15. Österreichische Photovoltaik Tagung
13. - 14. November 2017, Tech Gate Wien

Photovoltaik 1987 bis 2017! Was sind unsere Herausforderungen für die nächsten 30 Jahre

Impulsvortrag
Thomas Nordmann CEO
TNC Consulting AG Feldmeilen/Schweiz

TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2017

Solarstrom und Gebäudeeffizienz
Das sind seit über 33 Jahren unsere Themen

Europäischer Solarpreis 1997

➜ entwickeln und umsetzen

- 1989 Erste Photovoltaikanlage auf einer Autobahn-Schallschutzwand (Bund P&D)
- 1996 Konzeption der ersten Solarstrombörse für ewz, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
- 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

TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2017

Menue ✔ ~~Agenda~~

- Warum hilft die Ressource «Zeit» in der Diskussion mit den Zauderern?
- Was war 1975 meine erste Begegnung mit der Solarenergie?
- Zwei dreissigjährige TNC Prognosen zur Energiezukunft?
- Warum wird die Photovoltaik von der Politik immer noch unterschätzt?
- Symphonie statt Kakophonie – ein Dirigent für das Orchester?
- Eine vier-dimensionale Partitur für Energie-Systemlösungen?
- Was sind unsere Herausforderungen für die nächsten 30 Jahre?

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

Warum hilft uns die Ressource „Zeit“ in der Diskussion mit den Zauderern?

30 Jahre Vor und Zurück!

- 30 Jahre!

+ 30 Jahre?

1987 2017 2050

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

1975 Meine erste Begegnung mit der Solarenergie …

PV Markt 0.0%

Selen Belichtungsmesser

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

Apple Gründung 1976
Cupertino, USA
Timothy D. Cook (CEO)
Mitarbeiter: 116'000 (2017)
Umsatz: 215.6 Mrd. USD (2016)
Hardware- und Softwarehersteller

- 41 Jahre

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2014

1989 das Internet wurde erfunden

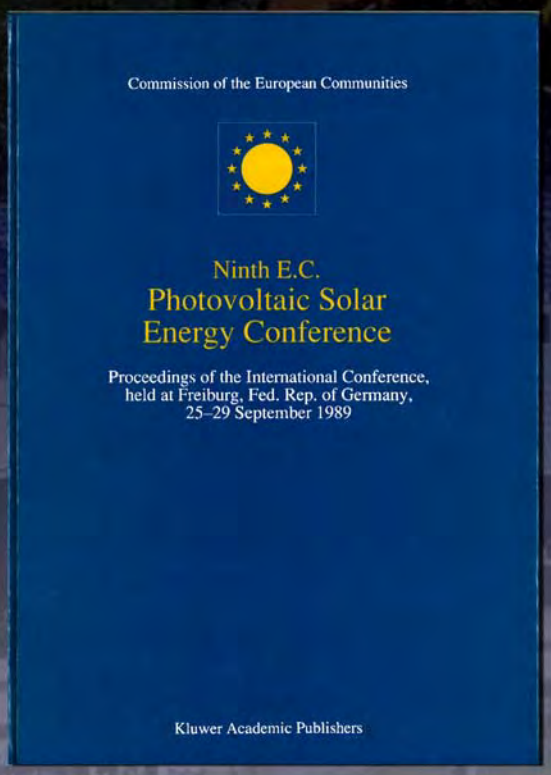
-28 Jahre

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.

© Nordmann TNC 2014

TNC Advanced Energy Concepts

Erste TNC Prognose vor 2 … k
AN der 9. EU PVSEC 1989



CONSTRUCTION OF A 100KW GRID CONNECTED PV-INSTALLATION
USING THE SOUNDBARRIERS ALONG A MOTORWAY IN THE SWISS ALPS

Th. Nordmann
L. Clavadetscher
R. Hächler
TNC Consulting AG
CH-7000 Chur
Switzerland

ABSTRACT

The evaluation of the potential of a large grid connected PV-installation using the existing land resources including soundbarriers along motorways and railway lines was carried out in 1987/1988. Due to the conclusion of the feasibility study, the Swiss Government has commissioned the authors to build the first 100kW pilot installation in the Swiss Alps. This small power plant will demonstrate the feasibility of this approach. It is planned to be completed and to go on grid at the end of 1989.

Using the existing infrastructures along Swiss motorways should help to reduce the unit price of electricity produced. The plan to build 3 more similar 100kWp installations will demonstrate the possible cost reduction streamlining the engineering approach as well as reducing the panel and inverter costs. The predicted unit price for PV produced electricity for 1989 will be in the range of SFr./kWh 0.82 to 1.16 (US$ 0.48 to 0.68). Future installations should cut this cost down 50% before the year 2000.

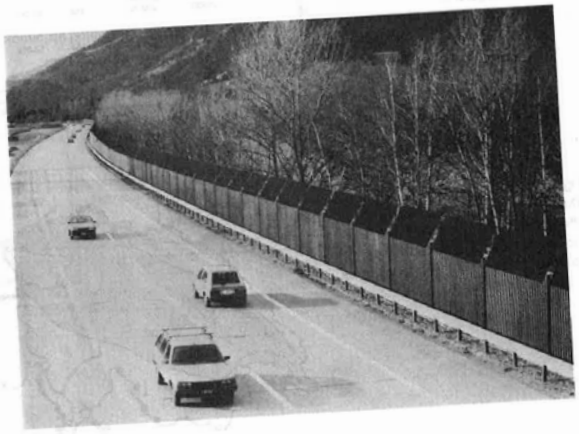


Figure I.
The panel field on the existing soundbarriers on the Swiss motorway N13 near Chur (Graubünden) 800m motorway allows an electrical power production of 100kWp (photographiclayout)

– 669 –

TNC Advanced Energy Concepts

9

PV Prognose auf Seite 673 • PVSEC Tagungsband 1989

Figure IX.
Economical study of parameters

1988 ≈ 1.2 €/kWh

Variant:	Construction: PV-Panel [Fr/W]	Inverter [Fr/W]	Rest [Fr/kW]	Rest [%-Total]	Total [Fr/100kW]	Total [%]	Capital: Interest [%/a]	Amortization [a]	Annual costs [%/a]	Annual costs [Fr/a]	Operation: Costs of Maintenance [Fr/a]	Total Annual costs [Fr/a]	Output [kWh/kWa]	Output [kWh/a]	Unit price [Fr/kWh]
1 1988	12.00	3.00	10'000	40%	2'500'000	125%	5.0%	25	7.10%	177'381	20'000	197'381	1'400	140'000	1.41
2 Fels 89	10.00	3.00	7'000	35%	2'000'000	100%	5.0%	25	7.10%	141'905	20'000	161'905	1'400	140'000	1.16
3 Fels 89+	9.00	3.00	6'462	35%	1'846'154	92%	3.0%	30	5.10%	94'189	20'000	114'189	1'400	140'000	0.82
4 TI SBB 90	8.00	2.50	5'654	35%	1'615'385	81%	5.0%	25	7.10%	114'616	15'000	129'616	1'500	150'000	0.86
5 TI SBB 90+	7.00	2.50	5'115	35%	1'461'538	73%	3.0%	30	5.10%	74'567	15'000	89'567	1'500	150'000	0.60
6 3. Plant 92	5.00	2.00	3'769	35%	1'076'923	43%	5.0%	25	7.10%	76'410	10'000	86'410	1'450	145'000	0.60
7 3. Plant 92+	4.50	2.00	3'500	35%	1'000'000	40%	3.0%	30	5.10%	51'019	10'000	61'019	1'450	145'000	0.42
8 4. Plant 94	4.00	1.50	2'962	35%	846'154	34%	5.0%	25	7.10%	60'037	7'500	67'537	1'450	145'000	0.47
9 4. Plant 94+	3.50	1.50	2'692	35%	769'231	31%	3.0%	30	5.10%	39'246	7'500	46'746	1'450	145'000	0.32
# 2000	3.00	1.00	2'154	35%	615'385	25%	5.0%	30	6.51%	40'032	5'000	45'032	1'500	150'000	0.30
# 2000+	2.00	1.00	1'615	35%	461'538	18%	3.0%	30	5.10%	23'547	5'000	28'547	1'500	150'000	0.19

Exchangerates: 100 SFr. ~ 59 US$ ~ 55.33 ECU (June 1989)

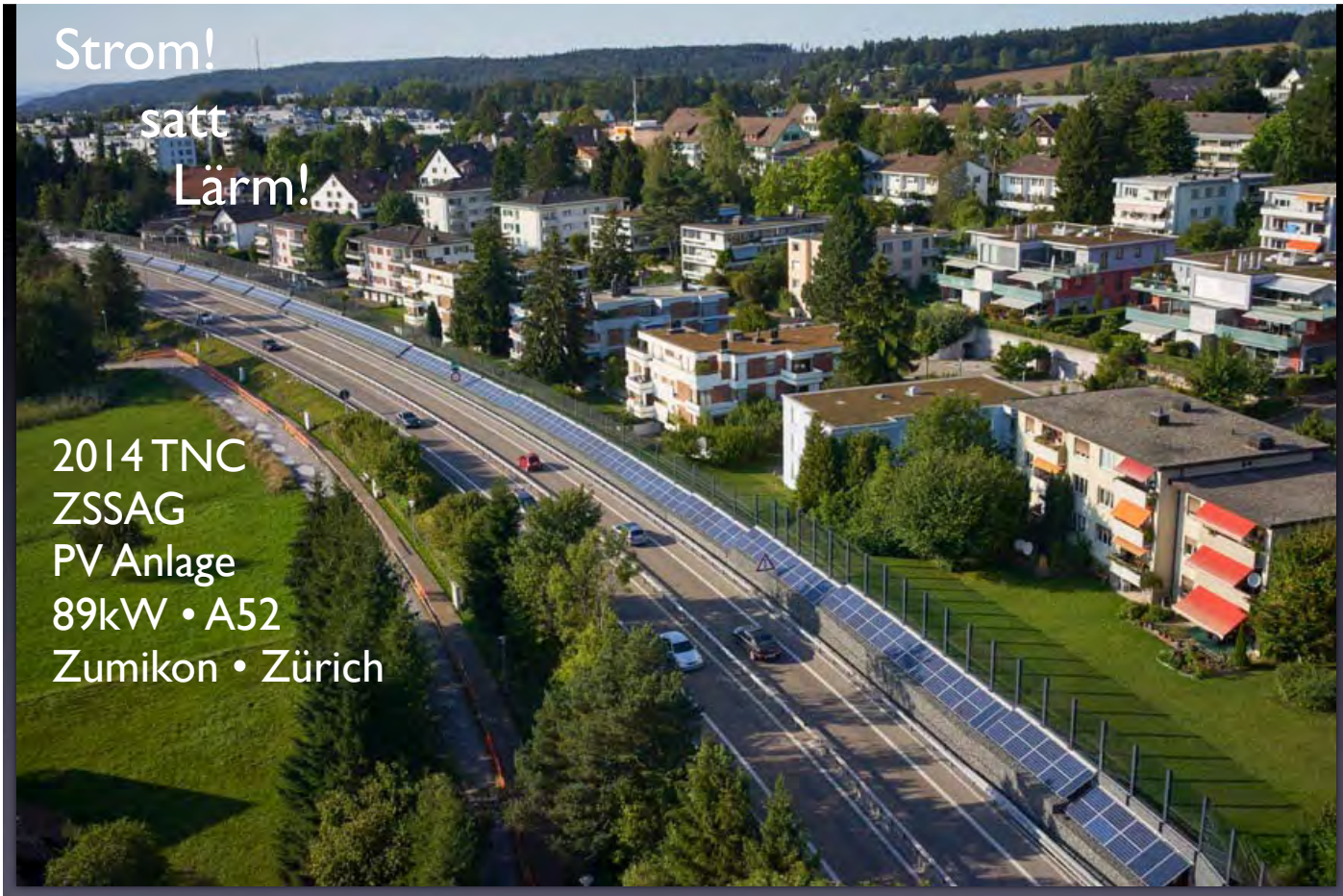
nach 2000 ≈ 0.16 €/kWh

TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2017

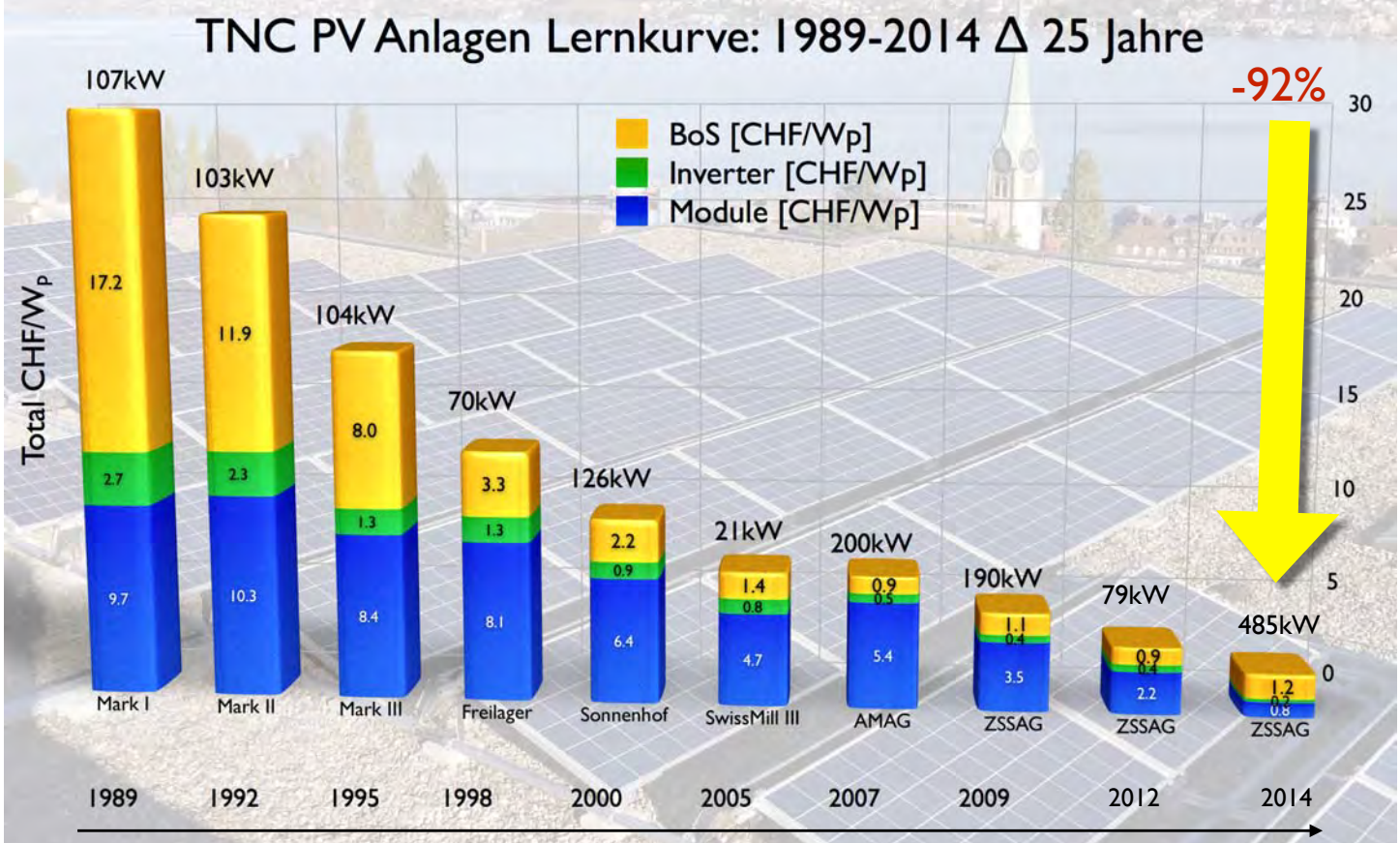
10

TNC Advanced Energy Concepts

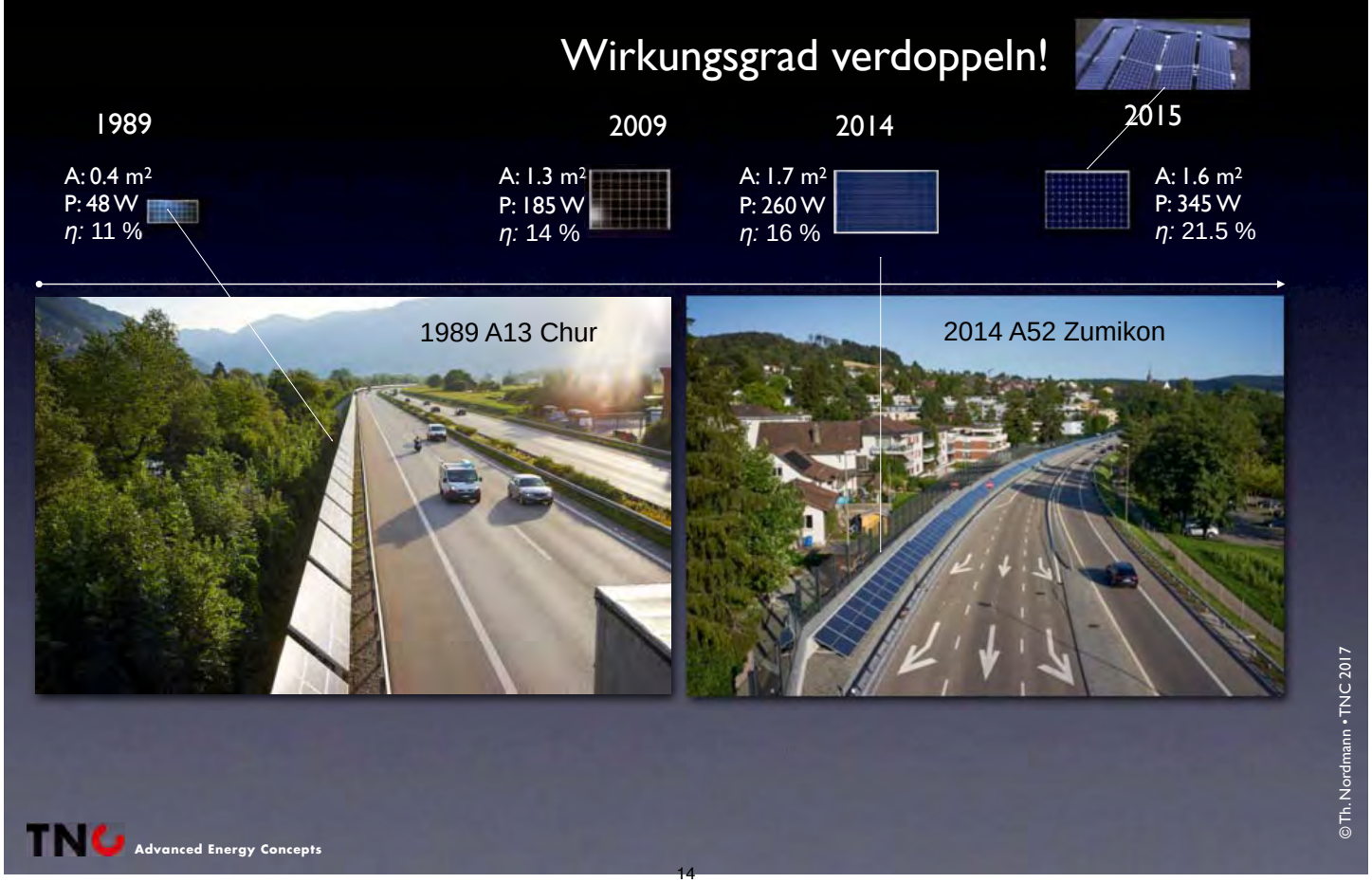


TNC Advanced Energy Concepts

Das sind die ökonomische Fortschritte der Photovoltaik



Das sind die technischen Fortschritte der Photovoltaik!



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

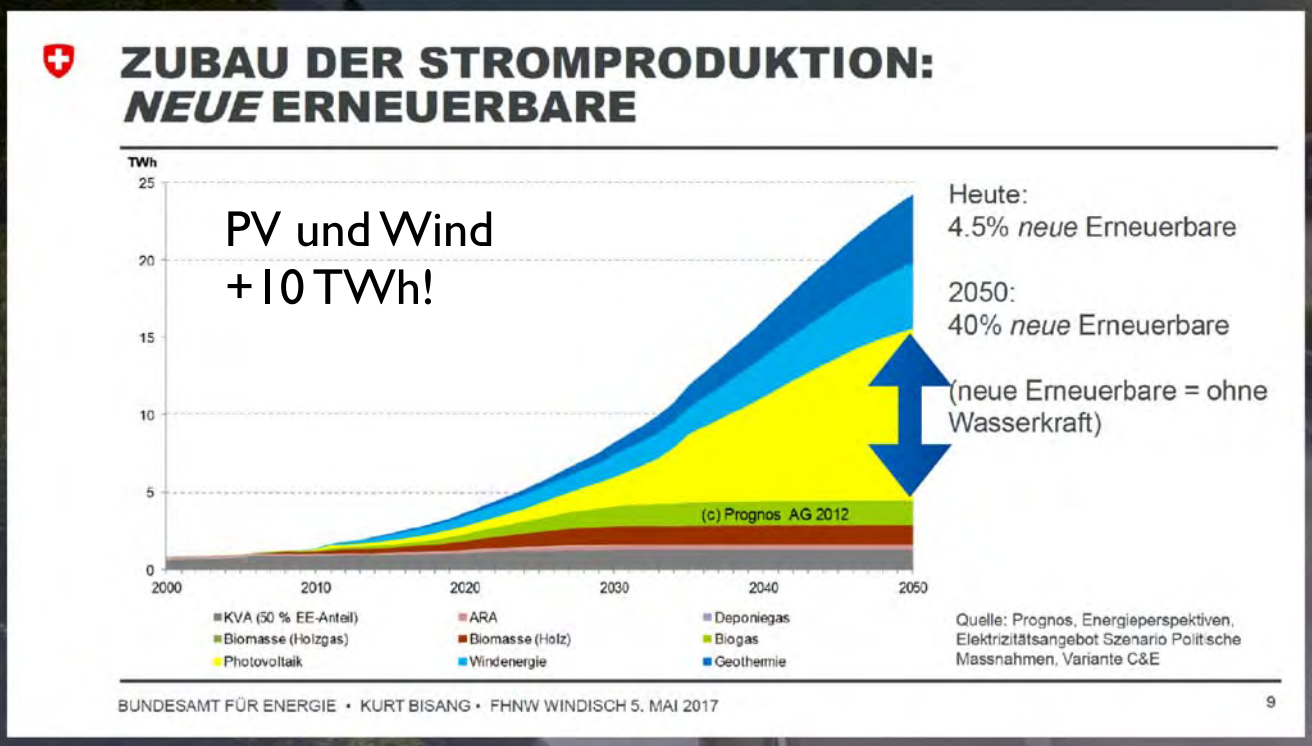
These I

- Die ökonomische Entwicklung und der Markt in der Photovoltaik sind in den letzten 30 Jahren unerwartet schnell verlaufen!
- Die Zauderer **und** die Optimisten wurden überrascht
- Wichtige Gründe sind:
  - Die Preisentwicklung ➜ Manufaktur zu Fliessband
  - Technische Innovation des PV Modul-Wirkungsgrads (x2)
  - Der Markteintritt von 2000 Deutschland und jetzt China ➜ kW zu multi GW
  - Die Vorteile und die Faszination vom Solarstrom

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

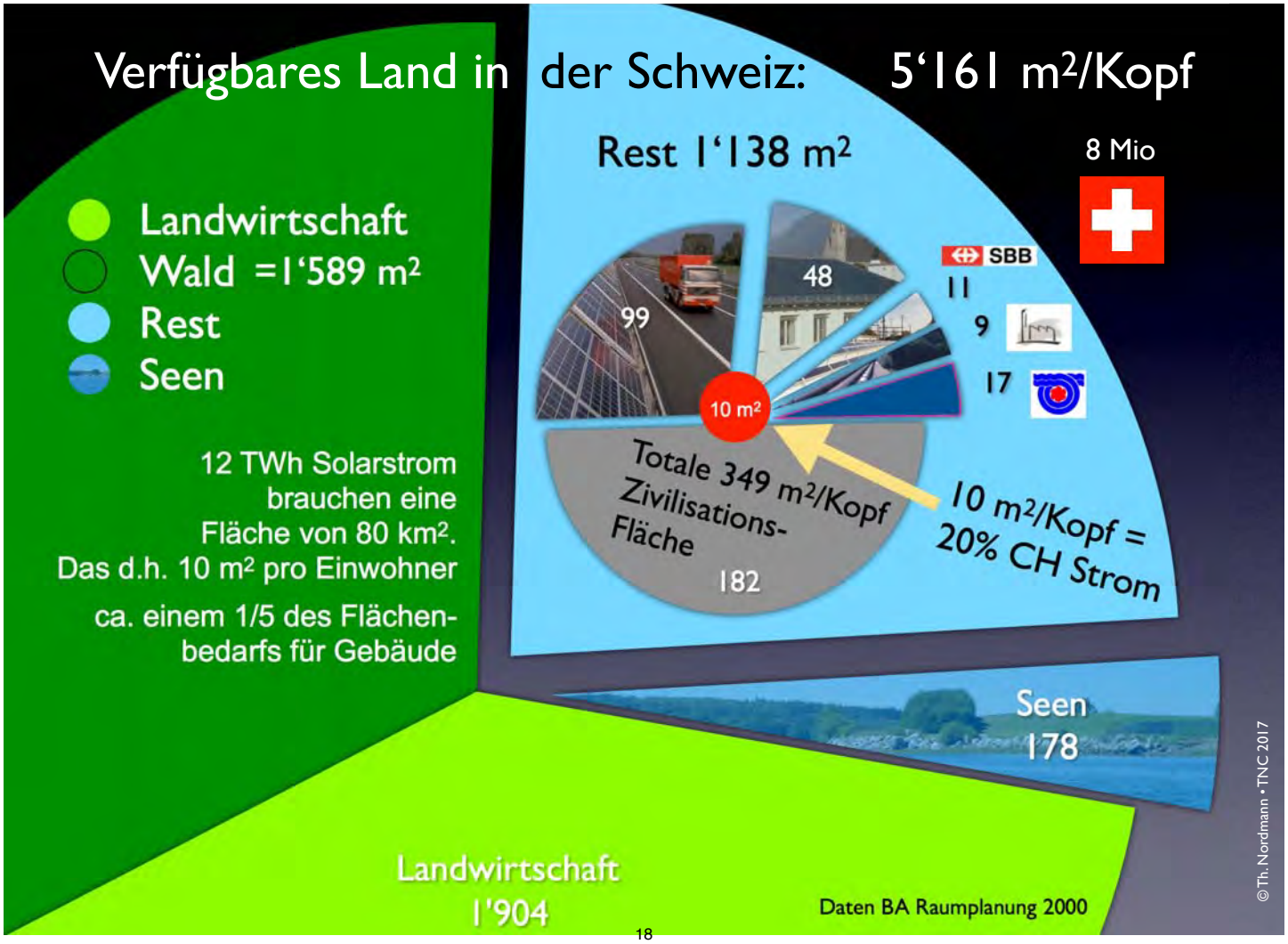
Der Plan von Energie 2050: Wunsch und Wirklichkeit!
Warum wird die Photovoltaik heute Unterschätzt?



TNC Advanced Energy Concepts

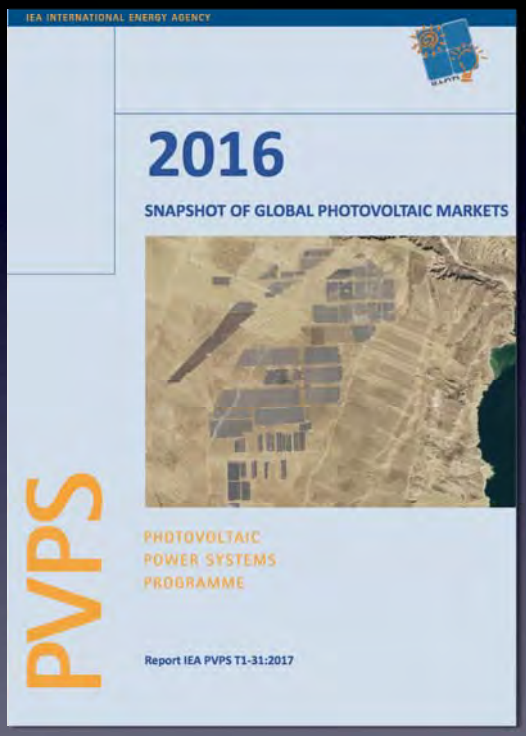
©Th. Nordmann • TNC 2017

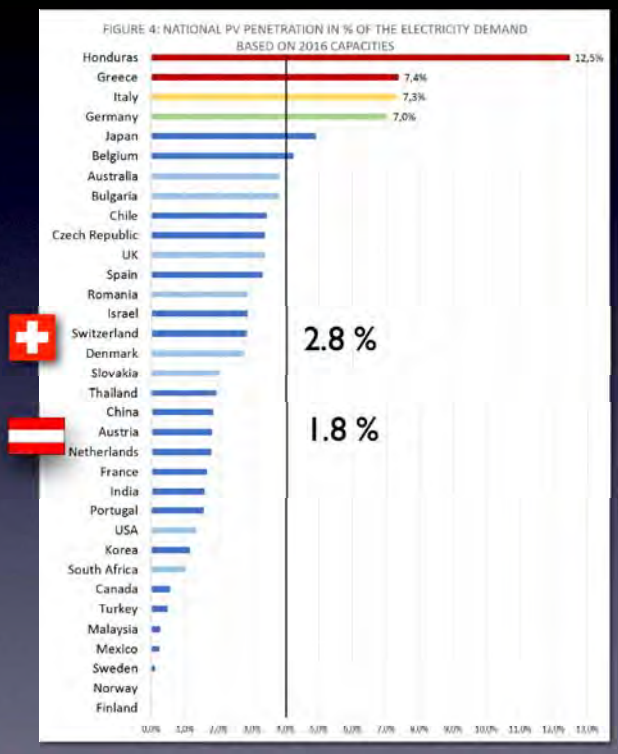
Verfügbares Land in der Schweiz: 5'161 m²/Kopf



©Th. Nordmann • TNC 2017

Die Schweiz und Österreich PV Nutzung im internationalen Vergleich!





Quelle: IEA PV Statistik 2016

4%

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

These II

- Die Politik möchte den Atomstrom bis bis 2050 durch Photovoltaik, Wind und Effizienz ersetzen.
- Manche Zauderer finden das zu ehrgeizig!
- Die Solar Optimisten finden das viel zu wenig!
- Unsere Vision ist jetzt 100% erneuerbar!
- Die Lösung:
  Zusätzlich zur Photovoltaik – Wärmepumpen für Heizungen/Brauchwasser, lokale Batteriespeicherung und Elektromobilität!

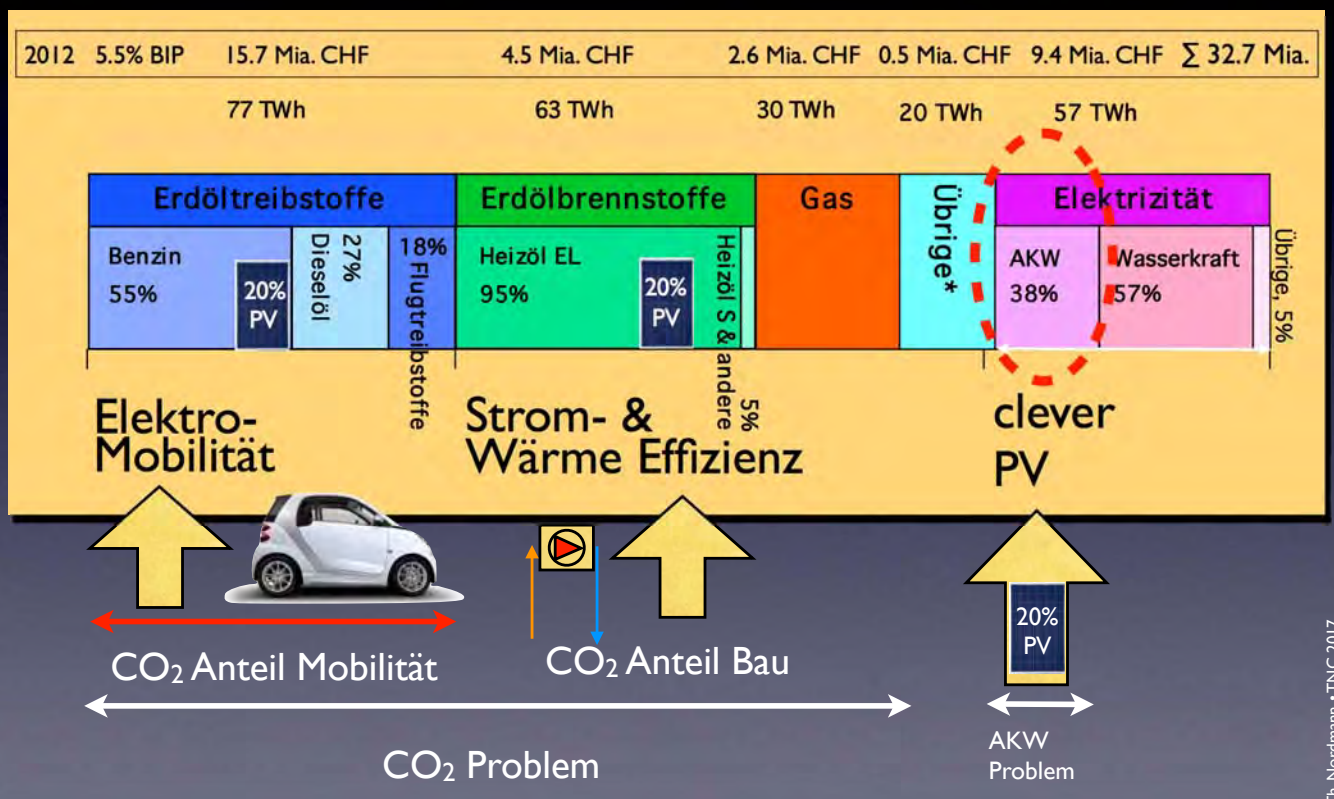
TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

Endenergie-Verbrauch und Kosten 2008/2012

Schweiz 245 TWh

Aussenhandel Verlust 10.6 Mia. CHF (2012)

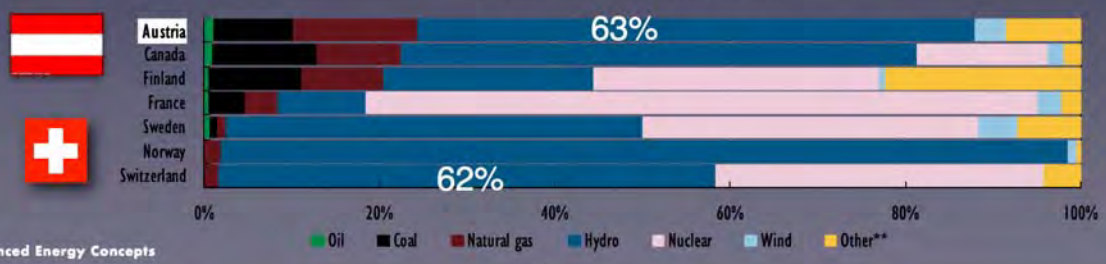


TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2017

Endenergieverbrauch in der Schweiz und in Österreich?

Strom aus Wasserkraft



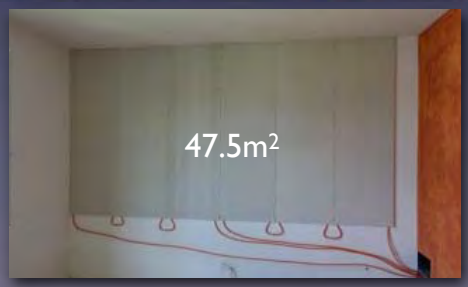
TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2017

TNC Haustechnik 2.0 Pilotprojekt

Minergie 1999
Kanton Zürich
Nr. 64

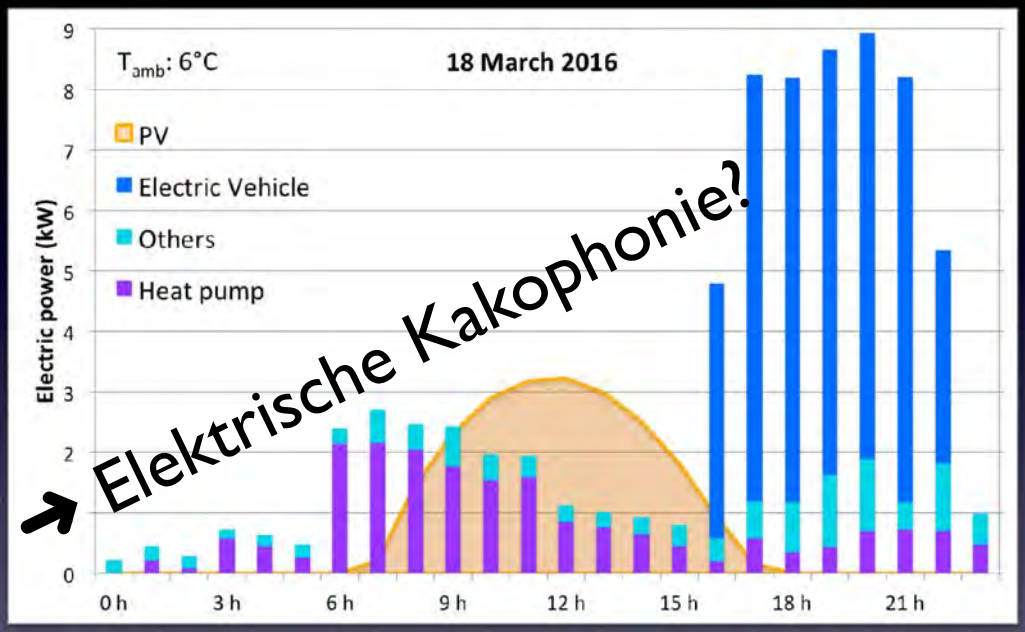
Modernisiert 2014



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

TNC Pilot Haustechnik 2.0

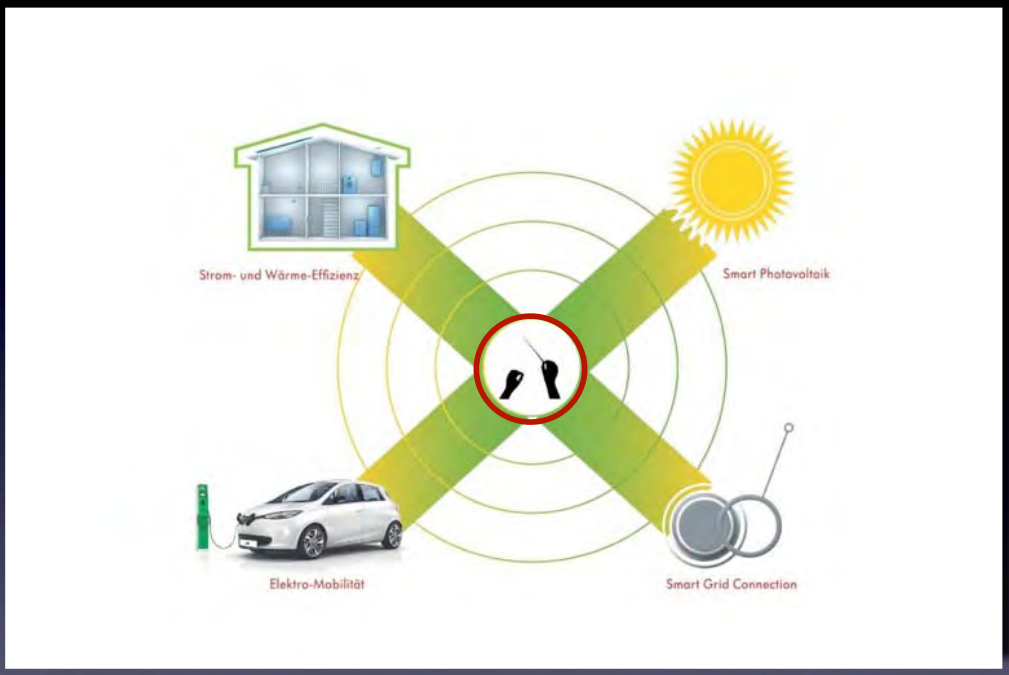


- Mehr PV Strom Produktion
- Mehr Strombezug vom Netz
- Mehr PV Einspeisung
- Mehr Netzbelastung
- Nicht ökonomisch ohne kostendeckende Einspeisevergütung!

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

Das Smart-PV Home braucht einen Dirigenten!



Das Zusammenwirken der energetischen Gewerke im Gebäude:
Stromproduktion & -Verbrauch, Heizung ,Warmwasser Elektromobilität.
Meteorologische Prognosesystem und einlernen des Benutzerverhaltens.

© Th. Nordmann • TNC 2017

TNC Advanced Energy Concepts

Neujahrskonzert der Wiener Philharmoniker mit Gustavo Dudamel

© Th. Nordmann • TNC 2017

TNC Advanced Energy Concepts

Die 4 Dimensionale Partitur für Energie-Systemlösungen

STROM- UND WÄRMEEFFIZIENZ

- Energieeffiziente (Elektro-) Geräte AAA+
- Optimale Wärmedämmung der Gebäudehülle
- Umstellung von fossilem Wärmeerzeuger zu erneuerbaren Energien
- Optimale Bewirtschaftung der Komfort-, Sicherheit- & Energiebedürfnisse

SMART PHOTOVOLTAIK

- Stromproduktion durch PV für den häuslichen Stromverbrauch
- Stromproduktion durch PV zusätzlich auch für Wärmeerzeugung und für Elektromobilität
- Maximale und bedarfsorientierte Stromproduktion durch cleveres Photovoltaik-Design an der Gebäudehülle (Ausrichtung, Nutzung Fassade)

SMART GRID CONNECTION

- Stromverbrauch an Photovoltaik-Produktion angepasst
- Vorausschauende Optimierung von Produktion und Bedarf (Wetter)
- Thermische und elektrische Speicherung im 24 Stunden-Zyklus
- Reduktion der maximalen Anschlussleistung zum Netz

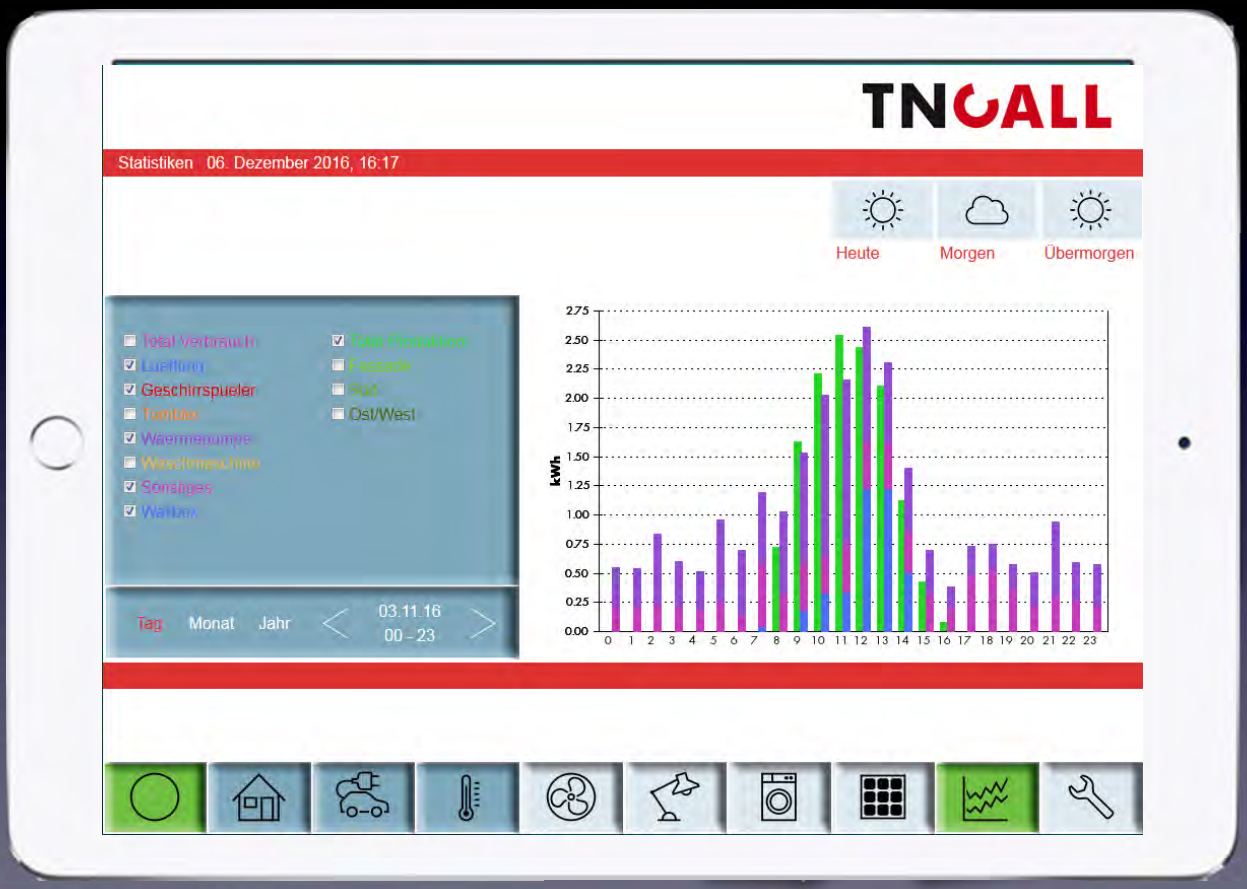
ELEKTROMOBILITÄT

- Umstellung von fossiler- zur Elektromobilität
- Ladung des Elektromobils mit Photovoltaik
- Elektromobil gleichzeitig als Stromspeicher mit nutzen
- Zusätzliche Nutzung des Speichers als verschiebbare Last

TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2017

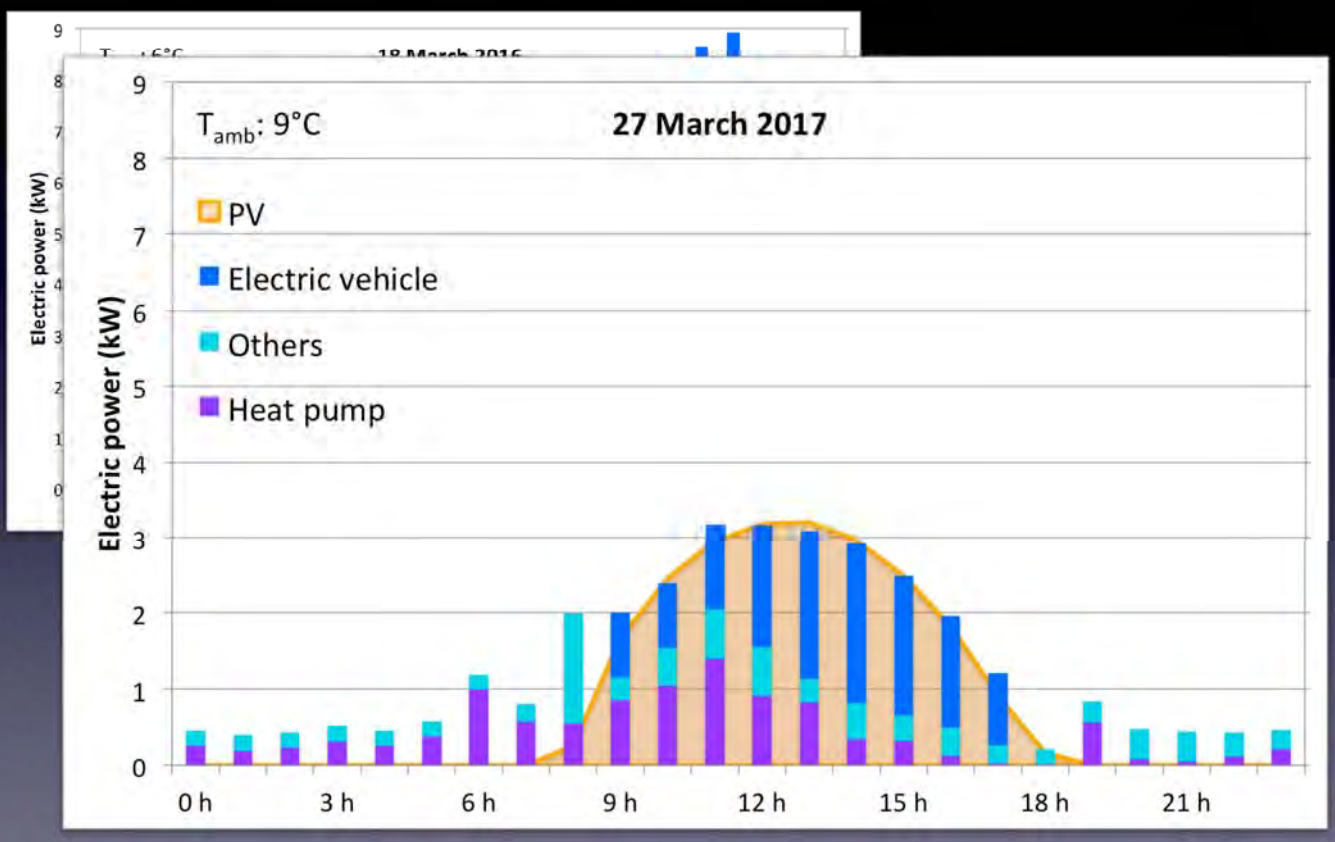
Der TNC*ALL* Dirigent im Smart Home!



TNC Advanced Energy Concepts

©Th. Nordmann • TNC 2017

Mit dem TNC*ALL* Dirigent: Harmonie statt Kakophonie



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

TNC*ALL* PV und Elektromobilität

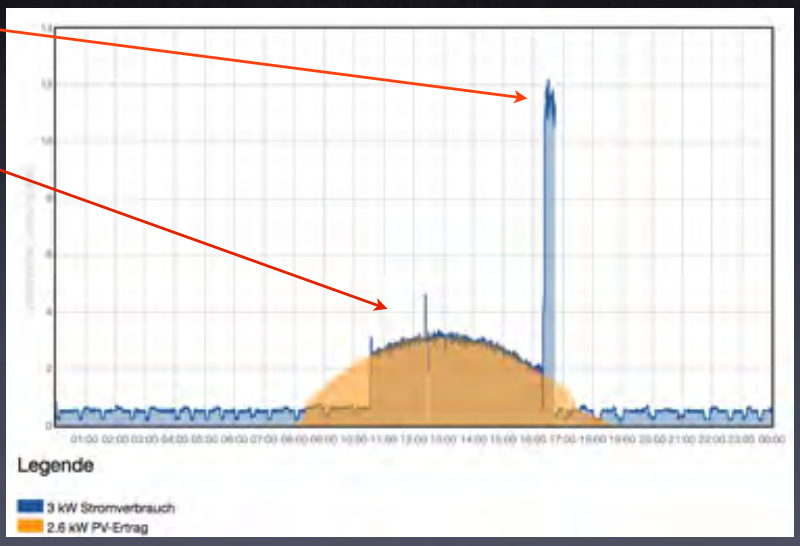
Laden Sie Ihr Elektroauto mit eigenem PV Strom nach Ihren individuellen Bedürfnissen mit dem TNC*ALL* Dirigent:

Schnell und sofort laden

laden mit PV Strom

Ladung Stromtarif optimiert

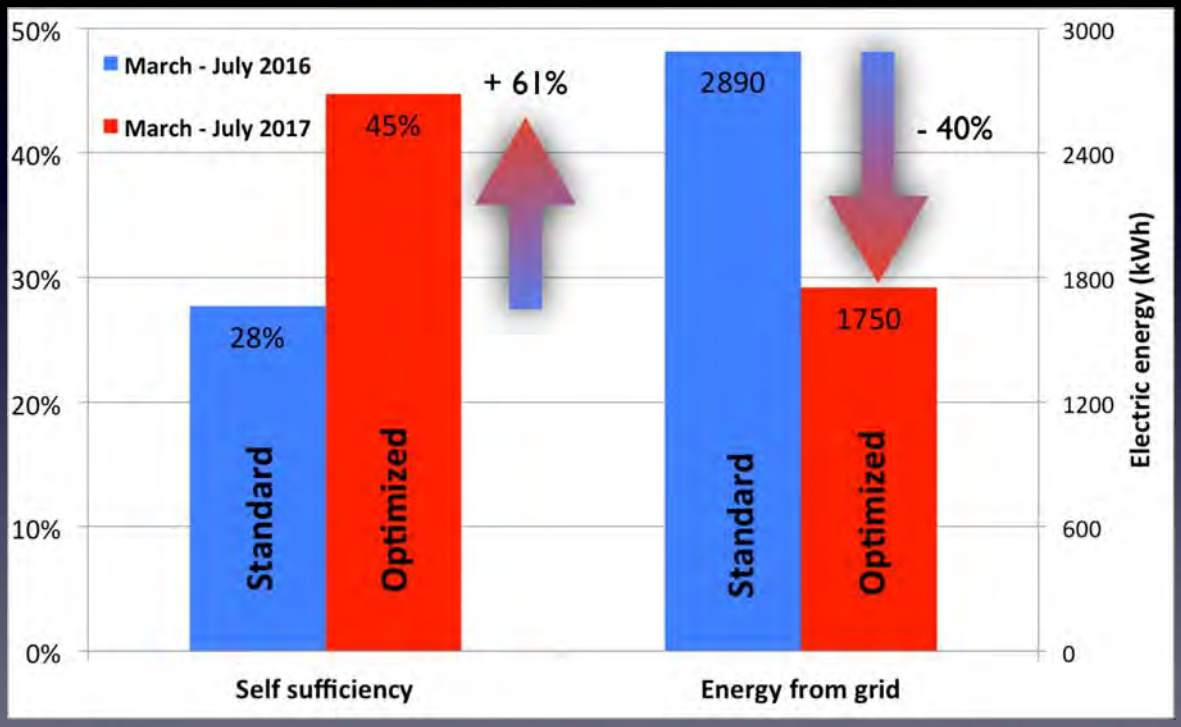
Sicherstellung Haushaltslast im Netz



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

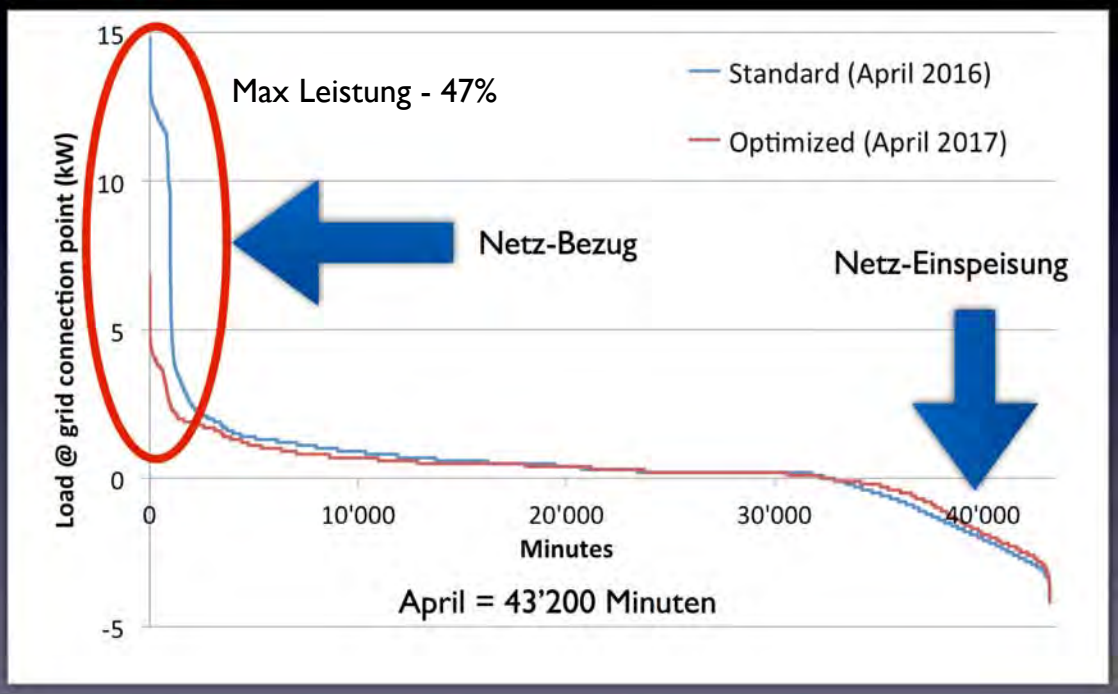
TNC*ALL* Dirigent Harmonie statt Kakophonie
Vergleich der Messdaten 2016 mit 2017 (5 Monate)



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

TNC*ALL* Dirigent Harmonie statt Kakophonie
Auch Nutzen für das Stromnetz (TNC Messwerter!)



TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

Thesen III
TNC Prognose II für die nächsten 30 Jahre: Beitrag der Photovoltaik 2017 ➜ 2050

2035 ✔
~~2050~~

- Energie ohne Atom und CO_2 ? Photovoltaik, Erdwärme & Wärmepumpen für Heizungen/Brauchwasser und Elektromobilität für den Verkehr
- Stationäre Batterie ≈ 6kWh/Wohneinheit (Tag/Nacht)
- Dank elektronischer Koordination der energetischen Gewerke im Wohnbau decken wir zukünftig für 9 Monate mit PV 50 % des Energiebedarfs der Schweiz.
- Das Defizit von Dezember bis Februar decken wir in der Schweiz mit der vorhandenen Wasserkraft (So/Wi)
- Das Erreichen der ersten 2.5%PV im Netz war schwieriger als die 20%!

100% erneuerbar ®

TNC Advanced Energy Concepts

© Th. Nordmann • TNC 2017

TNC Advanced Energy Concepts