

Jahresbericht 2001

Praxisnahe Validierung von Simulationsprogrammen

Autor und Koautoren	Achermann Matthias, Zweifel Gerhard
Beauftragte Institution	Hochschule für Technik+ Architektur
Adresse	Technikumstrasse 21, 6048 Horw
Telefon, E-mail, Internetadresse	041 349 33 49, mmachermann@hta.fhz.ch , gzweifel@hta.fhz.ch
BFE Vertrags-Nummer	58148
Dauer des Projekts (von – bis)	1. 10. 1996 bis 30. 9. 2000, verlängert bis 2002

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel des Projekts ist, die Voraussetzungen zu schaffen, um in der Schweiz gebräuchlicher Gebäudesimulationsprogramme einer praxisnahen Validierung anhand von Messdaten und Vergleichssimulationen unterziehen zu können.

Im Verlaufe der Berichtsphase wurde die Validierung des Programms IDA-ICE nach der Norm prEN durchgeführt. Es konnten einerseits programmtechnische, andererseits auch normtechnische Mängel eruiert werden. Der Problembereich von IDA-ICE lag bei der für den Test zur Verfügung stehenden Programmversion in der Einschränkung der Gebäudegeometrie und der begrenzten Anzahl Baukonstruktionen (Schuhschachtelmodell mit 6 Wandkonstruktionen). Inzwischen ist eine erweiterte Version erhältlich, die diese Einschränkung nicht mehr aufweist. Die Norm hingegen macht für die Berechnung des inneren Wärmeübergangs und der Verteilung der Solarstrahlung auf die Innenflächen zu grosse Vereinfachungen und wird somit den detaillierter rechnenden Programmen nicht gerecht.

Im Rahmen des IEA Solar Task 22 „Building Analysis Tools“ wurde an der HTA eine neue Testserie für die Validierung von Strahlungsheizung und thermisch aktiven Bauteilen (TAB) entwickelt. Der Test baut auf dem bestehenden ENVELOPE BESTEST aus IEA Solar Task 12 auf. Ziel der neuen Testserie ist, die verschiedenen Ansätze von Modellen zur Bauteilkonditionierung zu testen und zu vergleichen.

Projektziele

Der Schwerpunkt des laufenden Jahres war die **Validierung der prEN 13791** „Thermisches Verhalten von Gebäuden – Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik“. Ziel war es, die Anforderungen und Grenzen der Norm anhand der Validierung von *IDA-ICE* kennen zu lernen.

Ein weiteres Ziel war, im Rahmen des *IEA Task 22 „Building Simulation Tools“*, die Testfälle aus *IEA Task 12 „ENVELOPE BESTEST“* zu erweitern. Es sollte eine Testserie zur **Validierung von Fussbodenheizungsmodellen und TAB-Systemen** generiert werden.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

VALIDIERUNG VON IDA-ICE NACH prEN 13791

Testbeschreibung

Die europäische Norm prEN 13791 gibt sommerliche Testfälle vor, anhand derer Rechenmethoden zur Bestimmung von Raumtemperatur-Stundenwerten validiert werden sollen. Die folgenden Testfälle wurden mit dem Gebäudesimulationsprogramm *IDA-ICE* durchgeführt:

1. Wärmeleitung durch opake Wände
2. Interner langwelliger Strahlungsaustausch (siehe Fig.1)
3. Beschattung von Fenstern durch externe Konstruktionen
4. Testfall für gesamte Rechenmethode

Für jeden der vier Bereiche wurden verschiedene Varianten gerechnet.

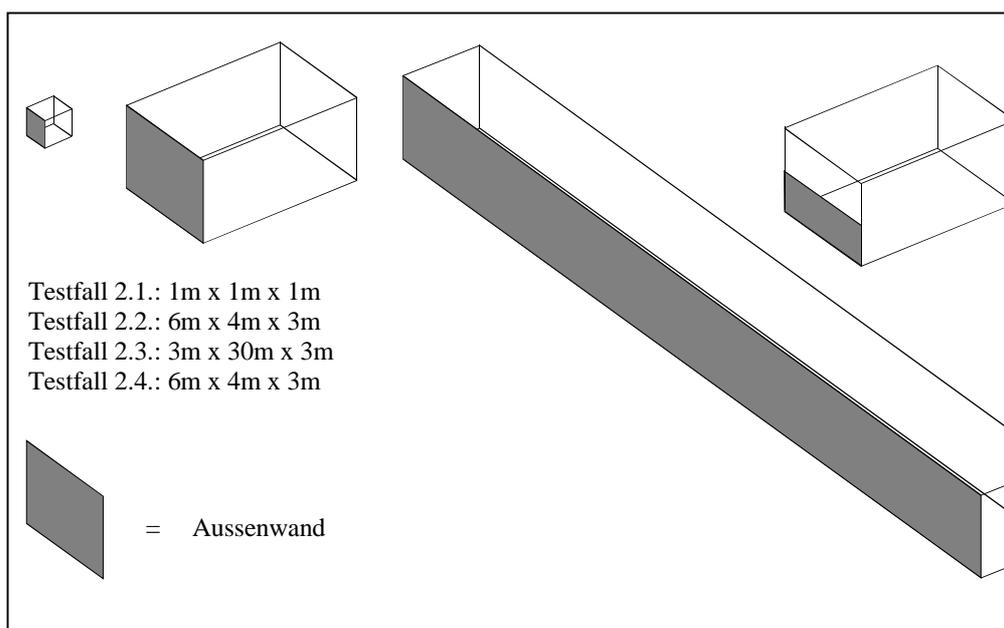


Fig. 1 Vier Modellvarianten zur Berechnung des langwelligigen Strahlungsaustausches

Resultate und Erkenntnisse

Die Validierungsergebnisse zeigen fast in allen Bereichen eine gute Übereinstimmung mit den Normwerten, beispielsweise beim Raumlufttemperaturverlauf nach einem Anstieg der Aussenlufttemperatur (Fig.2). Es konnten jedoch einige Schwachstellen in IDA-ICE sowie auch auf Seite der Norm eruiert werden.

Die meisten Diskrepanzen zwischen den Resultaten von IDA-ICE und den in prEN 13791 angegebenen Sollwerten sind nicht auf Ungenauigkeiten im Programm zurückzuführen, sondern darauf, dass das der Norm zu Grunde liegende Modell gröbere Näherungsannahmen macht, als es die von der Norm geforderte Genauigkeit zulässt. Insbesondere bei der Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten an inneren Oberflächen und bei der Verteilung eintreffender Solarstrahlung auf die verschiedenen Oberflächen wird prEN 13791 den detaillierter rechnenden Programmen nicht gerecht.

Nach der Anpassung der Rechenmodelle an die vereinfachten Rechenmodelle von prEN 13791 konnte eine Übereinstimmung mit den Normwerten erreicht werden (Fig. 3). Als einzige bleibende Abweichung liefert der Fall 4.a (Unterfall a: kleine Luftaustauschrate) eine nicht erklärbare Differenz von bis zu 2°K. Die Resultate wurden dem Programmentwickler der Firma EQUA in Schweden weitergeleitet. Eine Antwort liegt zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor.

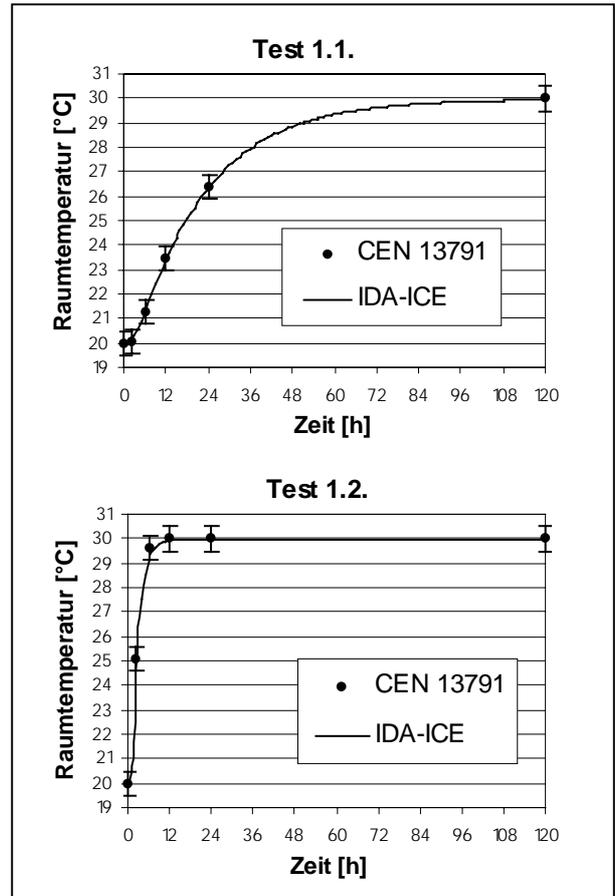


Fig. 2 Raumlufttemperaturverlauf nach Anstieg der Aussenstemperatur

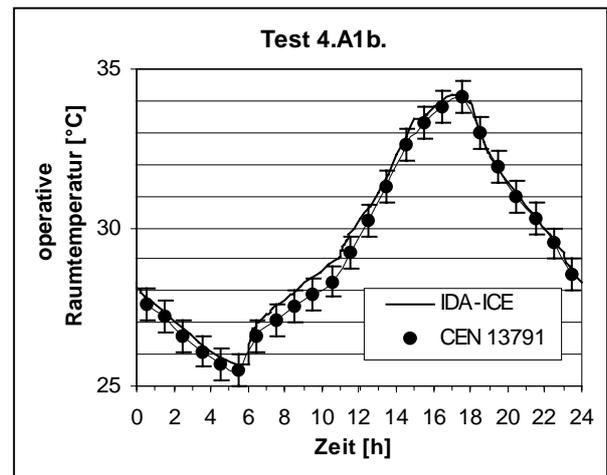
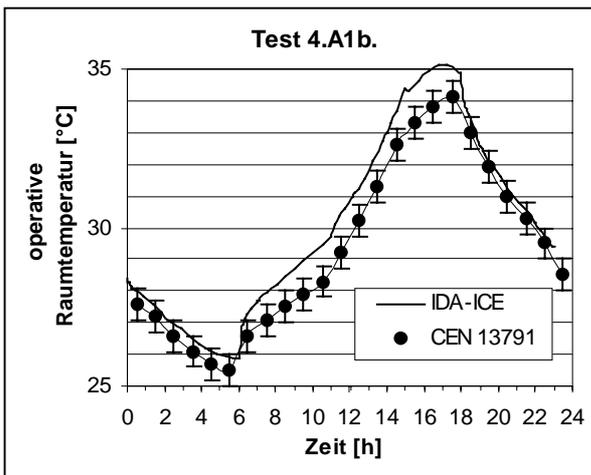


Fig. 3 Vergleich der Resultate vor und nach der Vereinfachung des Zonenmodells

Die Schwachstellen von IDA-ICE lag zum Zeitpunkt der Durchführung der Tests darin, dass nur schuhschachtelförmige Zonen definiert werden konnten, welche aus 6 Grenzflächen bestehen, die je nur eine Nachbarzone haben können. Diese Schwäche äussert sich in Bezug auf prEN 13791

allerdings nur im Testfall 2.4, wo eine Zonengrenzfläche nur zur Hälfte gegen Aussenklima grenzt. Dieser Fall war IDA-ICE nicht in der Lage zu rechnen.

Seit November liegt jedoch eine neue Programmversion von IDA-ICE vor, welche zwar in der Geometrie immer noch eingeschränkt ist, jedoch mehrere Baukonstruktionen pro Zonengrenzfläche zulässt sowie eine Zone an mehrere Zonen grenzen lässt.

RADTEST: NEUE TESTSERIE FÜR FUSSBODENHEIZUNG UND TAB-SYSTEME

Testbeschreibung

Im Rahmen des internationalen Projekts IEA Task 22 „Building Simulation Tools“, hat die HTA Luzern eine neue Testsuite „RADTEST“ für Gebäudesimulationsprogramme entwickelt. Die Testserie wurde zum Vergleich von Strahlungsmodellen von Fussbodenheizungen und thermisch aktiven Bauteilen (TAB) entwickelt. Um Synergien zu nutzen, wurde die Testserie auf dem „ENVELOPE BESTEST“ aus IEA Task 12 aufgebaut. Dabei entspricht der erste Fall dem Case 800 aus dem „ENVELOPE BESTEST“. Bei Problemen kann der Programmtester auf die frühere Testserie zurückgreifen und sein Gebäudemodell mit Hilfe der starken Diagnosepower analysieren.

Somit kann garantiert werden, dass bei allen Testprogrammen zu Beginn der Testserie die grundlegenden physikalischen Modelle für Wärmespeicherfähigkeit, Wärmeübergang und -durchgang sowie Strahlungsrechnungen etc. funktionieren.

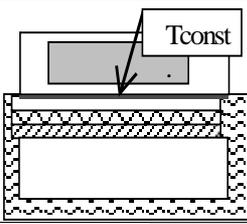
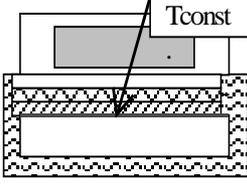
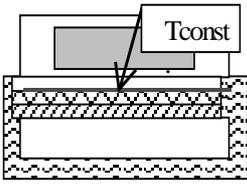
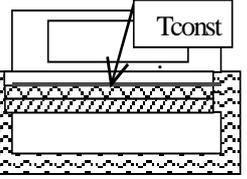
CASE	Graphic	Description
1820		A constant surface temperature for the floor top is given as a constant temperature layer. This is added as a 4 th layer.
1830		The constant temperature layer is moved from the top to the underside of the floor
1840		The constant temperature layer is moved between the concrete layer and the insulation
1850		Real window

Fig. 4 Der Schrittweise Aufbau der Testfälle

Der RADTEST ist analog zum „ENVELOPE BESTEST“ eine Schritt-für-Schritt-Methode. Dabei wird zuerst der freie Wärmefluss zwischen zwei Zonen untersucht. Dann wird Schritt für Schritt eine thermisch aktive Schicht zuerst auf den Fussboden, dann unter die Decke der Grenzzone und zuletzt in die Bodenkonstruktion platziert (Fig. 4). Zu Beginn wird mit konstanten, den Jahreszeiten angepassten Schichttemperaturen gerechnet. Es werden auch verschiedene Betriebszeiten für den Sommerfall gerechnet.

Die gesamte Testsuite ist in 2 Teile aufgeteilt. Der erste Teil basiert auf einem vereinfachten Modell mit vereinfachten Annahmen. Der 2. Teil beschreibt ein wassergeführtes System mit detaillierten Angaben (Fig.5). Diese Unterteilung soll einerseits garantieren, dass die Testreihe mit Programmen verschiedener Detaillierungsgrade gerechnet werden kann. Es soll aber auch die Gegenüberstellung der Resultate der komplexen Lösungsansätze mit denen der rudimentären Mo-

delle gemacht werden können. Die Spezifikationen im 2. Teil sollen die Grundlage sein, um das System zu modellieren, wenn noch kein solches zur Verfügung steht.

Weiteres Vorgehen und Termine

Die Testspezifikationen wurden an die alle Projektmitglieder von Task 22 versandt. Der Termin für die erste Simulationsrunde ist der 13. Januar 2002. Wie bisher gehandhabt, ist die erste Simulationsdurchgang ein Blindtest. Je nach Resultate werden weitere Simulationen durchgeführt.

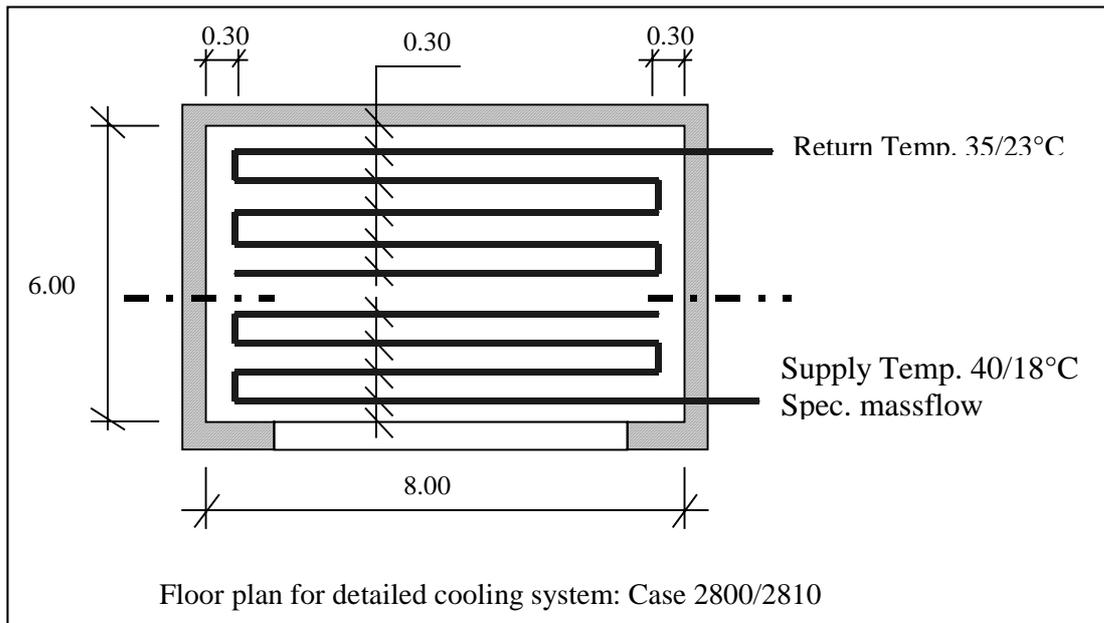


Fig. 5 Detailliertes Bodenheizungsmodell für die komplexe Modellierung

Internationale Zusammenarbeit

Die Verknüpfung mit dem Projekt IEA Solar Task 22, Building Energy Analysis Tools' wurde bereits erwähnt. An diesem Projekt nehmen folgende Firmen und Institutionen teil:

- Michael Holtz, (Operating Agent)
Architectural Energy Corporation
Boulder CO, USA
- Ron Judkoff, (Leader Subtask A)
National Renewable Energy Laboratories (NREL)
Golden, CO, USA
- Frankreich:
Electricité de France (EDF), Paris
CSTB, Sofia Antipolis
- Finnland:
VTT, Espoo
Universität Helsinki
- Deutschland:
Universität Dresden
Klimasystemtechnik AG, Berlin
- USA:
University of Wisconsin, Madison
Iowa State University, Des Moines
- Australia
University of New South Wales
Sydney

Im Februar 2001 fand eine Expertensitzungen an der HTA Luzern in Horw statt.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die Resultate der Validierung von *IDA-ICE* mit der prEN 13791 sind erfreulich. Die Erkenntnis, dass die Norm Referenzdaten angibt, denen zu grobe Vereinfachungen zu Grunde liegen, ist jedoch bedenklich. Die noch unerklärte Abweichungen im Fall 4.a werden vom Programmentwickler untersucht. Von Seite der HTA ist die Validierung jedoch abgeschlossen. Ein Schlussbericht [1] der prEN 13791-Validierung wird Bestandteil der Schlussberichtserstattung sein. Ein Vorabzug kann bei der HTA bezogen werden.

Mit der Entwicklung der RADTEST Suite soll ein Vergleich zwischen den verschiedenen TAB- und Fussbodenheizungsmodellen hergestellt werden. Ziel ist es, einen Überblick über die Genauigkeit der Modelle zu erhalten, sowie deren Grenzbereiche zu eruieren. Das Hauptgewicht der weiteren Arbeiten werden in der Auswertung und Analyse der RADTEST Resultate liegen.

Referenzen

- [1] **Validierung des Gebäudesimulationsprogramms IDA-ICE nach prEN 13791** Schlussbericht, S. Kropf, HTA Luzern, 2001.