

STAND heute und unsere KLIMA- und ENERGIEZUKUNFT 2030-2050-2100



Seit 1895

Mittwoch, 25. Februar 2014, 18.00

Aula und Halle der Berner Fachhochschule Technik und Informatik

Von Photovoltaik-Systemen zu Energie-System - Lösungen

Thomas Nordmann

TNC Consulting AG CH 8706 Feldmeilen

www.tnc.ch • nordmann@tnc.ch



© Th. Nordmann • TNC 2015

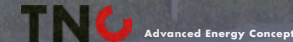
1

TNC steht für: Solarstrom und Gebäudeeffizienz
Das sind seit 30 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 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» ab November 2014 - 2017 für Stiftung Klick

Europäischer Solarpreis 1997



© Th. Nordmann • TNC 2015

2

Energetische Gebäudeerneuerung und Photovoltaik-Systemlösungen im Wohnbau

Agenda

- Schweizerische Energiepolitik 2015 - 2050 mit PV-Solarstrom?
- Was hat Photovoltaik mit der wärmetechnische Gebäudeerneuerung im Bestand und der Mobilität zu tun?
- Wie können wir die jährliche energetische Erneuerungsrate vergrössern
- Warum brauchen wir einen gemeinsam Plan, um einen hohen PV Anteil im Stromnetz zu ermöglichen?
- Wie emanzipieren wir uns aus dem Energie kWh und KEV Kosten- orientierten PV Markt zu Energie-Systemlösungen?
- Was ist die Vier- Dimensionale Energie-Systemlösungen!
- Warum Strom zu Wärme, Strom zu Speicher und Strom zu Mobilität?
- Herausforderungen und Chancen in sieben Thesen



© Th. Nordmann • TNC 2015

3

Der Umstieg der Schweiz



Bundesrat und Parlament 2011 ✓

Bundesrat beschliesst Atomausstieg auf Raten • Mittwoch, 25. Mai 2011

Plan B → A „Erneuerbare und Energie-Effizienz“



4

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	Produktionszuwachs
Erneuerbare Energien inkl. Wasserkraft	8 – 10 Mrd.	5 Mrd. kWh
2 bis 3 Kernkraftwerke	10 – 12 Mrd.	20 Mrd. kWh
bis 5 Gas-Kombikraftwerke	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 Gas-Kombikraftwerken als Lieferanten von Spitzenenergie (während der Übergangszeit: 10 Mrd. kWh jährlich) Quelle: Swisselectric, 2007

Stromproduktion neue Erneuerbare

Energiezukunft Schweiz BR 4. 9. 2013

[TWh]

© Th. Nordmann • TNC 2015

Endenergie-Verbrauch und Kosten 2008/2012

Aussenhandel Verlust 10.6 Mia. CHF (2012)

245 TWh

2012	5.5% BIP	15.7 Mia. CHF	4.5 Mia. CHF	2.6 Mia. CHF	0.5 Mia. CHF	9.4 Mia. CHF	Σ 32.7 Mia.
		77 TWh	63 TWh	30 TWh	20 TWh	57 TWh	

Erdöltreibstoffe			Erdölbrennstoffe		Gas	Übrige	Elektrizität		Übrige 5%
Benzin 55%	Dieseldi 27%	Flugtreibstoffe 18%	Heizöl EL 95%	Heizöl S & andere 5%			AKW 38%	Wasserkraft 37%	
CO ₂ Anteil Mobilität			CO ₂ Problem				AKW Problem		

© Th. Nordmann • TNC 2015

Strom Produktion Schweiz 2010

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

TWh	26.1 Atomstrom ?		38.1% Strom aus Wasserkraft		37.5	3.6
	16	Laufkraftwerke	Speicherkraftwerke	19		

2035 → 2050 → andere Kraftwerke*

Strom mit Atom	25.2 Produktion 2005		AKW, nicht erneuerbare Energien	
	8.4	3 Mühleberg	8.8	8.0
	Beznau 1 & 2		Leibstadt	Gösgen

PV bis 2025 20% CH 12 GW SWISSOLAR

*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% CO₂ 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!

Eigenverbrauch ist im Energiegesetz festgelegt:

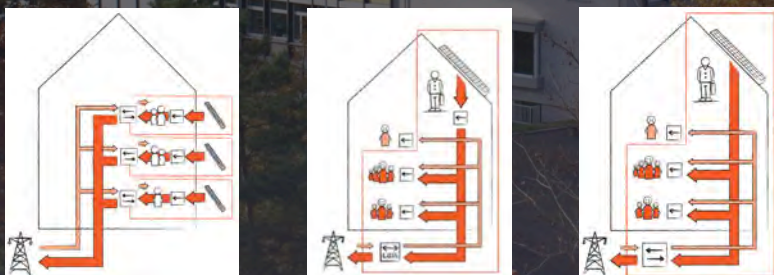
Art. 7 Abs. 2bis / Art. 7a Abs. 4bis EnG

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.



Eigenverbrauch im MFH :

- Der Gesetzgeber hat diese Bestimmungen weiter präzisiert:
 - Eigenverbrauch hat zeitgleich mit der Produktion zu erfolgen
 - Eigenverbrauch ist auch bei Mietliegenschaften möglich
 - Von Produzenten dürfen keine anderen Preise für den Bezug von Energie verlangt werden als von vergleichbaren Abnehmern
 - ...



Mit der EnG Anpassung entsteht eine neue Ausgangssituation!

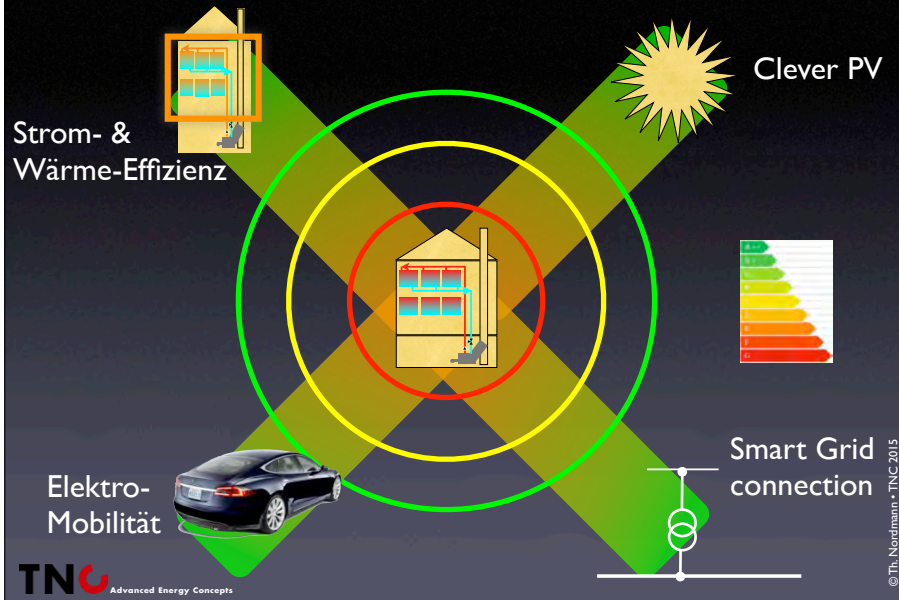
Gemeinsame Chancen für Gebäude und PV?

→ 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:
→ Energie-Systemlösungen?

Die vier-dimensionale Energie-Systemlösung



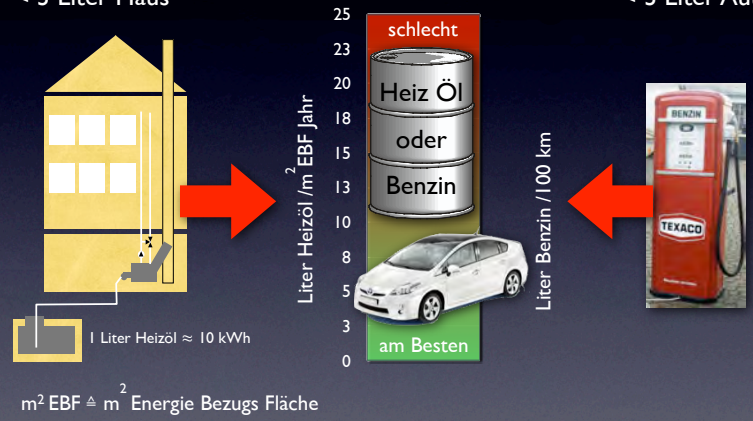
Strom-Effizienz in Gebäuden ...



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!



Wärme-Effizienz in bestehenden Gebäuden ...





Effizienz in Gebäuden ...

Warum 100% Wärmeverlust im Gebäude?

Heizungsverluste 9%

Wikipedia

Erhaltung der Energie

Alle Dictionary Thesaurus Apple Wikipedia

Energieerhaltungssatz

Der Energieerhaltungssatz sagt aus, dass die Gesamtenergie eines abgeschlossenen Systems sich nicht mit der Zeit ändert. Zwar kann Energie zwischen verschiedenen Energieformen umgewandelt werden, beispielsweise von Bewegungsenergie in Wärme. Es ist jedoch nicht möglich, innerhalb eines abgeschlossenen Systems Energie zu erzeugen oder zu vernichten: Die Energie ist eine Erhaltungsgröße. Die Gesamtenergie in einem abgeschlossenen System bleibt konstant.

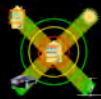
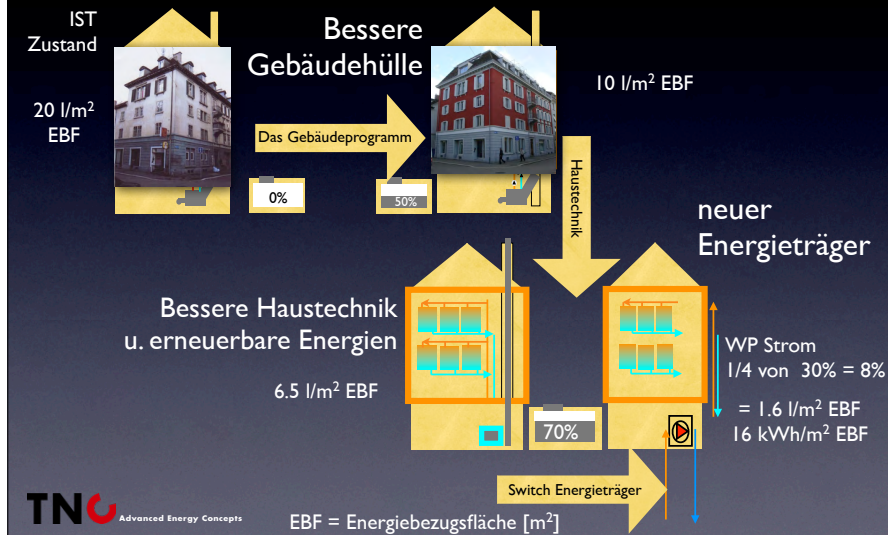
Boden 9%

Lüften 10%



Wärme-Effizienz in Gebäuden ...

Arbeitsteilung zwischen Hülle und Haustechnik



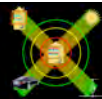
Indikatoren Haustechnik: Installierte Heizleistung vor/nach Erneuerung

20 l/m² EBF



Ist Heute: 100 - 200 W/m²

Gebäudetyp	Kontrollwert
Bestehende, schlecht wärme-gedämmte Wohnhäuser	50 W/m² bis 70 W/m²
Bestehende, gut wärme-gedämmte Wohnhäuser	40 W/m² bis 50 W/m²
Neubauten gemäss heutigen Vorschriften	30 W/m² bis 40 W/m²
Bestehende, schlecht wärme-gedämmte Dienstleistungsbauten	60 W/m² bis 80 W/m²
Minergie-Gebäude	25 W/m² bis 30 W/m²
Minergie-P-Gebäude	8 W/m² bis 13 W/m²



Clever PV

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





Clever PV

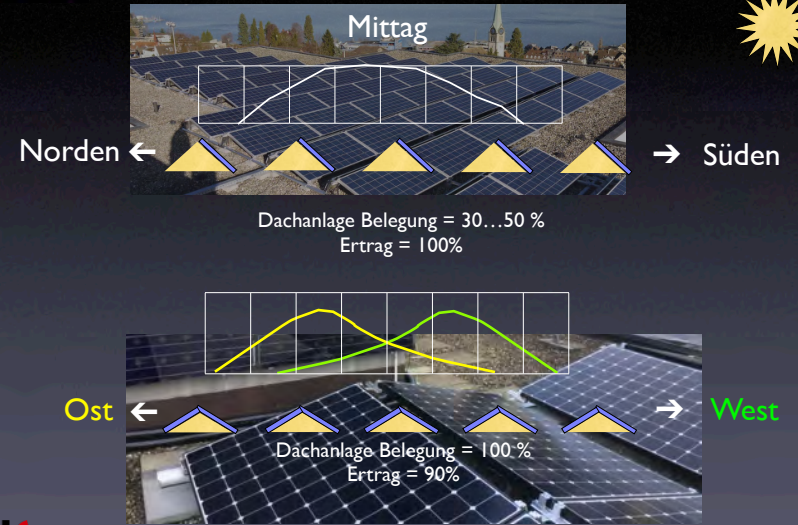
100% jährlicher Strombedarf

Solarstrompark Schulhausareal Erlenbach, Schweiz 192 kWp • 2009



Clever PV

> 100% jährlicher Strombedarf
ost-west-orientierter Module



Smart Grid connected

- TV, Audio & PC
- Brauchwasser
- Kühlschrank
- Waschmaschine/Tumbler
- Kochen
- Licht
- Andere

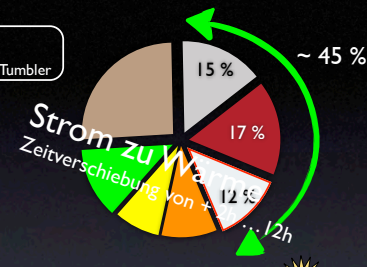
Boiler 8h/24h



Kühlschrank
24h/24h
8h/24h!



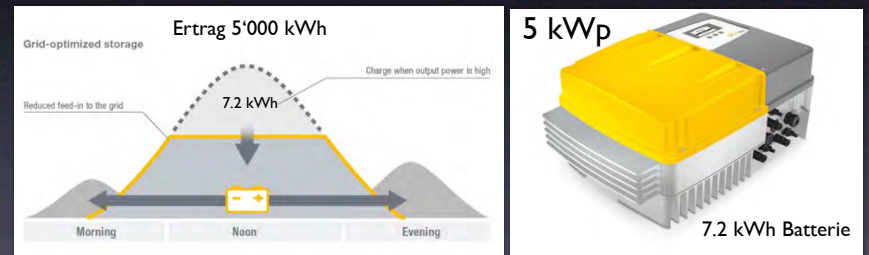
Waschmaschine ...



Smart Grid connected

Lokaler Batteriespeicher

> 25% täglicher Bedarf Verschiebung 2 - 24h





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, O₂
- Haltbarkeit der Batterie bis zu 10 Jahren
- Preis CHF 30'600.-



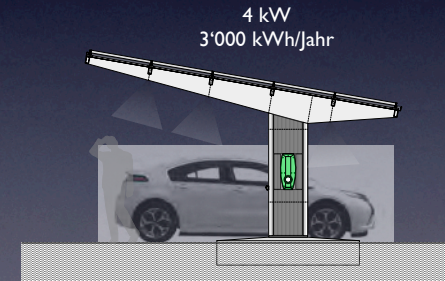
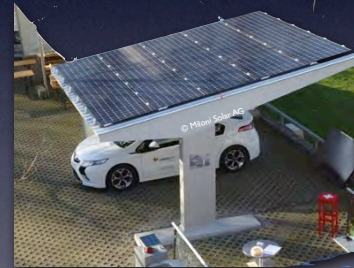
- 18 kWh/100 km ≈ 1.9 l Benzin/100 km
- 5 Personen • 350 km/ (450 km)
- Leistung 225 kW/302 PS • 2'100 kg
- Li-Ion Batterie 60 kWh/ (85 kWh)
- 8 Jahre und/oder 200'000 km Garantie
- Preis: CHF 71'100.-



Wo lädt man das Elektroauto?



- 18 kWh/100 km → 3'000 kWh/20'000 km
- Ladung $\eta > 80\%$
- 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!



Das Elektroauto unterwegs laden: 330km/h!



317 A DC
320 V
100 kW



Aus dem kostenorientierten PV Markt zur vier-dimensionalen 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

Smart Grid Connected

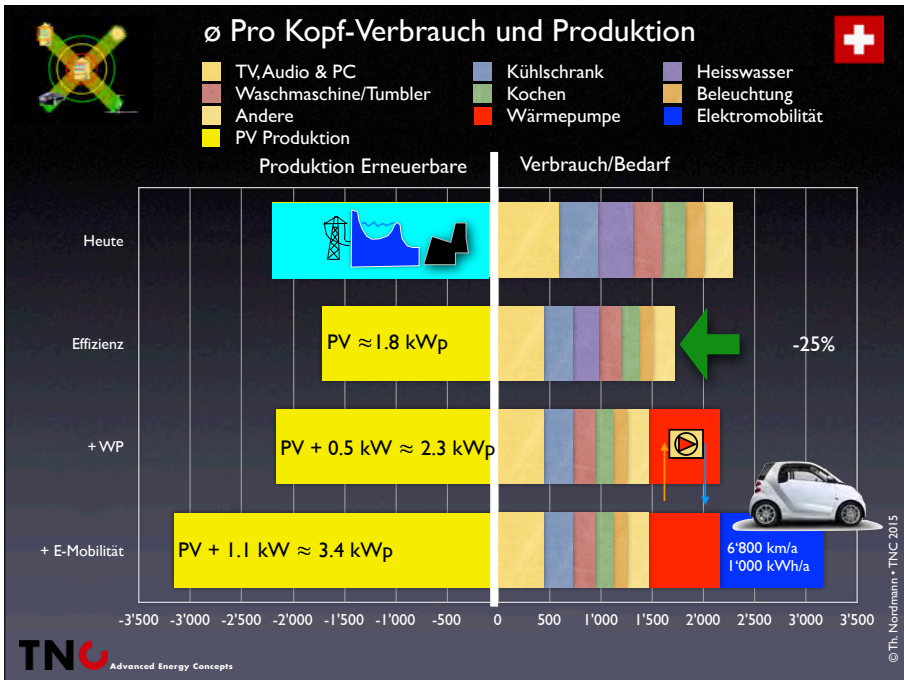
«Strom aus Wärme»
«Strom aus Speicher»

Elektro-Mobilität

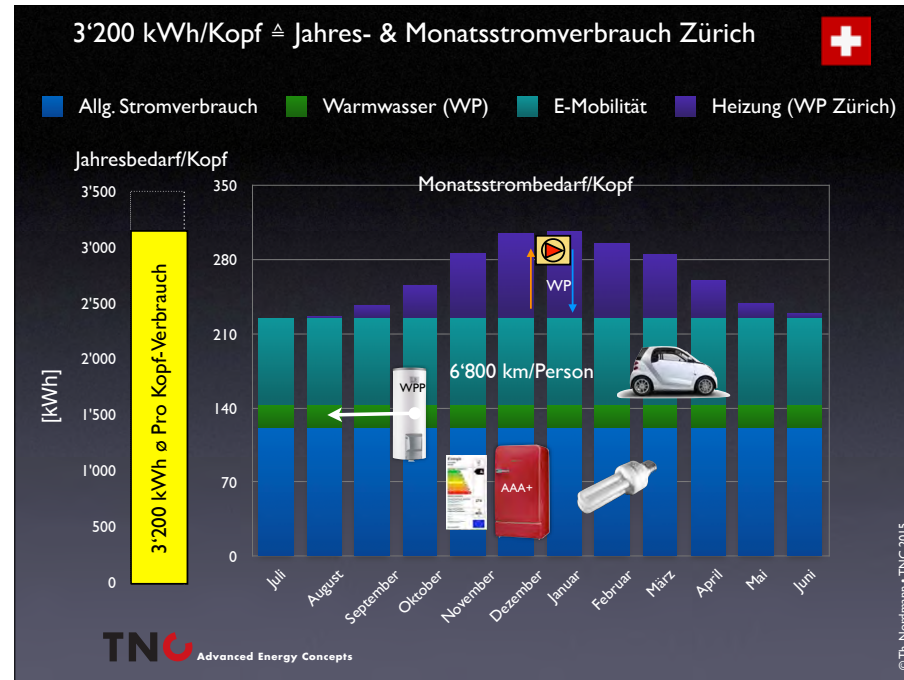


- Kauf Dein Elektroauto heute!
- Lade Dein Elektroauto mit PV!
- Verdopple Deine PV Anlage für Eigenverbrauch

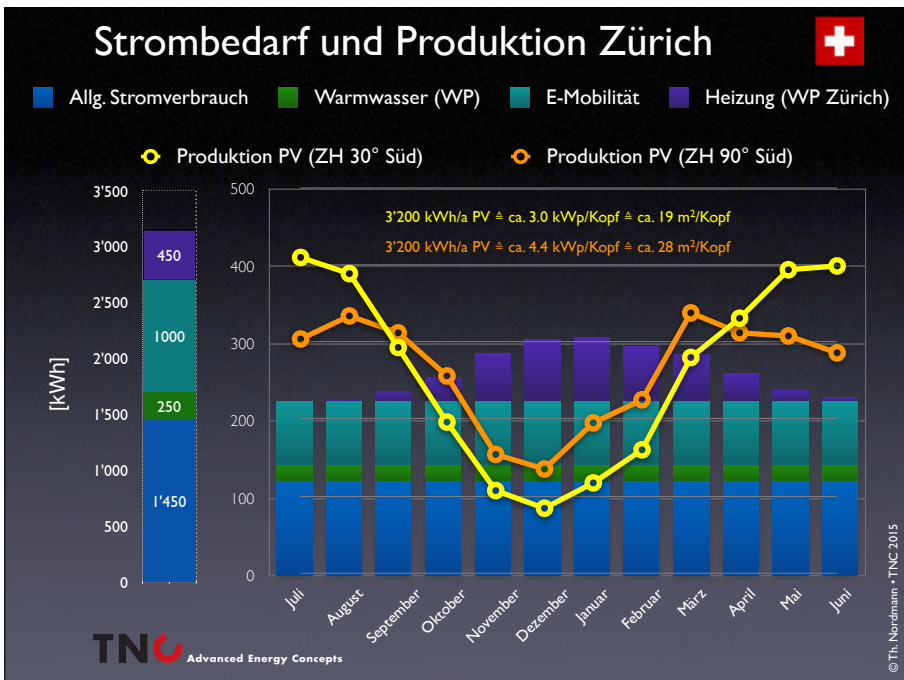
- Inverter mit intelligenten Netzservices
- «Strom aus Wärme» Zeitverschiebung 2h - 12h
- > 25 % /Tag Batteriespeicher



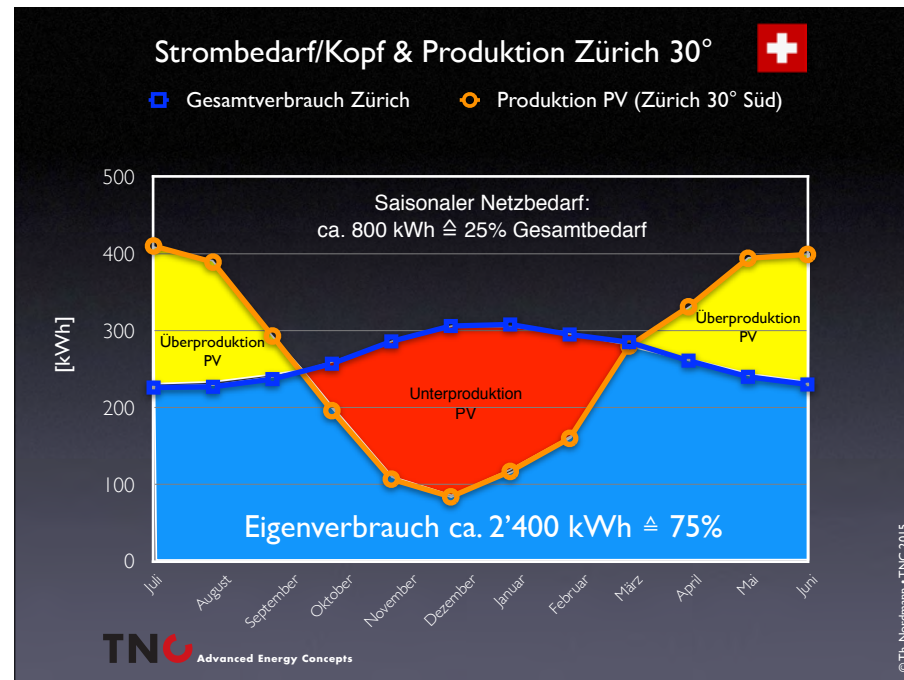
29



30



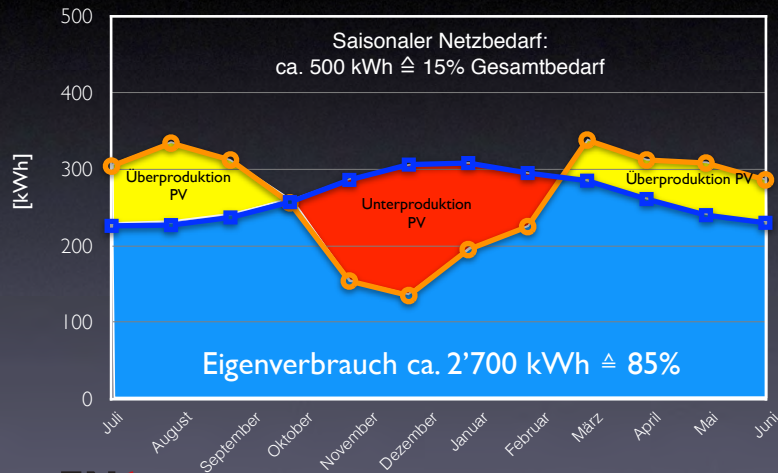
31



32

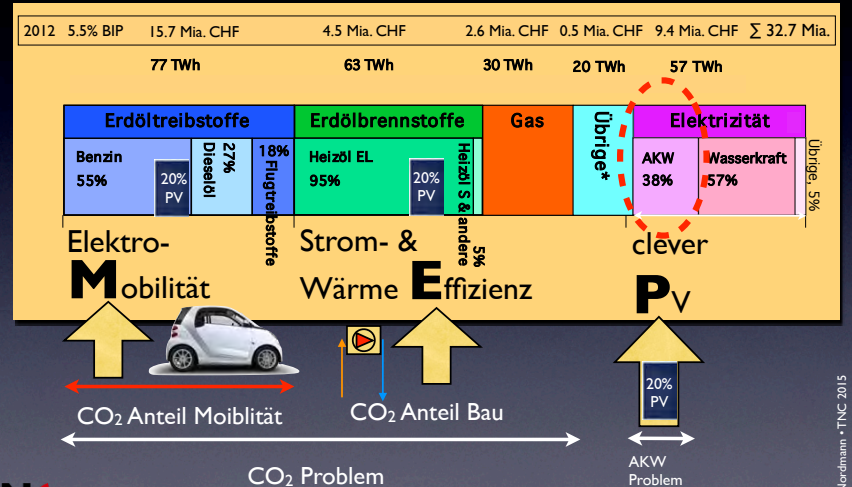
Strombedarf/Kopf und Produktion Zürich 90°

■ Gesamtverbrauch Zürich ○ Produktion PV (Zürich 90° Süd)



Endenergie-Verbrauch und Kosten 2008/2012 Schweiz 245 TWh

Aussenhandel Verlust 10.6 Mia. CHF (2012)



Herausforderungen und Chancen in sieben Thesen (I)

Montag = Effizienz

Die wärmetechnische Gebäudesanierung ist die wichtigste Aktivität beim Sparen von CO₂. 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 kW_p ist notwendig (Kosten 2013 → CHF ca. 14'000.-)

→ Damit hast Du einen vollen Tank für die nächsten 25 Jahre!

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 CO₂ 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 CO₂ freie Elektromobilität



Vom Minergie- zur vier-dimensionalen Energie-Systemlösung!

ZH-064
Minergie Neubau
1999



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 (267m ²)
Energiebezugsfläche	Neubau: 267m ² Total: 267m ²

TNC sucht und begleitet 2015 - 2016
«EPGM» Leuchtturm-Projekte:

- ▶ Im Bestand und Neubau
- ▶ EFH/MFH & Zweckbauten

Unsere Leistungen:

- Coaching (2nd Opinion)
- ERFA Gruppe
- Messung, Energie & Komfort (was, wo, wie?)
- Auswertung & Erfolgskontrolle
- Publikation und Kommunikation
- Multiplikation

