

Berechnung nach dem Glaser-Verfahren

Das Glaser-Verfahren ist ein Verfahren zur Berechnung des stationären Feuchtetransports (Diffusionsberechnung) z. B. in einer Außenwand. Es wurde nach dem Klimatechniker Prof. K. Glaser benannt. Es wurde zu einer Zeit entwickelt, als computergestützte Analysen noch nicht in dem heute üblichen Umfang möglich waren und war daher als tabellarisch-grafisches Verfahren konzipiert, das rasch und mit einfachen Rechenoperationen Ergebnisse liefert. Das Glaser-Verfahren bildet die Grundlage des Normverfahrens der DIN 4108-3 (klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung) zur Bewertung des Tauwasserrisikos. Konstruktionen, die nicht gemäß DIN 4108 freigegeben sind, müssen rechnerisch nachgewiesen werden.

Rahmenbedingungen

Das Glaser-Verfahren dient der näherungsweisen Ermittlung von Feuchtigkeitsanreicherung durch Diffusion in Gebäudebauteilen. Dabei wird von standardisierten Rahmenbedingungen (siehe Tabelle) ausgegangen. Die vereinfachten Annahmen berücksichtigen z. B. keine Feuchtespeicherung oder kapillare Wassertransportvorgänge in Materialien. Beim Glaser-Verfahren handelt es sich um eine eindimensionale Methode, bei der diverse Randeinflüsse nicht berücksichtigt werden. Daher werden heute vermehrt rechnergestützte Simulationen herangezogen, die auch den instationären Bedingungen Rechnung tragen.

Eingangsdaten

- Schichtenaufbau
- Schichtdicken
- Wärmeleitfähigkeiten
- μ -Werte (Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen)
- Wärmeübergangswiderstände

Anforderungen

Nach DIN 4108 müssen nachweispflichtige Bauteile folgende Anforderungen an den Tauwasserschutz erfüllen:

- Die während der Tauperiode anfallende Tauwassermenge mW,T darf nicht größer als die Verdunstungsmenge mW,V sein
- Bei Dach- und Wandkonstruktionen muss gelten: $mW,T \leq 1 \text{ kg/m}^2$
- An Berührungsflächen von kapillar nicht wasseraufnahmefähigen Schichten: $mW,T \leq 0,5 \text{ kg/m}^2$
- Die Baustoffe, die mit dem Tauwasser in Berührung kommen, dürfen nicht beschädigt werden (z. B. durch Korrosion, Pilzbefall)
- Unzulässig sind folgende Erhöhungen des massebezogenen Feuchtegehalts: Holz um mehr als 5%, Holzwerkstoffe um mehr als 3%

Klimabedingungen für die Beurteilung von Tauwasserbildung und Verdunstung im Inneren von Bauteilen

(DIN 4108-3, Tabelle A.3)

Klima	Temperatur	Relative Luftfeuchte	Wasserdampf- teildruck	Dauer		
	θ °C	ϕ %	ρ Pa	d	t h	s
Tauperiode von Dezember bis Februar						
Innenklima	20	50	1.168	90	2.160	$7.776 \cdot 10^3$
Außenklima	- 5	80	321			
Verdunstungsperiode von Juni bis August ¹⁾						
Wasserdampfdruck Innenklima			1.200	90	2.160	$7.776 \cdot 10^3$
Wasserdampfdruck Außenklima			1.200			
Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich:						
- Wände, die Aufenthaltsräume gegen Außenluft abschließen; Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen			1.700			
- Dächer, die Aufenthaltsräume gegen Außenluft abschließen			2.000			

¹⁾ In der Verdunstungsperiode werden im Rahmen des Perioden-Bilanzverfahrens nicht die Temperaturen und Luftfeuchten, sondern nur die gerundeten Wasserdampfdrucke als Klima-Randbedingung vorgegeben.

Hygrothermische Simulationsberechnungen

Beim klassischen Tauwassernachweis anhand des Glaser-Verfahrens werden vereinfachte Annahmen getroffen und realitätsnahe Randbedingungen nicht berücksichtigt. Aufgrund dieser Einschränkungen empfiehlt es sich gerade bei kritischen Konstruktionen, Simulationsprogramme zu verwenden, wie etwa das WUFI® („Wärme und Feuchte instationär“-) Programm des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Holzkirchen, oder das Programm Delphin des Instituts für Bauklimatik der TU Dresden. Diese Programme simulieren Wärme- und Feuchtigkeitstransportvorgänge in Bauteilen durch Diffusion und kapillare Leitfähigkeit unter Berücksichtigung klimatischer Randbedingungen und liefern bei Verwendung entsprechender Materialkennwerte realitätsnahe Ergebnisse.

Das menügesteuerte PC-Programm WUFI® erlaubt die realitätsnahe Berechnung des instationären hygrothermischen Verhaltens von mehrschichtigen Bauteilen unter natürlichen Klimabedingungen. Es basiert auf den neuesten Erkenntnissen in Bezug auf Dampfdiffusion und Wassertransport. Laut Herstellerangaben bietet die rechnerische Simulation des instationären Wärme- und Feuchtetransports für die Praxis zahlreiche Vorteile. So sind etwa die folgenden Einsatzbereiche und Aussagemöglichkeiten im Hinblick auf das klimabedingte hygrothermische Bauteilverhalten zu nennen, die über die bisherigen Beurteilungsmöglichkeiten deutlich hinausgehen:

- Reale Tauwassersituation während der Heizperiode unter Berücksichtigung von Wasserdampfsorption und Kapillarleitung

- Austrocknen von Baufeuchte
- Sommerkondensation durch Umkehrdiffusion
- Solare Einstrahlung, Schlagregenbelastung und Oberflächen-betauung z. B. bei Fassaden
- Feuchteinfluss auf Energiehaushalt

WUFI® wird beispielsweise zur Bewertung bestehender Bauten oder zur Planung in den Bestand eingreifender Maßnahmen wie Renovierung, Umnutzung oder nachträgliche Dämmung eingesetzt.

Konkrete Fragestellungen, die in solchen Zusammenhängen meist untersucht werden, sind unter anderem:

- Die Austrocknungsdauer von Baufeuchte und ihre Auswirkungen auf den Wärmeschutz, auf Frostschäden usw.
- Die Wasseraufnahme bei Schlagregen und das Trocknungspotenzial
- Das Risiko für Tauwasserausfall, die Tauwassermenge und das Trocknungsvermögen

Die Verwendung von Simulationsprogrammen wie WUFI® entspricht mittlerweile dem Stand und den Regeln der Technik. Die DIN 4108 beispielsweise, welche für Deutschland das zur Prüfung der Feuchtesicherheit vorgeschriebene Glaser-Verfahren regelt, lässt in der aktuellen Fassung auch ausdrücklich numerische Simulationsverfahren für Fälle zu, die mit dem Glaser-Verfahren nicht beurteilt werden können (z. B. Austrocknen von Baufeuchte, Aufnahme von Regenwasser u. Ä.). Die Anforderungen, die ein Simulationsprogramm dazu erfüllen muss, sind in der DIN EN 15026 geregelt.

Übersicht geltender Regelwerke

- DIN 4108-2:2013-02 „Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“
- DIN 4108-3:2014-11 „Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise zur Planung und Ausführung“
- DIN 4108-4:2013-02 „Wärme und feuchtetechnische Bemessungswerte“
- DIN 4108-4:2016-07 – ENTWURF „Wärme und feuchtetechnische Bemessungswerte“
- DIN 4108-7:2011-11 „Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele“
- DIN-Fachbericht DIN 4108-8:2010-09 „Vermeidung von Schimmelpilzwachstum in Wohngebäuden“
- DIN 4108 Bbl.2:2006-03 „Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele“
- DIN V 18599-1:2011-12 „Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger“ + Berichtigung 1 zu Teil 1:2013-05
- DIN V 18599-2:2011-12 „Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen“
- DIN V 18599-3:2011-12 „Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung“
- DIN V 18599-4:2011-12 „Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung“
- DIN V 18599-5:2011-12 „Endenergiebedarf von Heizsystemen“ + Berichtigung 1 zu Teil 5: 2013-05
- DIN V 18599-6:2011-12 „Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau“
- DIN V 18599-7:2011-12 „Endenergiebedarf von Raumlüfttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau“
- DIN V 18599-8:2013-05 „Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen“ + Berichtigung 1 zu Teil 8: 2013-05
- DIN V 18599-9:2011-12 „End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen“ + Berichtigung 1 zu Teil 9: 2013-05
- DIN V 18599-10:2011-12 „Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten“
- DIN V 18599-11:2011-12 „Gebäudeautomation“
- DIN V 18599 Bbl.1:2010-01 „Bedarfs-/Verbrauchsabgleich“
- DIN V 18599 Bbl.2:2012-06 „Beschreibung der Anwendung von Kennwerten aus der DIN V 18599 bei Nachweisen des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG)“
- DIN EN 15026:2007-07 „Wärme und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch Simulation“
- DIN EN ISO 6946:2015-06 – Entwurf „Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren“
- DIN EN ISO 6946:2008-04 „Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren“
- DIN EN ISO 13788:2013-05 „Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren“
- Energieeinsparverordnung EnEV 2014
- WTA Merkblatt 6-1-01/D „Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen“
- WTA Merkblatt 6-1-01/D „Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse“
- WTA Merkblatt 6-5-14/D „Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden“
- WTA Merkblatt 6-4-09/D „Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren“
- Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Industriegruppe Gipsplatten Merkblatt Nr.4 „Regeldetails zum Wärmeschutz gemäß EnEV 2009 Modernisierung mit Trockenbausystemen“
- Bundesverband der Gipsindustrie e. V. Industriegruppe Gipsplatten Merkblatt Nr.4 (Anhang) „Regeldetails zum Wärmeschutz gem. EnEV 2009 mit Trockenbausystemen in der Modernisierung – Bauteilkatalog“