

Messung und Analyse hygro-thermischer Materialkennwerte von alten und neuen Baustoffen für Software-Planungstools

Dr.-Ing. R. Plagge, Dr.-Ing. J. Grunewald und Prof. Dr. P. Häupl

Gefördert im Rahmen des MASEA-Projektes durch das BMBF

Hintergrund

Insbesondere im Altbau und bei Gebäuden die vor 1975 gebaut wurden, ist das Energieeinsparpotenzial am größten und umfasst ca. 80% der Gebäude in der Bundesrepublik. Modernisierungen bzw. Verbesserungen in den Bereichen Bauklima (durch Heizung, Lüftung oder Kühlung) und bauliche Maßnahmen (Einsatz einer Wärmedämmung) führen zu einer deutlichen Reduzierung des Energieverbrauches. Seit dem 1. Februar 2001 wird eine Gebäuderenovierung über die gesetzlichen Vorgaben der EnEv 2001 geregelt. Durch die DIN 4108-2 wird dabei dem Mindestwärmeschutz ein deutlich höherer Stellenwert eingeräumt, als dem Feuchteschutz. Bei bauphysikalisch nicht fachgerechter Sanierung können massive Feuchteprobleme mit der Gefahr der Schimmelbildung auftreten. Dies deutet häufig auf eine fehlerhafte Planung in der Konstruktionsphase der Modernisierung hin. Die aktuelle bauphysikalische Planungs-, Simulations- und Berechnungssoftware wie z.B. EMPASS-HELENA, WUFI, DELPHIN, COND, ESTHER oder AGROS, liefert fehlerhafte Ergebnisse, da nur unzureichende oder keine Materialdaten der Altbausubstanz zur Verfügung stehen. Die meisten Altbaumaterialien werden nicht mehr produziert und deren feuchtetechnischen Kennwerte sind gänzlich unbekannt. Zudem wurden die Baustoffe nicht nach den heutigen Anforderungen hergestellt und zeigen eine große Variabilität. Jedoch sind diese Kennwerte zur energetischen und hygri-schen Beurteilung unerlässlich.

Projekt

Ziel des Deutschen Forschungsvorhabens „MASEA“, gefördert durch das *BMWF*, ist es daher: 1. eine große Anzahl von alten und traditionellen Baumaterialien zu analysieren und 2. deren hygri-sche und thermische Materialkennwerte in einer Datenbank zu bündeln. Das nationale Vorhaben ist ein gemeinsames Projekt des IBP-Holzkirchen, des ZUB-Kassel und des IBK-Dresden der Technischen Universität Dresden.

Die Modernisierung und Renovierung von älteren Gebäuden macht jedoch eine kombinierte Verwendung alter und neuer Baustoffe notwendig. Dies erfordert zudem eine Einbindung aktueller, neuer Baustoffmaterialien in die Altbaudatenbank. Sie als Hersteller von Baustoffen möchten wir einladen, sich an der Entwicklung der innovativen EnSan-Materialdatenbank zu beteiligen und ihre Baustoffe an die Technische Universität Dresden, oder im Projekt beteiligte Institute zu übersenden. Durch Ihre Beteiligung an einer vollständigen hygro-thermen Materialdatenbank und mit Zugang von moderner Softwaretechnologie ist eine Analyse der Feuchtebelastung und der Energieeinsparung möglich. Dabei können unterschiedliche klimatische Bedingungen und verschiedene Nutzungen einer Modernisierungsmaßnahme berücksichtigt werden.

Die Datenbank wird von drei Industrieverbänden, *GDI*, *VDZ* und *Bundesverband Glas im Bau*, unterstützt, die ein Altbau-Sanierungsberechnungsprogramm „Energiepass Initiative Deutschland“, mit der *DENA* entwickeln. Besonders Handwerkern soll die verbesserte Datenbank als Einstiegsberatung bei der Altbausanierung dienen.

Das Projekt an der TU-Dresden verwendet **Multi-Technologien** als Designwerkzeuge wie: z.B. spezielle Laborapparaturen und -messungen, eine funktionale Materialcharakterisierung, eine Verifizierung der Kennwerte und Materialfunktionen. Die Einbindung der Materialparameter in die Datenbank ist innovativ. Die Bereitstellung für EnSan Simulationsprogramme führt zu neuen oder verbesserten, sogenannten **Integrierten Gebäudekonstruktionen**.

Allgemeine Ziele des Projektes

Verbesserung der Vorhersage von EnSan Planungstools durch Aufbau einer frei zugänglichen Datenbank von Materialkennwerten als Grundlage für die energetische Gebäudesimulation und hygro-thermische Bauteilberechnung. Diese Ziele sollen umgesetzt werden durch:

1. Messung der charakteristischen Materialeigenschaften alter und neuer Baustoffe, mit hochentwickelten Messverfahren und validierten Messmethoden;
2. Funktionale Charakterisierung und physikalische Interpretation der gemessenen Materialdaten und Verifizierung der gekoppelten Funktionen anhand von Experimenten;
3. Aufbau einer hygri-schen- und thermischen Materialdatenbank mit alten und neuen Baustoffen zur Unterstützung bauphysikalischer Simulationssoftware;
4. Anwendung der Simulationssoftware zur energetischen und hygri-schen Beurteilung und Analyse von Leistung, Zuverlässigkeit und Schadensrisiko von Baustoffen und Konstruktionen, sowie die Ausführung der Bauarbeiten.

Arbeitsprogramm

Arbeitspaket 1: Materialauswahl. Die Materialauswahl *alter Baustoffe* erfolgt über eine Materialwunschliste der EnSan-Softwarehersteller, sowie über Anfragen aus dem Denkmalschutz und der Baupraxis. Die vorliegende Materialliste umfasst z.Z. sieben Materialgruppen: 1. Mauerwerksbildner, 2. Putze und Mörtel, 3. Innenbekleidungen, 4. Dämmungen und Schüttungen, 5. Anstriche, 6. Folien und Bahnen, 7. Dachbereiche. Eine detailliertere Tabelle ist als Anhang beigefügt.



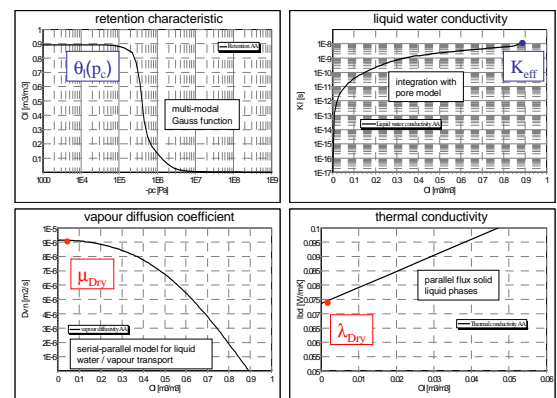
Die Materialauswahl *aktueller Baustoffe* erfolgt über die Materialhersteller selbst. Dabei liefert ein Hersteller seine Materialien an die Universität Dresden und beauftrag über einen Werkvertrag die hygro-thermische Materialuntersuchung. Im Werkvertrag ist die von der Uni zu erbringende Leistung definiert, wie z.B. Messung, Charakterisierung, Datenbankeintrag und Einbindung in EnSan-Software.

Arbeitspaket 2: Messung der Baustoffmaterialien. Die *alten Baustoffe*, wie auch die *aktuellen Baumaterialien* werden in den Messzyklus des IBK-Labors eingeschleust. Nach der Beprobung, Dimensionierung und Ummantelung werden die folgenden relevanten hygro-thermischen Kennwerte gemessen:

- *Basiseigenschaften*: Matrixdichte, Trockenraumdichte, totale und offene Porosität
- *thermale Eigenschaften*¹: feuchteabhängige Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität
- *hygrische Eigenschaften*: Feuchtespeicherung im hygroskopischen und über-hygroskopischen Bereich (Sorptionisotherme und Wasserretention), Wasserdampfdiffusionswiderstand, Feuchteleitfähigkeit, Wasseraufnahmekoeffizient, Trocknungskoeffizient



Arbeitspaket 3: Ermittlung charakteristischer Materialfunktionen. Die gemessenen Materialkennwerte werden zur unmittelbaren Verwendung in Simulationsmodellen aufbereitet. Letztere benötigen kontinuierlich differenzier- und integrierbare Funktionen und keine Zahlenwerte. Über ein physikalisches Materialmodell werden daher die Kennwerte funktionalisiert, wobei die Wasserretentionscharakteristik, die Flüssigwasserleitfähigkeit, der Wasserdampfdiffusionskoeffizient und die Wärmeleitfähigkeit funktional abgebildet werden.



Zur Kontrolle der Materialmessungen im Labor und der Funktionsanpassungen am Computer werden typische Aufsaugexperimente und Verdunstungsexperimente mit einem physikalisch basierten, wissenschaftlichen Simulationsprogramm nachgerechnet und so der Funktionssatz justiert und das Material verifiziert.

Arbeitspaket 4: Aufbau einer Materialdatenbank. Die Materialkennwerte und die hygro-thermischen Funktionen der *alten-* und der *neuen Baustoffe* werden in einem relationalen Datenbanksystem abgelegt. In der Datenbank werden die Materialfunktionen graphisch, übersichtlich visualisiert und zur einfachen Auswahl gegenübergestellt. Die Datenstruktur wird dabei so gewählt, daß auch künftige Ergänzungen, Anpassungen und Aktualisierungen möglich sind. Eine Aufnahme weiterer Stoffeigenschaften, die für die Planung von Sanierungsmaßnahmen wichtig sind, als auch deren integrierte Beurteilung, ist zudem möglich.

No	Source	English Name	rho
55	TU Dresden	PU-Foam	75 kg/m³
56	TU Dresden	PS-FoamExpanded	30 kg/m³
57	TU Dresden	PS-FoamExpanded	20 kg/m³
58	TU Dresden	WoolWool	30 kg/m³
59	TU Dresden	WoolFleece	65 kg/m³
60	TU Dresden	FoamCellulose	14 kg/m³
61	TU Dresden	Cork	290 kg/m³
62	TU Dresden	GypsumPlaster	1170 kg/m³
63	TU Dresden	GypsumBoard	1000 kg/m³

Die für die EnSan-Simulation erforderlichen Daten lassen sich über eine definierte Schnittstelle

1. Die thermalen Eigenschaften der Baustoffe werden bei einem wissenschaftlichen Partner gemessen.

in die jeweiligen Simulationsprogramme und Software-Planungstools integrieren oder mit ihnen verknüpfen. Damit erhalten Architekten, Bauingenieure und Handwerker ein Werkzeug, um sicherer als je zuvor den Einfluss von Sanierungsmaßnahmen auf das hygro-thermische Verhalten des Gebäudes zu quantifizieren, Schadensrisiken zu beurteilen und Schäden zu vermeiden helfen.

Arbeitspaket 5: Anwendung der Multi-Technologien als Designwerkzeuge. Wenn Sie sich als Industriepartner im Projekt beteiligten, haben Sie folgende Vorteile:

Neben der hygro-thermischen Charakterisierung ihrer Baustoffe und dem Eingang in die Datenbank für EnSan-Simulationssoftware werden konkrete Fragestellungen bearbeitet. Beispiele sind:

- Energetische und hygrische Beurteilung von Bauteilen an konkreten Beispielen, die aktuell durchgeführt werden (z.B. Frauenkirche Dresden),
- Analyse der Zuverlässigkeit ihrer Baustoffe,
- Abschätzung des Schadensrisikos ihrer Baustoffe in Kombination mit den Baustoffen der Altkonstruktion,
- Vergleich von Baustoffen unterschiedlicher Materialwerke eines Herstellers und Kontrolle der produzierten Qualität,
- Kombinieren von Baustoffen zur Erzielung gewünschter Materialeigenschaften,
- Integrierte Gebäudekonstruktion durch Anwendung moderner Labortechnologien in Verbindung mit Simulationswerkzeugen,
- Anwendung von Mehrkammer-Klimaprüfsystemen in Verbindung moderner Messtechniken zur Prüfung von Baustoffen und Baukonstruktionen unter frei wählbaren Klimarandbedingungen,
- Unterstützung des Handwerks durch die Analyse unterschiedlicher Ausführungen der Bauarbeiten.



Im Rahmen der Materialmessungen erhalten die Baustoffhersteller die Möglichkeit spezifische Fragen über Ihr Produkt zu klären. Die beteiligten Industriepartner zum Zeitpunkt des Projektstartes sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Hersteller der Baustoffe	Materialien
Calsitherm Silikatbaustoffe GmbH	Calsitherm Klimaplatte
HUFGARD-TUBAG GmbH & Co	Klimaputz (KP1), Klimaputz Maschinenputz (KMP1), Trasskalk-Maschinenleichtputz (TKM-L 410), Trass-Mineraldämmputz (TMD 02), Sanierhaft-Glätputz (SHG), Trasskalk-Feinputz (TKF) Silikatfarbe und Kalkfarbe auf Feinputz
REMMERS Baustofftechnik GmbH	Aisit Schimmel Sanierputz (ReAS), Sanierputz leicht (Re SPL)
Haniel GmbH	Fermacell, Multipor, Porenbeton, Kalksandstein

Tabelle: Allgemeiner Überblick über Masea-Materialien und bereits gefundene Hersteller von aktuellen Baustoffen. Mehrfachbenennungen bei Baustoffen in einem Materialgebiet von unterschiedlichen Projektpartnern sind unbedingt erwünscht. In der Liste fehlende Materialien können um Baustoffe ergänzt werden.

MASEA Materialien	Projektpartner
Mauerwerksbildner	
Klinker Vollziegel Hochlochziegel Kalksandstein Porenbeton Schwemmstein Fachwerkausfachung Natursandstein Ziegelsplitbetonblocksteine Schlackenbetonblocksteine Stampfbeton Tuffsteine	Haniel Haniel
Putze und Mörtel	
Klinker Kalk Kalkzement Zement Kunstharzputze mineralischer Dämmputz	Hufgard-TUBAG Hufgard-TUBAG, REMMERS Baustofftechnik GmbH Hufgard-TUBAG, REMMERS Baustofftechnik GmbH Hufgard-TUBAG
Innenbekleidungen	
Gipsdielen Hourdisplatten (Ziegelplatten) Schilfrohrabitz verputzte Holzwolleleichtbauplatten Calcium-Silicate Gipsfaserplatte	Calsitherm Haniel
Dämmungen und Schüttungen	
Kork Weichfaserplatten Kieselgur Hochofenschlacke	
Anstriche	
Silikatfarbe auf Feinputz Kalkfarbe auf Feinputz	
Folien und Bahnen	
bituminöses Papier und Ölpapier Dachpappe	
Dachbereich	
Altholz Kiefernholz Fichtenholz Dachziegel Reetdächer Schindeln Schiefer	

Wenn wir Ihr Interesse wecken konnten, wenden Sie sich mit Ihrer Anfrage und gegebenenfalls Ihren Beteiligungswunsch an uns. Ansprechpartner in unserem Hause ist:

Dr.-Ing. Rudolf Plagge
Institut für Bauklimatik
Technische Universität Dresden
Zellescher Weg 17
D-01069 Dresden

Thurow-Langer, Schneider
Schr.

Tel: 0351 - 4633 3756
Fax: 0351 - 4633 2627
plagge@ibk.arch.tu-dresden.de

0351 - 4633 5259
langer@ibk.arch.tu-dresden.de

Fax Rückantwort: 0351 - 4633 2627

**Stichwort: Datenbank
für Software-Planungstools**

Fehlende Baustoffe in der MASEA-Baustoffliste:

Bitte senden Sie mir weitere Informationen und ein Angebot über eine Materialuntersuchung im Rahmen des MASEA-Projektes.

Name:	
Firma:	
Abteilung:	
Adresse:	
Stadt:	
Land:	
Telefon:	
Fax:	
e-Mail:	