

## Energiezukunft «Erneuerbare Energien und Energie Effizienz»

Wie gewinnen wir(alle?) beim Umstieg von der Atomenergie zur Stromeffizienz und zu den erneuerbaren Energien?



Thomas Nordmann

TNC Consulting AG  
General Wille-Strasse 59  
CH-8706 Feldmeilen  
www.tnc.ch • nordmann@tnc.ch

## Agenda:

- Was sind die zwei Herausforderungen bei der Energiepolitik?
- Was ist die neue Ausgangslage beim Schweizer Strom?
- Vergleich von zwei Investitionsstrategien  
Plan A → Grosskraftwerke • Plan B → Stromeffizienz & erneuerbare Energien
- Warum spielt der Photovoltaikstrom eine Schlüsselrolle?
- Plan B: Welches sind die Auswirkungen auf Stromproduktion, -einsparung, Investition, Wirtschaftlichkeit und Beschäftigung?
- Was leistet die kostendeckende Einspeisevergütung KEV?
- Wie finanzieren wir den Umstieg?
- Sieben Thesen

TNC steht für: Solarstrom und Gebäudeeffizienz  
Das sind seit 26 Jahren unsere Themen

→ Entwickeln und umsetzen


- 1989 erste Photovoltaikanlage auf einer Autobahn-Schallschutzwand (BFE P&D)
- 1996 Konzeption der weltweit ersten Solarstrombörse für ewz, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
- Einsatz der Bifacial-Technologie (zweiseitige Solarzellen) als Schallschutzwand entlang Strasse & Schiene
- Prozessentwicklung und Umsetzung I. Nationales Gebäude-Sanierungsprogramm Energie Schweiz 1997/1999

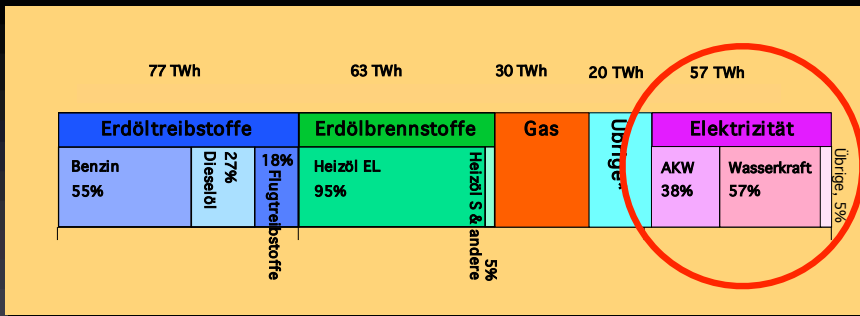
TNC steht für: Solarstrom und Gebäudeeffizienz  
Das sind seit 26 Jahren unsere Themen

→ Planen

- Wir planen Photovoltaikanlagen auf bereits genutzten Flächen wie Dächern, Schallschutzanlagen entlang von Autobahnen und Bahnstrecken.
- Wir führen internationale Ausschreibungen durch und überwachen das Zeit-, Kosten- und Qualitätsmanagement.
- Wir entwickeln Projekte von der Machbarkeitsstudie über die Planung, Ausschreibung und Bauleitung bis hin zur Messung der Wirksamkeit.

# Endenergie-Verbrauch und Kosten 2005/08

 250 TWh



CO<sub>2</sub> Anteil Gebäude

CO<sub>2</sub> Problem

AKW Problem

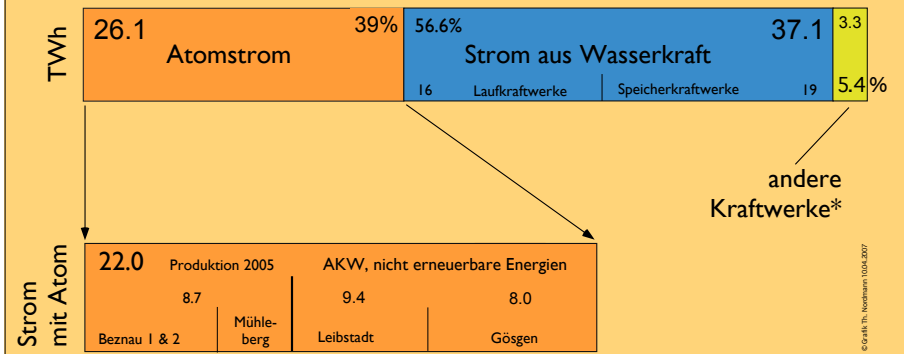
**TNC** Advanced Energy Concepts

\* Holz, Kohle, Abfall, Fernwärme & erneuerbare Energien

© Th. Nordmann • TNC 2011

# Strom Produktion Schweiz 2009

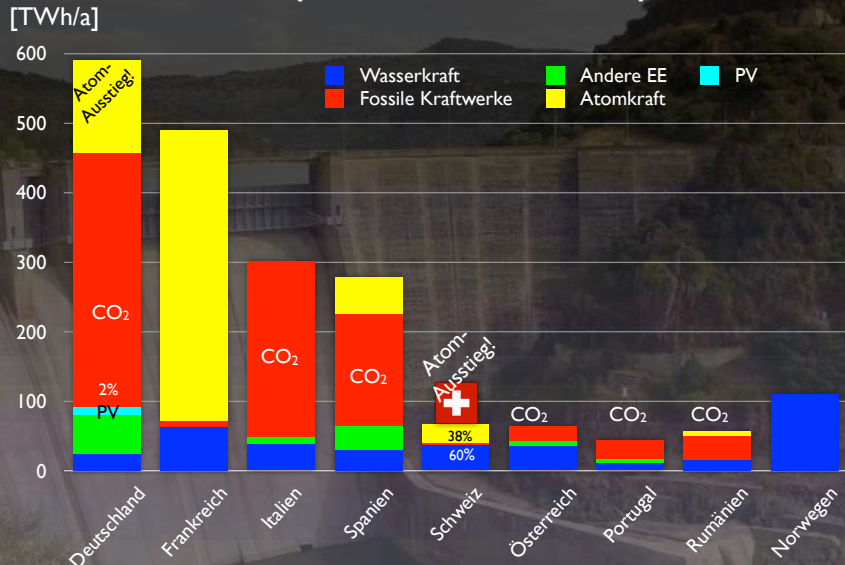
Total 66.5 TWh 2009



\* davon 1.5 TWh KVA und 1.0 TWh neue Erneuerbare

© Grafik Th. Nordmann 10.04.2007

# Stromproduktion in Europa

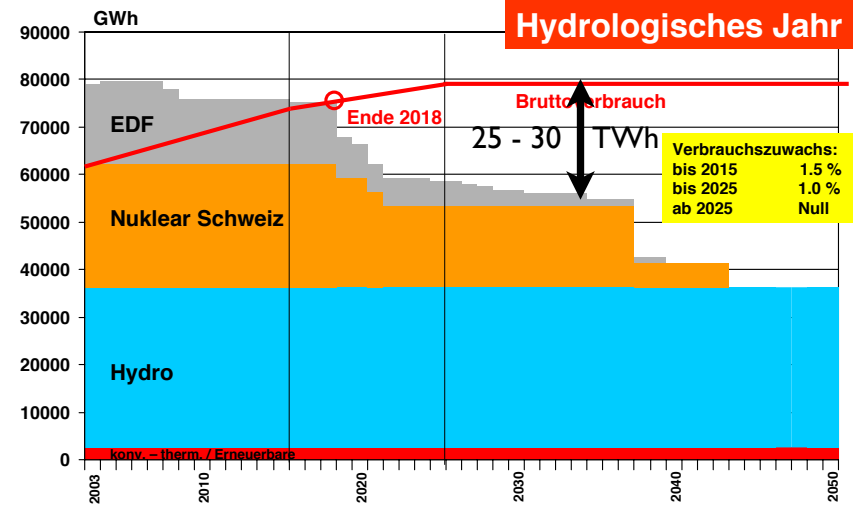


**TNC** Advanced Energy Concepts

Quelle: UCTE Statistik 2007/2009/IEA 2007/2010

© Th. Nordmann • TNC 2011

# Energiebilanz Schweiz: Verbrauchszuwachs 1.5 / 1.0 %



Bruttoverbrauch 25 - 30 TWh

Verbrauchszuwachs:  
bis 2015 1.5 %  
bis 2025 1.0 %  
ab 2025 Null

SVA-Informationstagung 2003  
Kursaal Bern 17.2.2003 Teil 3

**aspo**

## Absehbare Stromversorgungslücke bis ins Jahr 2035



Mehrverbrauch bis 2035 (+0,5% jährlich)	15 Mrd. kWh
Ersatz für wegfallenden Importstrom	4 Mrd. kWh
Ersatz für Beznau und Mühleberg	9 Mrd. kWh
<b>Stromlücke insgesamt bis 2035 (Bandbreite)</b>	<b>25 – 30 Mrd. kWh</b>

Quelle: Swisselectric, 2007

Die zu erwartende Lücke entspricht fast der Hälfte der heutigen Stromproduktion in der Schweiz

1 Mrd. kWh = 1 TWh

9

## Lösungsvorschlag der Stromverbundunternehmen



Investitionen bis 2035 in:	Volumen in Schweizer Franken	Produktionszuwachs
Erneuerbare Energien inkl. Wasserkraft	8 – 10 Mrd.	5 Mrd. kWh
2 bis 3 Kernkraftwerke	10 – 12 Mrd.	20 Mrd. kWh
bis 5 Gaskombikraftwerke	2 Mrd.	3 Mrd. kWh*
Netzausbauten	2 – 3 Mrd.	—
3 Pumpspeicherkraftwerke	3 Mrd.	Füllen der Leistungslücke bei Nachfragespitzen
<b>Total</b>	<b>25 – 30 Mrd.</b>	<b>25 – 30 Mrd. kWh</b>

\* Stand 2035 mit Gaskombikraftwerken als Lieferanten von Spitzenenergie (während der Übergangszeit: 10 Mrd. kWh jährlich)

Quelle: Swisselectric, 2007

**Der «nicht Ausstieg» kostet uns bis 2035 also min. 30 Mia. CHF!**

10

**GREENPEACE** **pro natura** **WWF** **SCHWEIZERISCHE ENERGIE-STIFTUNG FONDATION SUISSE DE L'ENERGIE**

**PK vom 7. Juni 2010 in Bern**

**STROMEFFIZIENZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN – WIRTSCHAFTLICHE ALTERNATIVE ZU GROSSKRAFTWERKEN**

Schlussbericht  
Zürich, 7. Mai 2010

**TNC**

**277 Tage vor Fukushima!**

**infrast**

**TNC**  
The Energy Trust AG  
BETHULLENSTRASSE  
1 - CH-8400 SOLOTHURN  
T +41 78 844 00 77  
F +41 78 844 00 76  
www.tnc.ch

**INFRAS**  
RINDSTRASSE 23  
8005 ZÜRICH  
CH-8005 ZÜRICH  
T +41 43 200 90 00  
F +41 43 200 90 00  
info@infras.ch  
www.infras.ch

**INFRAS**  
MILCHSTRASSE 40  
CH-2007 NENN  
www.infras.ch

11

## Plan A Investitionsstrategie zentral 44 Mrd. CHF

**30 Mrd. CHF**

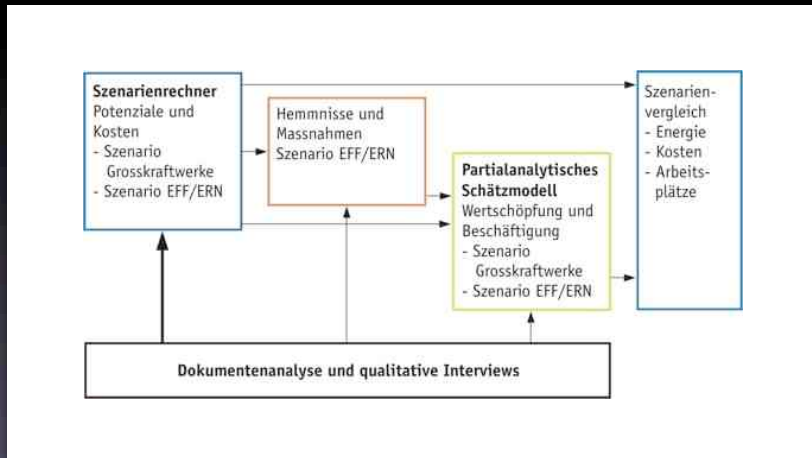
Investitionen bis 2035 in	Volumen in CHF
Erneuerbare Energien (v.a. Kleinwasserkraftwerke und Biomasseanlagen)	11 Mia. CHF
<del>2 Kernkraftwerke (à 1'600 MW)</del>	<del>27 Mia. CHF</del>
1 Gaskombikraftwerk (400 MW)	1 Mia. CHF
Netzausbauten	2 Mia. CHF
3 Pumpspeicherkraftwerke	3 Mia. CHF
<b>Total</b>	<b>44 Mia. CHF</b>

**TNC** Advanced Energy Concepts

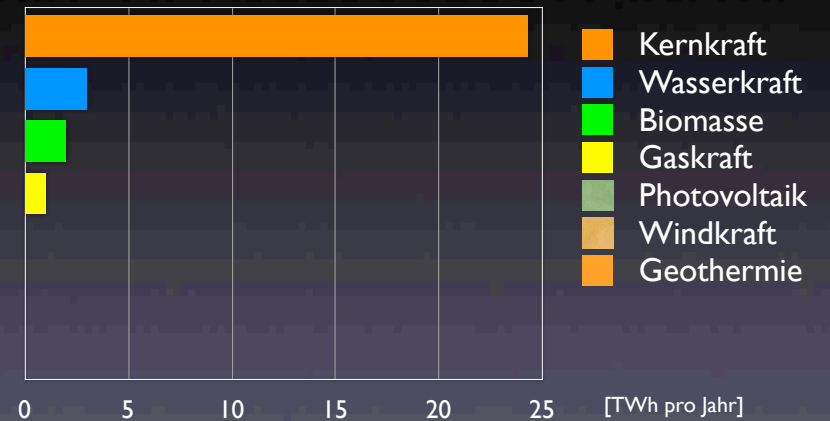
© Th. Nordmann • TNC 2011

12

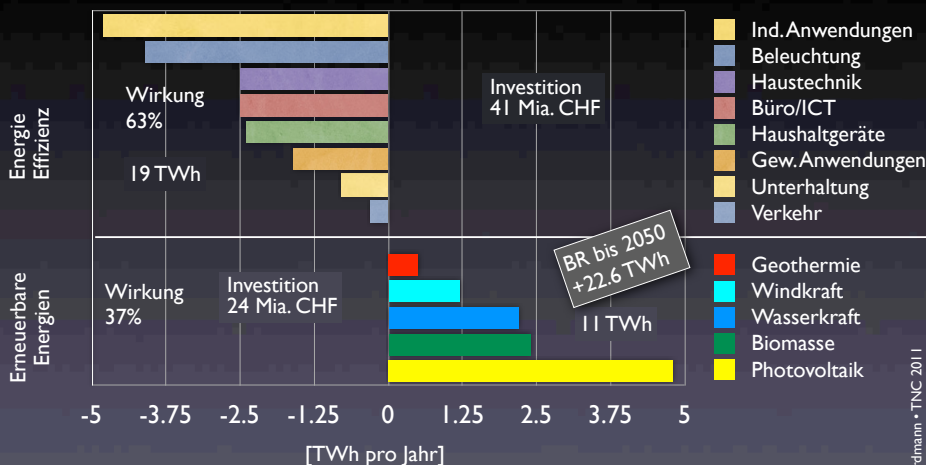
# Plan B: Vorgehensweise und Methodik



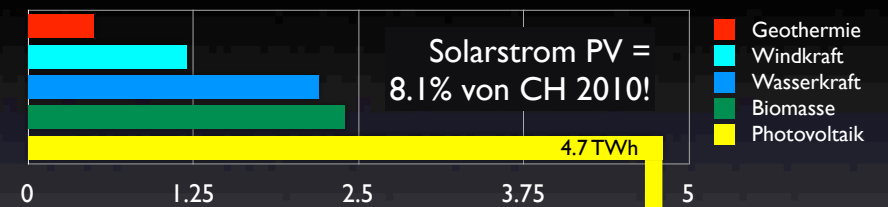
# Investitionsstrategie Plan A : Total zusätzlich erzeugte Energie 2035 = 30 TWh



# Investitionsstrategie Plan B dezentral: Total zusätzlich eingesparte oder erzeugte Energie 2035 = 30 TWh



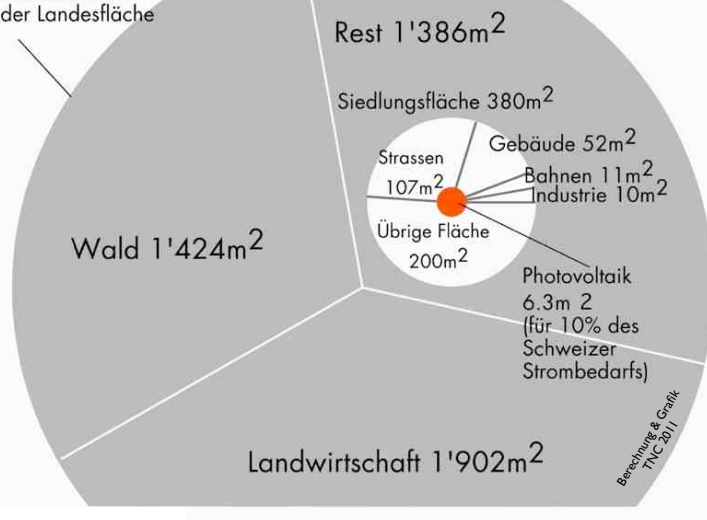
# Was bedeuten zusätzlich 4.7 TWh erzeugte Photovoltaik 2035 für die Schweiz? 100% = 58 TWh



- benötigt 4.7 TWh<sub>p</sub> PV bei → 1'000 kWh/kW<sub>p</sub>)
  - CH 2035 626 Watt/Kopf = 4.5 m<sup>2</sup>
  - CH 2010 12.6 Watt/Kopf = 0.13 m<sup>2</sup> (cum. 100 MW<sub>p</sub>)
  - D 2010 212 Watt/Kopf = 1.4 m<sup>2</sup> (cum. 17.3 GW<sub>p</sub>)
  - Bayern 2010 510 Watt/Kopf = 3.4 m<sup>2</sup> (cum. 6.38 GW<sub>p</sub>)
- Zum Vergleich die ist Werte aus Deutschland per 12/2010

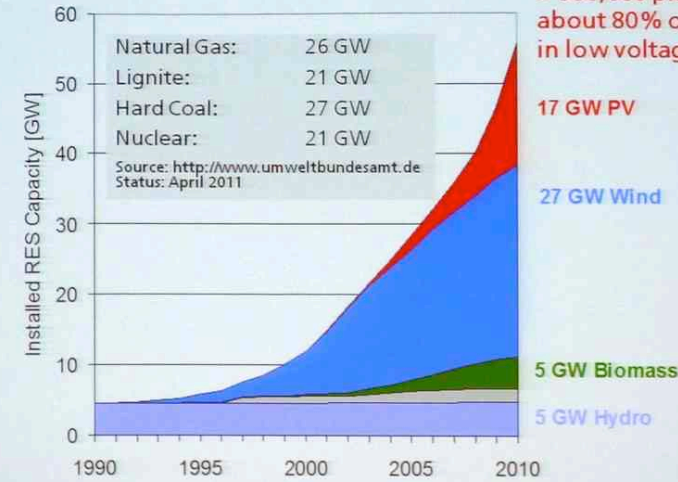
## "Frisst die Sonnenenergie Land?"

Anteil pro Einwohner der Schweiz an der Landesfläche  
4'712m<sup>2</sup>



17

## Increase of Renewable Energy Sources in Germany 1990 - 2010



June 2011:  
> 900,000 plants  
about 80% of the capacity  
in low voltage grids

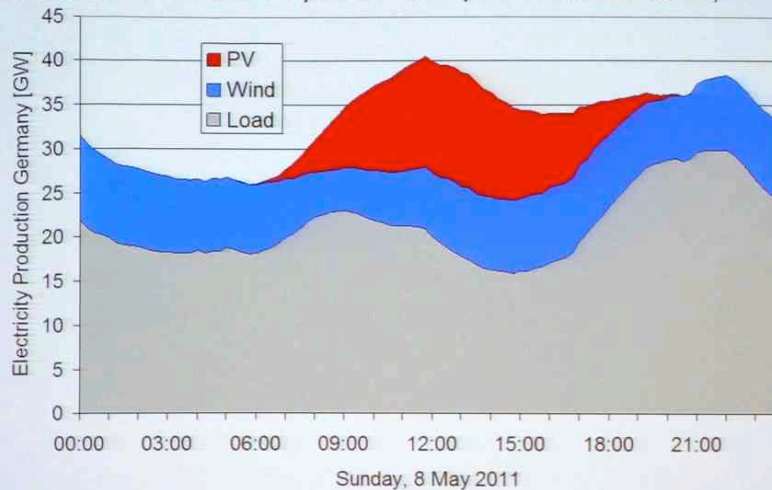
Data Source: BMU, March 2011

Prof. Dr.-Ing. Martin Braun  
„In the Distribution Grid Ready to Accept Large-Scale Photovoltaic Deployment?“  
20th EU PVSEC, Hamburg, 8 September 2011  
Keynote in Plenary Session SDR.3 "PV Systems"  
© Fraunhofer ISE

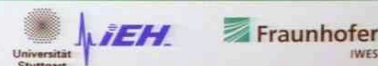


18

## Contribution of PV on 8 May 2011 in Germany (Estimation: 13 GW PV, PV: >30%, PV+Wind: >50%)



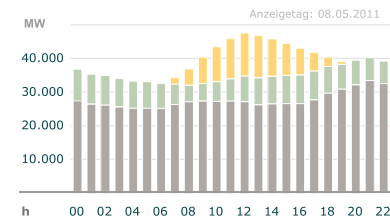
Prof. Dr.-Ing. Martin Braun  
„In the Distribution Grid Ready to Accept Large-Scale Photovoltaic Deployment?“  
20th EU PVSEC, Hamburg, 8 September 2011  
Keynote in Plenary Session SDR.3 "PV Systems"  
© Fraunhofer ISE



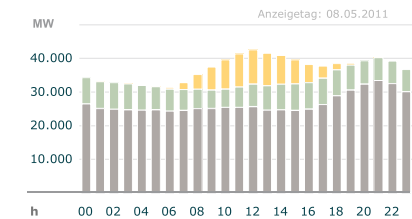
19

## Stromproduktion: Sonntag, den 08.05.2011

### Tatsächliche Produktion



### Geplante Produktion



Legende: ■ Konventionell ■ Wind ■ Solar

- Produktion von Solarstrom lässt sich sehr gut vorhersagen
- Solarstrom ist hochwertiger Spitzenlaststrom
- Solarleistung bis zu 13,5 GW

Grafik: Leipziger Strombörse EEX, <http://www.transparency.eex.com/de/>

© Fraunhofer ISE

20



20

# Investitionsstrategie dezentral 65 Mrd. CHF

## Stromeffizienz – Ausnutzung der Potenziale in den Bereichen (41 Mia. CHF)

Beleuchtung, Haushaltgeräte, Haustechnik, Unterhaltungselektronik, Büro-/Kommunikationstechnik, Gewerbliche Anwendungen, Industrielle Anwendungen, Verkehr

## Erneuerbare Energien – Ausnutzung der Potenziale in den Bereichen (24 Mia. CHF)

Photovoltaik, Wasserkraft, Biomasse, Windenergie, tiefe Geothermie

# Vergleich energetische Wirkung und Wirtschaftlichkeit (2035)

	Szenario Grosskraftwerke (Zentral)	Szenario Stromeffizienz und Erneuerbare (Dezentral)
Zusätzliche Stromproduktion und Stromeinsparungen im Jahr 2035	30 TWh	30 TWh
Über den Zeitraum 2006 bis 2035 kumulierte Stromproduktion und Stromeinsparung	374 TWh	414 TWh
Investitionen (exkl. Netzausbau und Pumpspeicherkraftwerke)	39 Mia. CHF	65 Mia. CHF
Nettobarwert (Wirtschaftlichkeit) (exkl. Netzausbau und Pumpspeicherkraftwerke)	-9.0 Mia. CHF	2.8 Mia. CHF

# Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

	Szenario Grosskraftwerke	Szenario Stromeffizienz und erneuerbare Energien
Kumulierte Bruttowertschöpfungseffekte über die Zeitperiode 2006 bis 2035	11.0 Mia. CHF	20.2 Mia. CHF
Kumulierte Beschäftigungseffekte über die Zeitperiode 2006 bis 2035 (in Personenjahren)	100'000	160'000
Durchschnittlicher Beschäftigungseffekt pro Jahr (Vollzeitäquivalente pro Jahr)	3'300	5'300

# Risiken und Herausforderungen

~~Plan A (AKW (Zentral))~~

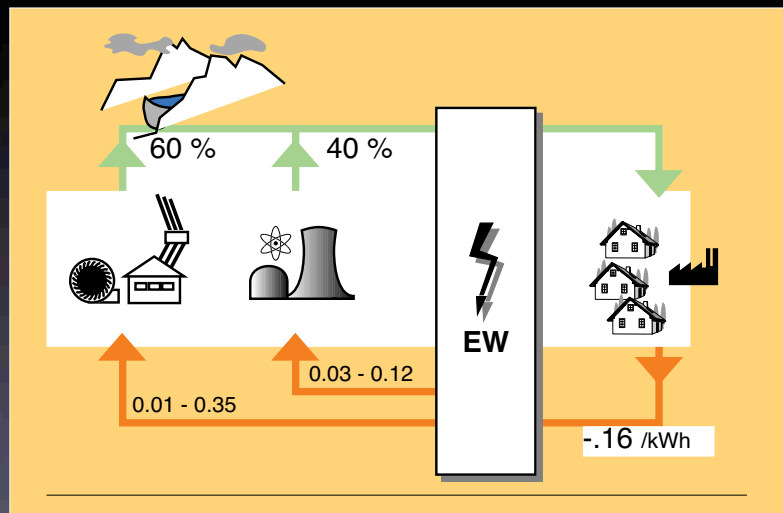
- Finanzielle Risiken
- Politische Risiken
- Risiken für Mensch und Umwelt durch Betrieb
- Entsorgung der radioaktiven Abfälle ungelöst
- Proliferationsrisiko

BR, TNC, SR ✓

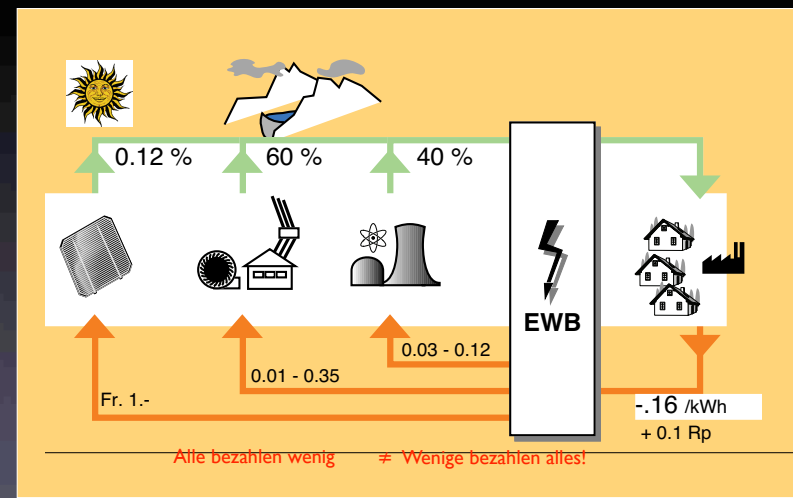
**Plan B (Erneuerbare und Effizienz)**

- Unternehmerischer, gesellschaftlicher und politischer Wille
- Vorfinanzierung, Kooperation mit dem Finanzsektor
- Übergang vom EEG zum ökonomischen Selbstläufer
- Technische und ökonomische Fortschritte bei den Erneuerbaren

## Schweizer Mischpreis für Elektrizität bis 2008



## KEV für PV in Burgdorf ab 1992 in Deutschland ab 2000 und in der Schweiz 2008!



## Was ist der Unterschied zwischen einer Solarstrombörse und der kostendeckenden Vergütung?

- **Solarstrombörse:** Solarstromproduktionskosten ca. 50 – 70 Rp./kWh werden durch freiwillige Abonnenten im Versorgungsgebiet ohne eigenes Solardach übernommen  
→ wenige bezahlen alles!
- **Kostendeckende Vergütung KEV:** Die Mehrkosten werden durch alle Schweizer Stromkonsumenten solidarisch mitfinanziert
- Das Parlament hat eine maximale Belastung des Stroms um plus 0.6 Rp./kWh zugelassen = 320 Mio. SFr. jährlich ab 2011 0.9 Rp./kWh
- Pro Familie bedeutet dies eine monatliche Mehrbelastung von 2.50 SFr. (5'000 kWh/a Stromverbrauch)  
→ alle bezahlen wenig!

## Was leistet die kostendeckende Einspeisevergütung KEV? (Oktober 2011)

KEV bewilligt oder gebaut 4.7 TWh  
Warteliste 3.7 TWh

[TWh]		AKW, nicht erneuerbare Energien	
22.0	Produktion 2005	5.8	7.5
4.7	3.7 Warteliste		
8.7			
Beznau I & 2	Mühleberg	Leibstadt	Gösgen

- Bei der KEV beträgt die zulässige Mehrbelastung der Schweizer Haushalte beim maximalen Zuschlag von 0.9 Rp./kWh (bei 5'000 kWh/a) CHF 3.75/ Monat!  
1.6 Rp./kWh  
SFr. 3.75/ Monat!
- Ist das genug für eine nachhaltige Stromversorgung?



## Aktueller Stand der KEV

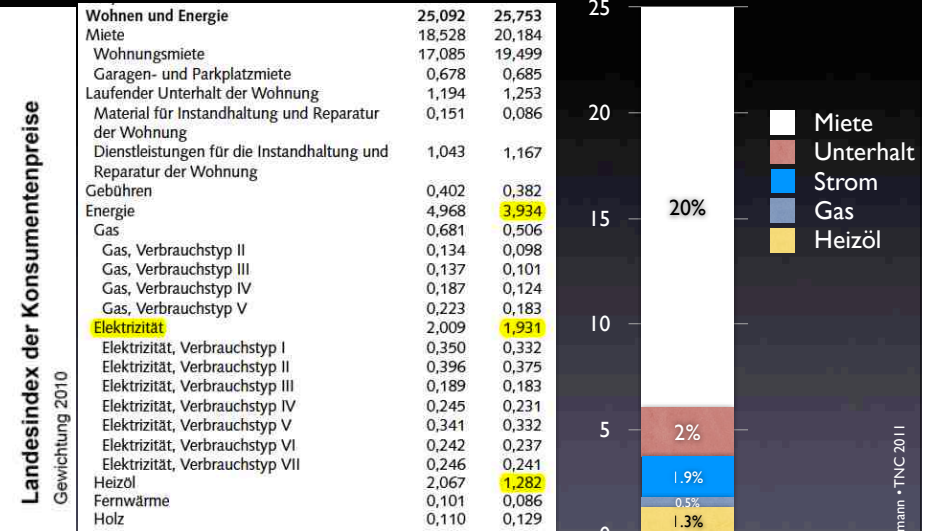
- Anlagen in **Betrieb** oder mit **positivem Bescheid**: 4655 Projekte (4.7 TWh)
- Aktuell auf der **Warteliste**: >13'000 Projekte (3.7 TWh).
- Um die Warteliste **vollständig abzubauen**, müssten ca. **830 Mio. CHF** pro Jahr aufgewendet werden (entspricht einem Zuschlag von ca. **1.6 Rp./kWh**). Damit würden rund **8.3 TWh** an Produktion aus neuen erneuerbaren Energien zugebaut.

FWS-Tagung vom 26.10.2011 in Bern: „Woher kommt heute und in Zukunft der Strom?“  
Dr. Frank Rutschmann

5

29

## Was sind die Kosten von unserm Strom?



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2011

30

## Ihr Strompreis in der Gemeinde Kloten

Quelle: Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom  
Netzbetreiber: Industrielle Betriebe Kloten AG

4'500 kWh/Jahr: 5-Zimmerwohnung mit Elektroherd und Tumbler (ohne Elektroboiler)

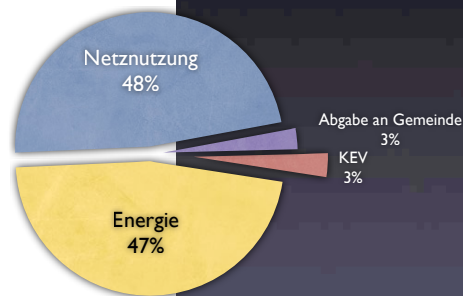
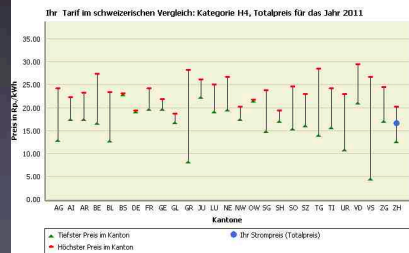
Gemeinde: Kloten		Welche Tarife möchten Sie vergleichen?	
Netzbetreiber:	Industrielle Betriebe Kloten AG	Verbrauchskategorie:	H4 <input type="checkbox"/> Hilfe
Netznutzung:	2011 +4.20%	Tarife des Jahres:	2011 <input type="checkbox"/> Hilfe
Energie:	7.45 +19.39%	Angezeigte Preiskomponente:	
Abgaben an das Gemeinwesen:	0.40 0.00%	Totalpreis:	<input type="text"/> <input type="checkbox"/> Hilfe
Förderabgaben (KEV):	0.45 0.00%		
<b>Total:</b>	<b>18.83 +7.85%</b>		

Die Preise sind in Rp./kWh exkl. MWST angegeben.

Von diesem Betrag sind **12.0% Fixkosten**, die nicht über den Stromverbrauch beeinflusst werden können.

Bezeichnung des Netznutzungstarifs: NSN-HG  
Bezeichnung des Energietarifs: NSE-HG  
Tarife gültig ab: 01.01.2011

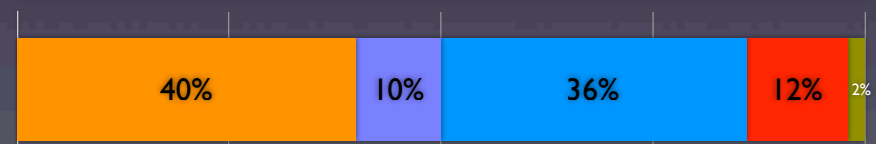
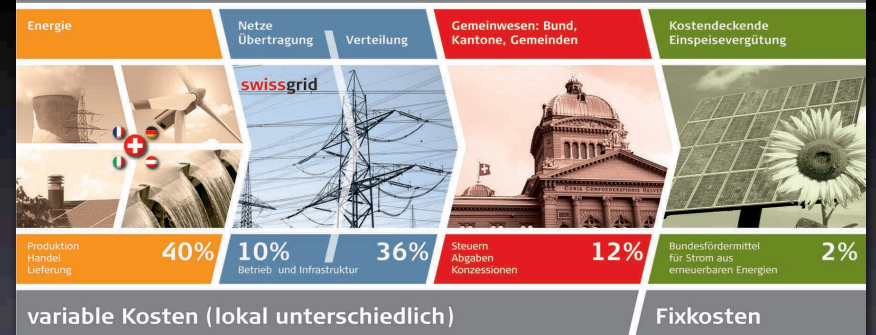
[Tarifblatt des Netzbetreibers heruntergeladen \(PDF-Datei\)](#)



31

## Infos zum Strompreis auf [www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch)

### Durchschnittlicher Anteil am Haushaltsstrompreis



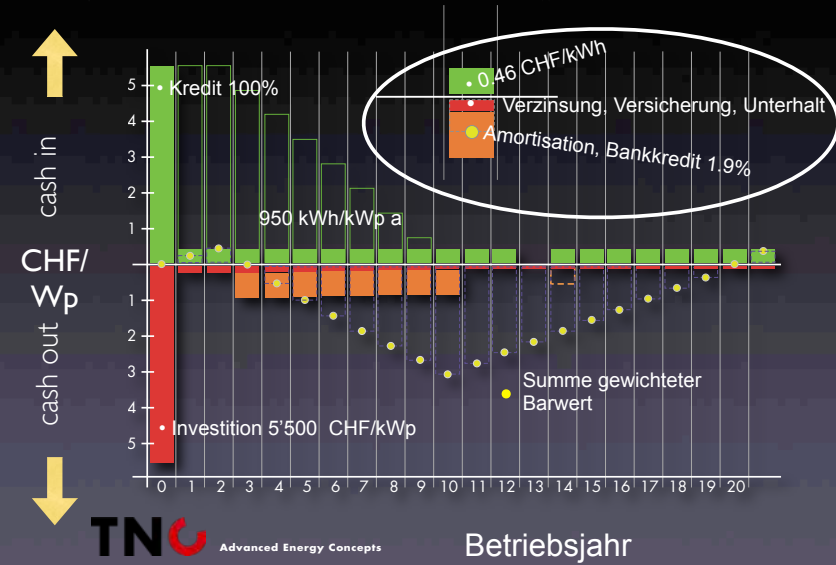
32



## Was ist der Netto-Barwert im Vergleich zu Investitionskosten?

- Der Nettobarwert beinhaltet die Differenz zwischen der Summe der Barwerte aller Einnahmen abzüglich der Summe der Barwerte aller Ausgaben.
- Der Nettobarwert wird über die Nutzungsdauer bzw. die Lebensdauer einer Investition berechnet.
- Der Nettobarwert ermöglicht die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Investition.

## Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) und der Netto Barwert



## Das Dilemma: Am Anfang für 25 Jahre alles selber bezahlen?



## Das Solarstrom Dilemma: Am Anfang für 25 Jahre alles selber bezahlen?



SBB Tarife 2008



2. Klasse Zürich - Bern <> SFr. 92.-  
1. Klasse Zürich - Bern <> SFr. 152.-

1. Klasse 4'850.- x 25 Jahre = SFr. 121'250.-  
2. Klasse 3'100.- x 25 Jahre = SFr. 77'500.-



37

## Sieben Thesen I

- Montag  
Die energetische Erneuerung der bestehenden Gebäude ist die wichtigste Massnahme zur CO<sub>2</sub> Einsparung in der Schweiz! Wärmedämmung statt Pinsel! Den Königsweg beschreiten!
- Dienstag  
Mit Plan A und Plan B gibt es 2035 in der Schweiz keine Stromlücke (30 TWh). Plan B überzeugt bezüglich Stromproduktion und Einsparung, Wirtschaftlichkeit, Beschäftigung, Risiken und Umwelt.
- Mittwoch  
Die Realisierung von Plan B ist eine unternehmerische Herausforderung. Es werden nicht 2x 1'600MW gebaut sondern wir müssen 100'000x 50kW realisieren.
- Donnerstag  
Für die Gesamt-Wirtschaftlichkeit ist die Symbiose von Energieeffizienz und Erneuerbare entscheidend. PV spielt dank dem grossen Anwendungs- und Kostenreduktionspotential eine dominierende Rolle.

**TNC** Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2011

38

## Sieben Thesen II

- Freitag  
Die Investitionskosten = Baukosten von einem energie-rohstofffreien Produktionspark dürfen höher sein als die eines uran- und fossil-betriebenen Kraftwerkparcs.
- Samstag  
Nur der Vergleich der Lebenskosten inkl. Brennstoff-, Unterhaltskosten, Rückbau und Kapitalkosten zeigt die umfassende Beurteilung. Der Netto Barwert wird aber von uns (noch) nicht verstanden.
- Sonntag  
100% erneuerbar ist ökonomisch und technisch die bessere Lösung für unsere demokratische Gesellschaft. Die Vorfinanzierung zusammen mit der politischen Akzeptanz sind die Herausforderungen.

**TNC** Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2011

39



40