

DIN EN 17887-1



ICS 91.120.10

Einsprüche bis 2022-11-02

Entwurf**Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden –
In-situ-Prüfung an fertiggestellten Gebäuden –
Teil 1: Datenerfassung für die Prüfung des Gesamtwärmeverlustes;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17887-1:2022**

Thermal performance of buildings –
In situ testing of completed buildings –
Part 1: Data collection for aggregate heat loss test;
German and English version prEN 17887-1:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-09-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 57 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17887-1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS (Schweden) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-56-98 AA „Wärmetechnisches Messen“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

September 2022

prEN 17887-1

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – In-situ-Prüfung an fertiggestellten Gebäuden – Teil 1: Datenerfassung für die Prüfung des Gesamtwärmeverlustes

Thermal performance of buildings – In situ testing of completed buildings – Part 1: Data collection for aggregate heat loss test

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	7
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Einheiten	10
4 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens	10
5 Anforderungen an die Prüfbedingungen und die Innenraumbedingungen des Gebäudes	11
5.1 Prüfbedingungen	11
5.2 Innenraumbedingungen des Gebäudes	11
6 Prüfeinrichtung	12
6.1 Innenraumeinrichtungen	12
6.1.1 Temperatursensoren	12
6.1.2 Luftfeuchtesensor	12
6.1.3 Elektrische Widerstandsheizlüfter	12
6.1.4 Elektrische Umwälzlüfter	12
6.1.5 Temperaturregler	13
6.1.6 Energiemessgeräte	13
6.1.7 Datenspeicher	13
6.1.8 Verlängerungskabel	13
6.2 Außenumgebungseinrichtungen	13
6.2.1 Wetterstationen mit Pyranometer	13
6.2.2 Datenspeicher	14
6.3 Abtastintervalle	14
7 Genauigkeit und Kalibrierverfahren	14
7.1 Kalibrierung und Genauigkeit von Sensoren	14
7.1.1 Allgemeines	14
7.1.2 Temperatursensoren	14
7.1.3 Energiemessgeräte	14
7.1.4 Luftfeuchtesensoren (RH-Sensoren)	14
7.1.5 Wetterstation	14
7.1.6 Pyranometer	15
7.1.7 PID-Regler	15
8 Vorbereitung des zu prüfenden Gebäudes und Installation und Anordnung der Einrichtungen	15
8.1 Allgemeines	15
8.2 Standort und Anzahl der Einrichtungen	15
8.2.1 Allgemeines	15
8.2.2 Sensoren für die Innenlufttemperatur und die relative Luftfeuchte	16
8.2.3 Elektrische Widerstandsheizlüfter	16
8.2.4 Elektrische Umwälzlüfter	16
8.2.5 PID-Temperaturregler	17
8.2.6 Energiemessgeräte	17
8.2.7 Datenspeicher	17
8.2.8 Wetterstationen mit Pyranometer	17
8.3 Minimierung sonstiger Wärmegewinne und Wärmeverluste während der Prüfung	17
8.4 Herstellen und Aufrechterhalten stabiler mittlerer Innenraumtemperaturbedingungen	17
9 Optionale Messungen	18
10 Durchführung der Prüfung	18
10.1 Vorprüfung mit Differenzdruck	18

10.2	Heizen	18
10.3	Prüfdauer	19
10.4	Nachprüfung mit Differenzdruck	19
11	Datenerfassung	19
11.1	Aufzeichnung von Daten	19
11.2	Herunterladen von Daten	19
11.3	Datenverifizierung	20
11.4	Herunterladen von Daten	20
12	Prüfbericht	20
12.1	Allgemeines	20
12.2	Daten	20
12.2.1	Daten zu dem zu prüfenden Gebäude/der zu prüfenden Struktur	20
12.2.2	Beschreibung des Versuchsaufbaus	21
12.2.3	Bedingungen während der Messung	21
Anhang A (informativ) Zusätzliche Anforderungen an Gebäude mit besonderen Merkmalen		22
A.1	Angeschlossene Wohngebäude und Mehrfamilienhäuser	22
A.2	Gebäude in niedrigen europäischen Breitengraden	22
A.3	Gebäude mit niedriger oder hoher Speichermasse	22
A.4	Sehr große oder schlecht wärmegeämmte Gebäude	23
A.5	Gebäude mit verhältnismäßig vielen nach Süden ausgerichteten Glasflächen	23
A.6	Gebäude mit geringer Luftdurchlässigkeit/geringem Leakagestrom	23
A.7	Prüfungen außerhalb des idealen Prüfzeitraums	24
Anhang B (informativ) Prüfaufbau		25
Literaturhinweise		27

Bilder

Bild 1 — Anordnung von Temperatursensoren zur Messung der Temperaturverteilung	16
Bild B.1 — Grundriss vom Erdgeschoss	25
Bild B.2 — Grundriss vom ersten Geschoss	26

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17887-1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Die Energieressourcen der Erde werden in hohem Maße verbraucht, was zur Erschöpfung von nicht erneuerbaren Ressourcen und zu einem steigenden Kohlenstoffdioxidausstoß führt. Deshalb ist es zwingend notwendig, Energie einzusparen. Der Energiebedarf von Gebäuden macht bis zu 40 % des Gesamtenergieverbrauchs aus (bei mildem Klima, wobei Heizung und Kühlung den größten Energiebedarf der Gebäude besitzen). Energiesparmaßnahmen in Gebäuden können eine Verlangsamung des Abbaus von nicht erneuerbaren Energieressourcen bedeuten und demzufolge auch einen geringeren Ausstoß von Treibhausgasen zur Folge haben.

Ein wichtiger Beitrag zu den Energiesparmaßnahmen in Gebäuden ist es, die Wärmeverluste eines Gebäudes auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Dies wird erreicht, indem eine Gebäudehülle geschaffen wird, die sowohl undurchlässig als auch stark gedämmt ist. Es gibt genormte Prüfverfahren zur Feststellung der Luftdurchlässigkeit vor Ort oder des Leakagestroms des Gebäudes (EN ISO 12569 und EN ISO 9972). Dieses Dokument enthält ein Verfahren zur Messung des Gesamtwärmeverlustes eines Gebäudes vor Ort. Der Gesamtwärmeverlust ist eine Kombination von Wärmeverlust durch Luftinfiltration und Wärmedurchgang der Gebäudehülle, und da die Luftinfiltrationsrate gemessen und der daraus resultierende Wärmeverlust näherungsweise bestimmt werden kann, ist es möglich, den Wert des Wärmedurchgangs der Gebäudehülle zusammen mit der kombinierten Unsicherheit abzuschätzen.

Im Rahmen der Bemessung und Konstruktion von neuen Gebäuden, und zunehmend auch im Rahmen der Modernisierung, wird eine Energiebedarfsberechnung durchgeführt; dabei wird in der Regel ein berechneter Wert für den Gesamtwärmeverlust verwendet, der auf Annahmen bezüglich der Luftinfiltrationsraten und auf den berechneten U -Werten für die externen ebenen Bauteile und Öffnungen sowie auf Ψ -Werte für Wärmebrücken an den Verbindungsstellen mit den ebenen Bauteilen (z. B. Öffnungen, Zwischenböden) beruht. Die Annahmen zur Luftinfiltration können durch Prüfung nach genormten Verfahren bestätigt werden und die Bemessungsberechnung wird oftmals nach der Prüfung angepasst, um die tatsächlich gemessene Luftdurchlässigkeit oder den tatsächlich gemessenen Leakagestrom des Gebäudes nach Abschluss der Bauarbeiten zu berücksichtigen. Dieses Dokument enthält ein Prüfverfahren, mit dem die quantitative Bestimmung des tatsächlichen Gesamtwärmeverlustes eines errichteten Gebäudes vor Ort möglich ist. Es zeigt den Einfluss von Entwurf und Bauausführung auf das errichtete Gebäude und dessen Bestandteile auf. Speziell konstruierte Prüflinge, die einzelne Bauteile darstellen, fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

Durch die Aufnahme weiterer Messungen, die nicht in den Anwendungsbereich dieses Prüfverfahrens fallen, ist es dann möglich, den Wert des Gesamtwärmeverlustes auf die einzelnen ebenen Bauteile aufzuschlüsseln. Diese Angabe ist für die allgemeine Bestätigung der Energieeffizienz nicht erforderlich, kann aber von der Bauaufsichtsbehörde oder vom Gebäudenutzer gefordert werden. Sie ermöglicht allerdings eine diagnostische Prüfung des errichteten Gebäudes und liefert eine Bestätigung der tatsächlichen Energieeffizienz von Bauteilen vor Ort. Dies wiederum dient als Grundlage für weitere Untersuchungen, die durchgeführt werden könnten, um das tatsächliche wärmetechnische Verhalten bestimmter Bauweisen, -techniken und Bauteile unter realistischen Einbaubedingungen zu ermitteln und um die vor Ort gemessenen Werte mit den derzeit verwendeten berechneten Werten vergleichen zu können.

Ohne ein Verfahren zur Prüfung des Gesamtwärmeverlustes eines errichteten Gebäudes können nur berechnete Werte als Grundlage für die Bemessung und Konstruktion des Gebäudes verwendet werden, und es besteht kaum eine Chance, zu bestätigen, dass die durch Berechnung vorhergesagten Werte auch vor Ort erzielt werden. Das Unvermögen, die tatsächliche Energieeffizienz vor Ort zu überprüfen und zu bestätigen, kann dazu führen, dass sowohl bei der Bemessung und Konstruktion als auch bei der Bauausführung Praktiken angewandt werden, die die berechneten Werte ungültig oder ungeeignet machen. Darüber hinaus werden weitergehende Annahmen über die mögliche Verringerung des Energieverbrauchs, die durch die Errichtung neuer und modernisierter energieeffizienter Gebäude erreicht werden könnte, auf der Grundlage der berechneten Gebäudeeffizienz getroffen, die nicht durch die Bestätigung der tatsächlichen Effizienz vor Ort validiert wird.

Dieses Prüfverfahren kann zur Bestätigung von Prüflingen für die Großserienproduktion, zur Bestätigung von Prototypen, zur Bestätigung der Energieeffizienz von Gebäuden mit besonderer Bedeutung und potentiell als Diagnoseinstrument verwendet werden, um die hinweisgebende Energieeffizienz einzelner Bauteile innerhalb eines Gebäudes zu ermitteln und weitere Untersuchungen und Maßnahmen zu veranlassen.

Dieses Dokument ist eng verknüpft mit prEN 17887-2:2022, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — In-situ-Prüfung an fertiggestellten Gebäuden — Teil 2: Auswertung stationärer Daten für die Prüfung des Gesamtwärmeverlustes*, für das es ausschließlich gilt. Außerdem ergänzt es prEN 17888-1:2022, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — In-situ-Messung an Bauwerksprüfkörpern — Teil 1: Datenerfassung für die Prüfung des Gesamtwärmeverlustes*, die sich ausschließlich mit undurchsichtigen Gebäudekonstruktionen befasst, die speziell für die Zwecke der *In-situ*-Prüfung errichtet wurden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Prüfverfahren für die *In-situ*-Messung des wärmetechnischen Verhaltens sowohl von neuen als auch von bestehenden Gebäuden fest.

Dieses Dokument legt die während und nach der Prüfung zu erfassenden Daten fest.

ANMERKUNG Die Auswertung der Daten und deren Berichtsformat werden in prEN 17887-2:2022, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — In-situ-Prüfung an fertiggestellten Gebäuden — Teil 2: Auswertung stationärer Daten für die Prüfung des Gesamtwärmeverlustes*, behandelt.

Dieses Dokument gilt für freistehende Wohngebäude und angeschlossene Wohngebäude wie Doppelhaushälften, Reihenhäuser und Wohnungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 IEC 62053-21, *Wechselstrom-Elektrizitätszähler — Besondere Anforderungen — Teil 21: Statische Wirkverbrauchsähler der Genauigkeitsklassen 1 und 2 (IEC 62053-21)*

EN ISO 7345, *Wärmeverhalten von Gebäuden und Baustoffen — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345)*

EN ISO 9229, *Wärmedämmung — Begriffe (ISO 9229)*

EN ISO 9972:2015, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden — Differenzdruckverfahren (ISO 9972:2015)*

EN ISO 13789:2017, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Transmissions- und Lüftungswärmetransferkoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 13789:2017)*

EN ISO 15927-1, *Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung und Darstellung von Klimadaten — Teil 1: Monats- und Jahresmittelwerte einzelner meteorologischer Elemente*

ISO 9060, *Solar energy — Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation*

ISO 9869-1, *Thermal insulation — Building elements — In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance — Part 1: Heat flow meter method*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 7345, EN ISO 9229 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1 Begriffe

3.1.1

Gesamtwärmeverlust

Gesamtwärmeverlustrate der gesamten Bausubstanz, ermittelt durch Messung der Gesamtwärmeverlustraten von ebenen Bauteilen, durch Wärmebrücken und durch Luftinfiltration

3.1.2

Gesamtwärmeverlustprüfung

Verfahren zur Messung des wärmetechnischen Verhaltens eines Gebäudes, das den Wärmeverlust der Bausubstanz nach dieser Prüfnorm messen kann

3.1.3

Gesamtwärmetransferkoeffizient

H_{agg}

Summe aus Transmissions- (H_{tr}) und Infiltrationskomponente des Lüftungswärmetransferkoeffizienten (H_v) auf der Grundlage von Messungen nach dieser Prüfnorm (nach prEN 17887-2)

3.1.4

Leckagestrom

Luftvolumenstrom durch die Gebäudehülle

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Luftbewegung umfasst die Strömung durch Fugen, Risse und poröse Oberflächen oder eine Kombination daraus und wird entweder auf natürliche Weise oder durch eine Luftfördereinrichtung verursacht.

[QUELLE: EN ISO 9972:2015, 3.1.1]

3.1.5

Luftdurchlässigkeit

auf die Hüllfläche bezogener Leckagestrom durch die Gebäudehülle bei der Bezugsprüfdruckdifferenz

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezugsprüfdruckdifferenz beträgt üblicherweise 50 Pa.

[QUELLE: EN ISO 9972:2015, 3.1.4]

3.1.6

Außenlufttemperatur

Innenlufttemperatur

Temperatur der Außenluft (Innenluft), gemessen durch außenliegende (innenliegende) Lufttemperatursensoren

3.1.7

Wohnbereich

Bereich, der durchgängig für Wohnzwecke, zum Arbeiten, für Zusammenkünfte, zum Vergnügen und für andere vergleichbare Zwecke genutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Hiervon ausgeschlossen sind Räume wie Badezimmer, Waschräume, Toiletten, Eingangsbereiche oder Flure.

3.1.8

Wärmetransferkoeffizient

H

Quotient aus dem Wärmestrom und der Temperaturdifferenz zwischen zwei Umgebungen; speziell verwendet als Transmissionswärmetransferkoeffizient oder Lüftungswärmetransferkoeffizient

3.1.9

infiltrierte Luft

unkontrolliert über Leckwege in der Gebäudehülle in einen Raum eintretende Luft

3.1.10

zentrale Raumtemperatur

im geometrischen Mittelpunkt des Raums gemessene Lufttemperatur

3.1.11

zentrale Gebäudetemperatur

Mittelwert aus allen gemessenen zentralen Raumtemperaturen

3.1.12

Temperaturdifferenz

ΔT

Differenz zwischen der zentralen Gebäudetemperatur und der Außenlufttemperatur

3.1.13

Einstellwert der Innenraumtemperatur für Prüfzwecke

erforderliche zentrale Gebäudetemperatur, um für die Dauer der Prüfung den Mindestwert für ΔT zu erreichen

3.1.14

quasi-stationärer Zustand

Zustand, in dem die Innenraumbedingungen des zu prüfenden Gebäudes konstant gehalten werden, während die Bedingungen im Außenbereich variieren können. In diesem Zustand sind Übergangsstadien im zu prüfenden Gebäude auf ein Mindestmaß begrenzt

3.1.15

solarer Wärmegegewinn

Wärme, die durch die Sonnenstrahlung erzeugt wird, die direkt oder indirekt nach der Absorption durch Gebäudeelemente durch Fenster, opake Wände und Dächer oder passive solare Einrichtungen wie Wintergärten, transparente Dämmungen und Solarwände in ein Gebäude eindringt

[QUELLE: ISO 52000-1:2017, 3.6.10]

3.1.16

zu prüfendes Gebäude

Gebäude, an dem die Prüfungen durchgeführt werden

3.1.17

thermische Hülle

Elemente eines Gebäudes, die konditionierte Räume umschließen und durch die Wärmeenergie zu oder von der externen Umgebung oder zu oder von nicht konditionierten Räumen übertragen wird

3.1.18

Transmissionswärmetransferkoeffizient

H_{tr}

Wärmestrom, der durch Transmission durch die Gebäudesubstanz auftritt, geteilt durch die Differenz zwischen der Temperatur der Umgebung auf beiden Seiten der Konstruktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Vereinbarungsgemäß gilt für einen Wärmestrom zwischen einem konditionierten Raum und der äußeren Umgebung ein positives Vorzeichen, wenn der Wärmestrom vom Innenraum nach außen verläuft (Wärmeverlust).

3.1.19

Lüftungswärmetransferkoeffizient

H_v
Wärmestrom, der durch aufgrund von Lufteintritt oder Lüftung in einen konditionierten Raum eintretende Luft erfolgt, geteilt durch die Differenz zwischen der Temperatur im Innenraum und der einströmenden Luft

[QUELLE: EN ISO 13789:2017, 3.7]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Temperatur der einströmenden Luft ist bei Lufteintritt gleich der Außenlufttemperatur.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei dieser Analyse wird die vorgesehene Lüftungskomponente des Lüftungswärmetransferkoeffizienten (H_v) üblicherweise weggelassen und nur die Infiltrationskomponente in den Wärmetransferkoeffizienten (H) einbezogen, da die vorgesehenen Lüftungswege während der Prüfung abgedichtet werden.

3.2 Symbole und Einheiten

Symbol		Einheit
T_i	Innenlufttemperatur	K
T_e	Außenlufttemperatur	K
ΔT	Differenz zwischen Innen- und Außenlufttemperatur des Gebäudes	K
H_{agg}	Gesamtwärmetransferkoeffizient eines Gebäudes	W/K
H	Wärmetransferkoeffizient	W/K
H_{tr}	Transmissionswärmetransferkoeffizient	W/K
H_v	Lüftungswärmetransferkoeffizient	W/K

4 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens

Das Prüfverfahren ist ein quasi-stationäres Verfahren zur Messung des Gesamtwärmeverlustes (sowohl durch die thermische Hülle als auch durch Luftinfiltration) eines unbewohnten Gebäudes vor Ort in W/K. Es umfasst das Beheizen des Gebäudeinneren mithilfe von Heizgeräten auf den erforderlichen Einstellwert der mittleren Innenraumtemperatur (üblicherweise 25 °C) über einen festgelegten Zeitraum (üblicherweise mindestens 15 Tage) und die Aufzeichnung der externen klimatischen Bedingungen.

Anhand von Messungen der Innenraum- und der externen Umgebungsbedingungen sowie der Menge der elektrischen Energie, die zur Aufrechterhaltung des Einstellwerts der mittleren Innenraumtemperatur erforderlich ist, kann die tägliche Wärmebelastung (in Watt) des Gebäudes ermittelt werden. Speziell der Gesamtwärmetransferkoeffizient des Gebäudes, H_{agg} (in W/K), kann für eine Reihe von quasi-stationären Bedingungen durch periodisches Auftragen der Wärmebelastungen gegen die gemessene Differenz zwischen den Innen- und Außenlufttemperaturen des Gebäudes ermittelt werden.

Dieses Prüfverfahren legt keine spezifischen Bedingungen hinsichtlich Feuchte fest, da Feuchte ein natürliches Merkmal von Witterungen und Einsatzbedingungen ist. Trotzdem werden die Werte von Innen- und Außenluftfeuchte während der Prüfung aufgezeichnet, aber nicht geregelt, und im Prüfbericht als Gesamtwerte angegeben. Des Weiteren werden Anforderungen angegeben, um ungewöhnliche Luftfeuchtwerte im Gebäude zu vermeiden.

ANMERKUNG 1 Die Gesamtprüfdauer hängt von verschiedenen Parametern ab, die es erforderlich machen können, die Prüfung mit einer Dauer von mehr als 15 Tagen durchzuführen (siehe 10.3).

ANMERKUNG 2 Wenn während der Prüfung geeignete Bedingungen vorliegen, können auch andere, optionale Prüfungen der Bausubstanz durchgeführt werden, wie z. B. Messungen der Wärmestromdichte und Aufnahme von Infrarot-Wärmebildern zu Diagnosezwecken.

5 Anforderungen an die Prüfbedingungen und die Innenraumbedingungen des Gebäudes

5.1 Prüfbedingungen

- Die Prüfung muss in den Wintermonaten während der Heizperiode durchgeführt werden, um einen aussagekräftigen Wert der Temperaturdifferenz ΔT zu erhalten (mindestens 10 K). Die Eignung des Prüfzeitraums ist von Ort zu Ort unterschiedlich und hängt von den örtlichen, gebietstypischen Witterungsbedingungen ab.

ANMERKUNG In Mittel- und Nordeuropa ergibt dies in der Regel ein Prüfzeitfenster von Mitte Oktober bis Ende März. In Südeuropa wäre das Prüfzeitfenster üblicherweise kürzer.

- Die Innenlufttemperatur muss für die gesamte Dauer der Prüfung auf einen konstanten Wert eingestellt werden; die Leistung der elektrischen Widerstandsraumheizungsanlagen muss so ausgelegt sein, dass diese Temperatur kontinuierlich erzielt werden kann, auch wenn die ungünstigsten Außenbedingungen eintreten.
- Um eine Belastung des Gebäudes zu vermeiden, die zu einer Schädigung der Bausubstanz führt, und um das Auftreten nicht repräsentativer Wärmeverlustmechanismen zu verhindern, sollte der Mittelwert der erwärmten Innenraumtemperatur so festgelegt werden, dass er innerhalb des erwarteten Temperaturbereichs liegt, der normalerweise im Gebäude auftritt, wenn es bewohnt ist. Auf dieser Grundlage wird er in der Regel auf einen Wert zwischen 20 °C und 25 °C eingestellt. Auch wenn der Mittelwert der Innenraumtemperatur vor Beginn der Prüfung eingestellt werden kann, um den gewünschten Wert für ΔT zu erhalten, darf er 30 °C nicht überschreiten.

BEISPIEL In Nordwesteuropa beträgt die empfohlene Prüftemperatur für neue Gebäude in der Regel 25 °C, um einen Tagesmittelwert ΔT über 10 K zu erzielen. Bei jeder Prüfung sollte jedoch eine fundierte Entscheidung über den Einstellwert der mittleren Innenraumtemperatur getroffen werden, der erforderlich ist, um einen aussagekräftigen Wert für ΔT zu erzielen. Es kann Situationen geben, in denen eine niedrigere Prüftemperatur geeignet wäre, wie z. B. in schlecht wärmegeprägten bestehenden Gebäuden vor der Modernisierung. In südlichen Regionen kann es notwendig sein, den Einstellwert der mittleren Innenraumtemperatur zu erhöhen, um einen Tagesmittelwert ΔT über 10 K zu erzielen. Dies sollte nur mit äußerster Vorsicht geschehen und zusätzliche Messungen können erforderlich sein, um den Einfluss höherer Innenraumtemperaturen auf Lüftungswärmeverluste durch Kamineffekt, potentielle Änderungen der Luftinfiltration während der Prüfung und den Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe quantitativ zu bestimmen.

- Der Zugang zu dem zu prüfenden Gebäude muss strengstens auf das Notwendigste beschränkt sein, um einen zufriedenstellenden Verlauf der Prüfung sicherzustellen. Alle Zutritte während des Prüfzeitraums müssen aufgezeichnet werden.
- Die gesamte Beleuchtung und alle Geräte im Inneren des Gebäudes sollten während der Prüfung ausgeschaltet sein.
- Die gesamte Beleuchtung und alle Geräte außerhalb des Gebäudes, die aber vom Inneren des Gebäudes gespeist werden, sollten während der Prüfung ausgeschaltet sein.
- Der gesamte elektrische Strom, der während des Prüfzeitraums im zu prüfenden Gebäude genutzt wird und zu einem Wärmegewinn im Gebäude führen könnte, muss mit Energiemessgeräten erfasst werden. Dazu zählen elektrische Widerstandsheizungen, Umwälzlüfter und Überwachungseinrichtungen.

5.2 Innenraumbedingungen des Gebäudes

Das Gebäude bzw. der Prüfbereich des Gebäudes muss für die Prüfung wie folgt vorbereitet werden:

- Das zu prüfende Gebäude muss vollständig funktionstüchtig und bewohnbar sein.
- Das zu prüfende Gebäude muss vor Beginn der Prüfung trockengelegt sein.

BEISPIEL Ist dies nicht der Fall, wird ein Teil der Wärmebelastung des Gebäudes dafür aufgewendet, Restfeuchte im Bauwerk zu verdampfen, statt die Innenluft im Gebäude auf die geforderte mittlere erhöhte Temperatur zu erwärmen. Dadurch wird eine höhere Wärmebelastung aufgezeichnet als sonst erforderlich gewesen wäre. Außerdem kann in besonders luftundurchlässigen Gebäuden die während der Aufwärmphase entstandene überschüssige Feuchte während der Prüfung nicht ausreichend abgeführt werden, was möglicherweise Schwitzwasserbildung und Schimmelbildung im Gebäude zur Folge hat. Des Weiteren ist es wichtig zu erkennen, ob Restfeuchte in der Struktur einen Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit und den Wärmeverlust verschiedener Bauteile des Gebäudes besitzt. Je höher die vorhandene Restfeuchte ist, desto höher ist die Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe und desto höher ist der damit verbundene Wärmeverlust. Der Feuchtegehalt des Gebäudes sollte sich auf einen Wert stabilisieren, bei dem die relative Luftfeuchte im Wohnbereich während der Prüfung bei dem Einstellwert der Innenraumtemperatur für Prüfzwecke nicht mehr als 60 % beträgt.

- Alle vorgesehenen Lüftungswege einschließlich Lüftungsspalte müssen für die Dauer der Prüfung in Übereinstimmung mit den Leitlinien von EN 13829 geschlossen und abgedichtet sein.
- Die Innenlufttemperatur muss vor Beginn der Prüfung im gesamten zu prüfenden Gebäude einheitlich sein. Diese Bedingung gilt als erfüllt, wenn die Temperatur aller Wohnbereiche im zu prüfenden Gebäude in einem Zeitraum von 24 h unmittelbar vor Beginn der Prüfung durchschnittlich ± 1 K vom Einstellwert der mittleren Innenraumtemperatur abweichen.
- Für den Zeitraum der Prüfung müssen alle innenliegenden Türen (einschließlich Einbauschränktüren und Türen zu Nicht-Wohnbereichen) mit einem Keil offengehalten werden, um die ungehinderte Luftströmung im Gebäude zu ermöglichen und eine gleichmäßige Temperaturverteilung im zu prüfenden Gebäude sicherzustellen.

6 Prüfeinrichtung

Für die Durchführung der Gesamtwärmeverlustprüfung am Gebäude sind mehrere Prüfeinrichtungen erforderlich. Diese sind in Innenraumeinrichtungen (6.1) (hauptsächlich zur Einstellung und Aufrechterhaltung der mittleren Innenlufttemperatur und zur Aufzeichnung der erforderlichen Messwerte) und Außenumgebungs-einrichtungen zur Messung von Witterungsbedingungen (6.2) eingeteilt.

6.1 Innenraumeinrichtungen

6.1.1 Temperatursensoren

Diese werden zur Messung der Innenlufttemperatur im Gebäude verwendet. Häufig handelt es sich dabei um Kombisensoren mit integriertem Luftfeuchtesensor, statt zwei separater Sensoren. Zur Durchführung mehrerer Stichprobenmessungen während der Prüfung wird außerdem ein tragbarer Temperatursensor benötigt.

6.1.2 Luftfeuchtesensor

Diese werden zur Messung der relativen Luftfeuchte im Gebäude verwendet.

6.1.3 Elektrische Widerstandsheizlüfter

Diese werden zur elektrischen Beheizung des zu prüfenden Gebäudes verwendet. Es müssen Modelle mit einstellbarer Heizleistung verwendet werden, um bei Bedarf eine gewisse Anpassung und mehr Flexibilität bei der Raumaufteilung zu ermöglichen.

6.1.4 Elektrische Umwälzlüfter

Diese werden zur Umwälzung der Luft im Gebäude verwendet. Es müssen Modelle mit einstellbarer Drehzahl und Gebläse-richtung verwendet werden, um bei Bedarf eine gewisse Anpassung zu ermöglichen.

6.1.5 Temperaturregler

Diese werden zur Einstellung der Heizleistung elektrischer Heizlüfter und zur Aufrechterhaltung einer festgelegten Innenlufttemperatur im Bereich $\pm 0,5$ K um den Temperatureinstellwert herum verwendet. Sie müssen über eine Proportional-Integral-Differenzial-Regelung (PID) und eine automatische Abstimmung verfügen.

6.1.6 Energiemessgeräte

Diese werden zur Messung des elektrischen Energiebedarfs der elektrischen Widerstandsheizlüfter, der elektrischen Umwälzlüfter und aller netzbetriebenen Überwachungs- oder Aufzeichnungseinrichtungen (Datenspeicher und Sensoren), die während der Prüfung zum Einsatz kommen, verwendet.

6.1.7 Datenspeicher

Diese werden zur Aufzeichnung der Messwerte, die im Inneren des zu prüfenden Gebäudes erhalten wurden, verwendet. Sie müssen den Energiebedarf, in kWh, der elektrischen Widerstandsheizlüfter, der elektrischen Umwälzlüfter und aller netzbetriebenen Überwachungseinrichtungen aufzeichnen können. Sie müssen außerdem die Messwerte für Lufttemperatur und relative Luftfeuchte von den Sensoren für Lufttemperatur und relative Luftfeuchte speichern können; diese Werte könnten aber auch mit separaten Einrichtungen mit integriertem Speicher aufgezeichnet werden.

6.1.8 Verlängerungskabel

Diese werden verwendet, um die elektrischen Widerstandsheizlüfter und die Umwälzlüfter sowie alle anderen elektrischen Einrichtungen wie Thermostatregler, Datenspeicher oder Sensoren, die vom Netz gespeist werden, mit Strom zu versorgen.

6.2 Außenumgebungseinrichtungen

6.2.1 Wetterstationen mit Pyranometer

Diese werden zur Messung der Wetterdaten verwendet, die die Außenbedingungen darstellen, welchen das zu prüfende Gebäude ausgesetzt ist; sie können aus einzelnen Sensoren oder aus mehreren Kombisensoren bestehen.

Die Installation der externen Sensoren und die Messung der Wetterdaten sind nach EN ISO 15927-1 durchzuführen. Mindestens die folgenden Wetterdaten sind zu messen:

- Außenlufttemperatur, gemessen innerhalb einer Thermometerabschirmung mit Lüftungsschlitzen, die einen ungehinderten Luftstrom ermöglichen;
- relative Luftfeuchte;
- Windgeschwindigkeit und -richtung;
- globale Sonneneinstrahlung — mit einem Pyranometer wird die vertikale Strahlungsflussdichte in W/m^2 gemessen. Die Messung der vertikalen Sonneneinstrahlung sollte in derselben Ebene erfolgen, die der Fassade des Gebäudes entspricht und von der erwartet wird, dass sie den größten Anteil an solaren Wärme gewinnen aufnimmt, was üblicherweise die Südseite ist.

Die Wetterdaten müssen so aufgezeichnet werden, dass eine Unterscheidung zwischen Momentanwerten und Mittelwerten möglich ist.

ANMERKUNG Zusätzliche Messungen des Luftdrucks und der Niederschlagsmenge können für eine genauere Analyse erwünscht sein.

6.2.2 Datenspeicher

Es kann ein separater zweckbestimmter Datenspeicher für die Wetterstation (mit Pyranometer) notwendig sein. Dies hängt davon ab, ob der im Gebäude installierte Datenspeicher leicht zugänglich und/oder in der Lage ist, alle Messwerte der Wetterstation aufzuzeichnen. Wird ein drahtloses System verwendet, kann dies darüber hinaus von der Entfernung zwischen Wetterstation und zu prüfendem Gebäude abhängig sein.

6.3 Abtastintervalle

Die Aufzeichnungen müssen in festen Zeitabständen erfolgen, die den Durchschnittswerten mehrerer Einzelmessungen entsprechen, die in kürzeren Abständen durchgeführt werden.

Das größte Abtastintervall muss vom Sensorhersteller festgelegt werden. Es wird eine einminütige Abtast-rate vorgeschlagen, wobei der Wert gegebenenfalls über einen Zeitraum von zehn Minuten zu mitteln oder zu aggregieren ist. Beispielsweise sind Wh-Daten zu aggregieren und nicht zu mitteln.

Sind nur Momentanwerte verfügbar, sollte alternativ die Abtastfrequenz erhöht werden, um eine Nachbearbeitung der Daten zu ermöglichen, damit die Momentanwerte über einen geeigneten Zeitraum gemittelt werden können.

Das Abtastintervall muss für alle aufgezeichneten Werte gleich sein.

7 Genauigkeit und Kalibrierverfahren

Die Einrichtungen müssen kalibriert werden, um systematische Abweichungen zu verringern und die unten angegebene Genauigkeit zu erreichen.

7.1 Kalibrierung und Genauigkeit von Sensoren

7.1.1 Allgemeines

Alle einzelnen Sensoren müssen kalibriert werden.

7.1.2 Temperatursensoren

Beim Kalibriervorgang müssen die Sensoren hinsichtlich verschiedener Werte im betreffenden Bereich kalibriert und mit einem Referenzsensor mit einer höheren Genauigkeit als $\pm 0,5$ K verglichen werden.

7.1.3 Energiemessgeräte

Das Energiemessgerät muss Klasse 1 nach EN IEC 62053-21 entsprechen und die Energiemessgeräte sollten einen Impulsausgang besitzen, der vom Datenspeicher mit einer Auflösung von mindestens 1 Wattstunde (Wh) ausgelesen werden kann.

7.1.4 Luftfeuchtesensoren (RH-Sensoren)

Beim Kalibriervorgang müssen die Sensoren hinsichtlich verschiedener Werte im betreffenden Bereich kalibriert und mit einem Referenzsensor mit einer Genauigkeit von ± 5 % oder besser verglichen werden.

7.1.5 Wetterstation

Jeder Sensor, der Teil der Wetterstation ist, muss kalibriert werden. Die Kalibrierung aller gemessenen Parameter muss wie folgt erfolgen:

- Außenlufttemperatur — der Sensor wird hinsichtlich verschiedener Werte im betreffenden Bereich kalibriert und mit einem Referenzsensor mit einer höheren Genauigkeit als $\pm 0,5$ K verglichen;

- relative Luftfeuchte — der Sensor wird hinsichtlich verschiedener Werte im betreffenden Bereich kalibriert und mit einem Referenzsensor mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ oder besser verglichen;
- Windgeschwindigkeit — mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ oder besser;
- Windrichtung — mit einer Genauigkeit von $\pm 5^\circ$ oder besser.

7.1.6 Pyranometer

Das Pyranometer muss nach ISO 9060, Klasse s, kalibriert werden.

7.1.7 PID-Regler

Die PID-Temperaturregler müssen in der Lage sein, die Temperatur in einem Bereich $\pm 0,5\text{ K}$ um den Temperatureinstellwert einzustellen.

8 Vorbereitung des zu prüfenden Gebäudes und Installation und Anordnung der Einrichtungen

8.1 Allgemeines

Zur Vorbereitung für die Prüfung ist es notwendig, folgende Schritte durchzuführen:

- Das zu prüfende Gebäude wird beurteilt, um die Raumheizlast abzuschätzen und den Standort und die Ausrichtung der Einrichtungen zu ermitteln, damit eine gleichmäßige Temperaturverteilung im gesamten Gebäude stattfindet.
- Das Gebäude wird beheizt, um die geforderte mittlere Innenlufttemperatur im Gebäude zu erreichen, und es wird sichergestellt, dass diese Temperatur im gesamten Gebäude einheitlich ist und dass die erwartete Raumheizlast von der Heizungsanlage erbracht werden kann.
- Es sollte eine Prüfung mit Differenzdruck nach EN ISO 9972 durchgeführt werden, um die Luftdurchlässigkeit und/oder den Leckagestrom vor Beginn der Prüfung zu messen.

8.2 Standort und Anzahl der Einrichtungen

8.2.1 Allgemeines

Der Standort und die Anzahl einzelner Einrichtungen, die zur Durchführung der Gesamtwärmeverlustprüfung erforderlich sind, sind verschieden und hängen von der Größe, der Form, der Innenraumaufteilung und dem wärmetechnischen Verhalten der Bausubstanz ab. In jedem Fall sind die Position, die Marke und das Modell jedes Sensors aufzuzeichnen und in den Prüfbericht aufzunehmen.

Um den festgelegten Einstellwert der mittleren Innenraumtemperatur zu erreichen, muss jeder Wohnbereich zumindest seinen eigenen elektrischen Widerstandsheizlüfter, elektrischen Umwälzlüfter, Thermostatregler und Sensor(en) für die Temperatur und die relative Luftfeuchte besitzen. Diese Einrichtungen dürfen auch in den anderen Bereichen des Gebäudes innerhalb der thermischen Hülle vorhanden sein, sofern sie erforderlich sind.

Die Anforderungen an die Anordnung der Einrichtungen sind in 8.2.1 bis 8.2.7 beschrieben.

ANMERKUNG Anhang B enthält ein Beispiel für die Anordnung der Einrichtungen in einem zu prüfenden Gebäude.

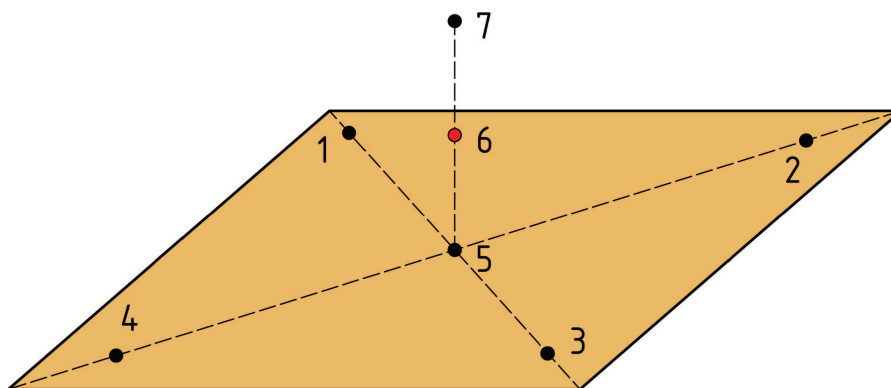
Außerdem sollte vor dem Aufbau der Prüfeinrichtungen Anhang A beachtet werden, um sicherzustellen, dass vor Beginn der Prüfung alle Besonderheiten berücksichtigt wurden.

8.2.2 Sensoren für die Innenlufttemperatur und die relative Luftfeuchte

In jedem Wohnbereich des Gebäudes muss mindestens ein Lufttemperatur- und ein Luftfeuchtesensor installiert sein.

Die Sensoren müssen so nahe wie praktisch möglich am geometrischen Mittelpunkt jedes konditionierten Bereichs angeordnet werden. Die Sensoren sollten so angeordnet werden, dass sie nicht von Folgendem beeinflusst werden: direkter Sonneneinstrahlung, direkter Wärme von den elektrischen Widerstandsheizlüftern und übermäßigen Luftbewegungen durch die elektrischen Umwälzlüfter. Außerdem sollten die Sensoren gegenüber Strahlungswärmequellen abgeschirmt werden.

In jedem geprüften Bereich muss die Luft weniger als 1 K/m geschichtet sein. Deshalb muss die Verteilung der Lufttemperaturen von Sensoren gemessen werden, die nahe jeder oberen oder unteren Ecke sowie in drei Höhen nahe des Zentrums angeordnet sind. Die Sensoren müssen mindestens 1 m von jeder Seitenwand entfernt und 0,5 m über dem Fußboden des zu prüfenden Bereichs im Gebäude angeordnet werden, siehe Bild 1.



Legende

- 1 bis 4 Eckposition 1 Meter zu jeder Seite und 0,5 Meter über dem Fußboden
- 5 untere Position im Zentrum
- 6 mittlere Position im Zentrum
- 7 hohe Position im Zentrum

Bild 1 — Anordnung von Temperatursensoren zur Messung der Temperaturverteilung

8.2.3 Elektrische Widerstandsheizlüfter

Je Wohnbereich ist mindestens ein elektrischer Widerstandsheizlüfter erforderlich (es können mehr erforderlich sein, wenn der Einstellwert der mittleren Innenraumtemperatur für Prüfzwecke nicht erreicht werden kann). Die Heizlüfter sollten mit dem Ausgang des Verlängerungskabels der Energiemessgeräte verbunden und so aufgestellt werden, dass der Raum derart beheizt wird, dass eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung erzielt wird. Außerdem sollten sie so aufgestellt werden, dass die erwärmte Luft nicht direkt auf Außen- oder gemeinsame Elemente der Bausubstanz oder auf andere Messgeräte geblasen wird.

8.2.4 Elektrische Umwälzlüfter

Je Wohnbereich ist mindestens ein elektrischer Umwälzlüfter erforderlich. Der Umwälzlüfter sollte mit dem Ausgang des Verlängerungskabels des Energiemessgeräts verbunden werden, um die Leistungsaufnahme des Lüfters aufzeichnen zu können. Der Lüfter sollte so aufgestellt werden, dass sowohl innerhalb eines Wohnbereichs als auch zwischen verschiedenen Wohnbereichen eine ausreichende Luftumwälzung stattfindet. Außerdem sollten sie so aufgestellt werden, dass die Luft nicht direkt auf Außen- oder gemeinsame Elemente der Bausubstanz oder auf andere Messgeräte geblasen wird.