

# Chancen nutzen und schlank umsetzen

energie bewegt winterthur, 2. Mai 2017

Prof. Dr. Anton Gunzinger

Unternehmer

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



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

# Design Grundsätze

- Zeithorizont: > 1 Generation (> 25 Jahre)



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

# Es geht um viel Geld...

|                          | <b>WWB</b> |
|--------------------------|------------|
| Kosten Inland [Mia CHF]  | 490        |
| Kosten Ausland [Mia CHF] | 1610       |
| Kosten Total [Mia CHF]   | 2100       |

# **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. Was kostet das Ganze?**

# Energiezukunft Schweiz: Die wichtigen Fragen

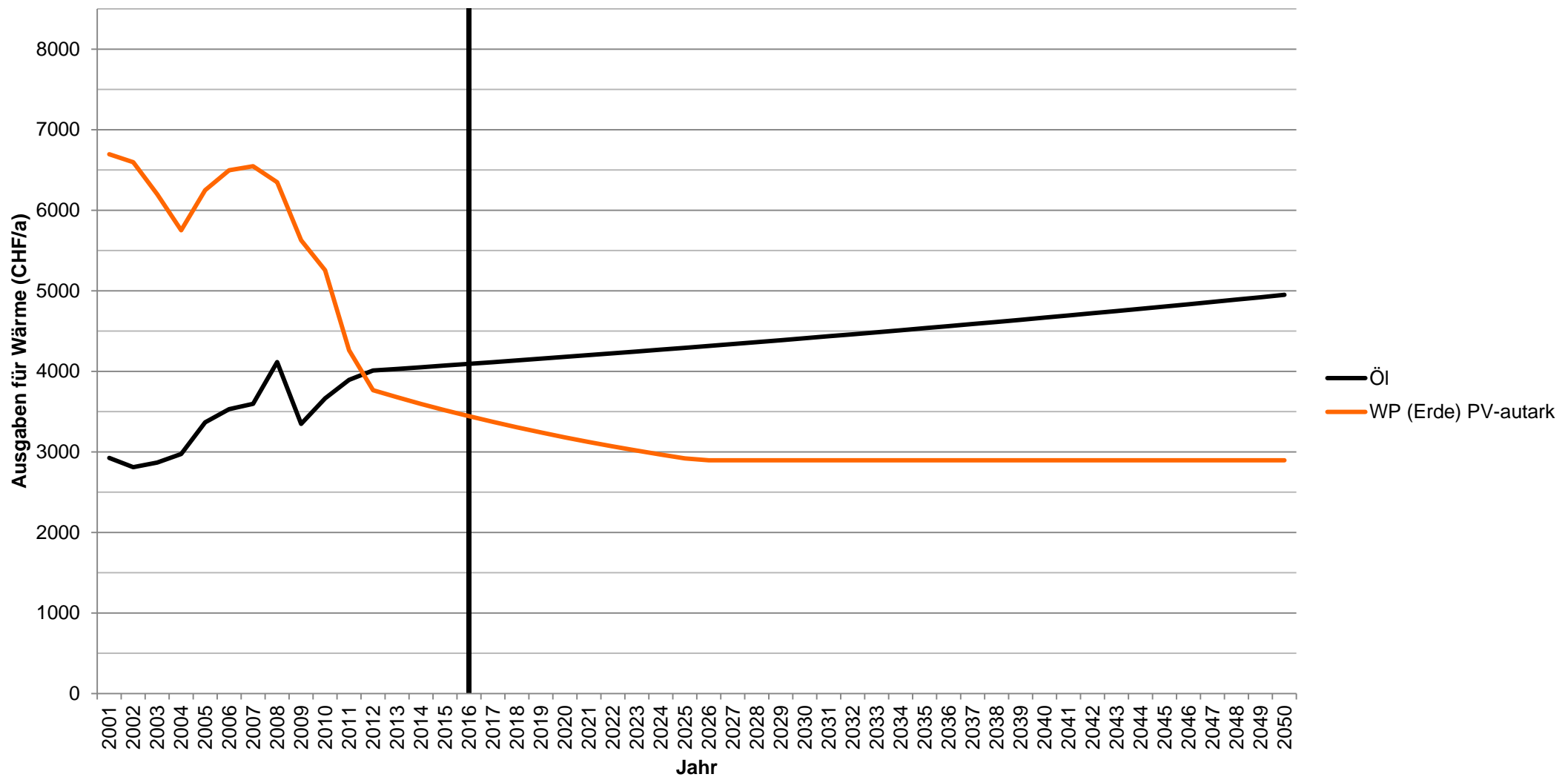
1. **Wie heizen wir in Zukunft?**
2. Wie bewegen wir uns in Zukunft?
3. Wie viel Strom werden wir benötigen?
4. Wie wird der Strom produziert?
5. Was kostet das Ganze?

# Wärme

- Verbesserung der Wärmedämmung von 22 l (1970) auf 3.6 l Öl pro m<sup>2</sup> & Jahr (2010) (Faktor 6)
- Reduktion Energiebedarf dank Wärmepumpe um Faktor 3 – 6
- **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. Was kostet das Ganze?

# Grundlage Mobilität: 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:  
1.4 t  
1.3 Personen

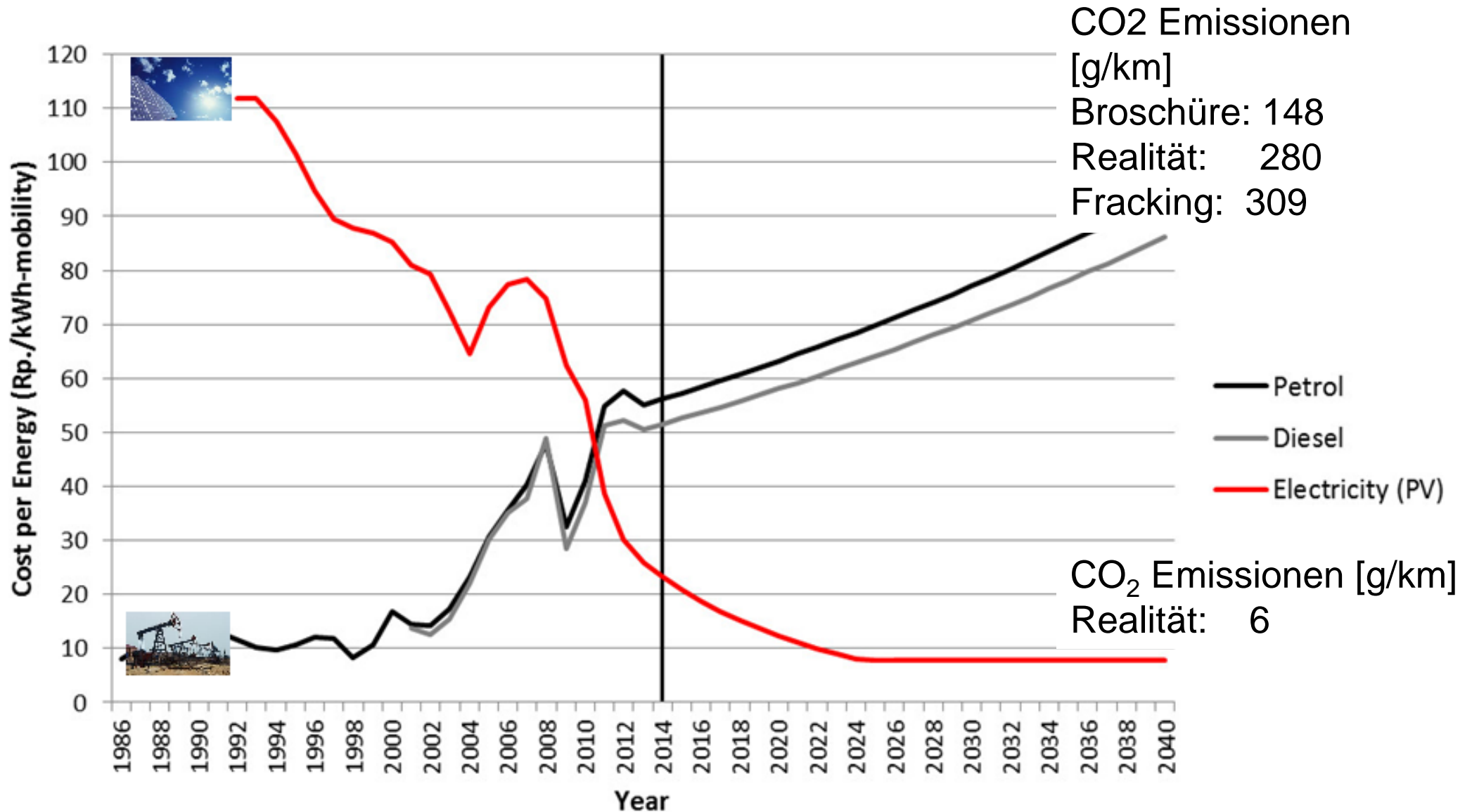
# Mobilität: Verhaltensänderung Suffizienz

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



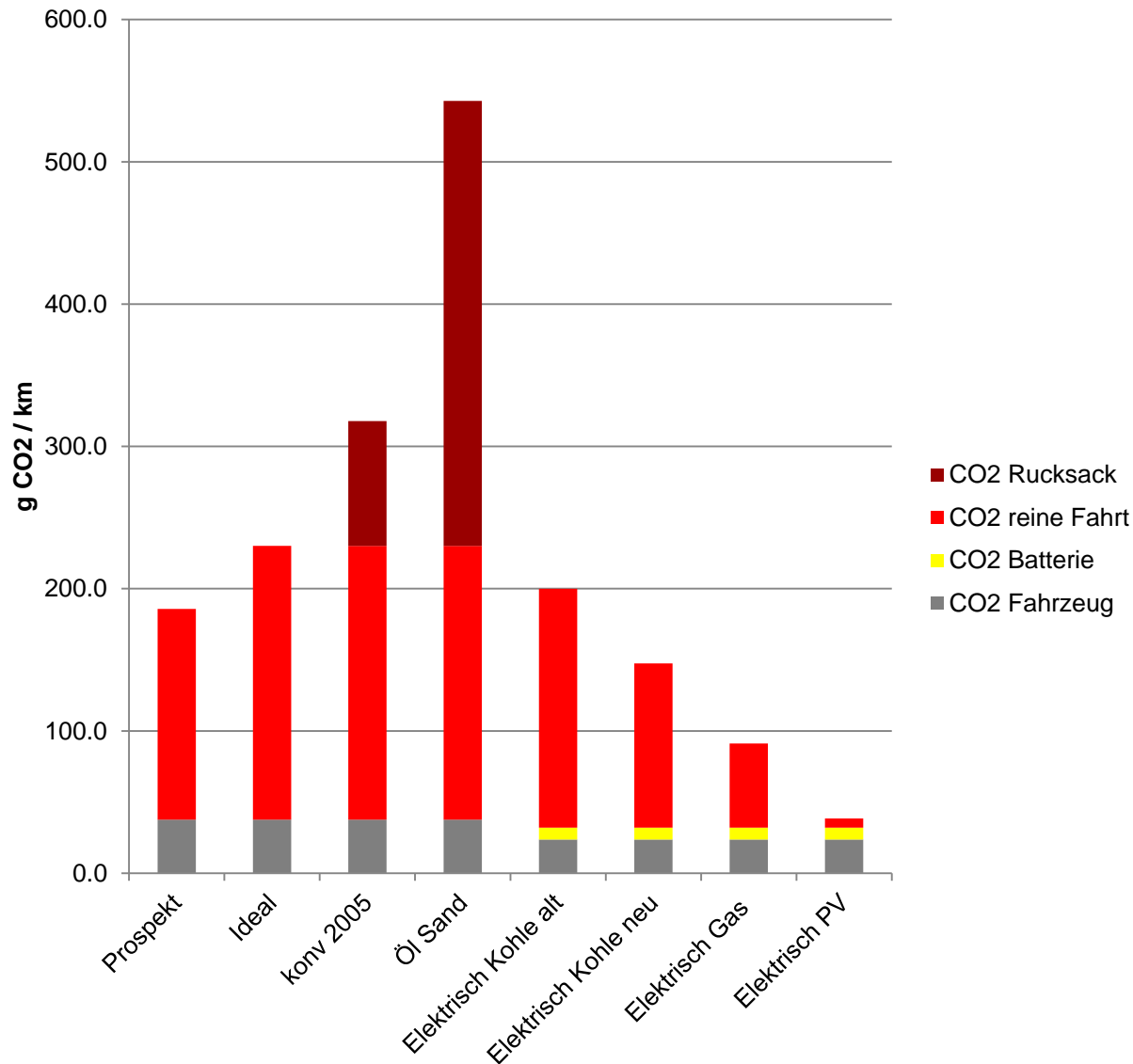
**Totale Einsparung Energie  
Faktor 2 – 4**

# Energie Kosten: Öl versus Elektrisch/Solar



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

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



**Elektrisch fahren  
produziert 10 Mal  
weniger CO<sub>2</sub>.**

# Fahren mit Strom ist hocheffizient



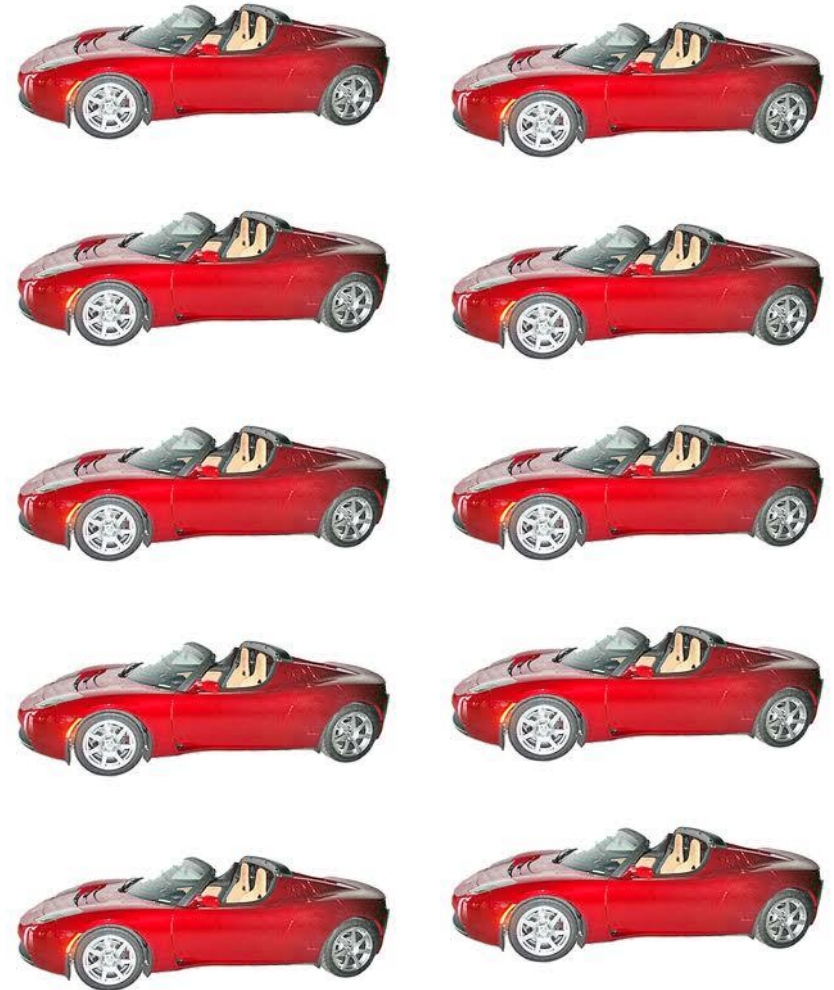
|                |              | Tesla          | Porsche       |
|----------------|--------------|----------------|---------------|
| Typ            |              | Roadster Sport | 911 Carrera S |
| Leistung       | [PS]         | 300            | 350           |
|                | [kW]         | 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.**

# Wo kommt der Strom für die Elektromobilität her?



- 133 m<sup>2</sup>, 21 kWp
- 1100 h Sonne/Jahr
- 23'100 kWh/a
- **Wie viele Elektromobile können damit versorgt werden?**





# Die Batterie, die grosse Herausforderung

- **2012: TESLA Roadster**                      **1000 CHF/kWh**
- **2014: TESLA Modell S**                      **500 CHF/kWh**
- **2017: Renault elektro**                      **200 CHF/kWh**
- **2019:**    **100 CHF/kWh**
  
- **2022: Gunzinger**                              **300 CHF/kWh**

# 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. 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><br>Heute: 8.5 Mio Einwohner; Morgen: 10.0 Mio Einwohner | <b>65</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. Was kostet das Ganze?

# Erneuerbare Energiequellen

## Solar:

- Kosten ursprünglich 60 ct./kWh; heute EU 7 ct./kWh
- **Grenzkosten: 1 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./kWh

## 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 2016:**  
~ 250 TWh (30 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: ~2.5 TWh/a (1% des Welt-BIP)**  
**2.5 TWh/a entspricht der Energie vom Mühleberg / Beznau**
- **Ist: ~0.3 TWh/a**
- **Mit 2.5 TWh/a: in 10 Jahren alle AKWs kompensiert**

# **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/>

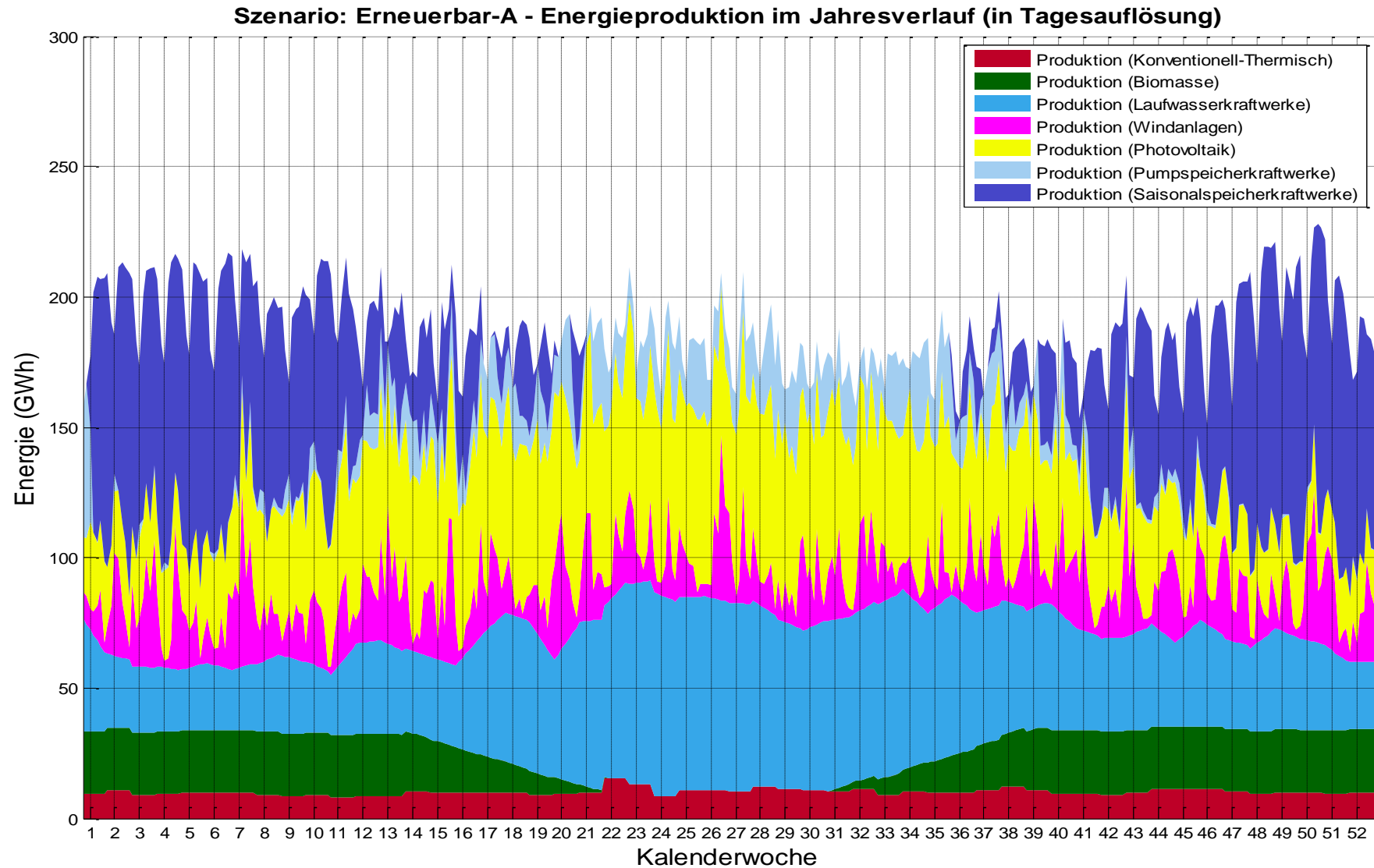
Dr. Irene Aegerter; erm. Prof. Dr. Silvio Borner, Volkswirtschaftslehre UNI Basel; erm. Prof. Franz-Karl Reinhart, EPFL; erm. Prof. Dr. Bernd Schips, KOF ETHZ

**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»**

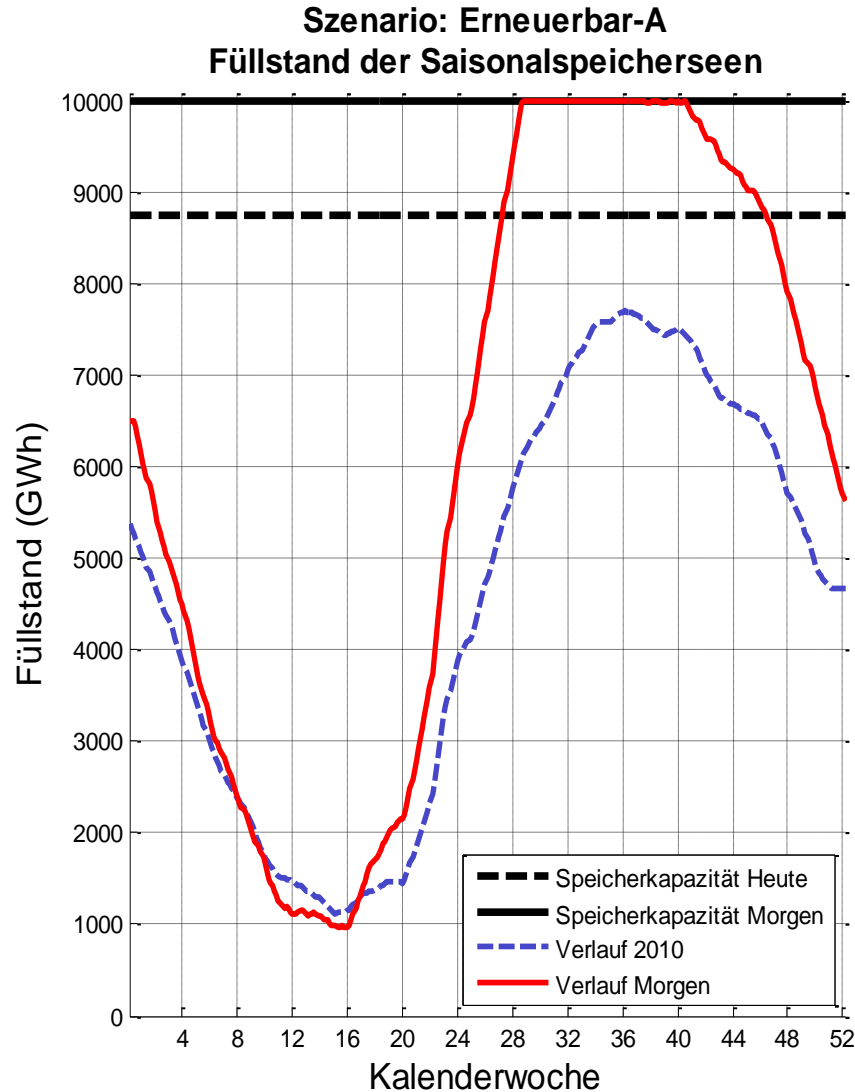


# Solar, Wind und Biomasse: Jahresverlauf der Energie



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

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



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

|              |          |
|--------------|----------|
| KVA:         | 3.7 TWh  |
| Laufwasser:  | 16.6 TWh |
| Speicherseen | 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)

# 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. Was kostet das Ganze?**

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

|                                      | WWB  | ES2050 | Gunzinger |
|--------------------------------------|------|--------|-----------|
| Kosten Inland [Mia CHF]              | 490  | 590    | 690       |
| Kosten Ausland [Mia CHF]             | 1610 | 1350   | 420       |
| Kosten Total [Mia CHF]               | 2100 | 1940   | 1110      |
| Anzahl Beschäftigte [Tausend]        | 140  | 169    | 196       |
| CO <sub>2</sub> -Ausstoss (2035) [t] | 5.2  | 5.1    | 0.9       |

# Politische Massnahmen

1. Faire Kostenrechnung in der Mobilität
2. Ab 2025: Nur noch Elektromobile
3. CO<sub>2</sub> Abgabe auf allen Energien
4. Fossile Heizung wird nur noch erlaubt, wenn sie günstiger als eine erneuerbare Heizung ist
5. Verbot von Elektroheizungen



**... wir können es finanzieren**

**...das Geld bleibt hier**

**... und es macht Spass**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**Vision meets reality.**