DIN 4108-3:2024-03 (D)

Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

Inhalt

Seite

Vorwort ... 7

Einleitung ... 9

1 Anwendungsbereich ... 10

2 Normative Verweisungen ... 10

3 Begriffe ... 12
3.1 Begriffe zur Wasserdampfdiffusion ... 13
3.2 Begriffe zur kapillaren Wasseraufnahme ... 14
3.3 Begriffe zur Wasserdampfkonvektion und Belüftung ... 14
3.4 Begriffe zur Feuchtespeicherung ... 14
3.5 Begriffe zur Bauteilkonstruktion ... 15

4 Symbole, Einheiten und Indizes ... 16
4.1 Symbole und Einheiten ... 16
4.2 Indizes ... 17

5 Vermeidung kritischer Luftfeuchten an Bauteiloberflächen und von Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen ... 18
5.1 Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen ... 18
5.1.1 Allgemeine Anforderungen, Berechnungs- und Ausführungshinweise ... 18
5.1.2 Anforderungen, Berechnungs- und Ausführungshinweise für Wärmebrücken ... 18
5.1.3 Hinweise für Fenster und Fenstertüren ... 19
5.2 Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen ... 19
5.2.1 Allgemeines ... 19
5.2.2 Anforderungen ... 20
5.2.3 Angaben zur Berechnung der Tauwasser- und Verdunstungsmasse ... 20
5.2.4 Angaben zur Bewertung des Bauteils ... 21
5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist ... 21
5.3.1 Allgemeines ... 21
5.3.2 Außenwände gegen Außenluft ... 21
5.3.3 Erdberührte Außenbauteile mit Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile) ... 23
5.3.4 Dächer ... 23
5.3.5 Oberste Geschossdecken als Systemgrenze zwischen beheiztem und unbeheiztem Bereich ... 36

6 Schlagregenschutz von Wänden ... 38
6.1 Allgemeines ... 38
6.2 Beanspruchungsgruppen ... 38
6.2.1 Allgemeines ... 38
6.2.2 Beanspruchungsgruppe I — geringe Schlagregenbeanspruchung ... 38
6.2.3 Beanspruchungsgruppe II — mittlere Schlagregenbeanspruchung ... 38
6.2.4 Beanspruchungsgruppe III — starke Schlagregenbeanspruchung ... 38
6.3 Schutzprinzipien ... 40
6.4 Putze und Beschichtungen ... 40
6.5 Beispiele und Hinweise zur Erfüllung des Schlagregenschutzes ... 41
6.5.1 Außenwände ... 41
6.5.2 Fugen und Anschlüsse ... 42

6.5.3 Fenster, Außentüren, Vorhangfassaden ... 43
7 Hinweise zur Luftdichtheit ... 43
Anhang A (normativ) Berechnungsverfahren zur Vermeidung kritischer Luftfeuchten an Bauteiloberflächen und zur Bestimmung von Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen ... 44
A.1 Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen ... 44
A.1.1 Allgemeines ... 44
A.1.2 Berechnung für ebene, thermisch homogene Bauteile ... 47
A.2 Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen ... 47
A.2.1 Allgemeine Angaben zur Berechnung ... 47
A.2.2 Randbedingungen ... 48
A.2.3 Hinweise zu Stoffeigenschaften ... 49
A.2.4 Vorgehensweise ... 50
A.2.5 Tauwasserbildung und Berechnung der Tauwassermasse ... 51
A.2.6 Verdunstung und Berechnung der Verdunstungsmasse ... 53
Anhang B (informativ) Berechnungsbeispiel ... 58
B.1 Allgemeines ... 58
B.2 Konstruktionsaufbau und Ausgangsdaten ... 58
B.3 Überprüfung auf Tauwasserbildung im Querschnitt ... 60
B.4 Diffusionsdiagramme für Tau- und Verdunstungsperiode ... 62
B.5 Berechnung der Tauwasser- und Verdunstungsmassen ... 63
B.6 Bewertung ... 65
Anhang C (normativ) Grundlagen für wärme- und feuchteschutztechnische Berechnungen ... 66
C.1 Wärmeschutztechnische Größen und Temperaturverteilung ... 66
C.1.1 Allgemeines ... 66
C.1.2 Wärmedurchlasswiderstand ... 66
C.1.3 Wärmedurchgangswiderstand ... 66
C.1.4 Wärmedurchgangskoeffizient ... 66
C.1.5 Wärmestromdichte ... 66
C.1.6 Temperaturverteilung ... 66
C.2 Feuchteschutztechnische Größen und Dampfdruckverteilungen ... 68
C.2.1 Allgemeines ... 68
C.2.2 Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke ... 68
C.2.3 Wasserdampf-Diffusionsdurchlasswiderstand ... 68
C.2.4 Wasserdampf-Diffusionsstromdichte ... 69
C.2.5 Dampfdruckverteilungen ... 70
C.3 Wasserdampfteildruck und Luftfeuchte ... 73
C.4 Sättigungsdampfdruck und Taupunkttemperatur ... 73
Anhang D (normativ) Feuchteschutzbemessung durch hygrothermische Simulation ... 79
D.1 Allgemeines ... 79
D.2 Äußere Randbedingungen ... 79
D.2.1 Allgemeines ... 79
D.2.2 Klimadatensätze ... 79
D.2.3 Wärme- und Feuchteübertragung an der Außenoberfläche ... 80
D.2.4 Erdberührte Bauteile ... 80
D.3 Raumseitige Randbedingungen ... 81
D.4 Wärme- und Feuchteübertragung an der raumseitigen Oberfläche ... 81
D.5 Anfangsbedingungen ... 82
D.6 Feuchtequellen aufgrund von Luftkonvektion oder Schlagregenpenetration durch unvermeidbare Leckagen ... 82
D.6.1 Allgemeines ... 82
D.6.2 Feuchtequellen durch Dampfkonvektion ... 82
D.6.3 Feuchtequellen durch Schlagregenpenetration ... 83
D.7 Beurteilung der Simulationsergebnisse ... 83
D.7.1 Allgemeines ... 83

D.7.2 Eingeschwungener Zustand ... **83**
D.7.3 Bewertung der Feuchtezustände an den Oberflächen und innerhalb der Konstruktion ... **83**
D.7.4 Vermeidung von Holzzerstörung ... **83**
D.7.5 Vermeidung von Frostschäden ... **84**
D.7.6 Risikobewertung Schimmelpilzbefall ... **84**
D.8 Wahl geeigneter Simulationsverfahren ... **84**
D.9 Fehlerkontrolle ... **85**
D.10 Dokumentation ... **85**

Literaturhinweise ... **86**

Bilder

Bild 1 — Grundkonstruktionen und Konstruktionsprinzipien für Dächer mit belüfteten Dachdeckungen oder belüfteten Luftschichten bei Dachneigungen ≥ 5° ... **24**

Bild 2 — Zugehörige Dachfläche je Meter Traufe, First und Grat ... **25**

Bild 3 — Grundkonstruktionen und Konstruktionsprinzipien für Dächer mit belüfteten Luftschichten bei Dachneigungen < 5° ... **26**

Bild 4 — Nicht belüftete Dächer mit Zwischensparrendämmung und ggf. Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten — Luftdichtheitsschicht *unterhalb* der Tragkonstruktion (Sparren) ... **26**

Bild 5 — Nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten — Luftdichtheitsschicht *oberhalb* der Tragkonstruktion (Sparren) ... **27**

Bild 6 — Nicht belüftete Dächer mit Zwischensparrendämmung in Kombination mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten — Luftdichtheitsschicht *oberhalb* der Tragkonstruktion (Sparren) ... **28**

Bild 7 — Nicht belüftete Dächer mit Zwischensparrendämmung und ruhender Luftschicht in Kombination mit Aufsparrendämmung aus Faserdämmplatten — Luftdichtheitsschicht *oberhalb* der Tragkonstruktion (Sparren) ... **28**

Bild 8 — Nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung aus Hartschaum in Kombination mit Zwischensparrendämmung — Luftdichtheitsschicht *unterhalb* der Tragkonstruktion (Sparren) ... **29**

Bild 9 — Nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung aus Hartschaum in Kombination mit Zwischensparrendämmung, ohne Schalung auf den Sparren — Luftdichtheitsschicht *oberhalb* der Tragkonstruktion (Sparren) ... **30**

Bild 10 —Nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung aus Hartschaum in Kombination mit Zwischensparrendämmung, mit Schalung auf den Sparren — Luftdichtheitsschicht *oberhalb* der Tragkonstruktion (Sparren) ... **31**

Bild 11 — Nicht belüftete, bestehende Dächer mit von außen in das Gefach eingelegter und über den Sparren geführter Schicht mit variablem s_d-Wert ... **32**

Bild 12 — Nicht belüftete Dächer mit diffusionsdichter Untersparrendämmung, ggf. in Kombination mit Zwischensparrendämmung ... **32**

Bild 13 — Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung und Dämmebene oberhalb der Tragkonstruktion (ohne Belag, bekiest, begehbar, begrünt, befahrbar) ... **33**

Bild 14 — Nicht belüftete Dächer mit Dachabdichtung und Wärmedämmung in der Tragebene (zwischen den Holzbalken) und auf der Tragebene (Aufdachdämmung) bei Gebäudehöhen ≤ 10 m **34**

Bild 15 — Belüftete Dächer mit einer Dachneigung < 5° **36**

Bild 16 — Belüftete Dächer mit einer Dachneigung ≥ 5° **36**

Bild 17 — Oberste Geschossdecken welche die alleinige thermische Gebäudehülle mit Luftdichtheitsebene darstellen **37**

Bild 18 — Übersichtskarte zur Schlagregenbeanspruchung in der Bundesrepublik Deutschland (Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst) **39**

Bild 19 — Schematische Darstellung offener, schwellenförmiger Fugen **43**

Bild A.1 — Diffusionsdiagramme für vier systematische Fälle a bis d der Tauwasserbildung im Querschnitt eines Außenbauteils **52**

Bild A.2 — Diffusionsdiagramme für die analogen vier systematischen Fälle a bis d der Tauwasserverdunstung aus dem Querschnitt des Außenbauteils **54**

Bild B.1 — Außenwand mit vorhandenem WDVS und nachträglicher Innendämmung **59**

Bild B.2 — Diffusionsdiagramm für die Tauperiode (Dezember bis Februar) **62**

Bild B.3 — Diffusionsdiagramm für die Verdunstungsperiode (Juni bis August) **63**

Bild C.1 — Temperaturverteilung über den Querschnitt eines mehrschichtigen Bauteils **68**

Bild C.2 — Schematische Darstellung der Temperatur- und Dampfdruckverteilungen über den Querschnitt eines mehrschichtigen Bauteils in Abhängigkeit von den diffusionsäquivalenten Luftschichtdicken der Einzelschichten zur Ermittlung eines eventuellen Tauwasserausfalls an Schichtgrenzen **72**

Bild D.1 — Raumlufttemperatur und –feuchte von Wohnräumen in Abhängigkeit von den Tagesmittelwerten der Außenlufttemperatur **81**

Tabellen

Tabelle 1 — Zeichen, Größen und Einheiten **16**

Tabelle 2 — Indizes **17**

Tabelle 3 — Zuordnung der s_d-Werte für Dächer nach Bild 4 und Bild 5 ..... **27**

Tabelle 4 — Anforderungen an Schichten mit variablem s_d-Wert für Dächer **35**

Tabelle 5 — Kriterien für den Regenschutz von Putzen und Beschichtungen **41**

Tabelle 6 — Beispiele für die Zuordnung von Wandbauarten und Beanspruchungsgruppen **41**

Tabelle 7 — Beispiele für die Zuordnung von Fugenabdichtungsarten und Beanspruchungsgruppen **42**

Tabelle A.1 — Teildruck für Wasserdampf in Luft in Abhängigkeit von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte 45

Tabelle A.2 — Mindestwerte der raumseitigen Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit vom Wasserdampfteildruck der Raumluft und vom kritischen Höchstwert der relativen Luftfeuchte an der Oberfläche 46

Tabelle A.3 — Klimabedingungen für die Beurteilung der Tauwasserbildung und Verdunstung im Inneren von Bauteilen 49

Tabelle B.1 — Schichtaufbau und Schichteigenschaften 59

Tabelle B.2 — Bestimmung der Temperatur- und der Sättigungsdampfdruckverteilung 60

Tabelle B.3 — Bestimmung eventueller Tauwasserebenen 61

Tabelle B.4 — Berechnung der Tauwassermasse im Winter (Tauperiode Dezember bis Februar) 64

Tabelle B.5 — Berechnung Verdunstungsmasse im Sommer (Verdunstungsperiode Juni bis August) 64

Tabelle C.1 — Sättigungsdampfdruck für Wasserdampf in Luft über flüssigem Wasser bzw. über Eis in Abhängigkeit von der Temperatur 74

Tabelle C.2 — Sättigungsdampfkonzentration für Wasserdampf in Luft über flüssigem Wasser bzw. über Eis in Abhängigkeit von der Temperatur 75

Tabelle C.3 — Taupunkttemperatur für Wasserdampf in Luft in Abhängigkeit von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte 77

Tabelle D.1 — Übergangskoeffizienten für Wärme und Wasserdampf 80

Tabelle D.2 — Kurzwellige Strahlungsabsorption 80

Tabelle D.3 — Übergangskoeffizienten für Wärme und Wasserdampf in Räumen 81