

EINSATZ VON GEBÄUDE-SIMULATIONS-PROGRAMMEN ZUR OPTIMIERUNG VON VERGLASUNG UND BESCHATTUNG

Sven Moosberger¹⁺², Alois Schälín¹, Heinrich Hörth¹, Gerhard Zweifel²

¹AFC Air Flow Consulting AG Zürich, Schweiz - www.afc.ch

²Hochschule für Technik+Architektur Luzern, Schweiz - www.hta.fhz.ch

KURZFASSUNG

Die Fassade übernimmt wichtige Funktionen wie Sonnen- und Wärmeschutz und hat direkten Einfluss auf Energiebedarf und Komfort. Doch wann ist der Sonnenschutz effizient? Reduziert ein besserer u-Wert tatsächlich den Jahresenergiebedarf?

Antworten zu diesen und ähnlichen Fragen kann die Gebäudesimulation liefern. Ertrag und Aufwand einer Gebäudesimulation ist dabei stark abhängig von der Erfahrung des Anwenders. Dazu gehört nebst der täglichen praktischen Erfahrung auch eine genügend hohe theoretische Erfahrung mit den angewendeten Modellen.

Diese Erfahrung holt sich der Gebäudesimulations-Spezialist u.a. in Vergleichen seiner Simulationsresultate mit möglichst genauen Messwerten aus Experimenten. Eine solche Validierung für Modelle zur Berechnung des totalen Energiedurchlassgrades von Verglasungs- und Sonnenschutzsystemen ist zurzeit als IEA Projekt im Gang.

ABSTRACT

The facade fulfils important functions as protection against sun and heat. It has a big influence on energy demand and comfort. But when works a sun protection efficiently? Does a lower u-value really reduce the yearly energy consumption?

Answers to these and other questions can be found by building simulations. Hereby the gains and the costs depend a lot on the experience of the user. In addition to the daily practical experience, a sufficient theoretical experience with the used models is at least as important.

The building simulation specialist gets his experience e.g. by comparisons of the simulation results with sufficiently accurate experimental measurements. To test the performance of calculation models for daylighting and shading processes, such a validation is currently in progress on the occasion of the IEA task 34 / annex 43 of the Solar Heating and Cooling program.

EINLEITUNG

Der weitaus häufigste Anwendungsfall für thermische Gebäude-Simulations-Programme sind Fragen zum sommerlichen Wärmeschutz. Es handelt sich dabei meistens um ein Aufeinandertreffen von architektonischen und funktionellen Vorstellungen.

Die Anforderungen an die verwendeten Modelle für Verglasungen und Beschattungen von Gebäudehüllen jeglicher Art ist sehr hoch, sollen sie doch alle Ideen eines Architekten abdecken können. Alle erdenklichen Fassadengeometrien, Glasaufbauten, Sonnenschutzsysteme, Doppelfassadenkonstruktionen usw. müssen effizient parametrisiert und korrekt abgebildet werden können.

In der Praxis gilt es, das angewendete Modell der Fragestellung angepasst so einfach wie möglich und so komplex wie nötig zu wählen.

BEISPIEL: FASSADENOPTIMIERUNG

Im Projekt e-Science Lab der ETH Zürich wird ein möglichst tiefer Jahresenergieverbrauch angestrebt. Es soll eine Lösung realisiert werden, die für eine möglichst variable Nutzung, d.h. für veränderliche interne Lasten, einen möglichst tiefen Gesamtenergieverbrauch garantiert. Die Fassade wurde mit richtungsabhängiger Balkontiefe und vertikalen, opaken Lamellen konzipiert (Abbildung 1). Diese Geometrie führt zu einem aussen liegenden fixen Sonnenschutz. Es wird damit eine hohe, vom Sonnenstand weitgehend unabhängige Transparenz bei gleichzeitig tiefen externen Kühllasten erreicht.

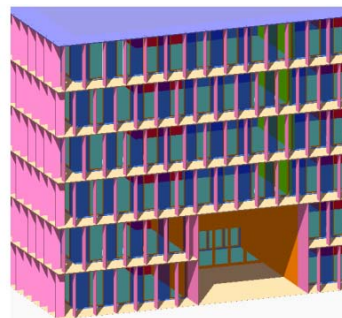


Abbildung 1 Geometrie „e-Science Lab“

mit fester externer Beschattung.

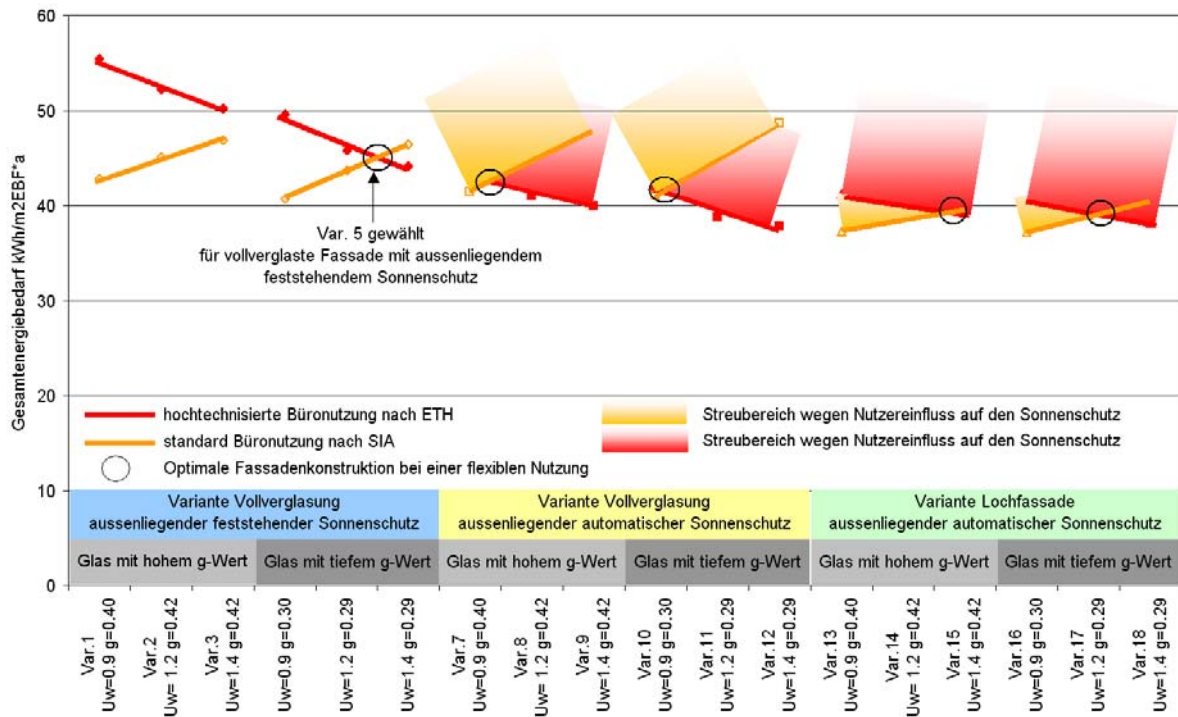


Abbildung 2 Optimierungsergebnisse und Fassadenvergleich

Mit Hilfe von Gebäudesimulation wurden die Auswirkungen von g-Wert und Fassadengeometrie hinsichtlich des Energiebedarfs analysiert. Die Optimierungsergebnisse aus 36 Simulationen sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Effekte sind abhängig von der speziellen Anwendung. Eine Optimierung des g-Wertes muss deshalb projektspezifisch erfolgen.

OPTIMIERUNG DER SIMULATION

Wie im gezeigten Beispiel weicht praktisch jedes Projekt, welches dynamische Gebäudesimulation erfordert, in einem oder mehreren Punkten von einfachen Gebäuden ab. Der Kunde will wissen, ob ein spezieller externer Sonnenschutz die versprochenen Auswirkungen haben wird, ein spezielles geometrisches Konzept für die Gebäudehülle funktioniert, ein Atrium nicht zu Überhitzungsproblemen führt oder die geplante hinterlüftete Fassade Wärme in den entscheidenden Momenten effizient abführen kann.

Solche Berechnungen müssen nicht nur die nötige Genauigkeit aufweisen. Ebenso wichtig ist es, dass sie effizient durchgeführt werden können, um auch finanziell einen möglichst hohen Ertrag zu bringen. Der Arbeitsprozess selbst muss deshalb hinsichtlich Aufwand und Ertrag unter Berücksichtigung der geforderten Randbedingungen optimiert werden. Abbildung 3 illustriert eine solche Optimierung.

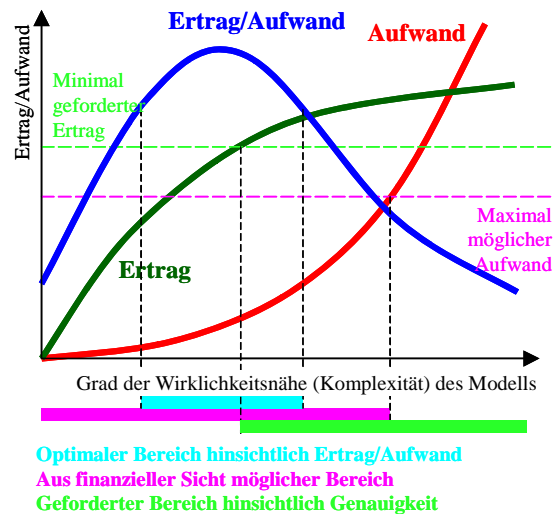


Abbildung 3 Optimierung von Aufwand und Ertrag

Der grosse Vorteil eines Gebäudesimulations-Spezialisten ist seine Erfahrung. Diese hilft ihm bei einer Abschätzung, welche Näherungen im Modell viel Aufwand einsparen können und gleichzeitig nur kleine Genauigkeitseinbußen einbringen. Auf der anderen Seite bringt ihm die Erfahrung das Wissen, wo ein möglichst wirklichkeitsnahes Modell entscheidend ist. Natürlich ist gegenüber einem unerfahrenen Anwender bei gleichem Aufwand sein Ertrag höher, bzw. bei gleichem Ertrag sein Aufwand tiefer. All diese Einflüsse der Erfahrung auf den Arbeitsprozess einer Gebäudesimulation sind in Abbildung 4 grafisch dargestellt.

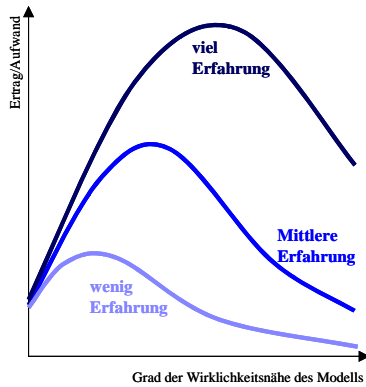


Abbildung 4 Einfluss der Erfahrung

QUALITÄT UND VALIDIERUNG

Im vorhergehenden Kapitel haben wir erwähnt, dass ein Gebäudesimulations-Spezialist das Wissen braucht, welche Teilmodelle seines Programms für die Genauigkeit des Resultates entscheidend sind. Ein Hilfsmittel zur Erlangung dieses Wissens ist die Validierung der von ihm angewendeten Modelle.

Validierungen sind mit einem immensen Aufwand verbunden und werden deshalb kaum von Einzelparteien durchgeführt. Abbildung 5 zeigt systematisch den Ablauf eines typischen Validierungsprojektes. Die Grösse der einzelnen Ovale sind proportional zum abgeschätzten Aufwand gezeichnet.

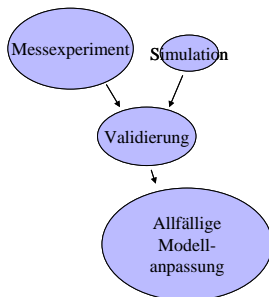


Abbildung 5 Ablauf eines Validierungsprojektes

Als Bestandteil eines IEA-Programmes werden zur Zeit Validierungen dynamischer Berechnungsmodelle für externe Lasten durch Verglasung und Beschattung durchgeführt. Es werden dabei die Simulationsresultate aus verschiedensten Gebäudesimulations-Programmen mit den Messwerten aus Experimenten verglichen. In diesen Experimenten ist die Gemoetrie des Testraumes bewusst sehr einfach gehalten. Demgegenüber sind die Messungen von äusserst hoher Qualität und Genauigkeit. Uns ineteressieren vor allem die Validierungsergebnisse der in der Praxis am häufigsten angewendeten Tools. Unseres Erachtens sind dies in der Schweiz:

- IDA ICE
(www.hta.fhz.ch/institute/zip/de/simulationen/ida.htm)
- Tas Building Designer (www.edsl.net)

RESULTATE

Der Test ist ein sog. Blindtest, d.h. die Resultate sind dem Anwender des Simulationsprogrammes nicht bekannt. Deshalb können auch noch keine Resultate der Tests präsentiert werden.

Abbildung 6 zeigt das Resultat aus den Vortests (Validierung desselben Testraumes ohne Fenster) mit IDA ICE. Die berechneten Temperaturen stimmen bereits sehr gut mit den gemessenen überein.

Die letzten Unstimmigkeiten können mit korrigierten Wärmeübergangskoeffizienten an den Testraumwänden aus dem Weg geräumt werden (siehe Abbildung 7).

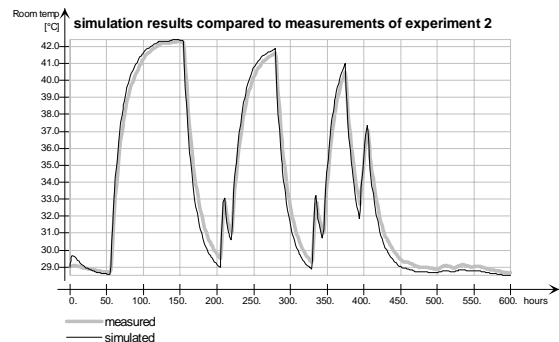


Abbildung 6 Validierung IDA ICE, bestehendes Modell

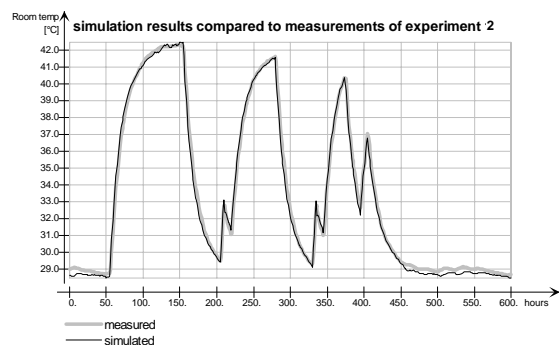


Abbildung 7 Validierung IDA ICE, angepasstes Modell

DISKUSSION

Wichtig bei einer Validierung ist, dass nicht nur nach der Genauigkeit der Simulationsresultate, sondern auch nach einer Erklärung einer allfälligen Diskrepanz zwischen Simulation und Messung gesucht wird. Diese liegt nicht immer in der Ungenauigkeit des Modells!

Aus dem hier kurz vorgestellten Validierungsprojekt wird man „nur“ die Genauigkeit der Berechnung des totalen Energiedurchlassgrades von einfachen Verglasungs- und Sonnenschutzsystemen gewinnen können. Unsere Aufgabe wird es sein, für die Praxis den maximalen Nutzen daraus zu ziehen.