

Wie sieht unsere Energiezukunft aus?



Urs Muntwyler, Dr. Schüpbach&Muntwyler GmbH, Bern

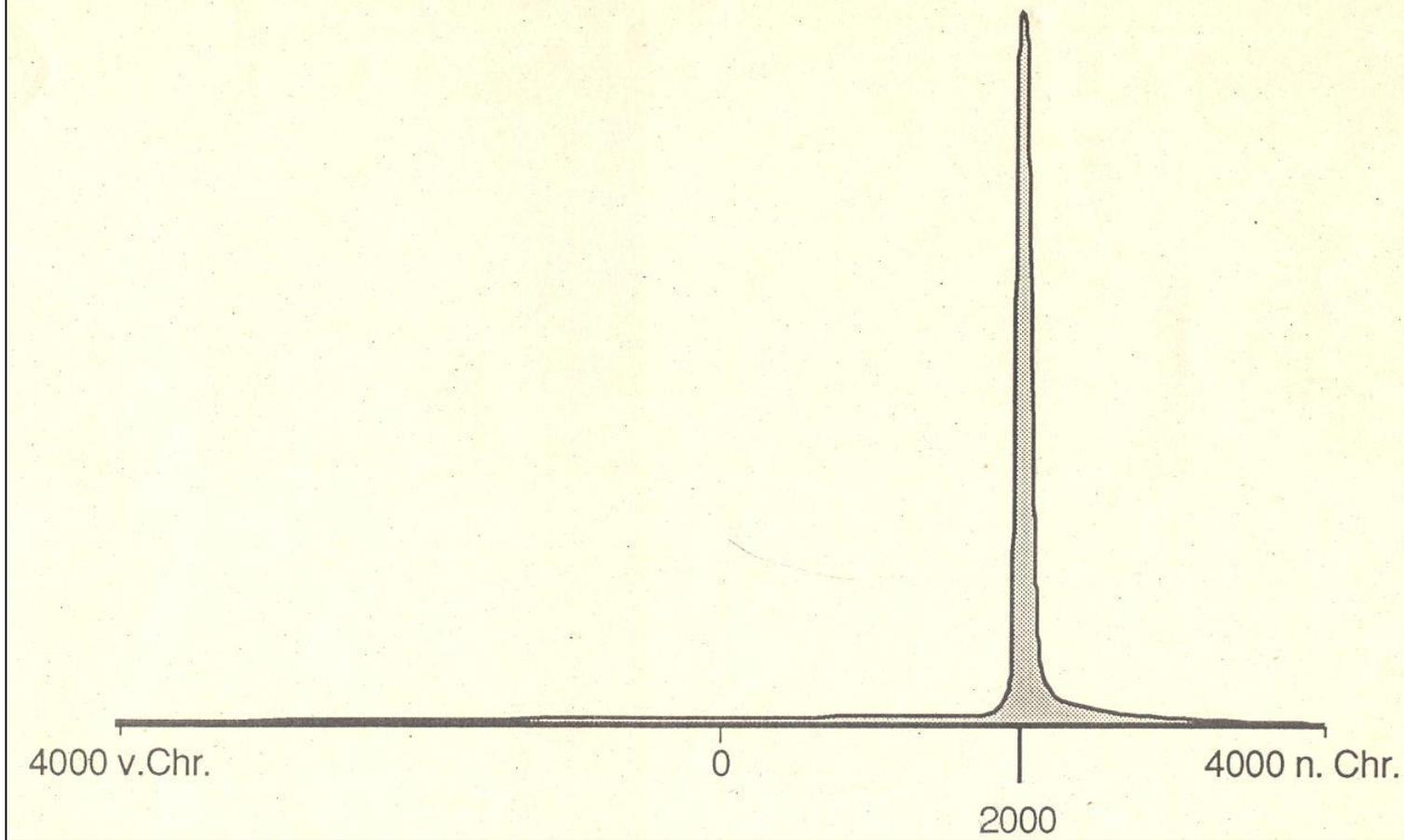
Solarunternehmer / alt-Grossrat Kanton Bern

Chair Technologie-Zusammenarbeits-Programm „Hybrid-Wasserstoff- und Elektrofahrzeug“ der Internationalen Energie-Agentur IEA 1998-2018

Leiter workpackage 4 – SCCER-future grids - Innosuisse

Professor emer. für Photovoltaik BFH-TI

Weltweiter Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger

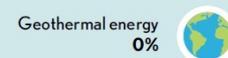


Die direkten Subventionen für fossile Energien übersteigen die Subventionen für erneuerbare Energien um das 4-5 - fache!

Strategie Stanford University (CA/ USA):

100% SWITZERLAND

Transition to 100% wind, water, and solar (WWS) for all purposes
(electricity, transportation, heating/cooling, industry)



40-Year Jobs Created

Number of jobs where a person is employed for 40 consecutive years



1 icon = 10,000

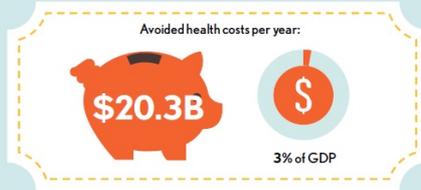
Using WWS electricity for everything, instead of burning fuel, and improving energy efficiency means you need much less energy.



100% SWITZERLAND

Transition to 100% wind, water, and solar (WWS) for all purposes
(electricity, transportation, heating/cooling, industry)

Avoided Mortality and Illness Costs



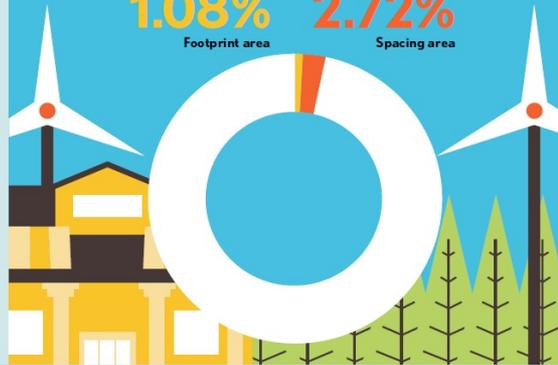
Air pollution deaths avoided every year: 1,539



Plan pays for itself in as little as 1.8 years from air pollution and climate cost savings alone.

Percentage of Land Needed for All New WWS Generators

1.08% Footprint area
2.72% Spacing area



Future Energy Costs 2050

BAU (Business as usual) WWS (Wind, water, solar)



Average fossil-fuel energy costs*
8.2 c/kWh

*Health and climate external costs of fossil fuels are another 57c/kWh



Average WWS electricity costs
6.2 c/kWh

Money in Your Pocket

€ P = \$1,000

Annual energy, health, and climate cost savings per person in 2050: \$5,885



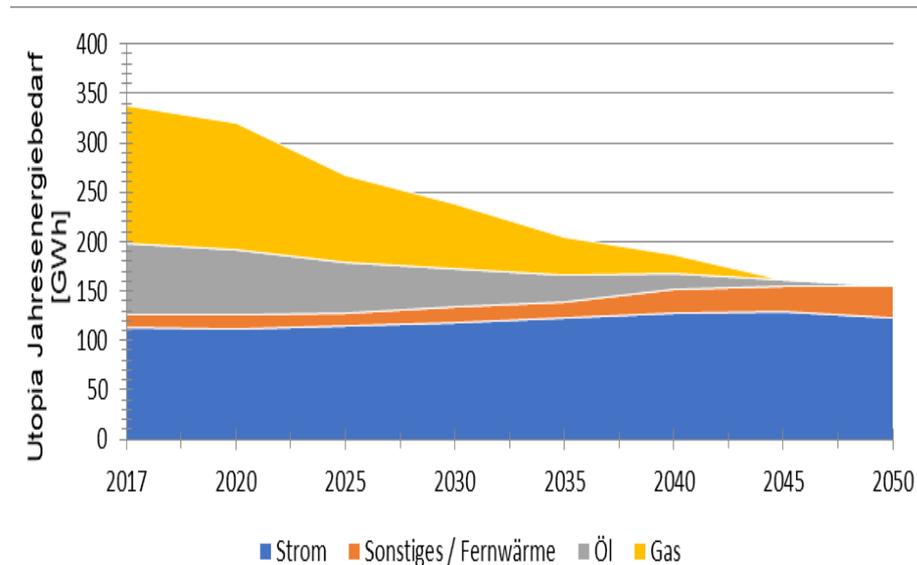
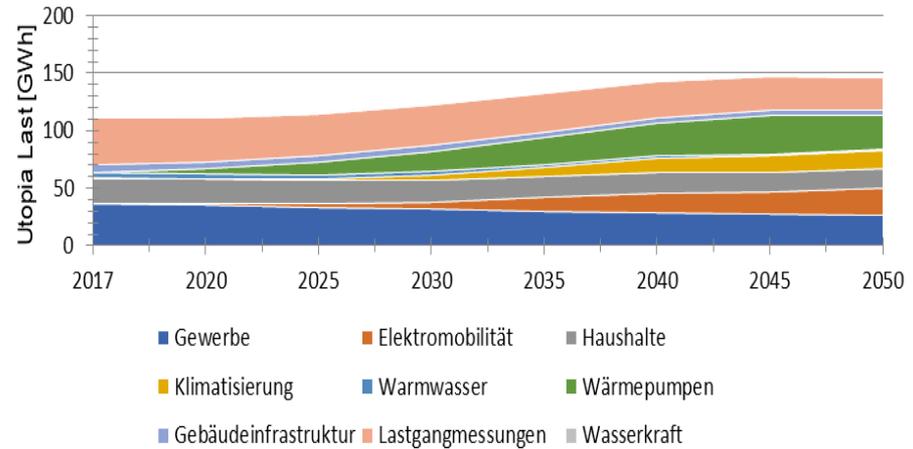
Annual energy cost savings per person in 2050: \$348



«100% Erneuerbar» ist der nächste Schritt!

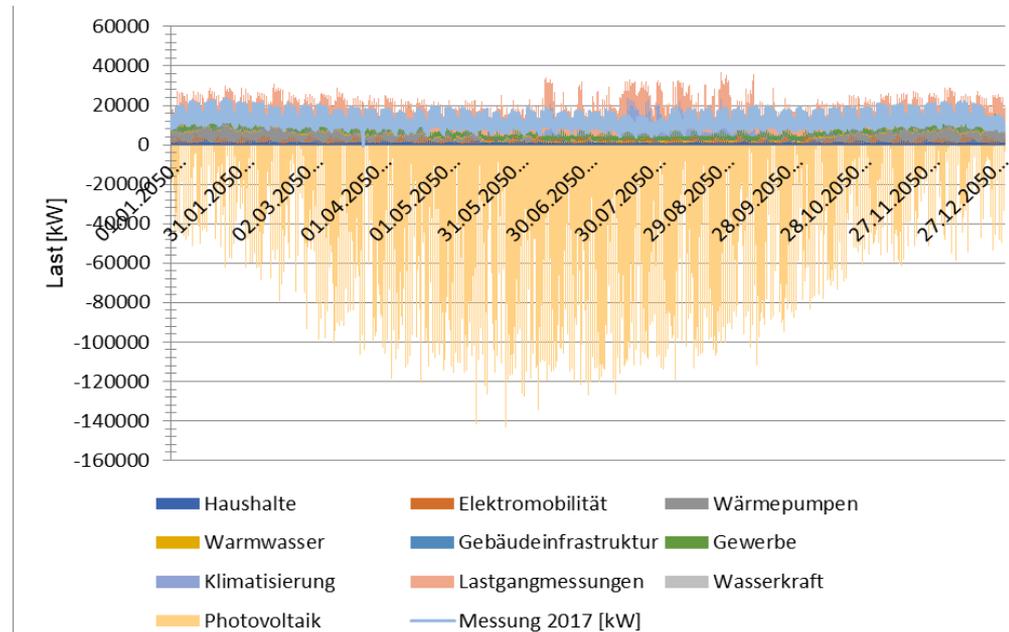
Utopia Energie und Energieträger

- Utopia bringt eine deutliche Steigerung des Stromverbrauchs mit sich, trotz Effizienzsteigerungen – Ersatz der fossilen Energien für Wärme und Mobilität!
- Sanierungsrate: 2% / Jahr.
- Geringere Sanierungsraten würden den Energieverbrauch deutlich steigen lassen.
- Gas + Öl 100% ersetzt.
- Ebenfalls konsequente 1% / Jahr Effizienzverbesserung für Bestandskunden.



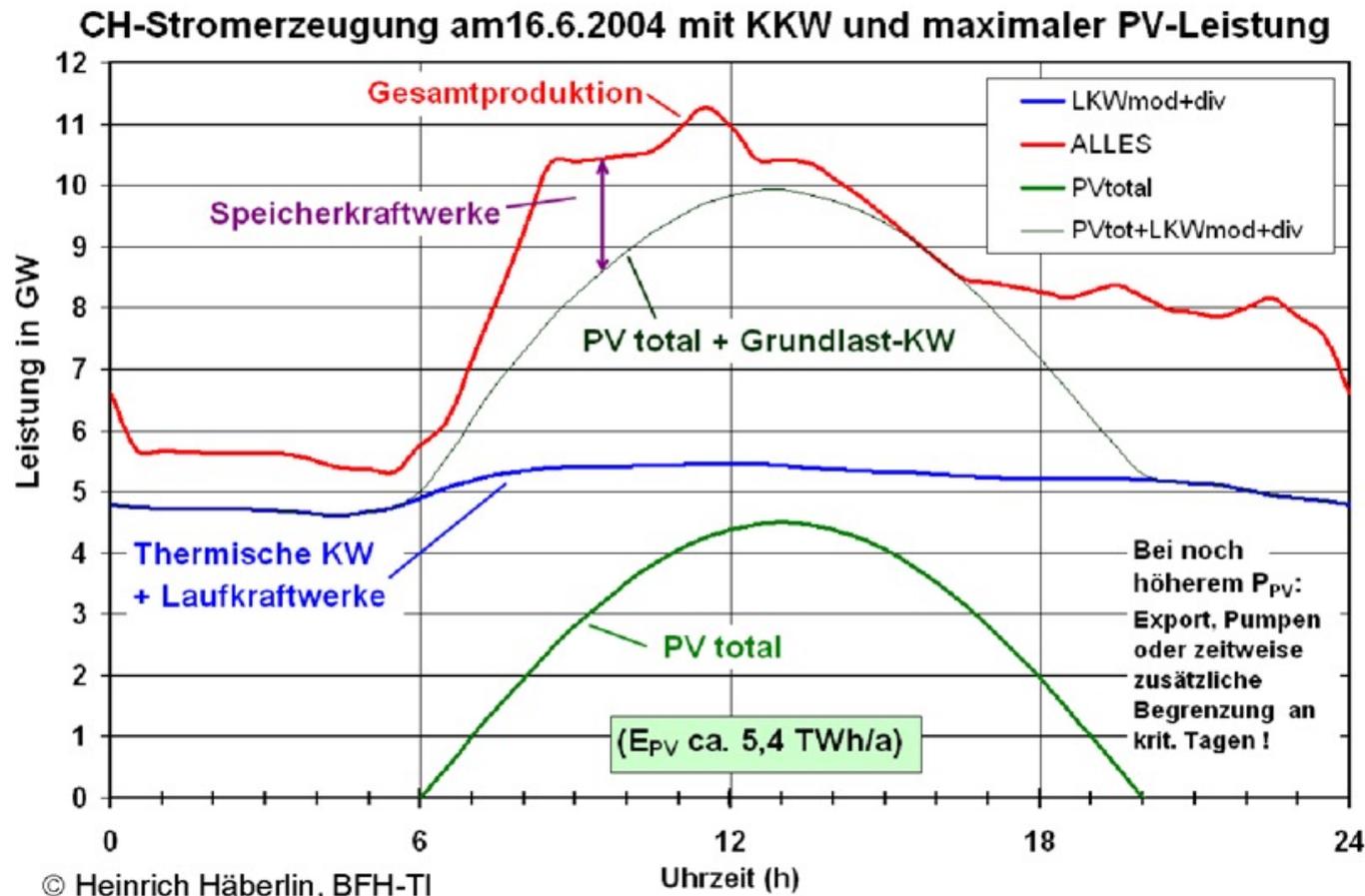
Summenlastprofil «Utopia»

- Utopia hat Einspeisespitzen bis 140 MW ergibt sehr grossen Netzausbau.
- Nur mit SmartGrid, dezentralen Speichern und massiver Abregelung möglich.
- Dann aber bei den sinkenden PV + Batteriepreisen wirtschaftlich billiger als aktueller Energiebezug.



AKWs behindern Netzintegration von PV

Viele Gründe sprechen gegen neue AKWs, hier noch Einer:



CH-Stromerzeugung und ohne Regulationsprobleme max. verkraftbare Produktion von PV-Anlagen ohne Leistungsbegrenzung am 16.4.2004.

Eckwerte der Energiestrategie 2050:

1. Richtwerte für Strom- und Energieverbrauch
2. Zielvorgaben für CO₂ Ausstoss von Fahrzeugen
3. Gebäudeprogramm für energetische Sanierungen
4. Richtwerte für erneuerbare Energien 2020/ 2035
5. Befristetes Einspeisevergütungssystem
6. Raschere Bewilligungsverfahren für erneuerbare Energien
7. Unterstützung der Grosswasserkraftwerke
8. Erhöhter Netzzuschlag von 1,5 auf 2,3 Rp./ kWh
9. Förderung des Eigenverbrauchs – Lieferung an benachbarte Grundeigentümer und Mieter
10. Keine neuen AKWs

Die Energiestrategie 2050 wurde im Sommer 2017 vom Volk angenommen!

Energiestrategie 2050: Das Menü ist „Photovoltaik“ - der Rest ist Beilage!

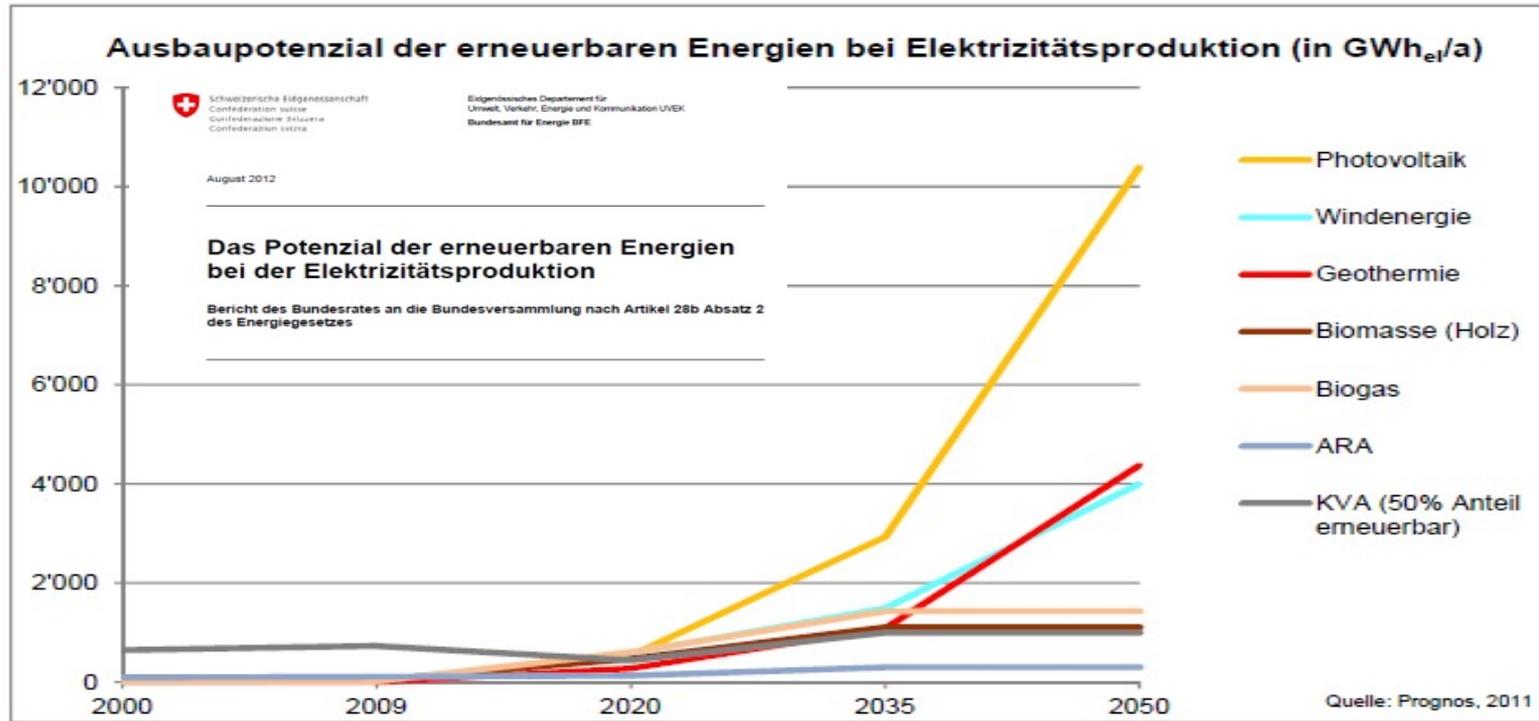
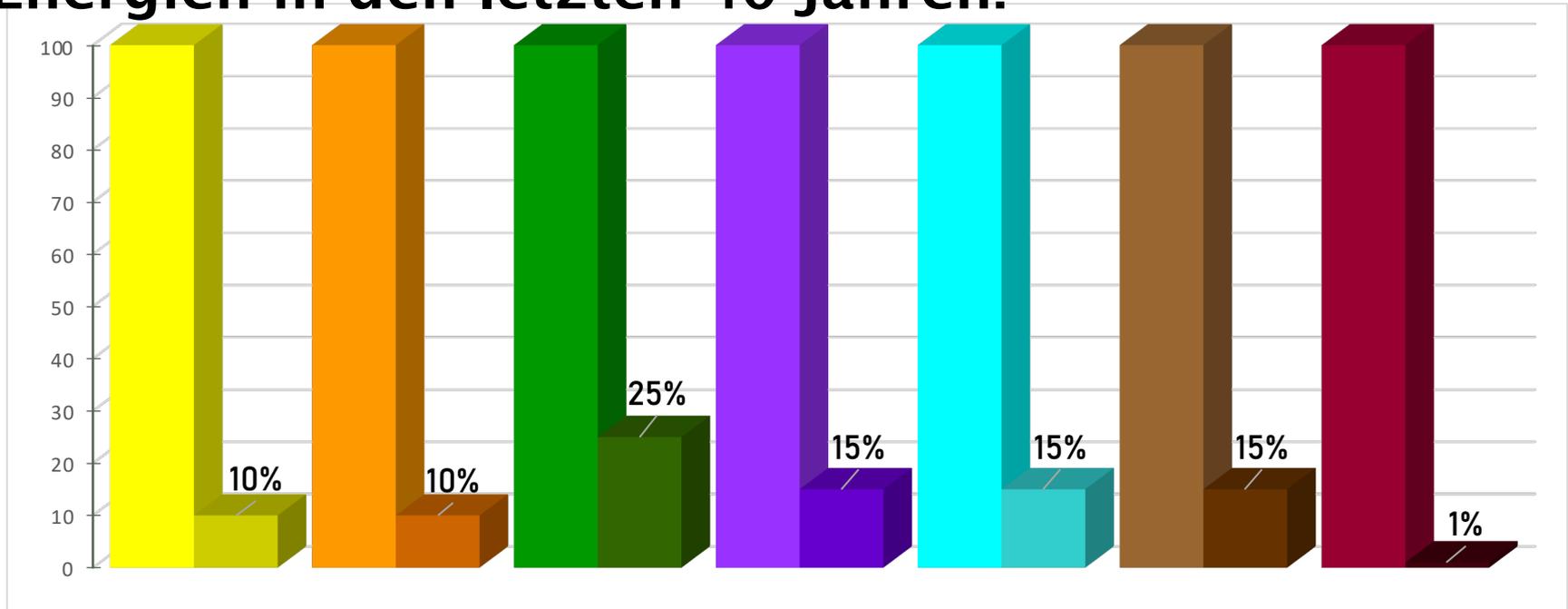


Abb. 3: Ausbaupotenzial der erneuerbaren Elektrizitätsproduktion nach Technologie⁹

Geothermie ist schwierig – also null und **plus** 4 GWp PV!
12 TWh PV heisst – 1,5 kWp PV und 8 - 10m² Fläche pro Person –
das kostet nur 2-4'000.– pro Person!

**Potentiale:
Energieeffizienz
Solarenergie
und erneuerbare Energien**

Massive Reduktion des Energieverbrauchs durch neue Technologien und Strom aus erneuerbaren Energien in den letzten 40 Jahren!



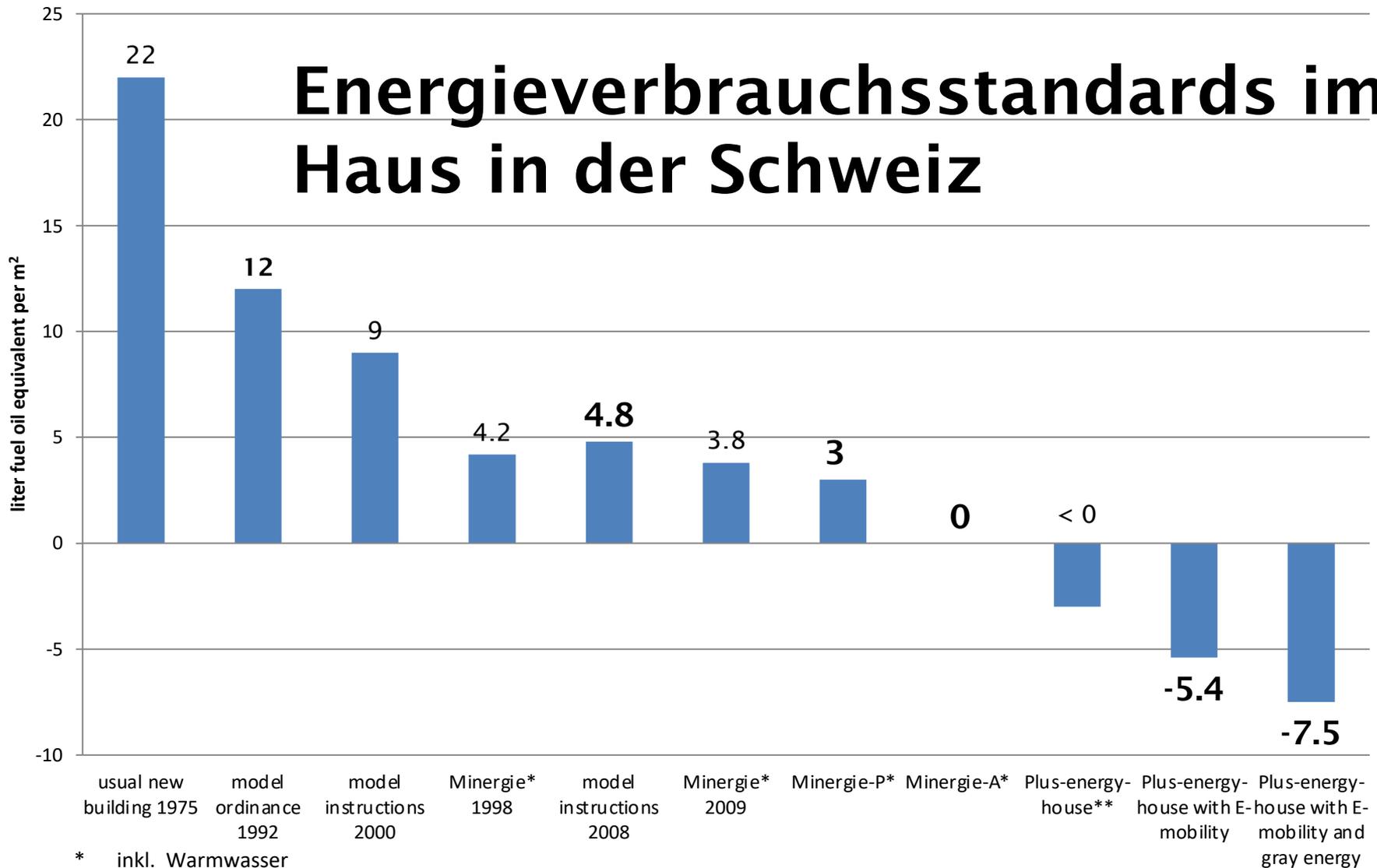
Glühbirne Energie- spar- leuchte - LED Leuchte	Elektro- Heizung (AKW) - Wärme- pumpe (SWW*)	Benzin- auto - Elektro- auto (SWW*)	Haus 1975** - MuKen** * Haus 2014	Kühl- schrank (Absorber - Komp- ressor)	TV (Röhre - OLED)	Plushaus - Haus von 1975**
---	---	---	---	---	----------------------	----------------------------------

* Strom aus Sonne (PV)/ Wasserkraft/ oder Windenergie

** Haus von 1975 - Energieverbrauch >200 kWh/m²

*** MuKen: Energiestandard für neue Häuser 2014: 30 kWh/m²

Energieverbrauchsstandards im Haus in der Schweiz



Von der Heizöl-Schleuder zum Plushaus in 40 Jahren

Mein Plushaus – PV on my home:

Verbraucher	Verbrauchsgrösse	Spez. Verbrauch	Energie
Heizbedarf	100 m ²	16 kWh/ m ²	1'600 kWh
Warmwasser	...x50 l/ Pers	200 l/ 43°K 3	1'250 kWh
Strombedarf	Haushalt	4x1'000 kWh	4'000 kWh
Auto	12'000 km/J	15kWh/100km	1'800 kWh
Total			8'650 kWh
Leistung/ Preis			9 kWp/ 25'000.--

Faustformel Leistung: Jahresverbrauch/ 1'000 h

→ Leistung PV-Anlage!

Fläche: Total kWh/ 360 kWh x 1,8 m² (9'000 kWh/ 360 kWh x 1,8m²= 45m²)

Umweltbilanz/ Kosten E-Mobil mit PV



Beispiel BFH in Burgdorf:

Der Solarcarport mit 2,5 kWp (<5'000.- Fr.) spart in 30 Jahren 27'000 Liter Benzin mit einem heutigen Elektroauto (PHV) - Opel Ampera!

PHV E-Mobil braucht:

- 2'400 Wp Photovoltaik für 15'000 km/ Jahr
- Spart 900 l Benzin / Jahr (ca. 1'600 € pro Jahr)!

Für die graue Energie der Batterie braucht es zusätzliche 150 Wp PV!

Woher kommt die Energie?

Geht es mit Solarenergie?

Flächenbedarf für PV-Produktion?



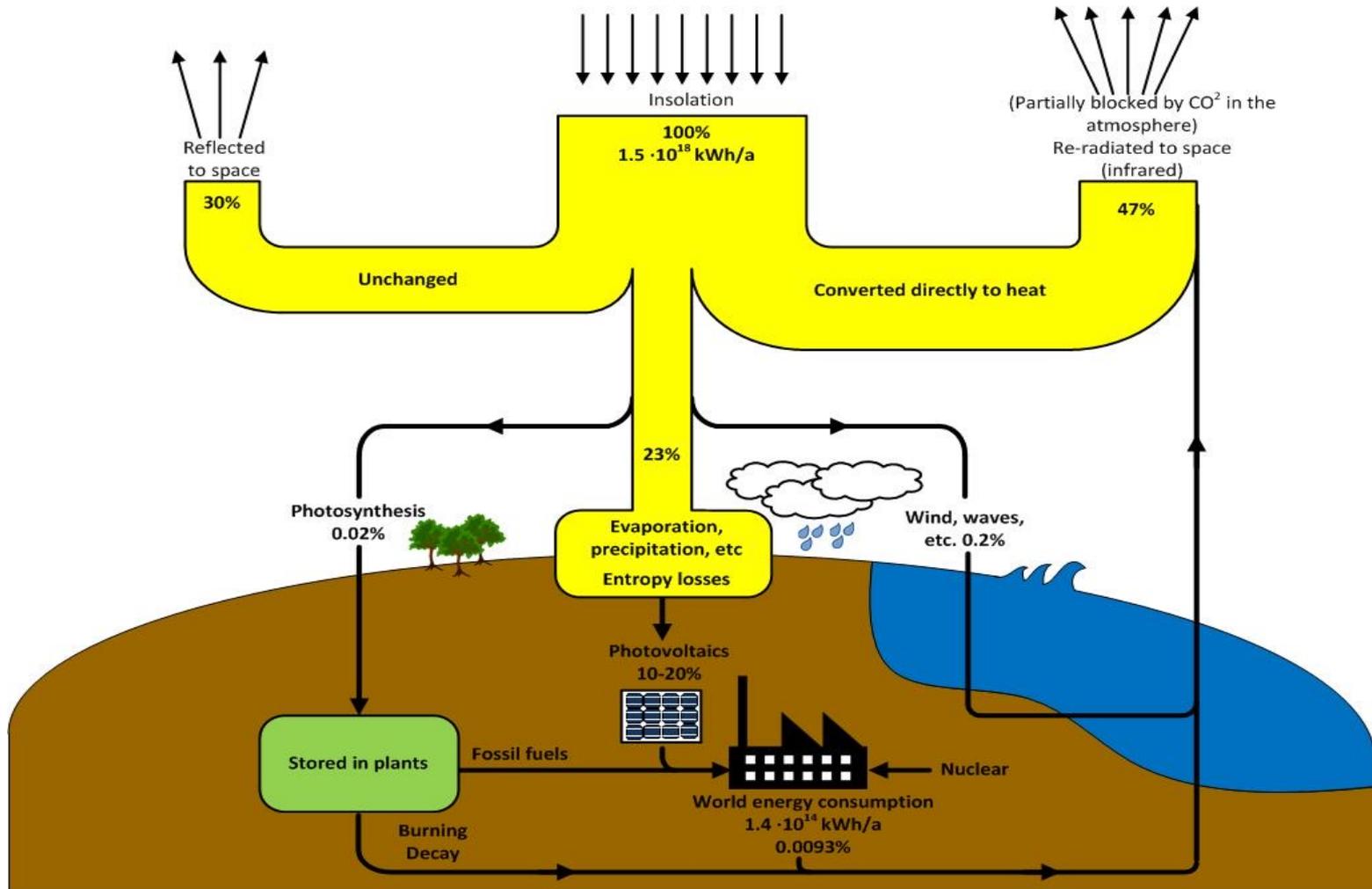
SVP Bern (Mitteilungsblatt 2011): Platzbedarf Ersatz
AKW Mühleberg mit Solarstrom : **30'000km²** und die
Sonne scheint Tag und Nacht.....

Student der BFH in Burgdorf rechnet:



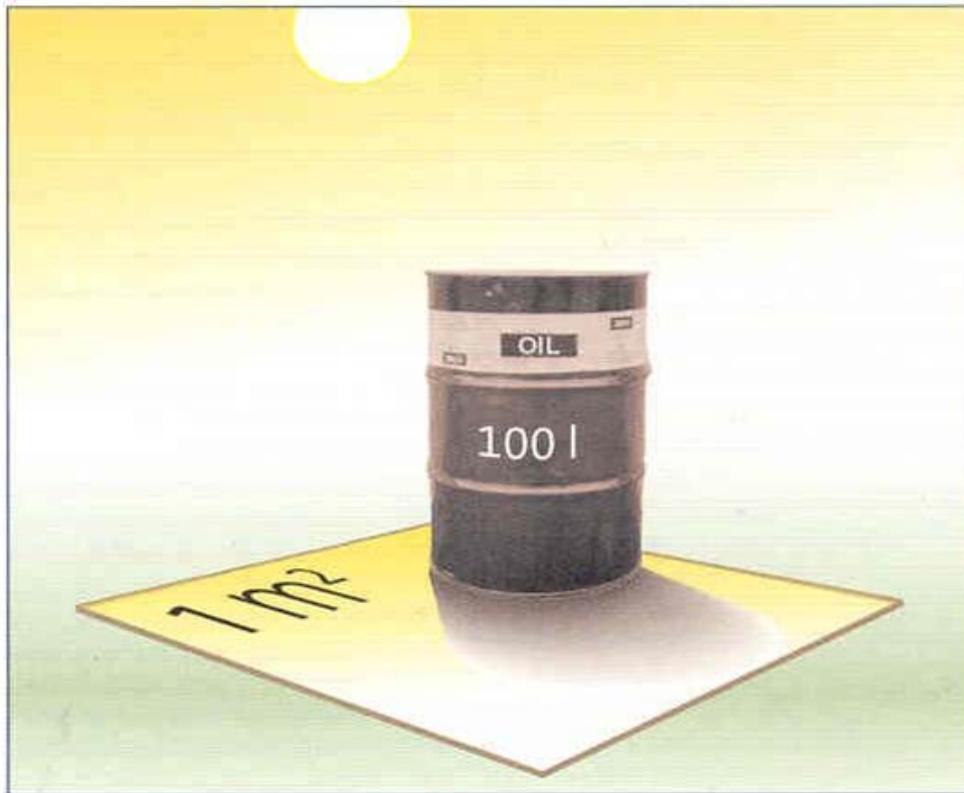
Fläche um 60 TWh Strom zu erzeugen mit Solarzellen mit 14% Wirkungsgrad (**Gelb**: 11-12 km Radius) – wir brauchen aber nur 40 TWh und der Wirkungsgrad ist jetzt 20% → nur noch halb so gross wie die gelbe Fläche!

Bilanz: Energie von der Sonne auf die Erde



Die Effekte auf die Erde sind sehr unterschiedlich, daher lohnt es sich, zu schauen, wo die Wirkung am Besten ist.

Die „Ölflut“ auf dem Hausdach



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.

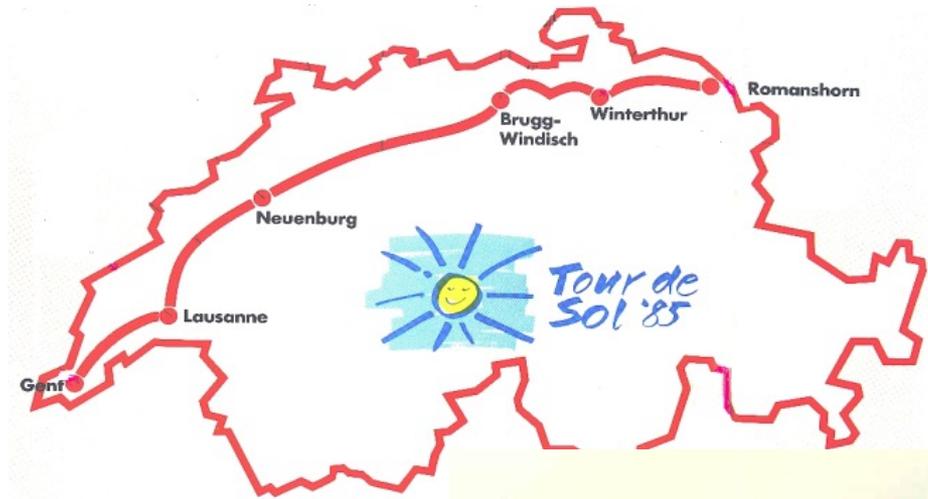
So erklären Sie's den Nachbarn:
1 Ölfässchen pro Quadratmeter – jedes Jahr!

Off-grid Stromversorgungen für Spital in Rwanda (1984)



Tour de Sol 85 – PR Tour für Solarenergie

Das erste Solarmobil-Rennen der Welt mit 58 Teilnehmern in 2 Kategorien < 6m² (max. 480 Wp)



Tour de Sol Fahrzeuge laden ihre Fahrzeuge mit Solarzellen auf Fahrzeugen (1985), 1986 mit mobilen Solartankstellen (links). Bereits 1987 laden auch mit netzgekoppelten PV Anlagen möglich.

PV Flächenpotentiale Schweiz (BFE)



Dächer: 49/23 TWh



Fassaden: 17/8 TWh

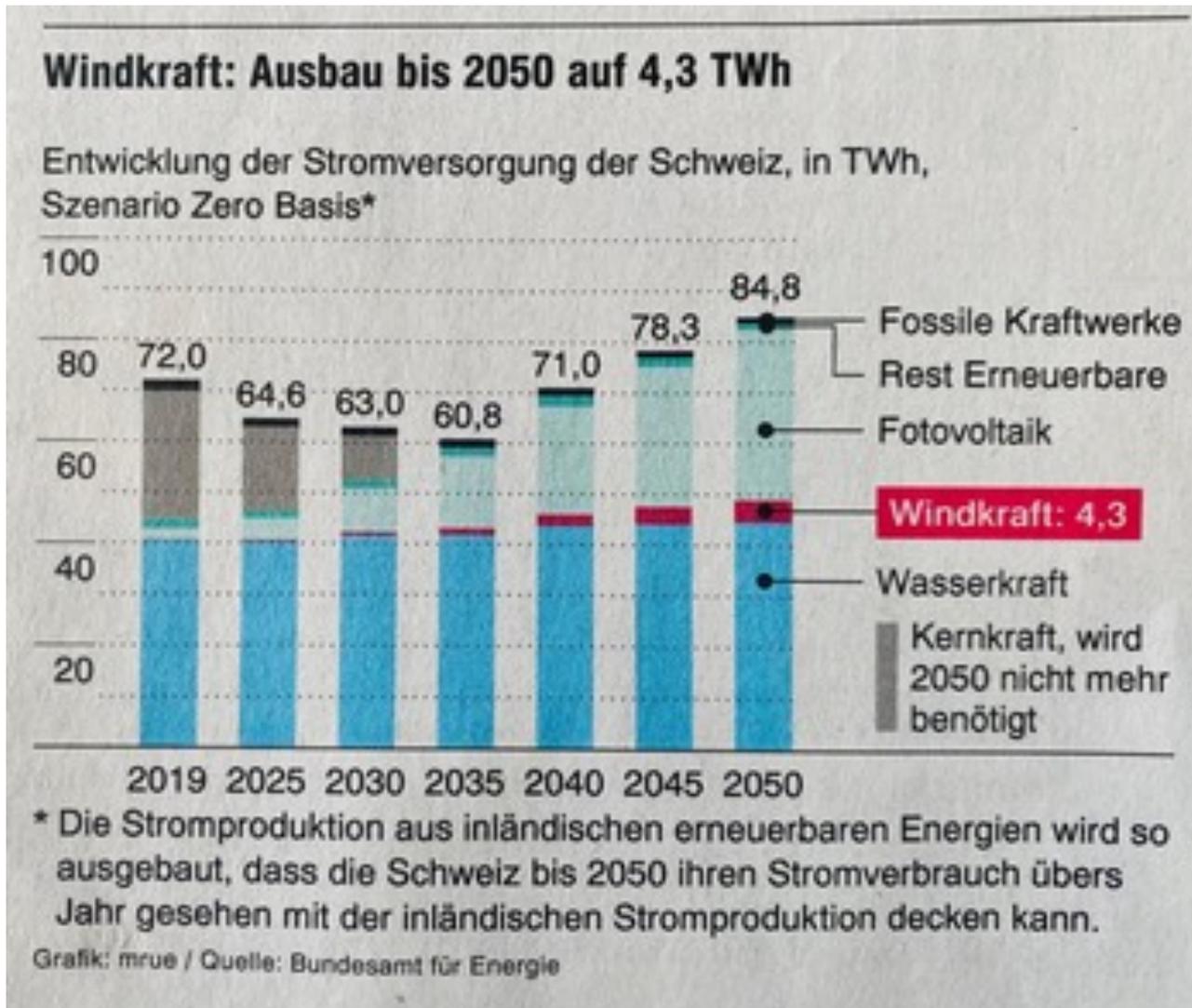


Infrastruktur/ Strassen:
35/10 TWh



Freiflächen: 16/3,3 TWh
Gesamt: 117/ 44,3 TWh

Bedarf an neuem Erneuerbarem Strom



Bis 2050 brauchen wir gegen 40 TWh zusätzlich... **mal 2!**

Flächenpotential Tisso Arena Biel

- Studien rätseln über die Dachflächen-Potential (ZHAW/ EPFL etc.).
- Die Forscher ohne Praxiserfahrung in der Planung von PV Anlagen.
- PV Planung ist «Häsuerkampf»...
- Je nach Ausführung und Technologie ist das Dachpotential sehr unterschiedlich:



Bau der Anlage Ost-West
2015 – 3,5 Mio sFr.

1993: PV Anlage Süd – Leistung ca. 500 kWp – Kosten 5-7 Mio sFr.

2012: PV Anlage Süd – Leistung 900 kWp – Kosten 4 Mio sFr.

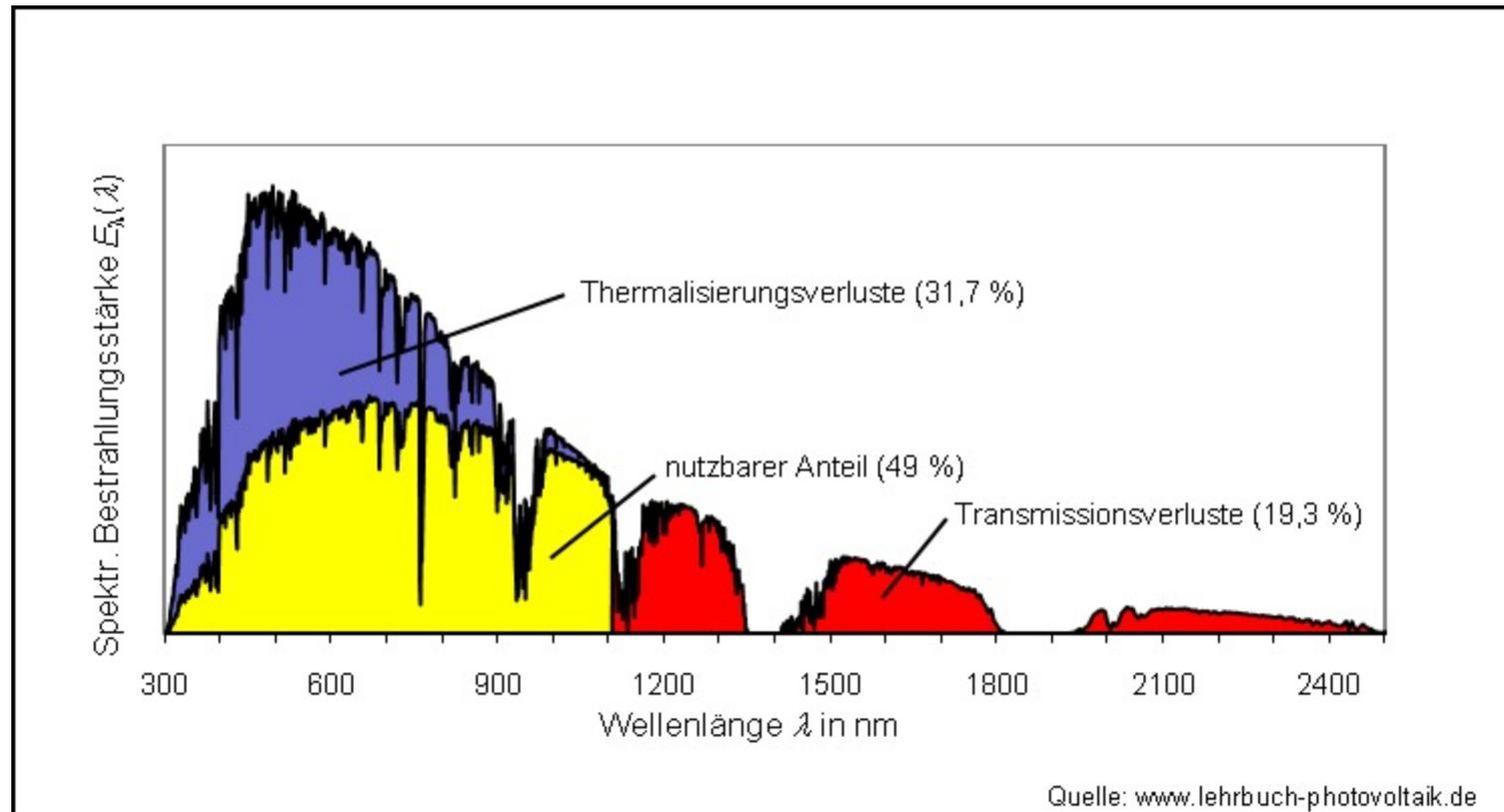
2015: PV Anlage Ost-West – Leistung 2,1 MiWp – Kosten 3,5 Mio sFr.

2020: PV Anlage Ost-West – Leistung 3 MWp – Kosten 3 Mio sFr.

Fazit: Gleiches Dach – Ertrag 6-mal grösser – 12-mal günstiger!

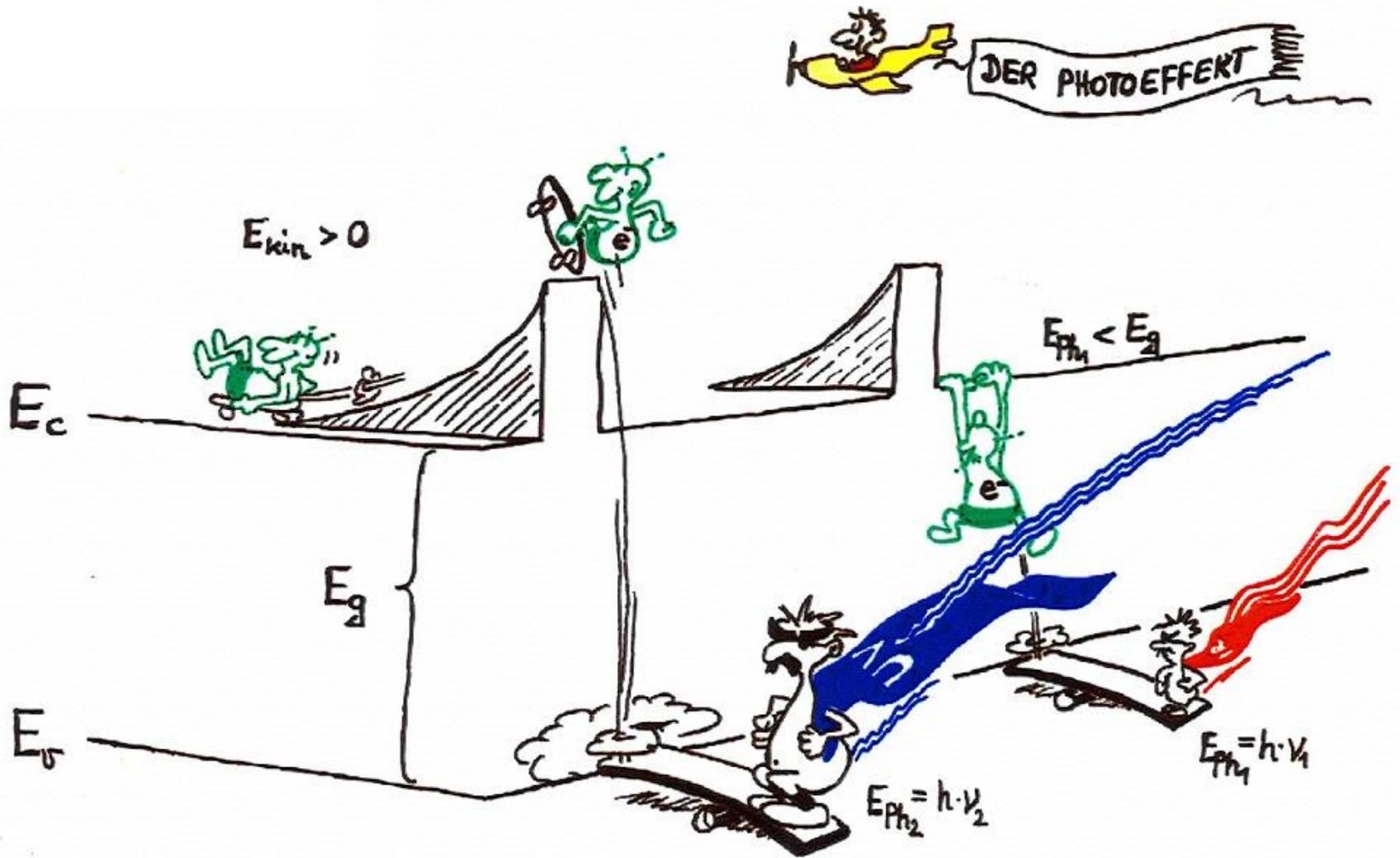
Trick: Modul 21,3% Wirkungsgrad statt 11,6% - Ost-West-Ausrichtung!

Spektraler Wirkungsgrad



Spektrale Verluste in einer c-Si-Solarzelle

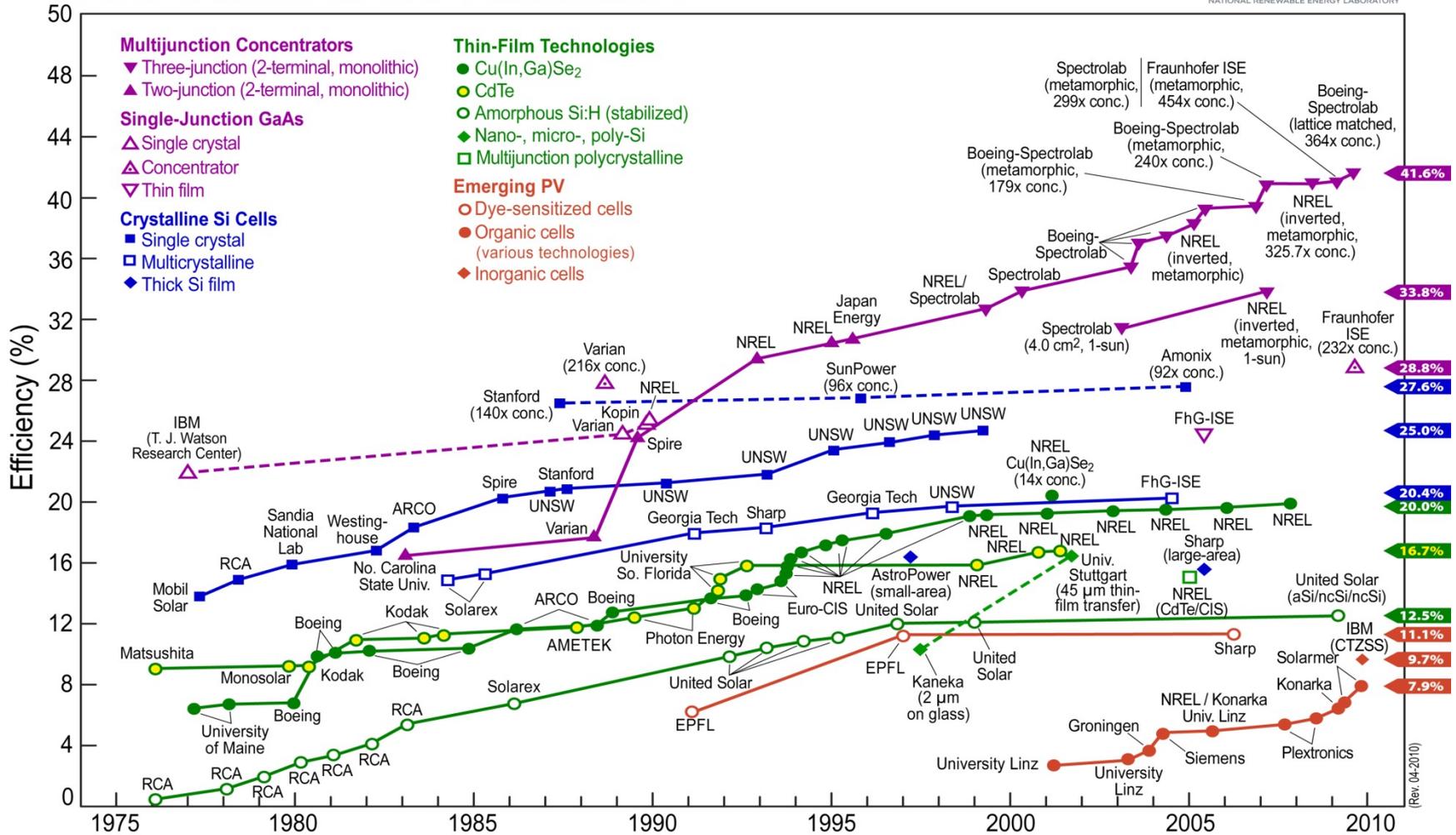
Der Photoeffekt



Wirkungsgrad – „Rennen“ - Solarzellen



Best Research-Cell Efficiencies



PV 10'000-mal besser..... in 40 Jahren



Erstes Pilot- and Demonstrations Programm für PV in der Schweiz bei Hasler AG Bern späte 70-er Jahre bis 1984.

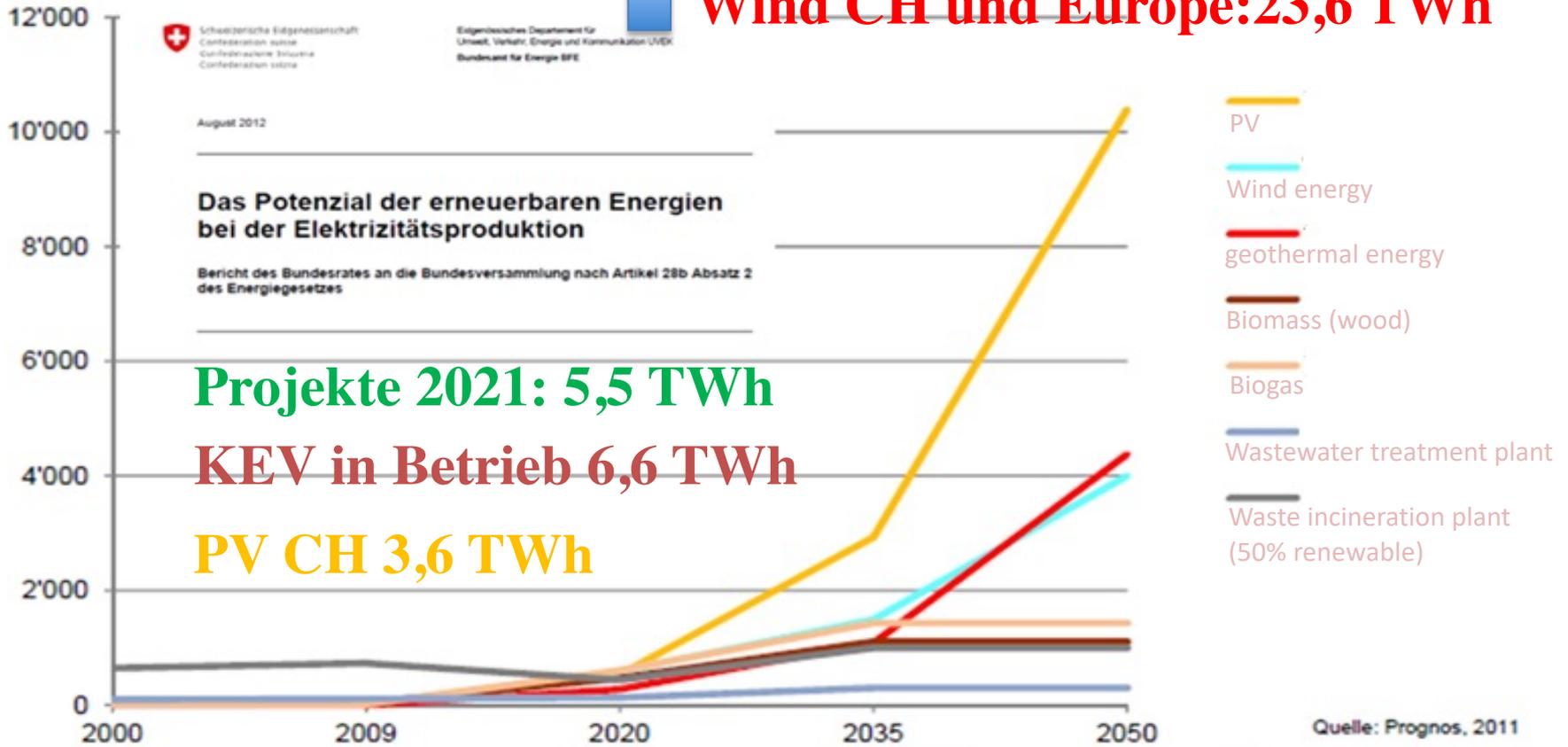
Verbesserungen seither: Energierücklaufzeit Si-c PV Module >30! Material rezyklierbar zu 90-95!
Preisrückgang -500/ Effizienz verdoppelt/ Modules sind 10-mal grösser → PV Module sind >10'000-mal besser als vor 40 Jahren! **Markt 75-2022:** 4 Millionen mal grösser!

Stand Energiestrategie 2050 Richtung 100% erneuerbare Energieversorgung der Schweiz

Stand "Energie Strategie 2050" im 2021



Wind CH und Europe: 23,6 TWh



Projekte 2021: 5,5 TWh

KEV in Betrieb 6,6 TWh

PV CH 3,6 TWh

2021: PV 3,6 TWh/ Biomasse+Wasser+Wind: 3 TWh

CH PV + Wind Ausland: 11,5 TWh (2020)

Pos. Entscheid und Warteliste: >5,5TWh

→Gesamt: 23,6 TWh

Zusammenfassung

- Der Schweizer PV Markt muss auf über 1,5 – 2 GWp/ Jahr wachsen und die PV Installationen müssen 40 Jahre halten um >40 TWh Solarstrom zu erreichen.
- Für die Erreichung der Energiestrategie 2050 und auch für die «Dekarbonisierung» reichen die vorhandenen Dächern und Fassaden aus.
- Dies bedingt eine sorgfältige Planung «freier Dachflächen». Kleine und mittlere Häuser sind so als Plushäuser gut machbar.
- **100% erneuerbar («Dekarbonisierung»)** ist in der Schweiz gut machbar – tangiert aber bestehende (wirtschaftliche) Interessen, was den Wandel bremst!
 - **Die Zukunft ist elektrisch und solar!**

Die Technik ist da – aber die Politik braucht mehr Druck – neues Buch:

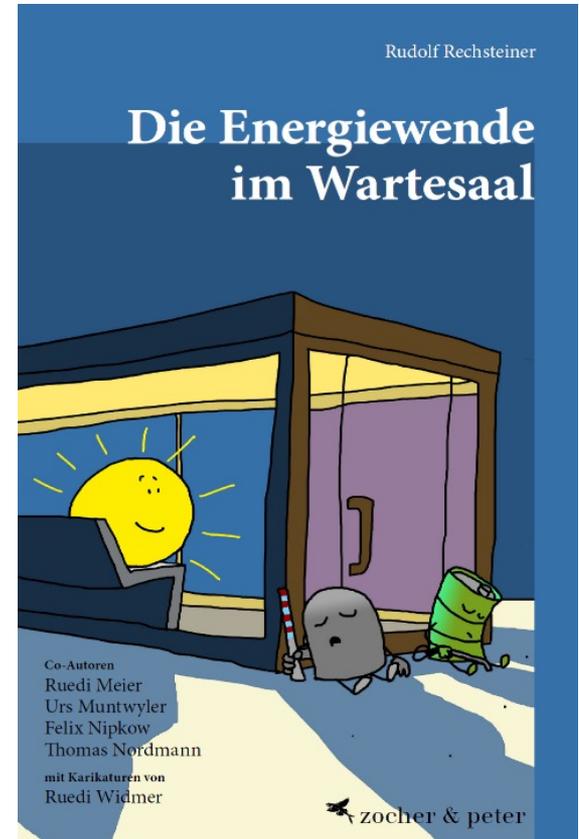
Fakten zur CH Energieverhinderungs-Politik und was es braucht um günstig und schnell auf 100% erneuerbare Energien zu kommen.

Hauptautor: Dr. Ruedi Rechsteiner, alt-Gross- und Nationalrat und Energiepolitiker

Verwaltungsratspräsident ADEV Liestal und nun bei Anlagestiftung Ethos

Co-Autoren:

- Dr. Ruedi Meier, alt Generalsekretär
Energiedirektion Kanton Bern/ Initiant Minergie
- Thomas Nordmann, PV Unternehmer
- Urs Muntwyler, Professor PV/ Solarunternehmer/
alt Grossrat
- Felix Nipkow, Schweizerische Energiestiftung SES



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Kontakt: urs_muntwyler@gmx.ch