6.742	47,0	46,2	45,8	47,4	45,6
	schwer	6.782	6.640	6.703	6.872	6.639	45,8	44,9	45,3	46,4	44,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

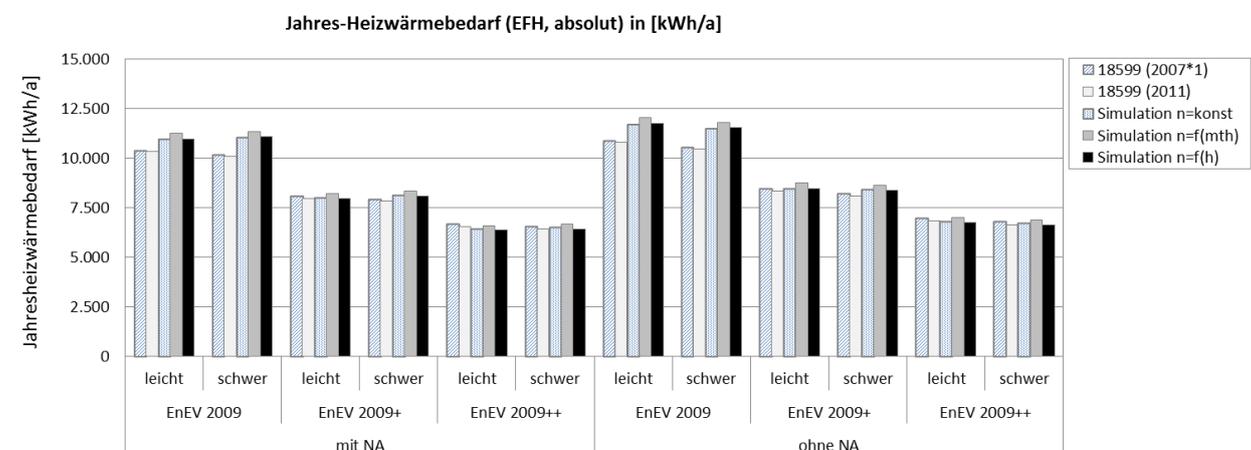


Bild 3-7: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Einfamilienhaus bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: $g=0,6$; EnEV 2009+: $g=0,55$; EnEV 2009++: $g=0,50$)

Den in Bild 3-7 ausgewiesenen Heizwärmebedarfswerten liegen die in Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Wärmeschutzniveaus EnEV 2009, EnEV 2009+ sowie EnEV 2009++ bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas (für EnEV 2009: $g = 0,60$, für EnEV 2009+: $g = 0,55$ und für EnEV 2009++: $g = 0,50$) zugrunde. Während die Verbesserung der U-Werte zu einer Reduktion der Transmissionswärmeverluste führt und somit den Heizwärmebedarf reduziert, folgt aus dem Ansatz der reduzierten g-Werte im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ eine Reduzierung der solaren Wärmeeinträge und somit eine Erhöhung des Heizwärmebedarfs. Zur Quantifizierung dieses Einflusses erfolgen zusätzliche Berechnungen, bei denen für alle drei Wärmeschutzniveaus Fenstergläser als Weißglas mit einem g-Wert von 0,60 in Ansatz gebracht werden. Tabelle 3-3 stellt die entsprechenden Ergebnisse dar. Auf eine erneute grafische Darstellung wird an dieser Stelle verzichtet, stattdessen erfolgt in Tabelle 3-4 eine zusätzliche Auswertung, in der fallweise absolut und spezifisch die Reduzierung des Heizwärmebedarfs bei Weißglasausführung im Vergleich zur Normalglasausführung angegeben wird.

Tabelle 3-3: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Einfamilienhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit $g=0,60$ im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	10.399	10.318	10.958	11.238	10.975	70,3	69,7	74,0	75,9	74,2
	schwer	10.189	10.092	11.059	11.318	11.066	68,8	68,2	74,7	76,5	74,8
EnEV 2009+*2	leicht	7.929	7.813	7.733	7.933	7.694	53,6	52,8	52,3	53,6	52,0
	schwer	7.779	7.641	7.886	8.043	7.825	52,6	51,6	53,3	54,3	52,9
EnEV 2009++*2	leicht	6.367	6.214	6.014	6.168	5.948	43,0	42,0	40,6	41,7	40,2
	schwer	6.259	6.084	6.059	6.213	5.996	42,3	41,1	40,9	42,0	40,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	10.871	10.792	11.719	12.047	11.744	73,5	72,9	79,2	81,4	79,4
	schwer	10.565	10.470	11.514	11.802	11.526	71,4	70,7	77,8	79,7	77,9
EnEV 2009+*2	leicht	8.296	8.178	8.223	8.465	8.195	56,1	55,3	55,6	57,2	55,4
	schwer	8.053	7.916	8.178	8.355	8.113	54,4	53,5	55,3	56,5	54,8
EnEV 2009++*2	leicht	6.662	6.510	6.379	6.561	6.312	45,0	44,0	43,1	44,3	42,6
	schwer	6.475	6.295	6.267	6.431	6.201	43,8	42,5	42,3	43,5	41,9

Tabelle 3-4: Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit $g=0,60$

Gebäude: EFH		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Heizwärmebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-158	-168	-257	-279	-272	-1,5	-1,6	-2,3	-2,5	-2,5
	schwer	-162	-180	-266	-283	-269	-1,6	-1,8	-2,4	-2,5	-2,4
EnEV 2009++*2	leicht	-289	-322	-402	-436	-419	-3,6	-4,0	-5,0	-5,3	-5,3
	schwer	-305	-338	-437	-441	-440	-3,8	-4,3	-5,4	-5,3	-5,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-159	-173	-264	-280	-274	-1,9	-2,1	-3,1	-3,2	-3,2
	schwer	-171	-184	-264	-290	-276	-2,1	-2,3	-3,1	-3,4	-3,3
EnEV 2009++*2	leicht	-297	-331	-405	-449	-430	-4,3	-4,8	-6,0	-6,4	-6,4
	schwer	-307	-346	-437	-441	-439	-4,5	-5,2	-6,5	-6,4	-6,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas ($g=0,60$)

In Bezug auf den Vergleich der Bilanzergebnisse für die Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 haben bereits die Auswertungen in Abschnitt 3.2 zeigen, dass der Ansatz des saisonalen Luftwechsels nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber dem Ansatz einer konstanten Luftwechselrate bei ansonsten gleichen Randbedingungen zu einer Reduzierung der berechneten Heizwärmebedarfswerte um bis zu fünf Prozent (Basis der Berechnung: Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599-10:2007-02) führt. Die in Tabelle 3-5 folgende Auswertung stellt die nach beiden Normenfassungen ermittelten Bedarfswerte unter Ansatz des neuen nach DIN V 18599-10:2011-12 geltenden Referenzklimas Deutschland (TRY 04, Potsdam) gegenüber.

Tabelle 3-5: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Einfamilienhaus. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabenkung (mNA)						mit Nachtabenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	10.399	10.318	-81	-0,8	EnEV 2009	leicht	10.399	10.318	-81	-0,8
	schwer	10.189	10.092	-96	-0,9		schwer	10.189	10.092	-96	-0,9
EnEV 2009+	leicht	8.087	7.981	-106	-1,3	EnEV 2009+*2	leicht	7.929	7.813	-116	-1,5
	schwer	7.940	7.821	-119	-1,5		schwer	7.779	7.641	-138	-1,8
EnEV 2009++	leicht	6.657	6.536	-120	-1,8	EnEV 2009+*2	leicht	6.367	6.214	-153	-2,4
	schwer	6.565	6.422	-142	-2,2		schwer	6.259	6.084	-175	-2,8
ohne Nachtabenkung (oNA)						ohne Nachtabenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	10.871	10.792	-79	-0,7	EnEV 2009	leicht	10.871	10.792	-79	-0,7
	schwer	10.565	10.470	-95	-0,9		schwer	10.565	10.470	-95	-0,9
EnEV 2009+	leicht	8.455	8.351	-104	-1,2	EnEV 2009+*2	leicht	8.296	8.178	-118	-1,4
	schwer	8.224	8.100	-125	-1,5		schwer	8.053	7.916	-137	-1,7
EnEV 2009++	leicht	6.959	6.841	-118	-1,7	EnEV 2009+*2	leicht	6.662	6.510	-152	-2,3
	schwer	6.782	6.640	-141	-2,1		schwer	6.475	6.295	-181	-2,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Zunächst kann für die Gegenüberstellung der Normenfassungen 2007 und 2011 in Tabelle 3-5 festgehalten werden, dass die Bilanzierung nach neuer Normenfassung erwartungsgemäß in sämtlichen Fällen zu geringeren Bedarfswerten führt. Da den Berechnungen beider Normenfassung identische Klimarandbedingungen zugrunde liegen, ist der Unterschied in den berechneten Heizwärmebedarfswerten auf die abweichenden Lüftungsansätze zurückzuführen. Sowohl für die Auswertungen zur Normalglasausführung als auch für die Auswertungen zur Weißglasausführung kann festgehalten werden, dass die Abweichungen der ermittelten Bedarfswerte mit Verbesserung des Wärmeschutzniveaus steigen. Dies ist auf das sich niveaubezogen verändernde Verhältnis zwischen Transmissions- und Lüftungswärmesenken zurückzuführen: mit verbessertem Wärmeschutzniveau ergeben sich reduzierte Transmissionswärmesenken bei fallweise gleichen Lüftungswärmesenken. Infolgedessen haben die Lüftungswärmesenken einen umso größeren Einfluss je besser das Wärmeschutzniveau angenommen wird. Aufgrund der erhöhten solaren Wärmeeinträge im Fall der Weißglasausführung ergeben sich nochmals reduzierte Heizwärmebedarfswerte gegenüber der Normalglasausführung, wodurch die Lüftungswärmesenken verhältnismäßig nochmals mehr „Gewicht“ bekommen. Aufgrund dessen ergeben sich im Fall der Betrachtung der Weißglasausführung geringfügig größere Unterschiede in den Bedarfswerten beider Normenfassungen.

Während aus der Bilanzierung nach neuer Normenfassung der DIN V 18599 bedingt durch die Einführung des saisonalen Luftwechsels im Vergleich zum Ansatz des konstanten Luftwechsels niedrigere Bedarfswerte resultieren zeigen die Ergebnisse der Simulationen eine vergleichbare Tendenz, wenn die Ergebnisse der Berechnungen aus „n=konst“ mit „n=f(h)“ miteinander verglichen werden. Die Simulationsrechnungen, bei denen die Luftwechselrate als monatlich konstanter Luftwechsel entsprechend DIN V 18599:2011-12 angesetzt werden (n=f(mth)), ergeben durchweg höhere Bedarfswerte. Diese Ergebnisse zeigen in der Konsequenz einerseits, dass die Einführung einer saisonalen Luftwechselrate in dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 18599 rechnerisch zu reduzierten Lüftungswärmeverlusten und in der Folge auch zu einem reduzierten Heizwärmebedarf führt. Andererseits wird deutlich, dass ein Ansatz dieser auf Basis der mittleren monatlichen Außentemperaturen bestimmten mittleren monatlichen Luftwechselraten als monatlich konstanter Luftwechsel in den Simulationsrechnungen zu einem entgegengesetzten Effekt führt. Erst wenn die Ermittlung der außentemperaturabhängigen Luftwechselrate in den Simulationsrechnungen auf Stundenbasis erfolgt, resultieren tendenziell vergleichbare Ergebnisse. Aus diesem Grund beziehen sich die im Folgenden dokumentierten Vergleiche zwischen DIN V 18599 und Simulation stets auf den Vergleich zwischen DIN V 18599:2011-12 und den mit „n=f(h)“ bezeichneten Simulationsfall. Des Weiteren werden die Ergebnisse der mit „n=konst“ be-

zeichneten Simulationsrechnungen aufgeführt, die dem direkten Vergleich zu den Ergebnissen nach DIN V 18599 (2007) dienen. Die Ergebnisse der mit „n=f(mth)“ bezeichneten Simulationsrechnungen werden ebenfalls dargestellt, bleiben aber im Weiteren unkommentiert, da die Übertragung der monatlich konstanten Luftwechselraten aus DIN V 18599 auf die Simulationsrechnungen wie zuvor erläutert nicht möglich bzw. sinnvoll ist.

Für den Vergleich zwischen DIN V 18599 und Simulation kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass die nach DIN V 18599 bilanzierten Heizwärmebedarfswerte bei den gewählten Randbedingungen mit steigendem Wärmeschutzniveau tendenziell besser mit den Ergebnissen der Simulationsrechnungen übereinstimmen. Hierzu in Tabelle 3-6 der direkte Vergleich zwischen DIN V 18599:2011-12 und Simulation n=f(h).

Tabelle 3-6: Heizwärmebedarf nach DIN V 18599:2011-12 und Simulation n=f(h) im Vergleich.

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: EFH		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation				Gebäude: EFH		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation			
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)		Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	10.318	10.975	+657	+6,4	EnEV 2009	leicht	10.318	10.975	+657	+6,4
	schwer	10.092	11.066	+974	+9,6		schwer	10.092	11.066	+974	+9,6
EnEV 2009+	leicht	7.981	7.966	-15	-0,2	EnEV 2009+*2	leicht	7.813	7.694	-119	-1,5
	schwer	7.821	8.095	+274	+3,5		schwer	7.641	7.825	+184	+2,4
EnEV 2009++	leicht	6.536	6.367	-169	-2,6	EnEV 2009+*2	leicht	6.214	5.948	-266	-4,3
	schwer	6.422	6.436	+14	+0,2		schwer	6.084	5.996	-88	-1,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	10.792	11.744	+952	+8,8	EnEV 2009	leicht	10.792	11.744	+952	+8,8
	schwer	10.470	11.526	+1.056	+10,1		schwer	10.470	11.526	+1.056	+10,1
EnEV 2009+	leicht	8.351	8.469	+118	+1,4	EnEV 2009+*2	leicht	8.178	8.195	+16	+0,2
	schwer	8.100	8.389	+289	+3,6		schwer	7.916	8.113	+197	+2,5
EnEV 2009++	leicht	6.841	6.742	-98	-1,4	EnEV 2009+*2	leicht	6.510	6.312	-198	-3,0
	schwer	6.640	6.639	-1	-0,0		schwer	6.295	6.201	-94	-1,5

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12
 *2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ausgehend von der zuvor erfolgten Gesamtdarstellung aller Berechnungsfälle folgt in den Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.3 die Auswertung der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation in Bezug auf die relative Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs von den Einzeleinflüssen

- Bauart,
- reduzierter/durchgehender Heizbetrieb sowie
- Wärmeschutzniveau.

3.3.1 Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in DIN V 18599 und Simulation

Die Auswertung der Bedarfswerte in diesem Abschnitt vergleicht fallweise die Ausführung in leichter und schwerer Bauart. Ziel dieser Gegenüberstellung ist die Gegenüberstellung der Bewertung durch DIN V 18599 zu den Ergebnissen der Simulationsrechnungen. Hierbei soll in erster Linie überprüft werden, ob der Einfluss der Bauart auf die berechneten Bedarfswerte in DIN V 18599 und Simulation in der Tendenz vergleichbar bewertet werden. Zunächst folgt in Tabelle 3-7 die Auswertung für die Ausführung der Fenstergläser als Normalglas.

Tabelle 3-7: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	10.399			10.318		
	schwer	10.189	-211	-2,0	10.092	-226	-2,2
EnEV 2009+	leicht	8.087			7.981		
	schwer	7.940	-147	-1,8	7.821	-160	-2,0
EnEV 2009++	leicht	6.657			6.536		
	schwer	6.565	-92	-1,4	6.422	-114	-1,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	10.871			10.792		
	schwer	10.565	-306	-2,8	10.470	-322	-3,0
EnEV 2009+	leicht	8.455			8.351		
	schwer	8.224	-231	-2,7	8.100	-251	-3,0
EnEV 2009++	leicht	6.959			6.841		
	schwer	6.782	-177	-2,5	6.640	-200	-2,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	10.958			11.238			10.975		
	schwer	11.059	+101	+0,9	11.318	+80	+0,7	11.066	+91	+0,8
EnEV 2009+	leicht	7.990			8.212			7.966		
	schwer	8.152	+162	+2,0	8.326	+114	+1,4	8.095	+129	+1,6
EnEV 2009++	leicht	6.415			6.603			6.367		
	schwer	6.496	+80	+1,2	6.654	+50	+0,8	6.436	+69	+1,1
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	11.719			12.047			11.744		
	schwer	11.514	-205	-1,7	11.802	-244	-2,0	11.526	-218	-1,9
EnEV 2009+	leicht	8.487			8.745			8.469		
	schwer	8.442	-45	-0,5	8.645	-99	-1,1	8.389	-80	-0,9
EnEV 2009++	leicht	6.784			7.010			6.742		
	schwer	6.703	-81	-1,2	6.872	-138	-2,0	6.639	-103	-1,5

Die Auswertungen in Tabelle 3-7 zeigen im Fall der Berechnungen nach DIN V 18599, dass sich im Fall der schweren Bauart stets geringere Heizwärmebedarfswerte als bei der leichten Bauart ergeben. Dies steht im Widerspruch zu den Auswertungen der Simulationsrechnungen, wonach die leichte Bauart bei der Betrachtung mit Nachtlüftung gegenüber der schweren Bauart geringere Bedarfswerte aufweist. Insofern werden die Bewertungen aus der Betrachtung der Wochenperiode in Abschnitt 3.1 an dieser Stelle bestätigt und es kann festgehalten werden, dass die aktuelle Fassung der DIN V 18599 die Vorteile einer leichten gegenüber einer schweren Bauart für den Fall mit Nachtabsenkung nicht richtig abbildet. Ursache hierfür ist das thermische Zeitverhalten eines Gebäudes bei instationärem Heizbetrieb, welches nur in einer Simulationsrechnung auf Stundenbasis bzw. noch höherer zeitlicher Auflösung entsprechend der tatsächlichen „Beanspruchung“ eines Gebäudes richtig abgebildet werden kann. Im Fall der Betrachtung von Gebäuden auf vergleichsweise hohem Wärmeschutzniveau ergeben sich auf grundsätzlich niedrigem Heizwärmebedarfsniveau im zeitlichen Verlauf häufige Wechsel zwischen Zeitschritten, in denen dem Gebäude zur Aufrechterhaltung der Soll-Innentemperatur Heizwärme zugeführt werden muss und Zeitschritten, in denen aufgrund solarer und interner Wärmeeinträge eine Beheizung nicht erforderlich ist. Dies betrifft insbesondere die Übergangsjahreszeiten, wobei teilweise während der Abend- und Nacht- und Morgenstunden geheizt werden muss, tagsüber aber teilweise so hohe Innentemperaturen erreicht werden, dass sich sogar ein theoretischer Kühlbedarf ergibt.

Es folgen informativ ergänzend in Tabelle 3-8 die Auswertungen für eine Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++. Hieraus ergeben sich im Vergleich zur bereits diskutierten Auswertung der Normalgläser tendenziell die gleichen bauartbezogenen Bewertungen und Unterschiede zwischen DIN V 18599 und Simulation.

Tabelle 3-8: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599									
Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599							
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	(2007*1)		absolut [kWh/a]	(2011)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [%]
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		
mit Nachtabsenkung (mNA)									
EnEV 2009	leicht	10.399			10.318				
	schwer	10.189	-211	-2,0	10.092	-226	-2,2		
EnEV 2009+*2	leicht	7.929			7.813				
	schwer	7.779	-150	-1,9	7.641	-172	-2,2		
EnEV 2009++*2	leicht	6.367			6.214				
	schwer	6.259	-108	-1,7	6.084	-130	-2,1		
ohne Nachtabsenkung (oNA)									
EnEV 2009	leicht	10.871			10.792				
	schwer	10.565	-306	-2,8	10.470	-322	-3,0		
EnEV 2009+*2	leicht	8.296			8.178				
	schwer	8.053	-243	-2,9	7.916	-263	-3,2		
EnEV 2009++*2	leicht	6.662			6.510				
	schwer	6.475	-187	-2,8	6.295	-215	-3,3		

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation										
Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	10.958			11.238			10.975		
	schwer	11.059	+101	+0,9	11.318	+80	+0,7	11.066	+91	+0,8
EnEV 2009+*2	leicht	7.733			7.933			7.694		
	schwer	7.886	+153	+2,0	8.043	+110	+1,4	7.825	+131	+1,7
EnEV 2009++*2	leicht	6.014			6.168			5.948		
	schwer	6.059	+45	+0,7	6.213	+45	+0,7	5.996	+48	+0,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	11.719			12.047			11.744		
	schwer	11.514	-205	-1,7	11.802	-244	-2,0	11.526	-218	-1,9
EnEV 2009+*2	leicht	8.223			8.465			8.195		
	schwer	8.178	-45	-0,6	8.355	-110	-1,3	8.113	-82	-1,0
EnEV 2009++*2	leicht	6.379			6.561			6.312		
	schwer	6.267	-112	-1,8	6.431	-130	-2,0	6.201	-111	-1,8

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Bezogen auf die Bilanzierung des Heizwärmebedarfs in Abhängigkeit von der Bauart wird an dieser Stelle zusammenfassend nochmals festgehalten, dass der Vorteil einer leichten gegenüber einer schweren Bauart bei reduziertem Heizbetrieb während der Nachtstunden durch DIN 18599 sowohl in der Normenfassung 2007 als auch in der Normenfassung 2011 nicht abgebildet wird. Mögliche Ansätze für diesbezügliche Korrekturen der DIN V 18599 werden in der Zusammenfassung (Abschnitt 7) diskutiert.

3.3.2 Einfluss eines durchgehenden Heizbetriebs auf den Heizwärmebedarf im Vergleich zum reduzierten Betrieb in DIN V 18599 und Simulation

Ergänzend zur Betrachtung des Bauarteinflusses folgt in diesem Abschnitt die Bewertung des Einflusses eines reduzierten Heizbetriebs während der Nachtstunden. Die Auswertungen stellen fallweise die Situationen mit Nachtabsenkung und ohne Nachtabsenkung ge-

genüber. Die in Tabelle 3-9 ausgewiesenen absoluten und relativen Veränderungen beziehen sich jeweils auf den nach EnEV 2009 relevanten Fall mit Nachtabsenkung.

Tabelle 3-9: Einfluss eines kontinuierlichen und reduzierten Heizbetriebs auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	10.399			10.318		
	schwer	10.189			10.092		
EnEV 2009+	leicht	8.087			7.981		
	schwer	7.940			7.821		
EnEV 2009++	leicht	6.657			6.536		
	schwer	6.565			6.422		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	10.871	+472	+4,5	10.792	+474	+4,6
	schwer	10.565	+377	+3,7	10.470	+378	+3,7
EnEV 2009+	leicht	8.455	+368	+4,6	8.351	+370	+4,6
	schwer	8.224	+284	+3,6	8.100	+279	+3,6
EnEV 2009++	leicht	6.959	+302	+4,5	6.841	+305	+4,7
	schwer	6.782	+217	+3,3	6.640	+218	+3,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	10.958			11.238			10.975		
	schwer	11.059			11.318			11.066		
EnEV 2009+	leicht	7.990			8.212			7.966		
	schwer	8.152			8.326			8.095		
EnEV 2009++	leicht	6.415			6.603			6.367		
	schwer	6.496			6.654			6.436		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	11.719	+761	+6,9	12.047	+809	+7,2	11.744	+769	+7,0
	schwer	11.514	+455	+4,1	11.802	+484	+4,3	11.526	+460	+4,2
EnEV 2009+	leicht	8.487	+497	+6,2	8.745	+533	+6,5	8.469	+503	+6,3
	schwer	8.442	+290	+3,6	8.645	+319	+3,8	8.389	+294	+3,6
EnEV 2009++	leicht	6.784	+369	+5,7	7.010	+407	+6,2	6.742	+375	+5,9
	schwer	6.703	+208	+3,2	6.872	+218	+3,3	6.639	+203	+3,2

Zunächst kann für die Gegenüberstellung der DIN V 18599-Berechnungen zu den Simulationsrechnungen festgestellt werden, dass sich der Verzicht auf eine Nachtabsenkung in allen Fällen bedarfserhöhend auswirkt. Sowohl aus den Bewertungen der DIN V 18599 als auch aus den Ergebnissen der Simulationsrechnungen geht hervor, dass der Verzicht auf die Nachtabsenkung im Fall der leichten Bauart zu einer deutlicheren Bedarfserhöhung führt als im Fall der schweren Bauart. Die relativen Bedarfserhöhungen stimmen im Fall der schweren Bauart zwischen DIN V 18599 und Simulation sehr gut überein, im Fall der leichten Bauart ergeben sich nach DIN V 18599 gegenüber der Simulation vergleichsweise geringere relative Bedarfserhöhungen, was darauf zurückzuführen ist, dass für die leichte Bauart und die jeweils korrespondierenden Fälle mit Nachtabsenkung zu hohe Bedarfswerte berechnet werden. Hiernach ergibt sich für die weitere Fortschreibung der DIN V 18599 das Ziel, die Berechnungsansätze in der Art zu modifizieren, dass sich bei Nachtabsenkung und leichter Bauart tendenziell niedrigere Bedarfswerte ergeben.

Informativ erfolgt in Tabelle 3-10 die Auswertung für die Ausführung der Fenstergläser als Weißglas. Aus dieser Darstellung können keine zusätzlichen oder abweichenden Bewertungen abgeleitet werden.

Tabelle 3-10: Einfluss eines kontinuierlichen und reduzierten Heizbetriebs auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	10.399			10.318		
	schwer	10.189			10.092		
EnEV 2009+*2	leicht	7.929			7.813		
	schwer	7.779			7.641		
EnEV 2009++*2	leicht	6.367			6.214		
	schwer	6.259			6.084		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	10.871	+472	+4,5	10.792	+474	+4,6
	schwer	10.565	+377	+3,7	10.470	+378	+3,7
EnEV 2009+*2	leicht	8.296	+367	+4,6	8.178	+366	+4,7
	schwer	8.053	+274	+3,5	7.916	+275	+3,6
EnEV 2009++*2	leicht	6.662	+295	+4,6	6.510	+296	+4,8
	schwer	6.475	+216	+3,5	6.295	+210	+3,5

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	10.958			11.238			10.975		
	schwer	11.059			11.318			11.066		
EnEV 2009+*2	leicht	7.733			7.933			7.694		
	schwer	7.886			8.043			7.825		
EnEV 2009++*2	leicht	6.014			6.168			5.948		
	schwer	6.059			6.213			5.996		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	11.719	+761	+6,9	12.047	+809	+7,2	11.744	+769	+7,0
	schwer	11.514	+455	+4,1	11.802	+484	+4,3	11.526	+460	+4,2
EnEV 2009+*2	leicht	8.223	+490	+6,3	8.465	+532	+6,7	8.195	+500	+6,5
	schwer	8.178	+292	+3,7	8.355	+313	+3,9	8.113	+287	+3,7
EnEV 2009++*2	leicht	6.379	+365	+6,1	6.561	+393	+6,4	6.312	+364	+6,1
	schwer	6.267	+208	+3,4	6.431	+218	+3,5	6.201	+204	+3,4

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

3.3.3 Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in DIN V 18599 und Simulation

Die folgende Auswertung setzt den Fokus der Betrachtung auf die Abhängigkeit der berechneten Heizwärmebedarfswerte von dem Wärmeschutzniveau. Für die Fälle mit und ohne Nachtabsenkung wird bei der Darstellung unterschieden zwischen leichter und schwerer Bauart. Ausgehend von dem Wärmeschutzniveau EnEV 2009 werden fallweise die absoluten und relativen Reduzierungen des Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ ausgewiesen. Wie gewohnt erfolgt in Tabelle 3-11 zunächst die Darstellung der Berechnungsergebnisse für die Ausführung der Fenstergläser als Normalglas.

Tabelle 3-11: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das EFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	10.399			10.318		
	EnEV 2009+	8.087	-2.312	-22,2	7.981	-2.337	-22,6
	EnEV 2009++	6.657	-3.743	-36,0	6.536	-3.782	-36,7
schwer	EnEV 2009	10.189			10.092		
	EnEV 2009+	7.940	-2.248	-22,1	7.821	-2.271	-22,5
	EnEV 2009++	6.565	-3.624	-35,6	6.422	-3.670	-36,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	10.871			10.792		
	EnEV 2009+	8.455	-2.416	-22,2	8.351	-1.967	-19,1
	EnEV 2009++	6.959	-3.912	-36,0	6.841	-3.477	-33,7
schwer	EnEV 2009	10.565			10.470		
	EnEV 2009+	8.224	-2.341	-22,2	8.100	-1.992	-19,7
	EnEV 2009++	6.782	-3.783	-35,8	6.640	-3.452	-34,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation							
Bauart	Niveau	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)	
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]
mit Nachtabsenkung (mNA)									
leicht	EnEV 2009	10.958			11.238			10.975	
	EnEV 2009+	7.990	-2.968	-27,1	8.212	-3.026	-26,9	7.966	-3.009
	EnEV 2009++	6.415	-4.543	-41,5	6.603	-4.634	-41,2	6.367	-4.608
schwer	EnEV 2009	11.059			11.318			11.066	
	EnEV 2009+	8.152	-2.907	-26,3	8.326	-2.992	-26,4	8.095	-2.971
	EnEV 2009++	6.496	-4.564	-41,3	6.654	-4.664	-41,2	6.436	-4.629
ohne Nachtabsenkung (oNA)									
leicht	EnEV 2009	11.719			12.047			11.744	
	EnEV 2009+	8.487	-3.232	-27,6	8.745	-3.302	-27,4	8.469	-3.275
	EnEV 2009++	6.784	-4.935	-42,1	7.010	-5.037	-41,8	6.742	-5.002
schwer	EnEV 2009	11.514			11.802			11.526	
	EnEV 2009+	8.442	-3.072	-26,7	8.645	-3.157	-26,7	8.389	-3.138
	EnEV 2009++	6.703	-4.811	-41,8	6.872	-4.930	-41,8	6.639	-4.887

Ausgehend von dem Wärmeschutzniveau EnEV 2009 reduziert sich der nach DIN V 18599 berechnete Heizwärmebedarf bei Betrachtung der Situation mit Nachtabsenkung im Fall des Niveaus EnEV 2009+ um 22,1 bis 22,6 Prozent. Im Vergleich hierzu liegen die Bedarfsreduzierungen nach Simulation um etwa fünf Prozent darüber. Für das Niveau EnEV 2009++ liegen die nach DIN V 18599 berechneten Reduzierungen zwischen 35,6 und 36,7 Prozent. Auch hier ergeben die Simulationsrechnungen deutlichere Reduzierungen, die zwischen sechs und sieben Prozent über denen nach DIN V 18599 liegen. Die Betrachtung der Situation ohne Nachtabsenkung führt zu vergleichbaren Aussagen.

Nachdem sich die Auswertung der Berechnungen in Tabelle 3-11 auf die Ausführung der Fenstergläser als Normalglas bezieht und daher die für verbesserte Wärmeschutzniveaus ermittelten Heizwärmebedarfswerte sowohl den Einfluss eines verbesserten Wärmeschutzes aber zusätzlich auch den Einfluss reduzierter g-Werte und in der Folge reduzierter solarer Wärmeeinträge beinhalten, folgt in Tabelle 3-12 die Auswertung zu einer Ausführung der Fenstergläser als Weißglas, wobei einheitlich über alle betrachteten Wärmeschutzniveaus ein g-Wert von 0,60 zugrunde gelegt ist.

Tabelle 3-12: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das EFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	10.399			10.318		
	EnEV 2009+*2	7.929	-2.470	-23,8	7.813	-2.505	-24,3
	EnEV 2009+++*2	6.367	-4.032	-38,8	6.214	-4.104	-39,8
schwer	EnEV 2009	10.189			10.092		
	EnEV 2009+*2	7.779	-2.410	-23,7	7.641	-2.451	-24,3
	EnEV 2009+++*2	6.259	-3.929	-38,6	6.084	-4.008	-39,7
ohne Nachtabenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	10.871			10.792		
	EnEV 2009+*2	8.296	-2.575	-23,7	8.178	-2.140	-20,7
	EnEV 2009+++*2	6.662	-4.209	-38,7	6.510	-3.808	-36,9
schwer	EnEV 2009	10.565			10.470		
	EnEV 2009+*2	8.053	-2.512	-23,8	7.916	-2.176	-21,6
	EnEV 2009+++*2	6.475	-4.090	-38,7	6.295	-3.798	-37,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	10.958			11.238			10.975		
	EnEV 2009+*2	7.733	-3.225	-29,4	7.933	-3.305	-29,4	7.694	-3.281	-29,9
	EnEV 2009+++*2	6.014	-4.944	-45,1	6.168	-5.070	-45,1	5.948	-5.027	-45,8
schwer	EnEV 2009	11.059			11.318			11.066		
	EnEV 2009+*2	7.886	-3.174	-28,7	8.043	-3.275	-28,9	7.825	-3.241	-29,3
	EnEV 2009+++*2	6.059	-5.000	-45,2	6.213	-5.105	-45,1	5.996	-5.070	-45,8
ohne Nachtabenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	11.719			12.047			11.744		
	EnEV 2009+*2	8.223	-3.496	-29,8	8.465	-3.582	-29,7	8.195	-3.550	-30,2
	EnEV 2009+++*2	6.379	-5.340	-45,6	6.561	-5.486	-45,5	6.312	-5.432	-46,3
schwer	EnEV 2009	11.514			11.802			11.526		
	EnEV 2009+*2	8.178	-3.337	-29,0	8.355	-3.447	-29,2	8.113	-3.414	-29,6
	EnEV 2009+++*2	6.267	-5.248	-45,6	6.431	-5.371	-45,5	6.201	-5.325	-46,2

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Infolge der höheren solaren Wärmeeinträge bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ ergeben sich entsprechend deutlichere Reduzierungen der Heizwärmebedarfswert im Vergleich zur Normalglasausführung. Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse in Tabelle 3-12 wie bereits die Auswertungen zur Normalglasausführung der Fenstergläser, dass die nach DIN V 18599 berechneten Bedarfsreduzierungen bei Verbesserung des Wärmeschutzniveaus geringer ausfallen als nach korrespondierenden Simulationsrechnungen.

3.4 Zusammenfassende Auswertung für alle betrachteten Gebäudetypen

Ergänzend zur detaillierten Betrachtung des Einfamilienhauses in Abschnitt 3.3 folgt im Weiteren eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse für alle betrachteten Gebäudetypen. Hierbei erfolgt einerseits die Gegenüberstellung von alter und neuer Normenfassung der DIN V 18599 und andererseits der Vergleich zwischen DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit $n=f(h)$.

3.4.1 Vergleich der Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599

Bereits die Auswertungen in Abschnitt 3.2 im Zusammenhang mit der Bewertung von Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung haben gezeigt, dass die vorgenommenen Änderungen bei einer Betrachtung des Nutzungsprofils Mehrfamilienhaus im Vergleich zum Nutzungsprofil Einfamilienhaus zu deutlicheren Reduzierungen der bilanzierten Heizwärmebedarfswerte führt. Die Auswertungen zu den übrigen Modellgebäuden in Tabelle 3-13 bzw.

Bild 3-8 bestätigen diese Ergebnisse. Die tabellarische Darstellung gibt je Gebäudetyp die prozentuale Reduzierung des Heizwärmebedarfs nach neuer Normenfassung gegenüber alter Normenfassung an. Zusätzlich werden die Durchschnittswerte für die Nutzungsprofile EFH und MFH angegeben und grafisch dargestellt.

Tabelle 3-13: Prozentuale Reduzierung des Heizwärmebedarfs bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02.

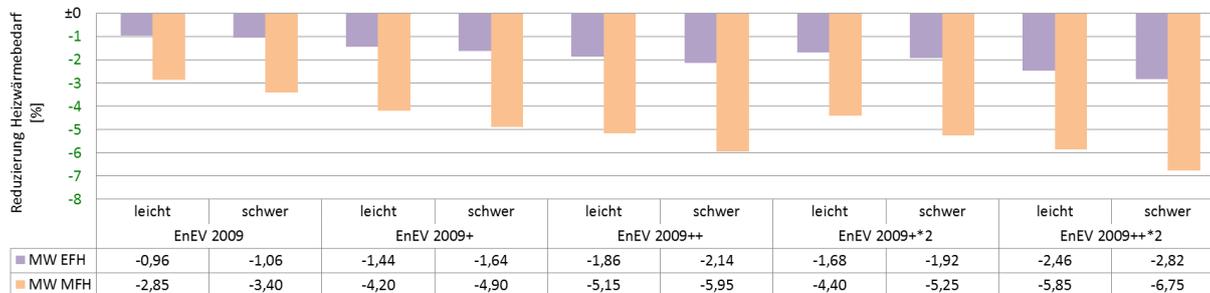
DIN V 18599 (2007 ^{*1}) vs. DIN V 18599 (2011)		Veränderung des Jahres-Heizwärmebedarfs bei DIN V 18599 (2011) in [%] bezogen auf die Bilanzierung nach DIN V 18599 (2007)								
		Nutzungsprofil EFH mit q _i = 45 Wh/(m ² d)						Nutzungsprofil MFH mit q _i = 90 Wh/(m ² d)		
		EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	-0,8	-0,3	-0,8	-1,3	-1,6	-0,96	-3,0	-2,7	-2,85
	schwer	-0,9	-0,2	-0,8	-1,5	-1,9	-1,06	-3,6	-3,2	-3,40
EnEV 2009+	leicht	-1,3	-0,6	-1,2	-1,9	-2,2	-1,44	-4,4	-4,0	-4,20
	schwer	-1,5	-0,5	-1,3	-2,3	-2,6	-1,64	-5,2	-4,6	-4,90
EnEV 2009++	leicht	-1,8	-1,0	-1,5	-2,4	-2,6	-1,86	-5,4	-4,9	-5,15
	schwer	-2,2	-1,0	-1,7	-2,8	-3,0	-2,14	-6,2	-5,7	-5,95
EnEV 2009+ ^{*2}	leicht	-1,5	-0,8	-1,4	-2,2	-2,5	-1,68	-4,6	-4,2	-4,40
	schwer	-1,8	-0,7	-1,6	-2,6	-2,9	-1,92	-5,5	-5,0	-5,25
EnEV 2009++ ^{*2}	leicht	-2,4	-1,4	-2,1	-3,1	-3,3	-2,46	-6,2	-5,5	-5,85
	schwer	-2,8	-1,5	-2,5	-3,6	-3,7	-2,82	-7,1	-6,4	-6,75
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	-0,7	-0,3	-0,7	-1,2	-1,5	-0,88	-2,9	-2,5	-2,70
	schwer	-0,9	-0,2	-0,8	-1,5	-1,8	-1,04	-3,5	-3,1	-3,30
EnEV 2009+	leicht	-1,2	-0,6	-1,1	-1,8	-2,1	-1,36	-4,2	-3,8	-4,00
	schwer	-1,5	-0,6	-1,3	-2,2	-2,5	-1,62	-5,0	-4,5	-4,75
EnEV 2009++	leicht	-1,7	-1,0	-1,4	-2,2	-2,4	-1,74	-5,1	-4,7	-4,90
	schwer	-2,1	-1,0	-1,6	-2,7	-2,9	-2,06	-6,1	-5,5	-5,80
EnEV 2009+ ^{*2}	leicht	-1,4	-0,8	-1,3	-2,1	-2,4	-1,60	-4,5	-4,0	-4,25
	schwer	-1,7	-0,8	-1,5	-2,5	-2,8	-1,86	-5,3	-4,9	-5,10
EnEV 2009++ ^{*2}	leicht	-2,3	-1,4	-2,0	-3,0	-3,1	-2,36	-5,9	-5,3	-5,60
	schwer	-2,8	-1,5	-2,3	-3,5	-3,6	-2,74	-6,7	-6,2	-6,45

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

mit Nachtabsenkung:

Reduzierung Heizwärmebedarf nach DIN V 18599 (2011) im Vergleich zu DIN V 18599 (2007)
(mit Nachtabsenkung)



ohne Nachtabsenkung:

Reduzierung Heizwärmebedarf nach DIN V 18599 (2011) im Vergleich zu DIN V 18599 (2007)
(ohne Nachtabsenkung)

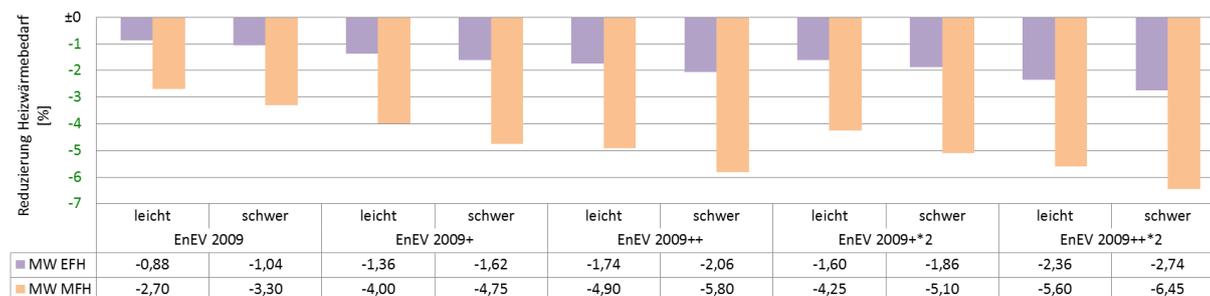


Bild 3-8: Mittlere Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Modellgebäude mit Nutzung EFH und MFH bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02.

Die Gegenüberstellungen von alter und neuer Normenfassung zeigen, dass die mittlere Reduzierung des Heizwärmebedarfs bei Nutzung EFH je nach betrachtetem Wärmeschutz-niveau zwischen etwa einem und drei Prozent und bei Nutzung MFH zwischen etwa drei und sechs Prozent liegt.

Sowohl bei Erhöhung der internen Lasten als auch bei verbessertem Wärmeschutz ergeben sich deutlichere Reduzierungen, was auf die Einführung des saisonalen Lüftungsansatzes nach DIN V 18599:2011-12 zurückzuführen ist: je besser das betrachtete Wärmeschutz-niveau umso größer fallen die Lüftungswärmesenken im Vergleich zu den Transmissionswärmesenken aus. Konsequenz hieraus ist, dass sich die Einführung des saisonalen Luftwechsels und die hiermit einhergehende Reduzierung der Lüftungswärmesenken bei hohem Wärmeschutzniveau entsprechend deutlicher auswirken.

3.4.2 Vergleich der Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 mit den Ergebnissen der Simulationsrechnungen mit $n=f(h)$

Nachstehende Tabelle stellt die Abweichungen der nach Simulation ermittelten Heizwärmebedarfswerte in Prozent bezogen auf die nach DIN V 18599:2011-12 bilanzierten Werte in Prozent dar. Positive (rot dargestellte) Werte stehen demnach für höhere Bedarfswerte bei den Simulationsrechnungen, negative (grün dargestellte) Werte stehen entsprechend für niedrigere Bedarfswerte bei den Simulationsrechnungen. Wie bereits im Rahmen der vorhergehenden Auswertung werden einerseits die prozentualen Abweichungen je Modellgebäude und zusätzlich die mittleren Abweichungen für die Nutzungsprofile EFH und MFH ausgewiesen.

Tabelle 3-14: Prozentuale Abweichung des berechneten Heizwärmebedarfs nach Simulation mit $n=f(h)$ im Vergleich zur Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12.

DIN V 18599:2011-12 vs. Simulation $n=f(h)$		Jahres-Heizwärmebedarfs nach DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit $n=f(h)$ im Vergleich. Abweichung in [%] nach Simulation bezogen auf Bilanzierung nach DIN V 18599.								
		Nutzungsprofil EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$					Nutzungsprofil MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$			
		EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	+6,4	+11,2	+1,3	+9,2	+8,6	+7,34	+5,4	+4,7	+5,05
	schwer	+9,6	+14,4	+3,3	+12,2	+10,6	+10,02	+10,4	+9,3	+9,85
EnEV 2009+	leicht	-0,2	+4,0	-7,1	+1,1	+0,8	-0,28	-2,9	-1,4	-2,15
	schwer	+3,5	+7,7	-5,3	+3,8	+3,0	+2,54	+1,5	+3,4	+2,45
EnEV 2009++	leicht	-2,6	+0,7	-10,0	-1,7	-2,3	-3,18	-6,1	-3,2	-4,65
	schwer	+0,2	+3,7	-8,9	+0,2	-0,8	-1,12	-2,4	+0,6	-0,90
EnEV 2009+ ^{*2}	leicht	-1,5	+3,1	-8,9	-0,2	-0,4	-1,58	-4,6	-2,8	-3,70
	schwer	+2,4	+6,8	-7,0	+2,7	+2,0	+1,38	-0,2	+1,8	+0,80
EnEV 2009++ ^{*2}	leicht	-4,3	-0,7	-12,7	-3,3	-3,8	-4,96	-8,5	-5,3	-6,90
	schwer	-1,4	+3,0	-11,3	-1,0	-2,1	-2,56	-4,4	-2,1	-3,25
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	+8,8	+13,8	+3,2	+10,9	+9,3	+9,20	+6,3	+5,6	+5,95
	schwer	+10,1	+14,8	+3,7	+12,4	+10,6	+10,32	+9,4	+8,2	+8,80
EnEV 2009+	leicht	+1,4	+5,3	-5,9	+2,0	+1,0	+0,76	-2,6	-1,1	-1,85
	schwer	+3,6	+7,6	-5,1	+3,8	+2,8	+2,54	+0,4	+2,3	+1,35
EnEV 2009++	leicht	-1,4	+1,4	-9,2	-1,1	-2,4	-2,54	-6,1	-3,2	-4,65
	schwer	-0,0	+3,2	-8,9	-0,0	-1,0	-1,34	-3,8	-0,6	-2,20
EnEV 2009+ ^{*2}	leicht	+0,2	+4,4	-7,6	+0,9	-0,2	-0,46	-4,2	-2,4	-3,30
	schwer	+2,5	+6,8	-6,8	+2,7	+2,0	+1,44	-1,3	+0,9	-0,20
EnEV 2009++ ^{*2}	leicht	-3,0	+0,1	-11,7	-2,5	-3,8	-4,18	-8,5	-5,1	-6,80
	schwer	-1,5	+2,6	-11,4	-1,1	-2,2	-2,72	-5,9	-3,2	-4,55

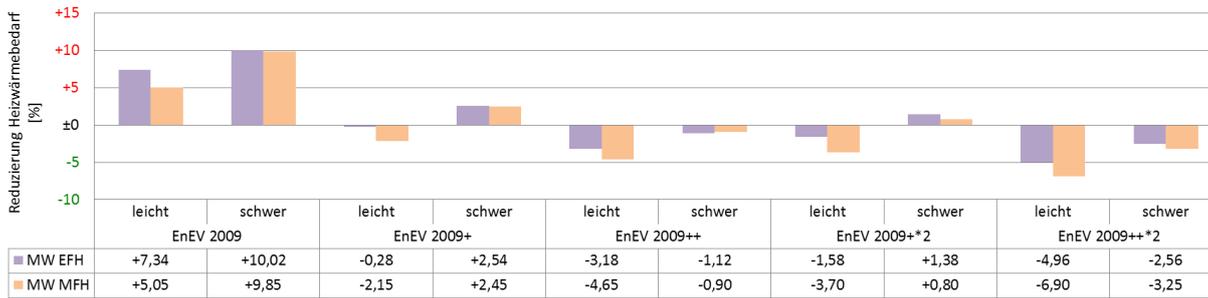
*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas ($g=0,60$)

Die mittleren Abweichungen zwischen DIN V 18599 und Simulation werden für die betrachteten Nutzungen EFH und MFH im folgenden Bild 3-9 grafisch dargestellt.

mit Nachabsenkung:

Abweichung Heizwärmebedarf in Simulation n=f(h) im Vergleich zu DIN V 18599 (2011)
(mit Nachabsenkung)



ohne Nachabsenkung:

Abweichung Heizwärmebedarf in Simulation n=f(h) im Vergleich zu DIN V 18599 (2011)
(ohne Nachabsenkung)

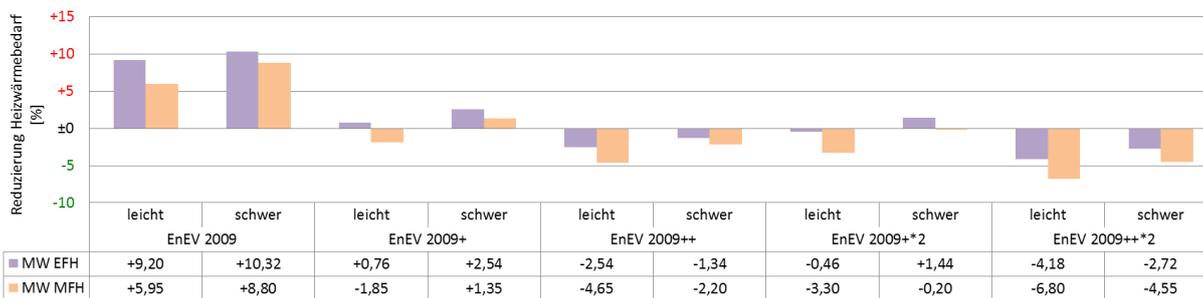


Bild 3-9: Mittlere Abweichung des Heizwärmebedarfs für die Modellgebäude mit Nutzung EFH und MFH nach Simulation gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12.

Die Auswertungen in Tabelle 3-14 zeigen einerseits, dass die in Bild 3-9 dargestellten mittleren Abweichungen für das Nutzungsprofil EFH zwischen DIN V 18599 und Simulation vergleichsweise gut mit den für das Einfamilienhaus ermittelten Abweichungen übereinstimmen. Andererseits zeigen die Auswertungen aber auch, dass die gebäudeweise ermittelten Abweichungen vergleichsweise stark voneinander abweichen: während sich z.B. für das Wärmeschutzniveau EnEV 2009 bei leichter Bauart mit Nachabsenkung (Werte der ersten Zeile in Tabelle 3-14) bei dem Doppelhaus Nord bei der Simulation nur um 1,3 Prozent höhere Bedarfswerte ergeben, stehen demgegenüber um 11,2 Prozent höhere Werte bei dem Bungalow. Die größten Differenzen in den gebäudeweise ermittelten Abweichungen können ebenfalls beim Vergleich zwischen Doppelhaus Nord und Bungalow für das Niveau EnEV 2009+*2 bei schwerer Bauart und mit Nachtlüftung festgestellt werden: für diesen Fall liegen die nach Simulation für das Doppelhaus Nord ermittelten Bedarfswerte in der Simulation um 11,3 Prozent niedriger als nach DIN V 18599 und für den Bungalow um 3,0 Prozent höher als nach DIN V 18599.

Eine Begründung für die gebäudeweise unterschiedlichen Abweichungen zwischen DIN V 18599 und Simulation konnte im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht gefunden werden. Da sich die ermittelten prozentualen Abweichungen zwischen DIN V 18599 und Simulation weder über das A/V-Verhältnis noch über orientierungsabhängige Fensterflächenanteile bzw. die hiervon abhängigen solaren Wärmeeinträgen in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen lassen, sind zur Begründung für die festgestellten Abweichungen weitergehende Untersuchungen notwendig. Es wird vermutet, dass eine mögliche Ursache für die Abweichungen bei der Ermittlung des Ausnutzungsgrades der Wärmeeinträge zu suchen ist. In diesem Zusammenhang ist zu prüfen, ob und inwieweit die bestehenden Ansätze zur Bestimmung dieses Ausnutzungsgrades für Gebäude auf Wärmeschutzniveau EnEV 2009 oder besser richtig beschreiben. Dass die Bestimmung des Ausnutzungsgrades der Wärmeeinträge ohnehin einer Überarbeitung bzw. Anpassung an aktuelle

Randbedingungen bedarf, zeigen insbesondere die folgenden Auswertungen zum Einfluss der Bauart.

3.4.2.1 Einfluss der Bauart

Um den Einfluss der Bauart auf die ermittelten Heizwärmebedarfswerte darzustellen, folgt in Tabelle 3-15 für alle betrachteten Gebäudetypen fallweise die Angabe der prozentualen Bedarfsveränderung bei schwerer Bauart im Vergleich zu einer Ausführung in leichter Bauart. Zusätzlich zur prozentualen Veränderung für jeden Gebäudetyp werden die mittleren prozentualen Veränderungen für die Nutzungsprofile EFH und MFH ausgewiesen. Die Angaben im oberen Teil der Tabelle repräsentieren die Ergebnisse der Bilanzierung nach DIN V 18599, im unteren Teil sind die Ergebnisse der Simulationsrechnungen angegeben.

Tabelle 3-15: Prozentuale Veränderung des Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart im Vergleich zur leichten Bauart nach DIN V 18599 und Simulation für alle betrachteten Gebäudetypen.

leicht vs. schwer in DIN V 18599 (2011)	Veränderung des Jahres-Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart in [%] bezogen auf eine Ausführung in leichter Bauart									
	Nutzungsprofil EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$						Nutzungsprofil MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$			
	EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH	
mit NA	EnEV 2009	-2,2	-1,6	-1,1	-1,9	-1,5	-1,66	-3,6	-2,8	-3,20
	EnEV 2009+	-2,0	-1,4	-0,9	-1,6	-1,2	-1,42	-3,4	-2,6	-3,00
	EnEV 2009++	-1,7	-1,3	-0,6	-1,2	-0,9	-1,14	-3,2	-2,5	-2,85
	EnEV 2009+ ^{*2}	-2,2	-1,6	-1,0	-1,8	-1,3	-1,58	-3,6	-2,8	-3,20
	EnEV 2009++ ^{*2}	-2,1	-1,6	-1,0	-1,6	-1,2	-1,50	-3,7	-2,7	-3,20
ohne NA	EnEV 2009	-3,0	-2,3	-2,1	-2,9	-2,6	-2,58	-4,7	-4,0	-4,35
	EnEV 2009+	-3,0	-2,3	-2,1	-2,8	-2,5	-2,54	-4,8	-4,0	-4,40
	EnEV 2009++	-2,9	-2,3	-2,0	-2,7	-2,4	-2,46	-4,7	-4,1	-4,40
	EnEV 2009+ ^{*2}	-3,2	-2,5	-2,2	-3,0	-2,7	-2,72	-4,9	-4,3	-4,60
	EnEV 2009++ ^{*2}	-3,3	-2,7	-2,2	-3,1	-2,7	-2,80	-5,1	-4,3	-4,70

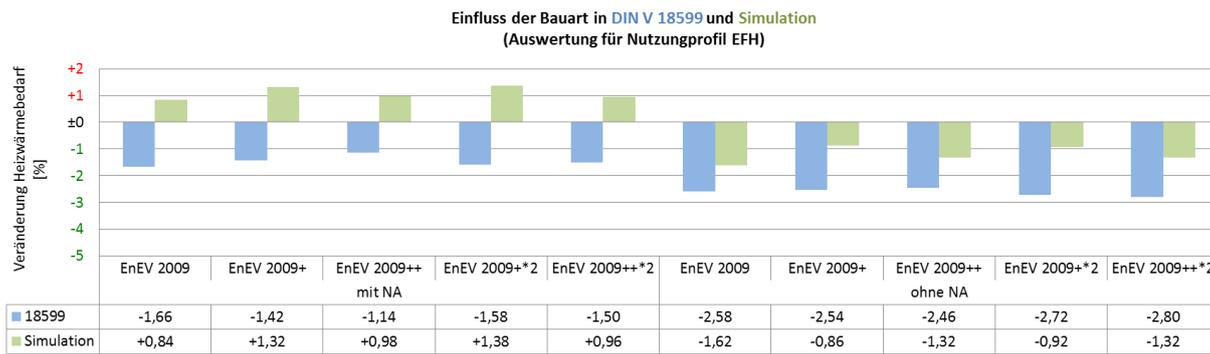
leicht vs. schwer in Simulation (n=f(h))	Veränderung des Jahres-Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart in [%] bezogen auf eine Ausführung in leichter Bauart									
	Nutzungsprofil EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$						Nutzungsprofil MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$			
	EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH	
mit NA	EnEV 2009	+0,8	+1,3	+0,9	+0,9	+0,3	+0,84	+1,0	+1,5	+1,25
	EnEV 2009+	+1,6	+2,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,32	+0,9	+2,1	+1,50
	EnEV 2009++	+1,1	+1,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,98	+0,6	+1,4	+1,00
	EnEV 2009+ ^{*2}	+1,7	+2,0	+1,0	+1,1	+1,1	+1,38	+0,9	+1,8	+1,35
	EnEV 2009++ ^{*2}	+0,8	+2,0	+0,6	+0,8	+0,6	+0,96	+0,5	+0,6	+0,55
ohne NA	EnEV 2009	-1,9	-1,5	-1,6	-1,6	-1,5	-1,62	-1,9	-1,6	-1,75
	EnEV 2009+	-0,9	-0,2	-1,2	-1,2	-0,8	-0,86	-1,9	-0,7	-1,30
	EnEV 2009++	-1,5	-0,8	-1,7	-1,6	-1,0	-1,32	-2,4	-1,5	-1,95
	EnEV 2009+ ^{*2}	-1,0	-0,3	-1,4	-1,3	-0,6	-0,92	-2,1	-1,1	-1,60
	EnEV 2009++ ^{*2}	-1,8	-0,3	-1,8	-1,7	-1,0	-1,32	-2,4	-2,3	-2,35

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Die zusammenfassende Auswertung der Heizwärmebedarfswerte zum Einfluss der Bauart in Tabelle 3-15 bestätigt die Ergebnisse aus der detaillierten Betrachtung des Einfamilienhauses: während aus der Bilanzierung nach DIN V 18599 in allen betrachteten Fällen für die schwere Bauart bei ansonsten gleichen Randbedingungen niedrigere Bedarfswerte gegenüber einer leichten Bauart hervorgehen (alle dargestellten prozentualen Veränderungen sind negativ, was einer Bedarfsreduzierung gegenüber der leichten Bauart entspricht), ergeben die Simulationsrechnungen, dass nur für den Betrachtungsfall ohne Nachtabsenkung bei schwerer Bauart niedrigere Bedarfswerte berechnet werden. Erfolgt der Ansatz eines reduzierten Heizbetriebs, so ergeben sich für die schwere Bauart höhere Heizwärmebedarfswerte als bei leichter Bauart (die ermittelten prozentualen Veränderungen sind in allen Fällen positiv, was einer Bedarfserhöhung gegenüber der leichten Bauart entspricht).

Eine grafische Darstellung zur Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs von der Bauart erfolgt in Bild 3-10 für die mittleren Veränderungen bei den Nutzungsprofilen EFH (oben) und MFH (unten).

Nutzungsprofil EFH:



Nutzungsprofil MFH

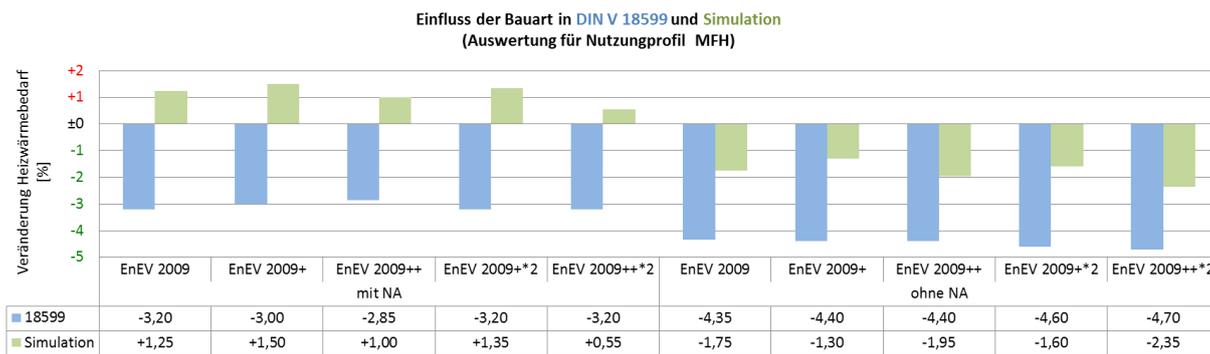


Bild 3-10: Mittlere prozentuale Veränderung des Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart im Vergleich zur leichten Bauart nach DIN V 18599 und Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten).

Sowohl die tabellarischen Auswertungen in Tabelle 3-15 als auch die grafische Darstellung in Bild 3-10 zu den mittleren Veränderungen des Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart im Vergleich zur leichten Bauart zeigen, dass das instationäre Zeitverhalten durch den aktuellen Berechnungsansatz nach DIN V 18599 nicht übereinstimmend mit den Simulationsrechnungen beschrieben wird. Sowohl für die Betrachtung des Nutzungsprofils EFH als auch für das Nutzungsprofil MFH zeigen die Simulationsrechnungen, dass die leichte Bauart bei der Betrachtung mit reduziertem Heizbetrieb während der Nachtstunden (Bezeichnung in Bild 3-10: „mit NA“) zu geringeren Bedarfswerten gegenüber der schweren Bauart führt.

Die Ursache für die festgestellte Fehlbewertung nach DIN V 18599 wird in einem nicht dem nach EnEV 2009 geforderten bzw. darüber hinausgehendem Mindestwärmeschutzniveau gerecht werdendem Berechnungsansatz zur Bestimmung des Ausnutzungsgrades der Wärmeeinträge vermutet. Insbesondere das instationäre Zeitverhalten von Gebäuden auf hohem Wärmeschutzniveau scheint durch die derzeitigen Berechnungsvorschriften der DIN V 18599 nicht richtig beschrieben zu werden. Für die künftigen Arbeiten zur Fortschreibung dieses Normenwerkes sollten die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen aufgegriffen und einer detaillierten Analyse zugeführt werden.

3.4.2.2 Einfluss eines durchgehenden Heizbetriebs gegenüber einer Nachtabsenkung

Während der Fokus der Ergebnisauswertung im vorhergehenden Abschnitt auf den Einfluss der Bauart gelegt ist, stellen die folgenden Auswertungen den Einfluss eines durchgehenden Heizbetriebes im Vergleich zu Heizbetrieb mit Nachtabsenkung dar.

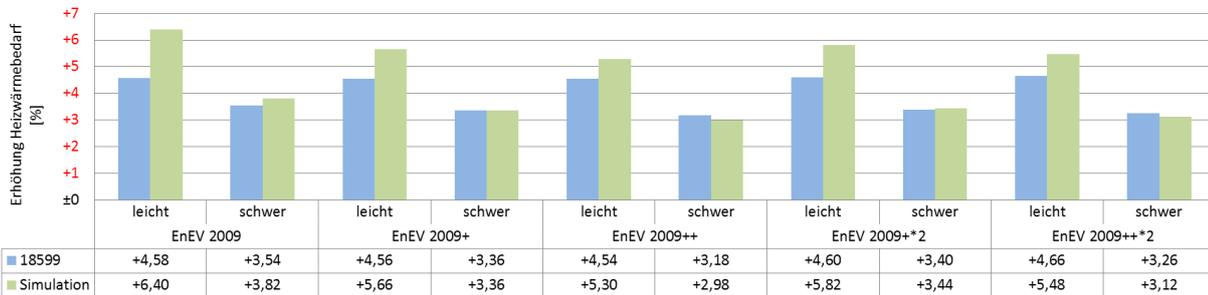
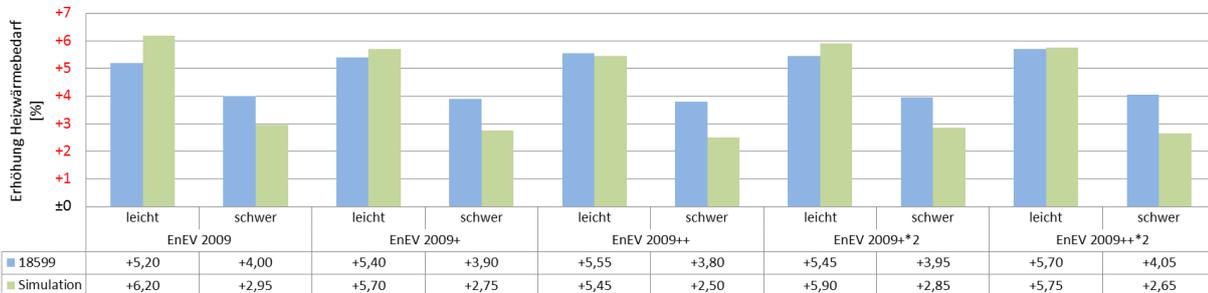
Wie zuvor erfolgt zunächst in Tabelle 3-16 für jedes betrachtete Modellgebäude die Angabe der prozentualen Bedarfsveränderung im Fall eines durchgehenden Heizbetriebs gegenüber einer Berechnung mit Nachtabsenkung. Zusätzlich erfolgt in Bild 3-11 die grafische Darstellung der mittleren Reduzierung des Heizwärmebedarfs für das Nutzungsprofil EFH (oben) und MFH (unten).

Tabelle 3-16: Prozentuale Erhöhung des Heizwärmebedarfs bei durchgehendem Heizbetrieb im Vergleich zu einem Heizbetrieb mit Nachtabsenkung nach DIN V 18599 und Simulation für alle betrachteten Gebäudetypen.

mit NA vs. ohne NA in DIN V 18599 (2011)		Erhöhung des Jahres-Heizwärmebedarfs bei durchgehendem Heizbetrieb (ohne NA) in [%] im Vergleich zu einem reduzierten Heizbetrieb (mit NA)								
		Nutzungsprofil EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$						Nutzungsprofil MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$		
		EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH
EnEV 2009	leicht	+4,6	+4,5	+4,5	+4,7	+4,6	+4,58	+5,3	+5,1	+5,20
	schwer	+3,7	+3,7	+3,4	+3,6	+3,3	+3,54	+4,1	+3,9	+4,00
EnEV 2009+	leicht	+4,6	+4,5	+4,5	+4,7	+4,5	+4,56	+5,5	+5,3	+5,40
	schwer	+3,6	+3,5	+3,2	+3,4	+3,1	+3,36	+4,0	+3,8	+3,90
EnEV 2009++	leicht	+4,5	+4,5	+4,5	+4,7	+4,5	+4,54	+5,6	+5,5	+5,55
	schwer	+3,3	+3,4	+3,0	+3,2	+3,0	+3,18	+3,9	+3,7	+3,80
EnEV 2009+*2	leicht	+4,7	+4,5	+4,5	+4,7	+4,6	+4,60	+5,5	+5,4	+5,45
	schwer	+3,6	+3,6	+3,2	+3,4	+3,2	+3,40	+4,1	+3,8	+3,95
EnEV 2009++*2	leicht	+4,8	+4,6	+4,5	+4,8	+4,6	+4,66	+5,9	+5,5	+5,70
	schwer	+3,5	+3,4	+3,2	+3,2	+3,0	+3,26	+4,3	+3,8	+4,05

mit NA vs. ohne NA in Simulation (n=f(h))		Erhöhung des Jahres-Heizwärmebedarfs bei durchgehendem Heizbetrieb (ohne NA) in [%] im Vergleich zu einem reduzierten Heizbetrieb (mit NA)								
		Nutzungsprofil EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$						Nutzungsprofil MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$		
		EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH
EnEV 2009	leicht	+7,0	+7,0	+6,4	+6,4	+5,2	+6,40	+6,3	+6,1	+6,20
	schwer	+4,2	+4,1	+3,8	+3,7	+3,3	+3,82	+3,1	+2,8	+2,95
EnEV 2009+	leicht	+6,3	+5,8	+5,7	+5,7	+4,8	+5,66	+5,8	+5,6	+5,70
	schwer	+3,6	+3,5	+3,4	+3,3	+3,0	+3,36	+2,8	+2,7	+2,75
EnEV 2009++	leicht	+5,9	+5,3	+5,4	+5,4	+4,5	+5,30	+5,5	+5,4	+5,45
	schwer	+3,2	+2,9	+3,0	+3,0	+2,8	+2,98	+2,5	+2,5	+2,50
EnEV 2009+*2	leicht	+6,5	+5,9	+5,9	+5,9	+4,9	+5,82	+6,0	+5,8	+5,90
	schwer	+3,7	+3,5	+3,5	+3,4	+3,1	+3,44	+2,9	+2,8	+2,85
EnEV 2009++*2	leicht	+6,1	+5,4	+5,7	+5,6	+4,6	+5,48	+5,8	+5,7	+5,75
	schwer	+3,4	+3,0	+3,1	+3,1	+3,0	+3,12	+2,7	+2,6	+2,65

 *2 Ausführung Fensterglas als Weißglas ($g=0,60$)

Nutzungsprofil EFH:
**Einfluss eines durchgehenden Heizbetriebs in DIN V 18599 und Simulation
(Erhöhung HWB in % bezogen auf Fall "mit NA", Auswertung für Nutzungsprofil EFH)**

Nutzungsprofil MFH
**Einfluss eines durchgehenden Heizbetriebs in DIN V 18599 und Simulation
(Erhöhung HWB in % bezogen auf Fall "mit NA", Auswertung für Nutzungsprofil MFH)**

Bild 3-11: Mittlere Erhöhung des Heizwärmebedarfs bei durchgehendem Heizbetrieb im Vergleich zu einem Heizbetrieb mit Nachtabsenkung nach DIN V 18599 und Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten).

Grundsätzlich übereinstimmend für den Vergleich zwischen DIN V 18599 und Simulation kann nach Tabelle 3-16 bzw. Bild 3-11 festgehalten werden, dass aus einer Berechnung mit Ansatz eines durchgehenden Heizbetriebs höhere Bedarfswerte gegenüber einer Berechnung mit Nachtabsenkung resultieren. Ein niveaubezogener Vergleich zwischen leichter und

schwerer Bauart zeigt sowohl nach DIN V 18599 als auch nach Simulation, dass sich bei leichter Bauart deutlichere Bedarfserhöhungen bei durchgehendem Heizbetrieb einstellen als bei schwerer Bauart. Der Unterschied zwischen leichter und schwerer Bauart stellt sich jedoch im Fall der Simulationsrechnungen deutlicher dar, sodass davon ausgegangen werden kann, dass eine Anpassung im Berechnungsansatz für den Ausnutzungsgrad der Wärmeeinträge zu einer besseren Übereinstimmung zwischen DIN V 18599 und Simulation hinsichtlich der relativen Abbildung der Abhängigkeiten von den Einzeleinflüssen Bauart und Art des Heizungsbetriebs führen wird.

3.4.2.3 Einfluss Wärmeschutzniveau

Die folgenden Auswertungen geben fallweise die prozentuale Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die betrachteten Wärmeschutzniveaus EnEV 2009+ EnEV 2009++ bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas und als Weißglas (Bezeichnung EnEV 2009+*2 und EnEV 2009++*2) wieder. Zusätzlich zur tabellarischen Auswertung für alle Modellgebäude in Tabelle 3-17 erfolgt in Bild 3-12 und Bild 3-13 die grafische Darstellung der mittleren Reduzierungen der Bedarfswerte für die Nutzungsprofile EFH und MFH.

Tabelle 3-17: Prozentuale Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ im Vergleich zum Niveau EnEV 2009 nach DIN V 18599 und Simulation für alle betrachteten Gebäudetypen.

EnEV 2009+ und EnEV 2009++ vs. EnEV 2009 in DIN V 18599 (2011)		Reduzierung des Jahres-Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ in [%] bezogen auf das Niveau EnEV 2009									
		Nutzungsprofil EFH mit q _e = 45 Wh/(m ² d)						Nutzungsprofil MFH mit q _e = 90 Wh/(m ² d)			
		EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH	
A/Ve-Verhältnis [m ² /m ³]		0,79	1,12	0,49	0,49	0,39		0,44	0,40		
mit NA	leicht	EnEV 2009+	-22,6	-22,8	-18,5	-19,0	-15,4	-19,7	-24,0	-23,0	-23,5
		EnEV 2009++	-36,7	-38,3	-29,2	-29,8	-24,4	-31,7	-35,8	-34,9	-35,4
	schwer	EnEV 2009+	-22,5	-22,7	-18,3	-18,8	-15,2	-19,5	-23,8	-22,8	-23,3
		EnEV 2009++	-36,4	-38,1	-28,9	-29,4	-24,0	-31,4	-35,6	-34,7	-35,2
	leicht	EnEV 2009+ ^{*2}	-24,3	-24,1	-19,9	-20,8	-17,1	-21,2	-25,9	-24,5	-25,2
		EnEV 2009++ ^{*2}	-39,8	-40,7	-31,9	-33,4	-27,8	-34,7	-39,5	-37,9	-38,7
schwer	EnEV 2009+ ^{*2}	-24,3	-24,1	-19,8	-20,7	-17,0	-21,2	-25,9	-24,6	-25,3	
	EnEV 2009++ ^{*2}	-39,7	-40,8	-31,8	-33,2	-27,6	-34,6	-39,6	-37,8	-38,7	
ohne NA	leicht	EnEV 2009+	-19,1	-19,3	-14,9	-15,2	-11,6	-16,0	-19,8	-18,9	-19,4
		EnEV 2009++	-33,7	-35,5	-26,0	-26,5	-21,0	-28,5	-32,3	-31,4	-31,9
	schwer	EnEV 2009+	-19,7	-19,9	-15,7	-16,0	-12,5	-16,8	-20,8	-19,9	-20,4
		EnEV 2009++	-34,2	-36,0	-26,7	-27,1	-21,7	-29,1	-33,0	-32,3	-32,7
	leicht	EnEV 2009+ ^{*2}	-20,7	-20,7	-16,3	-17,1	-13,3	-17,6	-21,8	-20,5	-21,2
		EnEV 2009++ ^{*2}	-36,9	-38,0	-28,9	-30,2	-24,4	-31,7	-36,0	-34,5	-35,3
schwer	EnEV 2009+ ^{*2}	-21,6	-21,4	-17,3	-18,1	-14,4	-18,6	-22,9	-21,7	-22,3	
	EnEV 2009++ ^{*2}	-37,6	-38,7	-29,7	-31,0	-25,4	-32,5	-37,0	-35,5	-36,3	

EnEV 2009+ und EnEV 2009++ vs. EnEV 2009 in Simulation (n=f(h))		Reduzierung des Jahres-Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ in [%] bezogen auf das Niveau EnEV 2009									
		Nutzungsprofil EFH mit q _e = 45 Wh/(m ² d)						Nutzungsprofil MFH mit q _e = 90 Wh/(m ² d)			
		EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH	
A/Ve-Verhältnis [m ² /m ³]		0,79	1,12	0,49	0,49	0,39		0,44	0,40		
mit NA	leicht	EnEV 2009+	-27,4	-27,8	-25,2	-25,0	-21,5	-25,4	-29,9	-27,5	-28,7
		EnEV 2009++	-42,0	-44,2	-37,1	-36,9	-32,1	-38,5	-42,8	-39,9	-41,4
	schwer	EnEV 2009+	-26,9	-27,2	-25,1	-24,9	-21,0	-25,0	-30,0	-27,0	-28,5
		EnEV 2009++	-41,8	-43,9	-37,2	-36,9	-31,8	-38,3	-43,1	-40,0	-41,6
	leicht	EnEV 2009+ ^{*2}	-29,9	-29,6	-27,9	-27,6	-24,1	-27,8	-32,9	-30,0	-31,5
		EnEV 2009++ ^{*2}	-45,8	-47,1	-41,3	-41,0	-36,1	-42,3	-47,4	-43,8	-45,6
schwer	EnEV 2009+ ^{*2}	-29,3	-29,1	-27,8	-27,5	-23,5	-27,4	-33,0	-29,8	-31,4	
	EnEV 2009++ ^{*2}	-45,8	-46,7	-41,5	-41,1	-35,9	-42,2	-47,7	-44,3	-46,0	
ohne NA	leicht	EnEV 2009+	-27,9	-28,6	-25,7	-25,5	-21,9	-25,9	-30,2	-27,8	-29,0
		EnEV 2009++	-42,6	-45,1	-37,7	-37,4	-32,5	-39,1	-43,2	-40,2	-41,7
	schwer	EnEV 2009+	-27,2	-27,7	-25,4	-25,2	-21,3	-25,4	-30,2	-27,1	-28,7
		EnEV 2009++	-42,4	-44,6	-37,7	-37,4	-32,2	-38,9	-43,5	-40,2	-41,9
	leicht	EnEV 2009+ ^{*2}	-30,2	-30,3	-28,2	-28,0	-24,3	-28,2	-33,1	-30,1	-31,6
		EnEV 2009++ ^{*2}	-46,3	-47,8	-41,7	-41,4	-36,4	-42,7	-47,7	-44,0	-45,9
schwer	EnEV 2009+ ^{*2}	-29,6	-29,5	-28,1	-27,7	-23,6	-27,7	-33,2	-29,8	-31,5	
	EnEV 2009++ ^{*2}	-46,2	-47,2	-41,9	-41,4	-36,1	-42,6	-47,9	-44,4	-46,2	

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

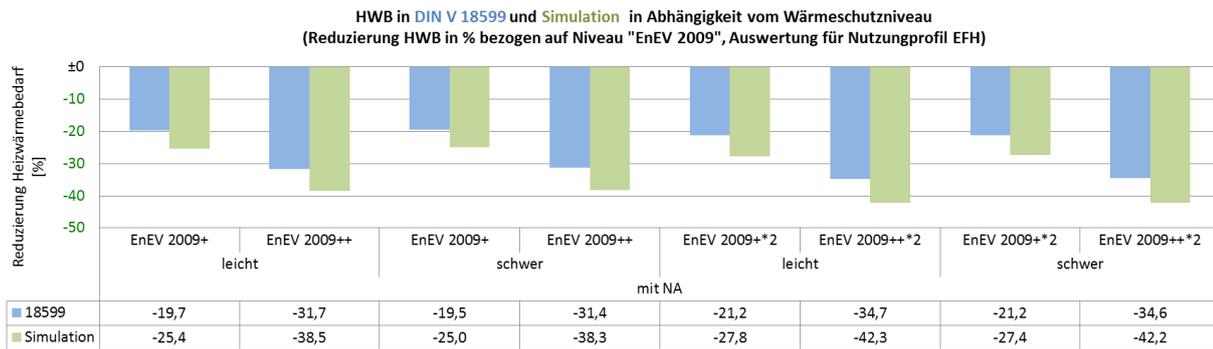
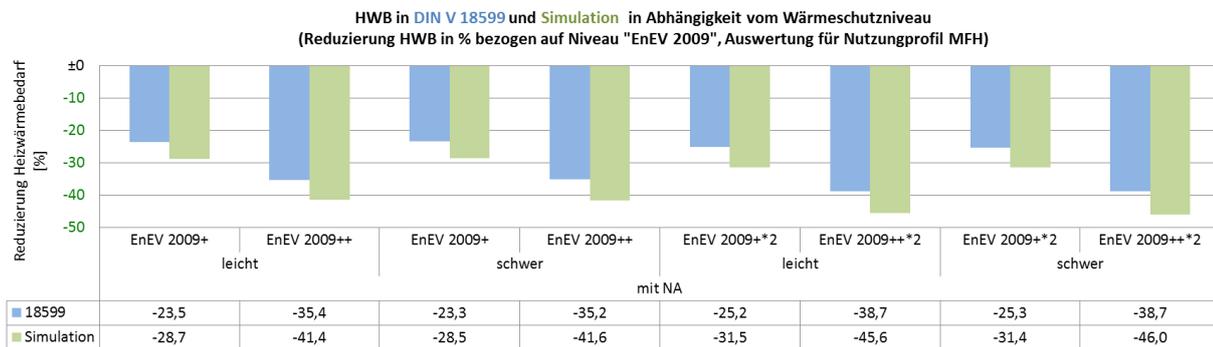
Nutzungsprofil EFH mit Nachtabsenkung:

Nutzungsprofil MFH mit Nachtabsenkung


Bild 3-12: Mittlere Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ im Vergleich zum Niveau EnEV 2009 nach DIN V 18599 und Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten) für den Betrachtungsfall mit Nachtabsenkung („mit NA“).

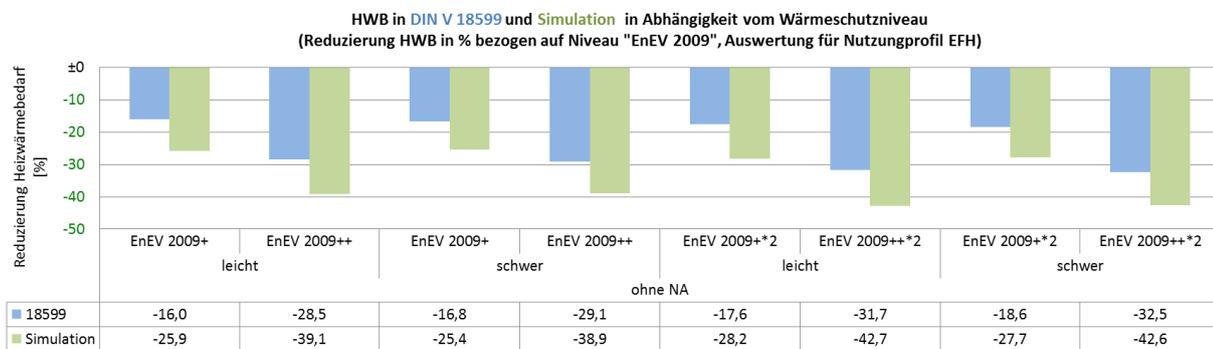
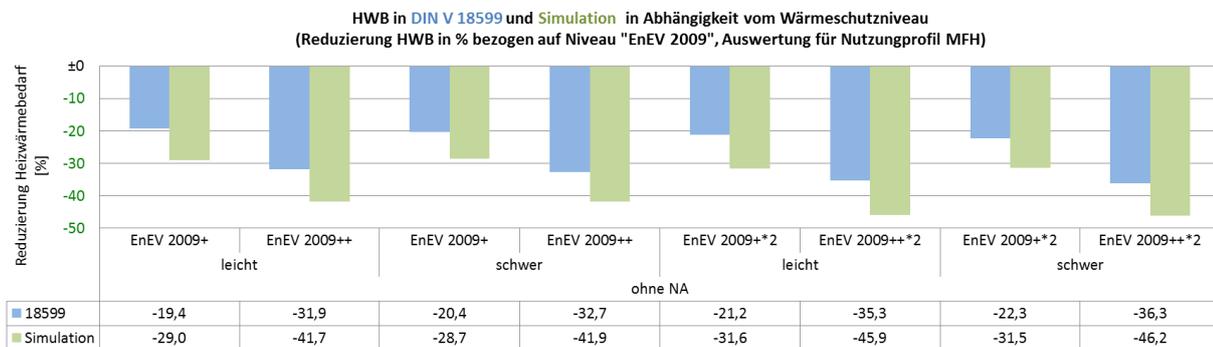
Nutzungsprofil EFH ohne Nachtabsenkung:

Nutzungsprofil MFH ohne Nachtabsenkung


Bild 3-13: Mittlere Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ im Vergleich zum Niveau EnEV 2009 nach DIN V 18599 und Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten) für den Betrachtungsfall ohne Nachtabsenkung („ohne NA“).

Die Auswertungen zur relativen Bedarfsminderung in Abhängigkeit des jeweils zugrunde gelegten Wärmeschutzniveaus in Tabelle 3-17 zeigen, dass abhängig vom betrachteten Gebäudetyp teilweise deutliche Unterschiede in den relativen Bedarfsminderungen festgestellt werden können. Diese Unterschiede können einerseits auf die jeweils unterschiedlichen A/V_e -Verhältnisse zurückgeführt werden, welche in Tabelle 3-17 mit aufgeführt sind, andererseits haben solare Wärmeeinträge, die sich von Gebäude zu Gebäude teilweise deutlich unterscheiden (vgl. Gebäudesteckbriefe der Modellgebäude in Anhang A 2) ebenfalls einen großen Einfluss. Zur Analyse und Quantifizierung der relevanten Einzeleinflüsse werden weitergehende Untersuchungen empfohlen.

Der direkte Vergleich zwischen DIN V 18599 und Simulation zeigt, dass aus den Ergebnissen der Simulationsrechnungen eine deutlichere Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs vom Wärmeschutzniveau hervorgeht als durch DIN V 18599 abgebildet. Somit liegen die Bewertungen nach DIN V 18599 gegenüber der Simulation „auf der sicheren Seite“. Insofern resultiert aus der Detailbetrachtung zur Abhängigkeit des Heizwärmebedarfs vom jeweils zugrunde gelegten Wärmeschutzniveau kein zusätzlicher Überarbeitungs- bzw. Korrekturbedarf für die DIN V 18599.

4 Auswertungen zum Kühlkältebedarf

Eine anlagentechnische Kühlung für Wohngebäude ist im Gebäudebestand in Deutschland unüblich und auch für Neubauten auf vergleichsweise hohem Wärmeschutzstandard, wie im Rahmen dieses Vorhabens durch die Niveaus EnEV 2009, EnEV 2009+ und EnEV 2009++ beschrieben, nicht erforderlich. Voraussetzung ist allerdings, dass einerseits geeignete Sonnenschutzvorrichtungen zum Einsatz kommen und andererseits dass eine angemessene nutzerseitige (natürliche) Belüftung der Gebäude erfolgt.

Erfolgt eine energetische Bilanzierung für Wohngebäude nach DIN V 18599 wird unabhängig davon, ob das Gebäude tatsächlich gekühlt wird oder nicht, ein Nutzkältebedarf für Kühlung ($Q_{c,b}$) nach Gleichung (4-1) berechnet. Analog zur Verwendung des Begriffs Heizwärmebedarf wird dieser Energiebedarf im Folgenden als Kühlkältebedarf bezeichnet.

$$Q_{c,b} = (1 - \eta) * Q_{source} \quad (4-1)$$

mit:

$Q_{c,b}$ *Kühlkältebedarf des Gebäudes*
 η *der monatliche Ausnutzungsgrad der Wärmequellen (für Heizzwecke)*
 Q_{source} *die Summe der Wärmequellen im Gebäude*

Demnach ergibt sich der rechnerische Kühlkältebedarf aus dem für Heizzwecke nicht nutzbaren Anteil $(1 - \eta)$ der Summe aller Wärmeeinträge im Gebäude. Die Ermittlung der Wärmeeinträge und die Bestimmung des für Heizzwecke nutzbaren Anteils dieser Wärmeeinträge erfolgt hierbei für Wohngebäude unabhängig von der Art des Sonnenschutzes. Konsequenz dieses Ansatzes ist, dass auch der Kühlkältebedarfs als eine von der Art des Sonnenschutzes (also vom F_C -Wert bzw. vom g_{total} -Wert) unabhängige Größe aus der Bilanz hervorgeht. Dass durch einen geeigneten Sonnenschutz aber eine erhebliche Reduzierung der solaren Wärmeeinträge erreicht werden kann (vgl. Abschnitte 4.3 und 4.4) und somit auch der rechnerische Kühlbedarf entscheidend durch das Vorhandensein eines Sonnenschutzes beeinflusst werden kann, stellt die derzeitige Berechnungsvorschrift zur Bestimmung des Kühlkältebedarfs nach (4-1) grundsätzlich in Frage.

Zusätzlich zum Einfluss eines Sonnenschutzes besteht in einem angemessenen Lüftungsverhalten großes Potenzial zur Reduzierung der thermischen Beanspruchung eines Gebäudes. Durch den Ansatz eines saisonalen, in Abhängigkeit von den mittleren monatlichen Außentemperaturen bestimmten Luftwechsels, wie mit der Neufassung der DIN V 18599:2011-12 eingeführt, ergeben sich gegenüber dem bisherigen Ansatz eines konstanten Luftwechsels nach DIN V 18599:2007-02 ($n = 0,5 \text{ h}^{-1}$) für die warme Jahreszeit durchweg höhere mittlere Luftwechselraten. Hieraus resultieren höhere Lüftungswärmesenken und in der Folge zwangsläufig auch geringere Kühlkältebedarfswerte im Vergleich zu dem Ansatz eines konstanten Luftwechsels nach DIN V 18599:2007-02 (vgl. Abschnitt 4.1). Welches tatsächliche Potenzial zur Reduzierung der thermischen Beanspruchung aus einem angemessenen nutzerseitigen Lüftungsverhalten (erhöhte Tag- und Nachtlüftung bei entsprechenden Temperaturrandbedingungen) hervorgeht, kann durch die Monatsbilanz nach DIN V 18599:2011-12 allerdings nicht abgebildet werden. Hierzu erfolgt in Abschnitt 4.3 die Auswertung von Simulationsrechnungen für unterschiedlichen Tag- und Nachtlüftungsansätze.

Für einen Vergleich der Ergebnisse der Monatsbilanzierung zu den Ergebnissen einer Simulationsrechnung besteht die grundsätzliche Schwierigkeit darin, einen für die Simulationsrechnung vergleichbaren und zugleich realitätsnahen Ansatz bezüglich der Lüftungsrandbedingungen zu wählen. Zunächst erfolgt die Auswertung der Simulationsrechnungen für die drei im Folgenden beschriebenen Lüftungsansätze, die sich an den Festlegungen der Luftwechselraten nach DIN V 18599 in den unterschiedlichen Normenfassungen orientieren:

Bezeichnung:	Erläuterung:
$n = \text{konst}$	Ansatz eines konstanten Luftwechsels in Höhe von $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ wie auch nach DIN V 18599:2007-02 angesetzt
$n = f(\text{mth})$	Ansatz der gemäß DIN V 18599:2011-12 in Abhängigkeit der mittleren monatlichen Außentemperatur bestimmten Luftwechselraten als konstante Luftwechselraten in den entsprechenden Monaten
$n = f(h)$	Anwendung des Berechnungsansatzes nach DIN V 18599:2011-12 zur Bestimmung des saisonalen Luftwechsels in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur auf Stundenbasis

Bild 4-1 stellt die jeweils in Ansatz gebrachten Luftwechselraten für die zuvor beschriebenen Simulationsvarianten gegenüber.

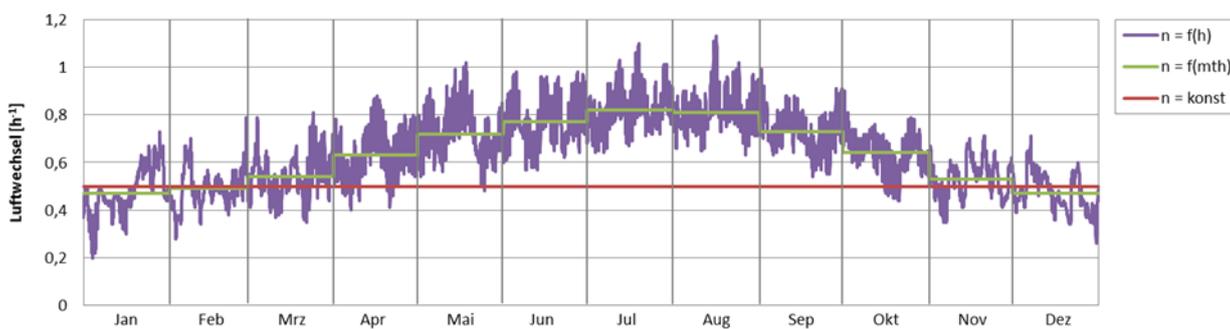


Bild 4-1: Luftwechselraten in den Simulationsvarianten

Weitere Ansätze unter Einbeziehung temperaturabhängig erhöhter Tag- und Nachtlüftungswechselraten, die eher einem realen Lüftungsverhalten entsprechen, werden in Abschnitt 4.3 ergänzt und den zuvor erläuterten Ansätzen gegenübergestellt.

Wie bereits im Rahmen der Berechnungen zum Heizwärmebedarf stellt Abschnitt 4.1 zunächst dar, welche Veränderungen sich für den bilanzierten Kühlkältebedarf infolge einzelner Teile der Normenüberarbeitung ergeben. Anschließend erfolgt in Abschnitt 4.2 die Gegenüberstellung von Berechnungen nach DIN V 18599 zu Simulationsrechnungen für Situationen, die derzeit von DIN V 18599 abgebildet werden können. Hierbei wird eine Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von der Art des Sonnenschutzes sowie von den Einflüssen einer erhöhten Tag- und Nachtlüftung nicht abgebildet. Die Ergebnisse der Untersuchungen zu diesen Einflüssen werden in Abschnitt 4.3 dargestellt.

Die Detailbetrachtungen der Abschnitten 4.1 bis 4.3 beziehen sich zunächst im Wesentlichen auf Auswertungen zum Einfamilienhaus, die Auswertung zur Gegenüberstellung von alter und neuer Normenfassung der DIN V 18599 erfolgt für das Einfamilienhaus und das kleine Mehrfamilienhaus, da sich die Ergebnisse dieser Berechnungen aufgrund der in den Nutzungsprofilen EFH und MFH abweichenden Höhe der internen Wärmeeinträge deutlich unterscheiden. Sämtliche Ergebnisse und Auswertungen sind für die übrigen Modellgebäude in Anhang C ergänzt. Eine zusammenfassende Auswertung für alle betrachteten Gebäudetypen folgt in Abschnitt 4.4.

Um die Bilanzierung nach DIN V 18599 mit den Auswertungen der Simulationsrechnungen vergleichen zu können, wird in beiden Fällen eine Raum-Solltemperatur von 26 °C für den Kühlfall zugrunde gelegt. Das bedeutet für die Bilanzierung nach DIN V 18599, dass der Standardwert für $\theta_{i,c,\text{soll}}$ nach DIN V 18599:2011-12 von 25 °C auf 26 °C angehoben wird.

4.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599

In diesem Abschnitt erfolgt zunächst eine grundsätzliche Betrachtung der kühlkältebedarfsrelevanten Änderungen, die sich im Zusammenhang mit der Novellierung der Berechnungsansätze aus DIN V 18599 ergeben. Hierbei wird die bereits für die Betrachtung der heizwärmebedarfsrelevanten Änderungen (vgl. Abschnitt 3.2) dokumentierte Systematik der Darstellung aufgegriffen. Angegeben sind demnach in Tabelle 4-1 (für das Einfamilienhaus) und Tabelle 4-2 (für das kleine Mehrfamilienhaus) jeweils die absoluten Kühlkältebedarfswerte der einzelnen Varianten. Zusätzlich erfolgt die Angabe von prozentualen Veränderungen, wobei sich alle Angaben auf den Berechnungsfall DIN V 18599:2007-02 (100 %) unter Ansatz des nach dieser Normenfassung bzw. EnEV 2009 relevanten Referenzklimas beziehen. Variante V1 bis Variante V4 zeigen die Ergebnisse der betrachteten Einzeleinflüsse, die mit 18599 (2011) bezeichnete Variante beschreibt die Summe aller Einzeleinflüsse bezogen auf den Basisfall. Die Auswertungen zeigen im linken Teil der Tabelle die Ergebnisse der Berechnungen bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas ($g = 0,60$ bei EnEV 2009, $g = 0,55$ bei EnEV 2009+ und $g = 0,50$ bei EnEV 2009++) und im rechten Teil der Tabelle für die Weißglasausführung (alle Niveaus: $g = 0,60$).

Bezeichnung:	Erläuterung:
18599 (2007)	Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02
V1 (Klima)	DIN V 18599:2007-02 mit Ansatz Referenzklima Potsdam
V2 (n saisonal)	DIN V 18599:2007-02 mit Ansatz saisonaler Luftwechsel
V3 (τF_x)	DIN V 18599:2007-02 mit neuem Ansatz für τ
V4 (q_i)	DIN V 18599:2007-02 mit neuem Ansatz für q_i
18599 (2011)	Bilanzierung nach DIN V 18599:2012-12

Tabelle 4-1: Kühlkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas*1			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]						
EFH	EnEV 2009	18599 (2007)	1.441	100%	925	100%	1.441	100%	925	100%
		V1 (Klima)	1.389	96%	898	97%	1.389	96%	898	97%
		V2 (n saisonal)	1.179	82%	633	68%	1.179	82%	633	68%
		V3 (τF_x)	1.427	99%	918	99%	1.427	99%	918	99%
		V4 (q_i)	1.435	100%	920	99%	1.435	100%	920	99%
		18599 (2011)	1.108	77%	600	65%	1.108	77%	600	65%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	1.425	100%	1.025	100%	1.664	100%	1.243	100%
		V1 (Klima)	1.381	97%	1.004	98%	1.606	97%	1.224	99%
		V2 (n saisonal)	1.108	78%	667	65%	1.315	79%	843	68%
		V3 (τF_x)	1.412	99%	1.020	100%	1.651	99%	1.238	100%
		V4 (q_i)	1.418	100%	1.019	99%	1.657	100%	1.236	99%
		18599 (2011)	1.045	73%	638	62%	1.239	74%	808	65%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	1.323	100%	1.013	100%	1.837	100%	1.503	100%
		V1 (Klima)	1.291	98%	1.001	99%	1.775	97%	1.468	98%
		V2 (n saisonal)	975	74%	622	61%	1.414	77%	1.023	68%
		V3 (τF_x)	1.316	99%	1.010	100%	1.829	100%	1.500	100%
		V4 (q_i)	1.317	99%	1.006	99%	1.829	100%	1.496	100%
		18599 (2011)	927	70%	601	59%	1.339	73%	977	65%

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas ($g=0,60$)

Für die Berechnungen zur Variante V1 (Klima), kann zunächst festgestellt werden, dass sich infolge des Ansatzes der neuen Klimadaten eine Reduzierung des Kühlkältebedarfs um bis 4 Prozent bei leichter Bauart und um bis zu zwei Prozent bei schwerer Bauart ergibt. Im Vergleich hierzu ergeben sich infolge des Ansatzes eines saisonalen Luftwechsels (Variante V2) Verringerungen des bilanzierten Kühlkältebedarfs um 18 bis 26 Prozent für eine Ausführung in leichter Bauart und um 32 bis 39 Prozent für eine Ausführung in schwerer Bauart. Eine geringfügige Reduzierung des Kühlkältebedarfs um bis zu ein Prozent ergibt sich jeweils infolge der Neuerungen zum Ansatz der Gebäudezeitkonstante und infolge des veränderten

Flächenbezugs für den Ansatz der internen Wärmequellen. Tabelle 4-2 ergänzt die Ergebnisse der Betrachtung des kleinen Mehrfamilienhauses.

Tabelle 4-2: Kühlkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das kleine Mehrfamilienhaus aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas ^{*1}			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]
MFk	EnEV 2009	18599 (2007)	10.303	100%	8.791	100%	10.303	100%	8.791	100%
		V1 (Klima)	9.858	96%	8.500	97%	9.858	96%	8.500	97%
		V2 (n saisonal)	8.663	84%	6.898	78%	8.663	84%	6.898	78%
		V3 (τ F _X)	10.303	100%	8.791	100%	10.303	100%	8.791	100%
		V4 (q _i)	10.245	99%	8.734	99%	10.245	99%	8.734	99%
		18599 (2011)	8.196	80%	6.607	75%	8.196	80%	6.607	75%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	10.350	100%	9.251	100%	11.637	100%	10.567	100%
		V1 (Klima)	9.976	96%	8.914	96%	11.171	96%	10.101	96%
		V2 (n saisonal)	8.489	82%	7.123	77%	9.679	83%	8.320	79%
		V3 (τ F _X)	10.350	100%	9.251	100%	11.637	100%	10.567	100%
		V4 (q _i)	10.288	99%	9.189	99%	11.573	99%	10.503	99%
		18599 (2011)	8.102	78%	6.820	74%	9.206	79%	7.904	75%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	9.688	100%	8.803	100%	12.345	100%	11.539	100%
		V1 (Klima)	9.317	96%	8.497	97%	11.829	96%	10.964	95%
		V2 (n saisonal)	7.746	80%	6.596	75%	10.203	83%	9.102	79%
		V3 (τ F _X)	9.688	100%	8.803	100%	12.345	100%	11.539	100%
		V4 (q _i)	9.625	99%	8.739	99%	12.278	99%	11.471	99%
		18599 (2011)	7.365	76%	6.338	72%	9.690	78%	8.593	74%

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Der Vergleich der Auswertungen zum Einfamilienhaus mit den Auswertungen zum kleinen Mehrfamilienhaus zeigt, dass sich für das Nutzungsprofil MFH deutlich geringere Reduzierungen der Kühlkältebedarfswerte nach neuer Normenfassung ergeben. Dies ist auf den Einfluss der internen Wärmeeinträge zurückzuführen, die im Fall des Nutzungsprofils MFH mit 90 Wh/(m²d) doppelt so hoch liegen wie im Fall des Nutzungsprofils EFH.

Der Vergleich der Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 wird auch in den folgenden Auswertungen dargestellt, wobei einheitlich das neue Referenzklima Potsdam zugrunde gelegt ist. Getrennt nach Ausführung der Fenstergläser als Normalglas und Weißglas werden in Tabelle 4-3 die absoluten und relativen Veränderungen des Kühlkältebedarfs bezogen auf die Normenfassung 2007 angegeben.

Tabelle 4-3: Jahres-Kühlkältebedarfswerte für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: EFH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: EFH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.389	1.108	-281	-20,2	EnEV 2009	leicht	1.389	1.108	-281	-20,2
	schwer	898	600	-298	-33,2		schwer	898	600	-298	-33,2
EnEV 2009+	leicht	1.381	1.045	-336	-24,3	EnEV 2009+*2	leicht	1.606	1.239	-367	-22,9
	schwer	1.004	638	-366	-36,5		schwer	1.224	808	-416	-34,0
EnEV 2009++	leicht	1.291	927	-364	-28,2	EnEV 2009++*2	leicht	1.775	1.339	-436	-24,6
	schwer	1.001	601	-399	-39,9		schwer	1.468	977	-491	-33,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Die direkte Gegenüberstellung der nach den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 berechneten Kühlkältebedarfswerte zeigt, dass sich nach neuer Normenfassung durchweg deutlich niedrigere Kühlkältebedarfswerte einstellen. Bereits die Auswertungen in Abschnitt 4.1 haben gezeigt, dass diese Reduzierung im Wesentlichen auf den mit Erscheinen der Normenfassung 2011 eingeführten Ansatz eines saisonalen Luftwechsels zurückzuführen ist. Sowohl die Auswertungen zur Normalglasausführung als auch die Auswertungen zur Weißglasausführung der Fenstergläser zeigen, dass die Reduzierungen der Kühlkältebedarfswerte im Fall einer Ausführung in schwerer Bauart deutlicher ausfallen als bei einer Ausführung in leichter Bauart.

4.2 Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz

Die Gegenüberstellung von Berechnungsfällen beschränkt sich in diesem Abschnitt auf Situationen, die auch von DIN V 18599 abgebildet werden können. Somit werden die Einflüsse eines Sonnenschutzes sowie einer erhöhten Tag- und Nachtlüftung auf den Kühllkältebedarf zunächst nicht betrachtet, Auswertungen hierzu folgen in Abschnitt 4.3. Den Berechnungen zur DIN V 18599 werden identische Klimarandbedingungen nach DIN V 18599:2011-12 (TRY 04, Potsdam) zugrunde gelegt. Tabelle 4-4 und Bild 4-2 stellen die Ergebnisse der Berechnungen für das Modellgebäude Einfamilienhaus dar. Für die Niveaus EnEV 2009, EnEV 2009+ und EnEV 2009++ wird jeweils zwischen leichter und schwerer Bauart unterschieden. Gegenübergestellt werden hierin die Ergebnisse für Ausführungen der Fenstergläser als Normalglas und als Weißglas (EnEV 2009+ und EnEV 2009++). Zusätzlich zur Angabe der absoluten Kühllkältebedarfswerte werden auch die flächenspezifischen Bedarfswerte angegeben. Im Vergleich zum Heizwärmebedarf (vgl. Abschnitt 3), wo die flächenspezifischen Bedarfswerte zwischen 44 und 74 kWh/(m²a) liegen, befinden sich die Kühllkältebedarfswerte auf einem vergleichsweise geringen Niveau.

Tabelle 4-4: Jahres-Kühllkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführungen der Fenstergläser als Normalglas und als Weißglas.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas:											
Gebäude: EFH		Jahres-Kühllkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühllkältebedarf, spezifisch [kWh/(m ² a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	1.389	1.108	944	742	760	9,4	7,5	6,4	5,0	5,1
	schwer	898	600	560	336	364	6,1	4,1	3,8	2,3	2,5
EnEV 2009+	leicht	1.381	1.045	1.639	1.223	1.261	9,3	7,1	11,1	8,3	8,5
	schwer	1.004	638	1.369	871	930	6,8	4,3	9,3	5,9	6,3
EnEV 2009++	leicht	1.291	927	1.714	1.206	1.255	8,7	6,3	11,6	8,2	8,5
	schwer	1.001	601	1.542	931	1.008	6,8	4,1	10,4	6,3	6,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:											
Gebäude: EFH		Jahres-Kühllkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühllkältebedarf, spezifisch [kWh/(m ² a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	1.389	1.108	944	742	760	9,4	7,5	6,4	5,0	5,1
	schwer	898	600	560	336	364	6,1	4,1	3,8	2,3	2,5
EnEV 2009+*2	leicht	1.606	1.239	2.187	1.694	1.745	10,9	8,4	14,8	11,4	11,8
	schwer	1.224	808	1.937	1.334	1.412	8,3	5,5	13,1	9,0	9,5
EnEV 2009++*2	leicht	1.775	1.339	2.690	2.068	2.143	12,0	9,0	18,2	14,0	14,5
	schwer	1.468	977	2.558	1.816	1.924	9,9	6,6	17,3	12,3	13,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Bedarfserhöhung durch Ausführung Fensterglas als Weißglas bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++											
Gebäude: EFH		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Kühllkältebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009+*2	leicht	+226	+194	+548	+471	+483	+16,3	+18,5	+33,4	+38,5	+38,3
	schwer	+220	+170	+567	+463	+482	+21,9	+26,6	+41,4	+53,2	+51,8
EnEV 2009++*2	leicht	+484	+412	+976	+862	+887	+37,5	+44,5	+57,0	+71,4	+70,7
	schwer	+468	+376	+1.016	+886	+916	+46,7	+62,5	+65,9	+95,1	+90,8

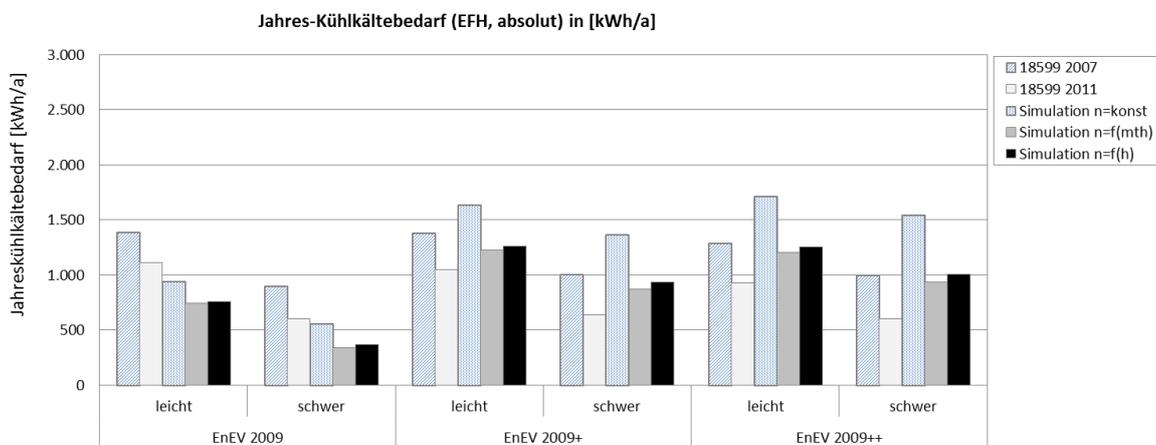
*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Während der Einfluss des g-Wertes der Fenstergläser im Fall der Heizwärmebedarfsberechnungen noch vergleichsweise klein ist, zeigen die Auswertungen in Tabelle 4-4, dass der jeweils in Ansatz gebrachte g-Wert einen ganz entscheidenden Einfluss auf den berechneten Kühllkältebedarf hat. Dies gilt sowohl für die Ergebnisse nach DIN V 18599 als auch für die Ergebnisse der Simulationsrechnungen, wobei die höheren g-Werte in den Simulationsrechnungen zu noch deutlicheren Bedarfserhöhungen führen als nach DIN V 18599. Festzustellen ist, dass sich für das Niveau EnEV 2009++ deutlichere Erhöhungen des Kühllkältebedarfs als für das Niveau 2009+ ergeben. Begründet ist dies im Wesentlichen dadurch, dass sich die Gegenüberstellung von Normalglas zu Weißglas im Fall des Niveaus EnEV 2009+ auf

einen Unterschied der g-Werte von 0,55 zu 0,60 und im Fall des Niveaus EnEV 2009++ auf einen Unterscheid der g-Werte von 0,50 zu 0,60 bezieht. Tendenziell ergibt sich aber auch ein größerer Einfluss des g-Wertes bei verbessertem Wärmeschutz, da die solaren Wärmequellen im Verhältnis zu den bei verbessertem Wärmeschutz reduzierten Transmissionswärmesenken einen vergleichsweise größeren Einfluss erhalten. Die in Bild 4-2 dargestellten Grafiken zeigen eine Gesamtübersicht der Fälle aus Tabelle 4-4. Die obere Darstellung stellt die Ergebnisse bei einer Ausführungen der Fenstergläser als Normalglas mit $g = 0,60$ für das Niveau EnEV 2009, $g = 0,55$ für das Niveau EnEV 2009+ und $g = 0,50$ für das Niveau EnEV 2009++. Die untere Darstellung beschreibt demgegenüber die Situation $g = 0,60$ für alle beschriebenen Niveaus (EnEV 2009+ und EnEV 2009++ als Weißglasausführung). Die Ergebnisse zum Niveau EnEV 2009 sind daher in der oberen und unteren Darstellung identisch.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas (g-Werte: EnEV 2009: 0,60; EnEV 2009+: 0,55; EnEV 2009++: 0,50):



Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas (g-Werte aller Niveaus: 0,60):

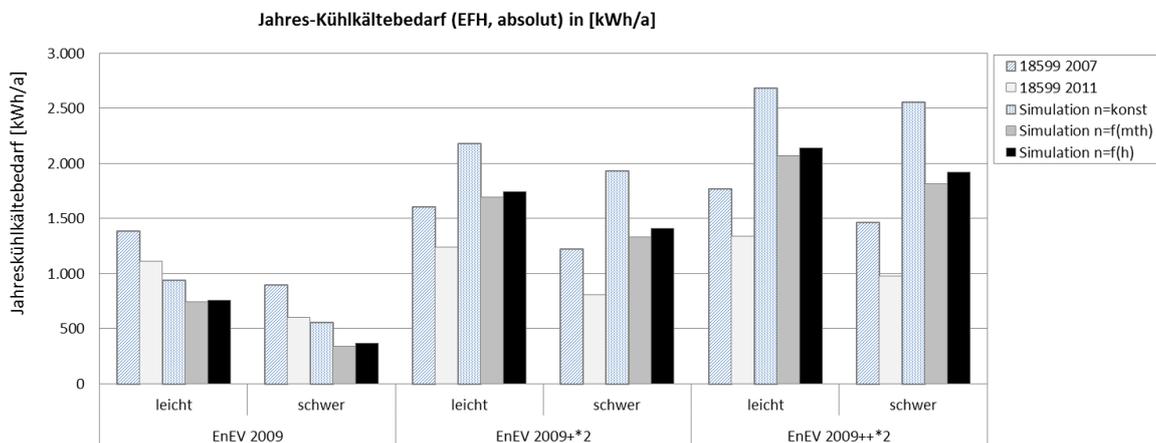


Bild 4-2: Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas (oben) und als Weißglas (unten).

Nach der zuvor erfolgten Gesamtdarstellung der Berechnungsfälle folgt in Abschnitt 4.2.1 die detaillierte Bewertung der Ergebnisse bezogen auf den Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf nach DIN V 18599 und gemäß Simulation. Anschließend erfolgt in Abschnitt 4.2.2 die Bewertung der Ergebnisse mit Fokus auf der Darstellung der Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs vom zugrunde gelegten Wärmeschutzniveau.

4.2.1 Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in DIN V 18599 und Simulation

Während die bisherigen Auswertungen lediglich Vergleiche für die Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 dokumentieren, steht für die folgenden Auswertungen der Vergleich der Ergebnisse aus Monatsbilanz und Simulation im Vordergrund. Auf Grundlage dieser Auswertungen soll einerseits überprüft werden, inwieweit die nach DIN V 18599 ermittelten Kühlkältebedarfswerte mit denen der Simulationsrechnungen übereinstimmen. Darüber hinaus wird dargestellt, ob die nach Auswertung der Simulationsrechnungen festgestellte Abhängigkeit der Kühlkältebedarfswerte von der Bauart des Gebäudes, also von der zur Verfügung stehenden Speichermasse, durch DIN V 18599 in der Tendenz vergleichbar beschrieben wird.

Für die Ausführung der Fenstergläser als Normalglas stellt Tabelle 4-5 die bilanzierten Kühlkältebedarfswerte aus Monatsbilanz und Simulation gegenüber. Fallweise wird jeweils mit Bezug zum Bedarfswert für die leichte Bauart die absolute und relative Abweichung bei Ausführung in schwerer Bauart angegeben.

Tabelle 4-5: Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	1.389			1.108		
	schwer	898	-491	-35,4	600	-508	-45,8
EnEV 2009+	leicht	1.381			1.045		
	schwer	1.004	-377	-27,3	638	-407	-39,0
EnEV 2009++	leicht	1.291			927		
	schwer	1.001	-290	-22,5	601	-325	-35,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	944			742			760		
	schwer	560	-384	-40,7	336	-405	-54,7	364	-396	-52,1
EnEV 2009+	leicht	1.639			1.223			1.261		
	schwer	1.369	-270	-16,5	871	-352	-28,8	930	-331	-26,2
EnEV 2009++	leicht	1.714			1.206			1.255		
	schwer	1.542	-172	-10,0	931	-275	-22,8	1.008	-247	-19,7

Erfolgt wie in Tabelle 4-5 fallweise der Vergleich zwischen leichter und schwerer Bauart, ergibt sich erwartungsgemäß im Fall der schweren Bauart stets ein geringerer Kühlkältebedarf. Der Vergleich der beiden Normenfassungen der DIN V 18599 untereinander zeigt einerseits, dass sich nach neuer Normenfassung grundsätzlich niedrigere Kühlkältebedarfswerte ergeben und andererseits, dass sich nach neuer Normenfassung deutlichere Unterschiede zwischen leichter Bauart und schwerer Bauart resultieren: es ergeben sich um etwa zwölf Prozent deutlichere Unterschiede zwischen leicht und schwer als noch bei der alten Normenfassung. Am deutlichsten stellt sich der Unterschied für das Wärmeschutzniveau EnEV 2009 dar, wonach aus der Bilanzierung für die schwere Bauart ein um etwa 46 Prozent niedrigerer Kühlkältebedarf im Vergleich zur leichten Bauart hervorgeht. Für die hier zunächst behandelte Ausführung der Fenstergläser als Normalglas, liegt der Unterschied zwischen leichter und schwerer Bauart für das Wärmeschutzniveau EnEV 2009+ ($g = 0,55$) bei 39 Prozent und für das Niveau EnEV 2009++ bei etwa 35 Prozent. Tendenziell ergeben sich also bei Verbesserung des Wärmeschutzniveaus geringere bauartbedingte Unterschiede zwischen leichter und schwerer Ausführung.

Für den Vergleich zwischen den Ergebnissen der Monatsbilanzen zu den Simulationsrechnungen kann hier festgehalten werden, dass die bauartbedingten Unterschiede der berechneten Kühllältebedarfswerte für das Niveau EnEV 2009 in etwa in der gleichen Größenordnung liegen. Tendenziell ergeben die Simulationsrechnungen leicht größere Unterschiede zwischen leichter und schwerer Bauart. Bezogen auf die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ ergeben sich in den Simulationsrechnungen weniger deutliche Unterschiede als durch die Monatsbilanzen beschrieben.

Zum Vergleich der Kühllältebedarfswerte für die Situation eines über alle betrachteten Wärmeschutzniveaus gleichbleibenden g-Wertes in Höhe von $g = 0,60$ (Weißglasausführung bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++) folgt in Tabelle 4-6 die Darstellung der Berechnungsergebnisse.

Tabelle 4-6: Einfluss der Bauart auf den Kühllältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	1.389			1.108		
	schwer	898	-491	-35,4	600	-508	-45,8
EnEV 2009+*2	leicht	1.606			1.239		
	schwer	1.224	-382	-23,8	808	-431	-34,8
EnEV 2009++*2	leicht	1.775			1.339		
	schwer	1.468	-307	-17,3	977	-362	-27,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas ($g=0,60$)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Kühllältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	944			742			760		
	schwer	560	-384	-40,7	336	-405	-54,7	364	-396	-52,1
EnEV 2009+*2	leicht	2.187			1.694			1.745		
	schwer	1.937	-250	-11,4	1.334	-360	-21,3	1.412	-332	-19,1
EnEV 2009++*2	leicht	2.690			2.068			2.143		
	schwer	2.558	-131	-4,9	1.816	-252	-12,2	1.924	-219	-10,2

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas ($g=0,60$)

Konsequenz einer Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Wärmeschutzniveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ sind im Vergleich zur Normalglasausführung höhere solare Wärmeeinträge (vgl. Tabelle 4-4). Bedingt dadurch, dass die relative Erhöhung der Kühllältebedarfswerte bei leichter Bauart infolge der erhöhten solaren Wärmeeinträge geringer ausfällt als bei der schweren Bauart, ergeben sich für die fallweise bauartbezogenen Vergleiche in Tabelle 4-6 weniger deutliche Unterschiede zwischen leichter und schwerer Bauart. Dieser Effekt wird sowohl durch die Berechnungen nach DIN V 18599 als auch durch die Simulationsrechnungen deutlich. Im Übrigen ergeben sich für die Auswertung der Berechnungsfälle zur Weißglasausführung keine von den Interpretationen zur Normalglasausführung abweichenden Aussagen und Bewertungen.

Nach der zuvor erfolgten Detailbetrachtung zur Abhängigkeit des Kühllältebedarfs von der Bauart liegt der Fokus der Auswertungen im folgenden Abschnitt auf der Betrachtung der Abhängigkeit vom Wärmeschutzniveau.

4.2.2 Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühllältebedarf in DIN V 18599 und Simulation

Ein Ziel der Bearbeitung dieses Vorhabens liegt in der Überprüfung der Abhängigkeit der berechneten Kühllältebedarfswerte vom zugrunde gelegten Wärmeschutzniveau. Nicht

weiter dokumentierte Berechnungen im Vorfeld dieses Projektes haben gezeigt, dass sich nach DIN V 18599 mit Verbesserung des Wärmeschutzniveaus rechnerisch höhere Kühllkältebedarfswerte ergeben, was im Widerspruch zu Ergebnissen früherer Untersuchungen steht, wonach gegenteilige Effekte beschrieben werden. Veröffentlichungen, nach denen aus einer Verbesserung des Wärmeschutzniveaus auch eine Reduzierung des Kühllkältebedarfs resultiert (z. B. in [6]), beziehen sich durchweg auf niedrigere Wärmeschutzniveaus als durch die aktuelle EnEV 2009 vorgeschrieben. Konsequenz der Fortschreibung der Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz ist bezogen auf den Sommerfall, dass die Reduktion der Transmissionswärmequellen durch Verbesserung des baulichen Wärmeschutzniveaus eine zunehmend untergeordnete Bedeutung hat bis hin zu der Situation, wonach sich eine Verbesserung des Wärmeschutzniveaus bei vergleichsweise hohen solaren Wärmequellen aufgrund reduzierter Transmissionswärmesenken sogar negativ auswirkt. Die folgenden Auswertungen zeigen, dass für eine derartige Betrachtung der jeweils zugrunde gelegte g-Wert des Fensterglases die entscheidende Einflussgröße für den bilanzierten Kühllkältebedarf darstellt. Es folgt in Tabelle 4-7 zunächst die Auswertung für die Ausführung der Fenstergläser als Normalglas. Ausgewiesen werden hierin jeweils die fallweise berechneten absoluten Kühllkältebedarfswerte sowie getrennt nach leichter und schwerer Bauart die absolute und relative Veränderung bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++, jeweils bezogen auf das Niveau EnEV 2009.

Tabelle 4-7: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühllkältebedarf in DIN V 18599 und Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:										
Gebäude: EFH		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	(2007*1)		absolut [kWh/a]	(2011)		absolut [kWh/a]	(2011)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	1.389			1.108					
	EnEV 2009+	1.381	-9	-0,6	1.045	-63	-5,7			
	EnEV 2009++	1.291	-99	-7,1	927	-181	-16,4			
schwer	EnEV 2009	898			600					
	EnEV 2009+	1.004	+106	+11,8	638	+38	+6,3			
	EnEV 2009++	1.001	+102	+11,4	601	+1	+0,2			

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:										
Gebäude: EFH		Jahres-Kühllkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	944			742			760		
	EnEV 2009+	1.639	+695	+73,7	1.223	+481	+64,9	1.261	+501	+65,9
	EnEV 2009++	1.714	+770	+81,6	1.206	+465	+62,6	1.255	+495	+65,2
schwer	EnEV 2009	560			336			364		
	EnEV 2009+	1.369	+810	+144,7	871	+535	+159,0	930	+566	+155,6
	EnEV 2009++	1.542	+982	+175,5	931	+595	+176,8	1.008	+644	+176,9

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Wird wie für die Auswertungen in Tabelle 4-7 für das Niveau EnEV 2009 ein g-Wert in Höhe von 0,60, für das Niveau EnEV 2009+ ein g-Wert in Höhe von 0,55 und für das Niveau EnEV 2009++ ein g-Wert in Höhe von 0,50 zugrunde gelegt, so ergeben sich nach DIN V 18599 nach alter wie nach neuer Normenfassung im Fall der leichten Bauart mit Verbesserung des Wärmeschutzniveaus sogar niedrigere Kühllkältebedarfswerte. Im Fall der schweren Bauart ergeben sich nach neuer Fassung der DIN V 18599 für das Niveau EnEV 2009+ um etwa 6 Prozent höhere Kühllkältebedarfswerte im Vergleich zum Bezugsniveau EnEV 2009. Eine minimale Erhöhung um 0,2 Prozent wird für das Niveau EnEV 2009++ berechnet.

Die Auswertungen der Simulationsrechnungen zeigen gegenüber den Ergebnissen der Monatsbilanzierung deutlich abweichende Abhängigkeiten von den betrachteten Wärmeschutzniveaus. Zunächst kann festgestellt werden, dass die über die Simulationsrechnungen

ermittelten Kühlkältebedarfswerte für das Niveau EnEV 2009 deutlich niedriger (etwa 30%) ausfallen als nach DIN V 18599. Demgegenüber ergeben sich für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ nach Simulationsrechnung deutliche höhere Kühlkältebedarfswerte als nach DIN V 18599.

Vor einer weitergehenden Erläuterung zu den Abweichungen zwischen den Ergebnissen aus Monatsbilanz und Simulation folgt zunächst in Tabelle 4-8 die Auswertung zur Betrachtung der Weißglasausführung der Fenstergläser mit einheitlichem g-Wert über alle beschriebenen Wärmeschutzniveaus.

Tabelle 4-8: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in DIN V 18599 und Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: EFH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	(2007*1) Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)		absolut [kWh/a]	(2011) Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	1.389			1.108		
	EnEV 2009+*2	1.606	+217	+15,6	1.239	+131	+11,8
	EnEV 2009++*2	1.775	+386	+27,8	1.339	+231	+20,8
schwer	EnEV 2009	898			600		
	EnEV 2009+*2	1.224	+326	+36,3	808	+208	+34,6
	EnEV 2009++*2	1.468	+570	+63,5	977	+377	+62,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: EFH		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)		absolut [kWh/a]	n = f(mth) Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)		absolut [kWh/a]	n = f(h) Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	944			742			760		
	EnEV 2009+*2	2.187	+1.243	+131,8	1.694	+953	+128,4	1.745	+985	+129,5
	EnEV 2009++*2	2.690	+1.746	+185,1	2.068	+1.326	+178,8	2.143	+1.383	+181,9
schwer	EnEV 2009	560			336			364		
	EnEV 2009+*2	1.937	+1.377	+246,0	1.334	+998	+296,7	1.412	+1.048	+287,9
	EnEV 2009++*2	2.558	+1.999	+357,1	1.816	+1.480	+440,1	1.924	+1.560	+428,5

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Während im Fall der Betrachtung der Normalglasausführung mit verbessertem Wärmeschutz auch eine Reduzierung der solaren Wärmequellen einhergeht, sind diese im Fall der in Tabelle 4-8 dargestellten Varianten über alle betrachteten Wärmeschutzniveaus konstant. Für die Bilanzierung nach DIN V 18599 bedeutet dies, dass sich der Transmissionswärmestrom stets als Transmissionswärmesenke darstellt, da die mittleren monatlichen Außentemperaturen stets niedriger sind als die Bilanzzonentemperatur. Sinngemäß gilt dies ebenfalls für den Einfluss des Lüftungswärmestroms. Da dieser für die drei betrachteten Wärmeschutzniveaus jeweils gleich groß ist, ergeben sich die nach DIN V 18599 für beide Normenfassungen berechneten Kühlkältebedarfswerte ausschließlich in Abhängigkeit der mit steigendem Wärmeschutzniveau reduzierten Transmissionswärmesenken.

Wie bereits im Fall der Auswertungen zur Normalglasausführung zeigen die Auswertungen der Simulationsrechnungen zum einen hinsichtlich der berechneten absoluten Kühlkältebedarfswerte und zum anderen in Bezug auf die Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs vom dem Wärmeschutzniveau deutlich voneinander abweichende Ergebnisse.

Begründet wird diese grundsätzlich abweichende Bewertung im Wesentlichen durch die zugrunde gelegten Lüftungsrandbedingungen. Während sich der Einfluss der Lüftung innerhalb einer Bilanzierung nach DIN V 18599 in allen Fällen als Lüftungswärmesenke darstellt (mittlere monatliche Außentemperatur ist stets niedriger als die Bilanzzonentemperatur), ergeben sich im Fall der Simulationsrechnungen auf Stundenbasis im Tagesgang insbesondere in den Sommermonaten ständige Wechsel zwischen Lüftungswärmesenken und Lüftungswärmequellen. Mindestens für die Simulationsvarianten „n = konst“ und „n = f(mth)“,

wobei im erstgenannten Fall ein über das Jahr konstanter und im zweitgenannten Fall ein jeweils monatlich konstanter Luftwechsel in Ansatz gebracht ist, ergeben sich in den Sommermonaten tagsüber gleichzeitig mit den solaren Wärmeeinträgen auch vergleichsweise hohe Lüftungswärmeeinträge. Auch die Anwendung des saisonalen Luftwechselsansatzes auf Stundenbasis führt letztlich zu einem vergleichbaren Effekt, da sich mit Erhöhung der Außentemperatur auch höhere Luftwechselraten einstellen. Letztlich resultiert aus einem derartigen Ansatz eine stärkere Kopplung der Raumlufttemperatur an die Außenlufttemperatur.

Bezüglich der für diese Simulationsrechnungen in Ansatz gebrachten Lüftungsrandbedingungen kann also an dieser Stelle festgehalten werden, dass hieraus vergleichsweise hohe Lüftungswärmequellen resultieren, die unter realen Nutzungsbedingungen insbesondere dann nicht auftreten, wenn bei Außentemperaturen, die über den Raumtemperaturen liegen, die Fenster sinnvollerweise geschlossen werden und sich hierbei der verbleibende tatsächliche Luftwechsel auf den Infiltrationsluftwechsel beschränkt. Weiterhin wird durch die hier in Ansatz gebrachten Lüftungsrandbedingungen nicht beschrieben, inwieweit -und dies betrifft insbesondere die Übergangsjahreszeiten- durch erhöhte Tag- und auch Nachtlüftung die Kühllasten reduziert werden können. Der folgende Abschnitt stellt daher die Ergebnisse weiterer Simulationsrechnungen dar, wobei in Abhängigkeit definierter Temperaturrandbedingungen eine erhöhte Tag- und Nachtlüftung berücksichtigt wird. Zusätzlich wird hier auch der Einfluss eines Sonnenschutzes auf den Kühlkältebedarf dargestellt.

4.3 Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftung

Die im Folgenden dokumentierten Gegenüberstellungen von Berechnungsergebnissen nach DIN V 18599 und Simulationsrechnungen erweitern die bisherige Betrachtung einerseits hinsichtlich der Darstellung der Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von einem Sonnenschutz und andererseits hinsichtlich einer differenzierteren Betrachtung der Lüftungsrandbedingungen. In Bezug auf den Einfluss eines Sonnenschutzes erfolgen Berechnungen für Sonnenschutzsysteme mit F_C -Werten zwischen $F_C = 0$ und $F_C = 1$. Den Berechnungen wird eine Aktivierung des Sonnenschutzes ab Erreichen einer Grenzbestrahlungsstärke von 300 W/m^2 , wie standardmäßig nach DIN 4108-2:2013-02 für Wohnnutzung vorgesehen, zugrunde gelegt.

Hinsichtlich einer differenzierten Betrachtung der Lüftungsrandbedingungen werden die in Tabelle 4-9 beschriebenen Simulationsvarianten betrachtet. Die Ergebnisse der Bedarfsrechnungen aus Abschnitt 4.2 werden zu Vergleichszwecken im Rahmen der folgenden Auswertungen erneut dargestellt, um einen direkten Vergleich zwischen den Ansätzen eines konstanten bzw. saisonalen Luftwechsels (Simulationsvarianten 1 und 2) zu einem temperaturabhängigen Lüftungsverhalten (Varianten 3 bis 5) zu ermöglichen.

Tabelle 4-9: Simulationsvarianten

Variante 1: n = konst (TL0NL0)	Variante 2: n = f(h)
<ul style="list-style-type: none"> • Grundluftwechsel: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ • kein erhöhter Tagluftwechsel • kein erhöhter Nachtluftwechsel 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundluftwechsel: Bestimmung des Luftwechsels auf Stundenbasis in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur gemäß Ansatz DIN V 18599 für den saisonalen Luftwechsel • kein erhöhter Tagluftwechsel • kein erhöhter Nachtluftwechsel
Variante 3: TL0NL2	Variante 4: TL3NL0
<ul style="list-style-type: none"> • Grundluftwechsel: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ • kein erhöhter Tagluftwechsel • erhöhter Nachtluftwechsel von $n = 2 \text{ h}^{-1}$ wenn in der Zeit von 23:00 Uhr bis 6:00 Uhr $\theta_{Luft} > \theta_{h,soll} \text{ UND } \theta_{Luft} > \theta_e$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundluftwechsel: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ • erhöhter Tagluftwechsel von $n = 3 \text{ h}^{-1}$ wenn in der Zeit von 6:00 Uhr bis 23:00 Uhr $\theta_{Luft} > 23^\circ\text{C} \text{ UND } \theta_e < \theta_{Luft}$ • kein erhöhter Nachtluftwechsel
Variante 5: TL3NL2	dabei ist:
<ul style="list-style-type: none"> • Grundluftwechsel: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ • erhöhter Tagluftwechsel von $n = 3 \text{ h}^{-1}$ wenn in der Zeit von 6:00 Uhr bis 23:00 Uhr $\theta_{Luft} > 23^\circ\text{C} \text{ UND } \theta_e < \theta_{Luft}$ • - erhöhter Nachtluftwechsel von $n = 2 \text{ h}^{-1}$, wenn in der Zeit von 23:00 Uhr bis 6:00 Uhr $\theta_{Luft} > \theta_{h,soll} \text{ UND } \theta_{Luft} > \theta_e$ 	<ul style="list-style-type: none"> • θ_{Luft} die Innenlufttemperatur • θ_e die Außenlufttemperatur; • $\theta_{h,soll}$ die Raum-Solltemperatur für Heizzwecke (20°C)

Tabelle 4-10 stellt zunächst in einer Gesamtübersicht die nach DIN V 18599 und Simulation ermittelten Kühlkältebedarfswerte dar. Im Anschluss an diese tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse folgt in Bild 4-3 und Bild 4-4 die grafische Gegenüberstellung für die Ausführung der Fenstergläser als Normalglas (links) und Weißglas (rechts) jeweils separat für leichte und schwere Bauart.

Tabelle 4-10: Jahreskühlkältebedarf für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599, absolut [kWh/a]						
Bauart	EFH Niveau	Fensterglas als Normalglas			Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++		
		1,00	0,70	F _c -Wert		1,00	0,70	F _c -Wert
DIN V 18599 (2007*1)								
leicht	EnEV 2009	1.389			EnEV 2009+*2	1.606		
	EnEV 2009+	1.381			EnEV 2009+*2	1.775		
	EnEV 2009++	1.291			EnEV 2009+*2	1.775		
schwer	EnEV 2009	898			EnEV 2009+*2	1.224		
	EnEV 2009+	1.004			EnEV 2009+*2	1.468		
	EnEV 2009++	1.001			EnEV 2009+*2	1.468		
DIN V 18599 (2011)								
leicht	EnEV 2009	1.108			EnEV 2009+*2	1.239		
	EnEV 2009+	1.045			EnEV 2009+*2	1.339		
	EnEV 2009++	927			EnEV 2009+*2	1.339		
schwer	EnEV 2009	600			EnEV 2009+*2	808		
	EnEV 2009+	638			EnEV 2009+*2	808		
	EnEV 2009++	601			EnEV 2009+*2	977		

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation, absolut [kWh/a]											
Bauart	EFH Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++					
		1,00	0,70	F _c -Wert	0,25	0,00		1,00	0,70	F _c -Wert	0,25	0,00	
Simulation n = konst (TL0NL0)													
leicht	EnEV 2009	944	557	356	161	57	EnEV 2009+*2	2.187	1.532	1.134	687	362	
	EnEV 2009+	1.639	1.105	795	462	228	EnEV 2009+*2	2.690	1.996	1.558	1.032	600	
	EnEV 2009++	1.714	1.200	888	539	284	EnEV 2009+*2	2.690	1.996	1.558	1.032	600	
schwer	EnEV 2009	560	230	112	31	0	EnEV 2009+*2	1.937	1.274	894	471	203	
	EnEV 2009+	1.369	852	557	263	93	EnEV 2009+*2	2.558	1.845	1.400	878	459	
	EnEV 2009++	1.542	1.027	725	398	177	EnEV 2009+*2	2.558	1.845	1.400	878	459	
Simulation n = f(h)													
leicht	EnEV 2009	760	439	280	131	54	EnEV 2009+*2	1.745	1.155	822	476	242	
	EnEV 2009+	1.261	810	563	304	151	EnEV 2009+*2	2.143	1.491	1.097	665	358	
	EnEV 2009++	1.255	817	577	322	165	EnEV 2009+*2	2.143	1.491	1.097	665	358	
schwer	EnEV 2009	364	145	79	15	0	EnEV 2009+*2	1.412	848	542	244	91	
	EnEV 2009+	930	514	297	124	39	EnEV 2009+*2	1.924	1.259	882	472	216	
	EnEV 2009++	1.008	589	369	167	60	EnEV 2009+*2	1.924	1.259	882	472	216	
Simulation TL0NL2													
leicht	EnEV 2009	545	284	159	56	13	EnEV 2009+*2	1.320	814	542	268	120	
	EnEV 2009+	905	531	335	158	56	EnEV 2009+*2	1.617	1.043	715	385	183	
	EnEV 2009++	847	500	315	150	54	EnEV 2009+*2	1.617	1.043	715	385	183	
schwer	EnEV 2009	145	50	6	0	0	EnEV 2009+*2	835	412	212	69	1	
	EnEV 2009+	472	194	93	17	0	EnEV 2009+*2	1.156	653	387	156	29	
	EnEV 2009++	468	207	97	21	0	EnEV 2009+*2	1.156	653	387	156	29	
Simulation TL3NL0													
leicht	EnEV 2009	473	264	159	70	22	EnEV 2009+*2	923	572	386	201	84	
	EnEV 2009+	654	393	256	124	49	EnEV 2009+*2	1.016	647	441	242	114	
	EnEV 2009++	562	334	217	107	42	EnEV 2009+*2	1.016	647	441	242	114	
schwer	EnEV 2009	117	49	21	0	0	EnEV 2009+*2	500	224	109	35	0	
	EnEV 2009+	283	109	56	12	0	EnEV 2009+*2	607	299	154	53	5	
	EnEV 2009++	228	88	46	6	0	EnEV 2009+*2	607	299	154	53	5	
Simulation TL3NL2													
leicht	EnEV 2009	332	160	87	36	10	EnEV 2009+*2	686	393	243	105	30	
	EnEV 2009+	462	250	144	56	12	EnEV 2009+*2	742	434	274	125	38	
	EnEV 2009++	368	193	109	40	6	EnEV 2009+*2	742	434	274	125	38	
schwer	EnEV 2009	54	17	0	0	0	EnEV 2009+*2	236	82	37	0	0	
	EnEV 2009+	110	41	13	0	0	EnEV 2009+*2	294	105	48	2	0	
	EnEV 2009++	79	27	4	0	0	EnEV 2009+*2	294	105	48	2	0	

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

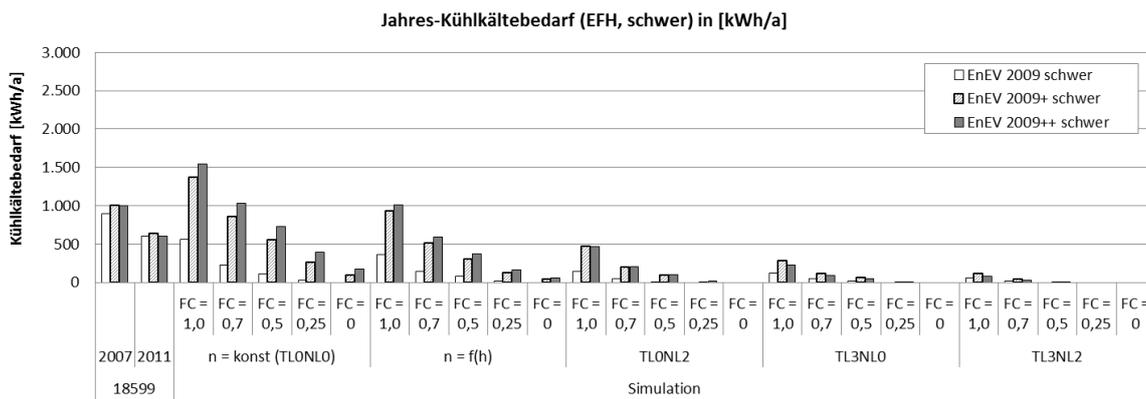
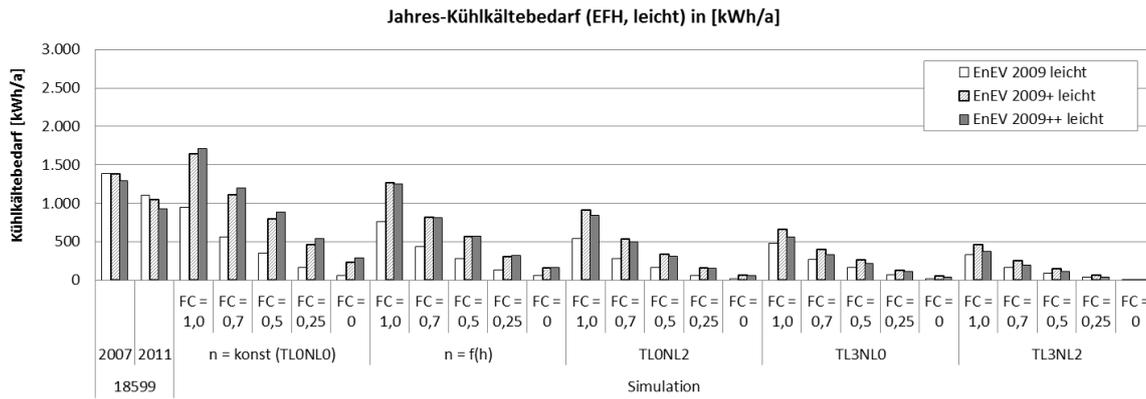


Bild 4-3: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

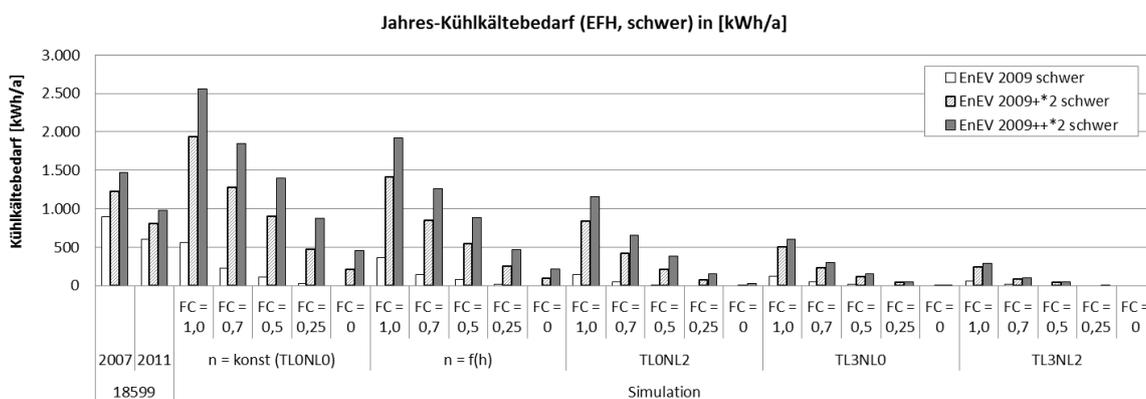
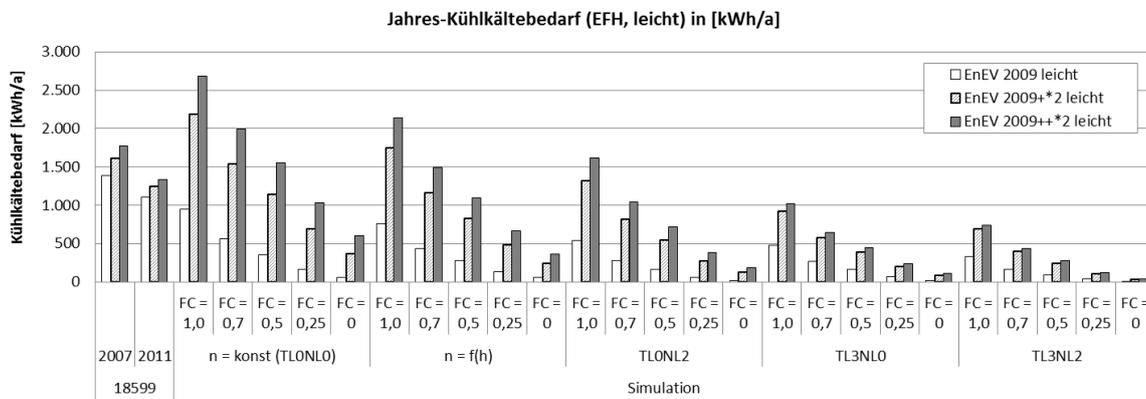


Bild 4-4: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Die zuvor dargestellten Auswertungen der Simulationsrechnungen zeigen einerseits für alle betrachteten Fälle eine deutliche Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs vom F_C -Wert des Sonnenschutzes. Weiterhin wird deutlich, dass je nach Lüftungsansatz ebenfalls deutlich unterschiedliche Kühlkältebedarfswerte resultieren. Weder der Einfluss eines Sonnenschutzes noch der Einfluss unterschiedlicher Lüftungsansätze kann derzeit durch die Berechnungsvorschriften nach DIN V 18599 berücksichtigt werden.

Wie bereits die Auswertungen in Abschnitt 4.2 zeigen, ist für eine Aussage hinsichtlich der Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs vom Wärmeschutzniveau von entscheidender Bedeutung, welche g -Werte jeweils für die Fenstergläser rechnerisch in Ansatz gebracht werden. Da Unterschiede in Bezug auf das Wärmeschutzniveau üblicherweise über jeweils unterschiedliche Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile definiert werden, liegt es nahe, die Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs vom Wärmeschutzniveau für Situationen zu bewerten, wobei in allen Fällen gleiche g -Werte bei Variation der Wärmedurchgangskoeffizienten zugrunde gelegt werden. Die entsprechenden Auswertungen hierzu sind in Bild 4-4 wiedergegeben. Hieraus geht hervor, dass unabhängig vom betrachteten Lüftungsansatz stets aus einem verbesserten Wärmeschutzniveau auch ein erhöhter Kühlkältebedarf 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. Grundsätzlich zu beachten ist für die Gesamtbetrachtung der Ergebnisse, dass sich die hier berechneten Kühlkältebedarfswerte auf einem im Vergleich zu den Heizwärmebedarfswerten (vgl. z. B. Bild 3-7, Seite 26) relativ niedrigen Niveau befinden. Hierzu informativ für die Normalglas- und Weißglasausführung in Bild 4-5 und Bild 4-6 ergänzend die Darstellung der spezifischen Kühlkältebedarfswerte.

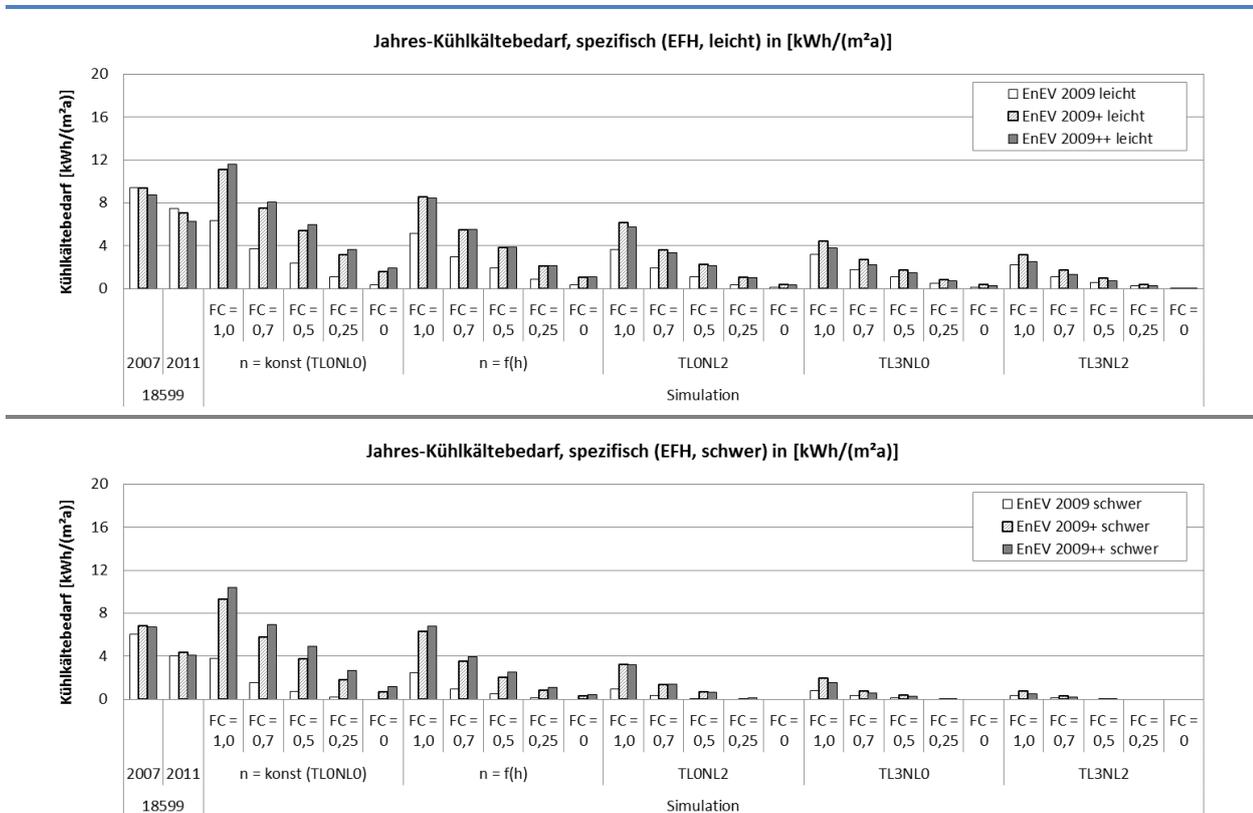


Bild 4-5: spezifischer Jahres-Kühlkältebedarf für das EFH nach DIN V 18599 und Simulation bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

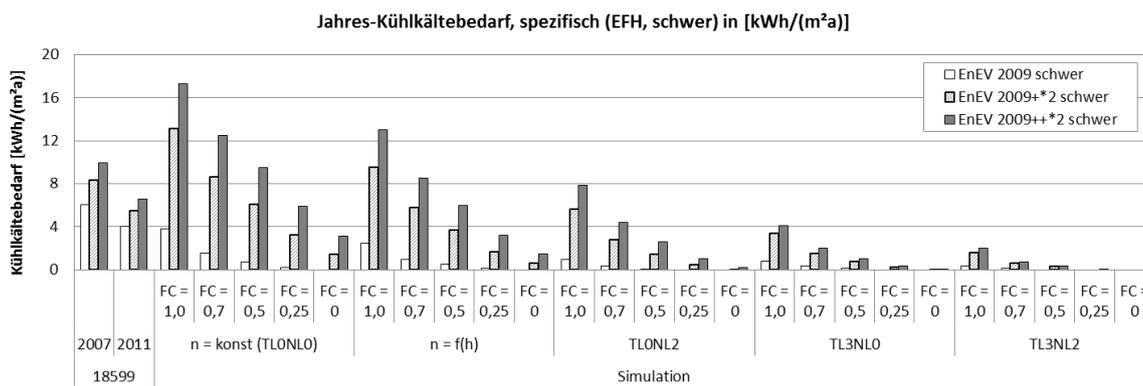
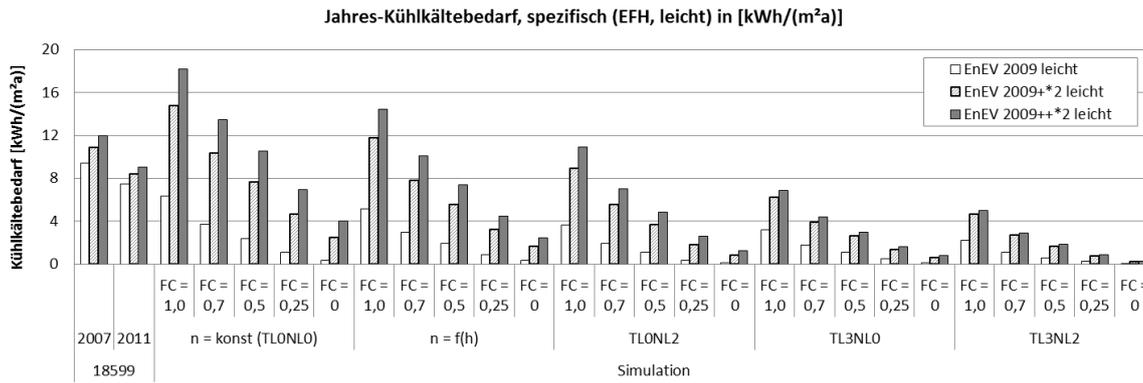


Bild 4-6: spezifischer Jahres-Kühlkältebedarf für das EFH nach DIN V 18599 und Simulation bei einer Ausführung der Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

4.4 Zusammenfassende Darstellung für alle betrachteten Gebäudetypen

Die zusammenfassende Ergebnisdarstellung in diesem Abschnitt erfolgt in Abschnitt 4.4.1 zunächst für die Gegenüberstellung von alter und neuer Fassung der DIN V 18599. Eine Gegenüberstellung ausgewählter Einzelauswertungen zur Gegenüberstellung von DIN V 18599 und Simulation erfolgt anschließend in Abschnitt 4.4.2.

4.4.1 Vergleich der Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599

Die Ergebnisse in Tabelle 4-11 geben die prozentuale Bedarfsreduzierung bei Bilanzierung nach neuer Fassung der DIN V 18599 gegenüber der Normenfassung 2007 für jeden betrachteten Gebäudetyp wieder. Die mittlere Bedarfsreduzierung für die Nutzungsprofile EFH und MFH wird in Bild 4-7 dargestellt.

Tabelle 4-11: Prozentuale Reduzierung des Kühlkältebedarfs bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02 für alle betrachteten Gebäudetypen.

DIN V 18599 (2007 ^{*1}) vs. DIN V 18599 (2011)		Reduzierung des Jahres-Kühlkältebedarfs nach DIN V 18599 (2011) in [%] bezogen auf die Bilanzierung nach DIN V 18599 (2007)								
		Nutzungsprofil EFH mit $q_i = 45 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$						Nutzungsprofil MFH mit $q_i = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{d})$		
		EFH	BUN	DHN	DHS	RMH	Ø EFH	MFk	MFg	Ø MFH
EnEV 2009	leicht	-20,2	-23,9	-33,1	-29,0	-30,4	-27,3	-16,9	-21,9	-19,4
	schwer	-33,2	-43,4	-52,1	-45,6	-43,8	-43,6	-22,3	-30,4	-26,4
EnEV 2009+	leicht	-24,3	-29,0	-37,8	-33,7	-34,3	-31,8	-18,8	-25,0	-21,9
	schwer	-36,5	-48,2	-55,9	-48,9	-46,5	-47,2	-23,5	-31,6	-27,6
EnEV 2009++	leicht	-28,2	-32,7	-43,2	-38,0	-38,0	-36,0	-21,0	-27,5	-24,3
	schwer	-39,9	-51,3	-59,9	-54,0	-50,3	-51,1	-25,4	-33,6	-29,5
EnEV 2009+ ^{*2}	leicht	-22,9	-27,4	-34,5	-31,8	-32,2	-29,8	-17,6	-23,7	-20,7
	schwer	-34,0	-42,7	-52,1	-45,3	-42,3	-43,3	-21,7	-29,0	-25,4
EnEV 2009++ ^{*2}	leicht	-24,6	-28,9	-36,4	-33,4	-33,1	-31,3	-18,1	-24,4	-21,3
	schwer	-33,4	-41,3	-49,8	-44,3	-41,6	-42,1	-21,6	-28,8	-25,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas ($g=0,60$)

Die Auswertungen in Tabelle 4-11 bestätigen die Ergebnisse aus Abschnitt 4.1, wonach sich im Fall des Nutzungsprofils MFH aufgrund der höheren Wärmeeinträge geringere Bedarfsreduzierungen im Vergleich zum Nutzungsprofil EFH ergeben. Tendenziell ergeben sich deutlichere Reduzierungen des Kühlkältebedarfs mit steigendem Wärmeschutzniveau.

Reduzierung Kühlkältebedarf nach DIN V 18599 (2011) im Vergleich zu DIN V 18599 (2007)

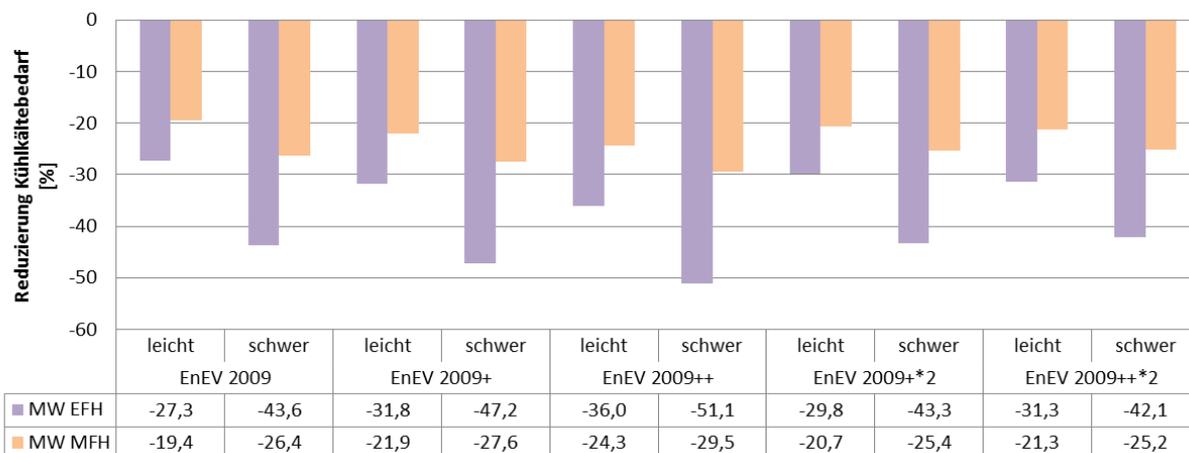


Bild 4-7: Mittlere Reduzierung des Kühlkältebedarfs bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02 für die Nutzungsprofile EFH und MFH.

4.4.2 Vergleich DIN V 18599 und Simulation

Da die Ergebnisse der Auswertungen aus Abschnitt 4.3 zeigen, dass die derzeitigen Berechnungsvorschriften der DIN V 18599 zum einen die Einflüsse einer erhöhten Tag- und Nachtlüftung und zum anderen den Einfluss eines beweglichen Sonnenschutzes auf den Kühlkältebedarf nicht abbilden können, diese zuvor genannten Einflüsse den jeweils berechneten Kühlkältebedarf aber wesentlich beeinflussen, erfolgt die zusammenfassende Gegenüberstellung von Ergebnissen nach DIN V 18599 zu Ergebnissen der Simulationsrechnungen anhand ausgewählter Einzelfälle. Sämtlichen Darstellungen kann entnommen werden, dass sich diese Problematik unabhängig vom betrachteten Gebäudetyp gleichermaßen darstellt. Ergänzend zu den bereits erfolgten Darstellungen zum Nutzungsprofil EFH für das Einfamilienhaus in Abschnitt 4.3 zeigen die Darstellungen in Bild 4-8 und Bild 4-9 die Auswertungen für das Reihenmittelhaus.

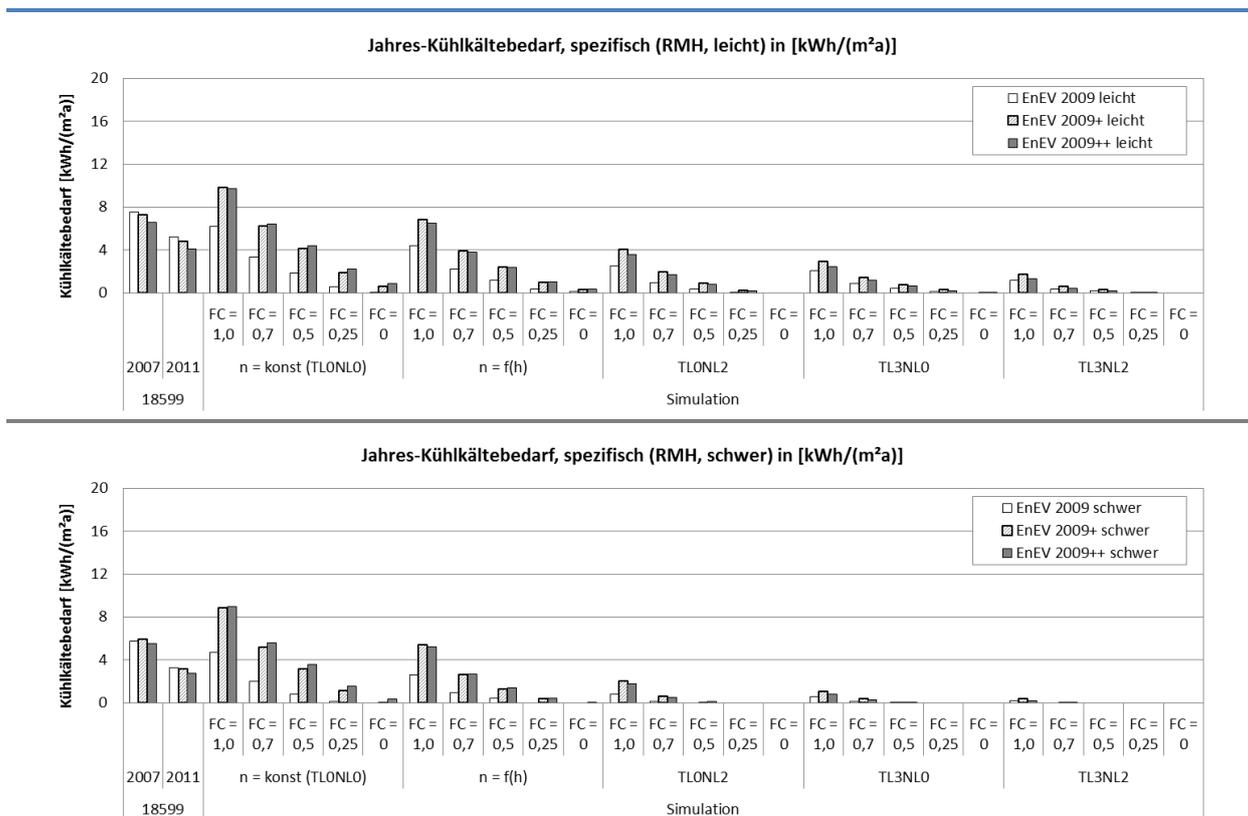


Bild 4-8: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Den Darstellungen in Bild 4-8 liegen die Wärmeschutzniveaus EnEV 2009, EnEV 2009+ und EnEV 2009++ zugrunde, wobei mit steigendem Wärmeschutz reduzierte g-Werte in Ansatz gebracht sind. Während nach DIN V 18599:2012-12 bei leichter und schwerer Bauart jeweils ein sinkender Kühlkältebedarf bei steigendem Wärmeschutzniveau festgestellt werden kann, kann diese Tendenz in den Auswertungen der Simulationsrechnungen nur für den Vergleich zwischen dem Niveau EnEV 2009+ und EnEV 2009++ beobachtet werden, ausgehend vom Niveau EnEV 2009 zum Niveau EnEV 2009+ erhöht sich zunächst der berechnete Bedarfswert. Dies deutet darauf hin, dass die nach DIN V 18599 bilanzierten solaren Wärmeeinträge gegenüber der Simulation tendenziell unterschätzt werden und somit auf der unsicheren Seite liegen. Weiterhin kann auch hier festgestellt werden, dass die Nichtberücksichtigung der Einflüsse Sonnenschutz sowie erhöhte Tag- und Nachtlüftung in DIN V 18599 das wesentliche Defizit der derzeitigen Bilanzierung nach DIN V 18599 darstellt. Ergänzend zur obigen Darstellung folgt in Bild 4-9 die Auswertung für das Reihenmittelhaus bei einheitlichem g-Wert von 0,60 für alle Wärmeschutzniveaus.

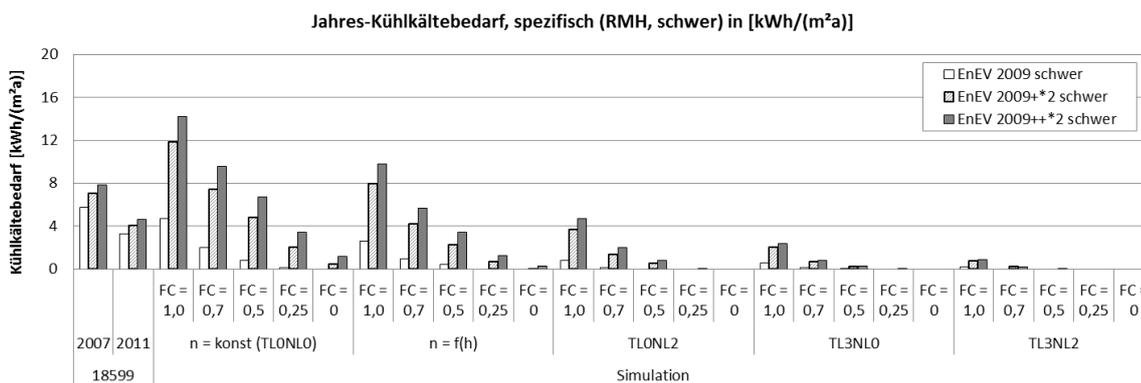
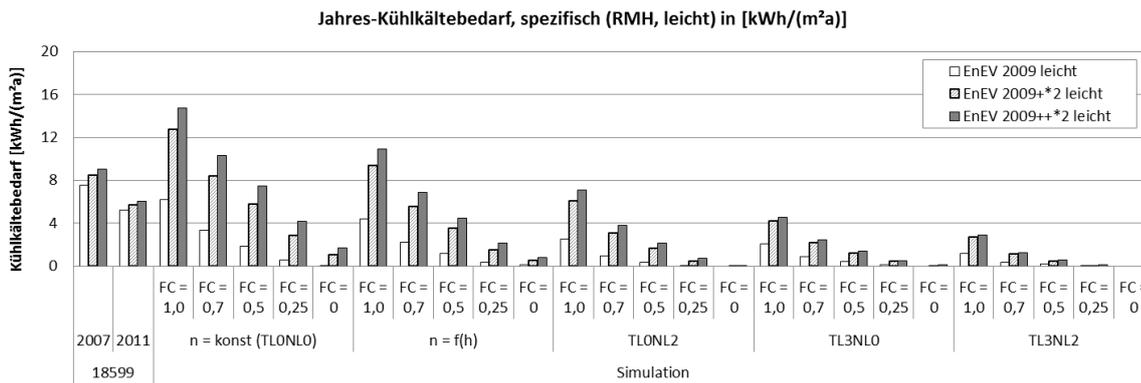


Bild 4-9: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Wird wie in Bild 4-9 über alle Wärmeschutzniveau ein einheitlicher g-Wert in den Berechnungen angesetzt, geht sowohl aus der Bilanz nach DIN V 18599 als auch nach Simulation mit steigendem Wärmeschutzniveau ein erhöhter Kühlkältebedarf einher. Die Bedarfserhöhungen bei steigendem Wärmeschutzniveau im Fall der Simulationsrechnungen fallen allerdings für den Betrachtungsfall ohne Sonnenschutz sehr viel deutlicher aus als nach DIN V 18599, was auch hier darauf hindeutet, dass die solaren Wärmeeinträge nach DIN V 18599 hinsichtlich ihres bedarfserhöhenden Einflusses als zu gering eingeschätzt werden. Darüber hinaus zeigt sich erneut, dass die Art des Sonnenschutzes sowie die jeweils zugrunde gelegten Lüftungsrandbedingungen einen wesentlichen Einfluss auf den Kühlkältebedarf haben, der in DIN V 18599 derzeit nicht dargestellt werden kann.

Stellvertretend für das Nutzungsprofil MFH folgt in Bild 4-10 und Bild 4-11 die Darstellung der Ergebnisse zum kleinen Mehrfamilienhaus.

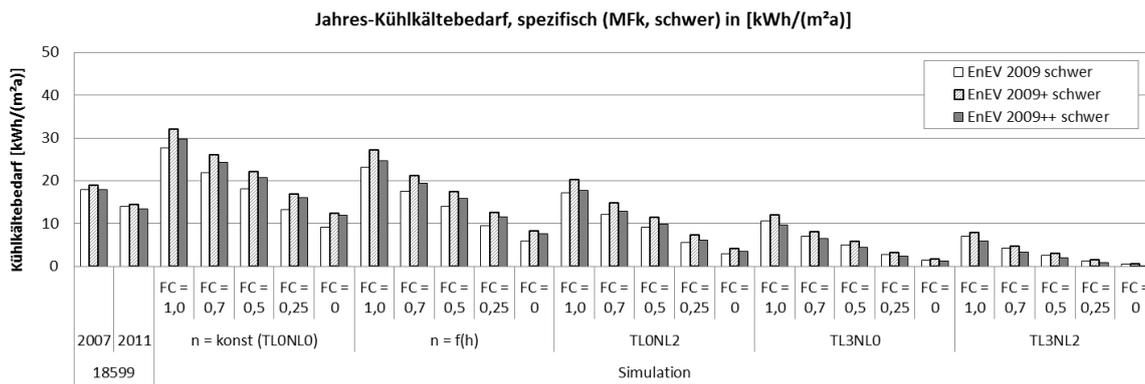
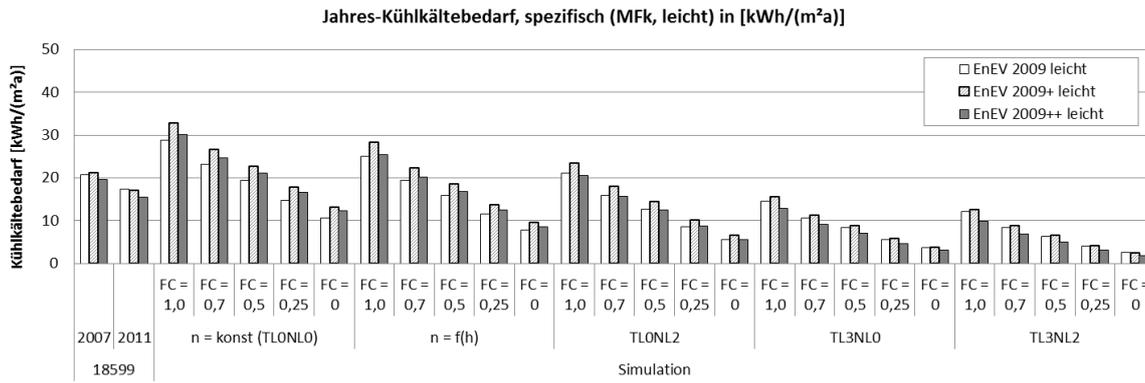


Bild 4-10: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

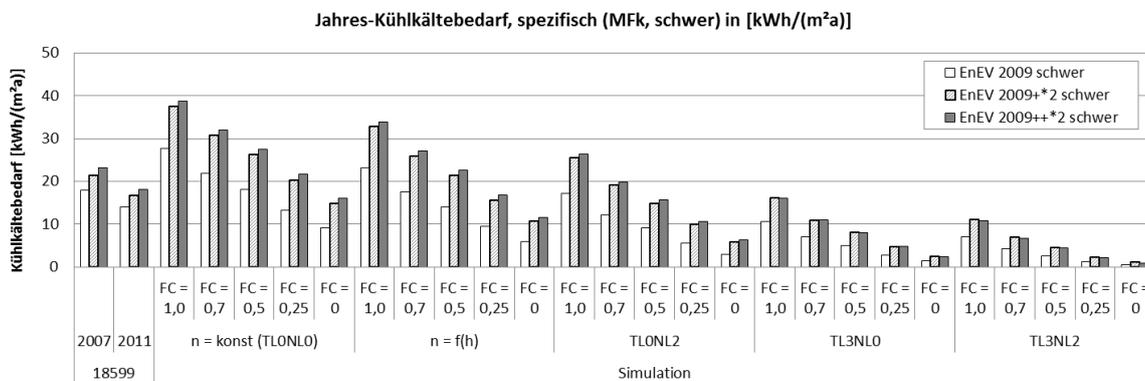
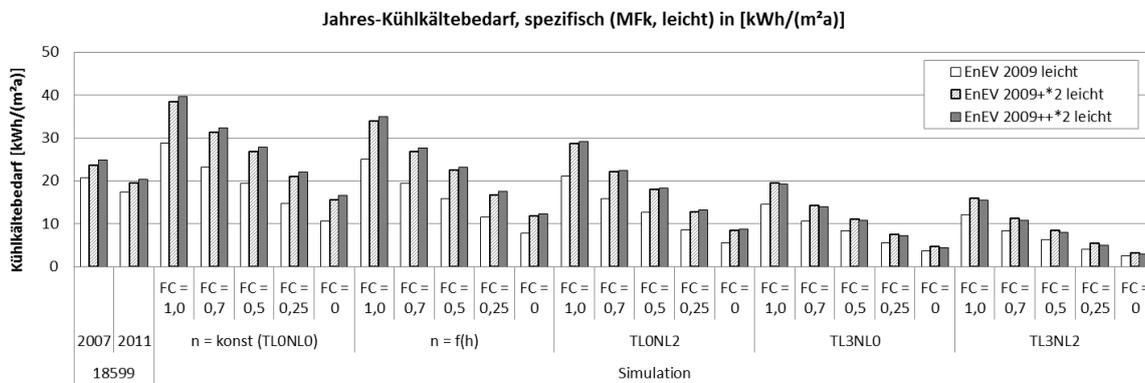


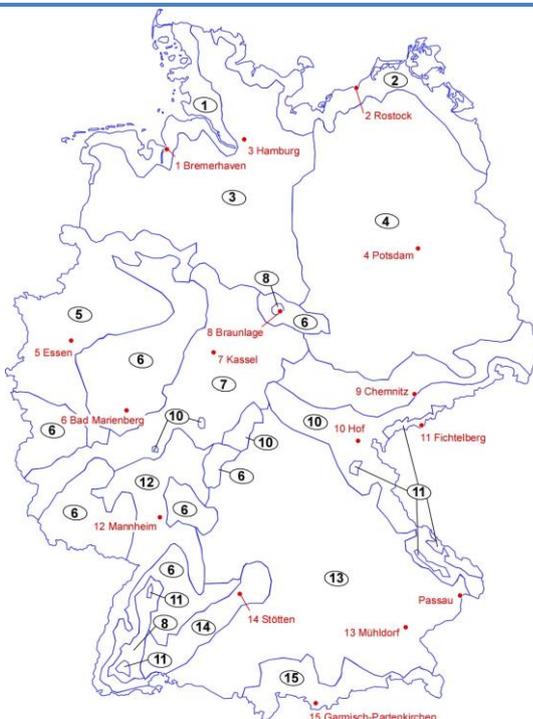
Bild 4-11: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Obige Auswertungen zum kleinen Mehrfamilienhaus zeigen, dass sich die ermittelten Kühlkältebedarfswerte im Fall des Nutzungsprofils MFH auf einem vergleichsweise hohen Niveau befinden. Im Vergleich zu den Auswertungen zum Nutzungsprofil EFH liegen die Bedarfswerte hier etwa zwei bis dreimal so hoch. Weiterhin zeigen auch diese Auswertungen, dass die solaren Wärmeeinträge nach DIN V 18599 gegenüber der Simulation unterschätzt werden und dass die nach Simulation ermittelten Kühlkältebedarfswerte wesentlich von der Art des Sonnenschutzes sowie von den Lüftungsrandbedingungen abhängig sind.

Zusammenfassend wird an dieser Stelle unterstrichen, dass die hier ausgewiesenen Kühlkältebedarfswerte lediglich rechnerisch bestimmte Energiebedarfswerte darstellen und grundsätzlich für Wohngebäude davon ausgegangen werden sollte, dass keine tatsächliche anlagentechnische Kühlung vorgesehen wird. Unabhängig davon sollte allerdings eine Bilanzierung des Kühlkältebedarfs nach DIN V 18599 die wesentlichen Auswirkungen auf diese Bilanzgröße erfassen. Gegenwärtig werden durch DIN V 18599 die Einflüsse eines Sonnenschutzes sowie die Einflüsse aus erhöhter Tag- bzw. Nachtlüftung nicht ausreichend berücksichtigt. Insbesondere für den im Rahmen dieses Vorhabens nicht betrachteten Anwendungsfall Nichtwohngebäude, für den nach DIN V 18599 zwar die Wirkung eines Sonnenschutzes bei der Berechnung des Kühlkältebedarfs behandelt wird, nicht aber der Effekt erhöhter Tag- und Nachtluftwechselraten, ist dies von großer Bedeutung, da hier im Gegensatz zum Anwendungsfall Wohnnutzung der Einsatz anlagentechnischer Kühlung keinen Ausnahmefall darstellt.

5 Betrachtungen zum Effizienzhaus-Plus Standard

Ziel der in diesem Kapitel dokumentierten Untersuchungen ist die Bewertung der aktuellen Nachweismethodik zum Effizienzhaus-Plus-Standard, welche in einem wesentlichen Teil auf dem Nachweis nach EnEV 2009 unter Zugrundelegung des Referenzklimas Deutschland aufbaut und insofern keine ortsbezogene Bewertung darstellt. Da sich das regionale Klima, beschrieben durch die unterschiedlichen Klimadatensätze der 15 Klimaregionen Deutschlands nach [5] bezogen auf die mittleren Außentemperaturen und auch in Bezug auf das mittlere Strahlungsangebot teilweise deutlich unterscheiden, soll im Folgenden dargestellt werden, wie sich die Variation dieser Klimarandbedingung beim Ansatz des Referenzklimas Deutschland rechnerisch auf den Nachweis des Effizienzhaus-Plus-Standards auswirkt. Hierzu in Bild 5-1 zunächst die Darstellung der 15 Klimaregionen Deutschlands, für die jeweils einzelne Klimadatensätze auf Stundenbasis durch den Deutschen Wetterdienst erarbeitet und durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung [5] bereitgestellt wurden. Diese Datensätze sind zugleich die Grundlage, auf welcher die in DIN V 18599-10:2011-12 enthaltenen Klimarandbedingungen beruhen. Die TRY-Region 4 (Potsdam) repräsentiert hierbei das neue Referenzklima Deutschland.



TRY-Region	Repräsentanzstation
1	Bremerhaven
2	Rostock-Warnemünde
3	Hamburg-Fuhlsbüttel
4	Potsdam (Referenzklima Deutschland)
5	Essen
6	Bad Marienberg
7	Kassel
8	Braunlage
9	Chemnitz
10	Hof-Hohensaas
11	Fichtelberg
12	Mannheim
13	Mühlhof
14	Stötten
15	Garmisch-Partenkirchen

Bild 5-1: Einteilung Deutschlands in die 15 TRY-Regionen der Testreferenzjahre 2004 und 2011

Nach [3] ist der Nachweis für den Effizienzhaus-Plus-Standard erbracht, wenn für das zu bewertende Gebäude

- ein negativer Jahresprimärenergiebedarf $\sum Q_p < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und gleichzeitig
- ein negativer Jahresendenergiebedarf $\sum Q_e < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

resultiert. Zugrunde zu legen ist hierbei nach EnEV 2009 das Referenzklima Deutschland gemäß DIN V 4108-6:2003-06 bzw. DIN V 18599-10:2007-02. Abweichend hiervon und mit der Begründung, aktuelle Klimarandbedingungen als Basis der hier dokumentierten Berechnungen zugrunde zu legen, erfolgen sämtliche Berechnungen auf Basis des neuen Referenzklimas Deutschland nach DIN V 18599-10:2011-12. Da noch keine ausreichend validierte Softwarelösung für die Anwendung der Neufassung der DIN V 18599:2011-12 zur Verfügung steht, erfolgt die energetische Bilanzierung auf Grundlage der DIN V 18599:2007-02.

Die Ermittlung der Erträge aus regenerativer Energie erfolgt wiederum auf Grundlage des mit Erscheinen der Neufassung der DIN V 18599 (2011) veröffentlichten Normenteils DIN V 18599-9:2011-12. Hierdurch wird sichergestellt, dass sowohl die energetische Bilanzierung als auch die Ermittlung der regenerativen Energien unter gleichen Klimarandbedingungen durchgeführt wird. Zur Vorgehensweise für die folgenden Auswertungen folgende Hinweise und Erläuterungen:

- Den Berechnungen wird das Meisterstückhaus („Genusshaus“) der Fa. Otto Baukmeier GmbH (Standort FertighausWelt Köln-Frechen), wie in Abschnitt 2.1 und Anhang A 2.8 beschrieben, zugrunde gelegt.
- Die Dachfläche hat eine Neigung von 18° und ist nach Süden ausgerichtet.
- Für die exemplarisch angesetzte PV-Anlage werden folgende Randbedingungen gewählt:
 - monokristallines Silizium
 - Zellwirkungsgrad 16%
 - Peak-Leistungskoeffizient $K_{pk} = 0,135 \text{ kW}_p/\text{m}^2$
 - Systemleistungsfaktor $f_{perf} = 0,75$
- Als Bemessungsgrundlage zur Ermittlung der für den Nachweis zum Effizienzhaus-Plus-Standard erforderlichen PV-Fläche erfolgt zunächst für das neue Referenzklima Deutschland und auf Basis der DIN V 18599:2007-02 eine energetische Bilanzierung des Gebäudes zur Ermittlung des Endenergiebedarfs. Ausgehend hiervon wird auf Basis der DIN V 18599-9:2011-12 die erforderliche PV-Fläche zur Erfüllung der Anforderungen $\sum Q_p < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und $\sum Q_e < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ermittelt. Der Berechnung der monatlichen PV-Erträge nach DIN V 18599-10:2011-12 erfolgt auf Basis der in Tabelle 5-1 beschriebenen Klimarandbedingungen. Hierin werden mittlere monatliche Strahlungssummen für 0° und 30° Dachneigung zur Verfügung gestellt. Aufgrund dessen wird die erforderliche PV-Fläche jeweils sowohl für die verfügbaren Strahlungswerte bei 0° und 30° Dachneigung bestimmt, als auch über interpolierte Werte für die tatsächliche Dachneigung von 18°. Siehe hierzu Abschnitt 5.1.
- In einem nächsten Schritt werden jeweils standortbezogene energetische Bilanzierungen für die übrigen 14 Klimaregionen Deutschlands sowie zu Vergleichszwecken für das Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599-10:2007-02 (siehe Abschnitt 5.2) durchgeführt, woraufhin
- jeweils unter Zugrundelegung der für das Referenzklima Deutschland ermittelten erforderlichen PV-Fläche standortbezogene Ertragsrechnungen erfolgen (siehe Abschnitt 5.3). Zusätzlich zu den Ertragsrechnungen auf Basis der DIN V 18599 werden Simulationsrechnungen auf Stundenbasis mit der Software Polysun (Version 6.1.6.18113) angestellt. Dem Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599-10:2007-02 wird hierbei der TRY-Datensatz Würzburg aus [17] zugeordnet.
- Die auf diese Weise ermittelten standortbezogenen end- und primärenergetischen Bedarfswerte werden im nächsten Schritt den ebenfalls standortbezogenen Ertragsrechnungen gegenübergestellt. Hierdurch wird für jede der 15 Klimaregionen Deutschlands dargestellt, für welche Standorte ausgehend von der Auslegung für das Referenzklima Deutschland der Effizienzhaus-Plus-Standard tatsächlich erreicht wird und für welche Standorte der Ansatz der regionalen Klimadaten nicht zum end- und primärenergetischen Überschuss führt.

Tabelle 5-1: Mittlere monatliche Strahlungsintensitäten und Außenlufttemperaturen für den Referenzort Potsdam, wie in DIN V 18599-10:2011-12 [12] angegeben.

Region 4 – Potsdam		Mittlere monatliche Strahlungsintensität I_s W/m ²												Jahreswert kWh/(m ² a)
Orientierung	Neigung	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan bis Dez
horizontal	0°	29	44	97	189	221	241	210	180	127	77	31	17	1 072
Süd	30°	50	55	121	217	230	241	208	199	157	110	41	26	1 211
	45°	57	56	124	214	218	224	194	193	160	119	44	29	1 195
	60°	61	55	121	201	196	197	172	178	155	121	44	31	1 122
	90°	59	47	98	147	132	124	113	127	123	106	39	29	838
Süd-Ost	30°	46	52	114	214	227	242	212	194	147	102	38	23	1 179
	45°	51	53	116	212	217	229	201	188	148	107	39	25	1 159
	60°	54	51	112	201	198	207	183	175	141	107	38	26	1 092
	90°	50	42	90	156	143	146	132	130	111	91	32	23	841
Süd-West	30°	40	49	110	201	222	234	201	188	145	96	37	23	1 133
	45°	43	48	110	195	209	218	188	181	145	99	38	24	1 098
	60°	44	46	105	181	190	195	169	167	138	97	37	25	1 021
	90°	40	36	83	136	137	135	120	123	108	80	31	22	771
Ost	30°	31	43	95	189	211	231	205	173	122	77	30	17	1 042
	45°	31	41	91	181	198	217	194	163	115	74	28	16	988
	60°	30	38	85	170	180	198	179	150	106	70	26	15	912
	90°	25	29	68	134	137	150	138	115	83	55	20	12	707
West	30°	25	40	90	172	202	219	188	165	120	70	29	16	978
	45°	24	36	84	159	187	201	174	153	112	65	27	16	907
	60°	22	33	78	146	169	181	157	139	103	60	25	14	824
	90°	17	24	60	114	127	136	117	105	79	47	19	11	628
Nord-West	30°	16	32	68	139	178	199	173	138	91	47	22	12	817
	45°	15	28	58	116	151	169	149	116	77	40	20	11	695
	60°	13	25	50	101	130	144	128	99	66	35	18	9	600
	90°	11	18	38	78	96	108	95	74	51	28	13	7	451
Nord-Ost	30°	17	34	71	151	185	209	187	144	93	50	22	12	861
	45°	15	29	61	131	160	181	167	123	79	42	20	11	746
	60°	14	26	54	114	139	157	148	107	68	36	18	9	651
	90°	11	19	41	87	104	116	112	81	52	29	13	7	493
Nord	30°	16	29	56	128	172	197	175	129	77	36	21	11	766
	45°	15	26	43	90	136	161	145	95	56	33	19	10	608
	60°	13	24	39	71	101	119	113	72	50	30	17	9	482
	90°	10	18	31	58	75	83	81	57	41	25	13	7	365
		Außenlufttemperatur θ_a °C												Jahreswert °C
Außenlufttemperatur		1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9	9,5

5.1 Ermittlung der erforderlichen PV-Flächen für den Nachweis zum Effizienzhaus-Plus-Standard für das Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599-10:2011-12

Photovoltaik-Module werden durch ihren Wirkungsgrad und ihre STC-Nennleistung (engl. Standard Test Conditions) beschrieben. Die STC-Nennleistung entspricht der Leistung eines Moduls bei einer Einstrahlung von 1000 W/m², einer Modultemperatur von 25°C und einer Luftmasse (abgekürzt AM – engl. Airmass) von 1,5. Da sich diese Randbedingungen nur selten einstellen, liegt die mittlere Leistung des Solarmoduls deutlich unter dem STC-Wert. Die Leistung der Solarmodule nimmt annähernd linear mit der Einstrahlung zu. Des Weiteren

ren führt aufgrund der Temperaturabhängigkeit des Wirkungsgrades eine Hinterlüftung der Module zu einem höheren Ertrag.

Nach DIN V 18599-9:2011-12 wird die monatliche Netto-Stromproduktion aus Photovoltaiksystemen nach Gleichung (5-1) berechnet:

$$Q_{f,prod,PV,i} = \frac{E_{sol} * P_{pk} * f_{perf}}{I_{ref}} \quad (5-1)$$

mit:

$Q_{f,prod,PV,i}$ die monatliche Netto-Stromproduktion aus Photovoltaiksystem, in kWh;
 E_{sol} die monatliche solare Bestrahlungsenergie auf das Photovoltaiksystem, in kWh/(m²);
 P_{pk} die Peakleistung, die das Photovoltaiksystem unter Standard-Test-Bedingungen abgibt, in kW
 f_{perf} der Systemleistungsfaktor;
 I_{ref} die Referenzsolarbestrahlungsstärke (= 1kW/m²).

Die monatliche solare Bestrahlungsenergie, welche auf die die Photovoltaikmodule einwirkt, ergibt sich nach Gleichung (5-2):

$$E_{sol} = I_{sol} * d_{mth} * \frac{24 \frac{h}{d}}{1000 \frac{W}{kW}} \quad (5-2)$$

mit:

E_{sol} die monatliche solare Bestrahlungsenergie einer horizontalen Oberfläche (PV-Generator) in einer bestimmten geografischen Region, in kWh/(m²);
 I_{sol} die mittlere monatliche Strahlungsintensität in Abhängigkeit von der Neigung und Ausrichtung in einer bestimmten geografischen Region (im Monat), in W/m²;
 d_{mth} die Anzahl der Tage je Monat.

Die Leistung (Peakleistung P_{pk} in kW) einer Anlage kann entweder unter Normprüfbedingungen (STC) nach DIN EN 60904-3 (VDE V 0126-7) im Labor gemessen, oder sofern P_{pk} gar nicht verfügbar ist, nach Gleichung (5-3) berechnet werden:

$$P_{pk} = K_{pk} * A \quad (5-3)$$

mit:

P_{pk} Peakleistung bei Normprüfbedingungen, in kW;
 K_{pk} der flächenbezogene Peakleistungskoeffizient (Standardwerte sind in DIN V 18599-9:2011-12, Tabelle A.2 angegeben), in kW/m²
 A die Gesamtoberfläche des PV-Generators (ohne Randbedingungen), m².

Für die hier durchgeführten Untersuchungen wird unter Anwendung der zuvor genannten Ansätze die Leistung der PV-Anlage errechnet. Der Peakleistungskoeffizient wurde DIN V 18599-9:2011-12, Tabelle A.2 entnommen (monokristallines Silizium mit K_{pk} 0,135 kW_p/m²).

Die Berechnungen für E_{sol} bzw. für $Q_{f,prod,PV,i}$ erfolgen für alle 15 TRY-Regionen nach DIN V 18599-10: 2011-12 sowie für das alte Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599-10: 2007-02, jeweils für die Dachneigungen 0°,18° und 30°.

Die auf diese Weise ermittelten PV-Erträge werden anschließend für die standortbezogene Effizienzhaus-Plus Berechnung herangezogen. Hierbei werden die monatlichen endenergetischen Bedarfswerte (Heizung, Trinkwarmwasser, Hilfsenergie und Haushaltsstrom gemäß [15] (2500 kWh/a) ermittelt und den Erträgen aus der Photovoltaik-Anlage gegenübergestellt. Kann der monatliche Ertrag nicht den Bedarf decken (Differenz Bedarf-Ertrag = positiv, Energiebezug), so errechnet sich der monatliche Primärenergiebedarf aus der Differenz

aus Bedarf und Ertrag multipliziert mit dem Primärenergiefaktor für Strom-Mix nach [15] ($f_p = 2,4$). Wird monatlich ein höherer Ertrag erzielt als Bedarf vorhanden ist (Differenz Bedarf-Ertrag = negativ, Einspeisung), so errechnet sich der monatliche Primärenergiebedarf aus der Differenz aus Bedarf und Ertrag (negativ) multipliziert mit dem Primärenergiefaktor für Verdrängungsstrom nach [15] ($f_p = 2,8$). Für den Nachweis zum Effizienzhaus-Plus-Standard ist nachzuweisen, dass die bilanzierten spezifischen Werte für ΣQ_e und ΣQ_p jeweils kleiner Null sind. Sämtliche zuvor beschriebenen Berechnungsgänge sind in Tabelle 5-2 dargestellt. Die Dimensionierung der PV-Anlagen ist hier bereits so gewählt, dass die erforderlichen Nachweise für ΣQ_e und ΣQ_p erbracht werden.

Tabelle 5-2: Gegenüberstellung der Bedarfs- und Ertragsrechnungen nach DIN V 18599 bei unterschiedlichen Dachneigungen

(TRY-Region) 4 - Potsdam	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
	[kWh/mth]												[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Endenergie Wärme	507	437	291	159	134	126	130	130	131	195	408	571	3220	14,8
Haushaltsstrom	212	192	212	205	212	205	212	212	205	212	205	212	2500	11,5
Bedarf	720	629	504	365	346	331	342	342	337	407	613	783	5720	26,3
PV: A = 53 m² Neigung 0°														
PV-Ertrag	116	159	387	730	882	931	838	719	491	307	120	68	5748	26,4
Differenz Bedarf-Ertrag	604	470	116	-365	-536	-600	-496	-377	-154	100	494	716	-29	$\Sigma Q_e = -0,1$
Primärenergiefaktor	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4	2,4		
Bedarf	1449	1129	279	-1023	-1501	-1679	-1390	-1054	-431	239	1185	1717	-1080	$\Sigma Q_p = -5,0$
Primärenergie														
PV: A = 49 m² Neigung 18° Süd														
PV-Ertrag	154	169	411	735	836	861	771	706	518	357	132	83	5732	26,3
Differenz Bedarf-Ertrag	566	460	92	-370	-489	-529	-429	-364	-181	50	481	701	-13	$\Sigma Q_e = -0,1$
Primärenergiefaktor	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4	2,4		
Bedarf	1358	1105	222	-1037	-1370	-1483	-1200	-1020	-508	119	1155	1682	-976	$\Sigma Q_p = -4,5$
Primärenergie														
PV: A = 47 m² Neigung 30° Süd														
PV-Ertrag	154	169	411	735	836	861	771	706	518	357	132	83	5732	26,3
Differenz Bedarf-Ertrag	566	460	92	-370	-489	-529	-429	-364	-181	50	481	701	-13	$\Sigma Q_e = -0,1$
Primärenergiefaktor	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4	2,4		
Bedarf	1358	1105	222	-1037	-1370	-1483	-1200	-1020	-508	119	1155	1682	-976	$\Sigma Q_p = -4,5$
Primärenergie														

Nach Tabelle 5-2 ergibt sich in Abhängigkeit von der jeweils zugrunde gelegten Dachneigung

- bei 0° eine erforderlichen PV-Fläche von 53 m²,
- bei 18° eine erforderliche PV-Fläche von 49 m² und
- bei 30° eine erforderliche PV-Fläche von 47 m².

Davon ausgehend, dass nach DIN V 18599-10:2011-12 nur für Dachneigungen von 0° und 30° tabellarisierte mittlere solare Einstrahlungswerte zur Verfügung stehen, muss ohne Interpolation auf der sicheren Seite liegend von einer Dachneigung von 0° ausgegangen werden, da ansonsten zu hohe Erträge in Ansatz gebracht würden. Wenngleich DIN V 18599 nicht darauf hinweist, dass für Zwischenwerte die angegebenen Einstrahlungswerte interpoliert werden dürfen, wird unterstellt, dass eine Interpolation zu sinnvollen Ergebnissen für und daher für die im Weiteren dokumentierten Berechnungen in Ansatz gebracht.

Für die Vergleichsrechnungen mit der Software Polysun wurde ein PV-System definiert, welches vergleichbar (gleiche flächenbezogene Systemleistung bzw. Peakleistung) mit den DIN V 18599-Berechnungen ist. Hiernach ergeben sich bei Ansatz der nach DIN V 18599 als erforderlich berechneten PV-Flächengrößen die in Tabelle 5-3 angegebenen Bilanzergebnisse für die Bedarfs- und Ertragsgegenüberstellung.

Tabelle 5-3: Gegenüberstellung der Bedarfs- und Ertragsrechnungen nach Simulation mit Polysun bei unterschiedlichen Dachneigungen

(TRY-Region) 4 - Potsdam	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr		
	[kWh/mth]												[kWh/a]	[kWh/(m²a)]	
Endenergie Wärme	507	437	291	159	134	126	130	130	131	195	408	571	3220	14,8	
Haushaltsstrom	212	192	212	205	212	205	212	212	205	212	205	212	2500	11,5	
Bedarf	720	629	504	365	346	331	342	342	337	407	613	783	5720	26,3	
PV: A = 53 m² Neigung 0°	PV-Ertrag	115	159	403	760	892	926	830	708	494	313	116	62	5778	26,5
	Differenz Bedarf-Ertrag	605	470	101	-395	-546	-595	-488	-366	-157	94	497	721	-59	$\Sigma Q_e = -0,3$
	Primärenergiefaktor	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4	2,4		
	Bedarf Primärenergie	1451	1128	242	-1107	-1528	-1665	-1366	-1024	-440	226	1194	1731	-1159	$\Sigma Q_p = -5,3$
PV: A = 49 m² Neigung 18° Süd	PV-Ertrag	176	183	448	783	866	870	784	718	547	397	145	89	6006	27,6
	Differenz Bedarf-Ertrag	544	446	56	-418	-520	-539	-442	-376	-210	10	468	694	-287	$\Sigma Q_e = -1,3$
	Primärenergiefaktor	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4	2,4		
	Bedarf Primärenergie	1304	1070	134	-1171	-1455	-1508	-1238	-1052	-589	24	1124	1667	-1689	$\Sigma Q_p = -7,8$
PV: A = 47 m² Neigung 30° Süd	PV-Ertrag	206	191	461	774	827	816	737	703	561	433	158	101	5968	27,4
	Differenz Bedarf-Ertrag	514	438	43	-409	-481	-485	-395	-361	-224	-26	455	682	-249	$\Sigma Q_e = -1,1$
	Primärenergiefaktor	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4		
	Bedarf Primärenergie	1232	1051	102	-1146	-1346	-1357	-1106	-1010	-628	-73	1093	1638	-1549	$\Sigma Q_p = -7,1$

Im direkten Vergleich zu den Ergebnissen der DIN V 18599-Berechnungen (Tabelle 5-2) zeigen die Auswertungen der Simulationsrechnungen in Tabelle 5-3, dass die durch DIN V 18599 auf Monatsbasis ermittelten Erträge auf der sicheren Seite liegen. Die geringsten Abweichungen sind im Fall der horizontalen Modulausrichtung festzustellen, geringfügig deutlicher auf der sicheren Seite liegen die Berechnungen für 30° und für den interpolierten Fall bei 18° Neigung.

5.2 Standortbezogene Energiebedarfsrechnungen

Als Basis für eine standortbezogene Bewertung zum Effizienzhaus-Plus-Standard erfolgt zunächst eine energetische Bilanzierung des Gebäudes auf Basis der DIN V 18599:2007-02 für alle 15 Klimaregionen nach DIN V 18599-10:2011-12 sowie zum Vergleich auch für das alte Referenzklima Deutschland gemäß DIN V 18599-10:2007-02. Der dem Nachweis für den Effizienzhaus-Plus-Standard zugrunde zu legende Endenergiebedarf ergibt sich aus dem nach DIN V 18599 ermittelten Endenergiebedarf Wärme (inklusive Hilfsenergie) zuzüglich einem Bedarfsanteil für Haushaltsstrom gemäß Tabelle 5-4.

Tabelle 5-4: Endenergiebedarfswerte (absolut) für die 15 TRY-Regionen nach [5] und für das Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599:2007-02 (Bezeichnung TRY-Region 0).

Klimaregion (TRY-Region)	Endenergiebedarf monatlich - Wärme [kWh/mth]												Jahres-Endenergiebedarf [kWh/a]		
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Wärme	Haushaltsstrom	Summe
0 Klima Deutschland DIN V 18599 (2007)	594	448	329	158	139	126	130	130	131	215	359	542	3.299	2.500	5.799
1 Bremerhaven	503	378	301	165	139	126	130	130	131	189	120	490	2.802	2.500	5.302
2 Rostock	518	412	272	174	143	126	130	130	131	182	357	542	3.117	2.500	5.617
3 Hamburg	506	426	306	177	139	126	130	130	136	195	374	519	3.164	2.500	5.664
4 Potsdam	507	437	291	159	134	126	130	130	131	195	408	571	3.220	2.500	5.720
5 Essen	472	334	285	176	137	126	130	130	133	190	351	479	2.942	2.500	5.442
6 Bad Marienberg	575	403	355	215	154	131	130	130	146	256	448	587	3.530	2.500	6.030
7 Kassel	528	386	253	188	140	126	130	130	137	227	381	548	3.173	2.500	5.673
8 Braunlage	612	434	348	238	155	135	133	133	158	246	494	622	3.709	2.500	6.209
9 Chemnitz	494	401	374	201	140	126	130	130	137	191	375	500	3.197	2.500	5.697
10 Hof	654	492	314	216	147	129	130	130	154	286	437	605	3.695	2.500	6.195
11 Fichtelberg	667	542	439	311	200	169	145	143	217	326	576	703	4.438	2.500	6.938
12 Mannheim	452	344	209	165	132	126	130	130	128	165	339	438	2.757	2.500	5.257
13 Passau	558	468	303	203	136	126	130	130	138	215	429	598	3.434	2.500	5.934
14 Stötten	567	467	327	222	149	129	130	130	151	218	443	568	3.500	2.500	6.000
15 Garmisch	595	458	331	220	147	129	130	130	146	221	369	552	3.429	2.500	5.929

Ergänzend zu Tabelle 5-4 folgt in Bild 5-2 die grafische Darstellung der Endenergiebedarfs-
werte als Absolutwerte sowie bezogen auf das Referenzklima Potsdam.

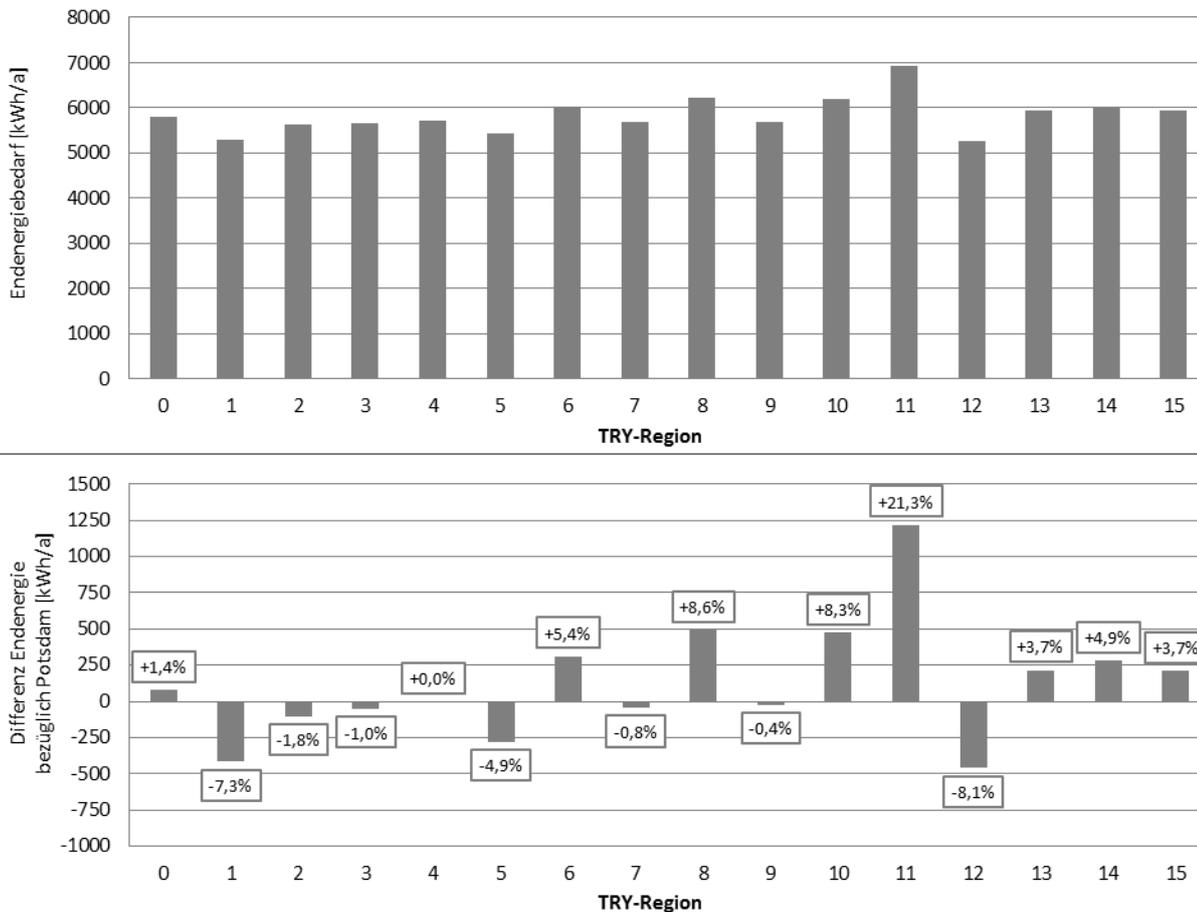


Bild 5-2: Endenergiebedarfswerte (oben: absolut, unten: Abweichung bzgl. Potsdam) für die 15 TRY-Regionen nach [5] und für das Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599:2007-02 (Bezeichnung TRY-Region 0).

Die endenergetisch Auswertung für die 15 Klimaregionen Deutschlands und für das alte Referenzklima nach DIN V 18599-10:2007-02 (Bezeichnung: TRY-Region 0) in Bild 5-2 zeigt, dass sich bezogen auf das neue Referenzklima Potsdam Abweichungen zwischen - 8,1 Prozent (TRY-Region 12, Mannheim) und + 21,3 Prozent (TRY-Region 11, Fichtelberg) ergeben. Diese endenergetische Bilanzierung wird der in Abschnitt 5.3 folgenden Auswertung zum standortbezogenen Effizienzhaus-Plus-Nachweis zugrunde gelegt.

5.3 Ertragsrechnungen und Effizienzhaus-Plus-Nachweise für die einzelnen Klimaregionen

Nach Darstellung der neigungsabhängigen Ertragsrechnungen für das Referenzklima Potsdam in 5.1 beschränken sich Ergebnisdarstellungen im Folgenden auf die tatsächliche Dachneigung von 18°.

Tabelle 5-5 stellt sowohl die nach DIN V 18599-9:2011-12 als auch die mit Polysun ermittelten jährlichen PV-Erträge als absolute und spezifische Werte dar. Weiterhin wird für beide Berechnungsverfahren getrennt die standortbezogene Effizienzhaus-Plus-Bewertung durchgeführt. Hierzu werden jeweils die analog zur Darstellung in Abschnitt 5.1 auf Monatsbasis berechneten end- und primärenergetischen Einzelsummen ΣQ_e und ΣQ_p angegeben. Zusätzlich erfolgt zeilenweise über die Kennzeichnung mit „JA“ oder „NEIN“ die Information, ob die auf Basis des Referenzklimas Potsdam erfolgte Dimensionierung der PV-

Anlage standortbezogen zur Erfüllung der Effizienzhaus-Plus-Anforderungen führt oder nicht.

Tabelle 5-5: Standortbezogene PV-Erträge und Effizienzhaus-Plus-Bewertung nach DIN V 18599 und Simulation für die Dachneigung 18°

Klimaregion (TRY-Region)	DIN V 18599 (2011)	PV-Ertrag		Differenz		Effizienzhaus-Plus Nachweis							
		Simulation Polysun		DIN V 18599 - Polysun		DIN V 18599 (2011)			Simulation Polysun				
		[kWh/a]	[kWh/(m²a)]	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]	[kWh/a]	[%]	ΣQ_e [kWh/(m²a)]	ΣQ_p [kWh/(m²a)]	ΣQ_e UND $\Sigma Q_p < 0$	ΣQ_e [kWh/(m²a)]	ΣQ_p [kWh/(m²a)]	ΣQ_e UND $\Sigma Q_p < 0$
0	Klima Deutschland DIN V 18599 (2007)	5.843	26,8	6.249	28,7	406	6,9	-0,2	-5,1	JA	-2,1	-9,9	JA
1	Bremerhaven	5.068	23,3	5.355	24,6	287	5,7	1,1	-0,8	NEIN	-0,3	-4,3	JA
2	Rostock	5.633	25,9	5.959	27,4	326	5,8	-0,1	-4,3	JA	-1,6	-8,4	JA
3	Hamburg	5.012	23,0	5.264	24,2	252	5,0	3,0	3,9	NEIN	1,8	0,9	NEIN
4	Potsdam	5.732	26,3	6.006	27,6	274	4,8	-0,1	-4,5	JA	-1,3	-7,8	JA
5	Essen	4.988	22,9	5.231	24,0	243	4,9	2,1	1,9	NEIN	1,0	-1,1	NEIN
6	Bad Marienberg	5.048	23,2	5.356	24,6	308	6,1	4,5	7,8	NEIN	3,1	4,0	NEIN
7	Kassel	5.245	24,1	5.524	25,4	279	5,3	2,0	1,4	NEIN	0,7	-2,0	NEIN
8	Braunlage	5.213	23,9	5.562	25,5	349	6,7	4,6	7,9	NEIN	3,0	3,7	NEIN
9	Chemnitz	5.653	26,0	6.016	27,6	363	6,4	0,2	-3,3	NEIN	-1,5	-7,7	JA
10	Hof	5.401	24,8	5.698	26,2	297	5,5	3,7	5,2	NEIN	2,3	1,6	NEIN
11	Fichtelberg	5.222	24,0	5.699	26,2	477	9,1	7,9	16,4	NEIN	5,7	10,7	NEIN
12	Mannheim	5.807	26,7	6.054	27,8	247	4,3	-2,5	-10,2	JA	-3,7	-13,2	JA
13	Passau	5.592	25,7	5.862	26,9	270	4,8	1,6	0,1	NEIN	0,3	-3,1	NEIN
14	Stötten	5.519	25,3	5.847	26,9	328	5,9	2,2	1,9	NEIN	0,7	-2,0	NEIN
15	Garmisch	5.866	26,9	6.208	28,5	342	5,8	0,3	-2,9	NEIN	-1,3	-6,8	JA

Ergänzend zur tabellarischen Auswertung der berechneten PV-Erträge in Tabelle 5-5 folgt in Bild 5-3 eine grafische Darstellung der Ergebnisse nach DIN V 18599 und in Bild 5-4 für die Simulation.

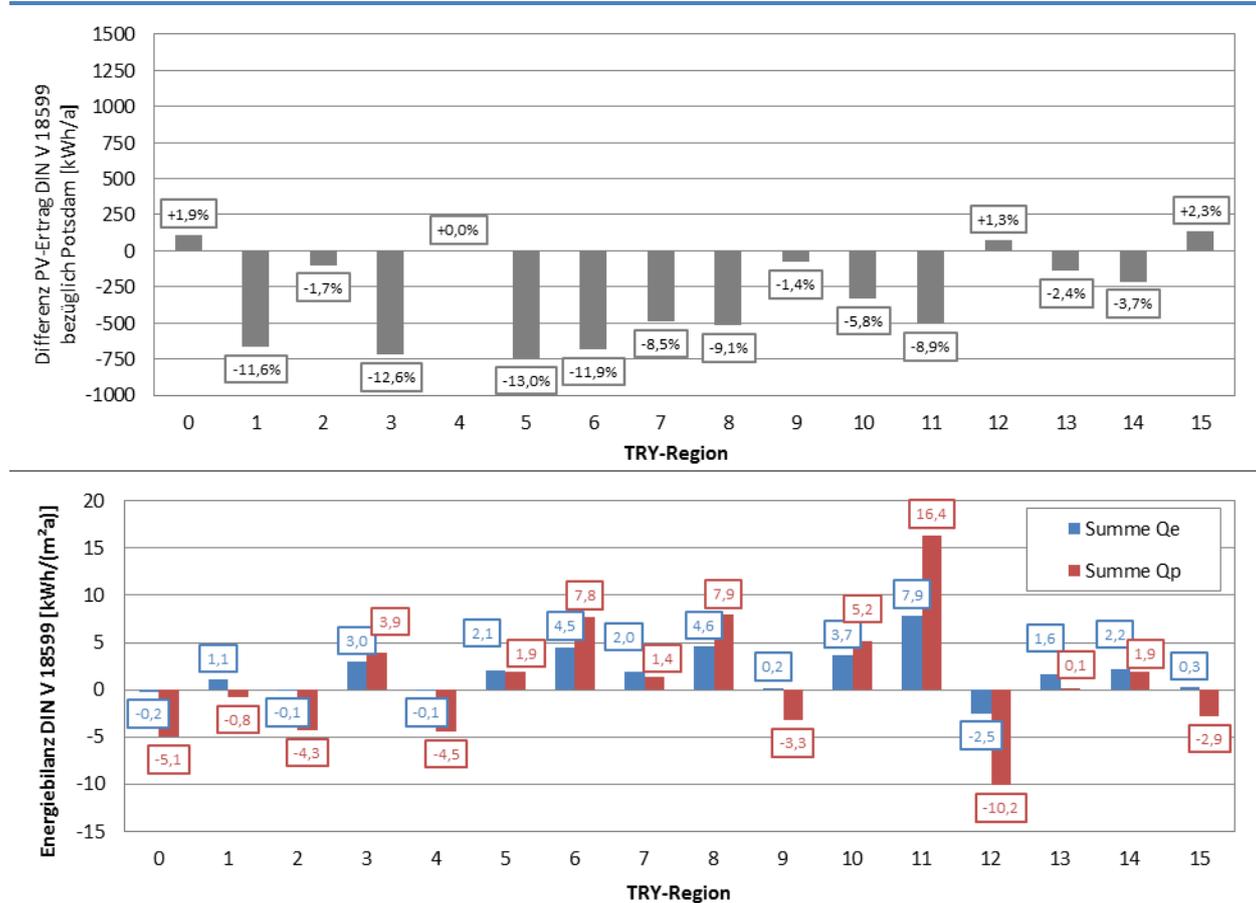


Bild 5-3: Ertragsberechnungen im Vergleich zum Referenzort Potsdam und standortbezogene Effizienzhaus-Plus-Bewertung nach DIN V 18599

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. Bild 5-4 stellt die korrespondierende Auswertung für die Ergebnisse der Simulationsrechnungen dar.

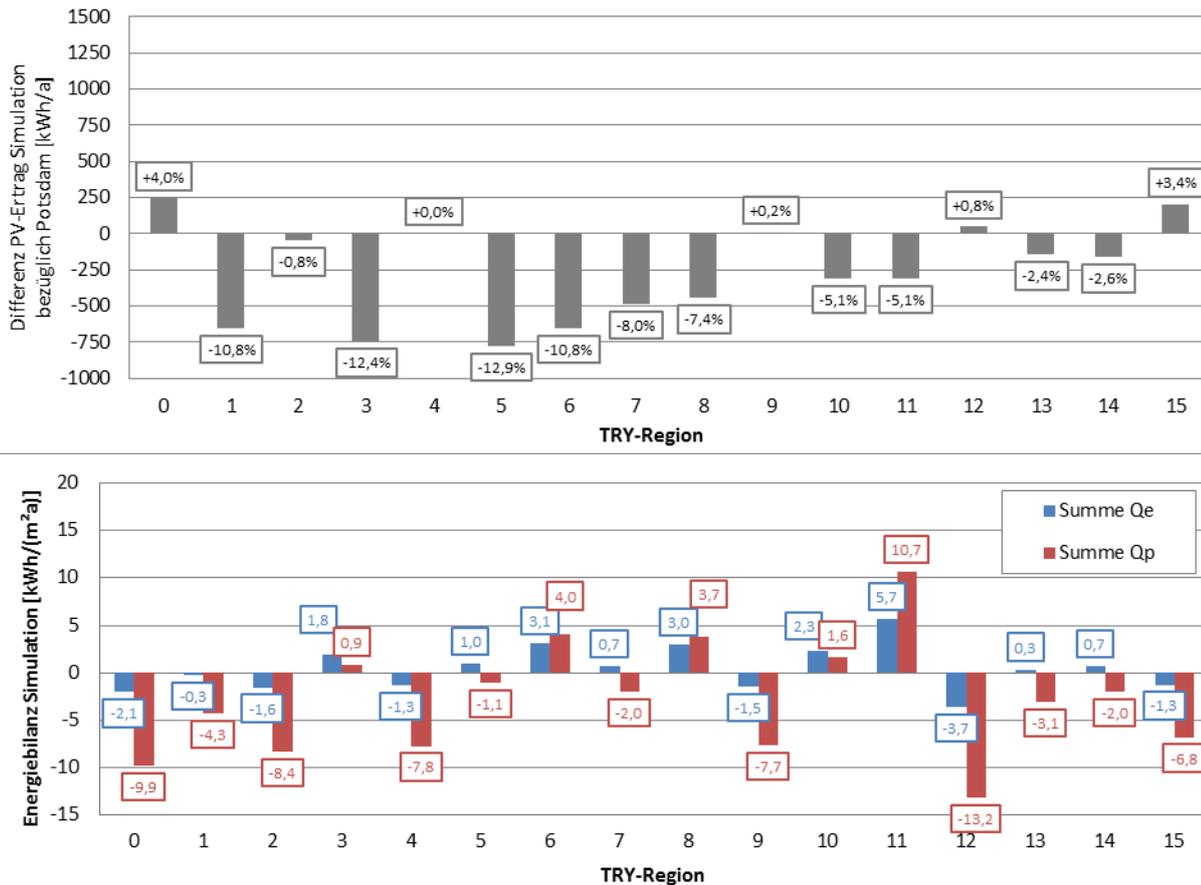


Bild 5-4: Ertragsberechnungen im Vergleich zum Referenzort Potsdam und standortbezogene Effizienzhaus-Plus-Bewertung nach DIN V 18599

Auch die Auswertungen der Simulationsrechnungen zeigen, dass nur in sechs (inklusive Klimaregion Potsdam) der 15 Klimaregionen Deutschlands der standortbezogene Effizienzhaus-Plus-Nachweis erbracht werden kann. Dass sich im Vergleich zu den Berechnungen nach DIN V 18599 mehr Klimaregionen in Bezug auf den Effizienzhaus-Plus-Standard positiv darstellen lassen, ist auf die höheren PV-Erträge im Fall der Simulationsrechnungen zurückzuführen. Bild 5-5 stellt hierzu die relativen Erträge der Simulationsrechnungen gegenüber der Berechnung nach DIN V 18599 dar.

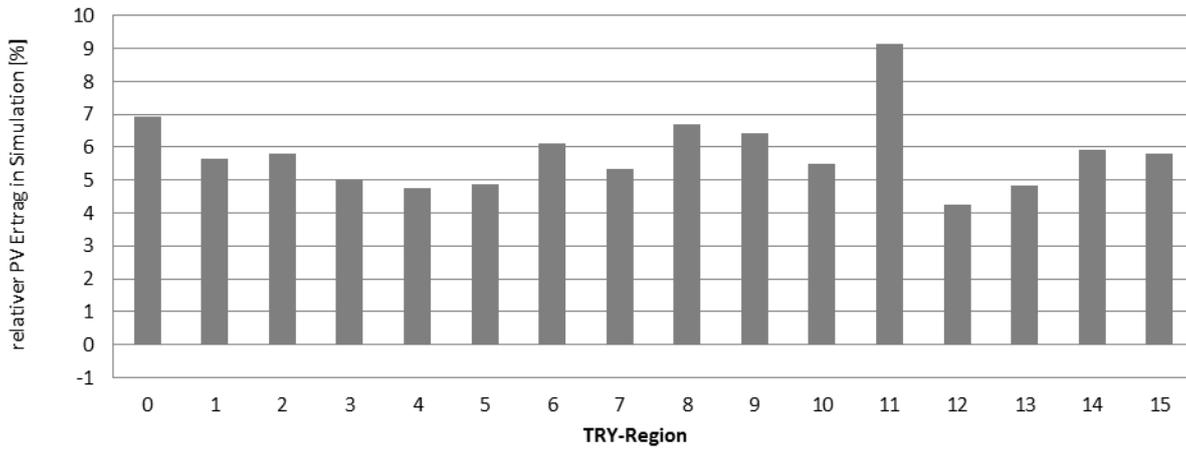


Bild 5-5: Relative PV-Erträge nach Simulationsrechnung gegenüber der Berechnung nach DIN V 18599-9:2011-12

5.4 Einfluss der internen Wärmequellen auf die Sensitivität des Berechnungsverfahrens

Für den Effizienzhaus-Plus-Nachweis werden die internen Wärmequellen nach DIN V 18599:2007-02 [11] (für EFH 50 Wh/(m²d) bezogen auf die Wohnfläche) bzw. [12] (45 Wh/(m²d) bezogen auf die Nettogrundfläche) in Ansatz gebracht. Dies steht im Widerspruch zu der Verpflichtung, für ein Effizienzhaus-Plus besonders effiziente und stromsparende Geräte einzusetzen. Im Vergleich zu den mittleren internen Lasten nach DIN V 18599, wie sie im Nachweisverfahren zu berücksichtigen sind, sind mit dem Einsatz effizienter und energiesparender Geräte auch vergleichsweise geringe Wärmeeinträge verbunden.

Die internen Wärmequellen nach DIN V 18599 setzen sich wie folgt zusammen:

- der Wärmeeintrag durch Personen,
- der Wärmeeintrag durch künstliche Beleuchtung,
- der Wärmeeintrag durch Geräte und Maschinen,
- der Wärmeeintrag durch in die Gebäudezone eingebrachte Güter mit Temperaturen über der Bilanz-Innentemperatur (im Wohnungsbau nicht relevant),
- der Wärmeeintrag durch Heiz- und Kühlsysteme (durch Verteilleitungen und Luftkanäle mit Temperaturen über der Bilanz-Innentemperatur sowie Wärmeeinträge aus Erzeugung und Speicherung).

Die durch den Betrieb elektrischer Geräte anfallenden Wärmemengen sind nach DIN V 18599-10 flächenbezogen vorgegeben. Dabei wird eine Unterscheidung nach Einfamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH) getroffen. Eine Aufschlüsselung der internen Wärmequellen für die unterschiedlichen Anwendungen erfolgt in Tabelle 5-6. Hierin sind sowohl Wärmequellen als auch Wärmesenken aufgeführt.

Tabelle 5-6: Zusammenstellung der Anteile für interne Wärmequellen bei Wohnnutzung nach DIN V 18599-10 nach [18]

		Interne Wärmequellen [W]				Interne Wärmequellen [W]	
		MFH	EFH			MFH	EFH
1	Fernseher	35	35	7	Elektronik	85	85
2	Kühlschrank	37	25	8	Kleingeräte	11	17
3	E-Herd	14	21	9	Personen	88	132
4	Spülmaschine	5	7	1	Beleuchtung	33	50
5	Waschen	4	0	0	Verdunstung	-50	-75
6	Trocknen	38	0	1	Kaltwasser	-10	-15
				2			
				Summe 1 - 12		290	282

Für die Anwendung „Waschen“ und „Trocknen“ wird beim EFH davon ausgegangen, dass sich die Geräte im unbeheizten Keller befinden und daher nicht in die Bilanz mit einfließen.

Nach DIN V 18599-10 ergibt sich unter Berücksichtigung der Annahme, dass die Gesamtfläche im Durchschnitt beim Mehrfamilienhaus bei 70 m² (also 2 Personen pro Wohnung) und beim Einfamilienhaus 135 m² (also 3 Personen pro Einfamilienhaus) angesetzt ist, ein spezifischer Wert der internen Wärmequellen von 50 Wh/(m²d) für das EFH und ein spezifischer Wert von 100 Wh/(m²d) für das MFH. Nach DIN V 18599-10:2007-02 gelten die angegebenen internen Wärmelasten für den Flächenbezug zur Wohnfläche. Vereinfacht ergibt sich die Wohnfläche nach DIN V 18599-10:2007-02 aus dem 1,1-fachen der Nettogrundfläche. Nach DIN V 18599-10:2011-12 werden die Standardwerte für die internen Wärmeeinträge mit Bezug zur Nettogrundfläche angegeben, woraus 45 Wh/(m²d) für das Einfamilienhaus

und 90 Wh/(m²d) für das Mehrfamilienhaus resultieren. Wie zuvor bereits erwähnt ist davon auszugehen, dass im Fall von Gebäuden, die den Anforderungen für den Effizienzhaus-Plus-Standard genügen, Geräte zum Einsatz kommen, die zu geringeren internen Wärmeinträge führen. Die folgenden Auswertungen in Bild 5-6 stellen die Auswirkungen auf die Energiebilanzgrößen bei um 20 und 40 Prozent reduzierten internen Wärmequellen dar.

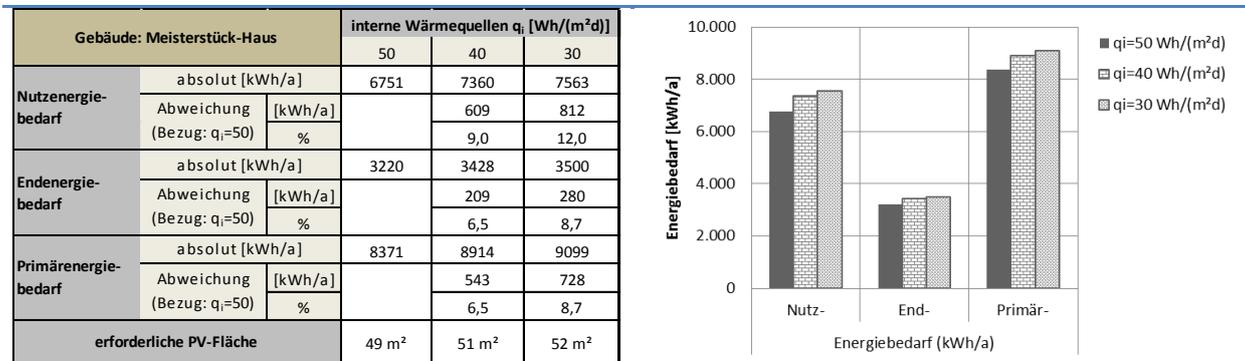


Bild 5-6: Abhängigkeit der Energiebilanz für den Effizienzhaus-Plus-Standard von dem Ansatz der internen Wärmeinträge

Eine Reduzierung der internen Wärmequellen durch stromsparende Geräte führt zu einer Erhöhung des Nutzenergiebedarfs und daher auch zu einer Erhöhung des End- und Primärenergiebedarfs. Hieraus ergibt sich, dass rechnerisch für den Nachweis des Effizienzhaus-Plus-Standards auch, wie in Bild 5-6 angegeben, größere PV-Flächen vorgesehen werden müssten.

Da für den Nachweis eines Effizienzhaus-Plus stromsparende Geräte in Ansatz gebracht werden, sollte im Sinne einer Harmonisierung der Ansätze von vergleichbaren Wärmeinträgen ausgegangen werden (auf der einen Seite wird der Strombedarf mit effizienten Geräten bilanziert, aber auf der anderen Seite erfolgt keine Annahme reduzierter internen Lasten).

6 Standortbezogene Bewertung von Wind-Energie-Anlagen

In der Neufassung der DIN 18599-9:2011-12 [19] erfolgt u.a. die Aufnahme von Berechnungsverfahren für Wind-Energie-Anlagen. Dabei beschränkt sich die Norm auf Anlagensysteme, welche bei Eigenerzeugung und Nutzung von Strom im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit Gebäuden zum Einsatz kommen können (Kleinanlagen). Der Berechnungsansatz verfolgt eine monatsweise Ermittlung von Energieerträgen für verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen.

Vor der Realisierung einer Wind-Energie-Anlage wird durch DIN V 18599-9 unbedingt empfohlen, Windmessungen vor Ort durchzuführen. Vor allem bei Kleinanlagen und geringen Höhen von unter 20 m haben die örtlichen Verhältnisse und Umwelteinflüsse (Einflüsse des Geländes, der Vegetation, der Bebauung) einen erheblichen Einfluss auf die Effizienz der Anlage.

Die für die Berechnung erforderlichen mittleren monatlichen durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten in einer Referenzhöhe von 10 m in verschiedenen Teilen Deutschlands können vom Deutschen Wetterdienst bezogen werden (Datensätze der Testreferenzjahre), sofern diese nicht durch Erfassung der örtlichen Verhältnisse ermittelt werden.

Für die Festlegung der Wind-Energie-Anlagen und Nabenhöhe kann, sofern nichts Näheres bekannt ist, aus den in Tabelle 6-1 angegebenen Kategorien gewählt werden. Um den in der Höhe zunehmenden Wind besser nutzen zu können, sollte eine möglichst hohe Nabenhöhe vorgesehen werden (unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Stabilität der Gesamtkonstruktion).

Tabelle 6-1: Daten typischer Windenergieanlagen nach DIN V 18599-9:2011-12

Kategorie	Rotorfläche	WEA-Leistung	Rotordurchmesser	Typische Nabenhöhe h_2
	A_{Rotor} [m ²]	P_{WEA} [kW]	D_{Rotor} [m]	[m]
S	40 – 200	bis 75	7 – 16	20 - 50
XS	3,5 - 40	bis 40	2,1 - 7	12 - 30
Mikro	= < 3,5	bis 1	= < 2,1	6 - 20

Die Bestimmung der Leistung einer Wind-Energie-Anlage hängt u. a. von der Windleistung der jeweiligen Windgeschwindigkeitsklasse ab ($P_{\text{Wind,WK}}$) und wird nach Gleichung (6-1) berechnet:

$$P_{\text{WEA,WK}} = 0,2 * P_{\text{Wind,WK}} \quad (6-1)$$

mit:

$P_{\text{WEA,WK}}$ Leistung der Windenergieanlage in [W]

$P_{\text{Wind,WK}}$ Windleistung in der jeweiligen Windgeschwindigkeitsklasse in [W]

Nach DIN V 18599-10:2011-12 ist der Faktor 0,2 ein mittlerer Leistungsbeiwert der sich auf das gesamte Windgeschwindigkeitsspektrum bezieht. Er wird angesetzt sofern keine detaillierten Angaben zur Wind-Energie-Anlage in Form der Produkt-Leistungskurve zur Verfügung stehen.

Zur Ermittlung des monatlichen Ertrages wird zudem die mittlere monatliche Betriebszeit benötigt. Daraus ergibt sich schließlich der monatliche Ertrag nach DIN V 18599-10:2011-12 wie durch Gleichung (6-2) beschrieben:

$$Q_{f,prod,WEA,i} = \sum P_{WEA,WK,n} * t_{WK,n} \tag{6-2}$$

mit:

$Q_{f,prod,WEA,i}$ die monatliche Netto-Stromproduktion aus Windenergiesystemen, in [kWh,

$P_{WEA,WK,n}$ die WEA-Leistung in der jeweiligen Windgeschwindigkeitsklasse n, in [W]

$t_{WK,n}$ die mittlere Häufigkeitsdauer in der jeweiligen Windgeschwindigkeitsklasse n, im Monat in [h]

Nach DIN V 18599-9:2011-12 ergeben sich so für die entsprechenden Regionen monatliche Erträge die in Bild 6-1 exemplarisch für die TRY Regionen 4 (Potsdam) und 14 (Stötten) dargestellt werden.

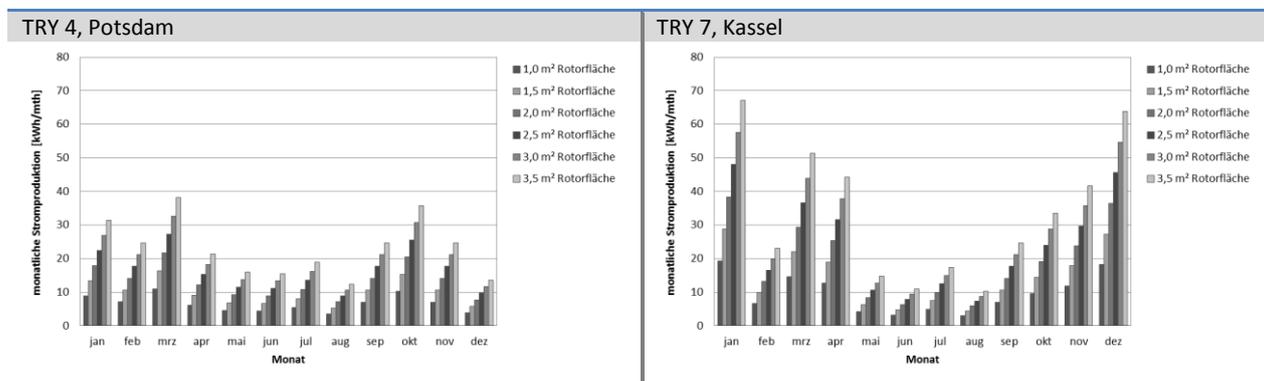


Bild 6-1: Monatliche Erträge einer WEA für die Klimaregionen Potsdam und Stötten in Abhängigkeit der Rotorfläche

Nach DIN V 18599-9:2011-12 steigen die Erträge linear zur Rotorfläche an. Für den Vergleich aller Klimaregionen wurden daher jährlichen Erträge mit einer Rotorfläche mit A = 1 m² und 3,5 m² ermittelt. Die Gesamtauswertung hierzu wird in dargestellt.

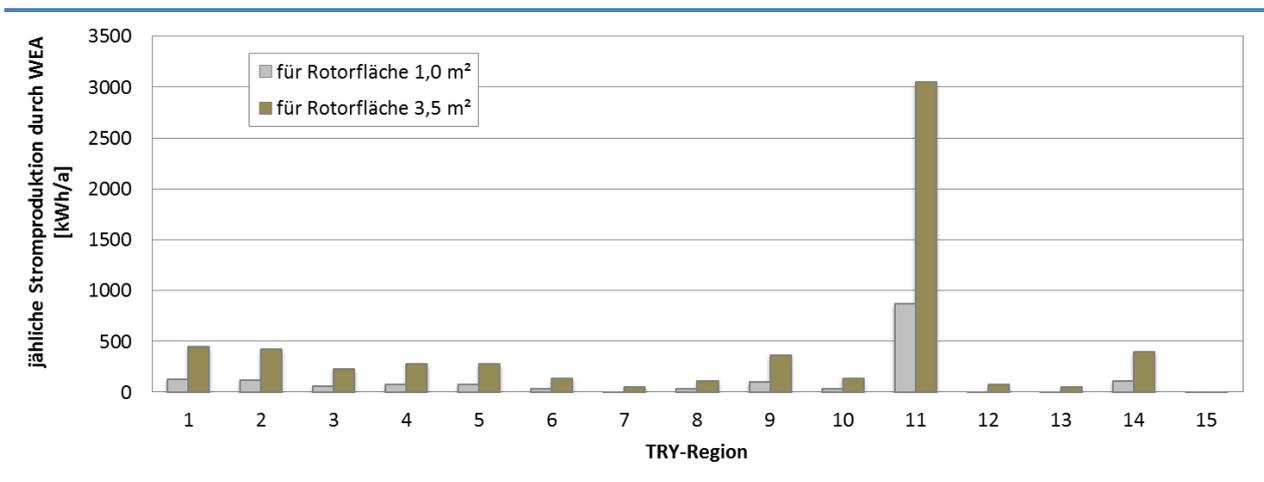


Bild 6-2: Jahreserträge von WEA in den 15 Klimaregionen Deutschland für Rotorflächen von 1 m² und 3,5 m²

Die Ergebnisse zeigen, dass Klein-Wind-Energie-Anlagen (bis 10 m Nabenhöhe) nach DIN V 18599-9:2011-12 - mit Ausnahme des Standorts Fichtelberg - keine nennenswerten Erträge

liefern. Der Bundesverband der Kleinwindanlagen schätzt derzeit die Kosten für Anlagen in der Leistungsklasse bis 1 KW Nennleistung auf 3000 € bis 5000 €. Bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist weiterhin darauf zu achten, dass neben den Anschaffungskosten der WEA noch weitere, nur schwer zu kalkulierende Kosten entstehen. Die Kosten-Nutzen-Berechnung für eine WEA setzt sich daher wie folgt zusammen:

- Genehmigungskosten (Kleinwindenergieanlagen unterliegen als Bauprodukte dem materiellen und formellen Bauordnungsrecht. Mit Ausnahme von Sachsen, Baden-Württemberg und Bayern – in diesen Bundesländern gibt es eine Baugenehmigungsfreiheit für Anlagen bis zehn Metern Höhe, wenn bestimmte Bedingungen wie beispielsweise die Geräuschentwicklung berücksichtigt werden)
- Anschaffungskosten (zwischen 3000€ und 5000€)
- Fundamentkosten
- Anschlusskosten
- Speicherkosten
- Wartungskosten
- Vergütung für Strom aus Klein-Wind-Energieanlagen (Jahr der Inbetriebnahme 2012: 8,93 ct/kWh [16])

Werden die nach DIN V 18599-9:2011-12 bilanzierten Erträge allein den Anschaffungskosten gegenübergestellt, so kann nicht von einem wirtschaftlichen Betrieb ausgegangen werden. Diese Aussage gilt jedoch ausschließlich für eine Bilanzierung nach DIN V 18599-9:2011-12. Windenergieanlagen können sich, günstige Verhältnisse vorausgesetzt, auch wirtschaftlich darstellen. Aufgrund der geringen Vergütung für den ins Netz eingespeisten Strom sollte jedoch der Eigenbedarf so hoch wie möglich sein um Windenergieanlagen mit einer geringen Nennleistung wirtschaftlich zu betreiben.

Kleinwindanlagen spielen im Bereich von Plusenergiehäusern aufgrund genehmigungstechnischer Einschränkungen und hinsichtlich mangelnder Standortflexibilität nur eine Nebenrolle und können derzeit nur in Einzelfällen als System zur regenerativen Energieerzeugung dienen.

7 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 Klimadatensätze 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) angestellt. Über die Bewertung von Photovoltaikanlagen zur regenerativen Energiegewinnung hinaus erfolgen ebenfalls standortbezogene Ertragsrechnungen zu Windenergieanlagen (WEA) nach DIN V 18599-9:2011-12.

7.1 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 Heizwärmebedarfswerte 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.

7.2 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 [6], 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 Nichtwohnggebäude, 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.

7.3 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.

Quellenverzeichnis

- [1] Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung, 29.04.2009, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2009, Teil I, Nr. 23., Bundesanzeiger Verlag, 30. April 2009, Seite 954 bis 989.
- [2] DIN V 18599:2007-02. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung (10 Normenteile).
- [3] Richtlinie des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung über die Vergabe von Zuwendungen für Modellprojekte im Effizienzhaus-Plus-Standard im Jahre 2012. Förderrichtlinie B 13 – 8142.1/1-12. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Berlin 2012.
- [4] DIN V 18599:2011-12. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung (11 Normenteile).
- [5] Aktualisierte und erweiterte Testreferenzjahre (TRY) von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung -BBR-, Forschungsinitiative Zukunft Bau, Bonn, 2011.
- [6] Hauser, G. und Otto, F.: Auswirkungen eines erhöhten Wärmeschutzes auf die Behaglichkeit im Sommer. Bauphysik 19 (1997), H. 6 , S. 169 -176; 21. Internationaler Velta Kongreß '99, S. 39-53.
- [7] Lüking, R.-M. und Hauser, G.: Plusenergiehäuser – technische und ökonomische Grundlagen. Fraunhofer Verlag (2012).
- [8] Klauß, S. und Maas, A.: Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit. Bonn 2010.
- [9] Meisterstück HAUS. Dokumentation des „Genusshauses“ in der FertighausWelt Köln-Frechen. Online Ressource: <http://www.meisterstueck.de/opencms/opencms/de/beratung/detailansicht.html?id=596&group=-1>, aufgerufen am 16.7.2013.
- [10] DIN V 4108-6:2003-06. Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs.
- [11] DIN V 18599-10: 2007-02. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung.
- [12] DIN V 18599-10: 2011-12. Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten.
- [13] DIN EN ISO 13786:2008-04. Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen –Dynamisch-thermische Kenngrößen –Berechnungsverfahren.
- [14] G. Hauser: Rechnerische Vorherbestimmung des Wärmeverhaltens großer Bauten. Dissertation Universität Stuttgart (1977).
- [15] Wohnhäuser mit Plus-Energie Niveau - Definition und Berechnungsmethode. Anlage 1 zur Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung über die Vergabe von Zuwendungen für Modellprojekte „Plus-Energie-Haus-Standard“.

- [16] Maas, A.; Höttges, K.; Klauß, S.; Stiegel, H.: Auswirkung des Einsatzes der DIN V 18599 auf die energetische Bewertung von Wohngebäuden - Reflexion der Berechnungsansätze. Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V., Fraunhofer-Institut für Bauphysik. Abschlussbericht zum Zukunft Bau-Vorhaben SF - 10.08.18.7- 09.43. Kassel, 2011.
- [17] Blümel, K.; Hollan, E.; Kähler, M.; Peter, R.; Jahn, A.: Entwicklung von Testreferenzjahren (TRY) für Klimaregionen der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsbericht BMFT-FB-T86-051. Berlin 1986.
- [18] Maas, A. und Höttges, K.: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten (DIN V 18599-10). In: Bauphysik-Kalender 2013. Hrsg. N. Fouad. Berlin: Ernst & Sohn, 2013, S. 415-428.
- [19] DIN V 18599-9: 2011-12. Energetischen Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen.

Abbildungsverzeichnis

Bild 2-1:	Übersicht ausgewählter Modellgebäude aus [8]	9
Bild 2-2:	Meisterstückhaus („Genusshaus“) der Fa. Otto Baukmeier in der FertighausWelt Köln-Frechen [9]	10
Bild 3-1:	Klimarandbedingungen der ausgewählten 7-Tages-Periode vom 19.3. bis 25.3., TRY Potsdam.....	19
Bild 3-2:	Verlauf von Heizleistung und operativer Temperatur für den Modellgebäudetyp „EFH klein ohne Keller“ in leichter und schwerer Bauart mit und ohne Nachabsenkung (NA), Wärmeschutzniveau EnEV 2009	20
Bild 3-3:	Verlauf von Heizleistung und operativer Temperatur für den Modellgebäudetyp „EFH klein ohne Keller“ in leichter und schwerer Bauart mit und ohne Nachabsenkung, Wärmeschutzniveau EnEV 2009+	20
Bild 3-4:	Verlauf von Heizleistung und operativer Temperatur für den Modellgebäudetyp „EFH klein ohne Keller“ in leichter und schwerer Bauart mit und ohne Nachabsenkung, Wärmeschutzniveau EnEV 2009++	21
Bild 3-5:	Gegenüberstellung der Heizwärmebedarfswerte zu den Darstellungen in Bild 3-2 bis Bild 3-4 für die ausgewählte 7-Tages-Periode	21
Bild 3-6:	Luftwechselraten in den Simulationsvarianten.....	26
Bild 3-7:	Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Einfamilienhaus bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: g=0,6; EnEV 2009+: g=0,55; EnEV 2009++: g=0,50)	26
Bild 3-8:	Mittlere Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Modellgebäude mit Nutzung EFH und MFH bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02.	36
Bild 3-9:	Mittlere Abweichung des Heizwärmebedarfs für die Modellgebäude mit Nutzung EFH und MFH nach Simulation gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12.	38
Bild 3-10:	Mittlere prozentuale Veränderung des Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart im Vergleich zur leichten Bauart nach DIN V 18599 und Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten).....	40
Bild 3-11:	Mittlere Erhöhung des Heizwärmebedarfs bei durchgehendem Heizbetrieb im Vergleich zu einem Heizbetrieb mit Nachabsenkung nach DIN V 18599 und Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten).	41
Bild 3-12:	Mittlere Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ im Vergleich zum Niveau EnEV 2009 nach DIN V 18599 und	

	Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten) für den Betrachtungsfall mit Nachtabsenkung („mit NA“).....	43
Bild 3-13:	Mittlere Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ im Vergleich zum Niveau EnEV 2009 nach DIN V 18599 und Simulation für die Nutzungsprofile EFH (oben) und MFH (unten) für den Betrachtungsfall ohne Nachtabsenkung („ohne NA“).	43
Bild 4-1:	Luftwechselraten in den Simulationsvarianten	46
Bild 4-2:	Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas (oben) und als Weißglas (unten).....	50
Bild 4-3:	Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	58
Bild 4-4:	Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	58
Bild 4-5:	spezifischer Jahres-Kühlkältebedarf für das EFH nach DIN V 18599 und Simulation bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	59
Bild 4-6:	spezifischer Jahres-Kühlkältebedarf für das EFH nach DIN V 18599 und Simulation bei einer Ausführung der Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	60
Bild 4-7:	Mittlere Reduzierung des Kühlkältebedarfs bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02 für die Nutzungsprofile EFH und MFH.	61
Bild 4-8:	Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	62
Bild 4-9:	Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	63
Bild 4-10:	Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	64
Bild 4-11:	Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart	64
Bild 5-1:	Einteilung Deutschlands in die 15 TRY-Regionen der Testreferenzjahre 2004 und 2011	67
Bild 5-2:	Endenergiebedarfswerte (oben: absolut, unten: Abweichung bzgl. Potsdam) für die 15 TRY-Regionen nach [5] und für das Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599:2007-02 (Bezeichnung TRY-Region 0).....	73
Bild 5-3:	Ertragsberechnungen im Vergleich zum Referenzort Potsdam und standortbezogene Effizienzhaus-Plus-Bewertung nach DIN V 18599	74
Bild 5-4:	Ertragsberechnungen im Vergleich zum Referenzort Potsdam und standortbezogene Effizienzhaus-Plus-Bewertung nach DIN V 18599	75
Bild 5-5:	Relative PV-Erträge nach Simulationsrechnung gegenüber der Berechnung nach DIN V 18599-9:2011-12	76
Bild 5-6:	Abhängigkeit der Energiebilanz für den Effizienzhaus-Plus-Standard von dem Ansatz der internen Wärmeeinträge	78
Bild 6-1:	Monatliche Erträge einer WEA für die Klimaregionen Potsdam und Stötten in Abhängigkeit der Rotorfläche.....	80

Bild 6-2:	Jahreserträge von WEA in den 15 Klimaregionen Deutschland für Rotorflächen von 1 m ² und 3,5 m ²	80
-----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Parametrisierung der wesentlichen Einflussgrößen auf die Nutzenergiebedarfswerte	11
Tabelle 2-2:	Festlegung von U- und g-Werten für die betrachteten Wärmeschutzniveaus	12
Tabelle 2-3:	Konstruktionen der Modellgebäude in leichter Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009“	13
Tabelle 2-4:	Konstruktionen der Modellgebäude bei schwerer Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009“	13
Tabelle 2-5:	Primärenergiefaktoren nach [15]	16
Tabelle 3-1:	Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas.	23
Tabelle 3-2:	Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das kleine Mehrfamilienhaus aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas.	24
Tabelle 3-3:	Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Einfamilienhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit g=0,60 im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++	27
Tabelle 3-4:	Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit g=0,60	27
Tabelle 3-5:	Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Einfamilienhaus. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas	28
Tabelle 3-6:	Heizwärmebedarf nach DIN V 18599:2011-12 und Simulation n=f(h) im Vergleich.....	29
Tabelle 3-7:	Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas	30
Tabelle 3-8:	Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++.....	31
Tabelle 3-9:	Einfluss eines kontinuierlichen und reduzierten Heizbetriebs auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für Ausführung der Fenstergläser als Normalglas	32
Tabelle 3-10:	Einfluss eines kontinuierlichen und reduzierten Heizbetriebs auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++	33
Tabelle 3-11:	Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das EFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas	34
Tabelle 3-12:	Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das EFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas.....	35

Tabelle 3-13:	Prozentuale Reduzierung des Heizwärmebedarfs bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02.....	36
Tabelle 3-14:	Prozentuale Abweichung des berechneten Heizwärmebedarfs nach Simulation mit $n=f(h)$ im Vergleich zur Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12.	37
Tabelle 3-15:	Prozentuale Veränderung des Heizwärmebedarfs bei schwerer Bauart im Vergleich zur leichten Bauart nach DIN V 18599 und Simulation für alle betrachteten Gebäudetypen.	39
Tabelle 3-16:	Prozentuale Erhöhung des Heizwärmebedarfs bei durchgehendem Heizbetrieb im Vergleich zu einem Heizbetrieb mit Nachtabenkung nach DIN V 18599 und Simulation für alle betrachteten Gebäudetypen.	41
Tabelle 3-17:	Prozentuale Reduzierung des Heizwärmebedarfs für die Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++ im Vergleich zum Niveau EnEV 2009 nach DIN V 18599 und Simulation für alle betrachteten Gebäudetypen.	42
Tabelle 4-1:	Kühlkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8]	47
Tabelle 4-2:	Kühlkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das kleine Mehrfamilienhaus aus [8]	48
Tabelle 4-3:	Jahres-Kühlkältebedarfswerte für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas.....	48
Tabelle 4-4:	Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführungen der Fenstergläser als Normalglas und als Weißglas.	49
Tabelle 4-5:	Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas.....	51
Tabelle 4-6:	Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas	52
Tabelle 4-7:	Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in DIN V 18599 und Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas	53
Tabelle 4-8:	Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in DIN V 18599 und Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++	54
Tabelle 4-9:	Simulationsvarianten	56
Tabelle 4-10:	Jahreskühlkältebedarf für das Einfamilienhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas	57
Tabelle 4-11:	Prozentuale Reduzierung des Kühlkältebedarfs bei Bilanzierung nach DIN V 18599:2011-12 gegenüber Bilanzierung nach DIN V 18599:2007-02 für alle betrachteten Gebäudetypen.	61
Tabelle 5-1:	Mittlere monatliche Strahlungsintensitäten und Außenlufttemperaturen für den Referenzort Potsdam, wie in DIN V 18599-10:2011-12 [12] angegeben.....	69
Tabelle 5-2:	Gegenüberstellung der Bedarfs- und Ertragsrechnungen nach DIN V 18599 bei unterschiedlichen Dachneigungen	71
Tabelle 5-3:	Gegenüberstellung der Bedarfs- und Ertragsrechnungen nach Simulation mit Polysun bei unterschiedlichen Dachneigungen	72
Tabelle 5-4:	Endenergiebedarfswerte (absolut) für die 15 TRY-Regionen nach [5] und für das Referenzklima Deutschland nach DIN V 18599:2007-02 (Bezeichnung TRY-Region 0).....	72

Tabelle 5-5:	Standortbezogene PV-Erträge und Effizienzhaus-Plus-Bewertung nach DIN V 18599 und Simulation für die Dachneigung 18°	74
Tabelle 5-6:	Zusammenstellung der Anteile für interne Wärmequellen bei Wohnnutzung nach DIN V 18599-10 nach [18].....	77
Tabelle 6-1:	Daten typischer Windenergieanlagen nach DIN V 18599-9:2011-12.....	79

Anhang A Konstruktionen der Modellgebäude und Gebäudesteckbriefe

	Seite
A 1	Konstruktionen der Modellgebäude 94
A 1.1	Wärmeschutzniveau EnEV 2009+ 94
A 1.2	Wärmeschutzniveau EnEV 2009++ 95
A 2	Gebäudesteckbriefe..... 96
A 2.1	Einfamilienhaus klein, ohne beheizten Keller 96
A 2.2	Bungalow 97
A 2.3	Doppelhaushälfte Nord 98
A 2.4	Doppelhaushälfte Süd 99
A 2.5	Reihenmittelhaus ohne beheizten Keller 100
A 2.6	Mehrfamilienhaus klein (6 WE) 101
A 2.7	Mehrfamilienhaus groß (40 WE) 102
A 2.8	Meisterstückhaus (Genusshaus) der Fa. Otto Baukmeier GmbH..... 103

A 1 Konstruktionen der Modellgebäude

A 1.1 Wärmeschutzniveau EnEV 2009+

Tabelle A-1: Konstruktionen der Modellgebäude in leichter Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009+“

Konstruktion		U-Wert [W/(m ² K)]	Aufbau (von innen nach außen)
für leichte Bauart:			
Außenwand	80% FA	0,15	12,5 mm Gipskartonplatten 160 mm Mineralwolle , $\lambda = 0,04$ W/mK bzw. Konstruktionsholz
	20% FA	0,29	25 mm OSB-Platte 70 mm Holzfaserdämmstoff, $\lambda = 0,04$ W/mK 10 mm Putzmörtel aus Kalk
Bodenplatte		0,22	40 mm Zement-Estrich 30 mm exp. Polystyrolschaum , $\lambda = 0,035$ W/mK 120 mm Polyurethan-Hartschaum $\lambda = 0,035$ W/mK 160 mm Beton amiert 2300
Dach	80% FA	0,14	12,5 mm Gipskartonplatten 40 mm Polyurethan-Hartschaum, $\lambda = 0,04$ W/mK 200 mm Mineralwolle bzw. Holz
	20% FA	0,32	25 mm Luftschicht bzw. Holz 10 mm Dachziegelstein
oberste Geschossdecke	80% FA	0,12	12,5 mm Gipskartonplatten 25 mm Luftschicht
	20% FA	0,38	260 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz 24 mm OSB-Platte
Flachdach		0,17	10 mm Putzmörtel aus Kalk 200 mm Beton 2300, $\lambda = 2,3$ W/(mK) 189 mm exp. Polystyrolschaum, $\lambda = 0,035$ W/(mK) 50 mm Sand, Kies (trocken), $\lambda = 0,07$ W/(mK)
AW-Keller		0,22	10 mm Putzmörtel aus Kalk 150 mm Mauerwerk aus Kalksandstein 1800 150 mm extrudierter Polystyrolschaum 5 mm Kalkzementputz
Haustrennwand	80% FA	0,16	15 mm Gipskartonplatte 160 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz
	20% FA	0,34	60 mm Holzfaserdämmplatte $\lambda = 0,04$ W/mK 6 mm Kalkzementputz
Fenster	Glas 70%	0,68	3-Scheiben Verglasung, $U_g=0,68$ W/m ² K; g-Wert 0,55;
	Rahmen 30%	1,41	Rahmen aus Holz (U-Wert 1,41 W/(m ² K))
Tür		1,06	Holztür

Tabelle A-2: Konstruktionen der Modellgebäude bei schwerer Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009+“

Konstruktion		U-Wert [W/(m ² K)]	Aufbau (von innen nach außen)
bei schwerer Bauart Ausführung der Bauteile wie nach Tabelle 2-2 und abweichend hiervon:			
Außenwand		0,18	10 mm Putz 150 mm Mauerwerk aus KS 180 mm Mineralwolle, $\lambda = 0,035$ W/mK 5 mm Kalkzementputz
Haustrennwand		0,20	160 mm Holzfaserdämmstoff 15 mm Putzmörtel aus Kalk 240 mm Mauerwerk aus Kalksandstein 15 mm Putzmörtel aus Kalk

A 1.2 Wärmeschutzniveau EnEV 2009++

Tabelle A-3: Konstruktionen der Modellgebäude in leichter Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009++“

Konstruktion		U-Wert [W/(m ² K)]	Aufbau (von innen nach außen)
für leichte Bauart:			
Außenwand	80% FA	0,10	12,5 mm Gipskartonplatten 60 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz 20 mm OSB-Platte
	20% FA	0,19	160 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz 20 mm OSB-Platte 120 mm Holzfaserdämmstoff, $\lambda = 0,04$ W/mK 10 mm Putzmörtel aus Kalk
Bodenplatte		0,15	40 mm Zement-Estrich 30 mm exp. Polystyrolschaum, $\lambda = 0,035$ W/mK 200 mm Polyurethan-Hartschaum, $\lambda = 0,035$ W/mK 160 mm Beton 2300
Dach	80% FA	0,08	12,5 mm Gipskartonplatten 40 mm Polyurethan-Hartschaum, $\lambda = 0,04$ W/mK 25 mm OSB-Platte
	20% FA	0,22	360 mm Mineralwolle bzw. Holz 25 mm OSB-Platte 10 mm Dachziegelstein
oberste Geschosdecke	80% FA	0,09	12,5 mm Gipskartonplatten 20 mm Luftschicht 320 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz 20 mm OSB-Platte
	20% FA	0,20	60 mm exp. Polystyrolschaum, $\lambda = 0,04$ W/mK 24 mm OSB-Platte
Flachdach		0,11	10 mm Putzmörtel aus Kalk 200 mm Beton 2300, $\lambda = 2,3$ W/(mK) 306 mm exp. Polystyrolschaum, $\lambda = 0,035$ W/(mK) 50 mm Sand, Kies (trocken), $\lambda = 0,07$ W/(mK)
AW-Keller		0,15	10 mm Putzmörtel aus Kalk 175 mm Mauerwerk aus Kalksandstein 220 mm extrudierter Polystyrolschaum 5 mm Kalkzementputz
Haustrennwand	80% FA	0,16	15 mm Gipskartonplatte 160 mm Mineralwolle bzw. Konstruktionsholz
	20% FA	0,34	60 mm Holzfaserdämmplatte $\lambda = 0,04$ W/mK 6 mm Kalkzementputz
Fenster	Glas	0,60	3-Scheiben Verglasung, $U_g = 0,60$ W/m ² K; g-Wert 0,50;
	Rahmen	1,27	Rahmen aus Holz (U-Wert 1,21 W/(m ² K))
Tür		1,06	Holztür

Tabelle A-4: Konstruktionen der Modellgebäude bei schwerer Bauart für das Wärmeschutzniveau „EnEV 2009++“

Konstruktion		U-Wert [W/(m ² K)]	Aufbau (von innen nach außen)
bei schwerer Bauart Ausführung der Bauteile wie nach Tabelle 2-2 und abweichend hiervon:			
Außenwand		0,12	10 mm Putz 150 mm Mauerwerk aus KS 280 mm Mineralwolle 5 mm Kalkzementputz
Haustrennwand		0,20	160 mm Holzfaserdämmstoff 15 mm Putzmörtel aus Kalk 240 mm Mauerwerk aus Kalksandstein 15 mm Putzmörtel aus Kalk

A 2 Gebäudesteckbriefe

A 2.1 Einfamilienhaus klein, ohne beheizten Keller

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	EFH_klein		mittlerer rechner. Durchschnittswert*	Modellwert					
2									
3	Grundmaße								
4	Wohnfläche	110,65 m ²		110,00 m ²	informativ!				
5	Bodenplattenbreite	9,38 m		9,40 m					
6	Bodenplattenlänge	10,45 m		10,50 m					
7	Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche	99,24 m ²		98,70 m ²					
8	Perimeter	39,67 m		39,80 m					
9	Fläche OG-Decke gesamt	40,61 m ²		41,00 m ²					
10	durchschnittliche Geschosshöhe	2,75 m		2,75 m					
11	Anzahl der oberirdischen Geschosse	2		2					
12	Brutto-Wandflächen								
13	Brutto-Wandfläche nord	39,55 m ²		40,00 m ²					
14	Brutto-Wandfläche ost	35,89 m ²		36,00 m ²					
15	Brutto-Wandfläche süd	39,55 m ²		40,00 m ²					
16	Brutto-Wandfläche west	35,73 m ²		36,00 m ²					
17	Netto-Wandflächen								
18	Netto-Wandfläche nord	33,09 m ²		34,30 m ²					
19	Netto-Wandfläche ost	27,20 m ²		28,10 m ²					
20	Netto-Wandfläche süd	26,04 m ²		34,70 m ²					
21	Netto-Wandfläche west	27,40 m ²		26,30 m ²					
22	Netto-Wandfläche gesamt	113,73 m ²		123,40 m ²					
23	Brutto-Dachflächen								
24	Brutto-Dachfläche ost	38,32 m ²		38,50 m ²					
25	Brutto-Dachfläche west	38,32 m ²		38,50 m ²					
26	Brutto-Dachfläche gesamt	76,64 m ²		77,00 m ²					
27	Netto-Dachflächen								
28	Netto-Dachfläche ost	38,32 m ²		38,50 m ²					
29	Netto-Dachfläche west	38,32 m ²		38,50 m ²					
30	Netto-Dachfläche gesamt	76,64 m ²		77,00 m ²					
31	Brutto-Wandflächen Keller								
32	Brutto-Wandfläche Keller nord	25,80 m ²		26,00 m ²					
33	Brutto-Wandfläche Keller ost	28,74 m ²		26,00 m ²					
34	Brutto-Wandfläche Keller süd	25,80 m ²		26,00 m ²					
35	Brutto-Wandfläche Keller west	28,74 m ²		26,00 m ²					
36	Brutto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)								
37	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft nord	- m ²		0,00 m ²					
38	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft ost	2,88 m ²		3,00 m ²					
39	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft süd	- m ²		0,00 m ²					
40	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft west	2,88 m ²		3,00 m ²					
41	Netto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)								
42	Netto-Wandfläche Keller nord	- m ²		0,00 m ²					
43	Netto-Wandfläche Keller ost	1,44 m ²		1,50 m ²					
44	Netto-Wandfläche Keller süd	- m ²		0,00 m ²					
45	Netto-Wandfläche Keller west	1,44 m ²		1,50 m ²					
46	Netto-Wandfläche Keller gesamt	2,88 m ²		3,00 m ²					
47	Fensterflächenanteile					entspricht	Modellwert		
48	Fensterflächenanteil nord	14,2%		14,3%	5,62 m ²	5,70 m ²			
49	Fensterflächenanteil ost	16,2%		16,1%	5,80 m ²	5,80 m ²			
50	Fensterflächenanteil süd	13,3%		13,3%	5,25 m ²	5,30 m ²			
51	Fensterflächenanteil west	27,0%		26,9%	9,66 m ²	9,70 m ²			
52	Fensterflächenanteil gesamt	20,9%		17,4%	26,68 m ²	26,50 m ²			
53	Haustürlflächenanteil ost	5,9%		5,8%	2,10 m ²	2,10 m ²			
54	Dachflächenfensteranteil ost	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²			
55	Dachflächenfensteranteil west	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²			
56	Dachflächenfensteranteil gesamt	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²			
57	Kellerfensterflächenanteil nord	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²			
58	Kellerfensterflächenanteil ost	5,0%		5,2%	1,44 m ²	1,50 m ²			
59	Kellerfensterflächenanteil süd	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²			
60	Kellerfensterflächenanteil west	5,0%		5,2%	1,44 m ²	1,50 m ²			
61	Kellerfensterflächenanteil gesamt	2,6%		2,7%	2,88 m ²	3,00 m ²			
62	Volumen								
63	beheiztes Volumen (Ve) - EG-DG	463,61 m ³		465,00 m ³					
64	beheiztes Volumen (Ve) - KG	270,13 m ³		270,00 m ³					
65	beheiztes Volumen (Ve) - KG-DG	733,74 m ³		735,00 m ³					
66	Informative Angaben								
67	A/Ve ohne KG	0,79		0,79					
68	A/Ve mit KG	0,65		0,64					
69	Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG	17,7%		17,8%					
70	Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG	11,2%		11,3%					
71	beheizte Nutzfläche A _N ohne KG	148,35 m ²		148,80 m ²					
72	beheizte Nutzfläche A _N mit KG	234,80 m ²		235,20 m ²					
73	wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG	367,20 m ²		368,70 m ²					
74	wärmetauschende Hüllfläche A mit KG	477,20 m ²		472,70 m ²					

* Da der „rechnerische Durchschnittswert“ aus einer arithmetischen Mittelwertbildung der Maße verschiedener Realgebäude hergeleitet wird, kann es zwischen diesem und dem ingenieurmäßig festgelegten „Modellwert“ zu teilweise größeren Abweichungen kommen. Auch sind Unterschiede zwischen „Modellwerten“ und ableitbaren Flächen der SketchUp-Modelle möglich. Dies ist der gewählten Vorgehensweise geschuldet.

Bild A-1: Steckbrief Einfamilienhaus klein, ohne Keller aus [8]

A 2.2 Bungalow

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Bungalow									
			mittlerer rechner. Durchschnittswert*		Modellwert					
3	Grundmaße									
4	Wohnfläche		104,52	m ²		105,00	m ²		informativ!	
5	Bodenplattenbreite		10,97	m		11,00	m			
6	Bodenplattenlänge		13,87	m		14,00	m			
7	Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche		145,47	m ²		154,00	m ²			
8	Perimeter		49,67	m		50,00	m			
9	Fläche OG-Decke gesamt		145,47	m ²		154,00	m ²			
10	durchschnittliche Geschosshöhe		2,75	m		2,75	m			
11	Anzahl der oberirdischen Geschosse		1	-		1	-			
12	Brutto-Wandflächen									
13	Brutto-Wandfläche nord		30,16	m ²		30,00	m ²			
14	Brutto-Wandfläche ost		40,43	m ²		40,00	m ²			
15	Brutto-Wandfläche süd		30,16	m ²		30,00	m ²			
16	Brutto-Wandfläche west		38,13	m ²		40,00	m ²			
17	Netto-Wandflächen									
18	Netto-Wandfläche nord		27,08	m ²		27,00	m ²			
19	Netto-Wandfläche ost		33,76	m ²		34,60	m ²			
20	Netto-Wandfläche süd		28,76	m ²		28,70	m ²			
21	Netto-Wandfläche west		26,44	m ²		28,30	m ²			
22	Netto-Wandfläche gesamt		116,04	m ²		118,60	m ²			
23	Brutto-Dachflächen									
24	Brutto-Dachfläche ost		0,00	m ²		0,00	m ²			
25	Brutto-Dachfläche west		0,00	m ²		0,00	m ²			
26	Brutto-Dachfläche gesamt		0,00	m ²		0,00	m ²			
27	Netto-Dachflächen									
28	Netto-Dachfläche ost		0,00	m ²		0,00	m ²			
29	Netto-Dachfläche west		0,00	m ²		0,00	m ²			
30	Netto-Dachfläche gesamt		0,00	m ²		0,00	m ²			
31	Brutto-Wandflächen Keller									
32	Brutto-Wandfläche Keller nord		-	m ²		0,00	m ²			
33	Brutto-Wandfläche Keller ost		-	m ²		0,00	m ²			
34	Brutto-Wandfläche Keller süd		-	m ²		0,00	m ²			
35	Brutto-Wandfläche Keller west		-	m ²		0,00	m ²			
36	Brutto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschaft)									
37	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft nord		-	m ²		0,00	m ²			
38	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft ost		-	m ²		0,00	m ²			
39	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft süd		-	m ²		0,00	m ²			
40	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft west		-	m ²		0,00	m ²			
41	Netto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschaft)									
42	Netto-Wandfläche Keller nord		-	m ²		0,00	m ²			
43	Netto-Wandfläche Keller ost		1,44	m ²		0,00	m ²			
44	Netto-Wandfläche Keller süd		-	m ²		0,00	m ²			
45	Netto-Wandfläche Keller west		1,44	m ²		0,00	m ²			
46	Netto-Wandfläche Keller gesamt		2,88	m ²		0,00	m ²			
47	Fensterflächenanteile									
48	Fensterflächenanteil nord		10,0%			10,0%		3,03	m ²	3,00
49	Fensterflächenanteil ost		8,1%			8,3%		3,26	m ²	3,30
50	Fensterflächenanteil süd		4,3%			4,3%		1,29	m ²	1,30
51	Fensterflächenanteil west		30,6%			29,3%		11,68	m ²	11,70
52	Fensterflächenanteil gesamt		15,3%			13,8%		22,84	m ²	19,30
53	Hautürflächenanteil ost		5,2%			5,3%		2,10	m ²	2,10
54	Dachflächenfensteranteil ost		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
55	Dachflächenfensteranteil west		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
56	Dachflächenfensteranteil gesamt		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
57	Kellerfensterflächenanteil nord		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
58	Kellerfensterflächenanteil ost		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
59	Kellerfensterflächenanteil süd		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
60	Kellerfensterflächenanteil west		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
61	Kellerfensterflächenanteil gesamt		0,0%			0,0%		0,00	m ²	0,00
62	Volumen									
63	beheiztes Volumen (Ve) - EG-DG		400,04	m ³		400,00	m ³			
64	beheiztes Volumen (Ve) - KG		0,00	m ³		0,00	m ³			
65	beheiztes Volumen (Ve) - KG-DG		400,04	m ³		400,00	m ³			
66	informativ Angaben									
67	A/Ve ohne KG		1,07			1,12				
68	A/Ve mit KG		1,07			-				
69	Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG		15,0%			15,1%				
70	Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG		15,0%			-				
71	beheizte Nutzfläche A _N ohne KG		128,01	m ²		128,00	m ²			
72	beheizte Nutzfläche A _N mit KG		128,01	m ²		-	m ²			
73	wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG		429,81	m ²		448,00	m ²			
74	wärmetauschende Hüllfläche A mit KG		429,81	m ²		-	m ²			

* Da der „rechnerische Durchschnittswert“ aus einer arithmetischen Mittelwertbildung der Maße verschiedener Realgebäude hergeleitet wird, kann es zwischen diesem und dem ingenieurmäßig festgelegten „Modellwert“ zu teilweise größeren Abweichungen kommen. Auch sind Unterschiede zwischen „Modellwerten“ und ableitbaren Flächen der SketchUp-Modelle möglich. Dies ist der gewählten Vorgehensweise geschuldet.

Bild A-2: Steckbrief Bungalow aus [8]

A 2.3 Doppelhaushälfte Nord

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
DHH_nord	mittlerer rechner. Durchschnittswert*		Modellwert							
Grundmaße										
Wohnfläche	118,55	m ²	120,00	m ²	informativ!					
Bodenplattenbreite	7,45	m	7,50	m						
Bodenplattenlänge	11,38	m	11,40	m						
Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche	84,79	m ²	85,50	m ²						
Perimeter	26,28	m	26,40	m						
Fläche OG-Decke gesamt	43,81	m ²	45,00	m ²						
durchschnittliche Geschosshöhe	2,75	m	2,75	m						
Anzahl der oberirdischen Geschosse	2	-	2	-						
Brutto-Wandflächen										
Brutto-Wandfläche nord	70,54	m ²	60,00	m ²						
Brutto-Wandfläche ost	29,98	m ²	30,00	m ²						
Brutto-Wandfläche süd	0,00	m ²	0,00	m ²						
Brutto-Wandfläche west	29,98	m ²	30,00	m ²						
Netto-Wandflächen										
Netto-Wandfläche nord	62,05	m ²	51,40	m ²						
Netto-Wandfläche ost	26,20	m ²	23,90	m ²						
Netto-Wandfläche süd	0,00	m ²	0,00	m ²						
Netto-Wandfläche west	20,77	m ²	20,80	m ²						
Netto-Wandfläche gesamt	109,02	m ²	96,10	m ²						
Brutto-Dachflächen										
Brutto-Dachfläche ost	27,75	m ²	27,50	m ²						
Brutto-Dachfläche west	27,75	m ²	27,50	m ²						
Brutto-Dachfläche gesamt	55,49	m ²	55,00	m ²						
Netto-Dachflächen										
Netto-Dachfläche ost	26,42	m ²	26,80	m ²						
Netto-Dachfläche west	26,42	m ²	25,50	m ²						
Netto-Dachfläche gesamt	52,84	m ²	52,30	m ²						
Brutto-Wandflächen Keller										
Brutto-Wandfläche Keller nord	31,28	m ²	31,00	m ²						
Brutto-Wandfläche Keller ost	20,49	m ²	17,00	m ²						
Brutto-Wandfläche Keller süd	0,00	m ²	0,00	m ²						
Brutto-Wandfläche Keller west	20,49	m ²	17,00	m ²						
Brutto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)										
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft nord	-	m ²	0,00	m ²						
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft ost	2,88	m ²	3,00	m ²						
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft süd	-	m ²	0,00	m ²						
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft west	2,88	m ²	3,00	m ²						
Netto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)										
Netto-Wandfläche Keller nord	-	m ²	0,00	m ²						
Netto-Wandfläche Keller ost	1,44	m ²	1,50	m ²						
Netto-Wandfläche Keller süd	-	m ²	0,00	m ²						
Netto-Wandfläche Keller west	1,44	m ²	1,50	m ²						
Netto-Wandfläche Keller gesamt	2,88	m ²	3,00	m ²						
Fensterflächenanteile										
Fensterflächenanteil nord	12,2%		12,3%		entspricht	8,61	m ²	Modellwert	8,60	m ²
Fensterflächenanteil ost	12,9%		13,3%			3,87	m ²		4,00	m ²
Fensterflächenanteil süd	0,0%		0,0%			0,00	m ²		0,00	m ²
Fensterflächenanteil west	30,7%		30,7%			9,21	m ²		9,20	m ²
Fensterflächenanteil gesamt	17,0%		16,8%			21,47	m ²		21,80	m ²
Hautürflächenanteil ost	7,0%		7,0%			2,10	m ²		2,10	m ²
Dachflächenfensteranteil ost	2,3%		2,5%			0,66	m ²		0,70	m ²
Dachflächenfensteranteil west	6,8%		7,3%			1,98	m ²		2,00	m ²
Dachflächenfensteranteil gesamt	4,8%		4,8%			2,65	m ²		2,70	m ²
Kellerfensterflächenanteil nord	0,0%		0,0%			0,00	m ²		0,00	m ²
Kellerfensterflächenanteil ost	7,0%		7,5%			1,44	m ²		1,50	m ²
Kellerfensterflächenanteil süd	0,0%		0,0%			0,00	m ²		0,00	m ²
Kellerfensterflächenanteil west	7,0%		7,5%			1,44	m ²		1,50	m ²
Kellerfensterflächenanteil gesamt	4,0%		4,2%			2,88	m ²		3,00	m ²
Volumen										
beheiztes Volumen (V _e) - EG-DG	517,19	m ³	517,00	m ³						
beheiztes Volumen (V _e) - KG	233,16	m ³	233,00	m ³						
beheiztes Volumen (V _e) - KG-DG	750,34	m ³	750,00	m ³						
informativ Angaben										
A/V _e ohne KG	0,61		0,59							
A/V _e mit KG	0,52		0,49							
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG	13,1%		13,2%							
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG	9,0%		9,1%							
beheizte Nutzfläche A _N ohne KG	165,50	m ²	165,44	m ²						
beheizte Nutzfläche A _N mit KG	240,11	m ²	240,00	m ²						
wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG	317,19	m ²	305,50	m ²						
wärmetauschende Hüllfläche A mit KG	389,45	m ²	370,50	m ²						

* Da der „rechnerische Durchschnittswert“ aus einer arithmetischen Mittelwertbildung der Maße verschiedener Realgebäude hergeleitet wird, kann es zwischen diesem und dem ingenieurmäßig festgelegten „Modellwert“ zu teilweise größeren Abweichungen kommen. Auch sind Unterschiede zwischen „Modellwerten“ und ableitbaren Flächen der SketchUp-Modelle möglich. Dies ist der gewählten Vorgehensweise geschuldet.

Bild A-3: Steckbrief Doppelhaushälfte Nord aus [8]

A 2.4 Doppelhaushälfte Süd

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DHH_süd		mittlerer rechner. Durchschnittswert*		Modellwert					
									
	ZUB Zentrum für Umweltbauwesen Basen e.V.								
	informativ!								
	Grundmaße								
Wohnfläche	118,55	m ²		120,00	m ²				
Bodenplattenbreite	7,45	m		7,50	m				
Bodenplattenlänge	11,38	m		11,40	m				
Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche	84,79	m ²		85,50	m ²				
Perimeter	26,28	m		26,40	m				
Fläche OG-Decke gesamt	43,81	m ²		45,00	m ²				
durchschnittliche Geschosshöhe	2,75	m		2,75	m				
Anzahl der oberirdischen Geschosse	2	-		2	-				
	Brutto-Wandflächen								
Brutto-Wandfläche nord	0,00	m ²		0,00	m ²				
Brutto-Wandfläche ost	29,98	m ²		30,00	m ²				
Brutto-Wandfläche süd	70,54	m ²		60,00	m ²				
Brutto-Wandfläche west	29,98	m ²		30,00	m ²				
	Netto-Wandflächen								
Netto-Wandfläche nord	0,00	m ²		0,00	m ²				
Netto-Wandfläche ost	26,20	m ²		23,90	m ²				
Netto-Wandfläche süd	62,05	m ²		51,40	m ²				
Netto-Wandfläche west	20,77	m ²		20,80	m ²				
Netto-Wandfläche gesamt	109,02	m ²		96,10	m ²				
	Brutto-Dachflächen								
Brutto-Dachfläche ost	27,75	m ²		27,50	m ²				
Brutto-Dachfläche west	27,75	m ²		27,50	m ²				
Brutto-Dachfläche gesamt	55,49	m ²		55,00	m ²				
	Netto-Dachflächen								
Netto-Dachfläche ost	26,42	m ²		26,80	m ²				
Netto-Dachfläche west	26,42	m ²		25,50	m ²				
Netto-Dachfläche gesamt	52,84	m ²		52,30	m ²				
	Brutto-Wandflächen Keller								
Brutto-Wandfläche Keller nord	0,00	m ²		0,00	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller ost	20,49	m ²		17,00	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller süd	31,28	m ²		31,00	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller west	20,49	m ²		17,00	m ²				
	Brutto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtsacht)								
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft nord	-	m ²		0,00	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft ost	2,88	m ²		3,00	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft süd	-	m ²		0,00	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft west	2,88	m ²		3,00	m ²				
	Netto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtsacht)								
Netto-Wandfläche Keller nord	-	m ²		0,00	m ²				
Netto-Wandfläche Keller ost	1,44	m ²		1,50	m ²				
Netto-Wandfläche Keller süd	-	m ²		0,00	m ²				
Netto-Wandfläche Keller west	1,44	m ²		1,50	m ²				
Netto-Wandfläche Keller gesamt	2,88	m ²		3,00	m ²				
	Fensterflächenanteile								
Fensterflächenanteil nord	0,0%			0,0%		entspricht	Modellwert		
Fensterflächenanteil ost	12,9%			13,0%		0,00 m ²	0,00 m ²		
Fensterflächenanteil süd	12,2%			12,3%		3,87 m ²	4,00 m ²		
Fensterflächenanteil west	30,7%			30,7%		8,61 m ²	8,60 m ²		
Fensterflächenanteil gesamt	17,0%			16,7%		9,21 m ²	9,20 m ²		
Hautürflächenanteil ost	7,0%			7,0%		21,47 m ²	21,80 m ²		
Dachflächenfensteranteil ost	2,3%			2,5%		2,10 m ²	2,10 m ²		
Dachflächenfensteranteil west	6,8%			6,8%		0,66 m ²	0,70 m ²		
Dachflächenfensteranteil gesamt	4,8%			4,8%		1,98 m ²	2,00 m ²		
Kellerfensterflächenanteil nord	0,0%			0,0%		2,65 m ²	2,70 m ²		
Kellerfensterflächenanteil ost	7,0%			7,5%		0,00 m ²	0,00 m ²		
Kellerfensterflächenanteil süd	0,0%			0,0%		1,44 m ²	1,50 m ²		
Kellerfensterflächenanteil west	7,0%			7,5%		0,00 m ²	0,00 m ²		
Kellerfensterflächenanteil gesamt	4,0%			4,2%		1,44 m ²	1,50 m ²		
	Volumen								
beheiztes Volumen (Ve) - EG-DG	517,19	m ³		517,00	m ³				
beheiztes Volumen (Ve) - KG	233,16	m ³		233,00	m ³				
beheiztes Volumen (Ve) - KG-DG	750,34	m ³		750,00	m ³				
	informative Angaben								
A/Ve ohne KG	0,61			0,59					
A/Ve mit KG	0,52			0,49					
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG	13,1%			13,2%					
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG	9,0%			9,1%					
beheizte Nutzfläche A _N ohne KG	165,50	m ²		165,44	m ²				
beheizte Nutzfläche A _N mit KG	240,11	m ²		240,00	m ²				
wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG	317,19	m ²		305,50	m ²				
wärmetauschende Hüllfläche A mit KG	389,45	m ²		370,50	m ²				

* Da der „rechnerische Durchschnittswert“ aus einer arithmetischen Mittelwertbildung der Maße verschiedener Realgebäude hergeleitet wird, kann es zwischen diesem und dem ingenieurmäßig festgelegten „Modellwert“ zu teilweise größeren Abweichungen kommen. Auch sind Unterschiede zwischen „Modellwerten“ und ableitbaren Flächen der SketchUp-Modelle möglich. Dies ist der gewählten Vorgehensweise geschuldet.

Bild A-4: Steckbrief Doppelhaushälfte Süd aus [8]

A 2.5 Reihennittelhaus ohne beheizten Keller

	1	2 3	4 5	6 7	8 9
RMH	mittlerer rechner. Durchschnittswert*		Modellwert		
Grundmaße					
Wohnfläche	126,15	m ²	125,00	m ²	informativ!
Bodenplattenbreite	6,15	m	6,20	m	
Bodenplattenlänge	12,75	m	12,80	m	
Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche	78,50	m ²	79,36	m ²	
Perimeter	12,30	m	12,40	m	
Fläche OG-Decke gesamt	46,30	m ²	45,00	m ²	
durchschnittliche Geschosshöhe	2,75	m	2,75	m	
Anzahl der oberirdischen Geschosse	3	-	3	-	
Brutto-Wandflächen					
Brutto-Wandfläche nord	0,00	m ²	0,00	m ²	
Brutto-Wandfläche ost	33,83	m ²	34,00	m ²	
Brutto-Wandfläche süd	0,00	m ²	0,00	m ²	
Brutto-Wandfläche west	33,83	m ²	34,00	m ²	
Netto-Wandflächen					
Netto-Wandfläche nord	0,00	m ²	0,00	m ²	
Netto-Wandfläche ost	27,99	m ²	26,10	m ²	
Netto-Wandfläche süd	0,00	m ²	0,00	m ²	
Netto-Wandfläche west	21,79	m ²	21,90	m ²	
Netto-Wandfläche gesamt	49,77	m ²	48,00	m ²	
Brutto-Dachflächen					
Brutto-Dachfläche ost	22,03	m ²	22,00	m ²	
Brutto-Dachfläche west	22,03	m ²	22,00	m ²	
Brutto-Dachfläche gesamt	44,07	m ²	44,00	m ²	
Netto-Dachflächen					
Netto-Dachfläche ost	20,07	m ²	21,00	m ²	
Netto-Dachfläche west	20,07	m ²	19,00	m ²	
Netto-Dachfläche gesamt	40,14	m ²	40,00	m ²	
Brutto-Wandflächen Keller					
Brutto-Wandfläche Keller nord	0,00	m ²	0,00	m ²	
Brutto-Wandfläche Keller ost	16,91	m ²	14,00	m ²	
Brutto-Wandfläche Keller süd	0,00	m ²	0,00	m ²	
Brutto-Wandfläche Keller west	16,91	m ²	14,00	m ²	
Brutto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)					
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft nord	-	m ²	0,00	m ²	
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft ost	2,88	m ²	3,00	m ²	
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft süd	-	m ²	0,00	m ²	
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft west	2,88	m ²	3,00	m ²	
Netto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)					
Netto-Wandfläche Keller nord	-	m ²	0,00	m ²	
Netto-Wandfläche Keller ost	1,44	m ²	1,50	m ²	
Netto-Wandfläche Keller süd	-	m ²	0,00	m ²	
Netto-Wandfläche Keller west	1,44	m ²	1,50	m ²	
Netto-Wandfläche Keller gesamt	2,88	m ²	3,00	m ²	
Fensterflächenanteile					
Fensterflächenanteil nord	0,0%		0,0%		entspricht Modellwert
Fensterflächenanteil ost	17,1%		17,1%	5,79 m ²	5,80 m ²
Fensterflächenanteil süd	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²
Fensterflächenanteil west	35,8%		35,6%	12,10 m ²	12,10 m ²
Fensterflächenanteil gesamt	26,4%		26,3%	17,88 m ²	17,90 m ²
Haustürlflächenanteil ost	6,2%		6,2%	2,10 m ²	2,10 m ²
Dachflächenfensteranteil ost	4,0%		4,3%	0,97 m ²	1,00 m ²
Dachflächenfensteranteil west	12,3%		6,4%	2,96 m ²	3,00 m ²
Dachflächenfensteranteil gesamt	8,9%		8,9%	3,92 m ²	4,00 m ²
Kellerfensterflächenanteil nord	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²
Kellerfensterflächenanteil ost	8,5%		8,8%	1,44 m ²	1,50 m ²
Kellerfensterflächenanteil süd	0,0%		0,0%	0,00 m ²	0,00 m ²
Kellerfensterflächenanteil west	8,5%		8,8%	1,44 m ²	1,50 m ²
Kellerfensterflächenanteil gesamt	8,5%		8,8%	2,88 m ²	3,00 m ²
Volumen					
beheiztes Volumen (Ve) - EG-DG	603,35	m ³	603,00	m ³	
beheiztes Volumen (Ve) - KG	215,88	m ³	216,00	m ³	
beheiztes Volumen (Ve) - KG-DG	819,23	m ³	819,00	m ³	
informativ Angaben					
A/Ve ohne KG	0,40		0,39		
A/Ve mit KG	0,33		0,32		
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG	9,3%		9,3%		
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG	6,8%		6,8%		
beheizte Nutzfläche A _N ohne KG	193,07	m ²	192,96	m ²	
beheizte Nutzfläche A _N mit KG	262,15	m ²	262,08	m ²	
wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG	240,42	m ²	236,36	m ²	
wärmetauschende Hüllfläche A mit KG	274,25	m ²	264,36	m ²	

* Da der „rechnerische Durchschnittswert“ aus einer arithmetischen Mittelwertbildung der Maße verschiedener Realgebäude hergeleitet wird, kann es zwischen diesem und dem ingenieurmäßig festgelegten „Modellwert“ zu teilweise größeren Abweichungen kommen. Auch sind Unterschiede zwischen „Modellwerten“ und ableitbaren Flächen der SketchUp-Modelle möglich. Dies ist der gewählten Vorgehensweise geschuldet.

Bild A-5: Steckbrief Reihennittelhaus ohne beheizten Keller aus [8]

A 2.6 Mehrfamilienhaus Klein (6 WE)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	MFH_klein		mittlerer rechner.						
2			Durchschnittswert*	Modellwert					
3	Grundmaße								
4	Wohnfläche	404,55	m ²	335,00	m ²	informativ!			
5	Bodenplattenbreite	13,10	m	13,00	m				
6	Bodenplattenlänge	14,50	m	14,50	m				
7	Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche	179,80	m ²	188,50	m ²				
8	Perimeter	29,00	m	29,00	m				
9	Fläche OG-Decke gesamt	-	m ²	0,00	m ²				
10	durchschnittliche Geschosshöhe	2,75	m	2,75	m				
11	Anzahl der oberirdischen Geschosse	3	-	3	-				
12	Brutto-Wandflächen								
13	Brutto-Wandfläche nord	14,44	m ²	15,00	m ²				
14	Brutto-Wandfläche ost	119,63	m ²	120,00	m ²				
15	Brutto-Wandfläche süd	14,44	m ²	15,00	m ²				
16	Brutto-Wandfläche west	119,63	m ²	120,00	m ²				
17	Netto-Wandflächen								
18	Netto-Wandfläche nord	8,14	m ²	8,70	m ²				
19	Netto-Wandfläche ost	91,11	m ²	91,50	m ²				
20	Netto-Wandfläche süd	8,14	m ²	8,70	m ²				
21	Netto-Wandfläche west	62,09	m ²	62,50	m ²				
22	Netto-Wandfläche gesamt	169,47	m ²	171,40	m ²				
23	Brutto-Dachflächen								
24	Brutto-Dachfläche ost	-	m ²	-	m ²				
25	Brutto-Dachfläche west	-	m ²	-	m ²				
26	Brutto-Dachfläche gesamt	179,80	m ²	188,50	m ²				
27	Netto-Dachflächen								
28	Netto-Dachfläche ost	-	m ²	-	m ²				
29	Netto-Dachfläche west	-	m ²	-	m ²				
30	Netto-Dachfläche gesamt	179,80	m ²	188,50	m ²				
31	Brutto-Wandflächen Keller								
32	Brutto-Wandfläche Keller nord	-	m ²	0,00	m ²				
33	Brutto-Wandfläche Keller ost	-	m ²	0,00	m ²				
34	Brutto-Wandfläche Keller süd	-	m ²	0,00	m ²				
35	Brutto-Wandfläche Keller west	-	m ²	0,00	m ²				
36	Brutto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)								
37	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft nord	-	m ²	0,00	m ²				
38	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft ost	-	m ²	0,00	m ²				
39	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft süd	-	m ²	0,00	m ²				
40	Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft west	-	m ²	0,00	m ²				
41	Netto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)								
42	Netto-Wandfläche Keller nord	-	m ²	0,00	m ²				
43	Netto-Wandfläche Keller ost	1,44	m ²	0,00	m ²				
44	Netto-Wandfläche Keller süd	-	m ²	0,00	m ²				
45	Netto-Wandfläche Keller west	1,44	m ²	0,00	m ²				
46	Netto-Wandfläche Keller gesamt	2,88	m ²	0,00	m ²				
47	Fensterflächenanteile								
48	Fensterflächenanteil nord	43,6%		42,0%		entspricht	6,30	m ²	Modellwert
49	Fensterflächenanteil ost	21,7%		21,7%			26,00	m ²	26,00
50	Fensterflächenanteil süd	43,6%		42,0%			6,30	m ²	6,30
51	Fensterflächenanteil west	48,1%		47,9%			57,54	m ²	57,50
52	Fensterflächenanteil gesamt	96,14		35,6%			96,14	m ²	96,10
53	Hautürflächenanteil ost	2,1%		2,1%			2,52	m ²	2,50
54	Dachflächenfensteranteil ost	-		-			-	m ²	-
55	Dachflächenfensteranteil west	-		-			-	m ²	-
56	Dachflächenfensteranteil gesamt	0,0%		0,0%			0,00	m ²	0,00
57	Kellerfensterflächenanteil nord	0,0%		0,0%			0,00	m ²	0,00
58	Kellerfensterflächenanteil ost	0,0%		0,0%			0,00	m ²	0,00
59	Kellerfensterflächenanteil süd	0,0%		0,0%			0,00	m ²	0,00
60	Kellerfensterflächenanteil west	0,0%		0,0%			0,00	m ²	0,00
61	Kellerfensterflächenanteil gesamt	0,0%		0,0%			0,00	m ²	0,00
62	Volumen								
63	beheiztes Volumen (Ve) - EG-DG	1483,35	m ³	1480,00	m ³				
64	beheiztes Volumen (Ve) - KG	0,00	m ³	0,00	m ³				
65	beheiztes Volumen (Ve) - KG-DG	-	m ³	1480,00	m ³				
66	informative Angaben								
67	A/Ve ohne KG	0,42		0,44					
68	A/Ve mit KG	0,42		-					
69	Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG	20,3%		20,3%					
70	Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG	20,3%		-					
71	beheizte Nutzfläche A _N ohne KG	474,67	m ²	473,60	m ²				
72	beheizte Nutzfläche A _N mit KG	474,67	m ²	-	m ²				
73	wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG	627,73	m ²	647,00	m ²				
74	wärmetauschende Hüllfläche A mit KG	627,73	m ²	-	m ²				

* Da der „rechnerische Durchschnittswert“ aus einer arithmetischen Mittelwertbildung der Maße verschiedener Realgebäude hergeleitet wird, kann es zwischen diesem und dem ingenieurmäßig festgelegten „Modellwert“ zu teilweise größeren Abweichungen kommen. Auch sind Unterschiede zwischen „Modellwerten“ und ableitbaren Flächen der SketchUp-Modelle möglich. Dies ist der gewählten Vorgehensweise geschuldet.

Bild A-6: Steckbrief Mehrfamilienhaus, klein ohne beheizten Keller aus [8]

A 2.7 Mehrfamilienhaus groß (40 WE)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
MFH groß	mittlerer rechner. Durchschnittswert*		Modellwert										
Grundmaße													
Wohnfläche	3409,81	m ²		2850,00	m ²	informativ!  Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.							
Bodenplattenbreite	10,50	m		11,00	m								
Bodenplattenlänge	90,63	m		91,00	m								
Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche	951,62	m ²		1001,00	m ²								
Perimeter	202,26	m		204,00	m								
Fläche OG-Decke gesamt	0,00	m ²		0,00	m ²								
durchschnittliche Geschosshöhe	2,75	m		2,75	m								
Anzahl der oberirdischen Geschosse	4 + 1	-		4 + 1	-								
Zusatzinformation Staffelgeschoss													
Breite Staffelgeschoss	8,76	m		9,00	m								
Länge Staffelgeschoss	84,47	m		84,00	m								
Brutto-Wandflächen													
Brutto-Wandfläche nord	139,59	m ²		146,00	m ²								
Brutto-Wandfläche ost	1229,22	m ²		1232,00	m ²								
Brutto-Wandfläche süd	139,59	m ²		146,00	m ²								
Brutto-Wandfläche west	1229,22	m ²		1232,00	m ²								
Netto-Wandflächen													
Netto-Wandfläche nord	133,64	m ²		140,00	m ²								
Netto-Wandfläche ost	951,99	m ²		955,00	m ²								
Netto-Wandfläche süd	133,64	m ²		140,00	m ²								
Netto-Wandfläche west	796,12	m ²		962,00	m ²								
Netto-Wandfläche gesamt	2015,39	m ²		2197,00	m ²								
Brutto-Dachflächen													
Brutto-Dachfläche ost	-	m ²		-	m ²								
Brutto-Dachfläche west	-	m ²		-	m ²								
Brutto-Dachfläche gesamt	951,62	m ²		1001,00	m ²								
Netto-Dachflächen													
Netto-Dachfläche ost	-	m ²		-	m ²								
Netto-Dachfläche west	-	m ²		-	m ²								
Netto-Dachfläche gesamt	951,62	m ²		1001,00	m ²								
Brutto-Wandflächen Keller													
Brutto-Wandfläche Keller nord	-	m ²		0,00	m ²								
Brutto-Wandfläche Keller ost	-	m ²		0,00	m ²								
Brutto-Wandfläche Keller süd	-	m ²		0,00	m ²								
Brutto-Wandfläche Keller west	-	m ²		0,00	m ²								
Brutto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)													
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft nord	-	m ²		0,00	m ²								
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft ost	-	m ²		0,00	m ²								
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft süd	-	m ²		0,00	m ²								
Brutto-Wandfläche Keller gg. Außenluft west	-	m ²		0,00	m ²								
Netto-Wandflächen Keller gegen Außenluft (Lichtschacht)													
Netto-Wandfläche Keller nord	-	m ²		0,00	m ²								
Netto-Wandfläche Keller ost	1,44	m ²		0,00	m ²								
Netto-Wandfläche Keller süd	-	m ²		0,00	m ²								
Netto-Wandfläche Keller west	1,44	m ²		0,00	m ²								
Netto-Wandfläche Keller gesamt	2,88	m ²		0,00	m ²								
Fensterflächenanteile													
Fensterflächenanteil nord	4,2%			4,1%		entspricht	5,92	m ²	Modellwert				
Fensterflächenanteil ost	19,5%			19,5%			239,81	m ²	240,00				
Fensterflächenanteil süd	4,2%			4,1%			5,92	m ²	6,00				
Fensterflächenanteil west	22,0%			21,9%			270,11	m ²	270,00				
Fensterflächenanteil gesamt	11,9%			18,9%			521,76	m ²	522,00				
Hautflächenanteil ost	14,8%			3,0%			36,90	m ²	37,00				
Dachflächenfensteranteil ost	-			-			-	m ²	-				
Dachflächenfensteranteil west	-			-			-	m ²	-				
Dachflächenfensteranteil gesamt	0,0%			0,0%			0,00	m ²	0,00				
Kellerfensterflächenanteil nord	0,0%			0,0%			0,00	m ²	0,00				
Kellerfensterflächenanteil ost	0,0%			0,0%			0,00	m ²	0,00				
Kellerfensterflächenanteil süd	0,0%			0,0%			0,00	m ²	0,00				
Kellerfensterflächenanteil west	0,0%			0,0%			0,00	m ²	0,00				
Kellerfensterflächenanteil gesamt	0,0%			0,0%			0,00	m ²	0,00				
Volumen													
beheiztes Volumen (Ve) - EG-DG	12502,65	m ³		11910,00	m ³								
beheiztes Volumen (Ve) - KG	0,00	m ³		0,00	m ³								
beheiztes Volumen (Ve) - KG-DG	0,00	m ³		11910,00	m ³								
informativ Angaben													
A/Ve ohne KG	0,37			0,40									
A/Ve mit KG	-			-									
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG	13,0%			13,7%									
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG	-			-									
beheizte Nutzfläche A _N ohne KG	4000,85	m ²		3811,20	m ²								
beheizte Nutzfläche A _N mit KG	-	m ²		-	m ²								
wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG	4640,86	m ²		4758,00	m ²								
wärmetauschende Hüllfläche A mit KG	-	m ²		-	m ²								

* Da der „rechnerische Durchschnittswert“ aus einer arithmetischen Mittelwertbildung der Maße verschiedener Realgebäude hergeleitet wird, kann es zwischen diesem und dem ingenieurmäßig festgelegten „Modellwert“ zu teilweise größeren Abweichungen kommen. Auch sind Unterschiede zwischen „Modellwerten“ und ableitbaren Flächen der SketchUp-Modelle möglich. Dies ist der gewählten Vorgehensweise geschuldet.

Bild A-7: Steckbrief Mehrfamilienhaus, groß ohne beheizten Keller aus [8]

A 2.8 Meisterstückhaus (Genusshaus) der Fa. Otto Baukmeier GmbH

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Meisterstück		mittlerer rechner. Durchschnittswert		Modellwert					
		Grundmaße							
Wohnfläche			m ²	167,70	m ²	informativ!			
Bodenplattenbreite (charakteristische Breite)			m	6,95	m				
Bodenplattenlänge (charakteristische Länge)			m	15,70	m				
Bodenplatten-/Kellerdeckenfläche			m ²	107,78	m ²				
Perimeter			m ²	44,50	m				
Fläche OG-Decke gesamt			m ²	0,00	m ²				
durchschnittliche Geschosshöhe			m	2,96	m				
Anzahl der oberirdischen Geschosse			-	2	-				
		Brutto-Wandflächen							
Brutto-Wandfläche nord			m ²	65,93	m ²				
Brutto-Wandfläche ost			m ²	63,32	m ²				
Brutto-Wandfläche süd			m ²	65,96	m ²				
Brutto-Wandfläche west			m ²	63,32	m ²				
		Netto-Wandflächen							
Netto-Wandfläche nord			m ²	55,00	m ²				
Netto-Wandfläche ost			m ²	58,39	m ²				
Netto-Wandfläche süd			m ²	36,92	m ²				
Netto-Wandfläche west			m ²	52,21	m ²				
Netto-Wandfläche gesamt			m ²	202,52	m ²				
		Brutto-Dachflächen							
Brutto-Dachfläche nord			m ²	53,32	m ²				
Brutto-Dachfläche süd			m ²	53,32	m ²				
Brutto-Dachfläche horizontal			m ²	7,67	m ²				
Brutto-Dachfläche gesamt			m ²	114,31	m ²				
		Netto-Dachflächen							
Netto-Dachfläche ost			m ²	-	m ²				
Netto-Dachfläche west			m ²	-	m ²				
Netto-Dachfläche gesamt			m ²	-	m ²				
		Brutto-Wandflächen Keller							
Brutto-Wandfläche Keller nord			m ²	-	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller ost			m ²	-	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller süd			m ²	-	m ²				
Brutto-Wandfläche Keller west			m ²	-	m ²				
		Netto-Wandflächen Keller							
Netto-Wandfläche Keller nord			m ²	-	m ²				
Netto-Wandfläche Keller ost			m ²	-	m ²				
Netto-Wandfläche Keller süd			m ²	-	m ²				
Netto-Wandfläche Keller west			m ²	-	m ²				
Netto-Wandfläche Keller gesamt			m ²	-	m ²				
		Fensterflächenanteile							
Fensterflächenanteil nord			m ²	16,6%	0,00 m ²	entspricht		Modellwert	
Fensterflächenanteil ost			m ²	7,8%	0,00 m ²			10,93 m ²	
Fensterflächenanteil süd			m ²	44,0%	0,00 m ²			4,93 m ²	
Fensterflächenanteil west			m ²	11,6%	0,00 m ²			29,04 m ²	
Fensterflächenanteil gesamt			m ²	20,2%	22,84 m ²			7,36 m ²	
Haustürflächenanteil west			m ²	5,9%	2,10 m ²			52,26 m ²	
Dachflächenfensteranteil ost			m ²	-	- m ²			3,75 m ²	
Dachflächenfensteranteil west			m ²	-	- m ²			- m ²	
Dachflächenfensteranteil gesamt			m ²	-	- m ²			- m ²	
Kellerfensterflächenanteil nord			m ²	-	- m ²			- m ²	
Kellerfensterflächenanteil ost			m ²	-	- m ²			- m ²	
Kellerfensterflächenanteil süd			m ²	-	- m ²			- m ²	
Kellerfensterflächenanteil west			m ²	-	- m ²			- m ²	
Kellerfensterflächenanteil gesamt			m ²	-	- m ²			- m ²	
		Volumen							
beheiztes Volumen (Ve) - EG-DG			m ³	608,40	m ³				
beheiztes Volumen (Ve) - KG			m ³	-	m ³				
beheiztes Volumen (Ve) - KG-DG			m ³	-	m ³				
		informative Angaben							
A/Ve ohne KG				0,71					
A/Ve mit KG				-					
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N ohne KG				24,0%					
Fensterflächenanteil bezogen auf A _N mit KG				-					
beheizte Nutzfläche A _N ohne KG			m ²	217,73	m ²				
beheizte Nutzfläche A _N mit KG			m ²	-	m ²				
wärmetauschende Hüllfläche A ohne KG			m ²	480,60	m ²				
wärmetauschende Hüllfläche A mit KG			m ²	-	m ²				

Bild A-8: Steckbrief Meisterstückhaus (Genusshaus) der Fa. Otto Baukmeier Holzbau GmbH

Anhang B Auswertungen zum Heizwärmebedarf für die Modellgebäude Bungalow, Doppelhaushälfte Nord/Süd, Reihenmittelhaus sowie kleines und großes Mehrfamilienhaus

	Seite
B 1 Bungalow	106
B 2 Doppelhaushälfte Nord	115
B 3 Doppelhaushälfte Süd	124
B 4 Reihenmittelhaus.....	133
0	
Mehrfamilienhaus klein	142
B 6 Mehrfamilienhaus groß.....	151

B 1 Bungalow

B 1.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 sowie Gegenüberstellung der Normenfassungen 20087 und 2011 der DIN V 18599

Tabelle B-1: Bilanzierung der Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung		mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung	
			HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
BUN	EnEV 2009	18599 (2007)	10.817	100%	11.303	100%	10.598	100%	11.002	100%
		V1 (Klima)	10.472	97%	10.938	97%	10.293	97%	10.680	97%
		V2 (n saisonal)	10.641	98%	11.126	98%	10.408	98%	10.812	98%
		V3 (Q _{H,max})	10.879	101%	11.368	101%	10.660	101%	11.066	101%
		V4 (τ F _X)	10.791	100%	11.272	100%	10.591	100%	10.985	100%
		V5 (q _i)	10.829	100%	11.315	100%	10.611	100%	11.015	100%
		18599 (2011)	10.438	96%	10.903	96%	10.271	97%	10.654	97%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	8.356	100%	8.732	100%	8.199	100%	8.496	100%
		V1 (Klima)	8.107	97%	8.469	97%	7.983	97%	8.269	97%
		V2 (n saisonal)	8.157	98%	8.533	98%	7.983	97%	8.282	97%
		V3 (Q _{H,max})	8.421	101%	8.801	101%	8.264	101%	8.564	101%
		V4 (τ F _X)	8.333	100%	8.705	100%	8.195	100%	8.483	100%
		V5 (q _i)	8.367	100%	8.744	100%	8.211	100%	8.508	100%
		18599 (2011)	8.057	96%	8.418	96%	7.941	97%	8.222	97%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	6.695	100%	6.996	100%	6.588	100%	6.813	100%
		V1 (Klima)	6.503	97%	6.793	97%	6.422	97%	6.639	97%
		V2 (n saisonal)	6.471	97%	6.771	97%	6.345	96%	6.570	96%
		V3 (Q _{H,max})	6.754	101%	7.058	101%	6.648	101%	6.874	101%
		V4 (τ F _X)	6.681	100%	6.979	100%	6.588	100%	6.805	100%
		V5 (q _i)	6.706	100%	7.008	100%	6.600	100%	6.825	100%
		18599 (2011)	6.437	96%	6.727	96%	6.356	96%	6.570	96%

Tabelle B-2: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für den Bungalow. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	10.472	10.438	-35	-0,3	EnEV 2009	leicht	10.472	10.438	-35	-0,3
	schwer	10.293	10.271	-22	-0,2		schwer	10.293	10.271	-22	-0,2
EnEV 2009+	leicht	8.107	8.057	-50	-0,6	EnEV 2009+*2	leicht	7.984	7.923	-62	-0,8
	schwer	7.983	7.941	-42	-0,5		schwer	7.850	7.794	-56	-0,7
EnEV 2009++	leicht	6.503	6.437	-66	-1,0	EnEV 2009++*2	leicht	6.274	6.185	-89	-1,4
	schwer	6.422	6.356	-66	-1,0		schwer	6.177	6.084	-93	-1,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	10.938	10.903	-35	-0,3	EnEV 2009	leicht	10.938	10.903	-35	-0,3
	schwer	10.680	10.654	-26	-0,2		schwer	10.680	10.654	-26	-0,2
EnEV 2009+	leicht	8.469	8.418	-51	-0,6	EnEV 2009+*2	leicht	8.344	8.281	-63	-0,8
	schwer	8.269	8.222	-47	-0,6		schwer	8.134	8.072	-62	-0,8
EnEV 2009++	leicht	6.793	6.727	-66	-1,0	EnEV 2009++*2	leicht	6.561	6.469	-91	-1,4
	schwer	6.639	6.570	-69	-1,0		schwer	6.389	6.293	-96	-1,5

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 1.2 Vergleichsrechnungen DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit $n=f(h)$

Tabelle B-3: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für den Bungalow. Links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: BUN		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation				Gebäude: BUN		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation			
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation $n=f(h)$	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)		Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation $n=f(h)$	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtab senkung (mNA)						mit Nachtab senkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	10.438	11.606	+1.168	+11,2	EnEV 2009	leicht	10.438	11.606	+1.168	+11,2
	schwer	10.271	11.752	+1.481	+14,4		schwer	10.271	11.752	+1.481	+14,4
EnEV 2009+	leicht	8.057	8.381	+325	+4,0	EnEV 2009+*2	leicht	7.923	8.165	+243	+3,1
	schwer	7.941	8.550	+609	+7,7		schwer	7.794	8.328	+534	+6,8
EnEV 2009++	leicht	6.437	6.479	+42	+0,7	EnEV 2009++*2	leicht	6.185	6.144	-41	-0,7
	schwer	6.356	6.590	+234	+3,7		schwer	6.084	6.268	+183	+3,0
ohne Nachtab senkung (oNA)						ohne Nachtab senkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	10.903	12.412	+1.509	+13,8	EnEV 2009	leicht	10.903	12.412	+1.509	+13,8
	schwer	10.654	12.231	+1.578	+14,8		schwer	10.654	12.231	+1.578	+14,8
EnEV 2009+	leicht	8.418	8.868	+450	+5,3	EnEV 2009+*2	leicht	8.281	8.649	+368	+4,4
	schwer	8.222	8.847	+625	+7,6		schwer	8.072	8.622	+550	+6,8
EnEV 2009++	leicht	6.727	6.819	+92	+1,4	EnEV 2009++*2	leicht	6.469	6.478	+9	+0,1
	schwer	6.570	6.782	+212	+3,2		schwer	6.293	6.457	+164	+2,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 1.3 Vergleich der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	10.472	10.438	11.538	11.844	11.606	81,8	81,5	90,1	92,5	90,7
	schwer	10.293	10.271	11.712	11.979	11.752	80,4	80,2	91,5	93,6	91,8
EnEV 2009+	leicht	8.107	8.057	8.374	8.599	8.381	63,3	62,9	65,4	67,2	65,5
	schwer	7.983	7.941	8.555	8.766	8.550	62,4	62,0	66,8	68,5	66,8
EnEV 2009++	leicht	6.503	6.437	6.493	6.691	6.479	50,8	50,3	50,7	52,3	50,6
	schwer	6.422	6.356	6.631	6.791	6.590	50,2	49,7	51,8	53,1	51,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	10.938	10.903	12.323	12.691	12.412	85,5	85,2	96,3	99,2	97,0
	schwer	10.680	10.654	12.189	12.482	12.231	83,4	83,2	95,2	97,5	95,6
EnEV 2009+	leicht	8.469	8.418	8.859	9.112	8.868	66,2	65,8	69,2	71,2	69,3
	schwer	8.269	8.222	8.849	9.083	8.847	64,6	64,2	69,1	71,0	69,1
EnEV 2009++	leicht	6.793	6.727	6.832	7.057	6.819	53,1	52,6	53,4	55,1	53,3
	schwer	6.639	6.570	6.824	7.002	6.782	51,9	51,3	53,3	54,7	53,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

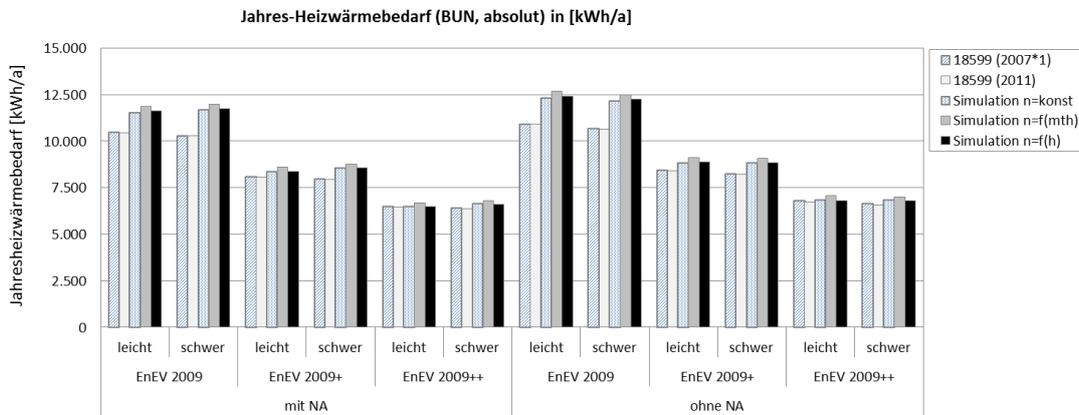


Bild B-1: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für den Bungalow bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: g=0,6; EnEV 2009+: g=0,55; EnEV 2009++: g=0,50)

Tabelle B-4: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Einfamilienhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit g=0,60 im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	10.472	10.438	11.538	11.844	11.606	81,8	81,5	90,1	92,5	90,7
	schwer	10.293	10.271	11.712	11.979	11.752	80,4	80,2	91,5	93,6	91,8
EnEV 2009+*2	leicht	7.984	7.923	8.168	8.380	8.165	62,4	61,9	63,8	65,5	63,8
	schwer	7.850	7.794	8.353	8.536	8.328	61,3	60,9	65,3	66,7	65,1
EnEV 2009++*2	leicht	6.274	6.185	6.182	6.345	6.144	49,0	48,3	48,3	49,6	48,0
	schwer	6.177	6.084	6.319	6.455	6.268	48,3	47,5	49,4	50,4	49,0
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	10.938	10.903	12.323	12.691	12.412	85,5	85,2	96,3	99,2	97,0
	schwer	10.680	10.654	12.189	12.482	12.231	83,4	83,2	95,2	97,5	95,6
EnEV 2009+*2	leicht	8.344	8.281	8.651	8.891	8.649	65,2	64,7	67,6	69,5	67,6
	schwer	8.134	8.072	8.645	8.850	8.622	63,5	63,1	67,5	69,1	67,4
EnEV 2009++*2	leicht	6.561	6.469	6.514	6.705	6.478	51,3	50,5	50,9	52,4	50,6
	schwer	6.389	6.293	6.514	6.659	6.457	49,9	49,2	50,9	52,0	50,4

Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit g=0,60:

Gebäude: BUN		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Heizwärmebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-122	-134	-205	-219	-216	-1,2	-1,3	-1,8	-1,9	-1,9
	schwer	-133	-147	-202	-230	-222	-1,3	-1,4	-1,7	-1,9	-1,9
EnEV 2009++*2	leicht	-229	-252	-311	-345	-335	-2,8	-3,1	-3,7	-4,0	-4,0
	schwer	-244	-272	-312	-336	-322	-3,1	-3,4	-3,6	-3,8	-3,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-125	-137	-209	-222	-219	-1,5	-1,6	-2,4	-2,4	-2,5
	schwer	-135	-150	-204	-233	-225	-1,6	-1,8	-2,3	-2,6	-2,5
EnEV 2009++*2	leicht	-232	-258	-318	-352	-342	-3,4	-3,8	-4,6	-5,0	-5,0
	schwer	-250	-277	-310	-343	-325	-3,8	-4,2	-4,5	-4,9	-4,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-5: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	10.472			10.438		
	schwer	10.293	-180	-1,7	10.271	-167	-1,6
EnEV 2009+	leicht	8.107			8.057		
	schwer	7.983	-124	-1,5	7.941	-116	-1,4
EnEV 2009++	leicht	6.503			6.437		
	schwer	6.422	-81	-1,2	6.356	-81	-1,3
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	10.938			10.903		
	schwer	10.680	-258	-2,4	10.654	-250	-2,3
EnEV 2009+	leicht	8.469			8.418		
	schwer	8.269	-200	-2,4	8.222	-196	-2,3
EnEV 2009++	leicht	6.793			6.727		
	schwer	6.639	-154	-2,3	6.570	-157	-2,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	11.538			11.844			11.606		
	schwer	11.712	+174	+1,5	11.979	+135	+1,1	11.752	+147	+1,3
EnEV 2009+	leicht	8.374			8.599			8.381		
	schwer	8.555	+182	+2,2	8.766	+167	+1,9	8.550	+169	+2,0
EnEV 2009++	leicht	6.493			6.691			6.479		
	schwer	6.631	+138	+2,1	6.791	+101	+1,5	6.590	+111	+1,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	12.323			12.691			12.412		
	schwer	12.189	-133	-1,1	12.482	-209	-1,6	12.231	-181	-1,5
EnEV 2009+	leicht	8.859			9.112			8.868		
	schwer	8.849	-10	-0,1	9.083	-29	-0,3	8.847	-21	-0,2
EnEV 2009++	leicht	6.832			7.057			6.819		
	schwer	6.824	-8	-0,1	7.002	-55	-0,8	6.782	-38	-0,6

Tabelle B-6: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	10.472			10.438		
	schwer	10.293	-180	-1,7	10.271	-167	-1,6
EnEV 2009+*2	leicht	7.984			7.923		
	schwer	7.850	-134	-1,7	7.794	-129	-1,6
EnEV 2009++*2	leicht	6.274			6.185		
	schwer	6.177	-96	-1,5	6.084	-101	-1,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	10.938			10.903		
	schwer	10.680	-258	-2,4	10.654	-250	-2,3
EnEV 2009+*2	leicht	8.344			8.281		
	schwer	8.134	-210	-2,5	8.072	-209	-2,5
EnEV 2009++*2	leicht	6.561			6.469		
	schwer	6.389	-172	-2,6	6.293	-176	-2,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	11.538			11.844			11.606		
	schwer	11.712	+174	+1,5	11.979	+135	+1,1	11.752	+147	+1,3
EnEV 2009+*2	leicht	8.168			8.380			8.165		
	schwer	8.353	+185	+2,3	8.536	+156	+1,9	8.328	+162	+2,0
EnEV 2009++*2	leicht	6.182			6.345			6.144		
	schwer	6.319	+137	+2,2	6.455	+110	+1,7	6.268	+124	+2,0
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	12.323			12.691			12.412		
	schwer	12.189	-133	-1,1	12.482	-209	-1,6	12.231	-181	-1,5
EnEV 2009+*2	leicht	8.651			8.891			8.649		
	schwer	8.645	-5	-0,1	8.850	-40	-0,5	8.622	-27	-0,3
EnEV 2009++*2	leicht	6.514			6.705			6.478		
	schwer	6.514	-0	-0,0	6.659	-46	-0,7	6.457	-21	-0,3

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-7: Einfluss der Nachtabenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	10.472			10.438		
	schwer	10.293			10.271		
EnEV 2009+	leicht	8.107			8.057		
	schwer	7.983			7.941		
EnEV 2009++	leicht	6.503			6.437		
	schwer	6.422			6.356		
ohne Nachtabenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	10.938	+466	+4,4	10.903	+466	+4,5
	schwer	10.680	+387	+3,8	10.654	+383	+3,7
EnEV 2009+	leicht	8.469	+362	+4,5	8.418	+362	+4,5
	schwer	8.269	+287	+3,6	8.222	+281	+3,5
EnEV 2009++	leicht	6.793	+290	+4,5	6.727	+290	+4,5
	schwer	6.639	+217	+3,4	6.570	+214	+3,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	11.538			11.844			11.606		
	schwer	11.712			11.979			11.752		
EnEV 2009+	leicht	8.374			8.599			8.381		
	schwer	8.555			8.766			8.550		
EnEV 2009++	leicht	6.493			6.691			6.479		
	schwer	6.631			6.791			6.590		
ohne Nachtabenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	12.323	+785	+6,8	12.691	+847	+7,2	12.412	+807	+7,0
	schwer	12.189	+477	+4,1	12.482	+503	+4,2	12.231	+479	+4,1
EnEV 2009+	leicht	8.859	+486	+5,8	9.112	+514	+6,0	8.868	+487	+5,8
	schwer	8.849	+294	+3,4	9.083	+317	+3,6	8.847	+297	+3,5
EnEV 2009++	leicht	6.832	+339	+5,2	7.057	+367	+5,5	6.819	+340	+5,3
	schwer	6.824	+193	+2,9	7.002	+211	+3,1	6.782	+192	+2,9

Tabelle B-8: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	10.472			10.438		
	schwer	10.293			10.271		
EnEV 2009+*2	leicht	7.984			7.923		
	schwer	7.850			7.794		
EnEV 2009++*2	leicht	6.274			6.185		
	schwer	6.177			6.084		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	10.938	+466	+4,4	10.903	+466	+4,5
	schwer	10.680	+387	+3,8	10.654	+383	+3,7
EnEV 2009+*2	leicht	8.344	+359	+4,5	8.281	+358	+4,5
	schwer	8.134	+284	+3,6	8.072	+278	+3,6
EnEV 2009++*2	leicht	6.561	+287	+4,6	6.469	+284	+4,6
	schwer	6.389	+212	+3,4	6.293	+209	+3,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	11.538			11.844			11.606		
	schwer	11.712			11.979			11.752		
EnEV 2009+*2	leicht	8.168			8.380			8.165		
	schwer	8.353			8.536			8.328		
EnEV 2009++*2	leicht	6.182			6.345			6.144		
	schwer	6.319			6.455			6.268		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	12.323	+785	+6,8	12.691	+847	+7,2	12.412	+807	+7,0
	schwer	12.189	+477	+4,1	12.482	+503	+4,2	12.231	+479	+4,1
EnEV 2009+*2	leicht	8.651	+482	+5,9	8.891	+511	+6,1	8.649	+484	+5,9
	schwer	8.645	+292	+3,5	8.850	+314	+3,7	8.622	+295	+3,5
EnEV 2009++*2	leicht	6.514	+333	+5,4	6.705	+360	+5,7	6.478	+334	+5,4
	schwer	6.514	+195	+3,1	6.659	+204	+3,2	6.457	+189	+3,0

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-9: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	10.472			10.438		
	EnEV 2009+	8.107	-2.366	-22,6	8.057	-2.381	-22,8
	EnEV 2009++	6.503	-3.970	-37,9	6.437	-4.001	-38,3
schwer	EnEV 2009	10.293			10.271		
	EnEV 2009+	7.983	-2.310	-22,4	7.941	-2.330	-22,7
	EnEV 2009++	6.422	-3.871	-37,6	6.356	-3.915	-38,1
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	10.938			10.903		
	EnEV 2009+	8.469	-2.469	-22,6	8.418	-2.019	-19,3
	EnEV 2009++	6.793	-4.145	-37,9	6.727	-3.710	-35,5
schwer	EnEV 2009	10.680			10.654		
	EnEV 2009+	8.269	-2.411	-22,6	8.222	-2.049	-19,9
	EnEV 2009++	6.639	-4.041	-37,8	6.570	-3.701	-36,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	11.538			11.844			11.606		
	EnEV 2009+	8.374	-3.164	-27,4	8.599	-3.246	-27,4	8.381	-3.224	-27,8
	EnEV 2009++	6.493	-5.045	-43,7	6.691	-5.154	-43,5	6.479	-5.127	-44,2
schwer	EnEV 2009	11.712			11.979			11.752		
	EnEV 2009+	8.555	-3.157	-27,0	8.766	-3.213	-26,8	8.550	-3.202	-27,2
	EnEV 2009++	6.631	-5.082	-43,4	6.791	-5.188	-43,3	6.590	-5.163	-43,9
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	12.323			12.691			12.412		
	EnEV 2009+	8.859	-3.464	-28,1	9.112	-3.579	-28,2	8.868	-3.545	-28,6
	EnEV 2009++	6.832	-5.491	-44,6	7.057	-5.634	-44,4	6.819	-5.593	-45,1
schwer	EnEV 2009	12.189			12.482			12.231		
	EnEV 2009+	8.849	-3.340	-27,4	9.083	-3.399	-27,2	8.847	-3.384	-27,7
	EnEV 2009++	6.824	-5.366	-44,0	7.002	-5.480	-43,9	6.782	-5.450	-44,6

Tabelle B-10: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	10.472			10.438		
	EnEV 2009+*2	7.984	-2.488	-23,8	7.923	-2.515	-24,1
	EnEV 2009+*2	6.274	-4.199	-40,1	6.185	-4.252	-40,7
schwer	EnEV 2009	10.293			10.271		
	EnEV 2009+*2	7.850	-2.443	-23,7	7.794	-2.477	-24,1
	EnEV 2009+*2	6.177	-4.115	-40,0	6.084	-4.186	-40,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	10.938			10.903		
	EnEV 2009+*2	8.344	-2.595	-23,7	8.281	-2.157	-20,7
	EnEV 2009+*2	6.561	-4.378	-40,0	6.469	-3.968	-38,0
schwer	EnEV 2009	10.680			10.654		
	EnEV 2009+*2	8.134	-2.546	-23,8	8.072	-2.198	-21,4
	EnEV 2009+*2	6.389	-4.291	-40,2	6.293	-3.978	-38,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	11.538			11.844			11.606		
	EnEV 2009+*2	8.168	-3.370	-29,2	8.380	-3.465	-29,3	8.165	-3.440	-29,6
	EnEV 2009+*2	6.182	-5.356	-46,4	6.345	-5.499	-46,4	6.144	-5.462	-47,1
schwer	EnEV 2009	11.712			11.979			11.752		
	EnEV 2009+*2	8.353	-3.359	-28,7	8.536	-3.443	-28,7	8.328	-3.424	-29,1
	EnEV 2009+*2	6.319	-5.393	-46,0	6.455	-5.524	-46,1	6.268	-5.484	-46,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	12.323			12.691			12.412		
	EnEV 2009+*2	8.651	-3.672	-29,8	8.891	-3.801	-29,9	8.649	-3.763	-30,3
	EnEV 2009+*2	6.514	-5.809	-47,1	6.705	-5.986	-47,2	6.478	-5.935	-47,8
schwer	EnEV 2009	12.189			12.482			12.231		
	EnEV 2009+*2	8.645	-3.544	-29,1	8.850	-3.632	-29,1	8.622	-3.609	-29,5
	EnEV 2009+*2	6.514	-5.675	-46,6	6.659	-5.823	-46,6	6.457	-5.774	-47,2

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 2 Doppelhaushälfte Nord

B 2.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 sowie Gegenüberstellung der Normenfassungen 20087 und 2011 der DIN V 18599

Tabelle B-11: Bilanzierung der Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für die Doppelhaushälfte Nord aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung		mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung	
			HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
DHN	EnEV 2009	18599 (2007)	13.108	100%	13.688	100%	12.926	100%	13.362	100%
		V1 (Klima)	12.738	97%	13.296	97%	12.609	98%	13.030	98%
		V2 (n saisonal)	12.716	97%	13.294	97%	12.510	97%	12.947	97%
		V3 (Q _{H,max})	13.201	101%	13.784	101%	13.019	101%	13.457	101%
		V4 (τ F _x)	13.102	100%	13.680	100%	12.926	100%	13.358	100%
		V5 (q _i)	13.130	100%	13.711	100%	12.949	100%	13.385	100%
	18599 (2011)	12.641	96%	13.204	96%	12.502	97%	12.926	97%	
	EnEV 2009+	18599 (2007)	10.724	100%	11.196	100%	10.608	100%	10.941	100%
		V1 (Klima)	10.426	97%	10.880	97%	10.346	98%	10.677	98%
		V2 (n saisonal)	10.296	96%	10.766	96%	10.149	96%	10.484	96%
		V3 (Q _{H,max})	10.816	101%	11.291	101%	10.700	101%	11.035	101%
		V4 (τ F _x)	10.719	100%	11.188	100%	10.609	100%	10.938	100%
		V5 (q _i)	10.746	100%	11.218	100%	10.630	100%	10.963	100%
	18599 (2011)	10.302	96%	10.761	96%	10.212	96%	10.538	96%	
	EnEV 2009++	18599 (2007)	9.352	100%	9.759	100%	9.281	100%	9.554	100%
		V1 (Klima)	9.091	97%	9.484	97%	9.051	98%	9.316	98%
		V2 (n saisonal)	8.907	95%	9.314	95%	8.802	95%	9.078	95%
		V3 (Q _{H,max})	9.441	101%	9.851	101%	9.370	101%	9.645	101%
V4 (τ F _x)		9.349	100%	9.755	100%	9.282	100%	9.553	100%	
V5 (q _i)		9.373	100%	9.781	100%	9.303	100%	9.576	100%	
18599 (2011)	8.950	96%	9.349	96%	8.894	96%	9.164	96%		

Tabelle B-12: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Doppelhaus Nord. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	12.738	12.641	-97	-0,8	EnEV 2009	leicht	12.738	12.641	-97	-0,8
	schwer	12.609	12.502	-107	-0,8		schwer	12.609	12.502	-107	-0,8
EnEV 2009+	leicht	10.426	10.302	-124	-1,2	EnEV 2009+*2	leicht	10.270	10.125	-144	-1,4
	schwer	10.346	10.212	-134	-1,3		schwer	10.184	10.023	-161	-1,6
EnEV 2009++	leicht	9.091	8.950	-141	-1,5	EnEV 2009++*2	leicht	8.792	8.604	-188	-2,1
	schwer	9.051	8.894	-156	-1,7		schwer	8.739	8.521	-218	-2,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	13.296	13.204	-93	-0,7	EnEV 2009	leicht	13.296	13.204	-93	-0,7
	schwer	13.030	12.926	-104	-0,8		schwer	13.030	12.926	-104	-0,8
EnEV 2009+	leicht	10.880	10.761	-119	-1,1	EnEV 2009+*2	leicht	10.720	10.581	-140	-1,3
	schwer	10.677	10.538	-139	-1,3		schwer	10.503	10.345	-158	-1,5
EnEV 2009++	leicht	9.484	9.349	-135	-1,4	EnEV 2009++*2	leicht	9.178	8.993	-185	-2,0
	schwer	9.316	9.164	-152	-1,6		schwer	8.999	8.791	-207	-2,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 2.2 Vergleichsrechnungen DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit n=f(h)

Tabelle B-13: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Doppelhaus Nord. Links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: DHN		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation				Gebäude: DHN		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation			
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)		Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	12.641	12.799	+159	+1,3	EnEV 2009	leicht	12.641	12.799	+159	+1,3
	schwer	12.502	12.913	+411	+3,3		schwer	12.502	12.913	+411	+3,3
EnEV 2009+	leicht	10.302	9.574	-728	-7,1	EnEV 2009+*2	leicht	10.125	9.229	-896	-8,9
	schwer	10.212	9.669	-543	-5,3		schwer	10.023	9.320	-702	-7,0
EnEV 2009++	leicht	8.950	8.052	-898	-10,0	EnEV 2009+**2	leicht	8.604	7.508	-1.096	-12,7
	schwer	8.894	8.106	-789	-8,9		schwer	8.521	7.557	-964	-11,3
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	13.204	13.621	+418	+3,2	EnEV 2009	leicht	13.204	13.621	+418	+3,2
	schwer	12.926	13.402	+477	+3,7		schwer	12.926	13.402	+477	+3,7
EnEV 2009+	leicht	10.761	10.122	-639	-5,9	EnEV 2009+*2	leicht	10.581	9.776	-805	-7,6
	schwer	10.538	9.997	-541	-5,1		schwer	10.345	9.642	-702	-6,8
EnEV 2009++	leicht	9.349	8.490	-858	-9,2	EnEV 2009+**2	leicht	8.993	7.937	-1.056	-11,7
	schwer	9.164	8.348	-816	-8,9		schwer	8.791	7.793	-998	-11,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 2.3 Vergleich der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	12.738	12.641	12.757	13.220	12.799	53,1	52,7	53,2	55,1	53,3
	schwer	12.609	12.502	12.879	13.329	12.913	52,5	52,1	53,7	55,5	53,8
EnEV 2009+	leicht	10.426	10.302	9.598	9.970	9.574	43,4	42,9	40,0	41,5	39,9
	schwer	10.346	10.212	9.741	10.056	9.669	43,1	42,6	40,6	41,9	40,3
EnEV 2009++	leicht	9.091	8.950	8.105	8.439	8.052	37,9	37,3	33,8	35,2	33,5
	schwer	9.051	8.894	8.197	8.474	8.106	37,7	37,1	34,2	35,3	33,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	13.296	13.204	13.561	14.111	13.621	55,4	55,0	56,5	58,8	56,8
	schwer	13.030	12.926	13.361	13.853	13.402	54,3	53,9	55,7	57,7	55,8
EnEV 2009+	leicht	10.880	10.761	10.138	10.567	10.122	45,3	44,8	42,2	44,0	42,2
	schwer	10.677	10.538	10.056	10.416	9.997	44,5	43,9	41,9	43,4	41,7
EnEV 2009++	leicht	9.484	9.349	8.534	8.923	8.490	39,5	39,0	35,6	37,2	35,4
	schwer	9.316	9.164	8.440	8.746	8.348	38,8	38,2	35,2	36,4	34,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

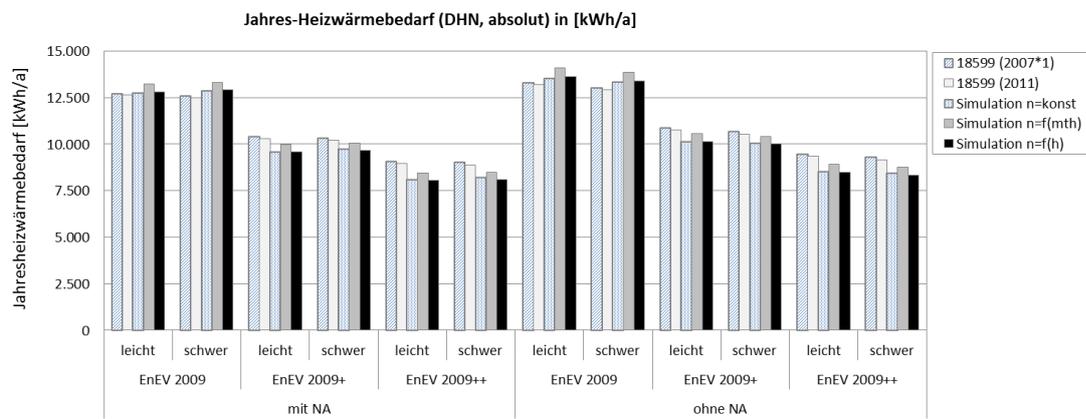


Bild B-2: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Doppelhaus Nord bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: g=0,6; EnEV 2009+: g=0,55; EnEV 2009++: g=0,50)

Tabelle B-14: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Doppelhaus Nord bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit g=0,60 im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	12.738	12.641	12.757	13.220	12.799	53,1	52,7	53,2	55,1	53,3
	schwer	12.609	12.502	12.879	13.329	12.913	52,5	52,1	53,7	55,5	53,8
EnEV 2009+*2	leicht	10.270	10.125	9.276	9.617	9.229	42,8	42,2	38,7	40,1	38,5
	schwer	10.184	10.023	9.410	9.690	9.320	42,4	41,8	39,2	40,4	38,8
EnEV 2009+*2	leicht	8.792	8.604	7.604	7.873	7.508	36,6	35,9	31,7	32,8	31,3
	schwer	8.739	8.521	7.651	7.904	7.557	36,4	35,5	31,9	32,9	31,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	13.296	13.204	13.561	14.111	13.621	55,4	55,0	56,5	58,8	56,8
	schwer	13.030	12.926	13.361	13.853	13.402	54,3	53,9	55,7	57,7	55,8
EnEV 2009+*2	leicht	10.720	10.581	9.811	10.211	9.776	44,7	44,1	40,9	42,5	40,7
	schwer	10.503	10.345	9.730	10.048	9.642	43,8	43,1	40,5	41,9	40,2
EnEV 2009+*2	leicht	9.178	8.993	8.024	8.351	7.937	38,2	37,5	33,4	34,8	33,1
	schwer	8.999	8.791	7.894	8.163	7.793	37,5	36,6	32,9	34,0	32,5

Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit g=0,60:

Gebäude: DHN		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Heizwärmebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-156	-176	-322	-353	-345	-1,2	-1,4	-2,5	-2,7	-2,7
	schwer	-163	-190	-331	-367	-349	-1,3	-1,5	-2,6	-2,8	-2,7
EnEV 2009+*2	leicht	-299	-346	-502	-565	-543	-2,9	-3,4	-5,2	-5,7	-5,7
	schwer	-312	-374	-546	-570	-549	-3,0	-3,7	-5,6	-5,7	-5,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-160	-181	-328	-356	-347	-1,5	-1,7	-3,2	-3,4	-3,4
	schwer	-174	-193	-327	-367	-354	-1,6	-1,8	-3,2	-3,5	-3,5
EnEV 2009+*2	leicht	-306	-355	-510	-572	-553	-3,2	-3,8	-6,0	-6,4	-6,5
	schwer	-317	-372	-546	-583	-555	-3,4	-4,1	-6,5	-6,7	-6,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-15: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Nord bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	12.738			12.641		
	schwer	12.609	-129	-1,0	12.502	-139	-1,1
EnEV 2009+	leicht	10.426			10.302		
	schwer	10.346	-79	-0,8	10.212	-89	-0,9
EnEV 2009++	leicht	9.091			8.950		
	schwer	9.051	-40	-0,4	8.894	-56	-0,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	13.296			13.204		
	schwer	13.030	-267	-2,0	12.926	-278	-2,1
EnEV 2009+	leicht	10.880			10.761		
	schwer	10.677	-203	-1,9	10.538	-223	-2,1
EnEV 2009++	leicht	9.484			9.349		
	schwer	9.316	-168	-1,8	9.164	-185	-2,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.757			13.220			12.799		
	schwer	12.879	+122	+1,0	13.329	+109	+0,8	12.913	+114	+0,9
EnEV 2009+	leicht	9.598			9.970			9.574		
	schwer	9.741	+143	+1,5	10.056	+86	+0,9	9.669	+95	+1,0
EnEV 2009++	leicht	8.105			8.439			8.052		
	schwer	8.197	+91	+1,1	8.474	+36	+0,4	8.106	+54	+0,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.561			14.111			13.621		
	schwer	13.361	-200	-1,5	13.853	-257	-1,8	13.402	-219	-1,6
EnEV 2009+	leicht	10.138			10.567			10.122		
	schwer	10.056	-82	-0,8	10.416	-151	-1,4	9.997	-125	-1,2
EnEV 2009++	leicht	8.534			8.923			8.490		
	schwer	8.440	-94	-1,1	8.746	-177	-2,0	8.348	-142	-1,7

Tabelle B-16: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Nord bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++
Ergebnisse DIN V 18599

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	12.738			12.641		
	schwer	12.609	-129	-1,0	12.502	-139	-1,1
EnEV 2009+*2	leicht	10.270			10.125		
	schwer	10.184	-86	-0,8	10.023	-103	-1,0
EnEV 2009++*2	leicht	8.792			8.604		
	schwer	8.739	-53	-0,6	8.521	-83	-1,0
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	13.296			13.204		
	schwer	13.030	-267	-2,0	12.926	-278	-2,1
EnEV 2009+*2	leicht	10.720			10.581		
	schwer	10.503	-218	-2,0	10.345	-236	-2,2
EnEV 2009++*2	leicht	9.178			8.993		
	schwer	8.999	-179	-1,9	8.791	-202	-2,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.757			13.220			12.799		
	schwer	12.879	+122	+1,0	13.329	+109	+0,8	12.913	+114	+0,9
EnEV 2009+*2	leicht	9.276			9.617			9.229		
	schwer	9.410	+134	+1,4	9.690	+72	+0,8	9.320	+91	+1,0
EnEV 2009++*2	leicht	7.604			7.873			7.508		
	schwer	7.651	+47	+0,6	7.904	+31	+0,4	7.557	+48	+0,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.561			14.111			13.621		
	schwer	13.361	-200	-1,5	13.853	-257	-1,8	13.402	-219	-1,6
EnEV 2009+*2	leicht	9.811			10.211			9.776		
	schwer	9.730	-81	-0,8	10.048	-162	-1,6	9.642	-133	-1,4
EnEV 2009++*2	leicht	8.024			8.351			7.937		
	schwer	7.894	-131	-1,6	8.163	-189	-2,3	7.793	-144	-1,8

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-17: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Nord bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	12.738			12.641		
	schwer	12.609			12.502		
EnEV 2009+	leicht	10.426			10.302		
	schwer	10.346			10.212		
EnEV 2009++	leicht	9.091			8.950		
	schwer	9.051			8.894		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	13.296	+558	+4,4	13.204	+563	+4,5
	schwer	13.030	+421	+3,3	12.926	+424	+3,4
EnEV 2009+	leicht	10.880	+454	+4,4	10.761	+460	+4,5
	schwer	10.677	+331	+3,2	10.538	+326	+3,2
EnEV 2009++	leicht	9.484	+393	+4,3	9.349	+398	+4,5
	schwer	9.316	+265	+2,9	9.164	+269	+3,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	[%]
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.757			13.220			12.799		
	schwer	12.879			13.329			12.913		
EnEV 2009+	leicht	9.598			9.970			9.574		
	schwer	9.741			10.056			9.669		
EnEV 2009++	leicht	8.105			8.439			8.052		
	schwer	8.197			8.474			8.106		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.561	+804	+6,3	14.111	+891	+6,7	13.621	+822	+6,4
	schwer	13.361	+482	+3,7	13.853	+524	+3,9	13.402	+489	+3,8
EnEV 2009+	leicht	10.138	+540	+5,6	10.567	+596	+6,0	10.122	+548	+5,7
	schwer	10.056	+316	+3,2	10.416	+359	+3,6	9.997	+327	+3,4
EnEV 2009++	leicht	8.534	+429	+5,3	8.923	+485	+5,7	8.490	+439	+5,4
	schwer	8.440	+243	+3,0	8.746	+272	+3,2	8.348	+242	+3,0

Tabelle B-18: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Nord bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	12.738			12.641		
	schwer	12.609			12.502		
EnEV 2009+*2	leicht	10.270			10.125		
	schwer	10.184			10.023		
EnEV 2009++*2	leicht	8.792			8.604		
	schwer	8.739			8.521		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	13.296	+558	+4,4	13.204	+563	+4,5
	schwer	13.030	+421	+3,3	12.926	+424	+3,4
EnEV 2009+*2	leicht	10.720	+451	+4,4	10.581	+455	+4,5
	schwer	10.503	+319	+3,1	10.345	+322	+3,2
EnEV 2009++*2	leicht	9.178	+386	+4,4	8.993	+389	+4,5
	schwer	8.999	+260	+3,0	8.791	+271	+3,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.757			13.220			12.799		
	schwer	12.879			13.329			12.913		
EnEV 2009+*2	leicht	9.276			9.617			9.229		
	schwer	9.410			9.690			9.320		
EnEV 2009++*2	leicht	7.604			7.873			7.508		
	schwer	7.651			7.904			7.557		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.561	+804	+6,3	14.111	+891	+6,7	13.621	+822	+6,4
	schwer	13.361	+482	+3,7	13.853	+524	+3,9	13.402	+489	+3,8
EnEV 2009+*2	leicht	9.811	+534	+5,8	10.211	+594	+6,2	9.776	+547	+5,9
	schwer	9.730	+320	+3,4	10.048	+359	+3,7	9.642	+322	+3,5
EnEV 2009++*2	leicht	8.024	+421	+5,5	8.351	+478	+6,1	7.937	+429	+5,7
	schwer	7.894	+243	+3,2	8.163	+259	+3,3	7.793	+236	+3,1

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-19: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Nord bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	12.738			12.641		
	EnEV 2009+	10.426	-2.312	-18,2	10.302	-2.339	-18,5
	EnEV 2009++	9.091	-3.647	-28,6	8.950	-3.691	-29,2
schwer	EnEV 2009	12.609			12.502		
	EnEV 2009+	10.346	-2.263	-17,9	10.212	-2.289	-18,3
	EnEV 2009++	9.051	-3.558	-28,2	8.894	-3.608	-28,9
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	13.296			13.204		
	EnEV 2009+	10.880	-2.416	-18,2	10.761	-1.880	-14,9
	EnEV 2009++	9.484	-3.813	-28,7	9.349	-3.292	-26,0
schwer	EnEV 2009	13.030			12.926		
	EnEV 2009+	10.677	-2.353	-18,1	10.538	-1.964	-15,7
	EnEV 2009++	9.316	-3.714	-28,5	9.164	-3.338	-26,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	12.757			13.220			12.799		
	EnEV 2009+	9.598	-3.160	-24,8	9.970	-3.249	-24,6	9.574	-3.225	-25,2
	EnEV 2009++	8.105	-4.652	-36,5	8.439	-4.781	-36,2	8.052	-4.748	-37,1
schwer	EnEV 2009	12.879			13.329			12.913		
	EnEV 2009+	9.741	-3.139	-24,4	10.056	-3.273	-24,6	9.669	-3.244	-25,1
	EnEV 2009++	8.197	-4.682	-36,4	8.474	-4.855	-36,4	8.106	-4.808	-37,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	13.561			14.111			13.621		
	EnEV 2009+	10.138	-3.423	-25,2	10.567	-3.544	-25,1	10.122	-3.499	-25,7
	EnEV 2009++	8.534	-5.027	-37,1	8.923	-5.187	-36,8	8.490	-5.131	-37,7
schwer	EnEV 2009	13.361			13.853			13.402		
	EnEV 2009+	10.056	-3.305	-24,7	10.416	-3.438	-24,8	9.997	-3.406	-25,4
	EnEV 2009++	8.440	-4.921	-36,8	8.746	-5.107	-36,9	8.348	-5.054	-37,7

Tabelle B-20: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Nord bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	12.738			12.641		
	EnEV 2009+*2	10.270	-2.468	-19,4	10.125	-2.515	-19,9
	EnEV 2009+++*2	8.792	-3.946	-31,0	8.604	-4.037	-31,9
schwer	EnEV 2009	12.609			12.502		
	EnEV 2009+*2	10.184	-2.425	-19,2	10.023	-2.479	-19,8
	EnEV 2009+++*2	8.739	-3.870	-30,7	8.521	-3.981	-31,8
ohne Nachtabenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	13.296			13.204		
	EnEV 2009+*2	10.720	-2.576	-19,4	10.581	-2.060	-16,3
	EnEV 2009+++*2	9.178	-4.119	-31,0	8.993	-3.648	-28,9
schwer	EnEV 2009	13.030			12.926		
	EnEV 2009+*2	10.503	-2.527	-19,4	10.345	-2.157	-17,3
	EnEV 2009+++*2	8.999	-4.031	-30,9	8.791	-3.711	-29,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	12.757			13.220			12.799		
	EnEV 2009+*2	9.276	-3.481	-27,3	9.617	-3.603	-27,3	9.229	-3.570	-27,9
	EnEV 2009+++*2	7.604	-5.153	-40,4	7.873	-5.347	-40,4	7.508	-5.291	-41,3
schwer	EnEV 2009	12.879			13.329			12.913		
	EnEV 2009+*2	9.410	-3.469	-26,9	9.690	-3.640	-27,3	9.320	-3.593	-27,8
	EnEV 2009+++*2	7.651	-5.228	-40,6	7.904	-5.425	-40,7	7.557	-5.356	-41,5
ohne Nachtabenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	13.561			14.111			13.621		
	EnEV 2009+*2	9.811	-3.750	-27,7	10.211	-3.900	-27,6	9.776	-3.846	-28,2
	EnEV 2009+++*2	8.024	-5.537	-40,8	8.351	-5.759	-40,8	7.937	-5.684	-41,7
schwer	EnEV 2009	13.361			13.853			13.402		
	EnEV 2009+*2	9.730	-3.632	-27,2	10.048	-3.805	-27,5	9.642	-3.760	-28,1
	EnEV 2009+++*2	7.894	-5.468	-40,9	8.163	-5.691	-41,1	7.793	-5.609	-41,9

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 3 Doppelhaushälfte Süd

B 3.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 sowie Gegenüberstellung der Normenfassungen 20087 und 2011 der DIN V 18599

Tabelle B-21: Bilanzierung der Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für die Doppelhaushälfte Süd aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung		mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung	
			HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
DHS	EnEV 2009	18599 (2007)	12.400	100%	12.969	100%	12.176	100%	12.601	100%
		V1 (Klima)	11.898	96%	12.442	96%	11.705	96%	12.113	96%
		V2 (n saisonal)	11.968	97%	12.535	97%	11.700	96%	12.126	96%
		V3 (Q _{h,b,max})	12.491	101%	13.063	101%	12.267	101%	12.694	101%
		V4 (τ F _X)	12.392	100%	12.959	100%	12.176	100%	12.597	100%
		V5 (q _i)	12.421	100%	12.990	100%	12.198	100%	12.623	100%
	18599 (2011)	11.745	95%	12.293	95%	11.524	95%	11.935	95%	
	EnEV 2009+	18599 (2007)	10.110	100%	10.571	100%	9.971	100%	10.294	100%
		V1 (Klima)	9.698	96%	10.139	96%	9.578	96%	9.890	96%
		V2 (n saisonal)	9.639	95%	10.098	96%	9.447	95%	9.771	95%
		V3 (Q _{h,b,max})	10.200	101%	10.665	101%	10.060	101%	10.386	101%
		V4 (τ F _X)	10.104	100%	10.563	100%	9.971	100%	10.291	100%
		V5 (q _i)	10.130	100%	10.592	100%	9.991	100%	10.316	100%
	18599 (2011)	9.513	94%	9.959	94%	9.362	94%	9.676	94%	
	EnEV 2009++	18599 (2007)	8.805	100%	9.202	100%	8.716	100%	8.988	100%
		V1 (Klima)	8.446	96%	8.827	96%	8.374	96%	8.631	96%
		V2 (n saisonal)	8.320	94%	8.716	95%	8.179	94%	8.445	94%
		V3 (Q _{h,b,max})	8.891	101%	9.292	101%	8.802	101%	9.076	101%
V4 (τ F _X)		8.801	100%	9.198	100%	8.717	100%	8.986	100%	
V5 (q _i)		8.825	100%	9.223	100%	8.736	100%	9.008	100%	
18599 (2011)	8.240	94%	8.630	94%	8.139	93%	8.398	93%		

Tabelle B-22: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Doppelhaus Süd. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	11.898	11.745	-153	-1,3	EnEV 2009	leicht	11.898	11.745	-153	-1,3
	schwer	11.705	11.524	-181	-1,5		schwer	11.705	11.524	-181	-1,5
EnEV 2009+	leicht	9.698	9.513	-184	-1,9	EnEV 2009+2	leicht	9.505	9.297	-207	-2,2
	schwer	9.578	9.362	-216	-2,3		schwer	9.377	9.133	-244	-2,6
EnEV 2009++	leicht	8.446	8.240	-206	-2,4	EnEV 2009++2	leicht	8.077	7.823	-253	-3,1
	schwer	8.374	8.139	-235	-2,8		schwer	7.985	7.696	-289	-3,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	12.442	12.293	-148	-1,2	EnEV 2009	leicht	12.442	12.293	-148	-1,2
	schwer	12.113	11.935	-178	-1,5		schwer	12.113	11.935	-178	-1,5
EnEV 2009+	leicht	10.139	9.959	-180	-1,8	EnEV 2009+2	leicht	9.941	9.738	-204	-2,1
	schwer	9.890	9.676	-214	-2,2		schwer	9.685	9.442	-243	-2,5
EnEV 2009++	leicht	8.827	8.630	-197	-2,2	EnEV 2009++2	leicht	8.449	8.198	-251	-3,0
	schwer	8.631	8.398	-233	-2,7		schwer	8.235	7.946	-289	-3,5

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 3.2 Vergleichsrechnungen DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit n=f(h)

Tabelle B-23: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Doppelhaus Süd. Links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: DHS		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation				Gebäude: DHS		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation			
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)		Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtab senkung (mNA)						mit Nachtab senkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	11.745	12.821	+1.076	+9,2	EnEV 2009	leicht	11.745	12.821	+1.076	+9,2
	schwer	11.524	12.934	+1.410	+12,2		schwer	11.524	12.934	+1.410	+12,2
EnEV 2009+	leicht	9.513	9.615	+102	+1,1	EnEV 2009+*2	leicht	9.297	9.277	-20	-0,2
	schwer	9.362	9.714	+352	+3,8		schwer	9.133	9.375	+242	+2,7
EnEV 2009++	leicht	8.240	8.096	-144	-1,7	EnEV 2009++*2	leicht	7.823	7.565	-259	-3,3
	schwer	8.139	8.156	+17	+0,2		schwer	7.696	7.622	-74	-1,0
ohne Nachtab senkung (oNA)						ohne Nachtab senkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	12.293	13.637	+1.343	+10,9	EnEV 2009	leicht	12.293	13.637	+1.343	+10,9
	schwer	11.935	13.419	+1.484	+12,4		schwer	11.935	13.419	+1.484	+12,4
EnEV 2009+	leicht	9.959	10.160	+200	+2,0	EnEV 2009+*2	leicht	9.738	9.821	+83	+0,9
	schwer	9.676	10.039	+363	+3,8		schwer	9.442	9.696	+253	+2,7
EnEV 2009++	leicht	8.630	8.532	-98	-1,1	EnEV 2009++*2	leicht	8.198	7.992	-206	-2,5
	schwer	8.398	8.397	-1	-0,0		schwer	7.946	7.858	-88	-1,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 3.3 Vergleich der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	11.898	11.745	12.781	13.241	12.821	49,6	48,9	53,3	55,2	53,4
	schwer	11.705	11.524	12.902	13.350	12.934	48,8	48,0	53,8	55,6	53,9
EnEV 2009+	leicht	9.698	9.513	9.640	10.012	9.615	40,4	39,6	40,2	41,7	40,1
	schwer	9.578	9.362	9.787	10.101	9.714	39,9	39,0	40,8	42,1	40,5
EnEV 2009++	leicht	8.446	8.240	8.151	8.484	8.096	35,2	34,3	34,0	35,4	33,7
	schwer	8.374	8.139	8.248	8.525	8.156	34,9	33,9	34,4	35,5	34,0
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	12.442	12.293	13.580	14.125	13.637	51,8	51,2	56,6	58,9	56,8
	schwer	12.113	11.935	13.380	13.870	13.419	50,5	49,7	55,7	57,8	55,9
EnEV 2009+	leicht	10.139	9.959	10.178	10.605	10.160	42,2	41,5	42,4	44,2	42,3
	schwer	9.890	9.676	10.102	10.458	10.039	41,2	40,3	42,1	43,6	41,8
EnEV 2009++	leicht	8.827	8.630	8.578	8.966	8.532	36,8	36,0	35,7	37,4	35,6
	schwer	8.631	8.398	8.490	8.795	8.397	36,0	35,0	35,4	36,6	35,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

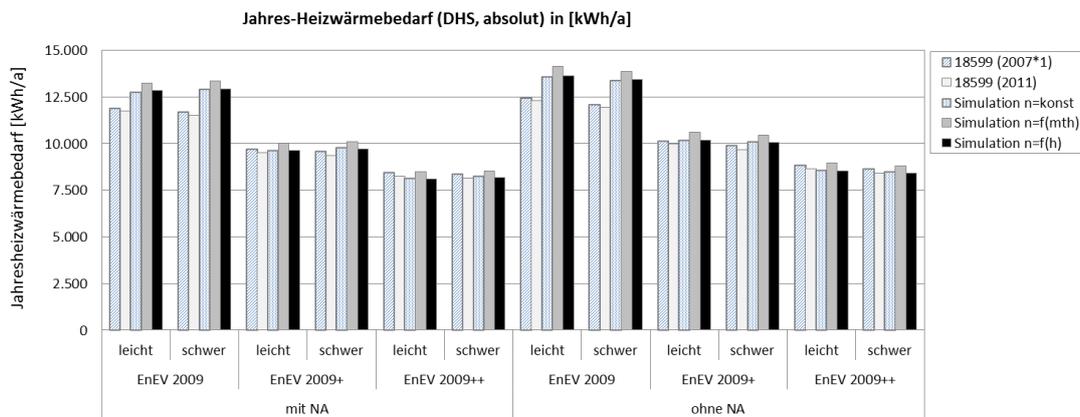


Bild B-3: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Doppelhaus Süd bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: g=0,6; EnEV 2009+: g=0,55; EnEV 2009++: g=0,50)

Tabelle B-24: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das das Doppelhaus Süd bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit g=0,60 im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	11.898	11.745	12.781	13.241	12.821	49,6	48,9	53,3	55,2	53,4
	schwer	11.705	11.524	12.902	13.350	12.934	48,8	48,0	53,8	55,6	53,9
EnEV 2009+*2	leicht	9.505	9.297	9.326	9.666	9.277	39,6	38,7	38,9	40,3	38,7
	schwer	9.377	9.133	9.465	9.745	9.375	39,1	38,1	39,4	40,6	39,1
EnEV 2009++*2	leicht	8.077	7.823	7.661	7.931	7.565	33,7	32,6	31,9	33,0	31,5
	schwer	7.985	7.696	7.716	7.970	7.622	33,3	32,1	32,1	33,2	31,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	12.442	12.293	13.580	14.125	13.637	51,8	51,2	56,6	58,9	56,8
	schwer	12.113	11.935	13.380	13.870	13.419	50,5	49,7	55,7	57,8	55,9
EnEV 2009+*2	leicht	9.941	9.738	9.858	10.257	9.821	41,4	40,6	41,1	42,7	40,9
	schwer	9.685	9.442	9.783	10.101	9.696	40,4	39,3	40,8	42,1	40,4
EnEV 2009++*2	leicht	8.449	8.198	8.080	8.406	7.992	35,2	34,2	33,7	35,0	33,3
	schwer	8.235	7.946	7.959	8.228	7.858	34,3	33,1	33,2	34,3	32,7

Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit g=0,60:

Gebäude: DHS		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Heizwärmebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-193	-216	-314	-346	-338	-1,6	-1,8	-2,5	-2,6	-2,6
	schwer	-202	-229	-322	-357	-339	-1,7	-2,0	-2,5	-2,7	-2,6
EnEV 2009++*2	leicht	-369	-416	-490	-553	-532	-3,8	-4,4	-5,1	-5,5	-5,5
	schwer	-388	-442	-532	-554	-534	-4,1	-4,7	-5,4	-5,5	-5,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-198	-222	-320	-349	-339	-1,9	-2,2	-3,1	-3,3	-3,3
	schwer	-205	-234	-318	-358	-344	-2,1	-2,4	-3,2	-3,4	-3,4
EnEV 2009++*2	leicht	-379	-433	-498	-560	-540	-4,3	-5,0	-5,8	-6,2	-6,3
	schwer	-396	-452	-531	-567	-539	-4,6	-5,4	-6,3	-6,4	-6,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-25: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Süd bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	11.898			11.745		
	schwer	11.705	-192	-1,6	11.524	-221	-1,9
EnEV 2009+	leicht	9.698			9.513		
	schwer	9.578	-119	-1,2	9.362	-151	-1,6
EnEV 2009++	leicht	8.446			8.240		
	schwer	8.374	-72	-0,9	8.139	-101	-1,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	12.442			12.293		
	schwer	12.113	-328	-2,6	11.935	-358	-2,9
EnEV 2009+	leicht	10.139			9.959		
	schwer	9.890	-249	-2,5	9.676	-283	-2,8
EnEV 2009++	leicht	8.827			8.630		
	schwer	8.631	-196	-2,2	8.398	-233	-2,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.781			13.241			12.821		
	schwer	12.902	+122	+1,0	13.350	+109	+0,8	12.934	+113	+0,9
EnEV 2009+	leicht	9.640			10.012			9.615		
	schwer	9.787	+148	+1,5	10.101	+89	+0,9	9.714	+99	+1,0
EnEV 2009++	leicht	8.151			8.484			8.096		
	schwer	8.248	+97	+1,2	8.525	+41	+0,5	8.156	+60	+0,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.580			14.125			13.637		
	schwer	13.380	-200	-1,5	13.870	-256	-1,8	13.419	-218	-1,6
EnEV 2009+	leicht	10.178			10.605			10.160		
	schwer	10.102	-76	-0,7	10.458	-147	-1,4	10.039	-120	-1,2
EnEV 2009++	leicht	8.578			8.966			8.532		
	schwer	8.490	-88	-1,0	8.795	-172	-1,9	8.397	-136	-1,6

Tabelle B-26: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Süd bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	11.898			11.745		
	schwer	11.705	-192	-1,6	11.524	-221	-1,9
EnEV 2009+*2	leicht	9.505			9.297		
	schwer	9.377	-128	-1,3	9.133	-164	-1,8
EnEV 2009++*2	leicht	8.077			7.823		
	schwer	7.985	-91	-1,1	7.696	-127	-1,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	12.442			12.293		
	schwer	12.113	-328	-2,6	11.935	-358	-2,9
EnEV 2009+*2	leicht	9.941			9.738		
	schwer	9.685	-256	-2,6	9.442	-295	-3,0
EnEV 2009++*2	leicht	8.449			8.198		
	schwer	8.235	-213	-2,5	7.946	-252	-3,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.781			13.241			12.821		
	schwer	12.902	+122	+1,0	13.350	+109	+0,8	12.934	+113	+0,9
EnEV 2009+*2	leicht	9.326			9.666			9.277		
	schwer	9.465	+140	+1,5	9.745	+78	+0,8	9.375	+98	+1,1
EnEV 2009++*2	leicht	7.661			7.931			7.565		
	schwer	7.716	+55	+0,7	7.970	+40	+0,5	7.622	+57	+0,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.580			14.125			13.637		
	schwer	13.380	-200	-1,5	13.870	-256	-1,8	13.419	-218	-1,6
EnEV 2009+*2	leicht	9.858			10.257			9.821		
	schwer	9.783	-74	-0,8	10.101	-156	-1,5	9.696	-125	-1,3
EnEV 2009++*2	leicht	8.080			8.406			7.992		
	schwer	7.959	-122	-1,5	8.228	-178	-2,1	7.858	-134	-1,7

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-27: Einfluss der Nachtabenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Süd bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	11.898			11.745		
	schwer	11.705			11.524		
EnEV 2009+	leicht	9.698			9.513		
	schwer	9.578			9.362		
EnEV 2009++	leicht	8.446			8.240		
	schwer	8.374			8.139		
ohne Nachtabenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	12.442	+544	+4,6	12.293	+548	+4,7
	schwer	12.113	+408	+3,5	11.935	+411	+3,6
EnEV 2009+	leicht	10.139	+442	+4,6	9.959	+446	+4,7
	schwer	9.890	+312	+3,3	9.676	+314	+3,4
EnEV 2009++	leicht	8.827	+382	+4,5	8.630	+391	+4,7
	schwer	8.631	+257	+3,1	8.398	+259	+3,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.781			13.241			12.821		
	schwer	12.902			13.350			12.934		
EnEV 2009+	leicht	9.640			10.012			9.615		
	schwer	9.787			10.101			9.714		
EnEV 2009++	leicht	8.151			8.484			8.096		
	schwer	8.248			8.525			8.156		
ohne Nachtabenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.580	+799	+6,3	14.125	+884	+6,7	13.637	+816	+6,4
	schwer	13.380	+478	+3,7	13.870	+520	+3,9	13.419	+485	+3,7
EnEV 2009+	leicht	10.178	+538	+5,6	10.605	+593	+5,9	10.160	+545	+5,7
	schwer	10.102	+314	+3,2	10.458	+357	+3,5	10.039	+325	+3,3
EnEV 2009++	leicht	8.578	+427	+5,2	8.966	+482	+5,7	8.532	+436	+5,4
	schwer	8.490	+242	+2,9	8.795	+270	+3,2	8.397	+241	+3,0

Tabelle B-28: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Süd bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	11.898			11.745		
	schwer	11.705			11.524		
EnEV 2009+*2	leicht	9.505			9.297		
	schwer	9.377			9.133		
EnEV 2009++*2	leicht	8.077			7.823		
	schwer	7.985			7.696		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	12.442	+544	+4,6	12.293	+548	+4,7
	schwer	12.113	+408	+3,5	11.935	+411	+3,6
EnEV 2009+*2	leicht	9.941	+437	+4,6	9.738	+440	+4,7
	schwer	9.685	+309	+3,3	9.442	+310	+3,4
EnEV 2009++*2	leicht	8.449	+372	+4,6	8.198	+374	+4,8
	schwer	8.235	+250	+3,1	7.946	+250	+3,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	12.781			13.241			12.821		
	schwer	12.902			13.350			12.934		
EnEV 2009+*2	leicht	9.326			9.666			9.277		
	schwer	9.465			9.745			9.375		
EnEV 2009++*2	leicht	7.661			7.931			7.565		
	schwer	7.716			7.970			7.622		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	13.580	+799	+6,3	14.125	+884	+6,7	13.637	+816	+6,4
	schwer	13.380	+478	+3,7	13.870	+520	+3,9	13.419	+485	+3,7
EnEV 2009+*2	leicht	9.858	+532	+5,7	10.257	+591	+6,1	9.821	+544	+5,9
	schwer	9.783	+318	+3,4	10.101	+356	+3,7	9.696	+320	+3,4
EnEV 2009++*2	leicht	8.080	+420	+5,5	8.406	+476	+6,0	7.992	+427	+5,6
	schwer	7.959	+243	+3,1	8.228	+258	+3,2	7.858	+236	+3,1

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-29: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Süd bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	11.898			11.745		
	EnEV 2009+	9.698	-2.200	-18,5	9.513	-2.232	-19,0
	EnEV 2009++	8.446	-3.452	-29,0	8.240	-3.505	-29,8
schwer	EnEV 2009	11.705			11.524		
	EnEV 2009+	9.578	-2.127	-18,2	9.362	-2.162	-18,8
	EnEV 2009++	8.374	-3.331	-28,5	8.139	-3.385	-29,4
ohne Nachtabenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	12.442			12.293		
	EnEV 2009+	10.139	-2.302	-18,5	9.959	-1.786	-15,2
	EnEV 2009++	8.827	-3.614	-29,0	8.630	-3.115	-26,5
schwer	EnEV 2009	12.113			11.935		
	EnEV 2009+	9.890	-2.223	-18,4	9.676	-1.848	-16,0
	EnEV 2009++	8.631	-3.482	-28,7	8.398	-3.126	-27,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	12.781			13.241			12.821		
	EnEV 2009+	9.640	-3.141	-24,6	10.012	-3.229	-24,4	9.615	-3.206	-25,0
	EnEV 2009++	8.151	-4.630	-36,2	8.484	-4.757	-35,9	8.096	-4.725	-36,9
schwer	EnEV 2009	12.902			13.350			12.934		
	EnEV 2009+	9.787	-3.115	-24,1	10.101	-3.249	-24,3	9.714	-3.220	-24,9
	EnEV 2009++	8.248	-4.654	-36,1	8.525	-4.825	-36,1	8.156	-4.778	-36,9
ohne Nachtabenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	13.580			14.125			13.637		
	EnEV 2009+	10.178	-3.403	-25,1	10.605	-3.520	-24,9	10.160	-3.477	-25,5
	EnEV 2009++	8.578	-5.002	-36,8	8.966	-5.159	-36,5	8.532	-5.104	-37,4
schwer	EnEV 2009	13.380			13.870			13.419		
	EnEV 2009+	10.102	-3.278	-24,5	10.458	-3.412	-24,6	10.039	-3.380	-25,2
	EnEV 2009++	8.490	-4.890	-36,5	8.795	-5.075	-36,6	8.397	-5.022	-37,4

Tabelle B-30: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Doppelhaus Süd bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	11.898			11.745		
	EnEV 2009+*2	9.505	-2.393	-20,1	9.297	-2.448	-20,8
	EnEV 2009+*2	8.077	-3.821	-32,1	7.823	-3.922	-33,4
schwer	EnEV 2009	11.705			11.524		
	EnEV 2009+*2	9.377	-2.329	-19,9	9.133	-2.391	-20,7
	EnEV 2009+*2	7.985	-3.720	-31,8	7.696	-3.828	-33,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	12.442			12.293		
	EnEV 2009+*2	9.941	-2.500	-20,1	9.738	-2.007	-17,1
	EnEV 2009+*2	8.449	-3.993	-32,1	8.198	-3.547	-30,2
schwer	EnEV 2009	12.113			11.935		
	EnEV 2009+*2	9.685	-2.428	-20,0	9.442	-2.082	-18,1
	EnEV 2009+*2	8.235	-3.878	-32,0	7.946	-3.578	-31,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		n = f(mth) Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			n = f(h) Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		
mit Nachtabsenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	12.781			13.241			12.821		
	EnEV 2009+*2	9.326	-3.455	-27,0	9.666	-3.575	-27,0	9.277	-3.544	-27,6
	EnEV 2009+*2	7.661	-5.120	-40,1	7.931	-5.311	-40,1	7.565	-5.256	-41,0
schwer	EnEV 2009	12.902			13.350			12.934		
	EnEV 2009+*2	9.465	-3.437	-26,6	9.745	-3.606	-27,0	9.375	-3.559	-27,5
	EnEV 2009+*2	7.716	-5.186	-40,2	7.970	-5.380	-40,3	7.622	-5.312	-41,1
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	13.580			14.125			13.637		
	EnEV 2009+*2	9.858	-3.723	-27,4	10.257	-3.869	-27,4	9.821	-3.816	-28,0
	EnEV 2009+*2	8.080	-5.500	-40,5	8.406	-5.719	-40,5	7.992	-5.645	-41,4
schwer	EnEV 2009	13.380			13.870			13.419		
	EnEV 2009+*2	9.783	-3.597	-26,9	10.101	-3.769	-27,2	9.696	-3.723	-27,7
	EnEV 2009+*2	7.959	-5.421	-40,5	8.228	-5.642	-40,7	7.858	-5.561	-41,4

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 4 Reihemittelhaus

B 4.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 sowie Gegenüberstellung der Normenfassungen 20087 und 2011 der DIN V 18599

Tabelle B-31: Bilanzierung der Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Reihemittelhaus aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung		mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung	
			HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
RMH	EnEV 2009	18599 (2007)	8.799	100%	9.194	100%	8.671	100%	8.955	100%
		V1 (Klima)	8.540	97%	8.920	97%	8.437	97%	8.712	97%
		V2 (n saisonal)	8.419	96%	8.811	96%	8.248	95%	8.531	95%
		V3 (Q _{H,max})	8.872	101%	9.270	101%	8.744	101%	9.029	101%
		V4 (τ F _x)	8.792	100%	9.184	100%	8.671	100%	8.951	100%
		V5 (q _i)	8.815	100%	9.210	100%	8.688	100%	8.971	100%
		18599 (2011)	8.402	95%	8.785	96%	8.280	95%	8.556	96%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	7.486	100%	7.818	100%	7.407	100%	7.632	100%
		V1 (Klima)	7.269	97%	7.590	97%	7.207	97%	7.428	97%
		V2 (n saisonal)	7.085	95%	7.415	95%	6.962	94%	7.187	94%
		V3 (Q _{H,max})	7.557	101%	7.892	101%	7.478	101%	7.704	101%
		V4 (τ F _x)	7.480	100%	7.811	100%	7.408	100%	7.629	100%
		V5 (q _i)	7.502	100%	7.834	100%	7.423	100%	7.648	100%
		18599 (2011)	7.107	95%	7.431	95%	7.022	95%	7.242	95%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	6.718	100%	7.013	100%	6.667	100%	6.858	100%
		V1 (Klima)	6.519	97%	6.804	97%	6.484	97%	6.672	97%
		V2 (n saisonal)	6.308	94%	6.601	94%	6.217	93%	6.408	93%
		V3 (Q _{H,max})	6.787	101%	7.085	101%	6.735	101%	6.928	101%
		V4 (τ F _x)	6.715	100%	7.009	100%	6.669	100%	6.857	100%
		V5 (q _i)	6.734	100%	7.030	100%	6.683	100%	6.874	100%
		18599 (2011)	6.351	95%	6.639	95%	6.292	94%	6.480	94%

Tabelle B-32: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Reihemittelhaus. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	8.540	8.402	-138	-1,6	EnEV 2009	leicht	8.540	8.402	-138	-1,6
	schwer	8.437	8.280	-157	-1,9		schwer	8.437	8.280	-157	-1,9
EnEV 2009+	leicht	7.269	7.107	-161	-2,2	EnEV 2009+*2	leicht	7.141	6.963	-178	-2,5
	schwer	7.207	7.022	-185	-2,6		schwer	7.075	6.870	-205	-2,9
EnEV 2009++	leicht	6.519	6.351	-168	-2,6	EnEV 2009++*2	leicht	6.272	6.068	-204	-3,3
	schwer	6.484	6.292	-192	-3,0		schwer	6.228	5.997	-231	-3,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	8.920	8.785	-135	-1,5	EnEV 2009	leicht	8.920	8.785	-135	-1,5
	schwer	8.712	8.556	-156	-1,8		schwer	8.712	8.556	-156	-1,8
EnEV 2009+	leicht	7.590	7.431	-160	-2,1	EnEV 2009+*2	leicht	7.459	7.282	-177	-2,4
	schwer	7.428	7.242	-186	-2,5		schwer	7.293	7.087	-206	-2,8
EnEV 2009++	leicht	6.804	6.639	-166	-2,4	EnEV 2009++*2	leicht	6.551	6.348	-203	-3,1
	schwer	6.672	6.480	-192	-2,9		schwer	6.409	6.179	-231	-3,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 4.2 Vergleichsrechnungen DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit n=f(h)

Tabelle B-33: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das Reihenmittelhaus. Links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: RMH		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation				Gebäude: RMH		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation			
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)		Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	8.402	9.129	+727	+8,6	EnEV 2009	leicht	8.402	9.129	+727	+8,6
	schwer	8.280	9.156	+877	+10,6		schwer	8.280	9.156	+877	+10,6
EnEV 2009+	leicht	7.107	7.164	+57	+0,8	EnEV 2009+*2	leicht	6.963	6.933	-30	-0,4
	schwer	7.022	7.232	+210	+3,0		schwer	6.870	7.008	+138	+2,0
EnEV 2009++	leicht	6.351	6.203	-148	-2,3	EnEV 2009+**2	leicht	6.068	5.836	-232	-3,8
	schwer	6.292	6.244	-48	-0,8		schwer	5.997	5.869	-127	-2,1
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	8.785	9.604	+819	+9,3	EnEV 2009	leicht	8.785	9.604	+819	+9,3
	schwer	8.556	9.461	+904	+10,6		schwer	8.556	9.461	+904	+10,6
EnEV 2009+	leicht	7.431	7.505	+74	+1,0	EnEV 2009+*2	leicht	7.282	7.270	-12	-0,2
	schwer	7.242	7.448	+206	+2,8		schwer	7.087	7.226	+139	+2,0
EnEV 2009++	leicht	6.639	6.481	-158	-2,4	EnEV 2009+**2	leicht	6.348	6.107	-241	-3,8
	schwer	6.480	6.417	-62	-1,0		schwer	6.179	6.045	-134	-2,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 4.3 Vergleich der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	8.540	8.402	9.130	9.459	9.129	44,2	43,5	47,3	49,0	47,3
	schwer	8.437	8.280	9.200	9.475	9.156	43,7	42,9	47,7	49,1	47,4
EnEV 2009+	leicht	7.269	7.107	7.218	7.481	7.164	37,7	36,8	37,4	38,8	37,1
	schwer	7.207	7.022	7.312	7.521	7.232	37,3	36,4	37,9	39,0	37,5
EnEV 2009++	leicht	6.519	6.351	6.274	6.513	6.203	33,8	32,9	32,5	33,7	32,1
	schwer	6.484	6.292	6.320	6.529	6.244	33,6	32,6	32,7	33,8	32,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	8.920	8.785	9.602	9.970	9.604	46,2	45,5	49,7	51,7	49,8
	schwer	8.712	8.556	9.500	9.806	9.461	45,1	44,3	49,2	50,8	49,0
EnEV 2009+	leicht	7.590	7.431	7.553	7.856	7.505	39,3	38,5	39,1	40,7	38,9
	schwer	7.428	7.242	7.534	7.760	7.448	38,5	37,5	39,0	40,2	38,6
EnEV 2009++	leicht	6.804	6.639	6.549	6.822	6.481	35,3	34,4	33,9	35,3	33,6
	schwer	6.672	6.480	6.499	6.717	6.417	34,6	33,6	33,7	34,8	33,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

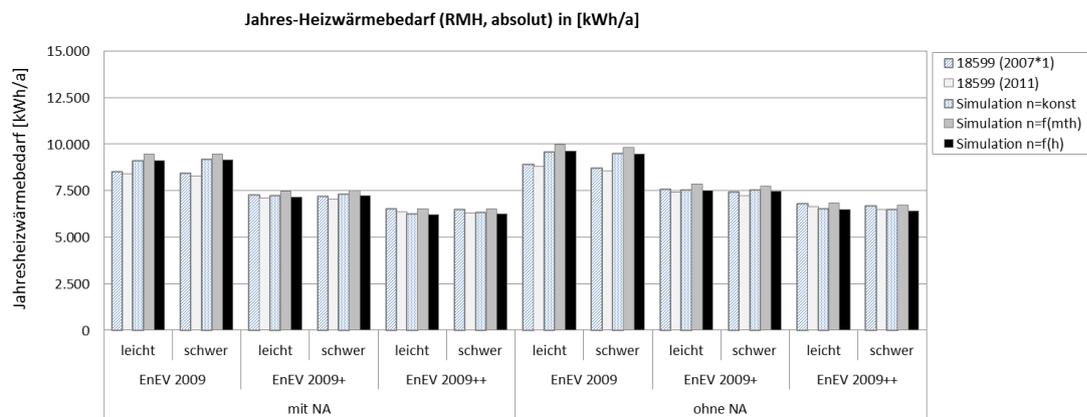


Bild B-4: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Reihenmittelhaus bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: g=0,6; EnEV 2009+: g=0,55; EnEV 2009++: g=0,50)

Tabelle B-34: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das Reihenmittelhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit g=0,60 im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	8.540	8.402	9.130	9.459	9.129	44,2	43,5	47,3	49,0	47,3
	schwer	8.437	8.280	9.200	9.475	9.156	43,7	42,9	47,7	49,1	47,4
EnEV 2009+*2	leicht	7.141	6.963	7.005	7.239	6.933	37,0	36,1	36,3	37,5	35,9
	schwer	7.075	6.870	7.086	7.292	7.008	36,7	35,6	36,7	37,8	36,3
EnEV 2009+*2	leicht	6.272	6.068	5.926	6.125	5.836	32,5	31,4	30,7	31,7	30,2
	schwer	6.228	5.997	5.947	6.155	5.869	32,3	31,1	30,8	31,9	30,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	8.920	8.785	9.602	9.970	9.604	46,2	45,5	49,7	51,7	49,8
	schwer	8.712	8.556	9.500	9.806	9.461	45,1	44,3	49,2	50,8	49,0
EnEV 2009+*2	leicht	7.459	7.282	7.339	7.610	7.270	38,6	37,7	38,0	39,4	37,7
	schwer	7.293	7.087	7.310	7.525	7.226	37,8	36,7	37,9	39,0	37,4
EnEV 2009+*2	leicht	6.551	6.348	6.202	6.425	6.107	33,9	32,9	32,1	33,3	31,6
	schwer	6.409	6.179	6.127	6.345	6.045	33,2	32,0	31,7	32,9	31,3

Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit g=0,60:

Gebäude: RMH		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Heizwärmebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-128	-145	-213	-242	-231	-1,5	-1,7	-2,3	-2,6	-2,5
	schwer	-132	-152	-226	-228	-224	-1,6	-1,8	-2,5	-2,4	-2,5
EnEV 2009+*2	leicht	-247	-283	-347	-388	-366	-3,4	-4,0	-4,8	-5,2	-5,1
	schwer	-257	-295	-374	-374	-375	-3,6	-4,2	-5,1	-5,0	-5,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-131	-148	-214	-246	-235	-1,7	-2,0	-2,8	-3,1	-3,1
	schwer	-135	-154	-224	-235	-222	-1,8	-2,1	-3,0	-3,0	-3,0
EnEV 2009+*2	leicht	-253	-290	-347	-397	-374	-3,7	-4,4	-5,3	-5,8	-5,8
	schwer	-262	-301	-372	-372	-372	-3,9	-4,6	-5,7	-5,5	-5,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-35: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	8.540			8.402		
	schwer	8.437	-103	-1,2	8.280	-122	-1,5
EnEV 2009+	leicht	7.269			7.107		
	schwer	7.207	-61	-0,8	7.022	-85	-1,2
EnEV 2009++	leicht	6.519			6.351		
	schwer	6.484	-35	-0,5	6.292	-59	-0,9
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	8.920			8.785		
	schwer	8.712	-208	-2,3	8.556	-229	-2,6
EnEV 2009+	leicht	7.590			7.431		
	schwer	7.428	-162	-2,1	7.242	-189	-2,5
EnEV 2009++	leicht	6.804			6.639		
	schwer	6.672	-132	-1,9	6.480	-159	-2,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	9.130			9.459			9.129		
	schwer	9.200	+69	+0,8	9.475	+16	+0,2	9.156	+28	+0,3
EnEV 2009+	leicht	7.218			7.481			7.164		
	schwer	7.312	+94	+1,3	7.521	+39	+0,5	7.232	+68	+1,0
EnEV 2009++	leicht	6.274			6.513			6.203		
	schwer	6.320	+46	+0,7	6.529	+16	+0,3	6.244	+41	+0,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	9.602			9.970			9.604		
	schwer	9.500	-102	-1,1	9.806	-164	-1,6	9.461	-143	-1,5
EnEV 2009+	leicht	7.553			7.856			7.505		
	schwer	7.534	-19	-0,3	7.760	-97	-1,2	7.448	-57	-0,8
EnEV 2009++	leicht	6.549			6.822			6.481		
	schwer	6.499	-50	-0,8	6.717	-105	-1,5	6.417	-63	-1,0

Tabelle B-36: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++
Ergebnisse DIN V 18599

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	8.540			8.402		
	schwer	8.437	-103	-1,2	8.280	-122	-1,5
EnEV 2009+*2	leicht	7.141			6.963		
	schwer	7.075	-66	-0,9	6.870	-92	-1,3
EnEV 2009++*2	leicht	6.272			6.068		
	schwer	6.228	-45	-0,7	5.997	-72	-1,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	8.920			8.785		
	schwer	8.712	-208	-2,3	8.556	-229	-2,6
EnEV 2009+*2	leicht	7.459			7.282		
	schwer	7.293	-166	-2,2	7.087	-195	-2,7
EnEV 2009++*2	leicht	6.551			6.348		
	schwer	6.409	-142	-2,2	6.179	-170	-2,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	9.130			9.459			9.129		
	schwer	9.200	+69	+0,8	9.475	+16	+0,2	9.156	+28	+0,3
EnEV 2009+*2	leicht	7.005			7.239			6.933		
	schwer	7.086	+81	+1,2	7.292	+53	+0,7	7.008	+75	+1,1
EnEV 2009++*2	leicht	5.926			6.125			5.836		
	schwer	5.947	+20	+0,3	6.155	+30	+0,5	5.869	+33	+0,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	9.602			9.970			9.604		
	schwer	9.500	-102	-1,1	9.806	-164	-1,6	9.461	-143	-1,5
EnEV 2009+*2	leicht	7.339			7.610			7.270		
	schwer	7.310	-29	-0,4	7.525	-85	-1,1	7.226	-43	-0,6
EnEV 2009++*2	leicht	6.202			6.425			6.107		
	schwer	6.127	-75	-1,2	6.345	-80	-1,2	6.045	-62	-1,0

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-37: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	8.540			8.402		
	schwer	8.437			8.280		
EnEV 2009+	leicht	7.269			7.107		
	schwer	7.207			7.022		
EnEV 2009++	leicht	6.519			6.351		
	schwer	6.484			6.292		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	8.920	+381	+4,5	8.785	+383	+4,6
	schwer	8.712	+275	+3,3	8.556	+277	+3,3
EnEV 2009+	leicht	7.590	+322	+4,4	7.431	+323	+4,5
	schwer	7.428	+221	+3,1	7.242	+220	+3,1
EnEV 2009++	leicht	6.804	+286	+4,4	6.639	+288	+4,5
	schwer	6.672	+188	+2,9	6.480	+188	+3,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA)	[%]
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	9.130			9.459			9.129		
	schwer	9.200			9.475			9.156		
EnEV 2009+	leicht	7.218			7.481			7.164		
	schwer	7.312			7.521			7.232		
EnEV 2009++	leicht	6.274			6.513			6.203		
	schwer	6.320			6.529			6.244		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	9.602	+471	+5,2	9.970	+511	+5,4	9.604	+475	+5,2
	schwer	9.500	+300	+3,3	9.806	+332	+3,5	9.461	+304	+3,3
EnEV 2009+	leicht	7.553	+335	+4,6	7.856	+375	+5,0	7.505	+341	+4,8
	schwer	7.534	+222	+3,0	7.760	+239	+3,2	7.448	+216	+3,0
EnEV 2009++	leicht	6.549	+275	+4,4	6.822	+309	+4,7	6.481	+278	+4,5
	schwer	6.499	+179	+2,8	6.717	+188	+2,9	6.417	+173	+2,8

Tabelle B-38: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	8.540			8.402		
	schwer	8.437			8.280		
EnEV 2009+*2	leicht	7.141			6.963		
	schwer	7.075			6.870		
EnEV 2009++*2	leicht	6.272			6.068		
	schwer	6.228			5.997		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	8.920	+381	+4,5	8.785	+383	+4,6
	schwer	8.712	+275	+3,3	8.556	+277	+3,3
EnEV 2009+*2	leicht	7.459	+318	+4,5	7.282	+319	+4,6
	schwer	7.293	+218	+3,1	7.087	+217	+3,2
EnEV 2009++*2	leicht	6.551	+279	+4,4	6.348	+280	+4,6
	schwer	6.409	+182	+2,9	6.179	+182	+3,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	9.130			9.459			9.129		
	schwer	9.200			9.475			9.156		
EnEV 2009+*2	leicht	7.005			7.239			6.933		
	schwer	7.086			7.292			7.008		
EnEV 2009++*2	leicht	5.926			6.125			5.836		
	schwer	5.947			6.155			5.869		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	9.602	+471	+5,2	9.970	+511	+5,4	9.604	+475	+5,2
	schwer	9.500	+300	+3,3	9.806	+332	+3,5	9.461	+304	+3,3
EnEV 2009+*2	leicht	7.339	+334	+4,8	7.610	+371	+5,1	7.270	+337	+4,9
	schwer	7.310	+225	+3,2	7.525	+232	+3,2	7.226	+219	+3,1
EnEV 2009++*2	leicht	6.202	+276	+4,6	6.425	+300	+4,9	6.107	+270	+4,6
	schwer	6.127	+180	+3,0	6.345	+190	+3,1	6.045	+176	+3,0

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-39: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Reihenmittelhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	8.540			8.402		
	EnEV 2009+	7.269	-1.271	-14,9	7.107	-1.295	-15,4
	EnEV 2009++	6.519	-2.021	-23,7	6.351	-2.051	-24,4
schwer	EnEV 2009	8.437			8.280		
	EnEV 2009+	7.207	-1.229	-14,6	7.022	-1.258	-15,2
	EnEV 2009++	6.484	-1.952	-23,1	6.292	-1.988	-24,0
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	8.920			8.785		
	EnEV 2009+	7.590	-1.330	-14,9	7.431	-971	-11,6
	EnEV 2009++	6.804	-2.116	-23,7	6.639	-1.763	-21,0
schwer	EnEV 2009	8.712			8.556		
	EnEV 2009+	7.428	-1.284	-14,7	7.242	-1.038	-12,5
	EnEV 2009++	6.672	-2.040	-23,4	6.480	-1.800	-21,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	9.130			9.459			9.129		
	EnEV 2009+	7.218	-1.912	-20,9	7.481	-1.977	-20,9	7.164	-1.965	-21,5
	EnEV 2009++	6.274	-2.857	-31,3	6.513	-2.946	-31,1	6.203	-2.926	-32,1
schwer	EnEV 2009	9.200			9.475			9.156		
	EnEV 2009+	7.312	-1.888	-20,5	7.521	-1.954	-20,6	7.232	-1.924	-21,0
	EnEV 2009++	6.320	-2.880	-31,3	6.529	-2.945	-31,1	6.244	-2.912	-31,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	9.602			9.970			9.604		
	EnEV 2009+	7.553	-2.049	-21,3	7.856	-2.114	-21,2	7.505	-2.099	-21,9
	EnEV 2009++	6.549	-3.053	-31,8	6.822	-3.148	-31,6	6.481	-3.123	-32,5
schwer	EnEV 2009	9.500			9.806			9.461		
	EnEV 2009+	7.534	-1.966	-20,7	7.760	-2.047	-20,9	7.448	-2.012	-21,3
	EnEV 2009++	6.499	-3.001	-31,6	6.717	-3.089	-31,5	6.417	-3.043	-32,2

Tabelle B-40: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Reihemittelhaus bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	8.540			8.402		
	EnEV 2009+*2	7.141	-1.398	-16,4	6.963	-1.439	-17,1
	EnEV 2009+++*2	6.272	-2.267	-26,6	6.068	-2.334	-27,8
schwer	EnEV 2009	8.437			8.280		
	EnEV 2009+*2	7.075	-1.362	-16,1	6.870	-1.409	-17,0
	EnEV 2009+++*2	6.228	-2.209	-26,2	5.997	-2.283	-27,6
ohne Nachtabenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	8.920			8.785		
	EnEV 2009+*2	7.459	-1.461	-16,4	7.282	-1.120	-13,3
	EnEV 2009+++*2	6.551	-2.369	-26,6	6.348	-2.054	-24,4
schwer	EnEV 2009	8.712			8.556		
	EnEV 2009+*2	7.293	-1.419	-16,3	7.087	-1.192	-14,4
	EnEV 2009+++*2	6.409	-2.303	-26,4	6.179	-2.101	-25,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	9.130			9.459			9.129		
	EnEV 2009+*2	7.005	-2.126	-23,3	7.239	-2.220	-23,5	6.933	-2.196	-24,1
	EnEV 2009+++*2	5.926	-3.204	-35,1	6.125	-3.334	-35,2	5.836	-3.292	-36,1
schwer	EnEV 2009	9.200			9.475			9.156		
	EnEV 2009+*2	7.086	-2.114	-23,0	7.292	-2.182	-23,0	7.008	-2.149	-23,5
	EnEV 2009+++*2	5.947	-3.253	-35,4	6.155	-3.319	-35,0	5.869	-3.287	-35,9
ohne Nachtabenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	9.602			9.970			9.604		
	EnEV 2009+*2	7.339	-2.263	-23,6	7.610	-2.360	-23,7	7.270	-2.334	-24,3
	EnEV 2009+++*2	6.202	-3.400	-35,4	6.425	-3.545	-35,6	6.107	-3.497	-36,4
schwer	EnEV 2009	9.500			9.806			9.461		
	EnEV 2009+*2	7.310	-2.190	-23,0	7.525	-2.281	-23,3	7.226	-2.234	-23,6
	EnEV 2009+++*2	6.127	-3.373	-35,5	6.345	-3.461	-35,3	6.045	-3.416	-36,1

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 5 Mehrfamilienhaus klein

B 5.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 sowie Gegenüberstellung der Normenfassungen 20087 und 2011 der DIN V 18599

Tabelle B-41: Bilanzierung der Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung, Auswertung für das kleine Mehrfamilienhaus aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	ohne Nachtabsenkung HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	mit Nachtabsenkung HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	ohne Nachtabsenkung HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
MFK	EnEV 2009	18599 (2007)	21.946	100%	23.080	100%	21.340	100%	22.183	100%
		V1 (Klima)	21.323	97%	22.417	97%	20.680	97%	21.498	97%
		V2 (n saisonal)	20.790	95%	21.906	95%	19.996	94%	20.816	94%
		V3 (Q _{h,b,max})	22.003	100%	23.139	100%	21.397	100%	22.242	100%
		V4 (τ F _x)	21.946	100%	23.080	100%	21.340	100%	22.183	100%
		V5 (q _i)	22.015	100%	23.150	100%	21.412	100%	22.256	100%
		18599 (2011)	20.683	94%	21.773	94%	19.937	93%	20.753	94%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	16.933	100%	17.831	100%	16.557	100%	17.195	100%
		V1 (Klima)	16.450	97%	17.315	97%	16.015	97%	16.630	97%
		V2 (n saisonal)	15.673	93%	16.547	93%	15.163	92%	15.778	92%
		V3 (Q _{h,b,max})	16.989	100%	17.889	100%	16.613	100%	17.253	100%
		V4 (τ F _x)	16.933	100%	17.831	100%	16.557	100%	17.195	100%
		V5 (q _i)	17.000	100%	17.899	100%	16.628	100%	17.266	100%
		18599 (2011)	15.724	93%	16.583	93%	15.184	92%	15.791	92%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	14.463	100%	15.241	100%	14.168	100%	14.697	100%
		V1 (Klima)	14.020	97%	14.767	97%	13.698	97%	14.212	97%
		V2 (n saisonal)	13.167	91%	13.920	91%	12.777	90%	13.288	90%
		V3 (Q _{h,b,max})	14.518	100%	15.298	100%	14.223	100%	14.780	101%
		V4 (τ F _x)	14.463	100%	15.241	100%	14.168	100%	14.697	100%
		V5 (q _i)	14.529	100%	15.308	100%	14.238	100%	14.793	101%
		18599 (2011)	13.268	92%	14.010	92%	12.845	91%	13.350	91%

Tabelle B-42: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das kleine MFH. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: MFK		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: MFK		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	21.323	20.683	-640	-3,0	EnEV 2009	leicht	21.323	20.683	-640	-3,0
	schwer	20.680	19.937	-743	-3,6		schwer	20.680	19.937	-743	-3,6
EnEV 2009+	leicht	16.450	15.724	-726	-4,4	EnEV 2009+2	leicht	16.071	15.331	-740	-4,6
	schwer	16.015	15.184	-830	-5,2		schwer	15.635	14.779	-856	-5,5
EnEV 2009++	leicht	14.020	13.268	-752	-5,4	EnEV 2009++2	leicht	13.343	12.511	-832	-6,2
	schwer	13.698	12.845	-854	-6,2		schwer	12.968	12.044	-924	-7,1
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	22.417	21.773	-643	-2,9	EnEV 2009	leicht	22.417	21.773	-643	-2,9
	schwer	21.498	20.753	-746	-3,5		schwer	21.498	20.753	-746	-3,5
EnEV 2009+	leicht	17.315	16.583	-732	-4,2	EnEV 2009+2	leicht	16.941	16.177	-764	-4,5
	schwer	16.630	15.791	-839	-5,0		schwer	16.244	15.378	-866	-5,3
EnEV 2009++	leicht	14.767	14.010	-757	-5,1	EnEV 2009++2	leicht	14.069	13.243	-826	-5,9
	schwer	14.212	13.350	-862	-6,1		schwer	13.466	12.564	-901	-6,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 5.2 Vergleichsrechnungen DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit n=f(h)

Tabelle B-43: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das kleine Mehrfamilienhaus. Links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: MFK		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation				Gebäude: MFK		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation			
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)		Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabenkung (mNA)						mit Nachtabenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	20.683	21.791	+1.107	+5,4	EnEV 2009	leicht	20.683	21.791	+1.107	+5,4
	schwer	19.937	22.017	+2.080	+10,4		schwer	19.937	22.017	+2.080	+10,4
EnEV 2009+	leicht	15.724	15.270	-454	-2,9	EnEV 2009+*2	leicht	15.331	14.622	-709	-4,6
	schwer	15.184	15.414	+230	+1,5		schwer	14.779	14.751	-28	-0,2
EnEV 2009++	leicht	13.268	12.463	-806	-6,1	EnEV 2009+*2	leicht	12.511	11.451	-1.059	-8,5
	schwer	12.845	12.533	-312	-2,4		schwer	12.044	11.514	-530	-4,4
ohne Nachtabenkung (oNA)						ohne Nachtabenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	21.773	23.154	+1.381	+6,3	EnEV 2009	leicht	21.773	23.154	+1.381	+6,3
	schwer	20.753	22.710	+1.957	+9,4		schwer	20.753	22.710	+1.957	+9,4
EnEV 2009+	leicht	16.583	16.152	-431	-2,6	EnEV 2009+*2	leicht	16.177	15.496	-681	-4,2
	schwer	15.791	15.852	+60	+0,4		schwer	15.378	15.174	-204	-1,3
EnEV 2009++	leicht	14.010	13.153	-857	-6,1	EnEV 2009+*2	leicht	13.243	12.116	-1.127	-8,5
	schwer	13.350	12.842	-508	-3,8		schwer	12.564	11.822	-742	-5,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 5.3 Vergleich der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	21.323	20.683	22.034	22.521	21.791	45,0	43,6	46,5	47,5	46,0
	schwer	20.680	19.937	22.254	22.726	22.017	43,6	42,1	46,9	47,9	46,5
EnEV 2009+	leicht	16.450	15.724	15.577	15.973	15.270	34,7	33,2	32,9	33,7	32,2
	schwer	16.015	15.184	15.757	16.124	15.414	33,8	32,0	33,2	34,0	32,5
EnEV 2009++	leicht	14.020	13.268	12.793	13.151	12.463	29,6	28,0	27,0	27,7	26,3
	schwer	13.698	12.845	12.930	13.253	12.533	28,9	27,1	27,3	28,0	26,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	22.417	21.773	23.399	23.966	23.154	47,3	45,9	49,4	50,6	48,8
	schwer	21.498	20.753	22.961	23.458	22.710	45,4	43,8	48,4	49,5	47,9
EnEV 2009+	leicht	17.315	16.583	16.466	16.925	16.152	36,5	35,0	34,7	35,7	34,1
	schwer	16.630	15.791	16.191	16.594	15.852	35,1	33,3	34,2	35,0	33,4
EnEV 2009++	leicht	14.767	14.010	13.488	13.905	13.153	31,2	29,6	28,5	29,3	27,7
	schwer	14.212	13.350	13.253	13.603	12.842	30,0	28,2	28,0	28,7	27,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

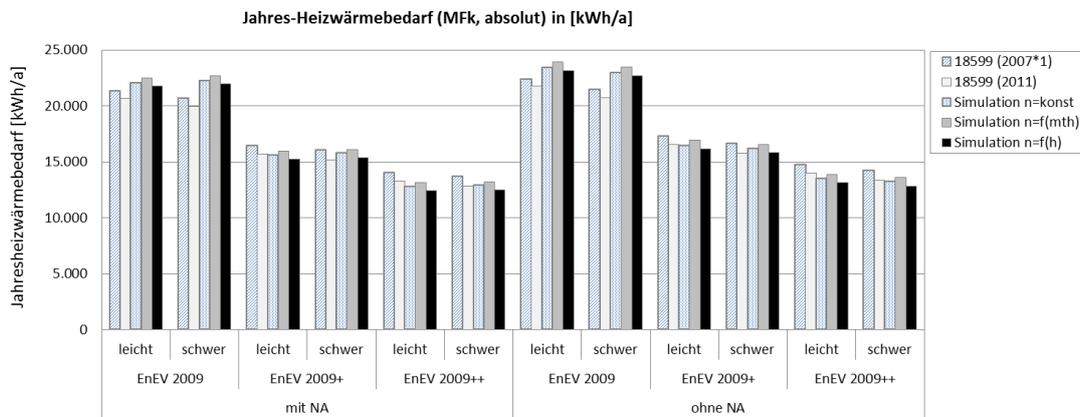


Bild B-5: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das kleine MFk bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: g=0,6; EnEV 2009+: g=0,55; EnEV 2009++: g=0,50)

Tabelle B-44: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das kleine MFk bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit g=0,60 im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	21.323	20.683	22.034	22.521	21.791	45,0	43,6	46,5	47,5	46,0
	schwer	20.680	19.937	22.254	22.726	22.017	43,6	42,1	46,9	47,9	46,5
EnEV 2009+*2	leicht	16.071	15.331	14.949	15.306	14.622	33,9	32,3	31,5	32,3	30,8
	schwer	15.635	14.779	15.131	15.455	14.751	33,0	31,2	31,9	32,6	31,1
EnEV 2009++*2	leicht	13.343	12.511	11.826	12.107	11.451	28,1	26,4	24,9	25,5	24,2
	schwer	12.968	12.044	11.937	12.200	11.514	27,4	25,4	25,2	25,7	24,3
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	22.417	21.773	23.399	23.966	23.154	47,3	45,9	49,4	50,6	48,8
	schwer	21.498	20.753	22.961	23.458	22.710	45,4	43,8	48,4	49,5	47,9
EnEV 2009+*2	leicht	16.941	16.177	15.823	16.248	15.496	35,7	34,1	33,4	34,3	32,7
	schwer	16.244	15.378	15.567	15.923	15.174	34,3	32,4	32,8	33,6	32,0
EnEV 2009++*2	leicht	14.069	13.243	12.496	12.830	12.116	29,7	27,9	26,4	27,1	25,6
	schwer	13.466	12.564	12.257	12.550	11.822	28,4	26,5	25,9	26,5	24,9

Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit g=0,60:

Gebäude: MFk		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Heizwärmebedarf (Bezug: Normalglas)									
		absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2007*1)	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=konst	Simulation n=f(mth)	Simulation n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=konst	Simulation n=f(mth)	Simulation n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-379	-393	-628	-667	-648	-1,8	-1,9	-2,8	-3,0	-3,0
	schwer	-380	-405	-626	-669	-662	-1,8	-2,0	-2,8	-2,9	-3,0
EnEV 2009++*2	leicht	-677	-758	-968	-1.044	-1.011	-4,1	-4,8	-6,2	-6,5	-6,6
	schwer	-730	-800	-993	-1.053	-1.018	-4,6	-5,3	-6,3	-6,5	-6,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-375	-407	-643	-677	-657	-2,2	-2,5	-3,9	-4,0	-4,1
	schwer	-387	-413	-624	-671	-677	-2,3	-2,6	-3,9	-4,0	-4,3
EnEV 2009++*2	leicht	-698	-767	-992	-1.076	-1.037	-4,7	-5,5	-7,4	-7,7	-7,9
	schwer	-746	-786	-996	-1.054	-1.020	-5,3	-5,9	-7,5	-7,7	-7,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-45: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	21.323			20.683		
	schwer	20.680	-643	-3,0	19.937	-746	-3,6
EnEV 2009+	leicht	16.450			15.724		
	schwer	16.015	-436	-2,6	15.184	-540	-3,4
EnEV 2009++	leicht	14.020			13.268		
	schwer	13.698	-322	-2,3	12.845	-424	-3,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	22.417			21.773		
	schwer	21.498	-918	-4,1	20.753	-1.020	-4,7
EnEV 2009+	leicht	17.315			16.583		
	schwer	16.630	-685	-4,0	15.791	-792	-4,8
EnEV 2009++	leicht	14.767			14.010		
	schwer	14.212	-556	-3,8	13.350	-660	-4,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	22.034			22.521			21.791		
	schwer	22.254	+220	+1,0	22.726	+205	+0,9	22.017	+227	+1,0
EnEV 2009+	leicht	15.577			15.973			15.270		
	schwer	15.757	+180	+1,2	16.124	+151	+0,9	15.414	+144	+0,9
EnEV 2009++	leicht	12.793			13.151			12.463		
	schwer	12.930	+137	+1,1	13.253	+102	+0,8	12.533	+70	+0,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	23.399			23.966			23.154		
	schwer	22.961	-438	-1,9	23.458	-508	-2,1	22.710	-444	-1,9
EnEV 2009+	leicht	16.466			16.925			16.152		
	schwer	16.191	-275	-1,7	16.594	-330	-2,0	15.852	-301	-1,9
EnEV 2009++	leicht	13.488			13.905			13.153		
	schwer	13.253	-234	-1,7	13.603	-302	-2,2	12.842	-311	-2,4

Tabelle B-46: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	21.323			20.683		
	schwer	20.680	-643	-3,0	19.937	-746	-3,6
EnEV 2009+*2	leicht	16.071			15.331		
	schwer	15.635	-436	-2,7	14.779	-552	-3,6
EnEV 2009++*2	leicht	13.343			12.511		
	schwer	12.968	-375	-2,8	12.044	-466	-3,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	22.417			21.773		
	schwer	21.498	-918	-4,1	20.753	-1.020	-4,7
EnEV 2009+*2	leicht	16.941			16.177		
	schwer	16.244	-697	-4,1	15.378	-798	-4,9
EnEV 2009++*2	leicht	14.069			13.243		
	schwer	13.466	-603	-4,3	12.564	-679	-5,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	22.034			22.521			21.791		
	schwer	22.254	+220	+1,0	22.726	+205	+0,9	22.017	+227	+1,0
EnEV 2009+*2	leicht	14.949			15.306			14.622		
	schwer	15.131	+182	+1,2	15.455	+149	+1,0	14.751	+129	+0,9
EnEV 2009++*2	leicht	11.826			12.107			11.451		
	schwer	11.937	+111	+0,9	12.200	+94	+0,8	11.514	+63	+0,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	23.399			23.966			23.154		
	schwer	22.961	-438	-1,9	23.458	-508	-2,1	22.710	-444	-1,9
EnEV 2009+*2	leicht	15.823			16.248			15.496		
	schwer	15.567	-256	-1,6	15.923	-325	-2,0	15.174	-321	-2,1
EnEV 2009++*2	leicht	12.496			12.830			12.116		
	schwer	12.257	-239	-1,9	12.550	-280	-2,2	11.822	-294	-2,4

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-47: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	21.323			20.683		
	schwer	20.680			19.937		
EnEV 2009+	leicht	16.450			15.724		
	schwer	16.015			15.184		
EnEV 2009++	leicht	14.020			13.268		
	schwer	13.698			12.845		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	22.417	+1.093	+5,1	21.773	+1.090	+5,3
	schwer	21.498	+819	+4,0	20.753	+816	+4,1
EnEV 2009+	leicht	17.315	+865	+5,3	16.583	+859	+5,5
	schwer	16.630	+616	+3,8	15.791	+607	+4,0
EnEV 2009++	leicht	14.767	+747	+5,3	14.010	+742	+5,6
	schwer	14.212	+513	+3,7	13.350	+505	+3,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	22.034			22.521			21.791		
	schwer	22.254			22.726			22.017		
EnEV 2009+	leicht	15.577			15.973			15.270		
	schwer	15.757			16.124			15.414		
EnEV 2009++	leicht	12.793			13.151			12.463		
	schwer	12.930			13.253			12.533		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	23.399	+1.365	+6,2	23.966	+1.445	+6,4	23.154	+1.363	+6,3
	schwer	22.961	+708	+3,2	23.458	+733	+3,2	22.710	+692	+3,1
EnEV 2009+	leicht	16.466	+889	+5,7	16.925	+952	+6,0	16.152	+882	+5,8
	schwer	16.191	+434	+2,8	16.594	+470	+2,9	15.852	+438	+2,8
EnEV 2009++	leicht	13.488	+695	+5,4	13.905	+754	+5,7	13.153	+691	+5,5
	schwer	13.253	+324	+2,5	13.603	+350	+2,6	12.842	+310	+2,5

Tabelle B-48: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	21.323			20.683		
	schwer	20.680			19.937		
EnEV 2009+*2	leicht	16.071			15.331		
	schwer	15.635			14.779		
EnEV 2009++*2	leicht	13.343			12.511		
	schwer	12.968			12.044		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	22.417	+1.093	+5,1	21.773	+1.090	+5,3
	schwer	21.498	+819	+4,0	20.753	+816	+4,1
EnEV 2009+*2	leicht	16.941	+869	+5,4	16.177	+845	+5,5
	schwer	16.244	+609	+3,9	15.378	+599	+4,1
EnEV 2009++*2	leicht	14.069	+726	+5,4	13.243	+732	+5,9
	schwer	13.466	+497	+3,8	12.564	+520	+4,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		n = f(mth) Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]			n = f(h) Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		
					absolut [kWh/a]			absolut [kWh/a]		
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	22.034			22.521			21.791		
	schwer	22.254			22.726			22.017		
EnEV 2009+*2	leicht	14.949			15.306			14.622		
	schwer	15.131			15.455			14.751		
EnEV 2009++*2	leicht	11.826			12.107			11.451		
	schwer	11.937			12.200			11.514		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	23.399	+1.365	+6,2	23.966	+1.445	+6,4	23.154	+1.363	+6,3
	schwer	22.961	+708	+3,2	23.458	+733	+3,2	22.710	+692	+3,1
EnEV 2009+*2	leicht	15.823	+874	+5,8	16.248	+942	+6,2	15.496	+873	+6,0
	schwer	15.567	+436	+2,9	15.923	+468	+3,0	15.174	+423	+2,9
EnEV 2009++*2	leicht	12.496	+670	+5,7	12.830	+723	+6,0	12.116	+665	+5,8
	schwer	12.257	+320	+2,7	12.550	+349	+2,9	11.822	+308	+2,7

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-49: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	21.323			20.683		
	EnEV 2009+	16.450	-4.873	-22,9	15.724	-4.959	-24,0
	EnEV 2009++	14.020	-7.303	-34,2	13.268	-7.415	-35,8
schwer	EnEV 2009	20.680			19.937		
	EnEV 2009+	16.015	-4.665	-22,6	15.184	-4.753	-23,8
	EnEV 2009++	13.698	-6.981	-33,8	12.845	-7.092	-35,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	22.417			21.773		
	EnEV 2009+	17.315	-5.101	-22,8	16.583	-4.100	-19,8
	EnEV 2009++	14.767	-7.649	-34,1	14.010	-6.673	-32,3
schwer	EnEV 2009	21.498			20.753		
	EnEV 2009+	16.630	-4.868	-22,6	15.791	-4.146	-20,8
	EnEV 2009++	14.212	-7.287	-33,9	13.350	-6.587	-33,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	22.034			22.521			21.791		
	EnEV 2009+	15.577	-6.457	-29,3	15.973	-6.548	-29,1	15.270	-6.520	-29,9
	EnEV 2009++	12.793	-9.240	-41,9	13.151	-9.370	-41,6	12.463	-9.328	-42,8
schwer	EnEV 2009	22.254			22.726			22.017		
	EnEV 2009+	15.757	-6.496	-29,2	16.124	-6.602	-29,0	15.414	-6.604	-30,0
	EnEV 2009++	12.930	-9.324	-41,9	13.253	-9.473	-41,7	12.533	-9.485	-43,1
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	23.399			23.966			23.154		
	EnEV 2009+	16.466	-6.933	-29,6	16.925	-7.042	-29,4	16.152	-7.001	-30,2
	EnEV 2009++	13.488	-9.911	-42,4	13.905	-10.061	-42,0	13.153	-10.001	-43,2
schwer	EnEV 2009	22.961			23.458			22.710		
	EnEV 2009+	16.191	-6.770	-29,5	16.594	-6.864	-29,3	15.852	-6.858	-30,2
	EnEV 2009++	13.253	-9.708	-42,3	13.603	-9.855	-42,0	12.842	-9.867	-43,5

Tabelle B-50: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	21.323			20.683		
	EnEV 2009+*2	16.071	-5.252	-24,6	15.331	-5.352	-25,9
	EnEV 2009+*2	13.343	-7.980	-37,4	12.511	-8.172	-39,5
schwer	EnEV 2009	20.680			19.937		
	EnEV 2009+*2	15.635	-5.045	-24,4	14.779	-5.158	-25,9
	EnEV 2009+*2	12.968	-7.712	-37,3	12.044	-7.893	-39,6
ohne Nachtabenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	22.417			21.773		
	EnEV 2009+*2	16.941	-5.476	-24,4	16.177	-4.507	-21,8
	EnEV 2009+*2	14.069	-8.348	-37,2	13.243	-7.440	-36,0
schwer	EnEV 2009	21.498			20.753		
	EnEV 2009+*2	16.244	-5.255	-24,4	15.378	-4.559	-22,9
	EnEV 2009+*2	13.466	-8.033	-37,4	12.564	-7.373	-37,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFk		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		n = f(mth)		n = f(h)			
			Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		Differenz Niveaus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			
mit Nachtabenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	22.034			22.521			21.791		
	EnEV 2009+*2	14.949	-7.085	-32,2	15.306	-7.215	-32,0	14.622	-7.168	-32,9
	EnEV 2009+*2	11.826	-10.208	-46,3	12.107	-10.414	-46,2	11.451	-10.339	-47,4
schwer	EnEV 2009	22.254			22.726			22.017		
	EnEV 2009+*2	15.131	-7.123	-32,0	15.455	-7.271	-32,0	14.751	-7.266	-33,0
	EnEV 2009+*2	11.937	-10.317	-46,4	12.200	-10.525	-46,3	11.514	-10.503	-47,7
ohne Nachtabenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	23.399			23.966			23.154		
	EnEV 2009+*2	15.823	-7.575	-32,4	16.248	-7.719	-32,2	15.496	-7.658	-33,1
	EnEV 2009+*2	12.496	-10.903	-46,6	12.830	-11.137	-46,5	12.116	-11.037	-47,7
schwer	EnEV 2009	22.961			23.458			22.710		
	EnEV 2009+*2	15.567	-7.394	-32,2	15.923	-7.535	-32,1	15.174	-7.535	-33,2
	EnEV 2009+*2	12.257	-10.704	-46,6	12.550	-10.909	-46,5	11.822	-10.887	-47,9

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 6 Mehrfamilienhaus groß

B 6.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599 sowie Gegenüberstellung der Normenfassungen 20087 und 2011 der DIN V 18599

Tabelle B-51: Bilanzierung der Heizwärmebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das große MFH aus [8] bei einer Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Gebäude	Niveau	Fall	leichte Bauart				schwere Bauart			
			mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung		mit Nachtabsenkung		ohne Nachtabsenkung	
			HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]	HWB [kWh/a]	Veränd. [%]
MFg	EnEV 2009	18599 (2007)	173.000	100%	181.754	100%	169.146	100%	175.377	100%
		V1 (Klima)	166.720	96%	175.047	96%	163.054	96%	169.146	96%
		V2 (n saisonal)	164.406	95%	172.963	95%	159.493	94%	165.684	94%
		V3 (Q _{h,b,max})	173.488	100%	182.262	100%	169.629	100%	175.873	100%
		V4 (τ F _x)	173.000	100%	181.754	100%	169.146	100%	175.377	100%
		V5 (q _i)	173.594	100%	182.357	100%	169.756	100%	175.991	100%
	18599 (2011)	162.254	94%	170.591	94%	157.762	93%	163.850	93%	
	EnEV 2009+	18599 (2007)	135.237	100%	142.145	100%	132.951	100%	137.686	100%
		V1 (Klima)	130.118	96%	136.774	96%	127.609	96%	132.207	96%
		V2 (n saisonal)	125.739	93%	132.514	93%	122.280	92%	126.873	92%
		V3 (Q _{h,b,max})	135.707	100%	142.634	100%	133.420	100%	138.167	100%
		V4 (τ F _x)	135.237	100%	142.145	100%	132.951	100%	137.686	100%
		V5 (q _i)	135.810	100%	142.727	100%	133.545	100%	138.284	100%
	18599 (2011)	124.958	92%	131.606	93%	121.728	92%	126.315	92%	
	EnEV 2009++	18599 (2007)	115.642	100%	121.632	100%	114.056	100%	118.006	100%
		V1 (Klima)	111.043	96%	116.812	96%	109.173	96%	113.004	96%
		V2 (n saisonal)	105.828	92%	111.678	92%	103.206	90%	107.025	91%
		V3 (Q _{h,b,max})	116.098	100%	122.105	100%	114.512	100%	118.473	100%
		V4 (τ F _x)	115.642	100%	121.632	100%	114.056	100%	118.006	100%
		V5 (q _i)	116.207	100%	122.205	100%	114.642	101%	118.596	101%
	18599 (2011)	105.560	91%	111.314	92%	102.940	90%	106.734	90%	

Tabelle B-52: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das große MFH. links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	166.720	162.254	-4.466	-2,7	EnEV 2009	leicht	166.720	162.254	-4.466	-2,7
	schwer	163.054	157.762	-5.292	-3,2		schwer	163.054	157.762	-5.292	-3,2
EnEV 2009+	leicht	130.118	124.958	-5.159	-4,0	EnEV 2009+*2	leicht	127.826	122.422	-5.404	-4,2
	schwer	127.609	121.728	-5.881	-4,6		schwer	125.255	118.994	-6.261	-5,0
EnEV 2009++	leicht	111.043	105.560	-5.483	-4,9	EnEV 2009++*2	leicht	106.669	100.769	-5.900	-5,5
	schwer	109.173	102.940	-6.233	-5,7		schwer	104.761	98.070	-6.691	-6,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	175.047	170.591	-4.456	-2,5	EnEV 2009	leicht	175.047	170.591	-4.456	-2,5
	schwer	169.146	163.850	-5.296	-3,1		schwer	169.146	163.850	-5.296	-3,1
EnEV 2009+	leicht	136.774	131.606	-5.167	-3,8	EnEV 2009+*2	leicht	134.410	128.986	-5.425	-4,0
	schwer	132.207	126.315	-5.892	-4,5		schwer	129.803	123.492	-6.311	-4,9
EnEV 2009++	leicht	116.812	111.314	-5.498	-4,7	EnEV 2009++*2	leicht	112.287	106.357	-5.930	-5,3
	schwer	113.004	106.734	-6.270	-5,5		schwer	108.505	101.759	-6.746	-6,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 6.2 Vergleichsrechnungen DIN V 18599:2011-12 und Simulation mit n=f(h)

Tabelle B-53: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007*1 und 2011 im Vergleich für das große Mehrfamilienhaus. Links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: MFg		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation				Gebäude: MFg		Vergleich DIN V 18599 vs. Simulation			
Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)		Niveau	Bauart	DIN V 18599 (2011)	Simulation n=f(h)	Differenz 18599 - Simulation (Bezug: 18599)	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)						mit Nachtabsenkung (mNA)					
EnEV 2009	leicht	162.254	169.909	+7.655	+4,7	EnEV 2009	leicht	162.254	169.909	+7.655	+4,7
	schwer	157.762	172.512	+14.749	+9,3		schwer	157.762	172.512	+14.749	+9,3
EnEV 2009+	leicht	124.958	123.243	-1.715	-1,4	EnEV 2009+*2	leicht	122.422	118.986	-3.436	-2,8
	schwer	121.728	125.875	+4.147	+3,4		schwer	118.994	121.126	+2.133	+1,8
EnEV 2009++	leicht	105.560	102.184	-3.376	-3,2	EnEV 2009+**2	leicht	100.769	95.437	-5.332	-5,3
	schwer	102.940	103.569	+629	+0,6		schwer	98.070	96.014	-2.056	-2,1
ohne Nachtabsenkung (oNA)						ohne Nachtabsenkung (oNA)					
EnEV 2009	leicht	170.591	180.215	+9.624	+5,6	EnEV 2009	leicht	170.591	180.215	+9.624	+5,6
	schwer	163.850	177.352	+13.502	+8,2		schwer	163.850	177.352	+13.502	+8,2
EnEV 2009+	leicht	131.606	130.152	-1.454	-1,1	EnEV 2009+*2	leicht	128.986	125.939	-3.046	-2,4
	schwer	126.315	129.227	+2.912	+2,3		schwer	123.492	124.546	+1.054	+0,9
EnEV 2009++	leicht	111.314	107.722	-3.592	-3,2	EnEV 2009+**2	leicht	106.357	100.883	-5.474	-5,1
	schwer	106.734	106.107	-627	-0,6		schwer	101.759	98.553	-3.206	-3,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

B 6.3 Vergleich der Ergebnisse aus DIN V 18599 und Simulation

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	166.720	162.254	171.523	176.425	169.909	43,7	42,6	45,0	46,3	44,6
	schwer	163.054	157.762	174.248	178.528	172.512	42,8	41,4	45,7	46,8	45,3
EnEV 2009+	leicht	130.118	124.958	125.390	129.271	123.243	34,1	32,8	32,9	33,9	32,3
	schwer	127.609	121.728	127.885	131.876	125.875	33,5	31,9	33,6	34,6	33,0
EnEV 2009++	leicht	111.043	105.560	104.570	108.150	102.184	29,1	27,7	27,4	28,4	26,8
	schwer	109.173	102.940	105.835	109.592	103.569	28,6	27,0	27,8	28,8	27,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	175.047	170.591	181.620	187.608	180.215	45,9	44,8	47,7	49,2	47,3
	schwer	169.146	163.850	179.229	183.685	177.352	44,4	43,0	47,0	48,2	46,5
EnEV 2009+	leicht	136.774	131.606	132.402	136.796	130.152	35,9	34,5	34,7	35,9	34,2
	schwer	132.207	126.315	131.322	135.523	129.227	34,7	33,1	34,5	35,6	33,9
EnEV 2009++	leicht	116.812	111.314	110.189	114.221	107.722	30,7	29,2	28,9	30,0	28,3
	schwer	113.004	106.734	108.431	112.402	106.107	29,7	28,0	28,5	29,5	27,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

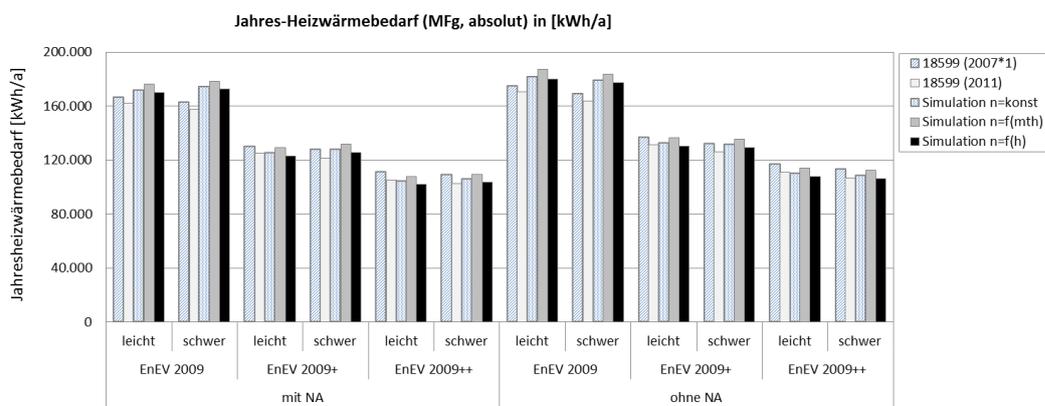


Bild B-6: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das große MFg bei Ausführung des Fensterglases als Normalglas (EnEV 2009: g=0,6; EnEV 2009+: g=0,55; EnEV 2009++: g=0,50)

Tabelle B-54: Jahres-Heizwärmebedarfswerte nach Monatsbilanz und Simulation im Vergleich für das große MFg bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas mit g=0,60 im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Heizwärmebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009	leicht	166.720	162.254	171.523	176.425	169.909	43,7	42,6	45,0	46,3	44,6
	schwer	163.054	157.762	174.248	178.528	172.512	42,8	41,4	45,7	46,8	45,3
EnEV 2009+*2	leicht	127.826	122.422	121.337	124.964	118.986	33,5	32,1	31,8	32,8	31,2
	schwer	125.255	118.994	123.371	127.086	121.126	32,9	31,2	32,4	33,3	31,8
EnEV 2009+*2	leicht	106.669	100.769	98.120	101.249	95.437	28,0	26,4	25,7	26,6	25,0
	schwer	104.761	98.070	99.136	102.046	96.014	27,5	25,7	26,0	26,8	25,2
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009	leicht	175.047	170.591	181.620	187.608	180.215	45,9	44,8	47,7	49,2	47,3
	schwer	169.146	163.850	179.229	183.685	177.352	44,4	43,0	47,0	48,2	46,5
EnEV 2009+*2	leicht	134.410	128.986	128.342	132.473	125.939	35,3	33,8	33,7	34,8	33,0
	schwer	129.803	123.492	126.884	130.826	124.546	34,1	32,4	33,3	34,3	32,7
EnEV 2009+*2	leicht	112.287	106.357	103.640	107.306	100.883	29,5	27,9	27,2	28,2	26,5
	schwer	108.505	101.759	101.633	104.856	98.553	28,5	26,7	26,7	27,5	25,9

Reduzierung des Heizwärmebedarfs für den Fall der Ausführung des Fensterglases als Weißglas mit g=0,60:

Gebäude: MFg		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Heizwärmebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
mit Nachtabsenkung (mNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-2.292	-2.536	-4.053	-4.306	-4.257	-1,4	-1,6	-2,4	-2,4	-2,5
	schwer	-2.354	-2.734	-4.515	-4.791	-4.748	-1,4	-1,7	-2,6	-2,7	-2,8
EnEV 2009+*2	leicht	-4.374	-4.791	-6.450	-6.901	-6.747	-3,4	-3,8	-5,1	-5,3	-5,5
	schwer	-4.412	-4.870	-6.700	-7.546	-7.555	-3,5	-4,0	-5,2	-5,7	-6,0
ohne Nachtabsenkung (oNA)											
EnEV 2009+*2	leicht	-2.363	-2.621	-4.061	-4.324	-4.213	-1,7	-2,0	-3,1	-3,2	-3,2
	schwer	-2.404	-2.823	-4.438	-4.697	-4.681	-1,8	-2,2	-3,4	-3,5	-3,6
EnEV 2009+*2	leicht	-4.525	-4.957	-6.549	-6.915	-6.839	-3,9	-4,5	-5,9	-6,1	-6,3
	schwer	-4.499	-4.975	-6.797	-7.546	-7.554	-4,0	-4,7	-6,3	-6,7	-7,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-55: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	166.720			162.254		
	schwer	163.054	-3.666	-2,2	157.762	-4.492	-2,8
EnEV 2009+	leicht	130.118			124.958		
	schwer	127.609	-2.509	-1,9	121.728	-3.231	-2,6
EnEV 2009++	leicht	111.043			105.560		
	schwer	109.173	-1.870	-1,7	102.940	-2.620	-2,5
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	175.047			170.591		
	schwer	169.146	-5.901	-3,4	163.850	-6.741	-4,0
EnEV 2009+	leicht	136.774			131.606		
	schwer	132.207	-4.567	-3,3	126.315	-5.291	-4,0
EnEV 2009++	leicht	116.812			111.314		
	schwer	113.004	-3.808	-3,3	106.734	-4.580	-4,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	leicht-schwer [%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	171.523			176.425			169.909		
	schwer	174.248	+2.725	+1,6	178.528	+2.103	+1,2	172.512	+2.602	+1,5
EnEV 2009+	leicht	125.390			129.271			123.243		
	schwer	127.885	+2.496	+2,0	131.876	+2.606	+2,0	125.875	+2.631	+2,1
EnEV 2009++	leicht	104.570			108.150			102.184		
	schwer	105.835	+1.265	+1,2	109.592	+1.441	+1,3	103.569	+1.385	+1,4
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	181.620			187.608			180.215		
	schwer	179.229	-2.391	-1,3	183.685	-3.923	-2,1	177.352	-2.863	-1,6
EnEV 2009+	leicht	132.402			136.796			130.152		
	schwer	131.322	-1.080	-0,8	135.523	-1.273	-0,9	129.227	-925	-0,7
EnEV 2009++	leicht	110.189			114.221			107.722		
	schwer	108.431	-1.758	-1,6	112.402	-1.819	-1,6	106.107	-1.615	-1,5

Tabelle B-56: Einfluss der Bauart auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++
Ergebnisse DIN V 18599

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	166.720			162.254		
	schwer	163.054	-3.666	-2,2	157.762	-4.492	-2,8
EnEV 2009+*2	leicht	127.826			122.422		
	schwer	125.255	-2.571	-2,0	118.994	-3.428	-2,8
EnEV 2009++*2	leicht	106.669			100.769		
	schwer	104.761	-1.908	-1,8	98.070	-2.698	-2,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	175.047			170.591		
	schwer	169.146	-5.901	-3,4	163.850	-6.741	-4,0
EnEV 2009+*2	leicht	134.410			128.986		
	schwer	129.803	-4.607	-3,4	123.492	-5.494	-4,3
EnEV 2009++*2	leicht	112.287			106.357		
	schwer	108.505	-3.782	-3,4	101.759	-4.598	-4,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	171.523			176.425			169.909		
	schwer	174.248	+2.725	+1,6	178.528	+2.103	+1,2	172.512	+2.602	+1,5
EnEV 2009+*2	leicht	121.337			124.964			118.986		
	schwer	123.371	+2.034	+1,7	127.086	+2.121	+1,7	121.126	+2.140	+1,8
EnEV 2009++*2	leicht	98.120			101.249			95.437		
	schwer	99.136	+1.015	+1,0	102.046	+797	+0,8	96.014	+578	+0,6
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	181.620			187.608			180.215		
	schwer	179.229	-2.391	-1,3	183.685	-3.923	-2,1	177.352	-2.863	-1,6
EnEV 2009+*2	leicht	128.342			132.473			125.939		
	schwer	126.884	-1.458	-1,1	130.826	-1.647	-1,2	124.546	-1.393	-1,1
EnEV 2009++*2	leicht	103.640			107.306			100.883		
	schwer	101.633	-2.006	-1,9	104.856	-2.450	-2,3	98.553	-2.330	-2,3

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-57: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	166.720			162.254		
	schwer	163.054			157.762		
EnEV 2009+	leicht	130.118			124.958		
	schwer	127.609			121.728		
EnEV 2009++	leicht	111.043			105.560		
	schwer	109.173			102.940		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	175.047	+8.327	+5,0	170.591	+8.337	+5,1
	schwer	169.146	+6.092	+3,7	163.850	+6.088	+3,9
EnEV 2009+	leicht	136.774	+6.656	+5,1	131.606	+6.648	+5,3
	schwer	132.207	+4.598	+3,6	126.315	+4.587	+3,8
EnEV 2009++	leicht	116.812	+5.769	+5,2	111.314	+5.754	+5,5
	schwer	113.004	+3.831	+3,5	106.734	+3.794	+3,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]		Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	171.523			176.425			169.909		
	schwer	174.248			178.528			172.512		
EnEV 2009+	leicht	125.390			129.271			123.243		
	schwer	127.885			131.876			125.875		
EnEV 2009++	leicht	104.570			108.150			102.184		
	schwer	105.835			109.592			103.569		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	181.620	+10.097	+5,9	187.608	+11.184	+6,3	180.215	+10.305	+6,1
	schwer	179.229	+4.981	+2,9	183.685	+5.157	+2,9	177.352	+4.840	+2,8
EnEV 2009+	leicht	132.402	+7.013	+5,6	136.796	+7.525	+5,8	130.152	+6.909	+5,6
	schwer	131.322	+3.436	+2,7	135.523	+3.646	+2,8	129.227	+3.352	+2,7
EnEV 2009++	leicht	110.189	+5.619	+5,4	114.221	+6.071	+5,6	107.722	+5.538	+5,4
	schwer	108.431	+2.596	+2,5	112.402	+2.810	+2,6	106.107	+2.538	+2,5

Tabelle B-58: Einfluss der Nachtabsenkung in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas im Fall der Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
EnEV 2009	leicht	166.720			162.254		
	schwer	163.054			157.762		
EnEV 2009+*2	leicht	127.826			122.422		
	schwer	125.255			118.994		
EnEV 2009++*2	leicht	106.669			100.769		
	schwer	104.761			98.070		
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
EnEV 2009	leicht	175.047	+8.327	+5,0	170.591	+8.337	+5,1
	schwer	169.146	+6.092	+3,7	163.850	+6.088	+3,9
EnEV 2009+*2	leicht	134.410	+6.584	+5,2	128.986	+6.563	+5,4
	schwer	129.803	+4.548	+3,6	123.492	+4.498	+3,8
EnEV 2009++*2	leicht	112.287	+5.619	+5,3	106.357	+5.589	+5,5
	schwer	108.505	+3.744	+3,6	101.759	+3.689	+3,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz mNA-oNA (Bezug: mNA) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)										
EnEV 2009	leicht	171.523			176.425			169.909		
	schwer	174.248			178.528			172.512		
EnEV 2009+*2	leicht	121.337			124.964			118.986		
	schwer	123.371			127.086			121.126		
EnEV 2009++*2	leicht	98.120			101.249			95.437		
	schwer	99.136			102.046			96.014		
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
EnEV 2009	leicht	181.620	+10.097	+5,9	187.608	+11.184	+6,3	180.215	+10.305	+6,1
	schwer	179.229	+4.981	+2,9	183.685	+5.157	+2,9	177.352	+4.840	+2,8
EnEV 2009+*2	leicht	128.342	+7.005	+5,8	132.473	+7.508	+6,0	125.939	+6.953	+5,8
	schwer	126.884	+3.513	+2,8	130.826	+3.740	+2,9	124.546	+3.420	+2,8
EnEV 2009++*2	leicht	103.640	+5.519	+5,6	107.306	+6.057	+6,0	100.883	+5.446	+5,7
	schwer	101.633	+2.498	+2,5	104.856	+2.810	+2,8	98.553	+2.539	+2,6

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle B-59: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	166.720			162.254		
	EnEV 2009+	130.118	-36.602	-22,0	124.958	-37.296	-23,0
	EnEV 2009++	111.043	-55.677	-33,4	105.560	-56.694	-34,9
schwer	EnEV 2009	163.054			157.762		
	EnEV 2009+	127.609	-35.446	-21,7	121.728	-36.034	-22,8
	EnEV 2009++	109.173	-53.881	-33,0	102.940	-54.822	-34,7
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	175.047			170.591		
	EnEV 2009+	136.774	-38.273	-21,9	131.606	-30.648	-18,9
	EnEV 2009++	116.812	-58.234	-33,3	111.314	-50.940	-31,4
schwer	EnEV 2009	169.146			163.850		
	EnEV 2009+	132.207	-36.939	-21,8	126.315	-31.447	-19,9
	EnEV 2009++	113.004	-56.142	-33,2	106.734	-51.028	-32,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation							
Bauart	Niveau	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)	
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]
mit Nachtabsenkung (mNA)									
leicht	EnEV 2009	171.523			176.425			169.909	
	EnEV 2009+	125.390	-46.133	-26,9	129.271	-47.154	-26,7	123.243	-46.666
	EnEV 2009++	104.570	-66.953	-39,0	108.150	-68.274	-38,7	102.184	-67.726
schwer	EnEV 2009	174.248			178.528			172.512	
	EnEV 2009+	127.885	-46.363	-26,6	131.876	-46.651	-26,1	125.875	-46.637
	EnEV 2009++	105.835	-68.413	-39,3	109.592	-68.936	-38,6	103.569	-68.942
ohne Nachtabsenkung (oNA)									
leicht	EnEV 2009	181.620			187.608			180.215	
	EnEV 2009+	132.402	-49.218	-27,1	136.796	-50.812	-27,1	130.152	-50.063
	EnEV 2009++	110.189	-71.431	-39,3	114.221	-73.387	-39,1	107.722	-72.493
schwer	EnEV 2009	179.229			183.685			177.352	
	EnEV 2009+	131.322	-47.907	-26,7	135.523	-48.162	-26,2	129.227	-48.125
	EnEV 2009++	108.431	-70.798	-39,5	112.402	-71.283	-38,8	106.107	-71.245

Tabelle B-60: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Heizwärmebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
mit Nachtabsenkung (mNA)							
leicht	EnEV 2009	166.720			162.254		
	EnEV 2009+*2	127.826	-38.894	-23,3	122.422	-39.832	-24,5
	EnEV 2009++*2	106.669	-60.051	-36,0	100.769	-61.486	-37,9
schwer	EnEV 2009	163.054			157.762		
	EnEV 2009+*2	125.255	-37.799	-23,2	118.994	-38.768	-24,6
	EnEV 2009++*2	104.761	-58.293	-35,8	98.070	-59.692	-37,8
ohne Nachtabsenkung (oNA)							
leicht	EnEV 2009	175.047			170.591		
	EnEV 2009+*2	134.410	-40.636	-23,2	128.986	-33.269	-20,5
	EnEV 2009++*2	112.287	-62.759	-35,9	106.357	-55.897	-34,5
schwer	EnEV 2009	169.146			163.850		
	EnEV 2009+*2	129.803	-39.343	-23,3	123.492	-34.270	-21,7
	EnEV 2009++*2	108.505	-60.640	-35,9	101.759	-56.003	-35,5

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFg		Jahres-Heizwärmebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveauus (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
mit Nachtabsenkung (mNA)										
leicht	EnEV 2009	171.523			176.425			169.909		
	EnEV 2009+*2	121.337	-50.186	-29,3	124.964	-51.460	-29,2	118.986	-50.923	-30,0
	EnEV 2009++*2	98.120	-73.402	-42,8	101.249	-75.175	-42,6	95.437	-74.473	-43,8
schwer	EnEV 2009	174.248			178.528			172.512		
	EnEV 2009+*2	123.371	-50.877	-29,2	127.086	-51.442	-28,8	121.126	-51.385	-29,8
	EnEV 2009++*2	99.136	-75.112	-43,1	102.046	-76.482	-42,8	96.014	-76.497	-44,3
ohne Nachtabsenkung (oNA)										
leicht	EnEV 2009	181.620			187.608			180.215		
	EnEV 2009+*2	128.342	-53.278	-29,3	132.473	-55.136	-29,4	125.939	-54.276	-30,1
	EnEV 2009++*2	103.640	-77.980	-42,9	107.306	-80.302	-42,8	100.883	-79.332	-44,0
schwer	EnEV 2009	179.229			183.685			177.352		
	EnEV 2009+*2	126.884	-52.345	-29,2	130.826	-52.859	-28,8	124.546	-52.806	-29,8
	EnEV 2009++*2	101.633	-77.596	-43,3	104.856	-78.829	-42,9	98.553	-78.799	-44,4

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Anhang C Auswertungen zum Kühlkältebedarf für die Modellgebäude Bungalow, Doppelhaushälfte Nord/Süd, Reihenmittelhaus sowie kleines und großes Mehrfamilienhaus

	Seite
C 1 Bungalow	162
C 2 Doppelhaushälfte Nord	169
C 3 Doppelhaushälfte Süd	176
C 4 Reihenmittelhaus.....	183
0	
Mehrfamilienhaus klein	190
C 6 Mehrfamilienhaus groß.....	197

C 1 Bungalow

C 1.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599

Tabelle C-1: Bilanzierung der Kühllkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für den Bungalow aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas*1			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]
BUN	EnEV 2009	18599 (2007)	852	100%	429	100%	852	100%	429	100%
		V1 (Klima)	791	93%	399	93%	791	93%	399	93%
		V2 (n saisonal)	701	82%	279	65%	701	82%	279	65%
		V3 (τ F _X)	812	95%	396	92%	812	95%	396	92%
		V4 (q _i)	848	100%	426	99%	848	100%	426	99%
	18599 (2011)	602	71%	226	53%	602	71%	226	53%	
	EnEV 2009+	18599 (2007)	829	100%	483	100%	978	100%	607	100%
		V1 (Klima)	775	93%	455	94%	910	93%	571	94%
		V2 (n saisonal)	642	77%	286	59%	768	78%	376	62%
		V3 (τ F _X)	790	95%	455	94%	937	96%	590	97%
		V4 (q _i)	825	99%	479	99%	973	99%	603	99%
	18599 (2011)	550	66%	236	49%	660	68%	327	54%	
	EnEV 2009++	18599 (2007)	798	100%	526	100%	1.129	100%	830	100%
		V1 (Klima)	751	94%	502	95%	1.052	93%	778	94%
		V2 (n saisonal)	578	72%	287	55%	852	75%	518	62%
V3 (τ F _X)		773	97%	517	98%	1.101	98%	820	99%	
V4 (q _i)		793	99%	522	99%	1.124	99%	825	99%	
18599 (2011)	505	63%	244	46%	748	66%	457	55%		

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-2: Jahres-Kühllkältebedarfswerte für den Bungalow aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: BUN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: BUN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	791	602	-189	-23,9	EnEV 2009	leicht	791	602	-189	-23,9
	schwer	399	226	-173	-43,4		schwer	399	226	-173	-43,4
EnEV 2009+	leicht	775	550	-224	-29,0	EnEV 2009+*2	leicht	910	660	-250	-27,4
	schwer	455	236	-219	-48,2		schwer	571	327	-244	-42,7
EnEV 2009++	leicht	751	505	-246	-32,7	EnEV 2009++*2	leicht	1.052	748	-304	-28,9
	schwer	502	244	-258	-51,3		schwer	778	457	-321	-41,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

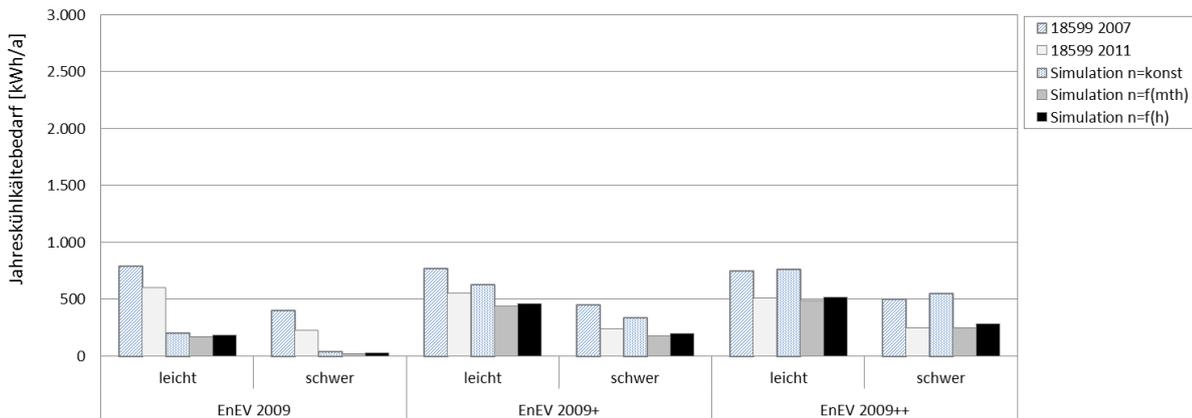
C 1.2 Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz

Tabelle C-3: Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für den Bungalow aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas und als Weißglas.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	791	602	207	169	181	6,2	4,7	1,6	1,3	1,4
	schwer	399	226	38	18	27	3,1	1,8	0,3	0,1	0,2
EnEV 2009+	leicht	775	550	627	438	456	6,1	4,3	4,9	3,4	3,6
	schwer	455	236	340	175	196	3,6	1,8	2,7	1,4	1,5
EnEV 2009++	leicht	751	505	768	488	515	5,9	3,9	6,0	3,8	4,0
	schwer	502	244	550	243	279	3,9	1,9	4,3	1,9	2,2

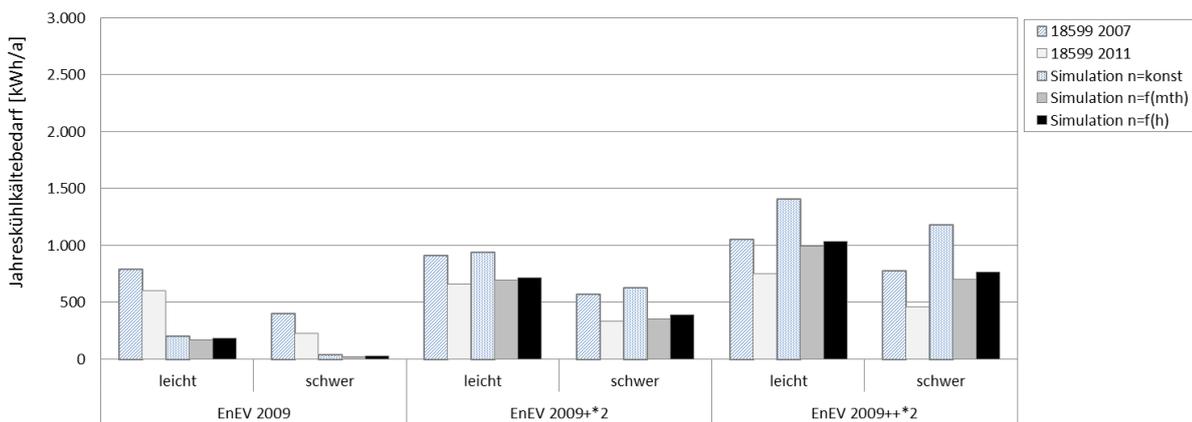
Jahres-Kühlkältebedarf (BUN, absolut) in [kWh/a]



Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	791	602	207	169	181	6,2	4,7	1,6	1,3	1,4
	schwer	399	226	38	18	27	3,1	1,8	0,3	0,1	0,2
EnEV 2009+*2	leicht	910	660	939	690	714	7,1	5,2	7,3	5,4	5,6
	schwer	571	327	629	353	385	4,5	2,6	4,9	2,8	3,0
EnEV 2009++*2	leicht	1.052	748	1.413	993	1.036	8,2	5,8	11,0	7,8	8,1
	schwer	778	457	1.185	700	763	6,1	3,6	9,3	5,5	6,0

Jahres-Kühlkältebedarf (BUN, absolut) in [kWh/a]



Bedarfserhöhung durch Ausführung Fensterglas als Weißglas bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: BUN		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Kühlkältebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	DIN V 18599 (2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	DIN V 18599 (2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009+*2	leicht	+135	+110	+312	+252	+258	+17,5	+20,0	+49,8	+57,5	+56,4
	schwer	+116	+92	+289	+178	+189	+25,5	+38,9	+85,1	+101,6	+96,7
EnEV 2009++*2	leicht	+301	+243	+645	+505	+521	+40,1	+48,1	+84,0	+103,5	+101,2
	schwer	+276	+213	+636	+457	+484	+55,1	+87,1	+115,7	+187,7	+173,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-4: Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	791			602		
	schwer	399	-392	-49,5	226	-376	-62,5
EnEV 2009+	leicht	775			550		
	schwer	455	-320	-41,3	236	-315	-57,2
EnEV 2009++	leicht	751			505		
	schwer	502	-249	-33,2	244	-261	-51,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	207			169			181		
	schwer	38	-169	-81,8	18	-151	-89,3	27	-153	-84,9
EnEV 2009+	leicht	627			438			456		
	schwer	340	-287	-45,8	175	-263	-60,0	196	-261	-57,1
EnEV 2009++	leicht	768			488			515		
	schwer	550	-218	-28,4	243	-244	-50,1	279	-236	-45,8

Tabelle C-5: Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	791			602		
	schwer	399	-392	-49,5	226	-376	-62,5
EnEV 2009+*2	leicht	910			660		
	schwer	571	-339	-37,3	327	-333	-50,4
EnEV 2009++*2	leicht	1.052			748		
	schwer	778	-274	-26,0	457	-292	-39,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	207			169			181		
	schwer	38	-169	-81,8	18	-151	-89,3	27	-153	-84,9
EnEV 2009+*2	leicht	939			690			714		
	schwer	629	-310	-33,0	353	-336	-48,8	385	-329	-46,1
EnEV 2009++*2	leicht	1.413			993			1.036		
	schwer	1.185	-227	-16,1	700	-293	-29,5	763	-274	-26,4

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-6: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	791			602		
	EnEV 2009+	775	-17	-2,1	550	-52	-8,6
	EnEV 2009++	751	-40	-5,1	505	-97	-16,1
schwer	EnEV 2009	399			226		
	EnEV 2009+	455	+56	+14,0	236	+10	+4,4
	EnEV 2009++	502	+103	+25,7	244	+18	+8,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	207			169			181		
	EnEV 2009+	627	+420	+202,8	438	+269	+158,9	456	+276	+152,5
	EnEV 2009++	768	+561	+270,9	488	+319	+188,4	515	+334	+185,1
schwer	EnEV 2009	38			18			27		
	EnEV 2009+	340	+302	+802,9	175	+157	+868,1	196	+168	+617,3
	EnEV 2009++	550	+512	+1.359,6	243	+225	+1.244,1	279	+252	+923,5

Tabelle C-7: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	791			602		
	EnEV 2009+*2	910	+119	+15,0	660	+58	+9,7
	EnEV 2009++*2	1.052	+261	+33,0	748	+146	+24,3
schwer	EnEV 2009	399			226		
	EnEV 2009+*2	571	+172	+43,0	327	+102	+45,0
	EnEV 2009++*2	778	+379	+95,0	457	+231	+102,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: BUN		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	207			169			181		
	EnEV 2009+*2	939	+732	+353,5	690	+521	+307,7	714	+533	+295,1
	EnEV 2009++*2	1.413	+1.205	+582,3	993	+824	+486,9	1.036	+856	+473,6
schwer	EnEV 2009	38			18			27		
	EnEV 2009+*2	629	+592	+1.570,9	353	+335	+1.851,6	385	+357	+1.311,2
	EnEV 2009++*2	1.185	+1.148	+3.047,7	700	+682	+3.767,2	763	+736	+2.698,2

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

C 1.3 Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftungsrandbedingungen

Tabelle C-8: Jahreskühlkältebedarf für den Bungalow aus [8] nach Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599, absolut [kWh/a]				
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas			Niveau	Fensterglas als Weißglas*2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++
DIN V 18599 (2007*1)						
leicht	EnEV 2009	791				
	EnEV 2009+	775			EnEV 2009+*2	910
	EnEV 2009++	751			EnEV 2009++*2	1.052
schwer	EnEV 2009	399				
	EnEV 2009+	455			EnEV 2009+*2	571
	EnEV 2009++	502			EnEV 2009++*2	778
DIN V 18599 (2011)						
leicht	EnEV 2009	602				
	EnEV 2009+	550			EnEV 2009+*2	660
	EnEV 2009++	505			EnEV 2009++*2	748
schwer	EnEV 2009	226				
	EnEV 2009+	236			EnEV 2009+*2	327
	EnEV 2009++	244			EnEV 2009++*2	457

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-9: Jahreskühlkältebedarf für den Bungalow aus [8] nach Simulationsrechnungen. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas (links) und Weißglas (rechts)

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation, absolut [kWh/a]										
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas*2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++				
		F _c -Wert						F _c -Wert				
		1,00	0,70	0,50	0,25	0,00		1,00	0,70	0,50	0,25	0,00
Simulation n = konst (TLONL0)												
leicht	EnEV 2009	207	73	30	6	0						
	EnEV 2009+	627	328	177	59	9	EnEV 2009+*2	939	536	323	121	35
	EnEV 2009++	768	447	274	111	34	EnEV 2009++*2	1.413	919	626	319	131
schwer	EnEV 2009	38	0	0	0	0						
	EnEV 2009+	340	129	57	0	0	EnEV 2009+*2	629	282	130	34	0
	EnEV 2009++	550	268	131	38	0	EnEV 2009++*2	1.185	713	442	183	48
Simulation n = f(h)												
leicht	EnEV 2009	181	71	40	17	0						
	EnEV 2009+	456	229	120	44	12	EnEV 2009+*2	714	379	216	81	23
	EnEV 2009++	515	269	150	60	19	EnEV 2009++*2	1.036	617	393	176	69
schwer	EnEV 2009	27	0	0	0	0						
	EnEV 2009+	196	77	29	0	0	EnEV 2009+*2	385	152	75	8	0
	EnEV 2009++	279	115	58	1	0	EnEV 2009++*2	763	386	203	74	6
Simulation TLONL2												
leicht	EnEV 2009	102	34	17	0	0						
	EnEV 2009+	276	105	45	8	0	EnEV 2009+*2	468	212	96	25	0
	EnEV 2009++	279	110	50	8	0	EnEV 2009++*2	685	351	185	64	6
schwer	EnEV 2009	0	0	0	0	0						
	EnEV 2009+	68	3	0	0	0	EnEV 2009+*2	161	45	2	0	0
	EnEV 2009++	79	11	0	0	0	EnEV 2009++*2	339	117	47	0	0
Simulation TL3NLO												
leicht	EnEV 2009	110	45	24	5	0						
	EnEV 2009+	233	94	48	17	0	EnEV 2009+*2	375	175	82	30	2
	EnEV 2009++	210	87	44	16	0	EnEV 2009++*2	462	237	128	46	8
schwer	EnEV 2009	12	0	0	0	0						
	EnEV 2009+	52	12	0	0	0	EnEV 2009+*2	113	30	8	0	0
	EnEV 2009++	46	8	0	0	0	EnEV 2009++*2	171	56	18	0	0
Simulation TL3NL2												
leicht	EnEV 2009	68	30	16	0	0						
	EnEV 2009+	130	46	25	5	0	EnEV 2009+*2	241	86	38	11	0
	EnEV 2009++	104	36	18	1	0	EnEV 2009++*2	297	123	50	13	0
schwer	EnEV 2009	0	0	0	0	0						
	EnEV 2009+	16	0	0	0	0	EnEV 2009+*2	42	6	0	0	0
	EnEV 2009++	9	0	0	0	0	EnEV 2009++*2	64	12	0	0	0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

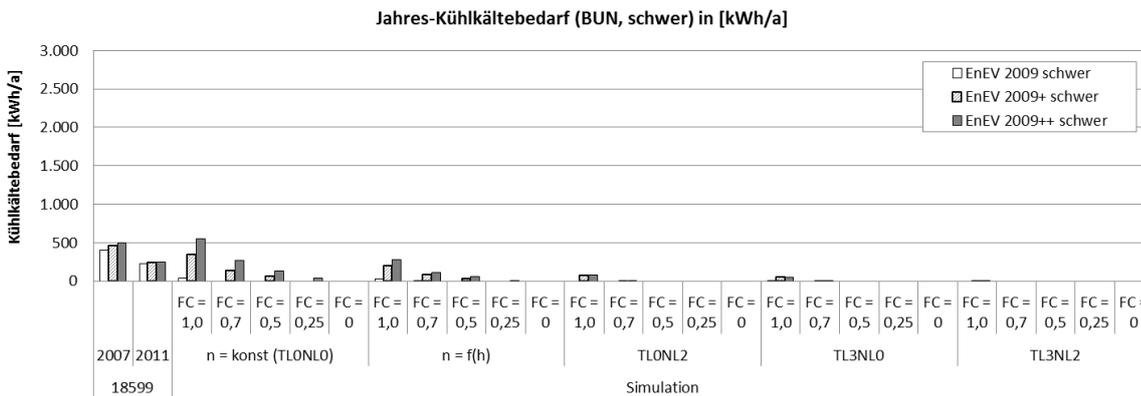
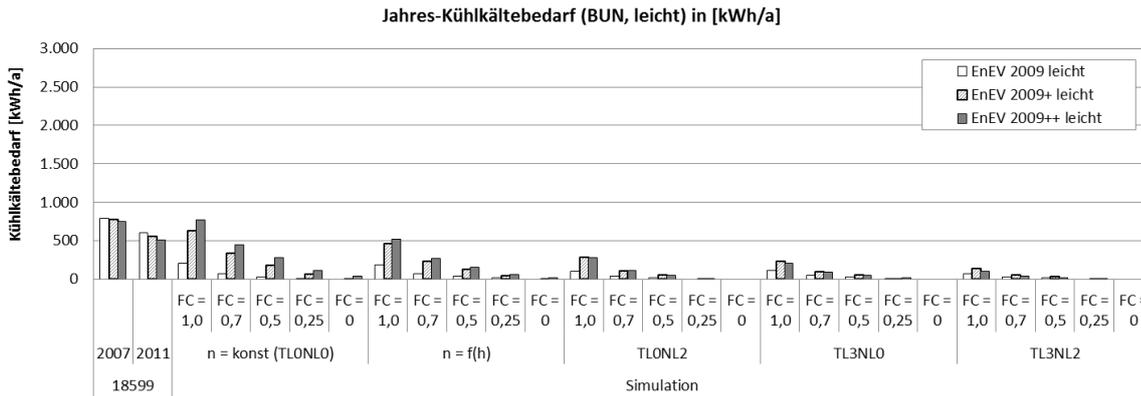


Bild C-1: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für den Bungalow aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

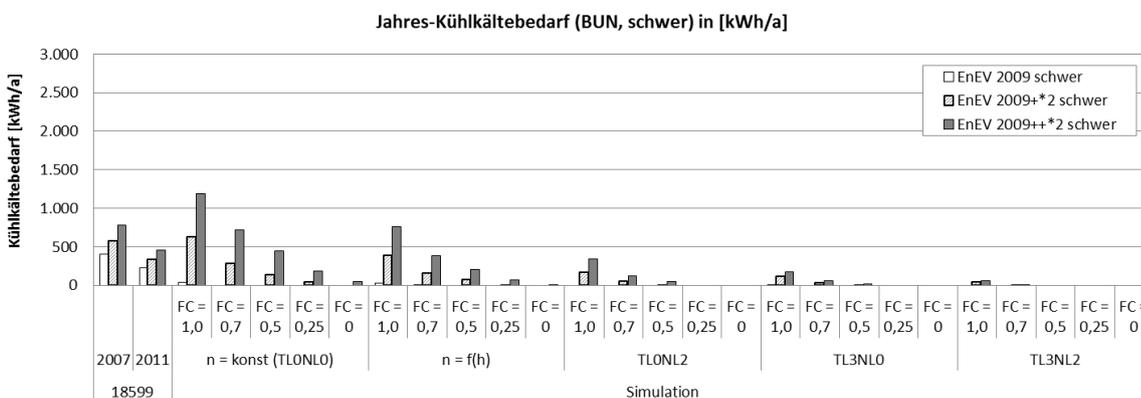
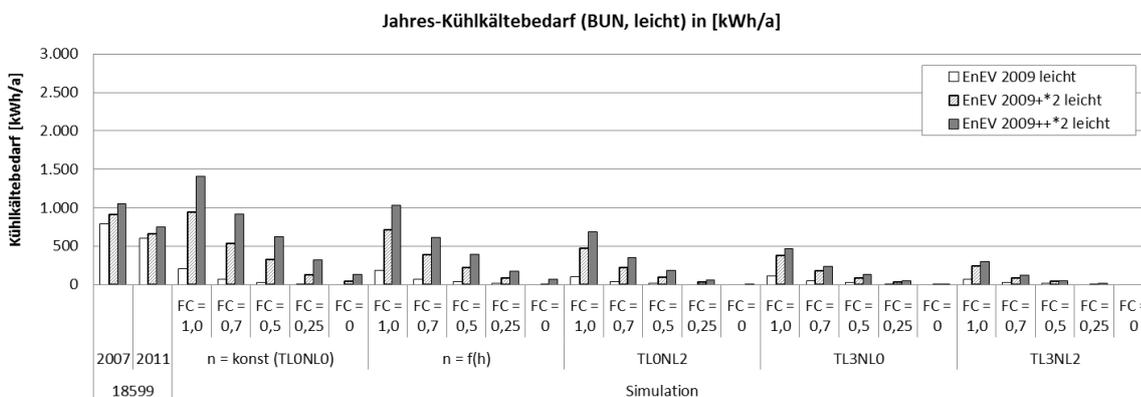


Bild C-2: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für den Bungalow aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

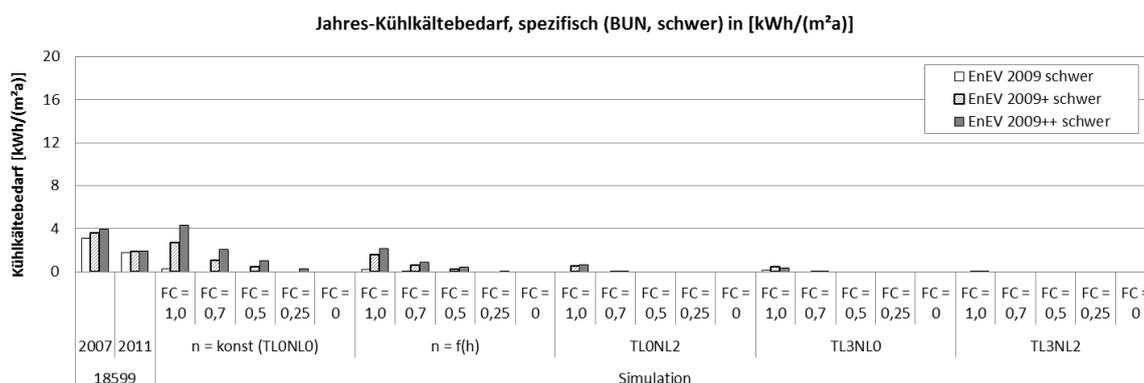
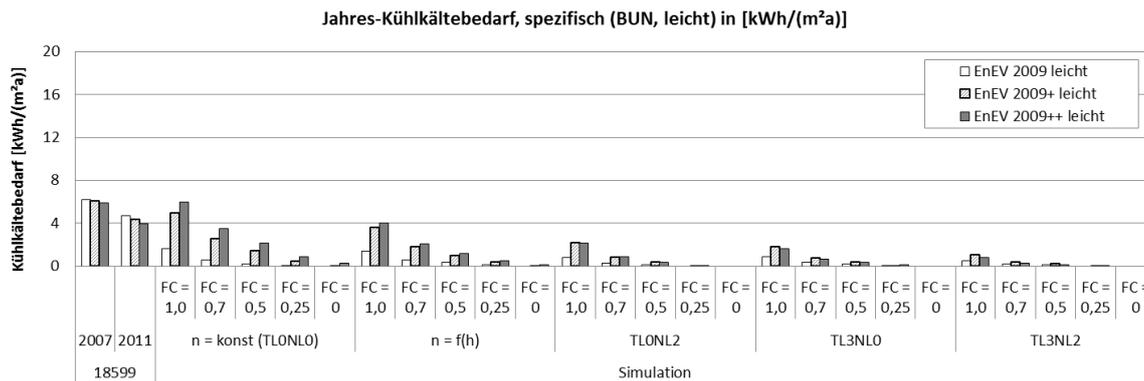


Bild C-3: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für den Bungalow aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

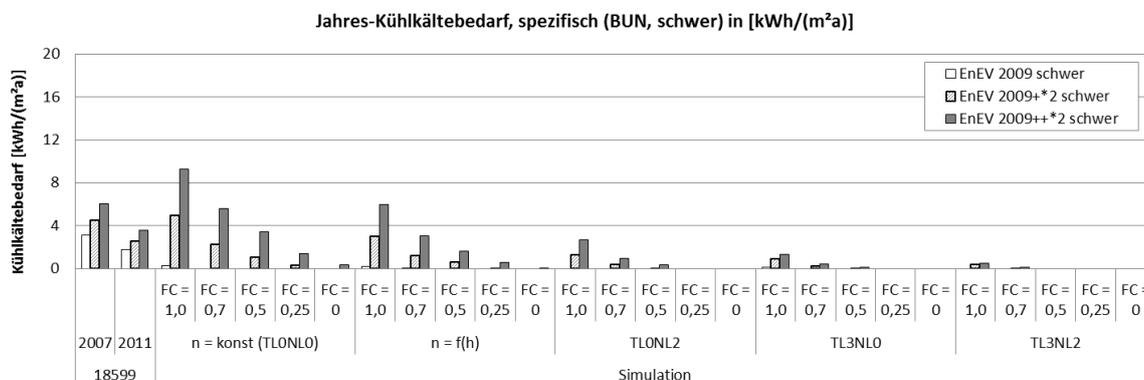
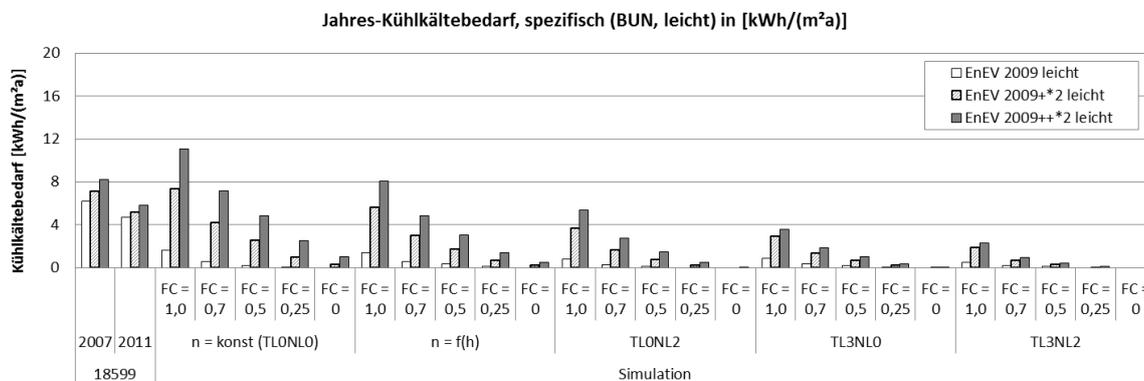


Bild C-4: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für den Bungalow aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

C 2 Doppelhaushälfte Nord

C 2.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599

Tabelle C-10: Bilanzierung der Kühllkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Doppelhaus Nord aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas ^{*1}			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]
DHN	EnEV 2009	18599 (2007)	1.287	100%	792	100%	1.287	100%	792	100%
		V1 (Klima)	1.212	94%	770	97%	1.212	94%	770	97%
		V2 (n saisonal)	920	72%	420	53%	920	72%	420	53%
		V3 (τ F _x)	1.275	99%	788	99%	1.275	99%	788	99%
		V4 (q _i)	1.279	99%	785	99%	1.279	99%	785	99%
		18599 (2011)	810	63%	368	47%	810	63%	368	47%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	1.265	100%	878	100%	1.489	100%	1.099	100%
		V1 (Klima)	1.201	95%	862	98%	1.405	94%	1.055	96%
		V2 (n saisonal)	840	66%	428	49%	1.014	68%	570	52%
		V3 (τ F _x)	1.254	99%	876	100%	1.477	99%	1.096	100%
		V4 (q _i)	1.256	99%	870	99%	1.479	99%	1.090	99%
		18599 (2011)	747	59%	380	43%	920	62%	506	46%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	1.161	100%	853	100%	1.633	100%	1.305	100%
		V1 (Klima)	1.113	96%	844	99%	1.544	95%	1.259	96%
		V2 (n saisonal)	698	60%	375	44%	1.076	66%	686	53%
		V3 (τ F _x)	1.154	99%	851	100%	1.626	100%	1.303	100%
		V4 (q _i)	1.151	99%	844	99%	1.622	99%	1.295	99%
		18599 (2011)	632	54%	338	40%	981	60%	632	48%

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-11: Jahres-Kühllkältebedarfswerte für das Doppelhaus Nord aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:					Ausführung Fensterglas als Weißglas:						
Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599			Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599				
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.212	810	-402	-33,1	EnEV 2009	leicht	1.212	810	-402	-33,1
	schwer	770	368	-401	-52,1		schwer	770	368	-401	-52,1
EnEV 2009+	leicht	1.201	747	-455	-37,8	EnEV 2009+*2	leicht	1.405	920	-485	-34,5
	schwer	862	380	-482	-55,9		schwer	1.055	506	-549	-52,1
EnEV 2009++	leicht	1.113	632	-481	-43,2	EnEV 2009++*2	leicht	1.544	981	-563	-36,4
	schwer	844	338	-506	-59,9		schwer	1.259	632	-627	-49,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

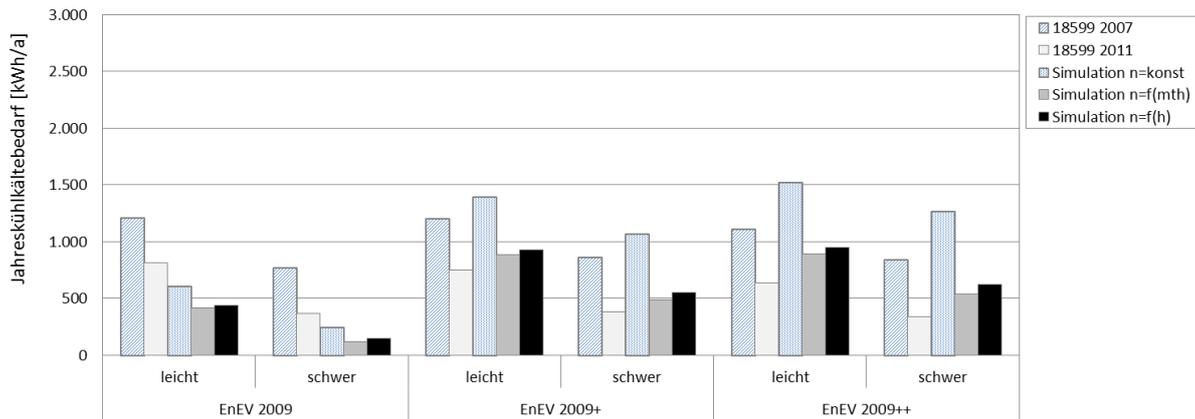
C 2.2 Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz

Tabelle C-12: Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für den Bungalow aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas und als Weißglas.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]						Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation			
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	
EnEV 2009	leicht	1.212	810	607	414	439	5,0	3,4	2,5	1,7	1,8	
	schwer	770	368	250	118	147	3,2	1,5	1,0	0,5	0,6	
EnEV 2009+	leicht	1.201	747	1.397	882	929	5,0	3,1	5,8	3,7	3,9	
	schwer	862	380	1.071	484	548	3,6	1,6	4,5	2,0	2,3	
EnEV 2009++	leicht	1.113	632	1.523	893	949	4,6	2,6	6,3	3,7	4,0	
	schwer	844	338	1.270	540	620	3,5	1,4	5,3	2,3	2,6	

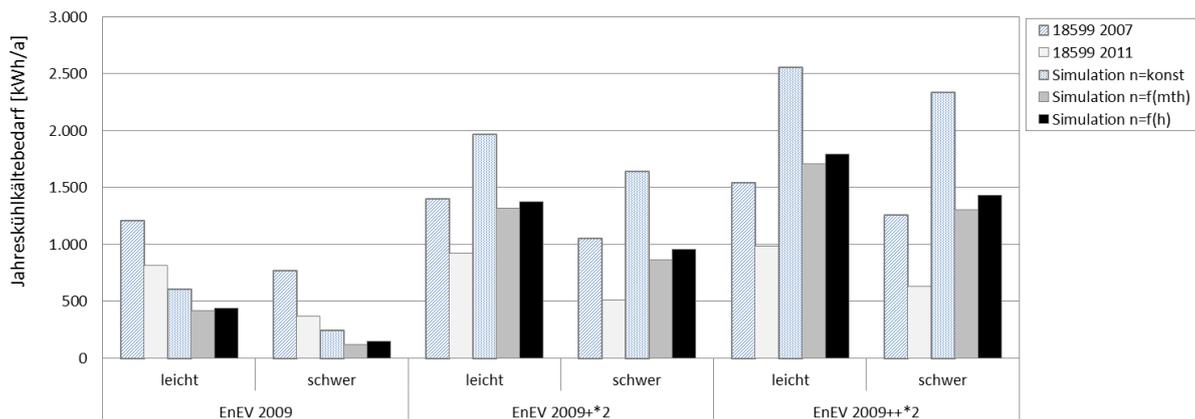
Jahres-Kühlkältebedarf (DHN, absolut) in [kWh/a]



Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]						Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation			
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	
EnEV 2009	leicht	1.212	810	607	414	439	5,0	3,4	2,5	1,7	1,8	
	schwer	770	368	250	118	147	3,2	1,5	1,0	0,5	0,6	
EnEV 2009+*2	leicht	1.405	920	1.968	1.315	1.374	5,9	3,8	8,2	5,5	5,7	
	schwer	1.055	506	1.642	866	953	4,4	2,1	6,8	3,6	4,0	
EnEV 2009++*2	leicht	1.544	981	2.562	1.705	1.792	6,4	4,1	10,7	7,1	7,5	
	schwer	1.259	632	2.342	1.300	1.434	5,2	2,6	9,8	5,4	6,0	

Jahres-Kühlkältebedarf (DHN, absolut) in [kWh/a]



Bedarfserrhöhung durch Ausführung Fensterglas als Weißglas bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude:	DHN	Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Kühlkältebedarf (Bezug: Normalglas)									
		absolut [kWh/a]						prozentual [%]			
		DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		Simulation
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009+*2	leicht	+204	+173	+571	+433	+445	+17,0	+23,2	+40,8	+49,1	+47,9
	schwer	+193	+126	+571	+381	+405	+22,4	+33,1	+53,3	+78,8	+74,0
EnEV 2009++*2	leicht	+431	+349	+1.040	+812	+843	+38,7	+55,2	+68,3	+91,0	+88,8
	schwer	+415	+294	+1.072	+760	+814	+49,2	+86,9	+84,4	+140,7	+131,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-13: Einfluss der Bauart auf den Kühllkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599						
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)			
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.212			810			
	schwer	770	-442	-36,5	368	-442	-54,5	
EnEV 2009+	leicht	1.201			747			
	schwer	862	-339	-28,3	380	-367	-49,1	
EnEV 2009++	leicht	1.113			632			
	schwer	844	-269	-24,2	338	-294	-46,6	

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	[%]
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	607			414			439		
	schwer	250	-357	-58,8	118	-296	-71,5	147	-292	-66,5
EnEV 2009+	leicht	1.397			882			929		
	schwer	1.071	-327	-23,4	484	-398	-45,1	548	-382	-41,1
EnEV 2009++	leicht	1.523			893			949		
	schwer	1.270	-253	-16,6	540	-353	-39,5	620	-329	-34,7

Tabelle C-14: Einfluss der Bauart auf den Kühllkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599						
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)			
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.212			810			
	schwer	770	-442	-36,5	368	-442	-54,5	
EnEV 2009+*2	leicht	1.405			920			
	schwer	1.055	-350	-24,9	506	-414	-45,0	
EnEV 2009++*2	leicht	1.544			981			
	schwer	1.259	-285	-18,5	632	-350	-35,6	

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	[%]
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	607			414			439		
	schwer	250	-357	-58,8	118	-296	-71,5	147	-292	-66,5
EnEV 2009+*2	leicht	1.968			1.315			1.374		
	schwer	1.642	-326	-16,6	866	-450	-34,2	953	-421	-30,6
EnEV 2009++*2	leicht	2.562			1.705			1.792		
	schwer	2.342	-220	-8,6	1.300	-405	-23,8	1.434	-358	-20,0

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-15: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühllkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	(2007*1)		absolut [kWh/a]	(2011)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	1.212			810		
	EnEV 2009+	1.201	-10	-0,8	747	-63	-7,8
	EnEV 2009++	1.113	-99	-8,2	632	-178	-21,9
schwer	EnEV 2009	770			368		
	EnEV 2009+	862	+92	+12,0	380	+12	+3,2
	EnEV 2009++	844	+74	+9,6	338	-30	-8,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	607			414			439		
	EnEV 2009+	1.397	+791	+130,4	882	+468	+113,2	929	+490	+111,7
	EnEV 2009++	1.523	+916	+151,0	893	+479	+115,7	949	+510	+116,2
schwer	EnEV 2009	250			118			147		
	EnEV 2009+	1.071	+821	+329,0	484	+366	+310,5	548	+401	+272,5
	EnEV 2009++	1.270	+1.020	+408,7	540	+422	+357,7	620	+473	+321,8

Tabelle C-16: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühllkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	(2007*1)		absolut [kWh/a]	(2011)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	1.212			810		
	EnEV 2009+*2	1.405	+193	+16,0	920	+110	+13,6
	EnEV 2009++*2	1.544	+332	+27,4	981	+171	+21,2
schwer	EnEV 2009	770			368		
	EnEV 2009+*2	1.055	+285	+37,1	506	+137	+37,3
	EnEV 2009++*2	1.259	+489	+63,6	632	+263	+71,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHN		Jahres-Kühllkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	607			414			439		
	EnEV 2009+*2	1.968	+1.361	+224,4	1.315	+902	+217,9	1.374	+935	+213,1
	EnEV 2009++*2	2.562	+1.956	+322,4	1.705	+1.291	+312,0	1.792	+1.353	+308,3
schwer	EnEV 2009	250			118			147		
	EnEV 2009+*2	1.642	+1.392	+557,7	866	+748	+633,7	953	+806	+548,3
	EnEV 2009++*2	2.342	+2.093	+838,4	1.300	+1.182	+1.001,4	1.434	+1.287	+875,5

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

C 2.3 Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftungsrandbedingungen

Tabelle C-17: Jahreskühlkältebedarf für das Doppelhaus Nord aus [8] nach Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599, absolut [kWh/a]				
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas			Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++
		1,00	0,70	F _c -Wert		
DIN V 18599 (2007*1)						
leicht	EnEV 2009	1.212				
	EnEV 2009+	1.201			EnEV 2009+*2	1.405
	EnEV 2009++	1.113			EnEV 2009++*2	1.544
schwer	EnEV 2009	770				
	EnEV 2009+	862			EnEV 2009+*2	1.055
	EnEV 2009++	844			EnEV 2009++*2	1.259
DIN V 18599 (2011)						
leicht	EnEV 2009	810				
	EnEV 2009+	747			EnEV 2009+*2	920
	EnEV 2009++	632			EnEV 2009++*2	981
schwer	EnEV 2009	368				
	EnEV 2009+	380			EnEV 2009+*2	506
	EnEV 2009++	338			EnEV 2009++*2	632

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-18: Jahreskühlkältebedarf für das Doppelhaus Nord aus [8] nach Simulationsrechnungen. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas (links) und Weißglas (rechts)

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation, absolut [kWh/a]												
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++						
		1,00	0,70	F _c -Wert	0,25	0,00		1,00	0,70	F _c -Wert	0,25	0,00		
Simulation n = konst (TL0NL0)														
leicht	EnEV 2009	607	243	92	18	0								
	EnEV 2009+	1.397	784	463	170	31	EnEV 2009+*2	1.968	1.172	737	306	89		
	EnEV 2009++	1.523	918	587	258	81	EnEV 2009++*2	2.562	1.685	1.159	596	245		
schwer	EnEV 2009	250	67	0	0	0								
	EnEV 2009+	1.071	508	241	55	0	EnEV 2009+*2	1.642	877	483	144	3		
	EnEV 2009++	1.270	696	406	129	1	EnEV 2009++*2	2.342	1.454	947	438	116		
Simulation n = f(h)														
leicht	EnEV 2009	439	169	84	32	0								
	EnEV 2009+	929	470	253	92	22	EnEV 2009+*2	1.374	745	428	168	41		
	EnEV 2009++	949	506	289	117	34	EnEV 2009++*2	1.792	1.051	661	292	102		
schwer	EnEV 2009	147	37	0	0	0								
	EnEV 2009+	548	202	101	3	0	EnEV 2009+*2	953	409	183	50	0		
	EnEV 2009++	620	257	131	23	0	EnEV 2009++*2	1.434	739	401	131	8		
Simulation TL0NL2														
leicht	EnEV 2009	216	57	25	0	0								
	EnEV 2009+	512	193	75	7	0	EnEV 2009+*2	852	379	171	33	0		
	EnEV 2009++	493	199	83	11	0	EnEV 2009++*2	1.141	568	293	88	2		
schwer	EnEV 2009	11	0	0	0	0								
	EnEV 2009+	136	16	0	0	0	EnEV 2009+*2	328	91	6	0	0		
	EnEV 2009++	134	17	0	0	0	EnEV 2009++*2	562	182	60	0	0		
Simulation TL3NL0														
leicht	EnEV 2009	216	57	25	0	0								
	EnEV 2009+	512	193	75	7	0	EnEV 2009+*2	852	379	171	33	0		
	EnEV 2009++	493	199	83	11	0	EnEV 2009++*2	1.141	568	293	88	2		
schwer	EnEV 2009	11	0	0	0	0								
	EnEV 2009+	136	16	0	0	0	EnEV 2009+*2	328	91	6	0	0		
	EnEV 2009++	134	17	0	0	0	EnEV 2009++*2	562	182	60	0	0		
Simulation TL3NL2														
leicht	EnEV 2009	119	47	22	0	0								
	EnEV 2009+	217	73	35	3	0	EnEV 2009+*2	383	142	58	12	0		
	EnEV 2009++	182	62	29	2	0	EnEV 2009++*2	468	195	83	16	0		
schwer	EnEV 2009	1	0	0	0	0								
	EnEV 2009+	33	0	0	0	0	EnEV 2009+*2	70	9	0	0	0		
	EnEV 2009++	19	0	0	0	0	EnEV 2009++*2	84	16	0	0	0		

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

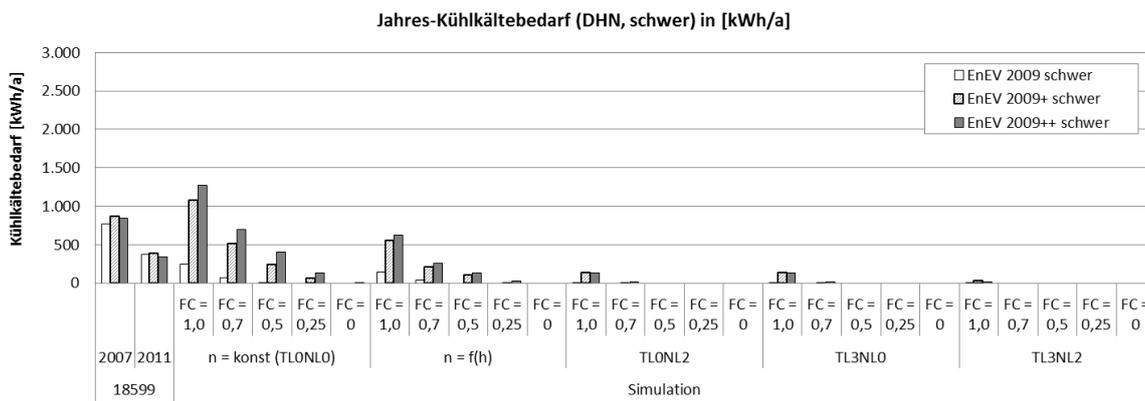
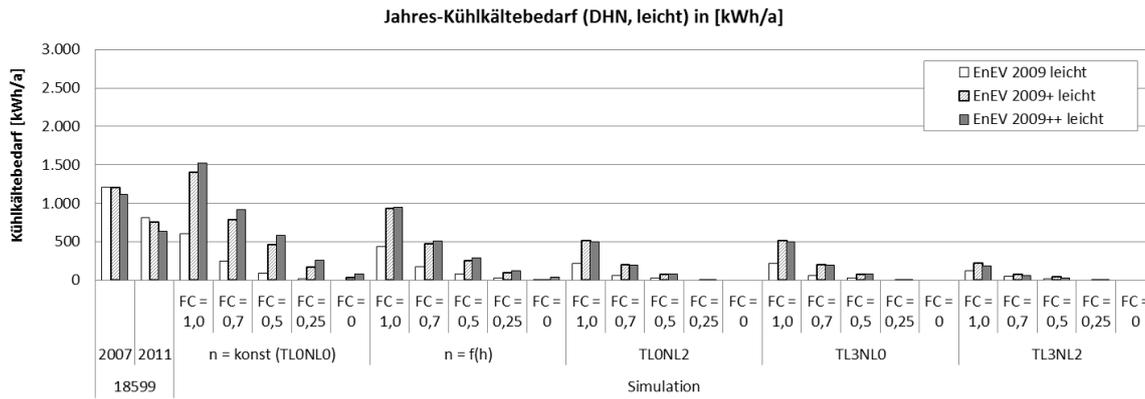


Bild C-5: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Doppelhaus Nord aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

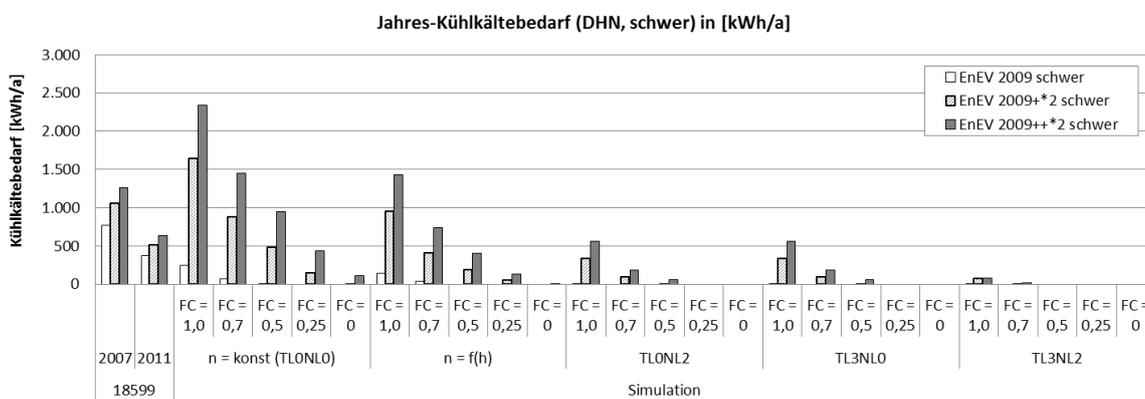
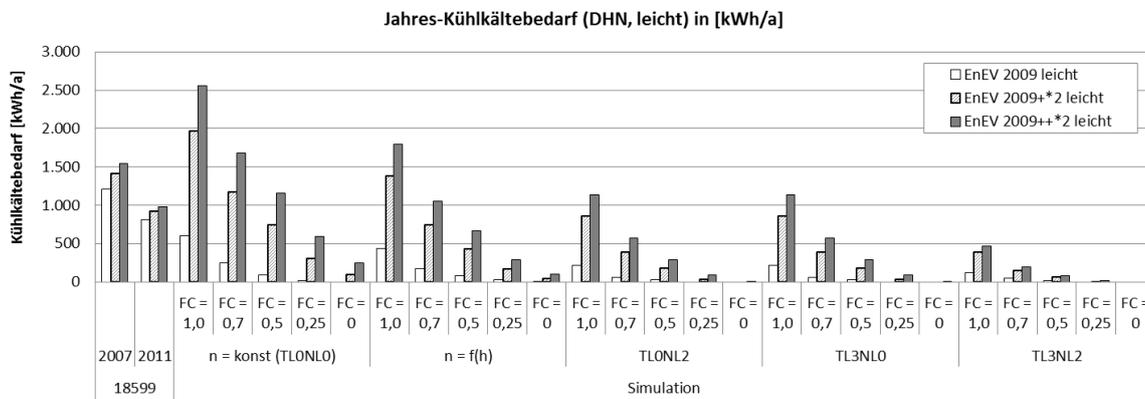
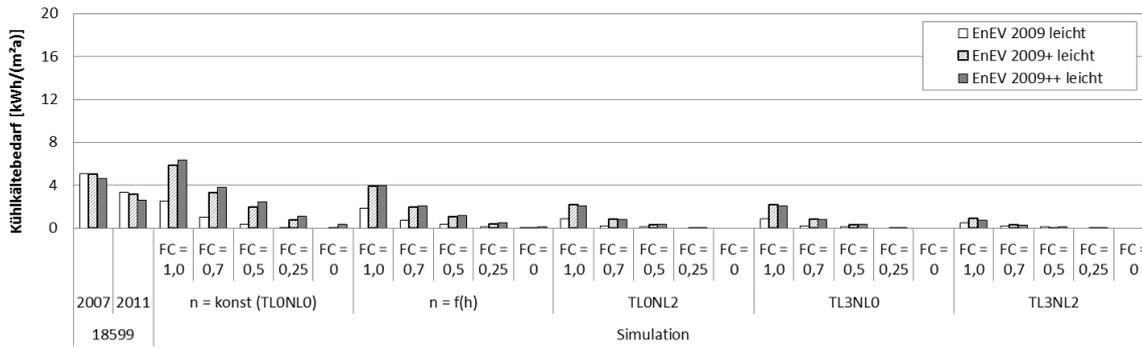


Bild C-6: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Doppelhaus Nord aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (DHN, leicht) in [kWh/(m²a)]



Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (DHN, schwer) in [kWh/(m²a)]

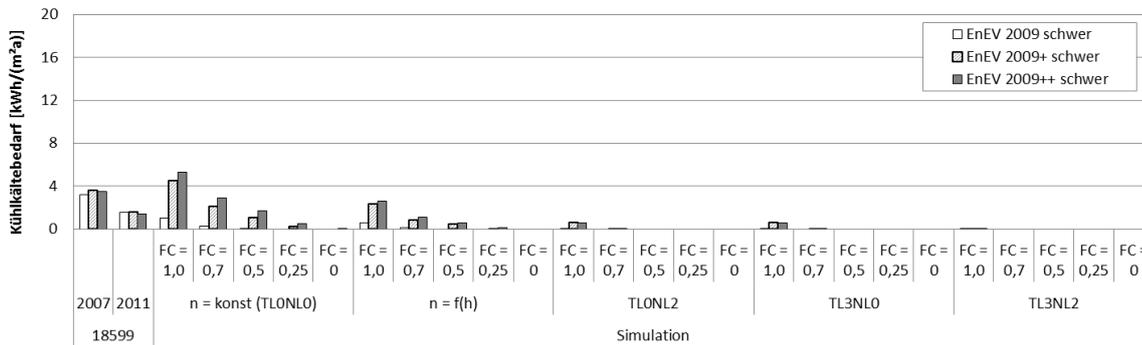
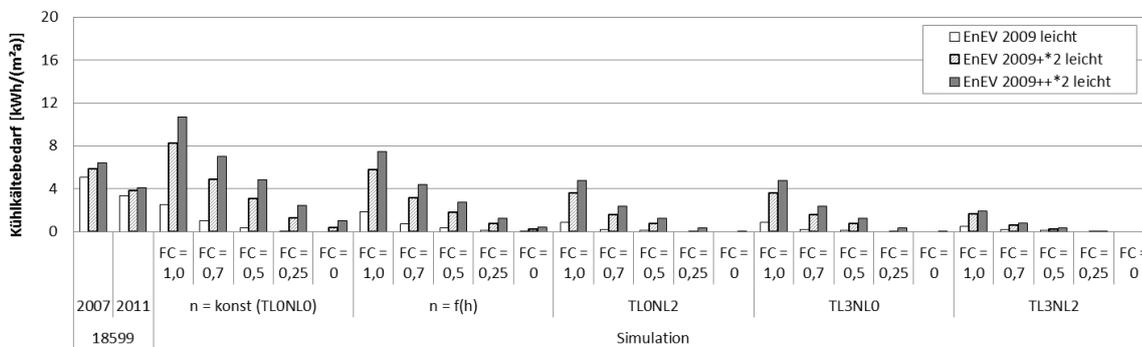


Bild C-7: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Doppelhaus Nord aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (DHN, leicht) in [kWh/(m²a)]



Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (DHN, schwer) in [kWh/(m²a)]

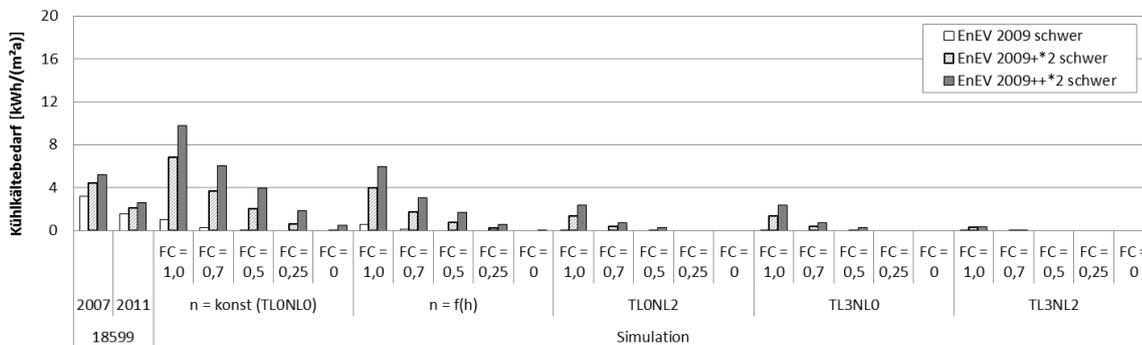


Bild C-8: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Doppelhaus Nord aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

C 3 Doppelhaushälfte Süd

C 3.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599

Tabelle C-19: Bilanzierung der Kühllkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Doppelhaus Süd aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas*1			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]						
DHS	EnEV 2009	18599 (2007)	1.575	100%	1.021	100%	1.575	100%	1.021	100%
		V1 (Klima)	1.598	101%	1.078	106%	1.598	101%	1.078	106%
		V2 (n saisonal)	1.149	73%	565	55%	1.149	73%	565	55%
		V3 (τ F _X)	1.561	99%	1.016	100%	1.561	99%	1.016	100%
		V4 (q _i)	1.565	99%	1.013	99%	1.565	99%	1.013	99%
		18599 (2011)	1.135	72%	586	57%	1.135	72%	586	57%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	1.540	100%	1.120	100%	1.810	100%	1.367	100%
		V1 (Klima)	1.571	102%	1.171	105%	1.836	101%	1.429	105%
		V2 (n saisonal)	1.049	68%	574	51%	1.265	70%	749	55%
		V3 (τ F _X)	1.528	99%	1.103	98%	1.798	99%	1.362	100%
		V4 (q _i)	1.530	99%	1.111	99%	1.799	99%	1.357	99%
		18599 (2011)	1.042	68%	598	53%	1.252	69%	781	57%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	1.409	100%	1.061	100%	1.980	100%	1.600	100%
		V1 (Klima)	1.449	103%	1.130	107%	2.006	101%	1.667	104%
		V2 (n saisonal)	895	64%	507	48%	1.344	68%	903	56%
		V3 (τ F _X)	1.402	99%	1.059	100%	1.972	100%	1.597	100%
		V4 (q _i)	1.399	99%	1.052	99%	1.968	99%	1.589	99%
		18599 (2011)	899	64%	520	49%	1.336	68%	928	58%

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-20: Jahres-Kühllkältebedarfswerte für das Doppelhaus Süd aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: DHS		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: DHS		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.598	1.135	-463	-29,0	EnEV 2009	leicht	1.598	1.135	-463	-29,0
	schwer	1.078	586	-492	-45,6		schwer	1.078	586	-492	-45,6
EnEV 2009+	leicht	1.571	1.042	-529	-33,7	EnEV 2009+*2	leicht	1.836	1.252	-583	-31,8
	schwer	1.171	598	-573	-48,9		schwer	1.429	781	-648	-45,3
EnEV 2009++	leicht	1.449	899	-550	-38,0	EnEV 2009++*2	leicht	2.006	1.336	-670	-33,4
	schwer	1.130	520	-611	-54,0		schwer	1.667	928	-739	-44,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

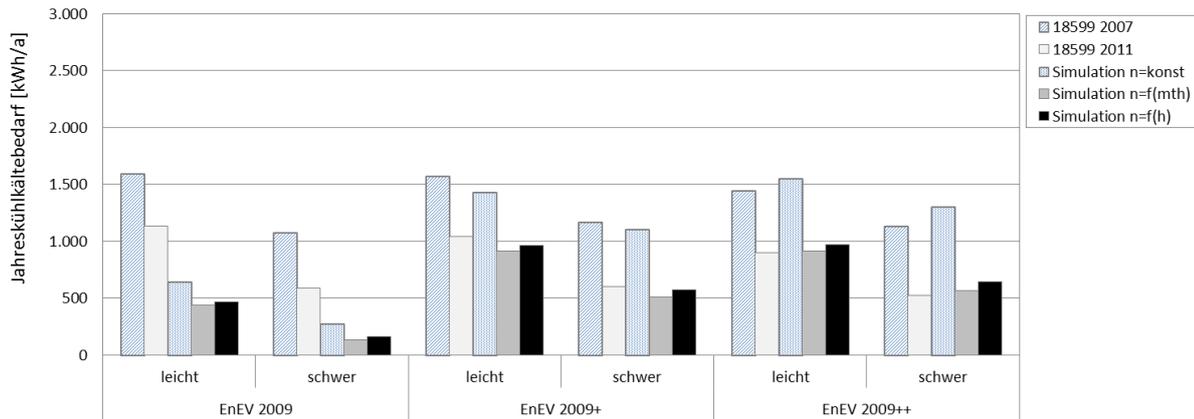
C 3.2 Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz

Tabelle C-21: Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für den Bungalow aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas und als Weißglas.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]						Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]					
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation				
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)		
EnEV 2009	leicht	1.598	1.135	643	440	465	6,7	4,7	2,7	1,8	1,9		
	schwer	1.078	586	273	132	162	4,5	2,4	1,1	0,6	0,7		
EnEV 2009+	leicht	1.571	1.042	1.432	911	959	6,5	4,3	6,0	3,8	4,0		
	schwer	1.171	598	1.107	511	575	4,9	2,5	4,6	2,1	2,4		
EnEV 2009++	leicht	1.449	899	1.552	916	973	6,0	3,7	6,5	3,8	4,1		
	schwer	1.130	520	1.301	563	643	4,7	2,2	5,4	2,3	2,7		

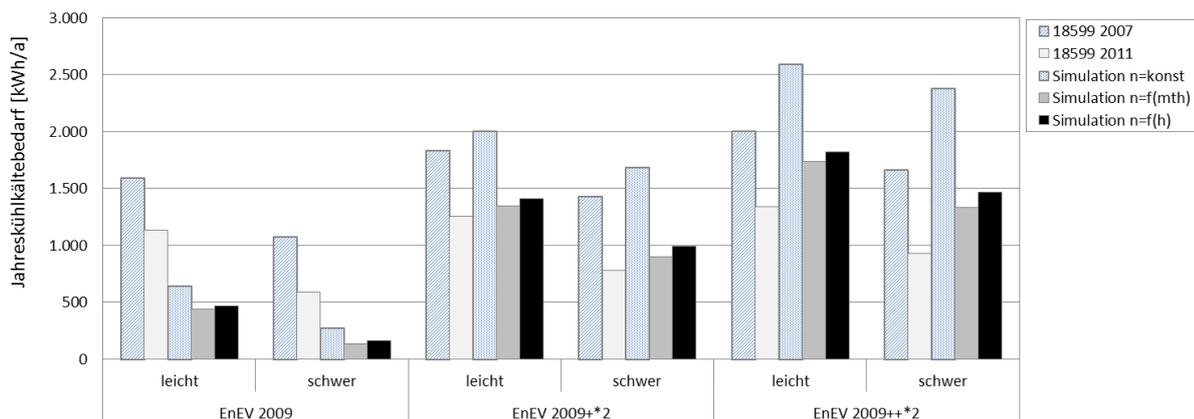
Jahres-Kühlkältebedarf (DHS, absolut) in [kWh/a]



Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]						Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]					
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation				
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)		
EnEV 2009	leicht	1.598	1.135	643	440	465	6,7	4,7	2,7	1,8	1,9		
	schwer	1.078	586	273	132	162	4,5	2,4	1,1	0,6	0,7		
EnEV 2009+*2	leicht	1.836	1.252	2.009	1.349	1.409	7,6	5,2	8,4	5,6	5,9		
	schwer	1.429	781	1.684	899	990	6,0	3,3	7,0	3,7	4,1		
EnEV 2009++*2	leicht	2.006	1.336	2.597	1.737	1.824	8,4	5,6	10,8	7,2	7,6		
	schwer	1.667	928	2.381	1.334	1.468	6,9	3,9	9,9	5,6	6,1		

Jahres-Kühlkältebedarf (DHS, absolut) in [kWh/a]



Bedarfserhöhung durch Ausführung Fensterglas als Weißglas bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude:	DHS	Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Kühlkältebedarf (Bezug: Normalglas)									
		absolut [kWh/a]						prozentual [%]			
		DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009+*2	leicht	+265	+211	+576	+438	+449	+16,8	+40,2	+40,2	+48,1	+46,8
	schwer	+258	+183	+577	+387	+415	+22,0	+30,6	+52,2	+75,8	+72,1
EnEV 2009++*2	leicht	+557	+438	+1.045	+821	+851	+38,5	+48,7	+67,3	+89,6	+87,5
	schwer	+537	+408	+1.080	+771	+824	+47,5	+78,5	+83,0	+137,1	+128,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-22: Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.598			1.135		
	schwer	1.078	-520	-32,5	586	-549	-48,3
EnEV 2009+	leicht	1.571			1.042		
	schwer	1.171	-400	-25,5	598	-443	-42,6
EnEV 2009++	leicht	1.449			899		
	schwer	1.130	-318	-22,0	520	-379	-42,2

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	643			440			465		
	schwer	273	-369	-57,4	132	-308	-69,9	162	-303	-65,2
EnEV 2009+	leicht	1.432			911			959		
	schwer	1.107	-325	-22,7	511	-400	-43,9	575	-384	-40,1
EnEV 2009++	leicht	1.552			916			973		
	schwer	1.301	-251	-16,2	563	-353	-38,6	643	-330	-33,9

Tabelle C-23: Einfluss der Bauart auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für den Bungalow aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.598			1.135		
	schwer	1.078	-520	-32,5	586	-549	-48,3
EnEV 2009+*2	leicht	1.836			1.252		
	schwer	1.429	-407	-22,1	781	-471	-37,6
EnEV 2009++*2	leicht	2.006			1.336		
	schwer	1.667	-339	-16,9	928	-408	-30,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	643			440			465		
	schwer	273	-369	-57,4	132	-308	-69,9	162	-303	-65,2
EnEV 2009+*2	leicht	2.009			1.349			1.409		
	schwer	1.684	-324	-16,1	899	-451	-33,4	990	-419	-29,7
EnEV 2009++*2	leicht	2.597			1.737			1.824		
	schwer	2.381	-217	-8,3	1.334	-403	-23,2	1.468	-357	-19,6

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-24: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	1.598			1.135		
	EnEV 2009+	1.571	-27	-1,7	1.042	-94	-8,2
	EnEV 2009++	1.449	-150	-9,4	899	-237	-20,8
schwer	EnEV 2009	1.078			586		
	EnEV 2009+	1.171	+93	+8,6	598	+12	+2,0
	EnEV 2009++	1.130	+52	+4,9	520	-67	-11,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	643			440			465		
	EnEV 2009+	1.432	+790	+122,9	911	+471	+107,1	959	+494	+106,4
	EnEV 2009++	1.552	+910	+141,5	916	+476	+108,2	973	+508	+109,3
schwer	EnEV 2009	273			132			162		
	EnEV 2009+	1.107	+834	+304,8	511	+379	+286,4	575	+413	+255,6
	EnEV 2009++	1.301	+1.027	+375,8	563	+430	+325,3	643	+481	+297,6

Tabelle C-25: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Einfamilienhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	1.598			1.135		
	EnEV 2009+*2	1.836	+237	+14,9	1.252	+117	+10,3
	EnEV 2009++*2	2.006	+408	+25,5	1.336	+201	+17,7
schwer	EnEV 2009	1.078			586		
	EnEV 2009+*2	1.429	+351	+32,6	781	+195	+33,3
	EnEV 2009++*2	1.667	+589	+54,6	928	+342	+58,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: DHS		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]		Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a]	[%]
leicht	EnEV 2009	643			440			465		
	EnEV 2009+*2	2.009	+1.366	+212,6	1.349	+909	+206,7	1.409	+944	+203,0
	EnEV 2009++*2	2.597	+1.955	+304,2	1.737	+1.297	+294,8	1.824	+1.359	+292,4
schwer	EnEV 2009	273			132			162		
	EnEV 2009+*2	1.684	+1.411	+516,0	899	+766	+579,3	990	+828	+511,9
	EnEV 2009++*2	2.381	+2.107	+770,6	1.334	+1.201	+908,2	1.468	+1.306	+807,3

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

C 3.3 Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftungsrandbedingungen

Tabelle C-26: Jahreskühlkältebedarf für das Doppelhaus Süd aus [8] nach Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599, absolut [kWh/a]				
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas			Niveau	Fensterglas als Weißglas*2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++
DIN V 18599 (2007*1)						
leicht	EnEV 2009	1.598				
	EnEV 2009+	1.571			EnEV 2009+*2	1.836
	EnEV 2009++	1.449			EnEV 2009++*2	2.006
schwer	EnEV 2009	1.078				
	EnEV 2009+	1.171			EnEV 2009+*2	1.429
	EnEV 2009++	1.130			EnEV 2009++*2	1.667
DIN V 18599 (2011)						
leicht	EnEV 2009	1.135				
	EnEV 2009+	1.042			EnEV 2009+*2	1.252
	EnEV 2009++	899			EnEV 2009++*2	1.336
schwer	EnEV 2009	586				
	EnEV 2009+	598			EnEV 2009+*2	781
	EnEV 2009++	520			EnEV 2009++*2	928

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-27: Jahreskühlkältebedarf für das Doppelhaus Süd aus [8] nach Simulationsrechnungen. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas (links) und Weißglas (rechts)

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation, absolut [kWh/a]												
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas*2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++						
		F _c -Wert						F _c -Wert						
		1,00	0,70	0,50	0,25	0,00		1,00	0,70	0,50	0,25	0,00		
Simulation n = konst (TLONL0)														
leicht	EnEV 2009	643	265	103	21	0								
	EnEV 2009+	1.432	813	485	180	37	EnEV 2009+*2	2.009	1.207	766	324	99		
	EnEV 2009++	1.552	943	607	270	88	EnEV 2009++*2	2.597	1.720	1.190	619	256		
schwer	EnEV 2009	273	76	2	0	0								
	EnEV 2009+	1.107	535	259	63	0	EnEV 2009+*2	1.684	912	508	157	7		
	EnEV 2009++	1.301	721	424	138	4	EnEV 2009++*2	2.381	1.489	978	459	127		
Simulation n = f(h)														
leicht	EnEV 2009	465	184	89	35	1								
	EnEV 2009+	959	490	267	98	24	EnEV 2009+*2	1.409	773	448	178	46		
	EnEV 2009++	973	524	301	123	37	EnEV 2009++*2	1.824	1.078	683	303	109		
schwer	EnEV 2009	162	41	1	0	0								
	EnEV 2009+	575	216	109	6	0	EnEV 2009+*2	990	433	194	57	0		
	EnEV 2009++	643	272	138	28	0	EnEV 2009++*2	1.468	764	419	139	12		
Simulation TLONL2														
leicht	EnEV 2009	238	64	28	0	0								
	EnEV 2009+	535	206	82	9	0	EnEV 2009+*2	884	399	183	37	0		
	EnEV 2009++	512	209	89	13	0	EnEV 2009++*2	1.171	589	306	95	3		
schwer	EnEV 2009	16	0	0	0	0								
	EnEV 2009+	149	23	0	0	0	EnEV 2009+*2	353	99	12	0	0		
	EnEV 2009++	146	23	0	0	0	EnEV 2009++*2	587	194	67	0	0		
Simulation TL3NLO														
leicht	EnEV 2009	256	98	49	10	0								
	EnEV 2009+	432	195	93	29	0	EnEV 2009+*2	663	319	166	51	2		
	EnEV 2009++	384	178	88	28	0	EnEV 2009++*2	779	401	221	78	8		
schwer	EnEV 2009	51	3	0	0	0								
	EnEV 2009+	107	32	1	0	0	EnEV 2009+*2	214	67	19	0	0		
	EnEV 2009++	86	23	0	0	0	EnEV 2009++*2	288	91	33	0	0		
Simulation TL3NL2														
leicht	EnEV 2009	128	50	24	0	0								
	EnEV 2009+	228	76	36	4	0	EnEV 2009+*2	402	151	60	13	0		
	EnEV 2009++	190	63	30	2	0	EnEV 2009++*2	483	202	86	17	0		
schwer	EnEV 2009	3	0	0	0	0								
	EnEV 2009+	36	0	0	0	0	EnEV 2009+*2	73	12	0	0	0		
	EnEV 2009++	21	0	0	0	0	EnEV 2009++*2	90	19	0	0	0		

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

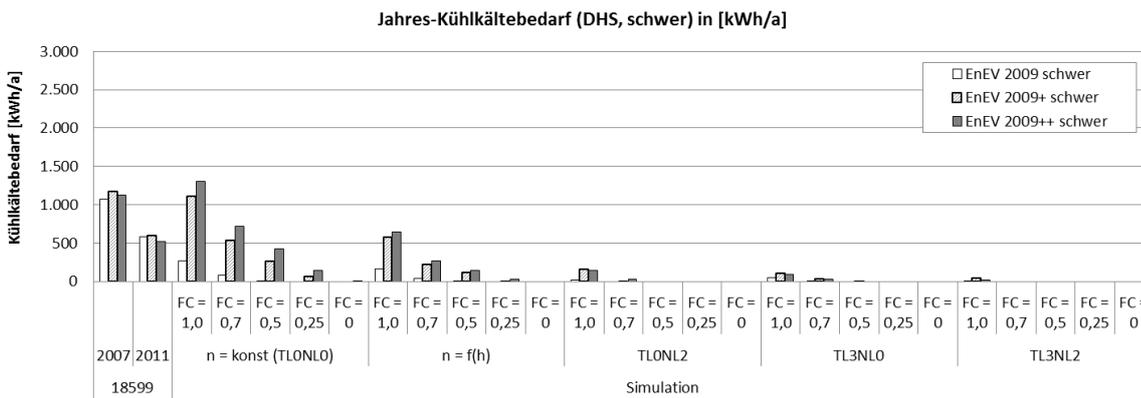
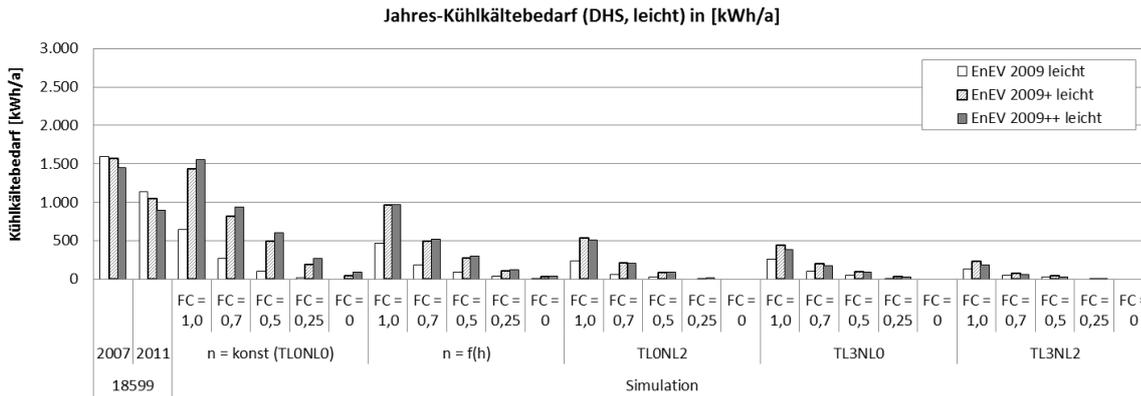


Bild C-9: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Doppelhaus Süd aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

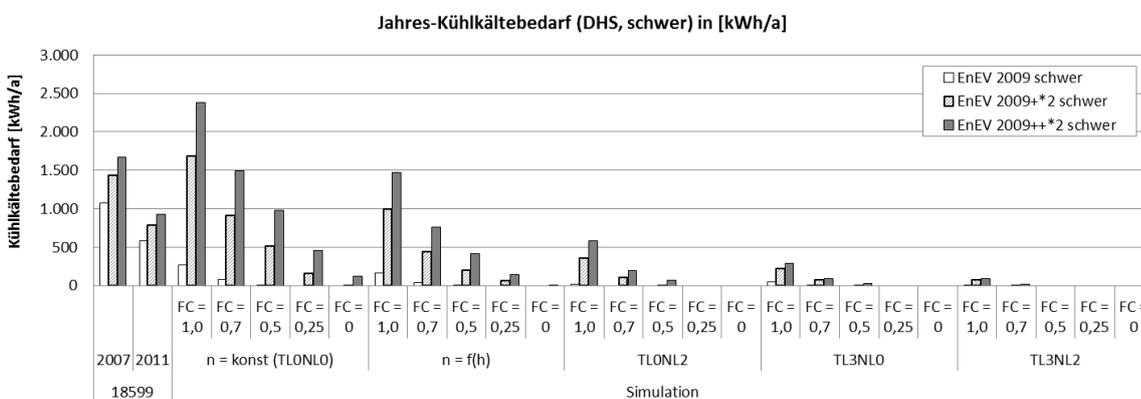
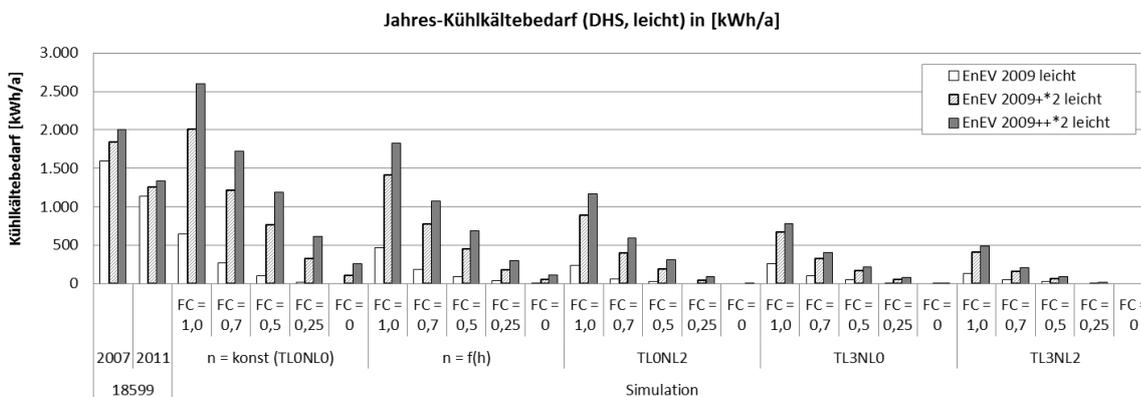


Bild C-10: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Doppelhaus Süd aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

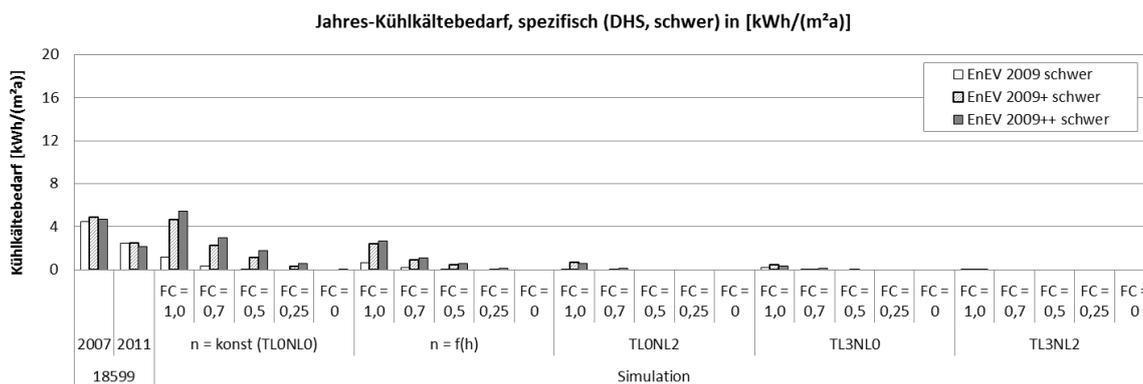
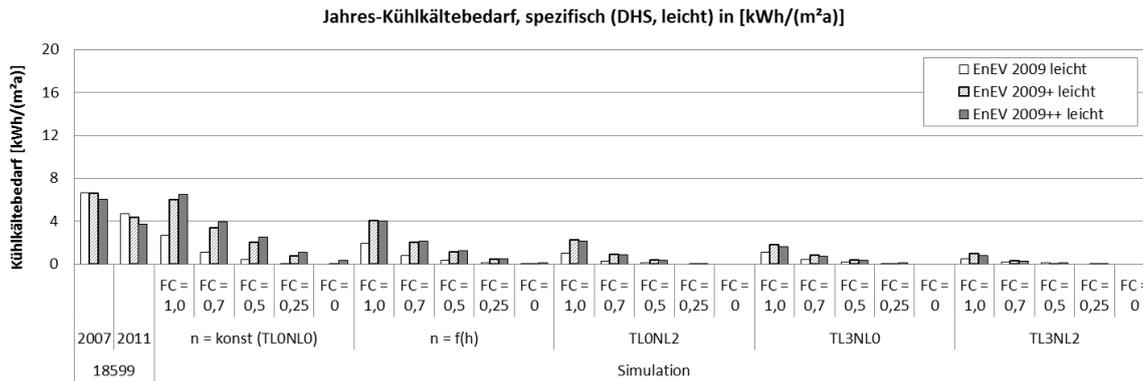


Bild C-11: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Doppelhaus Süd aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

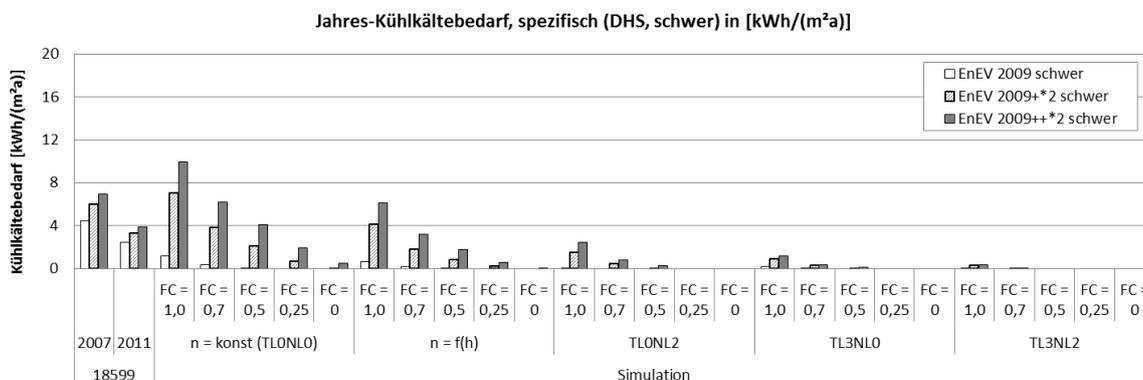
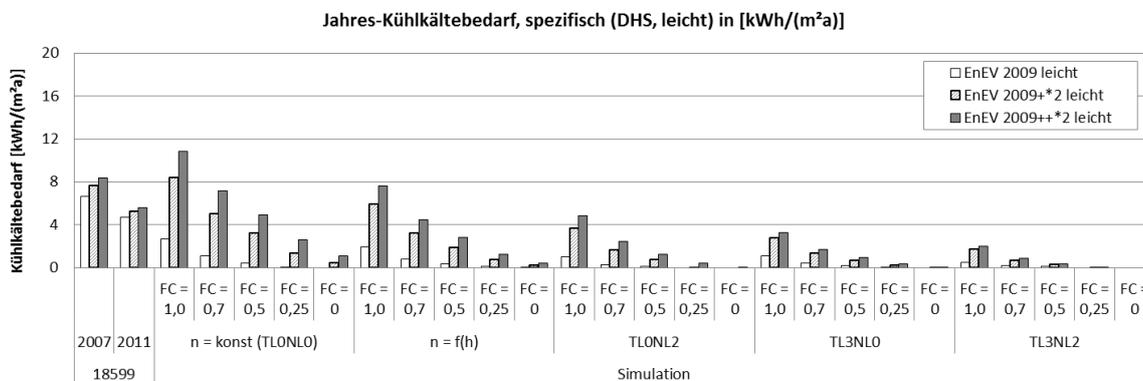


Bild C-12: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Doppelhaus Süd aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

C 4 Reihemittelhaus

C 4.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599

Tabelle C-28: Bilanzierung der Kühlkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das Reihemittelhaus aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas ^{*1}			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]
RMH	EnEV 2009	18599 (2007)	1.513	100%	1.130	100%	1.513	100%	1.130	100%
		V1 (Klima)	1.453	96%	1.116	99%	1.453	96%	1.116	99%
		V2 (n saisonal)	1.091	72%	653	58%	1.091	72%	653	58%
		V3 (τ F _x)	1.499	99%	1.126	100%	1.499	99%	1.126	100%
		V4 (q _i)	1.505	99%	1.123	99%	1.505	99%	1.123	99%
		18599 (2011)	1.011	67%	627	55%	1.011	67%	627	55%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	1.449	100%	1.156	100%	1.696	100%	1.386	100%
		V1 (Klima)	1.399	97%	1.138	99%	1.627	96%	1.355	98%
		V2 (n saisonal)	987	68%	632	55%	1.188	70%	825	60%
		V3 (τ F _x)	1.437	99%	1.143	99%	1.683	99%	1.382	100%
		V4 (q _i)	1.440	99%	1.148	99%	1.686	99%	1.377	99%
		18599 (2011)	919	63%	609	53%	1.104	65%	782	56%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	1.308	100%	1.060	100%	1.818	100%	1.546	100%
		V1 (Klima)	1.272	97%	1.061	100%	1.744	96%	1.521	98%
		V2 (n saisonal)	838	64%	546	52%	1.249	69%	931	60%
		V3 (τ F _x)	1.301	99%	1.059	100%	1.810	100%	1.544	100%
		V4 (q _i)	1.299	99%	1.052	99%	1.808	99%	1.537	99%
		18599 (2011)	788	60%	527	50%	1.166	64%	888	57%

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-29: Jahres-Kühlkältebedarfswerte für das Reihemittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:					Ausführung Fensterglas als Weißglas:						
Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599			Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599				
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.453	1.011	-441	-30,4	EnEV 2009	leicht	1.453	1.011	-441	-30,4
	schwer	1.116	627	-489	-43,8		schwer	1.116	627	-489	-43,8
EnEV 2009+	leicht	1.399	919	-480	-34,3	EnEV 2009+*2	leicht	1.627	1.104	-524	-32,2
	schwer	1.138	609	-530	-46,5		schwer	1.355	782	-573	-42,3
EnEV 2009++	leicht	1.272	788	-484	-38,0	EnEV 2009++*2	leicht	1.744	1.166	-578	-33,1
	schwer	1.061	527	-534	-50,3		schwer	1.521	888	-632	-41,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

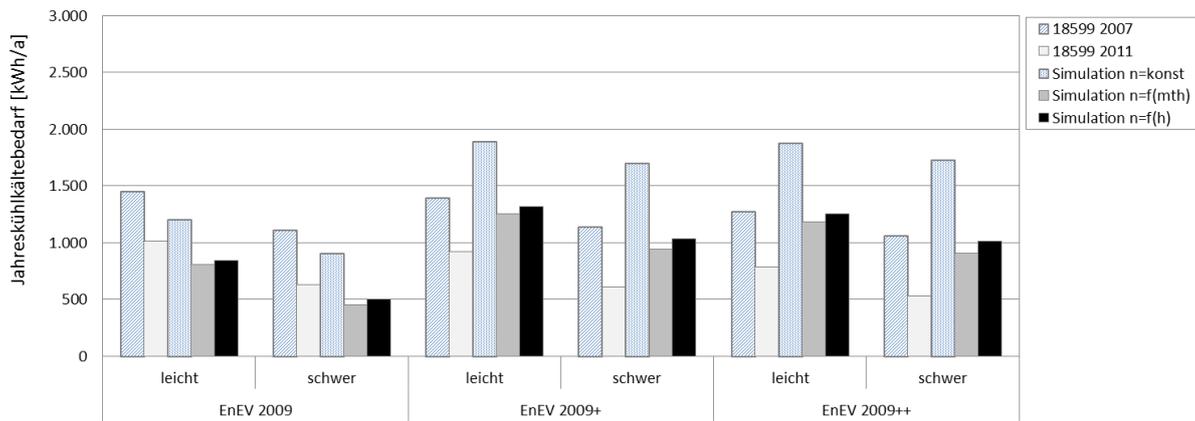
C 4.2 Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz

Tabelle C-30: Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für das Reihenmittelhaus aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas und als Weißglas.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]						Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]					
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation				
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)		
EnEV 2009	leicht	1.453	1.011	1.202	807	844	7,5	5,2	6,2	4,2	4,4		
	schwer	1.116	627	907	451	502	5,8	3,2	4,7	2,3	2,6		
EnEV 2009+	leicht	1.399	919	1.895	1.257	1.320	7,3	4,8	9,8	6,5	6,8		
	schwer	1.138	609	1.698	941	1.036	5,9	3,2	8,8	4,9	5,4		
EnEV 2009++	leicht	1.272	788	1.880	1.180	1.250	6,6	4,1	9,7	6,1	6,5		
	schwer	1.061	527	1.731	908	1.013	5,5	2,7	9,0	4,7	5,2		

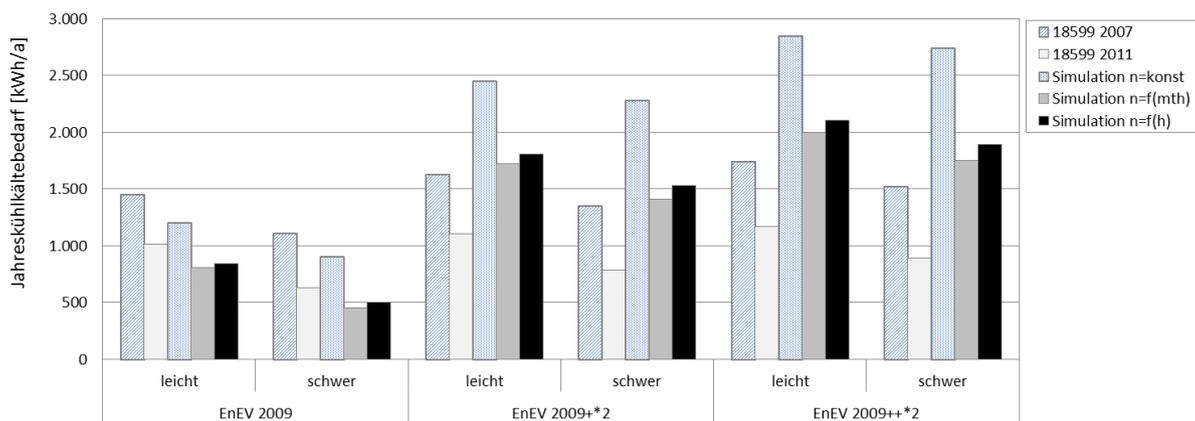
Jahres-Kühlkältebedarf (RMH, absolut) in [kWh/a]



Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]						Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]					
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation				
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)		
EnEV 2009	leicht	1.453	1.011	1.202	807	844	7,5	5,2	6,2	4,2	4,4		
	schwer	1.116	627	907	451	502	5,8	3,2	4,7	2,3	2,6		
EnEV 2009+*2	leicht	1.627	1.104	2.455	1.724	1.805	8,4	5,7	12,7	8,9	9,4		
	schwer	1.355	782	2.285	1.407	1.527	7,0	4,1	11,8	7,3	7,9		
EnEV 2009++*2	leicht	1.744	1.166	2.849	2.002	2.106	9,0	6,0	14,8	10,4	10,9		
	schwer	1.521	888	2.742	1.750	1.895	7,9	4,6	14,2	9,1	9,8		

Jahres-Kühlkältebedarf (RMH, absolut) in [kWh/a]



Bedarfserrhöhung durch Ausführung Fensterglas als Weißglas bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: RMH		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Kühlkältebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]						prozentual [%]			
		DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009+*2	leicht	+228	+184	+560	+467	+485	+16,3	+20,1	+29,6	+37,2	+36,7
	schwer	+216	+173	+586	+467	+491	+19,0	+28,5	+34,5	+49,6	+47,3
EnEV 2009++*2	leicht	+472	+378	+969	+822	+855	+37,1	+47,9	+51,6	+69,6	+68,4
	schwer	+459	+361	+1.011	+841	+882	+43,3	+68,5	+58,4	+92,6	+87,0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-31: Einfluss der Bauart auf den Kühllkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Reihenmittelhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	(2007*1)		absolut [kWh/a]	(2011)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.453			1.011		
	schwer	1.116	-337	-23,2	627	-385	-38,0
EnEV 2009+	leicht	1.399			919		
	schwer	1.138	-261	-18,6	609	-311	-33,8
EnEV 2009++	leicht	1.272			788		
	schwer	1.061	-211	-16,6	527	-261	-33,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühllkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.202			807			844		
	schwer	907	-295	-24,6	451	-355	-44,1	502	-342	-40,6
EnEV 2009+	leicht	1.895			1.257			1.320		
	schwer	1.698	-197	-10,4	941	-316	-25,2	1.036	-284	-21,5
EnEV 2009++	leicht	1.880			1.180			1.250		
	schwer	1.731	-149	-7,9	908	-272	-23,0	1.013	-237	-19,0

Tabelle C-32: Einfluss der Bauart auf den Kühllkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Reihenmittelhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	(2007*1)		absolut [kWh/a]	(2011)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.453			1.011		
	schwer	1.116	-337	-23,2	627	-385	-38,0
EnEV 2009+*2	leicht	1.627			1.104		
	schwer	1.355	-272	-16,7	782	-322	-29,2
EnEV 2009++*2	leicht	1.744			1.166		
	schwer	1.521	-223	-12,8	888	-278	-23,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühllkältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]		Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	1.202			807			844		
	schwer	907	-295	-24,6	451	-355	-44,1	502	-342	-40,6
EnEV 2009+*2	leicht	2.455			1.724			1.805		
	schwer	2.285	-171	-6,9	1.407	-317	-18,4	1.527	-278	-15,4
EnEV 2009++*2	leicht	2.849			2.002			2.106		
	schwer	2.742	-107	-3,8	1.750	-252	-12,6	1.895	-211	-10,0

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-33: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Reihenmittelhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	1.453			1.011		
	EnEV 2009+	1.399	-53	-3,7	919	-92	-9,1
	EnEV 2009++	1.272	-180	-12,4	788	-223	-22,0
schwer	EnEV 2009	1.116			627		
	EnEV 2009+	1.138	+23	+2,1	609	-18	-2,9
	EnEV 2009++	1.061	-54	-4,9	527	-100	-15,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	1.202			807			844		
	EnEV 2009+	1.895	+693	+57,7	1.257	+450	+55,8	1.320	+476	+56,4
	EnEV 2009++	1.880	+678	+56,4	1.180	+373	+46,3	1.250	+406	+48,2
schwer	EnEV 2009	907			451			502		
	EnEV 2009+	1.698	+792	+87,3	941	+489	+108,4	1.036	+535	+106,6
	EnEV 2009++	1.731	+825	+91,0	908	+457	+101,3	1.013	+512	+102,0

Tabelle C-34: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das Reihenmittelhaus aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	1.453			1.011		
	EnEV 2009+*2	1.627	+175	+12,0	1.104	+93	+9,2
	EnEV 2009++*2	1.744	+291	+20,1	1.166	+155	+15,3
schwer	EnEV 2009	1.116			627		
	EnEV 2009+*2	1.355	+239	+21,5	782	+155	+24,8
	EnEV 2009++*2	1.521	+405	+36,3	888	+261	+41,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: RMH		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]			Differenz Niveau (Bezug: EnEV 2009) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	1.202			807			844		
	EnEV 2009+*2	2.455	+1.254	+104,3	1.724	+917	+113,7	1.805	+961	+113,8
	EnEV 2009++*2	2.849	+1.647	+137,1	2.002	+1.195	+148,1	2.106	+1.262	+149,5
schwer	EnEV 2009	907			451			502		
	EnEV 2009+*2	2.285	+1.378	+152,0	1.407	+956	+211,8	1.527	+1.025	+204,4
	EnEV 2009++*2	2.742	+1.835	+202,5	1.750	+1.299	+287,7	1.895	+1.393	+277,8

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

C 4.3 Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftungsrandbedingungen

Tabelle C-35: Jahreskühlkältebedarf für das Reihenmittelhaus aus [8] nach Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599, absolut [kWh/a]			
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas		Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++
DIN V 18599 (2007*1)					
leicht	EnEV 2009	1.453			
	EnEV 2009+	1.399		EnEV 2009+*2	1.627
	EnEV 2009++	1.272		EnEV 2009++*2	1.744
schwer	EnEV 2009	1.116			
	EnEV 2009+	1.138		EnEV 2009+*2	1.355
	EnEV 2009++	1.061		EnEV 2009++*2	1.521
DIN V 18599 (2011)					
leicht	EnEV 2009	1.011			
	EnEV 2009+	919		EnEV 2009+*2	1.104
	EnEV 2009++	788		EnEV 2009++*2	1.166
schwer	EnEV 2009	627			
	EnEV 2009+	609		EnEV 2009+*2	782
	EnEV 2009++	527		EnEV 2009++*2	888

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-36: Jahreskühlkältebedarf für das Reihenmittelhaus aus [8] nach Simulationsrechnungen. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas (links) und Weißglas (rechts)

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation, absolut [kWh/a]										
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++				
		1,00	0,70	F _c -Wert	0,25	0,00		1,00	0,70	F _c -Wert	0,25	0,00
Simulation n = konst (TL0NL0)												
leicht	EnEV 2009	1.202	653	364	110	13						
	EnEV 2009+	1.895	1.198	790	361	116	EnEV 2009+*2	2.455	1.620	1.106	549	195
	EnEV 2009++	1.880	1.234	845	424	162	EnEV 2009++*2	2.849	1.985	1.438	799	329
schwer	EnEV 2009	907	391	157	21	0						
	EnEV 2009+	1.698	1.000	599	218	26	EnEV 2009+*2	2.285	1.424	919	392	79
	EnEV 2009++	1.731	1.079	694	303	62	EnEV 2009++*2	2.742	1.849	1.296	658	234
Simulation n = f(h)												
leicht	EnEV 2009	844	423	220	69	18						
	EnEV 2009+	1.320	755	456	183	52	EnEV 2009+*2	1.805	1.074	676	284	92
	EnEV 2009++	1.250	733	456	195	62	EnEV 2009++*2	2.106	1.320	867	408	152
schwer	EnEV 2009	502	179	81	0	0						
	EnEV 2009+	1.036	496	240	74	0	EnEV 2009+*2	1.527	809	434	132	11
	EnEV 2009++	1.013	510	266	87	0	EnEV 2009++*2	1.895	1.099	655	245	52
Simulation TL0NL2												
leicht	EnEV 2009	482	178	67	9	0						
	EnEV 2009+	779	368	172	38	0	EnEV 2009+*2	1.165	594	310	90	0
	EnEV 2009++	691	326	156	36	0	EnEV 2009++*2	1.368	735	411	145	10
schwer	EnEV 2009	148	22	0	0	0						
	EnEV 2009+	389	110	28	0	0	EnEV 2009+*2	705	253	91	0	0
	EnEV 2009++	337	99	21	0	0	EnEV 2009++*2	913	384	152	9	0
Simulation TL3NL0												
leicht	EnEV 2009	405	171	82	28	0						
	EnEV 2009+	562	275	141	48	4	EnEV 2009+*2	801	415	226	79	12
	EnEV 2009++	474	232	121	43	4	EnEV 2009++*2	872	467	266	100	20
schwer	EnEV 2009	111	30	1	0	0						
	EnEV 2009+	205	64	19	0	0	EnEV 2009+*2	381	121	47	0	0
	EnEV 2009++	157	48	10	0	0	EnEV 2009++*2	451	149	60	2	0
Simulation TL3NL2												
leicht	EnEV 2009	220	72	37	5	0						
	EnEV 2009+	323	115	49	11	0	EnEV 2009+*2	515	214	87	22	0
	EnEV 2009++	250	87	40	7	0	EnEV 2009++*2	560	247	109	25	0
schwer	EnEV 2009	37	0	0	0	0						
	EnEV 2009+	65	8	0	0	0	EnEV 2009+*2	140	33	0	0	0
	EnEV 2009++	42	0	0	0	0	EnEV 2009++*2	162	39	1	0	0

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

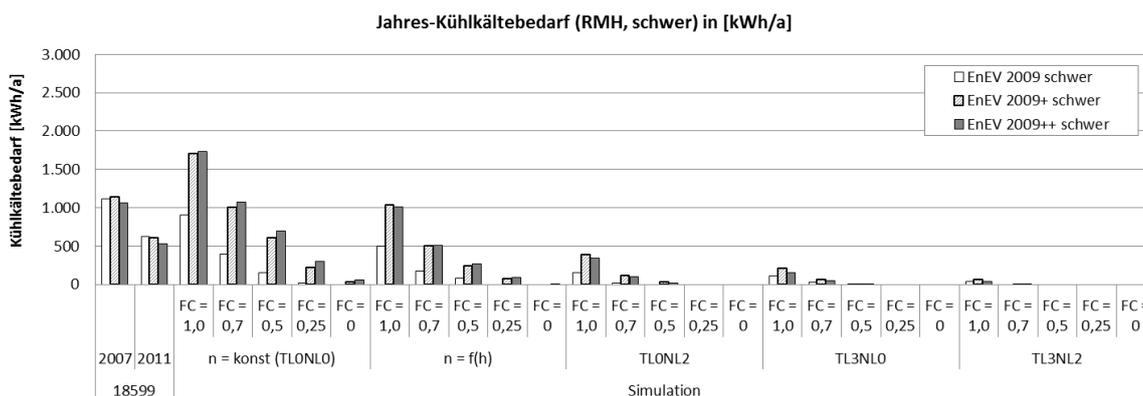
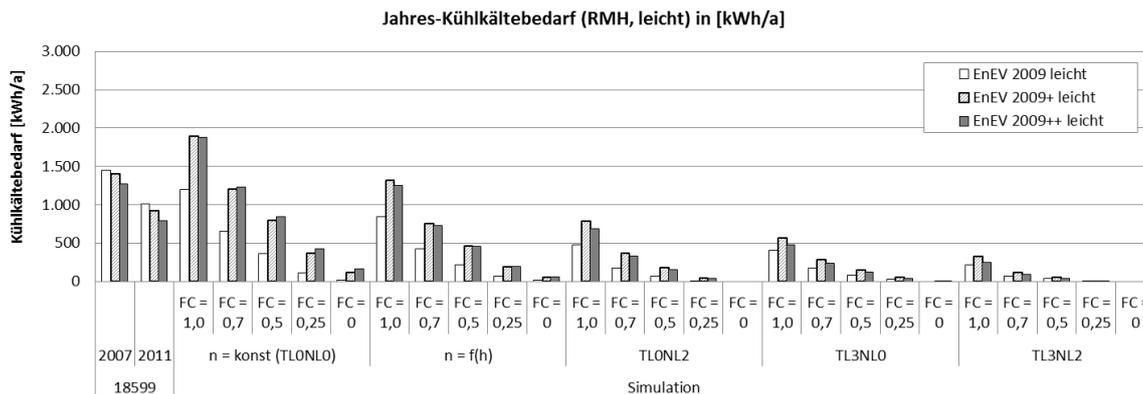


Bild C-13: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

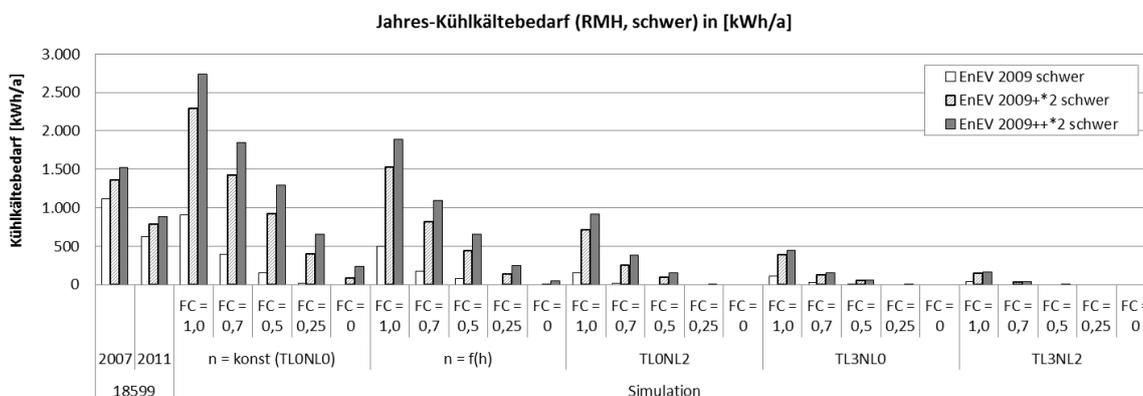
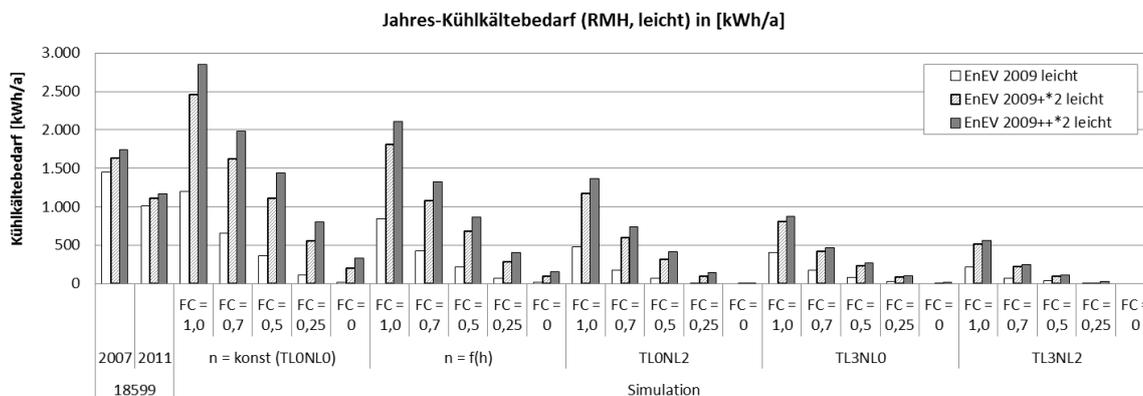
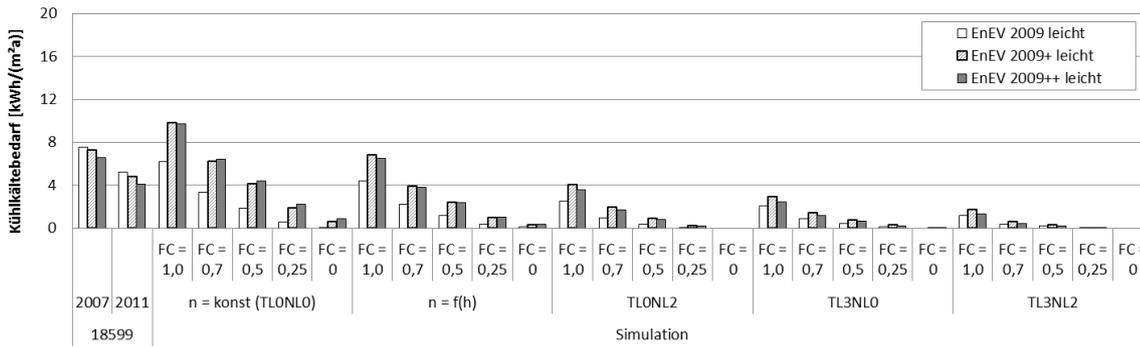


Bild C-14: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (RMH, leicht) in [kWh/(m²a)]



Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (RMH, schwer) in [kWh/(m²a)]

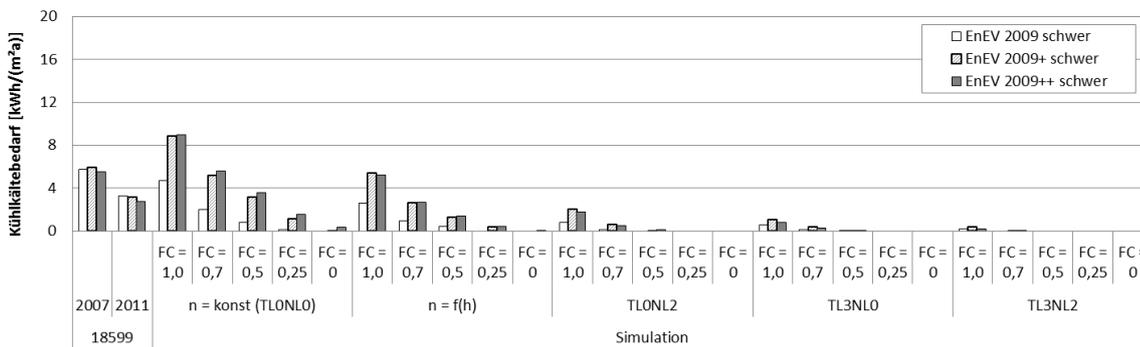
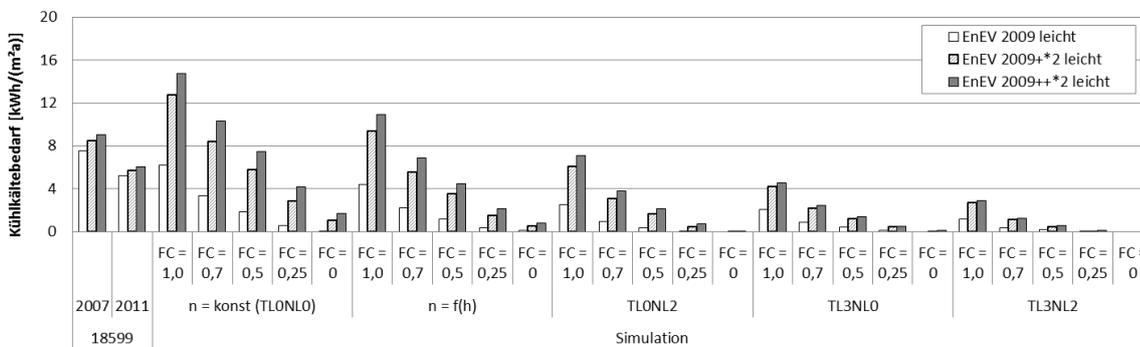


Bild C-15: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (RMH, leicht) in [kWh/(m²a)]



Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (RMH, schwer) in [kWh/(m²a)]

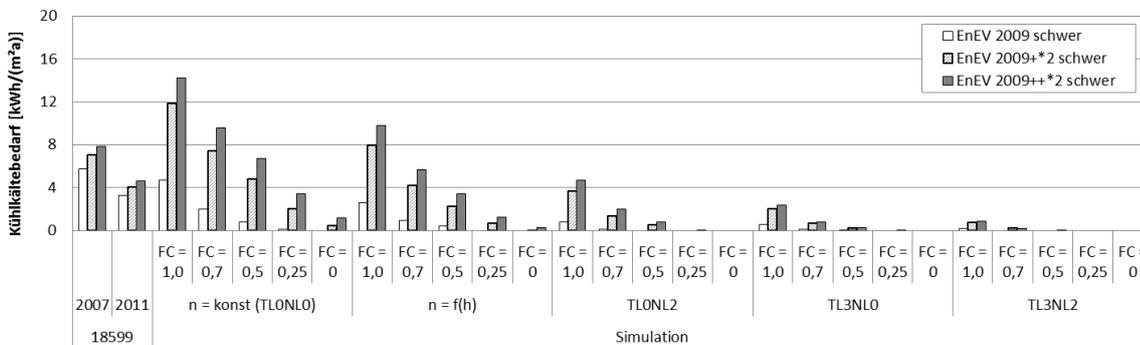


Bild C-16: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das Reihenmittelhaus aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

C 5 Mehrfamilienhaus klein

C 5.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599

Tabelle C-37: Bilanzierung der Kühllältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das kleine MFH aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas*1			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]
MFk	EnEV 2009	18599 (2007)	10.303	100%	8.791	100%	10.303	100%	8.791	100%
		V1 (Klima)	9.858	96%	8.500	97%	9.858	96%	8.500	97%
		V2 (n saisonal)	8.663	84%	6.898	78%	8.663	84%	6.898	78%
		V3 (τ F _x)	10.303	100%	8.791	100%	10.303	100%	8.791	100%
		V4 (q _i)	10.245	99%	8.734	99%	10.245	99%	8.734	99%
		18599 (2011)	8.196	80%	6.607	75%	8.196	80%	6.607	75%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	10.350	100%	9.251	100%	11.637	100%	10.567	100%
		V1 (Klima)	9.976	96%	8.914	96%	11.171	96%	10.101	96%
		V2 (n saisonal)	8.489	82%	7.123	77%	9.679	83%	8.320	79%
		V3 (τ F _x)	10.350	100%	9.251	100%	11.637	100%	10.567	100%
		V4 (q _i)	10.288	99%	9.189	99%	11.573	99%	10.503	99%
		18599 (2011)	8.102	78%	6.820	74%	9.206	79%	7.904	75%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	9.688	100%	8.803	100%	12.345	100%	11.539	100%
		V1 (Klima)	9.317	96%	8.497	97%	11.829	96%	10.964	95%
		V2 (n saisonal)	7.746	80%	6.596	75%	10.203	83%	9.102	79%
		V3 (τ F _x)	9.688	100%	8.803	100%	12.345	100%	11.539	100%
		V4 (q _i)	9.625	99%	8.739	99%	12.278	99%	11.471	99%
		18599 (2011)	7.365	76%	6.338	72%	9.690	78%	8.593	74%

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-38: Jahres-Kühllältebedarfswerte für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude: MFk		Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599				Gebäude: MFk		Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	9.858	8.196	-1.662	-16,9	EnEV 2009	leicht	9.858	8.196	-1.662	-16,9
	schwer	8.500	6.607	-1.893	-22,3		schwer	8.500	6.607	-1.893	-22,3
EnEV 2009+	leicht	9.976	8.102	-1.874	-18,8	EnEV 2009+*2	leicht	11.171	9.206	-1.964	-17,6
	schwer	8.914	6.820	-2.094	-23,5		schwer	10.101	7.904	-2.197	-21,7
EnEV 2009++	leicht	9.317	7.365	-1.952	-21,0	EnEV 2009++*2	leicht	11.829	9.690	-2.139	-18,1
	schwer	8.497	6.338	-2.160	-25,4		schwer	10.964	8.593	-2.371	-21,6

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

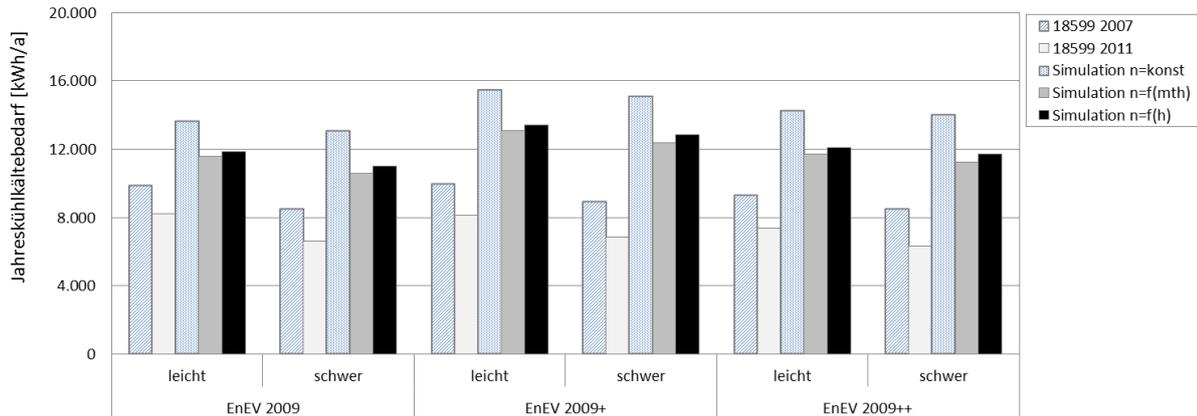
C 5.2 Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz

Tabelle C-39: Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für das kleine MFH aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas und als Weißglas.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas:

Gebäude: MFk		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	9.858	8.196	13.652	11.581	11.849	20,8	17,3	28,8	24,4	25,0
	schwer	8.500	6.607	13.096	10.596	10.994	17,9	13,9	27,6	22,4	23,2
EnEV 2009+	leicht	9.976	8.102	15.520	13.070	13.404	21,0	17,1	32,7	27,6	28,3
	schwer	8.914	6.820	15.134	12.389	12.868	18,8	14,4	31,9	26,1	27,1
EnEV 2009++	leicht	9.317	7.365	14.286	11.725	12.089	19,7	15,5	30,1	24,7	25,5
	schwer	8.497	6.338	14.054	11.239	11.730	17,9	13,4	29,7	23,7	24,7

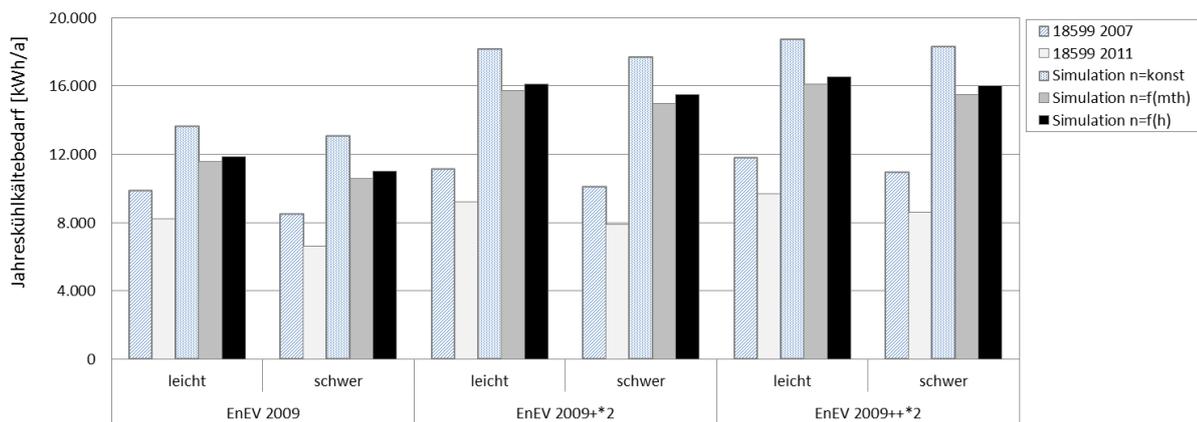
Jahres-Kühlkältebedarf (MFk, absolut) in [kWh/a]



Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:

Gebäude: MFk		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	Bauart	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
		(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	9.858	8.196	13.652	11.581	11.849	20,8	17,3	28,8	24,4	25,0
	schwer	8.500	6.607	13.096	10.596	10.994	17,9	13,9	27,6	22,4	23,2
EnEV 2009+*2	leicht	11.171	9.206	18.219	15.720	16.093	23,6	19,4	38,4	33,2	34,0
	schwer	10.101	7.904	17.730	14.976	15.485	21,3	16,7	37,4	31,6	32,7
EnEV 2009++*2	leicht	11.829	9.690	18.768	16.122	16.541	25,0	20,4	39,6	34,0	34,9
	schwer	10.964	8.593	18.329	15.497	16.032	23,1	18,1	38,7	32,7	33,8

Jahres-Kühlkältebedarf (MFk, absolut) in [kWh/a]



Bedarfserhöhung durch Ausführung Fensterglas als Weißglas bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009++

Gebäude: MFk		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Kühlkältebedarf (Bezug: Normalglas)									
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
		DIN V 18599 (2007*1)	DIN V 18599 (2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	DIN V 18599 (2007*1)	DIN V 18599 (2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009+*2	leicht	+1.195	+1.104	+2.699	+2.650	+2.690	+12,0	+13,6	+17,4	+20,3	+20,1
	schwer	+1.187	+1.084	+2.596	+2.587	+2.617	+13,3	+15,9	+17,2	+20,9	+20,3
EnEV 2009++*2	leicht	+2.512	+2.326	+4.482	+4.398	+4.452	+27,0	+31,6	+31,4	+37,5	+36,8
	schwer	+2.467	+2.256	+4.275	+4.258	+4.302	+29,0	+35,6	+30,4	+37,9	+36,7

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-40: Einfluss der Bauart auf den Kühllältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFk		Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	9.858			8.196		
	schwer	8.500	-1.358	-13,8	6.607	-1.588	-19,4
EnEV 2009+	leicht	9.976			8.102		
	schwer	8.914	-1.062	-10,6	6.820	-1.282	-15,8
EnEV 2009++	leicht	9.317			7.365		
	schwer	8.497	-819	-8,8	6.338	-1.027	-13,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFk		Jahres-Kühllältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	13.652			11.581			11.849		
	schwer	13.096	-557	-4,1	10.596	-985	-8,5	10.994	-855	-7,2
EnEV 2009+	leicht	15.520			13.070			13.404		
	schwer	15.134	-386	-2,5	12.389	-681	-5,2	12.868	-535	-4,0
EnEV 2009++	leicht	14.286			11.725			12.089		
	schwer	14.054	-231	-1,6	11.239	-486	-4,1	11.730	-359	-3,0

Tabelle C-41: Einfluss der Bauart auf den Kühllältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude: MFk		Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599					
Niveau	Bauart	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	9.858			8.196		
	schwer	8.500	-1.358	-13,8	6.607	-1.588	-19,4
EnEV 2009+*2	leicht	11.171			9.206		
	schwer	10.101	-1.070	-9,6	7.904	-1.302	-14,1
EnEV 2009++*2	leicht	11.829			9.690		
	schwer	10.964	-865	-7,3	8.593	-1.097	-11,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude: MFk		Jahres-Kühllältebedarf nach Simulation								
Niveau	Bauart	n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
EnEV 2009	leicht	13.652			11.581			11.849		
	schwer	13.096	-557	-4,1	10.596	-985	-8,5	10.994	-855	-7,2
EnEV 2009+*2	leicht	18.219			15.720			16.093		
	schwer	17.730	-489	-2,7	14.976	-743	-4,7	15.485	-608	-3,8
EnEV 2009++*2	leicht	18.768			16.122			16.541		
	schwer	18.329	-439	-2,3	15.497	-625	-3,9	16.032	-509	-3,1

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-42: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude:	MFk	Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
		(2007*1)			(2011)		
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	9.858			8.196		
	EnEV 2009+	9.976	+118	+1,2	8.102	-94	-1,1
	EnEV 2009++	9.317	-541	-5,5	7.365	-831	-10,1
schwer	EnEV 2009	8.500			6.607		
	EnEV 2009+	8.914	+414	+4,9	6.820	+213	+3,2
	EnEV 2009++	8.497	-3	-0,0	6.338	-269	-4,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude:	MFk	Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
		n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	13.652			11.581			11.849		
	EnEV 2009+	15.520	+1.868	+13,7	13.070	+1.489	+12,9	13.404	+1.555	+13,1
	EnEV 2009++	14.286	+633	+4,6	11.725	+144	+1,2	12.089	+240	+2,0
schwer	EnEV 2009	13.096			10.596			10.994		
	EnEV 2009+	15.134	+2.038	+15,6	12.389	+1.794	+16,9	12.868	+1.874	+17,0
	EnEV 2009++	14.054	+958	+7,3	11.239	+643	+6,1	11.730	+736	+6,7

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-43: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühlkältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das kleine MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude:	MFk	Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599					
		(2007*1)			(2011)		
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	9.858			8.196		
	EnEV 2009+*2	11.171	+1.313	+13,3	9.206	+1.011	+12,3
	EnEV 2009++*2	11.829	+1.971	+20,0	9.690	+1.495	+18,2
schwer	EnEV 2009	8.500			6.607		
	EnEV 2009+*2	10.101	+1.601	+18,8	7.904	+1.297	+19,6
	EnEV 2009++*2	10.964	+2.464	+29,0	8.593	+1.986	+30,1

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude:	MFk	Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation								
		n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
Bauart	Niveau	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	13.652			11.581			11.849		
	EnEV 2009+*2	18.219	+4.567	+33,5	15.720	+4.139	+35,7	16.093	+4.244	+35,8
	EnEV 2009++*2	18.768	+5.116	+37,5	16.122	+4.541	+39,2	16.541	+4.692	+39,6
schwer	EnEV 2009	13.096			10.596			10.994		
	EnEV 2009+*2	17.730	+4.634	+35,4	14.976	+4.381	+41,3	15.485	+4.491	+40,8
	EnEV 2009++*2	18.329	+5.234	+40,0	15.497	+4.902	+46,3	16.032	+5.038	+45,8

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

C 5.3 Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftungsrandbedingungen

Tabelle C-44: Jahreskühlkältebedarf für das kleine MFH aus [8] nach Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599, absolut [kWh/a]										
Bauart	MFk Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas*2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++				
		EnEV 2009	EnEV 2009+	EnEV 2009++	EnEV 2009	EnEV 2009+		EnEV 2009++	EnEV 2009	EnEV 2009+	EnEV 2009++	
DIN V 18599 (2007*1)												
leicht	EnEV 2009	9.858					EnEV 2009+*2	11.171				
	EnEV 2009+	9.976					EnEV 2009+*2	11.829				
	EnEV 2009++	9.317					EnEV 2009+*2	11.829				
schwer	EnEV 2009	8.500					EnEV 2009+*2	10.101				
	EnEV 2009+	8.914					EnEV 2009+*2	10.101				
	EnEV 2009++	8.497					EnEV 2009+*2	10.964				
DIN V 18599 (2011)												
leicht	EnEV 2009	8.196					EnEV 2009+*2	9.206				
	EnEV 2009+	8.102					EnEV 2009+*2	9.690				
	EnEV 2009++	7.365					EnEV 2009+*2	9.690				
schwer	EnEV 2009	6.607					EnEV 2009+*2	7.904				
	EnEV 2009+	6.820					EnEV 2009+*2	7.904				
	EnEV 2009++	6.338					EnEV 2009+*2	8.593				

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-45: Jahreskühlkältebedarf für das kleine MFH aus [8] nach Simulationsrechnungen. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas (links) und Weißglas (rechts)

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation, absolut [kWh/a]												
Bauart	MFk Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas*2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++						
		F _c -Wert						F _c -Wert						
		1,00	0,70	0,50	0,25	0,00		1,00	0,70	0,50	0,25	0,00		
Simulation n = konst (TL0NL0)														
leicht	EnEV 2009	13.652	10.948	9.213	6.965	5.000	EnEV 2009+*2	18.219	14.822	12.658	9.917	7.358		
	EnEV 2009+	15.520	12.614	10.770	8.378	6.195	EnEV 2009+*2	18.768	15.354	13.176	10.453	7.865		
	EnEV 2009++	14.286	11.686	10.031	7.867	5.873	EnEV 2009+*2	18.768	15.354	13.176	10.453	7.865		
schwer	EnEV 2009	13.096	10.382	8.598	6.323	4.366	EnEV 2009+*2	17.730	14.528	12.398	9.594	6.991		
	EnEV 2009+	15.134	12.326	10.462	8.001	5.809	EnEV 2009+*2	17.730	14.528	12.398	9.594	6.991		
	EnEV 2009++	14.054	11.537	9.861	7.626	5.614	EnEV 2009+*2	18.329	15.159	13.054	10.306	7.635		
Simulation n = f(h)														
leicht	EnEV 2009	11.849	9.221	7.548	5.448	3.719	EnEV 2009+*2	16.093	12.717	10.606	7.930	5.563		
	EnEV 2009+	13.404	10.571	8.776	6.498	4.514	EnEV 2009+*2	16.541	13.137	11.006	8.317	5.876		
	EnEV 2009++	12.089	9.557	7.935	5.882	4.100	EnEV 2009+*2	16.541	13.137	11.006	8.317	5.876		
schwer	EnEV 2009	10.994	8.337	6.631	4.544	2.843	EnEV 2009+*2	15.485	12.249	10.119	7.382	5.012		
	EnEV 2009+	12.868	10.058	8.218	5.895	3.913	EnEV 2009+*2	15.485	12.249	10.119	7.382	5.012		
	EnEV 2009++	11.730	9.203	7.539	5.443	3.638	EnEV 2009+*2	16.032	12.830	10.701	7.951	5.491		
Simulation TL0NL2														
leicht	EnEV 2009	9.993	7.527	5.984	4.103	2.654	EnEV 2009+*2	13.615	10.449	8.476	6.055	3.986		
	EnEV 2009+	11.124	8.484	6.830	4.785	3.119	EnEV 2009+*2	13.858	10.676	8.686	6.246	4.144		
	EnEV 2009++	9.731	7.399	5.929	4.125	2.667	EnEV 2009+*2	13.858	10.676	8.686	6.246	4.144		
schwer	EnEV 2009	8.106	5.714	4.287	2.620	1.414	EnEV 2009+*2	12.085	8.998	7.040	4.690	2.760		
	EnEV 2009+	9.592	6.979	5.368	3.436	1.938	EnEV 2009+*2	12.085	8.998	7.040	4.690	2.760		
	EnEV 2009++	8.383	6.059	4.638	2.937	1.638	EnEV 2009+*2	12.497	9.395	7.408	5.033	3.012		
Simulation TL3NL0														
leicht	EnEV 2009	6.930	5.054	3.930	2.655	1.745	EnEV 2009+*2	9.209	6.713	5.230	3.518	2.232		
	EnEV 2009+	7.329	5.322	4.129	2.771	1.786	EnEV 2009+*2	9.098	6.592	5.109	3.417	2.145		
	EnEV 2009++	6.071	4.362	3.352	2.232	1.445	EnEV 2009+*2	9.098	6.592	5.109	3.417	2.145		
schwer	EnEV 2009	5.070	3.365	2.393	1.295	678	EnEV 2009+*2	7.578	5.156	3.785	2.236	1.168		
	EnEV 2009+	5.692	3.815	2.743	1.518	784	EnEV 2009+*2	7.578	5.156	3.785	2.236	1.168		
	EnEV 2009++	4.627	3.055	2.137	1.132	571	EnEV 2009+*2	7.641	5.195	3.816	2.256	1.170		
Simulation TL3NL2														
leicht	EnEV 2009	5.715	4.003	3.018	1.930	1.192	EnEV 2009+*2	7.570	5.320	3.991	2.526	1.523		
	EnEV 2009+	5.913	4.112	3.065	1.941	1.173	EnEV 2009+*2	7.339	5.113	3.801	2.373	1.412		
	EnEV 2009++	4.721	3.220	2.380	1.471	875	EnEV 2009+*2	7.339	5.113	3.801	2.373	1.412		
schwer	EnEV 2009	3.334	1.980	1.235	571	209	EnEV 2009+*2	5.213	3.230	2.140	1.062	480		
	EnEV 2009+	3.682	2.202	1.386	650	241	EnEV 2009+*2	5.213	3.230	2.140	1.062	480		
	EnEV 2009++	2.780	1.569	926	392	105	EnEV 2009+*2	5.156	3.181	2.088	1.023	449		

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

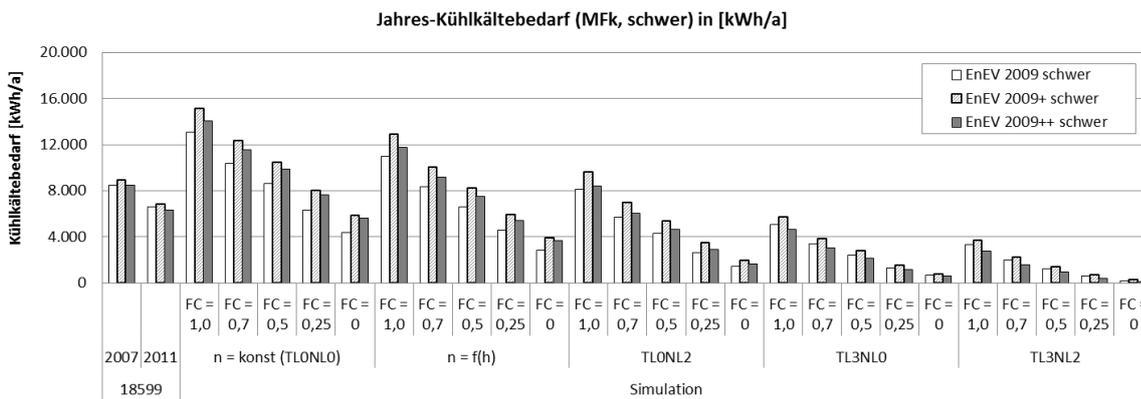
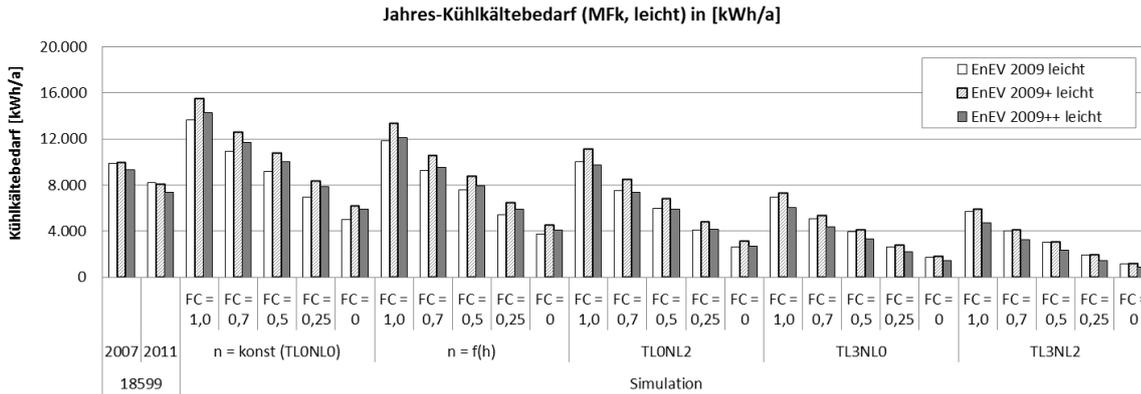


Bild C-17: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

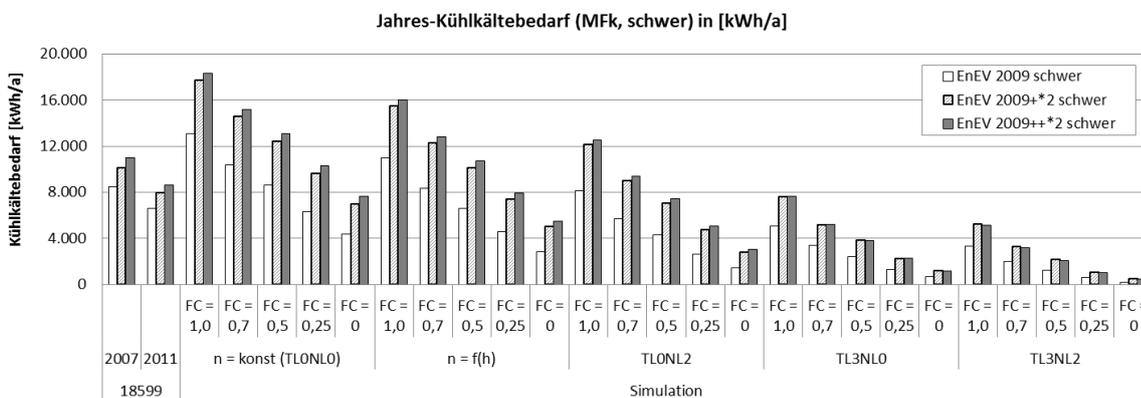
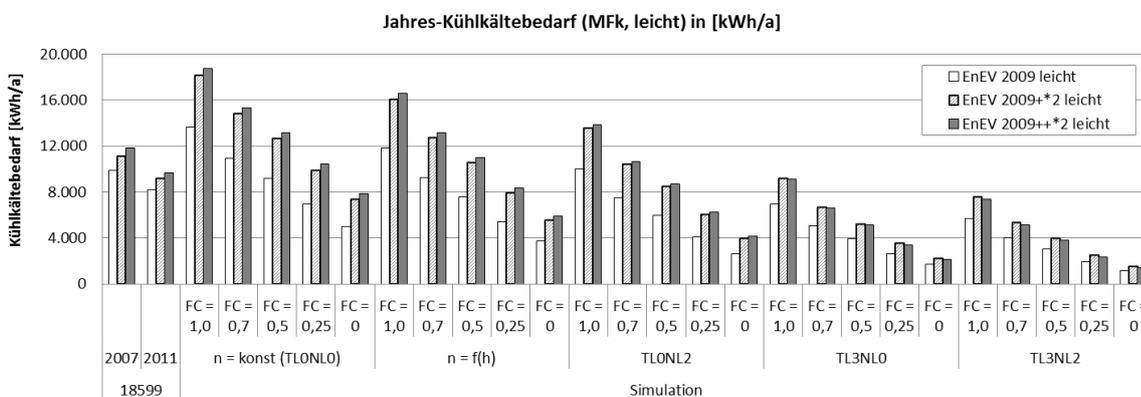


Bild C-18: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

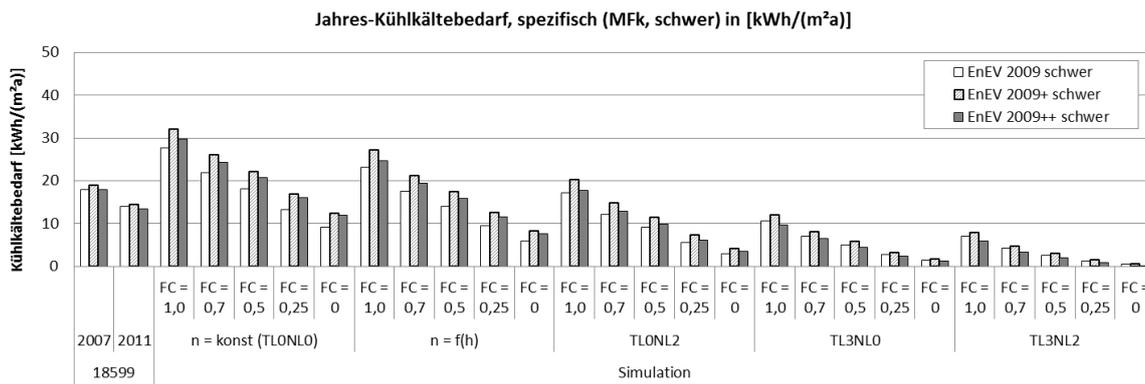
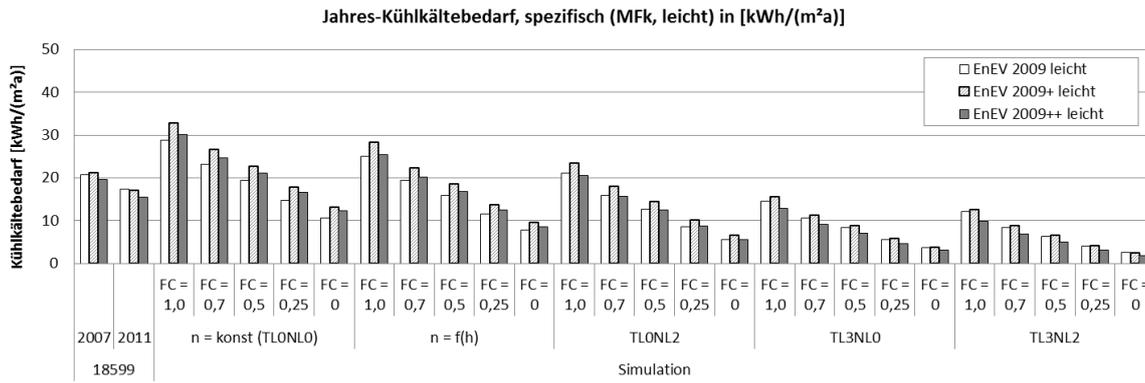


Bild C-19: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

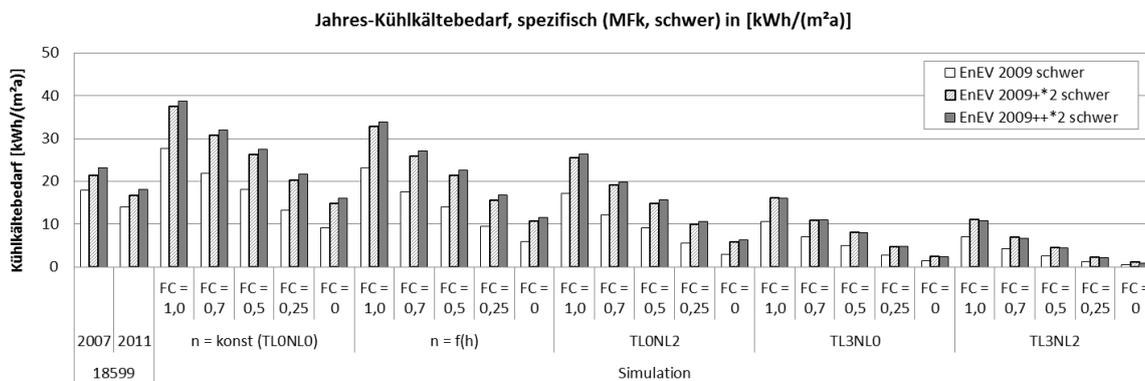
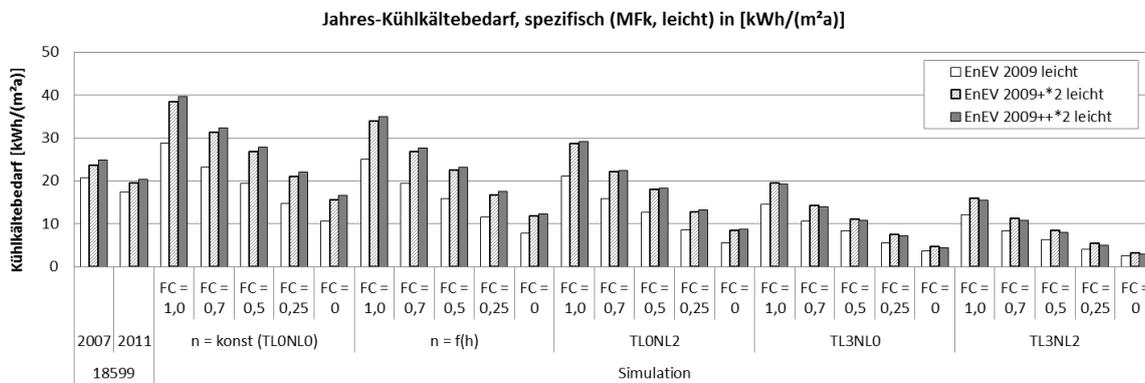


Bild C-20: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das kleine MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

C 6 Mehrfamilienhaus groß

C 6.1 Vergleichsrechnungen zu Einzeleinflüssen der Normenüberarbeitung DIN V 18599

Tabelle C-46: Bilanzierung der Kühllkältebedarfswerte für die Normenausgaben 2007 und 2011 der DIN V 18599 sowie Quantifizierung von Einzeleinflüssen der Normüberarbeitung. Auswertung für das große MFH aus [8]

Gebäude	Niveau	Fall	Normalglas				Weißglas ^{*1}			
			leichte Bauart		schwere Bauart		leichte Bauart		schwere Bauart	
			KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]	KKB [kWh/a]	Veränd. [%]
MFg	EnEV 2009	18599 (2007)	51.959	100%	42.199	100%	51.959	100%	42.199	100%
		V1 (Klima)	51.629	99%	43.078	102%	51.629	99%	43.078	102%
		V2 (n saisonal)	41.002	79%	29.529	70%	41.002	79%	29.529	70%
		V3 (τ F _x)	51.959	100%	42.199	100%	51.959	100%	42.199	100%
		V4 (q _i)	51.555	99%	41.815	99%	51.555	99%	41.815	99%
		18599 (2011)	40.298	78%	29.970	71%	40.298	78%	29.970	71%
	EnEV 2009+	18599 (2007)	52.834	100%	45.339	100%	59.651	100%	51.768	100%
		V1 (Klima)	52.970	100%	46.130	102%	59.072	99%	52.124	101%
		V2 (n saisonal)	40.263	76%	31.006	68%	45.957	77%	36.791	71%
		V3 (τ F _x)	52.834	100%	45.339	100%	59.651	100%	51.768	100%
		V4 (q _i)	52.400	99%	44.912	99%	59.192	99%	51.319	99%
		18599 (2011)	39.713	75%	31.534	70%	45.067	76%	36.996	71%
	EnEV 2009++	18599 (2007)	50.131	100%	43.936	100%	63.959	100%	57.547	100%
		V1 (Klima)	50.482	101%	44.809	102%	63.161	99%	57.372	100%
		V2 (n saisonal)	36.914	74%	29.056	66%	48.749	76%	40.854	71%
		V3 (τ F _x)	50.131	100%	43.936	100%	63.959	100%	57.547	100%
		V4 (q _i)	49.686	99%	43.493	99%	63.470	99%	57.056	99%
		18599 (2011)	36.619	73%	29.734	68%	47.729	75%	40.836	71%

*1 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-47: Jahres-Kühllkältebedarfswerte für das große MFH aus [8] nach DIN V 18599 für die Normenfassungen 2007 und 2011 im Vergleich, links: Auswertung Normalglas, rechts: Auswertung Weißglas

Ausführung Fensterglas als Normalglas:						Ausführung Fensterglas als Weißglas:					
Gebäude:		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599				Gebäude:		Jahres-Kühllkältebedarf nach DIN V 18599			
Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))		Niveau	Bauart	(2007*1)	(2011)	Differenz (2007*1)-(2011) (Bezug: (2007*1))	
		[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]			[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	51.629	40.298	-11.330	-21,9	EnEV 2009	leicht	51.629	40.298	-11.330	-21,9
	schwer	43.078	29.970	-13.108	-30,4		schwer	43.078	29.970	-13.108	-30,4
EnEV 2009+	leicht	52.970	39.713	-13.257	-25,0	EnEV 2009+*2	leicht	59.072	45.067	-14.005	-23,7
	schwer	46.130	31.534	-14.596	-31,6	schwer	52.124	36.996	-15.128	-29,0	
EnEV 2009++	leicht	50.482	36.619	-13.863	-27,5	EnEV 2009++*2	leicht	63.161	47.729	-15.433	-24,4
	schwer	44.809	29.734	-15.076	-33,6	schwer	57.372	40.836	-16.536	-28,8	

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

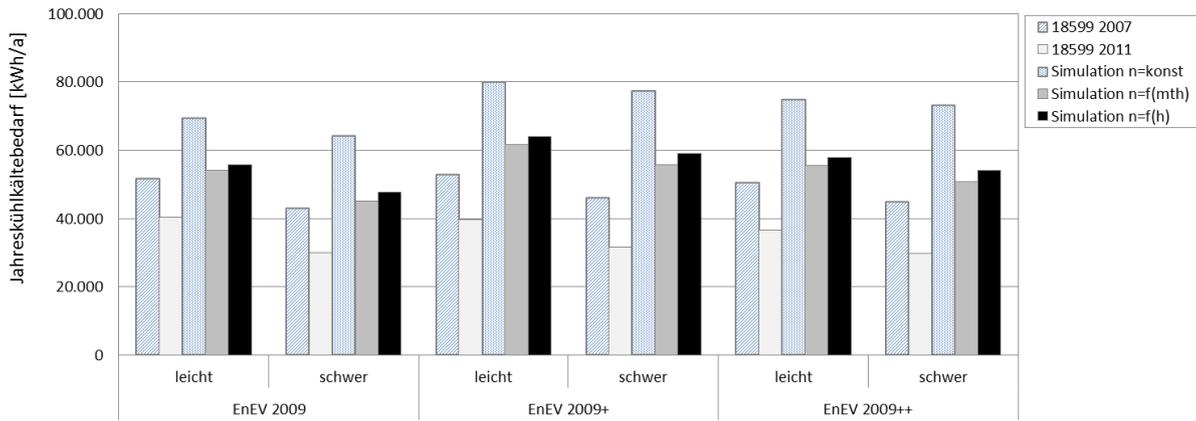
*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

C 6.2 Auswertung für Fälle ohne Sonnenschutz bei konstantem und saisonalem Lüftungsansatz

Tabelle C-48: Jahres-Kühlkältebedarfswerte nach DIN V 18599 und Simulation. Gegenüberstellung für das große MFH aus [8] bei Ausführungen der Fensterverglasungen als Normalglas und als Weißglas.

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas:											
Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	MFG	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
	Bauart	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	51.629	40.298	69.458	54.048	55.700	13,5	10,6	18,2	14,2	14,6
	schwer	43.078	29.970	64.249	45.014	47.775	11,3	7,9	16,9	11,8	12,5
EnEV 2009+	leicht	52.970	39.713	80.212	61.730	64.057	13,9	10,4	21,0	16,2	16,8
	schwer	46.130	31.534	77.604	55.662	59.025	12,1	8,3	20,4	14,6	15,5
EnEV 2009++	leicht	50.482	36.619	74.883	55.470	57.889	13,2	9,6	19,6	14,6	15,2
	schwer	44.809	29.734	73.379	50.732	54.187	11,8	7,8	19,3	13,3	14,2

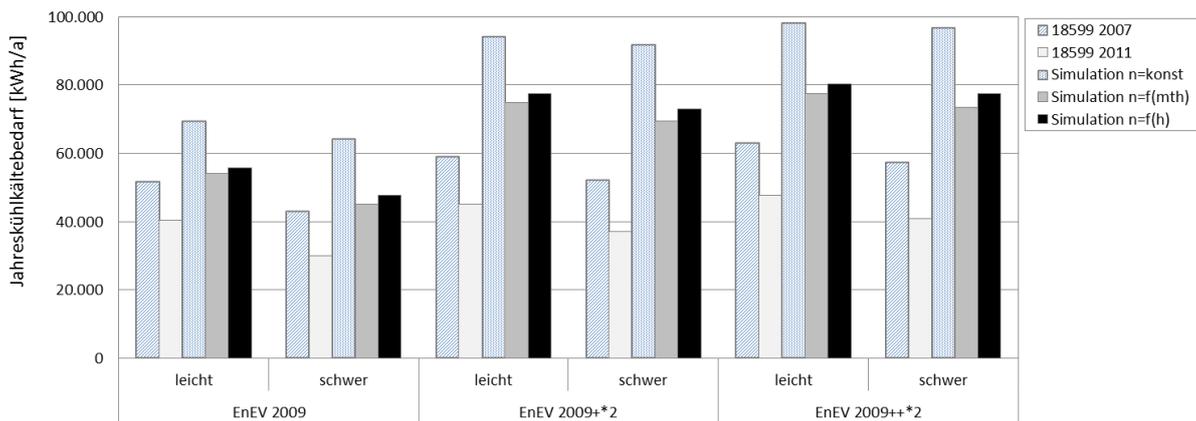
Jahres-Kühlkältebedarf (MFG, absolut) in [kWh/a]



Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:

Auswertung für Ausführung Fensterglas als Weißglas:											
Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf, absolut [kWh/a]					Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch [kWh/(m²a)]				
Niveau	MFG	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
	Bauart	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009	leicht	51.629	40.298	69.458	54.048	55.700	13,5	10,6	18,2	14,2	14,6
	schwer	43.078	29.970	64.249	45.014	47.775	11,3	7,9	16,9	11,8	12,5
EnEV 2009+*2	leicht	59.072	45.067	94.259	74.928	77.481	15,5	11,8	24,7	19,7	20,3
	schwer	52.124	36.996	91.843	69.411	72.993	13,7	9,7	24,1	18,2	19,2
EnEV 2009+*2	leicht	63.161	47.729	98.336	77.480	80.361	16,6	12,5	25,8	20,3	21,1
	schwer	57.372	40.836	96.902	73.489	77.424	15,1	10,7	25,4	19,3	20,3

Jahres-Kühlkältebedarf (MFG, absolut) in [kWh/a]



Bedarfssteigerung durch Ausführung Fensterglas als Weißglas bei den Niveaus EnEV 2009+ und EnEV 2009+*

Gebäude:		Vergleich Ausführung Normalglas zu Weißglas, Differenz im Jahres-Kühlkältebedarf (Bezug: Normalglas)									
		absolut [kWh/a]					prozentual [%]				
Niveau	MFG	DIN V 18599		Simulation			DIN V 18599		Simulation		
	Bauart	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)	(2007*1)	(2011)	n=konst	n=f(mth)	n=f(h)
EnEV 2009+*2	leicht	+6.102	+5.354	+14.047	+13.199	+13.424	+11,5	+13,5	+17,5	+21,4	+21,0
	schwer	+5.994	+5.461	+14.239	+13.749	+13.968	+13,0	+17,3	+18,3	+24,7	+23,7
EnEV 2009+*2	leicht	+12.679	+11.109	+23.453	+22.010	+22.471	+25,1	+30,3	+31,3	+39,7	+38,8
	schwer	+12.563	+11.103	+23.523	+22.757	+23.237	+28,0	+37,3	+32,1	+44,9	+42,9

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-49: Einfluss der Bauart auf den Kühllältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude:	MFg	Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599					
		(2007*1)			(2011)		
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	51.629			40.298		
	schwer	43.078	-8.551	-16,6	29.970	-10.328	-25,6
EnEV 2009+	leicht	52.970			39.713		
	schwer	46.130	-6.839	-12,9	31.534	-8.178	-20,6
EnEV 2009++	leicht	50.482			36.619		
	schwer	44.809	-5.672	-11,2	29.734	-6.885	-18,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude:	MFg	Jahres-Kühllältebedarf nach Simulation								
		n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	69.458			54.048			55.700		
	schwer	64.249	-5.210	-7,5	45.014	-9.034	-16,7	47.775	-7.925	-14,2
EnEV 2009+	leicht	80.212			61.730			64.057		
	schwer	77.604	-2.608	-3,3	55.662	-6.067	-9,8	59.025	-5.032	-7,9
EnEV 2009++	leicht	74.883			55.470			57.889		
	schwer	73.379	-1.504	-2,0	50.732	-4.738	-8,5	54.187	-3.703	-6,4

Tabelle C-50: Einfluss der Bauart auf den Kühllältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas
Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude:	MFg	Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599					
		(2007*1)			(2011)		
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	51.629			40.298		
	schwer	43.078	-8.551	-16,6	29.970	-10.328	-25,6
EnEV 2009+*2	leicht	59.072			45.067		
	schwer	52.124	-6.947	-11,8	36.996	-8.071	-17,9
EnEV 2009++*2	leicht	63.161			47.729		
	schwer	57.372	-5.789	-9,2	40.836	-6.892	-14,4

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude:	MFg	Jahres-Kühllältebedarf nach Simulation								
		n = konst			n = f(mth)			n = f(h)		
Niveau	Bauart	absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht)	
			[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]		[kWh/a]	[%]
EnEV 2009	leicht	69.458			54.048			55.700		
	schwer	64.249	-5.210	-7,5	45.014	-9.034	-16,7	47.775	-7.925	-14,2
EnEV 2009+*2	leicht	94.259			74.928			77.481		
	schwer	91.843	-2.416	-2,6	69.411	-5.517	-7,4	72.993	-4.488	-5,8
EnEV 2009++*2	leicht	98.336			77.480			80.361		
	schwer	96.902	-1.434	-1,5	73.489	-3.991	-5,2	77.424	-2.937	-3,7

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-51: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühllältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Normalglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude:		Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	MFg Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	51.629			40.298		
	EnEV 2009+	52.970	+1.341	+2,6	39.713	-586	-1,5
	EnEV 2009++	50.482	-1.147	-2,2	36.619	-3.679	-9,1
schwer	EnEV 2009	43.078			29.970		
	EnEV 2009+	46.130	+3.053	+7,1	31.534	+1.564	+5,2
	EnEV 2009++	44.809	+1.732	+4,0	29.734	-237	-0,8

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

Ergebnisse Simulation:

Gebäude:		Jahres-Kühllältebedarf nach Simulation								
Bauart	MFg Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	69.458			54.048			55.700		
	EnEV 2009+	80.212	+10.754	+15,5	61.730	+7.682	+14,2	64.057	+8.357	+15,0
	EnEV 2009++	74.883	+5.425	+7,8	55.470	+1.422	+2,6	57.889	+2.190	+3,9
schwer	EnEV 2009	64.249			45.014			47.775		
	EnEV 2009+	77.604	+13.356	+20,8	55.662	+10.648	+23,7	59.025	+11.250	+23,5
	EnEV 2009++	73.379	+9.130	+14,2	50.732	+5.718	+12,7	54.187	+6.412	+13,4

Tabelle C-52: Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf den Kühllältebedarf in den Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599 und in der Simulation. Auswertung für das große MFH aus [8] bei Ausführung der Fenstergläser als Weißglas

Ergebnisse DIN V 18599:

Gebäude:		Jahres-Kühllältebedarf nach DIN V 18599					
Bauart	MFg Niveau	(2007*1)			(2011)		
		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]		absolut [kWh/a]	Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	51.629			40.298		
	EnEV 2009+*2	59.072	+7.443	+14,4	45.067	+4.768	+11,8
	EnEV 2009++*2	63.161	+11.532	+22,3	47.729	+7.430	+18,4
schwer	EnEV 2009	43.078			29.970		
	EnEV 2009+*2	52.124	+9.046	+21,0	36.996	+7.025	+23,4
	EnEV 2009++*2	57.372	+14.295	+33,2	40.836	+10.866	+36,3

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Ergebnisse Simulation:

Gebäude:		Jahres-Kühllältebedarf nach Simulation								
Bauart	MFg Niveau	absolut [kWh/a]	n = konst		absolut [kWh/a]	n = f(mth)		absolut [kWh/a]	n = f(h)	
			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]			Differenz leicht-schwer (Bezug: leicht) [kWh/a] [%]	
leicht	EnEV 2009	69.458			54.048			55.700		
	EnEV 2009+*2	94.259	+24.801	+35,7	74.928	+20.880	+38,6	77.481	+21.782	+39,1
	EnEV 2009++*2	98.336	+28.878	+41,6	77.480	+23.432	+43,4	80.361	+24.661	+44,3
schwer	EnEV 2009	64.249			45.014			47.775		
	EnEV 2009+*2	91.843	+27.595	+43,0	69.411	+24.397	+54,2	72.993	+25.219	+52,8
	EnEV 2009++*2	96.902	+32.653	+50,8	73.489	+28.474	+63,3	77.424	+29.649	+62,1

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

C 6.3 Abhängigkeit des Kühlkältebedarfs von Sonnenschutz und Lüftungsrandbedingungen

Tabelle C-53: Jahreskühlkältebedarf für das große MFH aus [8] nach Normenfassungen 2007 und 2011 der DIN V 18599. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas und Weißglas

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach DIN V 18599, absolut [kWh/a]			
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas		Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++
DIN V 18599 (2007*1)					
leicht	EnEV 2009	51.629			
	EnEV 2009+	52.970		EnEV 2009+*2	59.072
	EnEV 2009++	50.482		EnEV 2009++*2	63.161
schwer	EnEV 2009	43.078			
	EnEV 2009+	46.130		EnEV 2009+*2	52.124
	EnEV 2009++	44.809		EnEV 2009++*2	57.372
DIN V 18599 (2011)					
leicht	EnEV 2009	40.298			
	EnEV 2009+	39.713		EnEV 2009+*2	45.067
	EnEV 2009++	36.619		EnEV 2009++*2	47.729
schwer	EnEV 2009	29.970			
	EnEV 2009+	31.534		EnEV 2009+*2	36.996
	EnEV 2009++	29.734		EnEV 2009++*2	40.836

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

Tabelle C-54: Jahreskühlkältebedarf für das große MFH aus [8] nach Simulationsrechnungen. Auswertung für Ausführung Fensterglas als Normalglas (links) und Weißglas (rechts)

Gebäude:		Jahres-Kühlkältebedarf nach Simulation, absolut [kWh/a]										
Bauart	Niveau	Fensterglas als Normalglas					Niveau	Fensterglas als Weißglas *2 bei EnEV 2009+ und EnEV 2009++				
		1,00	0,70	F _c -Wert 0,50	0,25	0,00		1,00	0,70	F _c -Wert 0,50	0,25	0,00
Simulation n = konst (TL0NL0)												
leicht	EnEV 2009	69.458	54.825	45.495	33.781	24.160						
	EnEV 2009+	80.212	64.567	54.393	41.516	30.225	EnEV 2009+*2	94.259	76.015	64.183	49.169	35.797
	EnEV 2009++	74.883	60.721	51.452	39.689	29.350	EnEV 2009++*2	98.336	79.946	68.038	52.778	38.908
schwer	EnEV 2009	64.249	49.222	39.858	28.213	18.562						
	EnEV 2009+	77.604	61.410	50.952	38.027	26.549	EnEV 2009+*2	91.843	73.456	61.155	45.848	32.459
	EnEV 2009++	73.379	58.720	49.165	37.321	26.735	EnEV 2009++*2	96.902	78.682	66.503	50.665	36.768
Simulation n = f(h)												
leicht	EnEV 2009	55.700	42.126	33.835	24.118	16.589						
	EnEV 2009+	64.057	49.086	39.677	28.351	19.456	EnEV 2009+*2	77.481	59.842	48.613	34.955	23.816
	EnEV 2009++	57.889	44.406	35.932	25.723	17.652	EnEV 2009++*2	80.361	62.483	51.019	37.044	25.242
schwer	EnEV 2009	47.775	34.193	26.177	16.839	9.854						
	EnEV 2009+	59.025	43.577	34.160	22.942	14.165	EnEV 2009+*2	72.993	54.902	43.378	29.745	18.503
	EnEV 2009++	54.187	40.226	31.721	21.476	13.430	EnEV 2009++*2	77.424	59.231	47.395	33.236	21.164
Simulation TL0NL2												
leicht	EnEV 2009	43.000	30.993	24.006	16.132	10.247						
	EnEV 2009+	48.292	35.053	27.102	18.107	11.396	EnEV 2009+*2	60.436	44.436	34.575	23.322	14.613
	EnEV 2009++	41.876	30.191	23.202	15.319	9.480	EnEV 2009++*2	62.011	45.875	35.799	24.117	15.104
schwer	EnEV 2009	28.759	18.338	12.539	6.832	2.858						
	EnEV 2009+	35.704	23.590	16.658	9.457	4.594	EnEV 2009+*2	47.631	32.472	23.409	13.733	7.170
	EnEV 2009++	30.591	19.887	13.991	8.009	3.613	EnEV 2009++*2	50.425	34.806	25.404	15.100	8.010
Simulation TL3NL0												
leicht	EnEV 2009	29.225	21.232	16.562	11.335	7.580						
	EnEV 2009+	30.122	21.604	16.728	11.284	7.379	EnEV 2009+*2	37.958	27.060	20.873	14.013	9.161
	EnEV 2009++	24.759	17.650	13.497	9.061	5.860	EnEV 2009++*2	37.198	26.295	20.134	13.404	8.623
schwer	EnEV 2009	16.325	9.501	5.935	2.929	1.294						
	EnEV 2009+	18.589	10.980	6.741	3.291	1.401	EnEV 2009+*2	25.861	16.097	10.505	5.183	2.391
	EnEV 2009++	14.391	7.959	4.765	2.295	876	EnEV 2009++*2	26.030	16.156	10.514	5.122	2.312
Simulation TL3NL2												
leicht	EnEV 2009	22.231	15.391	11.491	7.237	4.269						
	EnEV 2009+	22.188	15.037	10.980	6.747	3.790	EnEV 2009+*2	28.800	19.615	14.369	8.906	5.088
	EnEV 2009++	17.421	11.504	8.290	4.890	2.643	EnEV 2009++*2	27.700	18.636	13.507	8.227	4.596
schwer	EnEV 2009	7.810	3.728	2.015	778	38						
	EnEV 2009+	8.753	4.077	2.130	686	20	EnEV 2009+*2	13.989	6.968	3.880	1.379	200
	EnEV 2009++	5.624	2.437	1.295	244	0	EnEV 2009++*2	13.668	6.648	3.621	1.232	142

*1 mit Referenzklima Deutschland (Potsdam) nach DIN V 18599:2011-12

*2 Ausführung Fensterglas als Weißglas (g=0,60)

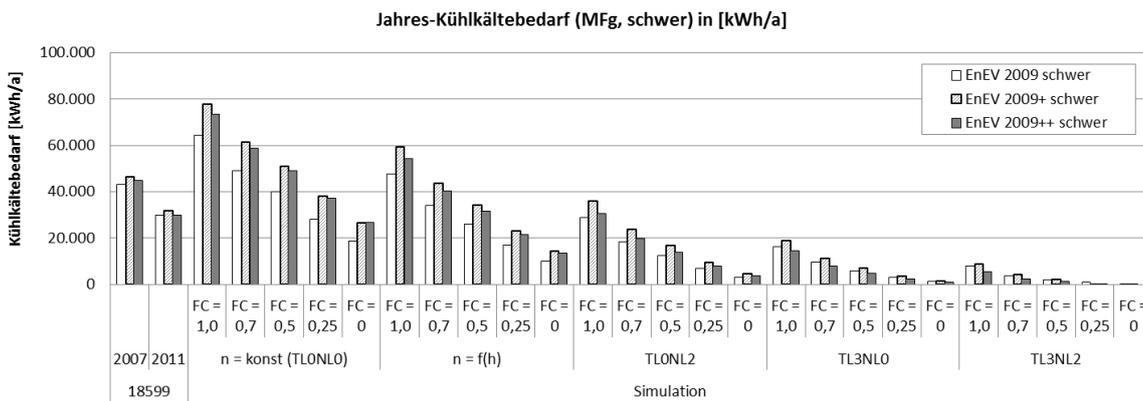
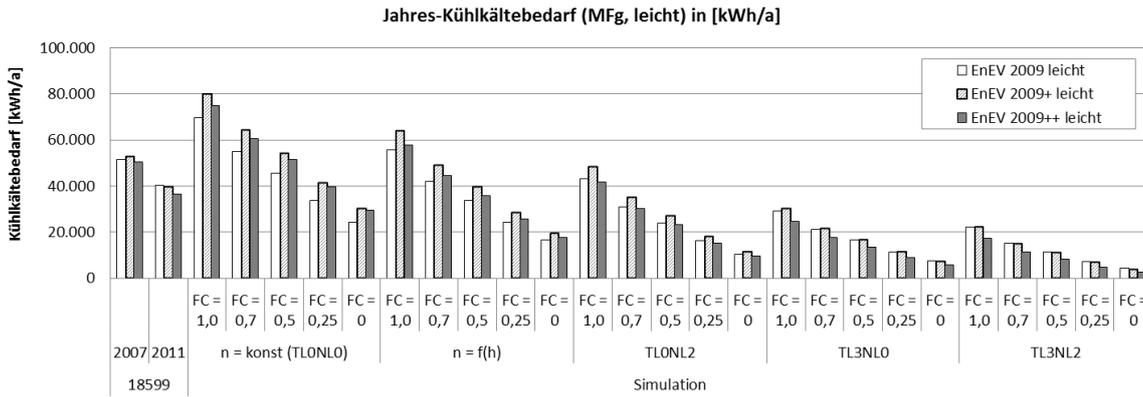


Bild C-21: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das große MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

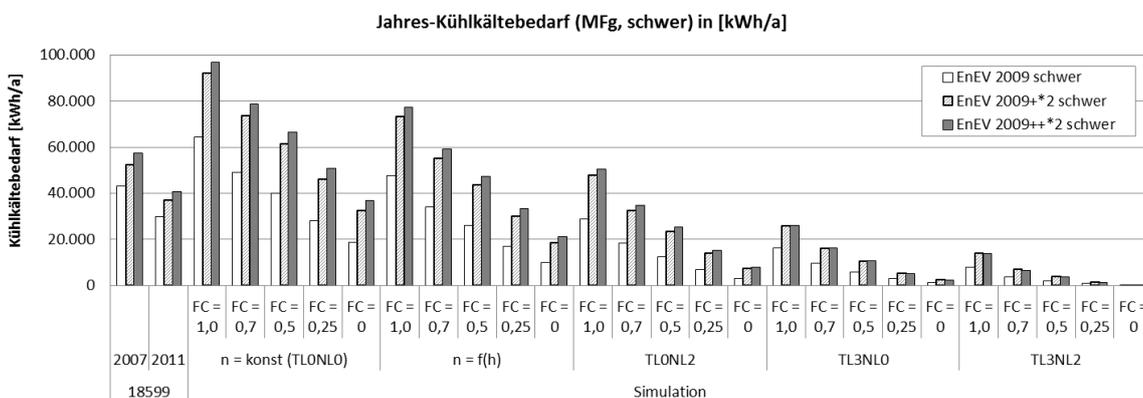
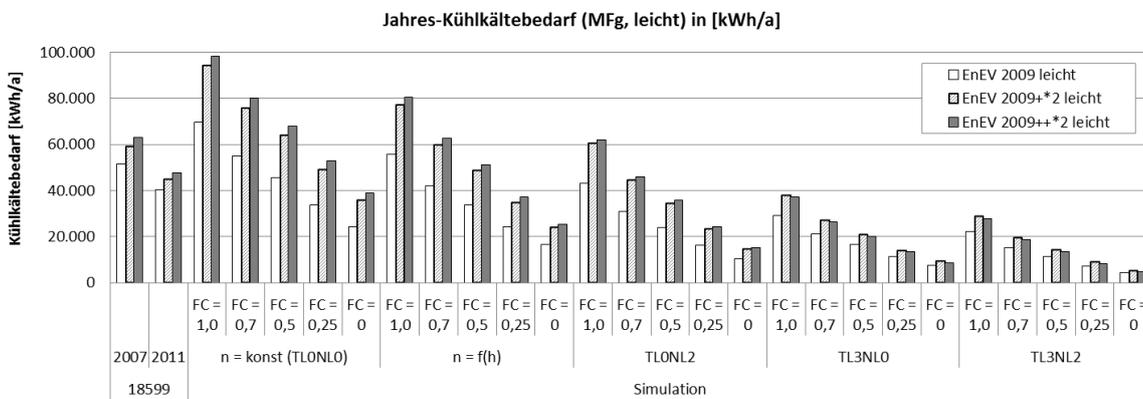
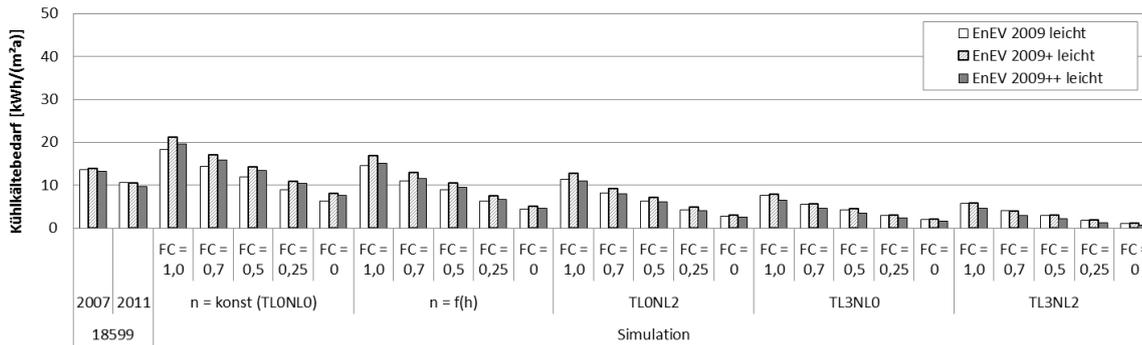


Bild C-22: Jahres-Kühlkältebedarf (absolut) für das große MFH aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (MFg, leicht) in [kWh/(m²a)]



Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (MFg, schwer) in [kWh/(m²a)]

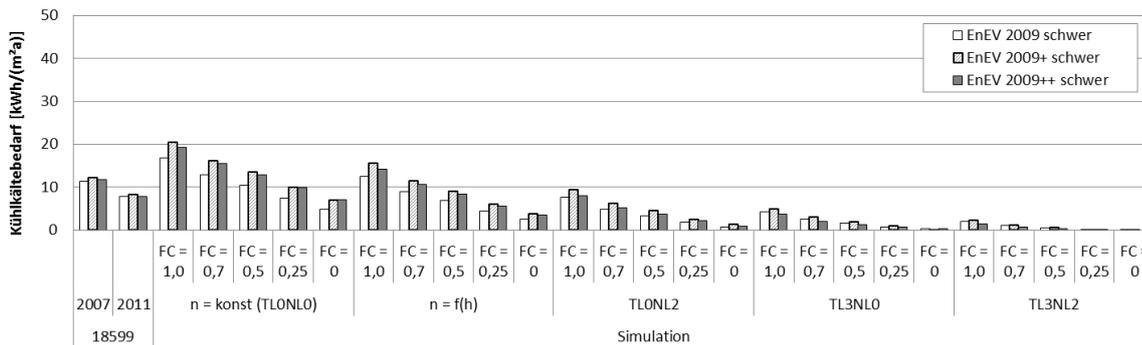
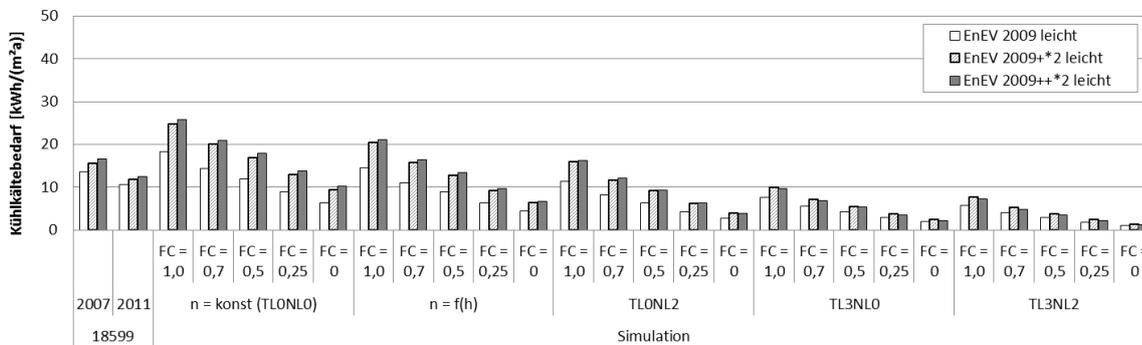


Bild C-23: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das große MFg aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Normalglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart

Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (MFg, leicht) in [kWh/(m²a)]



Jahres-Kühlkältebedarf, spezifisch (MFg, schwer) in [kWh/(m²a)]

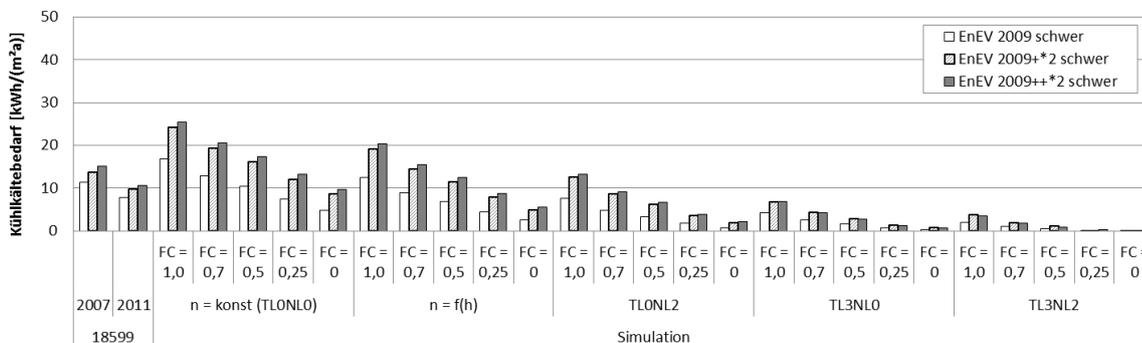


Bild C-24: Jahres-Kühlkältebedarf (spezifisch) für das große MFg aus [8] nach DIN V 18599 und Simulation bei Ausführung Fenstergläser als Weißglas, Darstellung der Ergebnisse getrennt für leichte und schwere Bauart