

12. Nationale Photovoltaik-Tagung  
10. – 11. April 2014 • Swiss Tech Convention Center  
EPFL Lausanne • Switzerland



## Von Photovoltaik-Systemen zu Energie-Systemlösungen

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

TNC 2014



1

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



Europäischer Solarpreis 1997

→ 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 Nationales Gebäude-Sanierungsprogramm Energie Schweiz 1997/1999
- Vollzug „Das Gebäudeprogramm“ für 15 Kantone



© Th. Nordmann • TNC 2014

2

## Von Photovoltaik-Systemen zu Energie-Systemlösungen



### Agenda

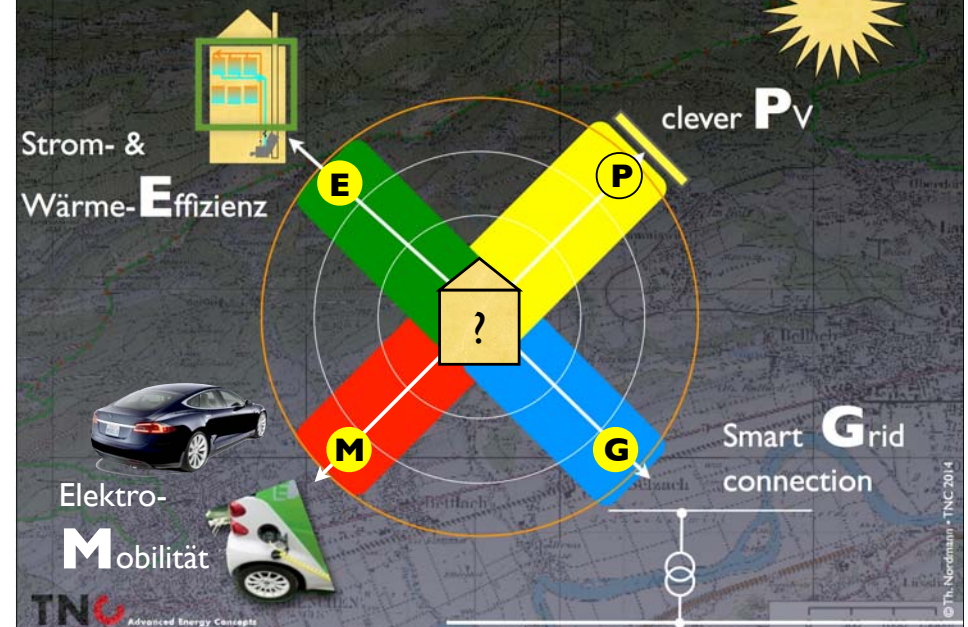
- Warum brauchen wir einen gemeinsamen Plan, um einen hohen PV Anteil im Schweizer Stromnetz zu ermöglichen?
- Wie kann man Solarstrom weiterentwickeln aus dem kWh und kostenorientierten Markt zu Energie-Systemlösungen?
- Wie funktioniert die vier-dimensionale Gesamt-Energie-Systemlösung?
- Wie überbrücken wir das Solarstrom Winterloch?
- Warum Solarstrom als Beitrag zum AKW Ersatz, aber auch als Wärmepumpen Antrieb und zur Elektromobilität?
- Schluss Thesen

© Th. Nordmann • TNC 2014



3

## Die vier-dimensionale Gesamt-Energie-Systemlösung?



© Th. Nordmann • TNC 2014

4

## E Strom-Effizienz in Gebäuden ...

FL 2010

LED 2013

η < 5% !

100 W

η 25 - 50% !

LED 10.5 W

CFL 18 W

1879-1990

5

## E Wärme-Effizienz in bestehenden Gebäuden ...

6

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2014

## E Wärme-Effizienz in Gebäuden ...

### Arbeitsteilung zwischen Hülle und Haustechnik

IST Zustand

Bessere Gebäudehülle

20 l/m² EBF

10 l/m² EBF

Das Gebäudeprogramm

0%

50%

Haustechnik

70%

Bessere Haustechnik und erneuerbare Energien

6.5 l/m² EBF

WP Strom 1/4 von 30% = 8%

1.6 l/m² EBF

16 kWh/m²

neuer Energieträger

Switch Energieträger

EBF = Energiebezugsfläche [m²]

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2014

7

## E

### Montag: These I

### Wir brauchen Strom- und Wärme-Effizienz!

Geräte AAA+

Wärmedämmung „Pullover“

20 l/m² → 10 l/m² EBF

Switch Energieträger

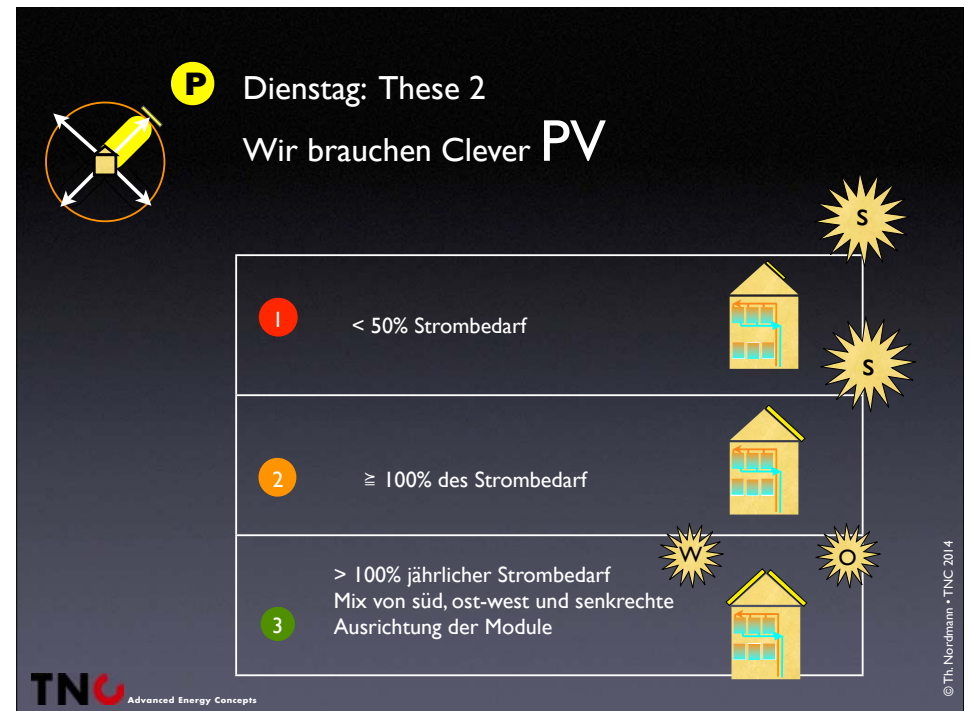
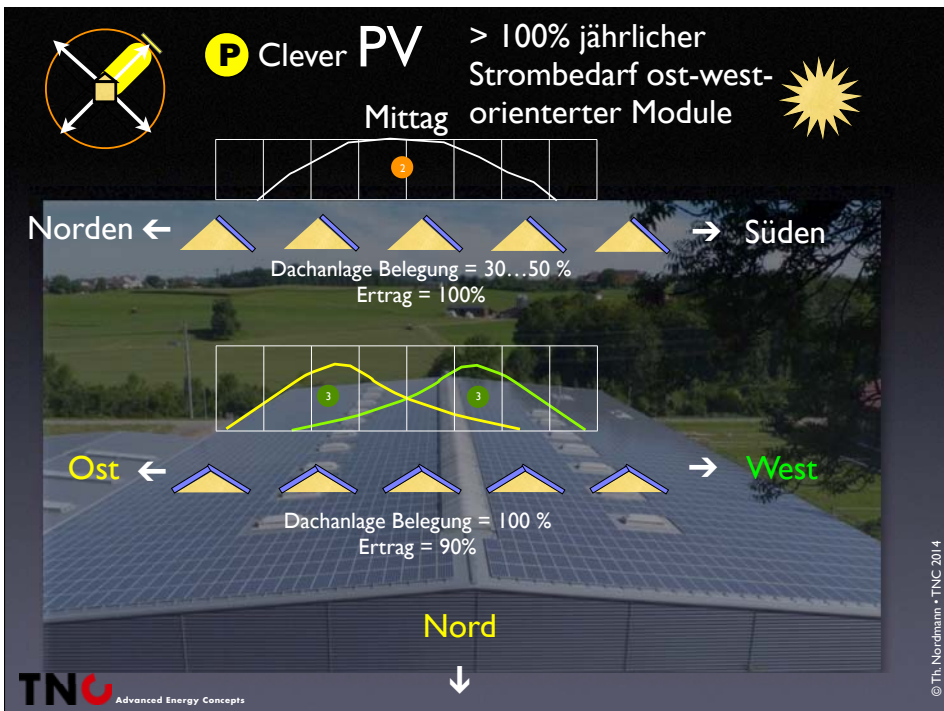
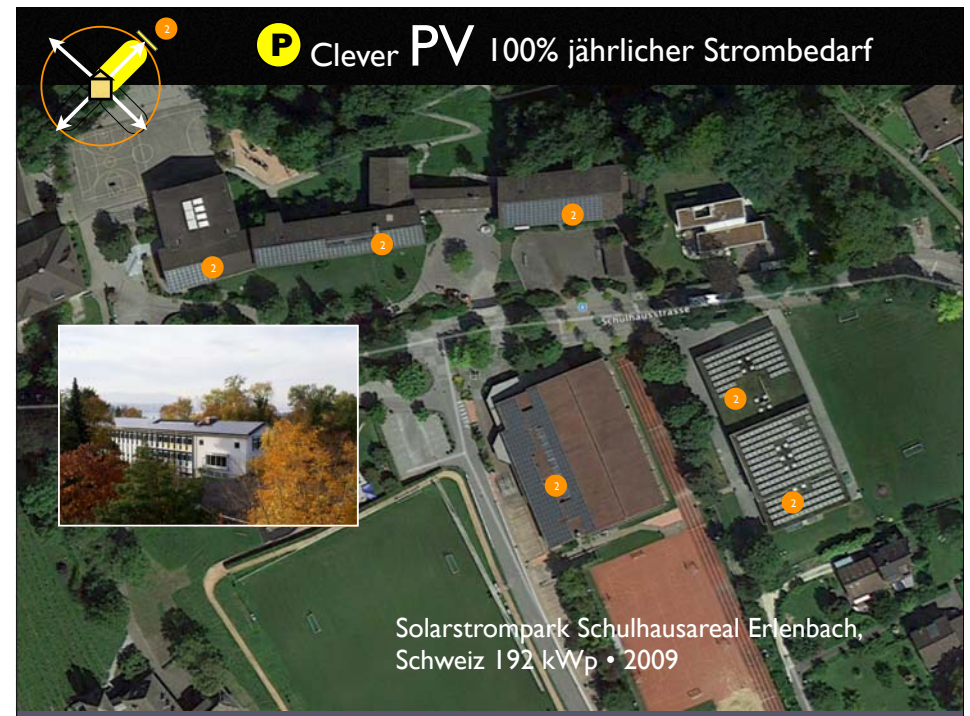
Wärmepumpe Heizzahl > 4

1.6 l ≈ 16 kWh/m² EBF

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2014

8





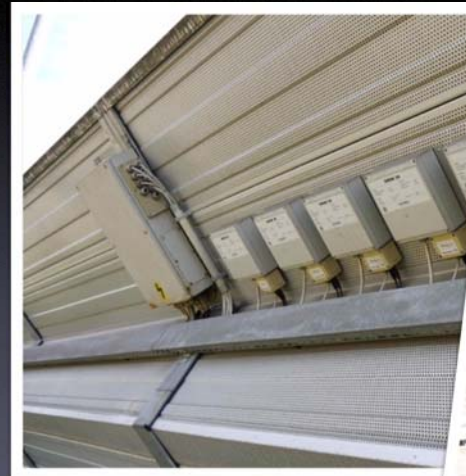
**G** Smart Grid connected



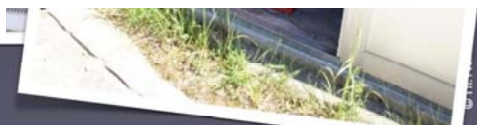
© Th. Nordmann • TNC 2014



**G** Smart Grid connected



**G** Smart Grid connected



**G** Smart Grid connected

### Zusatznutzen von Photovoltaik-Wechselrichtern mit kombinierter Q(U)-P(U)-Regelung in der Niederspannung

- 1) Fraunhofer IWS
- 2) UNIKASSEL VERSITÄT
- 3) bayerwerk
- 4) BOSCH  
Technik fürs Leben
- 5) SMA
- 6) juwi

29. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Bad Staffelstein den 13.03.2014

Referent: Markus Kraiczky, [markus.kraiczky@iws.fraunhofer.de](mailto:markus.kraiczky@iws.fraunhofer.de)

Autoren: T. Sletz<sup>1</sup>, J. C. Töbermann<sup>1</sup>, M. Kraiczky<sup>1</sup>, J. v. Appen<sup>1</sup>, M. Braun<sup>1,2</sup>, J. Brant<sup>3</sup>, S. Schmidt<sup>4</sup>, A. U. Schmiegel<sup>4</sup>, D. Premm<sup>5</sup>, S. Bröscher<sup>4</sup>, A. Jung<sup>6</sup>

© Fraunhofer IWS



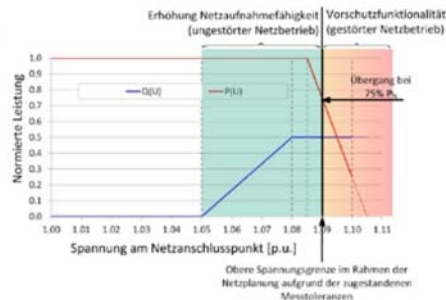
© Th. Nordmann • TNC 2014

## Zusammenfassung

PV INTEGRATED



- Q(U) – P(U)- Kennlinie kann einen relevanten Beitrag zur Erhöhung der PV-Aufnahmefähigkeit von NS-Netzen leisten
- Q(U) – P(U)- Kennlinie kann eine Schutzauslösung der PV-Anlagen bei kritischen Netzspannungen vermeiden
- Wirkleistungsbegrenzung nur bei sehr hohen Netzspannungen vermeidet unnötige PV- Einspeiseverluste
- Q(U) –P(U)- Kennlinienvorschlag in Projekt PV Integrated berücksichtigt Interessen für PV-Anlagenbetrieb und Netzbetrieb



29. Symposium Photovoltaische Solarenergie  
13.03.2014, Bad Staffelstein  
markus.kraicz@wes.fraunhofer.de

© Fraunhofer IWES

Folie 20



17

## Zusammenfassung

- Q(U) – P(U)- Kennlinie kann einen relevanten Beitrag zur Erhöhung der PV-Aufnahmefähigkeit von NS-Netzen leisten
- Q(U) – P(U)- Kennlinie kann eine Schutzauslösung der PV-Anlagen bei kritischen Netzspannungen vermeiden
- Wirkleistungsbegrenzung nur bei sehr hohen Netzspannungen vermeidet unnötige PV- Einspeiseverluste
- Q(U) –P(U)- Kennlinienvorschlag in Projekt PV Integrated berücksichtigt Interessen für PV-Anlagenbetrieb und Netzbetrieb

29. Symposium Photovoltaische Solarenergie  
13.03.2014, Bad Staffelstein  
markus.kraicz@wes.fraunhofer.de

Freitag, 11. April 2014

## Netze, Speicher, Systemdienstleistungen

12.30 Uhr Stehlunch gesponsert von

### Session 7:

Moderation: Niklaus Mäder, Fachbereich Regulierung VSE, Aarau

**Sicht und Herausforderungen des Übertragungsnetzbetreibers bei vermehrter PV-Einspeisung**  
Bernrd Nordieker, Leiter System Operations Grid Operations, Swissgrid AG, Frick

**Mehr Solarstrom im Verteilnetz: Sieben Alternativen zum Netzausbau**  
Christof Bucher, Basler & Hofmann AG, Zürich

**Herausforderung vermehrter PV-Einspeisung aus Sicht des Verteilnetzbetreibers**  
Bernard Kummer, Mitglied Netzwirtschaftskommission VSE, Lausanne

**Die neuen Aufgaben des Wechselrichters**  
Christoph von Bergen, CEO, Sputnik Engineering AG, Biel

**Dezentrale Solarstromspeicher als virtuelles Kraftwerk**  
Philipp Eisenring, Ampard AG, Zürich

**Hybridwerk in Solothurn**  
Philipp Grob, Leiter Dienstleistungen und Mitglied der Geschäftsleitung, Regio Energie Solothurn

**Zusammenfassung der Tagung**  
David Stickelberger, Geschäftsführer Swissolar, Zürich

16.15 Uhr Ende

18

**Smart Grid connected**

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

**Strom zu Wärme**  
Zeitverschiebung von + 2h ... 12h  
~ 45 %

Boiler 8h/24h  
65°C  
≈ 15%

Kühlschrank  
24h/24h  
8h/24h!  
2 - 8°C  
≈ 17%

Waschmaschine ...

© Th. Nordmann • TNC 2014

19

**Smart Grid connected**

**Lokaler Batteriespeicher**

25% täglicher Grundbedarf Verschiebung 2 - 24h

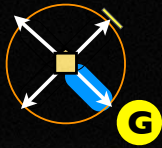
Grid-optimized storage  
7.2 kWh  
Charge when output power is high  
Reduced feed-in to the grid

Morning Noon Evening

5 kWp PV  
Ertrag 5'000 kWh 7.2 kWh Batterie

© Th. Nordmann • TNC 2014

20

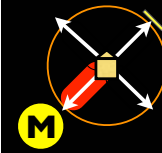


## Mittwoch: These 3 Wir sind bald Smart Grid connected

1	Inverter mit Netzservice	
2	Strom aus Wärme Zeitverschiebung ± 2h - 12h	
3	>25% /Tag lokaler Batteriespeicher	

© Th. Nordmann • TNC 2014

21



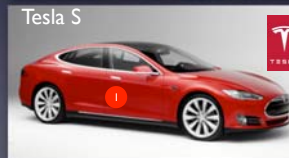
## M Elektro-Mobiles von heute!



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



- 14 kWh/100km → 1.6 l/100km
- 5 Personen • 185 km
- 70 kW/95 PS • 1'610 kg
- 22 kWh Batterie Li-Mn, O<sub>2</sub>
- Batterie bis zu 10 Jahren
- Preis CHF 30'600.-

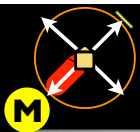


- 18 kWh/100 km ≈ 1.9 l/100 km
- 5 Personen • 375 km
- 225 kW/302 PS • 2'100 kg
- Li-Ion Batterie 60 kWh
- 8 Jahre und/oder 200'000 km Garantie
- Preis: CHF 71'100.-

© Th. Nordmann • TNC 2014

© Th. Nordmann • TNC 2014

22



## M Wo lädt man das Elektroauto?



- 18 kWh/100 km → 3'000 kWh/20'000 km
- Ladung  $\eta > 80\%$
- PV Anlage 3 - 4 kWp  
Kosten 2013 → CHF ca. 14'000.-  
→ Damit hast Du einen vollen Tank für die nächsten 25 Jahre!



© Th. Nordmann • TNC 2014

23



## M Donnerstag: These 4 Elektro-Mobilität

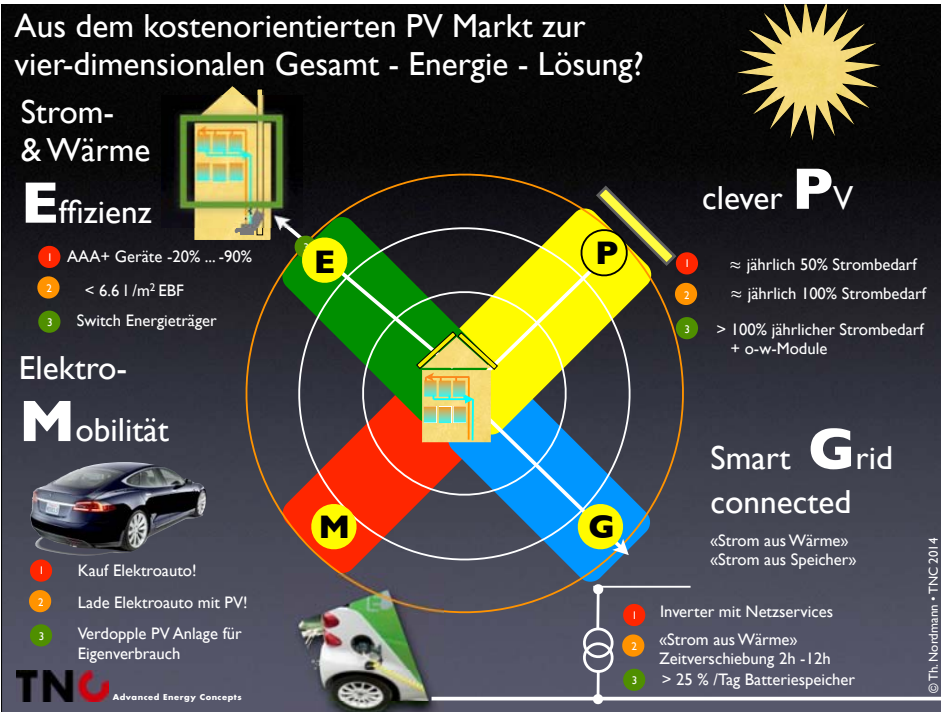
- Elektro-Mobilität ist ein optimaler Partner für PV
- Ladezeit mit PV 40 km/h Elektro-Mobilität
- PV Eigenverbrauch ist technisch und ökonomisch sinnvoll.

1	Kaufe heute Dein Elektroauto!	
2	Lade den Batteriespeicher (15 - 60 kWh) und verdopple Deine PV Anlage	
3	Verdopple Deine PV Anlage und den Eigenverbrauch	

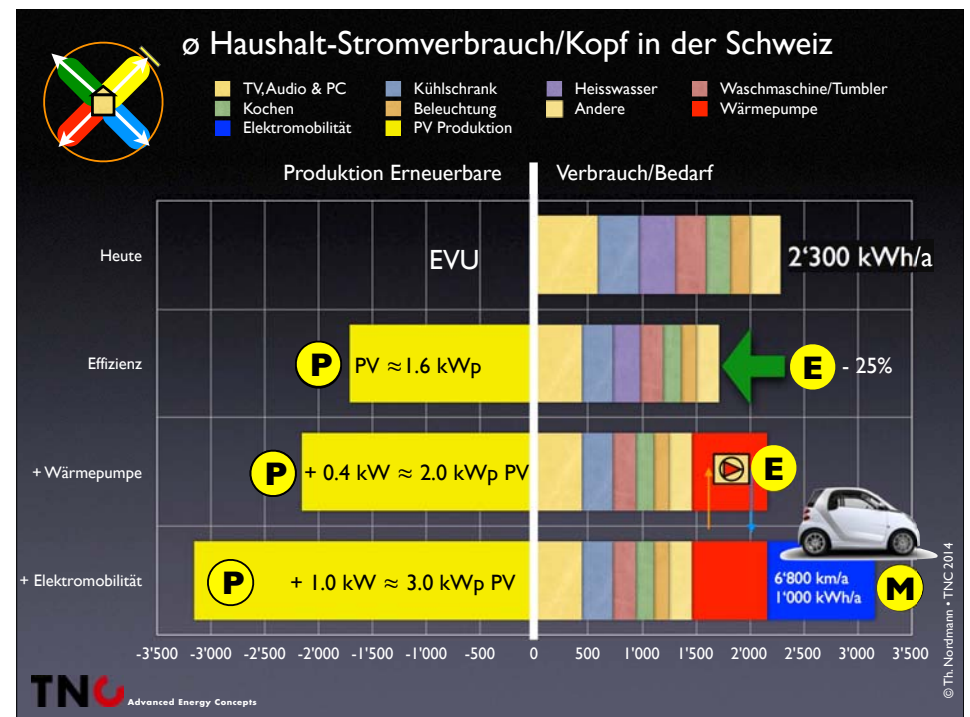
© Th. Nordmann • TNC 2014

© Th. Nordmann • TNC 2014

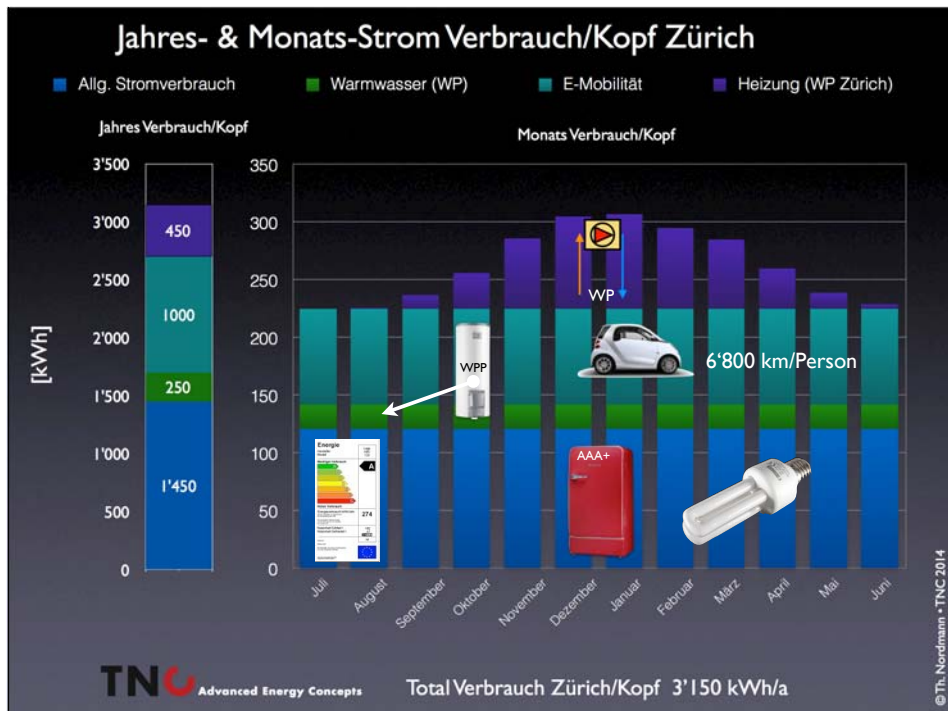
24



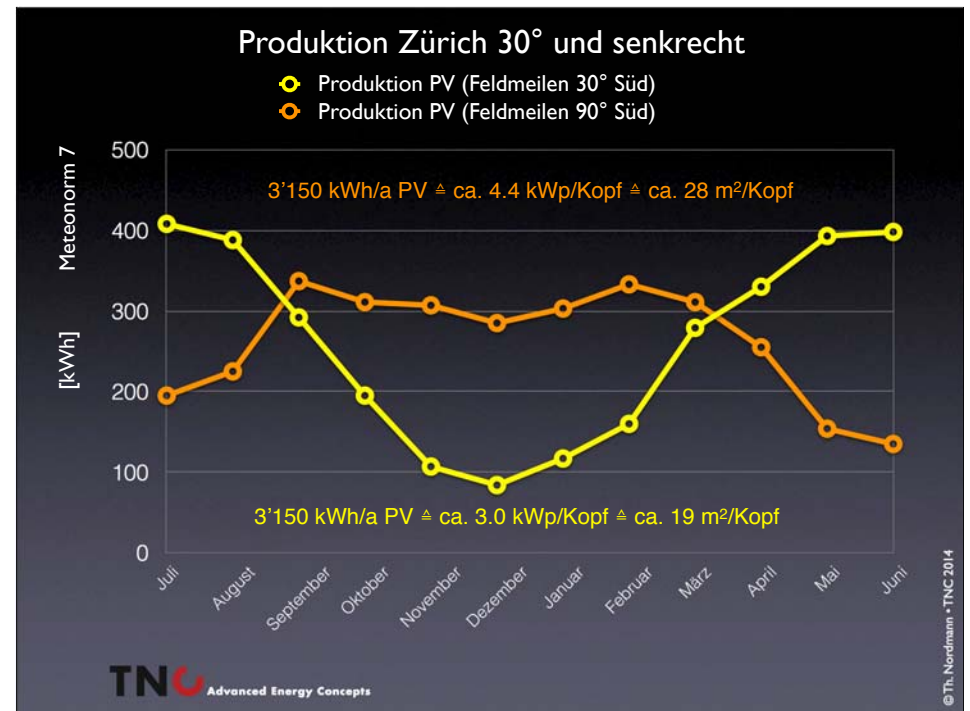
25



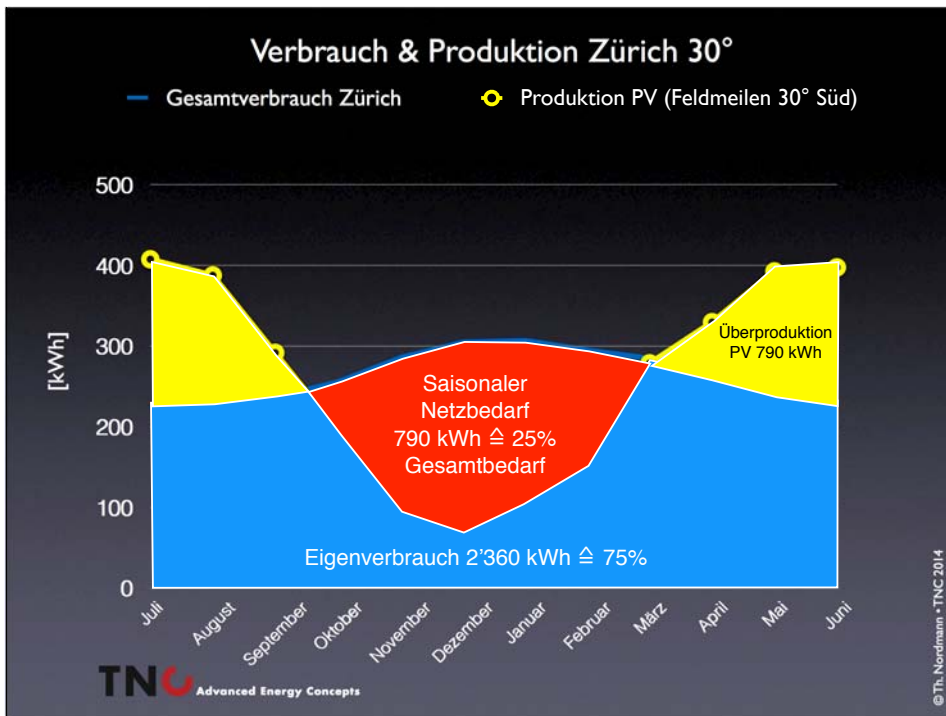
26



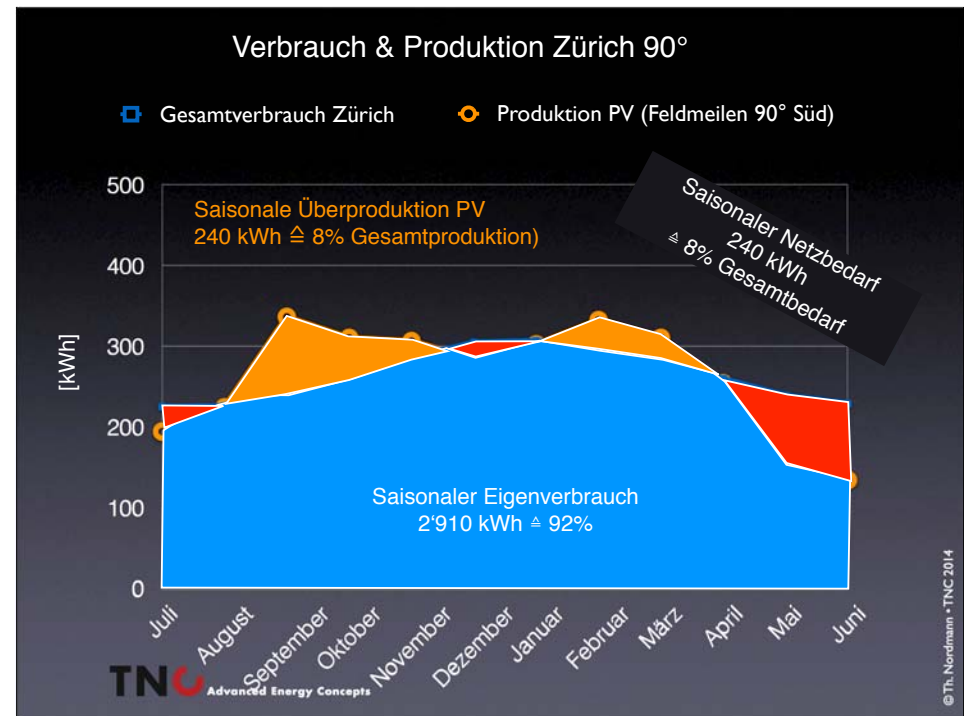
27



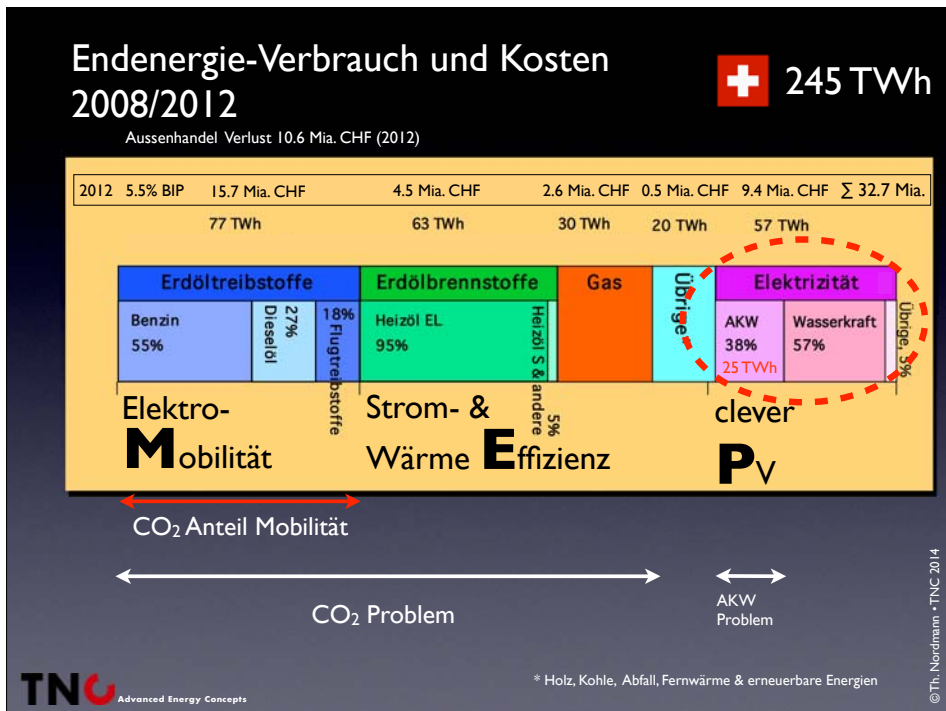
28



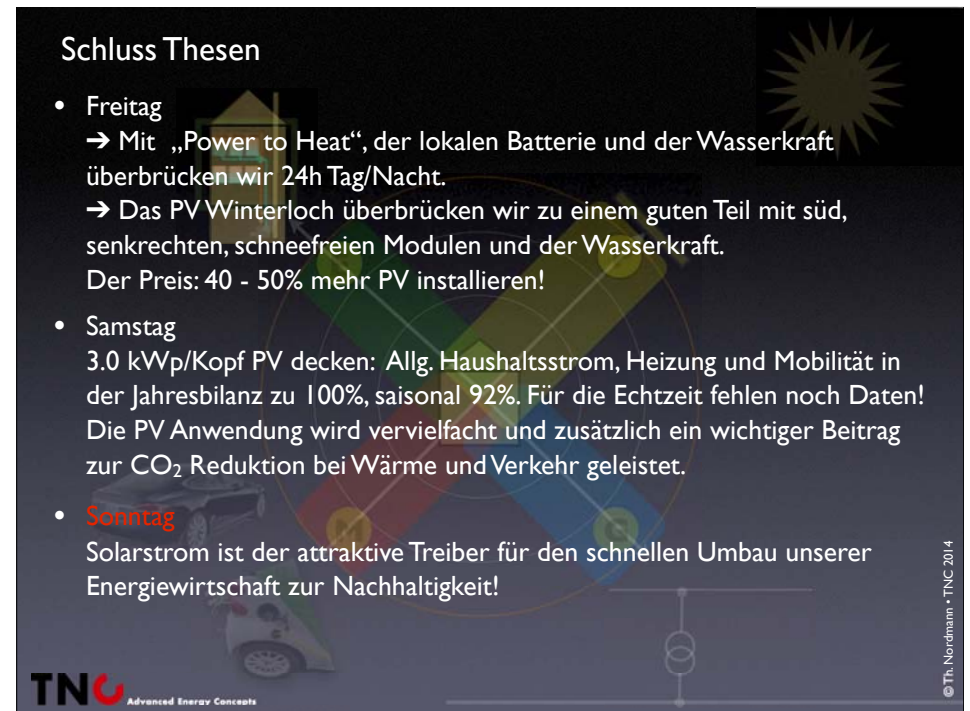
29



30



31



32