

# Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse.

WTA Merkblatt 6-2-14/D. Deutsche Fassung. Stand Dezember 2014. Referat 6 Bauphysik/Bauchemie.

Bearbeitet von  
Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA-,  
Referat 6 Bauphysik/Bauchemie, München

1. Auflage 2015. Broschüren im Ordner. 31 S.  
ISBN 978 3 8167 9393 9

[Weitere Fachgebiete > Technik > Baukonstruktion, Baufachmaterialien > Bauökologie, Baubiologie, Bauphysik, Bauchemie](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](http://beck-shop.de) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

*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: Planungseitfaden“
- 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**

	Seite
1 Inhalt und Ziel des Merkblatts	5
1.1 Zielstellung	5
1.2 Möglichkeiten und Grenzen	5
1.3 Ausblick	6
2 Physikalische Grundlagen	6
2.1 Bilanzgleichungen	6
2.2 Transportgleichungen	8
3 Stoffeigenschaften	11
3.1 Grundkennwerte	11
3.2 Materialbedingte Modellgrenzen	16
4 Rand- und Anfangsbedingungen	16
4.1 Außenklima	17
4.2 Raumklima	18
4.3 Wärme- und Feuchteübertragung an den Bauteilgrenzen	20
4.4 Anfangsbedingungen	20
5 Hilfsmodelle zur vereinfachten Berücksichtigung spezieller Effekte	21
5.1 Bauteilhinter- und -belüftung	21
5.2 Tauwasserbildung aufgrund von Luftkonvektion durch Bauteile	21
5.3 Schlagregenpenetration	22
6 Numerische Simulation	23
6.1 Grundlagen der numerischen Lösung	23
6.2 Kontrolle und Begrenzung des numerischen Fehlers	24
6.3 Verifikation der Berechnungssoftware	25
6.4 Vereinfachungen bei der Modellbildung	26
7 Beurteilung der Berechnungsergebnisse	27
8 Dokumentation von numerischen Simulationsberechnungen	27
8.1 Beschreibung des behandelten Problems	27
8.2 Beschreibung des eingesetzten Berechnungswerkzeugs	28
8.3 Charakteristische Zusammenfassung der Ergebnisse	28
9 Literatur	29



Merkblatt 6-2 Ausgabe: 12.2014/D

## Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse

Deutsche Fassung vom Dezember 2014

### Referat 6 Bauphysik

#### Leiter des Referates

Gregor Scheffler

#### Leiter der Arbeitsgruppe

Daniel Kehl

#### Mitglieder der Arbeitsgruppe

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

#### Ausgaben des Merkblattes

Beginn der Arbeiten: November 1997  
Ende der Arbeiten: Mai 2001  
Merkblattentwurf: Mai 2001  
Endgültige Fassung: Mai 2002

#### 1. Überarbeitung:

Beginn der Arbeiten: Juni 2012  
Ende der Arbeiten: April 2013  
Merkblattentwurf: Oktober 2013  
Endgültige Fassung: Dezember 2014

**ISBN 978-3-8167-9393-9**

### WTA-Merkblätter

#### Herausgeber

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

#### Schriftleitung

Daniel Kehl

#### Vertrieb

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

© Alle Rechte bei der WTA. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung gestattet.

Die Angaben in diesem Merkblatt stützen sich auf den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse. Die WTA kann jedoch keinerlei Haftung übernehmen. Vorschläge oder Einwände, die gegebenenfalls bei einer Neuauflage berücksichtigt werden können, sind an die Geschäftsstelle der WTA zu richten.

Bei Streitfällen ist die deutsche Fassung gültig.

Den auftragvergebenden Architekten, Denkmalpflegeämtern und den staatlichen, kommunalen und kirchlichen Bauämtern wird nahegelegt, auf dieses und die weiteren Merkblätter der WTA zum Bautenschutz und zur Bauwerksinstandsetzung in Ausschreibungen und Aufträgen Bezug zu nehmen und deren Kenntnisnahme allen Auftragnehmern zur Auflage zu machen.

Fraunhofer IRB Verlag, 2014  
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>

## 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.

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

## 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.

**Keywords:** 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



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](#)