

Willkommen
Welcome
Bienvenue



Lebenszyklus und graue Energie

Life Cycle and grey Energy

ETH Forum Wohnungsbau
Zürich, 20. April 2012
Gian-Luca Bona

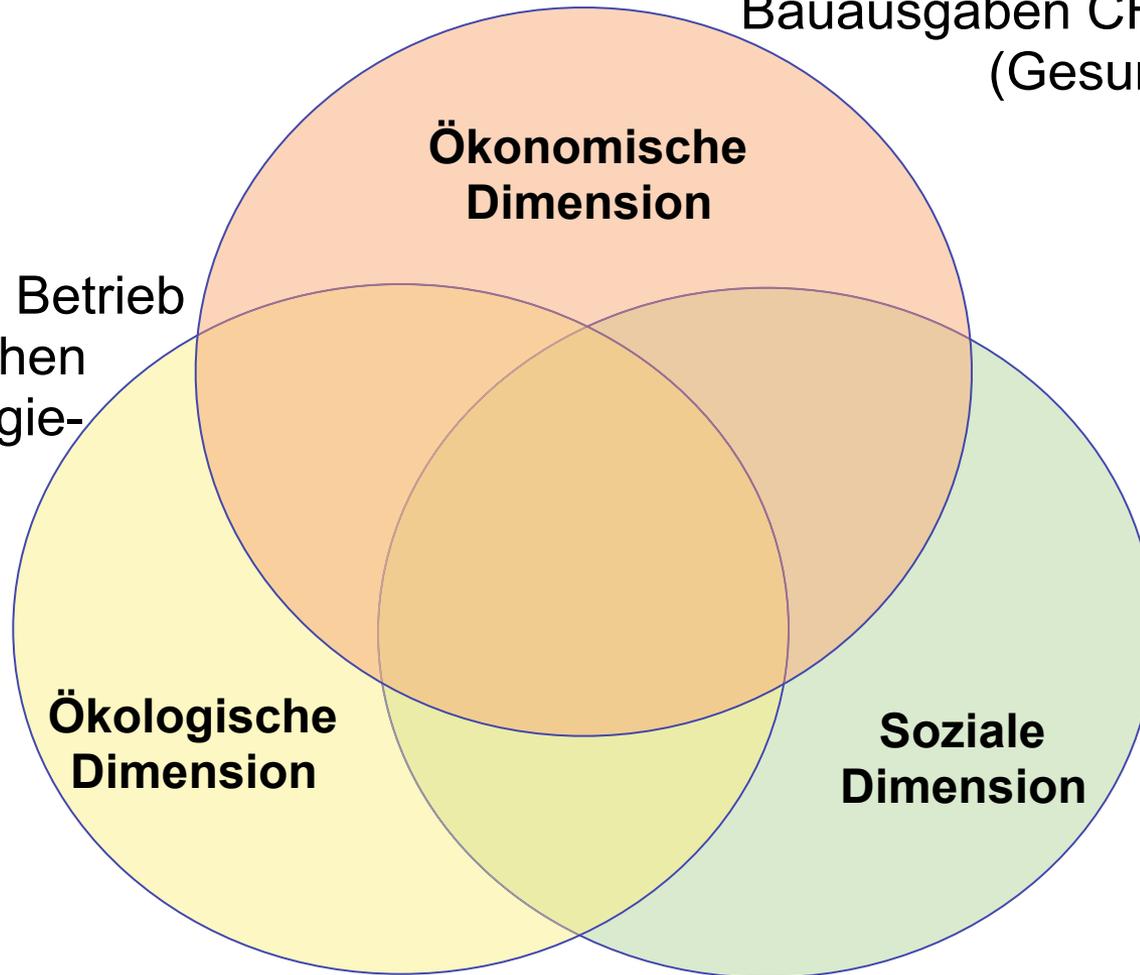
www.empa.ch

Der Bau – ein Schlüsselbereich für die Nachhaltigkeit

Bauausgaben CH 2009: 54 Mia
(Gesundheit: 58 Mia)

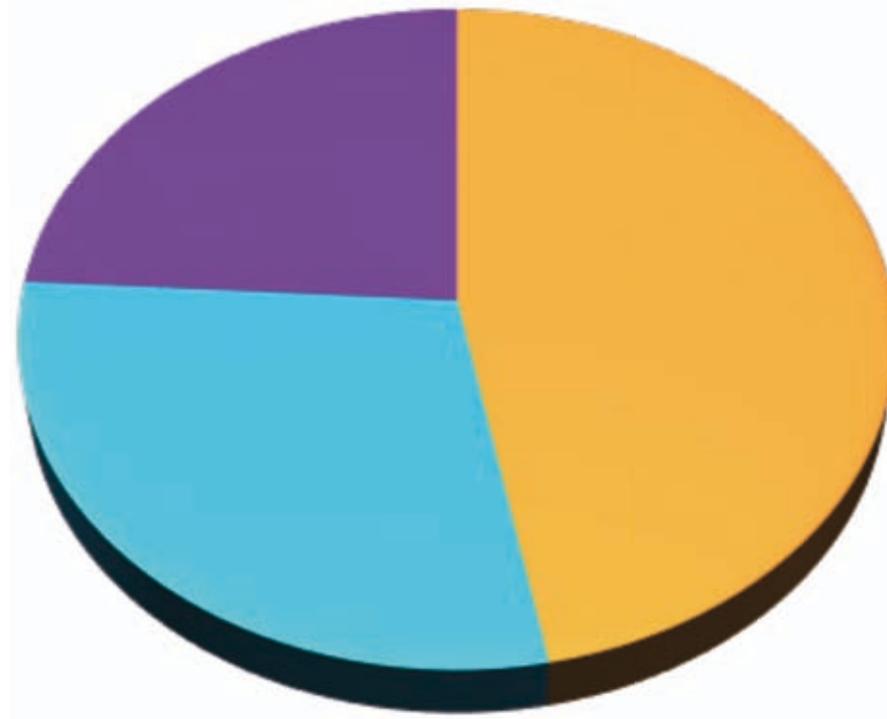
Bau, Unterhalt und Betrieb
der Gebäude machen
47% des Endenergie-
verbrauchs aus

70 Mio t Bau-
materialien pro
Jahr



Final Energy Use CH 2009

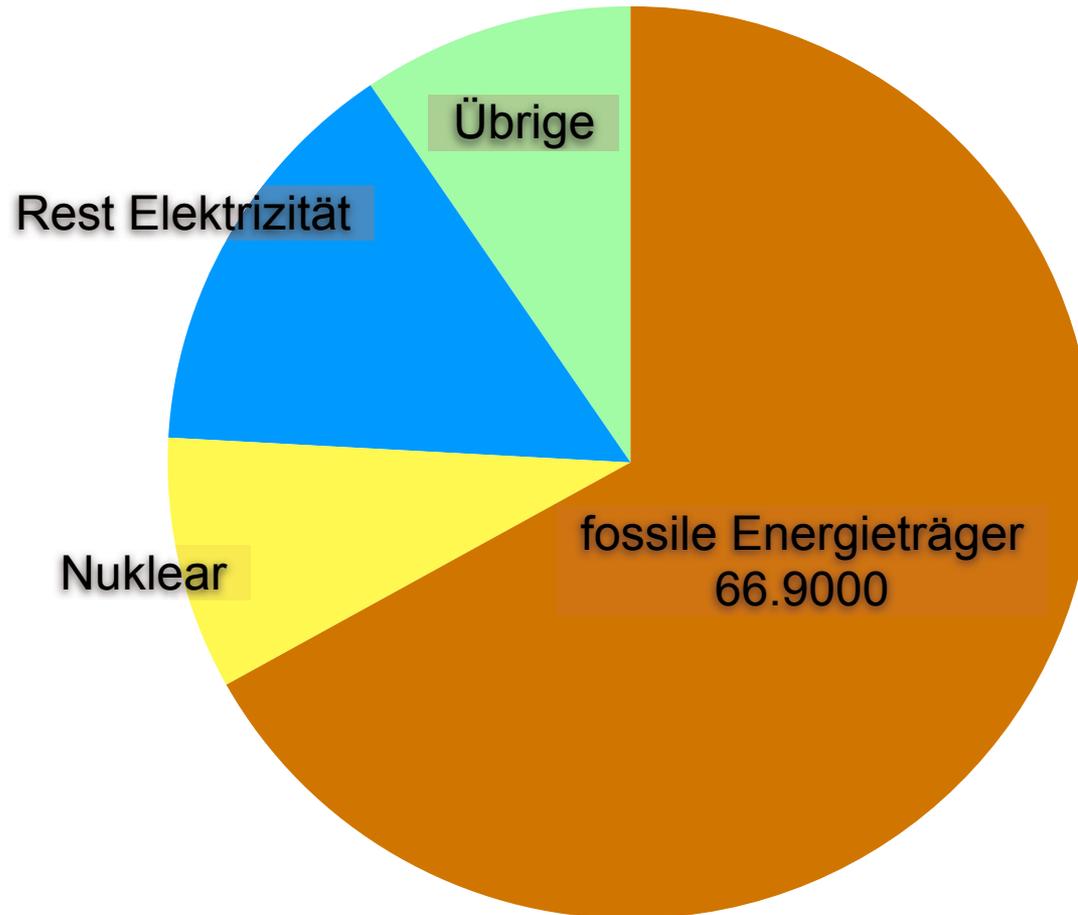
Industry, Services
Agriculture 24%



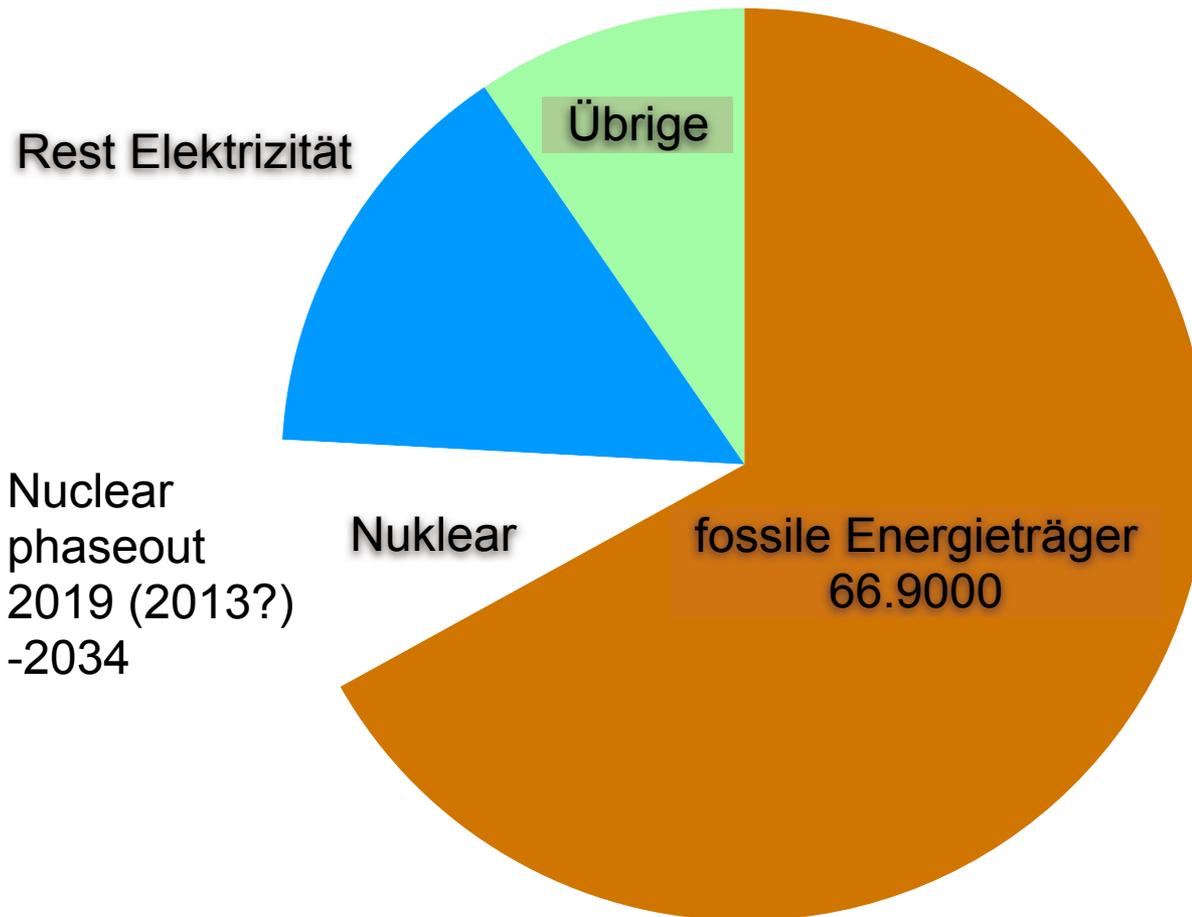
Mobility: 29%

Buildings: 47%

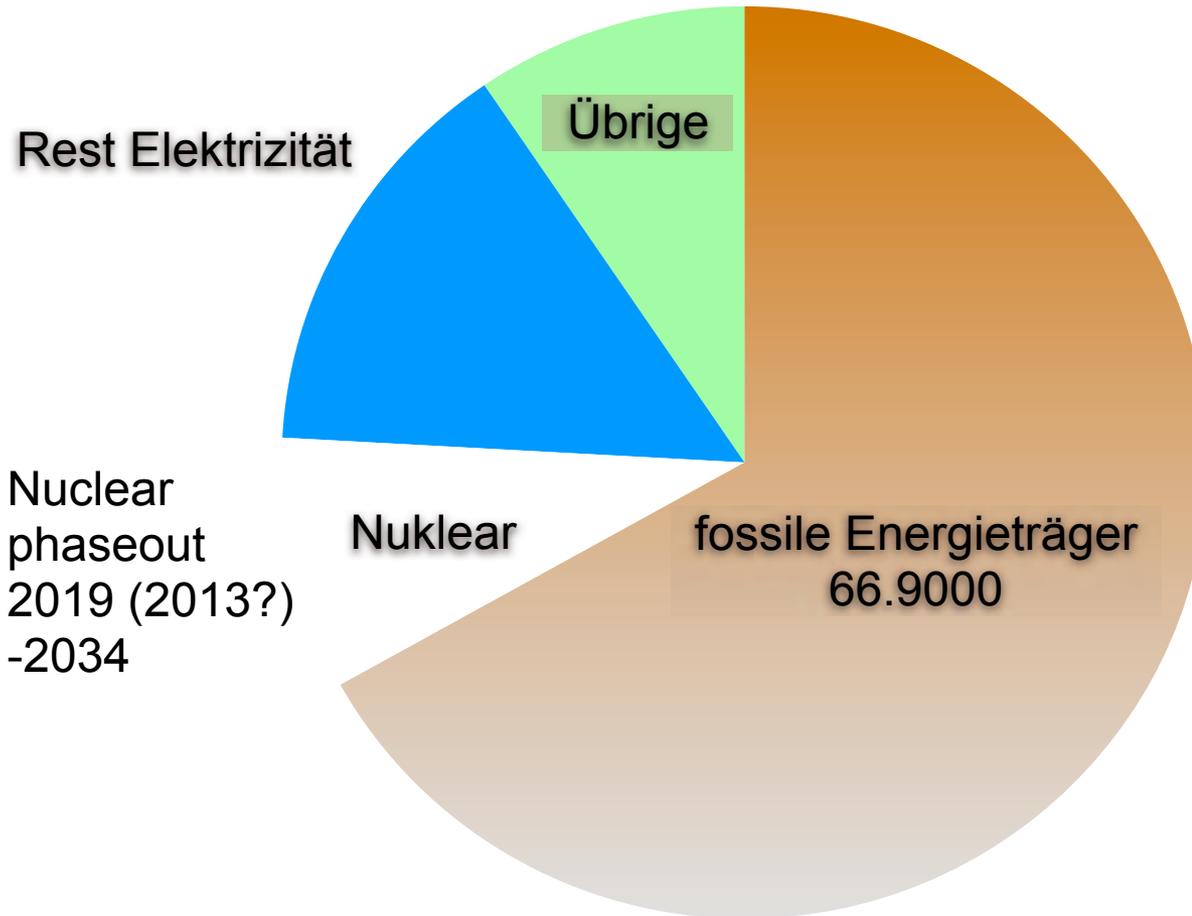
Final Energy Use CH 2010



Challenges of the Future I



Challenges of the Future II



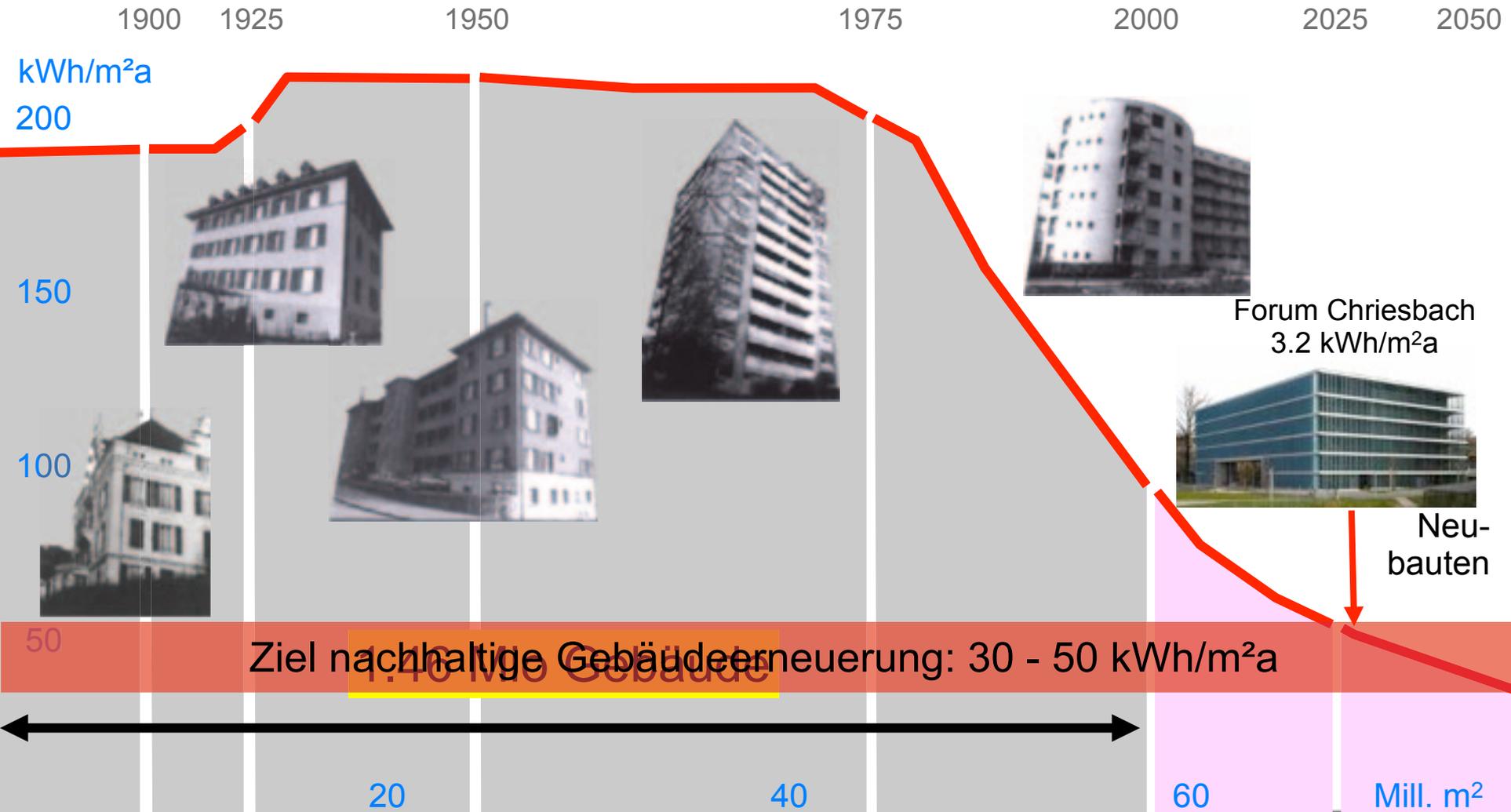
Reduction of the emission of green house gases

Reduction of the dependence on foreign countries regarding energy supply

- Grey energy is the hidden energy associated with a product, meaning the total energy consumed throughout the product's life cycle from its production to its disposal
- On average, a household in Europe consumes twice as much grey energy as direct energy (heating, light, electrical appliances, etc.)!
- Als **graue Energie** oder **kumulierter Energieaufwand** (KEA) wird die Energiemenge bezeichnet, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes benötigt wird. Dabei werden auch alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung berücksichtigt und der Energieeinsatz aller angewandten Produktionsprozesse addiert.
- *Graue Energie* ist somit der *indirekte* Energiebedarf durch Kauf eines Konsumgutes, im Gegensatz zum *direkten* Energiebedarf bei dessen Benutzung.

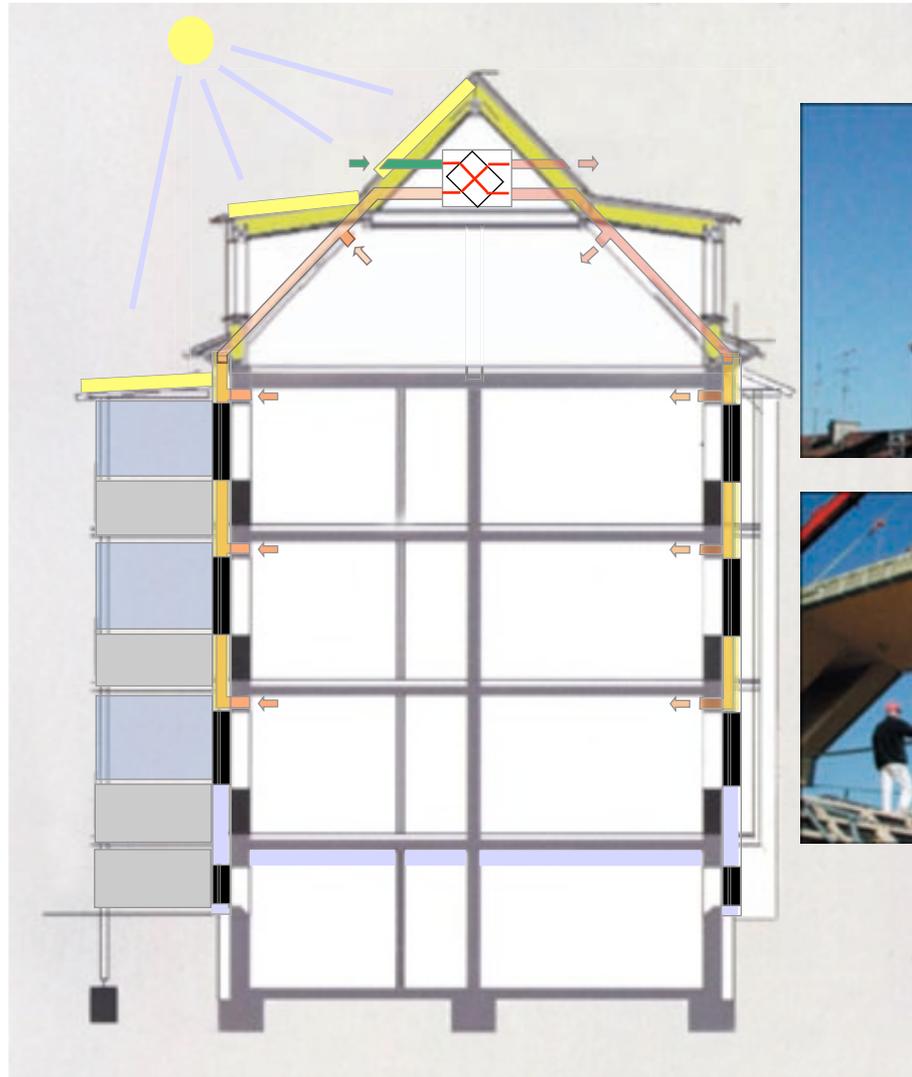
Lebenszyklus → Energieeffiziente Gebäude

Energieverbrauch Wohngebäude nach Baujahr



Konzept

- Standardisierung
 - Gebäudetypologisierung
 - Definition von Modulen
- Vorfabrikation
 - 3D-Geomatik
 - Modulbauweise
- Systemintegration
 - Solarenergie
 - HLK

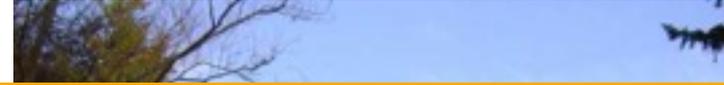


CleanTech: Retrofit

Erneuerungsstrategie Gebäude

- ❖ - 25% Endenergieverbrauch in der Schweiz
- ❖ - 50% CO₂ Emissionen
- ❖ - 50% Auslandabhängigkeit in der Energieversorgung
- ❖ zig-Tausend Arbeitsplätze auf Jahrzehnte hinaus

Erneuerbare Energie





Online:

<http://www.forumchriesbach.eawag.ch/live/index.htm>



Materials Science & Technology

forum
chriesbach

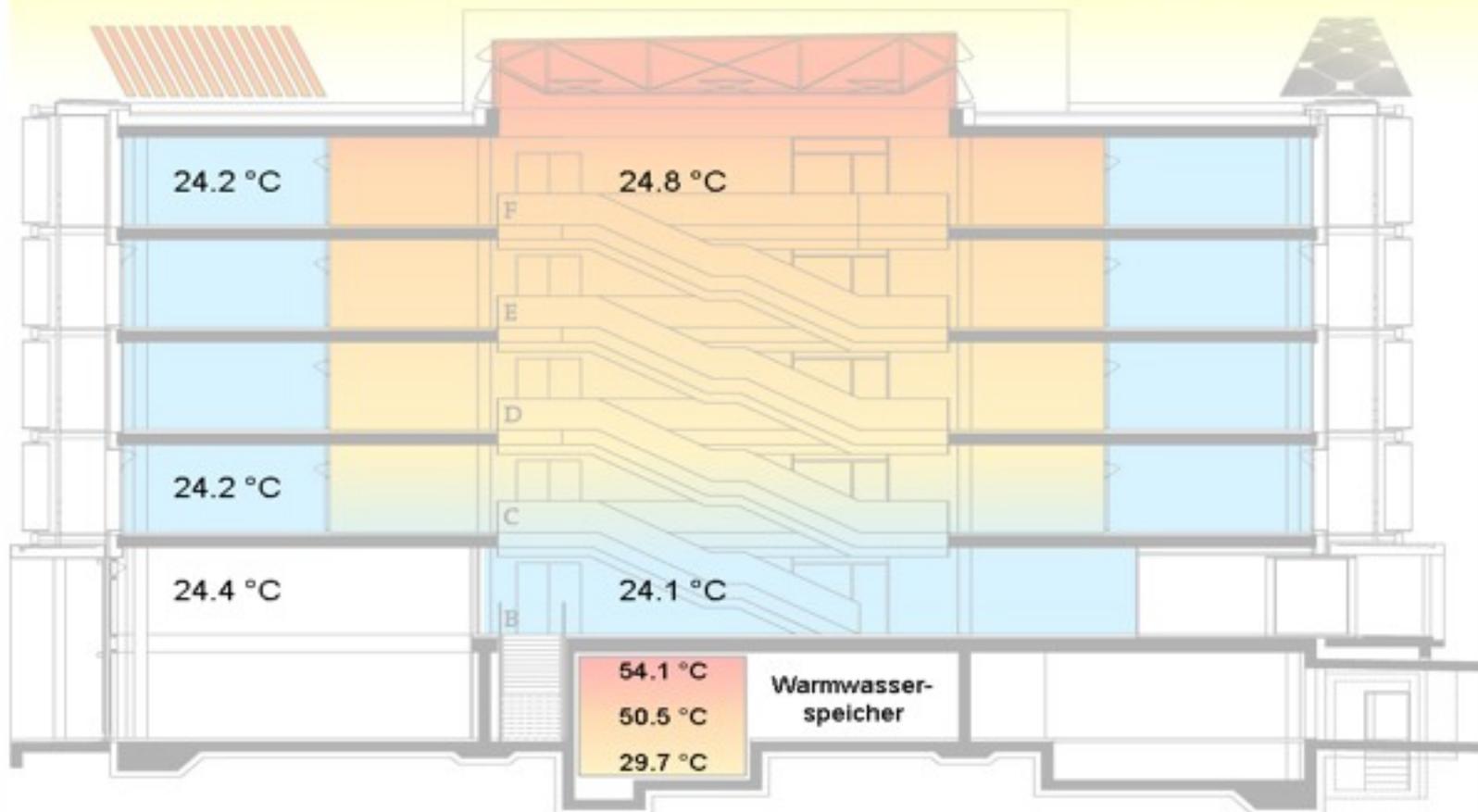
Forum Chriesbach

Messdaten vom 11.04.2012, 18:33 Uhr

Globalstrahlung: 221.4 W/m^2

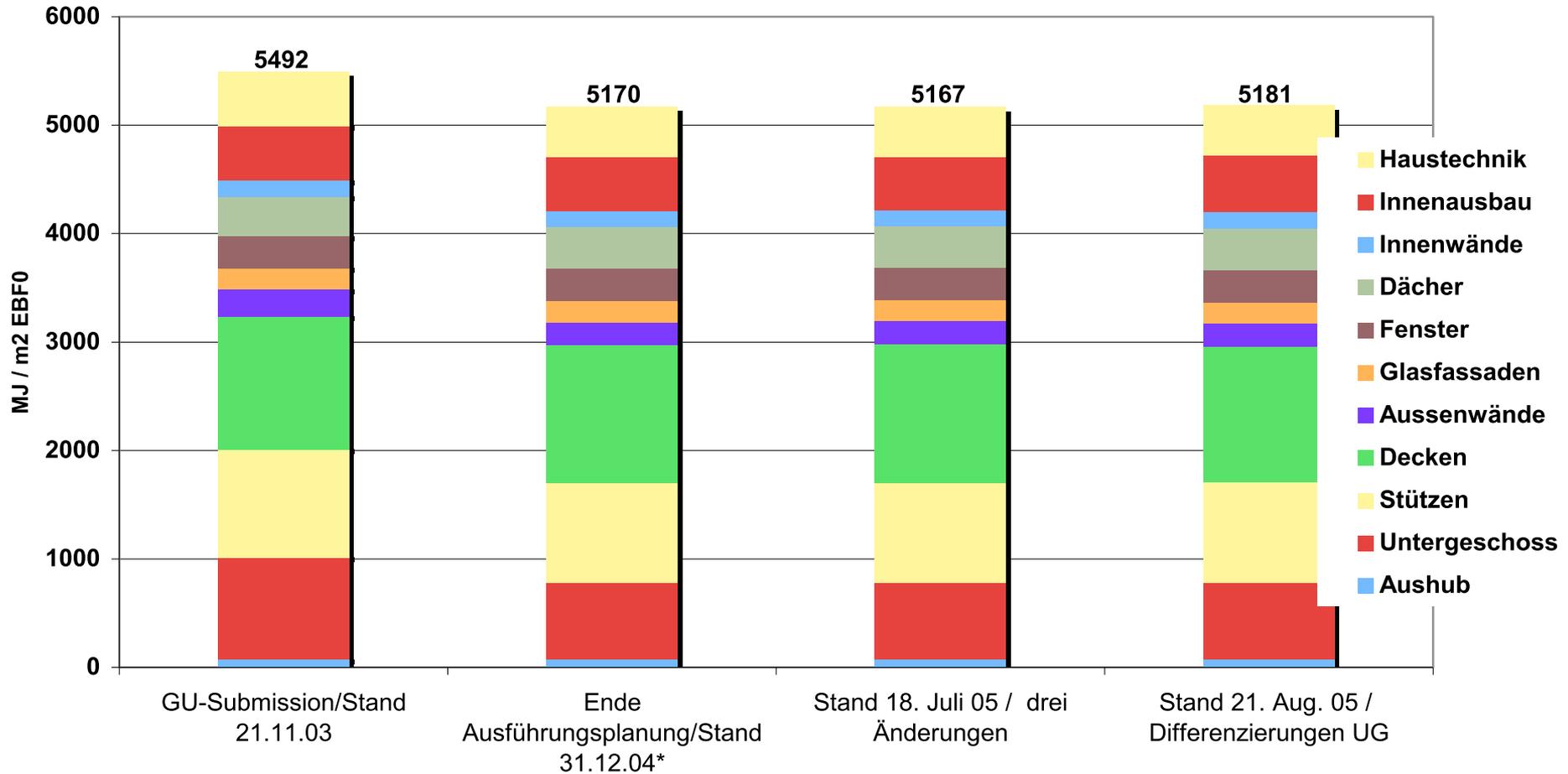
Ausstemperatur: $7.3 \text{ }^\circ\text{C}$

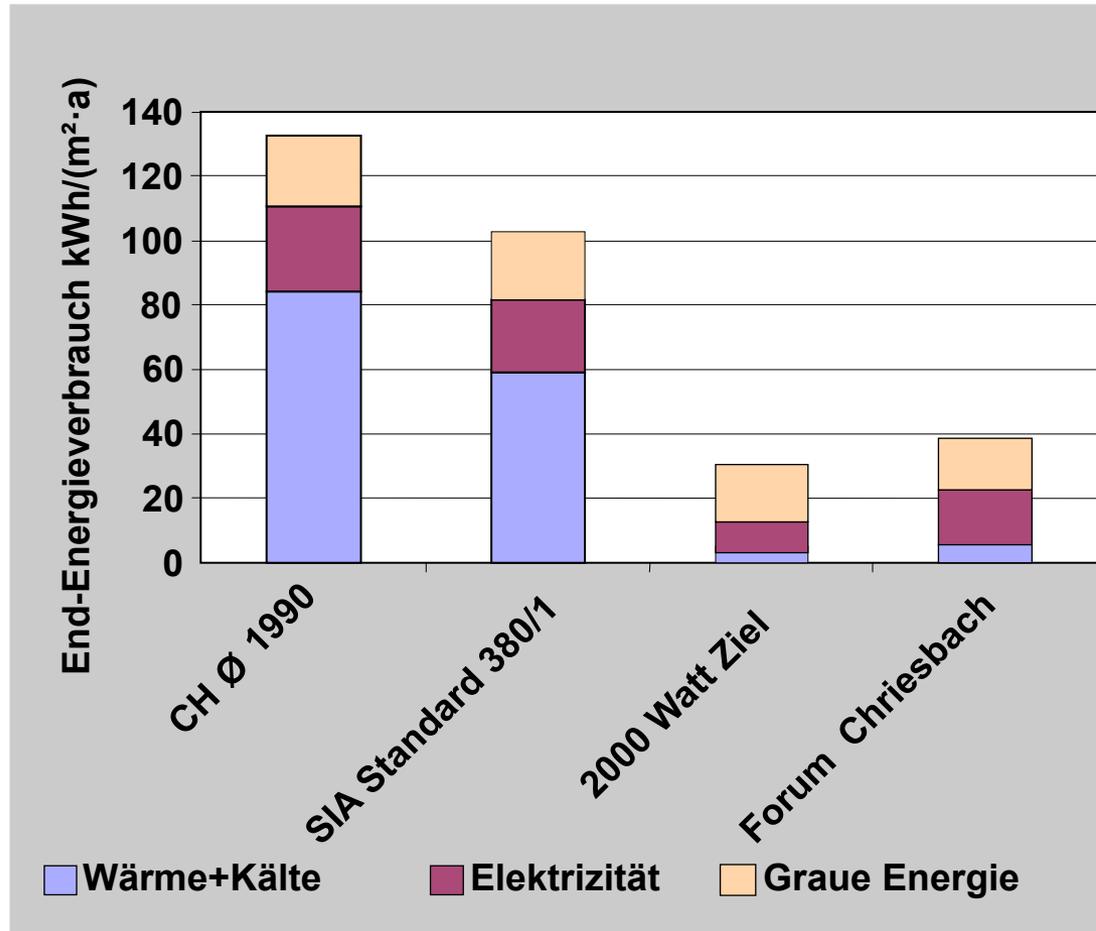
Leistung Photovoltaik: 15.9 kW





Forum Chriesbach Graue Energie





- **Graue Energie: wichtig, aber oft nicht leicht beeinflussbar**
- **Nutzungsdauer und Lebensdauer in Einklang bringen**



Neuer Veloständer
am Bahnhof
Stettbach
Variante 1

Neuer Veloständer
am Bahnhof
Stettbach
Variante 2



40 cm Beton (20 m x 20 m)

Ressourceneffizientes Bauen mit Beton

Leichtbau-Elemente aus Beton

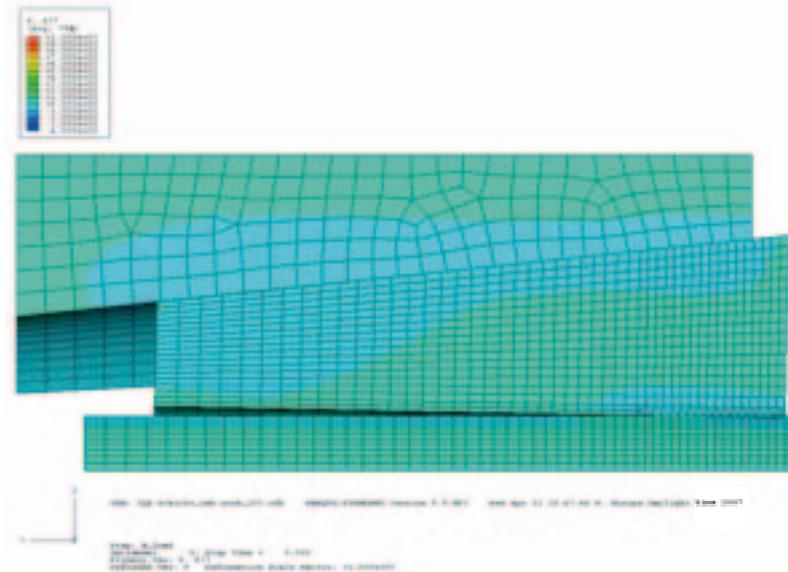
Hochleistungs-
beton

CFK
Bewehrung

Vor-spannung

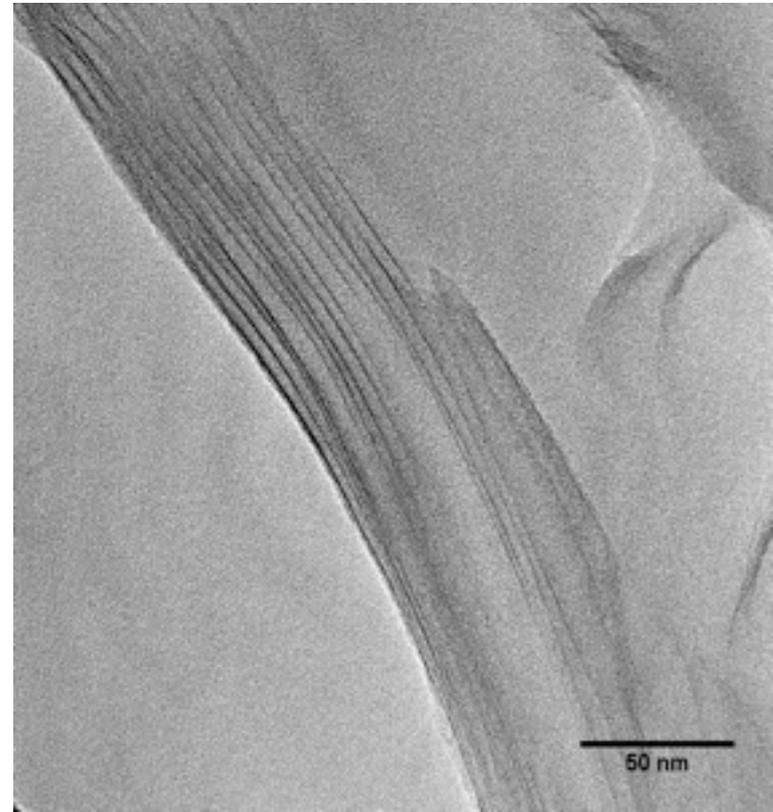
Entwicklungsschritte

n Optimierung der Verankerung



Entwicklungsschritte

- n Optimierung der Verankerung
- n Modifizierung der CFK-Matrix mit Nanofüllstoffen



Entwicklungsschritte

- n Optimierung der Verankerung
- n Modifizierung der CFK-Matrix mit Nanofüllstoffen
- n Herstellung von CFK-Drähten via Pultrusion



Entwicklungsschritte

- n Optimierung der Verankerung
- n Modifizierung der CFK-Matrix mit Nanofüllstoffen
- n Herstellung von CFK-Drähten via Pultrusion
- n Hochfester Beton (tiefer w/z-Wert, Zugabe von Silicastaub)

Alternative cementitious binder systems with low energy and CO₂ footprint



Entwicklungsschritte

- n Optimierung der Verankerung
- n Modifizierung der CFK-Matrix mit Nanofüllstoffen
- n Herstellung von CFK-Drähten via Pultrusion
- n Hochfester Beton (tiefer w/z-Wert, Zugabe von Silicastaub)
- n Optimierung Brandverhalten



**-50% Beton bei gleicher
Performance**



**-50% Beton bei gleicher
Performance**

**Bauingenieurwesen
Werkstoffwissenschaften
Maschinenbau
Nanotechnologie**



Inhalt

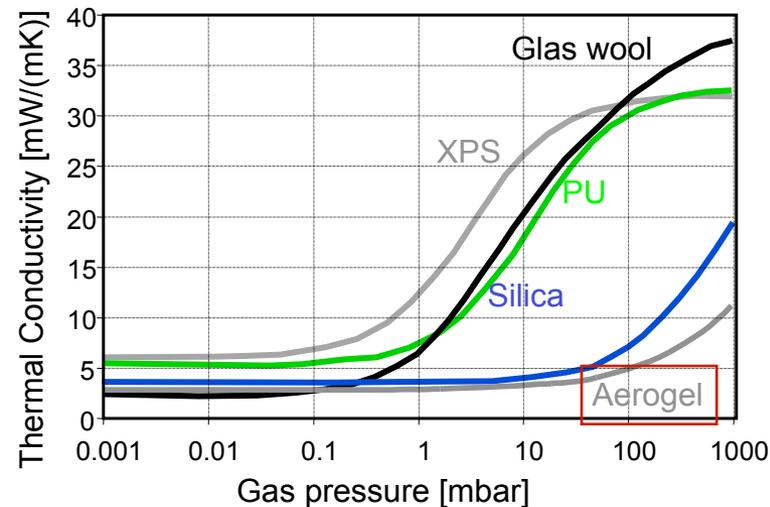
- n Vorspannung ohne externen Kraftaufwand
- n Leichtbau in vorgespanntem Beton
- n Eine neue Klasse von Baumaterialien: Aerogele**
- n Multifunktionale Fassaden mit transparenter Fotovoltaik

Light weight plaster

Nano-porous Aerogel Granulate

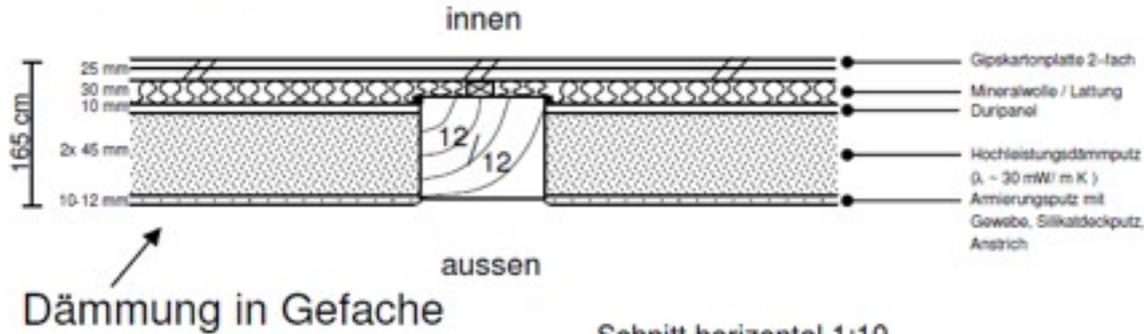


- Thermal Conductivity: $< 30 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$
- Application by hand or with state of the art machines
- Maximum thickness of 120 mm in two applications
- Low shrinkage ($\leq 1 \text{ mm/m}$)
- Water vapor diffusion coefficient $\mu < 10$
- Pure mineral compound
- Hydrophobic
- **Market launch: Soon!!**

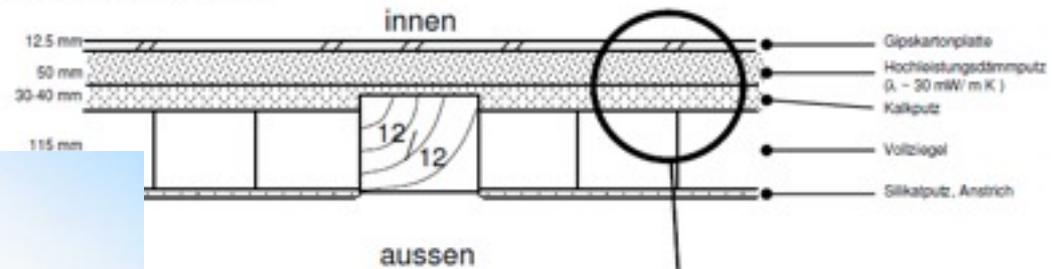


Mögliche Einsatzarten: Fachwerk

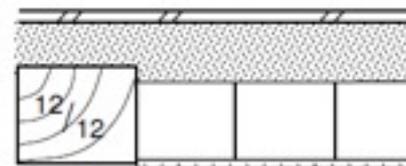
Schnitt horizontal 1:10



Schnitt horizontal 1:10



und / oder

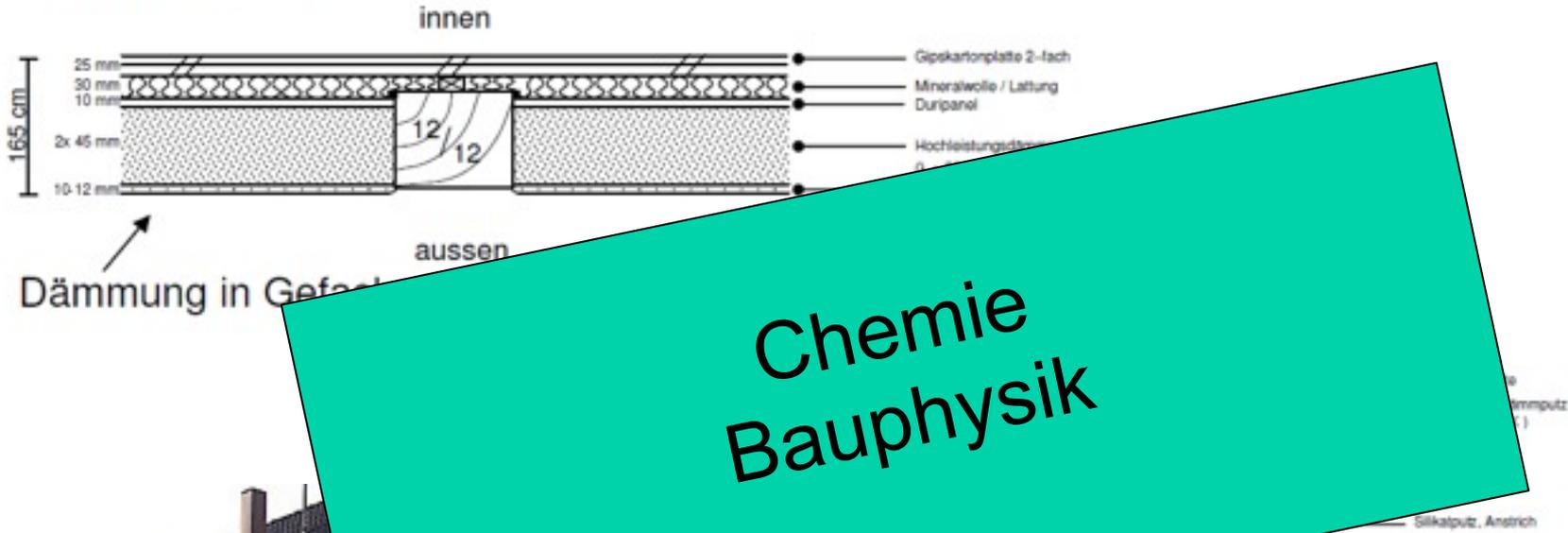


Innendämmung (Dämmputz direkt auf Ziegel)



Mögliche Einsatzarten: Fachwerk

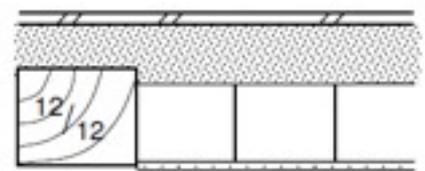
Schnitt horizontal 1:10



Dämmung in Gefest

Chemie
Bauphysik

und / oder

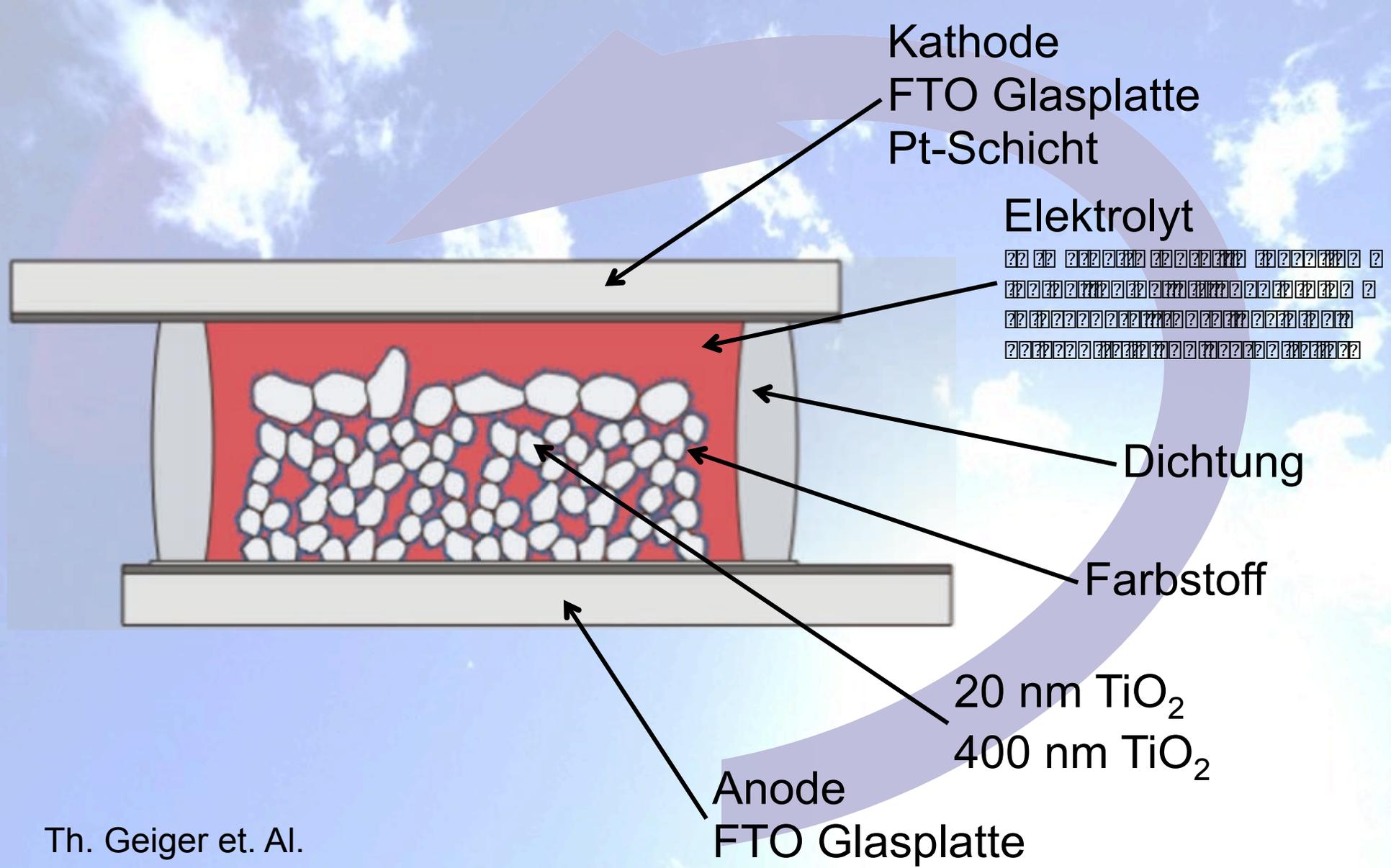


Innendämmung (Dämmputz direkt auf Ziegel)

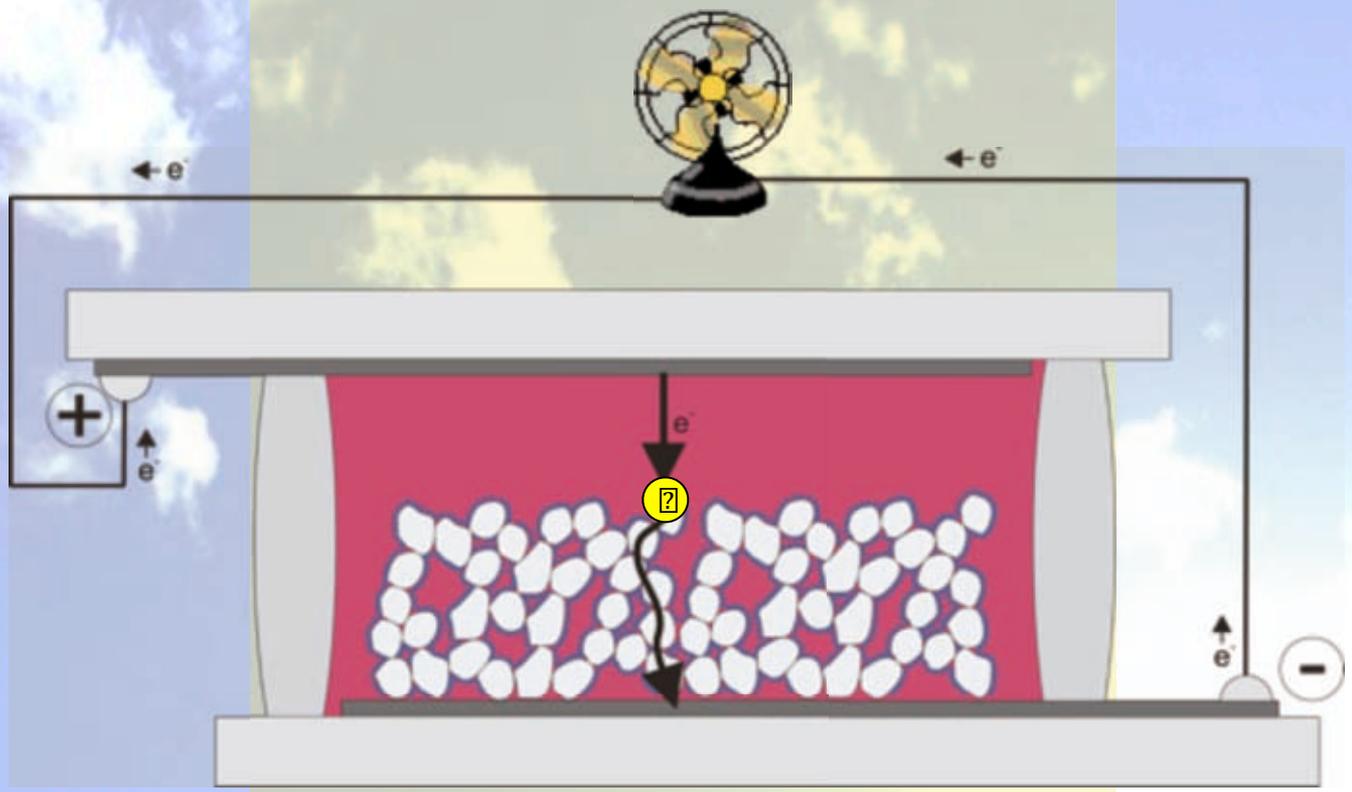


Inhalt

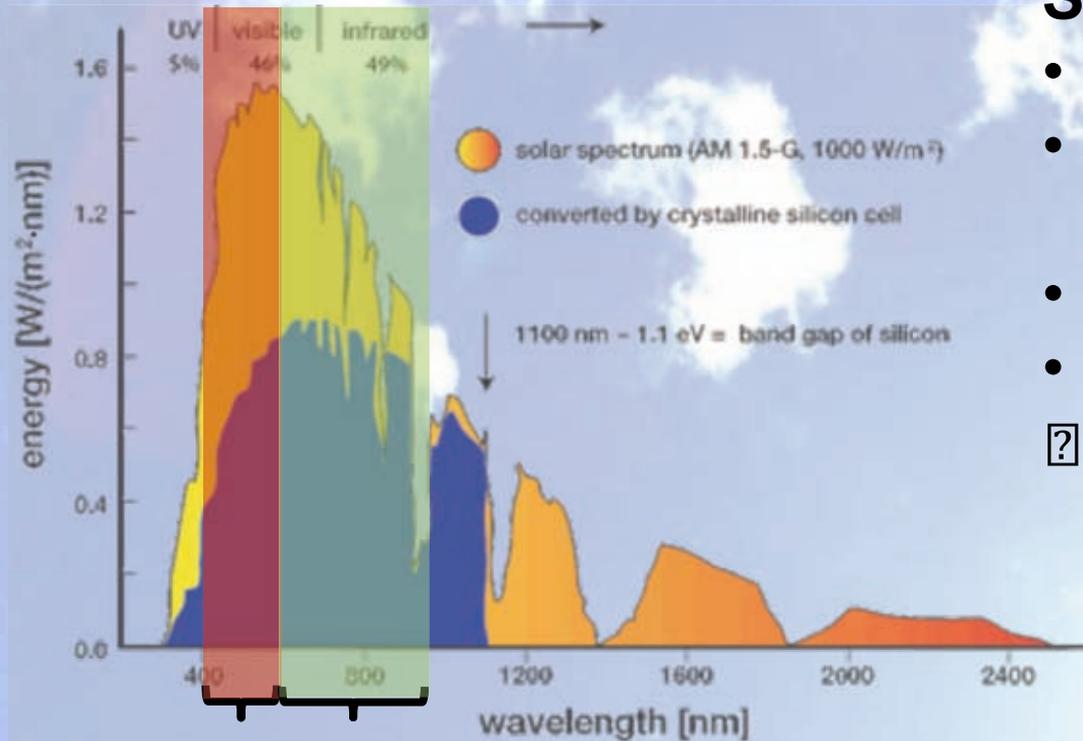
- n Vorspannung ohne externen Kraftaufwand
- n Leichtbau in vorgespanntem Beton
- n Eine neue Klasse von Baumaterialien: Aerogele
- n Multifunktionale Fassaden mit transparenter Fotovoltaik**



Th. Geiger et. Al.



Power from the sun...



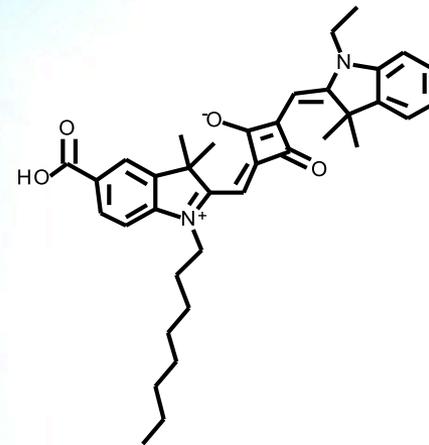
Ruthenium dyes

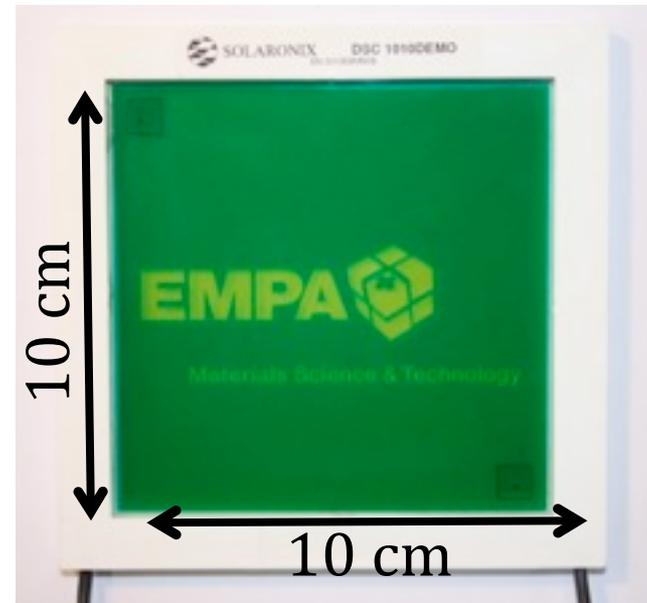
Squaraine dyes

Squarin-Farbstoffe

- Asymmetrische Moleküle
- Effiziente Absorption zwischen 600 und 900 nm
- Industriell herstellbar
- metallfrei

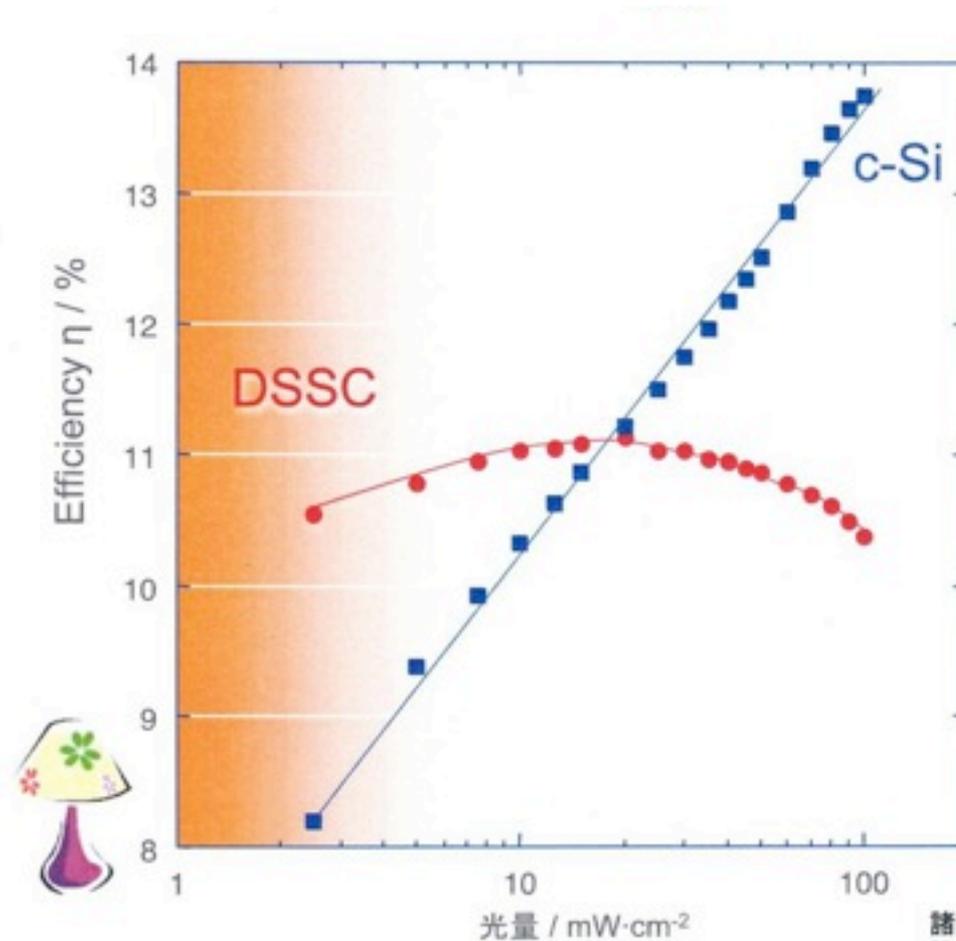
?





I_{sc} [mAcm ⁻²]	V_{oc} [V]	ff	η [%]	area [cm ²]
0.56	6.59	0.53	1.9	62

Wirkungsgrad in Funktion der Strahlungsintensität



Ein Blick in die Zukunft:

Mietfläche: 40'000 m²

Stromverbrauch 35 kWh/m²a

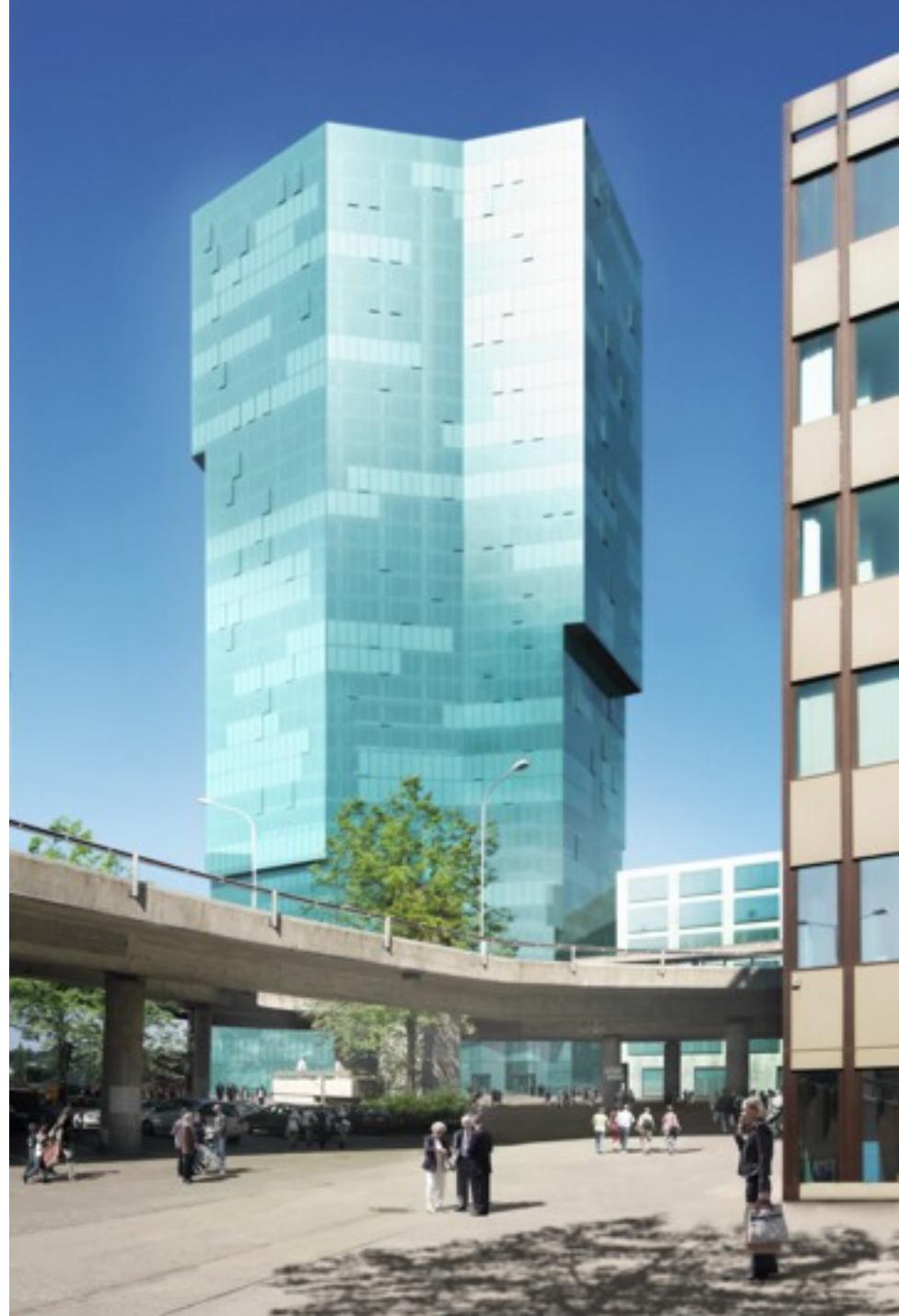
Fassade aus transparenter PV

Wirkungsgrad: 2%



Solarer Deckungsgrad Strom:

18%



Ein Blick in die Zukunft:

Mietfläche: 40'000 m²

Stromverbrauch 35 kWh/m²a

Fassade aus transparent

Wirkungsgrad

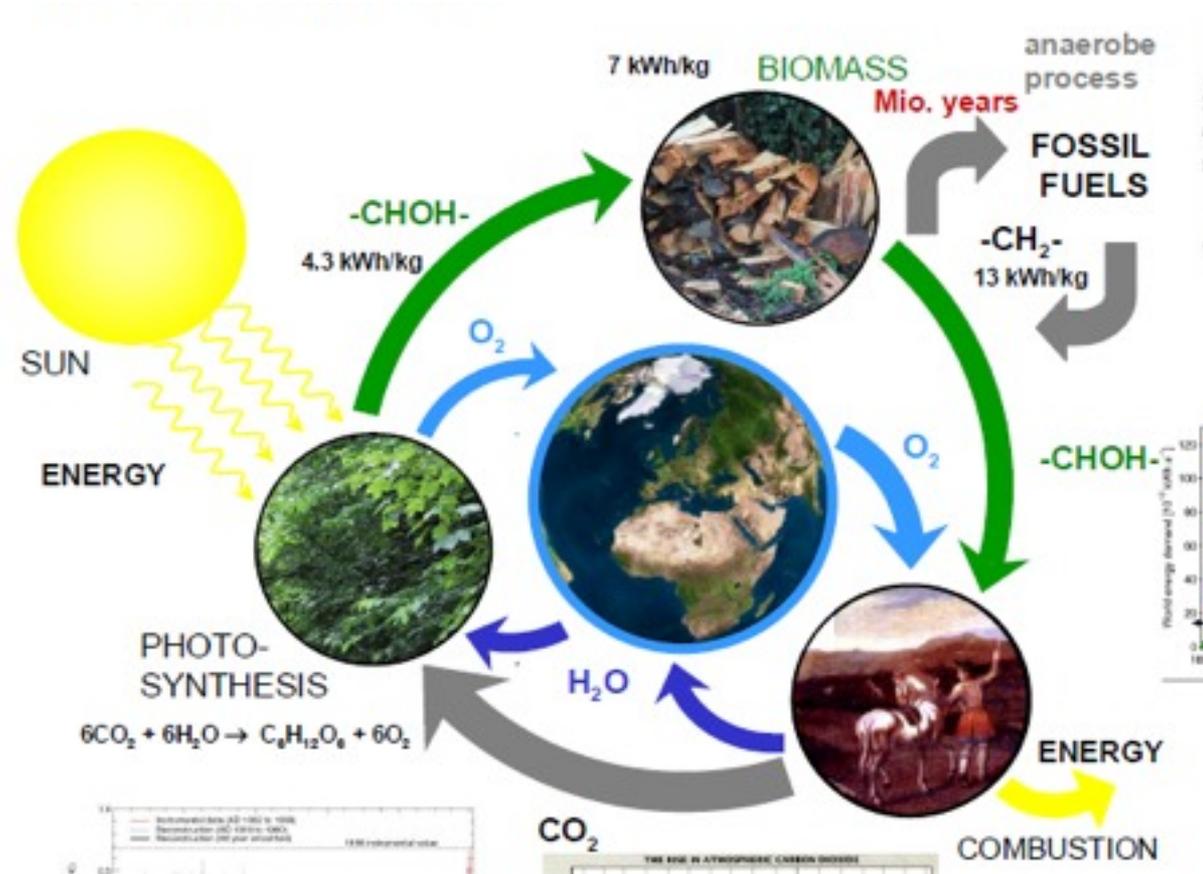
Chemie
Physik
Nanotechnologie
Elektrotechnik

Solarer Deckungsgrad Strom:

18%

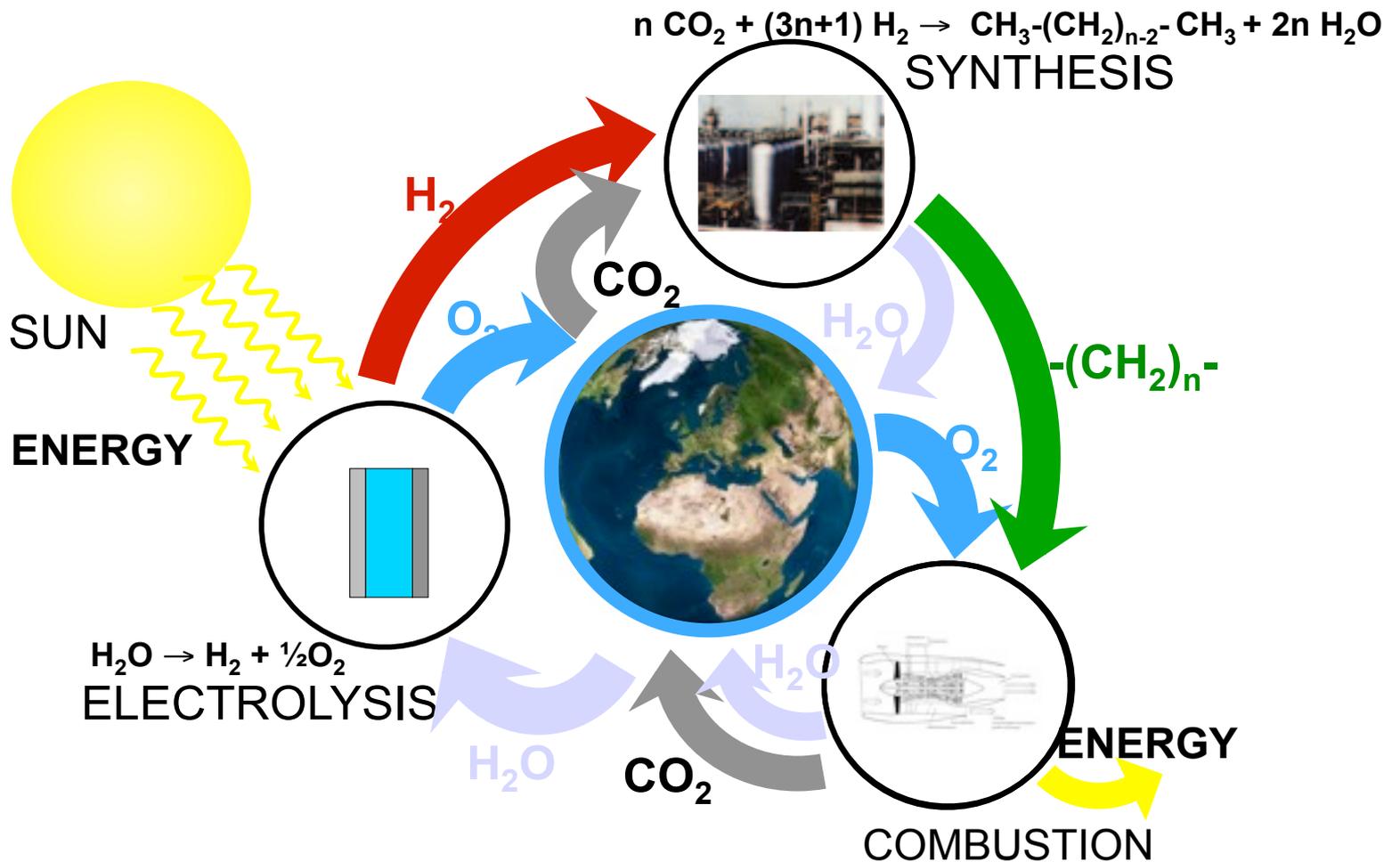


Solar fuels for a closed energy carrier system



→ **SYNTHETIC HYDROCARBONS**

SYNTHETIC HYDROCARBONS





2006 Forum Chriesbach

Neudefinition des State-of-the-art für Energie- und Wasserkonsum

Benutzerdominiert

Statisch



2010 self

Autonome Lebens- und Arbeitseinheit

Forschungsdominiert

Mobil



2013 Nest

Ganzheitlich: Von Materialien zu Systemen und Benutzern (Wohnen Arbeiten)

Forschungs- und Technologietransfer Dominiert

Dynamisch, Adaptierbar

NEST – Plattform für experimentelles Bauen



Dank dem Input verschiedener Disziplinen:

- Innovative Lösungen für eine nachhaltige gebaute Umwelt
- Materialien, Technologien und Prozesse umfassend und nachhaltig einbinden
- Nutzungsdauer und Lebensdauer im Bau und Mobilität in Einklang bringen