

Simulation of Heat and Moisture Transfer
Simulation du transfert de chaleur et d'humidité

Deskriptoren

hygrothermische Simulation, Feuchtetransportberechnung, Materialkennwerte, Raumklima, Tauwasser, Sommerkon-densation, Austrocknung, Baufeuchte

Key Words

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

Mots-Clés

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

Inhalt

- 1 Inhalt und Ziel des Merkblatts
- 1.1 Zielstellung
- 1.2 Möglichkeiten und Grenzen
- 1.3 Einordnung und Beurteilung
- 2 Physikalische Grundlagen
- 2.1 Bilanzgleichungen
- 2.2 Transportgleichungen
- 3 Stoffeigenschaften
- 3.1 Grundkennwerte
- 3.2 Feuchtetransport
- 3.3 Materialbedingte Modellgrenzen
- 4 Rand- und Anfangsbedingungen
- 4.1 Außenklima
- 4.2 Raumklima
- 4.3 Wärme- und Feuchteübertragung an den Bauteilgrenzen
- 4.4 Anfangsbedingungen
- 5 Hilfsmodelle zur vereinfachten Berücksichtigung spezieller Effekte
- 5.1 Bauteilhinter- und -belüftung
- 5.2 Tauwasserbildung aufgrund von Luftkonvektion durch Bauteile
- 5.3 Schlagregenpenetration
- 6 Numerische Simulation
- 6.1 Grundlagen der numerischen Lösung
- 6.2 Kontrolle und Begrenzung des numerischen Fehlers
- 6.3 Verifikation der Berechnungssoftware
- 6.4 Vereinfachungen bei der Modellbildung
- 7 Beurteilung der Berechnungsergebnisse
- 7.1 Beurteilung des Feuchteschadensrisikos
- 7.2 Beurteilung anderer Risiken
- 7.3 Einfluss von Feuchte auf den Wärmedurchgang
- 8 Dokumentation von numerischen Simulationsberechnungen
- 8.1 Beschreibung des behandelten Problems
- 8.2 Beschreibung des eingesetzten Berechnungswerkzeugs
- 8.3 Charakteristische Zusammenfassung der Ergebnisse
- 9 Literatur
- A Anhang
- A.1 Luftwechsel / Volumenstrom / Luftgeschwindigkeit
- A.2 Erdreichtemperaturen in verschiedenen Tiefen
- A.3 Innenraumklimamodell (Außenlufttemperatur)
- A.4 Beschreibungen zur Wahl des Innenraumklimas

Kurzfassung

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 dritten 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 der vereinfachten Diffusionsbilanz 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

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. In contrast to the stationary standard calculations of the simplified diffusion balance according to Glaser, 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

Sur la base de la première édition de cette fiche technique, il a été possible de normaliser au niveau international les méthodes de calcul nécessaires à une saisie proche de la réalité du comportement transitoire de la température et de l'humidité des éléments de construction multicouches.

Dans sa troisième édition actualisée, la présente fiche technique a pour but de refléter l'état de l'art désormais avancé dans ce domaine et d'adapter le domaine d'application des méthodes de calcul hygrothermiques aux besoins pratiques ainsi qu'aux développements physiques et mathématiques. La fiche technique spécifie les conditions préalables pour des méthodes de simulation appropriées et donne des recommandations pour leur application pratique. Pour ce faire, elle présente les modèles mathématiques sous-jacents et les paramètres matériels nécessaires. Elle donne également des indications sur le choix des conditions climatiques limites, sur la vérification de la précision des calculs et sur la documentation des résultats. Les méthodes de simulation décrites tiennent compte, contrairement aux calculs normalisés stationnaires du bilan de diffusion simplifié selon Glaser, de l'accumulation de chaleur et d'humidité des matériaux de construction, des effets de chaleur latente dus à l'évaporation et à la condensation ainsi que de l'apparition parallèle de la diffusion de vapeur et du transport de liquide. Outre la température et l'humidité relative, les influences du rayonnement et des précipitations peuvent être saisies comme conditions climatiques limites. Les caractéristiques hygrothermiques des matériaux sont généralement extraites des bases de données des programmes de simulation. Cependant, elles peuvent également être déterminées par des essais en laboratoire ou par des méthodes d'approximation à partir de caractéristiques de matériaux standard.

Leiter der Arbeitsgruppe

Daniel Kehl

Umfang des Merkblattes

36 Seiten, sw, Grafiken