

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik FHNW

Energiestrategie 2050: Informationen, Meinungen, Fragen

Am 21. Mai 2017 stimmt die Schweiz über das revidierte Energiesgesetz ab, das auf die Energiestrategie 2050 ausgerichtet ist. Was genau beinhaltet dieses Konzept? Und wie sieht die Energietechnik der Zukunft aus? Der Studiengang Energie- und Umweltechnik der FHNW hat drei anerkannte Experten eingeladen, die in Kurzreferaten ihren Standpunkt aus einer technischen Sichtweise präsentieren werden. Den Referaten folgt eine offene Fragerunde. Der Anlass ist öffentlich.

Dr. Kurt Bisang, Bundesamt für Energie BFE
«Was ist die Energiestrategie 2050 und worüber stimmen wir ab?»
www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050

Thomas Nordmann, Unternehmer, Pionier der schweizerischen Solarbranche
«Die Zukunft ist erneuerbar und solar, die Energiestrategie 2050 weist den richtigen Weg»
www.tnc.ch

Dr. Irene Aegerter, Physikerin, Präsidentin energysuisse.net
«Warum die Energiestrategie 2050 aus physikalischen und ökonomischen Gründen nicht funktionieren kann»
www.energiesuisse.net

«Energiestrategie 2050»: Über das Energiesgesetz wird am 21. Mai 2017 abgestimmt.

Termindetails

Wann	05.05.2017 von 18:00 bis 20:00
Wo	Campus Brugg-Windisch, Gebäude 3, Aula 3.-111, Klosterzelgstrasse 2, Windisch

Anschliessend Fragerunde unter der Leitung von Prof. Stefan Roth.

TNC Advanced Energy Concepts

1

«Die Zukunft ist erneuerbar und solar, die Energiestrategie 2050 weist den richtigen Weg»

Energiestrategie 2050: Informationen, Meinungen, Fragen

Thomas Nordmann, Unternehmer Pionier der Schweizerischen Solarbranche
TNC Consulting AG
CH-8706 Feldmeilen

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik FHNW

TNC Advanced Energy Concepts

2

«Die Zukunft ist erneuerbar und solar, die Energiestrategie 2050 weist den richtigen Weg»

März 2011

Japan

Mai 2017

Schweiz

Thomas Nordmann, Unternehmer Pionier der Schweizerischen Solarbranche
TNC Consulting AG
CH-8706 Feldmeilen

TNC Advanced Energy Concepts

3

Agenda: Die Angst vor der Energiezukunft oder Was kann man aus der Geschichte lernen?

- 40 Jahre vor und **zurück**: Wer hat seine Hausaufgaben gemacht?
 - Die nukleare Entsorgung in der Schweiz?
 - Die technische und ökonomische Entwicklung der Photovoltaik?
- Wo steht die Schweiz bei der Photovoltaik-Nutzung im internationalen Vergleich?
- 40 Jahre **vor** und zurück: Blick in die Energiezukunft PV mit Stromspeicher: Wie lösen wir die Herausforderung mit viel Photovoltaik
 - Saisonal Sommer/Winter?
 - Tag/Nacht ohne AKW Bandenergie?
- Warum und wie nutzen wir die Photovoltaik auch für die Heizung und die Mobilität?
- Sieben Thesen zum Schluss!

TNC Advanced Energy Concepts

4

Solarstrom und Gebäudeeffizienz

Das sind seit über 32 Jahren unsere Themen

→ entwickeln und umsetzen

Europäischer Solarpreis 1997

- 1989 Weltweit erste Photovoltaikanlage auf einer Autobahn-Schallschutzwand (BFE P&D)
- 1996 Konzeption der weltweit ersten Solarstrombörse für ewz, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
- Weltweit erster Einsatz der PV Bifacial-Technologie 1997 (zweiseitige Solarzellen) als Schallschutzwand entlang Strasse und Schiene
- Prozessentwicklung und Umsetzung Investitionsprogramm Energie 2000
Erstes nationales Gebäude-Sanierungsprogramm EnergieSchweiz 1997/1999
- Schweizer Experte beim IEA PVPS Projekt Task 13 «Performance and Reliability of Photovoltaic Systems»
- Vollzug «Das Gebäudeprogramm» für 17 Kantone und neues Gebäudeprogramm 2017 für 13 Kantone
- Projektträger von mehreren ProKilowatt-Programmen in 9 Kantonen

TNU Advanced Energy Concepts

5

Angst vor der Energiezukunft: Was kann man aus der Geschichte lernen?

40 Jahre Vor und Zurück

- 40 Jahre ← → + 33 Jahre

1978: DIE NUKLEARE ENTSORGUNG IN DER SCHWEIZ. Der offizielle NAGRA Masterplan 302 Seiten.

2017: Volkswahlurnung vom 21. Mai 2017 über den Energiegesetz (EnG).

2050: Geld bleibt hier. Einheimische Energie nutzen. Statt teuer importieren.

21. Mai 2017: Volksabstimmung vom 21. Mai 2017 über den Energiegesetz NEIN. Das Energiegesetz verbietet das Zuz.

TNU Advanced Energy Concepts

6

PV Markt 0.0%

Selen Belichtungsmesser

vor 42 Jahren

Die Anfänge der Solarenergie-Forschung in der Schweiz 1975 auf dem Diorit im EIR Würenlingen Aargau
Wahrscheinlich erster vollamtliche Sonnenenergie Forscher der Schweiz ...

TNU Advanced Energy Concepts

7

1976

- 41 Jahre

Apple Gründung 1976
Cupertino, USA
Timothy D. Cook (CEO)
Mitarbeiter: 110'000 (2017)
Umsatz: 233.7 Mrd. USD (2015)
Hardware- und Softwarehersteller

TNU Advanced Energy Concepts

8

1978

Der NAGRA Masterplan

- 39 Jahre

Kraftwerk	elektrische Nettoleistung (MWe)	Inbetriebsetzung (geplante)	Zwischenlagerkapazität für Brennelemente gesichert bis
Beznau 1	350	1969	1987
Beznau 2	350	1971	1987
Mühleberg	320	1972	1986
Gösgen	920 1060 MW	(1978)	1987
Leibstadt	942 1220 MW	(1981)	1991
Kaiseraugst	926	(1984)	1993
Grazen	1 140	(1986)	1994



Der offizielle NAGRA Masterplan auf 302 Seiten

Angst vor der Energiezukunft: Was kann man aus der Geschichte lernen?

1978

40 Jahre Zurück

5.3

STILLEGUNG VON KERNKRAFTWERKEN

Die heutigen Kernkraftwerke werden auf eine Betriebszeit von ca. 40 Jahren ausgelegt. Das Entsorgungskonzept sieht vor, dass ausgediente Kernkraftwerke vollständig abgebrochen werden. Für die laufenden Kernkraftwerke sind Abbruchplanungen durchgeführt worden, wobei die Erfahrung bei der Stilllegung von experimentellen Kernkraftwerken im In- und Ausland ausgenutzt wurde. Die Kosten für den vollständigen Abbruch werden auf 5 bis 10 % der ursprünglichen Investitionskosten geschätzt.

Angst vor der Energiezukunft: Was kann man aus der Geschichte lernen?

1978

40 Jahre Zurück

5.3

STILLEGUNG VON KERNKRAFTWERKEN

Die heutigen Kernkraftwerke werden auf eine Betriebszeit von ca. 40 Jahren ausgelegt. Das Entsorgungskonzept sieht vor, dass ausgediente Kernkraftwerke vollständig abgebrochen werden.

Beznau 1	350	1969	2009
Beznau 2	350	1971	2011
Mühleberg	320	1972	2012
Gösgen	920	(1978)	1979
Leibstadt	942	(1981)	1984

Der offizielle NAGRA Masterplan auf 302 Seiten

Angst vor der Energiezukunft: Was kann man aus der Geschichte lernen?

1977

40 Jahre Zurück

5.2.1

Die Stilllegung von Kernkraftwerken

Ein Kernkraftwerk hat, wie jede andere industrielle Anlage auch, eine beschränkte Lebensdauer, welche durch Abnutzung und technische Ueberalterung gegeben ist. Das Ende einer wirtschaftlichen Produktion wird dann deutlich spürbar, wenn die Aufwendungen für den Unterhalt unverhältnismässig gross werden. Die heutigen Kernkraftwerke werden auf eine Betriebszeit von 40 Jahren ausgelegt. Will man die Anlage über die geplante Lebensdauer hinaus weiter betreiben, wird eine gestaffelte Erneuerung des grössten Teils der maschinellen und elektrischen Einrichtungen notwendig sein.

Was ist die Ursache für die hohen Stromimporte im Winter 2017 aus Deutschland?

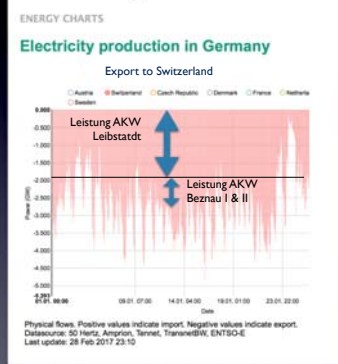
AKW Leibstadt nach Fehlstart erneut vom Netz

Tagesschau vom 18.2.2017
 Kurz nach Inbetriebnahme ist das AKW Leibstadt in der Nacht auf Samstag wieder abgeschaltet worden.



Monat	Betriebsdaten 2017		n	MWh	
	Erzeugerleistung	Nettoerzeugung		in	aus
Januar	0	-9965	0	276'053'425	262'163'330
Februar	223'412	201'434	204.65	276'278'037	262'364'794
März	878'402	836'004	743	277'155'239	263'203'788

Fraunhofer ISE Effektive Stromimporte im Januar 2017 aus Deutschland



Schlussfolgerung: Es erfolgte im Januar 2017 grosser Strom Import aus Deutschland wegen der flatterhaften zunehmend unzuverlässigen Atomenergie, nicht wegen den Erneuerbaren Energien!

© Th. Nordmann - TNC 2017

schwach und mittelradioaktiv 40 Jahre Zurück

Abfall hochradioaktiv:

Tabella AS-6 Programm für die Bereitstellung von Abfallagern für schwach- und mittelaktive Abfälle (Endagertyp B)

Beitragung verfügbarer und in Fässer konditionierter schwach- und mittelaktiver Abfälle (Abfallkategorie B) in Kavernen, eingegliedert in geeigneten geologischen Formationen. Einschliessende Annahmen: Felduntersuchungen (Pos. 2) und Bewältigungsverfahren (Pos. 6) sind durchführbar gemäss 6.3.3.

Tätigkeiten	Jahre 1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1. Festlegen und Überprüfen der Anforderungen (Bereitstellungsfelder):								
2. Ermittlung der in Frage kommenden geeigneten Formationen (siehe 6.3.3):								
3. Ausführung der Felduntersuchungen (Sondierbohrungen, Sondierbohrungen) Auswertung der Resultate - beständiges Anhaltungsprogramm - weitere geolog. Formationen								
4. Evaluation der Endlagerstandorte, Standortwahl:								
5. Erarbeitung der Detailprojekte und der Sicherheitsberichte:								
6. Nukleares Bewältigungsverfahren:								
7. Bauphase								
8. Einlagerungsphase (in 1985):								
9. Übernahme der Langzeitverantwortung durch den Bund (höchstens Ende 90er Jahre):								

Einlagerung ab 1985!

Tabella AS-7 Programm für die Bereitstellung von Abfallagern für die hochaktiven Abfälle (Endagertyp C)

Beitragung der verfügbaren hochaktiven Abfälle (Abfallkategorie C) in geeigneten tauffliegenden geologischen Formationen: Berücksichtigung von der Oberfläche oder aus Kavernen. Einschliessende Annahmen: Felduntersuchungen (Pos. 2) und Bewältigungsverfahren (Pos. 6) sind durchführbar gemäss 6.3.3.

Tätigkeiten	Jahre 1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1. Festlegen und Überprüfen der Anforderungen (Bereitstellungsfelder):								
2. Ermittlung der in Frage kommenden geologischen Formationen (siehe 6.3.3): Wahl geeigneter Standortbereiche für Felduntersuchungen:								
3. Ausführung der Felduntersuchungen (Sondierbohrungen, Sondierbohrungen) Auswertung der Resultate - beständiges Anhaltungsprogramm - weitere geolog. Formationen								
4. Evaluation der Endlagerstandorte, Standortwahl:								
5. Erarbeitung der Detailprojekte und der Sicherheitsberichte:								
6. Nukleares Bewältigungsverfahren: Einleitung ab 1985:								
7. Bauphase (je nach Einlagerungskonzept ab 1985):								
8. Einlagerungsphase (in 1990):								
9. Übernahme der Langzeitverantwortung durch den Bund (höchstens Ende 90er Jahre):								

Einlagerung ab 1990!

© Th. Nordmann - TNC 2017

1978 Der offizielle NAGRA Masterplan auf 302 Seiten

schwach und mittelradioaktiv 40 Jahre Zurück

Abfall hochradioaktiv:

Tabella AS-6 Programm für die Bereitstellung von Abfallagern für schwach- und mittelaktive Abfälle (Endagertyp B)

Beitragung verfügbarer und in Fässer konditionierter schwach- und mittelaktiver Abfälle (Abfallkategorie B) in Kavernen, eingegliedert in geeigneten geologischen Formationen. Einschliessende Annahmen: Felduntersuchungen (Pos. 2) und Bewältigungsverfahren (Pos. 6) sind durchführbar gemäss 6.3.3.

Tabella AS-7 Programm für die Bereitstellung von Abfallagern für die hochaktiven Abfälle (Endagertyp C)

Beitragung der verfügbaren hochaktiven Abfälle (Abfallkategorie C) in geeigneten tauffliegenden geologischen Formationen: Berücksichtigung von der Oberfläche oder aus Kavernen. Einschliessende Annahmen: Felduntersuchungen (Pos. 2) und Bewältigungsverfahren (Pos. 6) sind durchführbar gemäss 6.3.3.

NAGRA 2.0 Milliarden CHF mehr als 25 Jahre im Verzug!

8. Einlagerungsphase (in 1985):

Einlagerung ab 1985!

8. Einlagerungsphase (in 1990):

Einlagerung ab 1990!

1978 Der offizielle NAGRA Masterplan auf 302 Seiten

© Th. Nordmann - TNC 2017

1989

Internet



-28 Jahre

Das Web entstand 1989 als Projekt am CERN bei Genf (Schweiz), an dem Tim Berners-Lee ein Hypertext-System aufbaute. Das ursprüngliche Ziel des Systems war es, Forschungsergebnisse auf einfache Art und Weise mit Kollegen auszutauschen.

© Th. Nordmann - TNC 2017

© Th. Nordmann - TNC 2017

1989

Grösste PV Anlage der Schweiz
103 kWp
P&D BFE

A13 bei Chur

Oktober 1989



27 Jahre 1990 - 2017
TNC/BFE
Solarstromanlage
A13 GR 103 kWp

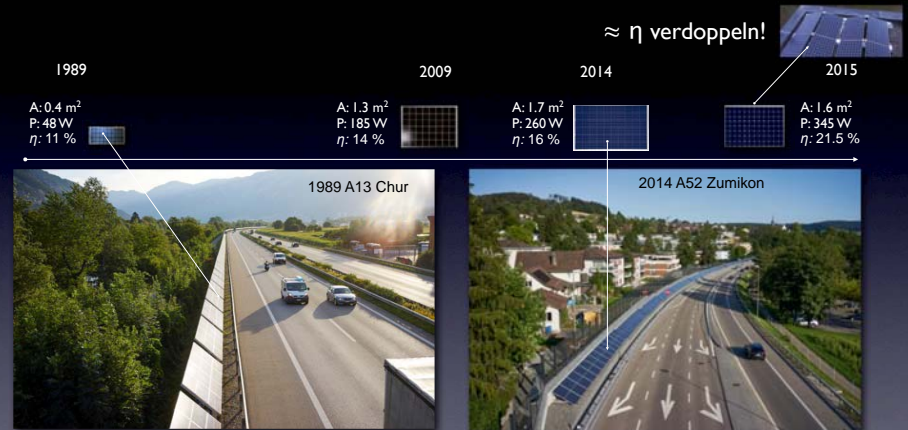


Strom
satt Lärm

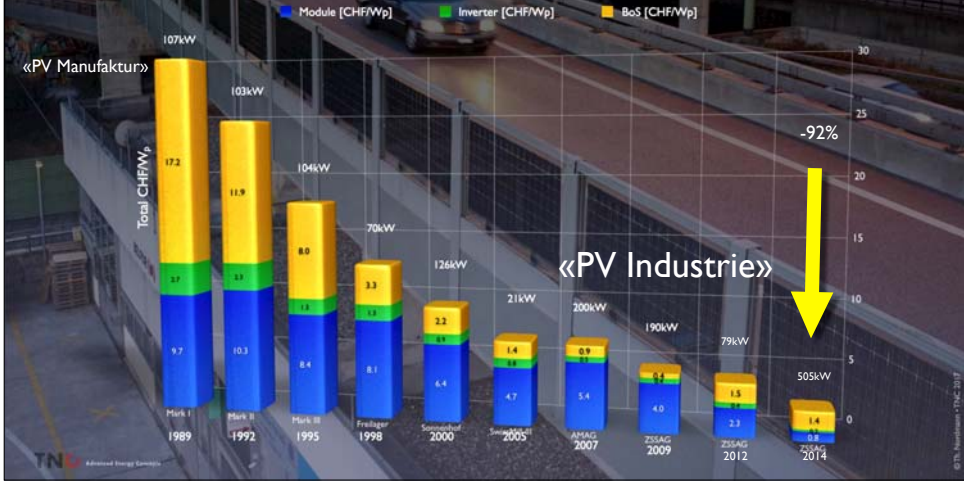
2014 TNC
ZSSAG
PV Anlage
89kW • A52
Zumikon ZH



Was sind die technischen Fortschritte bei der Photovoltaik?

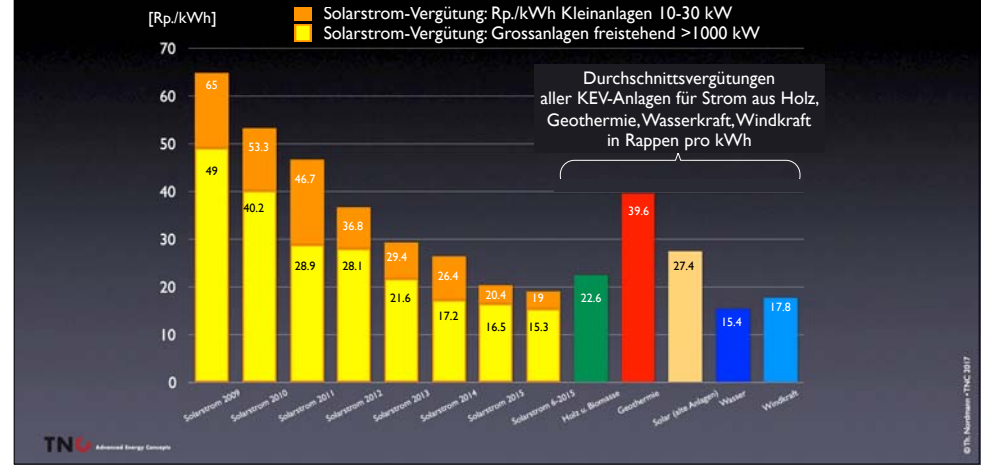


Was sind die ökonomischen Fortschritte bei der Photovoltaik?



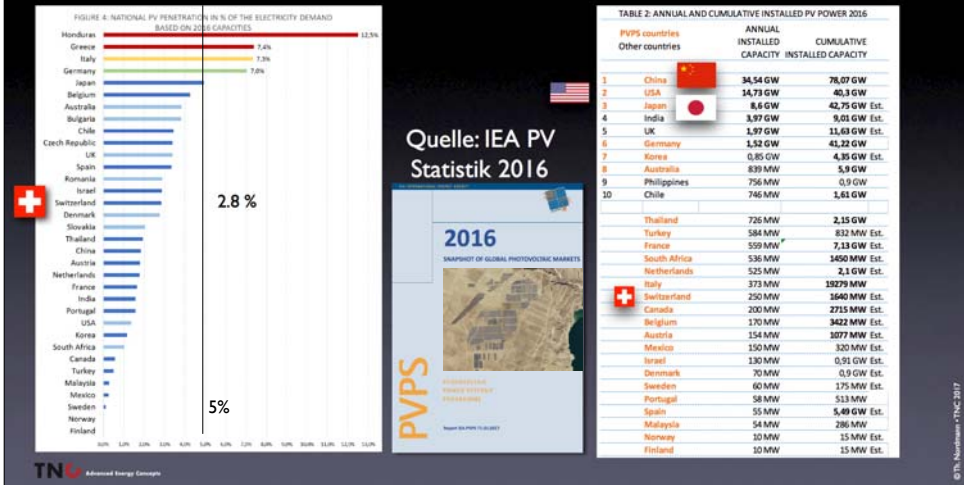
21

Was sind die ökonomischen Fortschritte der PV in der KEV



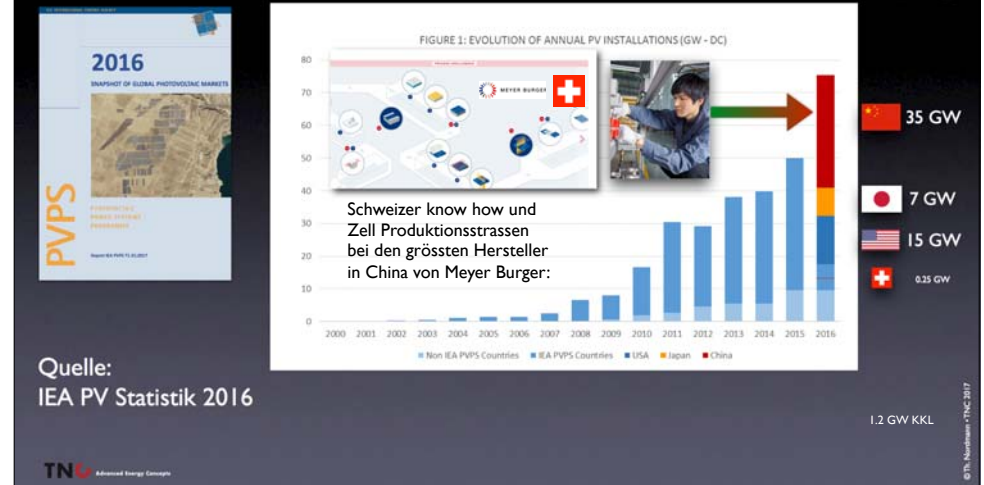
22

Wo steht die Schweiz bei der PV Nutzung im internationalen Vergleich?

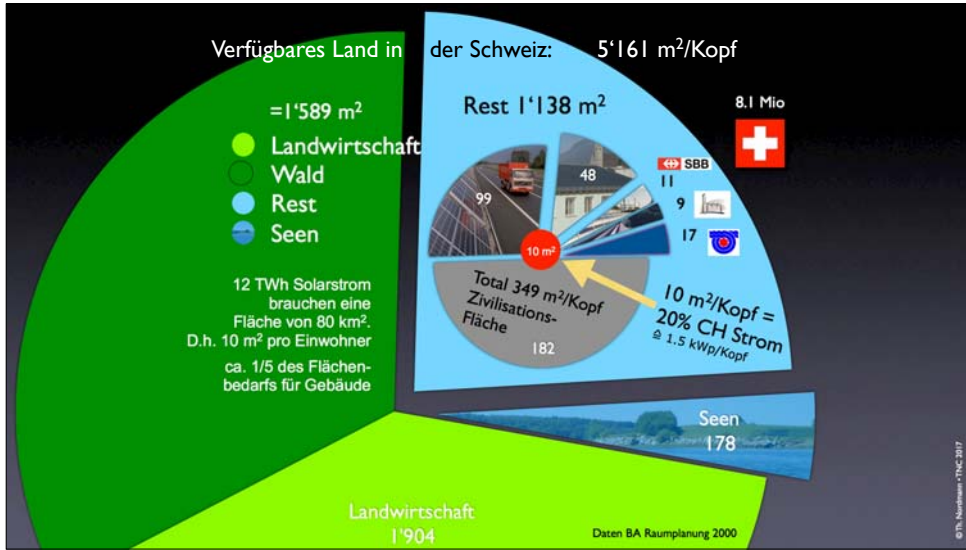


23

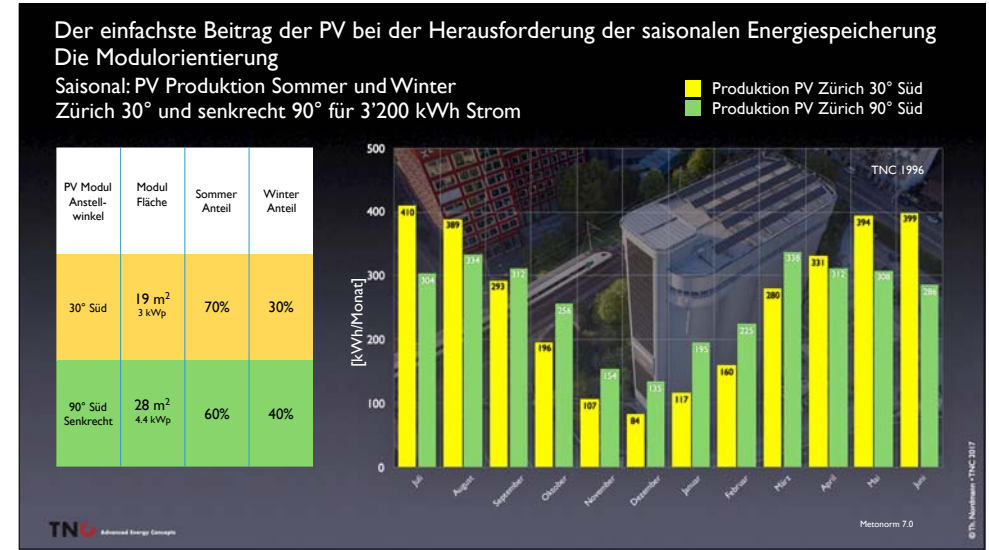
Wo steht die Welt beim Aufbau der PV Anwendung?



24



25



26

TNCALL Pilotprojekt 2015/16

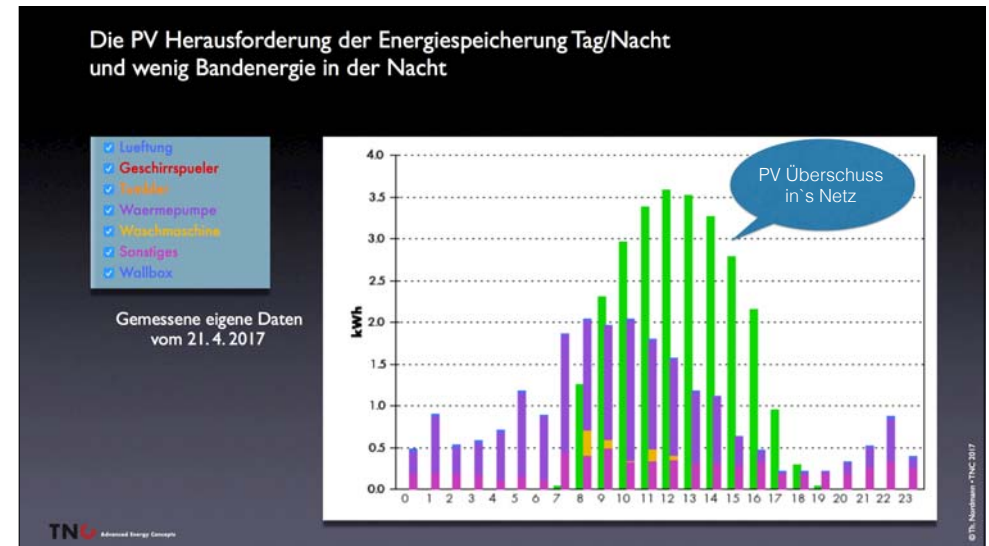
Minergie EFH 1999
Modernisiert 2015/16
Konzept TNCALL

- ✓ Lüftung
- ✓ Geschirrspüler
- ✓ Toilette
- ✓ Wärmepumpe
- ✓ Waschmaschine
- ✓ Sonstiges
- ✓ Wallbox

Gemessene eigene Daten vom 21.4.2017

TNC Advanced Energy Concepts

27



28

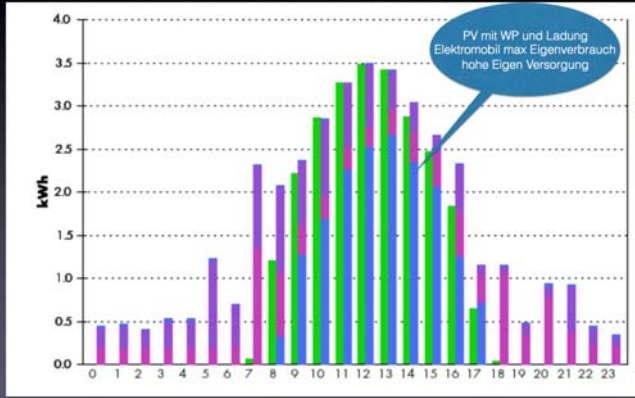
Die PV Herausforderung der Energiespeicherung Tag/Nacht und wenig Bandenergie in der Nacht

Strom für das Elektromobil im Smart Energy Home



- ✓ Lüftung
- ✓ Geschirrspüler
- ✓ Toaster
- ✓ Wärmepumpe
- ✓ Wass-Waeschle
- ✓ Sonstiges
- ✓ Wallbox

Gemessene eigene Daten vom 22. 4. 2017



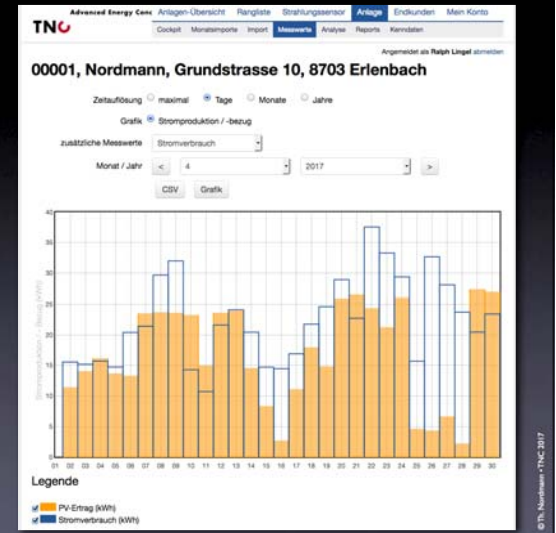
Was ist mit PV 5 kWp der Eigenversorgungsgrad?

April 2017:

- Haushaltsstrom
- WP Heizung und Brauchwasser
- Elektromobil Tesla S laden

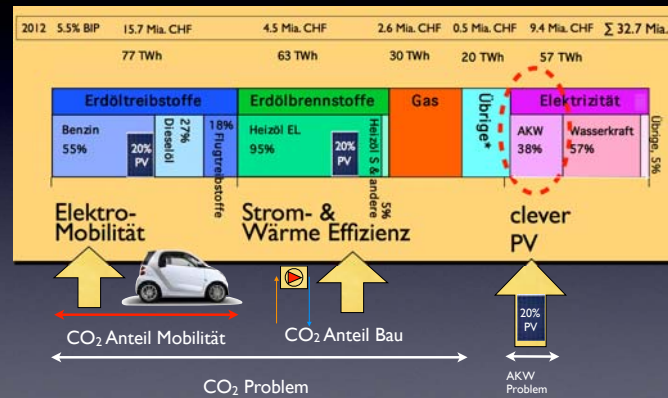
644 kWh Strom Verbrauch
491 kWh PV Ertrag ≈ 76%

5 kWp PV Kosten ca. CHF 12'000.-

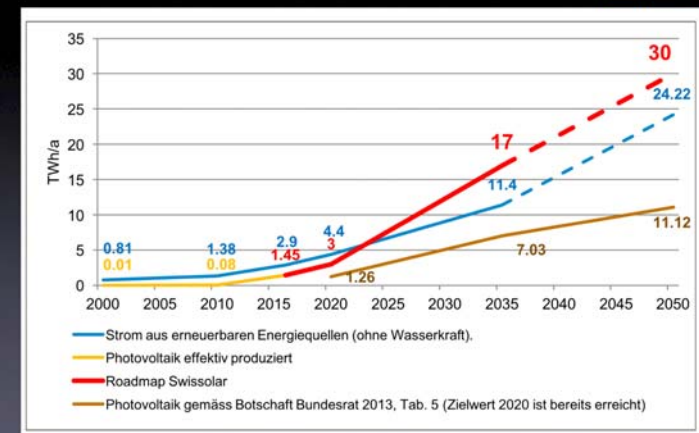


Endenergie-Verbrauch und Kosten 2008/2012 Schweiz 245 TWh

Aussenhandel Verlust: 10.6 Mia. CHF (2012)



Swissolar Photovoltaik Road Map 2050



20% CH Strom

Strompreis in der Gemeinde Brugg/Windisch (2017)

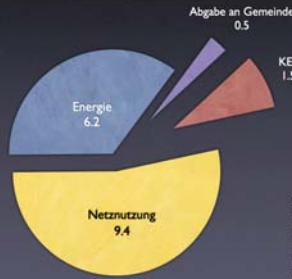
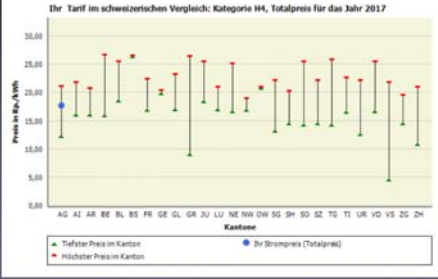
Quelle: Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom 19. April 2017 Netzbetreiber: IBB
 H4 = 4'500 kWh/Jahr: 5-Zimmerwohnung mit Elektroherd und Tumbler (ohne Elektroboiler)



KEV Brugg/Windisch Tarif H4 2017
 CHF 67.50 pro Haushalt/Jahr
 Nach Abstimmung + CHF/a 36.00!
 pro Monat CHF 5.63/(2018 CHF 8.63)

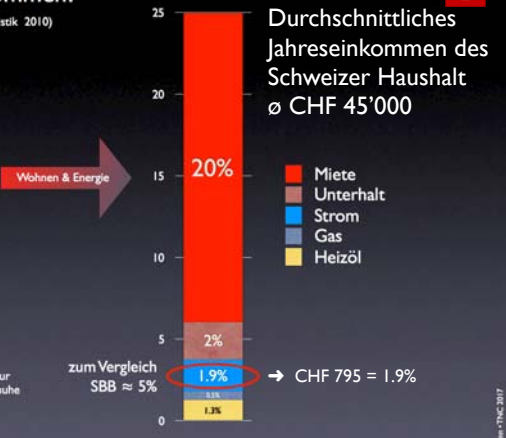
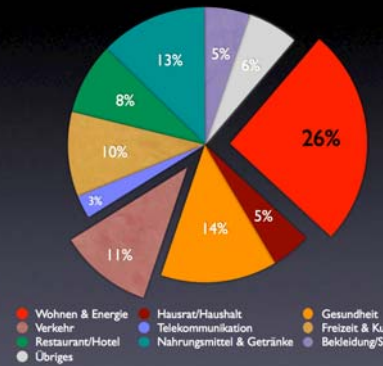
Total Stromkosten mit Tarif H4
 CHF 793.35 Jahr incl. MwSt !

Tarifblatt des Netzbetreibers herunterladen (PDF-Datei)



Für was brauchen wir unser Einkommen?

Landesindex der Konsumentenpreise (Bundesamt für Statistik 2010)



zum Vergleich SBB ≈ 5% → CHF 795 = 1.9%

Photovoltaik und Speichereinsatz für die Energiewende

Swissolar Roadmap 2017 für den Ausbau der Photovoltaik in der Schweiz



Bis wann?	PV Marktanteil [TWh] - [%]		AKW	Kurzzeitspeicher: Tag/Nacht	Saisonale Speicher: Sommer/Winter
Ist-Zustand 2016	1.6 TWh	2.6%	ohne AKW Beznau I	vorh. Pumpspeicher Kraftwerke inkl. Limmern (Axpo)	Vorh. Speicherkraftwerke
2017 -2025	7 TWh	≈ 10%	ohne AKW Mühleberg Beznau I&II	• Lokale Lasten verschieben z.B. WP und WPB Nacht > Tag • Pumpspeicher Nant de Drance (Alpiq)	• AAA+ Geräte • WP statt Elektroheizungen • Minergie mit WP
2026 -2035	17 TWh	≈ 28%		• Smart Building • Smart Grid • Batteriespeicher • Elektromobilität	• WP mit PV • Power to X • Sektorkopplung
2035 - 2050	2X TWh	> 35%	Schweiz ohne AKW	Neue Pumpspeicher? Lago Bianco (Repower)	• Minergie P als Standard • Sektorkopplung Wasserstoff- u. Methanspeicherung • Erhöhung Staumauern?

Sieben Thesen

- Montag**
Die Marktentwicklung in der Schweiz 1990 - 2017 von 0 % PV Marktanteil auf 3% PV Marktanteil war schwieriger als die zukünftigen von 3% - 30% PV Marktanteil bis 2050
- Dienstag**
Dank «economy of volume», der Industrialisierung der Produktion und dem technischen Fortschritt wurde PV neben der Wasserkraft zur günstigsten und wichtigsten erneuerbaren Energie in der Schweiz. Im Gegensatz zu anderen hat PV in den letzten 25 Jahren die Hausaufgaben überzeugend gemacht
- Mittwoch**
Bei der Energiespeicherung nutzen wir die Zeitverschiebung vom Verbrauch in den Tag. Die Elektroheizung wird neu zur Tag PV betrieben-WP auch im Winter. Die günstigste Batterie steckt im Elektromobil



Donnerstag
Heute können wir die PV nachfragebezogen und nicht nur aus Sicht max. Produktion anwenden. PV wird heute zur Deckung des häuslichen Stromverbrauchs und zusätzlich für die Wärmepumpe, Warmwasser und Elektromobilität genutzt. Dank dem hohen PV Eigenbedarf wird das Anwendungspotential um ein Vielfaches grösser ohne Engpässe im Strom Netz.

Freitag
Der Sommer-Winter-Ausgleich ist mit heutiger Technik mit einfachen Massnahmen schon wirtschaftlich möglich. Für den PV Versorgungsengpass nutzen wir die in der Schweiz vorhandene Speicherwasserkraft (Prof. Gunzinger) und zum kleineren Teil importierten erneuerbaren (Wind-) Strom aus Europa. Die sind heute schon in Schweizer Hand (z. B. EWZ/EKZ).

Samstag
Wasserkraft, Photovoltaik und Elektromobilität sind ein Dream-Team.
Dank «smart grid» kann zukünftig der PV Strom Zuhause geerntet und das Elektromobil auch am Arbeitsplatz geladen werden.

Sonntag
«Die Zukunft ist erneuerbar und solar, die Energiestrategie 2050 weist den richtigen Weg». Darum stimmen wir alle JA am 21. Mai 2017!

© Dr. Rüdiger Hübner / ENC 2017

