

Solarenergie und Hausbau: auf dem Weg zur dominanten Energiequelle

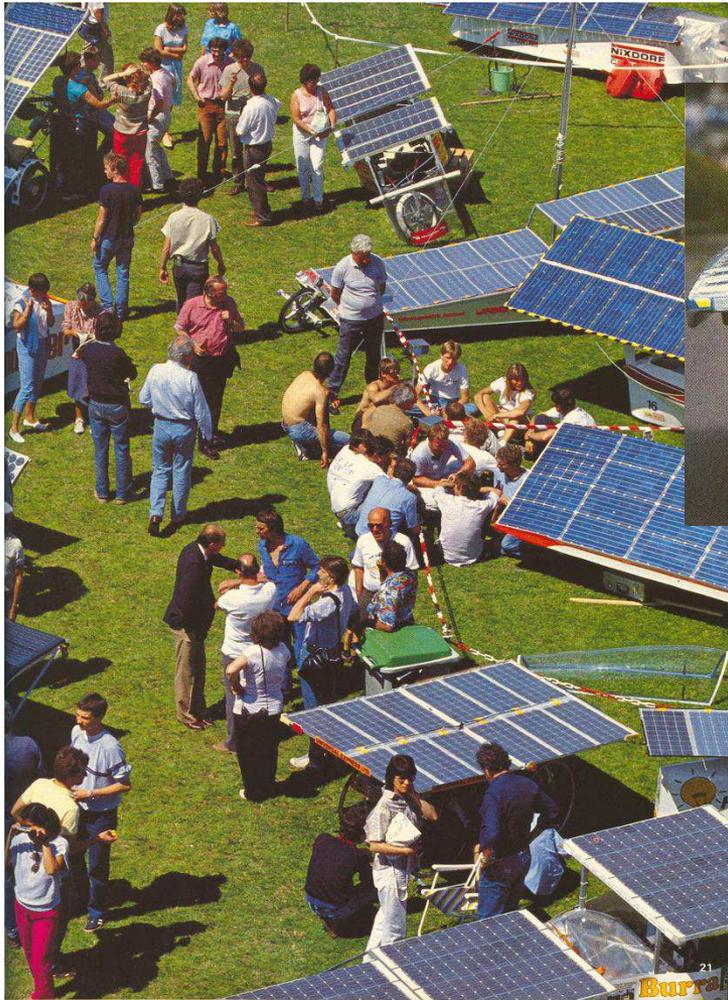


Urs Muntwyler (Professor für Photovoltaik FH Bern)

Inhalt meines Referates

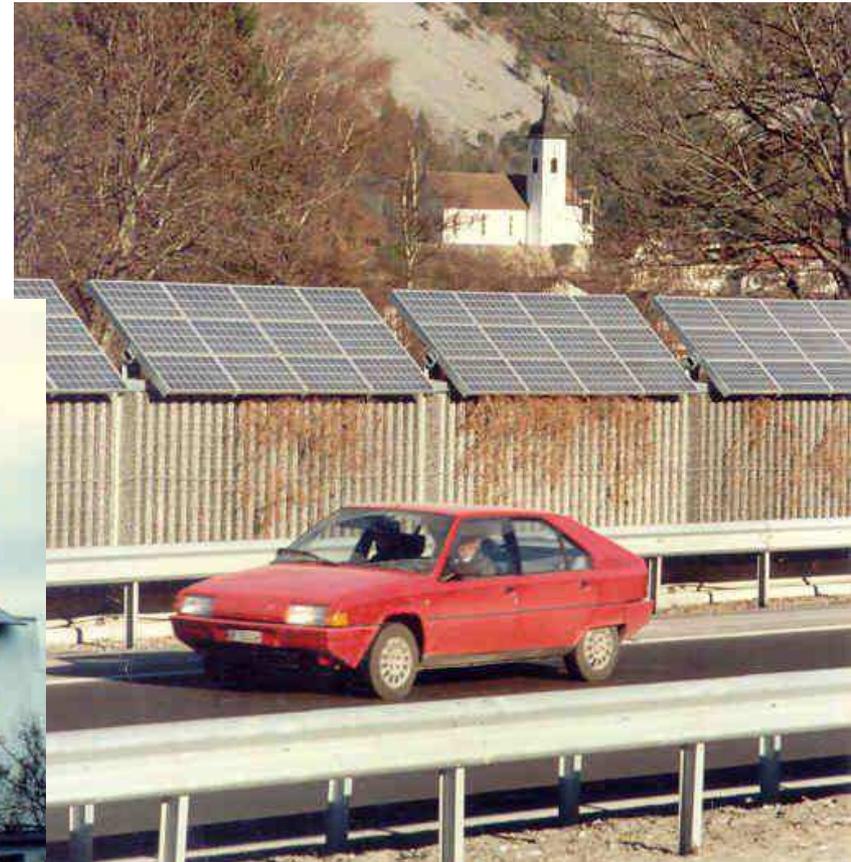
- Energieeffizienz/ Mobilität/ Solarenergie
- 80-er Jahre Schweiz weltweit führend
- Energiesparlabel im Hausbau
- Nutzung der Solarenergie auf dem Haus
- Wo das grosse Potential der Solarenergie ist
- Richtung 100% Stromproduktion mit Solarenergie
- Beispiele von Solaranlage auf Dächern
- Einspeisevergütung in der Schweiz

Tour de Sol



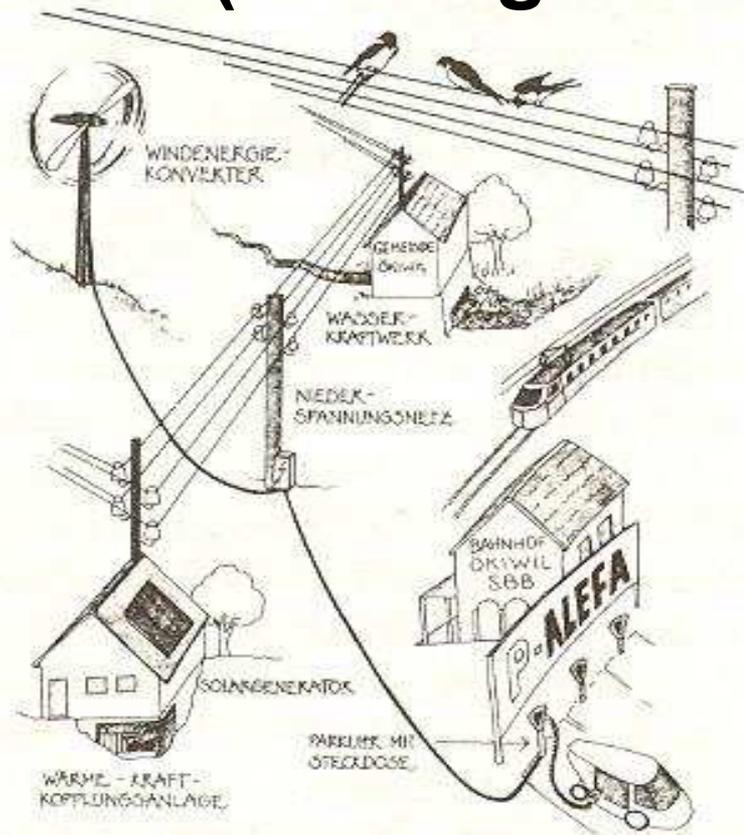
Weltweit erstes Solarmobilrennen von Romanshorn nach Genf 1985

Tour de Sol 87-



erste netzgekoppelte Anlagen in der Schweiz

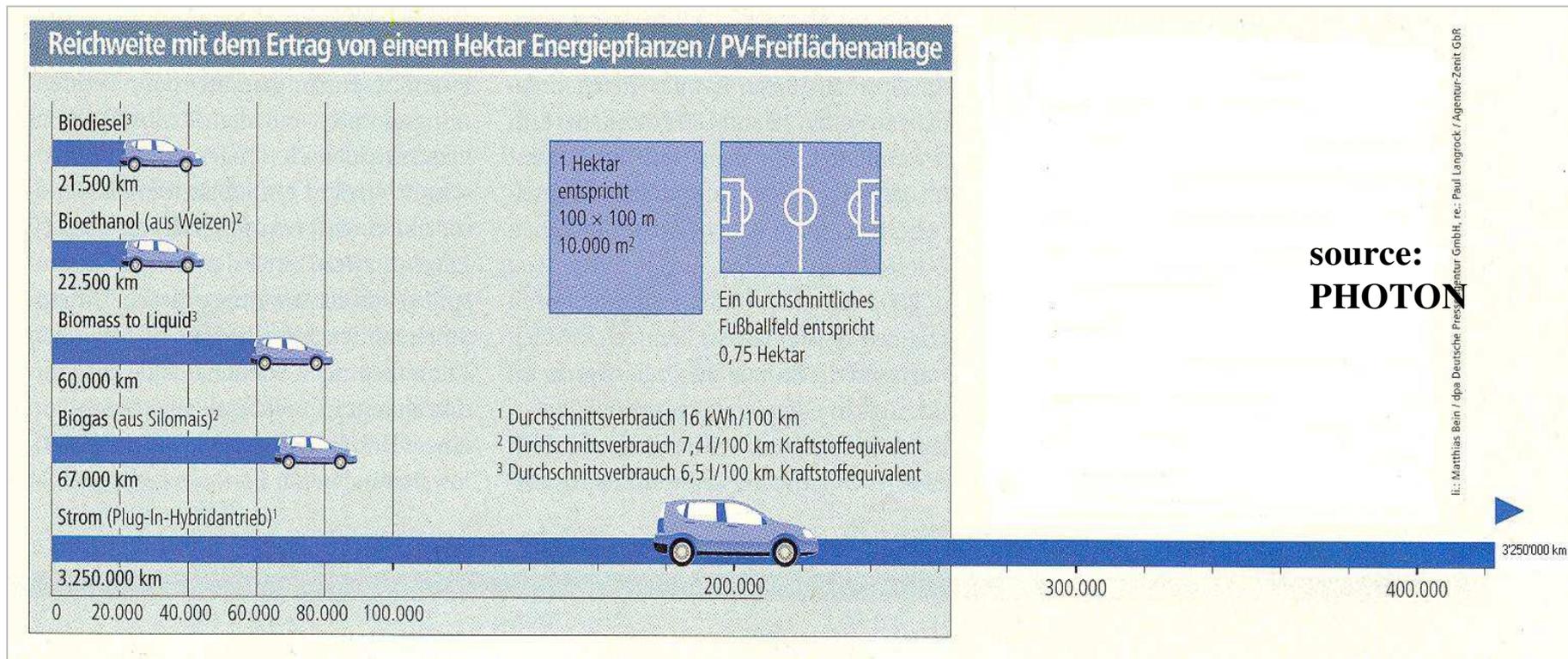
Erneuerbare elektrische Energien und Mobilität: ein 25-jähriges Konzept aus der Schweiz (smart grid etc.)



Konzept des „Ökozentrum Langenbruck“ zur Tour de Sol 1986

Tour de Sol „initiierte“ netzgekoppelte Elektrofahrzeuge mit Solarstrom

Beste Kombination: PV + EV/PHEV!



Range achieved by the energy produced on 1 ha land

(the bar of the plug-in-hybrid vehicle is 7 times longer than shown here)

→ The PHEV (consumption 16 kWh/100 km) using solar energy produced by a PV installation on 1 ha drives 150 times further than a car (consumption 6,5 l/ 100 km fuel equivalent) using bioethanol extracted from grain produced on 1 ha.

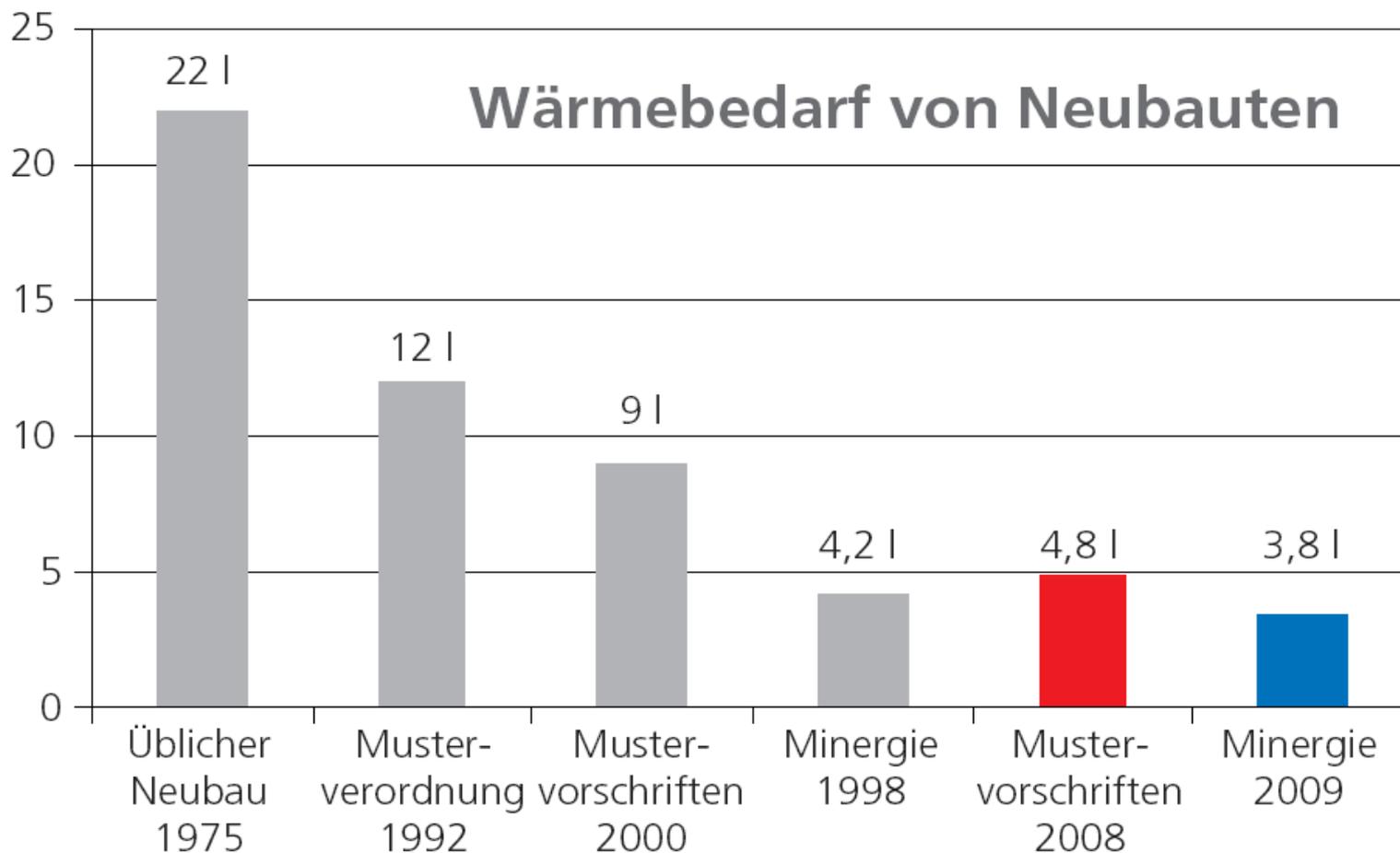
Energiesparpotential Elektro-Velo



2 x 10 km/Tag mit E-Bike statt Auto spart 2'000 l Benzin in 8 Jahren. Diese Energie kann mit einem 60 Wp PV-Modul zur Verfügung gestellt werden.

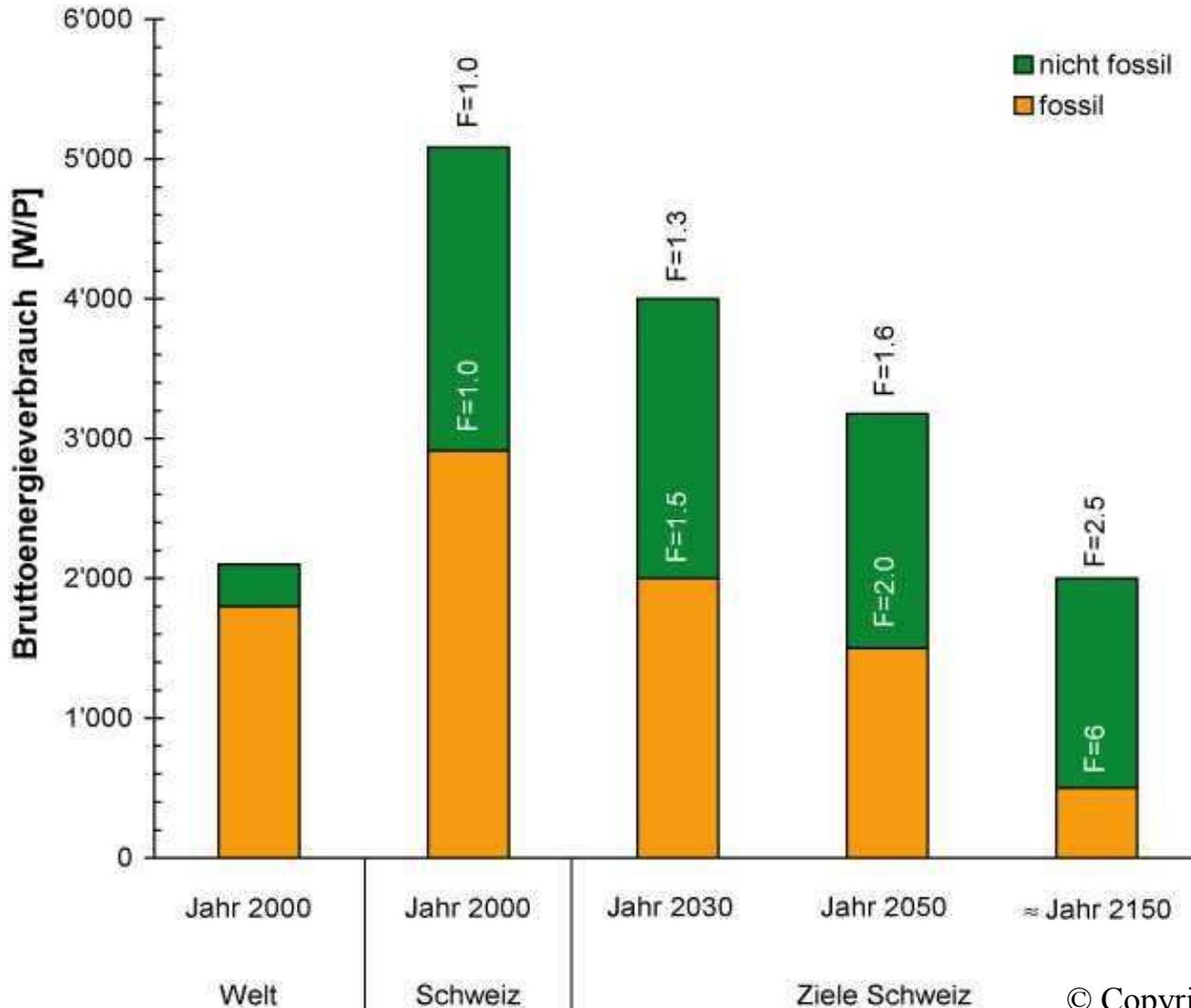
Ausgangslage: aktuelle MuKen - Vorschriften

Liter Heizöl-Äquivalente pro m²

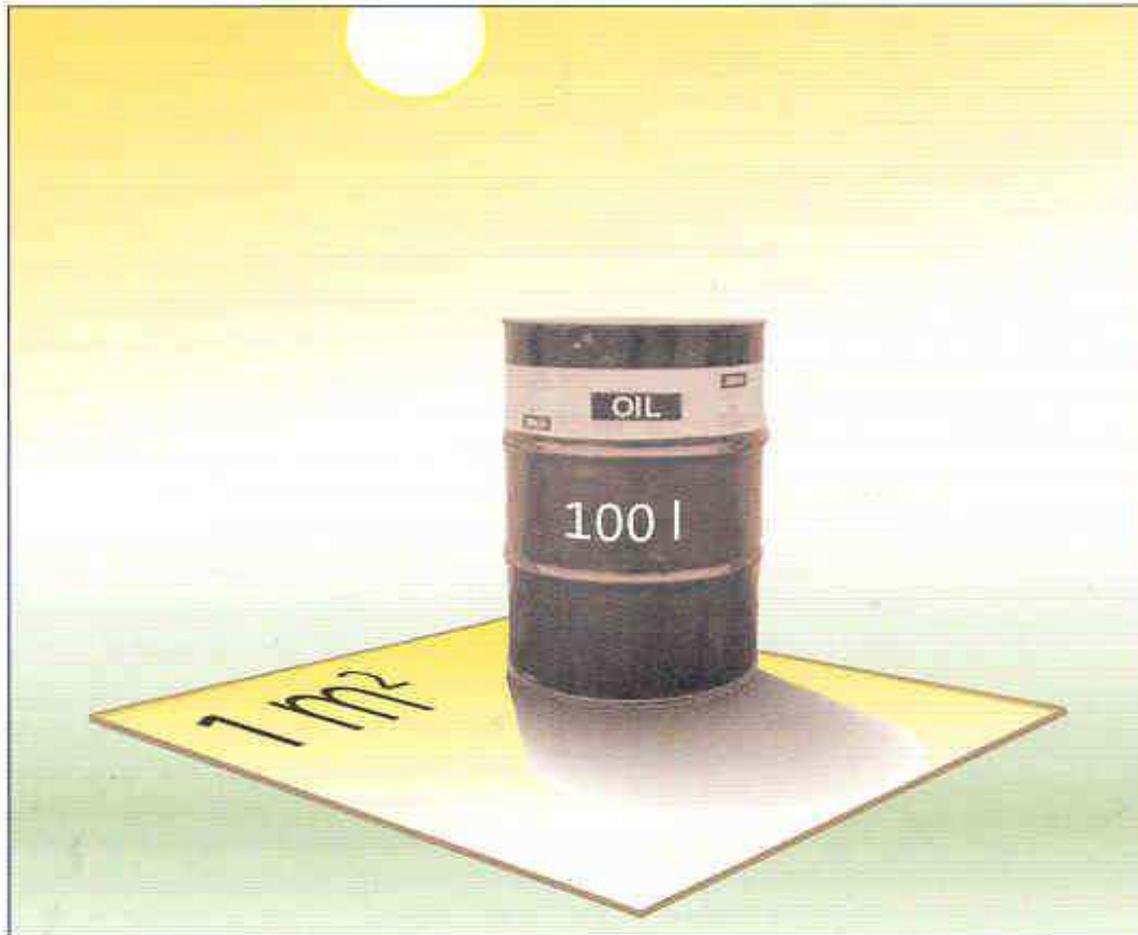


MuKEN 2008, Website: www.endk.ch

Energiedaten Energiebedarf



„Energieschwemme“ auf dem Dach



SONNENEINSTRALUNG IN BERLIN

Die Sonne strahlt im Durchschnitt in Berlin auf jeden m^2 ca. 1050 kWh (Kilowattstunden) pro Jahr. Dies ist in etwa der Jahresverbrauch einer Person an Strom. Ein Liter Öl enthält ca. 10 kWh. Die Sonnenenergie die jährlich auf jeden m^2 fällt, entspricht somit einer Energiemenge von ca. 100 l Öl.

... wir haben genug Energie – sind aber zu faul, sie einzusammeln .. (Paul Dominik Hasler – Philosoph aus Burgdorf) ...

Energiedaten 1: Flächenverbrauch

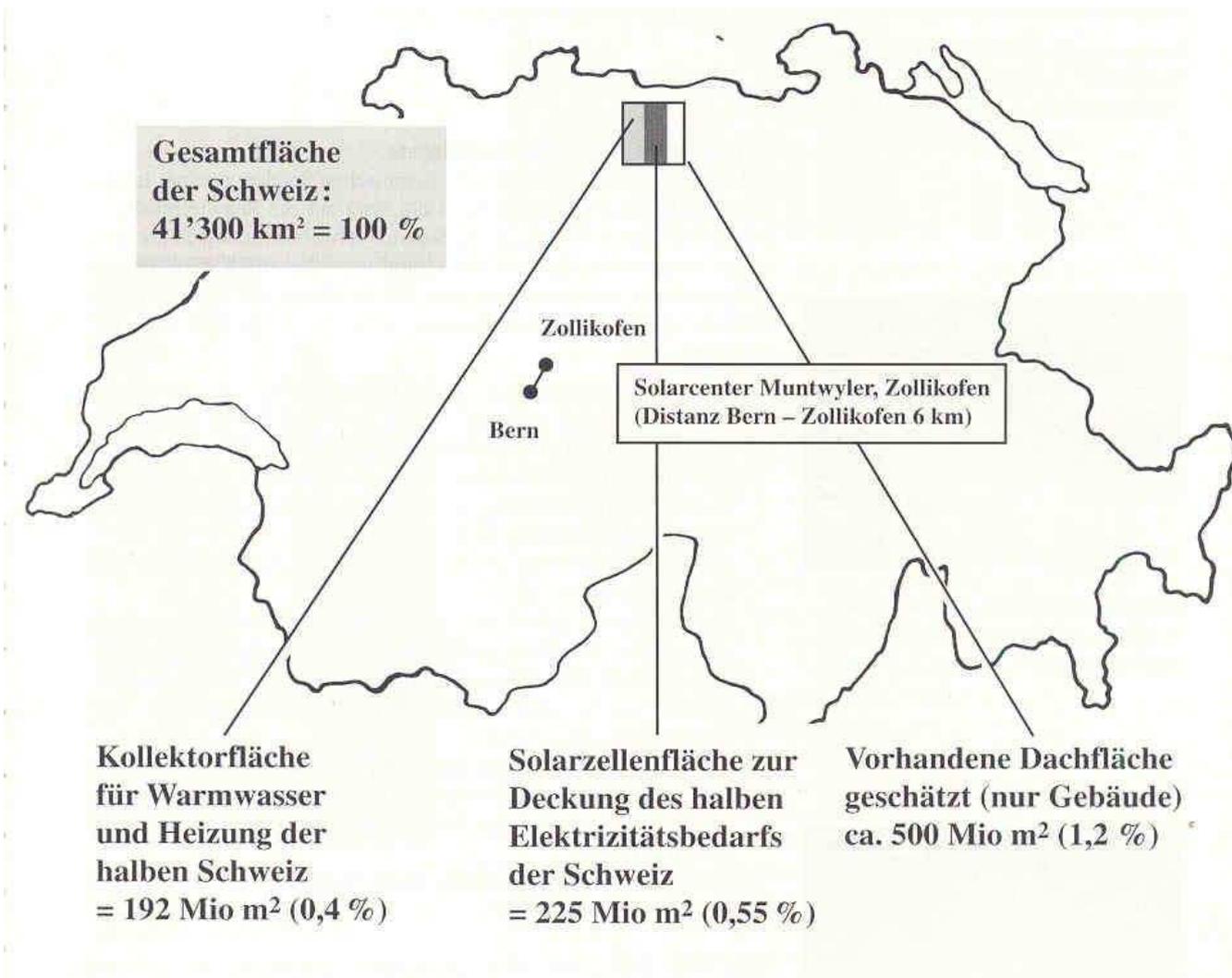
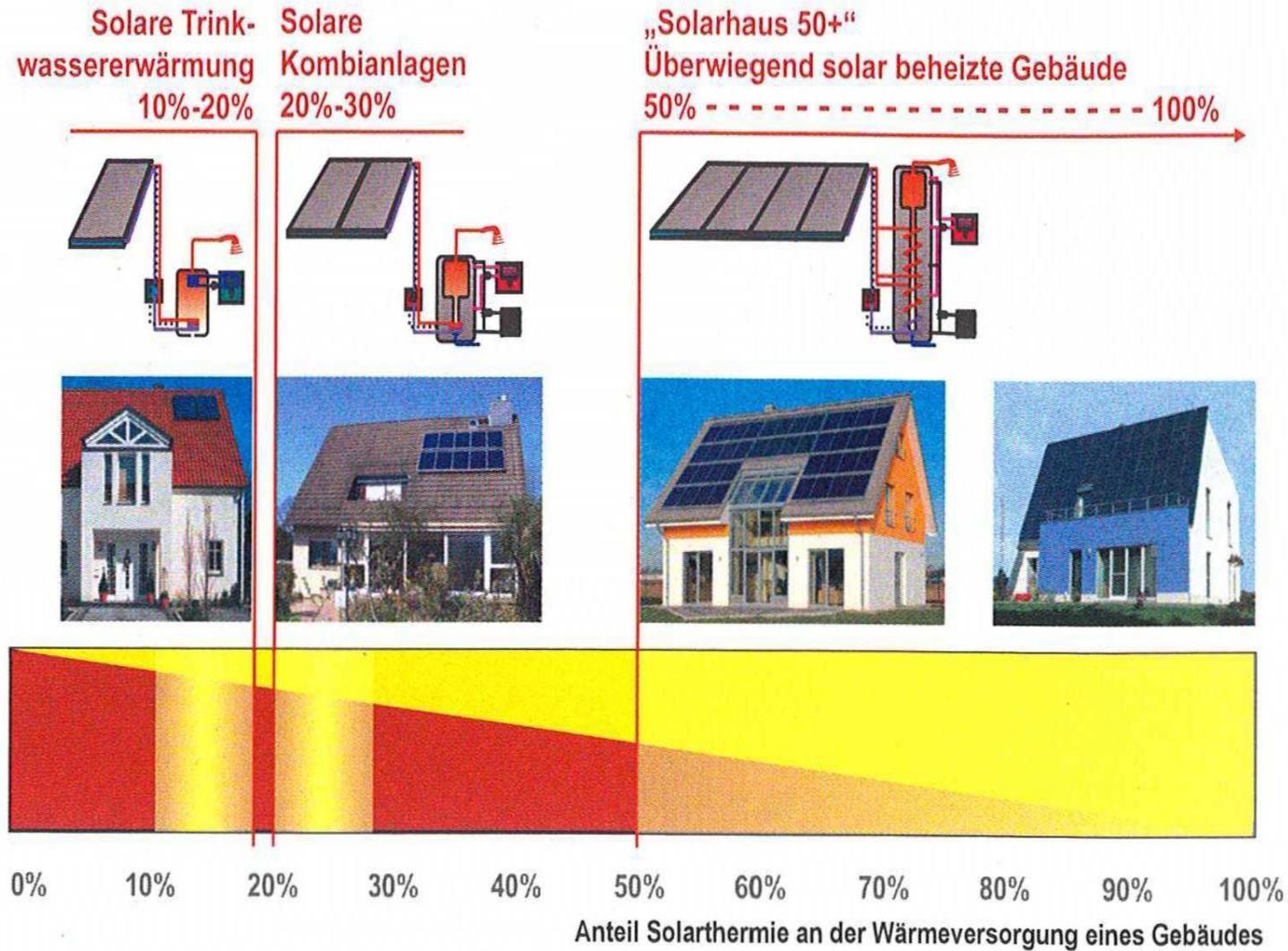


Abbildung 1
Von der Trinkwasser-
erwärmung zum
Solaraktivhaus

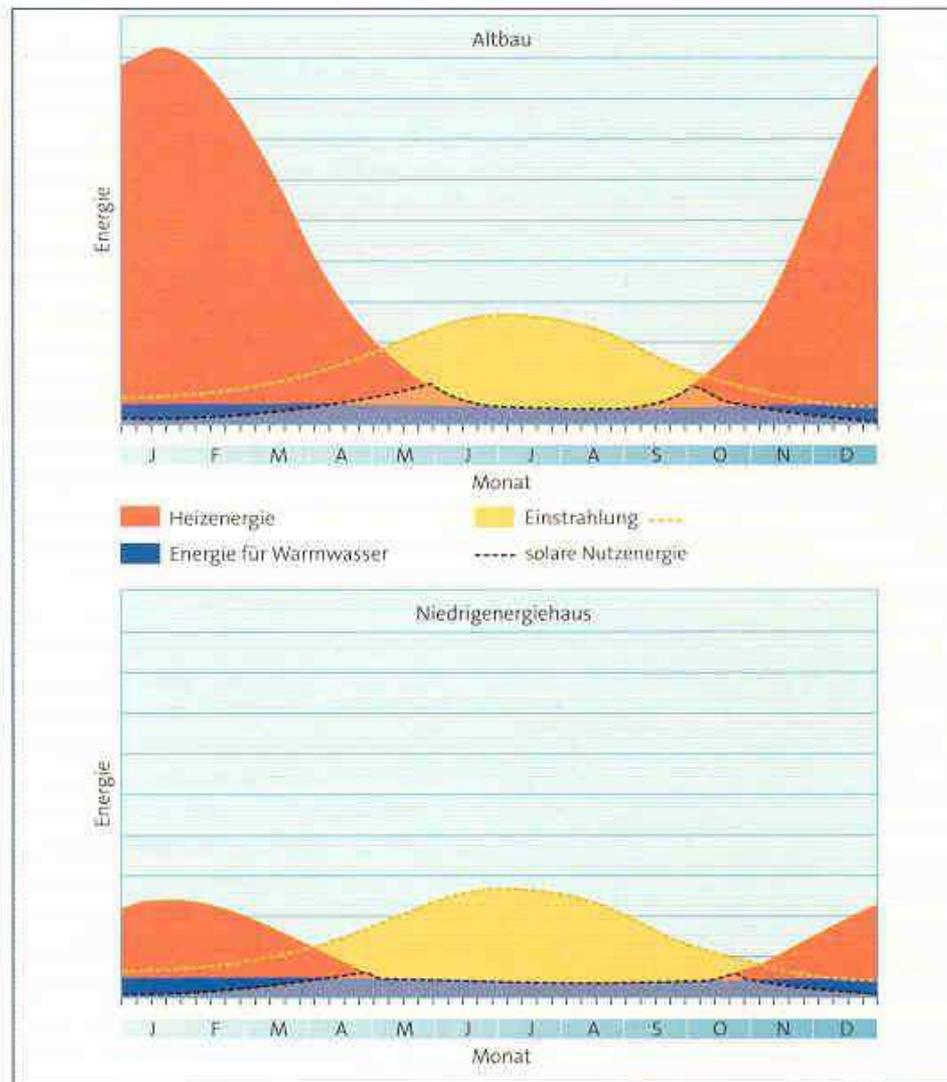


mit Solar first: optimale Nutzung der Sonnenenergie



Ohne geeignetes Dach hat ein Haus weniger Wert

Energiebilanz: solarer Deckungsgrad



ENERGIEBEDARF DES GEBÄUDES IM VERGLEICH MIT DER SOLAREN EINSTRAHLUNG

Beim schlecht gedämmten Altbau kann im Vergleich zum Niedrigenergiehaus nur ein relativ geringerer Anteil für die Heizungsunterstützung verwendet werden.

Der Warmwasserbedarf kann mit einer Solaranlage zu 60% gedeckt werden.

Solare Heizungsunterstützung kann 5 – 25% der Heizenergie liefern.

100% Solares EFH in Oberburg (CH) 1999

$Q_H = 2,8 \text{ kWh}$

bei -8°C

3 grosse

Wasserspeicher

118 m^3 über

mehrere Etagen/

84 m^3 grosser

Sonnenkollektor/

PV Stromversor-

gung mit $5,6$

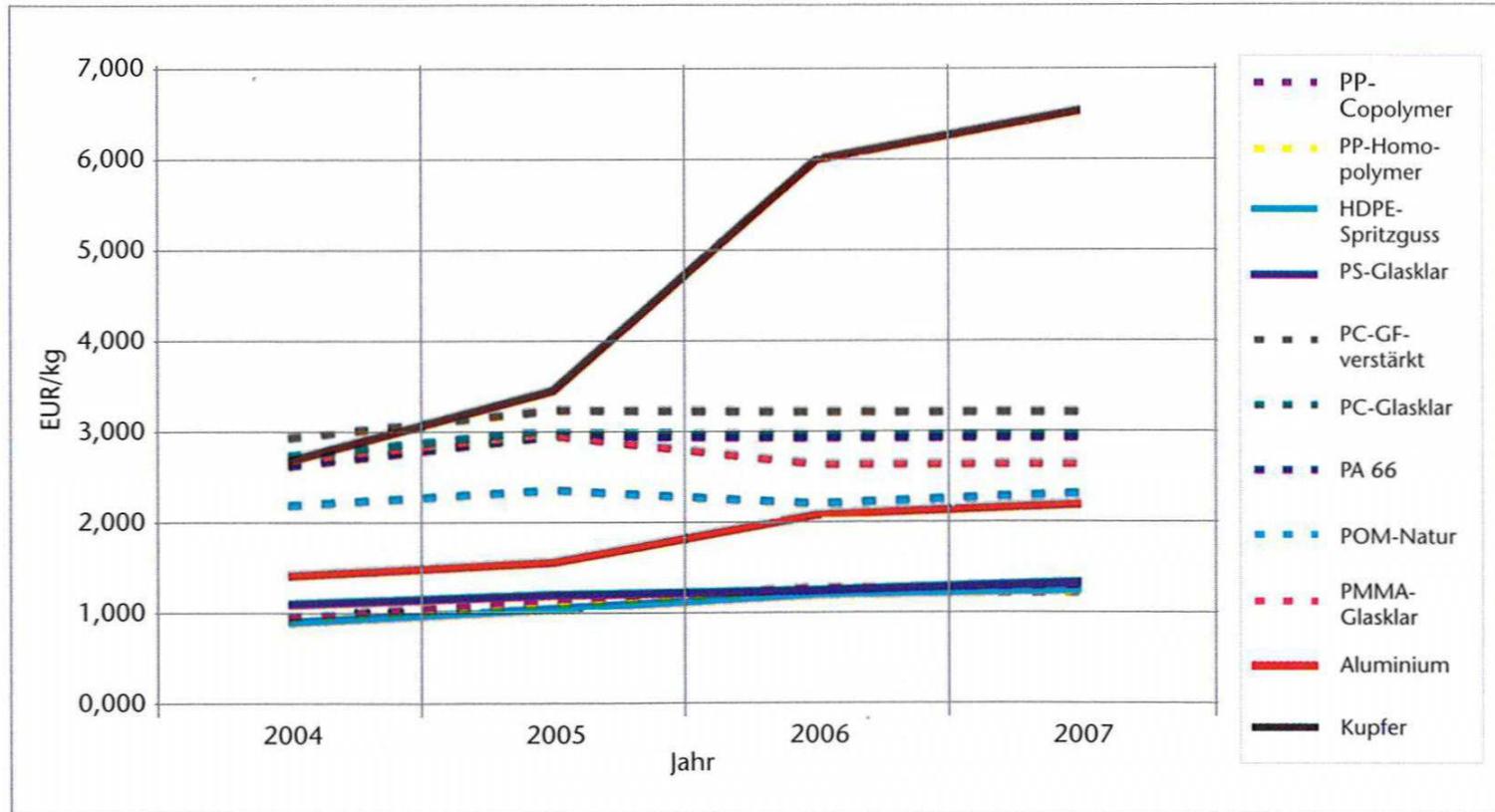
kWp PV und

Batterie



Solarthermie: Materialpreise steigen...

Abbildung 1
Weltmarktpreis-
entwicklung der
Ausgangsmaterialien
für Solarkollektoren



Vorausschauender Bauherr:



Einfamilienhaus Oberwil (BL): Vor 30 Jahren grosse Dachfläche für spätere Solaranlage geplant, realisiert: 6'480 Wp und teilsolares Heizen (TSH)

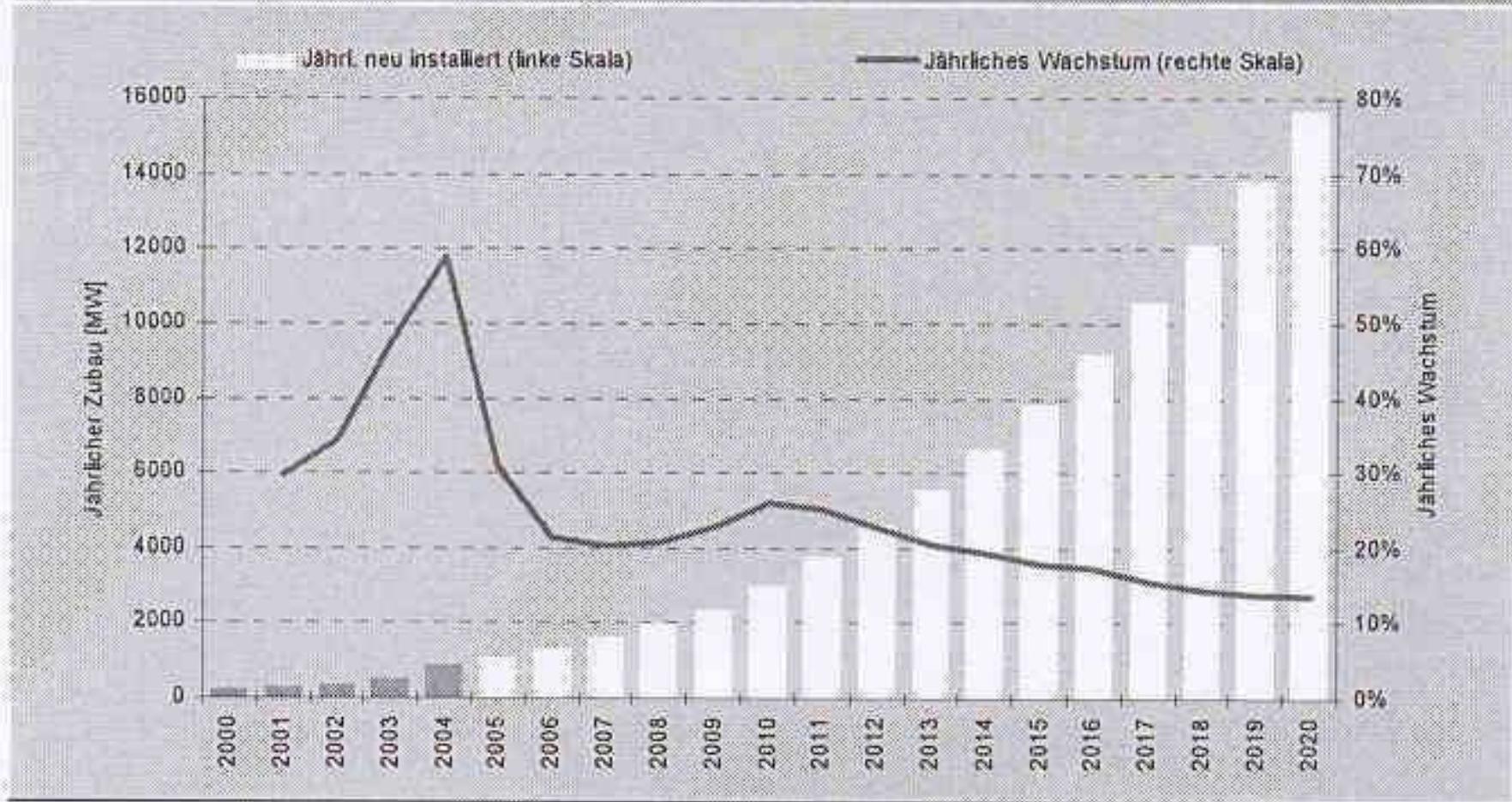
Renovation: Plushaus gut möglich



Plusenergie-Gebäude (Solarpreisgewinner 2009 in Thalwil (ZH))

PV: starkes Wachstum über Jahrzehnte...

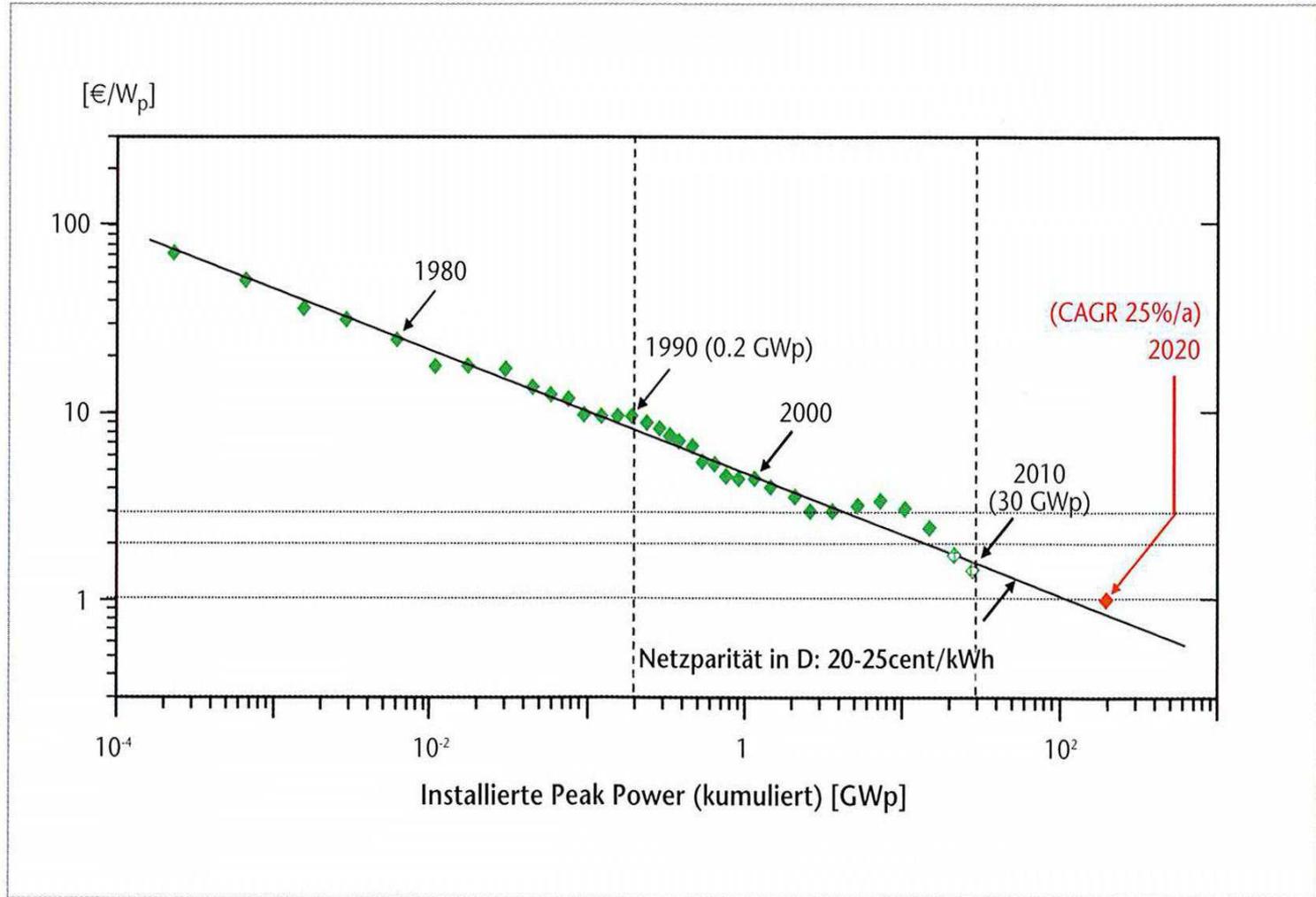
Abb. 14: Sarasin-Langfristprognose für den weltweiten PV-Markt



Quelle: Sarasin, 2005

Abbildung 20
Preis-Lernkurve von
c-Si PV-Modulen
(Stand September
2009)

Quelle: G. Willeke,
Fraunhofer ISE [37]



Entwicklung Solarstrom: 2000 - 2030

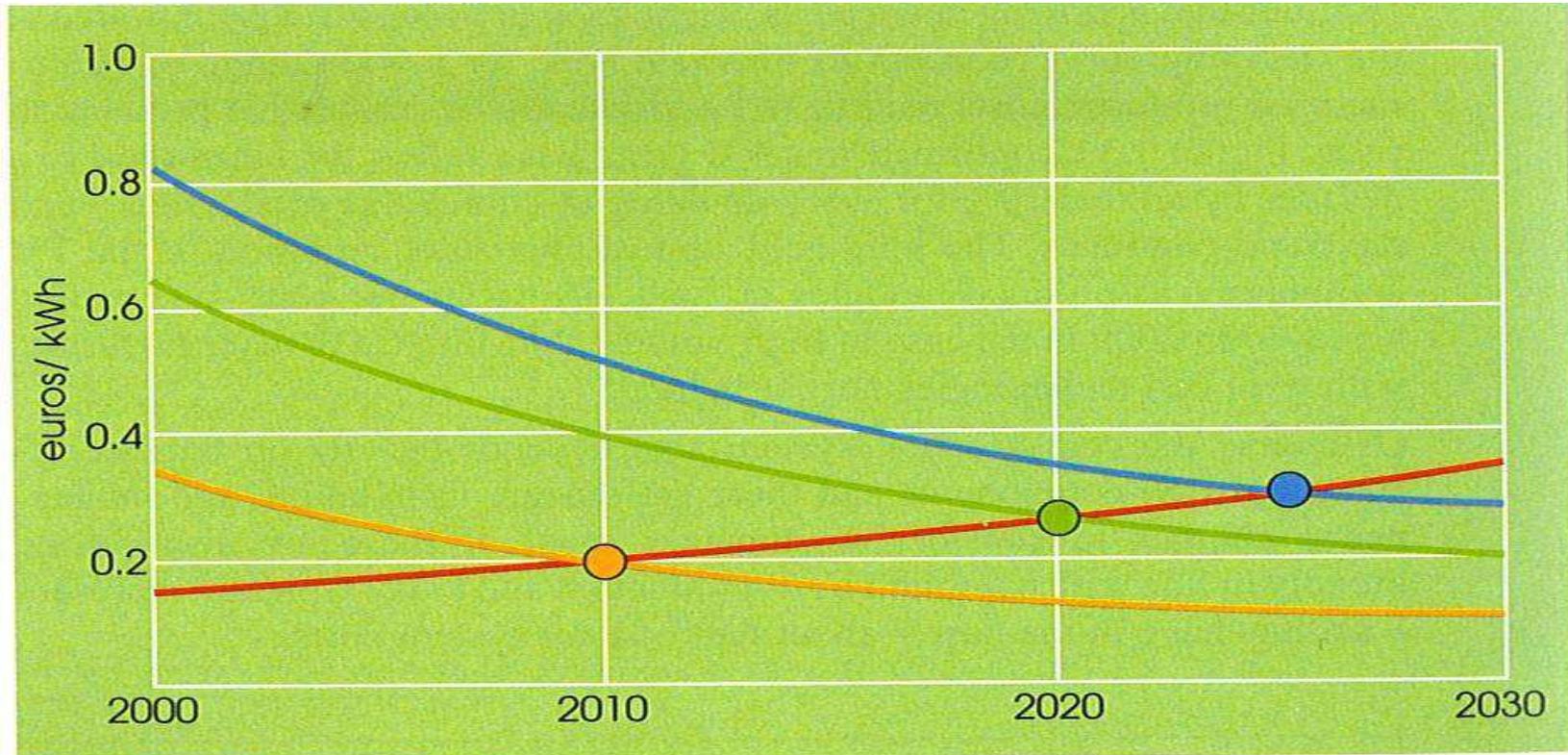


Figure 6.1 Towards grid parity in Europe.

Gelb: Südeuropa/ **Grün:** D und Mitteleuropa/ **Blau:** Skandinavien

Das Potential der Photovoltaik in der Schweiz nach Erfahrungszahlen „D 2010“

- „CH-Boom“ 2010: 30 MWp/ D: 7`600MWp!!
- Ohne „Kontingent“ CH-Volumen >800

MWp/ Jahr

→ das ergibt alle 4 Jahre mehr Solarstrom als Stromproduktion des AKW Mühleberg...

→ in 10-15 Jahren erreicht die PV die gesamten „BFE-Ziele Szenario IV“ alleine!

Forderung Swissolar: 20% im 2025

braucht bis 1,2 GWp Zubau im Jahr

La Lecherette (Lac Hongrin):



Neubau: Plushaus kein Problem!



Synergie: Nutzung erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft

Installation auf Ost-Westdach: SQS



Es geht fast auf jedem Dach: 24 einzelne Anlagen

Englische Botschaft in Bern



Gemeindeverwaltung Zollikofen bei Bern: Bau Solargenossenschaft



Zollikofen: Führende Gemeinde im Energiestadt-Ranking

Stadt Lausanne: Sensibilisierung der Bevölkerung (1999)



Fassadenmontage: Laminate in Fassadenanlage Lausanne

Denkmal- und Heimatschutz und PV



Pareto Regel (80/20) anwenden: > 90% unproblematisch...

Asthetik: technische Kompromisse?



„Verstecken“ der
Photovoltaik-Anlage?



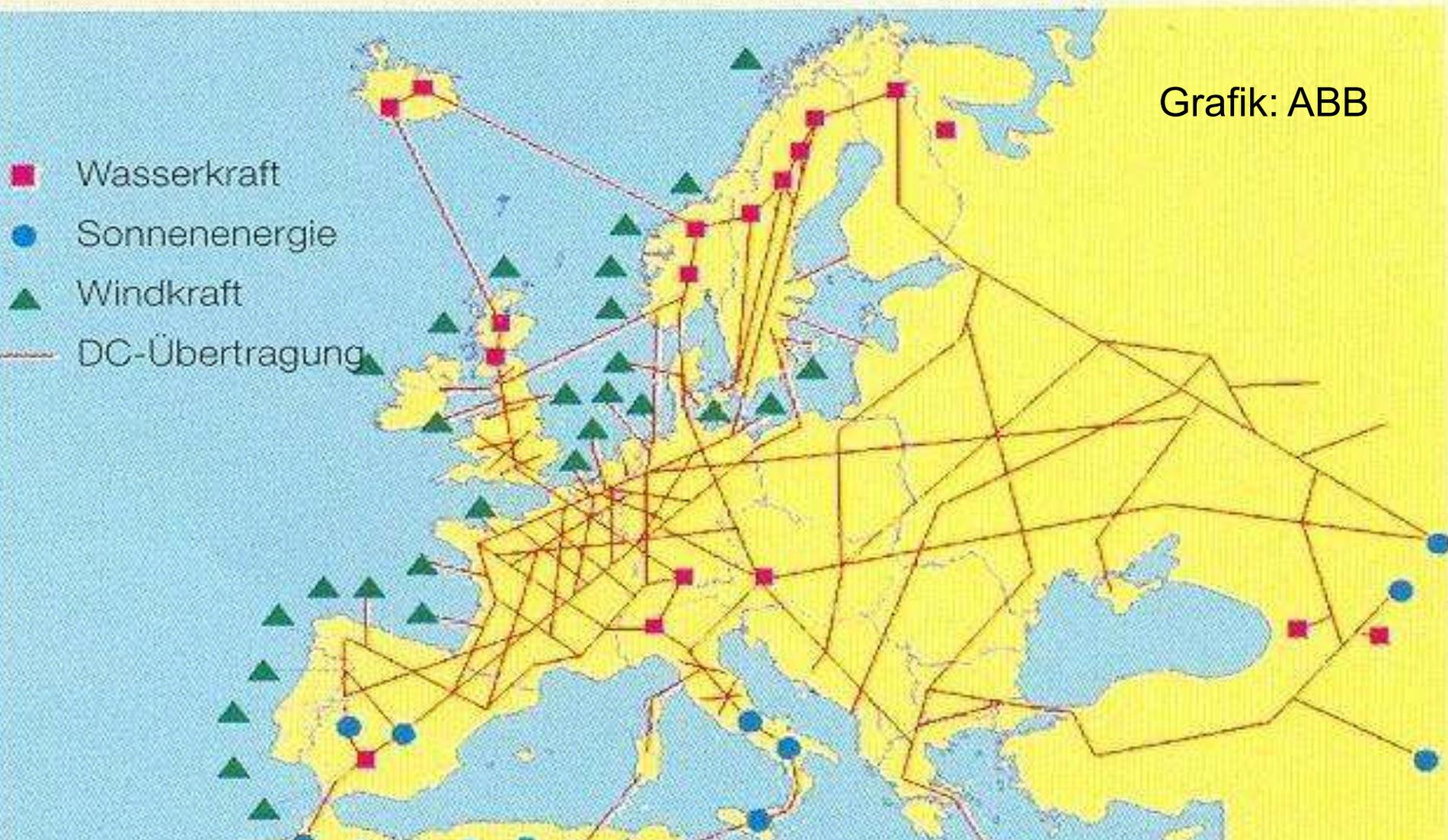
Vor „Exotenlösungen“ ist
abzuraten!

... falsch geplante Dächer in Bern 2011 ...

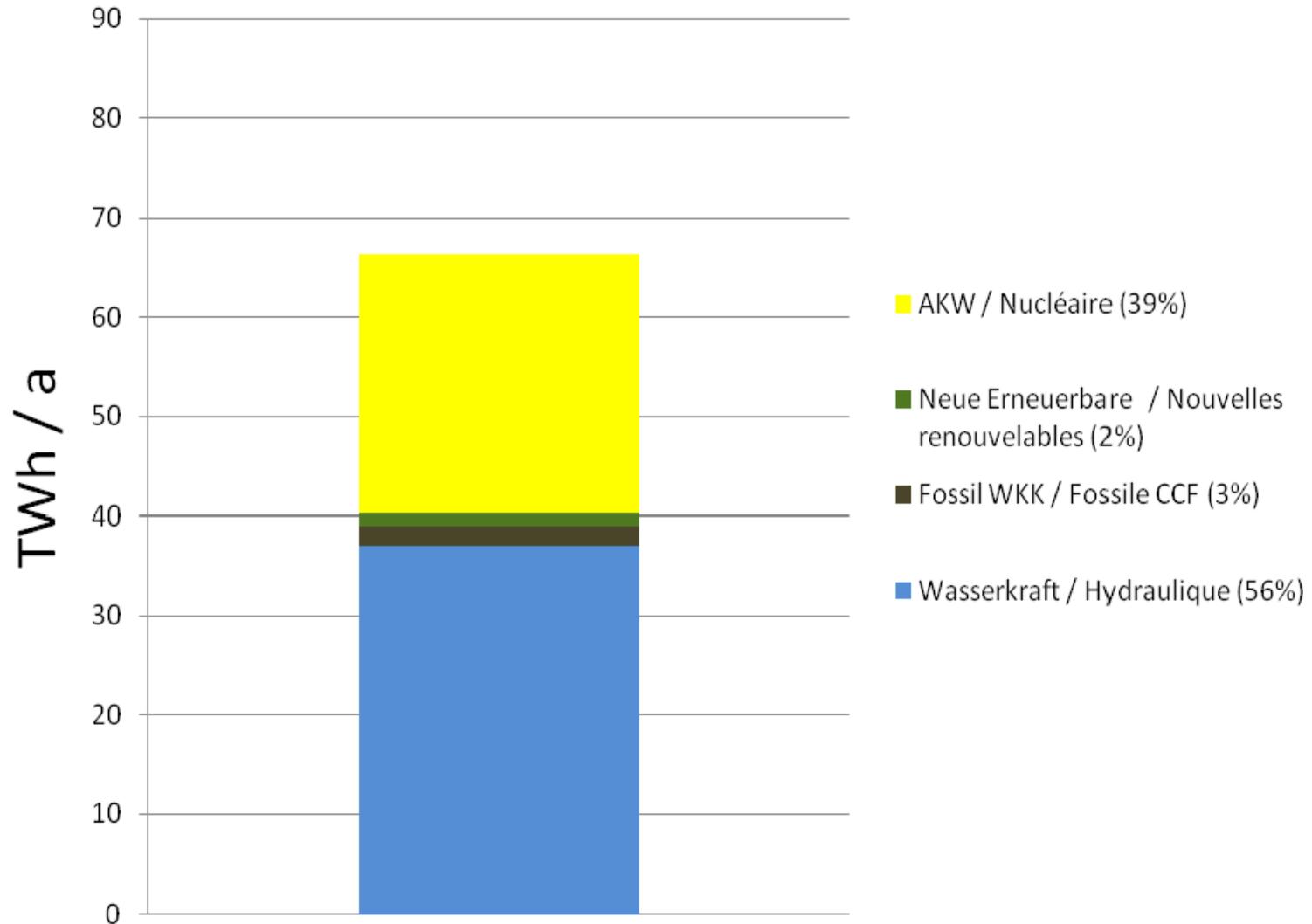


...die Architekten liessen sich von Villen um 1900 inspirieren...

Strom 100% „Erneuerbar“ - ABB-Vorschlag:

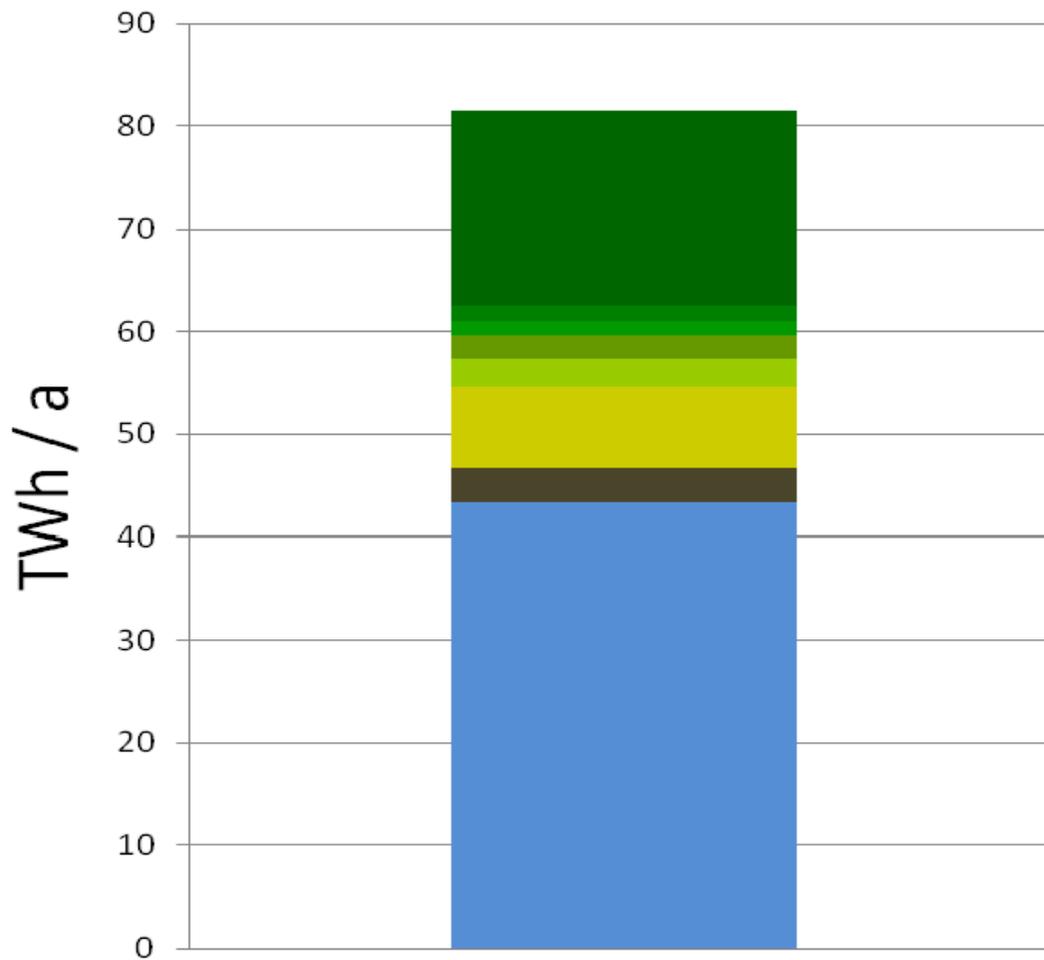


Stromproduktion Schweiz aktuell 66 TWh



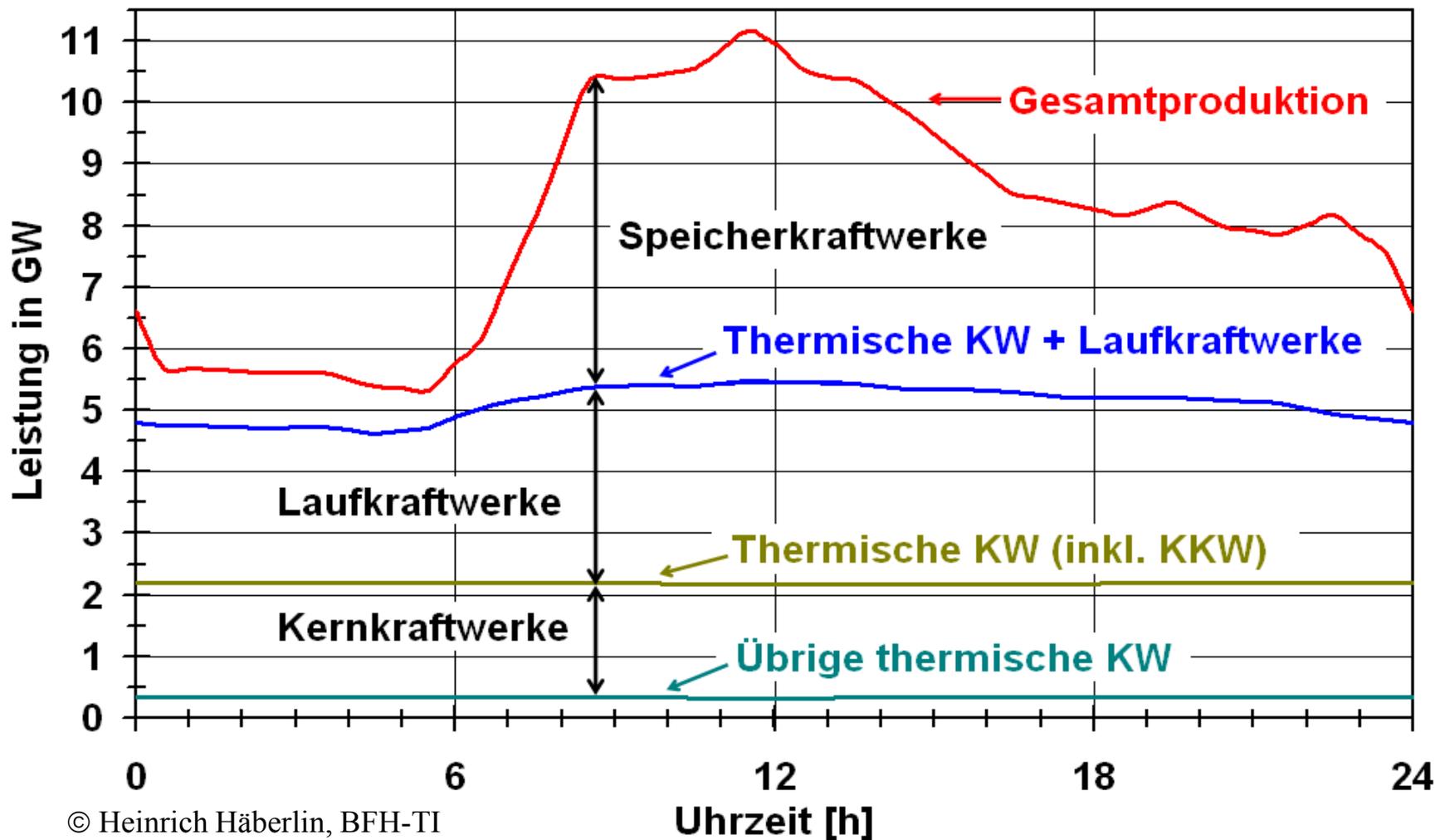
Grüne: Jährlicher Strombedarf ohne Einsparung 2024 81 TWh

- Sparen / Economies (19 TWh)
- Gas aus KVA und ARA / Gaz des STEP et UIOM (2%)
- Windkraft / Eolien (3%)
- Geothermie / Géothermie (4%)
- Biomasse & Biogas / Biomasse & biogaz (4%)
- Fotovoltaik / Photovoltaïque (13%)
- Fossil WKK / Fossile CCF (5%)
- Wasserkraft / Hydraulique (69%)



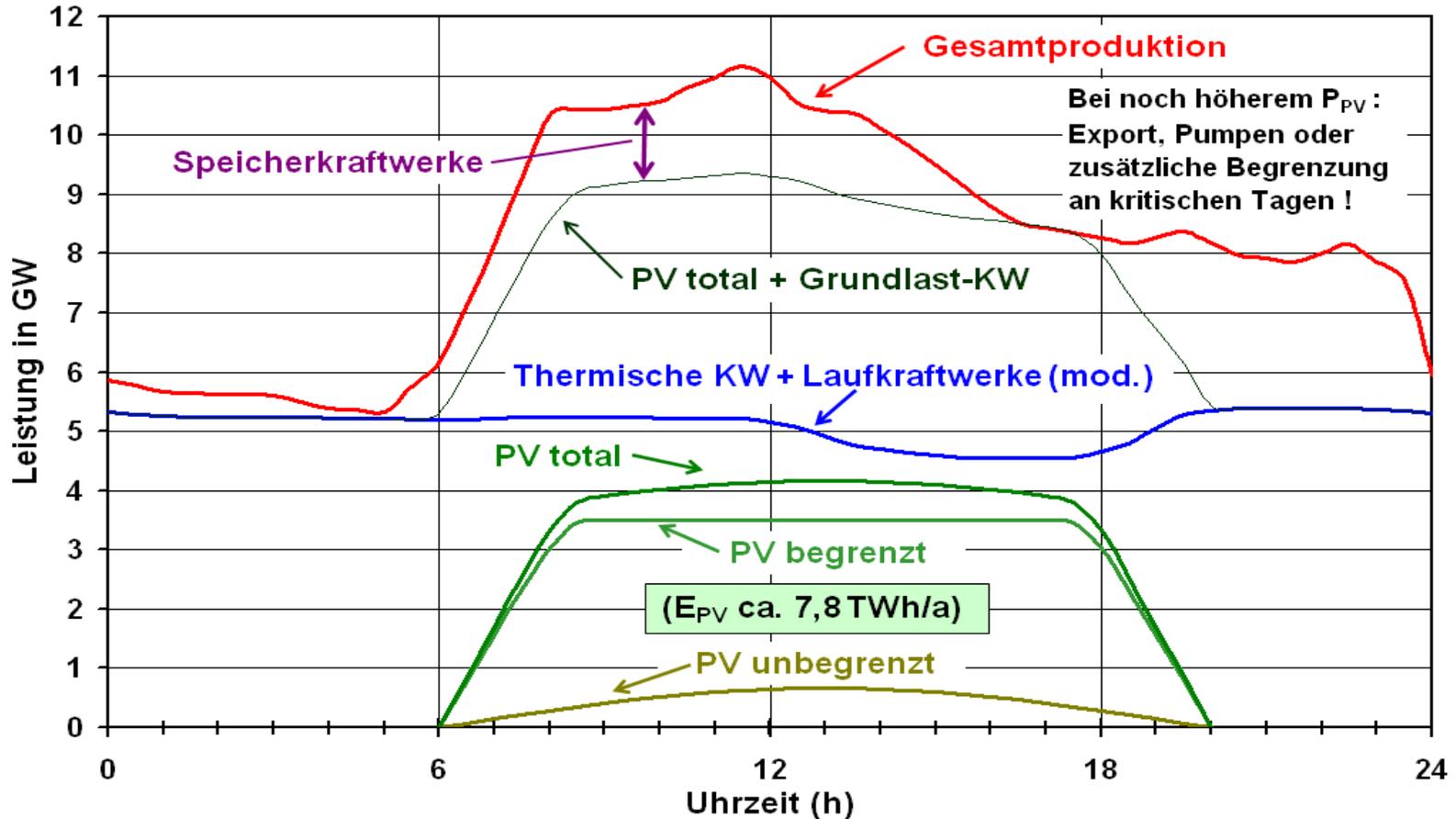
PV ca. 8 TWh oder 8 GWp!

Stromerzeugung in der Schweiz am 16.6.2004



Stromerzeugung in der Schweiz am 16.4.2004 ohne PV-Produktion

CH-Stromerzeugung am 16.6.2004 mit KKW und maximaler PV-Leistung



CH-electricity production on April 16, 2004, with the maximum tolerable production by PV installations added with and without regulation at PV optimized regime of the run-of-river power plants.

Spitzenleistungs-Verbrauchspotentiale:

- **E-Mobile (ALPIQ-Ziel 2020: 200'000):** 0,6 – 3 GWp
(Energiebedarf: 400 MWp)
- **Elektroboiler Nachwärmung:** ca. 500'000 (<50%): 1 GWp
- **Kühlschränke:** ca. 1 Mio x 100 VA, entsprechend: 100 MWp
- **Gefrierkühltruhen:** ca. 1 Mio x 100VA, entspr.: 100 MWp
- **Wärmepumpen-Speicher (Frühling):** 500'000 x 10 kWp:
entsprechend: 5 GWp (muss noch gebaut werden)

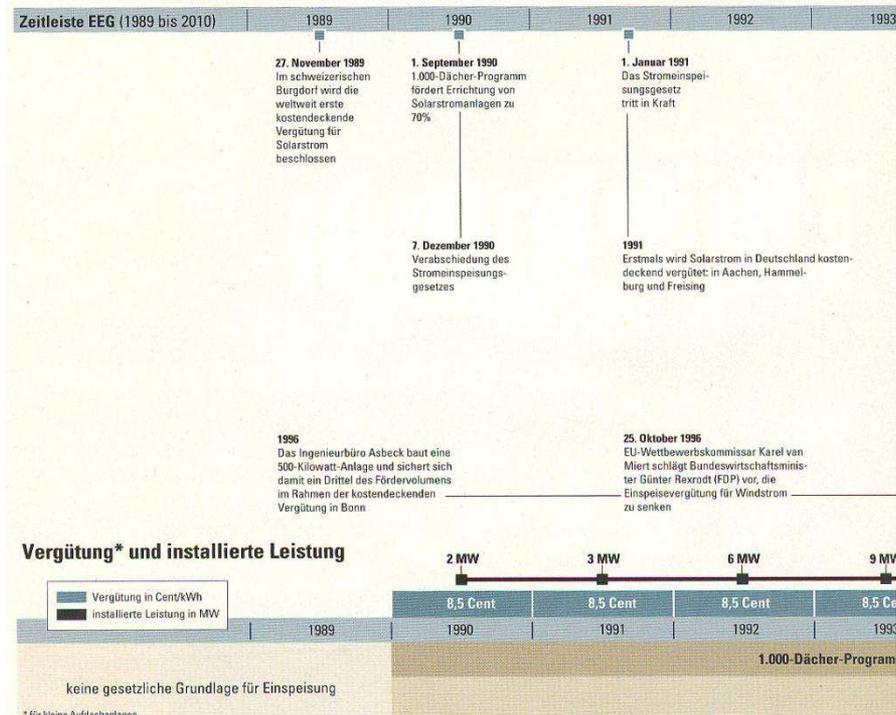
Weitere Leistungspotentiale gesamt: **9,2 GWp**

Vermutung: ohne Pumpspeicherkraftwerke können wir mittelfristig 15-20 GWp PV ans Netz anschliessen – das wird nicht vor 2025 sein und liegt innerhalb der 20% von Swissolar!

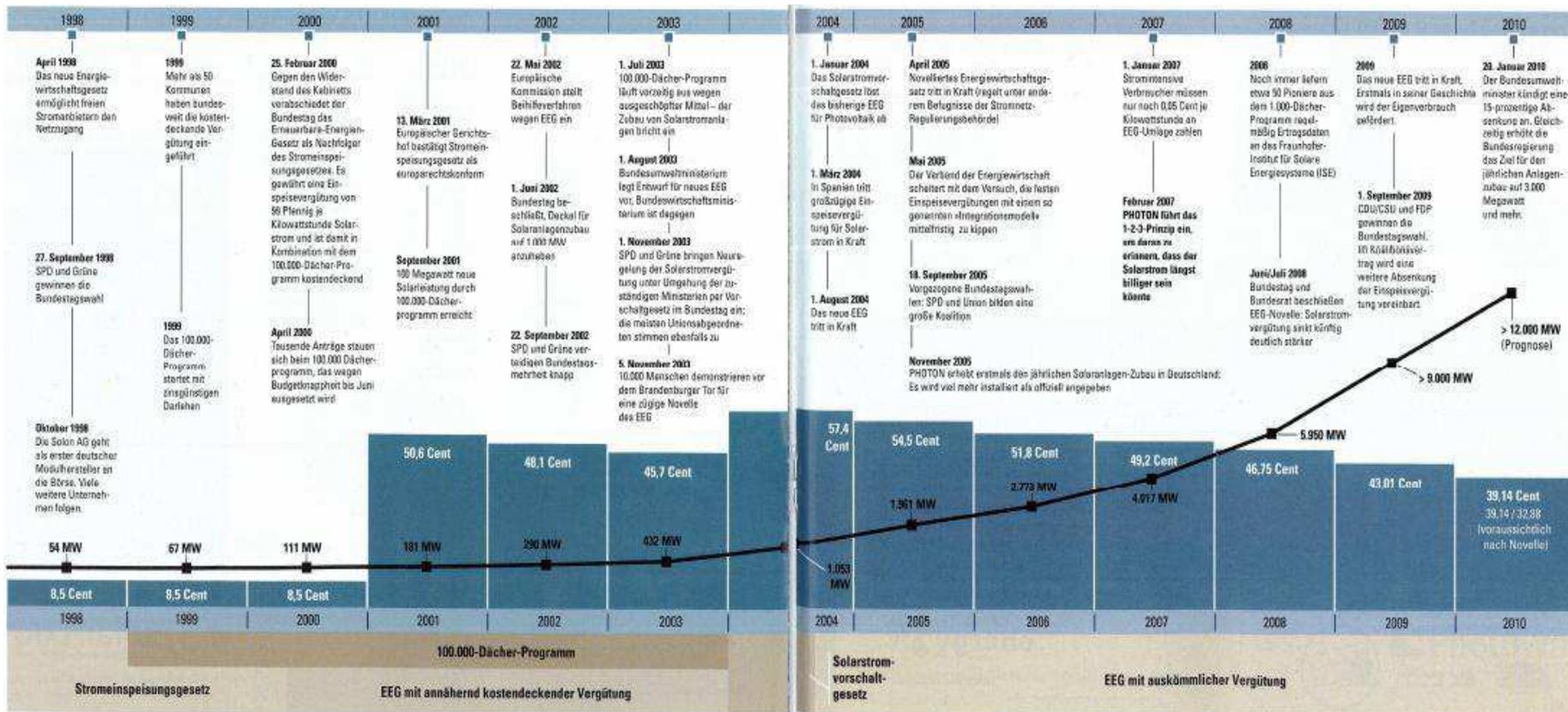
Kostendeckende Einspeisevergütung KEV Tarife 2011:

	Leistungsklasse	Vergütung (Rp/kWh)
freistehend	≤10 kW	42.7
	≤30 kW	39.3
	≤100 kW	34.3
	>100 kW	30.5
angebaut	≤10 kW	48.3
	≤30 kW	46.7
	≤100 kW	42.2
	>100 kW	37.8
integriert	≤10 kW	59.2
	≤30 kW	54.2
	≤100 kW	45.9
	>100 kW	41.5

Burgdorf begründete Milliarden-Industrie-Zweig



Burgdorf begründete Milliarden-Industrie-Zweig



KEV: Umlage-Vergütung mit Absenkung

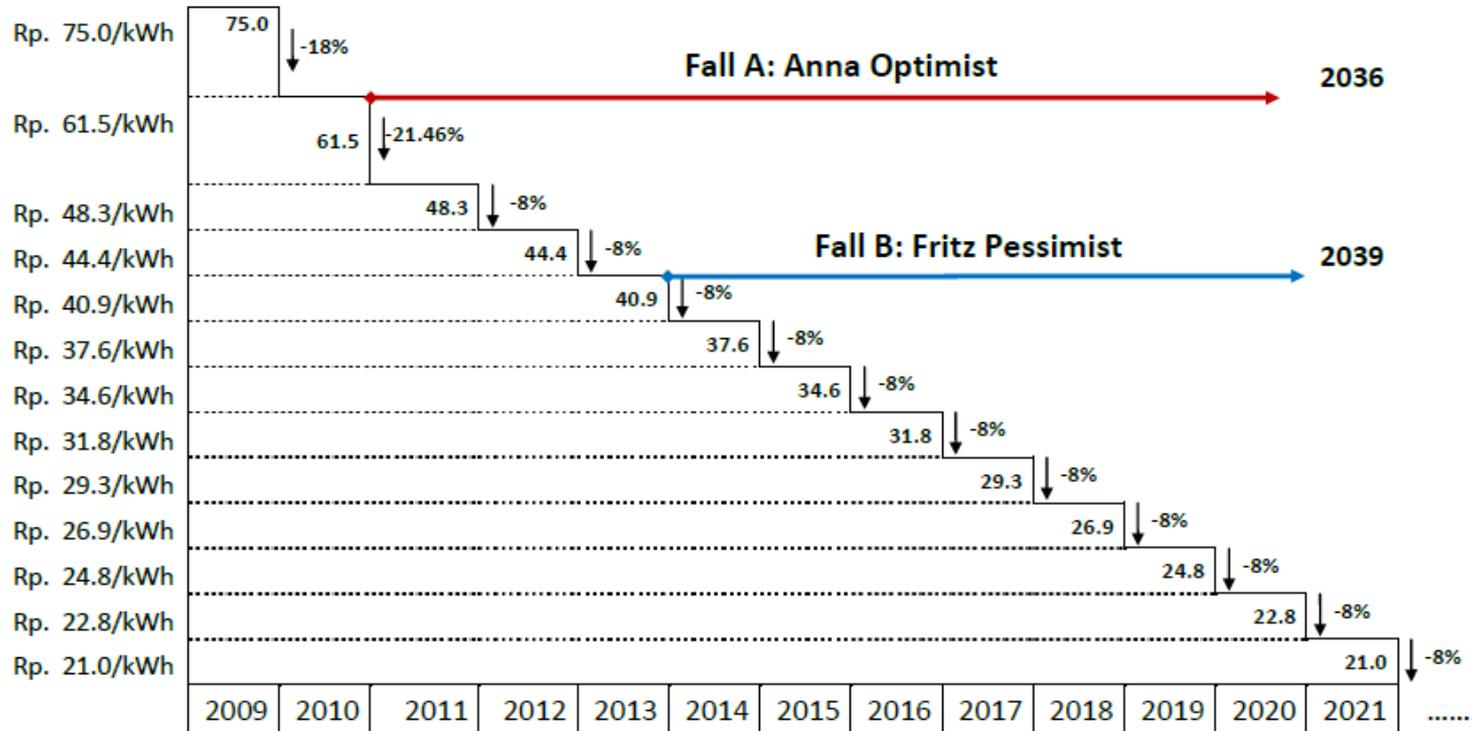
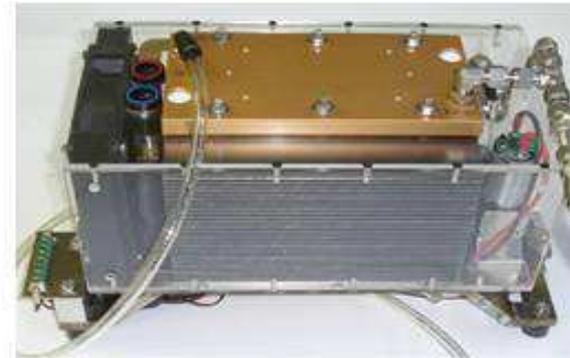


Abbildung: Diese Grafik zeigt die jährliche Absenkung des Vergütungsbeitrages um 8 Prozent anhand einer angebauten PV-Anlage (< 10 kWp).

Burgdorf: Standort des PV-Labors der Berner Fachhochschule Technik und Informatik

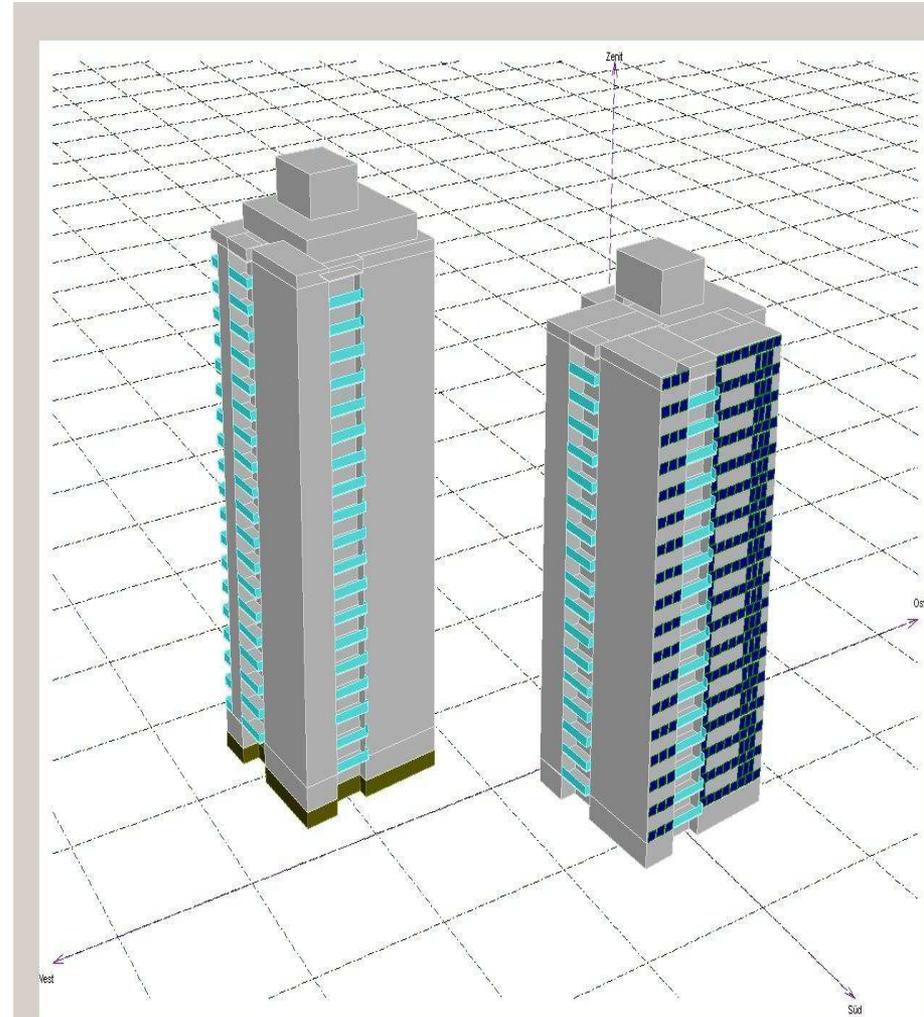


Forschungsschwerpunkt Energie, Verkehr, Mobilität



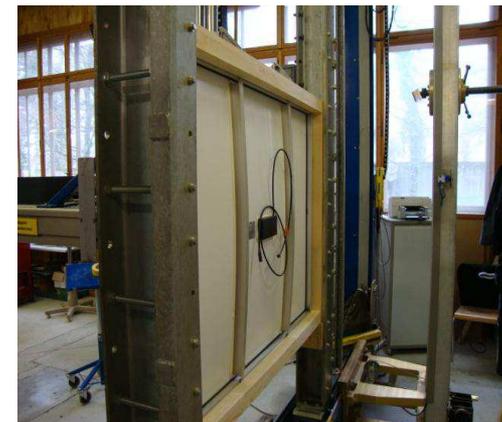
PV-Fassaden „Hochhäuser Sihlweide“:

- **Sanierung zweier 60 m Hochhäuser** der BGZ in Zürich mit PV-Fassaden – 2 x 150 kWp
- Fassaden-Elemente mikromorphe Solarmodule preislich ähnlich wie Fassadenelement
- 2'000 Watt-Gebäude
- Bauherr: Baugenossenschaft Zurlinden (BGZ) Zürich
- Vermarktung Solarstrom
- Sanierung 15 Mio pro Haus
- → Hochhäuser können keine Plus-Energiehäuser sein
- → Wünschenswert: Freiflächen-Anlagen im Alpengebiet!



Aktuelle StudentInnen-Arbeiten in Burgdorf:

- **Evaluation von 3 + 3 PV-Simulationsprogrammen** (Heiniger)
- **Vergleich PV-Simulationsprogramme** mit PV-Langzeitmessung der BFH-TI (Hauser)
- **Sanierung zweier 60m Hochhäuser** in Zürich mit PV-Fassaden: Berechnung des Ertrags und der optimalen Beschaltung (Reber/ Bützer)
- **Konzept PV-Elektrotankstellen für E-Mobil** Parkplätze der BFH TI und Elektroflugzeuge auf einem CH-Flugplatz (Ajeti Besnik)
- **PV-Strom und maximale Autarkie Wohnhaus** Dyntar in Horw und ETHZ Suncar - Emobil (Meier)
- **Digitale Sensoren P-I-U-** für PV-Langzeitmessung (Brügger)
- Betreuung: Dr. Urs Brugger/ Urs Muntwyler



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

**Ich freue mich auf eine angeregte
Diskussion!**

**Weitere Informationen auf:
[www.pvtest.ch!](http://www.pvtest.ch)**