



# HOCHEFFIZIENTE KÜHLSYSTEME FÜR GEBÄUDESANIERUNGEN

Jahresbericht 2007

Autor und Koautoren	Petra Karlström, Alex Primas
beauftragte Institution	Basler und Hofmann Ingenieure und Planer AG
Adresse	Forchstrasse 395, Postfach, 8032 Zürich
Telefon, E-mail, Internetadresse	044 387 11 22, <a href="mailto:petra.karlstroem@bhz.ch">petra.karlstroem@bhz.ch</a> , <a href="http://www.bhz.ch">http://www.bhz.ch</a>
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	101464
BFE-Projektleiter	Ch. Filleux
Dauer des Projekts (von – bis)	01.10.2005-30.09.2008
Datum	29.11.07

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt soll innovative Kühltisystemlösungen sowie deren Integration im Rahmen von Sanierungen aufzeigen. Das Ziel ist der Verbreitung hocheffizienter Kühltisystemlösungen gegenüber konventionellen Lösungen mit handelsüblichen Kältemaschinen Vorschub zu leisten. Eine Broschüre für Bauherren und Architekten soll einerseits eine Entscheidungsmatrix für mögliche Kühltisysteme, andererseits realisierte Beispiele enthalten. So sollen Architekten und Bauherren informierter in die Diskussionen mit Planern eintreten können und diese dazu stimulieren effizientere Lösungen zu bringen.

Eine Zusammenstellung der zu untersuchenden Systeme wurde erarbeitet. Es wurden einerseits Raumabgabesysteme analysiert, andererseits Erzeugungssysteme. Kennwerte von verschiedenen Systemen wurden bei den Herstellern angefordert und eine Methodik für den möglichst fairen Vergleich erarbeitet. Die ersten Beispiele für die Analyse der Systemkombinationen wurden gefunden. Ein Entwurf der Entscheidungsmatrix liegt vor.

Messungen des Kühltisystems im Hauptsitz von Basler und Hofmann, Zürich wurden durchgeführt. Die Auswertung des Komforts zeigt gute Ergebnisse. Die Temperaturen sind auch in einem Raum an exponierter Lage nie ausserhalb der oberen Komfortgrenze gem. SIA 382/1, 2007.

Für 2008 sind die weitere Datenauswertung, die Bereinigung der Entscheidungsmatrix sowie die Erstellung der Broschüre vorgesehen.

## Projektziele

Projektziel ist es durch Aufzeigen von innovativen Systemlösungen sowie deren Integration im Rahmen von Sanierungen der Verbreitung hocheffizienter KÜHLLösungen gegenüber konventionellen Lösungen mit handelsüblichen Kältemaschinen Vorschub zu leisten. Im einzelnen werden folgende Teilziele verfolgt:

- Analyse der derzeit auf dem Markt erhältlichen innovativen KÜHLSYSTEME
- Erstellen einer Anwendungsmatrix mit einer Bewertung der Systemeigenschaften (Eigenschaften, Kosten, Anwendungsmöglichkeiten)
- Aufzeigen der Systemintegration bei Sanierung an konkreten Beispielen
- Umsetzung der Resultate in einer Informationsbroschüre für Bauherren und Architekten

Die Informationsbroschüre soll dazu dienen, die Bestellkompetenz bei Bauherren und Architekten zu erhöhen. So sollen sie informierter in den Diskussionen mit Planern eintreten können und diese dazu stimulieren effizientere Lösungen zu bringen.

Die Ziele für 2007 waren die Systemanalyse durchzuführen, die Dokumentation der Gebäudebeispiele sowie die Erstellung der Anwendungsmatrix.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Finanzierungsfrage konnte Anfangs Jahr gelöst werden. Der Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) und das Amt für Umwelt und Energie Basel Stadt (AUE) sind am Projekt gleichmässig beteiligt. Somit konnte auch mit den eigentlichen Projektarbeiten angefangen werden.

Eine Zusammenstellung der zu untersuchenden Systeme wurde erarbeitet. Es werden einerseits Raumabgabesysteme analysiert, andererseits Erzeugungssysteme. Anhand vom realisierten Beispiele werden Systemkombinationen analysiert. Entschieden wurde, dass in der Broschüre nur auf dem Markt erhältliche Systeme die auch wirtschaftlich sind, aufgezeigt werden. Für die Raumabgabeseite wurden die Systeme gemäss Abbildung 1 und Abbildung 2 ausgewählt. In gewisse Fälle ist nur eine Kühlung über Luft möglich, für diese Gegebenheit sollen auch verschiedene Techniken ausgewertet werden. Für die Erzeugungsseite wurden die Systeme gemäss Abbildung 3 und Abbildung 4 ausgewählt. Für den Fall Kältemaschine (Absorption oder Kompressor) werden auch die verschiedenen Rückkühlungsmöglichkeiten untersucht.

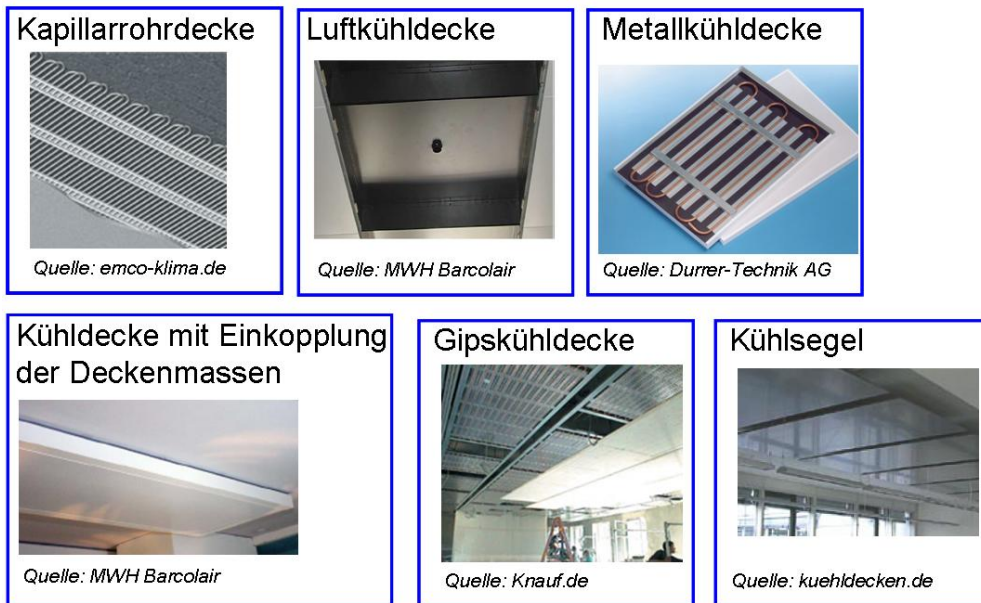
Zur Bewertung der Systeme sollen folgende Kennwerte, für Abgabe sowie Erzeugung, verglichen werden:

- Effizienz (kWh Kälte / kWh Strom)
- Investitionskosten (Fr/m<sup>2</sup> Nutzfläche) bei optimalen bauliche Voraussetzungen
- Betriebskosten (Fr/m<sup>2</sup> Nutzfläche)
- Bauliche Integrierbarkeit
- Vorteile
- Nachteile
- Besonderheiten

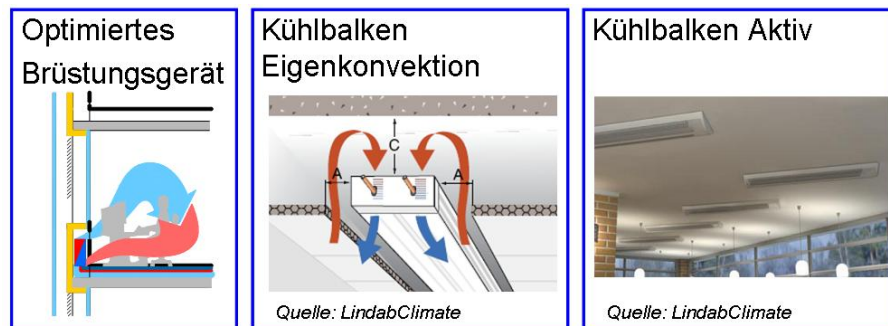
Um den Vergleich zu ermöglichen wurde ein Referenzfall für die Abgabesysteme definiert, siehe Anhang.

Kennwerte von verschiedenen Systemen wurden bei den Herstellern angefordert. Der Auswertung diese Daten ist noch nicht erfolgt.

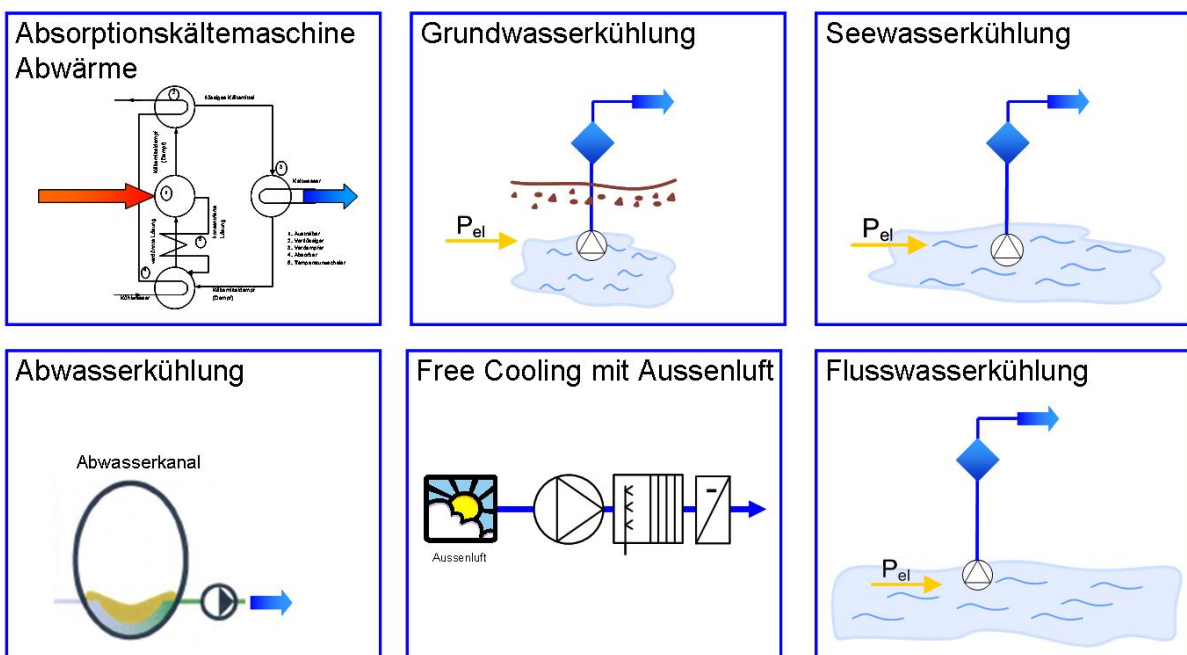
Zwei Begleitgruppensitzungen wurden durchgeführt, mit wertvollen Diskussionen und Anregungen von der Begleitgruppe.



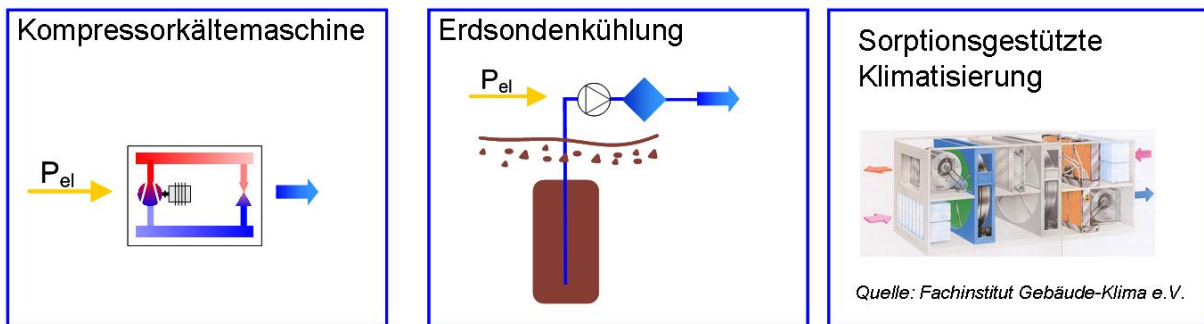
**Abbildung 1 Abgabesysteme, Kühldecken**



**Abbildung 2 Abgabesysteme, Kühlkonvektoren**



**Abbildung 3 Erzeugungssysteme**



**Abbildung 4 Erzeugungssysteme**

## ENTSCHEIDUNGSMATRIX

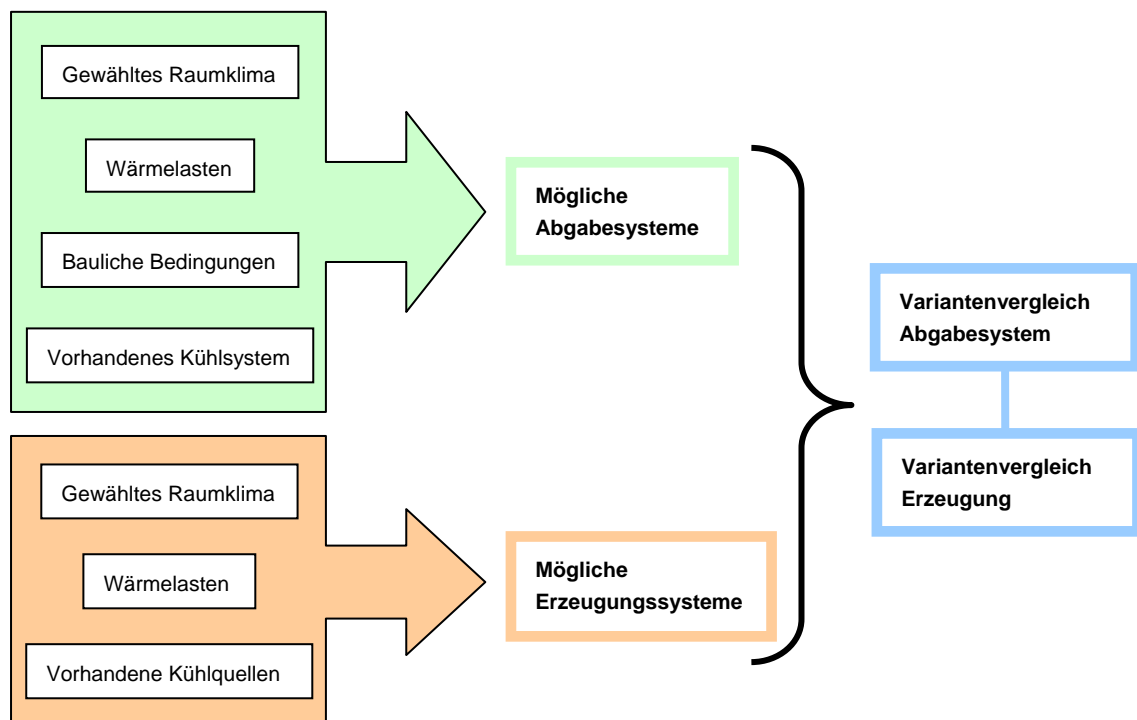
Die Entscheidungsmatrix soll ein Hilfsmittel sein, welches für eine spezifische Umbausituation die möglichen Optionen für Kühlung (Erzeugung und Abgabe) aufgezeigt. Sie ist ein Teil der Broschüre.

Ein Entwurf der Matrix wurde erstellt. Ausgegangen wird vom gewünschten Raumklima, nach SIA Merkblatt 2021, Gebäude mit hohem Glasanteil. Die Matrix ist in vier Teilen aufgeteilt:

- Entscheidungsweg für Abgabetypp: Kühldecken, Kühlkonvektoren oder Kühlung über Luft
- Entscheidungsweg für Erzeugungstyp
- Vergleich der innovativen Systeme pro Abgabetypp
- Vergleich der mögliche Erzeugungssysteme

Der Ablauf des Matrix in Abbildung 5 ersichtlich.

Der Matrix soll energetisch sinnlose Kombinationen von Abgabe- und Erzeugungssysteme ausschliessen.



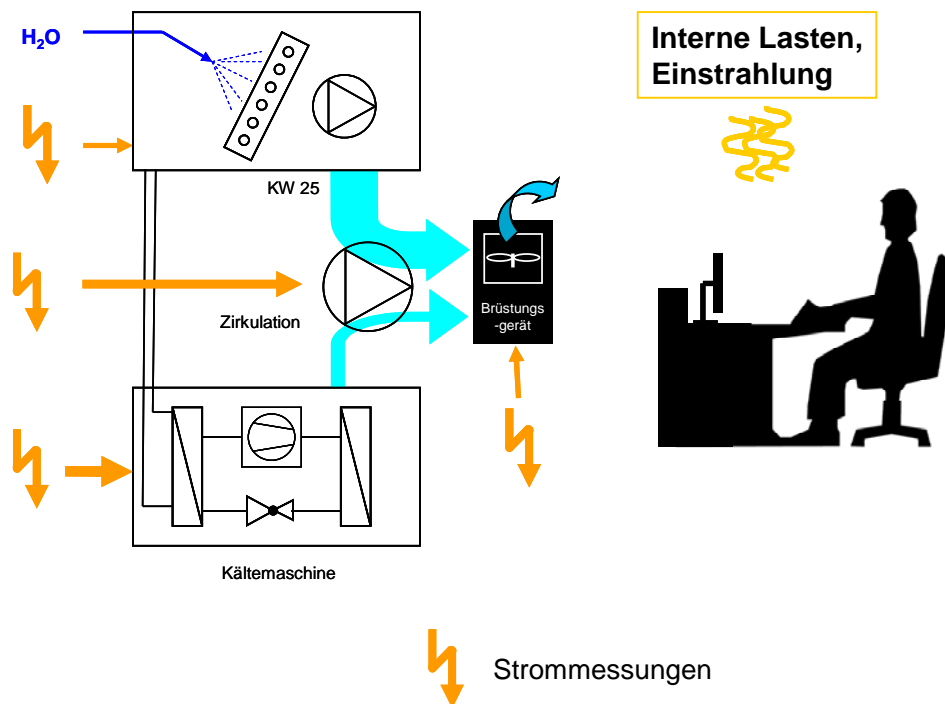
**Abbildung 5 Ablauf Systemauswahl**

## MESSUNGEN SYSTEM BASLER & HOFMANN, ZÜRICH

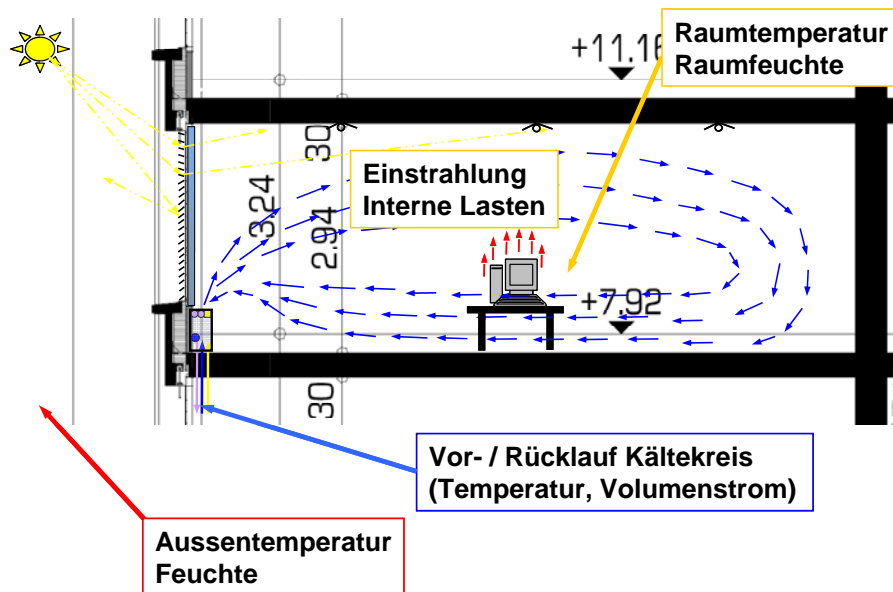
Das Kühlsystem, das im Hauptsitz von Basler und Hofmann installiert ist, wird als Beispiel in der Broschüre dargestellt. Das Bürogebäude wurde in 2004 saniert und aufgestockt, wobei die ganze Gebäudetechnik erneuert wurde. Das Kühlsystem besteht aus optimierten 2-Leiter Brüstungsgeräten die hauptsächlich mit Free Cooling Kälte von einem evaporativen Kühlturm versorgt wird. Für Spitzenlasten steht eine Kompressionskältemaschine zur Verfügung.

Um für die Anlage die notwendigen Kennwerte zu erheben, wurden im Sommer 2007 Messungen am 2-Leiter Brüstungsgerät, der Kälteanlage (Kompressor, Rückkühler) sowie den Raumluftbedingungen durchgeführt.

An der Anlage wurden Strommessungen gemäss Abbildung 6 eingesetzt, der Messaufbau für die Erfassung der Komfortbedingungen sind in Abbildung 7 ersichtlich.

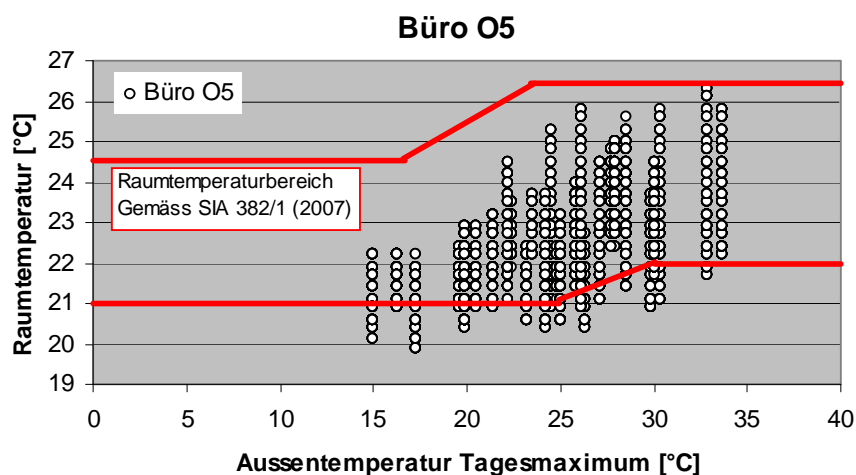


**Abbildung 6** Messaufbau Anlagenbetrieb



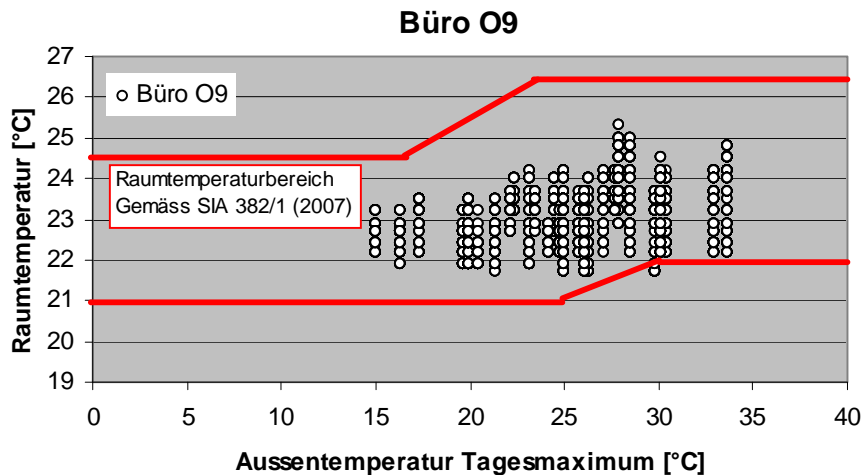
**Abbildung 7** Messaufbau Anlagenbetrieb

Für die Komfortauswertung wurden in sechs Büros mit Süd-, West-, Ost- und Nordausrichtung Messungen durchgeführt. Die gemessenen Temperaturen wurden mit dem Komforttemperaturbereich aus SIA 382/1, 2007 [1] verglichen. Die ersten Auswertungen zeigen gute Ergebnisse. In einem exponierten Raum mit Süd- und Westausrichtung der Fenster, steigen die Temperaturen nie über 26.5 °C auch bei hohen Aussentemperaturen, siehe Abbildung 8. Bei Abwesenheiten, vor allem am Morgen können eher zu tiefe Temperaturen auftreten.



**Abbildung 8** Temperaturmesswerte und Komfortbereich für Zimmer in exponierter Lage

Als Vergleich sind in Abbildung 9 Messwerte für ein wenig exponiertes Zimmer. Der Komfortbereich gem. SIA 382/1 (2007) wird praktisch immer eingehalten. Die Streubreite der Temperaturen ist geringer als beim exponierten Raum.



**Abbildung 9** Temperaturmesswerte und Komfortbereich für Zimmer in nicht exponierter Lage

Die Auswertung des Elektrizitätsbedarf und der Jahresarbeitszahl sind noch ausstehend.

## Nationale Zusammenarbeit

Es wurde mit folgenden Organisationen eine Zusammenarbeit in diesem Forschungsprojekt gesucht:

- Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ), Markt und Kunden, Herr Jörg Ruosch, Tramstrasse 35, Postfach, 8050 Zürich
- Amt für Umwelt und Energie Basel Stadt (AUE), Hauptabteilung Energie, Herr Michael Thommen, Kohlenberggasse 7, 4051 Basel

Für eine spätere Umsetzung der Resultate wurde Kontakt mit Suissetec (Herr Maurizio Lot) aufgenommen. Es ist vorgesehen für die Umsetzungsarbeiten weitere Verbände zu kontaktieren

## Internationale Zusammenarbeit

Eine Teilnahme an IEA ECBCS Annex 49 Low Exergy Systems for high performance buildings and communities [2], ist vorgesehen. Das Projekt soll erweitert werden um auch eine Exergieverbrauchs-bewertung der verschiedenen Systeme zu ermöglichen.

## Bewertung 2007 und Ausblick 2008

Einen bedeutender Teil der geplanten Arbeiten wurden durchgeführt. Die Auswahl der zu betrachten- den Systeme ist erfolgt und die ersten Beispielgebäude wurden ausgewählt. Die Methodik für einen möglichst fairen Vergleich der verschiedenen Systeme wurde gefunden. Mit der Datenerhebung wur- de begonnen und Messungen am Kühlsystem bei Basler und Hofmann, Zürich wurden durchgeführt. Ein Entwurf der Entscheidungsmatrix liegt vor. Mit der eigentlichen Datenauswertung konnte noch nicht angefangen werden.

Der Abschluss des Projekts ist für September 2008 vorgesehen. Für 2008 sind die Bereinigung der Entscheidungsmatrix, die weitere Datenauswertung und die Erstellung der Broschüre vorgesehen.

## Referenzen

- [1] SIA 380/1:2007, Lüftungs- und Klimaanlage- Allgemeine Grundlagen und Anforderungen, SIA Zürich.
- [2] IEA ECBCS Annex 49, Low Exergy Systems for high performance buildings and communities, Annex Text, IEA.

## Anhang

Anhang 1. Referenzraum zur Berechnung des Einsatzes der Abgabesysteme