

# SIMULIERTE REALITÄT

## WIE WIR SIE MIT SIMULATIONEN BEI PRÜF- UND FORSCHUNGSFRAGEN UNTERSTÜTZEN KÖNNEN

BERND NUSSER, BORIS FORSTHUBER, ANDREAS WEIDENHILLER

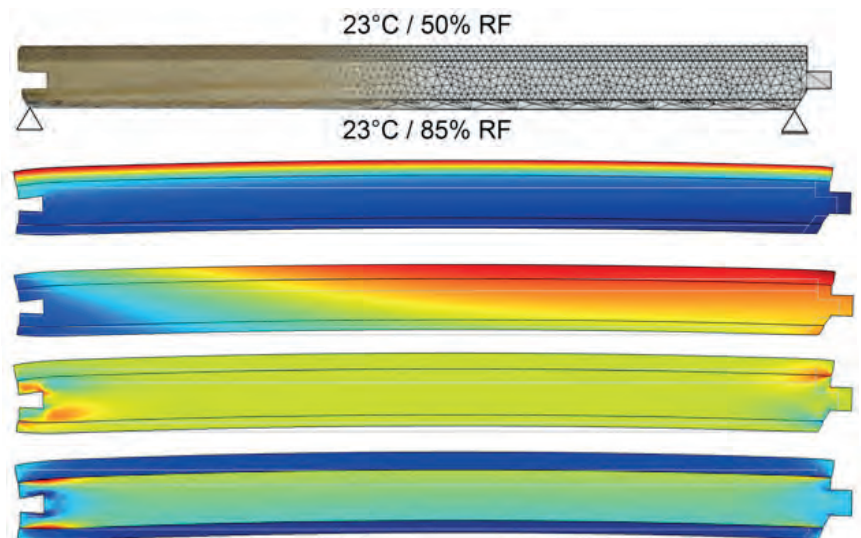
Simulationen realer Vorgänge sind aufgrund ihres hohen Einsparpotentials inzwischen nicht mehr aus der Forschung und Entwicklung wegzudenken. Für eine realitätsgetreue Modellierung ist allerdings ein breites Fachwissen gefragt. Nur so können die richtigen Schlussfolgerungen für die praktische Anwendung gezogen und unzulässige Verallgemeinerungen vermieden werden. Die Holzforschung Austria bündelt ihr Expertenwissen deshalb im neu geschaffenen HFA-Simulationszentrum.

Welcher Produkthersteller wünscht sich nicht das Ergebnis einer Produktprüfung bereits vor der eigentlichen Prüfung zu kennen? Dies trifft sicher in erhöhtem Maße zu, wenn die Prüfung mit hohen Kosten verbunden ist. Die ExpertInnen der Holzforschung Austria (HFA) führen in ihrem breiten Tätigkeitsbereich eine Vielzahl an Tests an Materialproben und Prototypen durch. Teils werden diese normativ vorgegeben, teils handelt es sich hierbei um Forschungstätigkeiten. Zumeist sind bis zur Zielerfüllung jedenfalls mehrere Prüfungen notwendig, was zeit- und kostenintensiv sein kann. Um die Ziele schneller und kosteneffizienter zu erreichen, können inzwischen jedoch auch für eine Reihe von Fragestellungen moderne, IT-basierte Simulationsmethoden eingesetzt werden. In einigen Fachbereichen der Holzindustrie werden diese bereits standardmäßig angewendet. Schwerpunktmäßig werden Simulationen jedoch noch immer in der Forschung eingesetzt. In den nachfolgenden Abschnitten werden verschiedene Simulationstätigkeiten an der HFA vorgestellt, um Ihnen einen kleinen Einblick in die Möglichkeiten der computergestützten Simulationen zu geben.

### VERFORMUNG VON BAUTEILEN UND OBERFLÄCHEN

Fußbodenheizungen stellen sehr hohe Anforderungen an Parkettböden. Gerade im privaten Wohnbereich treten während der Heizsaison häufig lange Phasen mit niedriger relativer Luftfeuchtigkeit auf. Nasses aufwischen führt hingegen zu einer kurzzeitig sehr rasch ansteigenden Holzfeuchtigkeit. Dies führt mitunter zu starker Verformung der Parkettböden, die vom Kunden als sehr störend wahrgenommen wird und die Gebrauchstauglichkeit beeinflusst. Der allgemeine Trend zu Niedrigenergie- oder Passivhäusern mit zentralen Lüftungsanlagen macht diese Thematik auch in Zukunft besonders relevant. Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes wurde daher an der HFA ein Finite-Elemente-Berechnungsmodell entwickelt, welches in der Lage ist, Verformungen von mehrschichtigen Parkettböden in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu ermitteln. Mithilfe dieses Modells können nun verschiedene Nutzungsszenarien simuliert

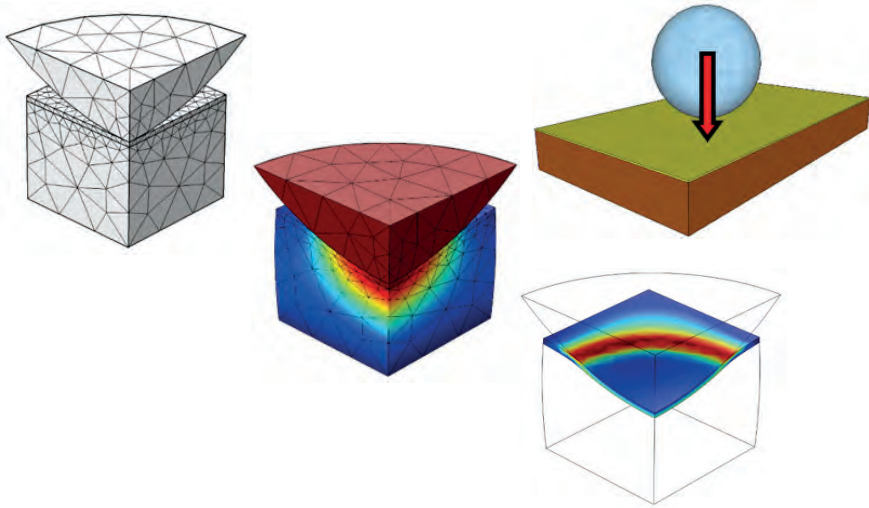
und die damit verbundene Dimensionsänderung verschieden aufgebauter Parkettböden ermittelt werden. Dieses Modell unterstützt Unternehmen bei der Produktentwicklung, da Produkte bereits während der Planung auf ihre Gebrauchstauglichkeit untersucht und daher teure Prototypenentwicklung und -prüfung auf ein Minimum reduziert werden können.



FE-Modellierung einer dreischichtigen Parkettbohle (von oben nach unten): unverformte Bohle mit FE-Netz und Randbedingungen, Verteilung der rel. F., Verschiebung, Schubspannungsverteilung, Normalspannungsverteilung

Hagelschlag kann voll funktionstaugliche Beschichtungen z. B. auf Fassaden oder Fenstern innerhalb kürzester Zeit zerstören. Während die infolge des Hagelschlages auftretenden „Dellen“ im Holz bereits nach kurzer Zeit durch Feuchteaufnahme oftmals nicht mehr zu sehen sind, führen die Risse in der Beschichtung sehr bald zu Verfärbungen und letztendlich zur Ablätterung des Beschichtungssystems. Dies ist insbesondere bei kleineren und mittleren Hagelereignissen mit einem Hagelkorndurchmesser < 3 cm ein großes Problem. Um Beschichtungen zu entwickeln, die solche Hagelereig-



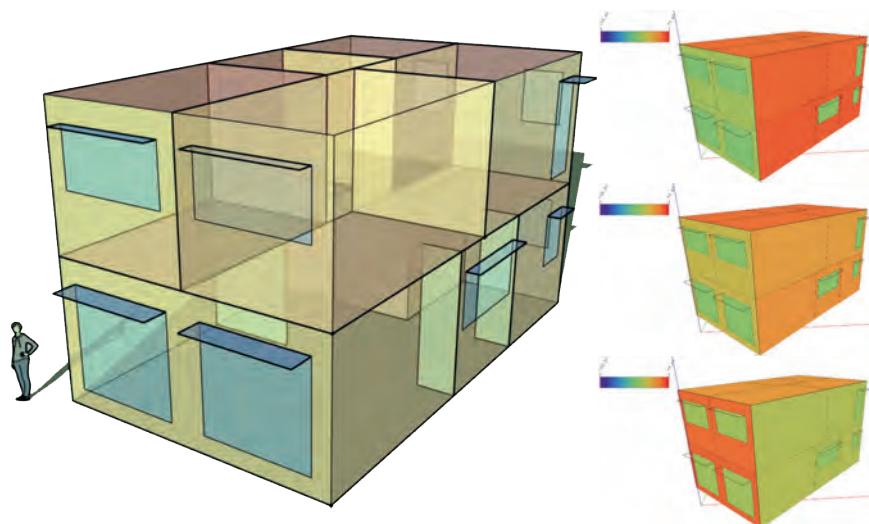


Simulierte Verformung einer Oberfläche durch das Auftreffen eines Hagelkorns

nisse unbeschadet überstehen, hat die HFA ein Finite-Elemente-Simulationsmodell entwickelt. Dieses Modell erlaubt die Berechnung der bei einem Hagelereignis auftretenden maximalen Spannungen und Dehnungen in der Beschichtung, abhängig von der Hagelkorngröße sowie der Elastizität des Holzuntergrundes. Mithilfe dieses Modells können die erforderlichen mechanischen Kennwerte einer Beschichtung berechnet werden, um ein Hagelereignis unbeschadet zu überstehen.

### RAUMKLIMAENTWICKLUNG IN GEBÄUDEN

Ein weiterer, sehr effizienter Einsatzbereich der Simulation ist die Prognose des Raumklimas in Gebäuden. Aufgrund der aktuellen, weltweiten Klimaentwicklungen stellt sich u. a.



Simulierte Oberflächentemperatur eines Musterhauses im Tagesverlauf eines Sommertages in Wien im Jahr 2050

die Frage, wie Bauteile und Gebäude gestaltet werden müssen, um trotz der klimatischen Änderungen ein angenehmes Raumklima aufrecht zu erhalten, und das möglichst ohne den Einsatz von Klimageräten. Die HFA führt hierfür Gebäudesimulationen unter Berücksichtigung diverser Einflussfaktoren (z. B. Standort, Verschattung, Glasaufbau, Luftwechsel, interne Lasten, etc.) durch und kann somit beispielsweise die notwendigen Entwicklungsstrategien für Fensterhersteller erarbeiten. Kostspielige Fehlentwicklungen werden dadurch vermieden.

### WÄRMESCHUTZ UND FEUCHTEBESTÄNDIGKEIT

Der Wärme- und Feuchtetransport durch Bauteile (z. B. durch Fenster, Wände, Dächer) wird seit über 10 Jahren an der HFA simuliert und somit die Tauglichkeit verschiedener Konstruktionen beurteilt. Hierbei kommen je nach Fragestellung verschiedene Simulationsprogramme zum Einsatz. Während z. B. für Wärmeschutzberechnungen von Fenstern recht einfache Berechnungsmodelle und Datensätze verwendet werden können, sind z. B. für Feuchteschutzberechnungen von Dächern komplexere Modelle heranzuziehen. Neben den Wetterdaten, die hierfür standortspezifisch und in Stundenwerten für mindestens ein Jahr vorliegen müssen, sind auch detaillierte Datensätze über die eingesetzten Materialien notwendig. Teils sind solche Daten in speziellen Datenbanken zu finden. Falls nicht, hilft häufig die Erfahrung der SimulationsexpertInnen weiter oder bei schwierigen Fällen eine dezidierte Kennwertbestimmung. Sind die benötigten Daten schließlich vorhanden, kann der Wärme- und Feuchtetransport durch Bauteile für viele verschiedene Randbedingungen (z. B. Standort in Wien, Klagenfurt, Hamburg und mit Produkt A, B oder C) simuliert werden. Eine zeit- und kostenintensive Bauteilprüfung in der Klimakammer oder im Freilandversuch kann dadurch entfallen.

### FACTBOX: AUSZUG DER AKTUELL VERWENDETEN SOFTWARE IM HFA-SIMULATIONSZENTRUM:

- COMSOL Multiphysics®
- EnergyPlus™
- flixo
- MATLAB
- Origin/OrginPro®
- Python
- R
- RSTAB/RFEM
- The Unscrambler
- WinISO
- WUFI® 1D/2D

**BIG-DATA-HANDLING**

Die in den vorangehenden Abschnitten erläuterten Beispiele zeigen einige Vorteile einer Simulation gegenüber einer realen Prüfung. Neben der Kostenersparnis und der räumlichen und zeitlichen Ungebundenheit können auch an jeder Position, die von der Simulation abgedeckt wird, alle simulierten Parameter ermittelt werden. Damit können Datenerhebungen durchgeführt werden, die in der Realität nur schwer möglich oder gänzlich unmöglich wären.

Mittels Simulation können somit riesige Datenmengen erzeugt werden. Um diese Datenmengen in den Griff zu bekommen, sind neue statistische Techniken notwendig - Stichwort „Big Data“. Da die HFA über ExpertInnen aus den verschiedenen relevanten Fachdisziplinen verfügt, ist das Handling dieser großen Datenmengen erst möglich: Fachwissen in Statistik, Datenanalyse und statistischer Modellierung sind ebenso gefragt wie Praxiswissen zur mittels Simulation untersuchten Fragestellung und Hintergrundwissen zum in der Simulation verwendeten Modellansatz. Um schließlich die aus der Simulation gewonnenen Erkenntnisse an die AnwenderInnen weitergeben zu können, sind aussagekräftige Visualisierungen von großem Nutzen. Ein gutes Bild sagt mehr als tausend Worte, und ermöglicht ein tieferes Verständnis als umfangreiche Ergebnistabellen.

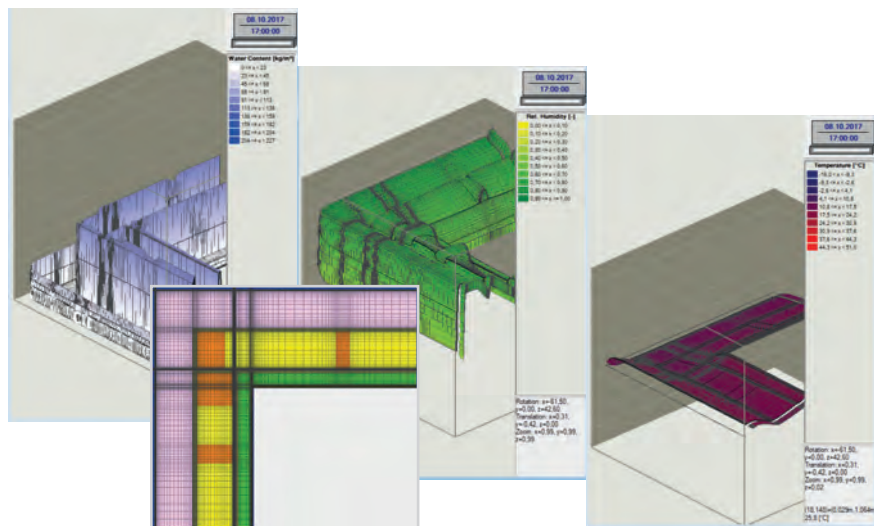
**ANNÄHERUNG AN DIE REALITÄT**

Die Aussagekraft einer Simulation hängt stark davon ab, wie gut das Modell und die zur Verfügung stehenden Datensätze die für die Fragestellung relevanten Aspekte der Wirklichkeit abbilden. Um das zu beurteilen ist viel Erfahrung notwendig. Ziel ist es einerseits eine übermäßige Vereinfachung, aber andererseits auch eine unnötige Komplexität und damit exzessive Rechenzeiten zu vermeiden. Die Kunst besteht also darin, die Realität auf die relevanten Einflussfaktoren zu reduzieren und nicht darin, eine möglichst vollständige Wirklichkeit abzubilden. Zur Validierung von Simulationen sind reale Untersuchungen deshalb unerlässlich. Erst nach einem erfolgreichen Abgleich der simulierten Ergebnisse mit tatsächlich gewonnenen Messdaten kann das Simulationsmodell für verlässliche Variantenstudien eingesetzt werden. Die an der HFA vorhandene messtechnische Infrastruktur und Datenbank ist deshalb eine wichtige Ergänzung, wenn es um die Entwicklung und Validierung von Simulationsmodellen geht. Die umfangreiche Infrastruktur kann auch zur Ermittlung von verlässlichen Eingangsdaten eingesetzt werden.

**HFA-SIMULATIONSZENTRUM**

Eine große Stärke der HFA besteht in Ihrer fachlichen Vielfältigkeit. Nahezu 100 ExpertInnen beschäftigen sich seit vielen Jahren täglich mit Fragestellungen aus der chemischen,

mechanischen und physikalischen Holz-(Bau-)Forschung. Gerade wenn es um die Erstellung möglichst realistischer Simulationsmodelle geht, sind viele Einflussfaktoren zu berücksichtigen, was jedoch nur durch eine interdisziplinäre Analyse der Fragestellung gelingen kann. Diese Chance hat die HFA erkannt und bündelt das hausweite, simulationsrelevante Wissen und seine diesbezüglichen Leistungen im neu gegründeten HFA-Simulationszentrum. Die ExpertInnen der HFA werden Sie zukünftig gerne bei simulationsbasierten Produktentwicklungen, geforderten Nachweisen und herausfordernden Forschungsfragen begleiten. Das HFA-Simulationszentrum ist hierfür die zentrale Anlaufstelle. ■



Simulierte Außenecke in Holzrahmenbauweise mit WDVS und Installationsebene (im Vordergrund) und sich einstellende Wassergehalte, relative Luftfeuchten und Temperaturen in den einzelnen Materialschichten der Wand

**KONTAKT**

Dr. Bernd Nusser  
Tel. 01/798 26 23-71  
b.nusser@holzforschung.at