



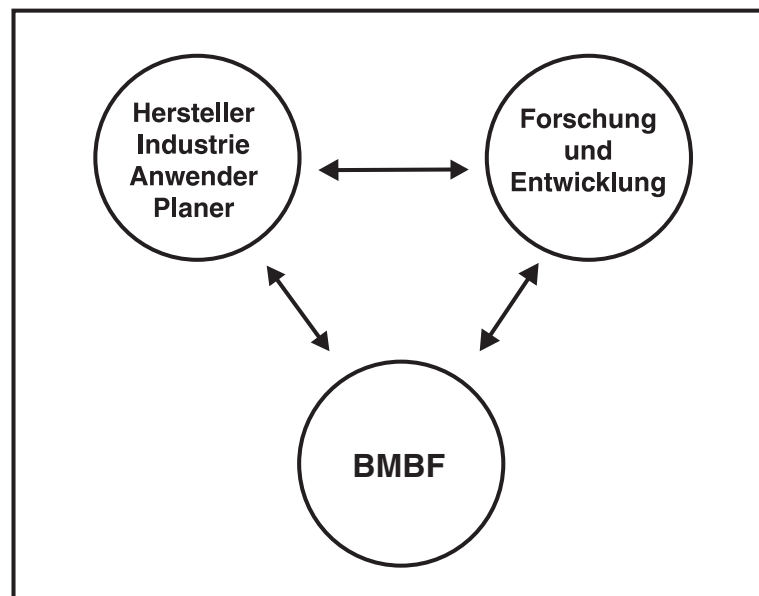
Forschungs-Informations-Austausch



K.-D. Laabs, H. Wolkenhauer, Dr.-Ing. Fr. Steimle, B. Mengede,
Dr.-Ing. G. Heinrich, Dr.-Ing. U. Franzke, Chr. Seifert

Stille Kühlung

Energieeinsparung durch den Einsatz von alternativen Systemen der
"stillen" (passiven) Kühlung in Bürogebäuden und
energetische Bewertung der Kälteerzeugung für die "Stille Kühlung"



Forschungsberichte

Stille Kühlung

Energieeinsparung durch den Einsatz von alternativen Systemen der
"stillen" (passiven) Kühlung in Bürogebäuden und
energetische Bewertung der Kälteerzeugung für die "Stille Kühlung"

Herausgeber: FIA-Projekt – Forschungs-Informations-Austausch
unterstützt durch das
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
(BMBF)

im Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.
Danziger Straße 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: 071 42/5 44 98

Erstellt von: K.-D. Laabs, H. Wolkenhauer
STULZ GmbH
Holsteiner Chaussee 283, 22457 Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Fr. Steimle, B. Mengede
Universität GH Essen, Fachbereich 12 Maschinenwesen
Institut für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik
Universitätsstr. 15, 45141 Essen

Prof. Dr.-Ing. G. Heinrich, Dr.-Ing. U. Franzke, Chr. Seifert
Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH
Bertold-Brecht-Allee 20, 01309 Dresden

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren

1. Inhalt und Aufbau des Forschungsvorhabens

Unter dem Thema: Einsatz von Systemen der "Stillen (passiven) Kühlung" wurde im Juli 1993 ein Forschungsvorhaben mit einer Laufzeit von 3 Jahren vom BMBF gestartet. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden unter Führung der Fa. STULZ GmbH Klimatechnik und in Kooperation mit dem Institut für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik an der Universität GH Essen und des Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH in Dresden verschiedene TOOLS zur Auslegung von Deckenkühlssystemen erarbeitet.

Besonders der zunehmende Einsatz von elektronischen Hilfsmitteln führt - vornehmlich in Büroräumen - mittel- und langfristig zu erhöhten Kühllasten, die weit über die Hälfte der Gesamtkühllast ausmachen können. Derart hohe Kühllasten von 40 - 80 W/m² lassen sich mit Nur-Luftsystemen nur unter erheblichem Platzbedarf für Luftkanalnetz und Geräte und nur dann abführen, wenn hohe Luftwechselzahlen (6-8 fach), großer Energieaufwand und erhebliche Beeinträchtigungen der Behaglichkeit durch starke Luftbewegungen im Raum hingenommen werden. Diese unbefriedigende Situation löste das Forschungsvorhaben aus.

Außer den weitgehend standardisierten Nur-Luftsystemen zur Kühllastabfuhr sind inzwischen die Deckenkühlssysteme, kombiniert mit z.B. einer Quelllüftung, interessant geworden. Mit diesen Systemen lassen sich unter anderem herausragende Behaglichkeitsergebnisse erzielen.

Die ersten Systeme haben die Entwicklung für weitere Ausführungen passiver Raumkühlssysteme eingeleitet. Mit ihnen wird auch die Einbindung zukunftsreicher Systeme der Kälteerzeugung und -versorgung möglich, ja notwendig. Für den praktischen Einsatz der "Stillen Kühlung" und der dazugehörigen Kälteversorgung fehlt es noch sehr an Grundwissen sowie an handfesten Planungswerkzeugen.

Auf der Grundlage bekannter und vorliegender theoretischer wissenschaftlicher Erkenntnisse der gebäudebezogenen Klimatechnik sowie Veröffentlichungen bundesdeutscher Forschungseinrichtungen und Hochschulinstitute relevanter Arbeitsbereiche soll gemeinsam mit technischen wissenschaftlichen Instituten ein ausgewähltes System untersucht werden:

Das System besteht vornehmlich aus unterschiedlichsten Formen und Anordnungen von Wärmetauschern, die in einem Standardbüro installiert sind. Durch Temperaturdifferenzen zwischen Kühlflächen und Raumluft stellt sich die notwendige Luftbewegung ohne mechanische Unterstützung ein. Hierbei wird im wesentlichen nur Wasser transportiert, welches als Energieträger ein bedeutend geringeres Volumen als Luft benötigt und damit zu Energieeinsparung führt.

Das Energiesparpotential besteht in erster Linie darin, daß

- ein Temperaturniveau des Wassers von nur 16°C benötigt wird,
- die Chancen des Einsatzes für regenerative Energien dadurch verbessert werden und

- die Dimensionierung der in Verbindung mit einer "Stillen Kühlung" in das Gebäude zu befördernden Luftmenge auf das minimal notwendige Maß reduzierbar ist (dabei wird vorausgesetzt, daß die minimal notwendige Lüftung - in Abhängigkeit der bauphysikalischen und hygienischen Anforderungen für das Gebäude - durch eine Fensterlüftung oder mech. erfolgen kann).

Dieses System wird in mehreren Varianten Versuchen unterzogen und bewertet mit dem Ziel, ein Auslegungswerkzeug zu erarbeiten.

Als Ergebnis des Projektes wird somit ein marktfähiges, wissenschaftlich und durch Laboruntersuchungen bestätigtes Kühlsystem erwartet.

Die Auslegung soll möglichst anhand einer Software durchgeführt werden können. Deshalb ist im Rahmen des Projektes ein Softwarekonzept zu entwickeln, wonach schon in der Planungsphase durch Variationen der Randparameter die Betriebsweise mit dem niedrigsten Energieaufwand erkennbar wird.

Die Zusammenarbeit der drei Partner im Rahmen des Forschungsprojektes geschieht folgendermaßen:

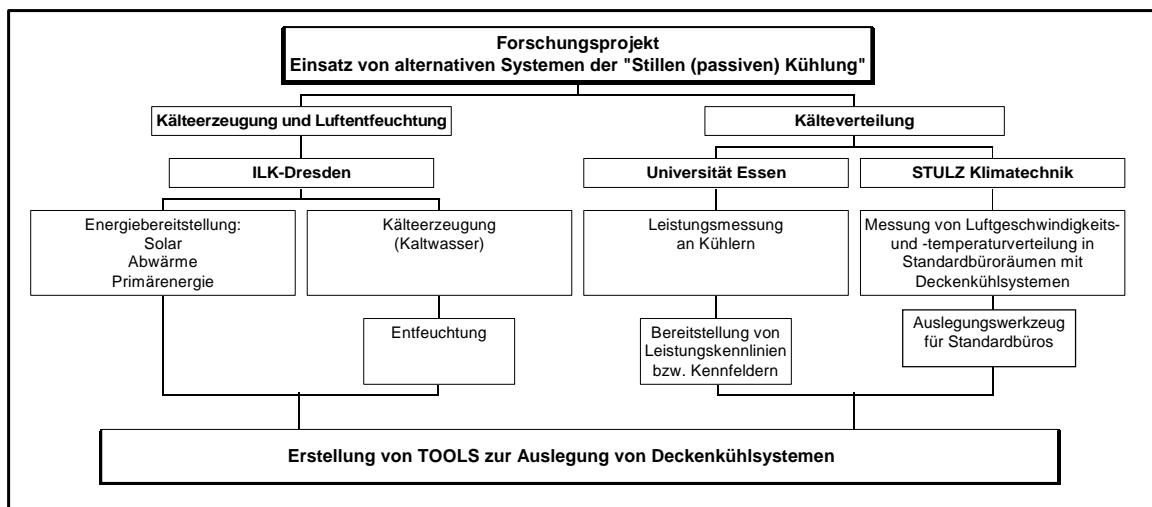


Bild 1.1: Projektstruktur

Um bei allen Arbeiten eine gemeinsame Basis zu finden, ist ein Standardbüroraum definiert worden. Darin sind Bereiche festgelegt, auf die sich die Arbeiten der einzelnen Partner konzentrieren.

- Grenzen der Einsetzbarkeit von konvektiven Deckenkühlsystemen unter dem Aspekt der thermischen Behaglichkeit,
- Grenzen der Einsetzbarkeit von Schwerkraftkühlsystemen unter dem Aspekt der thermischen Behaglichkeit,
- Grenzen der Einsetzbarkeit von Deckenkühlsystemen unter dem Aspekt der Regelungsstrategien incl. der Taupunkt-Absicherung,
- Vergleich unterschiedlicher Systeme bereits in der Planungsphase,
- Literaturrecherche,
- Schwachstellenanalyse,
- spezifische Kosten,
- Referenzobjekte,
- Erfahrungsaustausch mit verwandten Forschungsprojekten,
- Zweckmäßigkeit alternativer Kühlungs- und Lüftungsstrategien und
- simple Maßnahmen zur Senkung der Kühllast.

Einige Tools werden im folgenden Text, unter den Punkten 2.3 und 2.4 näher erläutert.

Universität Essen

Auf dem Prüfstand des Instituts für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik der Uni Essen sollen Erfahrungen bei der Bestimmung der Leistung von deckennah aufgehängten Luftkühlern gesammelt werden. Die zur Raumkühlung eingesetzten Lamellenrohrwärmeaustauscher wurden zu diesem Zweck sowohl in einer der Prüfvorschrift des Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. (FGK) entsprechenden Prüfkammer sowie in einem Prüfraum, der sich an die Vorgaben der DIN 4715 anlehnt und realitätsnahe Abmessungen aufweist, durchgeführt.

Auf Basis der gewonnenen Meßergebnisse werden Vorschläge zur Vorgehensweise bei der Leistungsmessung an vergleichbaren Kühlsystemen gemacht. Außerdem werden Hinweise gegeben, wie eine sinnvolle Installation in der Praxis aussehen kann:

1. Messung an Luftkühlern im Kühldeckenprüfstand nach der FGK Prüfvorschrift

In der o.g. Prüfkammer sind verschiedene Einbausituationen untersucht worden. Bei von der Fa. STULZ (in einem Raumlufstromungslabor) parallel zu den Messungen an der Universität Essen in der Prüfkammer durchgeführten Leistungsmessungen an den Luftkühlern ergaben sich deutlich höhere Kühlleistungen. Die Diskrepanz zwischen den Meßergebnissen führte zu der Vermutung, daß die geringe Höhe der Prüfkammer von nur 1,5 m zu einer Beeinträchtigung der freien Konvektion in den Kühlern führt, da keine freie Zu- und Abströmung der Luft erfolgen kann.

2. Ein daraufhin durchgeführter Umbau der Prüfkammer führte zu einem modifizierten Prüfraum zur Leistungsmessung an konvektiven Kühlelementen. Der aufgebaute Prüfraum entspricht einer vergleichbaren Situation in einem Standardbüroraum. Der Wandaufbau (Dämmung) dieses Raumes entsprach dem der kleineren Prüfkammer.

Die Leistungsdaten, die im modifizierten Prüfraum ermittelt wurden, waren vergleichbar mit denen aus dem Hamburger Raumluftrömungslabor. Es wurden im Folgenden dann verschiedene Parameter variiert: Deckenabstände, Konvektionsbleche in ihrer Länge und ihrem Winkel, freie Deckenquerschnitte und verschiedene Deckenspiegel. Die o. g. Untersuchungen wurden mit zwei konstruktiv unterschiedlichen Lamellenrohrwärmetauschern durchgeführt. Nur so war es möglich, den Wärmeübergang in allgemeiner Form zu beschreiben. Die gewonnenen Ergebnisse können somit auf andere Kühlertypen sowie abweichende Einbau- und Betriebsbedingungen übertragen werden.

Institut für Lüftung- und Klimatechnik in Dresden

Im Rahmen der Bearbeitung des Forschungsvorhabens wird die Wechselwirkung zwischen Gebäude, Lastabfuhr, Lüftung, Luftaufbereitung und Energiebereitstellung untersucht.

Das Entwicklungsziel des Vorhabens besteht in der Bereitstellung von Modulen für die Ermittlung des Energieverbrauches bei aktiven Kälteversorgungssystemen für die "Stille Kühlung" bzw. die sich bei passiven Systeme einstellende Raumlufthtemperatur. Weiterhin besteht die Aufgabe, die Einsatzgrenzen der Verfahren bzw. deren Komponenten näher zu bestimmen. Die quantitative Untersuchung ist am konkreten Objekt durchzuführen.

Für mögliche Komponenten der "Stillen Kühlung" sind verfahrenstechnische Simulationsmodelle zu erstellen mit dem Ziel, das Betriebsverhalten und den Energieverbrauch des Systems im Jahresgang zu ermitteln und die Anwendungsgrenzen einzelner Systeme zu bestimmen. Unter System ist die thermische und verfahrenstechnische Simulation von Gebäude und Anlage zu verstehen. Eine integrierte Betrachtung von Gebäude und Anlage ist erforderlich, da der sich einstellende Raumlufthzustand vom Betriebsverhalten der Anlage und dem thermischen Verhalten des Gebäudes abhängig ist.

Als Anlagenkomponenten gelten im Rahmen des Forschungsthemas sowohl Bausteine zur Erzeugung kalten Wassers als auch Bausteine, die der Konditionierung der Zuluft - in der Hauptsache Außenluft - dienen.

Anlagenbestandteile bzw. Teilmodelle sind:

- DEC-Anlage mit unterschiedlichen Arbeitsenergien
- Freie Kühlung in Kühltürmen
- Wasserbeaufschlagte Erdreichwärmeübertrager
- Absorptionskälteanlage
- Kompressionskälteanlage