

Simulation du transfert de chaleur et d'humidité

Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse

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

Deskriptoren

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

Notes on the Guideline

This Guideline lays down the non steady simulation of heat and moisture transport processes in multi-layer building components exposed to natural climate conditions.

Additionally to be taken into account are the following WTA Guidelines in their respective latest German version:

- 6-1 "Guideline for Hygrothermal Simulation Calculations"
- 6-3 "Computational Prognosis of Mould Risk"
- 6-4 "Internal Insulation in Compliance with WTA I: Planning Guide"
- 6-5 "Internal Insulation in Compliance with WTA II: Verification of Internal Insulation Systems by Means of Numerical Calculation Methods"
- 6-8 "Assessment of humidity in timer constructions – simplified verifications and simulation"

Contents

Page

1	Content and Objective	5
1.1	Objective	5
1.2	Possibilities and Limits	5
1.3	Outlook	6
2	Physical fundamentals	6
2.1	Balance equations	6
2.2	Transport equations	8
3	Material parameters	11
3.1	Basic parameters	11
3.2	Material-related model boundaries	15
4	Boundary and initial conditions	16
4.1	External climate	16
4.2	Internal climate	17
4.3	Heat and moisture transmission on the building component boundaries	18
4.4	Initial conditions	18
5	Auxiliary models for the simplified inclusion of special effects	19
5.1	Rear ventilation and venting of building components	19
5.2	Condensation caused by air flow through building components	19
5.3	Wind driven rain penetration	20
6	Numeric simulation	21
6.1	Fundamentals of the numeric solution	21
6.2	Controlling and limiting numeric errors	22
6.3	Verification of the calculation soft-ware	23
6.4	Model generation simplifications	24
7	Assessment of the calculation results	24
8	Documentation of numeric simulation calculations	25
8.1	Description of the problem addressed	25
8.2	Description of the utilised calculation tool	25
8.3	Typical summary of the results	25
9	References	26



Guideline 6-2 Edition: 12.2014/E

Simulation of Heat and Moisture Transfer

German Version Dated December 2014

Unit 6 Building Physics

Unit Head

Gregor Scheffler

Team Leader

Daniel Kehl

Team Members

Julia Bachinger
Christian Bludau
Robert Borsch-Laaks
Martin Epple
Claudia Fülle
John Grunewald
Andreas Nicolai
Bernd Nusser

Hartwig Künzel
Oskar Pankratz
Ulrich Ruisinger
Gregor Scheffler
Martin Teibinger
Daniel Zirkelbach
Markus Zumoberhaus

Guideline Editions

Work start date: November 1997
Work end date: May 2001
Draft guideline: May 2001
Final version: May 2002

1st Revision:
Work start date: June 2012
Work end date: April 2013
Draft guideline: October 2013
Final version: December 2014

ISBN 978-3-8167-9945-0

WTA Guidelines

Publisher

WTA, Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.

Editorship

Daniel Kehl

Distribution

WTA Publications
Tel. +49-89-578 697 27, Fax +49-89-578 697 29, email: wta@wta.de

© All rights reserved by WTA. Any reprinting or duplication, even of excerpts is subject to prior approval.

The information in this Guideline is based on our current state of knowledge. However, WTA is not in a position to assume any liability. Any proposals or objections that may be included in a new edition must be sent to the business office of WTA.

The German version shall be effective in the event of any disputes.

Project awarding architects, historic monument preservation agencies as well as government, municipal and church construction offices are advised to refer to this and other guidelines published by the WTA on the protection of buildings and building repair in tenders and purchase orders and to require all contractors to observe them.

Fraunhofer IRB Verlag, 2017
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon (07 11) 9 70-25 00
Telefax (07 11) 9 70-25 99
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de
<http://www.baufachinformation.de>

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 recognised methods for realistic analyses of transient temperature and moisture behavior in building components. It has served as basis for an international standard on this topic.

This new edition of the guideline accounts for the advances in science and technology. It provides specifications for numerical simulation methods and recommendations for their practical application. The underlying model descriptions and necessary material parameters are specified. 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 programme. They may also be determined by appropriate laboratory tests or approximated from standard material data.

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

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.

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

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 zugrundeliegenden 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 Simulationsprogrammeme entnommen. Sie können jedoch auch durch entsprechende Laborversuche ermittelt oder mit Hilfe von Approximationsverfahren aus Standardstoffkennwerten bestimmt werden.

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



Die Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege WTA e.V. hat die Aufgabe, die Forschung und deren praktische Anwendung auf dem Gebiet der Bauwerkserhaltung und der Denkmalpflege zu fördern und praktische Erfahrungen zu verbreiten. Neben einem intensiven Dialog zwischen Wissenschaftlern und Praktikern nimmt die WTA diese Aufgabe insbesondere durch die Herausgabe von Merkblättern wahr. Die Merkblätter enthalten praktikable Angaben zur Vorgehensweise bei der Instandsetzung, angefangen bei der Bestandsaufnahme und Planung bis hin zur konkreten Durchführung. Die Gesamtausgabe enthält alle zurzeit gültigen WTA-Merkblätter sämtlicher Referate.

Zur Bestellung und einer Übersicht weiterer WTA-Merkblätter klicken Sie bitte hier:
[WTA-Merkblätter](#)