

## WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

### Innovative Baustoffe, Bausysteme und Informationstechnologien für die Gebäudesanierung

An der Abteilung Bauphysik und Bauökologie, TU Wien (Ordinarius: Univ. Prof. Dr. A. Mahdavi) wurden in den vergangenen Jahren mehrere Forschungsvorhaben begonnen, die einen direkten Bezug zur Gebäudesanierung haben: Das Projekt AGELFA (durchgeführt mit der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt EMPA, Schweiz und der Fa. Fixit/Röfix, Röthis) befasst sich mit der Applikation und Anwendungsfindung von hochdämmenden Putzsystemen auf Aerogel-Basis für den Gebäudebestand, das Projekt VIG-SYS-RENO (durchgeführt mit der Holzforschung Austria) erarbeitet bauphysikalisch und hochbautechnische Detaillierungs-Lösungen für die in Zukunft verfügbaren Vakuumverglasungen und das Projekt SEMERGY (durchgeführt mit der Information- & Software Engineering Group der TU Wien, Univ. Prof. Dr. Tjoa) befasst sich mit der Anwendung von semantischen Web-Technologien im Bereich der Gebäude-Performance-Berechnung und Simulation. Im Folgenden wird die Herangehensweise, der Stand der Forschung und über mögliche Wirtschaftskooperationen reflektiert:

**AGELFA** – Entwicklung von strukturierbaren Deckputzsystemen auf Aerogel-Hochleistungswärmedämmputzen für historische Gebäudefassaden (gefördert durch die FFG im Rahmen der 4. Ausschreibung des Haus der Zukunft Plus-Programms, Projekt-Nummer: 840605): Seit einigen Jahren sind hochwärmedämmende Putzsysteme auf Aerogelbasis am Baustoffmarkt verfügbar, allerdings ist die Marktdurchdringung noch relativ gering und es gibt nur wenige realisierte Fassaden, an denen Langzeit-Erfahrungen mit dem Material gesammelt werden konnten. Aerocele sind stark poröse Feststoffe auf Silikatbasis, die einen sehr niedrigen Anteil an Material und einen sehr hohen Anteil an (eingeschlossenen) Luftporen aufweisen. Dadurch ergeben sich sehr niedrige Wärmeleitfähigkeiten des Materials, d.h. auch mit relativ dünnen Schichten kann eine beachtliche Verminderung von Transmissionswärmeverlusten von Bauteilen erzielt werden. Diese Eigenschaft lässt das Material als geeignete Alternative für historische Fassaden mit reicher Dekoration erscheinen, bei denen die baukulturelle Bedeutung eine Anwendung von herkömmlichen Dämmsystemen ausschließt, beziehungsweise dünne, flexible und hochdämmende Putz-Schichten die Artikulation der Fassaden nicht beeinträchtigen. Im Rahmen des AGELFA-Projektes werden nun verschiedene hochbautechnische und bauphysikalische Aspekte des Aerogelputzsystems mittels Testflächen, sensorischer Beobachtung und Simulation im Detail untersucht. Testflächen zu verschiedenen Oberflächen und Bauteilverbindungen wurden beispielsweise an der Fassade des Geodätenturms auf dem Hauptgebäude der TU Wien (Abbildung 1) angelegt. Diese Testflächen sind mit einer Sensorik ausgestattet, die es erlaubt Schichttemperaturen und den Wärmestrom in den verschiedenen Ebenen des Aufbaus dauerhaft zu

## WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

erfassen und dadurch Rückschlüsse auf das Langzeitverhalten des Putzsystems und der tatsächlichen Einsparungen zu erhalten (Abbildung 2). Darüber hinaus findet eine optische Langzeitbeobachtung (Rissbildung) bei verschiedenen Kantenausgestaltungen und Detailanschlüssen

statt. Parallel zu diesen Testflächen werden auch umfassende Simulationen von typischen Bauteilanschlüssen mittels numerischer Wärmebrückensimulation durchgeführt.

Für das Projekt AGELFA sind verschiedene andere Testflächen von großem Interesse, und bieten die Möglichkeit einer Forschungs-Wirtschaftskooperation.



Abbildung 1 (links): Testflächen am Geodäten-Kopfbau der TU Wien.



Abbildung 2 (rechts): Mess-Sensorik für die verschiedenen Ebenen im Putz vor der Putzaufbringung

**VIG-SYS-RENO** – Sondierung von Fenstersystemen mit innovativen Gläsern, speziell Vakuum-Isoliergläsern, zur Gebäudesanierung (gefördert durch die FFG im Rahmen der 1. Ausschreibung des Stadt der Zukunft-Programms, Projekt-Nummer: 845225): Dauerhaft verwendbare Vakuum-Verglasungen werden – wenn man den Ankündigungen verschiedener internationaler Glasproduzenten folgt – mittelfristig am Baustoffmarkt zur Verfügung stehen. Der Zwischenraum zwischen zwei Glasebenen wird dabei (nahezu) vollständig evakuiert und versiegelt. Da durch die Evakuierung Wärmeleitung und Wärmekonvektion im Scheibenzwischenraum minimiert werden,

## WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

wird erwartet, dass solche Gläser sehr niedrige Wärmeleitfähigkeiten zeigen werden. Damit die Einzelscheiben Scheiben nicht durch den Luftdruck zusammengepresst werden, finden sich in regelmäßigen Abständen winzige Abstandhalter, die die Gläser in Form halten. Neben den aufwendigen Herstellungsverfahren, die für ein dauerhaftes Vakuum und eine verwendbare Fensterscheibe erforderlich sind, stellt sich auch die Frage nach den hochbautechnischen und bauphysikalischen Konsequenzen im Einbau solcher Gläser. Da Vakuumgläser auch eine mögliche

Alternative in der Bestandssanierung darstellen, adressiert VIG-SYS-RENO die Thematik des Einbaus von solchen Hochleistungsgläsern im Gebäudebestand und sogar in bestehenden Fensterrahmen. Zu diesem Zweck werden sowohl thermische und mechanische Tests mit einem Set von prototypischen Vakuumgläsern durchgeführt, wie auch die bauphysikalischen Konsequenzen des Einbaus solcher extrem wärmedämmender Gläser hinsichtlich der Wärmebrückenproblematik in Glasrandverbund mittels numerischer Simulation untersucht.

Aus diesem Forschungsvorhaben soll in einem Folgeschritt ein Gemeinschafts-Projekt mit der interessierten Fensterindustrie entstehen, in welchem eine breite Anwendung dieser Hochleistungsgläser durch industriell fertigbare Rahmensysteme untersucht und realisiert werden kann.

## WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

**SEMERGY** – Semantische Technologien für energie-effiziente Gebäudeplanung (gefördert durch die FFG im Rahmen der Programms Austrian Research Studios, 2nd Call, Projekt-Nummer: 832012): Die Planung und Realisierung von (energieeffizienten) Gebäuden ist eine komplexe Materie, die in der Regel unter großem Zeit- und Kostendruck stattfindet. Dadurch ergibt sich die Problematik, dass Planende und Bauherrenschaft nicht die Kapazität haben, optimale Lösungen zu ermitteln, da die Erfassung und Bewertung der Vielzahl von Realisierungsmöglichkeiten manuell nicht wirtschaftlich zu bewältigen ist. Dadurch ergibt sich in der Realität, dass - obwohl die Werkzeuge für die energieeffiziente und ökologische verträgliche Gestaltung der gebauten Umwelt ebenso wie ein Großteil der erforderlichen Daten zur Verfügung stehen – suboptimale Ergebnisse errichtet werden. In Anbetracht der ambitionierten Ziele der 20-20-20 Ziele kann aber jedes Neubau- oder Sanierungsprojekt, das bei gegebenen budgetären Rahmenbedingungen nicht das erreichbare Optimum an Energieeffizienz erreicht, als verlorene Möglichkeit betrachtet werden. SEMERGY adressiert diese Problematik, in dem für gegebene Bauwerksentwürfe und Sanierungsvorhaben eine Vielzahl von Planungsvarianten durchgespielt wird und eine Liste optimierter Planungsvarianten nach Nutzerpräferenzen erstellt wird. Diese Ergebnisse können für Bauherrenschaft und Planende als Grundlage für das kosten- und zeiteffiziente Planen von hoch energie-effizienten Bauwerken und Sanierungsvorhaben verwendet werden. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, bedient sich SEMERGY einer Reihe von aktuellen Technologien und Werkzeugen:

- (i) SEMERGY versteht sich nicht als eigenständiges, abgeschlossenes Werkzeug, sondern als Entwicklungsumgebung, an die verschiedene Werkzeuge angekoppelt werden können, beispielsweise Werkzeuge zur Berechnung des Heizwärmebedarfs nach dem Energieausverfahren, des OI3-Kennwerts über den ökologischen Fußabdruck verwendeter Baustoffe oder die Investitionskosten. Auch die Koppelung numerischer Simulationstools ist möglich. Damit SEMERGY diese Flexibilität zur Verfügung stellen kann, wurde ein eigenes, maßgeschneidertes, flexibles und erweiterbares Gebäudedatenmodell entwickelt, welches auch zu generellen BIM-Ansätzen eine Kompatibilität aufweist.
- (ii) Der Name SEMERGY ist ein Kunstwort aus Semantik und Energie und weist auf eine die verwendeten semantischen Web-Technologien hin: Nämlich die zeitaktuelle und genaue Suche, Sammlung und Strukturierung von bedeutenden Information für den Planungsprozess. Diese Informationen werden – hierarchisch gestaffelt – in Ontologien abgelegt. Das bedeutet, dass miteinander zusammenhängende bzw. verwandte Informationen verknüpft werden und für eine Verwendung in anderen Werkzeugen (z.B. Heizwärmebedarfsberechnung) eingesetzt werden können. Hierbei werden die Prinzipien der von Tim Berners-Lee vorgeschlagenen Weiterentwicklung des Internet zu einem *Web of Data / Web of Things* in der AEC-Domäne angewandt.

## WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

- (iii) Im Bauwesen finden sich in der Regel für einen Planungsschritt viele verschiedene Lösungen. Als Beispiel sei auf die Vielzahl von am Baustoffmarkt verfügbaren Dämmstoffen verwiesen. Es ist manuell nicht wirtschaftlich möglich, selbst bei kleinen Objekten wie Einfamilienhäusern, alle Optionen und Varianten iterativ durchzuspielen. Auch eine computergestützte iterative Abarbeitung aller Optionen macht in der Regel keinen Sinn, da eine Vielzahl von Planungsoptionen auf einen Blick als anderen Varianten unterlegen ausgeschieden werden kann. SEMERGY bedient sich daher evolutionärer mathematischer Optimierungsalgorithmen, mit welcher die „optimalen“ Lösungen relativ gut approximiert werden können.
- (iv) Die SEMERGY-Umgebung wurde komplett web-basiert erstellt, und besitzt eine im Webbrowser laufende graphische Benutzeroberfläche (Abbildung 3), in der Nutzer sehr rasch und problemlos Ihre Basisinformationen eintragen können (Gebäudegeometrie, prinzipielle Nutzung und Konstruktionsform, zur Verfügung stehendes Budget). Weiters existiert die Option zweidimensionale CAD-Zeichnungen einzulesen und an einer Uploadoption für die gängigen BIM-Formate wird gearbeitet.

SEMERGY kann unter [www.semergy.net](http://www.semergy.net) getestet werden. Im Zuge von Wirtschaftskooperationen sind die Autoren sehr an Input von Seiten der Bauindustrie interessiert, um das Werkzeug noch attraktiver zu gestalten.

# WIRTSCHAFTSIMPULSE DURCH FORSCHUNG

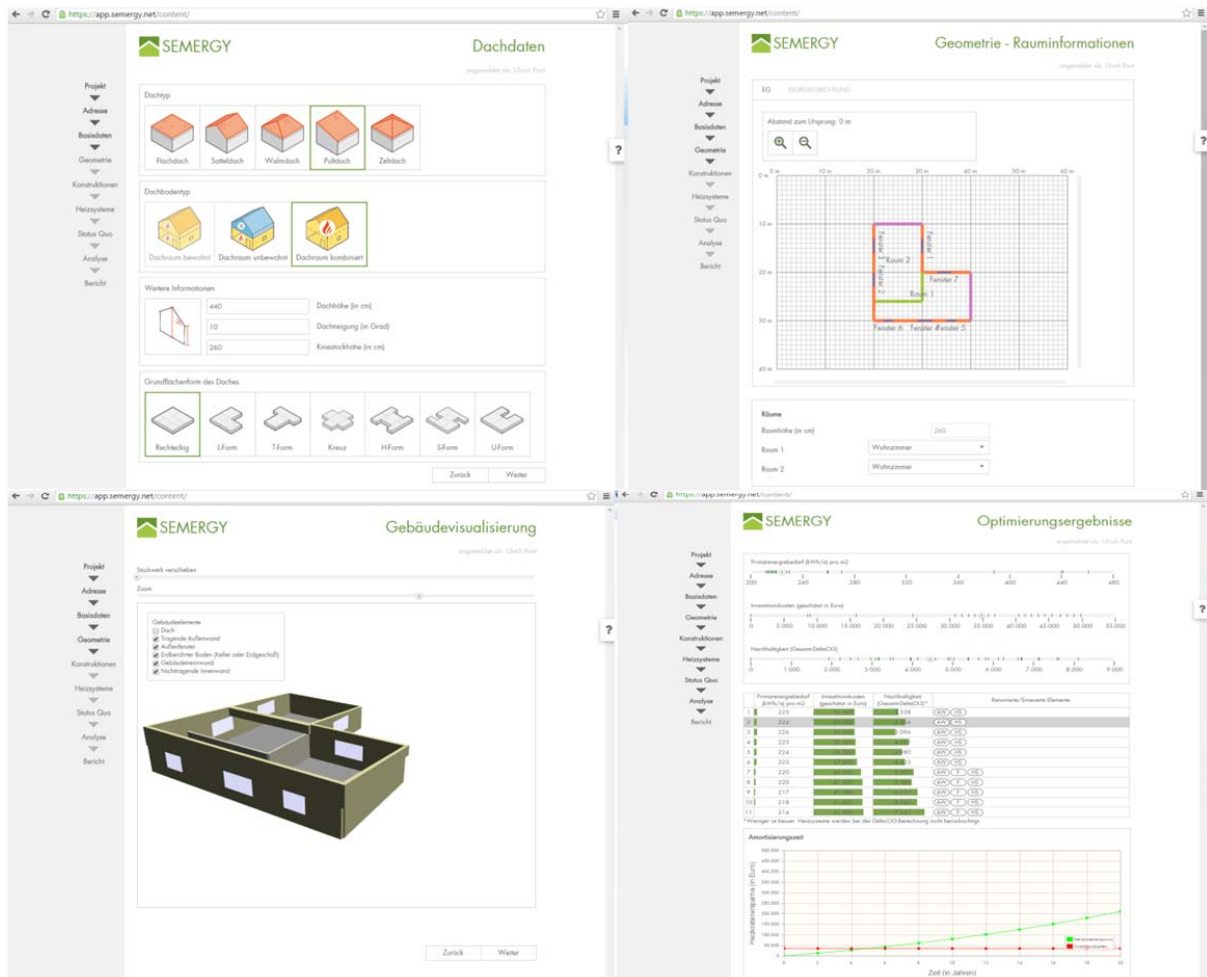


Abbildung 3: Die grafische Benutzeroberfläche von SEMERGY (GUI): Links oben prinzipielle Daten zum Gebäude (Dachart und Form), rechts oben die grid-basierte Zeichenoberfläche, links unten die 3D-Ansicht zur Kontrolle und Evaluierung der Eingaben, rechts unten die Ergebnisliste nach der Optimierung.

**Kontakt:**

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ulrich Pont  
 Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ardeshir Mahdavi  
 Technische Universität Wien  
 E259 - Institut für Architekturwissenschaften  
 Abteilung Bauphysik und Bauökologie  
[ardeshir.mahdavi@tuwien.ac.at](mailto:ardeshir.mahdavi@tuwien.ac.at)  
[ulrich.pont@tuwien.ac.at](mailto:ulrich.pont@tuwien.ac.at)