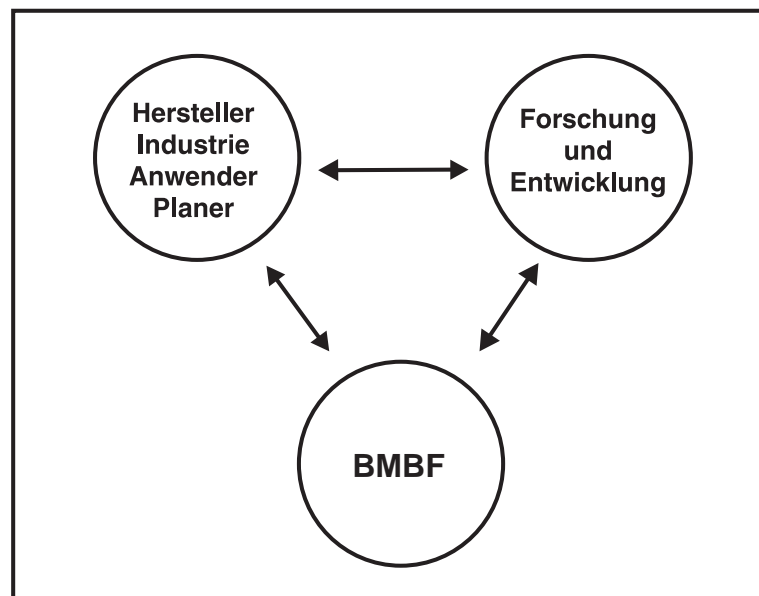


H.J. Niemeyer, M.Limberg

Solaroptimierter Bauen, Teilkonzept 2:
**Solarunterstütztes Heizungs- und Lüftungssystem unter
Einsatz einer Prototyp-Adsorptions-Kälteanlage im Neubau
des Bürogebäudes ECOTEC 3**



Forschungsberichte

**Solaroptimierter Bauen, Teilkonzept 2:
Solarunterstütztes Heizungs- und Lüftungssystem unter
Einsatz einer Prototyp-Adsorptions-Kälteanlage im Neubau
des Bürogebäudes ECOTEC 3**

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 42/544 98
www.fgk.de

Autoren und Mitarbeiter des Berichtes:

Ingenieurbüro VBI
Hans-Jürgen Niemeyer
Technologiepark Universität Bremen
Wilhelm-Herbest-Str. 7
28359 Bremen

Veröffentlicht im Juni 2004 Best. Nr.: 91
Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren

**Solaroptimierter Bauen, Teilkonzept 2:
Solarunterstütztes Heizungs- und Lüftungssystem unter Einsatz
einer Prototyp-Adsorptions-Kälteanlage im Neubau des
Bürogebäudes *ECOTEC 3***

Schlussbericht für den Zeitraum 01.02.1999 – 31.08.2002
Förderkennzeichen: 03291510



Abbildung 1: Bürogebäude ECOTEC 3

Solaroptimierter Bauen, Teilkonzept 2: Solarunterstütztes Heizungs- und Lüftungssystem unter Einsatz einer Prototyp-Adsorptions-Kälteanlage im Neubau des Bürogebäudes *ECOTEC 3*

Schlussbericht für den Zeitraum 01.02.1999 – 31.08.2002
Förderkennzeichen: 03291510

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
1.1 Zielsetzung.....	3
1.2 Arbeitsprogramm.....	3
1.3 Ausführung.....	4
2. Technische Beschreibung des Gebäudes ECOTEC 3.....	6
3. Physikalische Grundlagen.....	14
3.1 Begriffe.....	14
4. Aufbau und Wirkungsweise der Adsorptionskältemaschine.....	15
4.1 Technische Beschreibung.....	15
4.2 Aufbau.....	16
4.3 Arbeitsweise.....	20
4.4 Ablauf des Betriebszyklusses.....	20
4.5 Vergleich Adsorber \leftrightarrow Absorber.....	23
4.6 Technische Vorteile von Adsorptionskältemaschinen.....	25
4.7 Technische Spezifikation.....	26
5. Auswertung.....	28
5.1 Tabellen und Diagramme.....	28
5.2 Wirtschaftliche Betrachtung.....	35
5.2.2 Kühlungsvarianten.....	36
5.2.3 Minderkosten durch Solaranlage.....	37
5.2.4 Wirtschaftliche Vorteile der Adsorptionskältemaschine.....	39
6. Schlussbetrachtung.....	40
7. Anhang.....	44

Solaroptimierter Bauen, Teilkonzept 2: Solarunterstütztes Heizungs- und Lüftungssystem unter Einsatz einer Prototyp-Adsorptions-Kälteanlage im Neubau des Bürogebäudes *ECOTEC 3*

Schlussbericht für den Zeitraum 01.02.1999 – 31.08.2002
Förderkennzeichen: 03291510

1. Einleitung

Das Büro- und Verwaltungsgebäude ECOTEC 3 befindet sich am Hochschulring 4 im Technologiepark an der Universität Bremen.

1.1 Zielsetzung

Als Projektziel galt es durch ein abgestimmtes Zusammenspiel von Bau- und Anlagentechnik das Bürogebäude ECOTEC 3 als Modellprojekt in Niedrigenergiebauweise und unter Einbeziehung hochmoderner, jedoch ökologischer und ökonomischer Anlagentechnik zu errichten sowie Erkenntnisse über den Praxiseinsatz der verwendeten neuen energieeinsparenden Techniken zu gewinnen.

Hierbei wurde die adsorptive Kältetechnik am Beispiel einer Prototyp-Anlage erforscht, um Erfahrungen in der kleinen Leistungsklasse dieser Anlagen zu sammeln. Die auf dem Markt erhältlichen Adsorptionskältemaschinen sind zur Zeit mit einer maximalen Leistung von ca. 200 KW erhältlich.

Das Gebäude ECOTEC 3, in dem die Anlage eingebaut ist, entspricht optimierten Niedrigenergiestandard der durch erhöhte Wärmedämmung der Gebäudehülle, kontrollierte Be- und Entlüftung, Sonnenkollektoren und solararchitektonische Merkmale erreicht wird. Die Grundfläche des Gebäudes beträgt brutto 3.410,00 m². Die gewonnenen Ergebnisse sind somit sowohl auf neu zu errichtende Gebäude als auch auf optimierten Baubestand mit entsprechendem Kühlungsbedarf zu übertragen.

1.2 Arbeitsprogramm

Auswahl und Auslegung der Anlagentechnik bestehend aus Kälteanlage und Solarkollektoren sollten sowohl ökologischen als auch ökonomischen Kriterien standhalten. Im ersten Teil des Arbeitspaketes sind die installierten Komponenten, Solarkollektoren und Kälteanlage aufeinander abgestimmt worden. Es ist eine intelligente Gebäudeleittechnik aufgebaut worden, die alle Betriebszustände der Technischen

Solaroptimierter Bauen, Teilkonzept 2: Solarunterstütztes Heizungs- und Lüftungssystem unter Einsatz einer Prototyp-Adsorptions-Kälteanlage im Neubau des Bürogebäudes *ECOTEC 3*

Schlussbericht für den Zeitraum 01.02.1999 – 31.08.2002
Förderkennzeichen: 03291510

Gebäudeausrüstung und das Gebäudeverhalten erfasst. Die Steuerung der Adsorptionskältemaschine sollte möglichst weitgehend in die Gebäudeleittechnik integriert werden, um einen idealen Datenfluss zu gewährleisten was sich aufgrund unterschiedlicher Regelfabrikate als sehr aufwendig erwies, da in der Adsorptionskältemaschine eine eigene hydraulische Steuerung integriert ist. Für Präsentationszwecke und zur vereinfachten Darstellung des Anlagenbetriebes wurde eine PC-gestützte Visualisierung der TGA und des Gebäudezustands aufgebaut. Eine ebenfalls installierte Wetterstation erlaubt die zeitgleiche Verfolgung der Wetterdaten mit den Betriebsdaten.

1.3 Ausführung

Aufgrund von Fertigungsproblemen beim Hersteller der adsorptiven Kälteanlage kam es am Anfang des Projekts zu Verzögerungen beim Liefertermin. Die Sonnenkollektoren wurden in voller Stückzahl bereits vor der Lieferung der Maschine auf dem Dach des Gebäudes installiert, deren Rohrleitungen isoliert, aber noch nicht befüllt. Bevor die Maschine im April 2000 in das Gebäude eingebracht werden konnte, mussten umfangreiche Demontearbeiten an der Lüftungsanlage erfolgen, die schon zum Bezug des Gebäudes in Betrieb gehen musste. Gleich nach der Lieferung der Adsorptionskältemaschine im April 2000 wurden alle Arbeiten zur Integration der Anlage in den Verbund Lüftung/Kälte initiiert. Die erste Inbetriebnahme konnte im Juli 2000 erfolgen. Im manuellen Betrieb lieferte die Maschine in 2000 unter permanenter Beobachtung vielversprechende Ergebnisse und konnte bereits an den wenigen sehr warmen Tagen ausreichend Kälte liefern. Ein herber Rückschlag in Form eines Rohrbruches, wobei die Steuerung der Maschine ausfiel, im zentralen Technikraum führte im Herbst 2000 zu einem totalen Ausfall der Maschine und aller Geräte. So wurde z. B. der Kompressor zum Druckerhalt der Maschine durch eindringendes Wasser zerstört und musste ersetzt werden. Die Reparatur der Anlage war so aufwendig, dass sie bis Jahreswechsel 2000/2001 dauerte und nur ein kurzer Probebetrieb aufgrund der fehlenden Sonneneinstrahlung erfolgen konnte. Im Frühjahr 2001

**Solaroptimierter Bauen, Teilkonzept 2:
Solarunterstütztes Heizungs- und Lüftungssystem unter Einsatz
einer Prototyp-Adsorptions-Kälteanlage im Neubau des
Bürogebäudes *ECOTEC 3***

**Schlussbericht für den Zeitraum 01.02.1999 – 31.08.2002
Förderkennzeichen: 03291510**

wurde die Maschine wieder in Betrieb genommen und fiel ständig aus. Als Fehlerursache wurden Langzeitschäden aus dem Wasserschaden des Vorjahres festgestellt. Die Wiederinbetriebnahme erfolgte zum Sommer 2001 und ergab sehr vielversprechende Ergebnisse dieser Anlagentechnik.

Im Jahr 2002 gab es dahingehend Probleme mit der Maschine, dass nur eine der beiden Adsorberkammern Kälte produzieren konnte, wodurch die gesamt zur Verfügung stehende Kälteleistung sank. Dieses Problem ist mittlerweile behoben.