

Simulation of Heat and Moisture Transfer

Simulation du transfert de chaleur et d'humidité

Deskriptoren

hygrothermische Simulation, Feuchtetransportberechnung, Materialkennwerte, Außenklima, Raumklima, Tauwasser, Sommerkondensation, Austrocknung, Baufeuchte

Key Words

hygrothermal simulation, moisture transport calculation, material properties, outdoor climate, indoor climate, condensation, drying, construction moisture

Mots-clés

simulation hygrothermique, calcul du transport d'humidité, caractéristiques des matériaux, climat extérieur, climat intérieur, point de rosée, condensation estivale, séchage, humidité des matériaux

Erläuterungen zum Merkblatt

Dieses Merkblatt regelt die instationäre Simulation von Wärme- und Feuchtetransportprozessen in mehrschichtigen Bauteilen unter natürlichen Klimabedingungen.

Ergänzend sind folgende WTA-Merkblätter in der jeweils aktuellen deutschen Fassung zu beachten:

- 6-1 „Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen“
- 6-3 „Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos“
- 6-4 „Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden“
- 6-5 „Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren“
- 6-8 „Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – vereinfachte Nachweise und Simulation“ (voraussichtlicher Erscheinungstermin Mitte 2015)

Inhalt

1	Inhalt und Ziel des Merkblatts	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.1	Zielstellung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.2	Möglichkeiten und Grenzen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.3	Ausblick	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2	Physikalische Grundlagen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1	Bilanzgleichungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2	Transportgleichungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3	Stoffeigenschaften	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.1	Grundkennwerte	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.2	Materialbedingte Modellgrenzen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4	Rand- und Anfangsbedingungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.1	Außenklima	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.2	Raumklima	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.3	Wärme- und Feuchteübertragung an den Bauteilgrenzen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.4	Anfangsbedingungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5	Hilfsmodelle zur vereinfachten Berücksichtigung spezieller Effekte	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1	Bauteilhinter- und -belüftung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.2	Tauwasserbildung aufgrund von Luftkonvektion durch Bauteile	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3	Schlagregenpenetration	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6	Numerische Simulation	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.1	Grundlagen der numerischen Lösung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.2	Kontrolle und Begrenzung des numerischen Fehlers	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3	Verifikation der Berechnungssoftware	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.4	Vereinfachungen bei der Modellbildung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7	Beurteilung der Berechnungsergebnisse	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8	Dokumentation von numerischen Simulationsberechnungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.1	Beschreibung des behandelten Problems	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.2	Beschreibung des eingesetzten Berechnungswerkzeugs	Fehler! Textmarke nicht definiert.
8.3	Charakteristische Zusammenfassung der Ergebnisse	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Kurzfassung

Erhöhte Feuchte in Bauteilen kann hygienische Mängel, Schäden und Heizenergieverluste verursachen. Auf Grundlage der ersten Ausgabe dieses Merkblattes ist es gelungen, die für eine realitätsnahe Erfassung des instationären Temperatur- und Feuchteverhaltens von mehrschichtigen Bauteilen erforderlichen Berechnungsmethoden international zu normen.

Dieses Merkblatt dient in seiner aktualisierten Ausgabe dazu, den inzwischen fortgeschrittenen Stand der Technik in diesem Bereich abzubilden und den Anwendungsbereich hygrothermischer Berechnungsverfahren sowohl dem praktischen Bedarf, als auch den physikalisch-mathematischen Entwicklungen anzupassen. Das Merkblatt spezifiziert die Voraussetzungen für geeignete Simulationsverfahren und gibt Empfehlungen für deren praktische Anwendung. Dazu werden die zugrunde liegenden mathematischen Modelle und die notwendigen Materialparameter aufgezeigt. Außerdem werden Hinweise zur Wahl der klimatischen Randbedingungen, zur Überprüfung der Rechengenauigkeit und zur Ergebnisdokumentation gegeben. Die beschriebenen Simulationsverfahren berücksichtigen, im Gegensatz zu den stationären Normberechnungen nach Glaser, die Wärme- und Feuchtespeicherung von Baustoffen, Latentwärmeeffekte durch Verdunstung und Kondensation sowie das parallele Auftreten von Dampfdiffusion und Flüssigtransport. Als klimatische Randbedingungen sind neben Temperatur und relativer Feuchte auch Strahlungs- und Niederschlagseinflüsse erfassbar. Die hygrothermischen Materialkennwerte werden in der Regel aus den Datenbanken der Simulationsprogramme entnommen. Sie können jedoch auch durch entsprechende Laborversuche ermittelt oder mit Hilfe von Approximationsverfahren aus Standardstoffkennwerten bestimmt werden.

Abstract

High moisture in building components can result in hygienic problems, damage to materials and energy losses. The first edition of this guideline provided internationally recognized methods for a realistic analysis of transient temperature and moisture behavior in building components. It has served as the basis for an international standard on this topic.

This new edition of the guideline is adapted to the actual state-of-the-art in science and technology, and serves to fill the gap by providing specifications for numerical simulation methods and practice recommendations for their application. The fundamentals of the models and the material parameters are summarised. Furthermore, the choice of climatic boundary conditions, the accuracy check procedure and the documentation of input and output data is described. Contrary to the standardised steady-state Glaser method, the numerical simulation includes the heat and moisture storage of building materials as well as latent heat effects by condensation or evaporation and the parallel occurrence of vapour diffusion and liquid transport. The climatic boundary conditions are temperature, relative humidity, radiation and precipitation. The hygrothermal material parameters are generally taken from the database provided by the distributor of the simulation program. They may also be determined by appropriate laboratory tests or approximated from standard material data.

Résumé

Un degré élevé de l'humidité dans les matériaux de construction peut engendrer des problèmes hygiéniques, la dégradation des matériaux eux-mêmes et des pertes d'énergie de chauffage. La première édition de cette recommandation technique présentait des méthodes réalistes et internationalement reconnues pour l'analyse du comportement instationnaire thermique et hygrométrique des éléments de construction multi-couches.

Cette nouvelle édition de la recommandation technique est adaptée au nouveau savoir-faire dans le domaine de la modélisation physique et mathématique des phénomènes hygrothermiques, ainsi que des méthodes pour l'analyse numérique de ces phénomènes. La recommandation spécifie les hypothèses de base pour des simulations appropriées et donne des renseignements pratiques pour leur utilisation. A ce but les modèles mathématiques utilisées et les caractéristiques nécessaires des matériaux sont discutés. En plus des renseignements sont donnés pour le choix des conditions de bord climatiques, pour le contrôle de la précision des calculs et pour l'évaluation et la présentation des résultats. Les méthodes numériques décrites dans la prescription tiennent compte du stockage de chaleur et d'humidité dans les matériaux, ainsi que des effets thermiques latents par condensation et dilution et de l'action parallèle de diffusion de vapeur et de transport d'eau. Les conditions de bord pour le climat extérieur sont, outre la température et l'humidité relative, la radiation et les effets des précipitations. Les caractéristiques hygrothermiques des matériaux peuvent être cherchées dans les banques de données des programmes de simulation. Toutefois, elles peuvent aussi être mesurées à l'aide d'essais appropriés en laboratoire, ou calculées de façon approximative sur la base des données standards des matériaux.

Leiter der Arbeitsgruppen

Dipl.-Ing. Daniel Kehl

Umfang des Merkblattes

31 Seiten, Grafiken