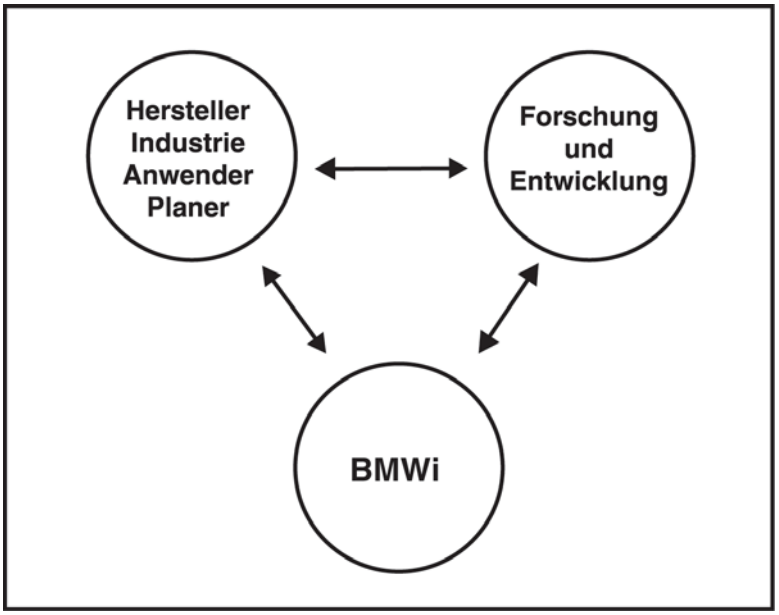
FIA

Forschungs-Informations-Austausch

Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke, Dipl.-Ing. Christian Seifert

Solare Klimatisierung

SolAC — Simulationstool für Solare Klimaanlagen
IEA Task 25, Subtask B: Design Tools and Simulation Programmes



Forschungsberichte

ISBN 3-938210-11-9

FGK Nr. 112 10/05

Solare Klimatisierung

SolAC — Simulationstool für Solare Klimaanlagen
IEA Task 25, Subtask B: Design Tools and Simulation Programmes

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.: 0 71 42/5 44 98
www.fgk.de

Projekt: Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke
Dipl.-Ing. Christian Seifert

Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH

Veröffentlicht im Oktober 2005 Best. Nr.: 112
ISBN 3-938210-10-9
Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren

ILK Dresden

Solar Assisted Air Conditioning of Buildings

IEA Task 25, Subtask B: Design Tools and Simulation Programmes

Documentation for the SolAC Programme

Version 1.5

Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke
Dipl.-Ing. Christian Seifert

Dresden, 16. Juni 2005

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkung 4

1.1 Programminhalt, Berechnungsziele 4

1.2 Vorgehensweise, Aufbau der Simulation 4

2 Programmorganisation 5

2.1 Programmplattform 5

2.2 Installation 5

2.3 Organisation der Pfade für das Programm inklusive der Projekte 6

2.3.1 Application.Path 6

2.3.2 Project.Path 6

3 Programmfunktionen, Programmbedienung 8

3.1 Project 8

3.2 Predesign 8

3.2.1 Klimaanlage 9

3.2.2 Kälteversorgung 10

3.2.3 Solaranlage 11

3.2.4 Raumkomponenten 11

3.3 Design 12

3.3.1 Klimaanlage 13

3.3.2 Kälteversorgung 16

3.3.3 Solaranlage 17

3.3.4 Raumkomponenten 19

3.4 Calculation 20

3.4.1 Dayly results 20

3.4.2 Hourly results 21

3.5 Results 21

3.6 Economy 22
3.7 Unterstützende Funktionen (Options) 23
3.7.1 Stündliche Berechnungsergebnisse 23
3.7.2 Berechnung / Toleranz 24
3.7.3 h, x – Diagramm (Psychrometric chart) 24

4 Literatur 25

5 Anhang 1: Abbildungen, Tabellen 26

6 Anhang 2: Dateien (Daten) 30
6.1 Übersicht 30
6.2 Klimadaten – Weather.Dat 30
6.3 Lastdaten – Load.Dat 31
6.3.1 Zweck der Datei 31
6.3.2 Inhalt / Variablen der Datei 32
6.4 Projektdatei – SolAC_project_data.prj 36
6.5 Stündliche Leistungen – SolAC_hourly_capacity.xlt 39
6.6 Stündliche Luftzustandswerte – SolAC_hourly_conditions.xlt 40
6.7 Stündliche Wassertemperaturen – SolAC_hourly_watertemp.XLT 41
6.8 Stündliche Fehlermitteilungen der Units – SolAC_Error.lst 42

7 Anhang 3: Berechnungsmodelle 44
7.1 Adsorption cooling machine 44
7.2 Absorption cooling machine 48
7.3 Cooling tower 55
7.4 Solar system 58
7.5 Desiccant wheel 67
7.6 Air handling unit 72
7.7 Room components 78
7.8 Control strategy 80

1 Vorbemerkung

1.1 Programminhalt, Berechnungsziele

Ausgehend von stündlichen Last- und Klimadaten werden die Zustandswerte und der stündliche Energiebedarf eines Anlagensystems, bestehend aus

- Solaranlage
- Kältemaschine mit Rückkühlwerk
- Raumlufttechnischer Anlage
- Raumkomponenten (stationäre Heizung und/oder Kühlung)

berechnet. Insbesondere werden die thermisch angetriebenen Kälte- und Klimaverfahren (Ab- und Adsorption sowie sorptionsgestützte Klimatisierung) untersucht. Die stündlich ermittelten Energiebedarfswerte ergeben summiert den Jahres-Energiebedarf der Anlage. Ergänzt werden diese Daten um Aussagen zur Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems.

Die Berücksichtigung der Gebäudelast (Gebäudeenergiebedarf nach VDI 2067, Blatt 10 und 11 /1/) erfolgt ohne Rückrechnung eventueller Wechselwirkungen aufgrund unzureichender Leistungen der Kälte- und Klimaanlage.

Auf der Basis des Jahresenergiebedarfes der Anlagenkomponenten und deren Investitions-, Wartungs- und Kapitalkosten werden die jährlichen Gesamtkosten des Anlagensystems ermittelt.

Der Zweck des Simulationsprogramms besteht vor allem in der schnellen Berechnung sinnvoller Schaltungsvarianten, um für die konkrete Anwendung die optimale Lösung finden zu können.

1.2 Vorgehensweise, Aufbau der Simulation

Entsprechend der Zielstellung wurde ein Simulationsprogramm entwickelt, welches den vollständigen Entwurfs- und Entscheidungsprozess der solaren Klimatisierung umfasst. In der Abbildung A 1 sind alle Phasen des Programms dargestellt. Bei der Programmentwicklung wurde vor allem auf die detaillierte Berechnung der Leistungsfähigkeit der solaren Energieversorgung Wert gelegt. Bei der stündlichen Simulation des gesamten Anlagensystems wird jeweils eine Berechnung zur Ermittlung des Bedarfes der Kälte- und Klimaanlagen (Vorwärtsrechnung) und danach eine Rechnung – basierend auf den Erträgen der solaren Energieversorgung (Rückwärtsrechnung) zur Bestimmung der realen Leistungen und Austrittszustände der Komponenten implementiert. Dadurch werden auch Fehldimensionierungen der Komponenten sichtbar bzw. kann dadurch die Wirkung einer bewussten Unterdimensionierung bei gleichzeitiger Akzeptanz einer gewissen, zeitlich begrenzten Nichteinhaltung des Zuluftzustandes abgeschätzt werden. Da in der frühen Phase der Entscheidungsfindung zum Anlagensystem ohnehin kaum belastbare Aussagen

über die zum Einsatz kommenden Komponenten getroffen werden können, wurden die Eingaben auf das notwendige Minimum und auf das in dieser Phase Verfügbare reduziert.

Während im Bereich der Kälteerzeugung eine direkte Auswahl der Maschine möglich ist, wurde für die anderen Bereiche auf eine erzeugnisunabhängige Beschreibung mittels Übertragungscharakteristik zurückgegriffen.

Abbildung A 2 zeigt das Gesamtsystem, bestehend aus Solaranlage mit Kollektor, Speicher und Backupsystem, Kälteversorgung, RLT-Anlage und Raumkomponenten. Die Berechnungsmodelle sind im Anhang 3: Berechnungsmodelle zusammengestellt.

Im Ergebnis der Berechnungen entstehen Aussagen über folgende energetische Größen (siehe auch Abbildung A 3):

- Elektroenergiebedarf für Ventilatoren und Kompressoren
- Energiebedarf des Backup-Systems
- Wasserverbrauch des Kühlturms
- Wasserverbrauch bei Brunnenwassernutzung
- Wasserverbrauch der Befeuchter

Eingangsgrößen der Simulation sind die stündlichen Klimadaten (weather file, Testreferenzjahr) sowie der stündliche Energiebedarf des Gebäudes (load file). Weather und load file sind im Anhang 2: Dateien ausführlich beschrieben.

2 Programmorganisation

2.1 Programmplattform

Plattform:	32-bit
Betriebssystem:	Windows 9*, 2000, NT
Sprachversion der Dialoge:	Texte und Dialoge Englisch Common-Dialoge (ActiveX - Komponenten) Systemsprache in Abhängigkeit der Windows - Installation

2.2 Installation

Die Installation erfolgt durch Aufruf der Installationsroutine Setup.exe von der CD oder einem Installationspfad aus. Es werden der Programmordner und ein Projektordner (Projektbeispiel) angelegt und die notwendigen Dateien in diese Ordner kopiert. Das Programm ist damit startbereit.

Zusätzlich zu den in den Programm- und ein Projektordner kopierten Dateien befinden sich nach erfolgter Installation folgende Dateien im Windows – Systemverzeichnis: