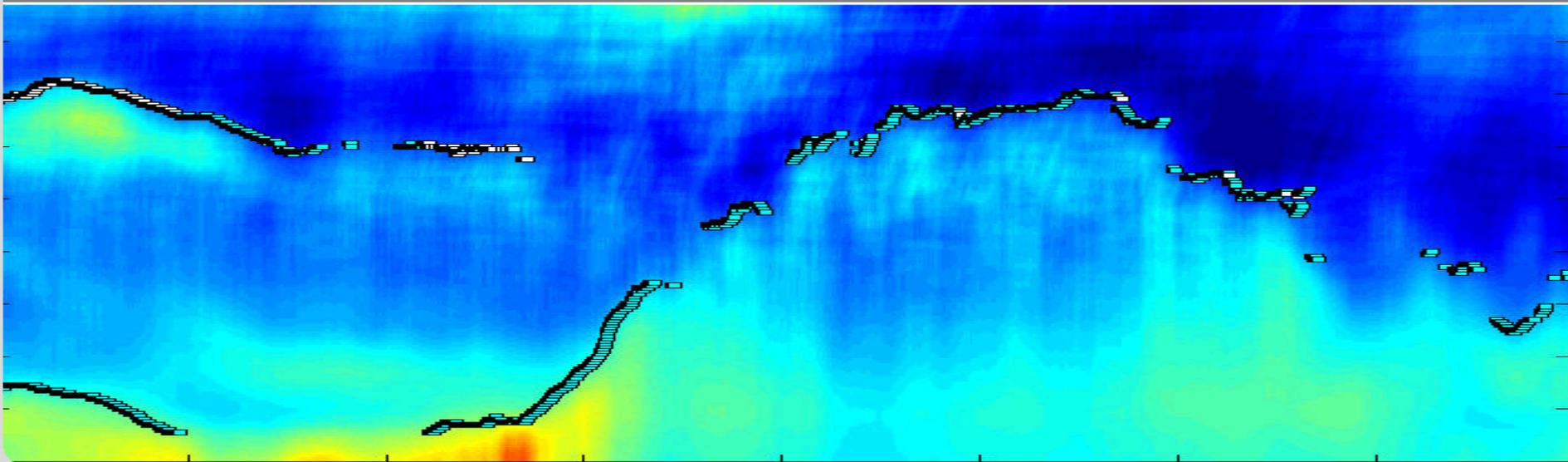


# Strategien zur Vermeidung der Überwärmung von Städten aus meteorologischer Sicht – wie kann das **nachhaltig** gelingen?

**Stefan Emeis**  
stefan.emeis@kit.edu

INSTITUTE OF METEOROLOGY AND CLIMATE RESEARCH, Atmospheric Environmental Research



## berufliche Tätigkeiten:

- **Meteorologe**
- **beschäftigt beim Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Karlsruher Instituts für Technologie, Campus Alpin, Garmisch-Partenkirchen**  
**Luftqualität, Stadtklima, atmosphärische Grenzschicht**
- **apl. Professor für Meteorologie an der Universität zu Köln**  
**meteorologische Messtechnik**
- **stellvertr. Chefherausgeber der Meteorologischen Zeitschrift**  
**wissenschaftliches Publizieren**
- **Mitglied im süddeutschen Forschungsnetzwerk WindForS, das sich mit der Nutzung der Windenergie in Süddeutschland beschäftigt**  
**meteorologische Grundlagen der Windenergienutzung**



Die Bürgerstiftung  
EnergieWende Oberland  
wird unterstützt durch:

Landkreis  
Bad Tölz-  
Wolfratshausen



Landkreis  
Miesbach



Landkreis  
Weilheim-  
Schongau



## ehrenamtliche Tätigkeiten:

- Vorsitzender des Klimabeirats des Landkreises Weilheim-Schongau
- Mitglied des Stiftungsrats der Bürgerstiftung EnergieWende Oberland
- Sprecher des Arbeitskreises Energie und Klimaschutz der Weilheimer Agenda 21

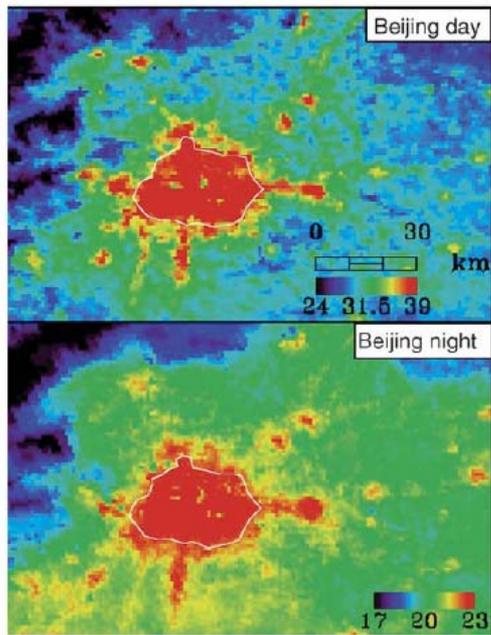
■ Stifterkommunen



## Problem:

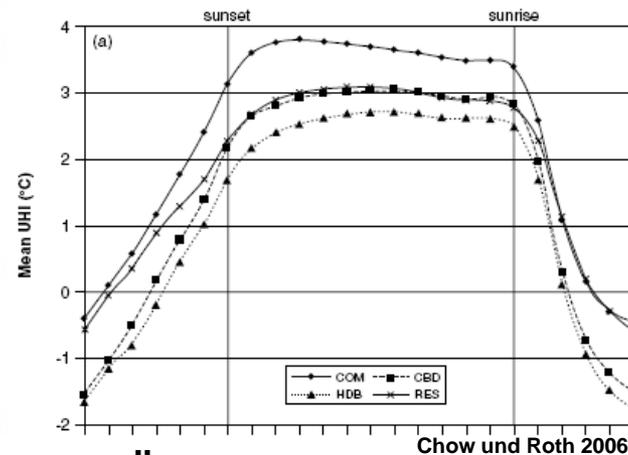
Städte sind wärmer als ihre Umgebung

- ➔ Hitzestress für die Bewohner
- ➔ schlechtere Luftqualität
- ➔ höherer Energie- und Wasserbedarf

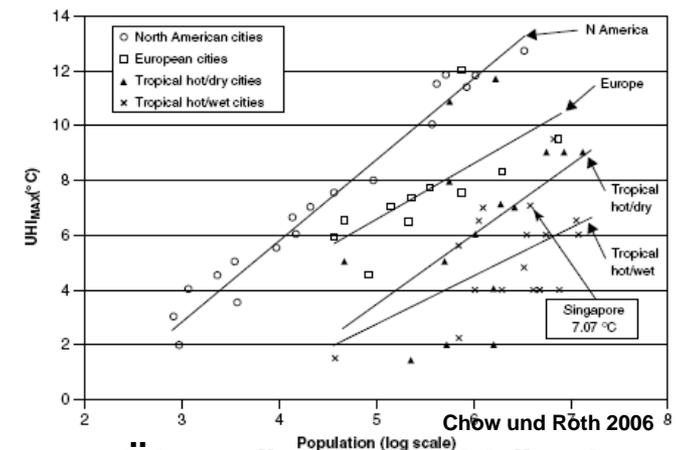


Infrarot-Satellitenbild von Peking

Hung et al. 2006



Überwärmung nachts am stärksten



Überwärmung abhängig von der Bevölkerungszahl



## **Warme Städte beeinflussen das lokale und regionale Wetter (New York am 28. Mai 2011)**

**These:**

**Es ist sicherlich **nachhaltiger**, ein Problem gar nicht erst entstehen zu lassen, als es im Nachhinein mit großem technischen Aufwand wieder zu beseitigen.**

**Parallelen in den Strategien gegen Klimawandel und überwärmte Großstädten:**

**Anpassungs- bzw. Reparaturstrategien**

**Milderungsstrategien**

**Vermeidungsstrategien**

## Anpassungs- und Reparaturstrategien:

### Klimawandel

#### CO<sub>2</sub>-Abscheidung

Energieaufwand, Endlichkeit der fossilen Rohstoffe bleibt

#### Düngung der Meere

Energieaufwand, nicht absehbare ökologische Folgen

#### Aufforstung

Energieaufwand, Düngung, Flächenbedarf, spätere Nutzung des Holzes

### Großstädte (Megacities)

#### Klimaanlagen

Energieaufwand, mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen

#### aufwändigere ärztliche Versorgung

bindet finanzielle Ressourcen

#### Umzug aufs Land

Verstädterung, erhöhtes Verkehrsaufkommen, fehlende Agrarflächen

## Klimawandel

### SO<sub>2</sub>-Eintrag in die Stratosphäre

Energieaufwand, nicht absehbare ökologische Folgen

### Spiegel im Weltall

Energieaufwand, behindert auch die Nutzung der Solarenergie

## Großstädte (Megacities)

### mehr Bäume/Grünanlagen

Wasserbedarf, Emission schädlicher Kohlenwasserstoffe, die zur Ozonbildung beitragen  
filtert Luftschadstoffe, kühlt nachts stärker aus

### mehr Wasserflächen

Brutstätte für Schadinsekten  
dämpft Temperaturextreme in beide Richtungen

### Dämmung von Gebäuden

Energieaufwand für Dämmmaterial

### grüne Dächer

dämpft Temperaturextreme in beide Richtungen  
Wasserbedarf problematisch, wenn das Klima trockener wird

# begrünte Straßenbahntrassen in Zürich und Stuttgart



Murdoch University



[www.bahnbilder.de](http://www.bahnbilder.de)

## städtische Wasserfläche in Vancouver



Murdoch University

**mehr Dämmung → reduziert Wärmekapazität → effektivere Energienutzung  
→ weniger Wärmespeicherung in Städten**



Quelle: Baufritz

# grünes Dach in Chicago



City Hall  
[www.explorechicago.org](http://www.explorechicago.org)

# Vermeidungsstrategien:

## Klimawandel

## Großstädte (Megacities)

### Erneuerbare Energien

### Erhöhung der Albedo im Sommer (weiße Dächer)

Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen

reduziert Aufwärmung der Städte, verringert Energiebedarf für Kühlung, verlangsamt Alterungsprozesse des Baumaterials

### effizientere Energienutzung

### Verringerung der Albedo im Winter (dunkle Wände)

Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen

verstärkt Aufwärmung, verringert Heizbedarf

### Solaranlagen auf Dächern

nutzt die einkommende Energie sinnvoll, dämpft Aufwärmung und Auskühlung der Gebäude

### enge Gassen (wie in Wüstenstädten)

verkehrstechnisch ungünstig



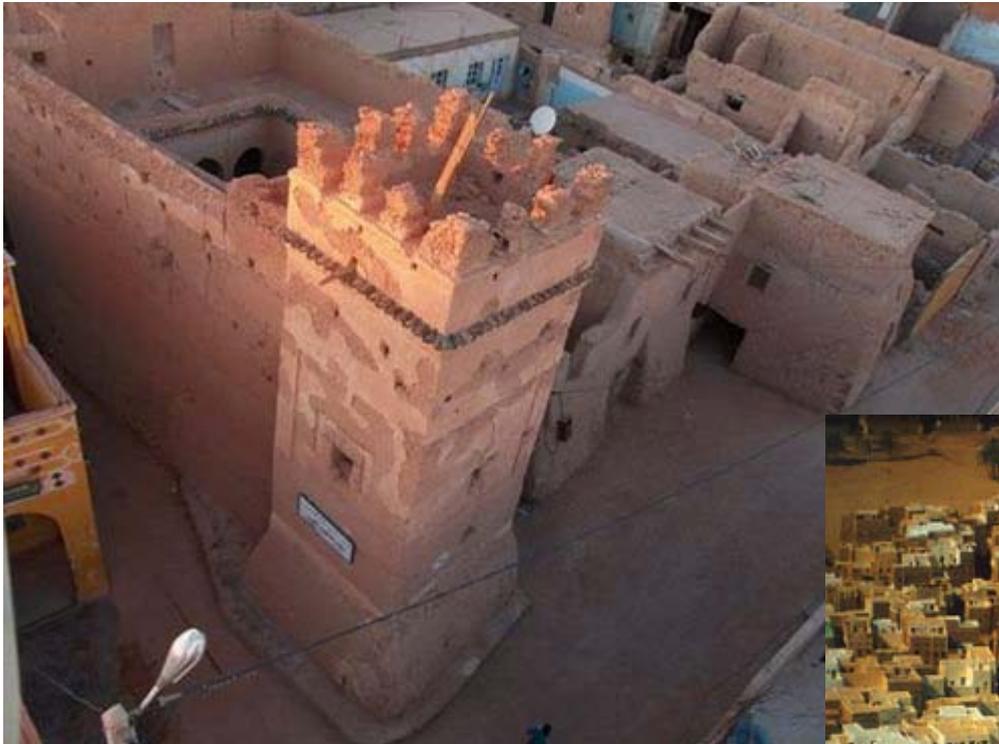
Corbis, spiegel.de

**Santorin in Griechenland als Beispiel,  
aber was passiert in höheren Breiten im Winter?**

# Wüstenstädte ...

... sind vielleicht eine gute Lösung  
in den Tropen und Subtropen

Shibam, Hadramaut, Jemen



Tindouf, Algerien

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



[www.awesome-robot.com](http://www.awesome-robot.com)

## Weißer Dächer zusammen mit dunklen Seitenwänden



weißes reflektierendes  
Dach

dunkle absorbierende  
Wände

ideale Kombination für  
höhere Breiten

Baufritz

aber noch unüblich

# Auswirkung weißer Dächer auf das Klima

## a) global

### 1) einmalig, durch Albedo-Erhöhung

Städte bedecken ca. 1% der Landfläche, Annahme: **Albedo aller Städte wird um gut 10% erhöht**

- radiative forcing  $-0,04 \text{ Wm}^{-2}$  (zum Vergleich: Treibhausgase: ca.  $3 \text{ Wm}^{-2}$ )
- es würde nur ca. eine Jahresproduktion von  $\text{CO}_2$  kompensiert

### 2) wiederkehrend, durch $\text{CO}_2$ -Einsparung bei Klimaanlageanlagen

alle Klimaanlageanlagen dieser Welt verbrauchen maximal  $0,64 \text{ TW}$   
globaler Energiebedarf der Menschheit derzeit  $16 \text{ TW}$

- es könnten maximal 4% Energie und damit  $\text{CO}_2$ -Emissionen eingespart werden

## b) lokal

verringert Energieaufnahme einer Stadt um ca.  $20 \text{ Wm}^{-2}$

- Überwärmung der Stadt wird um gut 10% verringert

Vermeidungsmaßnahmen sind am **nachhaltigsten**

**sie erfordern aber ein Umdenken**

- in der Bevölkerung:** sie muss sich so etwas vorstellen können,  
sie muss den Nutzen erkennen und verstehen
- in der Verwaltung:** sie muss so etwas genehmigen (können)
- in der Politik:** sie muss die Bevölkerung einstimmen und  
mitnehmen,  
sie muss die gesetzlichen Rahmenbedingungen  
schaffen

Generell ist eine neue **Aufklärung** notwendig:

die Welt funktioniert nicht nur mechanisch wie ein Uhrwerk,  
sonders sie ist komplex und nichtlinear

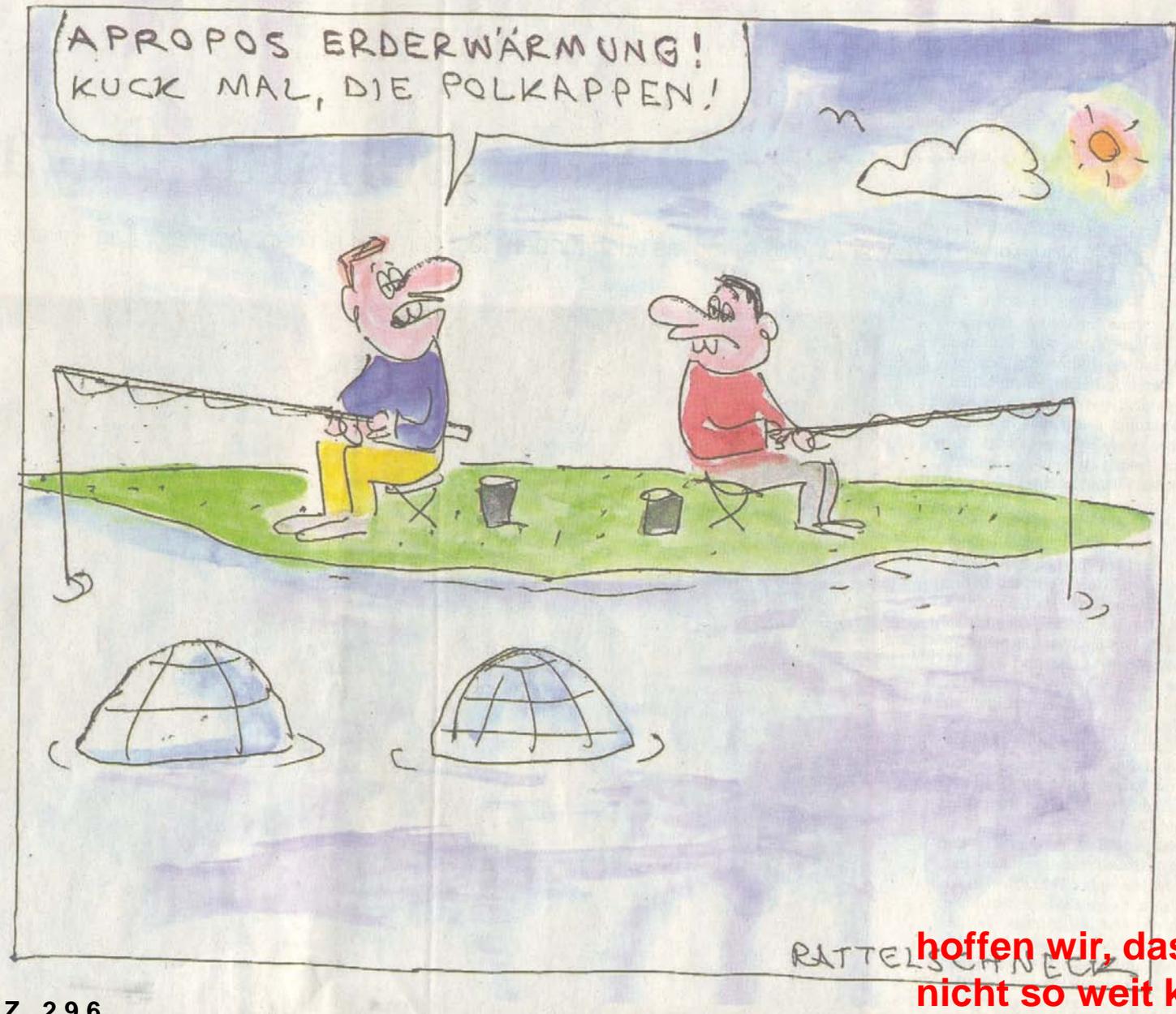
(→ Abschätzungen über Folgen einer Handlung sind nur mit aufwendigen  
Computersimulationen ansatzweise möglich)

Alles hängt mit Allem zusammen, jede Handlung hat Folgen auch für Andere  
(→ jeder muss auch globale Verantwortung übernehmen)

es gibt nicht für jede nachteilige Folge eine Reparaturmaßnahme, schon gar  
nicht auf der globalen Skala

(→ nur Vermeidungsstrategien werden uns auf Dauer weiterhelfen)

**neu** denken ... **quer** denken ...



**hoffen wir, dass es  
nicht so weit kommt ...**

Quelle: Südd.Z., 2.9.6

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**



