

Kraftwerk Schweiz: Plädoyer für eine Energiewende mit Zukunft

Anton Gunzinger

Unternehmer

gunzinger@scs.ch

www.scs.ch

Vision meets reality.

Supercomputing Systems AG
Technopark 1
8005 Zürich

Phone +41 43 456 16 00
Fax +41 43 456 16 10
www.scs.ch


super computing systems

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

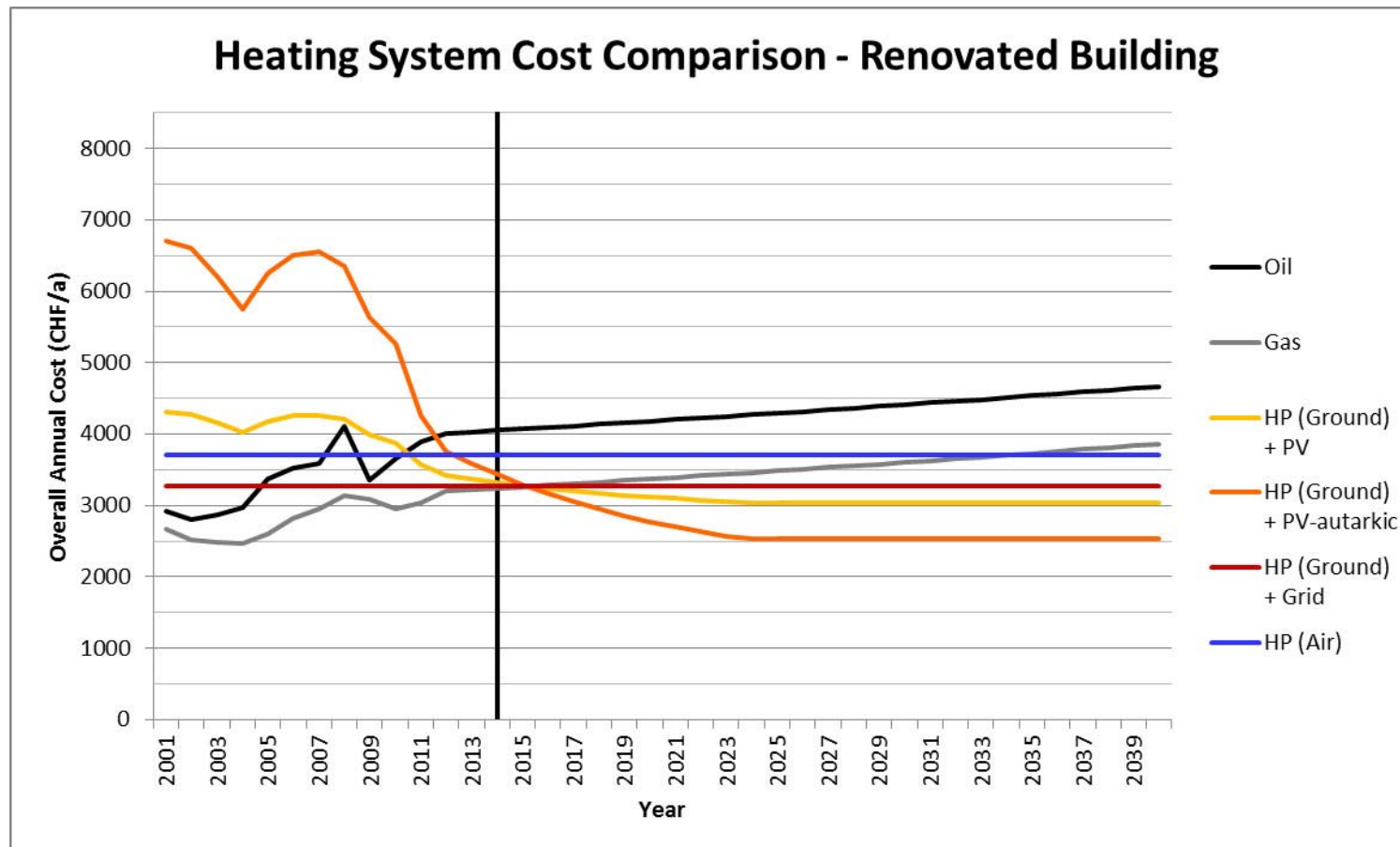


- Bauvorschriften für Isolation
1970: 22 l Öl /m² & Jahr
2010: 3.8 l Öl /m² & Jahr
→ Gewinn: Faktor 4 – 6 zu vergleichbaren Kosten

- Wärmepumpe
→ Gewinn: Faktor 3 – 6

Hier macht die Schweiz gute Arbeit

Heizkosten (Vollkosten) für ein typisches Schweizer Einfamilienhaus



- Heute ist heizen mit Öl am teuersten (und verursacht am meisten CO₂)
- Wärmepumpe & Solar (PV) ist die zukünftige «low cost» Lösung

Wärme

- Verbrauch Wärme heute: 94 TWh/a (Gas und Öl)
- Verbesserung durch Isolation & Wärmepumpe: Faktor 16
- Komplette Sanierung der Schweiz: → 6 TWh/a zusätzlichen Strom
- Noch 78% Renovation
 - Heute: 1.1%/a → 70 Jahre
 - Bund: 2%/a → 35 Jahre
 - Gunzinger: 4%/a → 20 Jahre

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
Kosten pro Jahr: ~ 4.5 Mia CHF (2 Mia CHF Amortisation/ 2.5 Mia CHF Unterhalt)
- Strassennetz:
Kommunale Strassen : ~ 80'000 km; Neuwert: ~ 600 Mia CHF
Kosten pro Jahr: ~ 45 Mia CHF (Unterhalt, eher zu tief)
- Offizielle Strassenrechnung: Kosten Total 8.7 Mia CHF pro Jahr
- **Automobilität müsste 4 – 5 mal teurer sein als heute**
- **Die Schweizer zahlen lieber hohe Steuern als einen fairen Benzinpreis.**
- **Automobilität ist der grösste Flächenverbraucher der Schweiz (1200 km² versus etwa 400 km² für den Rest). Die Strasse ist nur zu 2.7% genutzt.**

Mobilität: Verhaltensänderung in der Vergangenheit



- 1960: ø Fahrzeuggewicht 700 kg
2.4 Personen pro Auto



- 2015: ø Fahrzeuggewicht 1.4t
1.3 Personen pro Auto

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

Mobilität: Verhaltensänderung heute (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 durch Verhaltensänderung und leichtere Fahrzeuge: ~ Faktor 2 – 4**



Energie Kosten: Öl versus Elektrisch/Solar

Well to wheel



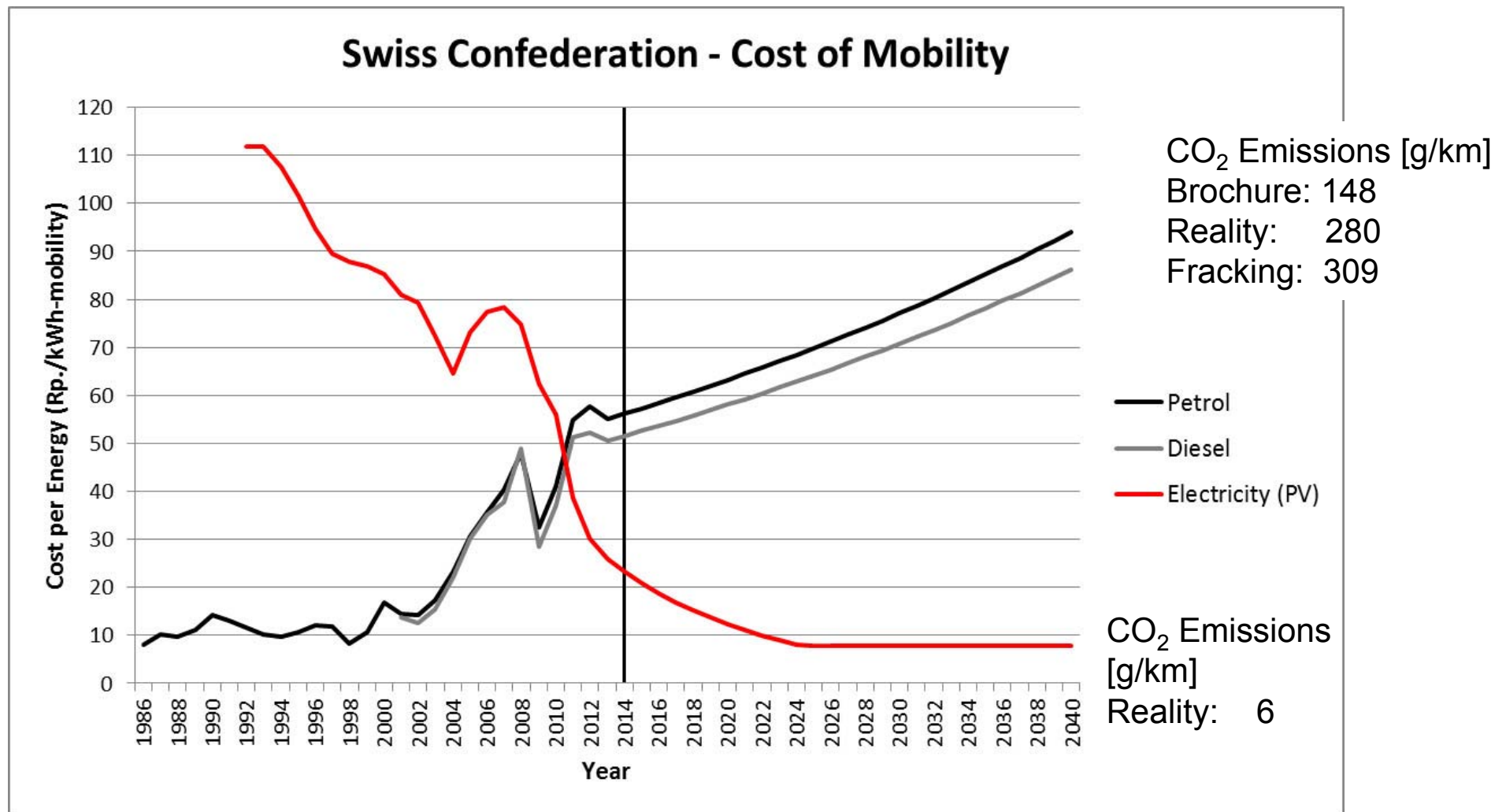
PV System cost (IEA)



SCS

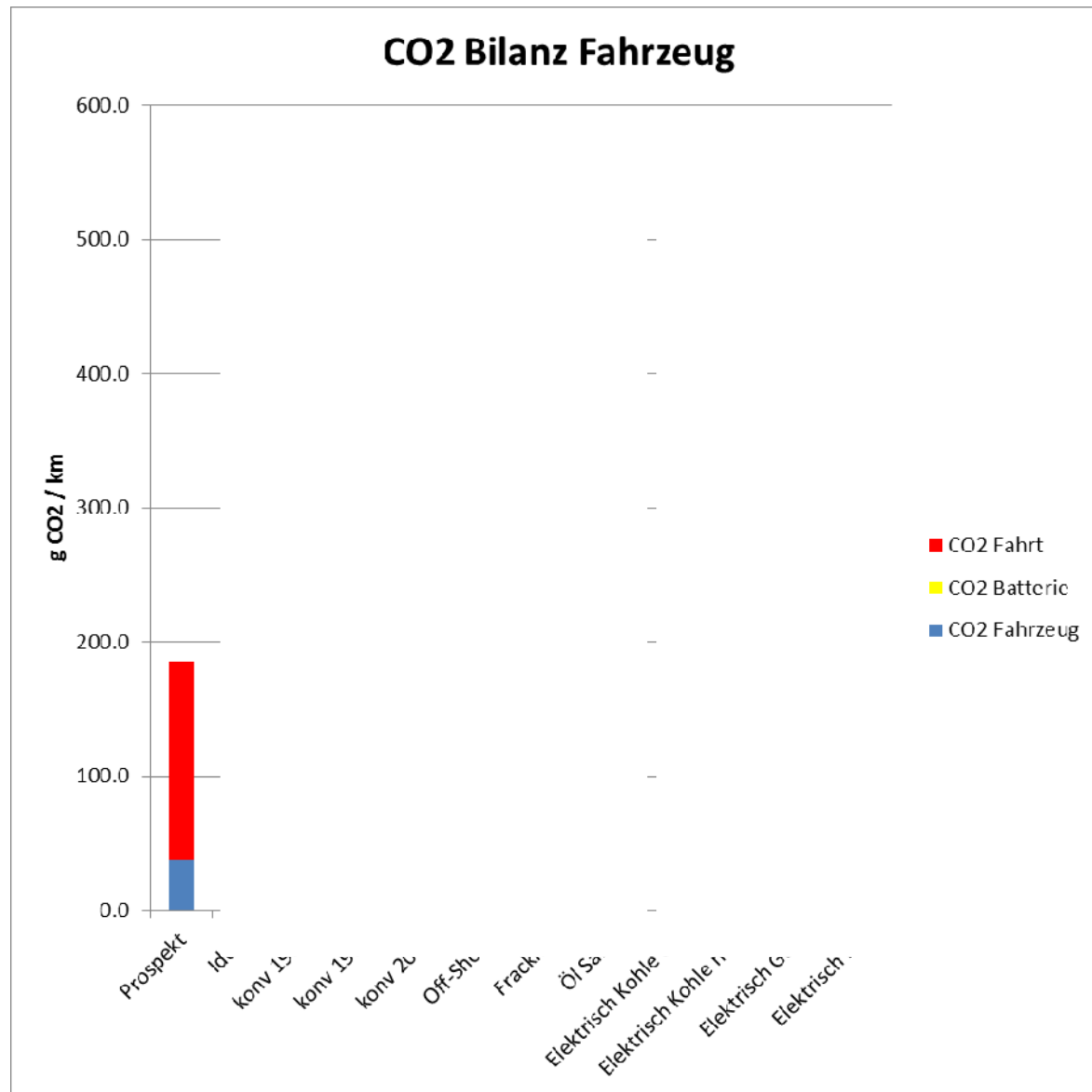
super computing systems

Energie Kosten: Öl versus Elektrisch/Solar



Heute ist fahren mit Strom billiger als mit Öl und produziert
45 mal weniger CO₂

CO₂ Emissionen eines Durchschnittsautos (1400 kg)



Elektrisch fahren
produziert etwa 20 Mal
weniger CO₂.

Mobilität: Heute ist fahren mit Strom billiger als mit Öl



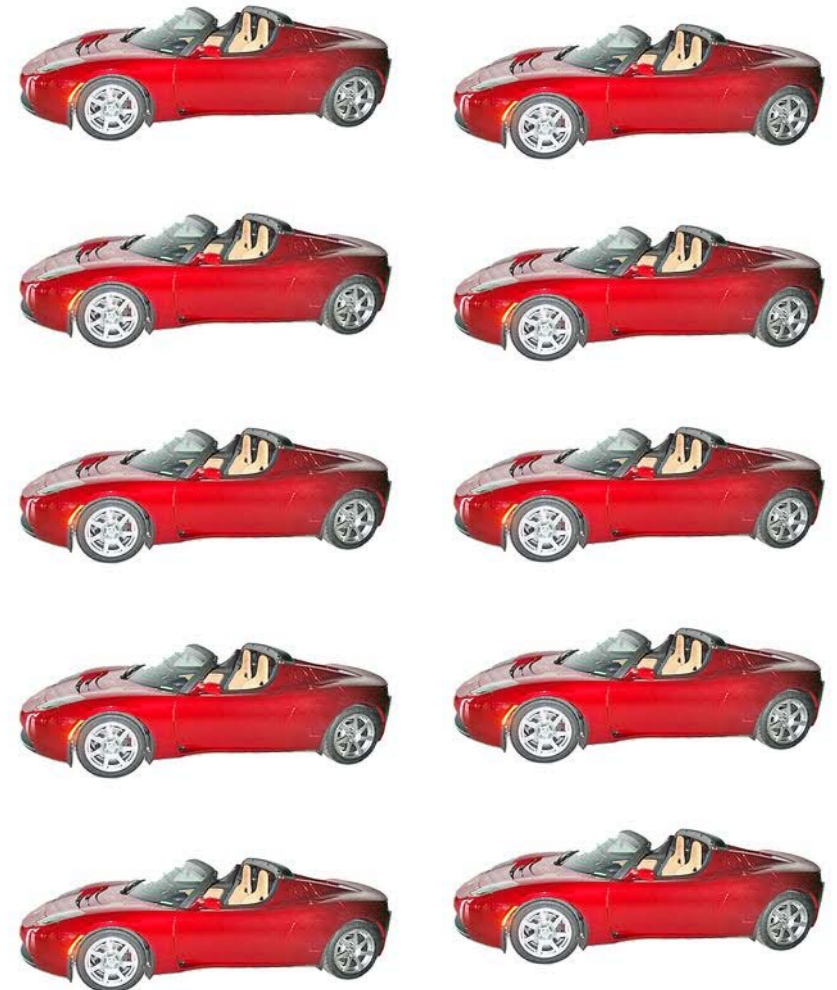
		Tesla	Porsche
Typ		Roadster Sport	911 Carrera S
Leistung	[PS]	300	350
	[kW]	225	260
0 auf 100 km/h	[s]	3.7	4.8
Verbrauch	[kWh/100 km]	14	110
	[l/100km]	1.6	12

Elektrisch Fahren benötigt 6 – 8 mal weniger Energie als Fahren mit Benzinmotor.

Wo kommt der Strom für die Elektromobilität her?



- 133 m², 21 kWp
- 1100h Sonne/ Jahr
- 23'100 kWh/ a
- Wie viele Elektromobile können damit versorgt werden?



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?

Voraussage Verbrauch von elektrischer Energie in der Schweiz 2035

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

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

PV, Wind & Biomasse

- Solarenergie:
 - Kosten ursprünglich 60 ct./kWh;
heute in der EU ~ 1€/Wp → 7 ct./kWh
 - Produktion fluktuierend
 - Potential CH: bis 30GW/ ~ 30 TWh/a
- Windenergie:
 - Kosten: etwa Hälfte Solarenergie
 - Heute 2 – 4 MW/ Windturbine
 - Produktion fluktuierend
 - Potential CH: 5 GW/ ~ 10 TWh/a
- Biomasse
 - Holz (50%); Klärschlamm, Bioabfälle
 - **Achtung: keine speziellen Biopflanzen,
da Eco – Bilanz schlecht**
 - Potential CH: ~ 6 - 10 TWh/a



Kosten der Kernenergie

- Olkiluoto III (Finnland), 1600 MW, Europäischer Druckwasserreaktor (EPR), Bau durch Konsortium Areva (F) und Siemens (D)
- 2005: Kosten 3.0 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2011
- 2008: Kosten 4.5 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2012
- 2009: Kosten 5.5 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2013
- 2011: Kosten 6.6 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2014
- 2012: Kosten 8.5 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2015
- 2015: Kosten 9.0 Mia €, geplante Betriebsaufnahme 2018

- Aktie von Areva: 90% an Wert verloren

Kosten PV versus Kernenergie

Energieproduzent	PV	Kernenergie
Installationskosten pro Leistung	1.1 CHF/Wp ¹⁾	5.8 CHF/W
Installationskosten nuklearforum	13.2 CHF/W	5.8 CHF/W
Herstellkosten Elektrizität	7 Rp/kWh	15 Rp./kWh
Kapitalkosten	85%	47%
Betriebskosten	15%	53%
Grenzkosten	1 Rp/kWh	7.8 Rp/kWh
Lernfaktor	~ 10%/a	~ -4%/a
Thorium, best Case		4.4 Rp./kWh

¹⁾: heutiger Preis in der EU

Glauben: Kernenergie hat Zukunft

- Produktion Strom aus Kernenergie:
Maximum ww 2006 (vor Fukushima)
→ Die Welt steigt aus der Kernenergie aus
- Im Bau: 59 AKW
(China: 21, Russland: 9, Indien: 6, USA: 5, Südkorea: 4, Ver. Arab. Emirate: 4, Pakistan: 2, Weissrussland: 2, Rest der Welt: 6)
→ Zubau 6 – 7 AKW/a;
- Abschaltung: ~ 10-15 AKW/a
- Subventionen Risiko Kernenergie ww: 300 – 400 Mia\$/a
- Zum Vergleich:
Subventionen erneuerbare Energien ww: ~ 140 Mia\$/a

Kosten Endlager

- Rückbau: 5 * 2 Mia 10 Mia CHF
 - Bau Endlager 10 - 15 Mia CHF
 - Betrieb ZWILA: 1000P @300 kCHF * 100J 30 Mia CHF
 - TOTAL **50 Mia CHF**
 - Kassabestand 5 - 6 Mia CHF
-
- Die Kernenergie: grösstes finanzielle Desaster in der Geschichte der Eidgenossenschaft
 - Lösung: «Bad Bank» für die Kernenergie
 - Ohne «Bad Bank»: Stromkonzerne gehen in den Konkurs
 - Am Ende bezahlen die Steuerzahler

Schweiz und Welt

- Zubau erneuerbarer Energie in der Welt
2015: ~ 200 TWh (25 grossen AKWs); Wachstum 30 %/a
- «International geht die Post ab»
- Batterien:
 - Gunzinger: 300 CHF/kWh
 - Heute: 200 CHF/kWh
 - Morgen: 100 CHF/kWh
- CH: 35'000 hängige PV Gesuche
- CH PV 2015: ~ 167 kWh (~2%) pro Einwohner; EU Rang 25 von 27 Ländern
- Zubau erneuerbarer Energie CH soll: ~2 TWh/a (1% des Welt-BIP)
- **Ist: ~0.3 TWh/a**
- Mit 2 TWh/a: in 10 Jahren können alle AKW's kompensiert werden

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.

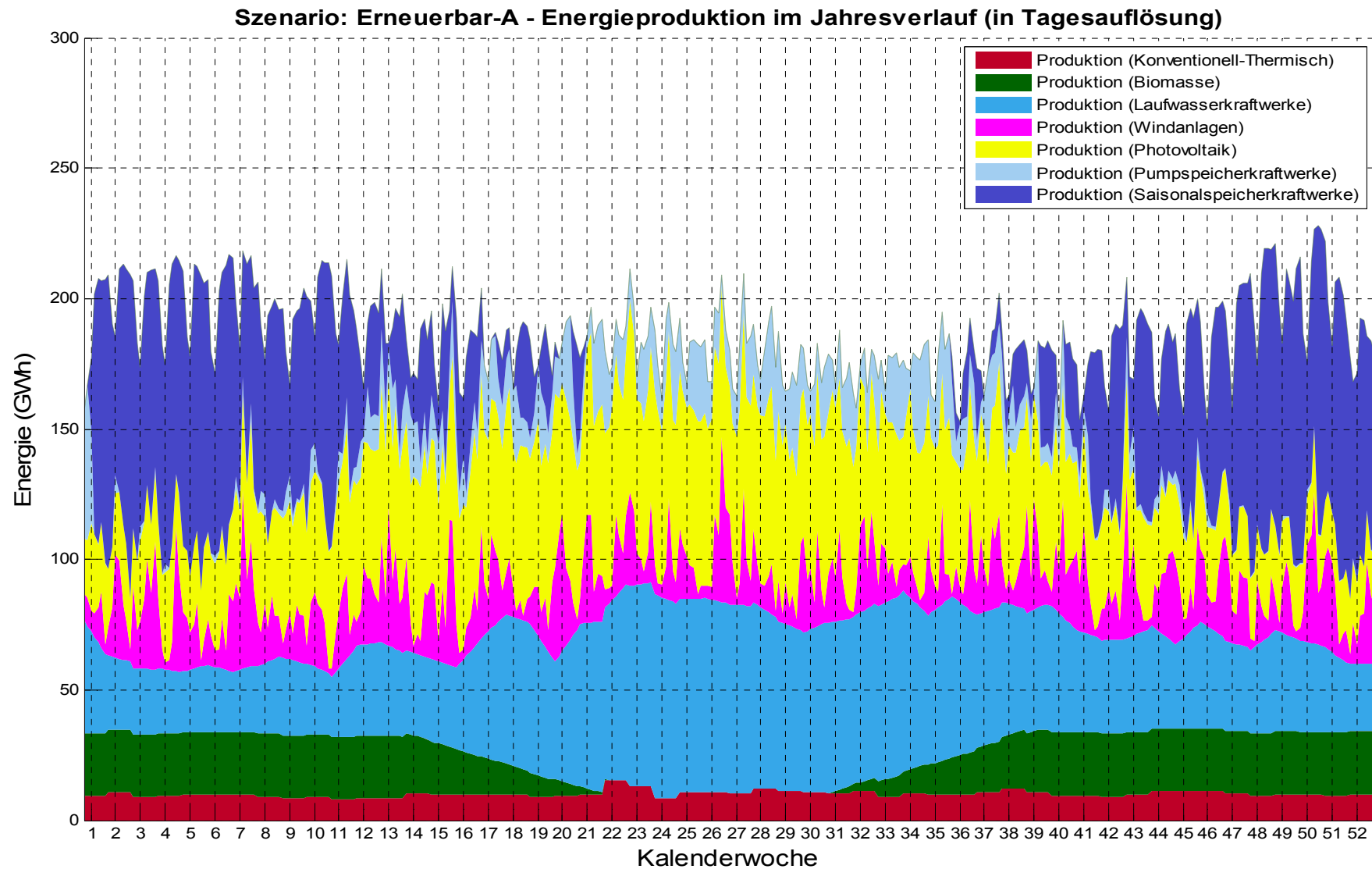
Quelle: <http://kaltduschenmitdoris.ch/>

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.

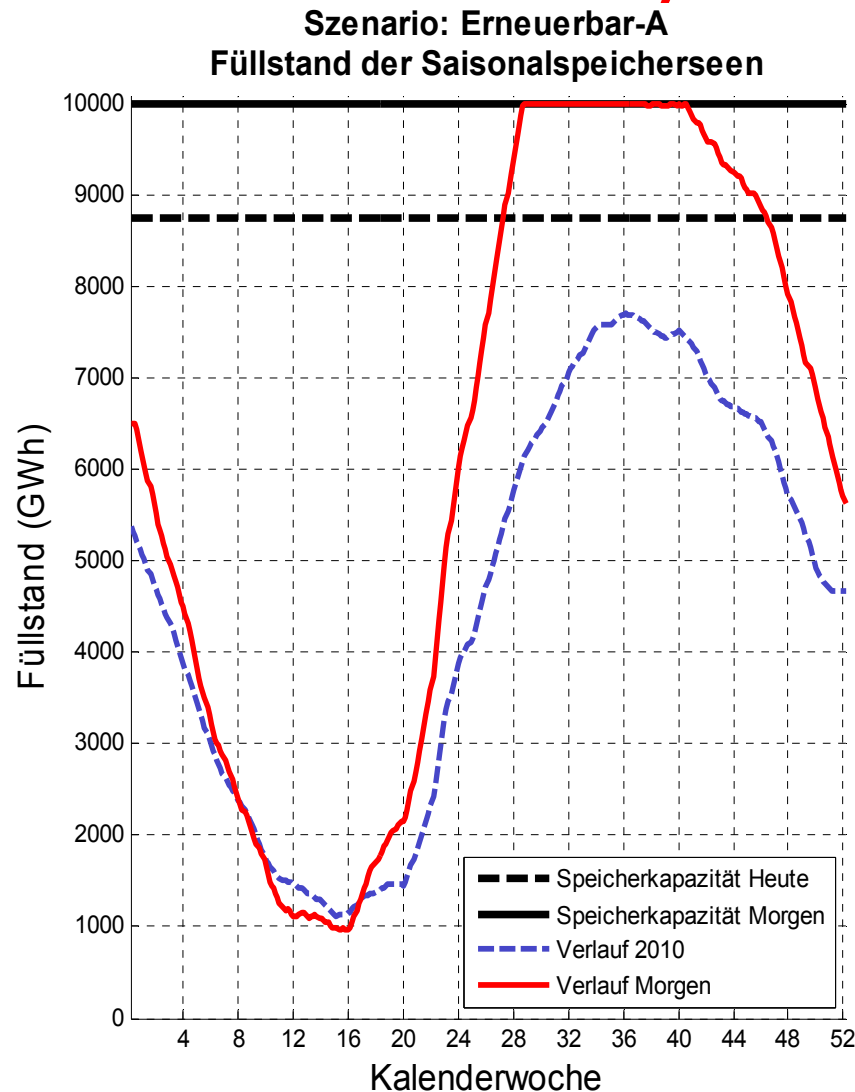
Quelle: «Kraftwerk Schweiz – Plädoyer für eine Energiewende mit Zukunft»

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)



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. Ist 100% erneuerbarer Strom möglich?
6. Was kostet das Ganze?

Energiekosten Schweiz Netto bis 2050 (ohne Steuern und Abgaben)

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

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Vision meets reality.