

## KeepCool II

Transforming the market from „cooling“  
to „sustainable summer comfort“

M. Vukits

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**25/2011**

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

# KeepCool II

Transforming the market from „cooling“ to  
„sustainable summer comfort“

DI (FH) Martin Vukits  
Dr. DI Alexander Thür  
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Gleisdorf, Dezember 201

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Im Projekt KeepCool II arbeiten 12 Partner aus neun europäischen Ländern daran, Möglichkeiten zu nachhaltigem Sommerkomfort für Bürobauten und öffentliche Gebäude anzufertigen, zu bewerten und zu fördern.

**Projektleiter:**

DI (FH) Martin Vukits, AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

**Projektmitarbeiter:**

Dr. DI Alexander Thür, AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

**ProjektpartnerInnen:**

IZES (Coordinator), STEM, CEEETA, eERG, AEA, ARMINES, ATI, INETI, BCEI ZRMK, ES-SO, LMU

# Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung.....	4
2	Abstract .....	5
3	Inhalte und Ergebnisse des Projektes .....	6
3.1	Einleitung .....	6
3.2	Projektansatz .....	8
3.3	Beurteilung von Energieeinsparungen im Sinne nachhaltigem Sommerkomforts ....	9
3.3.1	Änderungs-Behaglichkeits-Modell .....	9
3.3.2	Gebäudesimulationen in fünf Klimazonen Europas.....	10
3.3.3	Strategien für Verwaltungen .....	12
3.4	Passive Kühltechnologien .....	14
3.4.1	Passive Kühltechniken .....	14
3.4.2	Abschattungstechnologien .....	14
3.5	Dissemination.....	15
3.5.1	Online-Tool .....	15
3.5.2	Europäische Gebäuderichtlinie - Umsetzung in Österreich .....	16
4	Schlussfolgerungen .....	16
5	Literatur.....	18
6	Unterschrift.....	18
7	Anhang .....	18

# 1 Kurzfassung

Im Projekt „KeepCool II“ arbeiteten 12 Partner aus neun europäischen Ländern daran, Möglichkeiten zu nachhaltigem Sommerkomfort für Bürobauten und öffentliche Gebäude aufzuzeigen und zu fördern.

Das Vorgängerprojekt „KeepCool“ fokussierte besonders auf nachhaltige Kühltechnologien und die Beschreibung von „Best Practice“ Beispielen für Bürobauten und andere öffentliche Gebäude. Das Nachfolgeprojekt „KeepCool II“ erweiterte die Inhalte und Erfahrungen aus dem ersten Projekt. Das heißt, die Hauptschwerpunkte des Projektes lagen in den Verbreitungsaktivitäten, das bestehende Material zu überarbeiten und zu erweitern und gute Beispiele für nachhaltigen Sommerkomfort zu modellieren. Der Schwerpunkt wurde von nachhaltigem Kühlen mehr in Richtung nachhaltigen Komfort als Service verschoben. Dieser Aspekt ist mehr übergreifend, da Sommerkomfort mehr als nur Gebäudeklimatisierung bedeutet. Er beinhaltet u.a. einen Beschaffungsleitfaden, die Reduktion von Innenlasten in Gebäuden mit der Beschaffung von energieeffizienten Lichten und IT-Geräten betreffend.

Das Projekt intensivierte Kontakte mit vorhandenen Netzwerken von Professionisten, wie Planer, Architekten und Handwerker.

Direkte Ergebnisse:

- Das Bewusstsein wurde bei Bauherren, Planern und Lieferanten erhöht, wie Sommerkomfort als Service angeboten und verlangt werden kann.
- Stärkere Kooperation zwischen professionellen Fachgebieten als Ergebnis der Verbreitungsaktivitäten in professionellen Netzwerken.
- Umfangreiches Informationsmaterial in verschiedenen Sprachen für lokale oder nationale Initiativen und Netzwerke.
- Empfehlungen für nachhaltigen Sommerkomfort, verbunden entweder in öffentlichen Beschaffungsschemen, nationalen Gebäudeleitlinien oder in „Energy Efficiency Action Plans“ (EEAP) in allen Partnerländern.
- Neue Designregeln für Kühlsysteme und innovative Fördersysteme.

Im ersten Teil des Projektes wurde die Informationsbasis erweitert und die Erfahrungen vom ersten KeepCool Projekt aktualisiert und intensiviert. Hindernisse für die Durchführung von nachhaltigem Sommerkomfort wurden adressiert, Beschaffungsleitfäden für den öffentlichen Sektor wurden zusammengestellt und die „Toolkit“ Webseite vom ersten Projekt wurde aktualisiert. Ein neuer Aspekt ist die Bewertung von Energiesparmaßnahmen und des Inputs zum nationalen Energy Efficiency Plan. Der zweite Teil des Projektes war die Fokussierung auf Verbreitungsaktivitäten auf nationaler und internationaler Ebene sowie auf Inputs zu Gesetzgebungs- und Standardisierungsaktivitäten. Ebenso beinhaltete er die Fokussierung auf Förderungsschemen für Gebäudeplaner, Ingenieure, Architekten, etc.

## 2 Abstract

Twelve partners from nine European countries worked together in the project "KeepCool II" with the aim to advance alternative solutions to reach sustainable summer comfort at office and public buildings.

The focus of the former project "KeepCool" was on sustainable cooling technologies and the description of "best practice" examples of office- and public-buildings. The follow-up project "KeepCool II" was dealing with the context and experience of the first project. That means the main activities of the project were dissemination activities, to revise and extend the existing material and to model good examples for sustainable summer comfort. The main focus of sustainable cooling was adjusted to sustainable comfort as benefit. This aspect is more overall since summer comfort means more than just air-conditioning for buildings. It includes, among other things, a procurement guide, reductions of internal loads in buildings with the procurement of energy-efficient lights and appliances on IT.

The project wanted to enforce the contacts with existing networks of professionals as building engineers, architects and craftsmen.

Direct results from „KeepCool II“ were:

- To increase the awareness of building owners, building engineers and suppliers such as summer comfort can be offered but also asked for as well.
- Stronger cooperation between professionals as a result of dissemination activities in professional networks.
- Extensive information in different languages for local or national initiatives and networks.
- Recommendations for sustainable summer comfort, either in public procurement schemes, national building regulations or in the Energy Efficiency Action Plan (EEAP) in all partner countries.
- New design rules for cooling systems and innovative support schemes.

The basement of information was extended in the first part of the project. Furthermore the experiences of the first KeepCool project have been actualised and intensified. Barriers of the performance of sustainable summer comfort have been addressed, procurement guidelines for the public sector were compiled and the "Toolkit" website from the first project was updated. A new aspect was the assessment of energy savings and the input to the national Energy Efficiency Plan. The second part of the project was to focus on dissemination activities on national and international level as well as to set on legislation- and common standardisation-activities. In the same way the project included the focus on subsidy schemes, among others for building engineers, engineers and architects.

### 3 Inhalte und Ergebnisse des Projektes

#### 3.1 Einleitung

Der Energiebedarf steigt weltweit und in Europa: für den Verkehr, für die Industrie sowie für das Heizen und Kühlen. Die Mehrheit der modernen Büro- und Verwaltungsbauten wird heutzutage mit Glasfassaden gebaut und die Büros sind mit diversen Bürogeräten ausgestattet. Diese Art zu bauen führt zu hohen internen und externen Lasten, welche die Raumtemperaturen in den Sommermonaten drastisch erhöhen. Die heutige Technik bietet aber schnell zu realisierende Möglichkeiten, die Innentemperaturen im Sommer zu reduzieren: Splitgeräte werden nach dem Bauabschluss installiert, um das gewünschte Raumklima sicher zu stellen. Ein klimatisiertes Dienstleistungsgebäude wird nicht mehr als Luxus betrachtet, sondern wird von Käufern und Mietern als Standard gesehen. Kraftwerke und Stromnetze sind im Sommer in vielen Ländern inzwischen enorm belastet und in der Folge sind teure Ausbauten notwendig. Eine Hitzewelle im März 2008 im Bundesland South Australia, Australien, trieb die Strompreise auf Grund der Engpässe der Kraftwerke wegen der vielen in Betrieb genommenen Kühlanlagen innerhalb von acht Stunden von 12 AUS\$ (7,06 €) auf 10.000 AUS\$ (5.900 €) pro MWh! [1]. In Nordamerika sind fast 80 % der Wohnhäuser mit Klimaanlage ausgerüstet [2]. In Europa liegt der Schwerpunkt von sommerlicher Kühlung in Nicht-Wohnbauten (Büro- und Verwaltungsgebäude, Kliniken, Schulen, etc.). Das wirtschaftliche Wachstum der letzten 20 Jahre in den südeuropäischen Ländern hatte eine starke Zunahme an installierten Klimageräten für den wichtigen Nicht-Wohnbau-Sektor zur Folge [3]. Ein Szenario, publiziert in [4], geht davon aus, dass 2020 der Anteil an Gewerbe- und Bürogebäuden 70 % des Gesamtgebäudebaus ausmachen wird.

Im Jahr 1990 betrug die gekühlte Gebäudefläche der EU-Staaten (EU-15) 540 Millionen Quadratmeter. Bis 2005 stieg die Zahl auf 1.800 Millionen m<sup>2</sup> und eine Prognose für 2020 sagt eine Zunahme dieser Fläche auf 2.700 Millionen m<sup>2</sup> voraus [3]. In Abbildung 1 ist der prognostizierte jährliche Kühlenergiebedarf der EU 15 Länder in GWh dargestellt. In Abbildung 2 ist ein Szenario für Österreich dargestellt, welches den prognostizierten Strombedarf für die Klimatisierung von 2005 bis 2030 zeigt [5].

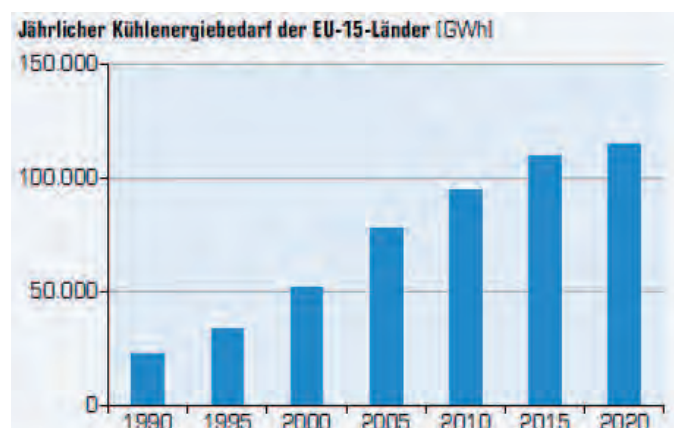


Abbildung 1: Steigender Kühlenergiebedarf in Europa mit Zukunftsprognose bis 2020 [3]



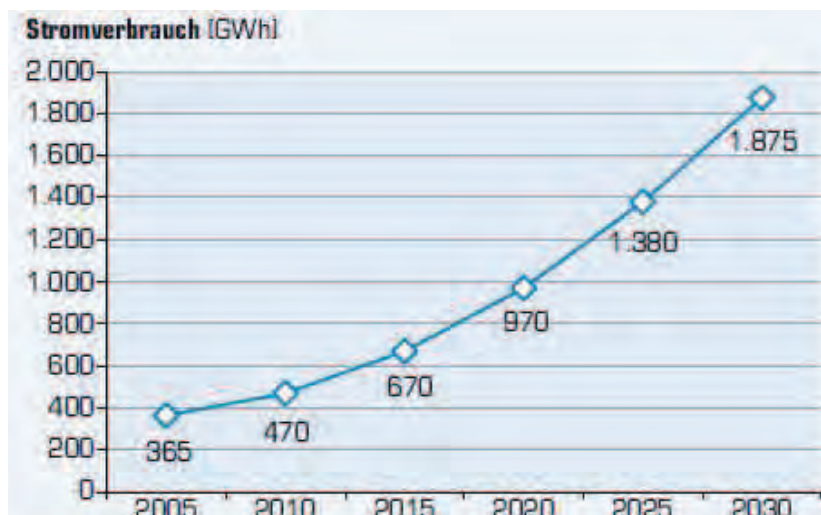


Abbildung 2: Szenario des Stromverbrauchs für Klimatisierung in Österreich [5]

Diese Trends und die steigende Problematik für den Energiemarkt in Europa lagen dem Vorgängerprojekt „KeepCool“ zugrunde, welches von 2005 bis 2007 unter der Koordination der österreichischen Energieagentur lief. Es hatte als Hauptziel, die Marktdurchdringung für nachhaltige Kühlkonzepte und Technologien in den teilnehmenden Ländern zu verbessern und Aktivitäten durchzuführen, die eine weitere Steigerung des Kühlbedarfs in Nicht-Wohnbauten verhindern. Da die Bauherren die wesentliche Rolle bei der Investition spielen, richtete sich das Projekt hauptsächlich an diese Gruppe. Ziel der Aktivitäten war es, die Bauherren über die Leistungen und Möglichkeiten nachhaltig zu kühlen zu informieren und die Vermarktung und Verbreitung vorhandener Technologien zu unterstützen bzw. mit dem zugehörigen Know-how und den Planungswerkzeugen zu versorgen, um sie davon zu überzeugen, nachhaltiges Kühlen auch umzusetzen. Das Vorgängerprojekt „KeepCool“ fokussierte also besonders auf nachhaltige Kühltechnologien und die Beschreibung von vorbildlichen Beispielen für Bürobauten und andere öffentliche Gebäude.

Das Projekt „KeepCool II“ erweiterte die Inhalte und Erfahrungen aus dem ersten Projekt. Das heißt, die Hauptschwerpunkte des Projektes lagen in den Verbreitungsaktivitäten, das bestehende Material zu überarbeiten und zu erweitern und gute Beispiele für nachhaltigen Sommerkomfort zu modellieren. Der Schwerpunkt wurde von nachhaltigem Kühlen etwas in Richtung nachhaltigen Komfort als Service verschoben. Dieser Aspekt ist übergreifender, da Sommerkomfort mehr als nur Gebäudeklimatisierung bedeutet. Es umfasst unter anderem einen Leitfaden der dahingehend Informationen gibt, wie die inneren Kühllasten in Gebäuden mit der Beschaffung von energieeffizienten Leuchten und IT-Geräten reduziert werden können.

Im ersten Teil des Projektes wurde die Informationsbasis erweitert und die Erfahrungen vom ersten KeepCool Projekt wurden aktualisiert und intensiviert. Hindernisse für die Durchführung von nachhaltigem Sommerkomfort wurden aufgezeigt, Beschaffungsleitfäden für den öffentlichen Sektor wurden zusammengestellt und die Webseite des ersten Projekts wurde

aktualisiert. Ein neuer Aspekt innerhalb des Projekts war die Bewertung von Energiesparmaßnahmen und dessen Beiträgen zum nationalen Energiesparplan. Der zweite Teil des Projektes war die Fokussierung auf nationale und internationale Wissensverbreitungsaktivitäten sowie Einfluss auf Gesetze und Normen zu nehmen. Ebenso lag der Fokus des Projektes auf der Einflussnahme von Förderungsschemen unter anderem für Gebäudeplaner, Ingenieure und Architekten. Das Projekt intensivierte Kontakte mit vorhandenen Netzwerken von Professionisten, wie Planern, Architekten und Handwerkern.

Die aus „KeepCool II“ gewonnenen Ergebnisse waren:

- Das Bewusstsein bei Bauherren, Planern und Lieferanten erhöhen, wie Sommerkomfort als Service angeboten und auch verlangt werden kann.
- Stärkere Kooperation zwischen professionellen Fachgebieten als Ergebnis der Verbreitungsaktivitäten in professionellen Netzwerken.
- Umfangreiches Informationsmaterial in verschiedenen Sprachen für lokale oder nationale Initiativen und Netzwerke.
- Empfehlungen für nachhaltigen Sommerkomfort, eingebunden entweder in öffentliche Beschaffungsschemen, nationale Gebäuderichtlinien oder in Energiesparpläne in allen Partnerländern.
- Neue Ausführungsregeln für Kühlsysteme und innovative Fördersysteme, um die Anwendung passiver Kühlmaßnahmen attraktiv zu machen.

## **3.2 Projektansatz**

Die zentrale Idee des Projekts ist es, den „Klimatisierungsansatz“ durch den „nachhaltigen Sommerkomfort-Ansatz“ auch und vor allem bei Sanierungsmaßnahmen zu ersetzen. Dabei wird von drei Grundvoraussetzungen ausgegangen:

- Bester verfügbarer Wissensstand und Technik werden bei der Konzeption der Gebäudehülle und für Sanierungen berücksichtigt.
- Passive Kühltechniken stehen im Vordergrund.
- Komfortansprüche und individuelle Maßnahmen der Gebäudenutzer werden berücksichtigt, hier entsprechend der EN 15251/2007.

Nachhaltiger Sommerkomfort kann in 10 Schritten erreicht werden, die aufeinander aufbauen:

- 1) Definition von Komfortzielen möglichst anhand adaptiver Komfortmodelle
- 2) Auswahl des Gebäudestandorts unter dem Aspekt des nachhaltigen Sommerkomforts z.B. in der Nähe von Wasserflächen, natürlicher Vegetation usw.
- 3) Kontrolle und Reduktion externer Wärmegewinne über die Gebäudehülle
- 4) Aktivierung thermischer Massen
- 5) Reduktion interner Lasten
- 6) Gebäudenutzer können/dürfen sich individuell an Hitzeperioden anpassen, Stichwort „Kleiderordnung“

- 7) Einsatz passiver Kühltechniken
- 8) Einsatz aktiver solar unterstützter Systeme
- 9) Wenn nach diesen Maßnahmen noch immer die gesetzten Komfortanforderungen nicht erreicht werden, sollen hocheffiziente konventionelle Klimaanlage eingesetzt werden.
- 10) Facility Manager und Gebäudenutzer müssen geschult werden, um die Anlagentechnik angemessen bedienen und korrekt warten zu können.

### 3.3 Beurteilung von Energieeinsparungen im Sinne nachhaltigem Sommerkomforts

#### 3.3.1 Änderungs-Behaglichkeits-Modell

Das Projektkonsortium war in der Überarbeitung der Europäischen Norm EN 15251 („Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik“) involviert. Es konnte erreicht werden, dass das so genannte „Adaptive Comfort Model“ („Änderungs-Behaglichkeits-Modell“) in dieser Norm berücksichtigt wurde. Das Modell ist ein Verhaltensansatz, der darauf aufbaut, dass Menschen im täglichen Leben nicht passiv in Beziehung zu ihrer Umgebung sind, sondern tendieren, es sich behaglicher („comfort“) zu machen, indem sie Änderungen („adaptive“) an ihrer Kleidung, ihren Aktivitäten und ihrer Körperhaltung, wie auch an ihrer thermischen Umgebung ausüben. So könnten „Änderungsmöglichkeiten“ zur Verfügung gestellt werden, indem die Fenster geöffnet werden können, Ventilatoren vorhanden sind oder dass die Kleiderordnung am Arbeitsplatz für den Sommer gelockert wird. Abbildung 3 zeigt Behaglichkeitstemperaturen gegenüber Außentemperaturen mit dem „Änderungs-Behaglichkeits-Modell“ (blau) im Vergleich zum so genannten „Fanger Model“ (rot), wobei Letzteres auf Gleichungen der ISO 7730 mit fixierten Konstanten basiert.

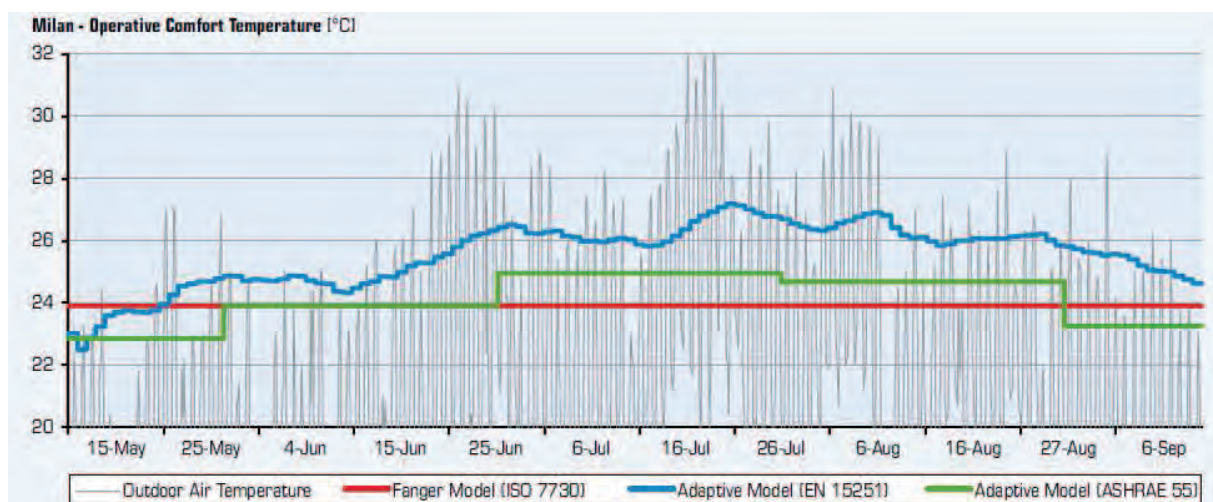


Abbildung 3: Innentemperaturen gegenüber Außentemperaturen für die Fanger- und Adaptive- Modelle

### 3.3.2 Gebäudesimulationen in fünf Klimazonen Europas

Im „KeepCool II“ Projekt wurde an sogenannten „base case“- Fällen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz (sog. Energieeffizienzmaßnahmen) für bestehende Gebäude simuliert. Für diese Simulationen wurden typische Gebäudestandards definiert, und man legte Standardgebäude aus dem Bestand in den Bereichen große und kleine Büros, Einzelhandel und Wohnungen fest. Diese Gebäude wurden für die Städte Stockholm, Lissabon, Paris, Palermo und Mailand untersucht. Bewertet wurde der Einfluss auf die diversen passiven Kühlmaßnahmen auf den Energieverbrauch, das thermische Verhalten im Sommer (Temperaturen, Überhitzungsstunden...) und auf mögliche Energieeinsparungen für den sommerlichen Komfort. Wichtig war hierbei die Orientierung am Gebäudebestand, denn gerade für diesen soll die Nachrüstung aktiver Klimatisierungssysteme wie elektrisch betriebene Splitgeräte durch die betrachteten bzw. angewandten „Energieeinsparungsmaßnahmen“ vermieden werden. Eine nähere Definition der ausgewählten Gebäude ist im Anhang A im Kapitel 3 beschrieben.

Diese in den Simulationen angewandten „Energieeinsparmaßnahmen“ sind – in der Reihenfolge von links nach rechts in Abbildung 4 und 5 – folgende:

- Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke [Roof insul.]
- Verwendung von Energiesparlampen
- Spezialanstriche der Gebäudehülle mit hohen Reflexionsgraden
- Energieeffiziente Geräte (Flachbildschirme statt Röhrenmonitore, etc.)
- Sonnenschutzverglasung
- Blendschutz (händisch betätigt)
- Mechanische Nachtlüftung (Kühlung)
- Aussenliegende Jalousie (händisch betätigt)
- Freie Nachtlüftung (Kühlung)
- Mechanische Nacht- und Taglüftung (Kühlung)
- Freie Nacht- und Taglüftung (Kühlung)
- Blendschutz (Einstrahlungsabhängig geregelt)
- Aussenliegende Jalousie (Einstrahlungsabhängig geregelt) [Venetian Rad.]

Das hier näher vorgestellte „Bürogebäude 1“ verfügt über 12 identische Stockwerke und eine Fläche von 15.000 m<sup>2</sup>. Die verglaste Fläche beträgt 45 % der gesamten vertikalen Gebäudeoberfläche. Es wurden für die fünf zuvor definierten Klimazonen (Stockholm, Paris, Mailand, Lissabon und Palermo) Gebäudesimulationen durchgeführt. Die Entwicklung des Kühlenergiebedarfs und die Bewertung des thermischen Komforts sind für die insgesamt 13 Energieeinsparungsmaßnahmen und den Basis- bzw. Referenzfall in den folgenden Abbildungen 4 und 5 für dieses Gebäude dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Effekte der Maßnahmen nicht kumulativ sind! Bezüglich der Komfortkriterien wurde die Kategorie 2 der EN 15251 angesetzt. **Aus den Simulationsergebnissen wird deutlich, dass deutliche**

Energieeinsparungen für Klimatisierung bei ohnehin anstehenden Sanierungen bereits durch relativ einfache Maßnahmen erreichbar sind.

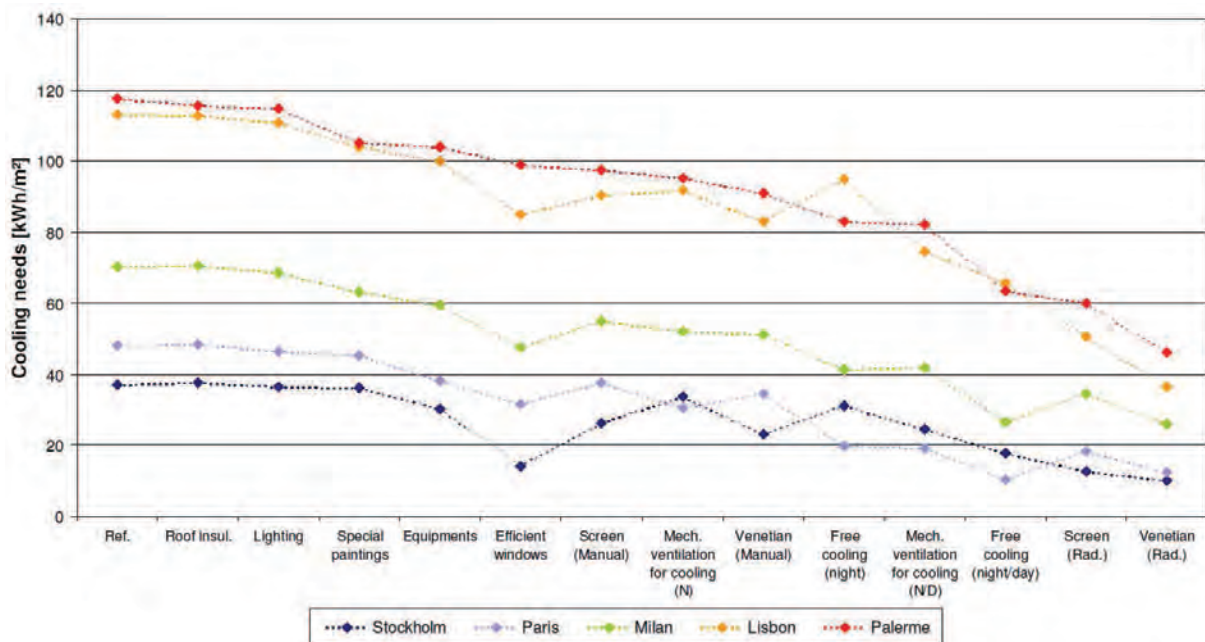


Abbildung 4: Entwicklung des Kühlbedarfs bei Simulation unterschiedlicher Energieeinsparungsmaßnahmen – keine kumulierten Werte! (Quelle: Armines)

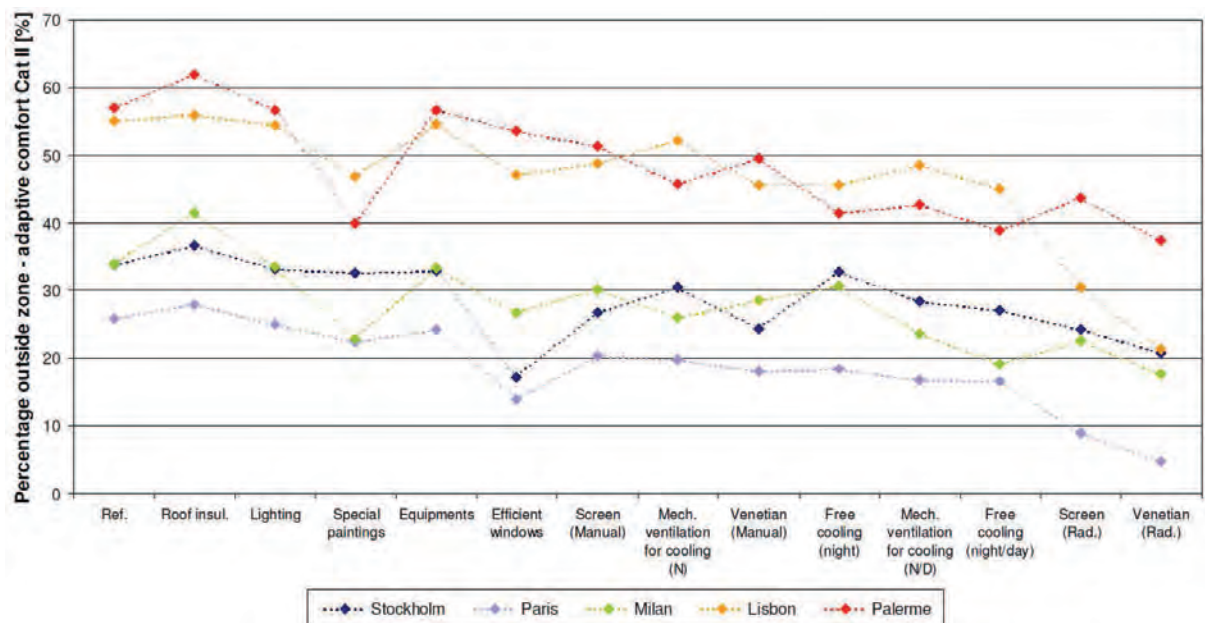


Abbildung 5: Entwicklung des thermischen Komforts für die simulierten Energieeinsparungsmaßnahmen ohne aktive Klimatisierung – keine kumulierten Werte! (Quelle: Armines)

Wie die Simulationsergebnisse von Abbildung 4 und 5 zeigen, ist für das Bürogebäude 1 die beste Einzelmaßnahme eine aussenliegende automatisch gesteuerte Jalousie, um den Kühlenergiebedarf deutlich zu reduzieren. Diese kann den Kühlbedarf in Stockholm, Paris und Lissabon um 70 % und in Mailand und Palermo um rund 60 % senken. Die Zahl der Überhitzungsstunden konnte durch die aussenliegende Jalousie in Paris um 80 %, in Lissabon

um 60 %, in Mailand um 50 %, in Stockholm um 40 % und in Palermo um 35 % reduziert werden. Der für Paris zugrunde gelegte Zielwert für den thermischen Komfort konnte durch diese Maßnahme eingehalten werden. Was die Umsetzung von weiteren Einzelmaßnahmen angeht, so stellt bereits die Reduzierung der internen Lasten einen Beitrag zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs dar. Dies hängt jedoch stark von den betrachteten Klimazonen ab. Am wirkungsvollsten ist es, einen festen Primärenergiekennwert nach der Sanierung vorzugeben, der möglichst unter 100 kWh/m<sup>2</sup>\*a für Heizung, Beleuchtung, Kühlung und Lüftung liegen sollte.

Die weiteren Gebäudesimulationen betrachteten den Einzelhandel. Hier konnte ermittelt werden, dass die beste Einzelmaßnahme, nämlich ein automatisch nach Strahlungsintensität gesteuertes Sonnensegel bzw. aussenliegende Jalousie vor den Fenstern, den Kühlbedarf in Lissabon um 70 %, in Stockholm um 65 %, in Paris um 60 % und in Mailand und Palermo um 50 % senken könnte. Was den thermischen Komfort betrifft, so reduziert diese Maßnahme die Anzahl der Stunden außerhalb der betrachteten Komfortkriterien nach EN 15251/2007 um rund 60 % in Lissabon und zwischen 35 und 40 % in den anderen Klimazonen. Für ein großes Bürogebäude könnte mittels der Reduktion interner Lasten durch energieeffiziente Beleuchtung und Bürogeräte plus außen liegender automatisch gesteuerter Jalousien zwischen 70 und 85 % Kühlenergie über alle Klimazonen eingespart werden. **Damit zeigt sich, dass die effizientesten Maßnahmen zur Reduzierung der Kühllast im Gebäudebestand für die simulierten Gebäude die Verringerung interner Lasten und die Installation außen liegenden automatischen Sonnenschutzes sind.**

Grundsätzlich wird aus den Simulationsergebnissen deutlich, dass Energieeinsparungen für Klimatisierung bei ohnehin anstehenden Sanierungen bereits durch relativ einfache Maßnahmen erreichbar sind.

Auch die Reduzierung interner Lasten kann schon einen Beitrag zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs erbringen. Dies hängt jedoch stark von den betrachteten Klimazonen ab. Am wirkungsvollsten ist es, einen festen Primärenergiekennwert nach der Sanierung vorzugeben, der sich am Passivhausstandard orientieren sollte.

Nähere Information zu den Simulationen und dessen Ergebnisse sind auf der Projekthomepage [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu) (Assessment of energy savings related to sustainable summer comfort, Evaluation of energy savings) erhältlich.

### **3.3.3 Strategien für Verwaltungen**

Basierend auf den Simulationsergebnissen wurden unterschiedliche Leitfäden vor allem für das öffentliche Beschaffungswesen erarbeitet. Einer beschäftigt sich damit, wie man am besten geeignete Planer für Gebäude mit nachhaltigem Sommerkomfort findet, ein anderer untersucht Möglichkeiten energieeffizienter Beleuchtung und Büroausstattung und weitere behandeln mögliche Vereinbarungen zwischen MieterInnen und GebäudeeigentümerInnen zur Erreichung und Einhaltung angenehmer Komfortbedingungen und eines geringen

Energieverbrauchs. In diesem Zusammenhang wird etwas näher auf Büroausstattung und Beleuchtung eingegangen.

Jedes elektrische Gerät erzeugt Wärme, je ineffizienter der eingesetzte Strom dabei genutzt wird, umso mehr. Diese internen Lasten resultieren bei der Beleuchtung oft aus zu hohen Anschlussleistungen ( $> 25 \text{ W/m}^2$ ) und bei der IT-Ausstattung z.B. durch überdimensionierte Leistungen oder veraltete Ausstattung (z.B. Röhrenmonitore). Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt Beleuchtungsbeispiele für Bürogebäude auf. Diese beziehen sich auf die Büros selbst und die angrenzenden Korridore. An diesem Beispiel wird deutlich, dass die „gängige Praxis“ viel zu hohe Werte aufweist als gute Praxisbeispiele („Best Practice“). Das bewirkt einen zu hohen Stromverbrauch einhergehend mit einer entsprechenden übermäßigen Wärmeentwicklung.

Tabelle 1: Beleuchtungsbeispiele für Bürogebäude

Büros	Installierte Leistung	Energie	Anwesenheitskontrolle	Tageslichtkontrolle	Tageslicht- + Anwesenheitskontrolle				Anmerkungen
Büroräume	W/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	Reduktionsfaktor	Reduktionsfaktor und Energie m <sup>2</sup> /Jahr	Reduktionsfaktor	Reduktionsfaktor	Reduktionsfaktor	Reduktionsfaktor	Anmerkungen
<b>Bandbreite</b>	12-36 W	23 kWh	n/a		n/a		n/a		Weite Spannbreite
<b>Gängige Praxis</b>	12 W	16 kWh	x 0,8	13 kWh	x 0,7	11 kWh	x 0,56	9 kWh	T5/T8, gute Leuchtkörper, Standardplanung 1300 h Betriebsdauer
<b>Best Practice</b>	8 W	11 kWh	x 0,8	9 kWh	x 0,7	8 kWh	x 0,56	5 kWh	T5, gute Leuchtkörper, optimale Planung 1300 h Betriebsdauer
<b>Flure</b>									
<b>Bandbreite</b>	8-18 W	32-72 kWh	n/a		n/a		n/a		4000 h
<b>Gängige Praxis</b>	6 W	24 kWh	x 0,8	19 kWh	x 0,8	19 kWh	x 0,64	15 kWh	4000 h
<b>Best Practice</b>	4 W	16 kWh	x 0,8	13 kWh	x 0,8	19 kWh	x 0,64	9 kWh	4000 h

Für die Bewertung des Austauschs von Beleuchtung und Bürogeräten wurde im Projekt ein sog. „Kühlbonus“ anhand der resultierenden Simulationsergebnisse entwickelt. Dieser basiert auf der Tatsache, dass mit der Einsparung von Energie durch energieeffiziente Beleuchtung und Bürogeräte der Klimatisierungsbedarf im Sommer sinkt, der Heizenergiebedarf im Winter aber eventuell ansteigen kann. Der Bonus wurde, ebenso wie die Simulationen, auch für unterschiedliche Klimazonen berechnet. Er ist positiv, wenn der Gesamtenergieverbrauch für Heizung und Kühlung durch die ergriffenen Maßnahmen sinkt. Er kann aber auch negativ sein - dann nämlich, wenn der Energiebedarf für Heizen durch den Austausch von Geräten oder Beleuchtung um mehr als den auf der Kühlseite eingesparten Betrag ansteigt. Damit drückt der Bonus aus, wie sich der Energieverbrauch für Heizung und Kühlung im Vergleich zu der ergriffenen „Energieeinsparmaßnahme“ ändert. Er berechnet sich folgendermaßen: (Primärenergieeinsparung für Heizen + Primärenergieeinsparung für Kühlen) / Primärenergieeinsparung für Beleuchtung und Bürogeräte.

Nähere Information zu den öffentlichen Beschaffungswesen sind auf der Projekthomepage [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu) erhältlich.

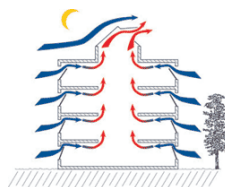
### 3.4 Passive Kühltechnologien

Passend zu den Ergebnissen der Gebäudesimulationen wurde ein Leitfaden für Produkte zur solaren Abschattung, Tageslichtnutzung und zu passiven Kühlmethoden ausgearbeitet. Der vollständige Bericht über verfügbare Produkte und Lösungen zu passiver Kühlung (available products and passive cooling solutions) kann von der Webseite [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu) bezogen werden.

#### 3.4.1 Passive Kühltechniken

Für folgende Produkte wurde eine Beschreibung ausgearbeitet:

- Nachtlüftung
- Einbruch- und Witterungsschutz für frei (Nacht-)Lüftungen
- Verputzte und Gipskartonplatten integriert mit Phasenwechselmaterial
- Luft - Erdreichwärmetauscher
- Gebläsekonvektoren mit integriertem Phasenwechselmaterial
- Freie Kühlung mit dem Erdreich (Erdkollektoren, Tiefensonden, etc.)
- Wasserbecken, Springbrunnen, Wasserfälle bzw. Wände für den Innenbereich
- Zimmerpflanzen
- Tageslichtnutzung (Tageslichtlenkung ins Innere von Gebäuden)
- Tisch- bzw. Deckenventilatoren



(Quelle: Dyer Environmental Controls)

Das gesamte Dokument ist erhältlich unter:

[http://www.keep-cool.eu/System/FileArchive/175/File\\_19110.pdf](http://www.keep-cool.eu/System/FileArchive/175/File_19110.pdf)

#### 3.4.2 Abschattungstechnologien

Für folgende Produkte wurde eine Beschreibung ausgearbeitet:

- Überblick - Zusammenfassung
- Lichtlenkende Elemente
- Aussenjalousien
- Aussenjalousien dicht schließend
- Faltrölls



- Innenliegende Verschattungselemente
- Aussenliegende fixe, horizontale Verschattungselemente
- Aussenliegende fixe, vertikale Verschattungselemente
- Sonnenschutzgläser bzw. -folien

Das gesamte Dokument ist erhältlich unter:

[http://www.keep-cool.eu/System/FileArchive/175/File\\_19110.pdf](http://www.keep-cool.eu/System/FileArchive/175/File_19110.pdf)

### 3.5 Dissemination

In der zweiten Phase sollte „KeepCool II“ zur Marktdurchdringung durch Verbreitungskampagnen in unterschiedliche Zielgruppen beitragen. Hier sind die Zielgruppen die ganze Marktkette angefangen von der Herstellerindustrie bis zu den Bauherren bzw. nationale Entscheidungsträger sowie Schlüsselspieler auf EU-Ebene. Diese Gruppen sollten u.a. durch bestehende Netzwerke erreicht werden. Das Online-Tool fungierte als Plattform für das Projekt. Die Inhalte wurden auch im Laufe des Projektes ständig aktualisiert. Im Rahmen der Umsetzung der neuen europäischen Gebäuderichtlinie in Österreich konnten Obergrenzen beim zulässigen Kühlbedarf für Neubauten und große Sanierungsprojekte von Nicht-Wohnbauten in der neuen Gebäuderichtlinie eingeführt werden.

In Österreich wurde die Ausgabe 2-2008 der vierteljährlich erscheinenden Zeitschrift „erneuerbare energie“ speziell zu diesem Thema zusammengestellt. Die gesamte Ausgabe ist als Anhang B diesem Bericht angefügt.

Vom 7. bis 9. Oktober 2009 veranstaltete AEE INTEC die alle zwei Jahre stattfindende Konferenz „Ökosan 2009“ mit einer Schwerpunktsession zu diesem Thema im Themenblock 3. Die Vorträge dazu sind erhältlich auf der Homepage der AEE INTEC unter:

<http://aee-intec.at/index.php?seitenId=11>

Weiters wurde für die Projektwebseite [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu) eine Zusammenstellung von Dachverbänden und sonstigen Organisationen zusammengestellt, welche sich mit passiver Kühlung bzw. Energiesparen beschäftigen. Diese Liste soll für die Öffentlichkeit Anhaltspunkte für den Erwerb sommerlichen Komforts bringen:

<http://www.keep-cool.eu/CM.php?PageID=83159>

#### 3.5.1 Online-Tool

Um die Kenntnisse über den Stand der Technik passiver Kühlkonzepte für Planer und Bauherren nutzbar zu machen, wurde der Planungs-Pfad „Nachhaltiger Sommerkomfort“ definiert, um mit dessen Hilfe den Kühlbedarf in Gebäuden zu reduzieren. Dieser Ansatz galt als Grundlage für ein Online-Tool, das sich an die Zielgruppen Bauherren, Wartungspersonal, Gebäude-Nutzer und Berater richtet. Hier können Informationen auf verschiedenen technischen Niveaus gefunden werden. Das Tool bietet Technologiebeschreibungen für

passive Kühlkonzepte (wie Außenverschattung, Nachtlüftung und Tiefensonden), „best practice“- Beispiele und eine Analyse der nationalen Komfortgesetzgebung. Weiters sind Experten und Lieferanten passiver Kühlkonzepte in den beteiligten Ländern aufgelistet. Dieses Tool wurde als [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu) neu designed und gegenüber der alten Webseite aus „KeepCool“ total überarbeitet.

Ein Pfad, der zu einem passiven Kühlkonzept eines Gebäudes führen soll, wurde in mehreren Schritten definiert: Definition des Innenraumklimas, wenn möglich die Auswahl eines günstig positionierten Baugeländes, Reduktion von inneren und äußeren Lasten, die Reduktion des Wärmetransportes durch die Gebäudehülle sowie das Erlauben flexiblen Nutzerverhaltens (angepasste Kleiderverordnung, flexible Arbeitszeit, Möglichkeit Fenster zu öffnen – Änderungs-Behaglichkeits-Model). Als weitere Schritte sollen, wenn notwendig, passive Kühlkonzepte eingesetzt werden. **Wenn trotz dieser Maßnahmen ein Kühlbedarf verbleibt, sollen Kühlmaschinen mit solarthermischen Antrieb (bzw. Abwärme, etc) oder konventionelle Kühltechnologien mit sehr hoher Effizienz für die Abdeckung der Spitzenkühllasten verwendet werden.** Wichtige Aspekte wie Betrieb, Wartung und Monitoring von Bürogebäuden mit installierten passiven Kühlkonzepten sind ebenfalls im Tool beschrieben.

### 3.5.2 Europäische Gebäuderichtlinie - Umsetzung in Österreich

**Im Rahmen der Umsetzung der neuen europäischen Gebäuderichtlinie in Österreich konnten Obergrenzen beim zulässigen Kühlbedarf für Neubauten und große Sanierungsprojekte von Nicht-Wohnbauten in der neuen Gebäuderichtlinie eingeführt werden. Bei Wohngebäuden müssen laut der Gebäuderichtlinie Maßnahmen gegen Überhitzung im Sommer gesetzt werden und für den Nicht-Wohnbau sind maximale Werte für Kühllasten vorgegeben.**

Der Energieausweis wird die Energieeffizienz für Käufer, Vermieter und Mieter transparent machen und damit werden gut gedämmte Gebäude im Winter bzw. Gebäude mit Maßnahmen für einen nachhaltigen Sommerkomfort für die Akteure am Markt entsprechend ins Licht gerückt.

Weiters wurden vom Projektteam Empfehlungen für die Berücksichtigung von energieeffizienten Maßnahmen für den Sommerfall in der Umweltförderung der Kommunalkredit Austria AG vorgeschlagen.

## 4 Schlussfolgerungen

Durch konkrete Vorstellungen und vorab definierte Ziele können bei einem Bauvorhaben umweltschonende Energiekonzepte für Heizen und Kühlen implementiert werden. Um vom steigenden Strombedarf für die Klimatisierung wegzukommen und der Energieautonomie näher zu kommen, sollten Gebäuden so geplant und gebaut werden, dass der Energiebedarf im Sommer wie auch im Winter minimal ist. Wenn noch Energiebedarf vorhanden ist, sollten passive Technologiekonzepte für die restliche Energie eingesetzt werden. Dafür gibt es fertige Lösungen. Letztendlich müssen aber auch noch das Bewusstsein

und die Eigeninitiativen bei den Entscheidungsträgern steigen, um diese Konzepte umsetzen zu können.

Das Projekt wurde durch das europäische Programm „Intelligent Energy for Europe - EIE“, das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie sowie das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend gefördert.

Alle Ergebnisse können von der Projekthomepage heruntergeladen werden (in Englisch): [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu). Auf der IZES-Homepage stehen sie auch teilweise in Deutsch zur Verfügung:

[http://www.izes.de/cms/front\\_content.php?idart=313&idcat=131&lang=1&client=1](http://www.izes.de/cms/front_content.php?idart=313&idcat=131&lang=1&client=1)

## 5 Literatur

- [1] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australien, 2008
- [2] Low Energy Architecture Research Unit (LEARN), UK
- [3] EECCAC Jérôme Adnot et al., 2002, 2003
- [4] EU-Projekt „KeepCool“ Endbericht 2007
- [5] Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030, Reinhard Haas et al., 2007

## 6 Unterschrift

Ich bestätige, dass der Bericht vollinhaltlich durch die PartnerIn / PartnerInnen des Projektes akzeptiert wurde.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift und Stampiglie der AntragstellerIn (KoordinatorIn)

## 7 Anhang

Anhang A: 20100727\_result oriented\_report\_final.pdf

Anhang B: D6.3.2.4-0\_erneuerbare energie 2008-2.pdf



## **Keep Cool**

# **Transforming the market from “cooling” to “sustainable summer comfort”**

**A project carried out under the Intelligent Energy – Europe (IEE)  
Programme**



In collaboration with:

 Institut für ZukunftsEnergieSysteme	 AUSTRIAN ENERGY AGENCY	 AEE INTEC	 Ein Unternehmen der Austrian Research Centers
 Consultores em Energia, Lda	 INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	 ECOLE DES MINES DE PARIS AIRMINES CENTER FOR ENERGY AND PROCESSES	 Swedish Energy Agency
 end-use Efficiency Research Group Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia	 ZMK INSTITUT	 EUROPEAN SOLAR SHADING ORGANIZATION Energy Savings & Comfort	 somfy.

July 2010

Project coordinator:  
Barbara Dröschel  
IZES gmbH  
Altenkesseler Str. 17  
66115 Saarbrücken  
Germany  
Phone: +49 681 – 9762 852  
e-mail: [droeschel@izes.de](mailto:droeschel@izes.de)

Project websites: [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu), [www.izes.de](http://www.izes.de)



## Table of contents

1. Background .....	4
2. History and approach of the project.....	6
2.1 Good practice examples .....	7
3. Assessment of energy savings in the context of sustainable summer comfort. 10	
3.1 Overview of the methodology .....	11
3.1.1. Study of air conditioned buildings and non AC ones.....	11
3.1.2 Predefinitions for AC buildings.....	13
3.1.3 Predefinitions for non AC buildings .....	13
3.2 The reference buildings .....	14
3.2.1 Definition of climatic areas .....	14
3.2.2 Definition of reference buildings .....	14
4. Description of studied actions .....	14
4.1 Portfolio of actions .....	14
4.2. Determination of package solutions .....	15
4.3 Potentials of several retrofit actions.....	16
4.3.1 Results for office buildings.....	16
4.3.1.1. Reduction of cooling needs.....	16
4.3.1.2. Summer comfort improvement (non AC buildings).....	17
5. Conclusions from the simulation results .....	18
6. Passive Cooling solutions.....	19
6.1 Night ventilation .....	19
6.2 Plaster and plasterboard integrated with Phase-Change-Material .....	21
7. Examples for solar shading systems .....	22
7.1 Solar shading with daylight transport.....	22
7.2 Roller Shutters.....	22
8. Beyond the technical approach .....	23
8.1 Functional tender.....	25
8.2 Specification based tender .....	25
8.3 Checklist to analyse a bid .....	27
8.4 Checklist to analyse the first interview.....	29
9. Conclusions from the project Keep Cool.....	30



## 1. Background

Despite the availability of passive solutions, the standard way of securing summer comfort in buildings is still the application of mechanical air conditioning. It was thus the overall goal of the project to contribute to a broad market transformation from “cooling” to “sustainable summer comfort” which can be defined as achieving good summer comfort conditions with no or limited use of conventional energy and through the use of environmentally non harmful materials.

The project Keep Cool proposed different actions to achieve this goal. For this it has been divided in two phases. The first one provided analyses and technical tools to overcome the most important barriers by introducing sustainable summer comfort. The second phase was addressing existing networks and policy makers on national and European level by providing them information material with good practice examples designed especially for the target groups.

### **Phase 1: Elaborating instruments for overcoming barriers**

There practical recommendations and information to overcome the most important market barriers such as the prevalence of incorrect design rules and operating practices in buildings, the lack of financial reward for professionals making buildings energy efficient or even avoiding mechanical cooling systems due to the fact that a lot of countries the national buildings codes do not reward sustainable summer comfort solutions were elaborated.

In this phase a special focus was on public bodies and procurement schemes to point out and support the member states by achieving their exemplary role in the application of the Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services (EEE-ESD).

An important support to national institutions updating the Energy Efficiency Action Plans (EEAP) and implementing the Directive on energy end use efficiency and energy services consisted in simulations on Energy Improvement Actions (EIA) especially for existing buildings. This was done by developing an approach for a bottom-up assessment of the energy savings related to sustainable summer comfort solutions.

### **Phase 2: Market transformation through dissemination activities addressing different target groups**

The transformation activities focussed especially on dissemination actions addressing the entire market chain from the suppliers industry to the building owners mainly by making use of existing networks in the building industry as well as in the field of planners and architects. For the outcomes under this WP the implication of the European Solar-Shading Organisation (ES-SO) was very helpful. Its representatives from Austria and Sweden could be won over to contributing practical aspects and the point of view of a professional group in the building sector.

Also a part of special advice to policy makers was integrated which should help to integrate sustainable summer comfort in policy schemes such as national building directives but also in the amendment of the National Energy Efficiency Plans.





All activities were carried out not only on national but also on international level which were also dedicated to key actors of target groups in countries which were not directly involved in the project.

### **The results of the project should contribute to:**

- Increased awareness among building owners, tenants, planners, designers and suppliers on “summer comfort” instead of “cooling”
- Stronger cooperation of the different professional branches along the market chain of sustainable summer comfort
- Comprehensive information material available on the project homepages
  - Recommendations for sustainable summer comfort for public procurement schemes, national building regulations or national Energy Efficiency Action Plans (EEAP) in every participating country
  - The results of the project should be wide spread also in countries which were not involved in the action

### **Target groups and selection of buildings**

The project aimed to addressing all relevant actors along the market chain of sustainable summer comfort services and products. These were in particular:

- Suppliers and retailers of various sustainable summer comfort solutions
- Architects, planners, HVAC designers, construction companies
- Building owners
- Building energy consultants
- Building users
- Facility managers and O&M staff
- Public procurement organisations
- National and regional institutions for building regulation
- National and regional institutions for energy policy
- International Audience

By selecting these target groups nearly all people involved in the building constructing and planning sector, ranging from the suppliers of construction material, facility management, public bodies and policy makers to building owners and users, could be covered.

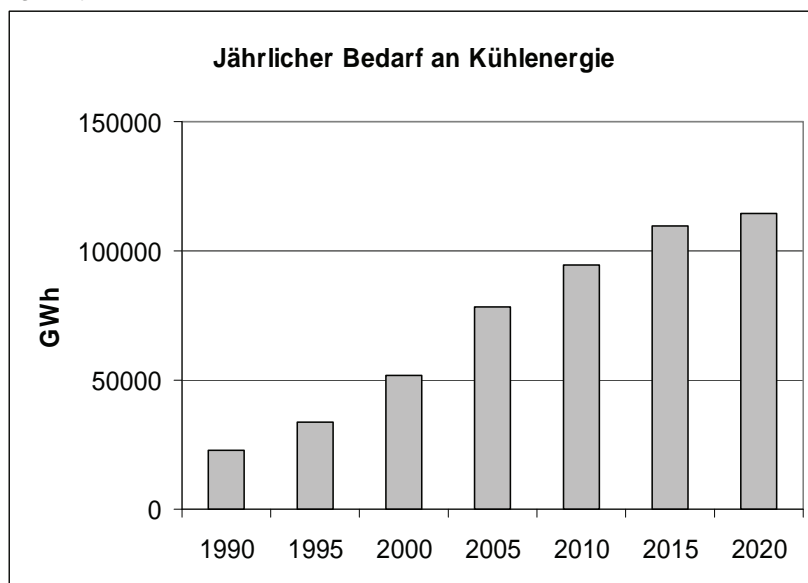
The main building types especially for the simulations carried out were office and commercial buildings, small retails, public service buildings, hotels, hospitals etc. The selection for the simulations focussed finally on two different office buildings, one small and one bigger one, a flat and a small retail. The calculations for the energy improvement actions took into consideration buildings with and without mechanical cooling, existing and new buildings.



## 2. History and approach of the project

12 partners from nine different European countries were involved in the project. They were research institutes, universities and energy agencies from Germany, United Kingdom, Sweden, Belgium, France, Portugal, Italy, Slovenia and Austria. Almost the same partners worked already together in a former Keep Cool project also carried out under the IEE programme of the European Commission. This first part of the collected best practice examples to show that sustainable summer comfort instead of active cooling was possible for most buildings all over Europe, from northern to southern climate zones.

The background for the project was the fact that the electrical needs for active summer cooling measures are continuously increasing all over Europe. Despite the available knowledge and technologies of passive cooling, cooling energy consumption is dramatically increasing in Europe. The studies EECCAC and EERAC predict a four-fold growth in air-conditioned space between 1990 and 2020 (Adnot et al, 1999; 2003). The IEA Future Building Forum even named cooling as one of the fastest growing sources of new energy demand (International Energy Agency, 2004).



Estimated increase of cooling energy in the EU-15 from 1990 to 2020 (Adnot et al, 2003)<sup>1</sup>

But mechanical cooling is not only a problem related on energy consumption but has also a kind of impact on health state. Technical efforts for a balanced indoor climate can provoke health troubles which are known under the name of “sick building syndrome”. A study which focused on this relation found out the even by observing objective values for good indoor conditions the biggest part of the requested people would prefer natural ventilated places (Kruppa, Bischof, & Bullinger-Naber, 2002)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Adnot, J. et al. (2003). Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC). Study for the D.G. Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U., Final report.

<sup>2</sup> Kruppa, B., Bischof, W., Bullinger-Naber, M. (2002). Positive und negative Wirkungen raumluftechnischer Anlagen auf Behaglichkeit, Leistungsfähigkeit und Gesundheit. GI 123(2), 88-95.



In order to address these problems, the international project Keep Cool was initiated. The overall goal of the project was to facilitate market penetration of sustainable cooling approaches and technologies in the participating countries, and implement activities that prevent a further increase of cooling demand in Europe. Keep Cool addresses both newly constructed and existing service buildings in the public and private sector. Since the building owners are the driving force in the investment process, the project focuses on convincing building owners on the benefits of sustainable cooling solutions through marketing and dissemination of already existing technologies, knowledge and tools. In addition, the project aims at supporting the cooperation between suppliers and ensuring the link to policy makers, that might support sustainable summer comfort.

So in a first time the project partners wanted to find and to demonstrate best practice examples in their own countries to show that even by increasing the installation of electrical air conditioning systems there exists examples with more sustainable approaches in all European countries.

Instead of setting maximum energy input or prescribing certain technologies to be used, a logical sequence of steps that should be considered when designing, constructing and operating a building was proposed. This approach has the advantage of leaving ample freedom to designers while supporting them in adapting the building to the local situation (climate, culture, locally available materials). Not all steps and actions will be available in a specific situation to the owner/designer, but the suggestion is to follow this path and closely analyse the possibilities for action in a given situation for each step.

1. Define explicitly the thermal comfort objectives, using adaptive comfort models wherever possible.
2. Intervene on the site layout and features which can affect summer comfort
3. Control and reduce heat gains at the external surface of the envelope
4. Control and modulate heat transfer through the building envelope
5. Reduce internal gains
6. Allow for local and individual adaptation
7. Use passive means to remove energy from the building
8. Use active solar assisted cooling plants
9. Use high efficiency active conventional cooling plants
10. Train building managers and occupants on how to use, monitor performances and adequately operate and maintain the building.

## 2.1 Good practice examples

The best way to ensure a balance between energy consumption and well-being of building users is the implementation of passive cooling facilities. Numerous examples show that with a respective architecture, mechanical cooling can be obsolete without provoking overheating effects. One of the most impressive examples in this direction is the building of the KfW bank in Frankfurt, Germany. It has still a small mechanical air condition facility but the biggest part of the heating exchange in summer is assured by an intelligent architecture which enables fresh air to enter in the building through the large atrium during the night and thus to take away the hot air accumulated during the day.



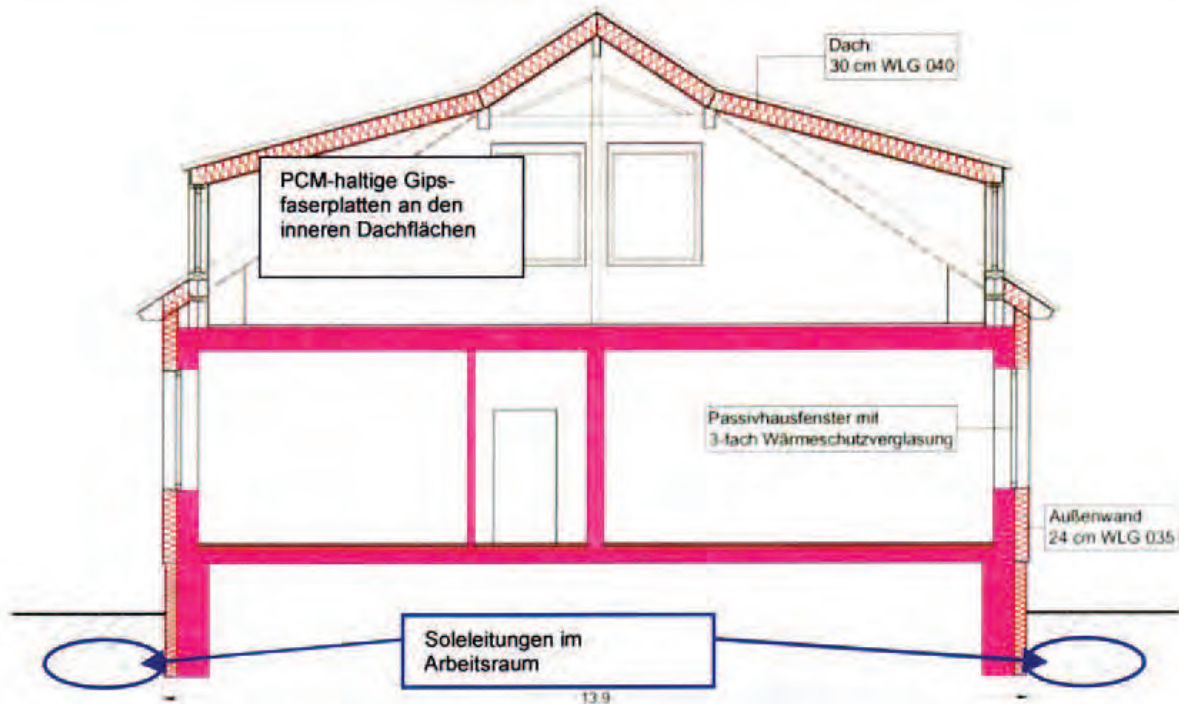
Atrium of the KfW bank in Frankfurt: combination of contemporary esthetics and passive cooling

But passive cooling is not only possible in newly constructed buildings but also by refurbishing a building. A suitable example for a small office building which has been refurbished on the level of a passive house is situated in Tübingen, Germany. The building was originally constructed during the 1950-ies and was used as office building by the French military and later on by German authorities. The building is under monumental protection, which had to be respected during the renovation in 2002/2003.

Buildings constructed in the 1950-ies offer in general good possibilities for an energy efficient refurbishment, because of their simple structure. The clear and simple exterior facades can easily be equipped with heat insulation systems suited for a passive-house. The existing window surfaces of 25% of office space, offered in this case good daylight-use conditions. Available massive, heat-storing construction (thermal mass in the ground floor) in combination with appropriate sunscreens (no exterior sunscreens due to monument conservation restrictions) led to no relevant difficulties regarding summer overheating. The goal of the owners was to create an energetically and functionally optimized building, which should serve as reference project for the activity of the energy consultants working there. An economic amortisation of maximum 10 years of the energetic specific additional investments had to be reached.

The energy concept is based on a passive-house standard with energetically high efficient heat protection components (U-values of opaque components  $<0.2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , Uvalue windows:  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ). A high efficient ventilation system with air-to-air heat recovery via plate heat exchangers in combination with a hermetically sealed building envelope reduces uncontrolled losses or infiltrations to a minimum. The pre-heating or pre-cooling of the inlet air is realised by a brine underground heat exchanger, which is placed in the perimeter of the building. The sustainable cooling concept is based on the consequential application of passive and hybrid cooling technologies – avoiding high cooling loads as far as possible and removing remaining cooling loads only by hybrid technologies (mechanical night ventilation,...).

The following figures illustrate the individual components of the building energy concept.



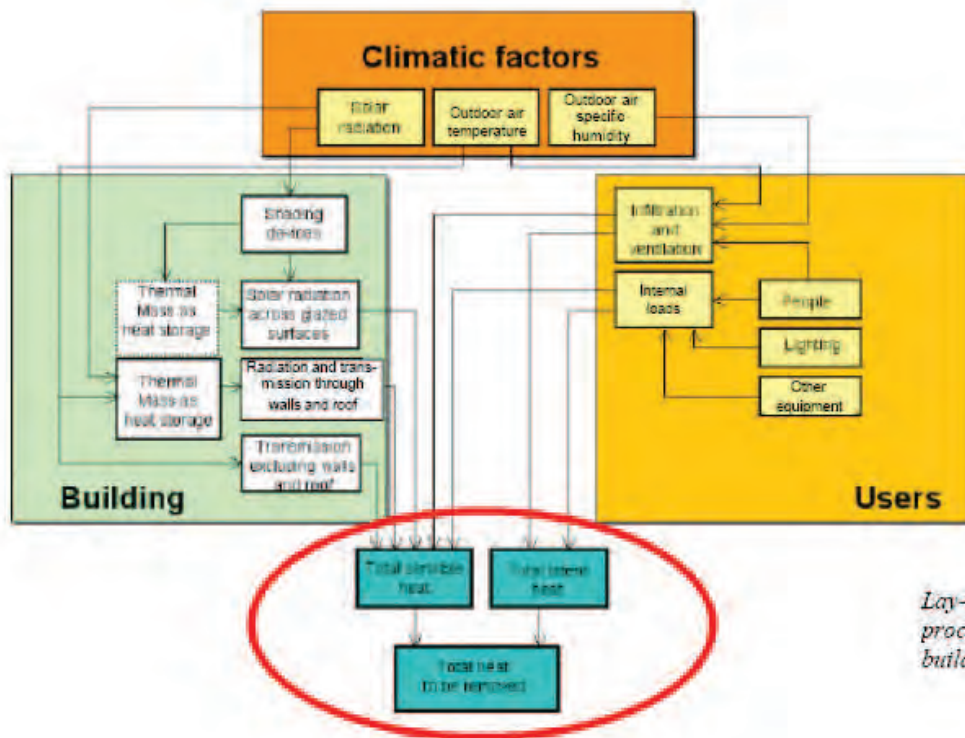
Energy concept: high efficient thermal protection at roof and walls, strengthened perimeter insulation, passive-house windows with  $U=0.8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  and  $g=50\%$ , hermetically sealed building cover ( $n_{50}=0,2h-1$ ), brine underground heat exchanger in the perimeter of the building for pre-heating and precooling of outside air of the mechanical ventilation system with heat recovery.

The energy demand for heating and warm water preparation is  $\sim 20 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ . The electricity energy demand for lighting and building services is  $\sim 7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ . The primary energy demand is  $\sim 43 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ . Including electricity consumption of office appliances, the total specific primary energy consumption is below the calculated value of about  $110 \text{ kWh PE/(m}^2\text{a)}$ .

Another example for a successful refurbishment activity of an existing office building comes from Sweden. It is a brick-building constructed in 1890 and situated in Stockholm with a heated building area of nearly  $350 \text{ m}^2$ . The refurbishment concept based on night ventilation, exterior sun shading systems, low internal loads by installing energy efficient lighting systems and on the concept of "open doors". During hot summer periods the night ventilation is working with a maximum flow rate as long as the outdoor temperature is lower than the indoor temperature. Normally in July in Sweden the outdoor temperature is by  $10^\circ \text{ C}$  lower than the indoor temperature. Additionally the windows exposed to east and south have awnings and blinds which reach a total reduction of solar radiation of  $80\%$ . To reduce also interior loads the installed lighting performance is at  $10 \text{ W/m}^2$  in offices and at  $8 \text{ W/m}^2$  in other facilities. All offices are situated along north, east and south facades. During night time the doors of the offices remain opened to ensure good mechanical ventilation and a maximum heat exchange. With this cooling concept no more active air conditioning systems are necessary. This is one more example that even with relatively simple equipment, sustainable summer comfort can be met.

### 3. Assessment of energy savings in the context of sustainable summer comfort

The following table gives an overview on the influencing factors for the indoor climate of a building. It is an important basis to determine “benchmarks” of annual energy savings that can be obtained by applying sustainable cooling solutions.



Thus, one of the initial objectives of the Keep Cool project consisted in developing an approach for a bottom-up assessment of the energy savings related to sustainable summer comfort solutions. This should lead to:

- “benchmarks” (typical values) of energy savings...
- ...related to single or packaged technical actions of sustainable summer comfort...
- ...applied to typical building types.

#### Scope

The decision was made to only focus on existing buildings and led apart new ones. The reasons for this decisions is the fact that in most national building codes strict values for new buildings to meet economies in energy consumption are already implemented. However for existing ones the requirements for energy savings are much lower. Also the existing building stock is much bigger in the EU then newly constructed buildings.

Another decision was to focus on technical actions which are defined as actions taken on an end-user's, building, equipment site, etc. that improve the energy efficiency of the energy end-



using facilities or equipments and thereby save energy. An end-use action can be taken individually and evaluated separately like e.g. installation of solar shading.

Behavioural or organizational actions like the increase of temperature set-points for example were not taken into account. So this analysis aims on both defining a methodology and obtaining valuable results.

### **3.1 Overview of the methodology**

#### **3.1.1. Study of air conditioned buildings and non AC ones**

Contrary to other sectors or other products like lighting, heating equipment, refrigerators etc. the European air conditioning market is not mature since a significant part of the European building stock is still not cooled or air conditioned. So the question to be answered is if it is possible to estimate energy savings in air conditioned (AC) buildings and how to deal with non air conditioned ones.

Some actions like installing sun shading devices in non AC buildings do not decrease the overall energy consumption of the whole building but might contribute to avoid the installation of new or supplementary active air conditioning (AC) systems and so help saving energy compared to the consumption trend. Thus it is necessary to limit the energy consumption of AC appliances by decreasing cooling needs but also to improve summer comfort in non AC buildings. This can help to reduce the penetration rate of AC appliances. As a conclusion the decision was made to study both the reduction of energy consumption in AC buildings and the summer comfort improvement in non AC buildings.

#### **How to assess summer comfort in non AC buildings?**

For this assessment the European standard EN 15251 was used as basis for the evaluation of thermal comfort. Four categories of buildings are defined in this standard according to the occupants' level of expectations. The comfort range suggested by the standard depends on the building category. All the buildings studied in the Keep Cool project are within the category II: "normal level of expectation".

#### **Comfort zones**

There are two main approaches to evaluate thermal comfort: the analytic one and the adaptive one. The analytic theory is based on two indices : the Predicted Mean Vote (PMV) and the Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) and allows to conclude if an environment is comfortable from six parameters related to the considered thermal environment (air temperature, mean radiant temperature, air velocity, relative humidity) and to occupants (physical activity and clothing thermal resistance). The EN 15251 standard proposes a default summer comfort zone in the range of a minimum operative temperature of 20 °C and a maximum operative temperature of 26 °C.

The adaptive theory states that by allowing building users to adapt themselves to their environment, either by actively influencing their dress code, the sun shading devices installed or by choosing the location to work in, they could easier tolerate environmental conditions outside the recommended range. Based on field surveys, several researchers showed that the temperature on which most people report comfort (the so called 'comfort' temperature) could be related to the external temperature at their location. In the EN 15251, the adaptive approach is



proposed as an optional method that can be used instead of the analytic one in naturally ventilated buildings.

### Comfort evaluation

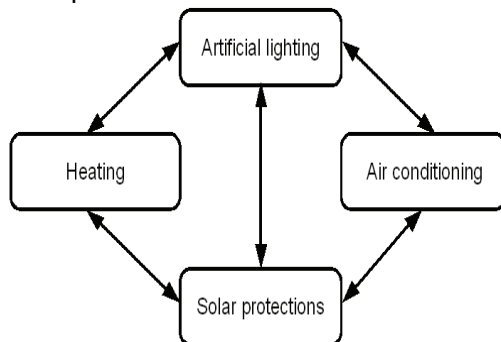
There are two main indices to assess thermal comfort over the year. The “percentage outside range” is the proportion of the occupation hours during which the temperature in a building lies outside the range of the comfort zone. The “degree hours” is calculated by summarizing over one year the number of degrees Celsius on which the hourly average temperature exceeds the maximum allowed temperature. Both indices are retained in this study. Furthermore, in order to give the opportunity to use either the analytic approach or the adaptive approach, two comfort zones (one for each approach) were retained. From this approach the following long-term indices result:

- Percentage outside range based on a maximum operative temperature of 26 °C (default value in the standard for Category II)
- Degree hours based on a maximum operative temperature of 26 °C (default value in the standard for Category II)
- Percentage outside range based on the adaptive comfort range (Category II)
- Degree hours based on the adaptive comfort range (Category II)

However, in the present report, only the “percentage outside range” based on the adaptive comfort range are presented.

### Interactions to be considered

The implementation of measures aiming at improving summer comfort or reducing energy consumption for AC can influence other kinds of energy consumption. The following figure gives examples of interactions that should be observed when dealing with summer comfort.



So it is not helpful to focus only on a single energy application as this could neglect a significant part of the overall energy consumption of a building. Energy consumptions due to lighting, heating and office equipments so are also taken into account in this study.

### General methodology for the evaluation of energy savings

In order to evaluate energy savings, a methodology based on building simulations was developed. The first step consisted in defining reference buildings with typical energy consumption values which for the moment do not apply but would be suitable for the implementation of sustainable summer comfort solutions.

Therefore these buildings were studied under two configurations: AC and non AC ones. For the last configuration, we assumed that occupants can open the windows to make enter fresh air inside the building. Building simulations were performed by ARMINES with the software





TRNSYS 16 which calculates building energy consumption on an hourly basis over one year using local hourly weather data.

Then, different actions related to building envelope retrofit techniques and ventilation strategies were applied to the reference buildings and it became possible to assess their performances in terms of energy savings (AC configuration) and summer comfort improvement (non AC configuration) compared to the reference buildings. The different actions studied are described in section 4.

### 3.1.2 Predefinitions for AC buildings

Regarding the energy consumption evaluation, the following definitions are given:

- Cooling needs: in kWh/m<sup>2</sup>y are obtained with the simulations for the reference buildings and the improved buildings.
- Final energy consumption for cooling: It can be obtained by dividing the cooling needs with a seasonal efficiency. Proposal of the following default values as efficiencies representative of the AC appliances stock: 1.5 for offices, 1.8 for residences and 1.5 for retails.

Final energy consumption and interactions taken into account

As previously explained, interactions between different energy end usage appliances must sometimes be taken into account like e.g. the increase of artificial lighting due to outside sun shading devices. They have to be added or subtracted to electricity savings due to cooling. These energy consumption figures due to heating, lighting, ventilation and office equipments are explicitly explained in the so called deliverables (s. the project home pages work package 4).

### 3.1.3 Predefinitions for non AC buildings

Regarding naturally ventilated buildings, the simulations enable to derive the following comfort indices:

- Percentage outside range based on a maximum operative temperature of 26 °C (default value in the standard for Category II)
- Degree hours based on a maximum operative temperature of 26 °C (default value in the standard for Category II)
- Percentage outside range based on the adaptive comfort range (Category II)
- Degree hours based on the adaptive comfort range (Category II)

### Energy savings and energy improvement actions

- Some actions in AC buildings will reduce the energy need for cooling.
- Some actions in non AC buildings will improve the comfort by reducing the number of overheating hours.
- Some actions or packages of actions in non AC buildings will make the building more comfortable and they will avoid the need for the installation of active cooling.

In the first configuration, energy savings can be directly calculated by comparing the energy consumption before and after the implementation of an improvement action. In the second configuration, the same saving value then for AC buildings should be used (this to support the application of sustainable solutions). In the third configuration, the total consumption of the reference building (AC) should be set as obtained saving. Then, a comfort criterion must be defined to evaluate whether an action or a package solution implies a reduction of the cooling load or enables to avoid the installation of mechanical air conditioning.



The used default criterion is the assumption that a building is comfortable when the percentage of time outside zone is lower than 5 % over the summer.

### 3.2 The reference buildings

#### 3.2.1 Definition of climatic areas

Assuming that solar radiation and cooling degree days are the key parameters regarding summer conditions, the global solar radiation has been added up and cooling degree days have been calculated over one year for 30 European cities: at least one city per member state (EU 25) and several cities for France, Italy and Spain. Furthermore, the severity of winter is also an important parameter in the study: On one hand it has an important impact on building characteristics and on the other hand, the improvement actions elaborated have also an impact on energy needs for heating. The selected and simulated buildings are five representative cities for European climatic areas: Stockholm, Paris, Milan, Lisbon and Palermo.

#### 3.2.2 Definition of reference buildings

Regarding their respective importance in terms of cooling surface, three activity sectors have been selected for the study: the residential, the commercial and the office sector. A flat and a small retail are defined as reference case for the residential and commercial sectors. Regarding the office buildings, since it represents most of the air conditioned surface, it is represented by two reference cases (s. the following table):

	Number of floors	Space disposition	Glazed area [% of the vertical surface]	Envelope surface / conditioned volume
Office building n°1	12	Open space	45	0,23
Office building n°1	2	Cellular	30	0,57
Small retail	1	-	-	
Flat	1	-	-	

Building characteristics depend on the building type but also on the climatic area and are supposed to be representative for existing buildings. Thus, twenty reference buildings are finally kept in this study. Project partners from the five representative cities (Ecole des Mines in Paris, eERG - Politecnico di Milano in Milan, LNEG for Lisbon in Portugal, Swedish Energy Agency for Stockholm in Sweden) filled in an information request about the existing building stock in their country.

The reference buildings are equipped with internal movable solar shading devices with a solar factor of 0,7. A detailed description of these base cases can be found on the KC2 website ([www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu)). It delivers geometrical descriptions, walls descriptions, ventilation and infiltration data, occupancy schedules, lighting schedules, appliances schedules, solar protections, ventilation schedule, temperature set points, window openings.

## 4. Description of studied actions

### 4.1 Portfolio of actions

Based on the Keep Cool I project, a rather complete list of possible improvement actions related to summer comfort has been compiled, with a description of the physical principles, the technical implementation and the conditions of applicability. Although it is theoretically possible to apply



most of the technologies to any type of building, for practical and economic reasons some of them are mainly suited for new buildings and not for existing ones. Then, the focus was layed on actions for which adequate simulation tools for their energy performances existed. The final list of Energy Improvement Actions (EIA) that have been simulated in order to evaluate savings is given in the following table (technical specifications can be found on the KC2 website ([www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu))).

	<b>EEI actions to be studied</b>	<b>Offices</b>	<b>Retails</b>	<b>Flats</b>
01.	Install an external movable screen blind – Manual Control(SF=0,3; Manual control by occupants for visual and glare comfort)	X		X
02.	Install an external movable screen blind – Radiation control(SF=0,3; Radiation control)	X		X
03.	Install an external movable venetian blind – Manual Control(SF=0,1; Manual control by occupants for visual and glare comfort)	X		X
04.	Install an external movable venetian blind – Radiation control(SF=0,1; Radiation control)	X		X
05.	Install an external window awning – Radiation control(SF=0,3; Radiation control)		X	
06.	Install efficient windows(U=1,09 W/m2K; SF=0,315; Visible transmission factor=0,5)	X	X	X
07.	Treat wall and roofs with reflective paintings(thermal reflectance=0,7)	X		X
08.	Insulate the roof (thermal insulation)(U=0,3 W/m2K)	X		X
09.	Use energy efficient office equipments(installed electric power=7 W/m2)	X		
10.	Install energy efficient lightings and ballasts (installed electric power: 10 W/m2 for office rooms; 7 W/m2 for other rooms; 12 W/m2 for retails)	X	X	
11.	Install automatic operable openings - night time (on 50% of the glazed envelope area, with specific control on in / outdoor temperatures)	X		
12.	Install automatic operable openings - day and night time(equal to action 11, above)	X		
13.	Install extraction system for night time ventilation (6 ACH, control like action 11; fan efficiency=0,7; pressure losses=700 Pa)	X		
14.	Install extraction system for day (2 ACH) and night (6 ACH) ventilation (control like action 11; fan efficiency=0,7; pressure losses=700 Pa)	X	X	

Where SF means “solar factor”, U “thermal transmittance”, ACH “air changes per hour”, “Radiation control” consist in a so-called “intelligent control”: blinds are closed if the total solar radiation striking the window exceeds 150 W/m2 and if the indoor temperature is higher than 22°C.

#### 4.2. Determination of package solutions

There are two reasons why it is necessary to study packages of actions and not only individual actions separately. The first one is that very often, these technical solutions are not used as stand-alone measures but in combination with other measures. The second reason is due to interactions between measures: if two actions A and B are both implemented, the combined



action AB will not save as much energy as the sum of the two individual actions. As a result, the actions listed in the table above must be studied not only individually but within packages.

Ideally packages should have been defined also bases on economical data and evaluated from the most efficient ones to the less efficient ones (in terms of € per saved kWh for example). However economical data were not available, and the decision was made to define packages of actions based on expert knowledge and also on the results obtained for individual actions.

Four packages of actions were simulated for office buildings:

- Pack. 1: energy efficient office equipments + energy efficient lighting (actions 09.+10.)
- Pack. 2: Pack. 1 + external Venetian blind with radiation control (actions 09.+10.+04.)
- Pack. 3: Pack. 2 + automatic operable openings at day and night time (actions 09.+10.+04.+12.)
- Pack. 4: Pack. 3 + efficient windows + insulate the roof(actions 09.+10.+04.+12.+06+08.)

Two packages of actions were simulated for the small retail:

- Pack. 5: external window awning with radiation control + energy efficient lighting (actions 05.+10.)
- Pack. 6: all the actions considered for small retail (actions 05.+06.+10.+14.).

Two packages were studied for the flat:

- Pack. 7: special paintings + Venetian blind (04. + 07.)
- Pack. 8: Pack. 7 plus roof insulation (04. + 07. + 08.)

### **4.3 Potentials of several retrofit actions**

In this section some main results in terms of cooling needs for AC buildings and thermal comfort for non AC buildings are exemplary presented for office buildings. Regarding summer comfort, the values given in this report are “percentages outside range” based on the adaptive comfort range (s. section 3.1) but other long term indices can be found in the complete deliverables.

#### **4.3.1 Results for office buildings**

##### **4.3.1.1. Reduction of cooling needs**

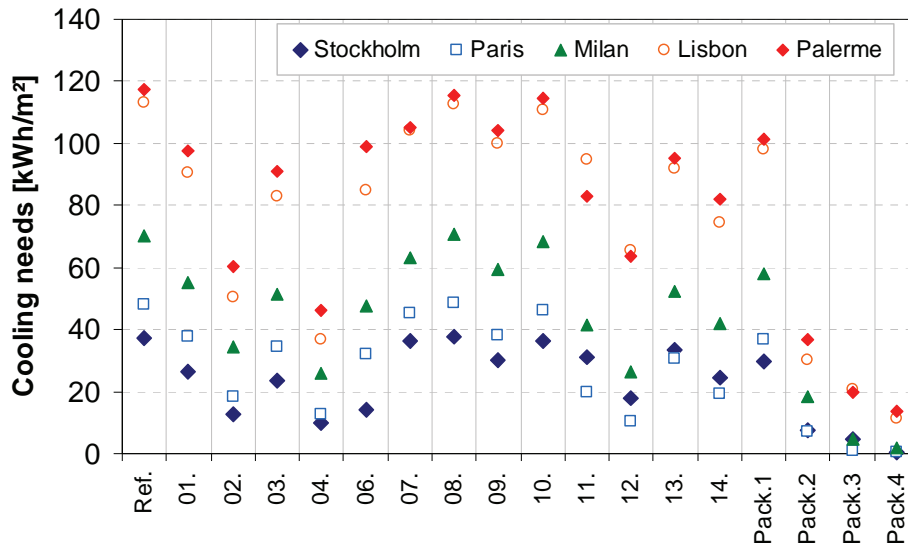
The figures below show the cooling needs of the reference cases (Office 1 and Office 2) as well as the cooling needs of the reference cases when an action or a package of action has been applied. The different actions are presented in section 4.2.3.

For Office 1, the best individual improvement action is a Venetian solar protection with radiation control. It enables to reduce cooling needs by about 70 % in Stockholm, Paris and Lisbon and 60 % in Milan and Palermo. For Office 2 the best individual improvement action is a Venetian solar protection with radiation control which enables to reduce cooling needs by respectively about 65 % in Stockholm, 50 % in Paris and Lisbon, 45 % in Milan and 40 % in Palermo.

Regarding packages, cooling needs can be reduced very significantly by the implementation of Package 2: between 70 % and 85 % for Office 1, and between 60 and 90 % for Office 2. In case of important retrofit with the implementation of Package 4, cooling needs can be almost totally suppressed for Stockholm and Paris in both reference buildings and for Milan in Office 1 (only reduced by 90 % in Office 2). In the two warmest climates Lisbon and Palermo, Package 4 cuts cooling needs by about 80-90 %.

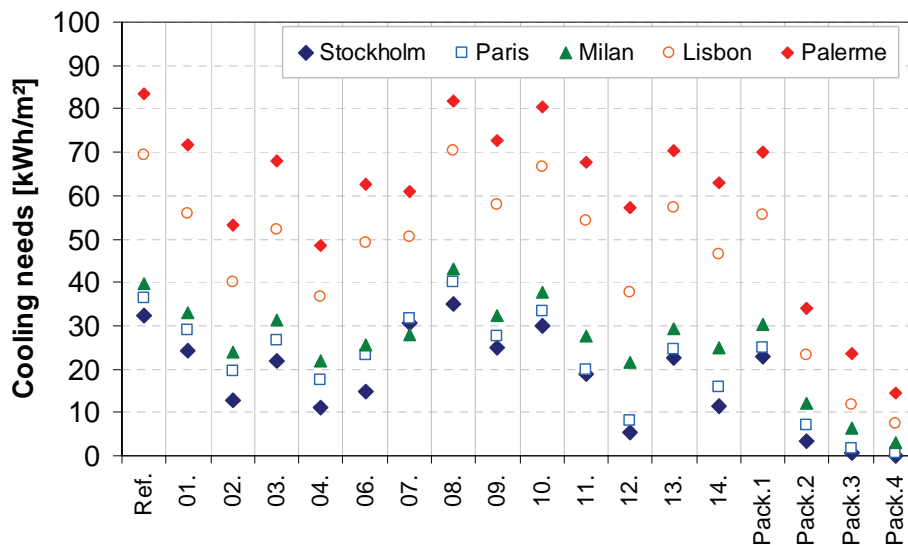


### Office building n°1



Evolution of cooling needs for the different actions studied for Office 1

### Office building n°2



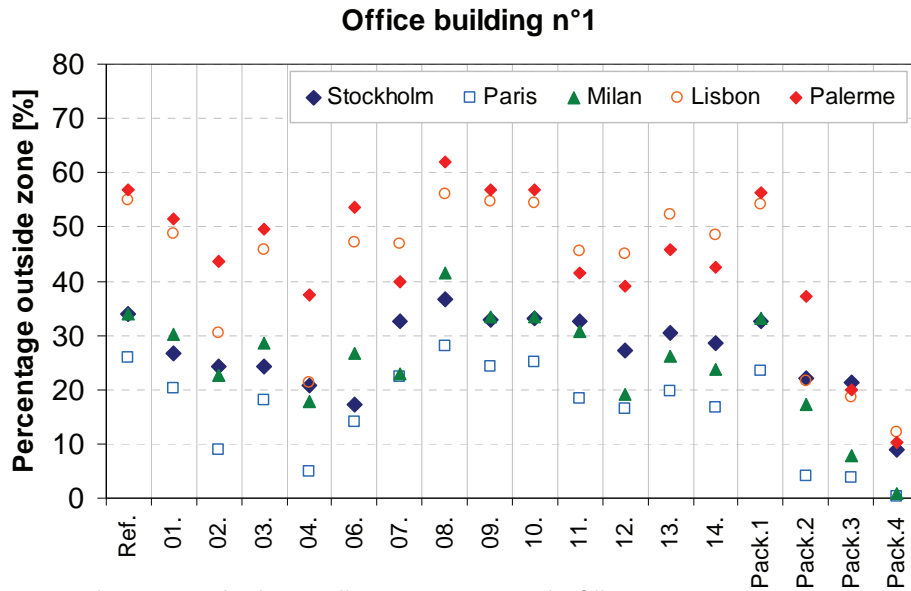
Evolution of cooling needs for the different actions studied for Office 2

#### 4.3.1.2. Summer comfort improvement (non AC buildings)

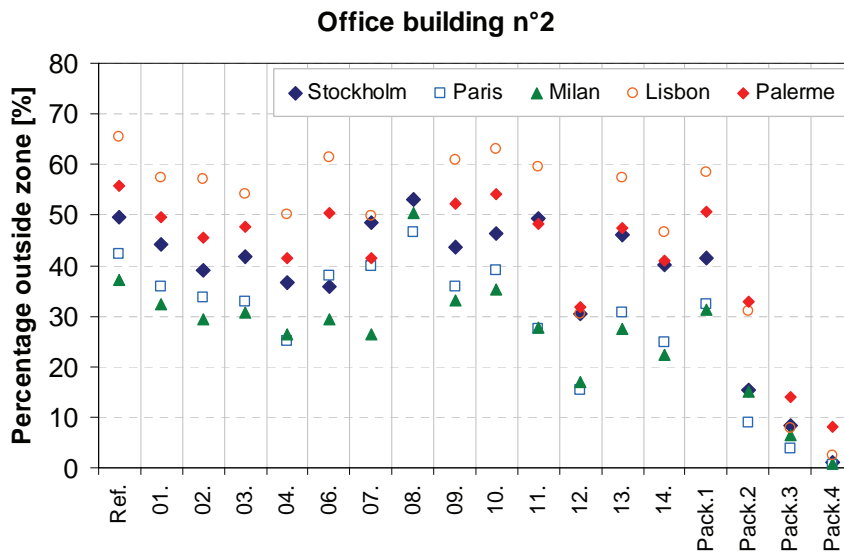
The figures below show the evolution of thermal comfort according to the actions implemented in the reference cases (Office 1 and Office 2). The different actions are presented in section 4.2.3. For Office 1, the best individual improvement action is also in this case the Venetian solar protection with radiation control which enables to cut the number of discomfort hours by respectively about 80 % in Paris, 60 % in Lisbon, 50 % in Milan, 40 % in Stockholm and 35 % in Palermo. For Office 2, the best individual improvement action is a free cooling during night and day time. It enables to cut the number of discomfort hours by respectively about 65 % in Paris, 55 % in Lisbon and Milan, 40 % in Stockholm and Palermo. Regarding packages, the number of discomfort hours can be reduced by 50 – 80 % by installing solar protections and reducing



internal loads. In case of important retrofit with the implementation of Package 4, the percentage of hours outside zone becomes lower than 5 % over a year in most of the studied cases.



Evolution of thermal comfort for the different actions studied for Office 1 in naturally ventilated mode



Evolution of thermal comfort for the different actions studied for Office 2 in naturally ventilated mode

## 5. Conclusions from the simulation results

With the present work, a methodology has been developed to derive energy saving figures related to sustainable summer comfort.

By evaluating both air conditioned buildings and naturally ventilated ones, this methodology takes into account the fact that air conditioning in buildings is a non mature market as an



important part of the European building stock is still not cooled or air conditioned. The problem of the reduction of energy consumptions due to air conditioning appliances should be also addressed at the source, which means in buildings that are currently not air conditioned. Another main point of this methodology is that it gives a significant liberty to the user providing a clear calculation chain. Thus, the user can decide to not employ our default assumptions and calculate new values based on our simulation results and on his own assumptions regarding seasonal efficiencies.

By using the developed methodology, it appears that the adoption of different types of solar shading devices and the use of adequate ventilation strategies can turn out to be a significant source of energy savings. Typical values of energy savings related to single EIA or package solutions of technical measures applied to typical building types are now available. Several main conclusions can be drawn:

- A reduction of energy needs for cooling up to almost 50% can be reached by applying simple actions (screen blinds, venetian blinds).
- In most cases, the adoption of combined actions can avoid the need of a mechanical cooling system.
- The adoption of automatic radiation control of movable shading devices allows to optimize the use of solar protection components and to reach greater reduction of energy needs for cooling.
- Adequate ventilation strategies have an important potential for cooling energy savings, particularly by adopting automatic control depending on the indoor and the outdoor temperatures. Natural and mechanical ventilation during day and night time allows to evacuate heat gains and loads when it's necessary and possible.
- Occupant behaviours appear to be a key parameter to reduce air conditioning consumptions: Occupants should be able to control solar protection devices by themselves, in summer a casual dress code should be implemented and office furniture should be selected also by regarding summer needs.
- Especially in non air conditioned buildings energy efficient office equipment and lighting systems which do not release unnecessary heat contribute to pleasant summer comfort conditions.

## 6. Passive Cooling solutions

Corresponding to the results of the simulations performed a compendium for solar shading products and passive cooling methods was elaborated. Some examples from this compendium are described in the following text. The whole "Report on Available Products and Passive Cooling Solutions" can be downloaded from both project homepages: [www.izes.de](http://www.izes.de) and [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu).

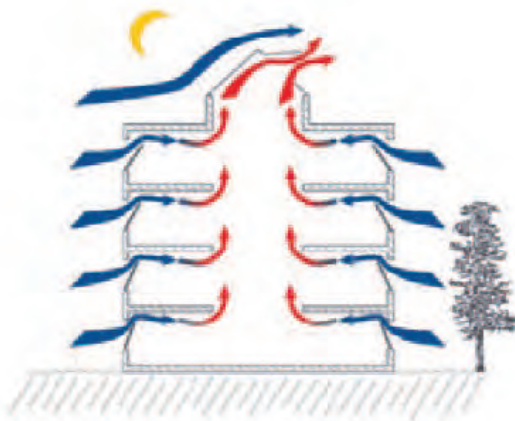
As shown in the simulations for different building types above, a lot of possibilities to avoid mechanical air conditioning systems exist and often passive solutions even in existing buildings and especially for refurbishment purposes meet perfectly the requirements set by the planners, owners and tenants.

### 6.1 Night ventilation

The thermal storage capacity of materials can be used to reduce the peaks of temperature in buildings. During summer, thermal mass can be used to lower the upper daytime temperature, thereby reducing the need for cooling. The over a day warmed-up thermal mass is cooled by



night time ventilation, when outdoor temperatures are low, and allow heat dissipation at the following day when indoor temperatures are high. If a night-ventilation-system is performed well, the building has got adequate thermal mass and solar gains are reduced to a minimum, the installation of an active cooling system can be dispensable.



The principle of free night cooling

Free night ventilation is operating due to the density difference of internal and external air; density is a function of the temperature. Because night temperatures are - at least in central Europe - mostly under 21°C and room temperatures are higher, a density difference is most of the time effective. Wind also generates pressure differences between air-inlet- and -outlet-openings. To do efficient night ventilation it is indispensable that the building can be good flown through by air. Free night ventilation via opened windows can achieve air flow rates from 10 h<sup>-1</sup> and more. Free ventilation can also be realized with overflow-elements in the façade. The thermal mass of a building is the stabilisation-element of the room temperature: The bigger thermal mass, the more evenly the room temperature. Big thermal masses (density x specific heat capacity) are making temperature-vacillations smoother. For the temperature-vacillation within a day the surfaces in the room are crucial. The heat-penetration-coefficient is a mass of the short-thermal impact. The higher the heat-penetration-coefficient, the faster heat can be absorbed or emitted. So, heat peaks can be absorbed at day and given off from the building component at night. If there is too less thermal mass existing, overheating will take place. With heat loaded thermal mass has to be cooled with fresh external air during night and early in the morning. Short time ventilation and ventilation at morning is not sufficient, the penetration time is too short. The recooling period should take at least 5 hours. Ideally night ventilation should take place from 10pm to 10am.

Boundary conditions for free night cooling:

- o The (daily total) cooling load of the building should not be higher than 150 Wh/m<sup>2</sup>d (external shading!)
- o The building should own an adequate thermal mass
- o An operative air change during day should be done
- o Night ventilation of at least 5 hours per night when the external air temperature is under 21°C.
- o Air change rate should be (much) more than 2 h<sup>-1</sup>

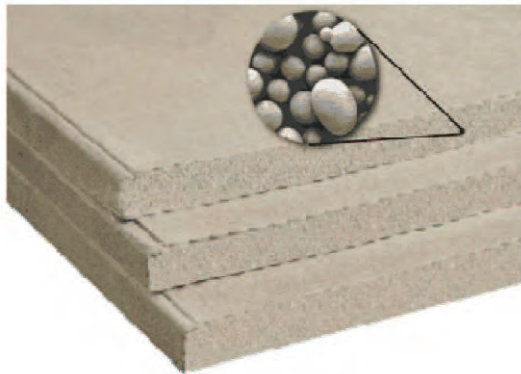




- o Free night ventilation only implementing, when the building can be streamed through well by air; burglary and weather protections are existing.
- o Mechanical night ventilation only, if free ventilation is not feasible

### 6.2 Plaster and plasterboard integrated with Phase-Change-Material

This a measure which was not been taken into account in the simulations. Nevertheless it can be an interesting solution to obtain sustainable summer comfort conditions especially in cases of refurbishment. Systems that use Phase Change Materials (PCM) can be used to store energy and for increasing the thermal mass of a building. All substances store energy when their temperature changes, but when a phase change occurs in a substance, the energy stored is higher. Furthermore, heat storage and recovery occur isothermally, which makes them ideal for space heating /cooling applications. Microscopically plastic-capsules with a core made of wax get insert into the plaster or plaster-boards during fabrication.



Plaster board with integrated PCM (model)

The melting temperature of the wax can be defined during manufacturing. If the room temperature is rising above this melting point (around 21 to 26 °C), wax gets liquid and it absorbs the surplus of room-heat. If room-temperature is falling, the wax is getting hard and is giving heat to the room-air. For the periodical melting and solidification, air-temperature differences during day and night are used, for example via night ventilation. The PCM-

primary-product (Micronal PCM from basf) is delivered as liquid dispersion or as powder. During manufacturing it is added to plaster, plasterboards, spackle or chipboards. All constructions integrated PCM have to be regenerated during night to have a sufficient heat storage capacity next day. This regeneration can occur via night ventilation, with integrated capillary tubes or if existing via static cooling systems or air conditioning.

Parameter	Micronal PCM Smartboard 23	Micronal PCM Smartboard 26	Standard plaster board
Switch-temperature	23 °C	26 °C	-
Latent heat capacity at the switch point	330 kJ/m <sup>2</sup>	330 kJ/m <sup>2</sup>	0 kJ/m <sup>2</sup>
Specific heat capacity	1.2 kJ/kgK	1.2 kJ/kgK	0.85 kJ/kgK
Heat conduction	0.18 W/mK	0.18 W/mK	0.19 W/mK

Plaster boards with integrated PCM compared to conventional ones

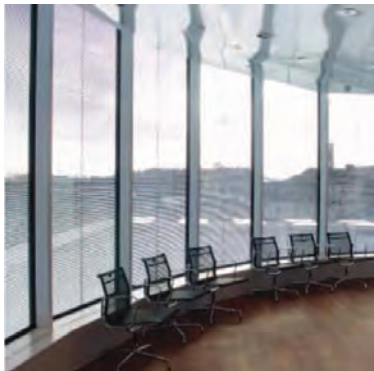


## 7. Examples for solar shading systems

To obtain the most efficient results regarding protection against overheating phenomena in summer, solar shading devices should be installed on the outside surface of glazed facades or between the spaces of the glazing. So they can avoid most effectively the entries of sun radiation and heat in the building.

### 7.1 Solar shading with daylight transport

To support the free night cooling during daytime adapted solar shading systems should be used. One of these systems can be a dynamic solar shading with daylight transport. Light-directing blinds are characterised by their highly reflective slat curtain. In order to provide the best possible sun protection, the slats are adjusted depending on the position of the sun while diffuse low-energy light from the sky is simultaneously transported via the reflectors (slats) into the room. The energy balance of such systems is optimal, they achieve the best sun protection values, reduce the requirement for artificial lighting by up to 80 %, and also ensure solar gains for passive room heating. Light-directing blinds are highly efficient passive cooling systems that can be adapted very well to the outside conditions (direct and diffuse radiation) as they are adjustable and retractable. Light-directing blinds require motorised drives in combination with a user-oriented, automatic control. Motorised light-directing blinds, in connection with motorised drives, a well designed control system and openable windows ensure that no or only little cooling energy is required during the day, while ensuring efficient cooling at night.



Dynamic solar shading devices

Depending on the user behaviour, the glazing, the glazing percentage and the installation position and tightness of the curtain, an improvement of the U value by 5 - 10 % can be achieved. Effect on heating energy requirement: Saving of up to 5 kWh/m<sup>2</sup>a

### 7.2 Roller Shutters

Roller shutters are characterised by a curtain made of many horizontal profiled bars (mostly made of aluminium, plastic or wood) hinged together. These can be raised to open and can be closed tightly for solar protection and darkening purposes; to some extent, roller shutters fulfil some of the security requirements of the user. The entire curtain can be raised, for instance when there is no direct solar radiation or if free solar gains should be used. Special designs may have adjustable slats (similar to blinds) or special profiles to ensure that more natural daylight is utilised better. Roller shutters are very efficient passive shading systems that can be adapted well to the outside climatic conditions (height adjustable). If solar radiation is too strong, up to 85% of the incident sun energy can be blocked (reflected and absorbed) from the interior of the building drastically reducing the use of active cooling systems. During the heating period,



significant solar gains can be achieved as the shading can be deactivated (retracted). Roller shutters, in connection with motorised drives, a well designed control system and openable windows ensure that no or only little cooling energy is required during the day, while ensuring efficient cooling at night. Possible energy savings during the cooling period can be at approx 25 kWh/m<sup>2</sup>a and more. During the heating period, energy savings of up to 10 kWh/m<sup>2</sup>a are feasible.



Roller shutters in use

## 8. Beyond the technical approach

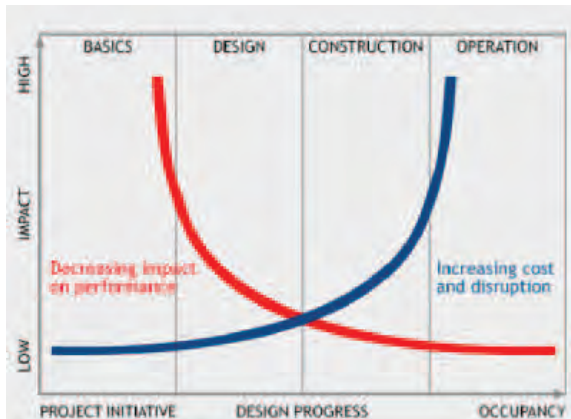
Besides technical possibilities to establish comfortable summer conditions in buildings with low energy consumption, there are also more logistical issues to observe. It is not always evident to find planners, architects and designers who are interested in sustainable summer comfort. Often overheating or discomfort problems in buildings are “solved” by installing mechanical air condition devices afterwards when the construction or refurbishment phase is more or less finished. In these cases neither the needs of the building users nor the real conditions in a building were taken into account. Today the traditional way of constructing buildings is still that every trade is working on its own and not at all in cooperation with all other ones. In a more “integrated” planning and design process, right from the beginning the different trades (architecture, building physics, heating, ventilation, climate and electronic technologies, lighting design, etc.) and primarily the users have to be involved. Only in this manner inconsistent goals in a first time can be pulled together in a second one, synergy effects can be used and reciprocal obstruction of the different systems can be avoided.

To give some practical advice especially to public bodies who are envisaging to refurbish their building stock in an energy efficient way, during the project guidelines to find competent and interested planners in this subject were developed. The guidelines contain suitable advice and checklists to create and evaluate bids and to select planners who have interest and know-how in energy efficient construction and comfortable buildings.

The traditional way of planning, where the architect designs the building, and afterwards building service engineers equip the building with building services systems separately – irrespectively to the needs of users - hits the wall and can not meet these requirements. Therefore comprehensive, integrated planning is necessary. Right from the beginning, the different trades (architecture, building physics, heating, ventilation, climate and electronic technologies, lighting design, etc.) and primarily the users have to be involved in the planning process. If the whole



life cycle of a building is considered, the running costs are much higher than the costs for construction and refurbishment activities. By applying integrated planning the investment costs could be up to 5 % higher but the annual running costs can be reduced by 40 – 70 %. These resulting low running costs will have a major impact on the decision of potential buyers and tenants in the future.



Changes/adjustments in early planning phases can be carried out cheaply and effectively. The later changes on the building are made, the more effort is necessary to reach the goals and the costs for these changes rise considerably.

If running costs for cooling shall be as low as possible, passive design measures have to be realised which can only be integrated, if they are considered from the beginning of the planning phase. During the planning phase regular and intensive communication between the different trades is the most important instrument to find the optimal solutions under consideration of basic conditions and targets. Together in a team the building owner, users, architect, building service engineers, building physics engineers, light managers, energy/facility manager etc. have to define goals, towards which the engineers then align their activities. Regular project meetings have to take place, where the developed options and solutions are presented and discussed and further procedures and goals until the next meeting are defined.

The result of this intense planning are buildings which attract by their architectural design, offer excellent indoor air quality for their users and have low running costs at the same time. To realise them, participating experts have to have special qualities:

- Openness for other ways of planning than usual ways
- Openness for new, innovative and challenging solutions
- Outstanding social, communication and management skills
- Special interest in energy efficiency
- User requirements are in the centre of interest
- Experience/references
- Widespread knowledge of how different concepts effect the energy demand, comfort level and investment costs

Already before launching a call for tender the building owner should make a decision in favour of either a functional or a specification based tender which have both advantages and inconveniences.



### 8.1 Functional tender

Often the customer has decided only on the function required, not which specific measures or solutions are necessary to fulfil the action. These measures and solutions are developed by the planner during the tender process. The purpose of the service and the technical, economical, architectural and functional requirements have to be described by the customer.

A functional specification of services allows the customer to combine flexibility in business dealings, goal setting and control with the planner's creative skills and expertise. The process requires a clear and precise definition of the existing framework and requirements. These help the planner to arrange and prepare a well fitting service package to best meet the customer's needs.

If the specifications of the framework are presented inaccurately and vaguely, uncertainty and conflict of interest are much more likely to occur, resulting in inflated costs and disadvantages, which may affect all parties:

- With regard to the constructor: additional costs for amendments, which can not be ruled out in the contract. Disputes often result in litigation costs and settlements.
- With regard to the building company: losses, because services were not calculated and cannot be implemented through amendments.

Key factors for ensuring cost effective outcomes are accurately defined general conditions and the planner's freedom to implement measures and suggestions according to his ideas and judgement. Assessing and designing the contract through functional tenders can be demanding and time consuming for the customer, as the individual offers cannot be compared.

While the customer can focus on his core business, the planner is faced with the high level of complexity and costs during the tender process, compared to specification based tenders. The additional costs and efforts incurred often result in inflated prices.

As with conventional service tender, it is crucial to solicit several bids or to engage in a tender process. This will spur the planner's creativity, due to competition.

The best bid is determined first via a cash value analysis for quantifiable criteria, followed by a value benefit analysis. The best bid therefore is not necessarily the one that is most cost-efficient, but the one which provides best value for money.

### 8.2 Specification based tender

In this type of tender the customer closely specifies the services required, thus defining the scope of the contract as well as the quality standards requested.

This procedure allows the customer to compare bids more effectively. On the other hand, it puts constraints on the planner's creativity, which might help to track further energy savings measures or to develop more effective plans. For this reason, both the framework and the planner's freedom to implement new ideas need to be well balanced.

Every tender should include a description of the planned building (low energy demand, use of ecological materials, use of renewable energies, implementation of a facility management system etc.) and clear expectations for the bidders.

Some exemplary requirements:

- Maximum energy demand: less than XY kWh/m<sup>2</sup>a
- Maximum cooling demand: less than XY kWh/m<sup>3</sup>a
- Energy demand for lighting: less than XY kWh/a



- Use of passive cooling technologies (If you have chosen a certain technology, you could ask for this technology instead of general passive cooling.)
- Use of renewable energies to cover the demand (If you have chosen a certain technology, you could ask for this instead for the general use of renewable energies.)

The following table shows potential services of a planner. It compares the functional tender with the specification based tender.

Functional tender	Specification based tender
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of a rough concept <i>In a first stage the architectural and technological concept should be developed in accordance with the building owners requirements.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of an architectural concept</li> <li>• Development of a concept of applied technologies, materials and management strategies (facility management)</li> <li>• Organising 2 meetings with the building owner to discuss the concept</li> <li>• Adjusting the concept after the 2 meetings with the building owner</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Making the tender to find professionals/general planner <i>The target is to put together a professional and suitable design team by making a tender. The professionals with the best cost-benefit ratio should be chosen. The design team has to be able to develop a concept which is as cheap as possible during the construction and the running phase.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choosing necessary trades</li> <li>• Developing the specification list</li> <li>• Writing the tender</li> <li>• Adjusting the tender in cooperation with the building owner</li> <li>• Publishing the tender</li> <li>• Comparing the bids</li> <li>• Selecting the “best” bids/Putting together a design team</li> <li>• Discussing the bids with the building owner</li> <li>• Assigning the duties</li> </ul>



### 8.3 Checklist to analyse a bid

After having launched a call for tenders the bids will arrive and they have to be analyzed in a proper way to find out whether they correspond on what the building owner wants. For the analysis of the bids a checklist has been developed.

	Description	Yes?
Is time estimated for a survey of the site?	With a first survey the bidder gets an idea of the site. The orientation, shading objects like other buildings, trees or mountains have a big influence on the energy need of a building and the useable equipment. Architecture and implemented technologies can vary significantly. If the bidder knows these issues he can plan a building which will work under these certain conditions.	<input type="checkbox"/>
Is a time plan developed and are regular meetings included?	During regular meetings participants discuss the progress, problems and solutions they worked out. These meetings are very helpful to figure out difficulties regarding issues of different technical, economic and legislative nature and to discuss how to solve them – always having the common goal in mind.	<input type="checkbox"/>
Is it planned to include additional professions in the meetings?  <i>E.g. architects, daylight planners, HVAC designers, energy consultants, experts for building ecology and building physics, experts for structural engineering, etc.</i>	One single person can't be an expert in all fields. If it is planned to integrate other professions the bidder is aware of and respects this fact and he is likely to involve experts to guarantee a high quality of the result.	<input type="checkbox"/>
Is a start meeting with all participating parties planned?	At a start meeting the involved parties get to know each other and get a common understanding of the project and its goals.	<input type="checkbox"/>
Are references mentioned?	If references are mentioned, the bidder wants to show his successful projects to underline his qualities. If there are no references mentioned in the bid or in an interview, there may not be enough experience.	<input type="checkbox"/>
Is there information about reference cases?	Further information about the reference cases helps to assess his activities.	<input type="checkbox"/>



<p>Are the references similar to your planned building?</p>	<p>Every building category has its specific requirements. Therefore it is advantageous if the examples equal your project. The bidder wants to show that he is experienced in that field and he is likely to meet your requirements.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>Are contact persons for reference cases mentioned?</p>	<p>If the bidder added contact persons for the reference cases, he gives you the opportunity to talk to his customers and get more and different information from them.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>Is a BlowerDoor test planned? <i>A BlowerDoor test is a differential pressure method to measure the tightness of a building.</i></p>	<p>The BlowerDoor test is a quality ensuring tool. If it is offered or recommended in the bid, the bidder is interested in ensuring the quality of the workmanship.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>Is a Thermography measurement planned? <i>A Thermography measurement is a procedure to check the thermal weakness of a building.</i></p>	<p>The Thermography measurement is also a quality ensuring tool. If it is offered or recommended in the bid, the bidder is interested in ensuring the quality of the workmanship.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>Is there evidence of his Know-How? <i>E.g. certificates</i></p>	<p>If the bidder attended several relevant courses it shows that he wants to be up to date to be able to offer his customer the best suitable solution.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>Are companies considered which are close to the planned building?</p>	<p>In order to minimise transport ways and to optimise availability, companies located near the planned building should be preferred, but the quality of work should be more decisive than the distance.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>Is it mentioned to use regionally available resources?</p>	<p>Using regionally available resources minimises the transportation ways, save the environment and strengthen the added value.</p>	<input type="checkbox"/>





Are simulations recommended?	Different programs allow to simulate the behaviour of a building and analyse effects, advantages and disadvantages of different solutions. So the building, its equipment, the energy consumption, the user satisfaction, etc. can be planned very exactly when undertaking simulations.	<input type="checkbox"/>
Is the bidder offering innovative strategies and technologies? <i>E.g. passive cooling technologies, innovative façade concepts, use of solar energy, heat pumps, wood pellets, etc</i>	If the bidder is offering these innovative approaches and he has experience with them it shows, that he is up to date and he is interested in keeping the running costs of a building as low as possible and keeping the user satisfaction as high as possible at the same time.	<input type="checkbox"/>
Does the bidder refuse air conditioning systems?	If he is tending to avoid active air conditioning systems it shows that he wants to avoid unnecessary cooling demand.	<input type="checkbox"/>
Does the user/building owner have enough influence capability?	The user/building owner should have influence capability. A good planner knows that the user's satisfaction depends on the extent to which his needs and wishes are considered.	<input type="checkbox"/>
Did the bidder inform you about energy management?	To keep the running costs of a building as low as possible it is important to watch the energy consumptions to analyse it and to react. An energy management system includes all these actions.	<input type="checkbox"/>
Does the bidder consider training courses for users in order to ensure right operation of the building?	Users of a building have a big influence on the buildings energy performance. They have to be informed accurately about the building, the technology and how to operate it.	<input type="checkbox"/>

#### 8.4 Checklist to analyse the first interview

After having analyzed the offers some selected planners will be invited for interviews. Also for the analysis of the interviews some crucial requirements should be observed. The best way for this is the evaluation of the interviews with a checklist which also can help to structure the interview itself in the run-up.



	Description	Yes?
Did the bidder take enough time to inform you and to answer your questions?	If the bidder took enough time to answer your questions, he is interested in your requirements and doesn't only want to realise <i>his</i> concept.	<input type="checkbox"/>
Does the bidder inform you about risks? <i>E.g. time adjustments, useful insurances, etc.</i>	If this information is given, you know about the risks and eventually arising costs in advance and he gives you the chance to react early in case.	<input type="checkbox"/>
Does the bidder take the use of the building into consideration?	The major task of the building is to meet the requirements of the user and the building owner. A building is well planned, if these requirements are one of the main points of interest.	<input type="checkbox"/>
Is the bidder interested in energy targets?	If the bidder is often arguing with resulting energy savings or stating problems with consumption of specific solutions, he is likely to consider this issue also in further phases.	<input type="checkbox"/>
Does the bidder have own recommendations? <i>E.g. changes to the site, changes to existing plans, further ideas etc.</i>	If parts of a concept already exist and the bidder is advertent and has ideas to improve the concept to lower the energy consumption he is likely to consider this issue in further phases.	<input type="checkbox"/>

## 9. Conclusions from the project Keep Cool

Based on the findings of the first Keep Cool project in the second one there were elaborated technical and organisational support to facilitate the realisation of a building with comfortable summer conditions by consuming less energy as comparable ones in summer and winter. For the first time some benchmarks for calculating sustainable summer comfort were developed and also guidelines especially for the target group public bodies had been carried out. All project results are available on the home pages of the project: [www.izes.de](http://www.izes.de) and [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu) .

On the IZES homepage some deliverables and comprehensive statements are also available in German.

In total the project contributed a lot to integrate sustainable summer comfort also in national legislation and in the amendments for the National Energy Efficiency Plans.



# ERNEUERBARE ENERGIE

2008-2

Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft

Aus dem Inhalt:

## Nachhaltige Gebäude:

Nachhaltige  
Sommerlösungen  
Kühlenergiebedarf  
Thermoaktive  
Bauteilsysteme  
Architektonische  
Lösungen

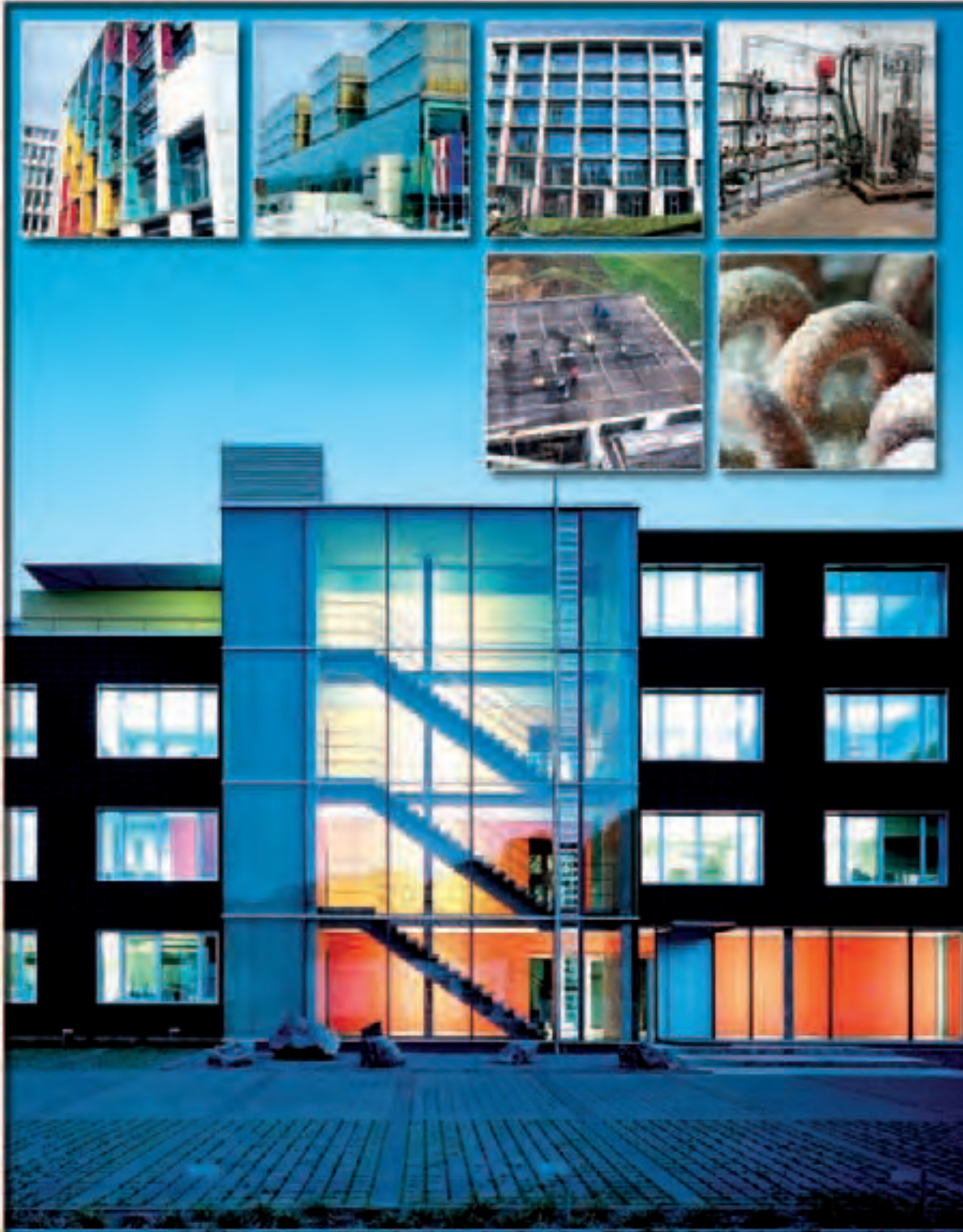
## Solare Kühlmaschinen:

Adsorptionskälte-  
maschine  
Solare Absorptions-  
kältemaschine

## Wasser- management:

Kühlen mit  
Regenwasser

**ee** ist eine Publikation  
der Arbeitsgemeinschaft  
ERNEUERBARE ENERGIE



## Sommerkomfort im Büro- und Verwaltungsbau

# 9. Internationales Symposium für Sonnenenergienutzung

## GLEISDORF SOLAR 2008

3. bis 5. September 2008 • GLEISDORF • ÖSTERREICH

Die **AEE INTEC** veranstaltet in Kooperation mit der Stadt Gleisdorf und der Feistritzwerke Steweag GmbH vom 3. bis 5. September 2008 zum neunten Mal das internationale Symposium »Gleisdorf Solar«.

Das Symposium hat sich in den vergangenen Jahren zu einer Veranstaltung mit großer internationaler Beteiligung entwickelt. 400 TeilnehmerInnen aus ca. 20 Nationen werden bei der Veranstaltung erwartet.

Führende Experten der Branche informieren in Fachvorträgen über den Stand der Technik, gelungene Umsetzungsprojekte, neue Entwicklungen und die Marktentwicklung.

### Schwerpunkte des Symposiums 2008

- Neue Märkte
- Komponenten und Systementwicklungen
- Solaranlagen mit hohen Deckungsgraden
- Solares Kühlen
- Das solar versorgte Haus – Heizen und Kühlen aus einem System
- Solares Bauen mit aktiven solaren Systemen

### Konferenzsprachen

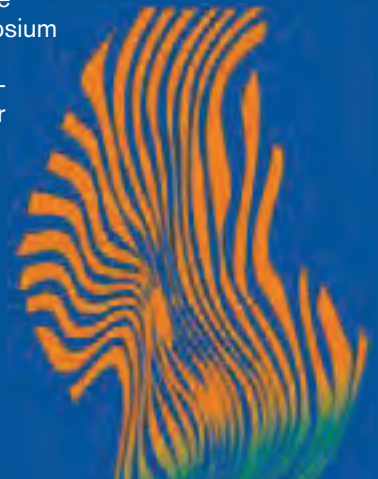
Deutsch und Englisch – Simultanübersetzung

### Fachausstellung

Wie in den vergangenen Jahren wird das Symposium durch eine Fachausstellung abgerundet, in der Neuentwicklungen und erprobte Solartechnologien sowie energieeffiziente Technologien präsentiert werden.

### Das Ambiente

Mit dem **forum kloster**, einem ehemaligen Dominikanerinnenkloster im Zentrum von Gleisdorf steht für das Symposium eine Tagungsstätte zur Verfügung, das sowohl die räumlichen wie auch die infrastrukturellen Erfordernisse für eine derartige Veranstaltung bestens erfüllt.



### Anmeldung



#### AEE INTEC

A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19  
Tel.: +43 (0) 3112 / 5886  
Fax: +43 (0) 3112 / 5886-18  
Seminare-aeointec@aei.at

Weitere Details finden Sie unter [www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)

## Internationale Tagung „30 Jahre IEA-Energieforschung“: Solarenergie und energieeffiziente Gebäude

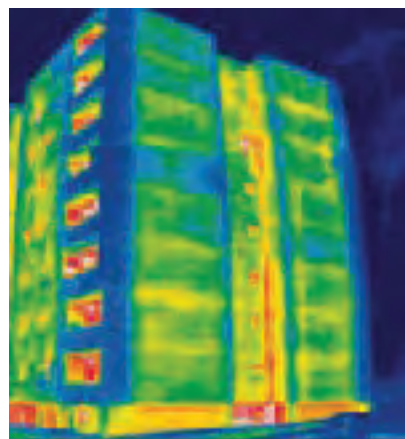
11. Juni 2008, 9 - 16 Uhr, Graz, Hotel Weitzer, Grieskai 12 - 16

Österreich beteiligt sich seit 30 Jahren an Forschungsprojekten im Rahmen des Programms „Solares Heizen und Kühlen“ (SHC) der Internationalen Energieagentur. Seit nunmehr drei Jahren arbeiten österreichische Experten auch an Projekten des IEA-Programms „Energieeffizienz in Gebäuden und Kommunen“ (ECBCS) mit.

Im Rahmen der diesjährigen Treffen der Exekutivkomitees dieser IEA-Forschungsprogramme in Graz führt die AEE INTEC im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie die Tagung „30 Jahre IEA Energieforschung“ durch.

Bei dieser Tagung stellen internationale Experten die Ergebnisse von derzeit laufenden IEA-Forschungsprojekten vor. Einen besonderen Schwerpunkt bilden jene Projekte, an denen sich Österreich beteiligt.

Durch die aktuellen Beschlüsse der Europäischen Kommission zu den 20% Zielen erhalten die Ergebnisse dieser Energieforschungsprojekte und deren rasche Umsetzung besondere Aktualität.



Quelle: Grazer Energieagentur

### Die Schwerpunkte der Tagung:

- Beitrag der Solarthermie zu den 20% Zielen der EU
- Neue Materialien in der Solartechnik
- Thermische Speicher mit hohen Energiedichten
- Solares Heizen und Kühlen
- Hocheffiziente Gebäudesanierung in der „bewohnten Baustelle“
- Null-Energie-Häuser – das Zukunftskonzept
- Hocheffiziente Beleuchtung – neue Wege mit LEDs



International Energy Agency  
Energy Conservation in  
Buildings and Community  
Systems Programme

Detailprogramm und Anmeldung: [www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)

Im großvolumigen Büro- und Verwaltungsbau – auch *Nicht-Wohnungsbau* genannt – ist durch hohe interne Lasten wie z. B. EDV-Geräte auf der einen Seite, und durch große passive Energiegewinne aufgrund großflächiger Verglasungen auf der anderen Seite zumeist ein Kühlbedarf in den Sommermonaten und z. T. auch in der Übergangszeit gegeben. Dass nicht in jedem Fall eine konventionelle Kompressionskältemaschine zum Einsatz kommen muss, soll hier gezeigt werden.

Längst sprechen die Fachleute nicht mehr von „Kühlung“ alleine, sondern von „Komfort“ im Allgemeinen, denn ein angenehmes Raumklima wird durch mehr als niedrige Temperaturen bewirkt. In dieser Ausgabe von **erneuerbare energie** werden konkrete Beispiele an umgesetzten nachhaltigen, passiven Konzepten für den Sommerkomfort im Nicht-Wohnungsbau gezeigt.

Das Laborgebäude der Biokatalyse der TU-Graz und das Justizzentrum in Leoben werden ab Seite 15 präsentiert. Das Laborgebäude vermeidet sommerliche Übertemperaturen mittels Betonkernaktivierung und flexible, außenliegende Elemente für den Sonnenschutz. Beim Justizzentrum in Leoben wurde ein nachhaltiger Sommerkomfort ohne mechanische Lüftung oder Klimatisierung erreicht. Eine Doppelfassade aus Glas mit automatisiertem, reflektierendem Sonnenschutz trägt im Winter und im Sommer zu energetischen Vorteilen bei.

Ein bewährter Lösungsansatz der Langzeitenergiespeicherung wird ab Seite 19 behandelt: Hier wird die Wärmespeicherung im Erdreich mittels Energiesonden für Heizen und Kühlen in Bürogebäuden beschrieben.

Wenn nach dem Einsatz von verschiedenen passiven Kühlstrategien noch eine Spitzenlast zu decken bleibt, bietet sich die solare Kühlung als nachhaltige Technologie an.

Neueste Entwicklungen im Bereich von solar betriebenen Kühlmaschinen aus Deutschland und Österreich werden anhand von zwei Beispielen vorgestellt. Nach dem derzeitigen Stand beginnen sich Anlagen mit einer Kälteleistung von 5 bis 20 kW auf dem Markt zu etablieren.

Der Artikel „Kühlen mit Regenwasser“ ab Seite 32 zeigt weitere Möglichkeiten auf, wie Umweltenergien für die Kühlung eingesetzt werden können. Hier werden umgesetzte Beispiele für Regenwassernutzung in Kühltürmen und in der Prozesskühlung vorgestellt.

Mit sonnigen Grüßen  
Charlotta Winkler und Irene Bergmann

## Impressum

### Eigentümer, Herausgeber und Verleger:

AEE - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE – Dachverband  
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, Tel.: +43 (0)3112 / 5886  
E-Mail: [office@ae.at](mailto:office@ae.at)

### Redaktion:

Irene Bergmann, Christian Fink, Karl Höfler, Martin Regelsberger, Ewald Selvička, Rosa Magdalena Stranzl, Werner Weiss, Charlotta Winkler

Die Zeitschrift **erneuerbare energie** ist die Mitgliederzeitung der AEE Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE – Dachverband und erscheint vier Mal jährlich. Das Abo ist im Mitgliedsbeitrag von € 28,- inkludiert. Einzelexemplare zum Preis von € 3,60 bitte angefordern!

**Bankverbindung:** Raiffeisenbank Gleisdorf, Kto.-Nr. 104.430, BLZ 38103, IBAN: AT09 3810 3000 0010 4430, SWIFT-BIC-CODE: RZSTAT2G103

**WWW:** <http://www.aee.at>

**Versand:** Elisabeth Reitbauer

**Anzeigen:** Eva Steinmüller



## Nachhaltige Gebäude

Nachhaltiger Sommerkomfort im Projekt Keep Cool II Sommerlösungen für den Nicht-Wohnungsbau Von Charlotta Winkler .....	4
Kühlenergiebedarf von Nichtwohngebäuden Die Umsetzung der EU-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in Österreich Von Wolfgang Streicher .....	8
Heizen und Kühlen mit Thermoaktiven Bauteil- systemen und Umweltenergie Von Doreen Kalz, Jens Pfafferoth und Sebastian Herkel ..	11
Transparente architektonische Lösungen Strategien für Energieeinsparungen und Maßnahmen gegen sommerliche Überhitzung im Bürobau Von Karl Höfler .....	15
Wärme- und Kältespeicherung im Gründungsbereich von Bürogebäuden Von Franziska Bockelmann, Herdis Kipry und M. Norbert Fisch .....	19
Große Wohnanlagen in Passivhausqualität Von Waldemar Wagner .....	22

## Solare Kühlmaschinen

Adsorptionskältemaschine auf Silikagel-Basis Kleine und leistungsstarke Klimageräte der SorTech AG Von Walter Mittelbach .....	26
Kühlen mit der Sonne: Solare Absorptionskältemaschine Von Werner Pink .....	29

## Wassermanagement

Kühlen mit Regenwasser Von Mathias Kaiser .....	32
--	----

## AEE Projektinformationen & Service

New4Old – Neue Energie für alte Gebäude Von Elisabeth Koschar .....	37
AEE-Solaranlagen-Beratung .....	38
Tagungen, Seminare, Exkursionen und Vorträge der AEE .....	38
Tagungen .....	37

**Titelfotos – Hintergrundmotiv:** Jörg Hempel, Aachen, und VIKA Ingenieur GmbH Aachen; **obere Reihe:** AEE INTEC (3), Dipl.-Ing. Werner Pink; **zweite Reihe:** solares bauen GmbH, SorTech AG.

**Typo / Repro / Deco:** STEINHUBER INFODESIGN, Graz

**Druck:** Universitätsdruckerei Klampfer, 8160 Weiz

**Auflage:** 7.500 Stück

**Wissenschaftlicher Beirat:** Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Faninger, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Reinhold W. Lang, Dipl.-Ing. Kurt Pollak, Dr. Dipl.-Ing. Erich Podesser, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. August Raggam, Univ.-Prof. Dr. Stefan Schleicher, Univ.-Prof. Dr. Hans Schnitzer, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Streicher, Dipl.-Ing. Heinrich Wilk

# Nachhaltiger Sommerkomfort im Projekt Keep Cool II



## Sommerlösungen für den Nicht-Wohnungsbau



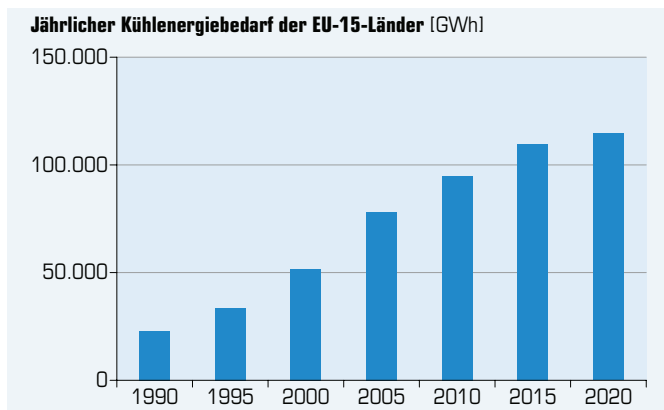
▲ **Abbildung 1**  
**Gebäude mit flexiblem Verschattungssystem,  
horizontal und vertikal regulierbar**

\* Dipl.-Ing. *Charlotta Winkler* ist Mitarbeiterin  
der AEE INTEC, [c.winkler@ae.at](mailto:c.winkler@ae.at)

### Von Charlotta Winkler\*

Statt in einem fertigen Gebäude ein Splitgerät für die Klimatisierung zu installieren, sollten sorgfältige Planungsschritte und eine energetisch vernünftige Architektur dazu führen, dass aktives Kühlen auf ein Minimum reduziert wird oder überhaupt nicht mehr notwendig ist. Den Markt vom „Kühlen“ zu „nachhaltigem Sommerkomfort“ für Nicht-Wohnbauten umzuwandeln, ist das Ziel des im Jänner 2008 gestarteten EU-Projekts „KeepCool II“.

Der Energiebedarf steigt weltweit und in Europa: für den Verkehr, für die Industrie, für das Heizen und Kühlen. Die Majorität der moderne Büro- und Verwaltungsbauten wird mit Glasfassaden gebaut und die Büros sind mit diversen Bürogeräten ausgestattet. Diese Art zu bauen führt zu hohen internen und externen Lasten, welche die Raumtemperaturen in den Sommermonaten drastisch erhöhen. Die heutige Technik bietet aber schnell zu realisierende Möglichkeiten, die Innentemperaturen im Sommer zu reduzieren: Splitgeräte werden nach dem Bauabschluss installiert, um das gewünschte Raumklima sicher zu stellen. Ein klimatisiertes Dienstleistungsgebäude wird nicht mehr als Luxus betrachtet, sondern wird von Käufern und Mietern als Standard gesehen. Kraftwerke und Stromnetze sind im Sommer in vielen Ländern inzwischen enorm belastet und in der Folge sind teure Ausbauten notwendig. Eine Hitzewelle im März 2008 im Bundesland South Australia, Australien, trieb die Strompreise auf Grund der Engpässe der Kraftwerke wegen der vielen in Betrieb genommenen Kühlanlagen innerhalb von acht Stunden von 12 AUSS\$ (7,06 €) auf 10.000 (5.900 €) AUSS\$ pro MWh! [1]. In Nordamerika sind fast 80% der Wohnhäuser mit Klimaanlage ausgerüstet [2]. In Europa liegt der Schwerpunkt von sommerlicher Kühlung in Nicht-Wohnbauten (Büro- und Verwaltungsgebäude, Kliniken, Schulen, etc.). Das wirtschaftliche Wachstum der letzten 20 Jahre in den südeuropäischen Ländern hatte eine starke Zunahme an installierten Klimageräten für den wichtigen Nicht-Wohnbau-Sektor zur Folge [3]. Ein Szenario, publiziert in [4], geht davon aus, dass 2020 der Anteil an Gewerbe- und Bürogebäuden des Gesamtgebäudeneubaus 70 % ausmachen wird.



▲ **Abbildung 2**  
**Steigender Kühlenergiebedarf in Europa mit**  
**Zukunftsprognose für 2015 und 2020 [3]**

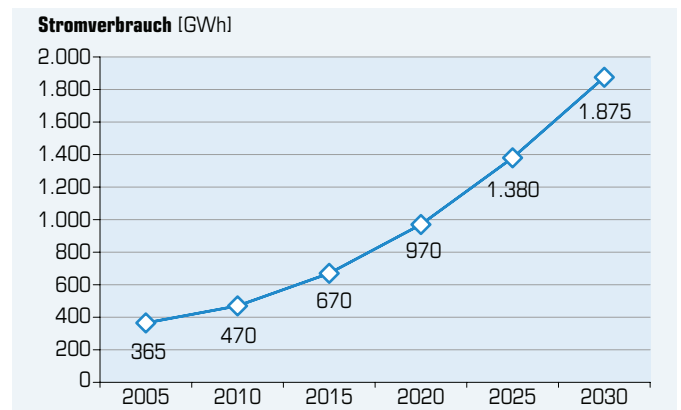
Im Jahr 1990 betrug die gekühlte Gebäudefläche der EU-Staaten (EU-15) 540 Millionen Quadratmeter. Bis 2005 stieg die Zahl auf 1.800 Mio m<sup>2</sup> und eine Prognose für 2020 sagt eine Zunahme dieser Fläche auf 2.700 Mio m<sup>2</sup> voraus [3]. In **Abbildung 2** ist der prognostizierte jährliche Kühlenergiebedarf der EU 15 Länder in GWh dargestellt.

In **Abbildung 3** ist ein Szenario für Österreich dargestellt, welches den prognostizierten Strombedarf für die Klimatisierung von 2005 bis 2030 zeigt [5].

### Ergebnisse von „KeepCool“

Diese Trends und die steigende Problematik für den Energiemarkt in Europa lagen dem EU Projekt „KeepCool“, welches von 2005 bis 2007 unter der Koordination der österreichischen Energieagentur lief, zugrunde. „KeepCool“ hatte als Hauptziel, die Marktdurchdringung für nachhaltige Kühlkonzepte und Technologien in den teilnehmenden Ländern zu verbessern und Aktivitäten durchzuführen, die eine weitere Steigerung des Kühlbedarfs in Nicht-Wohnbauten verhindern. Da die Bauherren die wesentliche Rolle bei der Investition spielen, richtete sich das Projekt hauptsächlich an diese Gruppe. Ziel der Aktivitäten war es, die Bauherren über die Leistungen und Möglichkeiten nachhaltig zu kühlen zu informieren und sie durch Vermarktung und Verbreitung vorhandener Technologien, dem zugehörigen Know-how und den Planungswerkzeugen davon zu überzeugen, nachhaltiges Kühlen auch umzusetzen.

► **Abbildung 4**  
**Erdreichwärmetauscher als**  
**passive Kühltechnologie**

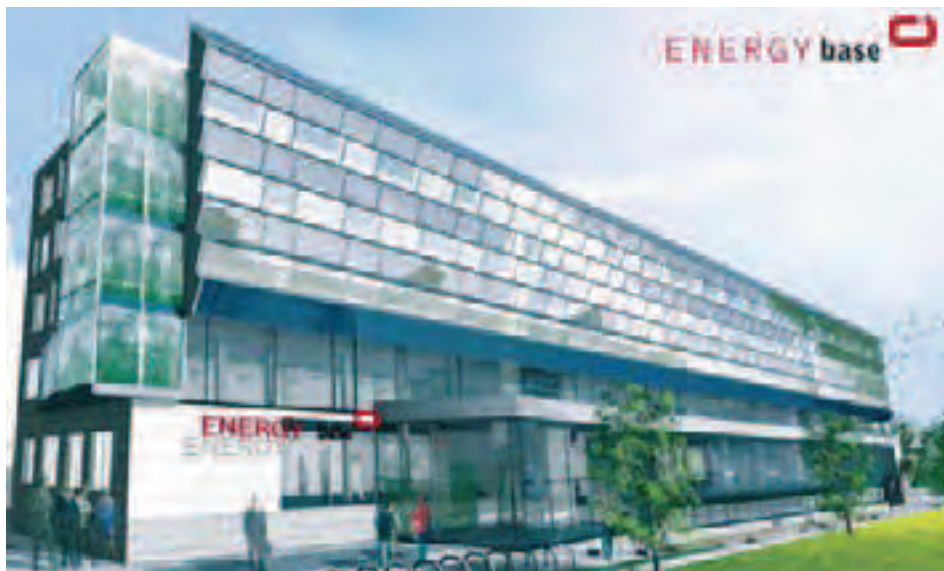


▲ **Abbildung 3**  
**Szenario des Stromverbrauches für Klimatisierung**  
**in Österreich [5]**

### Online-Tool

Um die Kenntnisse über den Stand der Technik passiver Kühlkonzepte für Planer und Bauherren nutzbar zu machen, wurde der Planungs-Pfad „Nachhaltiger Sommerkomfort“ definiert, um mit dessen Hilfe den Kühlbedarf in Gebäuden zu reduzieren. Dieser Ansatz galt als Grundlage für ein Online-Tool, das sich an die Zielgruppen Bauherren, Wartungspersonal, Gebäude-Nutzer und Berater richtet. Hier können Informationen auf verschiedenen technischen Niveaus gefunden werden. Das Tool bietet Technologiebeschreibungen für passive Kühlkonzepte (wie Außenverschattung, Nachtlüftung und Tiefensonden), „best practice“-Beispiele und eine Analyse der nationalen Komfortgesetzgebung. Weiters sind Experten und Lieferanten passiver Kühlkonzepte in den beteiligten Ländern aufgelistet. Dieses Tool ist unter [www.ceeeta.pt/keepcool](http://www.ceeeta.pt/keepcool) zu finden.

Ein Pfad, der zu einem passiven Kühlkonzept eines Gebäudes führen soll, wurde in mehreren Schritten definiert: Definition des Innenraumklimas, wenn möglich die Auswahl eines günstig



◀ **Abbildung 5**  
EnergyBase Bürobau  
in Wien

Quelle:  
Wiener Wirtschaftsförderungsfond (WWFF)

**Abbildung 6 ▶**  
Innentemperaturen gegenüber  
Außentemperaturen für die  
Fanger- und Adaptive-Modelle [4]

positionierten Baugeländes, Reduktion von inneren und äußeren Lasten, die Reduktion des Wärmetransportes durch die Gebäudehülle sowie das Erlauben flexiblen Nutzerverhaltens (angepasste Kleiderverordnung, flexible Arbeitszeit, Möglichkeit Fenster zu öffnen). Als weitere Schritte sollen, wenn notwendig, passive Kühlkonzepte eingesetzt werden. Wenn trotz dieser Maßnahmen ein Kühlbedarf verbleibt, sollen Kühlmaschinen mit thermischem Antrieb (Solarwärme, Abwärme, etc) oder konventionelle Kühltechnologien mit sehr hoher Effizienz für die Abdeckung der Spitzenkühllasten verwendet werden. Wichtige Aspekte wie Betrieb, Wartung und Monitoring von Bürogebäuden mit installierten passiven Kühlkonzepten sind ebenfalls im Tool beschrieben.

**Abbildung 5** zeigt ein Modell des Büros von ENERGYbase Bürobau in Wien. Der geplante Termin für die Fertigstellung ist Sommer 2008. Das Kühlkonzept sieht mehrere Maßnahmen vor. Hier werden PV-Module auch als Außenverschattung, Grundwasser für die Kühlung mittels Bauteilaktivierung und eine solare Kühlanlage für Frischluftkühlung eingesetzt. Pflanzen dienen zur natürlichen Befeuchtung und wurden bei der Planung mit produzierter Feuchte per Zeiteinheit abhängig vom Tageslichtangebot im Gesamtsystem mitoptimiert.

### Änderungs-Behaglichkeits-Modell

Weiter war das Projektkonsortium in der Überarbeitung des Europäischen Standard EN 15251 („Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik“) involviert. Es konnte erreicht werden, dass das so genannte „Adaptive Comfort Model“ („Änderungs-Behaglichkeits-Modell“) in dieser Norm berücksichtigt wurde. Das Modell ist ein Verhaltensansatz, der darauf baut, dass Menschen im täglichen Leben nicht passiv in Beziehung zu ihrer Umgebung sind, sondern tendieren, es sich behaglicher („comfort“) zu machen, indem sie Änderungen („adaptive“) an ihrer Kleidung, ihren Aktivitäten und ihrer Körperhaltung, wie auch an ihrer thermischen Umgebung ausüben. So könnten „Änderungsmöglichkeiten“ zur Verfügung gestellt werden, indem die Fenster geöffnet werden können, Ventilatoren vorhanden sind oder dass die Kleider-

ordnung am Arbeitsplatz für den Sommer entspannter ist.

**Abbildung 6** zeigt Behaglichkeitstemperaturen gegenüber Außentemperaturen mit dem „Änderungs-Behaglichkeits-Modell“ im Vergleich zum so genannten „Fanger Model“, wobei Letzteres auf Gleichungen der ISO 7730 mit fixierten Konstanten basiert.

### Umsetzung in Österreich

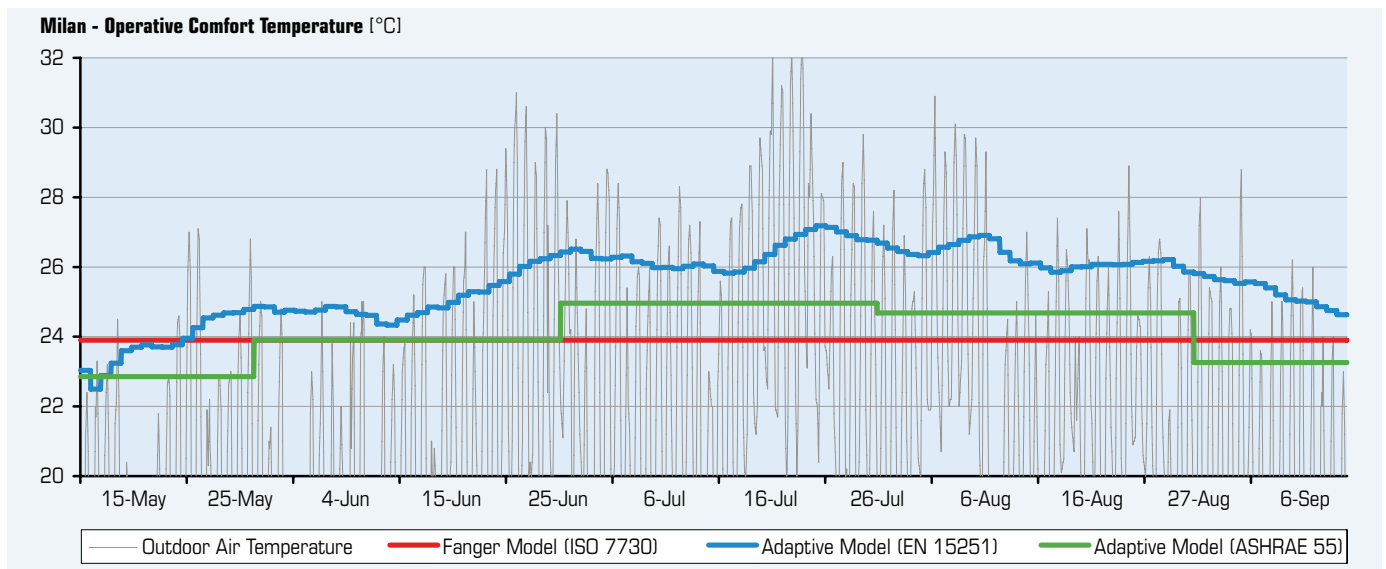
Im Rahmen der Umsetzung der neuen europäischen Gebäude-richtlinie in Österreich konnten Obergrenzen beim zulässigen Kühlbedarf für Neubauten und große Sanierungsprojekte von Nicht-Wohnbauten in der neuen Gebäuderichtlinie eingeführt werden. Bei Wohngebäuden müssen laut der Gebäuderichtlinie Maßnahmen gegen Überhitzung im Sommer gesetzt werden und für den Nicht-Wohnbau sind maximale Werte für Kühllasten vorgegeben. Der Energieausweis wird die Energieeffizienz für Käufer, Vermieter und Mieter transparent machen und damit werden gut gedämmte Gebäude im Winter und Gebäude mit Maßnahmen für einen nachhaltigen Sommerkomfort für die Akteure am Markt ins Licht gerückt. Weitere Informationen zum aktuellen Stand der österreichischen Gebäuderichtlinie werden im Folgeartikel von W. Streicher, der intensiv an den Richtlinien mitgearbeitet hat, vorgestellt. Weiters wurden vom Projektteam in „KeepCool“ Empfehlungen für die Berücksichtigung von energieeffizienten Maßnahmen für den Sommerfall in der Umweltförderung der Kommunalkredit Austria AG vorgeschlagen.

### „KeepCool“ II – nachhaltiger Sommerkomfort

Jetzt führt das Nachfolgeprojekt „KeepCool II“, das im Jänner 2008 gestartet wurde, die Arbeit des ersten Projekts weiter. 12 Partner aus acht europäischen Ländern beteiligen sich am Projekt, dessen Hauptziel es ist, den Markt für Nicht-Wohnbauten vom „Kühlen“ zum „nachhaltigen Sommerkomfort“ umzuwandeln. Damit ist gemeint, einen guten Sommerkomfort, ohne oder nur unter geringem Einsatz konventioneller Energiequellen und mit umweltverträglichen Materialien zu schaffen. Folgende Zielsetzungen werden im Projekt verfolgt:

- Etablierung und Verbreitung von Technologien für „nachhal-





tigen Sommerkomfort“.

- Zusammenstellung von Anreizen und Motivationsfaktoren für Planer um in Richtung integraler Planung zu gehen.
- Einführung bzw. Stärkung von nachhaltigem Sommerkomfort in den nationalen Aktionsplänen für Energieeffizienz („Energy Efficiency Action Plans“ – EEAP) und Leitfäden für die öffentliche Beschaffung und nationale Gebäudestandards.
- Transfer der Ergebnisse direkt zu den relevanten Zielgruppen, durch breite Verbreitungsaktivitäten auf nationaler und europäischer Ebene.

## Maßnahmen

Das Projektteam will diese Ziele in zwei Phasen erreichen. In der ersten Phase werden praktische Empfehlungen zusammengestellt, um die wichtigsten Marktbarrieren zu überwinden. Diese Barrieren sind z.B. die Verbreitung von falschen Planungsregeln oder Betriebsanleitungen von Gebäuden bzw. der Mangel finanzieller Honorierung von Fachleuten, die Gebäude energieeffizient oder überhaupt ohne Kühlbedarf planen. Ein Überblick über die Energieeffizienzkriterien in den nationalen Gebäude Richtlinien bezüglich Sommerkomfort bzw. konventionelle Kühltechnologien wird zusammengestellt. Die bestehenden nationalen Gebäude Richtlinien werden miteinander verglichen und es werden Empfehlungen gemacht, wie Maßnahmen zum nachhaltigen Sommerkomfort in Standards inkludiert werden können.

Weiter wird angestrebt, Prozeduren und Werkzeuge (mit Fokus auf die Umsetzung nachhaltigen Sommerkomforts) für die Mitgliedsstaaten bei der Umsetzung der EU-Vorschrift „Energy End Use Efficiency and Energy Services“ Artikel 5 (EEE-ESD) für öffentliche Beschaffung und Gebäudemanagement zu finden. In diesem Artikel 5 werden die Mitgliedsstaaten verpflichtet, dass sowohl der öffentliche Sektor als auch Agenturen eine Vorreiterrolle in der Steigerung von Energieeffizienz spielen müssen. Weiters wird das Projekt in der ersten Phase nationale Institute bei der Vorbereitung des EEAP entsprechend der Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen („Direktive on energy end use efficiency and energy services“) unterstützen. Diese Un-

terstützung besteht vor allem aus der Entwicklung einer sogenannten „Bottom-Up“ Bewertung der Energieeinsparungen in Relation zu Lösungen des nachhaltigen Sommerkomforts.

## Verbreitungskampagnen

In der zweiten Phase wird „KeepCool“ II zur Marktdurchdringung durch Verbreitungskampagnen unterschiedlicher Gruppen beitragen. Hier sind die Zielgruppen die ganze Marktkette angefangen von der Herstellerindustrie bis zu den Bauherren bzw. nationale Entscheidungsträger sowie Schlüsselspieler auf EU-Ebene. Diese Gruppen sollten u. a. durch bestehende Netzwerke erreicht werden. Das Toolkit wird weiter als Plattform für das Projekt fungieren. Die Inhalte werden auch im Laufe des Projektes ständig aktualisiert.

## Ausblick

Durch konkrete Vorstellungen und vorab definierte Ziele können bei einem Bauvorhaben umweltschonende Energiekonzepte für Heizen und Kühlen implementiert werden. Um vom steigenden Strombedarf für die Klimatisierung wegzukommen und der Energieautonomie näher zu kommen, sollten Gebäuden so geplant und gebaut werden, dass der Energiebedarf im Sommer wie auch im Winter minimal ist. Wenn noch Energiebedarf vorhanden ist, sollten passive Technologiekonzepte für die restliche Energie eingesetzt werden. Dafür gibt es fertige Lösungen. Letztendlich müssen aber auch noch das Bewusstsein und die Initiativen bei den Entscheidungsträgern steigen, um diese Konzepte umzusetzen zu können.

## Literatur

- [1] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australien, 2008
- [2] Low Energy Architecture Research Unit (LEARN), UK
- [3] EECCAC Jérôme Adnot et al., 2002, 2003
- [4] EU-Projekt „KeepCool“ Endbericht 2007
- [5] Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030, Reinhard Haas et al., 2007



◀ **Abbildung 1**  
**Beispiel einer Lochfassade mit gebäudeintegrierten Verschattungselementen eines Wohngebäudes**

Quelle: TISUN

# Kühlenergiebedarf von Nichtwohngebäuden

## Die Umsetzung der EU-Richtlinie 2002 / 91 / EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in Österreich

Von **Wolfgang Streicher**\*

Die EU-Gebäuderichtlinie (DIRECTIVE 2002 / 91 / EC über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) ist ein verbindlicher ganzheitlicher Ansatz für die energetische Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden und fordert die Festlegung von nationalen Standards für den Neubau und für den Bestandsbereich. Die Richtlinie fordert die Einführung eines Energieausweises, welcher bei Neubau, Verkauf und Vermietung von Gebäuden und Teilen von Gebäuden (Nutzungseinheiten) zu erstellen und vorzulegen ist. Die Gebäuderichtlinie bezieht sich auf die Wärmedämmung, den Nutzenergiebedarf für Heizung und Kühlung, die Heizungsanlage, die Warmwasserversorgung, die Klimaanlage, das Belüftungssystem, die Befeuchtung und die Beleuchtung.

\* Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.tech. **Wolfgang Streicher** ist Leiter der Arbeitsgruppe „Energieeffiziente Gebäude“ am Institut für Wärmetechnik der TU Graz, [w.streicher@tugraz.at](mailto:w.streicher@tugraz.at), <http://www.iwt.tugraz.at>

Das österreichische Energieausweis-Vorlage-Gesetz gilt für Neubauten ab 1. Jänner 2008. Bei Vermietung oder Verkauf bestehender Gebäude, die auf Grund einer vor dem 1. Jänner 2006 erteilten Baubewilligung errichtet wurden, gilt es ab dem 1. Jänner 2009. Im Laufe des Jahres 2008 werden in allen Bundesländern die notwendigen Baugesetze beschlossen werden (Tirol und Vorarlberg bereits seit 1. Jänner 2008).

### Berechnungsnormen für den Energieausweis

Die OIB Richtlinie legt die folgenden Punkte fest:

- Anforderungen an den Energiebedarf
- Layout des Energieausweises für Wohn- und Nichtwohngebäude (**Abbildung 2** zeigt das Layout für Nichtwohngebäude).

Die folgenden Berechnungsmethoden für den Energieausweis können zum Einsatz kommen:

- Vereinfachte Berechnung (Altbau, Sanierung): (Tabellenverfahren)
- Berechnung nach OIB- und Normen (siehe **Tabelle 1**)
- Detaillierte Berechnung (dynamische Simulation)

Für Raumtemperatur, Luftwechselrate, innere Wärme, Beleuchtungsbedarf etc. werden Standard-Nutzungsbedingungen angenommen. Dadurch können die Gebäude miteinander verglichen werden. Der Energieausweis ist damit keine Auslegung der tatsächlichen Haustechnik, da sich das tatsächliche Nutzerverhalten stark von den Normannahmen unterscheiden kann. Die ÖNORM B 8110-5 gibt für Wohngebäude und Nichtwohngebäude Nutzungsprofile an.

# ökoTech

der steirischen Solarkollektor







Planung, Produktion, individuelle Fertigung und Montage  
aus einer Hand - vom größten steirischen Kollektorhersteller  
Tel +43 316 576077 - technik@oekotech.biz

Bei den Nichtwohngebäuden werden folgende Nutzungen angeführt:

- 1 Bürogebäude
- 2 Kindergärten und Pflichtschulen
- 3 Höhere Schulen und Hochschulen
- 4 Krankenhäuser
- 5 Pflegeheime
- 6 Pensionen
- 7 Hotels
- 8 Gaststätten
- 9 Veranstaltungsstätten
- 10 Sportstätten
- 11 Verkaufsstätten

Für Nichtwohngebäude mit raumluftechnischer Anlage und einer vorgegebenen Spanne an Zuluftfeuchtigkeit (definiert in ÖNORM B 8110-5) wird der Nutzenergiebedarf für die Luftaufbereitung für die Heiz- und Kühlperiode in ÖNORM H 5057 berechnet.

Für die Berechnung des Endenergiebedarfs (EEB) werden ausgehend vom Nutzenergiebedarf die Regelungsverluste, Leitungsverluste, Speicherverluste und die Wirkungsgrade der Wärme- bzw. Kälteerzeuger berücksichtigt (H 5056 Wärme und H 5058 Kälte).

### Gesetzliche Anforderungen

Die gesetzlichen Anforderungen aus der nationalen Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie (nach [1]) sind gestuft, um die Energie-

effizienz sowohl des Gebäudes an sich als auch der eingesetzten Technologie für HLK und Beleuchtung zu gewährleisten:

- U-Werte der Bauteile
- Nutzenergiebedarf: Heizwärme (HWB) und Kühlbedarf (KB)
- Endenergiebedarf (EEB) für Heizung und Kühlung (nach [2] und [3])

### Heizwärmebedarf

Für neue Wohngebäude ist der maximal erlaubte HWB 78 kWh/(m<sup>2</sup>·a) bzw. ab 1. Jänner 2010 66,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a). Mit Abluftwärmegewinnungsanlagen (AWR) reduziert sich der Wert um 8 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

Für neue Nicht-Wohngebäude liegt der maximal erlaubte HWB bei 27 kWh/(m<sup>3</sup>·a). Mit AWR reduziert sich der zulässige Wert um 2 kWh/(m<sup>3</sup>·a)

Der erlaubte HWB wird mit den Heizgradtagen des Gebäudestandorts korrigiert und in Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis des Gebäudes ermittelt.

### Kühlbedarf

Für Wohngebäude muss die Erfüllung der B 8110-3, sommerlicher Überwärmeschutz, nachgewiesen werden. Für Nicht-Wohngebäude ist entweder ÖNORM B 8110-3 mit inneren Lasten laut Gebäudetyp, oder maximal 1,0 kWh/m<sup>3</sup>a (pro m<sup>3</sup> Bruttovolumen) außeninduzierter Kühlbedarf  $KB^*_{v,NWG,max}$  (Nutzungsprofil Wohngebäude, Infiltration  $n_x = 0,15$ ) einzuhalten.



ÖNORM B 8110-1	Anforderungen an den Wärmeschutz u. Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteile – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
ÖNORM B 8110-3	Wärmeschutz im Hochbau – Teil 3: Wärmespeicherung u. Sonneneinflüsse
ÖNORM B 8110-5	Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
ÖNORM B 8110-6	Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
ÖNORM H 5056	Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Heiztechnik-Energiebedarf
ÖNORM H 5057	Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Raumlufttechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude
ÖNORM H 5058	Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Kühlenergiebedarf
ÖNORM H 5059	Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Beleuchtungsenergiebedarf

## Schlussfolgerungen

Die beiden Forderungen für den Kühlbedarf schreiben eine für Mitteleuropa in Bezug auf Sommertauglichkeit sinnvolle Architektur und Bauphysik vor. Besonders im Bereich der Nichtwohngebäude stellt dies einen einschneidenden Eingriff in die heutigen vorherrschenden Architekturströmungen dar. Vollverglaste Fassaden werden, sofern die Bauordnungen ernst genommen werden, nicht mehr gebaut werden dürfen, da für solche Fassaden der sommerliche Überwärmeschutz bzw.  $KB^* = 1 \text{ kWh/m}^3\text{K}$  nur nachweisbar sein wird, wenn entsprechende großflächige Außenverschattungen vorgesehen werden. Mit vollflächigen Außenverschattungen wird ein solches Gebäude recht teuer. Dies könnte zu einer Reduktion der Verglasungsflächen mit positiven Auswirkungen auf Heiz- und Kühlenergiebedarf führen. Außerdem gewinnt die nutzbare Speichermasse im Gebäude beim Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes an Bedeutung, sodass auch Alternativen zu abgehängten Decken und auf-



## ▲ Tabelle 1

### Ö-Normen zur Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden (nach [2])

geständerten Fußböden (und damit Entkoppelung der Decken bzw. Fußbodenspeichermasse von den Räumen) möglich werden.

Für den Endenergiebedarf gibt es für Nichtwohngebäude derzeit keine Vorgaben, da es in Österreich keine statistischen gesicherten Werte gibt. Diese Werte sollen in den nächsten Jahren gesammelt und darauf aufbauend Vorgabewerte entwickelt werden. Die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises wird dazu führen, dass Käufer und Bestandsnehmer verstärkt auf eine gute Gesamtenergieeffizienz achten. Der Kühlbedarf von Gebäuden sollte sich in Zukunft reduzieren.

Eine Zusammenfassung aktueller Normen und Berechnungsschritte bezüglich des Energieausweises findet sich in [4].

## Literatur

[1] OIB-Richtlinie 6 (2007), Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe April 2007. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien

[2] OIB (2006), Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden Version 2.6, April 2007, Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien

[3] OIB (2007), Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ und zum OIB-Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien

[4] Pech, A., Pöhn, C., Bednar, Th., Streicher, W. (2007) Baukonstruktionen: Bauphysik – Erweiterung 1, Energieeinsparung und Wärmeschutz, Energieausweis – Gesamtenergieeffizienz. Springer-Verlag

## Abbildung 2

### Layout des österreichischen Energieausweises für Nichtwohngebäude [1]



◀ **Abbildung 1**  
**BOB Balanced Building**  
**in Aachen.**  
**Architektur: Hahn Helten**  
**Architekten (Aachen),**  
**Energiekonzept:**  
**VIKA Ingenieur GmbH**  
**(Aachen).**

Quelle: Jörg Hempel, Aachen und  
 VIKA Ingenieur GmbH Aachen

# Heizen und Kühlen mit Thermoaktiven Bauteilsystemen und Umweltenergie

Von **Doreen Kalz, Jens Pfafferott und Sebastian Herkel\***

Niedrigenergiegebäude mit einem energieoptimierten Gesamtkonzept aus Architektur, Bauphysik und Gebäudetechnik weisen einen geringen Heiz- und Kühlbedarf auf und können somit bei vergleichbarem Arbeitsplatzkomfort auf eine Vollklimatisierung und den Einsatz von Kältemaschinen zu Gunsten von Umweltenergie aus dem Erdreich, Grundwasser oder der Außenluft verzichten.

\* Dipl.-Ing. **Doreen Kalz** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE und beschäftigt sich mit thermoaktiven Bauteilsystemen.

Dr.-Ing. **Jens Pfafferott** ist Projektleiter „Energieeffiziente Kühlung“ am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.

Dipl.-Ing. **Sebastian Herkel** ist Leiter der Gruppe für Solares Bauen im Geschäftsfeld Gebäude und technische Gebäudeausrüstung am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE <http://www.ise.fraunhofer.de/>.

Diesem Trend folgend rücken thermoaktive Bauteilsysteme (TABS) in die engere Auswahl von Architekten und Ingenieuren, welche die Gebäudestruktur und die Speicherfähigkeit der Bauteile aktiv in das Energiemanagement des Gebäudes mit einbeziehen.

Bei den hier vorgestellten Nichtwohngebäuden aus dem Förderprogramm EnOB „Energieoptimiertes Bauen“ des BMWi sind thermoaktive Bauteilsysteme (Betonkern-, Kapillarrohrmatten- und Fußbodentemperierung) in Kombination mit natürlichen Wärmequellen bzw. -senken zentraler Bestandteil des Energieversorgungskonzeptes sowohl im Heiz- als auch im Kühlfall. Mit diesen Konzepten lässt sich ein hohes Einsparpotenzial an Primärenergie erschließen – Zielwert für den Primärenergiebedarf der EnOB Gebäude für Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung liegt unter 100 kWh/(m<sup>2</sup>a) und ist damit bis um einen Faktor 3 geringer als im heute typischen Nichtwohnungsbau. Alle Demonstrationsgebäude werden in einer zweijährigen Monitoringphase in hoher Messwertauflösung hinsichtlich der operativen Raumtemperaturen und des Energiebezugs für Heizen, Kühlen und Lüftung vermessen. Die dargestellten Gebäude weisen unterschiedliche architektonische und planerische Ansätze auf, allen gemein ist aber der Verzicht auf eine flächendeckende Klimatisierung zu Gunsten der Nutzung von TABS und Umweltenergie.

Prinzipiell kann die Energiebereitstellung für die TABS auf alle Arten erfolgen, mit denen Heiz- und Kühlenergie üblicherweise



◀ **Abbildung 2**  
**Blick auf die Geschoß-**  
**decke BOB Aachen**  
*Quelle: VIKA Ingenieur GmbH*

**Tabelle 1 ▶**  
**Energiekonzept der**  
**EnOB Demonstrations-**  
**gebäude. Farbige**  
**Hinterlegung bedeutet,**  
**dass dieses Konzept**  
**angewendet wurde**

in Gebäuden bereitgestellt wird. Doch der Vorteil von thermoaktiven Bauteilsystemen ist, dass man aufgrund der großen Wärme bzw. Kälte übertragenden Fläche bereits mit sehr kleinen Temperaturdifferenzen zwischen Decken- und Raumtemperatur effektiv heizen oder kühlen kann. In der Planung werden die Kühlwassertemperaturen auf einen Temperaturbereich von 18 bis 22°C und die Heizwassertemperaturen auf maximal 27 bis 29°C begrenzt. Also kann gut mit Umweltenergie geheizt und gekühlt werden. Im Winter wird das natürlich vorhandene Temperaturniveau der Umweltenergie durch eine Wärmepumpe noch geringfügig und damit wirtschaftlich günstig erhöht. Im Sommer wird das Erdreich bzw. das Grundwasser direkt als natürliche Wärmesenke zur Kühlung der Gebäude genutzt, sodass lediglich die Energie zur Verteilung der Kühlenergie, nicht aber zu deren Erzeugung, aufgewendet werden muss.

## Wärmequelle und Wärmesenke

Die annähernd konstanten Temperaturen des tiefen Erdreichs (bis 100 m) können energetisch und betriebstechnisch besonders günstig für die (direkte) geothermische Kühlung/Heizung durch z. B. Erdwärmesonden oder Energiepfähle genutzt werden. Bei Erdwärmesonden handelt es sich in der Regel um zwei bis drei Doppelrohre aus Kunststoff mit 32 mm Durchmesser, die in ein 30 bis 100 m tiefes Bohrloch eingelassen werden. Durch dieses System wird Wasser gepumpt, welches je nach Jahreszeit Wärme an das Erdreich abgibt, oder Wärme aufnimmt. Energiepfähle sind Gründungspfähle eines Gebäudes, die bis 20 m in den Boden reichen und als Erdwärmesonden genutzt werden. Sowohl Erdwärmesonden als auch Energiepfähle nutzen die saisonale Wärmespeicherfähigkeit des Erdreichs oder Wärmeströme des Grundwassers.

Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen sind bis in Tiefen von 5 m messbar, darunter herrschen annähernd konstante Temperaturen. Bei einer entsprechenden Auslegung können Erdwärmesonden/Energiepfähle nicht nur im Sommer zur Kühlung, sondern im Winter auch als Wärmequelle genutzt werden, immer in der Kombination mit einer Wärmepumpe. Die wechsel-

seitige Nutzung des Erdreichs als Speichermedium für den Heiz- und Kühlbetrieb unterstützt eine schnelle Regeneration des Erdspeichers, denn im Sommer wird Wärme in das Erdreich eingespeichert, welche im Winter dem Erdreich wieder entzogen wird. Damit wird die Effizienz des Gesamtsystems gegenüber einer nur einseitigen Nutzung (entweder Heizen oder Kühlen) gesteigert und eine langfristige Temperaturänderung im Erdboden vermieden.

## Nutzung von Grundwasser

Auch Grundwasser mit seiner ganzjährigen Temperatur von 8 bis 12°C bietet als Wärmequelle bzw. -senke gute Bedingungen. Für die Nutzung wird bis in die wasserführenden Schichten gebohrt. Über eine Tauchpumpe wird einem Förderbrunnen Grundwasser entnommen, welches über einen Wärmetauscher Wärme bzw. Kälte an die TABS abgibt und über einen Schluckbrunnen wieder zurückgeführt wird. Grundwasser als Wärmequelle/-senke kann ganzjährig ohne zeitliche Einschränkung genutzt werden. Die Leistungsfähigkeit hängt primär von der Menge des zur Verfügung stehenden Grundwassers ab.

Die jährlich aus dem Erdreich bereitgestellte Energie der Demonstrationsgebäude liegt zwischen 90 und 265 MWh/a (Erdsonden) bzw. 118 und 416 MWh/a (Grundwasser). Die spezifische Wärme- bzw. Kälteleistung liegt bei den Erdsonden in einer breiten Spanne zwischen 12 und 100 kWh pro Jahr und Laufmeter. Bezogen auf die installierte Fläche der thermoaktiven Bauteilsysteme liegt die jährliche Kühlenergie zwischen 21 und 45 kWh/m<sup>2</sup><sub>TABS</sub> a, bei einer spezifischen Kühlleistung zwischen 30 und 60 W/m<sup>2</sup><sub>TABS</sub>.

Die Energieeffizienz der Geothermieanlagen wird durch den Hilfsstrombedarf bestimmt und ist damit in erster Linie von der elektrischen Leistungsaufnahme der Primärpumpe abhängig. Die installierte Pumpenleistung ist sehr unterschiedlich, wobei zwischen einem geschlossenen System (Erdsonden, Energiepfähle) mit 68 bis 150 Wh/m<sup>3</sup><sub>Fluid</sub> und einem offenen System (Grundwasserbrunnen) mit 100 bis 200 Wh/m<sup>3</sup><sub>Fluid</sub> unterschieden werden muss. Der jährliche Energiebezug der Primärpumpe

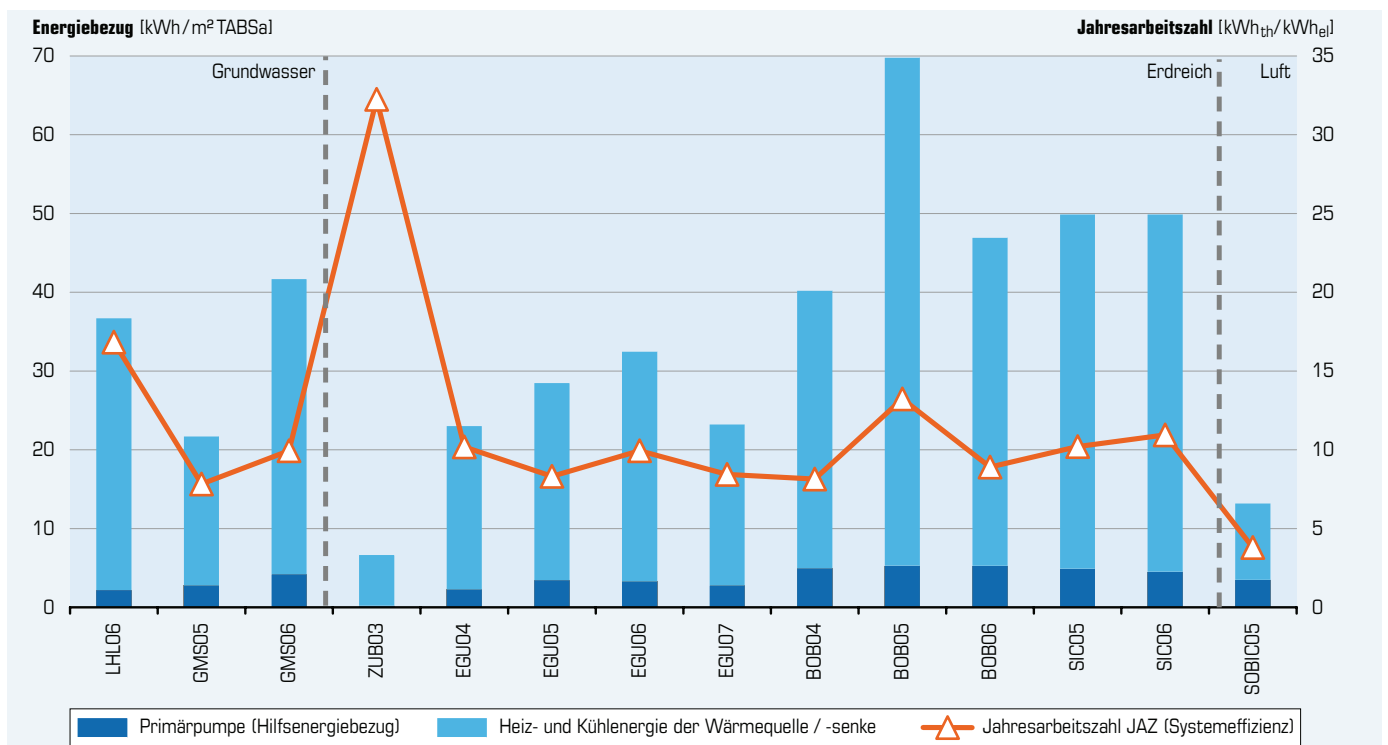
Demonstrationsgebäude	TABS				Quelle					Senke			Lüftung				
	BKT	FBT	Kühldecke	Radiator	Erdreich	Grundwasser	Wärmepumpe	Fernwärme	Abwärme	Biomasse	Erdreich	Grundwasser	Außenluft	Natürlich*	Mechanisch	WRG (%)	Konditionierte Zuluft
ZUB											SP					73	
EFB					EP						EP					75	FW, WP, BZ
EU											EWS					65	EWS, ELR, DH, AW
TZM					EWS						EWS					-	FW, ELR
BOB					EWS						EWS					75	
GMS																70	GW, WP
LHL																62	
SOBIC																	
SIC											EWS						

Erdwärmesonde (EWS), Erd-Luft-Register (ELR), Wärmerückgewinnung (WRG), thermoaktive Bauteilsysteme (TABS), Abwärme (AW), Fernwärme (FW), Wärmepumpe (WP), Grundwasser (GW), Biomasse (BM), Betonkerntemperierung (BKT), abgehängte Kühldecke (KD), Fußbodentemperierung (FBT), Brennstoffzelle (BZ), Energiepfahl (EP), Sohlplattenrückkühlung (SP), (\*) öffentbare Fenster.

pen liegt zwischen 1 und 5 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>a bezogen auf die gekühlte/ beheizte Fläche. Bei den Grundwasseranlagen ist die Förderhöhe entscheidend, der Wärmetauscher sollte daher möglichst nah am Brunnenkopf installiert werden, um die geodätische Höhe zu verringern. Die Jahresarbeitszahlen der natürlichen Wärmequellen und -senken liegen für den Heiz- und Kühlfall bei 8 bis 10 kWh<sub>therm</sub>/kWh<sub>el</sub> bzw. 2,7 bis 3,3 kWh<sub>therm</sub>/kWh<sub>prim</sub> bezogen auf den Primärenergieeinsatz.

### Thermischer Komfort

Der Verzicht auf aktives Kühlen im Sommer zu Gunsten der Kühlung mit Umweltenergie ist nur möglich, wenn Bürogebäude über einen sehr guten Wärme- und Sonnenschutz, reduzierte interne Lasten, eine ausreichende thermische Gebäudespeicherkapazität und eine luftdichte Gebäudehülle in Verbindung mit einer Grundlüftung verfügen. Detaillierte Auswertungen zu den Gebäuden zeigen, dass durch Kühlung mit thermoaktiven Bauteilsystemen (im Speziellen Be-



▲ **Abbildung 3** Energie der Wärmequelle und -senke, Hilfsenergiebezug der Primärpumpe und Jahresarbeitszahl JAZ bei ausgewählten Demonstrationsgebäuden in verschiedenen Jahren.



tonkernaktivierung) die geforderten Raumtemperaturen unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens (fast) immer eingehalten werden können. Auch im Winter kann die Betonkerntemperatur den thermischen Komfort ohne zusätzliche statische Heizflächen in diesen Gebäuden gewährleisten. Betrachtet man die mittlere operative Raumtemperatur zeigt sich, dass die Komfortkriterien für 90% zufriedene Nutzer nur sehr selten und an einzelnen Stunden überschritten werden. Auch während höheren Außentemperaturen bewegt sich die mittlere Raumtemperatur in den geforderten Grenzen – eine mittlere Raumtemperatur von 27°C wird nie überschritten. Das Erdreich und das Grundwasser sind von der Außentemperatur weitgehend unabhängige Wärmesenken, die es ermöglichen, Gebäude auch bei höheren Außentemperaturen effektiv zu kühlen.

### End- und Primärenergiebezug

Die meisten der untersuchten Demonstrationsgebäude unterschreiten bzw. erreichen den durch das Förderprogramm festgelegten Zielwert für den Primärenergiebezug von 100 kWh<sub>prim</sub>/m<sup>2</sup>a für die technische Gebäudeausrüstung und Beleuchtung. Neben der Beleuchtung und Lüftung entfallen 15 bis 29% des Gesamtprimärenergieverbrauchs der Gebäude auf das Wärme-/ bzw. Kälteverteilsystem, d.h. die Pumpen im Primärkreis (Pum-

pe im Förderbrunnen und Pumpe des Erdwärmesondenfeldes) und im Sekundärkreis (Hauptverteil- und Umwälzpumpen). Bewertet man den Hilfsenergieaufwand gesondert im Primär- und Sekundärkreis, lässt sich feststellen, dass der Energieaufwand des Primärkreises der Wärmesenke bzw. -quelle annähernd so groß ist wie für den sekundären Verteilkreis. Dies weist deutlich auf ein großes Optimierungspotenzial in der Auslegung und Regelung der Wärme-/ Kälteverteilung der TABS-Systeme. Der Hilfsenergieeinsatz der Pumpen kann reduziert werden, wenn die Wärmesenke im Direktbetrieb genutzt wird.

Die Energieeffizienz der Systeme ist definiert durch die Jahresarbeitszahl (JAZ) und bestimmt sich aus dem Verhältnis von Wärme- bzw. Kälteabgabe und dafür benötigten elektrischen Energie:

- Im Kühlfall sind Jahresarbeitszahlen zwischen 10 und 18 kWh<sub>therm</sub>/kWh<sub>el</sub> möglich. Wird zudem die Zuluftkonditionierung vom Betrieb der thermoaktiven Bauteilsysteme (vorrangig nachts) getrennt, kann das Erdwärmesondenfeld deutlich kleiner und damit kostengünstiger ausgelegt werden.
- Im Heizfall nutzen die Gebäude die natürlichen Wärmesenken in Kombination mit einer Wärmepumpe mit Leistungszahlen zwischen 4,0 und 5,7 kWh<sub>therm</sub>/kWh<sub>el</sub>. Wird in der Bewertung der Effizienz des Heizbetriebs zur elektrischen Leistungsaufnahme der Wärmepumpe auch noch der Energiebezug der Primär- und Speicherladepumpe herangezogen, ergeben sich Jahresarbeitszahlen zwischen 3,0 und 4,9 kWh<sub>therm</sub>/kWh<sub>el</sub>.

### Literatur

- [1] Kalz, D. und Pfafferott, J. (2007): BINE Themeninfo: Thermoaktive Bauteilsysteme (TABS), FIZ Karlsruhe GmbH Bonn, ISSN 1610-8302.
- [2] EnBau:Monitor: [www.enbau\\_monitor.de](http://www.enbau_monitor.de)
- [3] Pfafferott, J., Herkel, S., Kalz, D. and Zeuschner, A. (2006): Comparison of low-energy office buildings in summer using different thermal comfort criteria. Proceeding, Windsor Conference on Comfort and Energy Use in Buildings, Windsor, UK.
- [4] Voss, K., Löhnert, G., Herkel, S., Wagner, A. and Wambsgaß, M. (2006): Bürogebäudemit Zukunft – Konzepte, Analysen, Erfahrungen, Solarpraxis Berlin, 2<sup>nd</sup> edition, ISBN-10: 3-934595-59-6.
- [5] Voss, K., Herkel, S., Löhnert, G., Pfafferott, J. and Wagner, A. (2006): Energy Efficient Office Buildings with Passive Cooling – Results from a Research and Demonstration Programme. EPIC 2006 AIVC, 4<sup>th</sup> European Conference on Energy Performance & Indoor Climate in Buildings, Lyon France, p. 159-164.



► **Abbildung 4**  
**Rohrregister zwischen oberer und unterer Bewehrung**

Quelle: solares bauen GmbH



# Transparente architektonische Lösungen

## Strategien für Energieeinsparungen und Maßnahmen gegen sommerliche Überhitzung im Bürobau



▲ **Abbildung 1**  
Gebäude der Biokathalyse der TU-Graz, Österreich

### Von Karl Höfler\*

Durch die hohen inneren Lasten in Bürobauten sind die Minimierung der inneren Wärmequellen und die Reduzierung der technischen Komponenten meist relevanter als die Art der Heizung und Energieeinsparung im Winter.

Ein notwendiger hoher technischer Aufwand verursacht nicht nur zusätzliche Herstellungskosten für das Gebäude und die Haustechnik sondern auch hohe laufende Betriebskosten. Ziel und Aufgabe der Planer muss es daher sein, ein möglichst kostengünstiges, jedoch behagliches Gebäude zu planen. Solche Lösungsansätze und ganzheitliche Betrachtungen sind trotz innovativer architektonischer Konzepte möglich und werden anhand von zwei Beispielen aufgezeigt.

### Justizzentrum Leoben

Doppelfassaden (two face facade) sind in den letzten Jahren vorwiegend bei modernen Verwaltungsbauten in unterschiedlichen Bauarten als objektspezifische Sonderlösungen anzutreffen. Üblicherweise werden Bürobauten mit eingeplanter teilweiser Doppelfassade dieser Größe mit Kühlungen bzw. Klimatisierungen ausgeführt. Der Vorteil liegt ausschließlich in der Energieeinsparung im Winter und im zusätzlichen Schallschutz.

Der Abstand zwischen der eigentlichen Gebäudefassade und der äußeren Glashülle beträgt ca. 60 cm. Dieser Wärmepuffer trägt in den Wintermonaten wesentlich zur Energieeinsparung bei. Im Sommer würde es allerdings dadurch zu einer Überhitzung der Innenräume kommen. Um dem weitgehend entgegenzuwirken und die Architektur trotzdem den entsprechenden Stellenwert zu geben, mussten innovative, automatisierte Lösungen gefunden werden.

Ziel des Bauvorhabens sind geringe Heizkosten bei einem möglichst behaglichen Sommerklima ohne zusätzlich hohen Klimatisierungsgrad im Gebäude.

### Doppelfassade

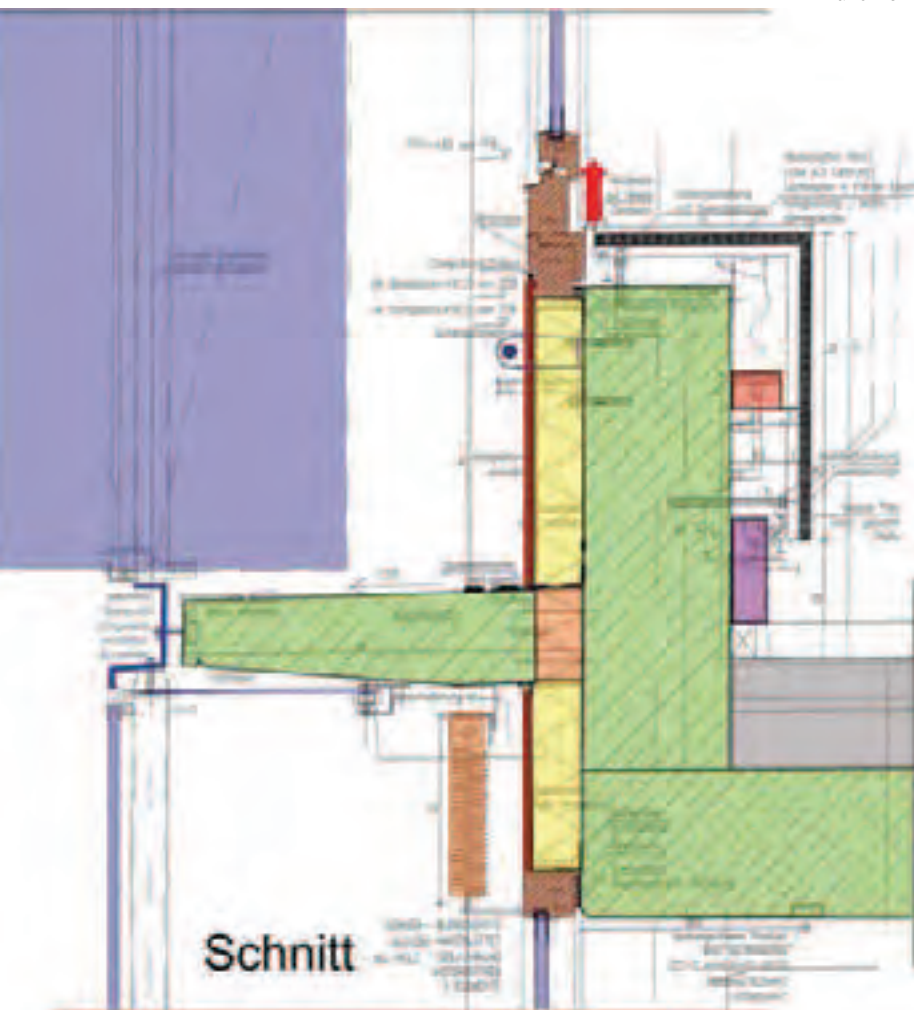
Aus ökonomischen und ökologischen Gründen sollte soweit wie möglich auf eine mechanische Lüftung und Klimatisierung des Gebäudes verzichtet werden. Es wurde daher zusammen mit dem Architekten und den Fassadenplanern eine Doppelfassade entwickelt, die eine natürliche Fensterlüftung des Gebäudes er-

\* Dr. **Karl Höfler** ist Leiter der Abteilung für Nachhaltige Gebäude bei der AEE INTEC in Gleisdorf, [k.hoefler@ae.at](mailto:k.hoefler@ae.at)



▲ **Abbildung 2**  
Justizzentrum Leoben

▼ **Abbildung 3**  
Justizzentrum Leoben: Geöffnete Doppelfassade [1]



möglich, gleichzeitig die Anforderung einer möglichst großen Energieeinsparung in der Heizperiode vorsieht und im Sommer nach Möglichkeit nicht überhitzt.

Mit einer dynamischen Gebäudesimulation konnte rechnerisch gezeigt werden, dass es bei einer geschlossenen äußeren Glasfassade im Winter zu hohen Energieeinsparungen kommt, aber gleichzeitig die sommerliche Überwärmung zu einem Problem ohne Klimatisierung werden kann.

Es wurden daher Szenarien und Konstruktionen entwickelt, welche einerseits die Abstimmung der Gläser und Sonnenschutzrichtungen berücksichtigen und andererseits die Öffnung der äußeren Fassade zu bestimmten Zeiten ermöglicht.

Somit soll die Gefahr einer sommerlichen Überwärmung, die normalerweise bei einem solchen Gebäudetyp möglich ist, reduziert werden.

Eine Automatisierung des außenliegenden Sonnenschutzes, ein großflächiges Öffnen der äußeren Glasfassade und ein richtiges Lüften sowohl am Tag als auch in der Nacht (Nachtlüftung) ist Voraussetzung für ein behagliches Sommerklima.

Allerdings kann es trotz optimalem Betrieb durch den Nutzer bei extremen Hitzeperioden zeitweise zu einer geringfügig höheren Raumtemperatur bei Eckräumen mit zwei Fensterebenen kommen. Dies wäre allerdings nur durch eine Vollklimaanlage zu verhindern.

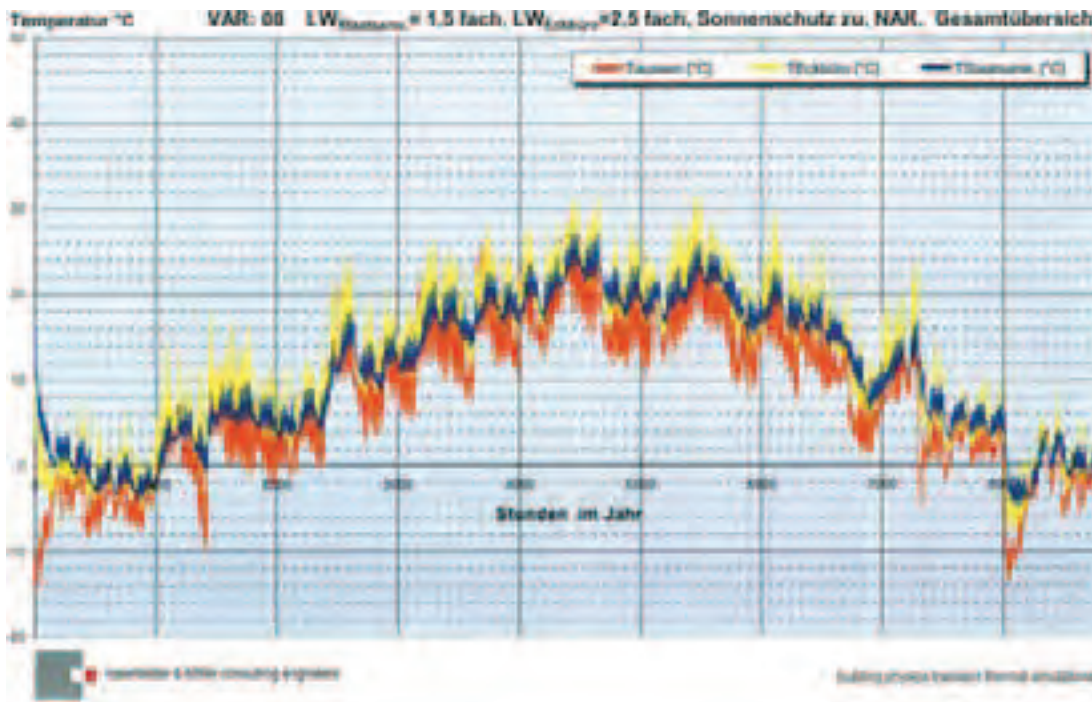
### Sonnenschutzeinrichtung

Durch einen hinterlüfteten Sonnenschutz im Fassadenzwischenraum wird die einfallende Globalstrahlung reduziert. Dieser Sonnenschutz muss unbedingt hochwertig sein, das bedeutet, er muss einen möglichst hohen Reflexionsgrad besitzen und unter allen Umständen so früh wie möglich bei solarer Einstrahlung (max.  $180 \text{ [W/m}^2\text{]}$  auf die Fassade) automatisch geschlossen werden.

Die Steuerung des Sonnenschutzes erfolgt über einen Strahlungsmesskopf (Pyranometer) einer zentralen Wetterstation. Trotzdem ist es besonders wichtig, dass der Benutzer das Steuersystem übersteuern und händisch seinen Bedürfnissen und Wünschen anpassen kann. Nach gewissen Zeitabständen wird die zum gegebenen Zeitpunkt optimale Einstellung wieder automatisch hergestellt.

Durch die großen Fensterflächenanteile muss trotz Sonnenschutzrichtung auf die Art der Verglasung besonders Rücksicht genommen werden. Speziell die Eckräume sind bezüglich einer sommerlichen Überwärmung gefährdet.

Die äußere Verglasung sollte möglichst als Einfachverglasung ausgeführt werden. Somit ist im Winter eine optimale Sonneneinstrahlung in den Pufferraum möglich, und in der Übergangszeit, in der die Doppelfassade noch geschlossen ist, wird eine Reflexion der Sonneneinstrahlung nach außen zugelassen. Ansonsten wird an der thermischen Hülle eine Sonnenschutzverglasung empfohlen.



◀ **Abbildung 4**  
Justizzentrum  
Leoben: Simulations-  
berechnung der  
Raumtemperatur  
im Sommer [2]

## Regel- und Steuerungstechnik

In Büro- bzw. Verwaltungsgebäuden, speziell bei teilweiser Büronutzung oder unregelmäßiger Arbeitszeit, ist unbedingt eine automatische Sonnenschutzvorrichtung vorzusehen. Nur so ist ein rechtzeitiges Schließen der Verschattung gewährleistet. Es soll die äußere Glasfassade unbedingt temperaturgesteuert automatisch und jahreszeitbezogen geöffnet bzw. geschlossen werden können. Bei Schlechtwetter (Gewitter, Sturm etc.) wird die Doppelfassade standardmäßig geschlossen, sodass keine Bruchgefahr für die Gläser besteht.

## Natürliche Belüftung und Nachtauskühlung

Durch voreingestellte kurze Öffnungszeiten der Doppelfassade während des Tages kann Frischluft in den Zwischenraum der Doppelfassade gelangen und somit je nach Bedarf durch die Fensteröffnung ins Rauminnere gelüftet werden. In der Übergangszeit kann mit einer teilweise geöffneten Doppelfassade eine effektive Nachtlüftung aktiviert werden, ohne auf die Witterung Rücksicht nehmen zu müssen. Durch diese sinnvolle Maßnahme der Nachtlüftung ist rechnerisch eine Reduzierung der operativen Raumtemperatur von bis zu 2°C möglich.

## Technische Universität Graz

Bei der Neuplanung des Büro- und Laborgebäudes der TU-Graz ging es vorwiegend um eine sehr transparente Grundrissgestaltung, allerdings auch um Berücksichtigung energetischer und behaglicher Gesichtspunkte. Bereits im frühen Planungsstadium wurde die Art und Implementierung der Gebäudetechnik in Abstimmung mit den bauphysikalischen und statischen Vorgaben sowie dem architektonischen Konzept mit den Fachplanern erarbeitet.

### ► **Abbildung 5** Südfassade TU-Graz Biokathalyse

Während auf der Nordseite lediglich schmale Lichtbänder eingeplant wurden, welche allerdings für die natürliche Belichtung mit Tageslicht der Büro- und Laborräume ausreichen, wurden an der Südseite aus architektonischer Sicht geschoßhohe Verglasungen angeordnet. Somit sind geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der sommerlichen Überwärmung dringend notwendig. Als Tragkonstruktion wurde eine Stahlbetonmassivbauweise gewählt. Somit ist ein hoher Speichermassenanteil durch die nordseitigen Außenwände, Stahlbetondecke und Estrichkonstruktion gewährleistet.

## Kühlung mittels Bauteilaktivierung

Überschüssige Wärmemengen durch hohe solare Einstrahlung und innere Wärmequellen werden in der Regel in den Decken und Böden zwischengespeichert und bewirken somit einen Anstieg der mittleren Deckentemperatur. Mit dem Einbau einer





◀ **Abbildung 6**  
**Klima- und Lüftungskonzept,**  
**TU-Graz Biokatalyse [3]**

Bauteilaktivierung kann die Temperatur im Sommer kontinuierlich gesenkt werden. Daraus resultiert eine geringere operative Raumtemperatur und ein behaglicheres Raumklima.

Sämtliche außen liegende Räume wurden daher mit einer Betonkernaktivierung ausgestattet. Bei der Bauteilkühlung und Bauteilheizung werden in die Deckenkonstruktion wasserführende Leitungen integriert, um auf diese Weise die Speichermassen des Gebäudes thermisch zu aktivieren. Aus statischen und sicherheitstechnischen Gründen wurden die Rohre annähernd in Deckenmitte (neutrale Zone) eingebaut. Notwendige akustische Maßnahmen erfolgen durch abgehängte Akustikbaffels und Einrichtungsgegenstände.

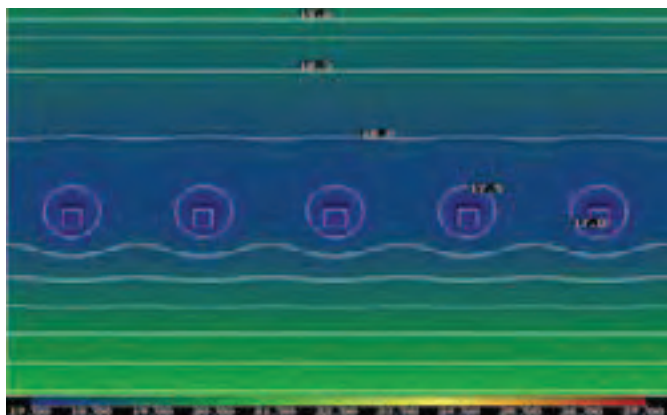
Im Sommer ist mit dieser sehr wirtschaftlichen Methode eine wesentliche Reduzierung des Überwärmungsrisikos zu erwarten. Eine garantierte Einhaltung einer vereinbarten Höchsttemperatur ist jedoch bei hohen inneren Wärmen nicht möglich.

Eine „vorausschauende“ oder prognosegesteuerte Regelung vermag einem Absinken oder Ansteigen der Raumtemperatur entgegenzuwirken.

### Sonnenschutzeinrichtung

In der Regel kommen keine der direkten Sonne ausgesetzten Fenster und Glasfassaden ohne wirksamen vollflächigen Sonnenschutz aus. Durch die exakte Nord/Südausrichtung des Gebäudes wurde auf einen Sonnenschutz im Norden verzichtet. Lediglich ein Blendschutz für die PC-Arbeitsplätze ist bei Bedarf vorgesehen.

An den großflächigen Südverglasungen wurden in einem Abstand von ca. 1 m außenliegende, windunabhängige perforierte Sonnenschutzelemente gewählt. Eine direkte Sonneneinstrahlung



in den Sommermonaten und eine somit hohe Erwärmung der Raumluft wird dadurch reduziert und die Betriebskosten für die Kühlung somit wesentlich gesenkt. Im Winter und in der Übergangszeit kann tagsüber eine passive Sonnenenergienutzung und dadurch eine Reduzierung der Heizkosten erfolgen.

Diese im Abstand durch einen Gitterrost getrennten, vorgesetzten und daher hinterlüfteten perforierten, bunten Alu-Falt-Elemente werden manuell bedient. Somit ist der Betreiber für sein behagliches Raumklima großteils selbst verantwortlich, denn die Auslegung der Bauteilkühlung erfolgte in Verbindung mit einem rechtzeitig bedienten Sonnenschutz. Um eine gewisse Sicherheit gegen eine Überwärmung bei Abwesenheit des Benutzers zu gewährleisten, wurde zusätzlich südseitig eine hochwertige Sonnenschutzverglasung eingesetzt.

### Fazit

Für die Reduzierung der Heizkosten im Winter ist ein vorgesetzter Pufferraum bei großen Verglasungen jedenfalls vorteilhaft. Der sommerliche Wärmeschutz im Bürobau ist allerdings nur dann gegeben, wenn ein möglichst hinterlüfteter, reflektierender und automatischer Sonnenschutz betrieben wird. D.h. eine temperatur- und witterungsabhängige Grundeinstellung wird automatisch aktiviert, der Benutzer hat jedoch jederzeit die Möglichkeit, die Einstellung manuell zu übersteuern. Zusätzlich sind eine Sonnenschutzverglasung, große Speichermassen im Raum und eine Nachtlüftung i.d.R. erforderlich.

Ist mit höheren inneren Wärmelasten (PC, Drucker, Beleuchtung, Personen etc.) zu rechnen oder keine automatische Sonnenschutzsteuerung möglich, ist zumindest eine Bauteilaktivierung zur Kühlung sinnvoll und meist notwendig. Eine garantierte Lufttemperatur im Raum zu jeder Jahreszeit ist jedoch nur mit einer Vollklimaanlage möglich.

### Literatur

- [1] architektur hohensinn ZT-GmbH
- [2] rosenfelder & höfler ce gmbh & co keg
- [3] Ernst Giselbrecht + Partner architektur zt gmbh
- [4] Prospekt Fa. Rehau

◀ **Abbildung 7**  
**TU-Graz Biokatalyse: Einbau Bauteilaktivierung**  
**in Rohdecke [4]**

◀ **Abbildung 1**  
**Herstellung von**  
**Energiepfählen**



# Wärme- und Kältespeicherung im Gründungsbereich von Bürogebäuden

Von **Franziska Bockelmann, Herdis Kipry und M. Norbert Fisch \***

Im Rahmen von Forschungsprojekten untersucht das IGS – Institut für Gebäude- und Solartechnik der TU Braunschweig, Univ.-Prof. Dr. Ing. M. N. Fisch – die Energieeffizienz und den Komfort zukunftsweisender Bürogebäude in der Praxis. Ziel ist es, gesicherte Kenntnisse über die tatsächliche Performance der Gebäude hinsichtlich Energieverbrauch, Nutzerkomfort und Betrieb zu erlangen und zu dokumentieren.

\* Univ.-Prof. Dr.-Ing. **M. N. Fisch** ist seit 1996 Leiter des Instituts für Gebäude- und Solartechnik an der Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der TU Braunschweig, [igs@tu-bs.de](mailto:igs@tu-bs.de), [www.tu-bs.de/institute/igs](http://www.tu-bs.de/institute/igs)  
 Dipl.-Ing. **Herdis Kipry** ist seit 2002 wiss. Mitarbeiterin,  
 Dipl.-Ing. **Franziska Bockelmann** seit 2007 wiss. Mitarbeiterin am Institut für Gebäude- und Solartechnik der TU Braunschweig.

Unter dem Gesichtspunkt der Nutzung regenerativer Energien kommt in modernen Bürogebäuden zunehmend die oberflächennahe Geothermie zum Einsatz. Eine messtechnische Evaluierung von Gebäuden mit entsprechenden Heiz- und Kühlsystemen führt das IGS im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Forschungsprojekts WKSP – Wärme- und Kältespeicherung im Gründungsbereich von Bürogebäuden – durch.

## Saisonale Wärmespeicherung im Untergrund

Bei der thermischen Nutzung des Erdreichs zum Heizen und Kühlen von Gebäuden wird im saisonalen Wechsel über ein in Rohrschleifen zirkulierendes Wärmeträgerfluid Wärme aus dem Boden entzogen bzw. in den Boden eingetragen. Vorteil bei der Nutzung des Erdreichs zum Heizen und Kühlen von Gebäuden ist das relativ konstante Temperaturniveau des Erdreichs über das Jahr. So kann das Erdreich beispielsweise auch bei hohen Außentemperaturen im Sommer noch effizient im freien Kühlbetrieb, ohne den Einsatz von Kältemaschinen, genutzt werden. Das im Gebäude erwärmte Wärmeträgerfluid wird im Erd-

► **Abbildung 2**  
Prinzip der  
saisonalen  
Speicherung  
im Untergrund



reich wieder heruntergekühlt und bildet damit den Grundstock der Wärmespeicherung im Untergrund (siehe **Abbildung 2**). Voraussetzung für die langfristige Funktionalität des Systems ist allerdings, dass das im Sommer infolge des Wärmeeintrags erwärmte Erdreich über den Winter wieder abgekühlt wird und umgekehrt. Der Wärmeentzug im Winter erfolgt mittels einer Wärmepumpe, welche das Wärmeträgermedium auf das zum Heizen erforderliche Temperaturniveau anhebt. Um die erforderlichen Heiz- und Kühlleistungen dauerhaft erreichen zu können, ist eine sorgfältige Anlagenplanung, eine der Planung entsprechende Umsetzung sowie eine Betriebskontrolle erforderlich.

### Erdwärmespeichersysteme

Ein Erschließungsweg zur Nutzung der Wärme- und Kältespeicherfähigkeit des Untergrunds besteht in der Abteufung von Erdwärmesondensystemen im unmittelbaren Umfeld oder unterhalb der Gebäude. Um Synergieeffekte zu nutzen, also auch Kosten und Arbeitsaufwand zu reduzieren, sollte bereits bei der Gründung des Gebäudes die Nutzung des thermischen Potentials des Erdreichs zur Heizung und Kühlung berücksichtigt werden. In der Regel werden Pfahlgründungen oder Fundamentplatten als Wärmeübertrager zum Einspeichern von thermischer Energie in den Untergrund zu so genannten „Energiepfählen“ bzw. „Fundament-/ Bodenabsorbern“ aktiviert. Gründungsstatische Gesichtspunkte begrenzen in diesen Fällen die Wärme übertragende Fläche (**Abbildung 3**).

Erdwärmesondenspeicher bestehen aus einer einzelnen oder einem Netz von Sonden. Die erreichbare Tiefe von Erdwärmeson-

den ist praktisch unbeschränkt, jedoch hat sich eine Abteufung zwischen 50 m und 150 m als wirtschaftlich sinnvoll erwiesen. In Deutschland werden Erdwärmesonden meist nur bis zu einer Tiefe von 100 m ausgeführt, da für Bohrungen größer 100 m eine bergbaurechtliche Genehmigung sowie die Ausführung der Bohrungen durch eine für diese Tiefen qualifizierte Bohrfirma erforderlich werden.

Bei Energiepfählen werden die Sondenrohre in die Gründungspfähle des Gebäudes integriert. Die Herstellung von Energiepfählen weicht bis auf das Einlegen des notwendigen Leitungssystems zur Führung des Wärmeträgers in den Pfahlkörper nicht weiter von der Herstellung normaler Gründungspfähle ab (**Abbildung 1**).

Auch bei Fundament- und Bodenabsorbern wird die Gründung, in diesem Fall die Bodenplatte des Gebäudes, zur kombinierten Wärme- und Kältespeicherung genutzt. Zur Aktivierung der Speicherfähigkeit des angrenzenden Erdreichs werden in oder unterhalb der Bodenplatte horizontale Leitungsschlaufen verlegt. Bei allen drei Systemen wird in der Regel eine Sole (Wasser-Frostschutzgemisch z. B. mit Glykol) als Wärmeträgermedium verwendet.

### Praxiserfahrungen

Im Rahmen des Forschungsprojekts WKSP werden vom IGS sechs Gebäude mit Erdsondenspeichern, Energiepfahlanlagen oder Fundament- bzw. Bodenabsorbern genauer untersucht. Die Erfahrungen aus dem Betrieb zeigen, dass es möglich und sinnvoll ist, Anlagen zur Wärme- und Kältespeicherung im Unter-

► **Abbildung 3**  
Prinzipschema  
Erdwärmespeichersysteme:  
Erdwärmesonde,  
Energiepfahlanlage  
und Fundament-/  
Bodenabsorber





grund in innovative Energiekonzepte von Büro- und Verwaltungsgebäuden zu integrieren. Es bedarf allerdings einer Einregulierungsphase, während der das direkte Zusammenspiel zwischen Anlagen zur Wärme- und Kältespeicherung im Untergrund, dem Gebäude, weiteren Anlagen zur thermischen Konditionierung und nicht zuletzt den Nutzern optimiert wird. Fehlende Erfahrungen bei ausführenden Firmen und den Betreibern der Anlagen verlängern diese Einregulierungsphase häufig deutlich.

In Kombination mit Niedertemperatur-Heiz- und Hochtemperatur-Kühlsystemen wie Thermische Bauteilaktivierungen (TBA) oder Heiz- und Kühldecken können erdgekoppelte Wärmepumpen sehr effizient eingesetzt werden. Die bereitgestellte Wärme beträgt mehr als das vierfache der aufgewendeten Elektroenergie. Die Effizienz des freien Kühlbetriebs ist noch einmal deutlich höher. Hier wird Elektroenergie in der Regel lediglich für die Umwälzung des Wärmeträgers im Erdreich benötigt.

Um einen langfristigen Betrieb sicherstellen zu können, ist eine ausgeglichene saisonale Energiebilanz der Anlagen von großer Bedeutung. Besonders wichtig ist, dass die erste Inbetriebnahme der Anlage in einer Heizperiode liegt. Während der Heizperiode muss dem Erdreich genügend Wärme entzogen werden, um für den Betrieb im Sommer eine Wärmesenke mit ausreichend niedrigem Temperaturniveau gewährleisten zu können. Nur so steht im Sommer genügend Kühlleistung für den freien Kühlbetrieb zur Verfügung.

## Regelung

Häufig werden träge Heizsysteme wie die thermische Bauteilaktivierung zur Grundlastdeckung über die Erdwärme herangezogen und zur Abdeckung von Spitzen mit flinken Systemen wie der statischen Heizung kombiniert. Da das flinke System deutlich schneller auf Temperaturänderungen reagieren kann, besteht die Gefahr, dass die Bauteilaktivierung nur selten zum Zuge kommt und dem Erdreich deutlich weniger Wärme entzogen wird als erforderlich bzw. in der Planung angenommen. Auf Grund der saisonalen Funktion steht dann im nächsten Sommer möglicherweise keine ausreichende Wärmesenke zur Verfügung. Zur Gewährleistung des auslegungsgemäßen Betriebes der Bauteilaktivierung in der Grundlast und Vermeidung der Übersteuerung des Systems durch flinkere Systeme sind entsprechende Regelstrategien umzusetzen. Eine auf diese Problematik abgestimmte Qualitätssicherung sollte die Planung und Ausfüh-

rung der beschriebenen Hybridsysteme begleiten sowie als messtechnische Begleitung im Betrieb erfolgen.

Insbesondere die Betriebsphasen in der Übergangszeit Frühling und Herbst mit den resultierenden stärkeren Außentemperaturschwankungen stellen hohe Anforderungen an den Betrieb der Anlagen. Während dieser Zeit führen fehlerhafte Regelstrategien häufig zu Problemen. Nicht selten kommt es vor, dass ein Gebäude in der Nacht über die thermische Bauteilaktivierung beheizt wird und am Tage aufgrund der internen Lasten im Gebäude wieder heruntergekühlt werden muss. Die Folge ist ein unnötiger Energieverbrauch für den Betrieb von Wärme- und Umwälzpumpen. Dieses Problem kann durch ein so genanntes „Todband“ vermieden werden. Zum Beispiel kann in der Regelung festgelegt werden, dass weder geheizt noch gekühlt wird, wenn die gemittelte Außentemperatur in einem bestimmten Temperaturbereich (Todband) liegt.

Insgesamt reagieren die beschriebenen Anlagen auf Grund ihrer Trägheit und der geringen Temperaturspreizungen zwischen Erdwärmespeicher und Heiz- und Kühlsystem im Gebäude sehr sensibel auf Betriebsfehler und Störungen. Fehler haben häufig langfristige Folgen und schränken die Funktionsweise der Systeme im schlimmsten Fall über mehrere Jahre stark ein. Um Probleme im Betrieb zu vermeiden, sollten Regelstrategien mit größter Sorgfalt geprüft und das Gebäude bis zum Erreichen des Regelbetriebs – üblicher Weise rund zwei Jahre – messtechnisch begleitet werden.

## Fazit

Die im Rahmen des Forschungsprojekts WKSP durchgeführte messtechnische Begleitung von Gebäuden und deren Anlagen zeigen bereits jetzt, wie wichtig es ist, die Funktion von Gebäuden und Anlagen zur Wärme- und Kältespeicherung im Gründungsbereich im realen Betrieb aufzunehmen und zu dokumentieren. In Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement konnten so bei den untersuchten Gebäuden und Anlagen Optimierungspotenziale Schritt für Schritt identifiziert, der Betrieb optimiert und die Einregulierungsphase verkürzt werden. Die Qualitätssicherung über die Planungs- und Ausführungsphasen hinweg ist bei der saisonalen Wärme- und Kältespeicherung von entscheidender Bedeutung für die dauerhafte Funktionalität und die Energieeffizienz der Systeme sowie den thermischen Komfort im Gebäude.



◀ **Abbildung 1**  
**Passivhausqualität ist auch bei**  
**Mehrfamilienhäusern umsetzbar**  
*(Quelle Schöberl&Pöll)*

# Große Wohnanlagen in Passivhausqualität

**Von Waldemar Wagner\***

In den vergangenen Jahren fand die Passivhaustechnologie immer weitere Anwendungsbereiche im Bauwesen. Die Programmlinie „Haus der Zukunft“ – initiiert vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie – unterstützt diesen Markteinführungsprozess.

\* Ing. **Waldemar Wagner** ist Leiter der Abteilung für Messtechnik der AEE INTEC in Gleisdorf, [w.wagner@aee.at](mailto:w.wagner@aee.at)

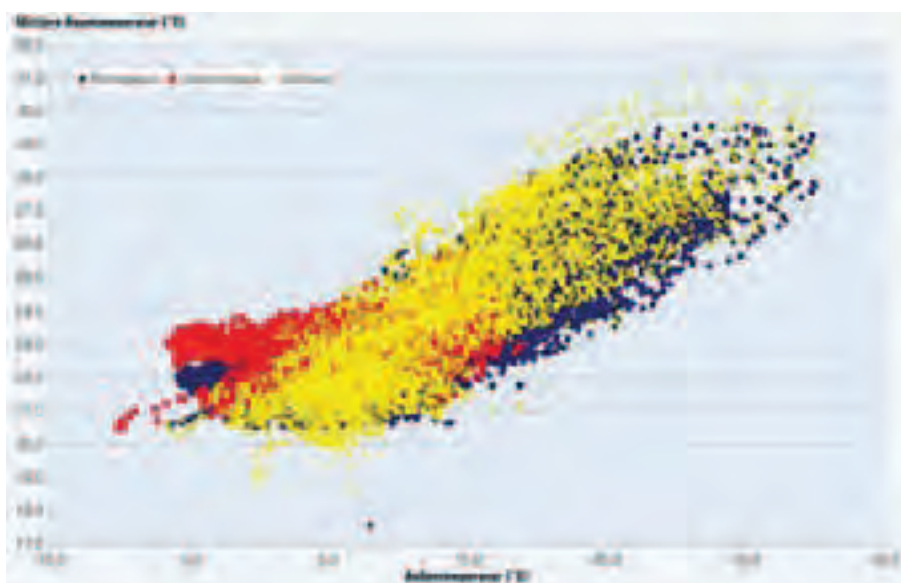
Die hier beschriebenen Wohnanlagen befinden sich alle im Großraum Wien und wurden Ende 2006 bzw. Anfang 2007 fertiggestellt und bezogen. Im Folgenden wird eine Übersicht über die einzelnen Bauwerke und die darin enthaltenen Haustechniksysteme dargestellt.

## Messergebnisse

Die bisherigen Messungen ergaben, dass die Raumtemperaturen nicht nur deutlich zwischen den einzelnen Wohnanlagen, sondern auch unter den einzelnen Wohnungen innerhalb der Bauwerke variieren. Diese gebäudeinternen Differenzen resultieren vor allem aus unterschiedlichem Nutzerverhalten und Lagen der Wohneinheiten im Gebäude.

**Abbildung 2** zeigt einen Vergleich der mittleren Stundenwerte der Raumtemperaturen in den Wohnanlagen Rochegasse, Uten-dorf-gasse und Mühlweg mit den entsprechenden Außentemperaturen, wobei der Komfortbereich orange unterlegt ist. Die Raumfeuchten in den Messwohnungen zeigen im Jahresverlauf in den Wintermonaten ein Minimum, sind aber mit 30 bis 40% noch im komfortablen Bereich.

◀ **Abbildung 2**  
**Mittlere Raum- über Außen-**  
**temperaturen als Komfort-**  
**parameter für das Raumklima**

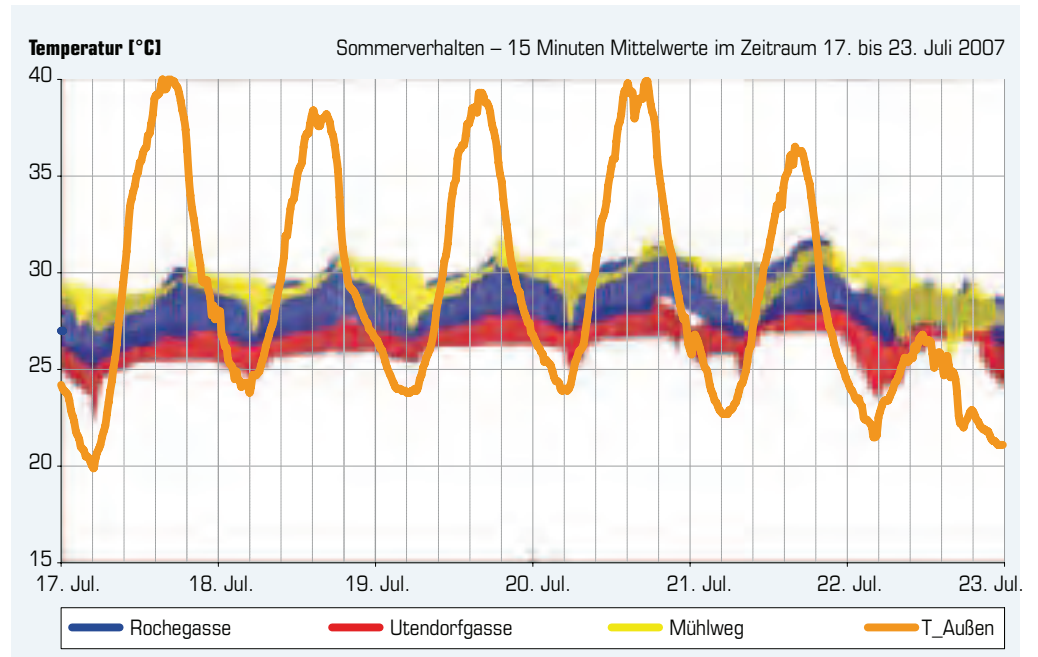


**Abbildung 4 ▶**  
**Monatlicher Endenergieverbrauch**  
**und Globalstrahlung vom Mühlweg**  
**im ersten Messjahr**



**► Abbildung 3**  
**Raumtemperaturen**  
**während einer Hitzeperiode**  
**im Sommer 2007**

Abbildung 3 zeigt den Schwankungsbereich der Raumtemperaturen in den unterschiedlichen Wohnungen der einzelnen Anlagen während der wärmsten Periode im Sommer 2007 (17. Juli bis 23. Juli). Auffallend ist vor allem, dass die Schwankungsbreite innerhalb des gleichen Wohnkomplexes sehr unterschiedlich ist. Die Gründe dafür liegen einerseits an gebäudespezifischen Faktoren wie Ausrichtung, wirksame Speichermassen in den Räumen, interne Lasten usw., andererseits wird fallweise gerade in solchen Extremsituationen, wie es in dieser Hitzeperiode auch der Fall war, auch tagsüber über das Fenster oder die Balkontüren quergelüftet. Dies führt durch den Luftzug zwar zu einem subjektiv angenehmeren Temperaturempfinden, heizt aber objektiv gesehen die Wohnungen sehr stark auf.

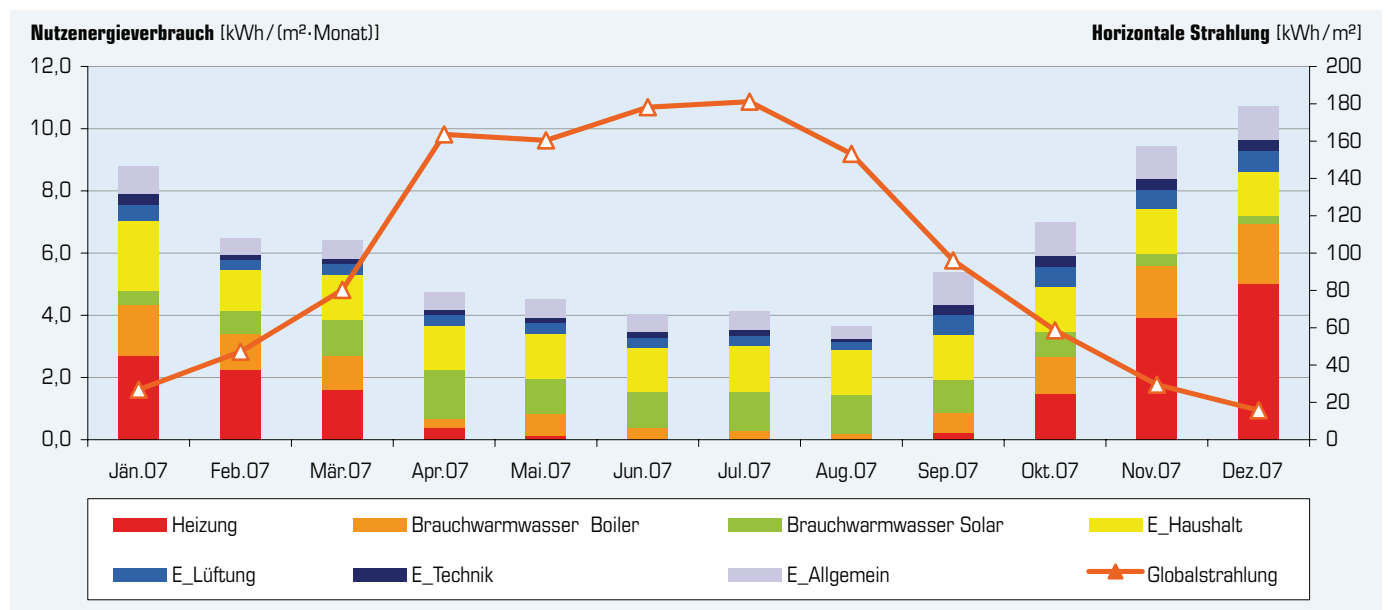


**Endenergieverbrauch**

Abbildung 4 zeigt den Endenergieverbrauch pro Quadratmeter Wohnnutzfläche im Projekt Mühlweg für das erste Messjahr. Im Gegensatz zum Heizenergiewärmebedarf beinhaltet der Endenergieverbrauch auch sämtliche systembedingten Verluste wie Kesselwirkungsgrad, Speicherverluste, Verteilverluste usw. In der Heizperiode wurden in Summe 17,73 kWh/(m²a) Endenergie für die Raumheizung verbraucht. Der Endenergieverbrauch

für die Warmwasserbereitung beträgt in Summe 22,4 kWh/(m²a) und wird je zur Hälfte aus der Solaranlage und dem Gaskessel gedeckt. An Haushaltstrom wurde in diesem Zeitraum 17,92 kWh/(m²a) verbraucht, was mehr als die Hälfte des Gesamtstromverbrauches darstellt. Die restlichen Stromflüsse teilen sich auf Lüftungsstrom, Technikstrom und Allgemeinstrom auf.

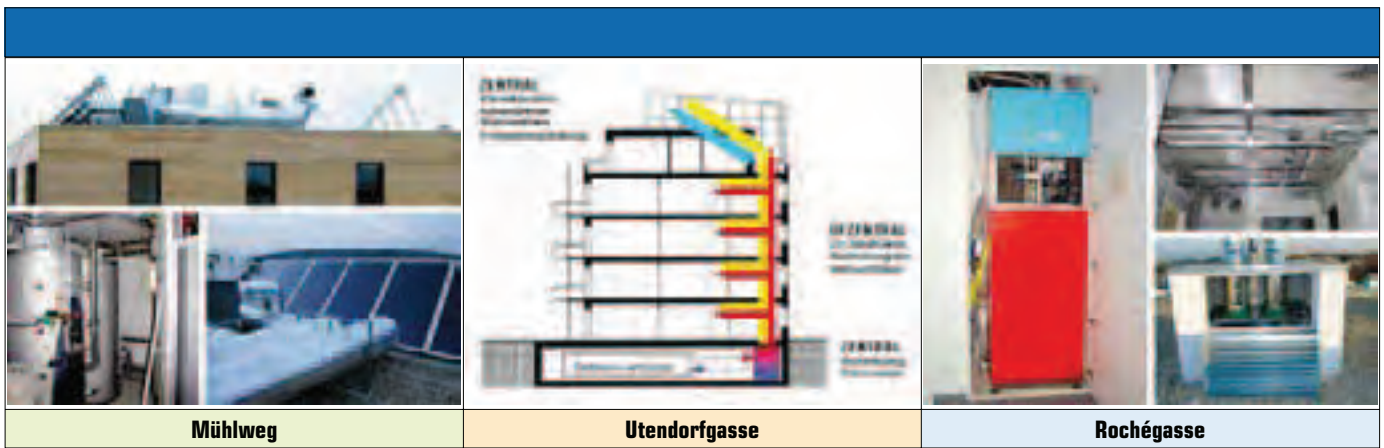
Abbildung 5 zeigt den Verlauf der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in einer Wohnung der Rohegasse mit Lüftungsanlage im Vergleich mit einem Einfamilienhaus ohne Lüftungsanlage. Der gemessene Zeitraum erstreckt sich von Juli 2007 bis Dezember 2007. Der Chemiker und Hygieniker Max Josef von Pettenkofer hat bereits im Jahr 1858 den Grenzwert von 1000 ppm CO<sub>2</sub>-Konzentrationen festgelegt bei dem Beschwerden wie Müdigkeits- bzw. Konzentrationsschwächen auftreten können. Eine Übertretung der Pettenkoferzahl wurde in der Passivhauswohnung nur an 2% des kompletten Messzeitraums registriert. Der Mittelwert lag bei 636 ppm. Nach heutigem Standart ist der Grenzwert nach



Passivhaus- Wohnanlagen aus der Programmlinie „Haus der Zukunft“



	Mühlweg	Utendorfgasse	Roschégasse
<b>Allgemein</b>	Passivwohnhaus in Holzbauweise	Passivwohnhaus im sozialen Wohnbau	Passivgenossenschafts-Wohnhaus
Anschrift	Mühlweg, A-1120 Wien	Utendorfgasse 7, A-1140 Wien	Roschégasse 20, A-1110 Wien
Gebäudetyp	Mehrfamilienwohnhaus	Mehrfamilienwohnhaus	Mehrfamilienwohnhaus
Bauweise	Mischbauweise	Massivbauweise	Massivbauweise
Wohnnutzfläche	6.800 m <sup>2</sup>	2.987 m <sup>2</sup>	9.900 m <sup>2</sup>
Gebäudeeinheit	4 autarke Gebäude	3 autarke Gebäude	9 Stiegen
Wohneinheiten	70 Wohneinheiten	39 Wohneinheiten	114 Wohneinheiten
Bauträger	BAI Bauträger Austria Immobilien GmbH	Heimat Österreich	:ah! Gemeinnützige Siedlungsgenossenschaft Altmanndorf - Hetzendorf
Architektur	Dietrich / Untertrifaller Architekten	Schöberl & Pöll OEG mit Arch. DI Franz Kuzmich	Treberspurg und Partner Architekten ZT GesmbH
Fachingenieure	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schöberl &amp; Pöll OEG</li> <li>▶ JR-Consult ZT GmbH</li> <li>▶ ALLPLAN GmbH</li> <li>▶ KLH Massivholz GmbH</li> <li>▶ IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie</li> <li>▶ Holzforschung Austria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Technisches Büro Vasko &amp; Partner</li> <li>▶ Technisches Büro DI Christian Steininger Werkraum ZT OEG</li> <li>▶ TU Wien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ingenieurbüro Wilhelm Hofbauer</li> <li>▶ Ingenieurbüro Helmut Redl HKLS</li> <li>▶ Thermo Projekt Haustechnische Planungs GmbH</li> <li>▶ Hollinsky &amp; Spreitzer ZT GesmbH</li> </ul>
<b>Gebäudekonzept</b>			
Baukonstruktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ KLH Massivholzbauweise kombiniert mit betoniertem Stiegenhauskern</li> <li>Tragstruktur: massives Kreuzlagenholz</li> <li>▶ Außenwände: Vorfertigung ab Werk (Fenster, Dämmung, ...)</li> <li>▶ Tragende Außenwände: 9,5 cm Kreuzlagenholz (KLH), außenseitig mit 24 cm Mineralfaserdämmung zwischen Holzständern versehen, danach Bepflanzung aus 5 cm Holzwoleleichtbauplatten und 2,5 cm Putzschicht, die als wetterfeste Schicht dient.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Außenwand: 18-20 cm Stahlbeton mit Wärmedämmverbundsystem</li> <li>▶ Oberste Geschoßdecke: Stahlbeton mit 45 cm Dämmung</li> <li>▶ Unterste Geschoßdecke: Stahlbeton mit 35 cm Dämmung</li> <li>▶ Thermische Entkopplung: Porenbeton und Stahlbetonlager</li> <li>▶ Tiefgarage: Fundamentplatte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tragende Bauteile: Stahlbeton und Macuphon-Steine Außenwände EG: 18 cm Stahlbeton und 26 cm bis 35 cm Dämmung (EPS-F Platten)</li> <li>▶ Wetterfeste Außenschicht: 0,5cm Kunststoffdünnputz.</li> <li>▶ Nicht tragende Innenwände: Gipskartonständerwände</li> <li>▶ Thermische Trennung der Baukörper vom Tiefgeschoß: 20 cm starke Dämmlage, statische über punktweise Elastomerlager angebunden</li> </ul>
U-Werte [W/(m <sup>2</sup> K)]	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Außenwand: 0,15 Kellerwand: 0,10</li> <li>Decke/Dach: 0,08</li> <li>▶ Decke gegen Erdreich: 0,10</li> <li>▶ Bodenplatte: 0,10</li> <li>▶ Fenster gesamt: 0,80</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Außenwand/ Luft: 0,12</li> <li>▶ Außenwand/TG: 0,23, Schrägdach Wohnungen und Stiegenhaus: 0,10</li> <li>▶ Flachdach (Terrasse): 0,12</li> <li>Decke/Erdreich: 0,11</li> <li>Decke/Tiefgarage: 0,09</li> <li>Fenster gesamt: 0,87 - 0,99</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Decke/ Dach: 0,10</li> <li>▶ Außenwand: 0,13</li> <li>Kellerdecke/Boden: 0,14</li> <li>▶ Fenster gesamt: 0,79</li> </ul>



Haustechnik-Konzept			
Heizung	Je Gebäude: 4-Leiter-Netz Niedertemperatur-Radiatoren (60/40), von zwei Gasthermen gespeist.	Je Gebäude: 4-Leiter-Netz für Warmwasser und Luft-Nachheizregister gespeist von Gastherme (45 kW)	Je Wohneinheit: Warmwasserbereitung und Abdeckung des Restheizenergiebedarfs über Kleinstwärmepumpe in Kompaktlüftungsgerät, die der Fortluft Wärme entzieht Spitzenlastabdeckung: E-Radiatoren, Elektrostrahler
Warmwasser	Je Gebäude: 60m <sup>2</sup> thermische Solaranlage und Nachheizung über Gas- Brennwertgerät zentraler Warmwasserspeicher	Je Gebäude: Brauchwarmwasserspeicher von Gastherme gespeist	
Lüftung	Zentrales Lüftungsgerät mit WRG; Frostfreihaltung durch das Gas-Brennwertgerät	Semizentrales Lüftungssystem (zentraler Wärmetauscher, dezentrale Heizungsregister und Volumenstromregler)	Dezentrale Kompaktlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung; Vorwärmung/Vorkühlung der Zuluft über Erdwärme (Tiefensonde)
Energetische Kenngrößen			
HWB <sub>TFA</sub> berechnet*	HWB <sub>TFA</sub> = 13,1 kW/(m <sup>2</sup> a)	HWB <sub>TFA</sub> = 15 kW/(m <sup>2</sup> a)	HWB <sub>TFA</sub> = 15 kW/(m <sup>2</sup> a)
HWB <sub>TFA</sub> gemessen**	HWB <sub>TFA</sub> = 13,71, kW/(m <sup>2</sup> a)	HWB <sub>TFA</sub> = 15,48 kW/(m <sup>2</sup> a)	HWB <sub>TFA</sub> = 15,15 kW/(m <sup>2</sup> a)
HWB <sub>TFA</sub> ***	–	HWB <sub>TFA</sub> = 11,4, kW/(m <sup>2</sup> a)	–

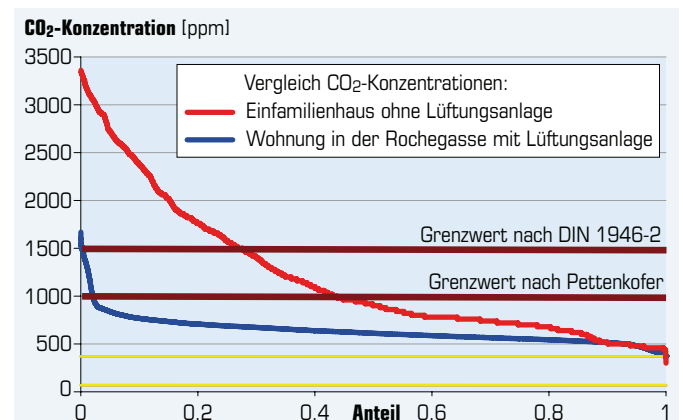
\* Heizwärmebedarf \*\* Mittelwert der gemessenen Wohneinheiten bei den gemessenen Raumtemperaturen \*\*\* klima- und raumtemperaturbereinigt

DIN 1946-2 definiert und liegt bei einer CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 1500 ppm.

### Fazit

Die Entwicklung der Passivhaustechnologie hat mittlerweile in Österreich einen sehr hohen Standard erreicht. Vor allem die baulichen Maßnahmen zur Erreichung der Passivhausqualität wie ausreichende Wärmedämmung der Umschließungsflächen sowie der Fenster und Türen, die Vermeidung von Wärmebrücken, Luftdichtheit und die Wärmerückgewinnung, aus der durch eine mechanische Lüftungsanlage ausgetauschten Luft, sind in einem sehr hohem Maß erfolgreich umgesetzt. Bestätigt werden diese Aussagen durch die Ergebnisse des gemessenen Nutzenergieverbrauchs. Rechnet man den gemessenen Heizwärmebedarf auf die projektierte Raumtemperatur von 20°C und den Standardklimasatz von Wien um, bleiben die gemessenen Werte deutlich unter der Passivhausgrenze von 15 kWh/(m<sup>2</sup>a). Das bedeutet für die Utendorf gasse bei einer an den Heizgradtagen mittleren gemessenen Raumtemperatur von 22,97°C, dass sich statt dem gemessenen Heizenergiebedarf von 15,48 kWh/(m<sup>2</sup>a) ein bereinig-

ter Heizenergiebedarf von 11,37 kWh/(m<sup>2</sup>a) ergibt. Umsetzungsdefizite gibt es teilweise noch bei der Erzeugung bzw. der Verteilung der benötigten Heizenergie bzw. bei der Energie zur Bereitstellung des Warmwassers. Verbesserungspotenzial gibt es auch in der Wahl der im Haushalt eingesetzten elektrischen Geräte. Eine gewaltige Steigerung der Wohnqualität gegenüber Niedrigenergiehäusern wird durch die verbesserte Luftqualität erreicht, was sich vor allem in der Nutzerzufriedenheit widerspiegelt.



► **Abbildung 5**  
**CO<sub>2</sub>-Konzentration in einer Wohnung**

# Adsorptionskältemaschine auf Silikagel-Basis

## Kleine und leistungsstarke Klimageräte der SorTech AG



▲ **Abbildung 1: Silikagel**

### Von Walter Mittelbach\*

Neben Absorptionskälteanlagen mit den Arbeitsstoffpaaren LiBr/H<sub>2</sub>O und NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O eignen sich gleichwohl Kältemaschinen mit festen Sorbentien, so z. B. Silikagel, zur Kälteerzeugung aus Abwärme von Industrieprozessen, Wärme von Blockheizkraftwerken und mit Hilfe von Solarthermie.






Galten noch vor kurzer Zeit Adsorptionskälteanlagen als ineffizient, voluminös und teuer, so steht nun mit den Anlagen der SorTech AG eine marktfähige und nachweislich kundentaugliche Technologie für umweltverträgliche Klimatisierung im privaten und kleingewerblichen Bereich zur Verfügung.

Die SorTech hat sich der Entwicklung von kompakten und leistungsstarken Adsorptionskälteanlagen im kleinen Leistungsbereich verschrieben. In zahlreichen Feldtests wurden die ersten Prototypen mit einer Kälteleistung von 5,5 kW während der Kältesaison 2007 hinsichtlich ihrer praxisnahen Performance, Zuverlässigkeit und Optimierungspotenziale bewertet. Daraus resultierende Erkenntnisse konnten bereits erfolgreich in der neuen Produktgeneration, der ACS 08, integriert werden (**Abbildung 3**). Mit einer Kälteleistung von 7,5 kW verfügt sie nicht nur über eine gesteigerte Kälteleistung, ihr Volumen konnte ebenfalls merklich reduziert werden.

### Die Wirkungsweise der Adsorptionskältemaschine

Das grundlegende Funktionsprinzip der Kälteerzeugung ist die Verdichtung des Kältemittels, das bei niedrigen Temperaturen und Drücken verdampft und dabei Wärme aufnimmt. Bei einem höheren Temperatur- und Druckniveau kondensiert es wieder und gibt die zuvor aufgenommene Wärme wieder ab. In flüssiger Form kann es dann wieder verdampft werden. In Adsorptionskältemaschinen erfolgt die Verdichtung des Kältemittels Wasser thermisch durch zyklische Ad- und Desorption von Wasserdampf am Adsorbens Silikagel. Das Funktionsprinzip kann wie folgt beschrieben werden:

#### Abbildung 2 ► Funktionsprinzip

-  Wasserdampf
-  Flüssiges Prozesswasser
-  Rückschlagklappen
-  Kf Kondensatrückführung
-  Antriebswärme
-  Abwärme
-  Nutzkälte

\* **Walter Mittelbach** ist Vorstand der SorTech AG, Deutschland, [www.sortech.de](http://www.sortech.de)

## Desorption

Durch Wärmezufuhr wird das Adsorbens getrocknet. Dabei wird Wasserdampf freigesetzt und strömt in den Kondensator, wo es verflüssigt wird. Hierbei wird Wärme abgegeben, die über eine geeignete Rückkühleinrichtung an die Umgebung abzuführen ist. Wenn das Adsorbens ausreichend getrocknet ist, wird die Wärmezufuhr gestoppt und die obere Rückschlagklappe schließt sich.

## Adsorption

Anlagerung von Wasserdampf an das Adsorbens: Nach einer Abkühlungsphase erfolgen Rückreaktion und Verdampfung des flüssigen Kondensats. Die untere Rückschlagklappe zum Verdampfer öffnet sich und das getrocknete Adsorbens saugt Wasserdampf an. Im Verdampfer wird Kaltwasser erzeugt, welches für die Klimatisierung genutzt wird. Während des Adsorptionsprozesses wird Wärme freigesetzt, die ebenfalls abgeführt werden muss.

## Rückführung des Kondensats

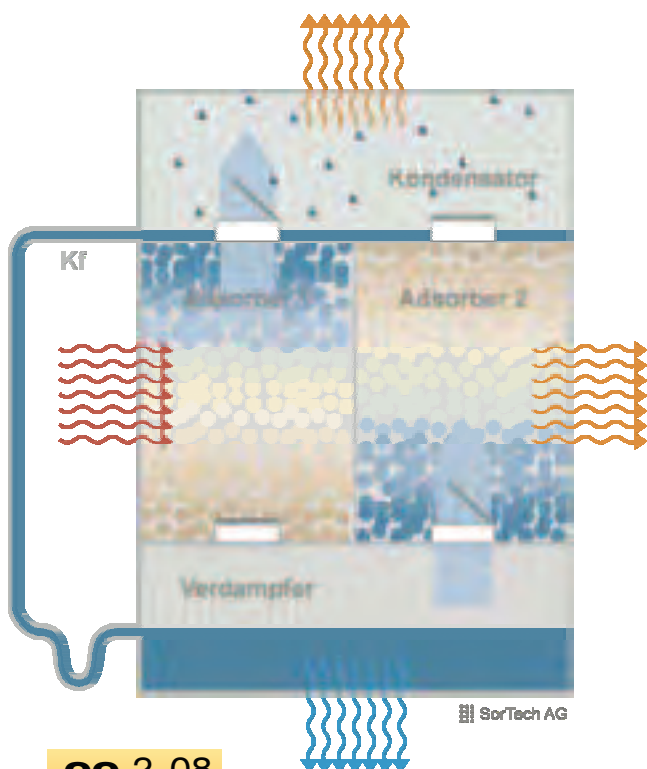
In einem abschließenden Schritt wird das Kondensat wieder dem Verdampfer zugeführt und der Kreislauf somit geschlossen. Um kontinuierlich Kälte zu erzeugen, werden zwei Adsorber antizyklisch betrieben. Das heißt, während der Desorptionsphase in einem Adsorber erfolgt die Adsorptionsphase im zweiten Adsorber zur Kälteerzeugung.

## Konstruktionsweise

Die SorTech AG hat zwei Konstruktionsprinzipien entwickelt und zum Patent angemeldet, durch die ein kompakter und leichter Aufbau der Anlage ermöglicht wird.

### Beschichtung der Adsorberwärmeübertrager mit Silikagel:

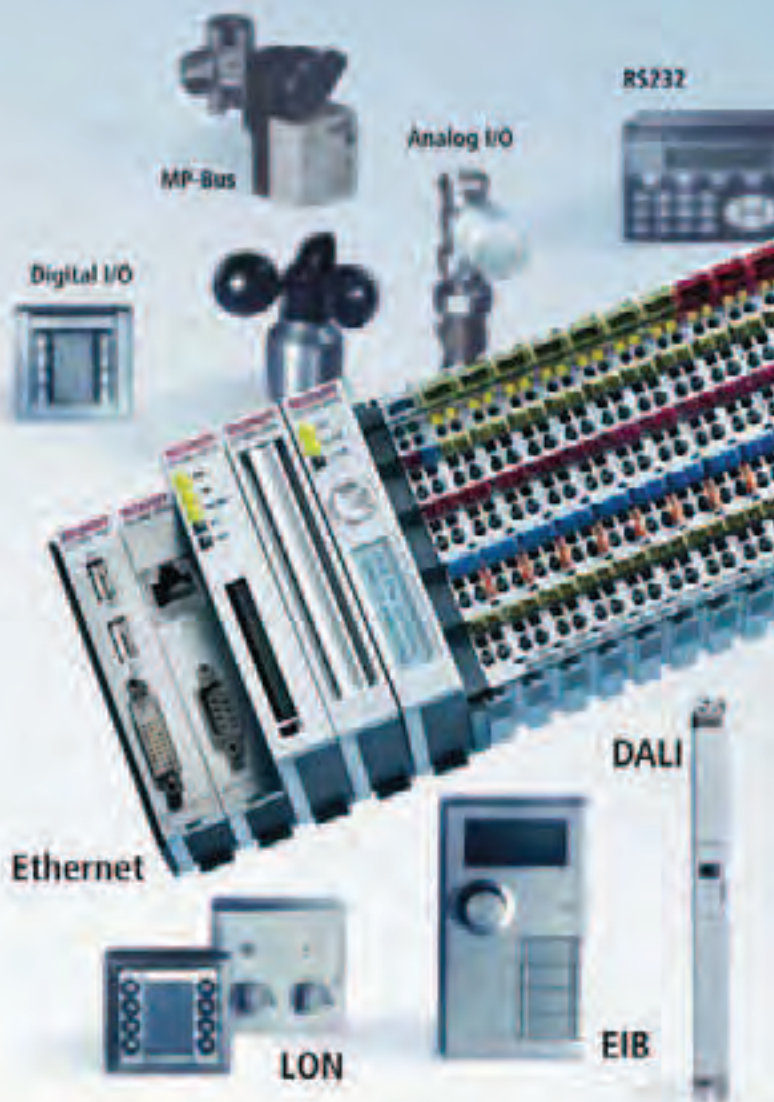
Um eine gute Wärmeübertragung im Adsorber und somit eine hohe spezifische Leistung der Adsorptionskältemaschine zu erreichen ist es notwendig, dass das granulatförmige Silikagel direkt auf der Wärmetauscheroberfläche aufgebracht wird. Dies



ee 2-08

# Beckhoff Building Automation: Alle Datenpunkte in einem System

→ [www.beckhoff.at/Building/](http://www.beckhoff.at/Building/)



## PC- und Ethernet-basierte Gebäudeautomation

Das Beckhoff Building Automation ermöglicht die Integration der IT- und Gebäudeautomation in die Gebäudetechnik durch eine Verknüpfung von PC- und Ethernet-basierter Steuerungstechnik. Neben der vollständigen Gebäudeautomation ist eine partielle Integration von Gebäudetechnik in ein bestehendes PC- oder Ethernet-Netzwerk möglich. Das Beckhoff Building Automation System ist ein PC- und Ethernet-basierendes Gebäudeautomationssystem, das die Integration der Gebäudeautomation in ein bestehendes PC- oder Ethernet-Netzwerk ermöglicht. Kommunikationstechnik integriert Kommunikationstechnik in ein bestehendes PC- oder Ethernet-Netzwerk.

Beckhoff Automation GmbH, Hübnerweg 1, 31133 Burg, Austria  
Telefon: +43 (0) 512 188 110, Fax: +43 (0) 512 188 1110, [info@beckhoff.at](mailto:info@beckhoff.at)  
[www.beckhoff.at](http://www.beckhoff.at)

**BECKHOFF** New Automation Technology

wird durch eine Beschichtung der Wärmeübertrager mit Epoxidharz erreicht, wobei das Silikagel direkt auf die Wärmetauscher-oberfläche geklebt wird. Neben Silikagel können prinzipiell alle granulatformigen Materialien auf diese Weise beschichtet werden.

### Kompakte, selbsttragende Konstruktion:

Die für die evakuierten Prozesskammern aus statischen Gründen normalerweise notwendigen großen Wandstärken wurden substituiert. Stattdessen stützt sich vakuumdicht verschweißtes Dünoblech als Einhausung direkt an der inneren Struktur der Einbauten ab. Somit zeichnen sich die Anlagen durch sehr geringen Materialeinsatz aus, was sich positiv auf Leistungsgewicht und -volumen auswirkt. Entsprechend der Leistungsklasse zeichnen sich die Aggregate somit durch eine einfache und sehr kompakte Bauweise aus.

### Die erste Generation von Demoanlagen

In der Kühlperiode 2007 wurden verschiedene Pilottests mit Prototypen der Baureihe ACS 05 durchgeführt. Die Standorte lagen in Deutschland, Österreich und Spanien. Zwei Pilotprojekte wurden derart ausgeführt, dass eine Doppelnutzung – als Kältemaschine und Wärmepumpe – möglich war. Als Antriebsquelle wurde hauptsächlich Solarthermie genutzt. Die Nutzung der erzeugten Kälteenergie erfolgte überwiegend mittels Flächenkühlung, was aufgrund der somit gewählten hohen Kaltwassertemperaturen von 15 bis 18°C einem effizienten Betrieb der Kältemaschine prinzipiell entgegenkommt. Neben der bekanntesten und gebräuchlichsten Methode der Rückkühlung mittels einfachen trockenem Rückkühler, wurde explizit der trockene Rückkühler mit Frischwasser-Besprühfunktion getestet und optimiert.

### Resultate

Bei fast allen Pilotanlagen konnte eine, über den Betrachtungszeitraum weitestgehend gleichbleibende Kälteleistung gemessen werden. Alle installierten Prototypen arbeiteten während der vergangenen Kühlperiode zuverlässig ohne gravierende Störungen oder Totalausfälle. Insbesondere die in der Praxis häufig anzutreffenden inhomogenen Antriebstemperaturen – dies gilt insbesondere für die Solare Kühlung – haben keinen negativen Effekt auf eine zufriedenstellende Performance. Gerade bei niedrigen Antriebstemperaturen von 65 - 75°C arbeitet die ACS 05 schon mit solidem Wirkungsgrad. Selbst in den wärmeren Klimazonen, wie z. B. Spanien, ist dies ein entscheidender Vorteil der Adsorptionstechnologie.

Mit diesen Ergebnissen hat die Technologie ihre Marktauglichkeit bewiesen. Die Weiterentwicklungen bei SorTech zielen im Folgenden darauf ab, eine über die gesamte Lebensdauer hinweg gleichbleibende Performance sicherzustellen. Zudem zeigte sich, dass in vielen Fällen die gewählte Leistungsklasse 5 kW etwas zu gering war. Aus diesem Grund wurde bereits in 2007 damit begonnen, eine neue Produktgeneration der Kältemaschine mit einer um ca. 50% höheren Kälteleistung zu entwickeln und zur Marktreife zu führen. Das so entstandene Produkt, die ACS 08, weist mit einer Nenn-Kälteleistung von 7,5 kW eine für zahlreiche Anwendungen sinnvollere Dimension auf. Diese Kältemaschine ist besonders für die Gebäudeklimatisierung im privaten und kleingewerblichen Bereich geeignet.



▲ **Abbildung 3**  
**SorTech Adsorption Chiller S 08 (ACS 08) mit einer Nennkälteleistung von 7,5 kW für den kleinen Leistungsbereich**

Zudem wurden sowohl maschineninterne Druckverluste als auch das Gerätevolumen maßgeblich reduziert.

### Effizienzsteigerung und Komplexitätsreduzierung

Thermodynamisch bedingt ist der mittels Adsorptionstechnologie zu realisierende thermische COP geringer als bei Absorptionskälteanlagen. Dementsprechend wichtig ist das für den Endanwender letztlich entscheidende Kriterium – der „elektrische COP“ – d. h. den elektrischen Wirkungsgrad des Systems in den Fokus zu stellen. Ob das Gesamtsystem „Solare Kühlung“ also energetisch und folglich auch monetär sinnvoll ausgeführt ist, entscheidet maßgeblich die Dimensionierung und Auswahl der zusätzlich notwendigen elektrischen Verbraucher, allen voran die eingesetzten Pumpen und die Rückkühlerlüfter.

Um Fehler bei Auswahl und Dimensionierung zu reduzieren, wurde ein Standard-Rückkühler definiert und weiterentwickelt, der zusammen mit einer ausführlichen Planungshilfe zur Ausführung eines energetisch sinnvoll gestalteten Rückkühlstrangs beitragen soll. Nach bisherigen Abschätzungen und Berechnungen sind so elektrische Wirkungsgrade von > 10 darstellbar.

Basis hierfür ist der von SorTech angebotene Trockene Rückkühler RCS 08 mit bedarfsgerecht geregelter EC-Lüftertechnologie und punktuell einsetzender Frischwasserbesprühung. Hierbei werden die Vorteile von trockener Kühlung und Verdunstungskühlung sinnvoll kombiniert. Unter Einsatz von nur 4 m<sup>3</sup> Frischwasser pro Kühlperiode und durch nahezu wartungsfreien Betrieb ist dieser Rückkühltyp sowohl dem Nasskühlturm als auch dem einfachen trockenen Rückkühler überlegen.

### Fazit

Abschließend kann festgestellt werden, dass die in 2007 durchgeführten Feldtests wichtige Erkenntnisse lieferten, die bereits in der aktuellen Produktreihe der ACS 08 Berücksichtigung gefunden haben. Grundsätzlich hat sich die Praxistauglichkeit der von SorTech entwickelten Adsorptionskälteanlagen bestätigt. Mit Vermeidung der benannten Fehlerquellen ist eine energetisch optimale Ausführung des Gesamtsystems möglich und somit eine marktfähige Kostenposition erreichbar.

# Kühlen mit der Sonne: Solare Absorptionskältemaschine



▲ **Abbildung 1**  
**Absorptionskältemaschine chillii PSC10**

\* Dipl.-Ing. (FH) *Werner Pink* ist geschäftsführender Gesellschafter der Firma *Pink GmbH*, [w.pink@pink.co.at](mailto:w.pink@pink.co.at)

## Von Werner Pink

Die Idee, mit der Sonne zu kühlen, ist über 150 Jahre alt. Bereits 1850 wurde die erste auf dem Prinzip der periodischen Absorptionskühlung basierende künstliche Kältemaschine von Edmond Carré in Betrieb genommen und bei der Weltausstellung am 29. September 1878 in Paris demonstriert.

Praktisch angewendet werden solche Maschinen auch heute – hauptsächlich im Bereich von mehreren 100 kW Kälteleistung. Im kleinen Leistungsbereich findet man kaum marktgängige Maschinen. Nun beginnen die intensiven Entwicklungsbemühungen seitens engagierter Forschungseinrichtungen und Firmen zu fruchten. Ein Beispiel für eine erfolgreiche Entwicklung stellt die Absorptionskältemaschine chillii® PSC 10 der Firma Pink dar. Der weltweite Kältemarkt wird von elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschinen dominiert. Die Gründe dafür sind einfach: Die Technik ist billig in Massen verfügbar und einfach anzuwenden. Diese Technologie bringt aber auch nennenswerte Nachteile mit sich: Die Geräte haben einen erheblichen Stromverbrauch, was aufgrund der immer massiver werdenden Engpässe bei der Erzeugung und der Verteilung der Energie zu Problemen führt. Weiters geht mit der Erzeugung von Strom zwangsläufig der Ausstoß von klimaschädlichem CO<sub>2</sub> einher. Nach wie vor basieren zwei Drittel aller weltweit eingesetzten Kraftwerksprozesse auf der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Ganz abgesehen von den in Kompressionskältemaschinen verwendeten Kältemitteln, welche aufgrund von Leckagen in die Atmosphäre gelangen. 5 bis 15% der Füllmenge entweicht jährlich aus den Maschinen und trägt durch einen bis zu 2000 mal höheren GWP-Index als reines CO<sub>2</sub> zur Erderwärmung bei.

## Solare Kühlung als nachhaltige Alternative

Aktive Klimatisierung mittels solar angetriebener Sorptionskältemaschinen stellt eine interessante nachhaltige Alternative dar. Diese Anlagen verwenden natürliche Kältemittel und haben einen geringen Stromverbrauch. Die Betriebskosten sind sehr niedrig und die CO<sub>2</sub>-Bilanz ist im Vergleich zu Kompressionskältemaschinen deutlich besser.



▲ **Abbildung 2** Prüfstand für thermisch angetriebene Kältemaschinen und Wärmepumpen bei Pink

Die solare Einstrahlung und die äußeren Kühllasten sind in weiten Bereichen sowohl über das Jahr als auch im Tagesverlauf deckungsgleich. Ein Antrieb der Sorptionskältemaschine mittels Solarenergie kann somit im Allgemeinen gut realisiert werden.

### Entwicklung einer kleinen Absorptionskältemaschine

Basierend auf den Untersuchungen des Herrn Dr. Podesser wurde bei der Firma Pink mit Unterstützung der Firma SolarNext AG die kleine Absorptionskältemaschine „chillii® PSC 10“ mit dem Arbeitsstoffpaar Ammoniak/Wasser entwickelt.

Die Maschine zeichnet sich durch ihre kompakten Abmessungen von  $0,8 \times 0,6 \times 2,2$  m (Breite  $\times$  Tiefe  $\times$  Höhe) aus, das Betriebsgewicht beträgt rund 350 kg. Als Wärmequelle kann eine thermische Solaranlage mit Flach- oder Röhrenkollektoren, Nah- und Fernwärme sowie Abwärme aus Blockheizkraftwerken oder anderen Prozessen herangezogen werden. Im Sinne eines ökologischen und ökonomischen Gesamtoptimums ist auf die CO<sub>2</sub>-Neutralität sowie die möglichst kostengünstige Verfügbarkeit zu achten.

Durch die Verwendung des Kältemittels Ammoniak und die besondere Maschinenkonstruktion ergeben sich folgende Vorteile:

- Es können weite Kaltwassertemperaturbereiche abgedeckt werden. Von der Soleproduktion im negativen Temperaturbereich bis zur Erzeugung von Kaltwasser für Fan-Coils oder Kühldecken reicht das Anwendungsgebiet. Die Maschinenregelung passt die Lösungskonzentration automatisch an die unterschiedlichen Betriebspunkte an.
- Die großzügig dimensionierten Lösungssammler erlauben der Maschine ein überaus elastisches Verhalten in Bezug auf sich ändernde Temperaturniveaus, was vor allem im Solarbetrieb sehr wesentlich ist.

In **Tabelle 1** sind exemplarisch die Temperaturtripel bei 10 kW Kälteleistung für zwei Betriebsarten an zwei europäischen Orten dargestellt.

### Spezielle Lösungspumpe

Standardmäßige Zentrifugalpumpen können in kleinen, kontinuierlich arbeitenden Absorptionskältemaschinen mit dem Arbeits-

Ort	Graz		Madrid	
	Fan Coils	Kühldecken	Fan Coils	Kühldecken
<b>Kälteverteilung</b>	Fan Coils	Kühldecken	Fan Coils	Kühldecken
<b>Kaltwassertemperatur</b>	12/ 6°C	18/15°C	12/6°C	18/15°C
<b>Heißwassertemperatur</b>	85/78°C	75/68°C	97/90°C	85/78°C
<b>Rückkühltemperatur</b> (Naßkühlturm)	24/29°C	24/29°C	29/35°C	29/35°C

▲ **Tabelle 1** Temperaturniveaus des chillii® PSC 10 für 10 kW Kälteleistung an zwei Orten in Europa

paar Ammoniak/Wasser nicht eingesetzt werden, da sie einen geringen Wirkungsgrad aufweisen und die Dichtungen nicht die erforderliche Standzeit haben. Die Verwendung von Zahnradschlepppumpen ist aufgrund des hohen Verschleißes und der großen Lärmentwicklung nicht möglich. Kommerziell erhältliche Kolbenmembranpumpen erfüllen zwar die Anforderungen dieser Anwendungen, sind jedoch groß, schwer und kosten 30 bis 40% des gesamten Aggregats.

Ein entsprechendes Pumpaggregat wurde für diesen Zweck entwickelt und erfolgreich in mehreren Maschinen eingesetzt. Der Membrankopf mit den Plattenventilen ist auf einem kommerziell verfügbaren Mitteldruck-Kolbenpumpe aufgesetzt. Die freischwingende Membran wird durch einen Ölpolster bewegt. Die Antriebskraftübertragung erfolgt durch einen Keilriemen von einem Asynchronmotor mit einer Leistungsaufnahme von ca. 0,25 kW. Der Ansaug- und Auslassdruck beträgt 2 bis 20 bar.

### Fallfilmabsorber und -verdampfer

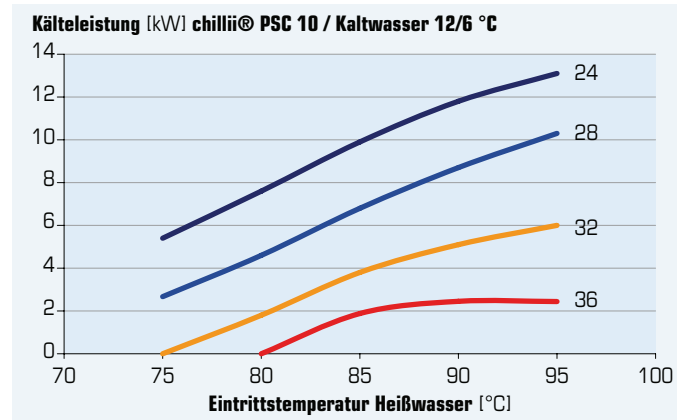
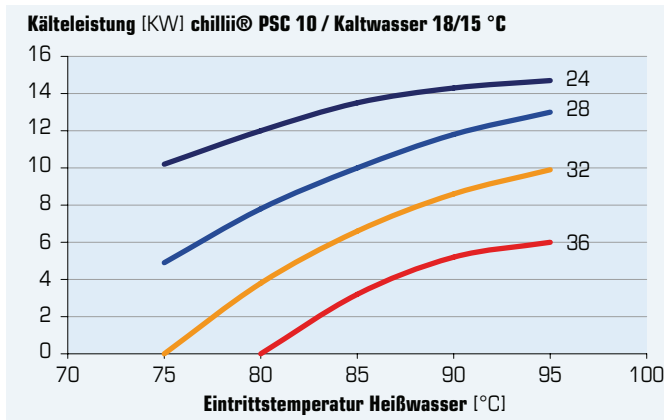
Zur Realisierung eines kompakten Absorber-Wärmetauschers mit hohen Stoff- und Wärmeübertragungsdichten ist die chillii® PSC Absorptionskältemaschine mit einem eigens entwickelten Fallfilmabsorber ausgestattet. Ein Verteilsystem versorgt die Innenseiten der Wärmetauscherrohre mit einer definierten Menge der (an Kältemittel) armen Lösung. Die Fallgeschwindigkeit und die Filmdicke werden durch spezielle Einbauten in den Rohren gesteuert.

Die Vorteile der Fallfilmtechnik wurden auch auf den Verdampfer des chillii® PSC angewendet. Der vertikale Rohrbündelverdampfer wird von oben über ein selbst entwickeltes Einspritzsystem mit Kältemittel versorgt. Somit kann der Verdampfer trocken betrieben werden, was ein periodisches Abfluten aufgrund des Restwassergehalts im Kältemittel überflüssig macht.

### Prüfstand

Am neuen Prüfstand bei Pink, welcher im Sommer 2007 in Betrieb genommen wurde, können die Leistungsdaten und Kennfelder jeder beliebigen thermisch angetriebenen Kältemaschine bzw. Wärmepumpe mit einer Rückkühlleistung von bis zu 60 kW aufgenommen werden (vgl. Abbildung 2). Der Kaltwasserkreis ist für einen Betrieb mit Sole vorbereitet, um Betriebspunkte mit Kaltwassertemperaturen unter 4°C messen zu können. Der Prüfstand ist zur Gänze über eine SPS mit Rechneranbindung geregelt und fernsteuerbar. Die Datenaufzeichnung aller relevanten





**Abbildung 3** Kennfelder für die Kälteleistung der chillii® PSC 10 Absorptionskältemaschine für die Betriebspunkte „Kühldecke“ (links) sowie „FanCoil“ (rechts)

Temperaturen, Volumenströme und anderer Prozessparameter erfolgt permanent.

### Messergebnisse

Während der letzten Monate wurden laufend Messungen an den neuesten chillii® PSC 10 Absorptionskältemaschinen vorgenommen, um ein komplettes Kennfeld der Maschine für unterschiedliche Kaltwassertemperaturen zu erstellen.

Somit wurden Kennfelder für den Betriebspunkt „Kühldecke“ mit Kaltwassertemperaturen von 18/15°C sowie für den Punkt „FanCoil“ mit einem Temperaturniveau im Kaltwasser von 12/6°C ermittelt. Die Kennfelder enthalten den Leistungs- und  $COP_{\text{therm}}$ -Verlauf bei Antriebstemperaturen von 65 bis 95°C sowie Rückkühltemperaturen von 24 bis 36°C. Die Spreizungen wurden durch Regelung des Massenstromes im Heißwasserkreis auf 7 K und im Rückkühlkreis auf 5 K konstant gehalten. Die Messungen zeigen sehr deutlich den weiten Einsatzbereich der chillii® PSC 10 Absorptionskältemaschine. Selbst bei sehr niedrigen Antriebstemperaturen ist die Maschine in der Lage, Klimakälte auf hohem Leistungsniveau zur Verfügung zu stellen.

### Anlagenbeispiel

Der bekannte Generalvertreter namhafter Marken der Solar-, Heizungs- und Umwelttechnik, Herbert Bachler, erhielt für die Temperierung der Büros und Seminarräume im 2006 neu errichteten Schulungszentrum in Gröbming (Steiermark) eine chillii® PSC Absorptionskältemaschine. Die für die rund 160 m<sup>2</sup> zu kühlende Fläche ermittelte Kühllast beträgt 9 kW. Die Kälteverteilung erfolgt durch eine massive Kühldecke, das Temperaturniveau auf der Kaltwasserseite beträgt 19/16°C. Die Decke enthält keinen eigenen Kaltwasserkreis, die Kältemaschine kühlt das Heizungswasser und arbeitet direkt auf den Heizungsverteiler. Die chillii® PSC Absorptionskältemaschine wird mittels einer thermischen Solaranlage mit 46 m<sup>2</sup> Brutto-Kollektorfläche betrieben. Auf der Heißwasserseite stehen drei Energiespeicher mit je 1.500 Liter Inhalt zur Verfügung. Auf einen Kaltwasserspeicher kann verzichtet werden, da die aktivierte Betondecke genügend Speichermasse enthält. Die Rückkühlung erfolgt über einen Nasskühlturm, welcher sich in unmittelbarer Nähe der Kältemaschine an der Westfassade des Gebäudes befindet. Da auch

die Absorptionskältemaschine im Freien aufgestellt ist, können die Rohrleitungslängen in dem am stärksten durchflossenen Hydraulikkreis sehr kurz gehalten werden. Das minimiert die Druckverluste und hilft aktiv mit, Pumpstrom zu sparen. Die chillii® Absorptionskältemaschine wird bereits bei geringen Einstrahlungen ab einer Heißwassertemperatur von 65°C betrieben. Sollte der Energieeintrag durch die Sonne nicht genügen, um die erforderliche Kühllast zu decken, steht ein auf das Speichersystem wirkendes Biomasse-Backup zur Verfügung. Dieses wird jedoch nur in der Anlagenbetriebsart „Komfortkühlung“ angefordert, im Regelfall wird bei fehlender Einstrahlung auf eine Kühlung verzichtet.

### Systemdesign

Die Erfahrungen aus den bereits realisierten Gesamtsystemen haben gezeigt, wie wesentlich eine sorgfältige Planung der Hydraulik sowie der Regelungsstrategie ist. Die thermisch angetriebenen Kältemaschinen können ihr Leistungspotenzial nur dann voll entfalten, wenn die Rahmenbedingungen dies zulassen. Aufgrund der für den Solar- und Heizungsbereich unüblichen Spreizungen und Temperaturniveaus passieren in der Praxis seitens der Planung, Komponentenauswahl und Installation immer wieder Fehler, welche die Leistungsfähigkeit bzw. die Energieeffizienz der Systeme stark einschränken. Eine umfassende und ganzheitliche Betrachtung jeder einzelnen Anlage ist für eine maximale Kundenzufriedenheit und den damit verbundenen weiteren Erfolg der Technologie ausschlaggebend. Pink trägt diesem Umstand Rechnung und liefert in Kooperation mit SolarNext komplette „SolarCooling-Kits“.

### Nächste Entwicklungsschritte

Im Hause Pink ist neben der weiteren Optimierung der 10-kW-Maschine die Entwicklung einer Anlage mit rund 20 kW Kälteleistung bereits angelaufen. Basierend auf den umfangreichen Messungen und Analysen der chillii® PSC 10 Absorptionskältemaschine wurden Potenziale identifiziert, welche eine weitere Steigerung der Kälteleistung bei gleich bleibenden Abmessungen erwarten lassen. Aufbauend auf die Erfahrungen der optimierten 10-kW-Maschine werden noch im Jahr 2008 erste Prototypen mit doppelter Kälteleistung verfügbar sein.



# Kühlen mit Regenwasser

Von **Mathias Kaiser**\*

Da Regenwasser auf jeder Liegenschaft anfällt, stellt sich die Frage, ob und wie Regenwasser für Kühlzwecke sinnvoll eingesetzt werden kann.

Die Bundesregierung verfolgt im Kontext der Bemühungen um den Klimaschutz die Zielstellung den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2020 um 40% zu reduzieren. Dies erfordert in allen Bereichen gewaltige Anstrengungen zur Energieeinsparung.

Der überwiegende Teil der Kälteerzeugung wird heute elektrisch (rund 66.000 GWh) und nur ein kleiner Teil (11.000 GWh) nicht elektrisch erzeugt. Wegen des im Vergleich etwa zur Wärmeerzeugung immer noch niedrigen Wirkungsgrades bei der Stromerzeugung ist der Primärenergieeinsatz für die in Deutschland erzeugten 77.000 GWh Kälte mit 236.000 GWh überproportional hoch. Er erreicht eine Größenordnung von rd. 5% des Gesamtprimärenergieeinsatzes und verursacht rd. 46 Mio Tonnen CO<sub>2</sub>-Ausstoß, was etwa 5,4% des bundesweiten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ausmacht.

Prognosen der Europäischen Gemeinschaft zeigen ein weiterhin exponentielles Wachstum gekühlter (Gebäude-) Flächen auf. Es wird daher mit einer Steigerung allein des Energiebedarfes für die Raumklimatisierung von 2010 bis 2020 um 50% gerechnet. Insgesamt wird ein Anstieg des Energieverbrauches für Kühlzwecke bis 2020 um das 2,6-fache erwartet.

Diese Entwicklung ist mit den o. g. Zielstellungen zum Klimaschutz nicht zu vereinbaren, sondern droht Erfolge bei der Energieeinsparung und Emissionsminderung in anderen Bereichen, wie etwa der wärmeschutztechnischen Gebäudemodernisierung oder dem Einsatz regenerativer Energieerzeugung aufzufressen.

## Grundlagen der Kühlung und Kälteerzeugung

Vom physikalischen Standpunkt aus gibt es keine Kälte, sondern nur ein Mehr oder Weniger an Wärme. Das heißt Kälte ist relativ und bedeutet „weniger warm als die Umgebung“. Für die Kühlung von Gebäuden gilt es daher zuerst, den Zustrom von Wärme möglichst zu verhindern (analog zum gebäudlichen Wärmeschutz, bei dem der Abstrom von Wärme zu verhindern ist).

Im zweiten Schritt ist dann die Wärme, deren Zustrom nicht verhindert werden kann, gezielt abzuführen.

▲ **Abbildung 1**  
**Kellerei Possmann, ein Edelstahlbehälter wird nach Auslieferung des Apfelweins temporär für die Zwischenspeicherung von Regenwasser verwendet (Speicher mit blauem Schild)**

\* *Dr.-Ing. Mathias Kaiser ist seit 1994 Inhaber des INGENIEUR-BÜRO M. KAISER und führt regelmäßig Gastvorlesungen und Seminare an verschiedenen Hochschulen und Technischen Akademien durch, [www.buero-mkaiser.de](http://www.buero-mkaiser.de)*

▼ **Abbildung 2**  
**Firma Artech, Betriebsgebäude mit vorgelagerter Versickerungsanlage**



► **Abbildung 3**  
**Kellerei Possmann, Gegenstromwärmetauscher Regenwasser – Apfelwein**

Der Bereich Kühlung und Kälteerzeugung erstreckt sich auf ein breites Spektrum unterschiedlicher Anwendungen wie:

- Raumluftkonditionierung (Büro, Produktion, Lagerhaltung)
- Haltbarmachung von Nahrungsmitteln und anderen verderblichen Produkten
- Abführung von Reaktionswärme z. B. chemischer Prozesse
- Kühlung von Maschinen und Werkzeugen
- Kühlung von elektronischen (EDV) und diagnostischen Geräten (Sensoren)

Neben den Temperaturniveaus und den Temperaturspreizungen zwischen Ist- und Solltemperaturen ist dabei der jahres- und tageszeitliche Verlauf des Kühlbedarfs je nach Nutzungsanforderungen sehr unterschiedlich. Insbesondere das angestrebte Temperaturniveau ist bei konventionellen Kühl- und Kälteerzeugungstechniken entscheidend für den energetischen Wirkungsgrad des Kühlsystems. So können mit einer Kompressionskältemaschine Tiefkühltemperaturen von  $-18^{\circ}\text{C}$  und mehr erreicht werden. Allerdings ist hier das Verhältnis von eingesetztem Strom zu erzeugter Kälte mit einem Verhältnis von 1:3 wenig effizient. Die Kombination einer Kältemaschine mit einem Kühlturm (Verdunstungskälte) verbessert dieses Verhältnis auf 1:18. Der Einsatz dieser Technologie ist jedoch auf Temperaturniveaus von minimal  $+15^{\circ}\text{C}$  beschränkt. Ein Kühlturm erreicht Wirkungsgrade von 1:100, ist jedoch erst ab Solltemperaturniveaus von  $+27^{\circ}\text{C}$  alleine einsetzbar. Die große Spannweite beim Energieverbrauch von Anlagensystemen zur Kühlung und Kälteerzeugung auf der einen und die für den Einsatz für Kühlzwecke besonders günstige Beschaffenheit von Regenwasser (wegen des hier gegenüber Trinkwasser aus dem Versorgungsnetz geringeren Anteils gelöster Stoffe kann eine Aufbereitung *entsalzen – enthärten* entfallen) gibt Anlass, nach Wegen des Einsatzes von Regenwasser zu suchen.

Die beiden im folgenden dargestellten Beispiele zeigen unterschiedliche Ansätze beim Einsatz von Regenwasser zur Kühlung in Industrie und Gewerbe auf.



HEIZSYSTEME FÜR DEN WOHNRAUM

- Pelletkaminofen
- über Telefon ansteuerbar
- über 90 % Wirkungsgrad
- vollautomatische Regelung

**RIKA**

www.rika.at

### Praxisbeispiel Firma Artech in Dortmund

Die Firma Artech stellt Gehäuse für Druckerpatronen im Kunststoffspritzgussverfahren her (siehe [Abbildung 2](#)). Dabei gelten hohe Anforderungen an die temperaturkonstante Kühlung der Spritzgussköpfe. Außerdem ist die sogenannte Hydraulikabwärme der Materialführungsmaschinen abzuführen und die Luft in den Produktionsgebäuden gemäß den Anforderungen des Arbeitsschutzes zu konditionieren. Die dafür erforderliche Kühlleistung wurde ursprünglich mit Hilfe von Kompressionskältemaschinen erbracht. Im Rahmen der Bemühungen im Emschergebiet, die Niederschlagswasserabflüsse befestigter Flächen vom Kanalnetz abzukoppeln, wurde nach Möglichkeiten einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung auf dem Betriebsgrundstück gesucht.

Das Niederschlagswasser wird dabei in einer  $250\text{ m}^3$  großen Zisterne gespeichert, als Kühlwasser in die Kühltürme eingespeist und dort verdunstet. Damit werden rd.  $1.000\text{ m}^3$  Trinkwasser substituiert. Als besonderer Vorteil hat sich hier die gegenüber dem Einsatz von Trinkwasser weniger aufwändige Aufbereitung des eingesetzten Regenwassers herausgestellt. Es genügt eine mechanische Filterung und ein einfacher Aktivkohlefilter. Ein Entsalzen (Herauslösen gelöster Stoffe mit Hilfe des Einsatzes von Chemikalien) kann entfallen.

Das überschüssige, für Kühlzwecke nicht benötigte Regenwasser wird in ein nachgeschaltetes Mulden-Rigolen-Element abgeleitet und versickert. Neben Trinkwasserbezug und -aufbereitung wird auf diese Weise auch die bisher fällige Regenwassergebühr in Höhe von etwa 5.000,- € p. a. erspart.



...denn jeder braucht verlässliche Befestigungssysteme

**SCHLETTER**  
GmbH

Solar Montagesysteme

Gewerbegebiet an der B15 • Alustr. 1  
• 83527 Kirchdorf/Haag i. OB

Tel. 08072 / 9191-200 • Fax 08072 / 9191-9200  
Email solar@schletter.de • www.solar.schletter.de

### Beispiel Apfelweinkelterei Possmann, Frankfurt a. M.

Bei der Apfelweinalterei Possmann wird das Regenwasser zur Kühlung des frisch gekelterten Apfelweines auf die Lagerhaltungstemperatur eingesetzt (siehe **Abbildung 3**). Dazu wird das Dachflächenwasser der rd. 5.000 m<sup>2</sup> großen Betriebshalle in einem 200 m<sup>3</sup> großen Tank gespeichert. Der Apfelwein wird in einem Gegenstromwärmetauscher mit dem Regenwasser gekühlt. Das auf 30 - 38°C erwärmte Regenwasser wird anschließend auf das mit einer speziellen Bepflanzung versehene Flachdach gepumpt. Das warme Regenwasser fließt bei einem zweiprozentigen Dachgefälle über den Pflanzenbewuchs bzw. lateral durch das Bodensubstrat rd. 40 m bis zur gegenüberliegenden Dachseite.

Auf dem Weg dorthin kühlt sich das Regenwasser in Abhängigkeit von Witterung und Tageszeit in den Sommermonaten auf 15 bis 25°C und im Winter auf unter 10°C ab. Anschließend wird es über eine automatische Grobstoffabscheidung und einen Feinstofffilter wieder in den Speichertank zurück geleitet. In den Monaten Dezember bis März, wird bei einem Durchsatz von 120 m<sup>3</sup> Regenwasser pro Stunde, die gesamte erforderliche Kühlleistung über dieses System erbracht. In den Monaten April bis November wird das System durch das phasenweise Hinzuschalten einer Kompressionskältemaschine ergänzt.

Wenn in den Wintermonaten die Apfelweinlagerbestände zurückgehen, wird in vier Apfelweintanks mit jeweils 200 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen ein Regenwasservorrat von insgesamt 1.000 m<sup>3</sup> für den Sommerkühlbetrieb, bei dem ein erhöhter Verdunstungsverlust auftritt, angelegt.

Die Anlage ist seit 1991 erfolgreich in Betrieb und hat den Energieeinsatz zur Kühlung erheblich reduziert.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die Nachfrage nach Gebäude- und Prozesskühlung, wird aller Voraussicht nach in Zukunft weiter hohe Wachstumsraten aufweisen.

Die zu erwartende Energiepreisentwicklung und politische Ziel-

setzungen zum Klimaschutz werden in noch stärkerem Maße als bisher energieeffiziente Systeme und Techniken auch im Kühlbereich einfordern. Die hohe Bedeutung von Wasser bei energieeffizienten Kühltechniken und das universelle Vorkommen von Regenwasser bieten günstige Voraussetzungen für den vermehrten Einsatz zur Kühlung.

Im Bereich konventioneller Techniken eignet sich der Einsatz von Regenwasser, wegen des geringen Gehalts an gelösten mineralischen Stoffen, die eine Aufbereitung (Enthärten, Entsalzen) oftmals überflüssig machen, besonders für den Einsatz in Kühltürmen.

Neu zu erschließende Potenziale sind im Bereich der passiven Kühlung zu sehen (siehe Kelterei Possmann). Hier sind jeweils Systeme zu entwickeln die differenziert auf die spezifischen Anforderungen vor Ort abgestellt sind und die objektspezifischen Potenziale zielgerichtet ausschöpfen.

Eine Vielzahl realisierter Projekte und experimenteller Forschungsvorhaben zeigen, dass sich diese neben der Industrie auch auf Gewerbe-, Büro- und Wohnnutzungen erstrecken.

Um diese Potenziale in der Praxis realisieren zu können, sind sowohl Klimatisierungs- und Kühlanlagenplanung als auch Regenwassernutzung aus dem Stand nachgeschalteter Technikplanungen herauszuführen und angepasste ressourcenschonende Konzepte in Zusammenarbeit mit Architekten und Fertigungsplanern in möglichst frühem Planungsstudium zu entwickeln.

### Literatur

- [www.gertec.de](http://www.gertec.de), Probst, Jörg, Effizientes und solares Kühlen – Effizienzpotenziale in der Kälteerzeugung und -anwendung, Linz, 2005
- [www.rehslers.de](http://www.rehslers.de), Rehslers Kühlsysteme, Moderne Energiesparkonzepte zur Reduzierung des Treibhauseffektes und optimale Nutzung unserer Primärressourcen, Lindau/B, 2007
- Schmidt, Marco, Gebäudebegrünung und Verdunstung, in: Garten+Landschaft, Heft 1/2008, S. 15 - 18
- Kaiser, Mathias, Einsatz von Regenwasser zu Kühlung in Industrie und Gewerbe, in: Innovative Wasserkonzepte in Gewerbe und Industrie sowie im Gebäudebestand, Hrsg. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. (fbr), Darmstadt, 2008

# Energiesparen beim Baden oder Duschen!

**FORSTNER** GmbH  
SPEICHERTECHNIK



**NEUHEIT VON FORSTNER**  
Wärmerückgewinnung aus Grauwasser

- ▶ **Was spricht für eine Anschaffung:**
  - sehr hohes Einsparungspotential im Vergleich zu anderen ressourcenschonenden Maßnahmen
  - Reduzierung von Schadstoff-Emissionen
  - hoher Wirkungsgrad
  - geprüft und patentiertes Verfahren
  - garantierte Betriebssicherheit
  - Einsatz von Qualitätswerkstoffen wie hochwertiger Edelstahl 1.4404 (V4A) und Kunststoff (PE)
  - Nachhaltigkeit
  - minimaler Platzbedarf
  - mehrere Modellgrößen erhältlich
  - überschaubare Investitionskosten
  - beste Kosten-Nutzen-Relation

**Informationen:**

Neulandstr. 36 | A 6971 Hard  
Tel. 0043 (0) 55 74 8 42 11  
www.speichertechnik.com

## THERMO CYCLE | WRG®

### ▶ Wärme zweimal nutzen!

Die Erde ist von den nachfolgenden Generationen nur geliehen. Deshalb sollte es unser vorrangiges Ziel sein, mit Energie (Wärme) sorgsamer umzugehen, wenigstens dort wo wir selbst entscheiden können. Jeder weiß, dass durch eine gute Dämmung die Wärme im Gebäude bleibt. Neben der Raumwärme gibt es aber noch eine andere Wärmequelle, die ihr Gebäude nicht verlassen sollte, nämlich jene des 28°C - 40°C warmen Abwassers aus Dusche, Waschbecken, Spül- und Waschmaschine (Grauwasser). Leider fließt dieses Wärmepotential weltweit nach wie vor ungenutzt ins Kanalnetz. Zur wirtschaftlichen Nutzung dieser Wärmequelle wurde von Forstner Speichertechnik die Wärmerückgewinnungsanlage ThermoCycle® WRG entwickelt. Aus 1000 Liter Duschwasser können laut Anbieter mindestens 16 kWh zurückgewonnen werden. In einer separaten Abwasser-Zuleitung wird das warme

Grauwasser durch das ThermoCycle® WRG geleitet. Ein ausgeklügeltes Filtersystem sorgt für die Zurückhaltung der im Grauwasser enthaltenen Schmutzfracht welche dann zyklisch abgeleitet wird. Über einen Gegenstromwärmetauscher gibt das gereinigte Grauwasser seine Wärmeenergie an das Frischwasser ab und fließt anschließend ins Abwasser-

netz. Das patentierte ThermoCycle® WRG enthält keine beweglicher Teile und ist deshalb äußerst wartungsarm. Es ist in mehreren Größen erhältlich, förderfähig und überall dort einsetzbar, wo warmes Wasser abfließt, egal ob Campingplatz, Freizeitanlage, Hotel, Hallenbad oder aber auch in jedem Einfamilienhaus.

**Unterstützt ein ThermoCycle® WRG System zur Vorwärmung von Warmwasser im Durchlaufartefolgen-Prinzip.**



Er kommt GRATIS zu Ihnen nach Hause. Der neue HERADOMO-Prospekt. Jetzt anfordern!

**ICH BAU EUCH EIN HAUS!**

Alle Menschen sind verschieden. Spätestens ab dem 1. August 2008 haben sich auch die Ansprüche, die man an sein zukünftiges Zuhause stellt. HERADOMO-Niedrigenergie-Fertighäuser von Holz-Bau-Weiz erfüllen diese individuellen Bedürfnisse – jeweils Typ und Ausführung – und sind trotzdem energieeffizient und verantwortungsvoll konstruiert.

Diese Wohnlösung erfüllt die hohen ökologischen Ansprüche und ist „Klima-Partner“ zur Umsetzung einer klimafreundlichen, nachhaltigen und wirtschaftlichen energieeffizienten Architektur. Anforderungen, die HERADOMO-Fertighäuser in hohem Maße erfüllen können.

**HERADOMO**  
Wohnkonzept eines der besten Fertighäuser

**KLIMA:partner**  
Klimafreundlich

WIR BERATEN SIE KOMPETENT, MIT WEITBLICK UND UNVERBIDLICH.

QUALITÄTSPRODUKTE VON **BAU HOLZ WEIZ** DER FERTIGHAUS-MANUFAKTUR DER **BAU LIEB WEIZ** GRUPPE

8181 St. Ruprecht/Raab | Arndorf 37 | Tel. 0 31 78 / 5105-0 | Fax DW -5033 | Gratis-Infohotline: 0800 / 500 442 | holzbau@lieb.at | www.lieb.at

## EUROSUN 2008

**EUROSUN 2008 – 1st international conference on solar heating, cooling and buildings, will emphasise the scientific aspects of the theme, giving privilege to the advancements of knowledge in this area.**



**EUROSUN 2008**  
7TH – 10TH OCTOBER 2008  
LISBON – PORTUGAL

**1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLAR HEATING, COOLING AND BUILDINGS**

Organized in Cooperation between  
ISES – Europe  
IEA Solar Heating and Cooling Programme  
SPES – Portuguese Solar Energy Society

[www.eurosun2008.org](http://www.eurosun2008.org)

**SECRETARIAT CONTACTS**  
SPES – Sociedade Portuguesa de Energia Solar  
Av. da República 45, 4º Esc. - 1050-107 Lisboa, Portugal  
Tel: +351 21 743 9000 Fax: +351 21 743 9031  
E-mail: [mail@eurosun2008.org](mailto:mail@eurosun2008.org)

In parallel to the Conference, there will be an International Exhibition on Solar Energy Applications on Buildings.

### Objectives of the Conference

- Present and discuss major opportunities to meet residential, commercial and industrial heat demands with solar energy.
- Focus on the use of solar energy, as an available resource, in the built environment.
- Inspire new strategies and approaches regarding the demand side management and energy use in the built environment.
- Explore all the spectrum of potentialities of solar energy to respond to the challenges of global warming and mitigation of greenhouse gas emissions, with emphasis on decentralized demand compati-

ble and environmentally friendly energy systems for buildings.

- Demonstrate the continual progress of solar technologies, underling their potential contribution for a sustainable Europe.

### Main topics

- Sustainable Solar Buildings
- Domestic and Services Water Heating
- Solar Energy for Industry
- Solar Collector Technology
- Solar Driven Cooling
- Special Solar Applications
- Testing and Certification
- Thermal Energy Storage
- Sustainable Electricity Generation
- Engineering and simulation tools
- Climate and Solar Energy Availability
- Other Solar Energy Related Issues

# New4Old – Neue Energie für alte Gebäude



**Das Projekt New4Old dient der Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energiequellen und der effizienten Energienutzung in historischen Gebäuden. Es soll die Basis für die Schaffung eines Netzwerkes aus „Häusern der erneuerbaren Energie“ in allen EU-Mitgliedsstaaten bilden.**



Quelle: European Renewable Energy Council

Es wurden bereits die unterschiedlichsten Ansätze zur Reduzierung des Energie- und des fossilen Brennstoffverbrauchs

im europäischen Gebäudebestand, welcher mehr als 40% des Energieverbrauches in der Europäischen Union ausmacht und daher ein Kernthema der Nachhaltigen Energiepolitik in der EU darstellt, vorgestellt. New4Old zielt vor allem auf den Einsatz erneuerbarer Energien und der effizienten Energienutzung in historischen Gebäuden ab und konzentriert sich daher eher auf die Sanierung als auf die Neuerrichtung von Gebäuden.

Das Projekt soll über zwei Ansätze wesentlich zur Stärkung und Festigung des Stellenwertes der erneuerbaren Energiequellen und der effizienten Energienutzung am europäischen Markt beitragen:

- Schaffung eines Netzwerkes von „Häusern der erneuerbaren Energie“. Diese Pilotprojekte sollen Brennpunkte der Diskussionen über die Nachhaltige Energiepolitik in den verschiedensten EU-Mitgliedsstaaten werden sowie der Verbreitung des Einsatzes erneuerbarer Energiequellen und der effizienten Energienutzung dienen.

- Wissensverbreitung unter Architekten und Planern mit Hilfe von Leitfäden und Weiterbildungsveranstaltungen im Bereich des Einsatzes erneuerbarer Energiequellen und der effizienten Energienutzung in historischen Gebäuden.

Inspiziert durch den Erfolg des „Hauses der erneuerbaren Energie“ in Brüssel ist es das Ziel des Projektes die Basis für die Errichtung öffentlich zugänglicher Vor-

zeigeobjekte zu schaffen und die Verbreitung der Technologien für den Einsatz von erneuerbaren Energien und die effiziente Energienutzung in den betreffenden Ländern voranzutreiben. Alle „Häuser der erneuerbaren Energie“ werden durch die Anwendung der neuesten Technologien für den Einsatz von erneuerbaren Energien und die effiziente Energienutzung gekennzeichnet und Schwerpunkte der geplanten Kommunikation und Marktaktivitäten sein.



Das Projekt wird mit freundlicher Unterstützung der Europäischen Union – Executive Agency for Competitiveness and Innovation (EACI) – durchgeführt.

## Weitere Infos

[e.koschar@aee.at](mailto:e.koschar@aee.at) oder [www.erec.org](http://www.erec.org)



## Tagungen

Veranstaltung	Termin	Ort	Anmeldung
Energiekongress ENERGEX 2008 „Energy for Human Development and the Protection of the Environment“	6. bis 10. Juli 2008	Wien, A	<a href="mailto:Energyx2008@aims-international.com">Energyx2008@aims-international.com</a> <a href="http://www.aims-international.com">www.aims-international.com</a>
Symposium „Energieeffizienz in der Industrie – Beheizung von Großhallen“	11. Juni 2008	Heinrich Heine Universität Düsseldorf, DE	Kreilac GmbH, Industriehallen- heizungen, 41061 Mönchenglad- bach, DE, <a href="mailto:guenter.kreitz@kreilac.de">guenter.kreitz@kreilac.de</a>
intersolar 2008	12. bis 14. Juni 2008	München, DE	<a href="http://www.intersolar.de">www.intersolar.de</a>
World Water Congress and Exhibition	7. bis 12. Sept. 2008	Wien, A	<a href="http://www.iwa2008vienna.org">www.iwa2008vienna.org</a>
EUROSUN 2008 International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings	7. bis 10. Okt. 2008	Lissabon, P	<a href="http://www.eurosun2008.org">www.eurosun2008.org</a>
Klimahouse Roma 08 Energieeffizientes und nachhaltiges Bauen	23. bis 24. Okt. 2008	Rom, IT	<a href="http://www.klimahouse-roma.it">www.klimahouse-roma.it</a>
11 <sup>th</sup> International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control	1. bis 7. Nov. 2008	Ujjain, MP, India	<a href="http://www.wetland2008.org/SaveWater">www.wetland2008.org/SaveWater</a>

**Qualität  
ist, wenn  
der Kunde  
zurück  
kommt,  
nicht  
das Produkt.**

Wissen, wenn man sich über 20 Jahren ein Produkt bewahrt, dass das von sich selbst aus geht. Dazu ist über 2,4 Mio. m<sup>2</sup> Fläche, die weltweit mit SOLARLACKE beschichtet wurde, gilt als ein Argument, das auch nach 20 Jahren zeigen, das Produkt auch immer noch seine ursprüngliche Energieabsorption. Diese SOLARLACKE ist dauerhaft beständig und somit deutlich länger haltbar als viele andere. Und weil das so ist, können unsere Kunden gerne wieder zu uns zurück. Oder vielleicht auch gerne weiter. Dazu heißt es nicht, wenn man bei der Beschaffung auf SOLARLACKE setzt, eigentlich keinen Grund, zurück zu kommen.

Mehr darüber erfahren Sie unter [www.transfer-electric.de](http://www.transfer-electric.de).  
Aber wenn Sie mal vorbeikommen:

Transfer-ELECTRIC Solar und Lichtlösungen  
Mörsel 1112-54-00000  
Tel. 03112/58-100  
Fax 03112/58-110  
www.aee.at/transfer



## AEE-Solaranlagen-Beratung

- St** **Gleisdorf** Jeden ersten Do. im Monat, 17.30 h, Gasthof Zöller, Fürstenfelderstr. 5  
**Besichtigung des NEH** Jeden ersten Do. im Monat, ab 16.30 h, Feldgasse 19, Gleisdorf, Tel. 03112/58 86,  
**Sundays** Anmeldung erforderlich – **Kostenlos!**  
**Langenwang** Jeden ersten Mi. im Monat, 19.00 h, GH Schlamp, Raststätte Schwöbingerhof, Schwöbing 52  
**Stainz** Jeden ersten Fr. im Monat, 19.00 h, GH Schloßtoni, Pichling 166
- B** **Jennersdorf** Jeden ersten Fr. im Monat, 19.00 h, GH Burgenlandhof, Kirchenstraße 4
- K** **Villach** Mo. - Fr. im AEE-Büro, Unterer Heidenweg 7, Terminabsprache unter Tel. 04242/23224-20
- S** **Klagenfurt** Nach Terminvereinbarung unter Tel. 0463/29762  
**Tamsweg** Nach Terminvereinbarung unter Tel. / Fax: 06474 / 69 71, Büro Lebzelterweg 257
- T** **Jenbach** Nach Terminvereinbarung unter Tel. / Fax: 05244 / 64 651, Kienbergstraße 39, Jenbach.
- V** **Alberschwende** Beratung für die Anwendung der erneuerbaren Energie nur nach Terminvereinbarung im Büro der AEE V, 6861 Alberschwende, Hof 19, Tel. 05579 83039, Fax 05579/717171, [www.aeev.at](http://www.aeev.at), [office@aeev.at](mailto:office@aeev.at)
- NÖ/W** **Niederösterreich/Wien** AEE - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE NÖ-Wien 1120 Wien, Schönbrunner Str. 253/10, Tel. 01/710 75 23, Fax 01/710 75 23-18; [www.aee.at/now](http://www.aee.at/now)

## Umweltinnovation

In vielen Staaten der EU, vor allem in Deutschland, boomen derzeit die innovativen Umwelttechnologien. Dieser Trend bestätigt diejenigen, die seit Langem darauf hinweisen, dass eine anspruchsvolle Umweltpolitik wichtige Wachstums- und Modernisierungspotenziale besitzt. Und er widerlegt diejenigen, die einer anspruchsvollen Umweltpolitik unterstellen, sie behindere Wirtschaftswachstum.

Wie Umweltinnovationen entstehen, wie sie angeregt und gefördert werden können und welchen Ansprüchen sie im Prozess der „ökologischen Modernisierung“ genügen müssen, zeigt der erfahrene und renommierte Umweltpolitikforscher und Berater Martin Jänicke in diesem Buch.

Martin Jänicke liefert ein analytisch fundiertes Plädoyer für eine anspruchsvolle Umweltpolitik. Er fordert einen radikalen technischen Wandel, um einen leistungsfähigen Innovationsprozess in Gang zu setzen, der Umweltbelastungen von wirtschaftlichem Wachstum abkoppelt.



Prof. Martin Jänicke  
**Megatrend Umweltinnovation**  
Zur ökologischen Modernisierung von Wirtschaft und Staat  
208 Seiten  
oekom verlag München, 2008  
ISBN:978-3-86581-097-7  
[www.oekom.de](http://www.oekom.de)

## Tagungen, Seminare, Exkursionen und Vorträge der AEE

Veranstaltung	Termin	Ort	Veranstalter
Solares Heizen und Kühlen und Nachhaltige Gebäude Internationale Tagung „30 Jahre IEA Forschung“	11. Juni 2008	Hotel Weitzer, Graz	IEA, BMVIT, AEE INTEC
Gleisdorf Solar 2008 Internationales Symposium für Sonnenenergienutzung	3. bis 5. 9. 2008	Forum Kloster Gleisdorf	AEE INTEC Stadt Gleisdorf Feistritzwerke Steweag

Weitere Informationen finden Sie im Veranstaltungskalender unter [www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)

**Bitte** senden Sie eine E-Mail an [seminare-aeointec@aee.at](mailto:seminare-aeointec@aee.at), um sich anzumelden. Detaillierte Unterlagen werden Ihnen zugesandt!



## Wege aus der Klimafalle

**Neue Ziele, neue Allianzen, neue Technologien: Was eine zukünftige Klimapolitik leisten muss.**

Hitzewellen, Überschwemmungen, Tropenstürme – der Klimawandel ist in vollem Gange. Wir werden ihn nicht mehr gänzlich aufhalten können – doch wir sollten jetzt alles daran setzen, ihn zu bremsen und seine Folgen zu mildern. Doch wie könnte eine entsprechend umfassende Klimapolitik aussehen?

In diesem Band diskutieren hochrangige ExpertInnen neue Strategien, um den Klimawandel zu begrenzen. In kurzen, verständlich geschriebenen Beiträgen stellt das Buch die neuesten Erkenntnisse zu den Zielen einer Klimastrategie, zur Förderung neuer Technologien und zu neuen gesellschaftlichen Allianzen vor.

Dr. Hermann E. Ott ist Klimapolitikexperte und Leiter des Berliner Büros des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie.



Hermann E. Ott und  
Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.)  
230 Seiten, 19,90 €  
oekom verlag München, 2008  
ISBN: 978-3-86581-088-5

Erhältlich unter [www.oekom.de](http://www.oekom.de),  
im Buchhandel, oder bei Rhenus  
Medien Logistik GmbH & Co. KG,  
Justus-v.-Liebig-Str. 1, 86899  
Landsberg am Lech (D).

**WELTNEUHEIT AUS KREMSMÜNSTER**

30% mehr Absorberfläche durch geschützte Bauform

**Neuma Solar**

Der Ansprechpartner zum Thema Solar in Ihrer Nähe!

Neuma Solar - Martin Neuwirth  
Wolfgangsmühl 7 - 4550 Kremsmünster  
Tel. 07583/50356 - Fax: 07583/50356 10  
office@neuma-solar.at - www.neuma-solar.at

## Mitgliedsbeitrag 08

**Wir danken allen Mitgliedern, die den Jahresbeitrag 2008 schon bezahlt haben ...**

... und besonders herzlich jenen, die ihn durch eine Spende aufgerundet haben. Die anderen Mitglieder bitten wir, mit dem mitgehefteten Zahlschein die Über-

weisung vorzunehmen, um uns die kosten- und arbeitsintensive Versendung von Zahlungserinnerungen zu ersparen. Vielen Dank für Ihr Verständnis!



✉ Feldgasse 19, A-8200 Gleisdorf

☎ +43 (0)3112 5886

📠 +43 (0)3112 5886-18

office @ aee.at

Firma / Name / Vorname / Titel: \_\_\_\_\_

PLZ / Ort / Straße: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_ FAX: \_\_\_\_\_ E-Mail: \_\_\_\_\_

- Ich möchte der **AE** als Privatperson beitreten.  
Jährlicher Mitgliedsbeitrag inkl. **erneuerbare energie**-Abo: € 28,-
- Wir möchten der **AE** als Firma oder Verein beitreten.  
Jährlicher Mitgliedsbeitrag inkl. 10 Abos **erneuerbare energie** und aller Begünstigungen für unsere MitarbeiterInnen € 181,-
- Ich möchte die **AE** als förderndes Mitglied unterstützen. Jährl. Beitrag: € \_\_\_\_\_
- Bitte senden Sie mir ein Probeheft Ihrer Zeitschrift

Die **AE**-Mitgliedschaft gilt für ein Kalenderjahr und wird bei Jahreswechsel automatisch um ein Jahr verlängert, ist aber jederzeit für das nächste Jahr schriftlich kündbar. Mit Ihrer Mitgliedschaft unterstützen Sie unsere Arbeit und erhalten regelmäßig unsere Informationen. Es bestehen keinerlei sonstige Pflichten Ihrerseits.

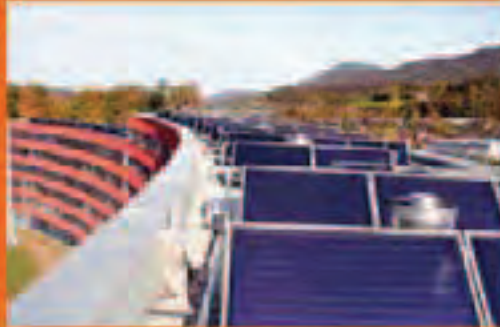
Datum / Unterschrift: \_\_\_\_\_

Bitte frankieren!

2008-2

**AE**

Feldgasse 19  
8200 Gleisdorf  
Austria



## Die ENERGIE-Wende.



THE FUTURE OF ENERGY

[www.sonnenkraft.com](http://www.sonnenkraft.com)

P.b.  
Verlagspostamt 8200 Gleisdorf  
Zeitungszulassungsnummer:  
GZ 02Z032494 M  
erneuerbare energie  
Nr.: 4-2008

Bureau de poste A-8200 Gleisdorf  
(Autriche) »Imprime« Envoi à taxe réduite