



# Herausforderung künftigen Bauens und Erneuerns

Mark Zimmermann,  
Abteilung Bautechnologien

Empa, Dübendorf

**Kirchliche Baufachtagung “Heisses Eisen – kalte Kirchen”  
Spiez, 7. November 2009**



Materials Science & Technology



## Wieviel Energie braucht der Mensch?

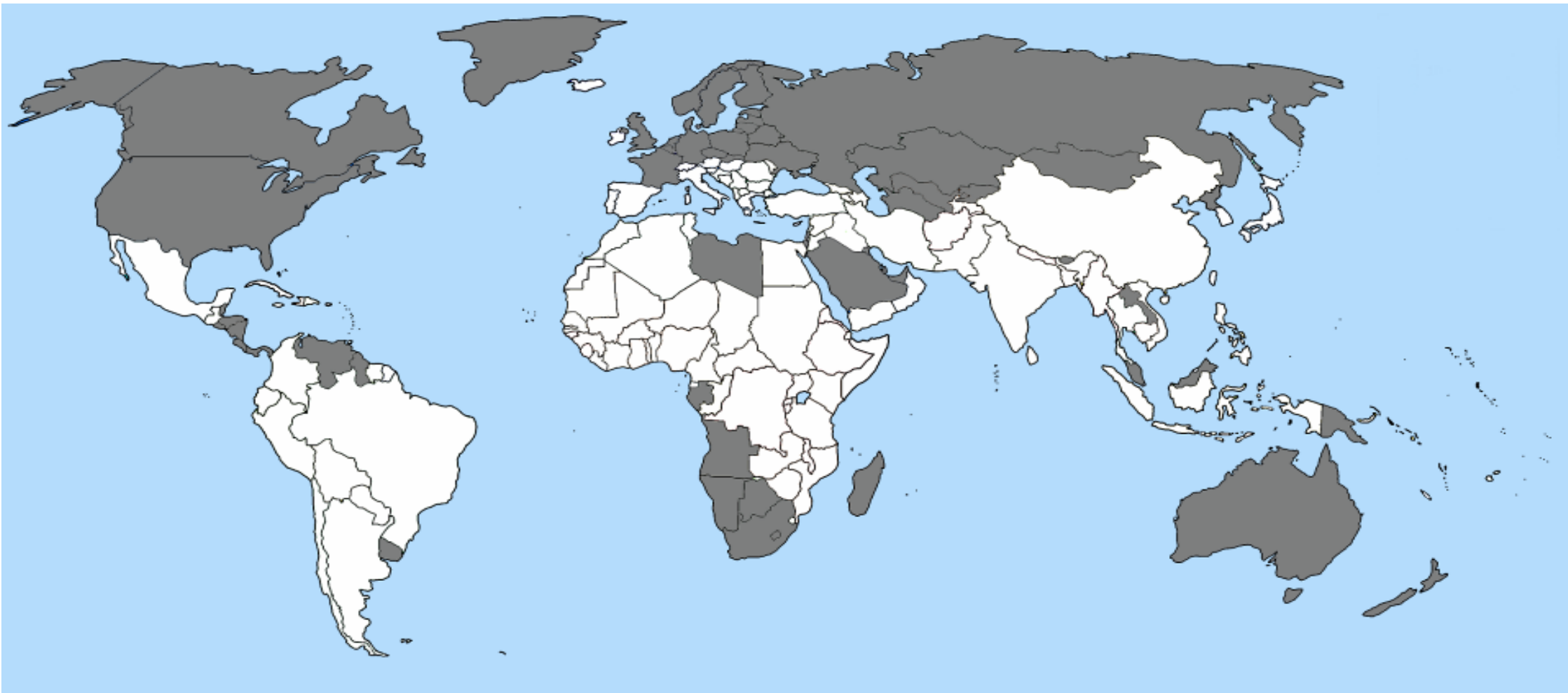


# Maslow'sche Pyramide





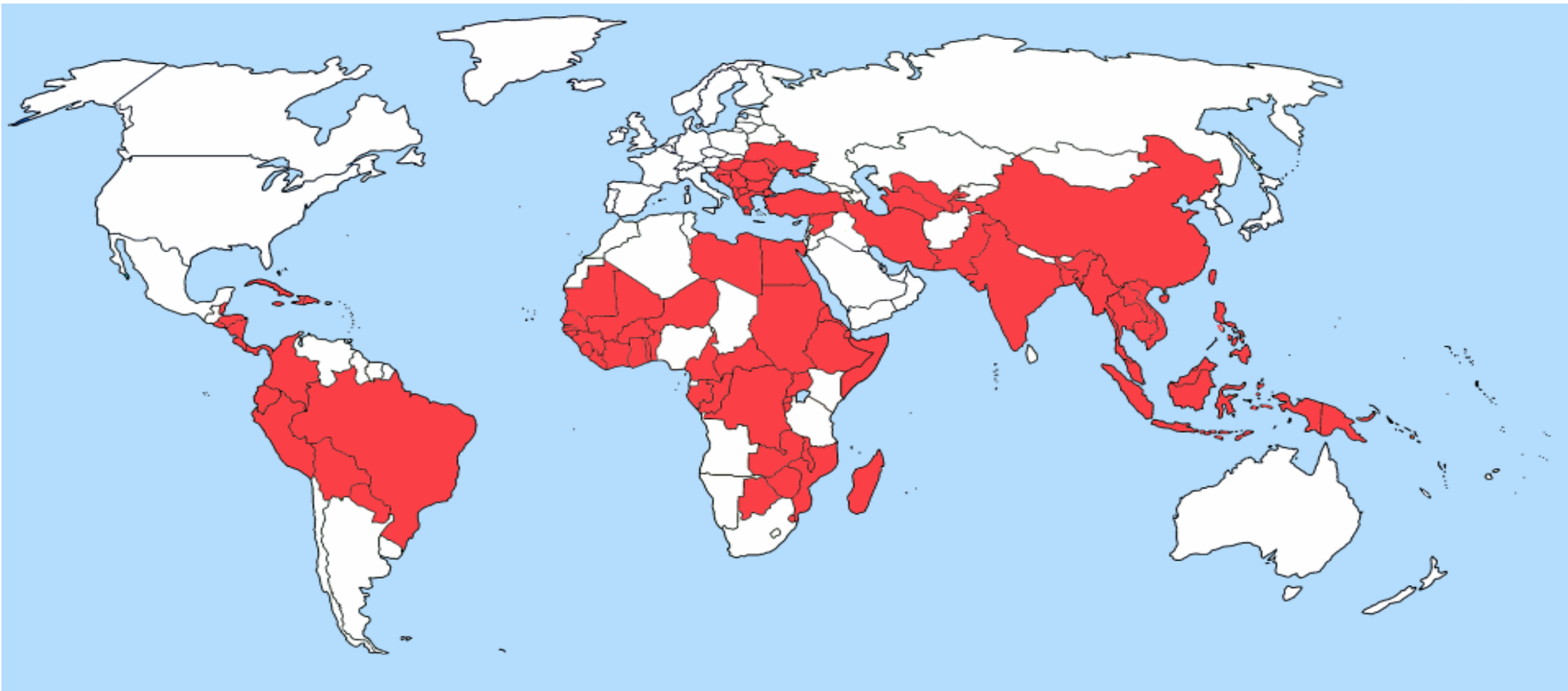
# Länder mit höchster CO<sub>2</sub> Emissionen pro Kopf 1950 - 2003



Quelle: UN Scientific Expert Group Report on Climate Change and Sustainable Development



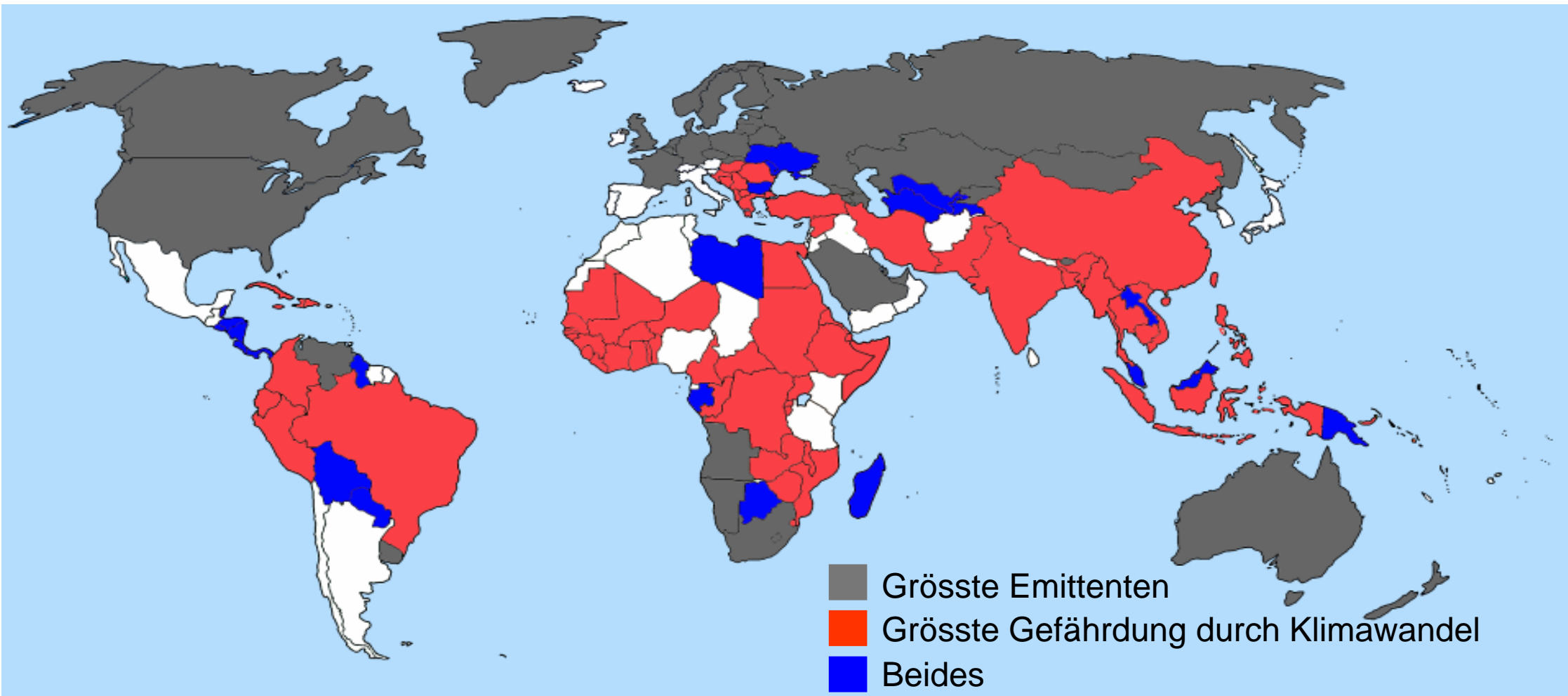
# Länder mit grösstem negativen Impact durch Klimawandel



Quelle: UN Scientific Expert Group Report on Climate Change and Sustainable Development



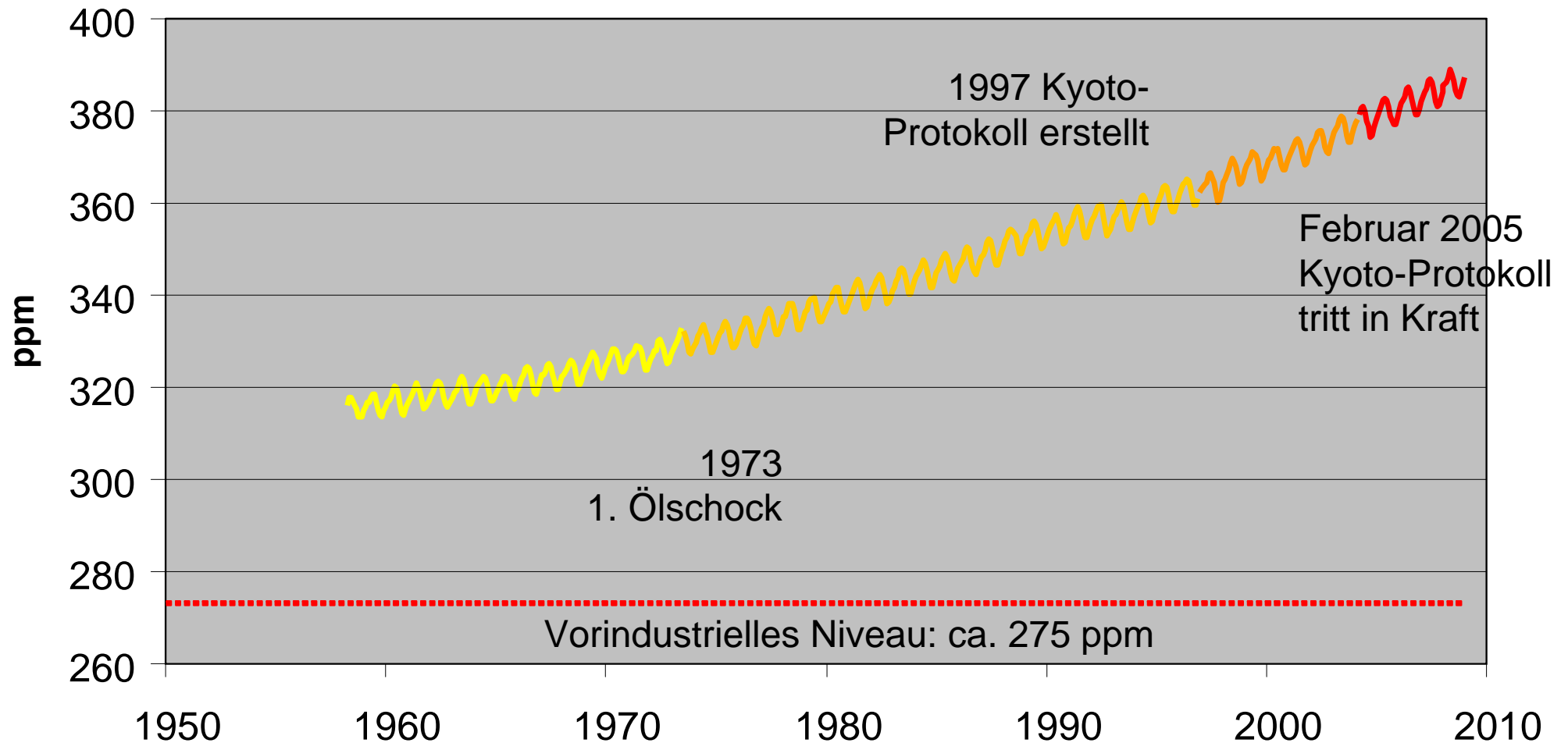
## Gewinner und Verlierer



Quelle: UN Scientific Expert Group Report on Climate Change and Sustainable Development



# Globale CO<sub>2</sub>-Konzentration



Quelle: Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL (<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>)



## Nachhaltigkeit als Ziel

- **Kyoto Vereinbarung (-10 % CO<sub>2</sub> 2010) ist nur Etappenziel**
- **Europäische Treibhauskonvention (-20 % CO<sub>2</sub> 2020) ist auch nur Etappenziel**

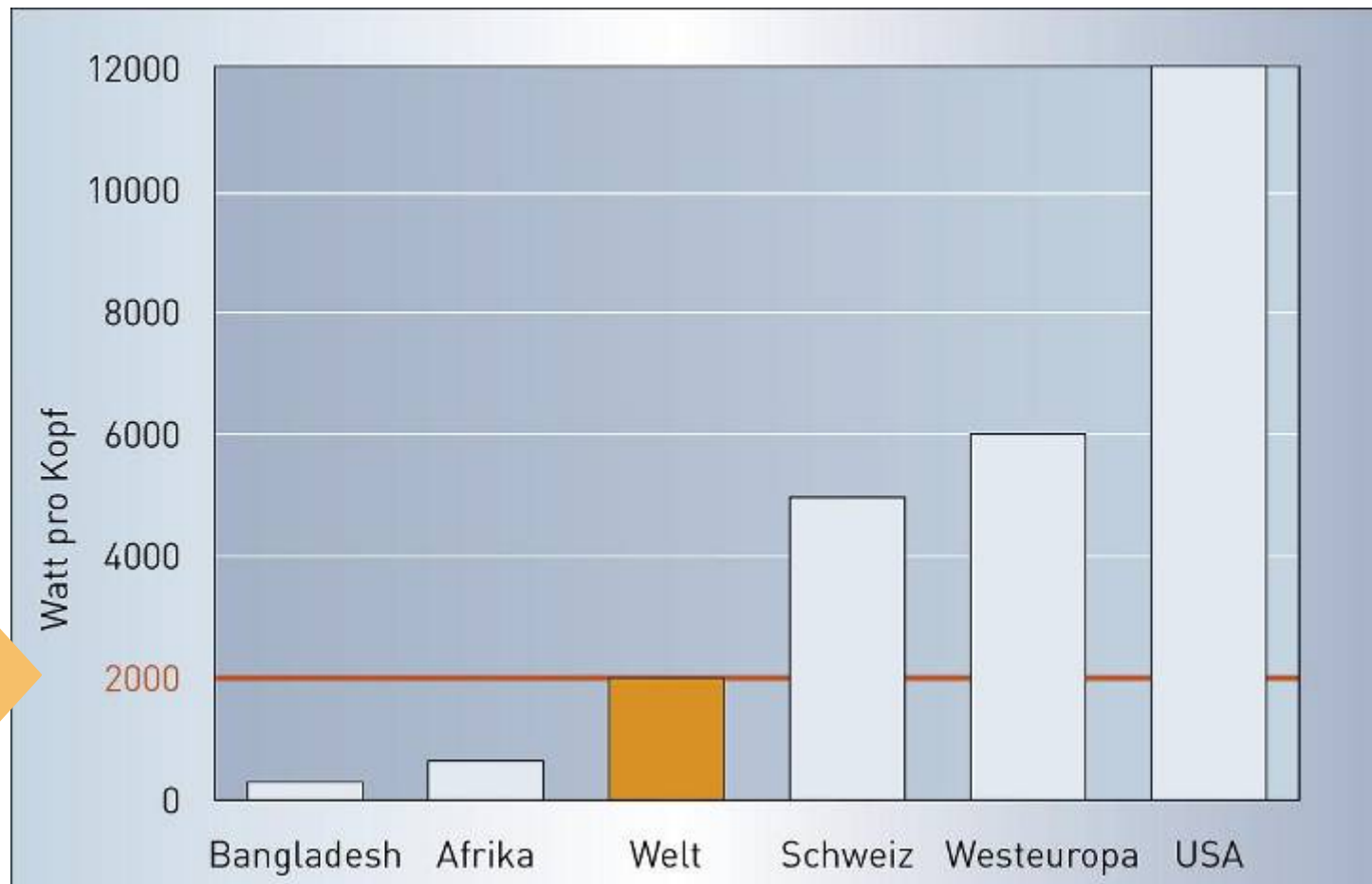
## Wohin müssten wir wirklich?

- Prof. Dr. Alexander Wokaun
- Prof. Dr. Alexander Zehnder, Präsident ETH-Rat





## Primärenergieverbrauch pro Kopf



**Grenzwert  
für  
Wohlstand**



## Das 2000 Watt Konzept

- **Ca. 2'000 Watt pro Einwohner (17'500 kWh/a) werden benötigt, um sicherzustellen, dass sich eine Gesellschaft entwickeln und angemessenen Wohlstand erreichen kann.**
- **Um die Vereinbarkeit mit dem Ziel des IPPC (Intergovernmental Panel for Climate Change) von 1 Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner zu erreichen, dürfen nur 500 W mit fossilen Brennstoffen gedeckt werden, der Rest von 1'500 W muss aus erneuerbaren, CO<sub>2</sub>-freien Energieressourcen stammen.**



## **Das 2000 Watt Konzept ist breit abgestützt und akzeptiert**

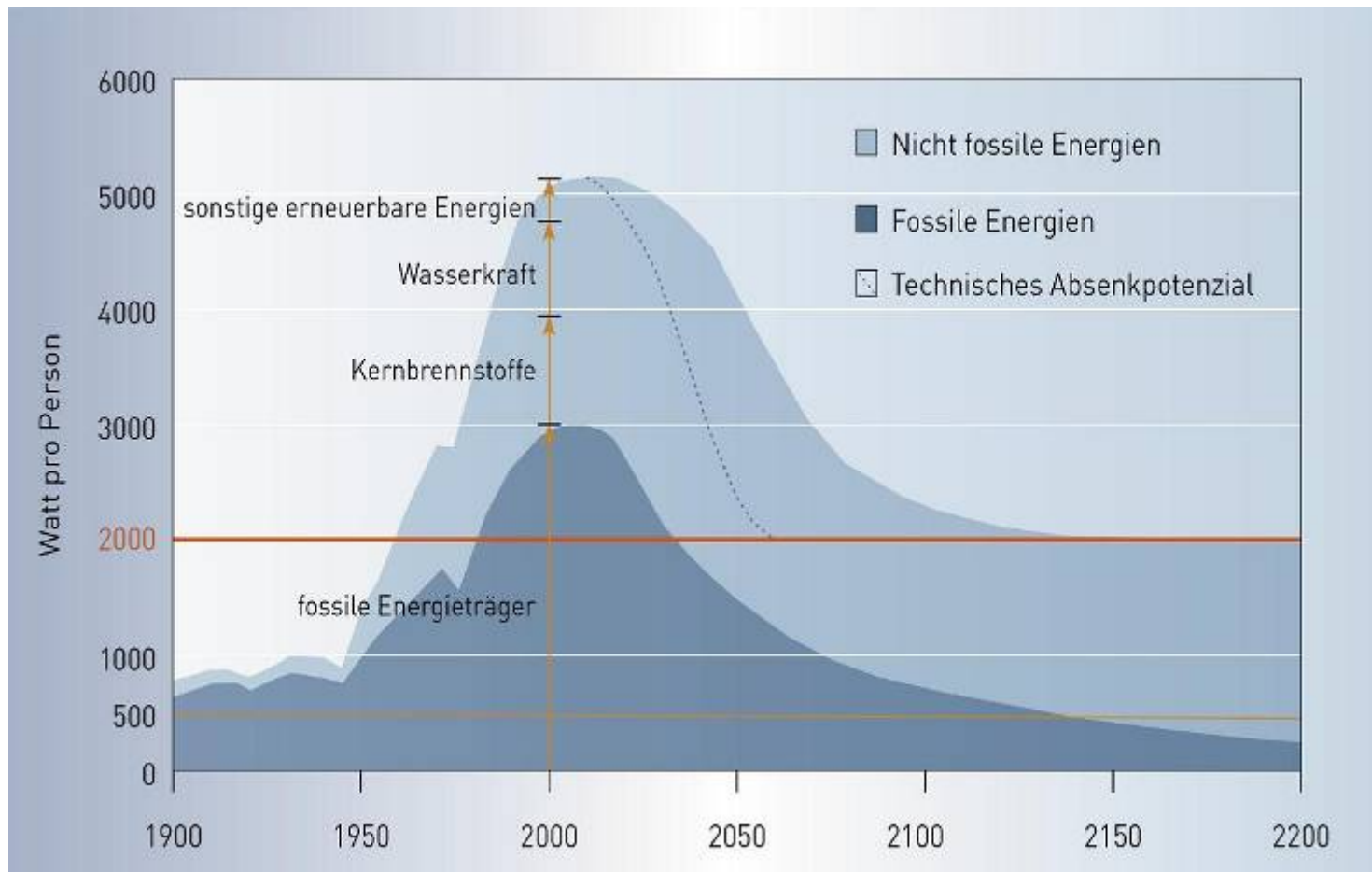
**... als langfristige Zielsetzung, an welcher sich kurz und mittelfristige Planungen orientieren.**

- **Schweiz. Bundesrat, Energie Schweiz**
- **Schweiz. Ingenieuren- und Architektenverein SIA**
- **Stadt Basel: Pilotregion Basel**
- **Stadt Zürich: Pilotregion Zürich, Legislaturziel**



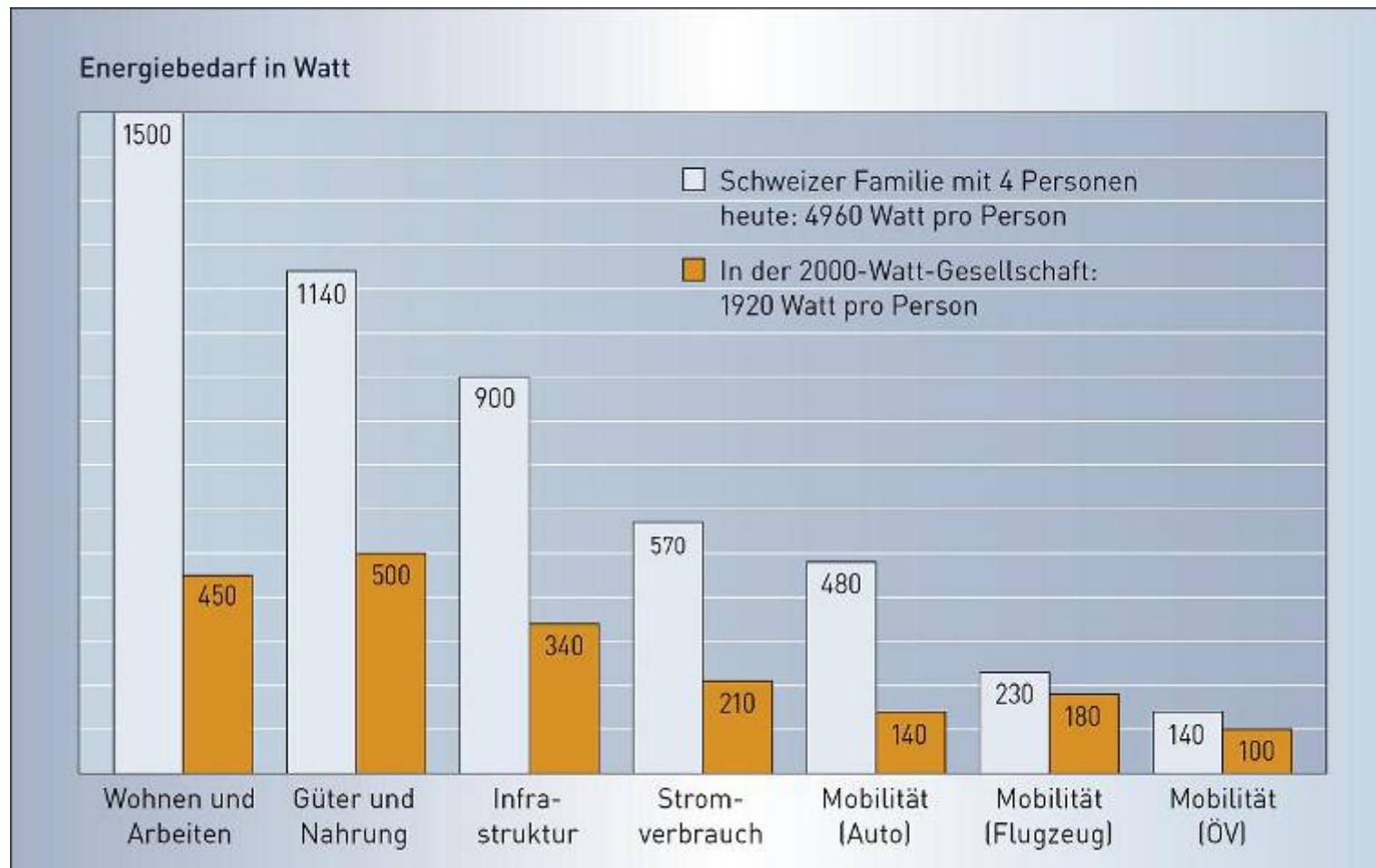


# Angestrebte Entwicklung des schweiz. Energieverbrauchs





# Angestrebte Verteilung des Energieverbrauchs





## Machbarkeit

- **Die 2'000 Watt Gesellschaft ist technologisch machbar (Weißbuch des ETH-Bereichs 2002 „Steps towards a 2000 Watt-Society“).**
- **Nicht alle Bereiche tragen gleichermaßen bei. Der Gebäudebereich weist das größte Potential auf.**
- **Wachstum stellt die größte Herausforderung.**



## Passivhäuser erfüllen die 2000 Watt-Kriterien

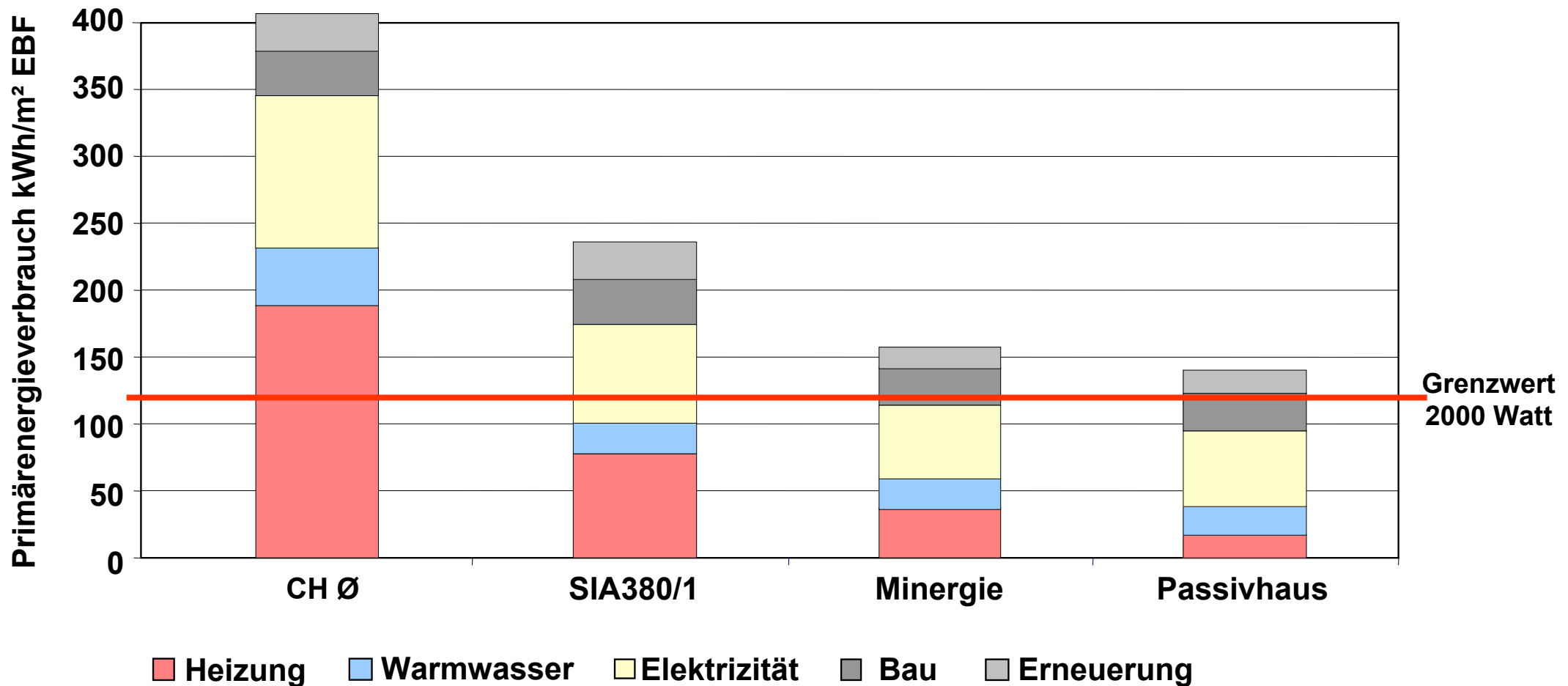
- Max. Wärmeleistungsbedarf  $< 10 \text{ W/m}^2$
- Heizenergieverbrauch  $< 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- Luftdichtheit der Gebäudehülle  $n_{L50} < 0.6 \text{ /h}$
  
- Totaler Primärenergiebedarf  
 $< 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

**Ca. 20'000 Wohneinheiten realisiert in D, A, CH**



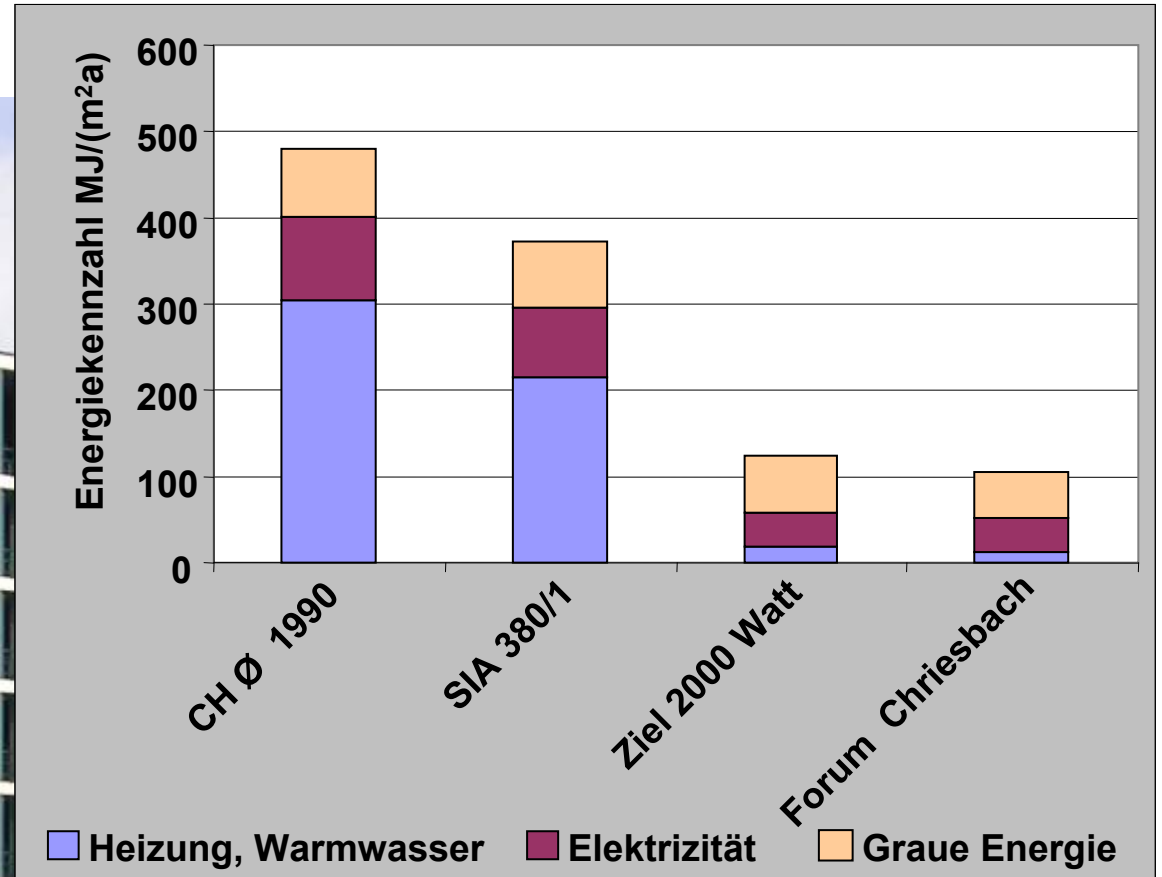


## Energieeffizienz in Gebäuden: von 15 auf 1 L/m<sup>2</sup> für Heizung



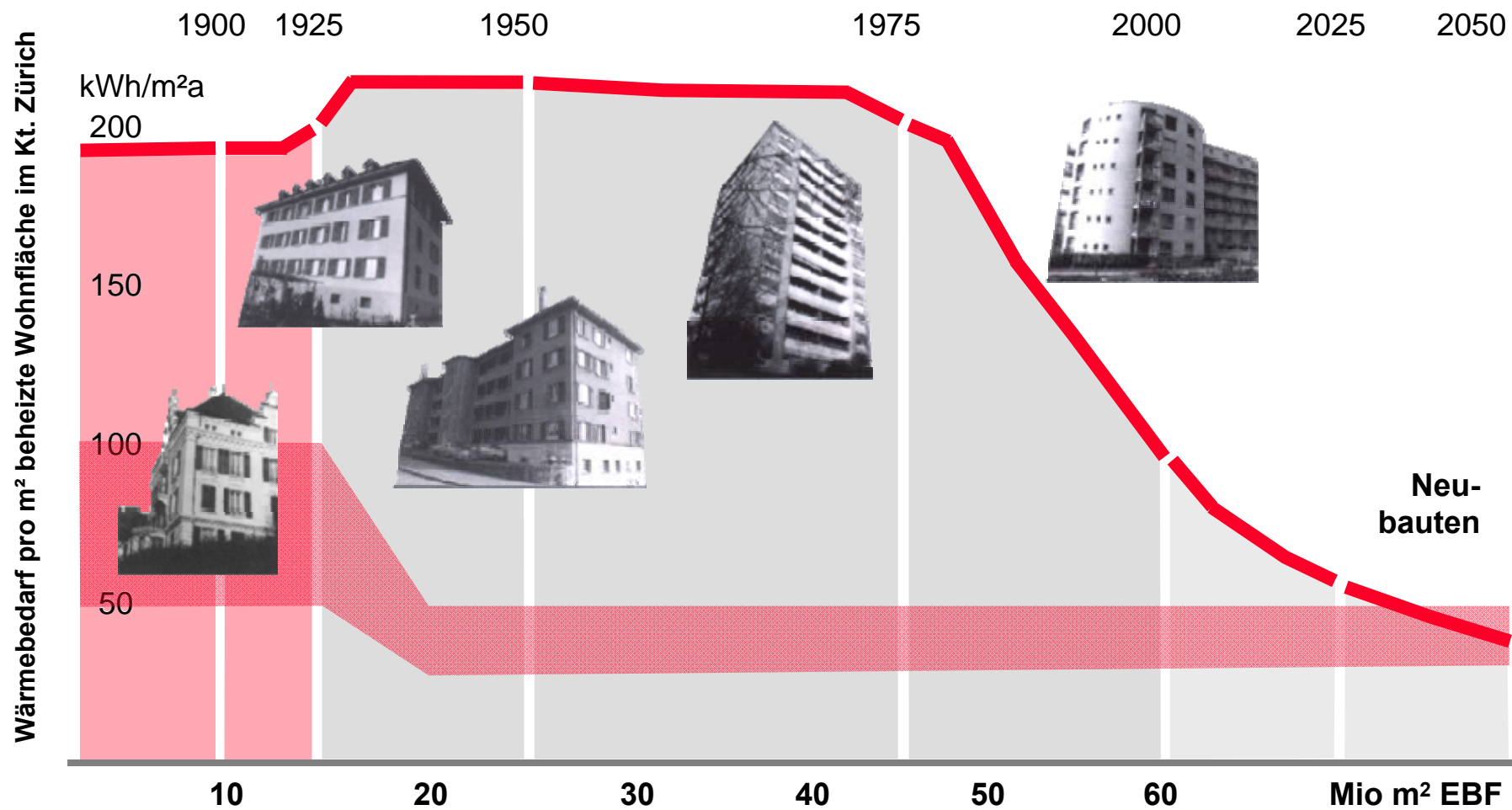


# Forum Chriesbach





# Grosse Herausforderung: Gebäudebestand





## Thesen zur Bauerneuerung

- Mit der bestehenden Bausubstanz ist eine nachhaltige Entwicklung nicht machbar.
- Eine Pinselrenovation ist zu oft eine verpasste Chance, welche zukünftige Erneuerungen finanziell stark belastet.
- Die Vermietbarkeit von Altbauten entspricht vielerorts nicht mehr der Attraktivität des Gebäudestandorts.
- Es braucht eine Fitnesskur für Altbauten, damit diese bezüglich Qualität und Energieverbrauch gegenüber Neubauten konkurrenzfähig und damit für die Zukunft gerüstet sind.



## Beispiel Passivhaus-Sanierung Magnusstrasse



	Altes Gebäude	Neubau	Renovation Magnusstr.	Architekt Viridén
Heizung	600	230	68 MJ/m <sup>2</sup>	
Warmwasser	130	125	9 MJ /m <sup>2</sup>	
Elektrizität	120	100	55 MJ /m <sup>2</sup>	
Total (Endenergie)	850	455	132 MJ /m <sup>2</sup>	



# Reparieren – Renovieren – Demolieren ?



ccem SuRHib

Viridén & Partner, Zurich

ccem retrofit

Beat Kämpfen, Zurich



# Renovation historischer Bauten

## Grundsatz:

Historische Bauten mit ähnlichen Materialien und Arbeitsmethoden renovieren, wie sie ursprünglich erbaut wurden.

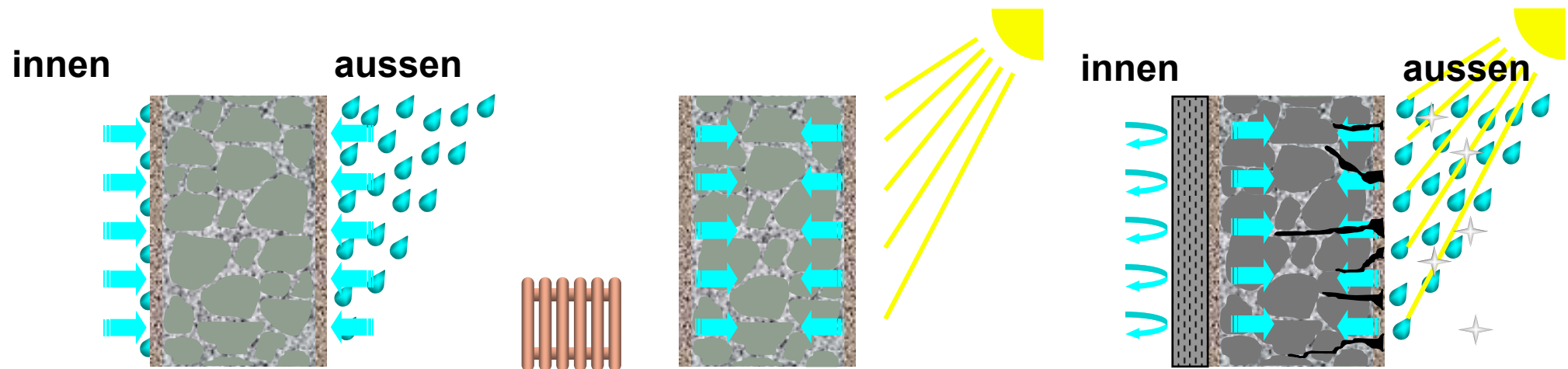
## **Achtung!**

Besondere Vorsicht bei Feuchtebelastungen von aussen, von unten und von innen



# Problem Feuchtehaushalt

Falsches Wärmedämmen kann zu irreparablen Feuchteschäden führen

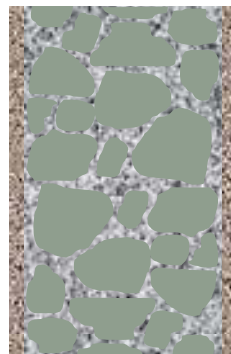




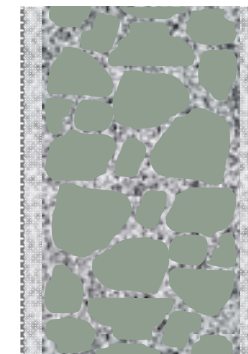
# Lösung hochisolierende Dämmputze

Empa entwickelt mit Industrie neuartigen Dämmputz

- Dämmt besser als Polystyrolschaum ( $\lambda < 30 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$ )
- rein mineralisch, als Putz 4-6 cm auftragbar
- feuchteabweisend und doch dampfdiffusionsoffen



**Bruchsteinmauerwerk 50 cm,  
beidseitig 25 mm verputzt  
 $U \approx 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$**



**Bruchsteinmauerwerk 50 cm,  
beidseitig 50 mm Dämmputz  
 $U \approx 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$**



# Lösung für grosse Feuchtebelastungen

**Empa entwickelt mit Industrie feuchtespeichernden Putz**

- **Nimmt gegenüber herkömmlichen Putzen ein Mehrfaches an Feuchte auf (Feuchtespeicher)**
- **Nimmt Feuchte schon bei niedriger relativer Luftfeuchtigkeit auf**
- **Verteilt Feuchte sehr effizient durch extreme Kapillarität**
- **Gibt Feuchte verteilt wieder ab**



## Schlusswort

- **Die 2'000 Watt Gesellschaft ist nicht ein Programm, sondern ein langfristiges Ziel.**
- **Es braucht eine konkrete Zielsetzung, an welcher sich Politik, Wissenschaft, Technik und Gesellschaft orientieren können.**
- **Nicht die Technik, sondern die Gesellschaft stellt die größte Herausforderung.**
- **Energieeffizienz und Denkmalpflege widersprechen sich nicht, aber es ist besondere Sorgfalt notwendig.**