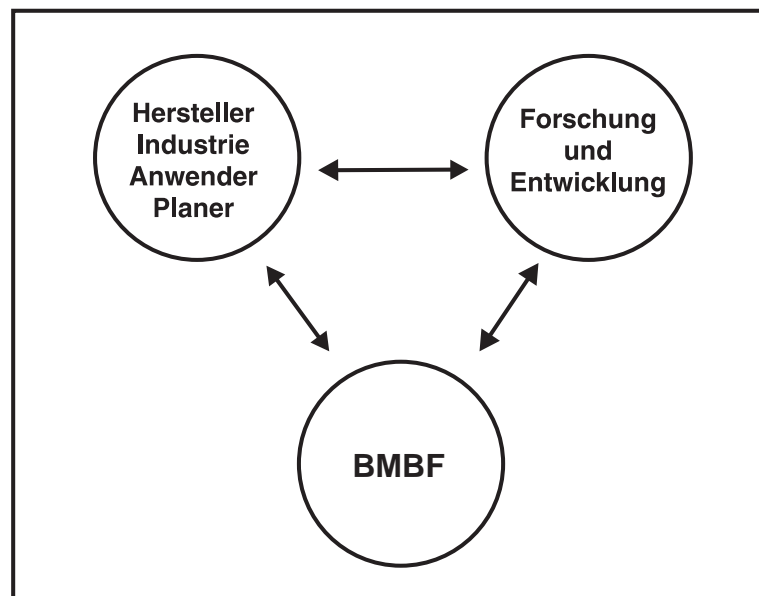


K. Schwarzer, B. Hoffschmidt, M. Werner, T. Hartz, R. Dott, C. Wemhöner, T. Wenzel, L. Aliaga
E. R. Schramek, F. J. Josfeld, C. Frühling-Schwalbach

Lacasa

Einsatz von MATLAB-Simulink® zur energetischen Analyse und Optimierung von Alt- und Neubauten inklusive Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik



Forschungsberichte

Lacasa

Einsatz von MATLAB-Simulink® zur energetischen Analyse und Optimierung von Alt- und Neubauten inklusive Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik

Herausgeber: FIA-Projekt – Forschungs-Informations-Austausch
unterstützt durch das
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

im Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.
Danziger Straße 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: 071 42/54498
www.fgk.de

Projekt: Solar-Institut Jülich an der Fachhochschule Aachen
Prof. Dr.-Ing. Klemens Schwarzer
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Hoffschmidt
Dipl.-Ing. Markus Werner
Dipl.-Ing. Thomas Hartz
Dipl.-Ing. Ralf Dott
Dipl.-Ing. Carsten Wemhöner
MaTA Thomas Wenzel
MaTA Lucia Aliaga

GERTEC GmbH Ingenieurgesellschaft
Prof. Dr.-Ing. Ernst Rudolf Schramek
Dr.-Ing. Franz Josef Josfeld
Dipl.-Ing. Carola Frühling-Schwalbach

Veröffentlicht im November 2004 Best. Nr.: 102

ISBN 3-938210-07-9

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren



ABSCHLUSSBERICHT

Einsatz von MATLAB-Simulink[®] zur energetischen Analyse und Optimierung von Alt- und Neubauten inklusive Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik

(Interner Arbeitstitel: „Lacasa“)

Förderkennzeichen: 0327246 A + B
Förderzeitraum: 01.06.2000 - 31.12.2003
Gesamtkosten: € 899.176 (DM 1.758.636)
Förderanteil Bund: 75 %



Solar-Institut Jülich an der Fachhochschule Aachen

Heinrich-Mußmann-Straße 5, 52428 Jülich
Fon 02461/99-3532, Fax 02461/99-3570
www.sij.fh-aachen.de, info@sij.fh-aachen.de

Prof. Dr.-Ing. Klemens Schwarzer
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Hoffschmidt
Dipl.-Ing. Markus Werner
Dipl.-Ing. Thomas Hartz
Dipl.-Ing. Ralf Dott
Dipl.-Ing. Carsten Wemhöner
MaTA Thomas Wenzel
MaTA Lucia Aliaga



GERTEC GmbH Ingenieurgesellschaft

Viehofer Straße 11, 45127 Essen
Fon 0201/24564-0, Fax 0201/24564-20
www.GERTEC.de, GERTEC@GERTEC.de

Prof. Dr.-Ing. Ernst Rudolf Schramek
Dr.-Ing. Franz Josef Jوسفeld
Dipl.-Ing. Carola Frühling-Schwalbach

Jülich / Essen, den 15. Juni 2004

Inhalt

1	Motivation.....	5
2	Ziele	7
3	Arbeitsprogramm und Realisierung	8
3.1	Funktionalitäten der Software	8
3.2	Aufgabenverteilung	8
3.3	Komponentenwahl	9
3.3.1	Prozedere der energetischen Optimierung.....	9
3.3.2	Praxisorientierte Komponentenauswahl und -modellierung	13
3.4	Modellentwicklung und -implementierung	15
3.4.1	Entscheidung für MATLAB-Simulink®	15
3.4.2	Technische Komponenten von Lacasa.....	16
3.4.3	Die Programmstruktur von Lacasa für Anwender.....	19
3.4.4	Die Programmstruktur von Lacasa für Entwickler	22
3.5	Datenbasis.....	23
3.6	Schnittstellen	24
3.7	Verfahren - von der Komponente zum System.....	25
3.8	Nachweise	27
3.9	Ergebnisdarstellung	28
3.10	Validation	29
3.11	Praxistest.....	30
3.12	Dokumentation	32
4	Zusammenfassung und Ausblick.....	33

Anlagen

1 Motivation

Die Notwendigkeit, bestehende und geplante Gebäude hinsichtlich ihres Energiebedarfs, thermischen Komforts und ihrer Baukosten zu optimieren, erfordert die Bereitstellung und Verbreitung entsprechender Auslegungshilfen. Für die Planung von Neubauten und von Sanierungsmaßnahmen an Altbauten geeignete Werkzeuge sind z.B. Gebäudesimulationsprogramme, welche die energetische Optimierung des Gebäudes schon in einem frühen Zeitpunkt der Planung ermöglichen.

Die Komplexität der Wechselwirkungen der inneren und äußeren Einflüsse auf ein Haus, wie Außentemperatur, Sonnenstrahlung, Wind, Abschattung, Benutzerverhalten, innere Wärmequellen, Lüftung usw. können mit Hilfe solcher Computerprogramme nachgebildet werden. Erst durch die Auswertung dieser Simulationen wird es dem Planer überhaupt möglich, ein Gebäude sowohl in energetischer- als auch in ökonomischer Sicht zu optimieren.

Am Solar-Institut Jülich konnten in der Vergangenheit detaillierte Erfahrungen mit folgenden käuflichen Simulationsprogrammen gesammelt werden:

- Statische Gebäudesimulation:
LESOSAI-X, EPASS, ThermoTekt, HELENA-R, ENERGEB;
- Dynamische Gebäudesimulation:
ESP-r, APACHE, SUNCODE, TSBI 3, TAS;
- Statische Solaranlagen simulation:
F-CHART;
- Dynamische Solaranlagen simulation:
TSOL, Luftikus, GETSOLAR, POLYSUN, ISFH, SOLARIS;
- Dynamische Gebäude- und Anlagen simulation:
TRNSYS, SMILE, COLSIM.

Als Ergebnis ist festzuhalten: Einerseits sind heute im Markt Simulationsprogramme mit nutzerfreundlicher Bedienungsstruktur als Auslegungsprogramme für Standard-systeme erhältlich. Vorteile sind die schnelle Einarbeitung und der geringe Preis, nachteilig ist die geringe Flexibilität.

Andererseits werden auf dem Markt Programme angeboten, die für nahezu alle technischen Anlagenkonzepte flexibel eingesetzt werden können. Nachteilig ist jedoch, dass die Bedienung wegen einer verschachtelten Bedienungsfläche oft

unübersichtlich und kompliziert ist mit der Folge, dass sie lange Ein- und Bearbeitungszeiten erfordert und es zu Fehleingaben mit der Folge falscher Rechenergebnisse kommen kann. Im praktischen Planungsalltag sind aber für den wirtschaftlich erfolgreichen Einsatz einer Software Ergonomie und Flexibilität gleichermaßen ausschlaggebende Kriterien.

Vor diesem Hintergrund entschloss sich das Solar-Institut Jülich 1996 für die Anwendung von **MATLAB-Simulink**[®] zur Entwicklung von Rechenmodellen von solarthermischen und konventionellen Heizsystemen (CARNOT-Blockset). Etwa zeitgleich wurden am selben Institut im Rahmen einer Dissertation zum Projekt Solar-Campus Jülich, welche die Optimierung des Wärmeeinsatzes in Gebäuden mittels Wettervorhersage untersucht, die Grundlagen für ein Gebäudemodell mit dem Namen „**Lacasa**“ und damit der Grundstein für das hier dokumentierte Projekt gelegt.

2 Ziele

Es sollte ein praxistaugliches Planungs- und Diagnose-Werkzeug realisiert werden, mit dem schwerpunktmäßig bestehende Gebäude im Rahmen einer Sanierungsmaßnahme, aber auch Neubauten ab dem Entwurfsstadium energetisch analysiert und optimiert werden können. Um die Praxistauglichkeit sicherzustellen wurde das planende Ingenieurbüro GERTEC GmbH, Essen als Industriepartner eingebunden.

Es sollte eine gekoppelte Gebäude- und Anlagensimulation inklusive Regelungstechnik möglich sein, die bisher nur mit wenigen Programmen durchführbar ist. Zur Eingabe der Gebäude- und Anlagendaten sollten Schnittstellen integriert werden. Datensätze mit Standard-Material- und Bauteilkenngößen waren vorzusehen. Zur Digitalisierung von Bauplänen war ein Verfahren zu entwickeln.

Das Instrument sollte auf einer weit verbreiteten Plattform verfügbar sein, die mit einer intuitiv erfassbaren graphischen Oberfläche hohen ergonomischen Ansprüchen genügt, d.h. Eingabeaufwand und die Gefahr einer Fehlbedienung auf ein Minimum reduziert. Dazu gehört unter anderem die Notwendigkeit, dass die reale technische Anlage und das Gebäude auf dem Bildschirm „1:1“ abgebildet werden können und damit der eindeutige Bezug zwischen Simulationsmodell und Realität erhalten bleibt.

Die Software sollte über die planerische Praxis hinaus für Forschung und Entwicklung geeignet sein, d.h. durch Transparenz der Modelle und Erweiterbarkeit bestehen. Dies setzt voraus, dass die Software den Zugang auch zu solchen physikalischen Parametern erlaubt, die den planenden Ingenieur normalerweise nicht interessieren.

Schließlich sollten regelungstechnische Fragestellungen zufriedenstellend beantwortet werden können.

3 Arbeitsprogramm und Realisierung

3.1 Funktionalitäten der Software

Das **Anforderungsspektrum** der Software umfasste folgende Funktionalitäten:

Themengruppe	Programmfunktionalität
Modelle	Thermische Gebäudesimulation Modell der natürlichen Gebäudelüftung Bibliothek für Gebäudeabschnitte Lüftungs-, Heizungs- und Kühlanlagen Integration von Solaranlagen in Heizungs- und Kühlanlagen
Datenbasis	Materialdatenbank nach DIN 4108 Bauteil-Datenbanken von Herstellern Nutzung verschiedener Wetterdatensätze (Testreferenzjahr, Meteonorm, Messdaten)
Schnittstellen	Schnittstelle zu CAD nach VDI 6021 (Einlesen von Gebäudedaten in die Modelle) Schnittstelle zur Einbindung von Komponenten aus anderen Programmen (z.B. TRNSYS) Schnittstelle zum Einlesen von Messdaten Darstellung der Rechenergebnisse in grafischer und schriftlicher Form
Verfahren	Parallele Simulation von Gebäude und aktiven Heizungs-, Kühl- und Lüftungsanlagen Parameteridentifikation zur Energieanalyse bestehender Gebäude Auslegung der Steuerung und Regelung von Anlagen
Nachweise	Heizleistung nach DIN 4701 Kühllastberechnung nach VDI 2078 Integrierter Wärmeschutznachweis

3.2 Aufgabenverteilung

Die Schwerpunkte der Entwicklung lagen einerseits in der mathematischen Modellierung und programmtechnischen Implementierung der technischen Komponenten, andererseits in der Benutzerfreundlichkeit der Software. Entsprechend ihrer Kompetenzen übernahmen die beiden Projektpartner darin folgende Aufgaben:

Solar-Institut Jülich: Entwicklung von Verfahren, Programmarchitektur, physikalisch-mathematische Modelle und Kennlinienmodelle, Programmierung, Funktionstests, Validation anhand von Messdaten und anerkannten Testverfahren;