MGT-FACHSEMINAR 2015
BAUEN MIT GLAS
– WISSEN UND VERNETZEN

MITTWOCH, 6. MAI 2015 17:00 – 20:30
MONTFORTHAUS FELDKIRCH
A-6800 FELDKIRCH

Von Photovoltaik-Systemen zu Energie-System - Lösungen

Thomas Nordmann
TNC Consulting AG CH 8706 Feldmeilen
www.tnc.ch • nordmann@tnc.ch

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

TNC steht für: Solarstrom und Gebäudeeffizienz
Das sind seit 30 Jahren unsere Themen

➜ Entwickeln und umsetzen

Europäischer Solarpreis 1997

- 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 Energie 2000 Nationales Gebäude-Sanierungsprogramm Energie Schweiz 1997/1999
- Vollzug «Das Gebäudeprogramm» für 16 Kantone incl. BE!
- Projekt-Träger Pro 5 kW Projekte Kantone LU, VS, ZH, NE und JU
- Nationales Programm «Gebäude Automation» 2015 - 2017 für Stiftung Klick

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2014

Energetische Gebäudeerneuerung und Photovoltaik-Systemlösungen im Wohnbau

Agenda

- (Schweizerische) Energiepolitik 2015 - 2050 mit 20% PV-Solarstrom?
- Was hat Photovoltaik mit der wärmetechnische Gebäudeerneuerung im Bestand und der Mobilität zu tun?
- Warum brauchen wir einen gemeinsam Plan, um einen hohen PV Anteil im Stromnetz zu ermöglichen?
- Wie emanzipieren wir uns aus dem Energie kWh und EEG Kosten- orientierten PV Markt zu Energie-Systemlösungen?
- Was sind die Technischen- und Ökonomischen Fortschritte bei PV?
- Was ist die 4 Dimensionale Energie-Systemlösungen!
- Herausforderungen und Chancen in sieben Thesen

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

2007 Plan A: Mit 30 Mia. CHF gegen die „Stromlücke“

Lösungsvorschlag der Stromverbundunternehmen

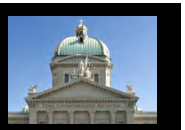
Der «Nicht-Ausstieg» kostet uns bis 2035 min. 30 Mia. CHF !

Investitionen bis 2035 in:	Volumen in Schweizer Franken	Produktions-zuwachs
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
Total	**25 – 30 Mrd.**	**25 – 30 Mrd. kWh**

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

Quelle: Swisselectric, 2007

Stromproduktion neue Erneuerbare



Energiezukunft Schweiz BR 4. 9. 2013

Faktenblatt zur Medienmitteilung BR: 04.09.2013

© Th. Nordmann • TNC 2015

1978: Der AKW Ausstieg Oestereich`s

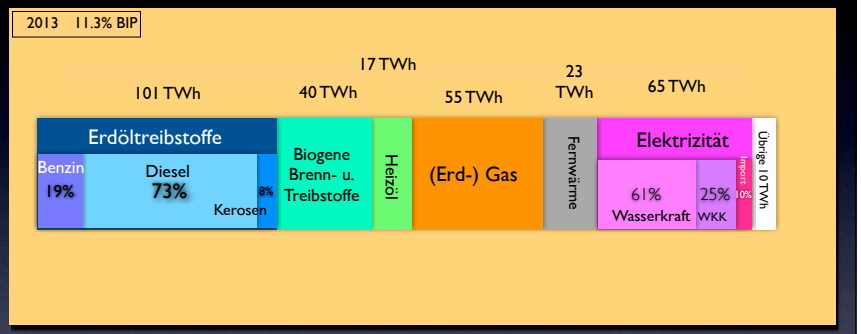
- 5. November 1978
  Erste Volksabstimmung seit 1945
- Das Nein der ÖsterreicherInnen zur Inbetriebnahme des Kernkraftwerks Zwentendorf
- Ja: 1.576.839 Stimmen oder 49,53%
  Nein 1.606.308 Stimmen oder 50,47%.

© Th. Nordmann • TNC 2012

Endenergie-Verbrauch und Kosten 2013

Österreich 311 TWh (Schweiz 245 TWh)

Aussenhandel Verlust 11.4 Mrd. EUR, 2013



CO_2 Anteil Mobilität

CO_2 Anteil Bau

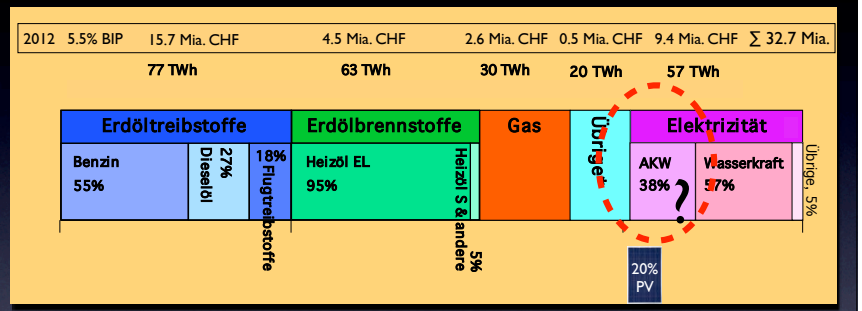
CO_2 Problem

© Th. Nordmann • TNC 2015

Endenergie-Verbrauch und Kosten 2008/2012

245 TWh

Aussenhandel Verlust 10.6 Mia. CHF (2012)



CO_2 Anteil Mobilität

CO_2 Problem

AKW Problem

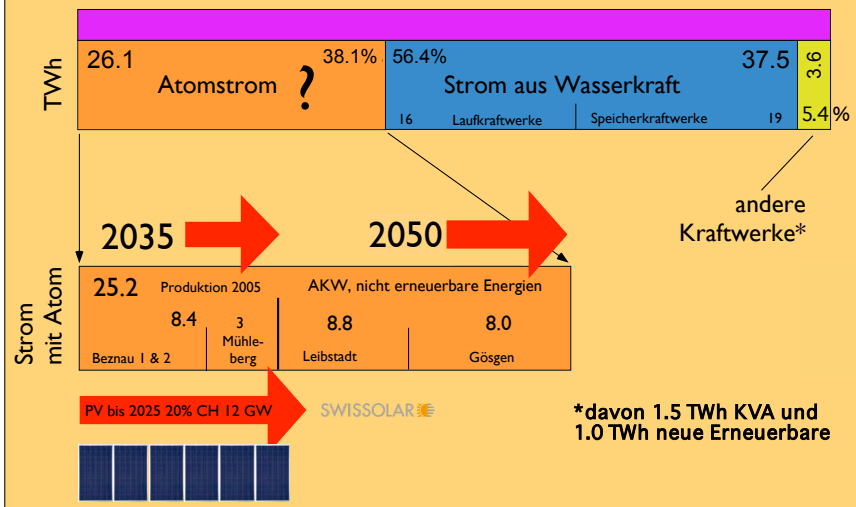
* Holz, Kohle, Abfall, Fernwärme & erneuerbare Energien

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Strom Produktion Schweiz 2010

Total 66.3 TWh 2010 (2012 • 68 TWh • 9.4 Mia. CHF)



*davon 1.5 TWh KVA und 1.0 TWh neue Erneuerbare

© Th. Nordmann • TNC 2013

Was macht Photovoltaik im Gebäude so wichtig? Warum sollten wir mit dem bestehenden Gebäudepark beginnen?

- Gebäude ➔ ≈35% Strom ≈36% CO_2 Emission!
- Gebäude ermöglichen Langzeitinvestitionen von mehr als 25 Jahren.
- Kreditwürdige Hausbesitzer haben Zugang zu niedrigen Kapitalkosten.
- Der Wohnbau hat hohe Stromtarife.
- Die wärmetechnische und elektrische Verbesserung des (Schweizer) Gebäudeparks ist ein nachhaltiger und dezentraler Milliarden Markt.
- PV Module sind ein wichtiger aber anteilmässig kleiner Teil der Investitionskosten
- PV Eigenverbrauch ist in D & CH bei KEV und EEG im Energiegesetz ab 2014 möglich und erwünscht!

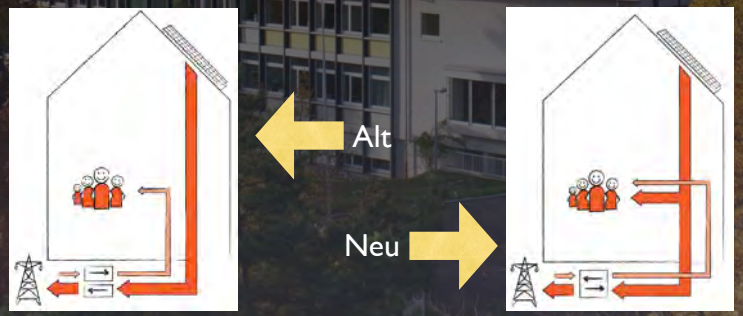
TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Eigenverbrauch ist im Energiegesetz festgelegt:

Art. 7 Abs. 2bis / Art. 7a Abs. 4bis EnG

Produzenten dürfen die selbst produzierte Energie am Ort der Produktion ganz oder teilweise selber verbrauchen (Eigenverbrauch). Sofern ein Produzent von diesem Recht Gebrauch macht, darf nur die tatsächlich ins Netz eingespeiste Energie als eingespeist behandelt und verrechnet werden.



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Mit der EnG Anpassung entsteht eine neue Ausgangssituation!

Gemeinsame Chancen für Gebäude und PV?

➜ Wir optimieren neu:

- Minimaler Strombedarf im Gebäude ➜ Strom Effizienz
- Zusätzliche Anwendungen für PV im Gebäude ➜ WP & El. Mobil
- Maximale PV Eigenproduktion (ø Jahr) ➜ >100%
- Maximaler Eigenverbrauch ➜ 50% - 90%
- Minimale Spitzenleistung beim Netzbezug ➜ weniger Netznutzung
- Minimaler Strom Transfer und Speicher im Strom Netz
  a. für 24h Tag/Nacht ➜ mit vorhandener Wasserkraft kein Problem
  b. Saisonal Sommer/Winter ➜ grössere Herausforderung

Die technische Umsetzung:
➜ Die 4dimensionale Energie-Systemlösung!

TNC Advanced Energy Concepts

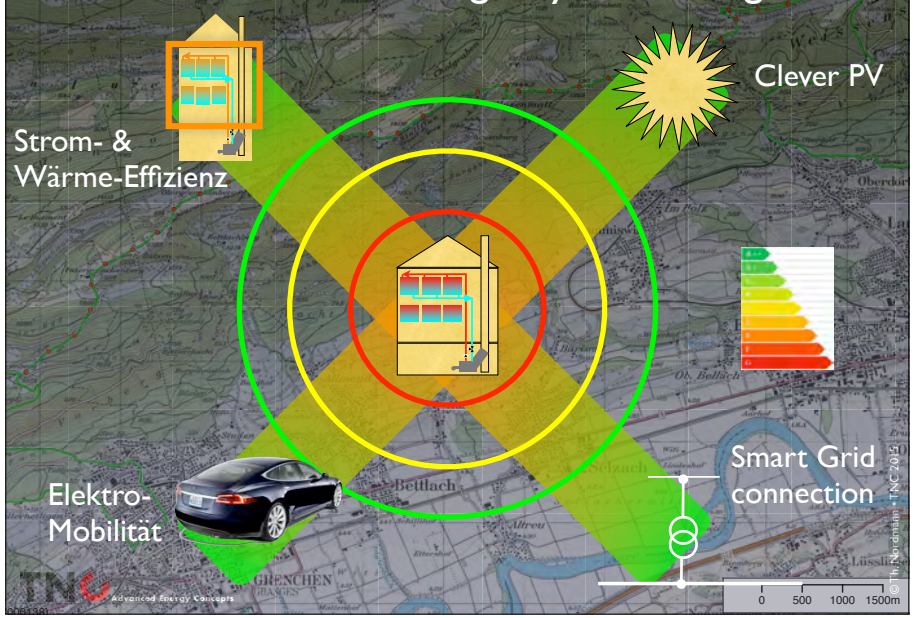
© Th. Nordmann • TNC 2015

Die 4dimensionale Energie-Systemlösung?

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Die 4dimensionale Energie-Systemlösung



TNC Advanced Energy Concepts

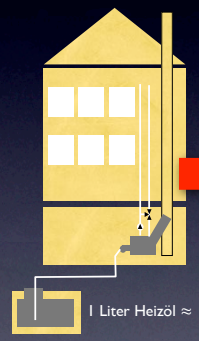
© Th. Nordmann • TNC 2015

Strom-Effizienz in Gebäuden …

Wie viel Energie brauchen unsere Autos?
Wie viel Wärme brauchen unsere Gebäude?

Die Zukunft gehört dem
< 3 Liter Haus

Nicht nur dem
< 3 Liter Auto!

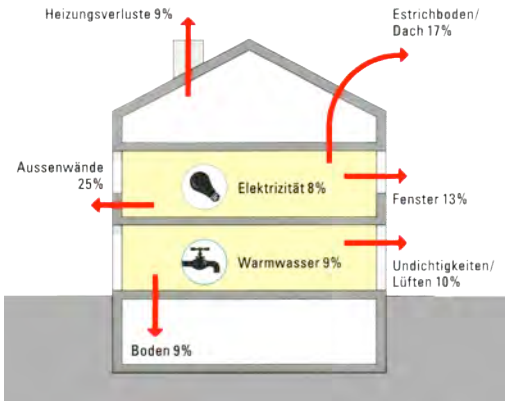


m^2 EBF ≙ m^2 Energie Bezugs Fläche

TNC Advanced Energy Concepts

© TNC 2015

Effizienz in Gebäuden …
Warum 100% Wärmeverlust im Gebäude?



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Effizienz in Gebäuden …
Warum 100% Wärmeverlust im Gebäude?

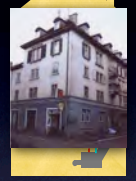
TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Wärme-Effizienz in Gebäuden …
Arbeitsteilung zwischen Hülle und Haustechnik

IST
Zustand

20 l/m²
EBF



Bessere
Gebäudehülle

Das Gebäudeprogramm

0%

50%

10 l/m² EBF

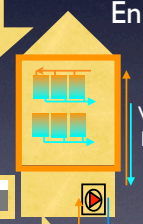
Haustechnik

neuer
Energieträger

Bessere Haustechnik
u. erneuerbare Energien

6.5 l/m² EBF

70%



WP Strom
1/4 von 30% = 8%

= 1.6 l/m² EBF
16 kWh/m² EBF

Switch Energieträger

TNC Advanced Energy Concepts

EBF = Energiebezugsfläche [m²]

© Th. Nordmann • TNC 2015

Clever PV

30 kWp > 25‘000 kWh
≈ jährlich 10% Strombedarf

30 kWp BIPV in der Kantonsschule
Zürich Stadelhofen,
Schweizer Solarpreis 1999

Clever PV

100% jährlicher Strombedarf

Solarstrompark Schulhausareal Erlenbach,
Schweiz 192 kWp • 2009

TNC Advanced Energy Concepts

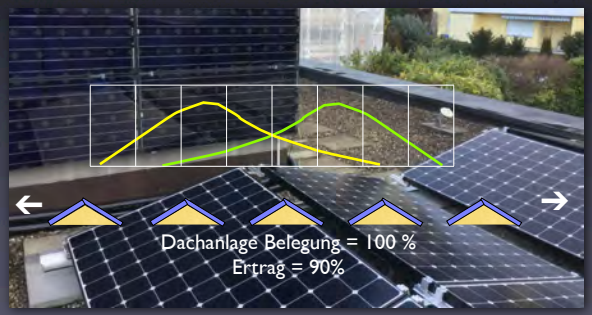
©Th.

Clever PV

> 100% jährlicher Strombedarf
ost-west-orientierter Module

Norden ← → Süden

Dachanlage Belegung = 30…50 %
Ertrag = 100%



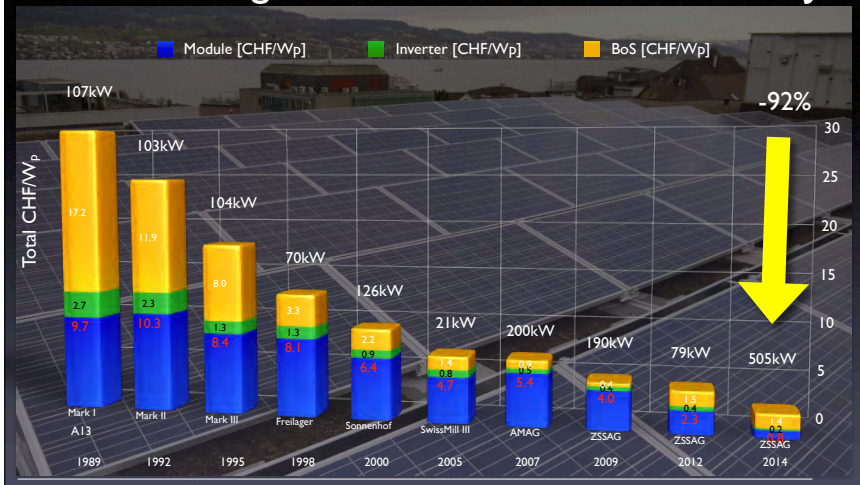
Ost ← → West

Dachanlage Belegung = 100 %
Ertrag = 90%

TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2015

TNC PV Anlagen Lernkurve: 1989-2014 Δ 25 Jahre



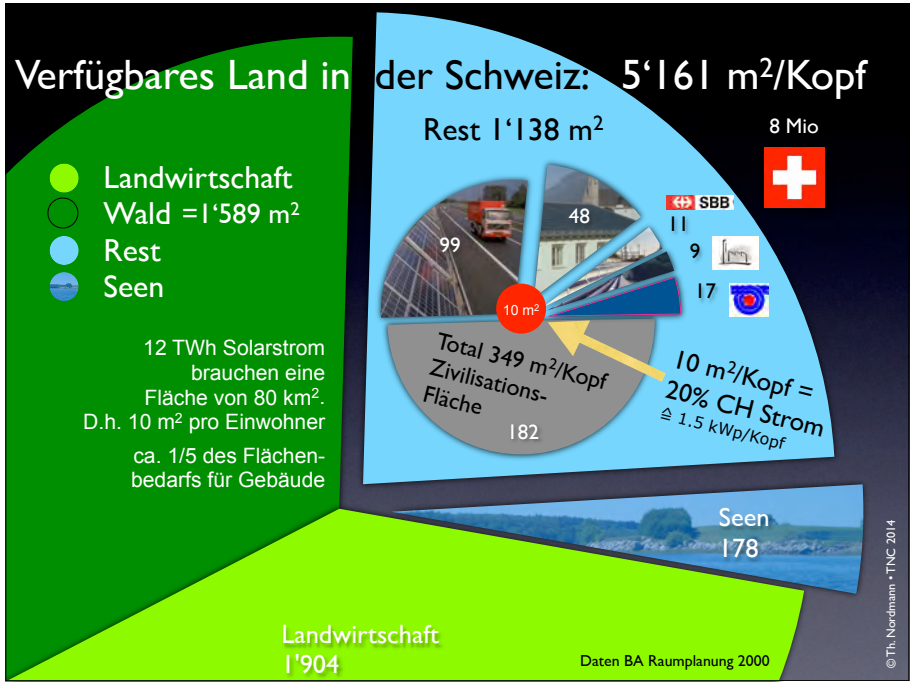
A: 0.4 m²
P: 48 W
η: 11 %

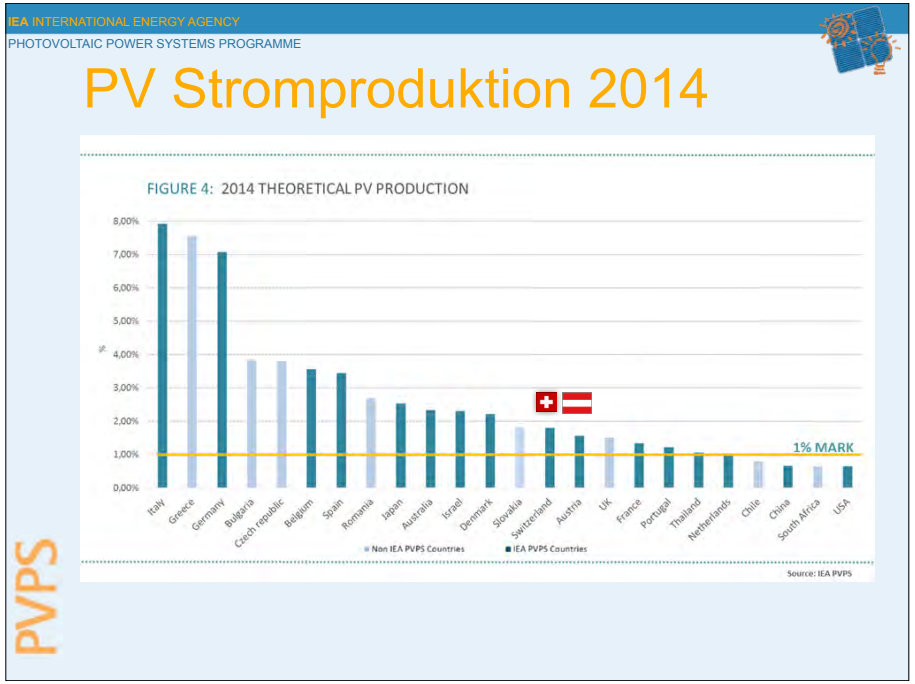
A: 1.3 m²
P: 185 W
η: 14 %

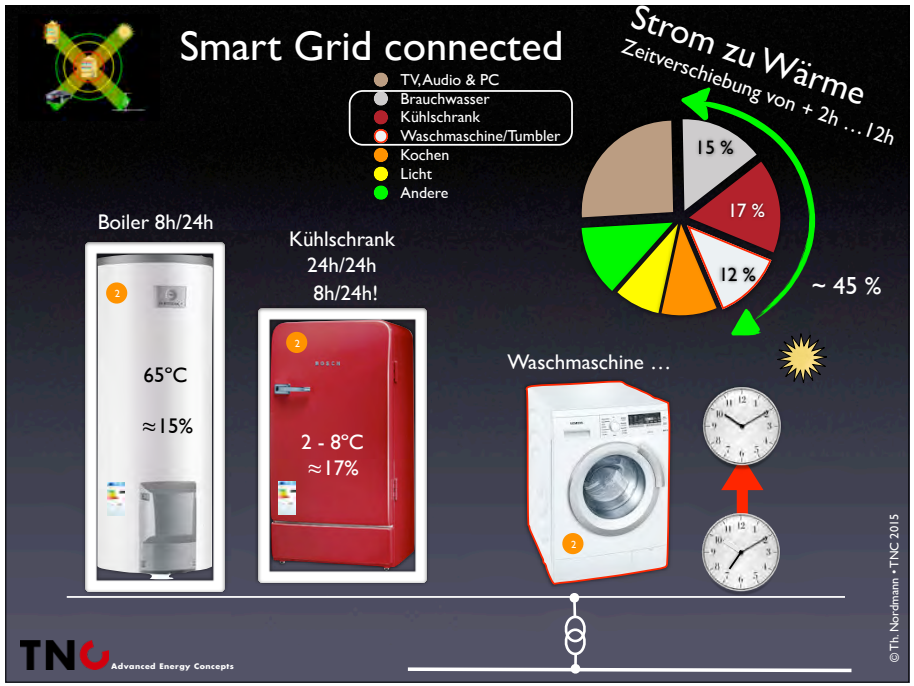
A: 1.7 m²
P: 260 W
η: 16 %

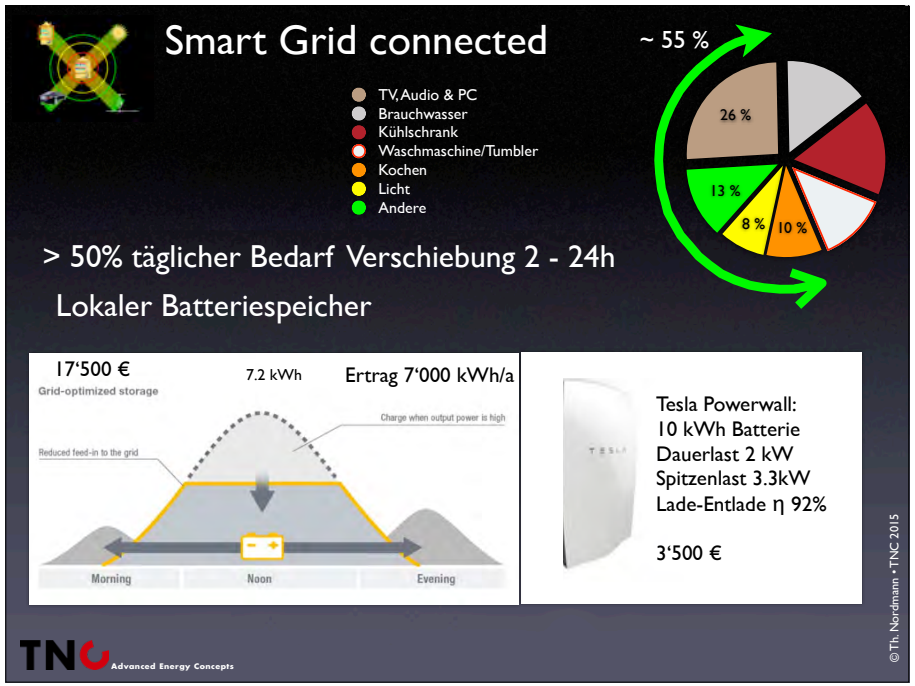
TNC Advanced Energy Concepts

© Nordmann TNC 2014


Verfügbares Land in der Schweiz: 5'161 m²/Kopf
Landwirtschaft
Wald =1'589 m²
Rest
Seen
12 TWh Solarstrom brauchen eine Fläche von 80 km². D.h. 10 m² pro Einwohner
ca. 1/5 des Flächen-bedarfs für Gebäude
Rest 1'138 m²
8 Mio
99
48
SBB
11
9
17
10 m²
Total 349 m²/Kopf Zivilisations-Fläche
182
10 m²/Kopf = 20% CH Strom
≙ 1.5 kWp/Kopf
Seen
178
Landwirtschaft
1'904
Daten BA Raumplanung 2000
©Th. Nordmann • TNC 2014


IEA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY
PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME
PV Stromproduktion 2014
FIGURE 4: 2014 THEORETICAL PV PRODUCTION
8,00%
7,00%
6,00%
5,00%
4,00%
3,00%
2,00%
1,00%
0,00%
%
1% MARK
Italy
Greece
Germany
Bulgaria
Czech republic
Belgium
Spain
Romania
Japan
Australia
Israel
Denmark
Slovakia
Switzerland
Austria
UK
France
Portugal
Thailand
Netherlands
Chile
China
South Africa
USA
Non IEA PVPS Countries
IEA PVPS Countries
Source: IEA PVPS
PVPS


Smart Grid connected
TV,Audio & PC
Brauchwasser
Kühlschrank
Waschmaschine/Tumbler
Kochen
Licht
Andere
Strom zu Wärme
Zeitverschiebung von + 2h … 12h
15 %
17 %
12 %
~ 45 %
Boiler 8h/24h
65°C
≈15%
Kühlschrank
24h/24h
8h/24h!
2 - 8°C
≈17%
Waschmaschine …
TNC Advanced Energy Concepts
©Th. Nordmann • TNC 2015


Smart Grid connected
TV,Audio & PC
Brauchwasser
Kühlschrank
Waschmaschine/Tumbler
Kochen
Licht
Andere
~ 55 %
26 %
13 %
8 %
10 %
> 50% täglicher Bedarf Verschiebung 2 - 24h
Lokaler Batteriespeicher
17'500 €
Grid-optimized storage
7.2 kWh
Ertrag 7'000 kWh/a
Charge when output power is high
Reduced feed-in to the grid
Morning
Noon
Evening
Tesla Powerwall:
10 kWh Batterie
Dauerlast 2 kW
Spitzenlast 3.3kW
Lade-Entlade η 92%
3'500 €
TNC Advanced Energy Concepts
©Th. Nordmann • TNC 2015

Elektro-Mobile die man kaufen kann!

- 15 kWh/100km ➜ 1.7 l Benzin/100 km
- 2 Personen • 145 km
- Leistung 55 kW/75 PS • 995 kg
- Batterie 17.6 kWh Li-Ion
- Haltbarkeit der Batterie bis zu 10 Jahren
- Preis: CHF 24'500.-

- 14 kWh/100km ➜ 1.6 l Benzin/100 km
- 5 Personen • 185 km
- Leistung 70 kW/95 PS • 1`610 kg
- 22 kWh Batterie Li-Mn, O_2
- Haltbarkeit der Batterie bis zu 10 Jahren
- Preis CHF 30'600.-

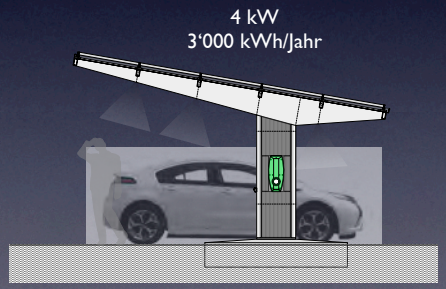
- 18 kWh/100 km ≈ 1.9 l Benzin/100 km
- 5 Personen • 350 km/ (450 km)
- Leistung 225 kW/302 PS • 2'100 kg
- Li-Ion Batterie 60 kWh/ (85 kWh)
- 8 Jahre und/oder 200'000 km Garantie
- Preis: CHF 71'100.-

TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2015

Wo läd man das Elektroauto?

- 18 kWh/100 km ➜ 3'000 kWh/20'000 km
- Ladung η > 80%
- Eine PV Anlage mit 3 - 4 kWp ist notwendig
  Kosten 2013 ➜ CHF ca. 14'000.-
  ➜ Damit hast Du einen vollen Tank für die nächsten 25 Jahre!

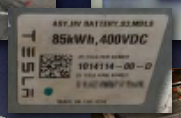


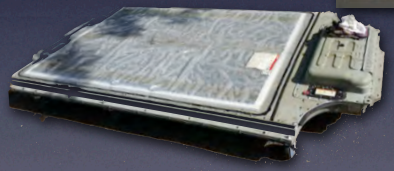
TNC Advanced Energy Concepts

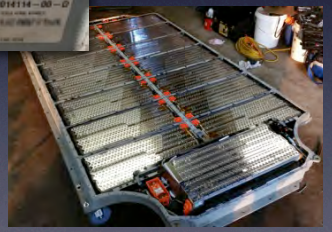
©Th. Nordmann • TNC 2015

Das Elektroauto unterwegs laden: 330km/h!

317 A DC
320 V
100 kW







TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2015

Aus dem kostenorientierten PV Markt zur 4dimensionalen Energie-Systemlösung!

Strom- u. Wärme-Effizienz

- AAA+ Geräte -20%-90%
- <6.6 l /m² EBF
- Switch Energieträger

Clever PV

≈ jährlich 10-30% Strombedarf
≈ jährlich 100% Strombedarf
> 100% jährlicher Strombedarf
+ Ost - West-Modulbelegung

Elektro-Mobiltät

- Kauf Dein Elektroauto heute!
- Lade Dein Elektroauto mit PV!
- Verdopple Deine PV Anlage für Eigenverbrauch

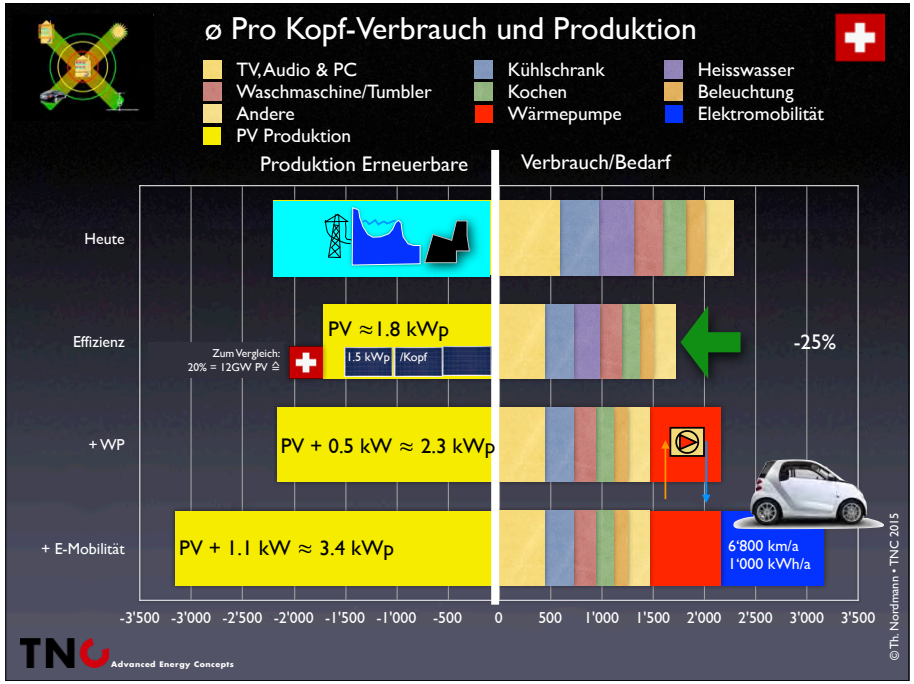
Smart Grid Connected

«Strom aus Wärme»
«Strom aus Speicher»

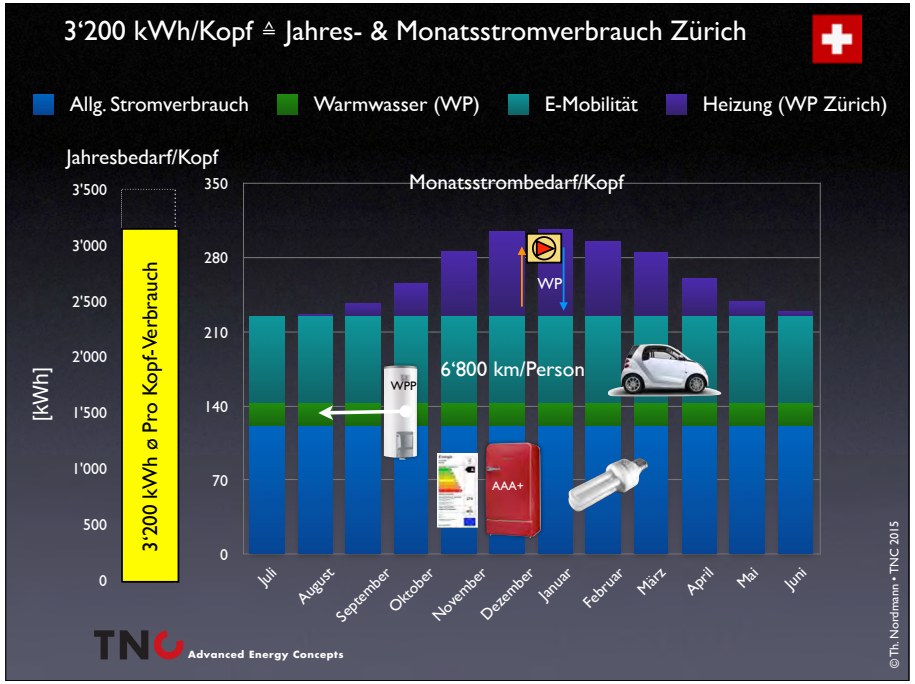
- Inverter mit intelligenten Netzservices
- «Strom aus Wärme» Zeitverschiebung 2h -12h > 25 % /Tag Batteriespeicher

TNC Advanced Energy Concepts

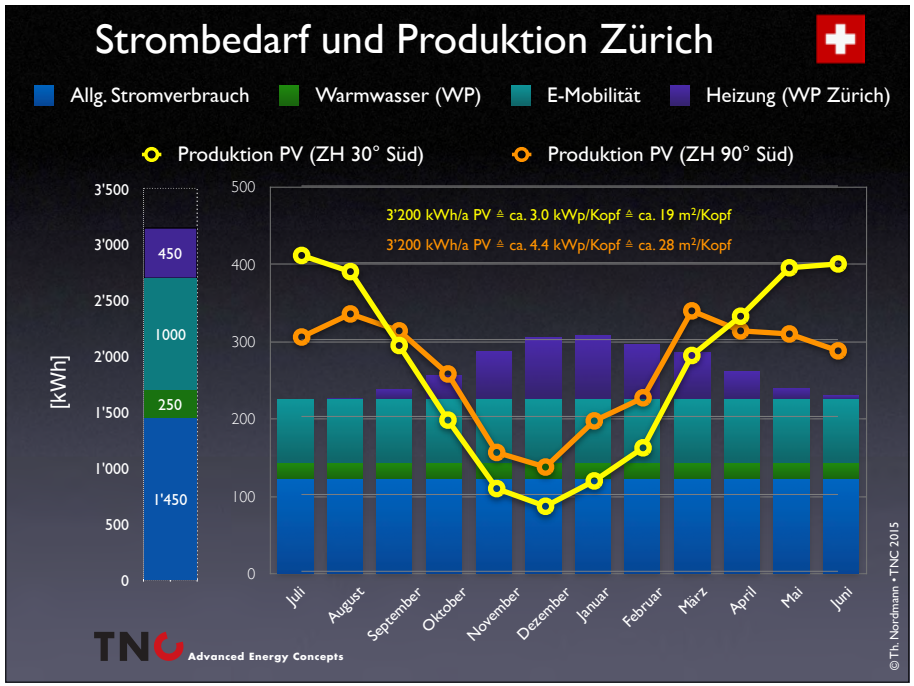
©Th. Nordmann • TNC 2015



33



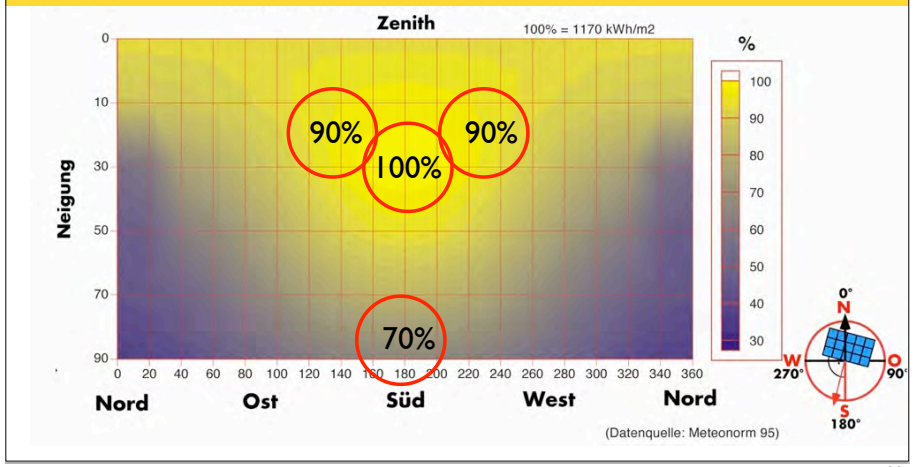
34



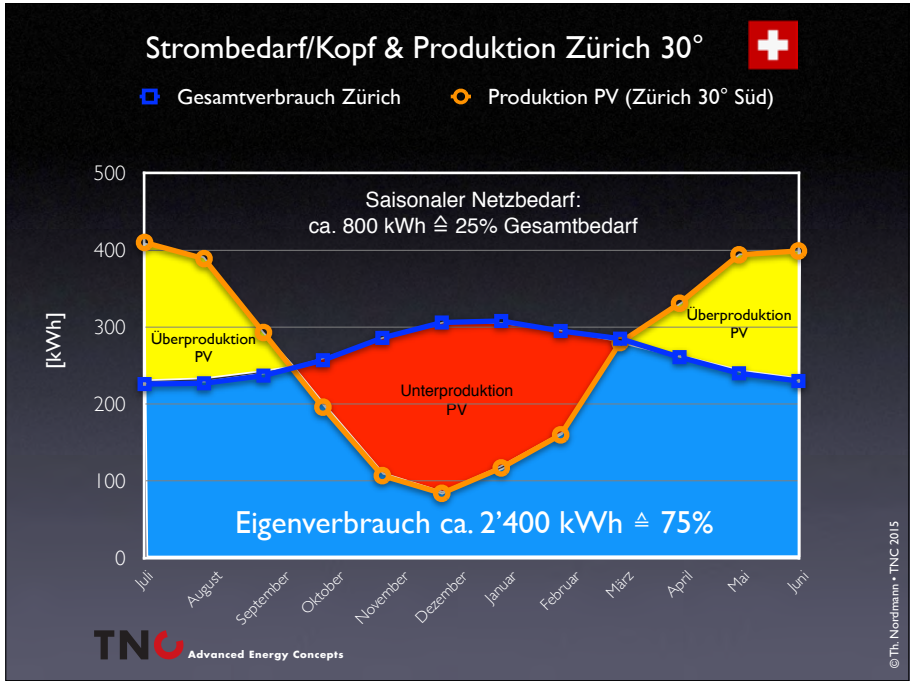
35

Warum ist der Himmel für Solarstrom tolerant?

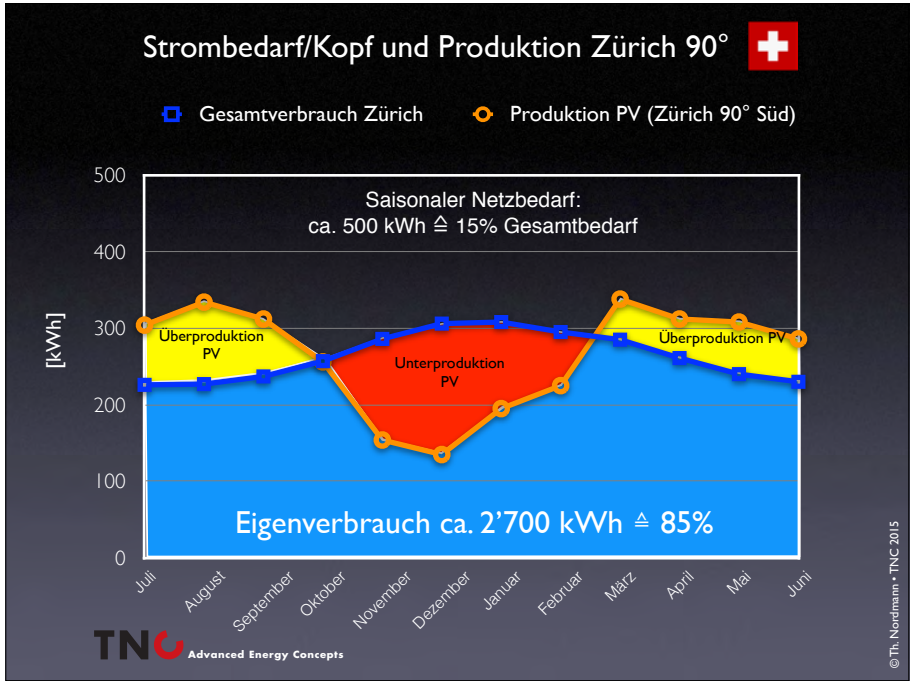
Südabweichung ± 30 Grad = 90% Ertrag
max. um 9/15 Uhr



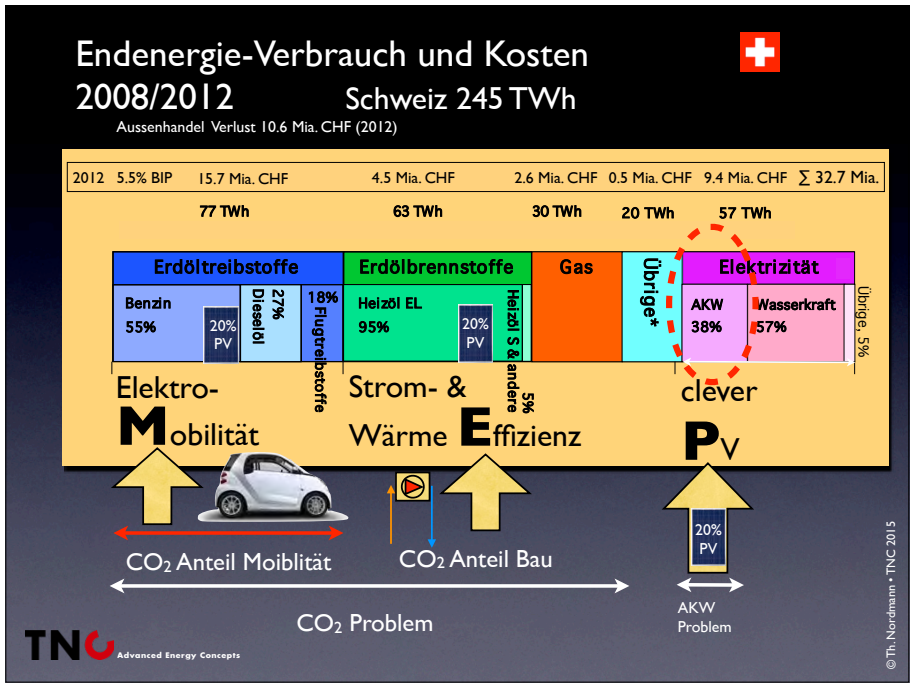
36


Strombedarf/Kopf & Produktion Zürich 30°
Gesamtverbrauch Zürich
Produktion PV (Zürich 30° Süd)
Saisonaler Netzbedarf:
ca. 800 kWh ≙ 25% Gesamtbedarf
[kWh]
500
400
300
200
100
0
Überproduktion PV
Unterproduktion PV
Überproduktion PV
Eigenverbrauch ca. 2'400 kWh ≙ 75%
Juli
August
September
Oktober
November
Dezember
Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
TNC Advanced Energy Concepts
© Th. Nordmann • TNC 2015

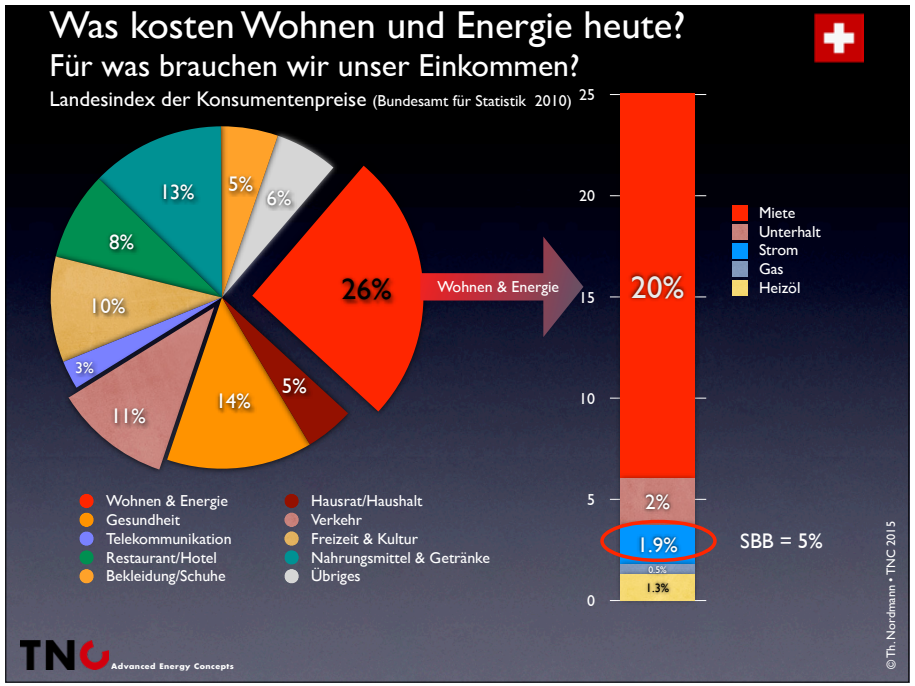
37


Strombedarf/Kopf und Produktion Zürich 90°
Gesamtverbrauch Zürich
Produktion PV (Zürich 90° Süd)
Saisonaler Netzbedarf:
ca. 500 kWh ≙ 15% Gesamtbedarf
[kWh]
500
400
300
200
100
0
Überproduktion PV
Unterproduktion PV
Überproduktion PV
Eigenverbrauch ca. 2'700 kWh ≙ 85%
Juli
August
September
Oktober
November
Dezember
Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
TNC Advanced Energy Concepts
© Th. Nordmann • TNC 2015

38


Endenergie-Verbrauch und Kosten
2008/2012
Schweiz 245 TWh
Aussenhandel Verlust 10.6 Mia. CHF (2012)
2012 5.5% BIP 15.7 Mia. CHF 4.5 Mia. CHF 2.6 Mia. CHF 0.5 Mia. CHF 9.4 Mia. CHF ∑ 32.7 Mia.
77 TWh
63 TWh
30 TWh
20 TWh
57 TWh
Erdöltreibstoffe
Benzin 55%
20% PV
27% Dieselöl
18% Flugtreibstoffe
Erdölbrennstoffe
Heizöl EL 95%
20% PV
Heizöl S & andere 5%
Gas
Übrige*
Elektrizität
AKW 38%
Wasserkraft 57%
Übrige, 5%
Elektro-Mobilität
Strom- & Wärme Effizienz
clever PV
CO2 Anteil Moiblität
CO2 Anteil Bau
20% PV
CO2 Problem
AKW Problem
TNC Advanced Energy Concepts
© Th. Nordmann • TNC 2015

39


Was kosten Wohnen und Energie heute?
Für was brauchen wir unser Einkommen?
Landesindex der Konsumentenpreise (Bundesamt für Statistik 2010)
26%
Wohnen & Energie
13%
5%
6%
8%
10%
3%
11%
14%
5%
Wohnen & Energie
Gesundheit
Telekommunikation
Restaurant/Hotel
Bekleidung/Schuhe
Hausrat/Haushalt
Verkehr
Freizeit & Kultur
Nahrungsmittel & Getränke
Übriges
25
20
15
10
5
0
20%
2%
1.9%
0.5%
1.3%
Miete
Unterhalt
Strom
Gas
Heizöl
SBB = 5%
TNC Advanced Energy Concepts
© Th. Nordmann • TNC 2015

40

Herausforderungen und Chancen in sieben Thesen (I)

Montag = Effizienz
Die wärmetechnische Gebäudesanierung ist die wichtigste Aktivität beim Sparen von CO_2.
Den „Pullover" brauchen wir vor der Wärmeerzeugung für die (WP) Heizung.

Dienstag = Clever PV
Strom-Eigenverbrauch ist eine Chance für das Plusenergie-Gebäude und PV!

< allg. Strombedarf im Gebäude
> PV Eigenproduktion und > Eigenverbrauch
+ PV Strom für Elektromobilität und WP Strom im Winter

Mittwoch = Smart Grid Connection
Für die Entlastung des Stromnetzes brauchen wir:

- 100% Deckung im Durchschnitt ➜ besser jederzeit!
- Minimale Spitzenleistung beim Netzbezug

Donnerstag = Elektro-Mobilität
18 kWh/100 km ➜ 3'000 kWh/20'000 km
Eine PV Anlage mit 3 - 4 kWp ist notwendig (Kosten 2013 ➜ CHF ca. 14'000.-)
➜ Damit hast Du einen vollen Tank für die nächsten 25 Jahre!

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Herausforderungen und Chancen in sieben Thesen (II)

Freitag
Mit 3.5 - 4 kW_p PV/Einwohner decken wir im Gebäude:
Den allg. Strombedarf, die WP Heizung und die Elektro-Mobilität in der Jahresbilanz zu 100% und in der saisonalen Bilanz zu > 80%. PV kann auf dem eigenen Dach oder in der Gemeinschaftsanlage produziert werden.

Samstag
Der direkte Ersatz der Kernenergie durch PV (11 TWh) ist neben dem CO_2 Problem der zweite Anlass für den Umbau der Energienutzung im Gebäude. Solarstrom kann bedarfsorientiert im Gebäude auch für die zwei zusätzlichen fossilen Energiemärkte ➜ Heizung (93 TWh) ➜ Mobilität (61 TWh) eingesetzt werden.

Sonntag
Mit der vier-dimensionalen Gesamt-System-Lösung ist eine Umstellung auf 100% Erneuerbar und Energieeffizienz heute schon möglich. Unsere Gesellschaft braucht keine günstigen PV kWh sondern Erneuerbare Energie für Heizung, Privaten Strom und CO_2 freie Elektromobilität

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Vom Minergie- zur 4dimensionalen Energie-Systemlösung!

ZH-064

Standort	Grundstr. 10 8703 Erlenbach Karte
Zertifizierung	Label Minergie, 01.12.2004
Heizung	22% Solarenergie thermisch 78% Gasfeuerung
Warmwasser	59% Solarenergie thermisch 41% Gasfeuerung
Neubau	Wohnen EFH (267m²)
Energiebezugsfläche	Neubau: 267m² Total: 267m²

TNC begleitet 2015 - 2017
4d Leuchtturm-Projekte:

- Im Bestand und Neubau
- EFH/MFH und Zweckbauten

Unsere Leistungen:

- Strategie/Coaching für 4d Projekte
- Optimierung Eigenverbrauch und Netzbezug (HW? und/oder SW?)
- Messung, Energie & Komfort (was, wo, wie?)
- Auswertung & Erfolgskontrolle
- ERFA Gruppe
- Publikation und Kommunikation
- Multiplikation

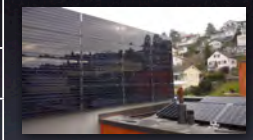
TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

Vom Minergie- zum 4d Projekt

Minergie Neubau 1999
Ertüchtigung 2015

ist 1999 - 2015	neu ab 2015/16
Propan Gas Kondensations-heizung 12 - 20 kW	Drehzahlgeregelte WP mit Erdsonden 8kW
Luftheizung und Komfortlüftung	Komfortlüftung und Wandheizung
Fluoreszenz Lampen	LED Lampen
AA Geräte	AAAA+ Geräte
Tesla 3x 16 A Ladestation	Tesla variable Ladeleistung
Konventionelle BW- & Heizungssteuerung	Gebäudeautomatisierung für Strom, Brauchwasser und Wärme
4 kW PV S 90 & S 20	+ 2 kW ost west = 6 kWp
Solar Thermisch WW Aufbereitung 8m²	Solarkollektoren 4m² Einkoppelung in WP Erdsonden Kreislauf
Messkampagne	Messkampagne und Visualisierung im www



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2015

PDF
www.tnc.ch
Q & A