

# Energieeffiziente Raumkühlung

**Top-Argument sind Gesundheit und Komfort**

RUEDI KRIESI\*

Die nachfolgende Sicht auf die energieeffiziente Raumkühlung ist geprägt durch die Erfahrung des Autors mit der Schweizer Marke MINERGIE für komfortable, konkurrenzfähige und energieeffiziente Bauten. Diese Marke hat in der Schweiz am gesamten Neubau einen Anteil von etwa 20 Prozent. Die Ursache für diese große Marktakzeptanz liegt nicht primär an der Tatsache, dass sich MINERGIE-Bauten durch den niedrigen Energieverbrauch „rechnen“, sondern ist die Wertzunahme für den Nutzer in puncto Komfort und Gesundheit – der geringe Energieverbrauch ist lediglich ein angenehmer Nebennutzen.



## 1. Das MINERGIE-Haus als Lösung von Wohnproblemen

Im traditionellen Wohnhaus ist der Inbegriff von Komfort die behagliche Temperatur im Winter. Wenn aber nach dem Abendessen die Gerüche entfernt werden sollen, muss man die Fenster öffnen, wodurch der Behaglichkeit schnell die Grenzen aufgezeigt werden. Ähnlich ungemütlich ist es auf der Toilette, wenn der vorherige Benutzer das Fenster offen gelassen hat – allerdings ist das Klima auch nicht viel besser, wenn er das Fenster gar nicht geöffnet hat! Fenster werden u.a. dicht gebaut, um den Verkehrslärm abzuhalten. Schläft man aber bei geschlossenem Fenster, hat man in der Früh Kopfschmerzen als Folge des zu geringen Frischluftangebots. Lässt man es aber offen, muss man den Außenlärm ertragen und zudem bereitet das morgendliche Aufstehen im kalten Zimmer nicht unbedingt Vergnügen. Fährt man

Dank einem innovativen Werkstoff mit guter Wärmeleitung bietet die Kühldecke Carboline von Zehnder hohe Ästhetik mit geringeren Anteilen der aktiven Fläche. Sie eignet sich speziell für den modernen Bürobau mit seinen moderaten Kühllasten.

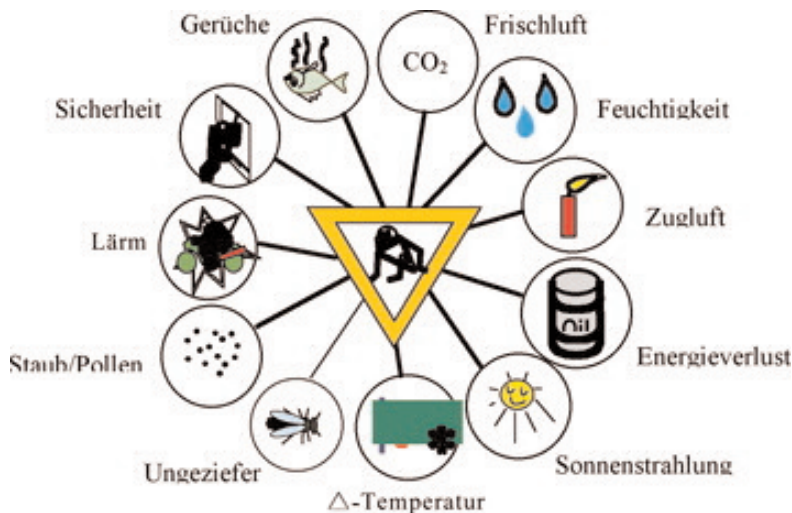
nach der Dusche zur Arbeit und lässt das Fenster geschlossen, so bildet sich mit der Zeit Schimmel, lässt man es offen, wird viel Energie verbraucht und abends ist es im Bad ungemütlich kalt. Das MINERGIE-Haus mit seiner gut gedämmten, luftdichten Aussenhülle und Komfortlüftung löst alle geschilderten Probleme. Dank dieser Vorteile erfreuen sich solche Bauten seit einigen Jahren stark wachsender Beliebtheit und erzielen höhere Verkaufspreise gegenüber dem Durchschnitt, wie eine Studie der Universität Zürich jüngst nachgewiesen hat.

## 2. Massnahmen zur Erreichung des MINERGIE-Standards

Nur wenige Massnahmen sind wirklich wichtig: Die gedämmte Aussenhülle muss zur Minimierung der Verlustfläche kompakt sein, luftdicht und mit ei-

\* Ruedi Kriesi, Dr. sc. Tech. ist Leiter Technologie bei der Zehnder Group Lahr und Vizepräsident, Leiter der Strategiegruppe und Ehrenmitglied des Schweizer Vereins Minergie. Bis Frühjahr 2000 leitete er die Energiefachstelle des Kantons Zürich. In dieser Funktion hat er seine Vision vom effizienten Bau mit dem Ökonomen Heinz Uebersax und dessen Ideen zu Marke und Geschäftsmodell von MINERGIE gemeinsam weiterentwickelt. Seit 1990 wohnt Ruedi Kriesi in der mit dem Architekten Ruedi Fraefel konzipierten Null-Heizenergie-Siedlung in Wädenswil am Zürichsee. Er war während 12 Jahren Mitglied der eidgenössischen Energieforschungskommission CORE und ist Einzelmitglied der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften, SATW.

ner unterbrechungsfreien Wärmedämmung versehen. Die Fenster müssen ebenfalls gut dämmen und eine aussen liegende Beschattung aufweisen. In Kombination mit einer automatischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung ergeben sich ein ausgezeichneter Komfort und zugleich einen so niedrigen Energieverbrauch, dass ohne grosse Mehrkosten auch teure erneuerbare Energien einsetzbar werden. Genügend thermische Masse im Raum erlaubt den Tagesausgleich zwischen Zeiten mit Wärmeüberschuss und Wärmemangel, ohne dass die Raumtemperatur den Komfortbereich verlässt.



### 3. Minimierung des Energiebedarfs zur Raumkühlung

Alle diese Massnahmen eignen sich sowohl für die Raumheizung wie auch für die Raumkühlung. Werden sie konsequent eingesetzt, so resultieren auch tiefe Kühllasten:

Wichtigste Annahmen für Wohneinheit mit 200 m<sup>2</sup>:

#### 1) Int. Quellen:

- Licht, Geräte: Haushaltstrom 3500 kWh/a, gleichmässig verteilt
- Warmwasser: Anteil von 20% des Bedarfs von 10 kWh/d

#### 2) Transmission:

- U-Werte opake Teile 0.2 W/m<sup>2</sup>K, Fenster 1 W/m<sup>2</sup>K

#### 3) Sonneneinstrahlung:

- 25% Fensteranteil, Einstrahlung in Fensterebene 4kWh/m<sup>2</sup>d
- Beschattung innen g = 0.5;
- Beschattung aussen g = 0.1;

#### 4) Luftwechsel:

- 150m<sup>3</sup>/h, Betriebsdauer 12h/d

- Trockenes Klima, Effizienz Wärmerückgewinnung WRG 80%
- Feuchtes Klima, r.F. aussen - innen 35°C/65% - 25°C/50%, mit 90 - 40kJ/kg
- Feuchtes Klima, Effizienz Enthalpie-Rückgewinnung ERG 70%

Mit aussenliegendem Sonnenschutz und Lüftung mit Wärmerückgewinnung lassen sich die Wärmelasten im Tagesmittel also auf den sehr tiefen Wert von rund 10W/m<sup>2</sup> reduzieren. Durch die höheren inneren Lasten und den häufigeren Luftwechsel liegt der optimierte Wert im Bürobau etwa zweimal so hoch. In beiden Fällen liegt der Energieaufwand zur Raumkühlung deutlich tiefer, wenn dafür Wasser gekühlte Flächen anstelle eines Umluftsystems eingesetzt werden. Für den Transport von 1 m<sup>3</sup>/h Zu- und Abluft ist eine Antriebsleistung von etwa 0,3W notwendig, für die gleiche Was-

sermenge etwa 100 Mal mehr. Mit diesem Luft-Volumenstrom lassen sich etwa 3.6W Wärme transportieren, mit dem Wasserstrom aber etwa **1300 mal** mehr. Wird eine gute Leistungsziffer (EER) der Kältemaschine von 5 eingesetzt, so erreicht der Stromanteil des Luftstroms 40%, des Wasserstroms nur 3% der Elektrizität für die Bereitstellung des kalten Wärmeträgermediums. Das Wassersystem vermeidet zudem die hygienischen Probleme und den grossen Platzbedarf des Umluftsystems. Mit den erwähnten geringen spezifischen Kühllasten lassen sich Kühlwassertemperaturen für die Kühlflächen von 15 bis 20°C einsetzen. Diese sind mit luftgekühlten Kaltwassersätzen mit einem EER um 5 herstellbar. Wird dafür freie Kühlung durch Wärmetausch mit einem Erdreichwärmetauscher eingesetzt, so lässt sich ein EER um 40 erreichen. Lediglich zur Trocknung der geringen



LEIPZIGER MESSE



Messe für Sanitär, Heizung, Klima und Gebäudeautomation

12. - 14. Oktober 2011

**IHR MARKT.  
IHRE MESSE.**

[www.shkg-leipzig.de](http://www.shkg-leipzig.de)

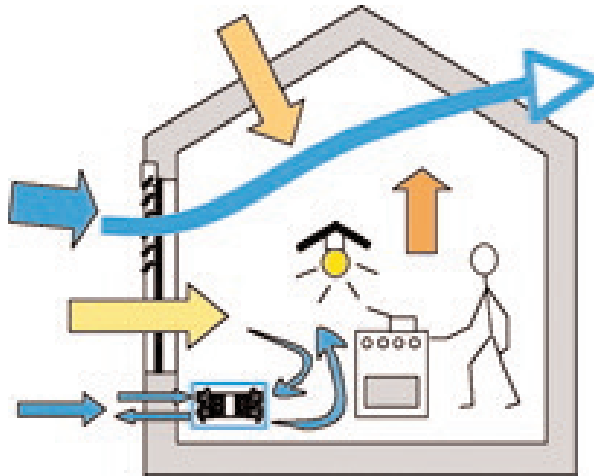
#### WO ANGEBOT UND NACHFRAGE AUFEINANDERTREFFEN

- Aktuelle Produkte und innovative Technologien der Industrie im Fokus
- Handwerk, Ingenieure, Großhandel, Wohnungswirtschaft und Architekten sind gespannt auf Ihre Neuheiten
- Interessante Präsentationsmöglichkeiten für Ihr Unternehmen

#### WIR INFORMIEREN SIE GERN!

per Telefon: +49 341 678-8210  
oder per E-Mail: [info@shkg-leipzig.de](mailto:info@shkg-leipzig.de)





## Wärmelast-Komponenten Wohnen Mittel 24h

W/m<sup>2</sup>

<b>- Interne Quellen 1)</b>		<b>3</b>
Beleuchtung, Geräte, Personen		
<b>- Transmission durch Dach, Wand<sup>2)</sup></b>		<b>1</b>
<b>- Sonneneinstrahlung durch Fenster<sup>3)</sup></b>		
- Innenstoren:		20
- Aussenstoren:		4
<b>- Luftwechsel<sup>4)</sup></b>		
- Trockenes Klima ohne WRG:		1
mit WRG:		0.2
- Feuchtes Klima ohne ERG:		10
mit ERG:		4
<b>- Total</b>	- trockenes Klima	<b>9-26</b>
	- feuchtes Klima	<b>11-33</b>

MINERGIE-Standard Wohnen, 38 kWh/m <sup>2</sup> a = 100%			
Kühllast thermisch		Elektrizitätsverbrauch pro Jahr	
Mittel 24h	pro Jahr (30d/a)	Luftkühlung EER= 5	Erdsreich-Kühlung EER= 40
W/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> a	kWh/m <sup>2</sup> a	kWh/m <sup>2</sup> a
9-11	6.5-8	1.5	0.2
		gewichtet: 3* (8%)	gewichtet: 0.4* (1%)

\* Elektrizität wird gegenüber fossilen Brennstoffen mit Faktor 2 penalisiert.

Menge hygienisch notwendiger Zuluft ist kühleres Wasser um 10°C notwendig. Damit ist für die Raumkühlung im Wohnbereich ein so tiefer Stromaufwand erforderlich, dass dieser leicht mit dem aktuellen MINERGIE-Standard abgedeckt werden kann, obwohl dieser mit 38kWh/m<sup>2</sup>a, einschliesslich eines Warmwasserverbrauchs von etwa 20kWh/m<sup>2</sup>a und der Luftförderung von gewichtet\* 3kWh/m<sup>2</sup> im Bereich des Passivhausstandards liegt (siehe Tabelle oben).

### 4. Zehnder Geräte für die energieeffiziente Raumkühlung

Neben Enthalpietauschern für die Feuchterückgewinnung und dem Zuluftkühler Artic bietet Zehnder:

#### Kühldecke Carboline:

- Als Kühlsegel oder geschlossene Decke
- Hohe Kühlleistung
- z.B. Flächenanteil 40% bei minimierter Kühlleistung im Büro (20W/m<sup>2</sup>) und 18°C Kühlwasser für



Die ComfoBox von Zehnder ist eine Kompaktenergiezentrale für das gut gedämmte Einfamilienhaus. Sie heizt, kühlt, belüftet und liefert das Warmwasser. Für das Schweizer MINERGIE-Haus konzipiert, bietet sie höchste Komfortansprüche und Energieeffizienz.

minimalen Stromverbrauch der Kältemaschine

### Kompaktgerät ComfoBox:

- Zum Heizen, Kühlen, Lüften, Warmwasser Bereiten für das MINERGIE-/Passiv-EFH
- Luft-/Luft-Wärmerückgewinnung, Sole/ Wasser-Wärmepumpe, Free Cooling
- Umfassende Werkstests mit komplett integrierter Hydraulik vereinfacht Installation

### 5. Raumkühlung als logische Konsequenz an die Komfortwartungen

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Komfortansprüche, die Baukosten und der Energieverbrauch der Neubauten laufend verändert. Wurden 1950 Einfamilienhäuser noch mit Einzelöfen gebaut, verbesserten 1970 die zentralen Ölheizungen den Komfort, erhöhten zugleich aber auch drastisch den Energieverbrauch. Bis Mitte der 80er Jahre verbesserte die Wärmedämmung dann zunehmend den Komfort: Erhöhung der Wandtemperatur, Schimmelvermeidung und Senkung des Energieverbrauchs sind hier die zentralen Stichworte. Inzwischen hatten sich aber auch das zweite Bad oder die Trittschalldämmung zum Standard entwickelt. Die dichte Gebäudehülle und die Komfortlüftung haben nun ihren Siegeszug begonnen. Mit weiter wachsenden Volkswirtschaften wird die Raumkühlung folgen. Diese Entwicklung wird auch in Deutschland umso rascher erfolgen, je mehr sich die Diskussion vom Nebenkriegsschauplatz der Rückzahlfrist durch Energieeinsparung entfernt und zum Gewinn an Komfort, Gesundheit und Gebäudewert verschiebt.