

DIN EN 15316-4-8



ICS 91.140.10

Ersatz für
DIN EN 15316-4-8:2011-05

**Energetische Bewertung von Gebäuden –
Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade
der Anlagen –
Teil 4-8: Wärmeherzeugung von Warmluft- und Strahlungsheizsystemen,
einschließlich Öfen (lokal), Modul M3-8-8;
Deutsche Fassung EN 15316-4-8:2017**

Energy performance of buildings –
Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies –
Part 4-8: Space heating generation systems, air heating and overhead radiant heating systems,
including stoves (local), Module M3-8-8;
German version EN 15316-4-8:2017

Performance énergétique des bâtiments –
Méthode de calcul des besoins énergétiques et des rendements des systèmes –
Partie 4-8: Systèmes de génération de chauffage des locaux, systèmes de chauffage par air
chaud et par rayonnement, y compris les poêles (local), Module M3-8-8;
Version allemande EN 15316-4-8:2017

Gesamtumfang 68 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS)
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15316-4-8:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen und wasserbasierte Kühlanlagen in Gebäuden“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet.

Zuständig für die Deutsche Fassung ist der Arbeitsausschuss NA 041-05-01 AA „Energetische Bewertung gebäudetechnischer Anlagen (SpA ISO/TC 205 "Umweltgerechte Gebäudeplanung)" im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

Diese Norm ist Teil der Normenreihe DIN EN 15316 und ist im Rahmen des EPBD-Mandates M/480 entstanden.

DIN EN 15316-4-8 ist eine Europäische Norm und CEN/TR 15316-6-9 ist der diese Norm begleitende Technischer Bericht mit weiteren informativen Inhalten zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden.

In Deutschland wird die Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im Wesentlichen durch das nationale Energieeinsparrecht umgesetzt. Das nationale Energieeinsparrecht nimmt datierte nationale und Europäische Normen und nationale Vornormen in Bezug, die für die Umsetzung in Deutschland festgelegt wurden. Die Anwendung im Zusammenhang mit dem Energieeinsparrecht für Gebäude ist in Deutschland durch die dortigen Festlegungen definiert.

Die Regelungen des deutschen Energieeinsparrechts sind mit dem Normenpaket des EPBD-Mandats M/480 und den dort in Bezug genommenen Internationalen und Europäischen Normen systematisch nicht vollständig und identisch abbildbar. Bei Anwendung der Normen des Mandates ist weder bei der Vorgehensweise, noch beim Ergebnis, noch bei der Bewertung des Ergebnisses die Identität mit dem deutschen Energieeinsparrecht erreichbar.

Derzeit ist das Normenpaket des EPBD-Mandats M/480, auch unter Berücksichtigung der Verweisungen auf nationale Regelungen in den jeweiligen nationalen Anhängen NA, in Deutschland nicht für die Zwecke des Energieeinsparrechts anwendbar.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15316-4-8:2011-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Unterstützung stündlicher Verfahren;
- b) Übereinstimmung mit Spezifikationen aus CEN/TS 16629;
- c) Anwendungsbereich auf Öfen und lokale Heizgeräte erweitert, die in Lot 20 von Ökodesign enthalten sind.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15316-4-8: 2011-05

Deutsche Fassung

Energetische Bewertung von Gebäuden —
Verfahren zur Berechnung des Endenergiebedarfs und
des Nutzungsgrades von Anlagen —
Teil 4-8: Wärmeerzeugung von Warmluft- und
Strahlungsheizsystemen, Modul M3-8-8

Energy performance of buildings —
Method for calculation of system energy requirements
and system efficiencies —
Part 4-8: Space heating generation systems, air heating
and overhead radiant heating systems, including stoves
(local), Module M3-8-8

Performance énergétique des bâtiments —
Méthode de calcul des besoins énergétiques et
des rendements des systèmes —
Partie 4-8: Systèmes de génération de chauffage des
locaux, systèmes de chauffage par air chaud et par
rayonnement, y compris les poêles (local), Module M3-8-8

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. Februar 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Symbole und Indizes	13
4.1 Symbole	13
4.2 Indizes	13
5 Beschreibung der Verfahren	14
5.1 Ausgaben des Verfahrens	14
5.2 Alternative Verfahren	15
5.3 Verbindung mit Gebäudebedarf und Zonierung	15
5.4 Anwendungsdaten	15
5.5 Anwendung von spezifischen Heiz- und Brennwerten	15
6 Ein/Aus-Heizgerät	16
6.1 Ausgabedaten	16
6.2 Berechnungsintervalle	17
6.3 Eingabedaten	18
6.3.1 Produktdaten	18
6.3.2 Systemauslegungsdaten	23
6.3.3 Betriebsbedingungen	24
6.3.4 Konstanten und physikalische Daten	24
6.4 Berechnungsverfahren	24
6.4.1 Anwendbares Berechnungsintervall	24
6.4.2 Ein- und Ausschaltdauer des Brenners	25
6.4.3 Berechnung der Verlustfaktoren	25
6.4.4 Rückgewonnene Hilfsenergie	29
6.4.5 Energieberechnung	30
7 Einstellbare und modulierende Heizgeräte	31
7.1 Ausgabedaten	31
7.2 Berechnungsintervalle	31
7.3 Eingabedaten	32
7.3.1 Produktdaten	32
7.3.2 Systemauslegungsdaten	34
7.3.3 Betriebsbedingungen	34
7.3.4 Konstanten und physikalische Daten	34
7.4 Berechnungsverfahren	34
7.4.1 Anwendbares Berechnungsintervall	34
7.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen	34
7.4.3 Ein- und Ausschaltdauer des Brenners	35
7.4.4 Berechnung der Verlustfaktoren	35
7.4.5 Hilfsenergie bei Mindestleistung	38
7.4.6 Energieberechnung	39
8 Öfen und lokale Heizgeräte	41

8.1	Allgemeines	41
8.2	Öfen und lokale Heizgeräte ohne Anschluss an ein wasserbasiertes System	42
8.2.1	Ausgabedaten.....	42
8.2.2	Eingabedaten	42
8.2.3	Sonderfälle	42
8.2.4	Dateneingabe für mit festem Brennstoff beheizte lokale Heizgeräte, die in Lot 20 der Ökodesign-Verordnung enthalten sind.....	43
8.3	Öfen und lokale Heizgeräte mit Anschluss an eine wasserbasierte Heizungsanlage.....	43
8.3.1	Allgemeines	43
8.3.2	Ausgabedaten.....	43
8.3.3	Spezifische Eingabedaten.....	44
8.3.4	Berechnungsverfahren.....	45
8.3.5	Berechnung von speziellen Ausgabedaten	45
8.3.6	Öfen und lokale Heizgeräte mit automatischer Vorschubregelung.....	45
9	Qualitätskontrolle.....	45
9.1	Ein/Aus-Heizgeräte, lokale Heizgeräte und Öfen	45
9.2	Modulierende und einstellbare Heizgeräte, lokale Heizgeräte und Öfen	46
9.3	Öfen mit Anschluss an ein Wassersystem	46
Anhang A (normativ) Vorlage für Auswahlmöglichkeiten, Eingabedaten und Verweisungen.....		47
A.1	Einleitung	47
A.2	Verweisungen	47
A.3	Produktdaten.....	48
A.3.1	Daten zur Produktbeschreibung	48
A.3.2	Technische Daten zum Produkt	50
A.4	Systemauslegungsdaten.....	52
A.5	Kriterien für die Verfahrensauswahl.....	52
Anhang B (informativ) Standardauswahlmöglichkeiten, Eingabedaten und Verweisungen.....		53
B.1	Einleitung	53
B.2	Verweisungen	53
B.3	Produktdaten.....	55
B.3.1	Daten zur Produktbeschreibung	55
B.3.2	Technische Daten zum Produkt	57
B.4	Systemauslegungsdaten.....	60
B.5	Kriterien für die Verfahrensauswahl.....	61
Anhang C (informativ) Äquivalenz zwischen den entsprechend dem Entwurf der Ökodesign- Verordnung festgelegten Daten zu mit festem Brennstoff beheizten lokalen Heizgeräten und den für dieses Modul erforderlichen Eingabedaten zum Produkt.....		62
Literaturhinweise.....		65

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 15316-4-8:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen und wasserbasierte Kühlanlagen in Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ersetzt EN 15316-4-8:2011.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber EN 15316-4-8:2011 sind:

- a) Unterstützung stündlicher Verfahren
- b) Übereinstimmung mit Spezifikationen aus CEN/TS 16629
- c) Anwendungsbereich auf Öfen und lokale Heizgeräte erweitert, die in Lot 20 von Ökodesign enthalten sind.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2017 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Europäische Norm ist Teil einer Reihe von Normen, die der internationalen Harmonisierung der Methodik für die Beurteilung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden dienen sollen und nachfolgend als „EPB-Normenpaket“ bezeichnet werden.

Alle EPB-Normen befolgen spezifische Regeln, um Gesamtkonsistenz, Eindeutigkeit und Transparenz sicherzustellen.

Alle EPB-Normen bieten durch die Einführung einer normativen Vorlage in Anhang A und Anhang B mit informativen Standardauswahlmöglichkeiten eine gewisse Flexibilität hinsichtlich der Methoden der erforderlichen Eingabedaten und Verweise auf andere EPB-Normen.

Für die korrekte Anwendung dieser Norm ist in Anhang A eine informative Vorlage angegeben, die diese Auswahlmöglichkeiten näher spezifiziert. Anhang B enthält informative Standardauswahlmöglichkeiten.

Die wichtigste Zielgruppe dieser Norm sind alle Anwender des EPB-Normenpakets (z. B. Architekten, Ingenieure, Aufsichtsbehörden, Hersteller und Lieferanten von Produkten, Software-Entwickler usw.).

Anwendung durch oder für Aufsichtsbehörden: Wird die Norm im Rahmen nationaler oder regionaler rechtlicher Anforderungen angewandt, so dürfen auf nationaler oder regionaler Ebene für derart spezielle Anwendungen Auswahlmöglichkeiten vorgeschrieben werden. Diese Auswahlmöglichkeiten (entweder die informativen Standardauswahlmöglichkeiten aus Anhang B oder die an nationale/regionale Anforderungen angepassten Auswahlmöglichkeiten, die jedoch in jedem Fall der Vorlage dieses Anhangs A folgen), können als nationaler Anhang oder als separates (z. B. rechtliches) Dokument (nationales Datenblatt) zur Verfügung gestellt werden.

ANMERKUNG 1 In diesem Fall werden daher:

- die Regulierungsbehörden die Auswahlmöglichkeiten **festlegen**;
- die einzelnen Anwender die Norm anwenden, um die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes zu bewerten und somit die von den Regulierungsbehörden festgelegten Auswahlmöglichkeiten **nutzen**.

In dieser Norm behandelte Themen können staatlichen Regulierungen unterliegen. Die staatlichen Regulierungen für gleiche Themen können die in Anhang B dieser Norm genannten Pauschalfaktoren aufheben. Die staatlichen Regulierungen für gleiche Themen können sogar, für bestimmte Anwendungen, die Anwendung dieser Norm aufheben. Rechtliche Anforderungen und Auswahlmöglichkeiten werden im Allgemeinen nicht in Normen, sondern in Rechtsdokumenten veröffentlicht. Zur Vermeidung von Doppelpublikationen und einer schwierigen Aktualisierung doppelter Dokumente kann der nationale Anhang auf die rechtsgültigen Texte verweisen, wenn Behörden nationale Entscheidungen getroffen haben. Es kann verschiedene nationale Anhänge oder nationale Datenblätter für verschiedene Anwendungen geben.

Bei Nichteinhaltung der Pauschalfaktoren, Optionen und Verweisungen auf andere EPB-Normen in Anhang B, aufgrund nationaler Bestimmungen, Richtlinien oder Traditionen, wird erwartet, dass

- nationale oder regionale Behörden Datenblätter mit den Entscheidungsmöglichkeiten und nationalen oder regionalen Werten, entsprechend dem Modell in Anhang A, vorbereiten. In diesem Fall verweist der nationale Anhang (z. B. NA) auf diesen Text,
- oder dass die Nationale Normungsorganisation standardmäßig und im Einklang mit den Rechtsdokumenten, die die nationalen oder regionalen Werte und Entscheidungsmöglichkeiten enthalten, die Möglichkeit in Erwägung zieht, einen nationalen Anhang in Übereinstimmung mit der Vorlage in Anhang A hinzuzufügen oder einzuschließen.

Weitere Zielgruppen sind Anwender des freiwilligen gemeinsamen Zertifizierungssystems der Europäischen Union für die Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden (EPBD Art. 11.9) und alle anderen gesamteuropäischen Parteien, die ihre Voraussetzungen für die Klassifizierung der Energieeffizienz für einen eigenen Gebäudebestand motivieren wollen.

Weitere Informationen sind im Technischen Bericht, der diese Norm begleitet (CEN/TR 15316-6-9), angegeben.

Das Technische Komitee CEN/TC 228 befasst sich mit folgenden Themen:

- Entwurf und Auslegung von (wasserbasierten, elektrischen und sonstigen) Heizungsanlagen;
- Installation von Heizungsanlagen;
- Inbetriebnahme von Heizungsanlagen;
- Anweisungen für den Betrieb, die Wartung und die Nutzung von Heizungsanlagen;
- Verfahren für die Berechnung des Auslegungswärmeverlustes und der Auslegungswärmelasten;
- Verfahren für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Heizungsanlagen.

Bei der Betrachtung von Heizungsanlagen sind auch die Auswirkungen der damit verbundenen Systeme, wie z. B. von Wassererwärmungsanlagen, zu berücksichtigen.

Alle diese Normen sind Systemnormen, d. h. sie beruhen auf Anforderungen, die an die Anlage als Ganzes gestellt werden, und behandeln keine Anforderungen an Produkte innerhalb der Anlage.

Falls möglich, wird auf andere Europäische oder Internationale Normen, u. a. auf Produktnormen, verwiesen. Jedoch stellt die Verwendung von Produkten, die den einschlägigen Produktnormen entsprechen, keine Garantie dafür dar, dass auch die Anlagenanforderungen erfüllt werden.

Diese Norm stellt Verfahren zur Berücksichtigung der Gesamtenergieeffizienz von Wärmeerzeugungssystemen vor, die auf Warmluft- und Strahlungsheizsystemen und Öfen basieren. Die Berechnung beruht auf den Leistungskenngrößen der in Produktnormen angegebenen Produkte und auf weiteren Kenngrößen, die zur Bewertung der Leistung der im System enthaltenen Produkte erforderlich sind.

Diese Norm behandelt ausschließlich die Wärmeerzeugungsfunktion von Lufterhitzern, auch wenn Lufterhitzer als Geräte auch Wärme abgeben und Regel- und Steuergeräte für die Raumheizung umfassen. Die Übergabe- und Automationsfunktion und die damit verbundenen Verluste werden in Modul M3-5 behandelt.

Diese Norm ist dazu vorgesehen, als Modul innerhalb des EN-EPBD-Normenpakets angewendet zu werden. Die Verbindung dieser Norm mit anderen Berechnungsmodulen wird in Modul M3-1 und EN ISO 52000-1 spezifiziert.

Standardverweisungen auf andere EPB-Normen als EN ISO 52000-1 sind durch die in Anhang A (normative Vorlage) und Anhang B (informative Standardauswahlmöglichkeit) angegebene Kennziffer des EPB-Moduls gekennzeichnet.

ANMERKUNG 2 Beispiel für eine EPB-Modul-Kennziffer: M5-5 oder M5-5.1, (wenn das Modul M5-5 unterteilt ist), oder M5-5/1 (bei Verweisung auf einen spezifischen Abschnitt der Norm, die M5-5 behandelt).

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm ist Teil einer Normenreihe für Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade von Anlagen.

Der Anwendungsbereich des vorliegenden Teils dient zur Normung

- notwendiger Eingabedaten,
- des Berechnungsverfahrens,
- der sich ergebenden Ausgaben bzw. Ausgabedaten,

für die Wärmeerzeugung zur Raumheizung durch

- Warmluftsysteme, einschließlich deren Regelung,
- Strahlungsheizsysteme für gewerbliche Nutzung, einschließlich deren Regelung, und
- Öfen und Heizgeräte für den Einsatz in Wohngebäuden.

Diese Norm gilt nicht für Warmluftsysteme, die Wasser als Wärmeträger verwenden.

Andere Wärmeerzeugungssysteme, wie z. B. Kessel, Wärmepumpen und sonstige, werden in anderen Teilmodulen von M3-8 behandelt.

Tabelle 1 zeigt die relative Position dieser Norm innerhalb des EPB-Normenpakets im Kontext der in EN ISO 52000-1 dargelegten modularen Struktur.

ANMERKUNG 1 In CEN ISO/TR 52000-2 findet sich die gleiche Tabelle mit den Nummern (für jedes Modul) der jeweiligen EPB-Normen und den dazugehörigen technischen Berichten, die bereits veröffentlicht wurden oder sich in der Erstellung befinden.

ANMERKUNG 2 Die Module repräsentieren EPB-Normen, auch wenn eine EPB-Norm mehr als ein Modul abdecken kann und ein Modul von mehr als einer EPB-Norm abgedeckt werden kann, zum Beispiel jeweils ein vereinfachtes und ein detailliertes Verfahren. Siehe auch Abschnitt 2 und Tabellen A.1 und B.1.

Tabelle 1 — Position dieser Norm innerhalb der modularen Struktur des EPB-Normenpakets

Rahmennorm			Gebäude (als solches)		technische Gebäudeausrüstung									
Untermodule	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation	Stromerzeugung
sub 1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemeines		Allgemeines		Allgemeines	15316-1					15316-1			
2	Allgemeine Begriffe; Symbole, Einheiten und Indizes		Energiebedarf des Gebäudes		Bedarf						12831-3			
3	Anwendungen		(freie) Innenraumbedingungen ohne Systeme		Höchstlast und -leistung	12831-1					12831-3			
4	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz		Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz		Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	15316-1					15316-1			
5	Gebäudefunktionen und Gebäudegrenzen		Wärmeübertragung durch Transmission		Emission und Regelung	15316-2	15316-2							
6	Gebäudebelegung und Betriebsbedingungen		Wärmeübertragung durch Infiltration und Lüftung		Verteilung und Regelung	15316-3	15316-3				15316-3			
7	Kumulation von Energieversorgungsarten und Energieträgern		innere Wärme-gewinne		Speicherung und Regelung	15316-5					15316-5 15316-4-3			

Rahmennorm			Gebäude (als solches)	technische Gebäudeausrüstung										
Untermodule	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation	Stromerzeugung
sub 1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
8	Gebäudeaufteilung		solare Wärme- gewinne		Erzeugung									
8-1					Feuerungs- kessel	15316-4-1					15316-4-1			
8-2					Wärmepumpen	15316-4-2	15316-4-2				15316-4-2			
8-3					Thermische Solaranlagen Photovoltaik	15316-4-3					15316-4-3			15316-4-3
8-4					Kraft-Wärme- Kopp- lung vor Ort	15316-4-4					15316-4-4			15316-4-4
8-5					Fernwärme und Fernkälte	15316-4-5	15316-4-5							15316-4-5
8-6					elektrischer Direkt- heizer	15316-4-8					15316-4-8			
8-7					Wind- energie- anlagen									15316-4-10
8-8					Heiz- strahler, Heiz- öfen	15316-4-8								

Rahmennorm			Gebäude (als solches)		technische Gebäudeausrüstung									
Untermodule	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Trinkwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation	Stromerzeugung
sub 1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
9	berechnete Gesamtenergieeffizienz		Gebäudedynamik (thermisch wirksame Masse)		Lastverteilungs- und Betriebsbedingungen									
10	gemessene Gesamtenergieeffizienz		gemessene Gesamtenergieeffizienz		gemessene Gesamtenergieeffizienz	15378-3					15378-3			
11	Inspektion		Inspektion		Inspektion	15378-1					15378-1			
12	Arten der Darstellung der Behaglichkeit in Innenräumen		-		GMS (Gebäude-Management-System)									
13	äußere Umgebungsbedingungen													
14	wirtschaftliche Berechnungen	15459-1												
ANMERKUNG Die schattierten Module sind nicht anwendbar.														

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN ISO 7345:1995, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987)*

EN ISO 52000-1:2017, *Energieeffizienz von Gebäuden — Festlegungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Teil 1: Allgemeiner Rahmen und Verfahren (ISO 52000-1:2017)*

EN 416 (alle Teile), *Gasgeräte-Heizstrahler — Dunkelstrahler mit einem Brenner mit Gebläse für gewerbliche und industrielle Anwendung*

EN 419 (alle Teile), *Hellstrahler mit einem Brenner ohne Gebläse für gewerbliche und industrielle Anwendung*

EN 1020, *Gasbefeuerte Warmlufterzeuger mit verstärkter Konvektion für den nicht-häuslichen Gebrauch mit einer Nennwärmebelastung nicht über 300 kW, mit Gebläse zur Beförderung der Verbrennungsluft und/oder der Abgase*

EN 13410, *Heizungsanlagen mit Gas-Infrarotstrahlern — Be- und Entlüftung von gewerblich und industriell genutzten Gebäuden*

EN 13240, *Raumheizer für feste Brennstoffe — Anforderungen und Prüfung*

EN 13229, *Kamineinsätze einschließlich offene Kamine für feste Brennstoffe — Anforderungen und Prüfung*

EN 14785, *Raumheizer zur Verfeuerung von Holzpellets — Anforderungen und Prüfverfahren*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 7345:1995, EN ISO 52000-1 sowie die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Die Begriffe aus EN ISO 52000-1, die für das Verständnis der zugrundeliegenden Norm unerlässlich sind, werden hier wiederholt.

3.1

Warmluftsystem

Heizsystem, das aus einem oder mehreren Luftheizgeräten mit erzwungener Konvektion besteht

3.2

Wärmeaufnahme

Produkt aus dem Brennstoffdurchsatz und dem Heizwert des Brennstoffs

3.3

kondensierendes Luftheizgerät

Luftheizgerät, das für die Nutzung der latenten Wärme ausgelegt ist, die durch die Kondensation des in den Abgasprodukten enthaltenen Wasserdampfs freigesetzt wird und es dem Kondensat ermöglicht, im flüssigen Zustand über einen Kondensatablauf aus dem Wärmetauscher auszutreten

3.4

Luftheizgerät mit erzwungener Konvektion

Gerät, das für die Raumheizung durch Verteilung erwärmter Luft aus einer zentralen Quelle mittels einer Luftbewegungseinrichtung entweder über Rohrleitungen oder direkt in den beheizten Raum ausgelegt ist

3.5

Heizgerät mit Anschluss an eine Abgasanlage

Heizgerät vom Typ B oder C, das an eine Abgasanlage oder eine Einrichtung für den Abtransport der Verbrennungsprodukte aus dem Raum, in dem sich das Gerät befindet, angeschlossen ist

3.6

einstellbares Heizgerät

Gerät, das in der Lage ist, entweder mit der dafür geltenden Nenn-Wärmeleistung oder mit einer festgelegten reduzierten Wärmeleistung zu arbeiten

3.7

Lastfaktor

Verhältnis zwischen der Zeit, in der der Brenner in Betrieb ist, und der Gesamtdauer, für die das Erzeugungssystem zur Verfügung steht, um dem Bedarf der Systemregeleinrichtung entsprechend Wärme zu liefern

3.8

modulierendes Heizgerät

Gerät, das die Möglichkeit bietet, seine Wärmeaufnahme stufenlos zwischen der Nenn-Wärmeleistung und einem Mindestwert zu regeln, wobei eine kontinuierliche Feuerung des Brenners beibehalten wird

3.9

Dunkelstrahlersystem mit mehreren Brennern

System mit Strahlrohrheizgeräten, welche zwei oder mehr Brennereinheiten verwenden, wobei eine jede Brennereinheit eine eigene Flammenüberwachungseinrichtung enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Brennereinheiten können entweder auf einem oder auf mehreren Zweigrohren angeordnet sein. Zur Unterstützung der Verbrennungsluftzufuhr und der Abgasabführung können ein oder mehrere Gebläse verwendet werden

3.10

Ein/Aus-Heizgerät

Gerät, das nicht in der Lage ist, die Verbrennungsleistung unter Beibehaltung der kontinuierlichen Feuerung des Brenners zu regeln. Hierzu gehören auch Geräte mit unterschiedlichen möglichen Abbrandstufen, die nur einmalig bei der Installation nach dem Heizbedarf eingestellt werden.

3.11

Strahlungsheizsystem

Heizsystem, das aus einem oder mehreren einzelnen Strahlungsheizgeräten besteht, die im Decken- oder oberen Wandbereich montiert sind

3.12

Hellstrahler

Heizgerät, das dafür vorgesehen ist, im Decken- oder oberen Wandbereich installiert zu werden und den darunter liegenden Raum durch Strahlungswärme zu beheizen. Die Wärme wird entweder durch Verbrennung des Brennstoffs an oder in der Nähe der äußeren Oberfläche eines Werkstoffs erzeugt, wobei der Werkstoff aus porösen Keramikplatten oder Metallgewebe bestehen kann, oder mit Hilfe eines atmosphärischen Brenners, der ein Metallgewebe oder ein ähnliches Material erhitzt.

3.13

Dunkelstrahler (Strahlrohr)

Heizsystem, das dafür vorgesehen ist, im Decken- oder oberen Wandbereich installiert zu werden und den darunter liegenden Raum mittels Strahlung durch ein oder mehrere Strahlrohre zu beheizen, die von innen durch hindurchströmende Verbrennungsprodukte beheizt werden

3.14

Ofen

Gerät, das für die Bereitstellung von Wärme in der Anlage durch Verbrennung eines Brennstoffs und direkte Abstrahlung an die Umgebungsluft ausgelegt ist

3.15**Typ-A-Heizgerät**

Gerät, das nicht für den Anschluss an eine Abgasanlage oder an eine Einrichtung zum direkten Abzug der Verbrennungsprodukte aus dem Raum, in dem sich das Gerät befindet, nach draußen, vorgesehen ist

3.16**Heizgerät ohne Anschluss an eine Abgasanlage**

Heizgerät vom Typ A, das nicht an eine Abgasanlage angeschlossen ist

3.17**lokales Heizgerät**

Gerät, das mit einem Verbrennungsprozess Wärme erzeugt und Wärme über direkte Wärmeübertragung an die Umgebungsluft bzw. über direkte Wärmeübertragung an die Umgebungsluft in Verbindung mit Wärmeübertragung an ein Fluid abgibt

3.18**direkte Wärmeleistung**

Wärmeleistung eines lokalen Raumheizgeräts durch Strahlung und Konvektion von Wärme, die durch oder von dem lokalen Raumheizgerät selbst an die Luft abgegeben wird, ohne die Wärmeleistung des lokalen Raumheizgeräts an ein Wärmeträgerfluid

3.19**indirekte Wärmeleistung**

Wärmeleistung eines lokalen Raumheizgeräts an ein Wärmeträgerfluid über denselben Wärmeerzeugungsprozess, der auch die direkte Wärmeleistung des lokalen Raumheizgeräts liefert

4 Symbole und Indizes**4.1 Symbole**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach EN ISO 52000-1:2017, Abschnitt 4 und Anhang C nach und die spezifischen Symbole nach Tabelle 2.

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
α	Wärmeverlustfaktor	%
β	Lastfaktor, Leistungsfaktor	-
c	Korrelationsparameter	verschiedene
k	Faktor, Teil der rückgewinnbaren Hilfsenergie, Teil der Verluste durch die Gebäudehülle	-
n	Exponent	
ϑ	Temperaturgradient	K/m
m'	Massenstrom	
H	Höhe	m

4.2 Indizes

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Indizes nach EN ISO 52000-1:2017, Abschnitt 4 und Anhang C und die spezifischen Indizes nach Tabelle 3.

Tabelle 3 — Indizes

air	Luft	gen	Erzeuger	rad	Strahlungs-
blw	Gebläse	h	Höhe	s	Brennwert
br	Brenner	i	Heizwert	test	Prüfbedingungen
ch	Abgasanlage	lrh	lokales Heizgerät oder Strahlungsheizgerät	w	Wasser des Heizsystems
cmb	Verbrennung	mass	Masse, spezifisches Gewicht	vent	Lüftung
cond	Kondensation	mod	modulierend		
corr	korrigiert	plt	Pilotflamme		
env	Hüllfläche	Pn	bei Nennlast		
exh	das Gebäude verlassend	Pmax	bei Höchstleistung		
fuel	Brennstoff	Pmin	bei Mindestleistung		

5 Beschreibung der Verfahren

5.1 Ausgaben des Verfahrens

Nach der vorliegenden Norm werden für jedes Berechnungsintervall die folgenden Ausgabedaten berechnet:

- maximale Wärmeleistung während des Berechnungsintervalls, $Q_{H;gen;out;max}$;
- tatsächliche Wärmeleistung während des Berechnungsintervalls, $Q_{H;gen;out}$;
- Brennstoffzufuhr zum Heizgerät oder Ofen, $E_{H;gen;in}$;
- rückgewinnbare Erzeugungswärmeverluste, $Q_{H;gen;ls;rbl}$;
- Hilfsenergienutzung, $W_{H;gen;aux}$.

Im Falle von Öfen und lokalen Raumheizgeräten mit einem Anschluss an ein wasserbasiertes Heizsystem werden darüber hinaus die folgenden Daten berechnet:

- tatsächliche Abgabe an eine angeschlossene wasserbasierte Heizungsanlage, $Q_{H;gen;out;w}$.

Das Berechnungsintervall der Ausgabedaten kann wie folgt sein:

- jährlich;
- monatlich;
- stündlich;
- Bin.

und entspricht dem Berechnungsintervall der Eingabedaten.

5.2 Alternative Verfahren

In der vorliegenden Norm werden die folgenden Berechnungsverfahren festgelegt:

- Zweipunkt-Heizgeräte: siehe Abschnitt 6;
- einstellbare oder modulierende Heizgeräte: siehe Abschnitt 7;
- Im Falle von Öfen und lokalen Raumheizgeräten mit oder ohne einen Anschluss an ein wasserbasiertes Heizsystem: siehe zusätzliche Spezifikationen in Abschnitt 8.

Welches Verfahren anzuwenden ist, richtet sich nach

- der Art der Leistungssteuerung entsprechend dem Bezeichner LRH_CTRL_POW;
- der Verfügbarkeit der Wärme für einen wasserbasierten Anschluss entsprechend dem Bezeichner LRH_WCONN.

Je nach Art des Heizgeräts kann ein anderer Datensatz verfügbar sein.

Die Vorgabekriterien für die Auswahl sind in den Tabellen B.21 und B.22 angegeben.

5.3 Verbindung mit Gebäudebedarf und Zonierung

Der vom Heizgerät oder Ofen beheizte Bereich ist wie folgt zu bestimmen:

- ist das Heizgerät oder der Ofen das einzige Heizsystem im betreffenden Raum: der gesamte Heizenergiebedarf des Raums;
- gibt es mehrere Heizgeräte im Raum, so ist für jedes Heizgerät der der Bemessungsleistung des einzelnen Geräts proportionale Lastanteil zu betrachten (Verteilungsregel);
- ein Heizgerät oder ein Ofen ist nicht in der Lage, Wärme an einen anderen Raum zu liefern, es sei denn, es gibt ein zweckbestimmtes System zur Übertragung der Wärme in benachbarte Räume. Dies kann nur dann berücksichtigt werden, wenn die Verbindung die Kapazität für den zusätzlichen Raum abdeckt.

BEISPIEL Kamin mit zweckbestimmten Luftkanälen und Gebläse.

5.4 Anwendungsdaten

Um die Übereinstimmung mit dem Berechnungsverfahren sicherzustellen, müssen Anwendungsdaten entsprechend der im normativen Anhang A angegebenen Vorlage festgelegt werden.

Vorgabedaten für die Anwendung der vorliegenden Norm sind im informativen Anhang B angegeben.

5.5 Anwendung von spezifischen Heiz- und Brennwerten

Das in diesem Modul beschriebene Berechnungsverfahren ist für Daten auf Grundlage von spezifischen Heizwerten vorgesehen.

Eingabedaten je nach Auswahl der Heizwerte sind:

- Wirkungsgrade, Symbol η ;
- Verlustfaktoren, Symbol α .

Falls diese Daten auf Grundlage von spezifischen Brennwerten verfügbar sind, sind sie in eine Heizwertreferenz nach den folgenden Gleichungen umzuwandeln:

$$\eta_{\text{net}} = \eta_{\text{gross}} \frac{H_{\text{s,fuel}}}{H_{\text{i,fuel}}} \quad (1)$$

$$\alpha_{\text{net}} = \alpha_{\text{gross}} \frac{H_{\text{s,fuel}}}{H_{\text{i,fuel}}} \quad (2)$$

Ausgabedaten je nach Auswahl der Heizwerte stammen aus der Energieaufnahme für die Erzeugung $E_{\text{H;gen;in}}$. Falls der Wert auf Grundlage der spezifischen Brennwerte $E_{\text{H;gen;in;gross}}$ erwünscht ist, ist er nach folgender Gleichung umzuwandeln:

$$E_{\text{H;gen;in;gross}} = E_{\text{H;gen;in}} \frac{H_{\text{s,fuel}}}{H_{\text{i,fuel}}} \quad (3)$$

6 Ein/Aus-Heizgerät

6.1 Ausgabedaten

Die Ausgabedaten dieses Verfahrens sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 — Ausgabedaten dieses Verfahrens

Beschreibung	Symbol	Einheit	Gültigkeitsintervall	für die Verwendung vorgesehene Modul
Energieaufnahme für die Erzeugung	$E_{\text{H;gen;in}}$	kWh	0 bis ∞	M3-1/2 M1-9/1
rückgewinnbare Wärmeverluste	$Q_{\text{H;gen;ls;rbl}}$	kWh	0 bis ∞	M2-2/1
Gesamthilfsenergie	$W_{\text{H;gen;aux}}$	kWh	0 bis ∞	M3-1/2
maximale Wärmeleistung während Berechnungsintervall	$Q_{\text{H;gen;out;max}}$	kWh	0 bis ∞	M3-1/2
tatsächliche Wärmeleistung während Berechnungsintervall	$Q_{\text{H;gen;out;}}$	kWh	0 bis ∞	M3-1/2
Brennstoffart	BLR_FUEL	Liste	Liste	M1-9/1

ANMERKUNG Siehe Tabelle B.1 für die Bedeutung der Modulnummern.

Die Energieaufnahme für die Erzeugung $E_{\text{H;gen;in}}$ ist der vom Heizgerät im Verlauf des Berechnungsintervalls benötigte Brennstoff.

Die rückgewinnbare Wärme $Q_{\text{H;gen;ls;rbl}}$ ist die im Verlauf des Berechnungszeitschritts für die Heizung rückgewinnbare Wärme.

Die Gesamthilfsenergie $W_{\text{H;gen;aux}}$ ist die im Verlauf des Berechnungsintervalls genutzte Hilfsenergie.

Die maximale Energieabgabe $Q_{H;gen,out,max}$ ist die Höchstmenge an Wärme, die in den Installationsraum oder in andere angeschlossene Räume über eine zweckbestimmte Wärmeträgereinrichtung während des Berechnungsintervalls freigesetzt werden kann.

Die tatsächliche Energieabgabe $Q_{H;gen,out}$ ist die im Verlauf des Berechnungsintervalls in den zu beheizenden Raum freigesetzte Wärme.

Der Brennstofftyp ist der vom Heizgerät genutzte Brennstoff.

6.2 Berechnungsintervalle

Die in Abschnitt 6 beschriebenen Berechnungsverfahren eignen sich für die folgenden Berechnungsintervalle:

- jährlich (jahreszeitlich);
- monatlich;
- stündlich;
- Bin.

Bei diesem Verfahren entspricht das Ausgabeberechnungsintervall dem Eingabeberechnungsintervall.

Dynamische Effekte werden bei diesem Verfahren nicht berücksichtigt.

Dieses Verfahren kann im Rahmen eines dynamischen Berechnungsschemas angewendet werden.

Falls alle Eingabedaten für ein kürzeres Berechnungsintervall als für das gewünschte Ausgabeberechnungsintervall vorliegen:

- wird die Berechnung dem Berechnungsintervall der Eingabedaten entsprechend vorgenommen;
- werden die Ausgabewerte kombiniert unter Verwendung von entweder
 - a) der Summe bei extensiven Eigenschaften, wie z. B. der erforderlichen Energieabgabe, oder
 - b) dem zeitlich gemittelten Wert bei intensiven Eigenschaften, wie z. B. der Temperatur.

Falls nur ein Teil der Eingabedaten für ein kürzeres Berechnungsintervall, als für die Ausgabe gewünscht, vorliegt:

- werden die Eingabewerte kombiniert, unter Verwendung von entweder
 - a) der Summe bei extensiven Eigenschaften, wie z. B. der erforderlichen Energieabgabe, oder
 - b) dem zeitlich gemittelten Wert bei intensiven Eigenschaften, wie z. B. der Temperatur, und
- wird die Berechnung dem Berechnungsintervall der Ausgabedaten entsprechend vorgenommen.

6.3 Eingabedaten

6.3.1 Produktdaten

6.3.1.1 Produktbeschreibungsdaten (qualitativ)

Die Produktbeschreibungsdaten von Heizgeräten werden in Form der folgenden Bezeichner angegeben:

- LRH_TYPE: Typ des Heizgeräts;
- LRH_USE: Nutzung des Heizgeräts;
- LRH_FUEL: Brennstoffart (Erdgas, LPG, Öl usw.);
- LRH_CTRL_POW: Art der Leistungsregelung;
- LRH_COND: kondensierendes oder nicht kondensierendes Heizgerät;
- LRH_PILOT: Pilotflamme;
- LRH_VENT: Lüftungsanforderungen;
- LRH_WCONN: Anschluss an eine wasserbasierte Heizungsanlage,

und sie werden mit den in den Tabellen B.2 bis B.9 in B.3.1 festgelegten Zeichenfolgen bezeichnet.

ANMERKUNG Warmluftheizgeräte werden nur zu Heizzwecken genutzt. Der Parameter LRH_USE wird nur um der Übereinstimmung mit anderen Erzeugertypen willen angegeben.

6.3.1.2 Technische Daten zum Produkt

6.3.1.2.1 Allgemeines

Spezifische Wärmeverluste des Erzeugers werden für Bezugsprüfbedingungen angegeben.

Die Prüfwerte müssen den tatsächlichen Betriebsbedingungen entsprechend angepasst werden. Dies gilt sowohl für Normprüfwerte als auch für Feldprüfungsmessungen.

Für die Auslegung und die Berechnung von neuen Systemen werden die Werte von spezifischen Verlusten vom Hersteller anhand von zertifizierten Messungen angegeben. Pauschalfaktoren finden sich im informativen Anhang B.

Bei bestehenden Installationen müssen verschiedene Verluste in Feldmessungen nach den Europäischen Normenreihen EN 416 und EN 419 sowie nach EN 1020 sowie den einschlägigen nationalen Verordnungen ermittelt werden. Pauschalfaktoren für ältere Geräte sind auch dem informativen Anhang B zu entnehmen.

Die für dieses Berechnungsverfahren erforderlichen technischen Daten zum Produkt sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5 — Technische Produktdaten dieses Verfahrens

Eigenschaften	Symbol	Katalog-einheit	berechnete Einheit	Gültigkeitsintervall	Ab-schnitt	verän-derlich
Volllast-Wärmeaufnahme	$\Phi_{lrh;cmb;P_n}$	kW	kW	0 bis ∞	6.3.1.2.2	nein
Brennstoffdurchsatz bei Volllast	$m'_{lrh;fuel;P_n}$	QT/h ^a	QT/h	0 bis ∞	6.3.1.2.2	nein

Wärmeverluste über die Abgasanlage bei mit Volllast arbeitendem Brenner	$\alpha_{\text{lrh;ch;ON}}$	%	%	0 bis 20	6.3.1.2.3	nein
Korrekturfaktor für Wärmeverluste über die Abgasanlage bei eingeschaltetem Brenner	$f_{\text{lrh;corr;ch;ON}}$	-	-	0 bis 1	6.3.1.2.4	nein
Prüftemperatur für Wärmeverluste über die Abgasanlage bei eingeschaltetem Brenner	$\vartheta_{\text{lrh;air;test;ON}}$	°C	°C	0 bis 40	6.3.1.2.5	nein
Exponent für den Lastfaktor	$n_{\text{lrh;ch;ON}}$	-	-	0 bis 1	6.3.1.2.6	nein
Hilfsleistung der mit dem Brenner verbundenen Ausrüstung bei Volllast	$\Phi_{\text{lrh;aux;br;Pn}}$	W oder kW	kW	0 bis ∞	6.3.1.2.7	nein
Hilfsleistung der dem Brenner nachgeschalteten Ausrüstung bei Volllast	$\Phi_{\text{lrh;aux;blw;Pn}}$	W oder kW	kW	0 bis ∞	6.3.1.2.8	nein
Hilfsleistung im Stand-by	$\Phi_{\text{lrh;aux;sby}}$	W oder kW	kW	0 bis ∞	6.3.1.2.9	nein
Verluste durch die Erzeugerhülle	$\alpha_{\text{lrh;env}}$	%	%	0 bis 40	6.3.1.2.10	nein
Pilotflammenverluste	$\alpha_{\text{lrh;pilot}}$	%	%	0 bis 10	6.3.1.2.11	nein
Daten zu kondensierenden Heizgeräten						
Verbrennungseffizienz von kondensierenden Heizgeräten bei Volllast	$\eta_{\text{lrh;cmb;Pn}}$	%	%	90 bis 110	6.3.1.2.12	nein
^a QT steht für jede geeignete Masseneinheit von Brennstoff, wie Sm^3 , kg usw., und muss mit der Masseneinheit für die Wärmewerte übereinstimmen.						

6.3.1.2.2 Wärmeaufnahme bei Volllast $\Phi_{\text{lrh;cmb;Pn}}$

Die Wärmeaufnahme des Heizgeräts bei Volllast $\Phi_{\text{lrh;cmb;Pn}}$ muss den vom Hersteller angegebenen Wert haben.

Wenn der Hersteller die Wärmeleistungsabgabe $\Phi_{\text{lrh;out;Pn}}$ und den Wirkungsgrad $\eta_{\text{lrh;Pn}}$ bei Volllast angibt, wird die Wärmeaufnahme bei Volllast wie folgt berechnet:

$$\Phi_{\text{lrh;cmb;Pn}} = \frac{\Phi_{\text{lrh;out;Pn}}}{\eta_{\text{lrh;Pn}}} \quad (4)$$

Falls keine Herstellerdaten vorliegen, wird die Wärmeaufnahme bei Volllast wie folgt berechnet:

$$\Phi_{\text{lrh;cmb;Pn}} = \dot{m}_{\text{lrh;fuel;Pn}} \cdot H_{\text{i;fuel}} \quad (5)$$

Dabei ist

$\dot{m}'_{\text{lrh;fuel;Pn}}$ der gemessene Brennstoffmassendurchsatz bei Höchstleistung;