


# **Kraftwerk Schweiz: Plädoyer für eine Energiewende mit Zukunft**

AEE Forum Bern 14. November 2016

Prof. Dr. Anton Gunzinger

Unternehmer

[gunzinger@scs.ch](mailto:gunzinger@scs.ch)

A man wearing a dark jacket and a patterned beanie is holding a baby wrapped in a blue blanket. The baby is wearing a maroon hat with a yellow trim. They are standing in a train station with a white train car visible in the background. A play button icon is overlaid on the image.

**Für die nächste Generation**  
**Für die Schweiz**  
**Persönliche Meinung als Unternehmer**

# Designgrundsätze

- Zeithorizont: > 1 Generation (> 25 Jahre)



- Technisch machbar
- Vergleichbarer Wohlstand
- Geringe volkswirtschaftliche Kosten
- ~~• Politisch machbar~~
- ~~• Geringe betriebswirtschaftliche Kosten~~

# **Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen**

- 1. Wie heizen wir in Zukunft?**
- 2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?**
- 3. Wie viel Strom werden wir benötigen?**
- 4. Wie wird der Strom produziert?**
- 5. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?**
- 6. Was kostet das Ganze?**

# Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen

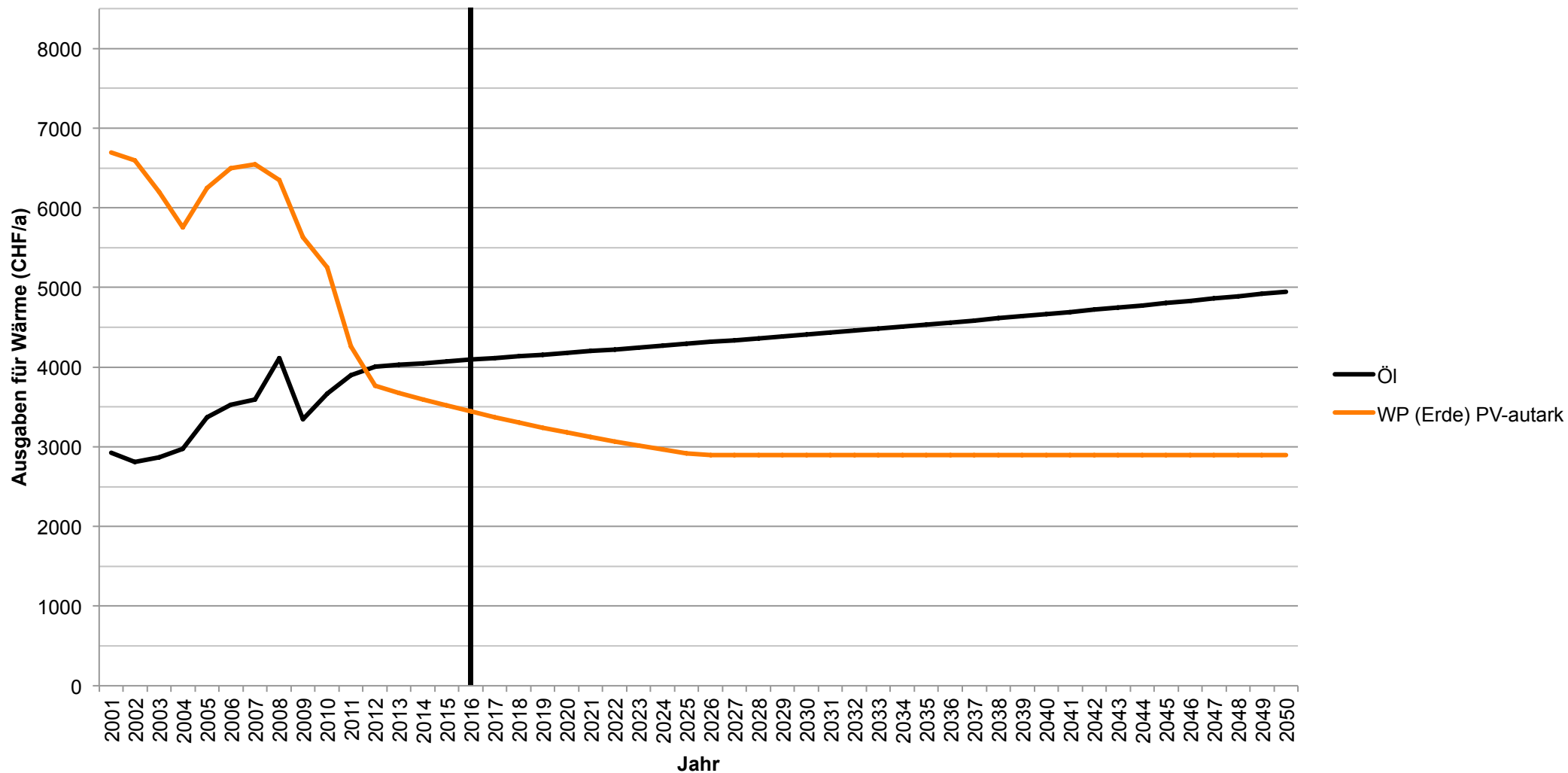
- 1. Wie heizen wir in Zukunft?**
2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?
3. Wie viel Strom werden wir benötigen?
4. Wie wird der Strom produziert?
5. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?
6. Was kostet das Ganze?

# Wärme

- Verbesserung der Wärmedämmung von 22l (1970) auf 3.6 l Öl pro m<sup>2</sup> & Jahr (2010) (Faktor 6)
- Reduktion Energiebedarf dank Wärmepumpe um Faktor 3 – 6
- Heute: Erneuerbare Heizsysteme sind günstiger als fossile
- **Schweiz macht gute Arbeit**
  
- Verbleibende renovationsbedürftige Häuser: 78%
  - Renovationsrate heute: 1.1%/a → 70 Jahre
  - Renovationsrate Bund: 2%/a → 35 Jahre
  - Renovationsrate Gunzinger: 4%/a → 20 Jahre

# Heizkosten (Vollkosten) für ein typisches Schweizer Einfamilienhaus

## Kostenvergleich Heizsysteme



# Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen

1. Wie heizen wir in Zukunft?
- 2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?**
3. Wie viel Strom werden wir benötigen?
4. Wie wird der Strom produziert?
5. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?
6. Was kostet das Ganze?



# Grundlage: Faire Vollkostenrechnung

- **Stromnetz:**  
Neuwert: ~ 60 Mia CHF  
Jährliche Kosten: ~ 4.5 Mia CHF
- **Strassennetz: (> 80'000 km)**  
Neuwert: ~ 600 Mia CHF  
Jährliche Kosten: ~ 45 Mia CHF
- **Offizielle Strassenrechnung: 8.7 Mia CHF pro Jahr**
- **Faire Kosten: Automobilität müsste 4 – 5 mal teurer sein**
- **Lieber hohe Steuern als fairer Benzinpreis.**
- **Flächenverbrauch Auto: 1200 km<sup>2</sup> Strasse nur zu 2.7% genutzt**
- **Flächenverbrauch Rest: 400 km<sup>2</sup>**

# Mobilität: Verhaltensänderung in der Vergangenheit



- 1960:  
700 kg  
2.4 Personen

**Heute bewegen wir  
4 mal mehr Masse →  
~ 4 mal höherer Energieverbrauch**



- 2015:  
1.4t  
1.3 Personen

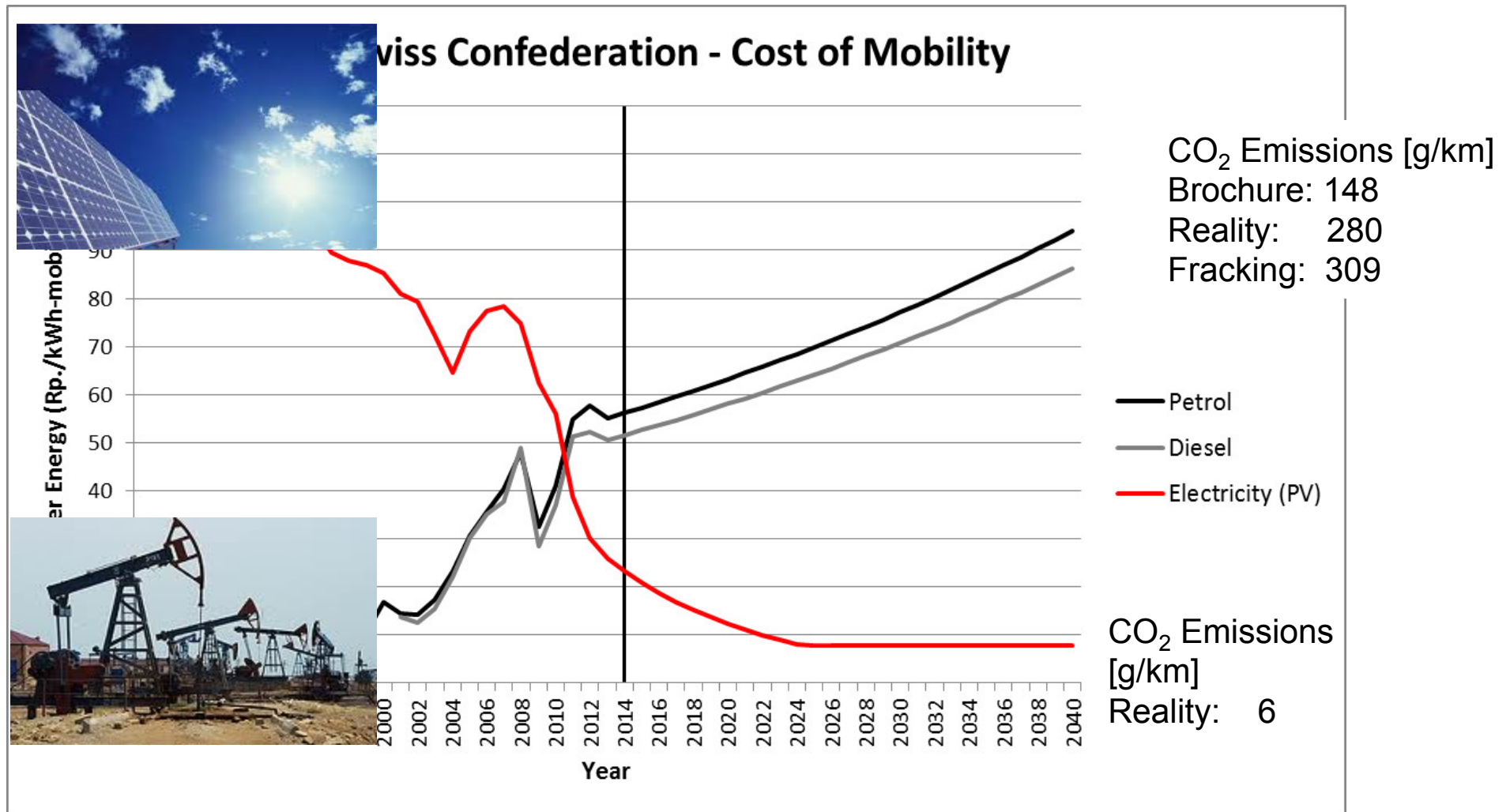
# Mobilität: Verhaltensänderung Suffizienz

- Strecken < 500m: zu Fuss (~ 30% alle Fahrten)
- Strecken < 5 km: (E-) Bike (~ 30% aller Fahrten)
- Rest: Mehrere Menschen im (leichten) Elektrofahrzeug



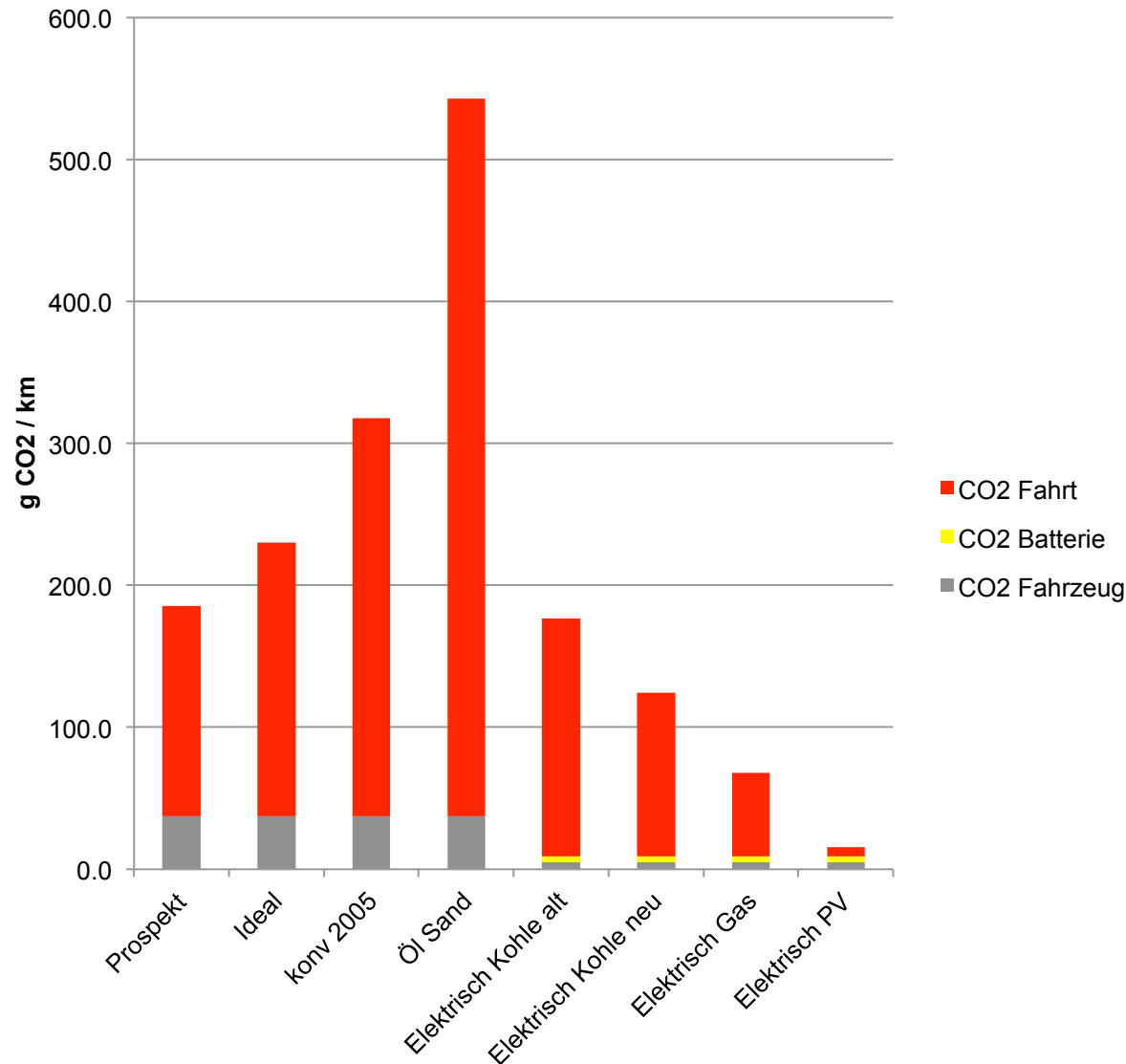
**Totale Einsparung Energie  
Faktor 2 – 4**

# Energie Kosten: Öl versus Elektrisch/Solar



# CO<sub>2</sub> Emissionen eines Durchschnittsautos (1400 kg)

## CO<sub>2</sub> Bilanz Fahrzeug



**Elektrisch fahren  
produziert 20 Mal  
weniger CO<sub>2</sub>.**

# Fahren mit Strom ist hoch effizient



		Tesla	Porsche
Typ		Roadster Sport	911 Carrera S
Leistung	[PS]	300	350
	[kW]	225	260
0 auf 100 km/h	[s]	3.7	4.8
Verbrauch	[kWh/100 km]	14	110
	[l/100km]	1.6	12

**Elektrisch Fahren benötigt  
6 – 8 mal weniger Energie.**

# Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen

1. Wie heizen wir in Zukunft?
2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?
- 3. Wie viel Strom werden wir benötigen?**
4. Wie wird der Strom produziert?
5. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?
6. Was kostet das Ganze?

# Stromverbrauch 2035

	Verbrauch [TWh/a]
<b>Verbrauch heute</b>	<b>60</b>
<b>Einsparpotential (25%)</b>	<b>-15</b>
<b>Wärme Mehrverbrauch</b>	<b>+6</b>
<b>Mobilität Mehrverbrauch</b>	<b>+4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>
<b>Bevölkerungswachstum</b> Heute: 7.6 Mio Einwohner; Morgen: 8.5 Mio Einwohner	<b>62</b>

**Produktion heute: ~ 40% AKW (~ 24 TWh/a)**

**Produktion morgen?**



# Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen

1. Wie heizen wir in Zukunft?
2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?
3. Wie viel Strom werden wir benötigen?
- 4. Wie wird der Strom produziert?**
5. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?
6. Was kostet das Ganze?

# Erneuerbare Energiequellen

## Solar:

- **Kosten ursprünglich 60 ct./kWh; heute EU 7 ct./kWh**
- **Produktion fluktuierend**
- **Potential CH: ~ 30 TWh/a**

## Wind:

- **Kosten: etwa Hälfte Solarenergie**
- **Heute 2 – 4 MW/ Windturbine**
- **Produktion fluktuierend**
- **Potential CH: ~ 10 TWh/a**

## Biomasse

- **Holz, Klärschlamm, Bioabfälle**
- **Potential CH: 6 - 10 TWh/a**



# Kosten Kernenergie

## Produktion:

- früher 2 Rp./kWh, heute 15 Rp.

## Entsorgung:

- Kassabestand (2016) 6 Mia CHF
  - Entsorgung (BFE, 2006) 18 Mia
  - Entsorgung (BFE, 2014) 25 Mia
  - Entsorgung (BFE, 2016) 27 Mia
  - Entsorgung Gunzinger 50 Mia
- 
- **Grösstes finanzielles Desaster in der Geschichte der Schweiz**
  - **Ohne «Bad Bank» gehen Stromkonzerne in Konkurs**
  - **Am Ende bezahlen die Steuerzahler**

# Schweiz und Welt

## Welt

- **Zubau erneuerbare Energie weltweit 2015:**  
~ 200 TWh (25 grosse AKW)  
Wachstum 30 %/a

## Schweiz

- **Solarstrom 2015: ~ 167 kWh (~2%) pro Einwohner**
- **EU Rang 25 von 27 Ländern**
- **35'000 hängige Gesuche Solarpanels**
- **Zubau erneuerbare Energie soll: ~2 TWh/a (1% des Welt-BIP)**
- **Ist: ~0.3 TWh/a**
- **Mit 2 TWh/a: in 10 Jahren alle AKW's kompensiert**

# Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen

1. Wie heizen wir in Zukunft?
2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?
3. Wie viel Strom werden wir benötigen?
4. Wie wird der Strom produziert?
- 5. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?**
6. Was kostet das Ganze?

# Ist es möglich, Kernenergie durch PV, Wind und Biomasse zu ersetzen?

«Es ist nicht möglich, dass Photovoltaik und Wind die Kernenergie ersetzen können. Wir verkünden und begründen das immer wieder. Beide erzeugen unzuverlässigen Flatterstrom, der vor allem dann verfügbar ist, wenn man ihn nicht braucht.»

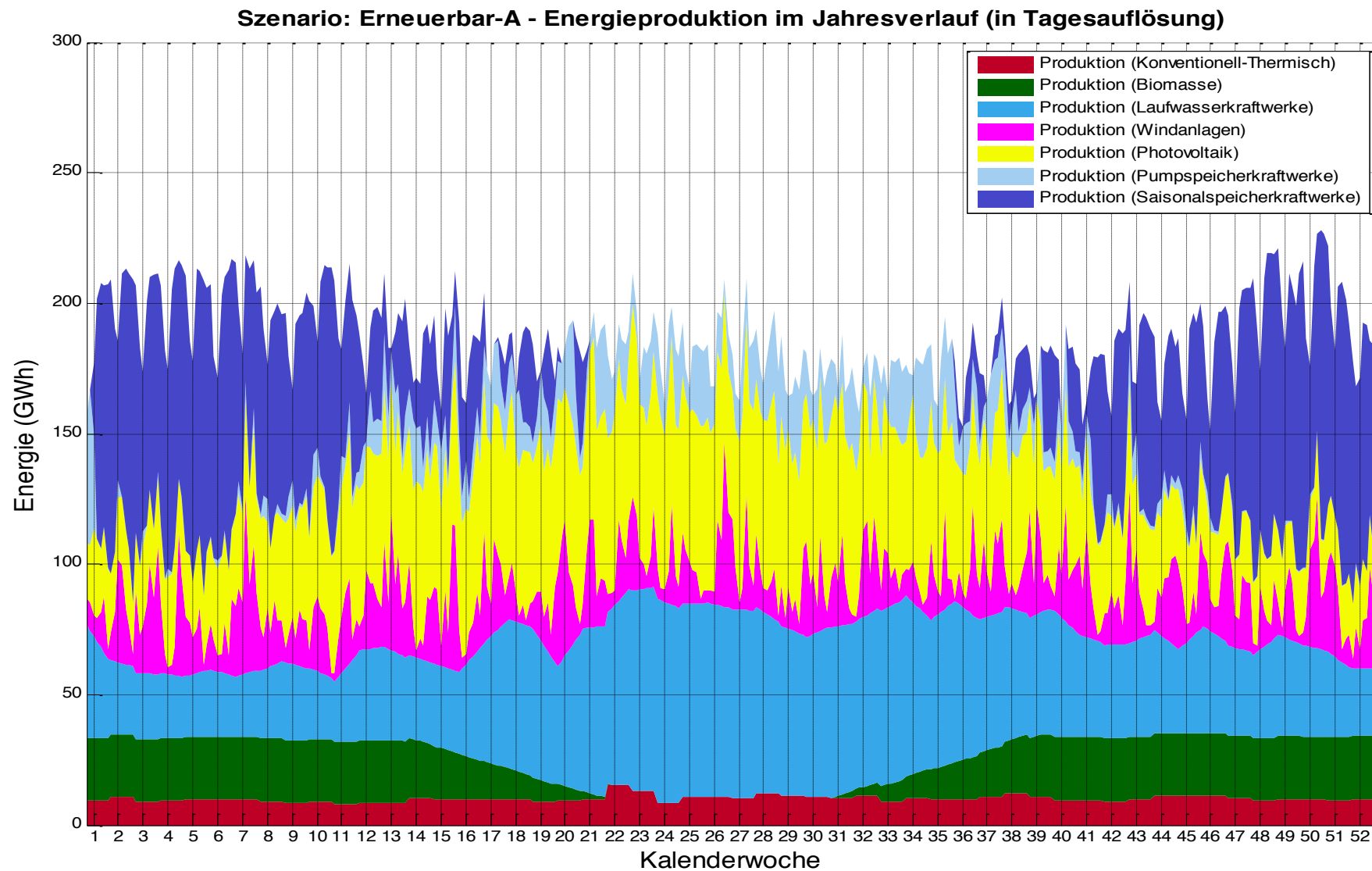
Quelle: <http://kaltduschenmitdoris.ch/>

Dr. Irene Aegerter; erm. Prof. Dr. Silvio Borner, Volkswirtschaftslehre UNI Basel; erm. Prof. Franz-Karl Reinhart, EPFL; erm. Prof. Dr. Bernd Schips, KOF ETHZ

Wir haben ausgerechnet, dass bei richtiger Dimensionierung eine Versorgung der Schweiz mit 100% erneuerbarer Energie kostengünstig möglich ist.

Quelle: «Kraftwerk Schweiz – Plädoyer für eine Energiewende mit Zukunft»

# Solar, Wind und Biomasse: Jahresverlauf der Energie

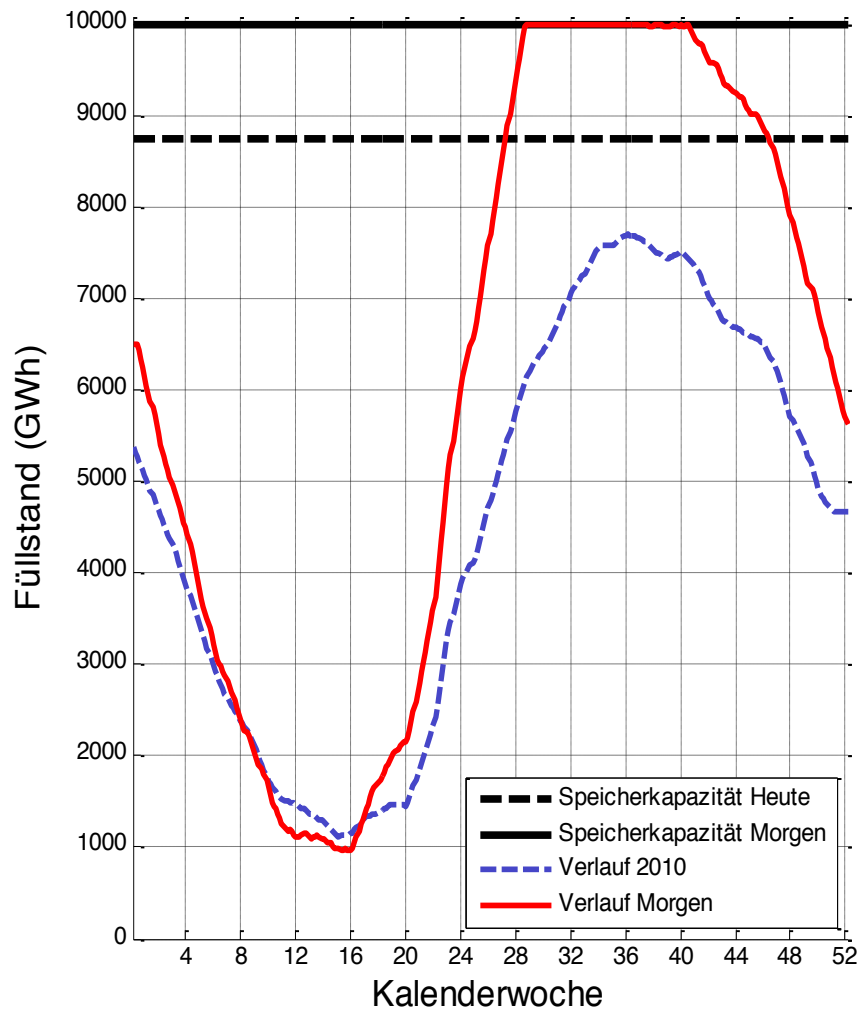


git: heads/master-0-gc8e6897 date 2013-05-03 13:35

# Die Speicherfrage: Füllstand der Speicherseen (Solar, Wind und Biomasse)

Szenario: Erneuerbar-A

Füllstand der Saisonalpeicherseen



KVA:	3.7 TWh
Laufwasser:	16.6 TWh
Speichersee:	19.8 TWh
AKW's:	0.0 TWh
PV:	16.4 TWh
Wind:	7.0 TWh
Biomasse:	5.9 TWh

Total:	69.4 TWh
Nutzenergie:	60.0 TWh
Defizit:	0.3 TWh

Kosten **16.8 Rp. / kWh**  
(billiger als neue AKW)

git: heads/master-0-gc8e6897 date 2013-05-03 13:35



# Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen

1. Wie heizen wir in Zukunft?
2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?
3. Wie viel Strom werden wir benötigen?
4. Wie wird der Strom produziert?
5. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?
- 6. Was kostet das Ganze?**

# Energiekosten Schweiz von 2016 bis 2050 (ohne Steuern und Abgaben)

	<b>WWB</b>
Kosten Inland [Mia CHF]	490
Kosten Ausland [Mia CHF]	1610
Kosten Total [Mia CHF]	2100
Anzahl Beschäftigte [Tausend]	140
CO <sub>2</sub> -Ausstoss (2035) [t]	5.2



**... wir können es finanzieren**

**...das Geld bleibt in der Schweiz**

**... und es macht Spass**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**Vision meets reality.**