

# Stromzukunft Schweiz

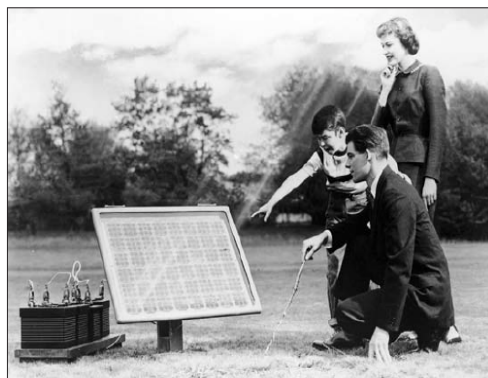
## Photovoltaik & Batteriespeicher

### im ZHAW IEFE REE Lab

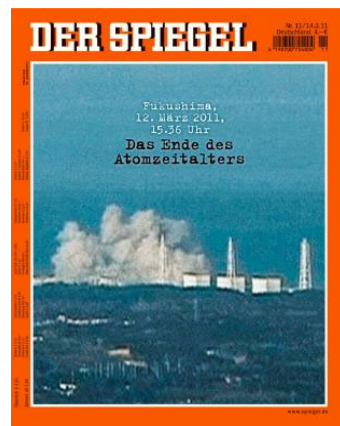
Prof. Dr. Franz Baumgartner

ZHAW University of Appl. Sciences Zurich, School of Engineering, IEFE; [www.zhaw.ch/~bauf](http://www.zhaw.ch/~bauf)

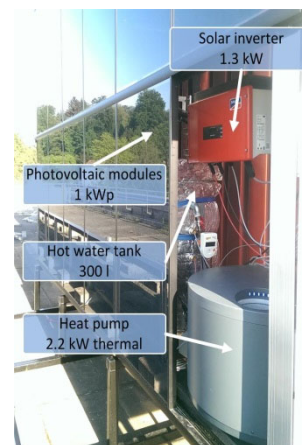
Vortrag am 24.10.2018 in Winterthur, CH, INFOANLASS [www.ebw.ch](http://www.ebw.ch)



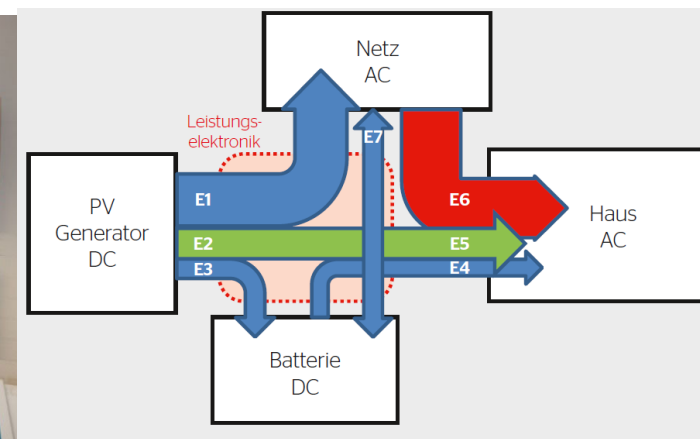
Advertisement photos, such as this one that appeared in the 1956 issue of Look Magazine, show off the "Bell Solar Battery" to the American public.



11. März 2011



bulletin.ch 8/2016

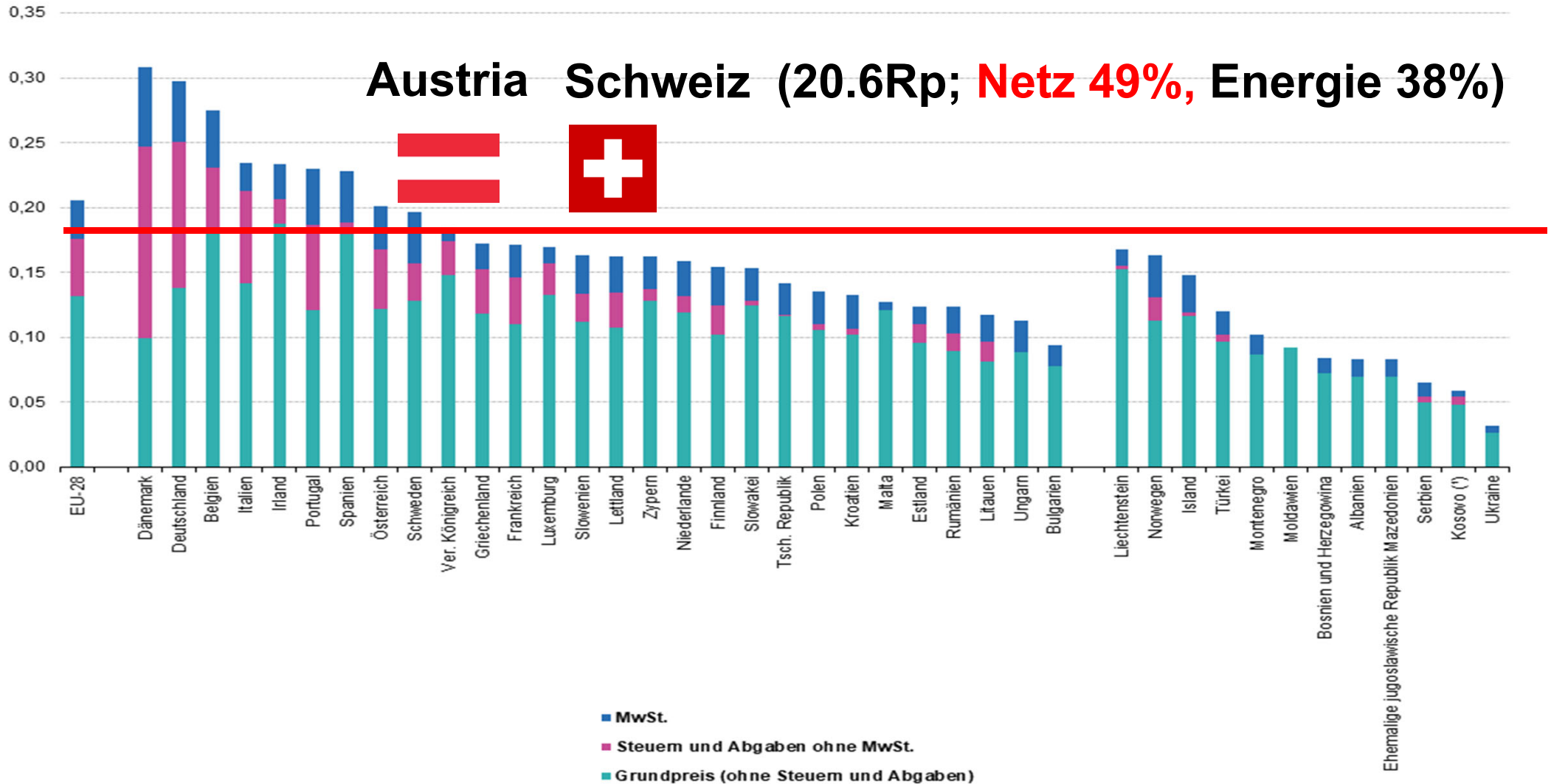


bulletin.ch 10/2017

1. **Strompreis und Wandel der Energietechnik**
2. **Was macht die Politik**
3. **Was macht die Technik**
  - 3a **Solarzelle**
  - 3b **Wechselrichter und System**
  - 3c **Wärmepumpe**
  - 3d **Batteriespeicher**
4. **SFr - Wirtschaftlichkeit**
5. **Solar Grid – Solarinverter stabilisieren Netzspannung**
6. **Stromzukunft Schweiz :  $+PV - WP - EV = 0$**

# Strompreis in Europa 2016

## Haushalte in €/kWh



Hinweis: jährlicher Verbrauch: 2 500 kWh < Verbrauch < 5 000 kWh.

(\*) Diese Bezeichnung berührt nicht die Standpunkte zum Status und steht im Einklang mit der Resolution 1244/1999 des UN-Sicherheitsrates und dem Gutachten des Internationalen Gerichtshofs zur Unabhängigkeitserklärung des Kosovos.

Quelle: Eurostat (Online-Datencode: nrg\_pc\_204)

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/4/49/Electricity\\_prices\\_for\\_household\\_consumers%2C\\_second\\_half\\_2016\\_%28EUR\\_per\\_kWh%29\\_YB17-de.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/4/49/Electricity_prices_for_household_consumers%2C_second_half_2016_%28EUR_per_kWh%29_YB17-de.png)

# Der Strompreis der EU-28 steigt



Hinweis: jährlicher Verbrauch: 2 500 kWh < Verbrauch < 5 000 kWh.  
Quelle: Eurostat (Online-Datencode: nrg\_pc\_204)

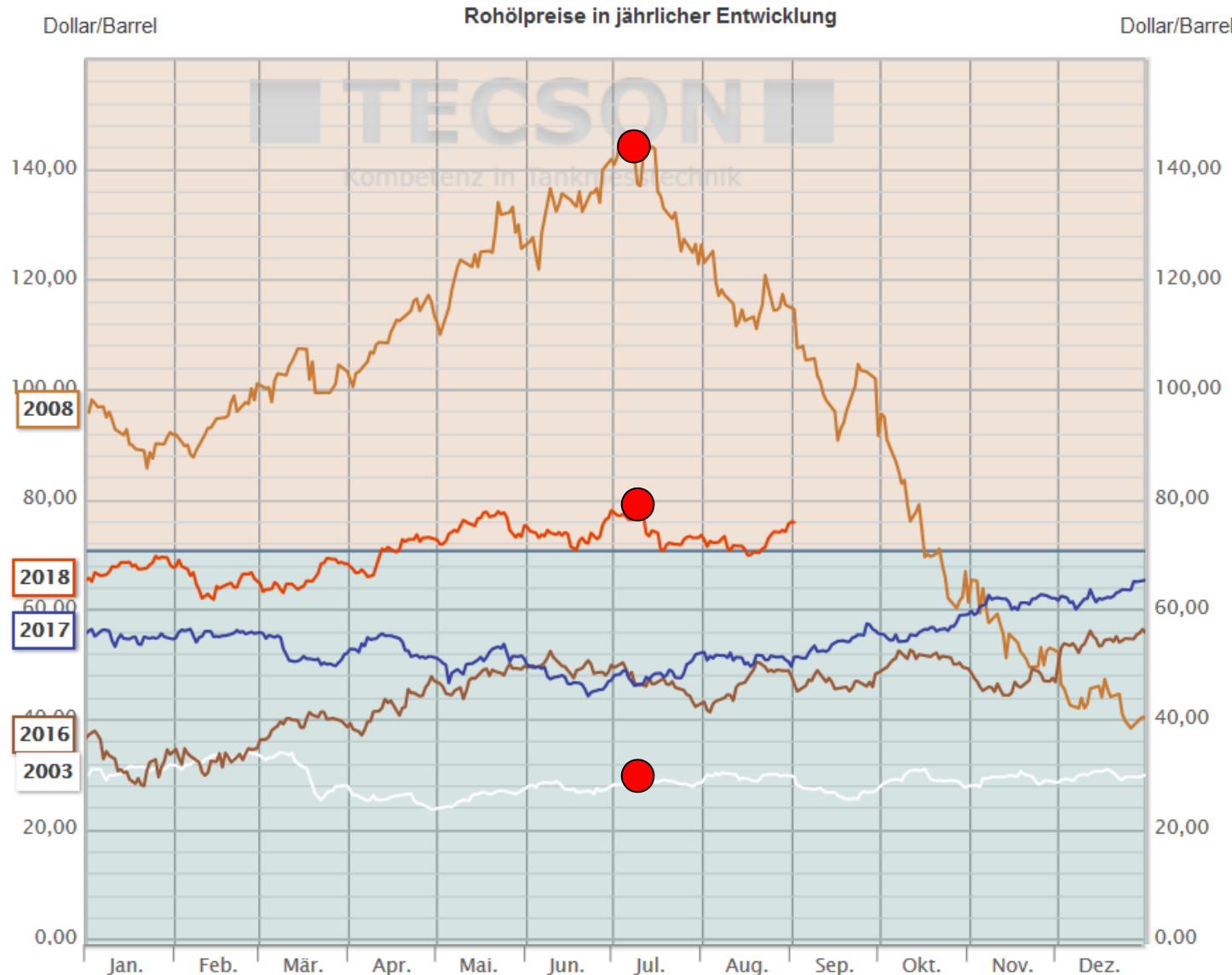
# Leitmarkt - ERDÖL

Die Ölfördertechnik ist bekannt,  
die nötigen Investitionen vergleichbar,  
der Ölpreis macht was er will!

**146 \$/br**      **2008 Juli**

**77 \$/br**      **2018 Juli**

**28 \$/br**      **2003 Juli**



# Solarstrom verheizen? Wirtschaftlichkeit?

## ERDÖL

### HEIZÖLPREIS SCHWEIZ

Nov. 2018 **126 Rp pro Liter**

z.B. **Migrol GREEN LIFE**

10kWh<sub>th</sub>

Energie pro Liter

**12 Rp / kWh** Energieinhalt



Barrelpreis 74\$/156l

**5 \$ cents / kWh<sub>th</sub>**

## PHOTOVOLTAIK

### MODULPREIS SCHWEIZ

2018 **60 Rp pro Watt**

1000Wh<sub>el</sub> pro Jahr

30kWh – Betriebsdauer 30a

**2 Rp / kWh** Energieinhalt

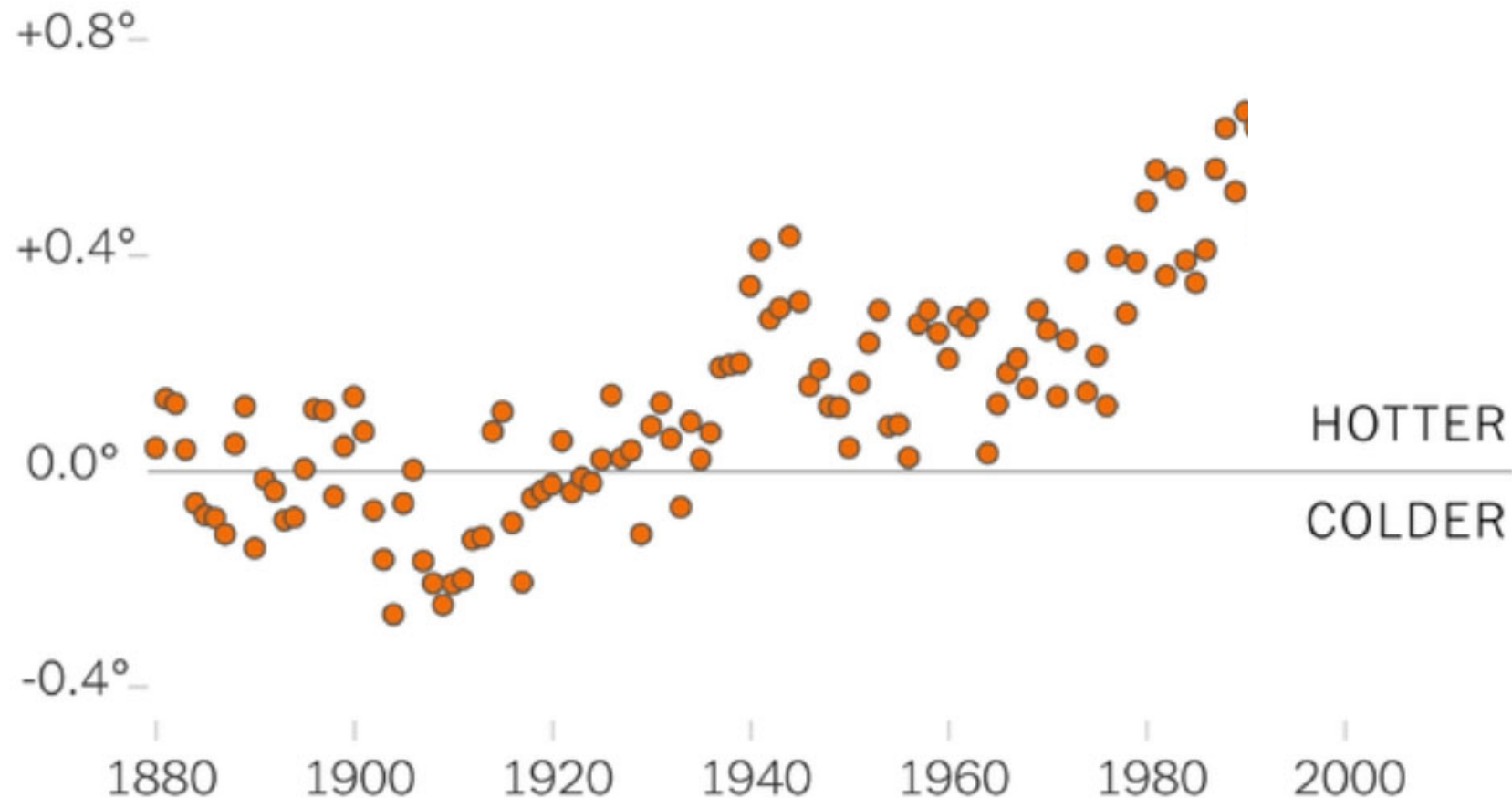
Weltmarktpreis 20\$c / Wp

Arabien 1.6kWh/a @ 30a

**0.4\$cents / kWh<sub>el</sub>**

# Hitzerekord global 2017, 16, 15 ....

+1.2° Annual Global Surface Temperature, Relative to Late 19th Century Average



Seit 2001 erlebten wir 17 der wärmsten 18 Jahre seit dem Beginn der Wetteraufzeichnung!

Anstieg Meerwasserspiegel um 7.7cm in 2018 relativ zu 1993.

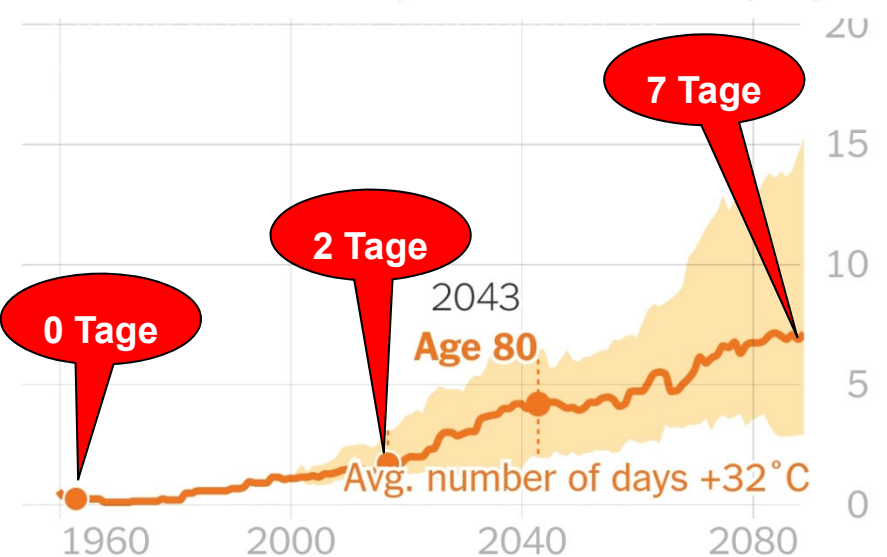
Erste Hälfte 2018 viertwärmstes Halbjahr seit Aufzeichnung (NOAA); Global Warming. <https://nyti.ms/2OI1TVF>

# Hitzetage von über 32°C in meiner Geburtsstadt und auf der Welt

Oberwart, Österreich

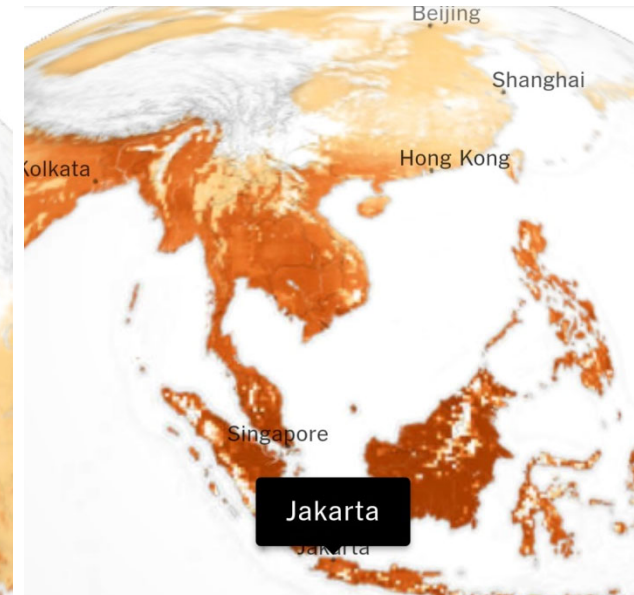
1963

Days at or above 32°C per year



Madrid: 1 Monat 1960  
3 Monate 2089

Jakarta: 5 Monate 1960  
11 Monate 2089



Already-hot tropical regions can expect even more heat in the future. Jakarta, Indonesia, could expect five months of 32-degree weather on average in 1960. By the end of this century, such heat may last for most of the year.

Projected increase in annual 32-degree days from 1960 to 2089

How Much Hotter Is Your Hometown Than When You Were Born? <https://nyti.ms/2LlewIK>  
New York Times, Aug 2018 data analysis by www.impactlab.org



# Deutsche Tagespolitik im Oktober 2018 für Kohle und Jobs?



ENERGIEWENDE

## Die Öko-Lüge – Wie Deutschland seine Vorreiterrolle beim Klimaschutz verspielt

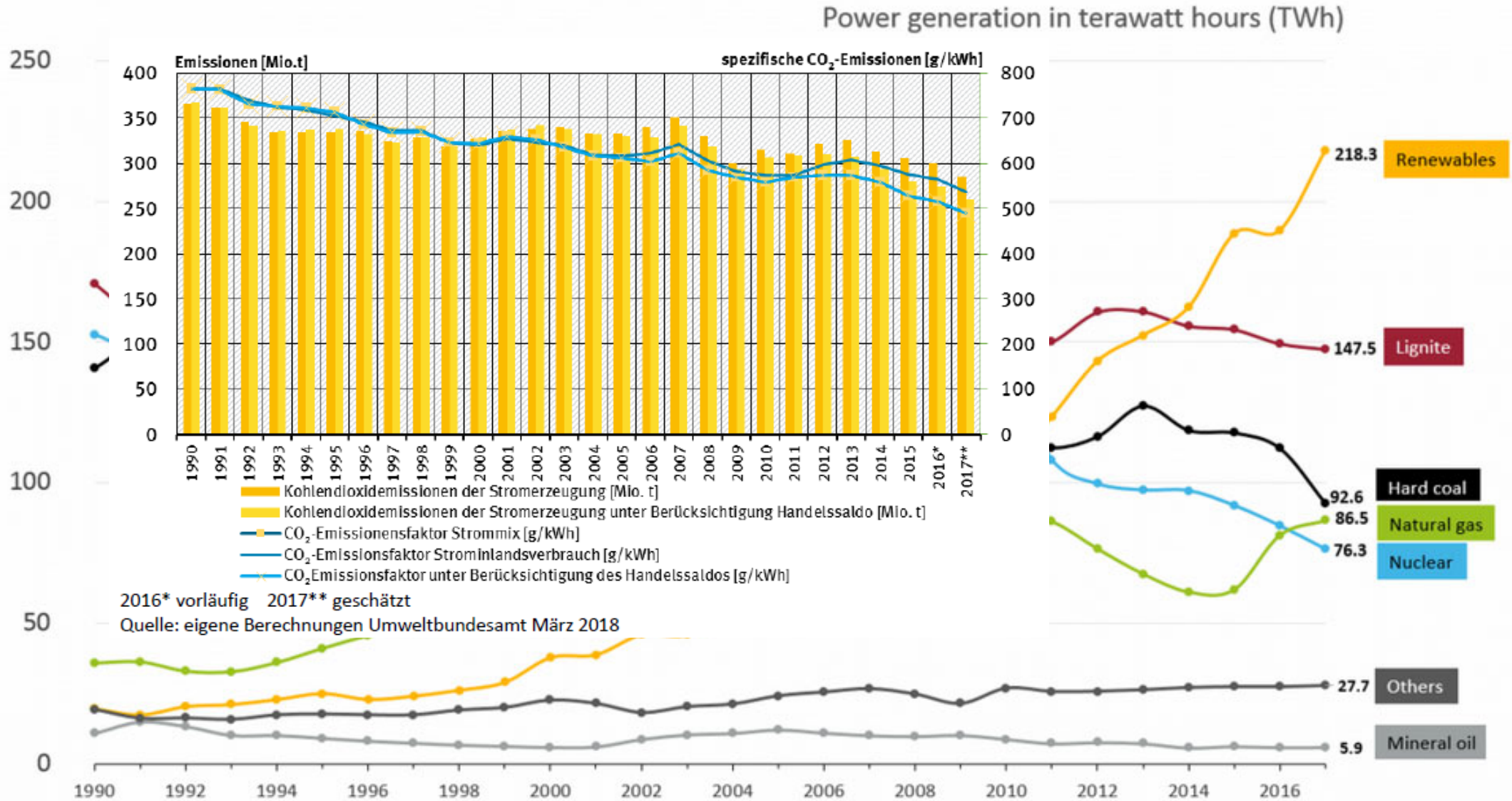
18.10.2018 Handelsblatt, Deutschland



# Welche Energien treiben D-Strom-Kraftwerke

## Gross power production in Germany 1990 - 2017, by source.

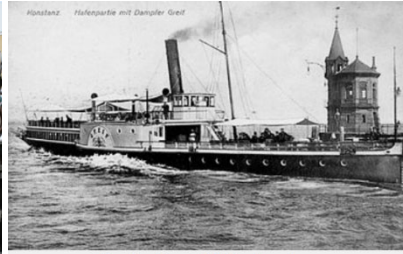
Data: AG Energiebilanzen 2017, 2017 data preliminary.



# 1. Wandel der Energietechnik

# Der natürliche Wandel der Energietechnik

## Mobilität



Die Greif um 1895 in Konstanz



KANGOO Z.E.



Tesla Truck

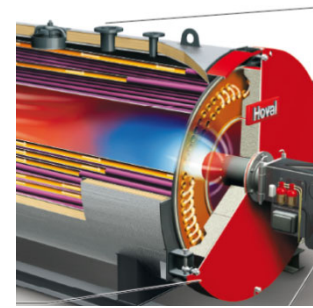
## Wärme



Holz-Kohle-Guss-Öfen



Öl-Öfen



Öl-Gas- Kessel



Solarthermie



PV Fam. Seelhofer EKS



PV Boiler oder Wärmepumpe

## Kraft Strom



1866 Moserdamm



IWC 19. Jhd.



1967 Wasser KW Schaffhausen



Hegauwind



Ihre Solaranlage

Li-Batterie

1850

1900

1950

2000

2050

# Warum gibt es den Wandel?

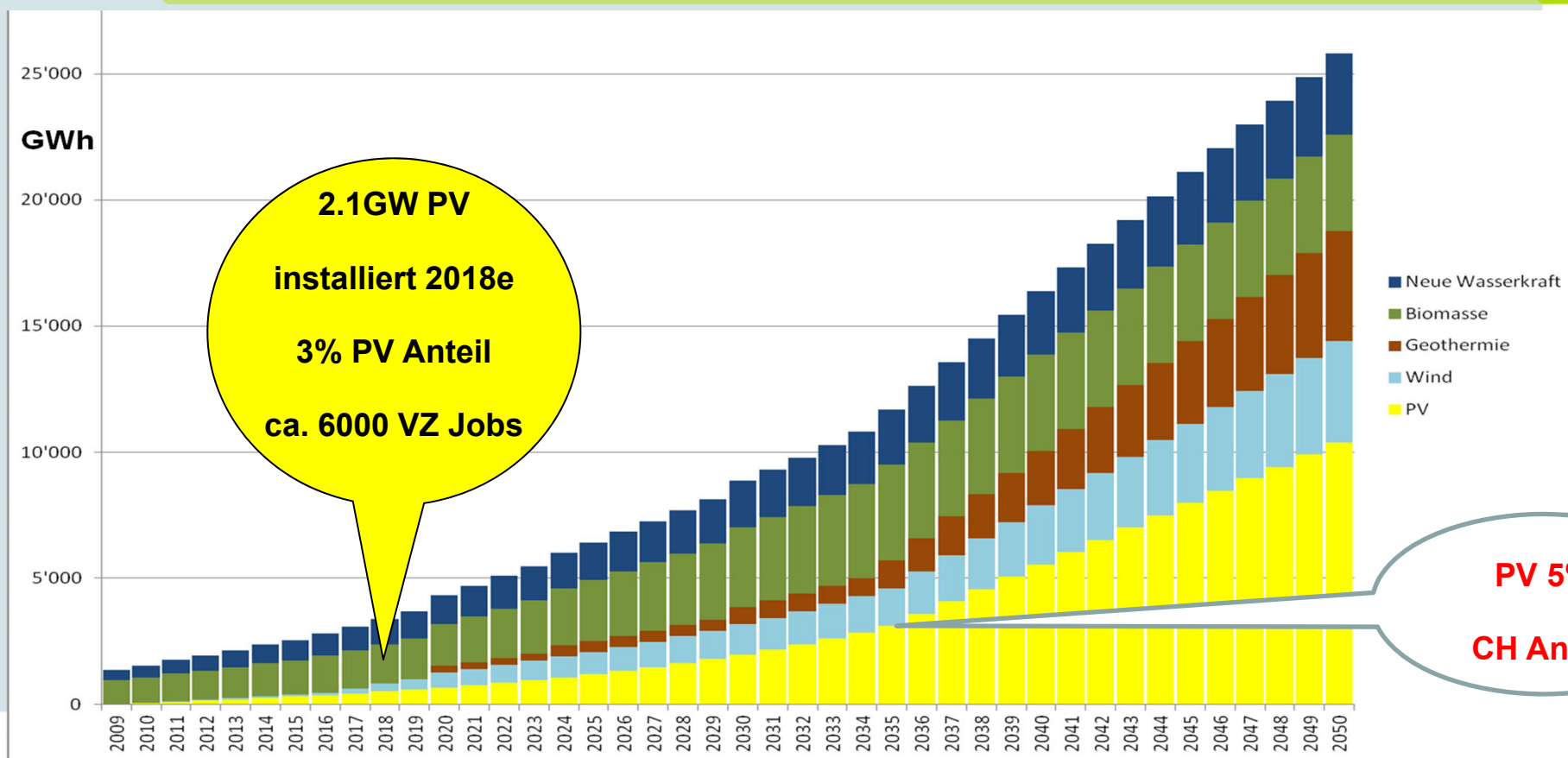
1. **Umfeld**: Umwelt, Klima
2. **Versorgungssicherheit**: Ressourcen sind begrenzt - Öl  
Die Sonne ist der zuverlässigste Energielieferant  
(+/- 5% Schwankung der Jahreslieferung)
3. **Energietechnik** muss zuverlässig sein
4. Es muss **bezahlbar** sein (relativ zum Öl und Gaspreis)  
aber es wird **nicht immer die BILLIGSTE** Lösung  
bevorzugt (Kohlestrom ist nicht Marktführer)

# 2. Was macht die Politik

# Visionen des Bundesrates 2013 führt zur Energiestrategie Schweiz 2050



## Green Electricity Production in Switzerland 2050

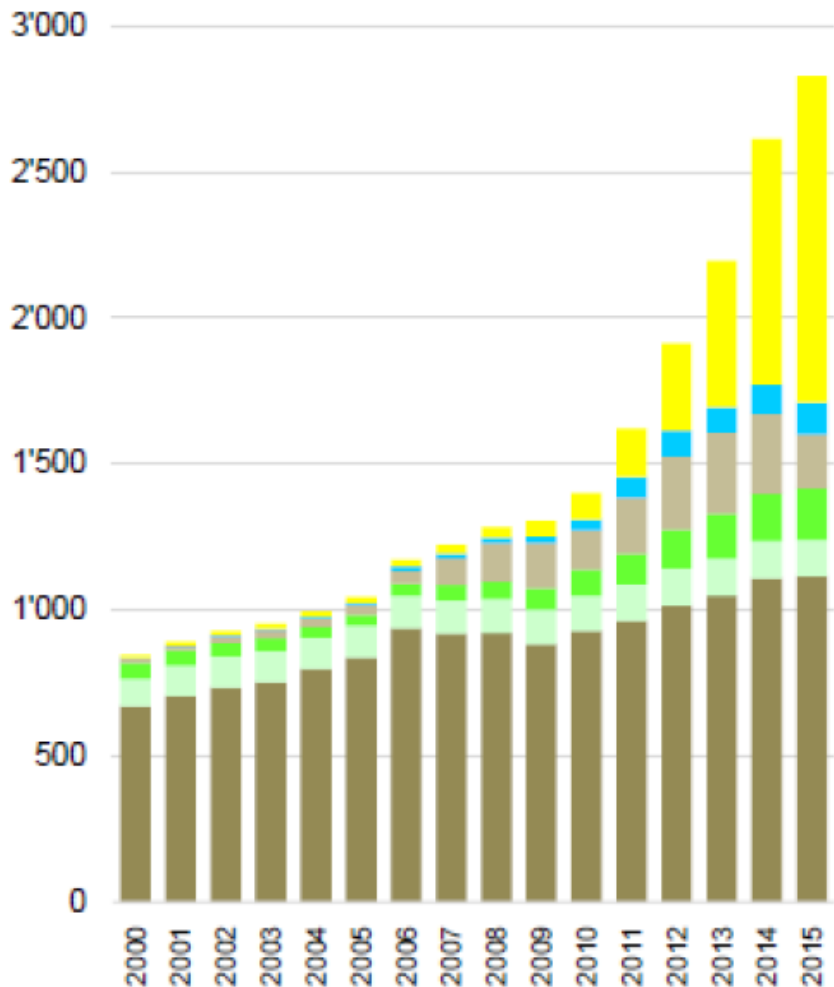


Stand RE Zubau, Frank Rutschmann, Sektionschef Erneuerbare Energie BFE, 2012-08-17

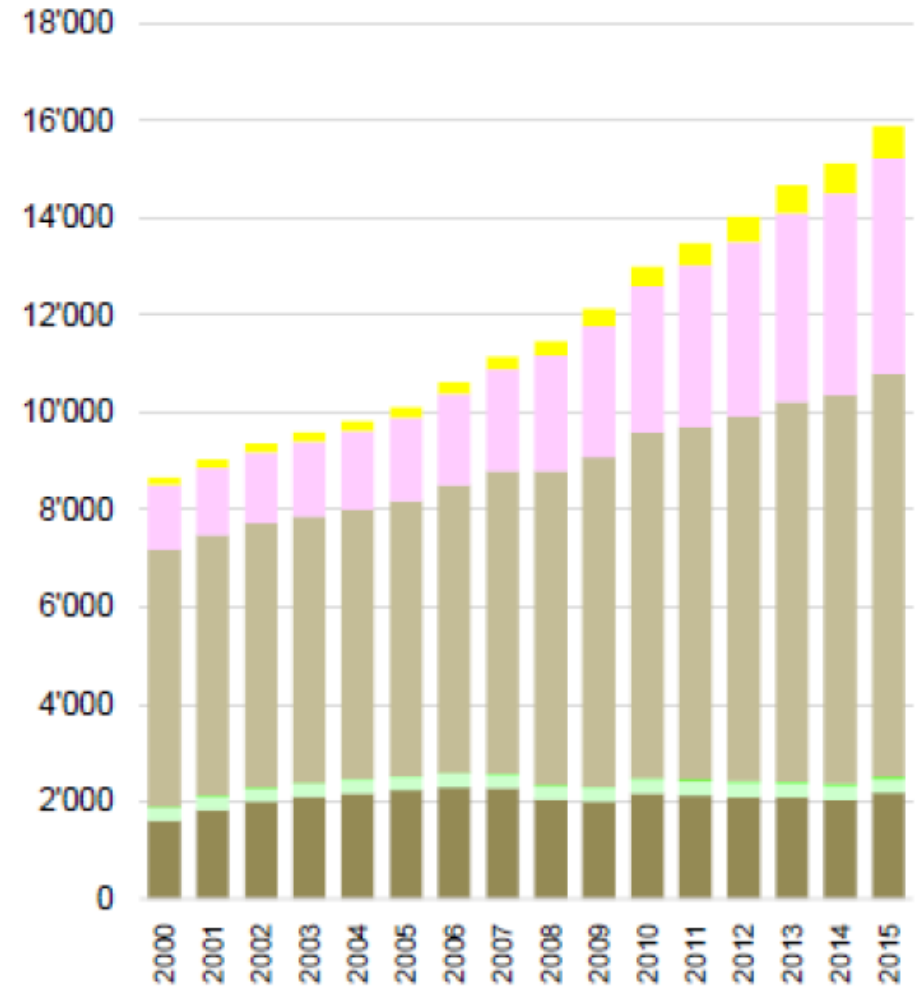
# Erneuerbarer Zubau in der Schweiz

## Erneuerbare Energienutzung nach Energieträger seit 2000 [GWh/a]

### Erneuerbarer Strom (ohne Wasserkraft)



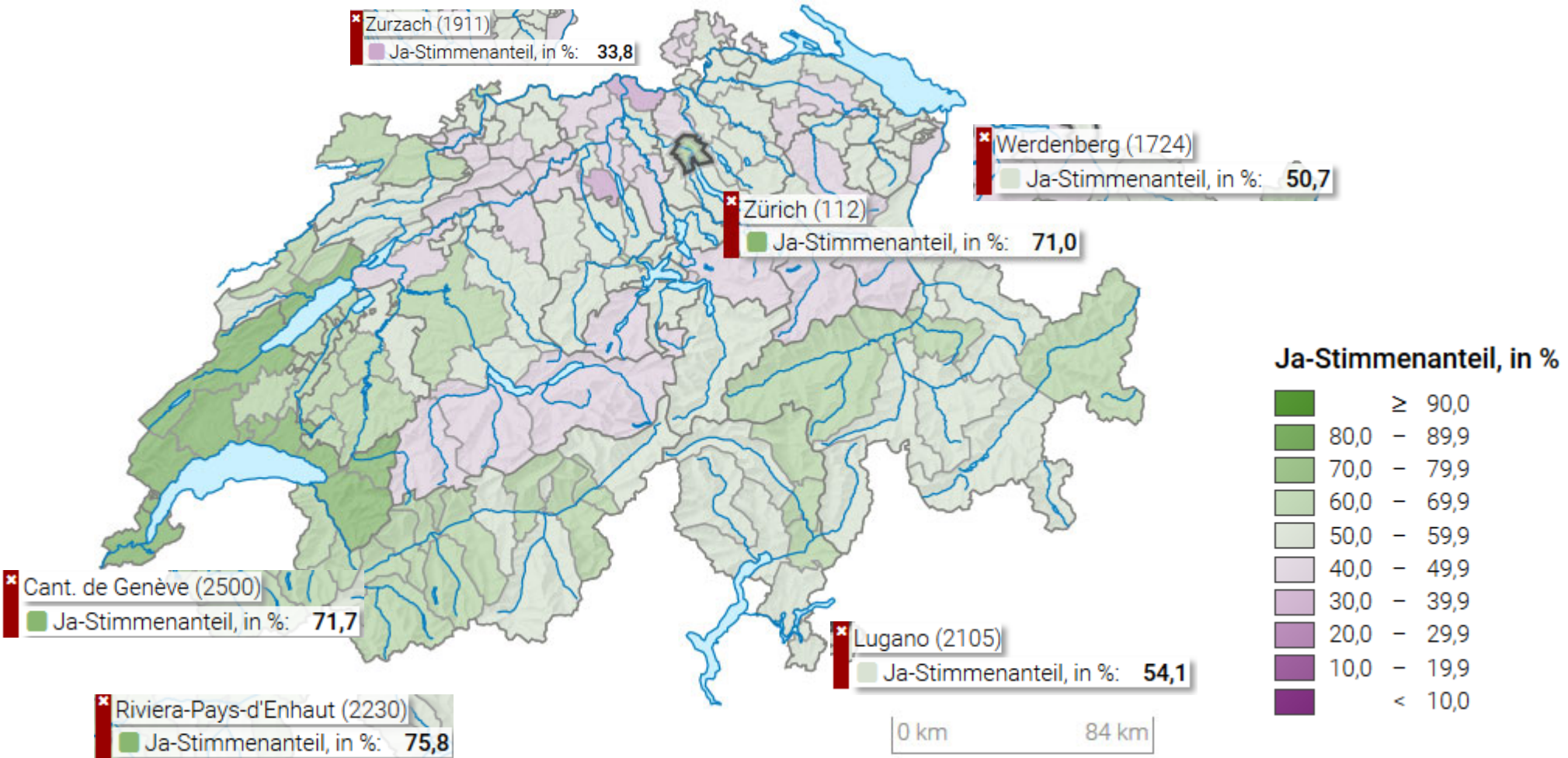
### Erneuerbare Wärme (klimanormiert)





# Das Schweizer Volk stimmt für einen Wandel im Energiesystem

Abstimmung CH Energiestrategie 2050 am 21. Mai 2017: JA 58%



<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/abstimmungen/20170521/Energiegesetz.html>

FernsehDiskussion vom 18.5.2017 Hess versus Baumgartner [TeleZüri: TalkTäglich - Umsetzung der Energiewende](#)

# 3. Was macht die

# Technik

# SOLARZELLE

# DAS PRODUKT

- Komponente Solarmodul
- Markt relevantes System



**1956**

**+ 60 =**

**2016**



*Advertisement photos, such as this one that appeared in the 1956 issue of Look Magazine, show off the "Bell Solar Battery" to the American public.*



# Solarmodule sind nicht auf dem DACH



**Solarfassade STO CIS Solar modul Technologie**  
[www.stoag.ch](http://www.stoag.ch)

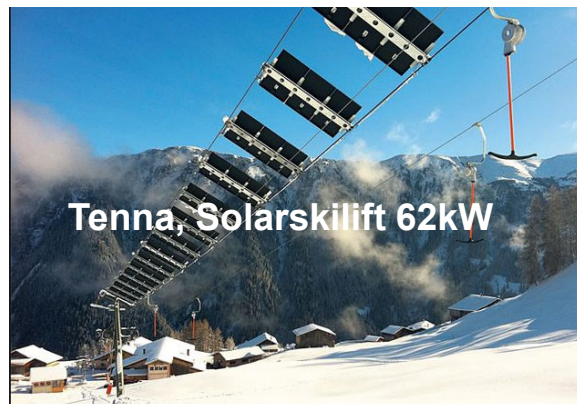


**Faltbare Solarmodule über dem Klärbecken in Chur**  
[www.dhp-technology.ch/](http://www.dhp-technology.ch/)

# Erfolgreicher Zubau von **Photovoltaik** in der Schweiz – aktuell ca. **2%** Erzeugungsanteil



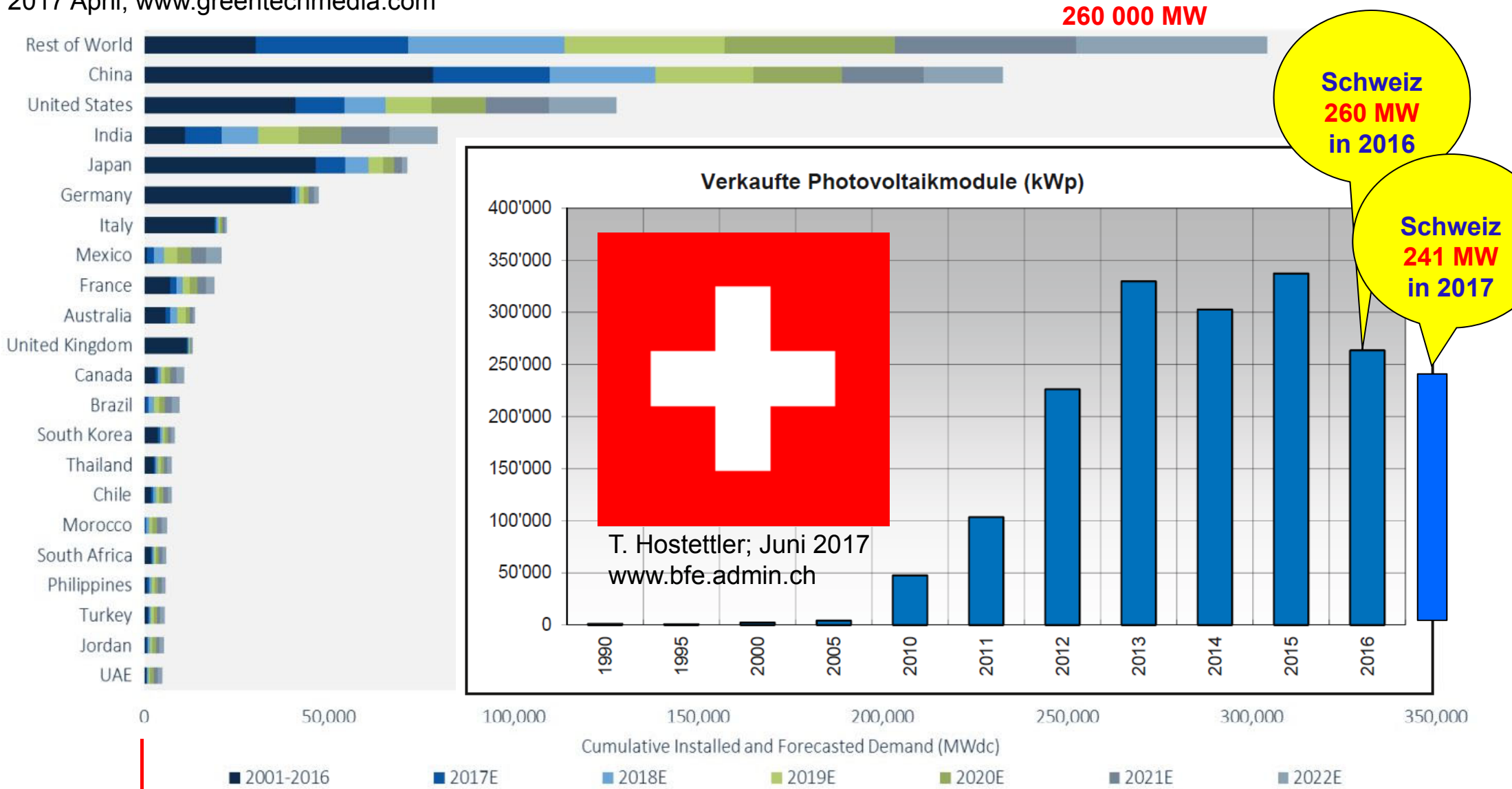
**24<sup>e</sup> Prix Solaire Suisse**  
**24. Schweizer Solarpreis**



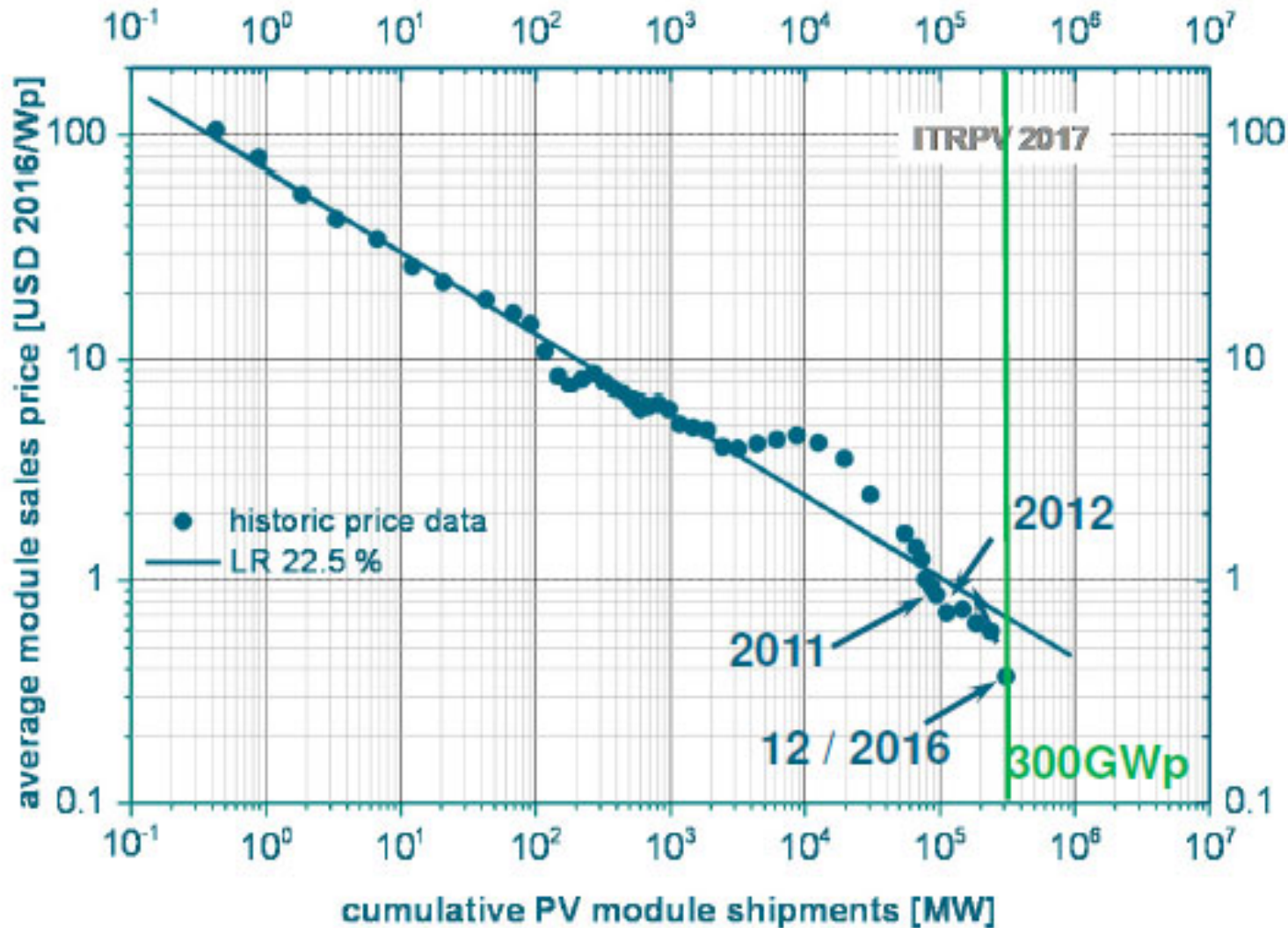
# Globale und Schweizer PV Markt

## Top Ranked Markets by Cumulative Historical and Forecasted Demand, 2001-2022E

2017 April, www.greentechmedia.com



# Der Erfolg der Photovoltaik liegt in der Kostensenkung durch die Massenproduktion



In den 1970er Jahren  
von **100\$** auf  
heute **0.2\$**  
pro Watt Leistung

**REDUKTION um  
Faktor 500**

<http://www.itrpv.net>

Status Modul ab Fabrik 2018 Multi. MW 0.21US\$/Wp

<http://pvinsights.com/index.php> bzw. **ca. 2100 SFr für 10 kWp**

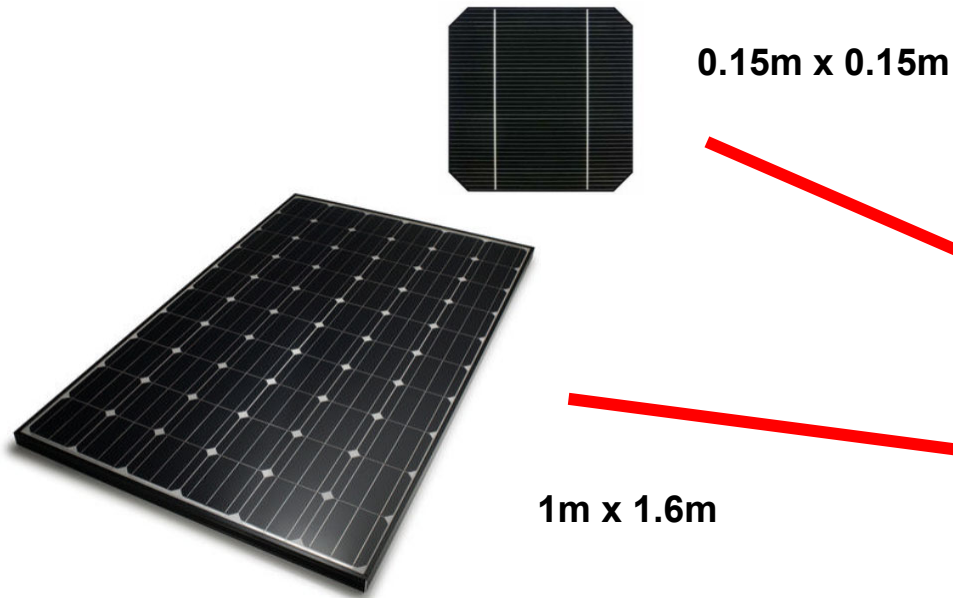
# 3b. Technik

# SYSTEM liefert

# Solarstrom



# Kostenaufteilung Photovoltaik Kraftwerk



**Grobe Richtwerte**

2017 Schweiz	Kostenanteil	Gesamt 10kW in SFr
Solarzelle*	(6%)	(1 100)
Solarmodul**	24%	6 000
Solarinverter	8%	2000
Rest	68%	15 500
<b>Gesamt</b>	<b>100%</b>	<b>25 000</b>

\* Fabrik / Asien: <http://pvinsights.com/index.php>

\*\* Zwischenhandel <https://www.photovoltaik-shop.com>

ca. **18 Rp/kWh** PV Kosten ohne Förderung

Anmerkung: 2008 Modulkosten ca. 5 mal höher

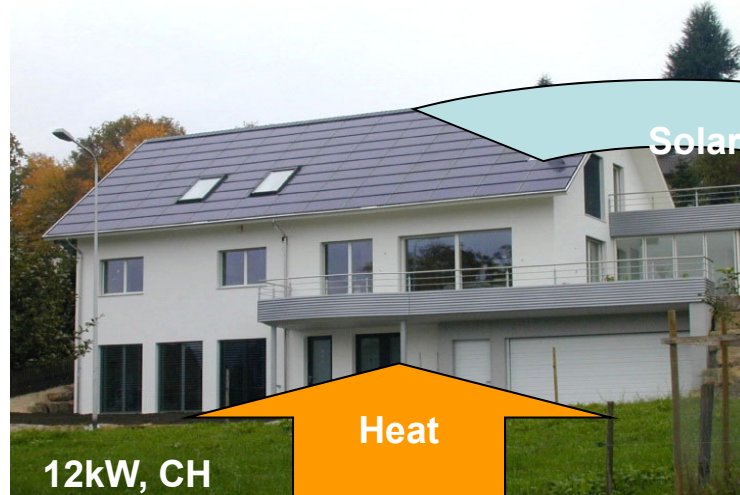
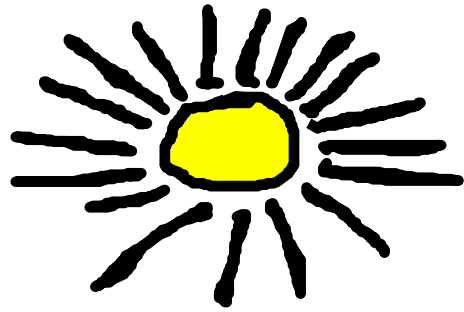
# 3c. Technik

## Solarstrom liefert

## Wärme - Wärmepumpe

# Elektrischer PV Strom betreibt die Wärmepumpe

Energiepreis 18Rp/3 = 6 Rp/kWh günstiger als Gas 8.9Rp!!!



12kW, CH

Solar power

Heat

15kWh

Heat pump  
JAZ 3

Ambient heat

10 kWh

Netzgekoppelter Betrieb



Wechselrichter 4 x 2 kW

Verbrauch

Solarstrom

grid

electricity

5 kWh

130m<sup>2</sup>

30kWh/m<sup>2</sup>

1300kWh<sub>el</sub>

8m<sup>2</sup> PV eff 17%

# Schweizer Solarpreis 2016: PV 556kW + WP (Warmwasser + Heizung) Mehrfamilienhaus Zürich, Letzenholzstr.



## Technische Daten

### Wärmedämmung

Wand:	31/45 cm	U-Wert:	0.13/0.16 W/m <sup>2</sup> K
Dach:	49 cm	U-Wert:	0.13 W/m <sup>2</sup> K
Boden:	52/75 cm	U-Wert:	0.11/0.20 W/m <sup>2</sup> K
Fenster:	dreifach	U-Wert:	0.80 W/m <sup>2</sup> K

### Energiebedarf

	kWh/m <sup>2</sup> a	%	kWh/a
EBF: 10'392 m <sup>2</sup>			
Heizung:	6.4	16.7	66'289
Warmwasser:	9.4	24.5	97'165
Elektrizität WP/Lüftung:	4.1	10.8	42'950
Elektrizität:	18.3	48.0	190'790
Gesamt EB:	38.2	100	397'194 h/~bauf

### Energieversorgung

Eigen-EV:	m <sup>2</sup> kWp	kWh/m <sup>2</sup> a	%	kWh/a
PV Dach:	3'185	556	146.4	117 466'345

### Energiebilanz (Endenergie)

Eigenenergieversorgung:	%	kWh/a
Gesamtenergiebedarf:	100	397'194
Solarstromüberschuss:	17	69'151

### Standort des Gebäudes:

Siedlung Balberstrasse 2,  
Balberstrasse 16-21, Lettenholzstrasse 30,  
8038 Zürich

### Bauherrschaft:

Allgemeine Baugenossenschaft Zürich, ABZ,  
Gertrudstrasse 103, 8003 Zürich,

# 3d. Technik

# Batteriespeicher

# 2012-Solar Home Storage Systems on the market and pricing 2012

F. Baumgartner, P. Korba et.al. EUPVSEC 2012



Commercial PV Battery + Power Electronics		
Nominal Capacity	C nom [kWh]	13.8
Price rel.	per kWh nom	€ 833
Used Capacity	C used [kWh]	6.9
lifetime full cycles @ DOD 50%		1350
lifetime stored capacity [kWh]		18630
cost of stored kWh		€ 0.62
financing costs factor (5% interest rate, 5a)		1.2
total storage costs per kWh		€ 0.74

[http://www.mare-solar.com/shop/eigenverbrauch-speichersysteme-solarworld-sun-pac-c-66\\_532\\_607.html](http://www.mare-solar.com/shop/eigenverbrauch-speichersysteme-solarworld-sun-pac-c-66_532_607.html)

An example of a marketing document:

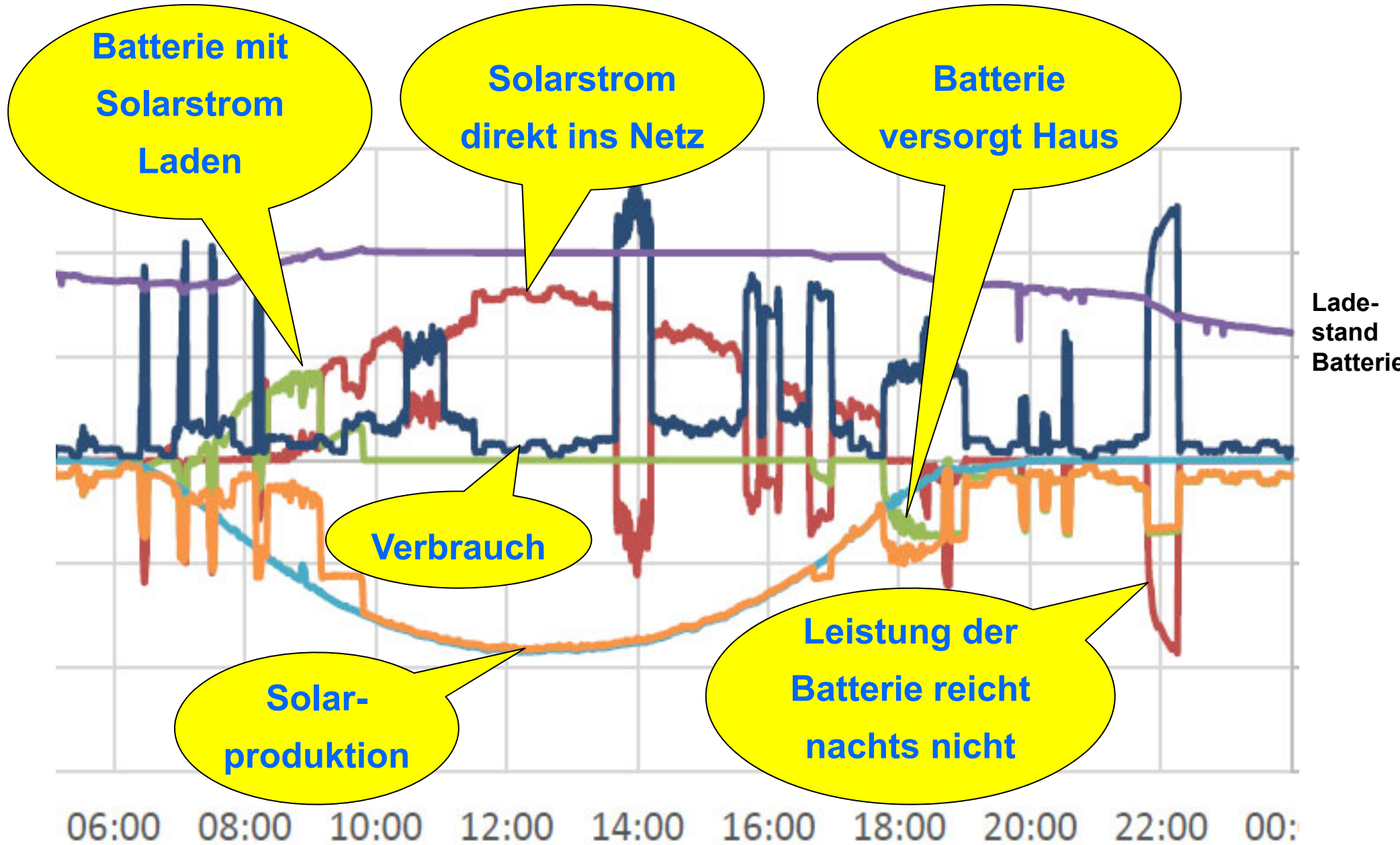
To increase self consumption from **38% to 50%** of consumption **+22%**

investment of typ. **11 500€**

per **6.5kW PV STC** is needed (doubling investment costs)

total 2700 full cycles / 270 cycles @10a

# Messresultate an PV Batterien



# Nur 6% des Wochenstroms kommt vom Netz

14.07.2016 - 21.07.2016

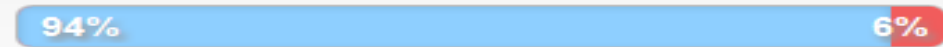
Produktion: **179,73 kWh**

Verbrauch: **87,35 kWh**



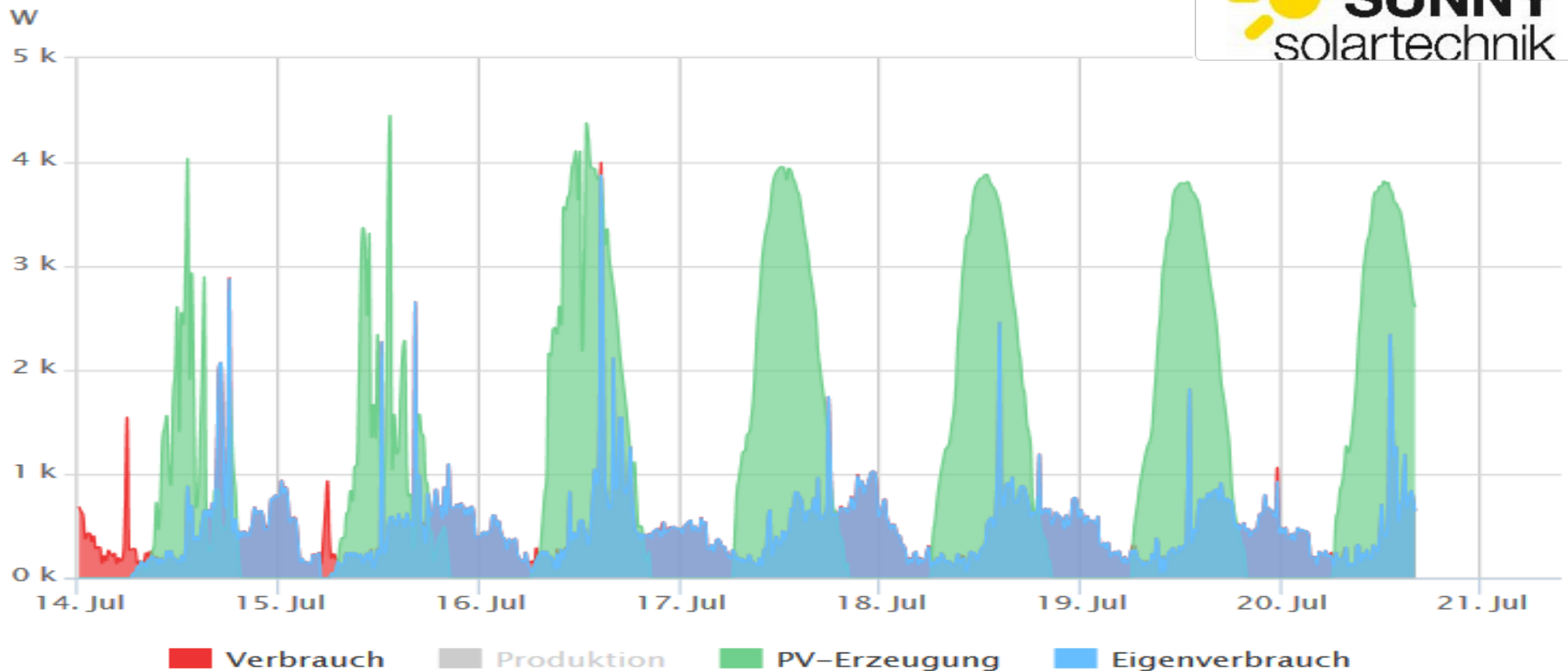
Eigenverbrauch:  
**81,99 kWh**

Einspeisung:  
**97,74 kWh**



Eigenproduktion:  
**81,99 kWh**

Zukauf:  
**5,37 kWh**



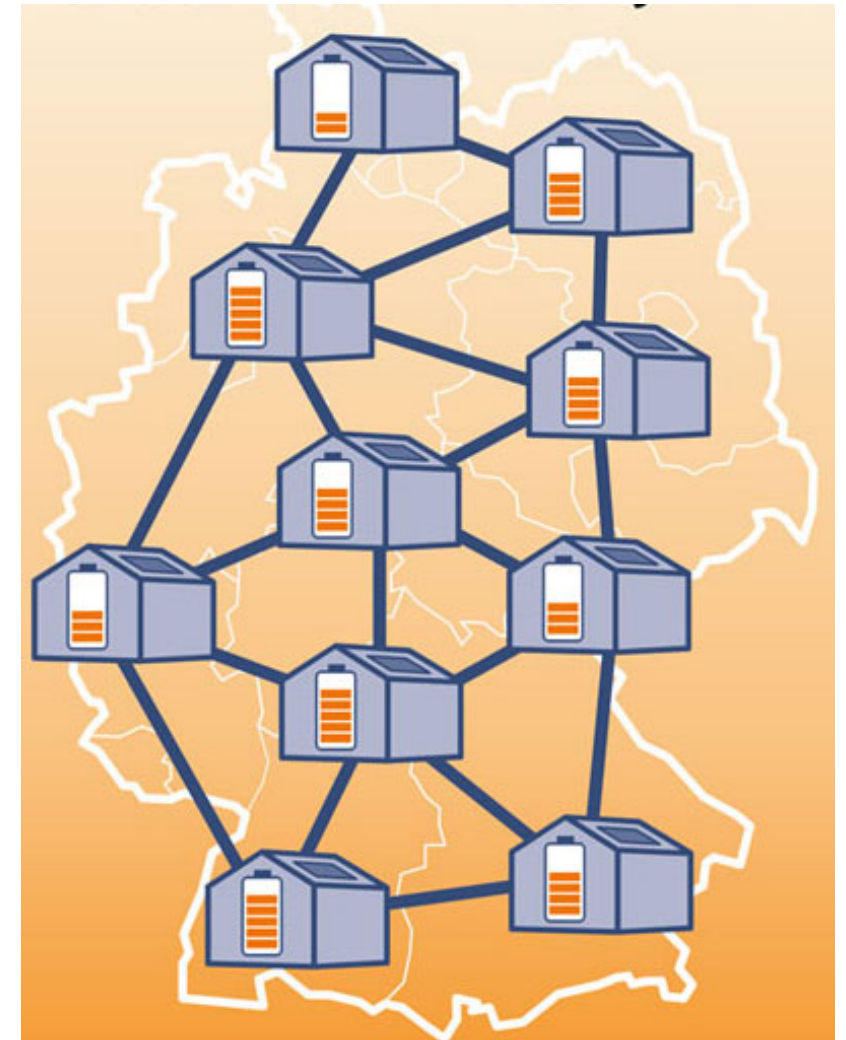
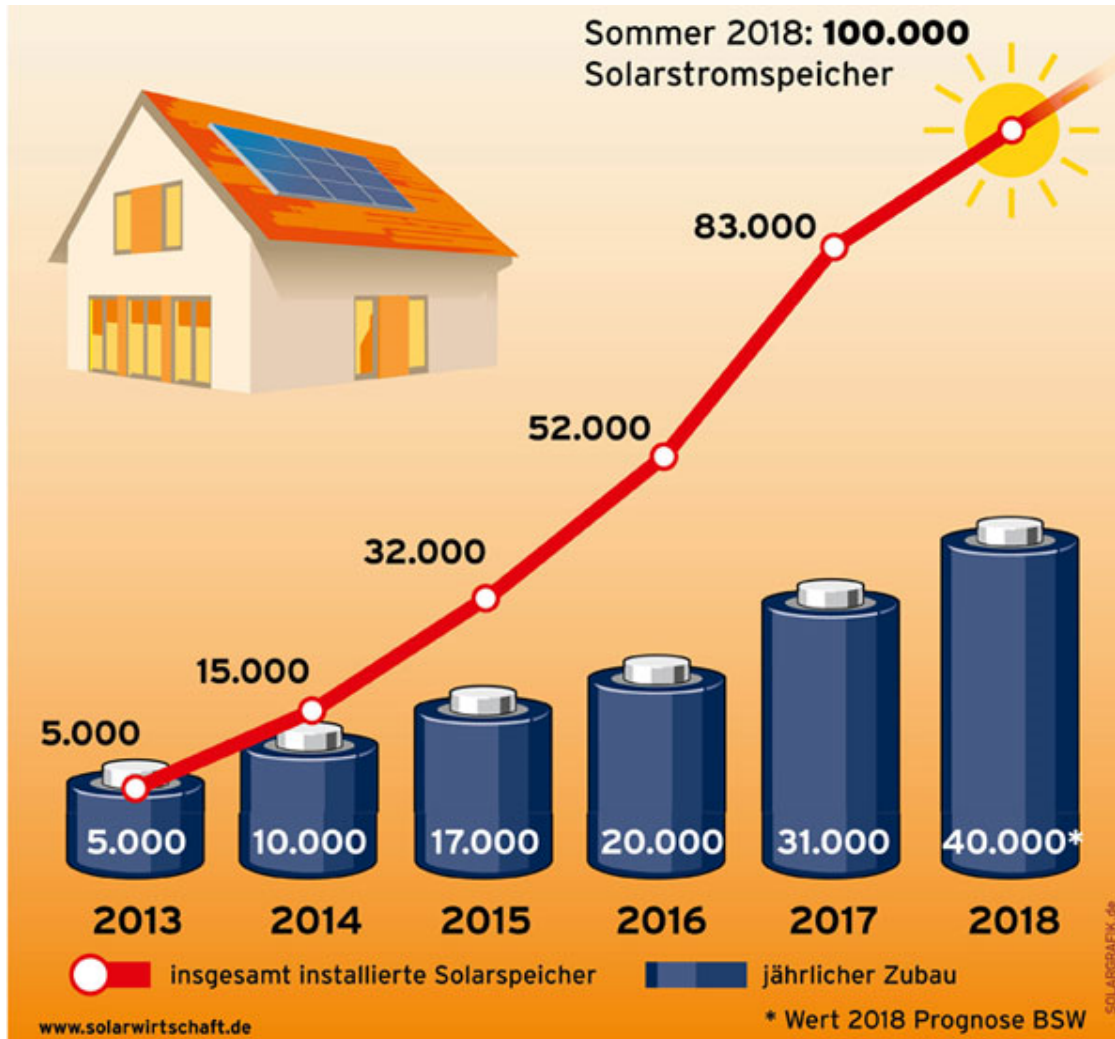


# 100 000 Solarstromspeicher in Deutschland im Betrieb

Schweiz 2017: 1260 neue Speicher

Jede zweite Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher

10MWh



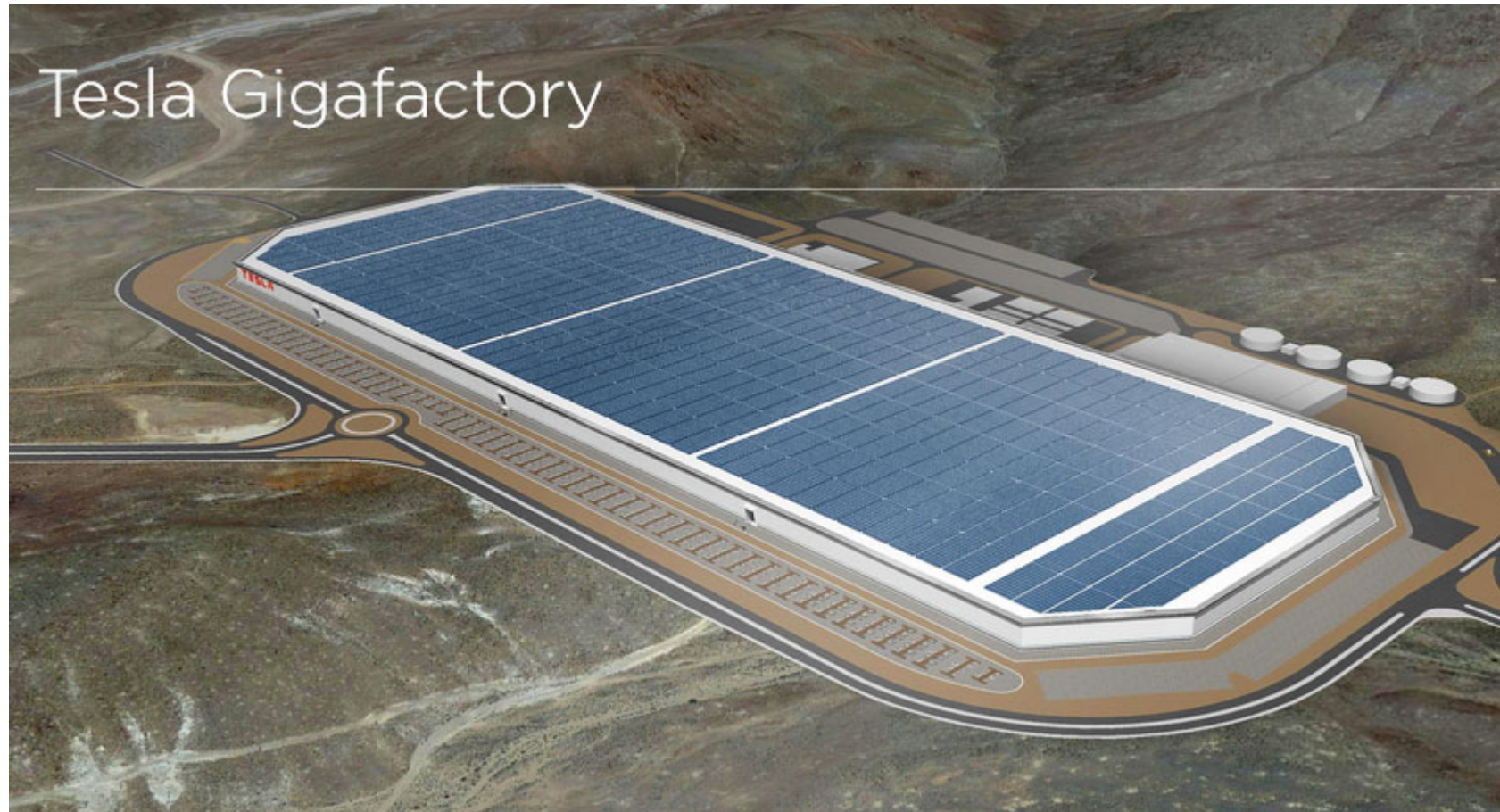
2018 erstes Halbjahr, +50% PV Marktwachstum vgl. 2017

# PV + Hausbatterie

hohe Autonomie im

Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, Sep

# 2020 TESAL's full capacity to be reached 5 billion \$ FAB



Web visited Juni 2016 - <https://www.teslamotors.com/gigafactory>

Tesla broke ground on the Gigafactory in June 2014 outside Sparks, Nevada, and we expect to **begin cell production in 2017**. **By 2020, the Gigafactory will reach full capacity** and produce more lithium ion batteries annually than were produced worldwide in 2013. **35 more than 35 GWh of battery cells and 50 GWh of battery packs**, but CTO JB Straubel, 2015

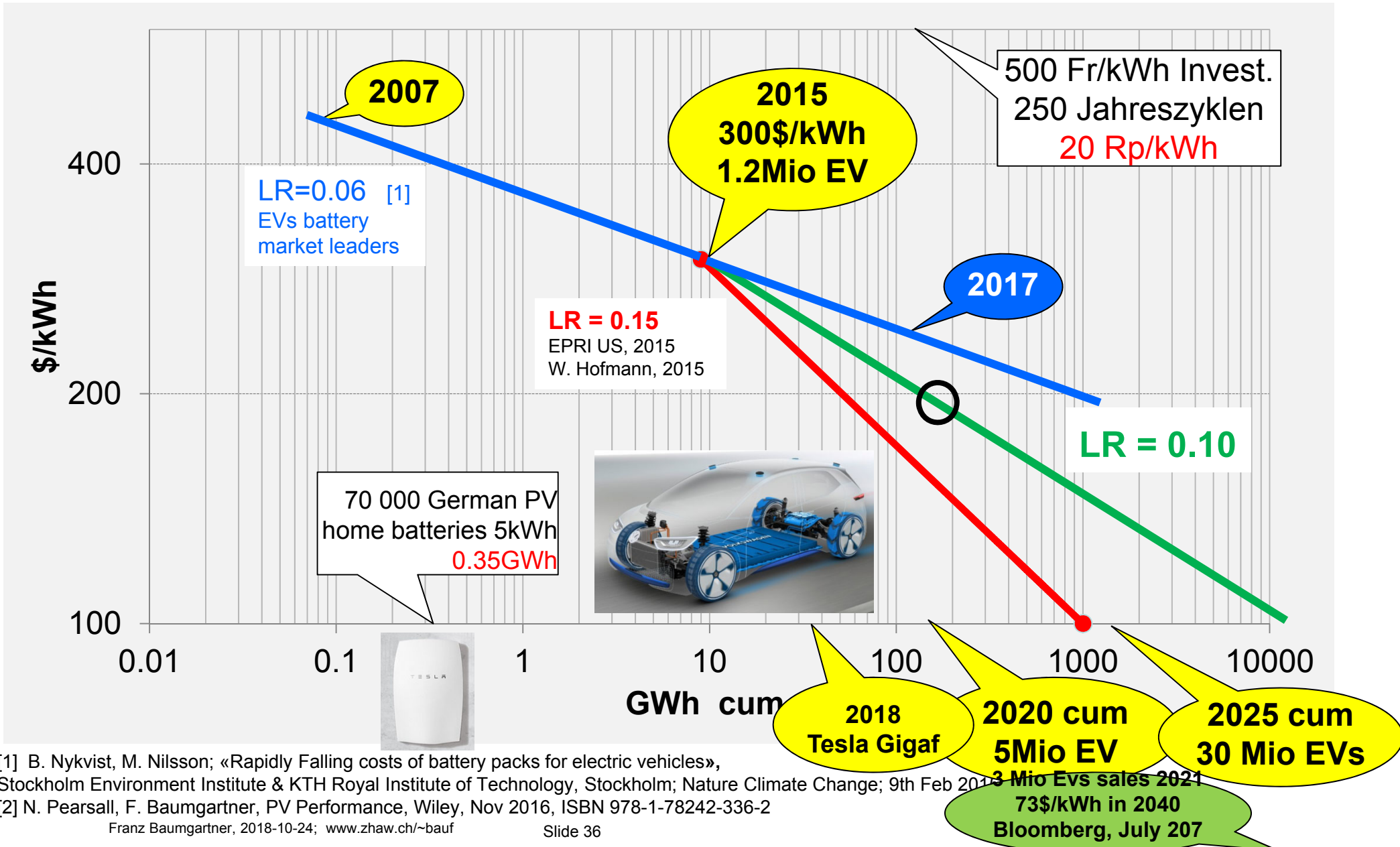


2017 Aug; <https://www.teslarati.com>

# Kostenreduktion Li-Ion Battery Packs

vgl. Ref. F. Baumgartner, EUPVSEC 2016, June, Munich

China 2025; 3 Mio Evs; each 50kWh = 150GWh/a



[1] B. Nykvist, M. Nilsson; «Rapidly Falling costs of battery packs for electric vehicles», Stockholm Environment Institute & KTH Royal Institute of Technology, Stockholm; Nature Climate Change; 9th Feb 2013  
 [2] N. Pearsall, F. Baumgartner, PV Performance, Wiley, Nov 2016, ISBN 978-1-78242-336-2  
 Franz Baumgartner, 2018-10-24; www.zhaw.ch/~bauf Slide 36

# 4. Wirtschaftlichkeit



**wo liegt 2035**

**CH –Netzstrom? 40 Rp?**

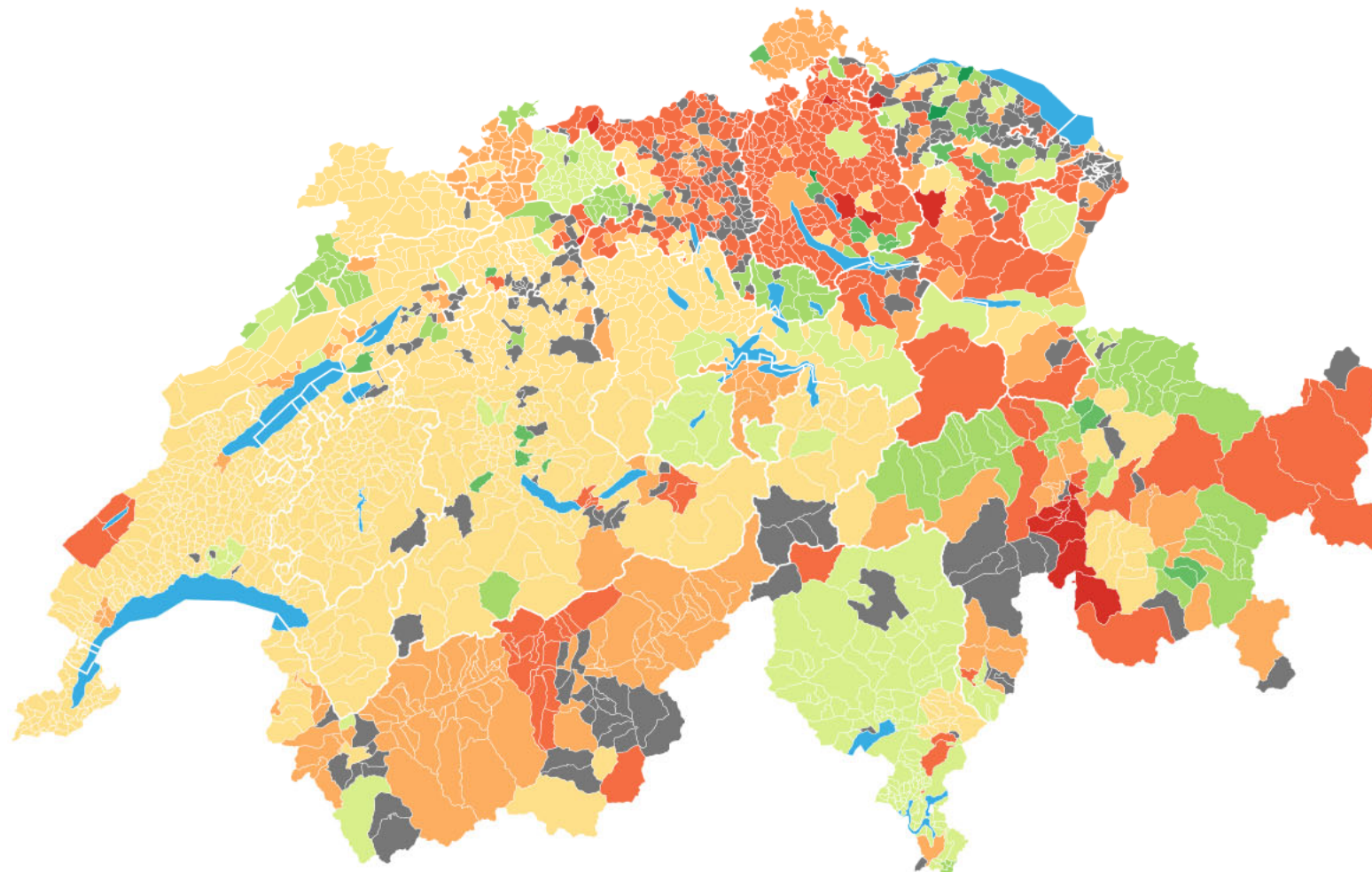
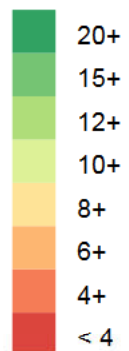
# Lokal Unterschied bei der Vergütung des rückgespeisten Solarstroms



<http://www.vese.ch/karte/>

Jahr 2018

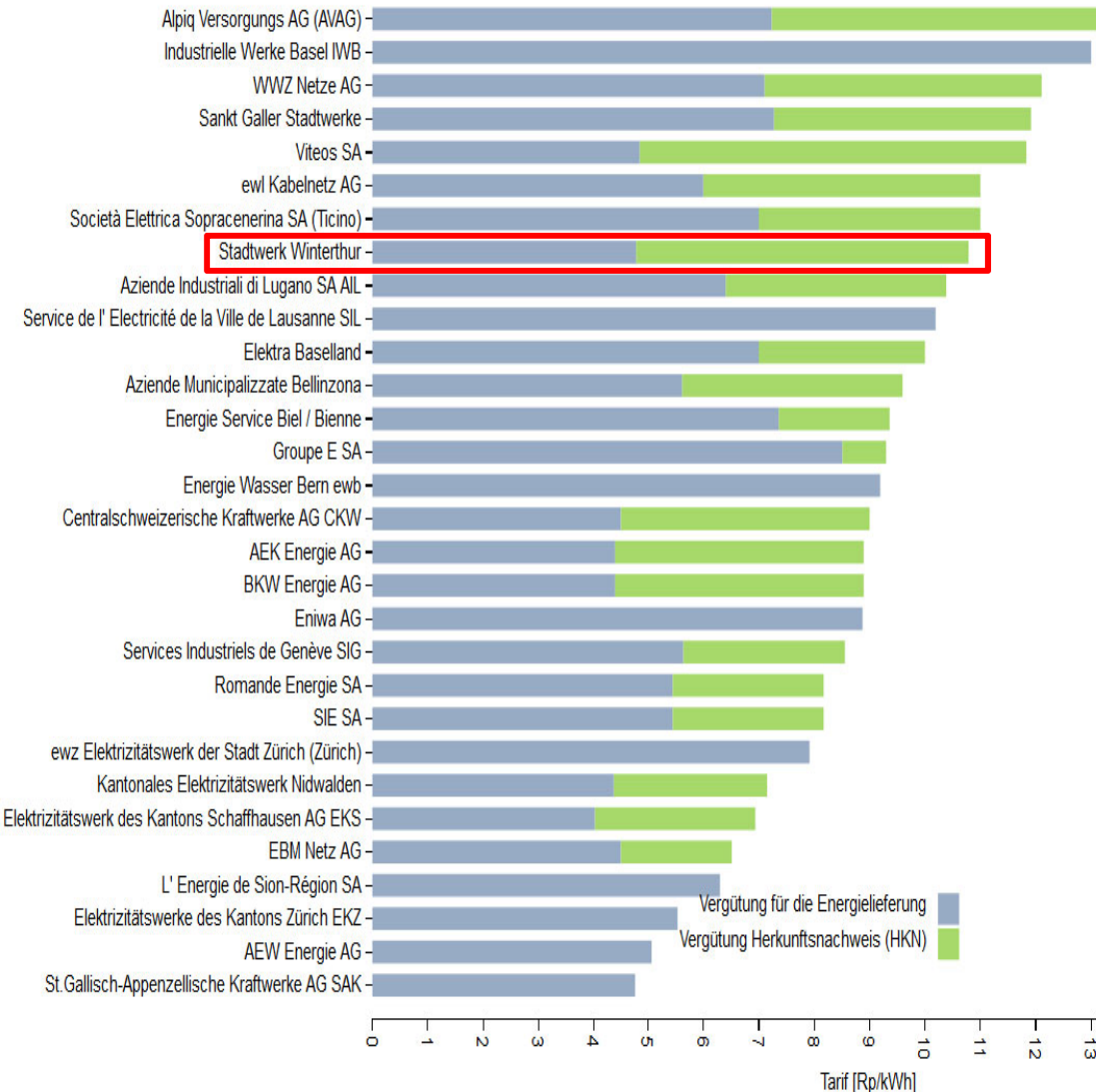
Tarif [Rp/kWh]



# Lokal grosse Unterschied bei der Vergütung des rückgespeisten PV-Stroms – Mittel 9 Rp

30 grössten Ews versorgen ca. 2/3 der Schweizer Bevölkerung

<http://www.vese.ch/karte/>



## Stadtwerke Gossau (2018)

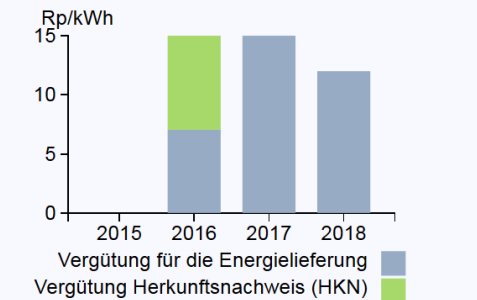
< 30 kVA	
Energie	12.00 Rp/kWh
HKN	0.00 Rp/kWh
Total	12.00 Rp/kWh

Zählerkosten (< 30 kVA): 7.00 Fr/Monat

[Link Tarifblatt 1](#)

[Webseite Netzbetreiber](#)

## Entwicklung der Vergütungen (10 kVA)



## St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG SAK (2018)

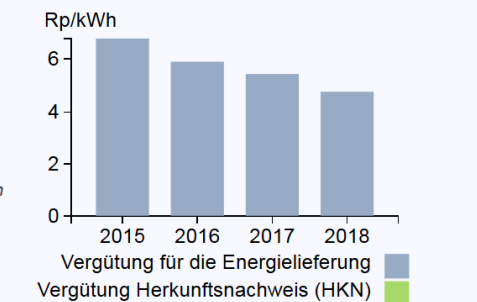
< 150 < 10000 kVA	
Energie	4.75 4.32 Rp/kWh
HKN	0.00 0.00 Rp/kWh
Total	4.75 4.32 Rp/kWh

HT/NT-Tarif für die Vergütung Winter/Sommer-Tarif für die Vergütung Bei den obigen Zahlen handelt es sich um aus Meteodaten berechnete effektive Jahrestarife [\(Erklärung\)](#)

Zählerkosten (< 30 kVA): 6.40 Fr/Monat

Kosten Lastgangmessung (≥ 30 kVA): 49.00 Fr/Monat

## Entwicklung der Vergütungen (10 kVA)



**18 Rp/kWh, 25 Jahre, Zins 2%, Betriebsk. 2%**

- PV Kraftwerk mit 5kW Nennleistung**

Gesamtkosten PV Anlage	<b>2.5SFr</b> *5000=	12500	SFr
Jahresproduktion	Pn * 1000h =	5000	kWh
Produktion Lebensdauer	<b>25</b> Jahre	1.3E+05	kWh
Investitionskosten/Produktion		0.100	SFr
inklusive Finanzierungs <b>2%</b> , Betriebskosten <b>2%</b>		<b>0.18</b>	<b>SFr</b>
Faktor für Finanzierung +OuM		1.78	

**Formel für Kostenfaktor** (i Zins , m Betriebskosten, n Jahre)

$$n \cdot (m + (i \cdot (1 + i)^n / ((1 + i)^n - 1)))$$

Vergleiche KEV Tarife und kWp Kosten; Bund EnV mit Änderung Okt 2013; Anhang 1.2; (Art. 3a, 3b, 3d, 3g, 3h und 22 Abs. 2)

siehe auch [http://www.swissolar.ch/fileadmin/user\\_upload/Swissolar/Unsere\\_Dossiers/KEV-Tarife\\_de.pdf](http://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Swissolar/Unsere_Dossiers/KEV-Tarife_de.pdf)

Investitionskosten laut **Umfrage 2013-Fotovoltaikstudie** Auflage 4, Michael Ziegler: **5kW mit 2664Fr/kW** und für 100kW mit 1836Fr/kW Netto



# Finanzierungsmodell

grobe Richtwerte

Anteil am der PV Gesamtinvestition Beispiel 10kW PV Anlage mit 25 000 Fr	Anteil
EV <b>Einmalvergütung</b> vom Bund BFE bzw. <a href="https://www.swissgrid.ch/">https://www.swissgrid.ch/</a>	1/4
<b>Eigenverbrauch</b> im Moment erspart den Kauf von Netzstrom im Umfang ca. 2000kWh jährlich zu je 0.20Fr bzw. 12 000 Fr in 30 Jahren	2/4
Zusätzlicher Eigenverbrauch durch <b>Wärmepumpe</b> für 2/3 Warmwasser – ca. 1000kWh/a	1/4
Erträge aus der <b>Rücklieferung</b> des Stroms ins öffentliche Stromnetz (ca. 3 Rp/kWh) / 30 Jahre	1/4

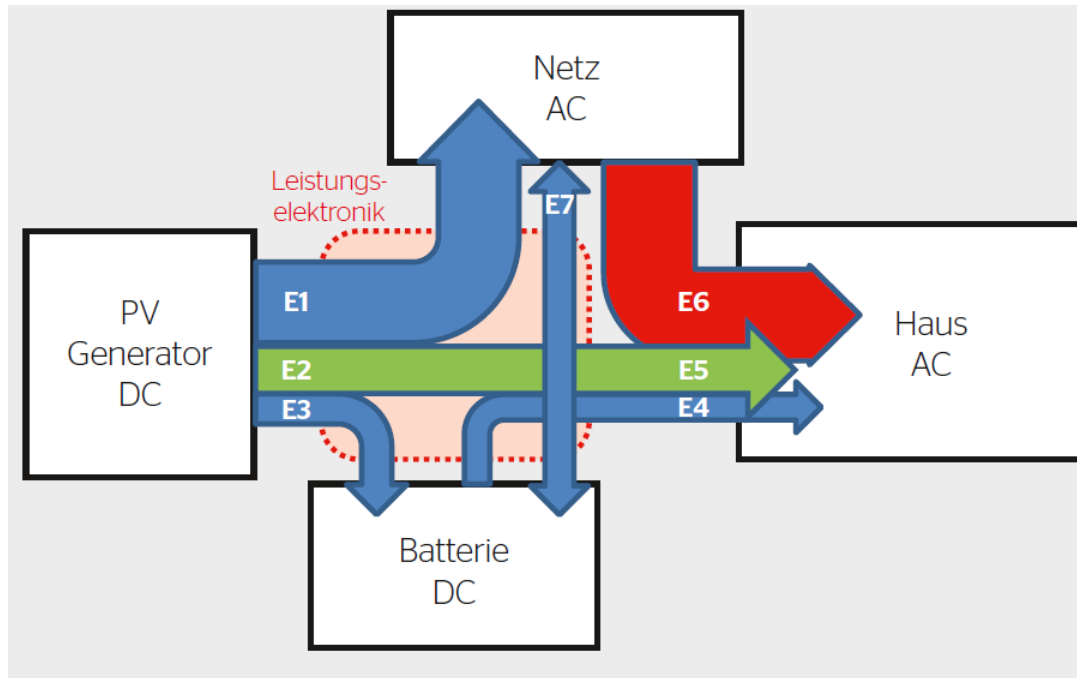
**Die Betriebskosten und Ersatz z.B. Wechselrichter nach 13 Jahren belaufen sich auf ca. 1/3 der Investition**

# Grobe Kostenabschätzung relevante Parameter

- Investitionskosten **pro kWh** Nennkapazität  
1000 Fr
- Von Batterie pro kWh Nennkapazität  
bei **250 Jahres Vollzyklen**  
gelieferter kWh pro Jahr 250kWh
- geliefert über 10 Jahre 2500kWh
- Kostenanteil ohne Zins, Betrieb  
1000Fr/2500kWh = **0.4Fr/kWh**

# Grösse und Kosten der Li- Solarbatterie

F. Baumgartner, Okt 2017; <http://www.bulletin.ch/de/news-detail/sonnenstrom-speichern.html>



pro kWh	2017	2020	2025
Batterie	300 €	200 €	100 €
Elektronik	250 €	150 €	100 €
Installation +	850 €	600 €	500 €
Total Endkunde	1400 €	950 €	700 €
Betriebsjahre	10	15	20
geliefert kWh	0,56 €	0,25 €	0,14 €

Photovoltaik Grösse	Batterie-Grösse, h	direkt verbrauchter Solaranteil	Solaranteil über Speicher	Solaranteil vom Verbrauch	Jährliche Batteriezyklen	Speicher-kosten, CHF/kWh
1	1	34.2%	22.3%	56.5%	253	0.51
1	2	34.2%	28.9%	63.1%	163	0.80
1	0.5	34.2%	13.6%	47.8%	307	0.42

F. Baumgartner, bulletin.ch 10 / 2017; Sonnenstrom speichern;

Ergänzung: Herstellung 1kWh Li-Batteriekapazität verursacht 100 kgCO<sub>2</sub>-eq. Emissionen (od. 40gCO<sub>2</sub>/kWh bei 2500 Zyklen)

Ref. Han Hao et. al. ; Sustainability 2017, 9, 504; [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability)

Vergleiche auch andere Simulation:

<https://pvspeicher.htw-berlin.de/unabhaengigkeitsrechner/>

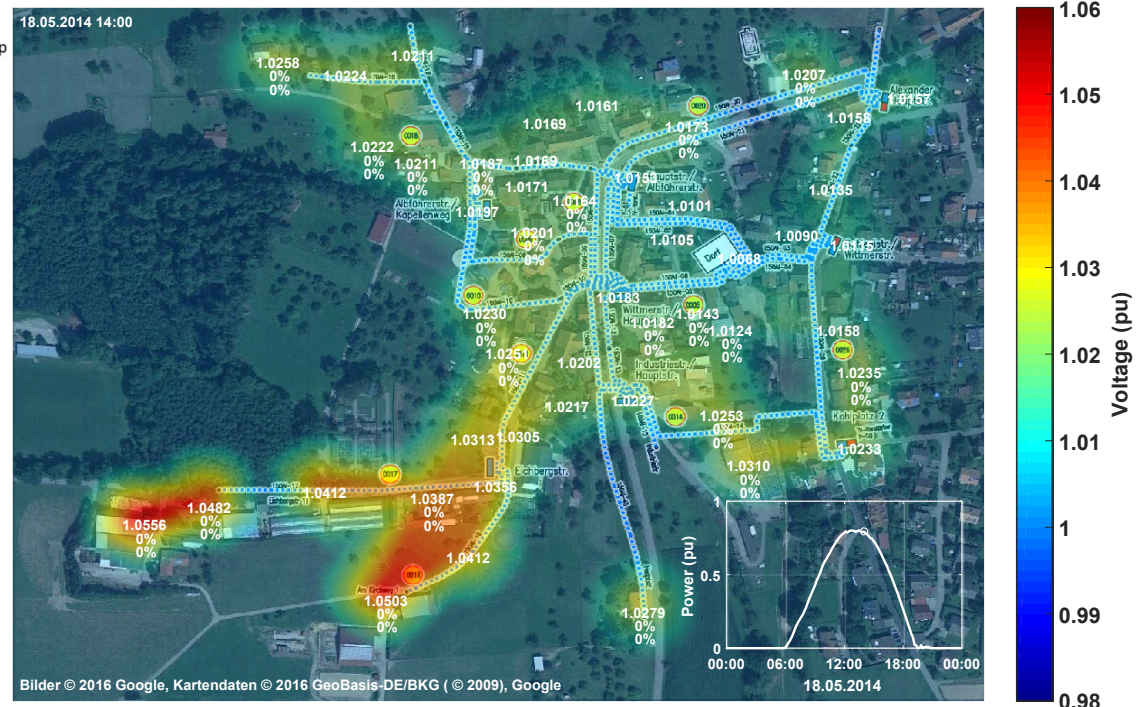
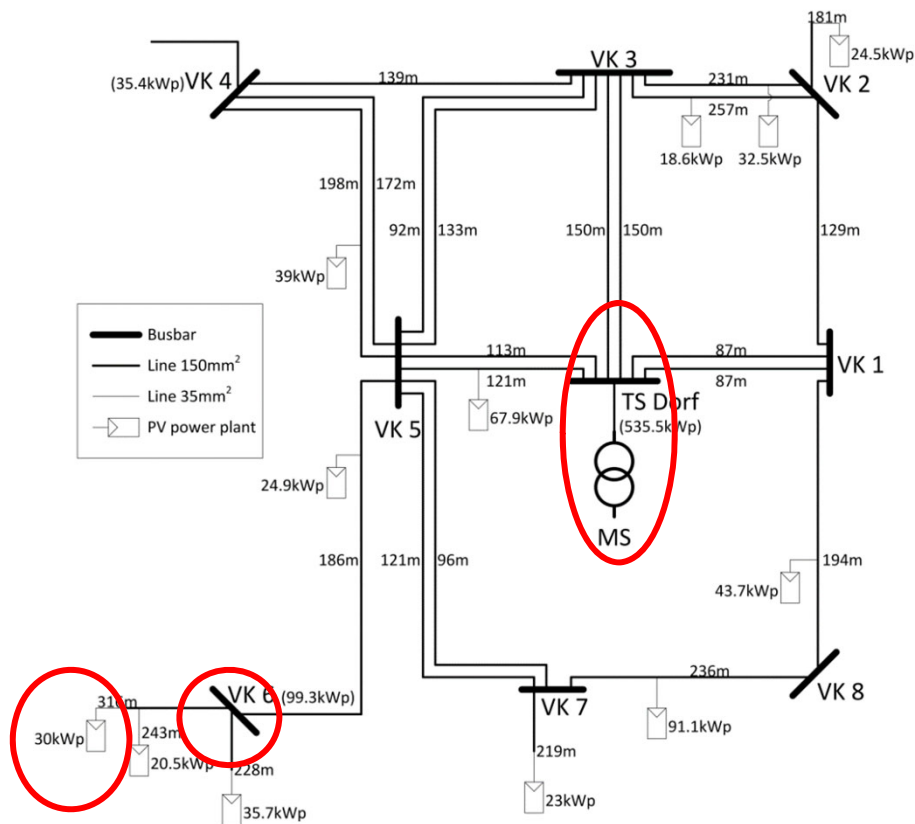
# 5. Solar Grid

# Solar Wechselrichter

# liefert die Lösung

# Exceeding Voltage Limits due to decentralised generation

## EKS in Dettighofen, Germany



Ref: F. Carigiet et al., «Optimisation of the Load Flow Calculation Method in order to perform Techno-Economic Assessments of Low-Voltage Distribution Grids»,  
EUPVSEC 2017

# Test Setup at AIT Vienna to apply the stability test



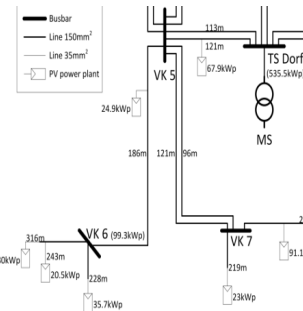
$P_{PV}$



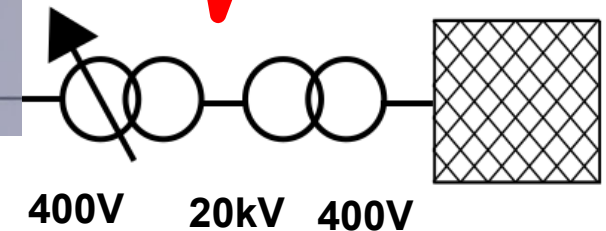
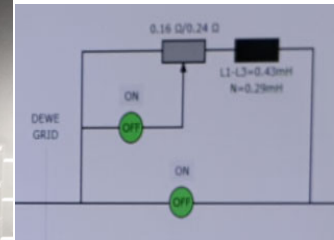
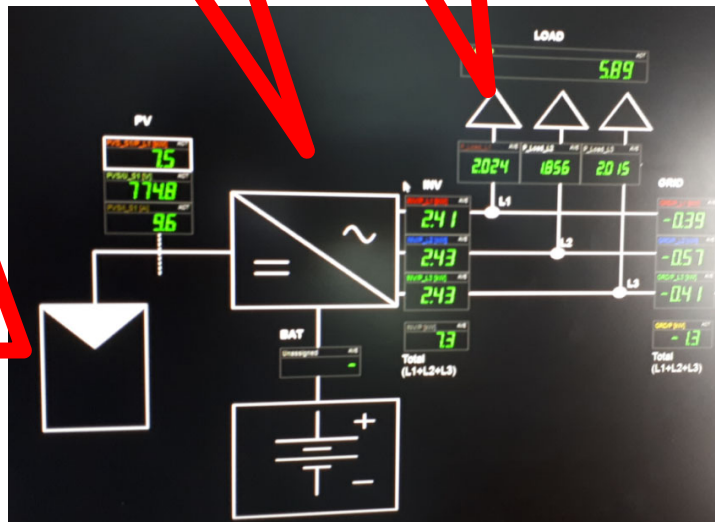
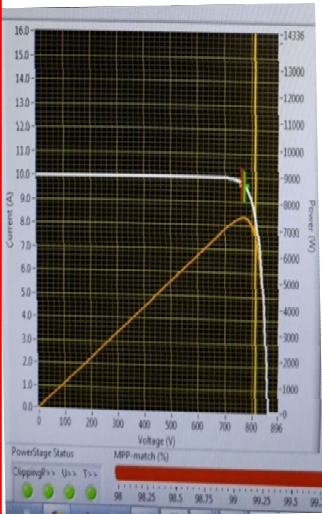
$P, Q$



$P_{Load}$



$Z_{Grid} (R, L)$

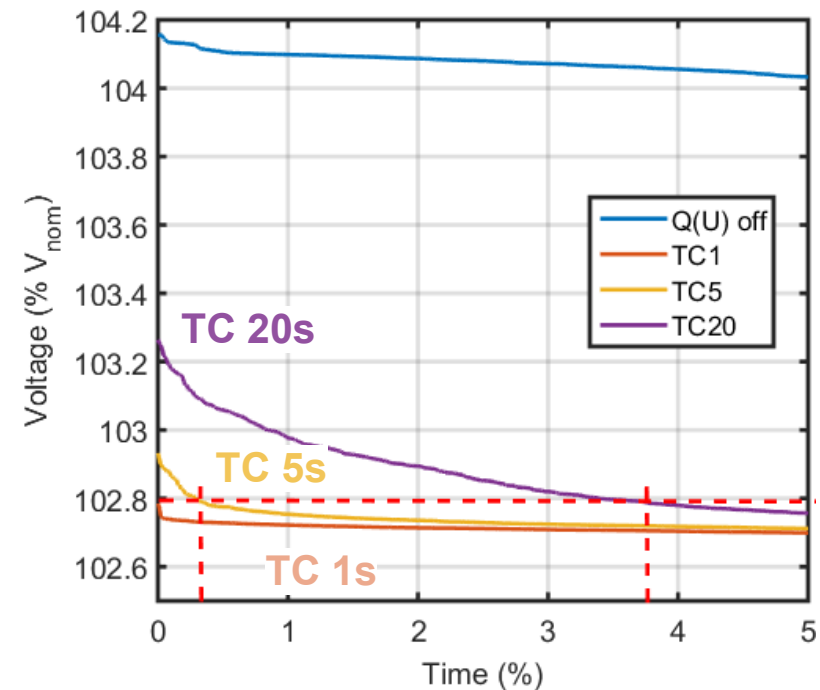
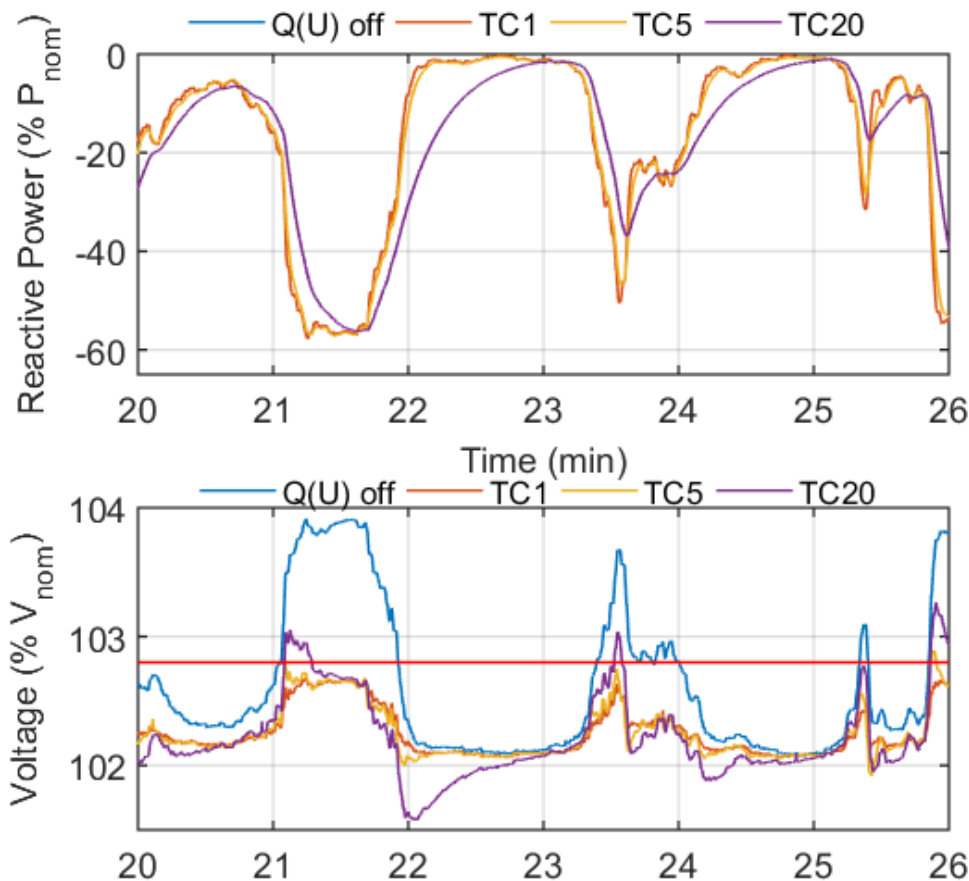


AIT Test Setup – Emulation a real grid in the laboratory

# Q(V) Time Constant Comparison for a real solar profile

F. Baumgartner, C. Messner et al. EUPVSEC 2018, Oct Brussels

- Photovoltaic profile of 30 minutes with high changes of solar irradiation
- Different Q(V) time constant settings for validation



Voltage changes and reactive power adjustment of the inverter

**Voltage > 120.8% of total time**

No Q(U) control	45%
Time Constant 20s ( $1\tau$ )	3.4%
Time Constant 5s ( $1\tau$ )	0.3%
Time Constant 1s ( $1\tau$ )	Never

# ZHAW IEFE REEE Lab – Partner (BFE - IEA Projekt)

## SIRFN Certification Test Procedure Development





# 6. CH Stromzukunft

**Strombedarf WP u EV**

**frisst den Solarstrom**

$$+PV - WP - EV = 0$$

# Beispiel: Solares Einfamilienhaus mit Solarem-Haushaltsstrom, -Heizung und -Elektroauto

## Eckdaten vom Eigentümer:

1985 Baujahr, Einfamilienhaus, Heizung monovalente Erdwärmesonden, s. -Studie auf der BFE-homepage

2008 Wärmepumpe mit Scroll-Kompressor

2012 Warmwasser über Wärmepumpe und Erdwärmesonden

2014 PV-Solaranlage **16,4 kWp**, s. att.

2015 vollelektr. E-Car (mit eigener "Tankstelle")

Verbrauch Heizung, WW, Haushalt 7000kWh

Erzeugung PV Plan 17.000kWh jährlich (seit 19.05. aktuell 11.500 kWh)

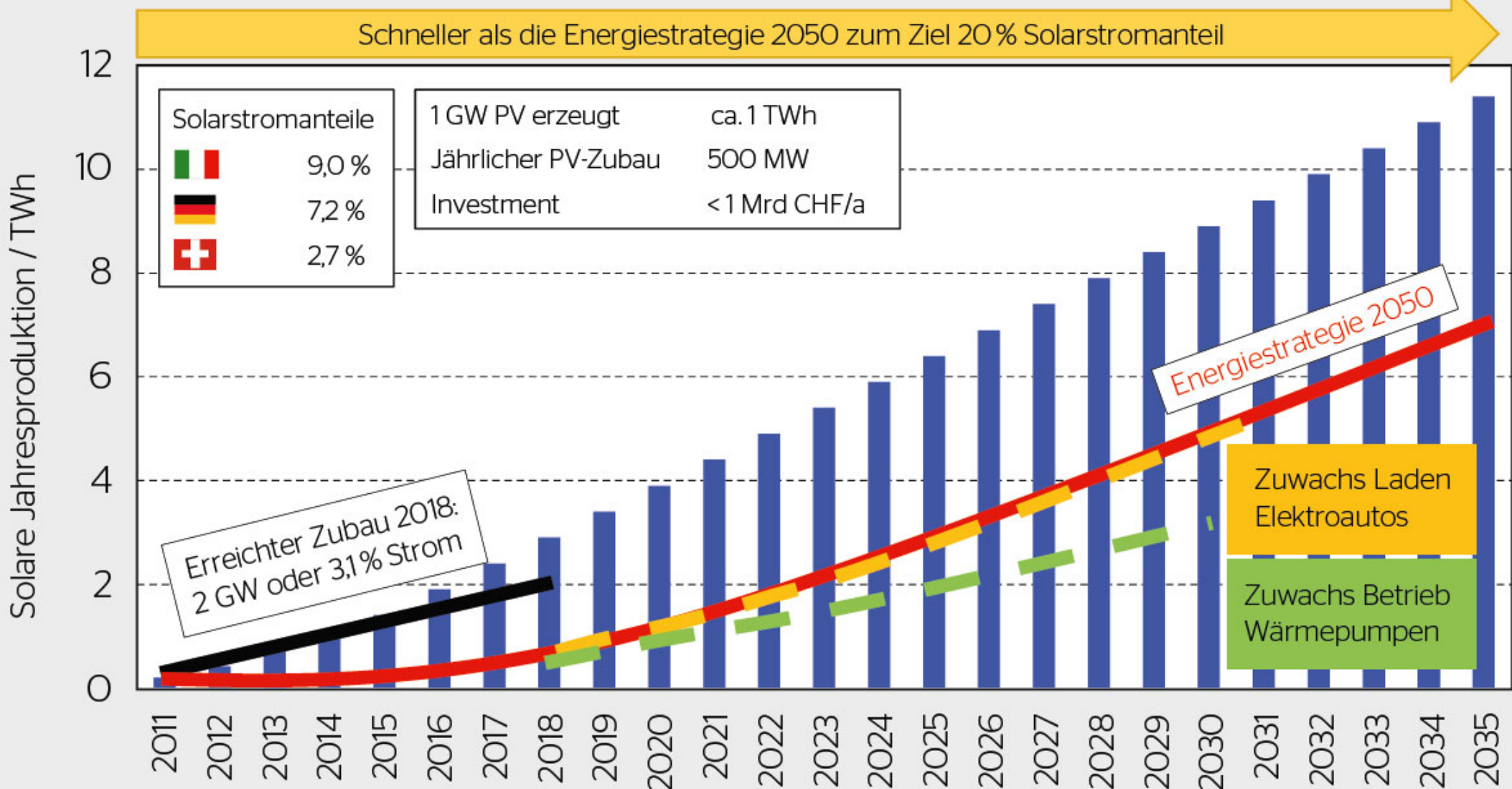
= 243%-PEB-EFH

Untersiggenthal/AG

[www.staerk-erdwaerme.ch](http://www.staerk-erdwaerme.ch)



# Stromzukunft Schweiz 2035



Prognose des Photovoltaik Zubaus in der Schweiz bis 2035 mit Abschätzung des Energiebedarfes für Wärmepumpen und Elektromobilität.

# Wo liegt die Zukunft der Energietechnologien?

1. In der **industriellen Massenproduktion** der erneuerb. Komponenten
  - beschleunigt durch temporäre **Marktanreizprogramme**
2. In der Steigerung der **lokalen Erzeugung** und der Maximierung des **Verbrauchs vor Ort**
  - ermöglicht durch Sektorkopplung (**Strom in Wärme**)
  - **Tagespeicherung** des Stroms in **Batterien** im Gebäude
  - Nutzung der **Elektro-Auto**batterie als Notstromquelle o. Puffer
  - **Saisonalen Speicher** mittels Methanol od. erneuerbarem CH<sub>4</sub> über Verstromung mittels Brennstoffzelle od. Generator
3. In professionellere Planung, Installation und Betrieb/Service
4. Schlüsselkomponenten und Hardware Technologien sind
  - +++ **Solarzellen, Wind KW, Lithium Batterien, Brennstoffzelle**
  - + digital Vernetzung (Smart Grid) könnte überschätzt werden !

# USA PV MW Kraftwerk in Mojave Desert



# Schmelzender Gletscher in Patagonien Uppsala Gletscher in Argentinien – 0.7km jährlich



# Danke für ihre Aufmerksamkeit

PV Team IEFE ZHAW

Dozenten Dr. Hartmut Nussbaumer und Prof. Dr. Franz Baumgartner



## Meine Energie-Aktivitäten

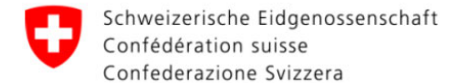
Dokumentation siehe zum Downlaod

<https://home.zhaw.ch/~bauf/>

- Seit 1988 in der Forschung u Entwicklung Photovoltaik an Hochschulen in Deutschland und der Schweiz

### Mandate / Beratungsgremien

- Bundesamt für Energie Direktorium, Bern
- Energiekommission Liechtenstein, Frauenfeld, Feldk.
- Forschungs- Förderung Fond, Wien
- Wiss. Beirat, Smart Grid Solar Bayern
- Swissolar Arbeitsgruppen, Bern
- Erneuerbare Energie der ETG der Electro Suisse
- Scientific Committee European Photovoltaic Conf.





<https://weiterbildung.zhaw.ch/>

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften

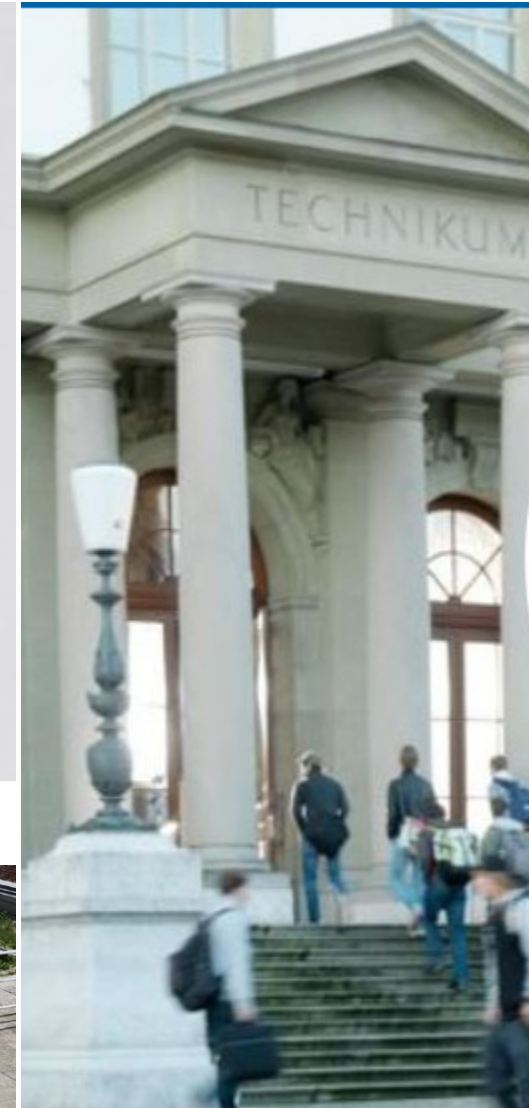


School of  
Engineering

## Weiterbildungen im Bereich Energie

- Weiterbildungskurs (WBK)  
Solarstromerzeugung, Speicherung  
und Eigennutzung in optimierten  
Stromnetzen

- Photovoltaik und Batteriespeicher
- Netze – Smart Grid
- Bewirtschaftungskonzepte



zhaw / School of Engineering

# Welche Energien treiben die Schweiz

