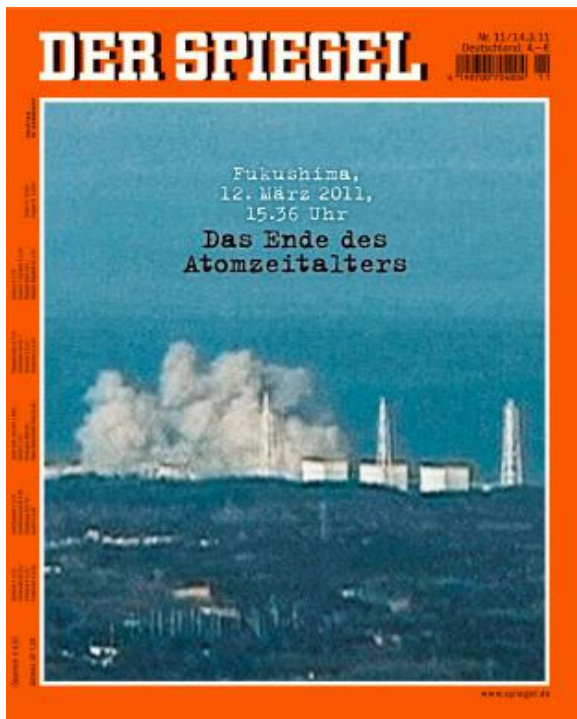


Der Schweizer Solar-Markt im Wandel – PV ins Netz

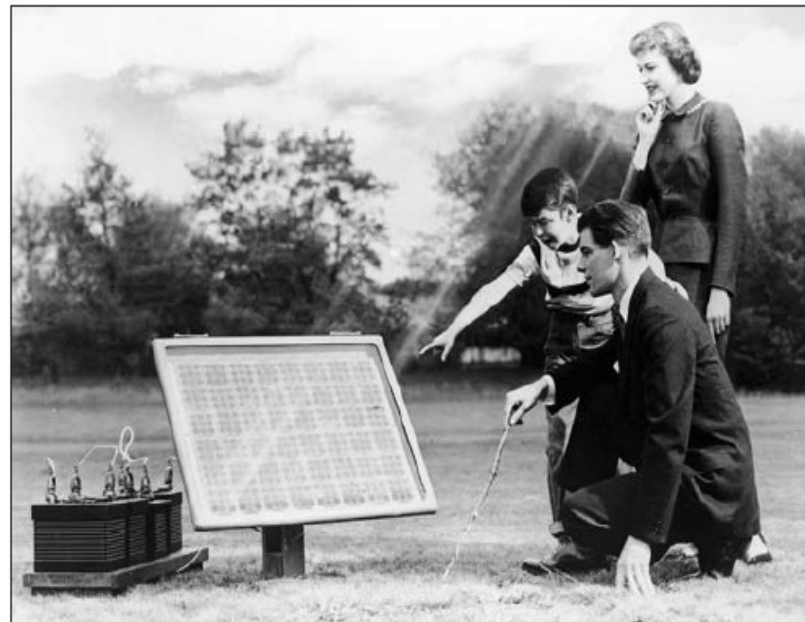
Franz Baumgartner

ZHAW University of Appl. Sciences Zurich, School of Engineering, IEFE; www.zhaw.ch/~bauf

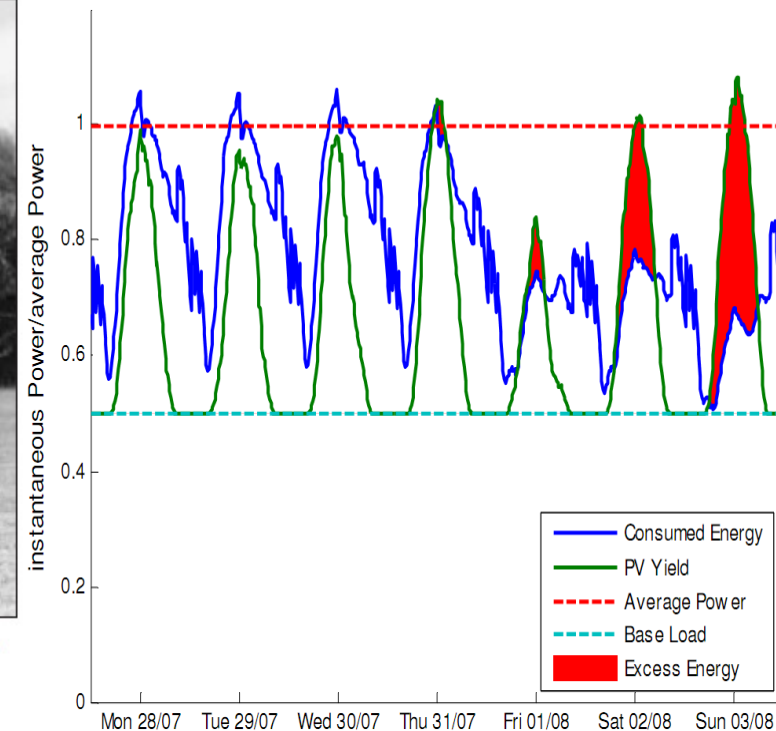
Frutigen 2015-09-08, Solarholzbau



11. März 2011



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.



Tundra in Alaska März 2014

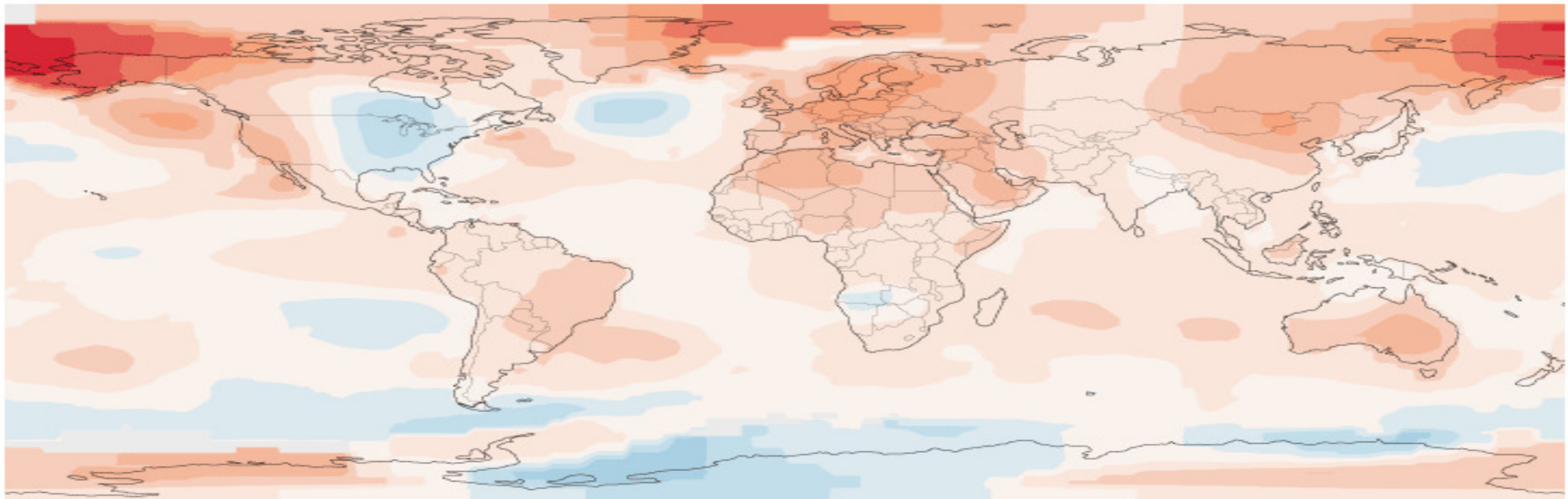


A competitor mushed across an oddly snowless section of tundra in Alaska during the Iditarod Trail Sled Dog Race in March.

Bob Hallinen/The Anchorage Daily News, via Associated Press

The New York Times by [JUSTIN GILLIS](#)JAN. 16, 2015

2014 das wärmste Jahr seit 1880



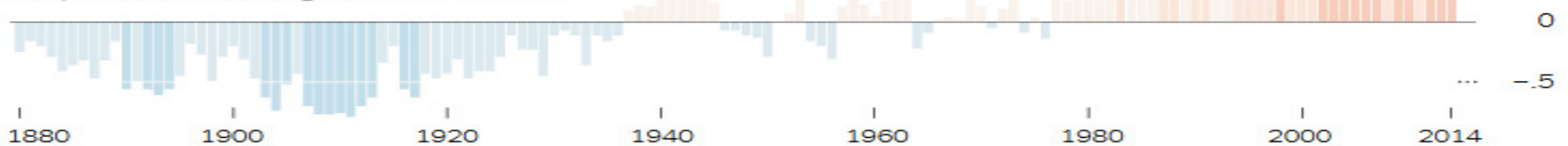
How far above or below average temperatures were in 2014

Compared with the average from 1951 to '80



Average global surface air temperature

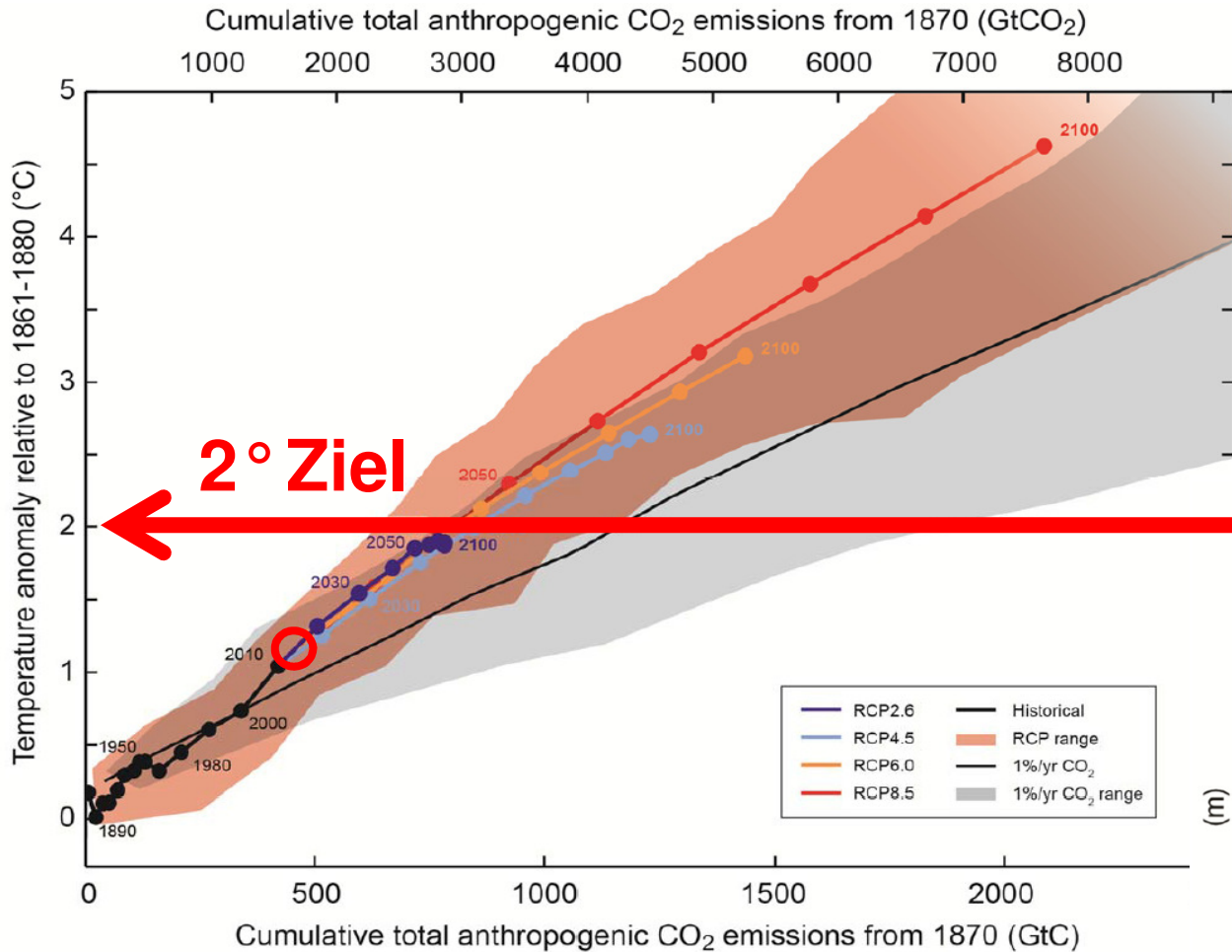
Compared with the average from 1901 to 2000



Sources: NASA; National Oceanic and Atmospheric Administration

The New York Times by [JUSTIN GILLIS](#) JAN. 16, 2015

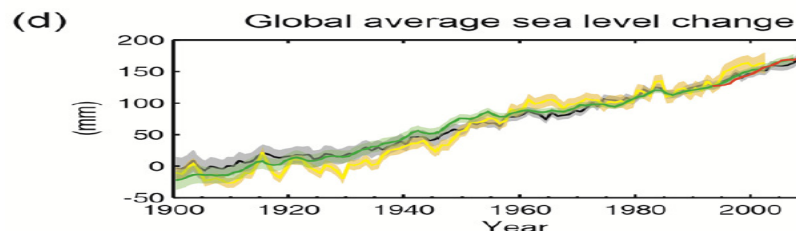
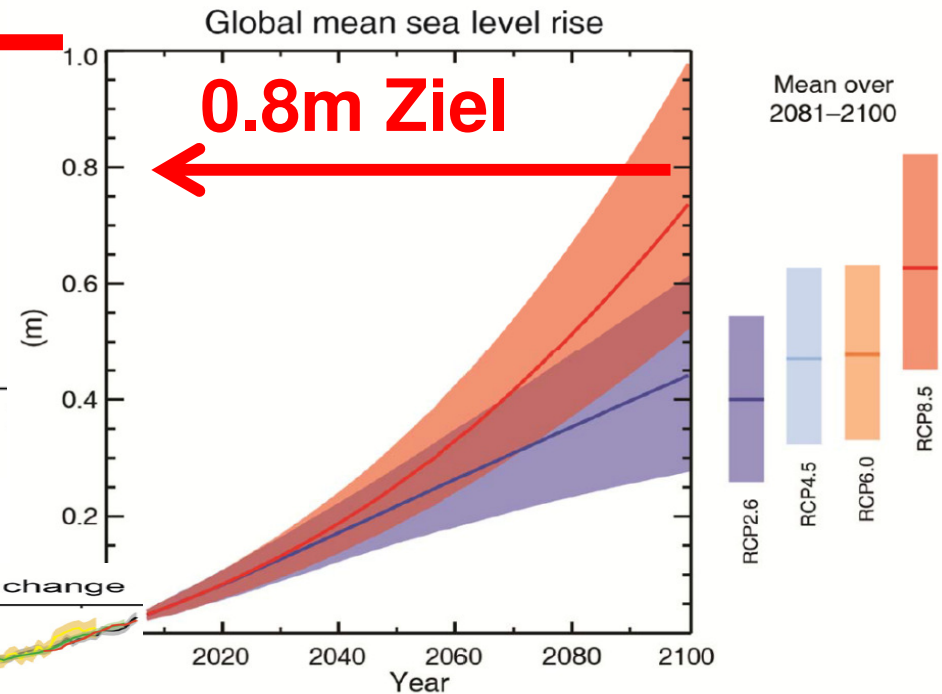
Und wie steht's mit dem Klima?



Over the last two decades, the **Greenland and Antarctic ice sheets** have been losing mass,

glaciers have continued to shrink almost worldwide, and Arctic sea ice and Northern Hemisphere

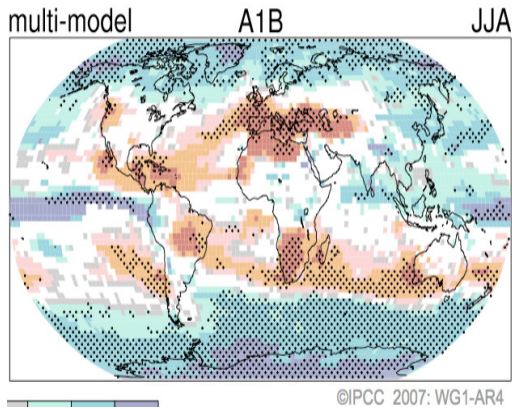
spring snow cover have continued to decrease in extent (*high confidence*)



www.iccp.ch

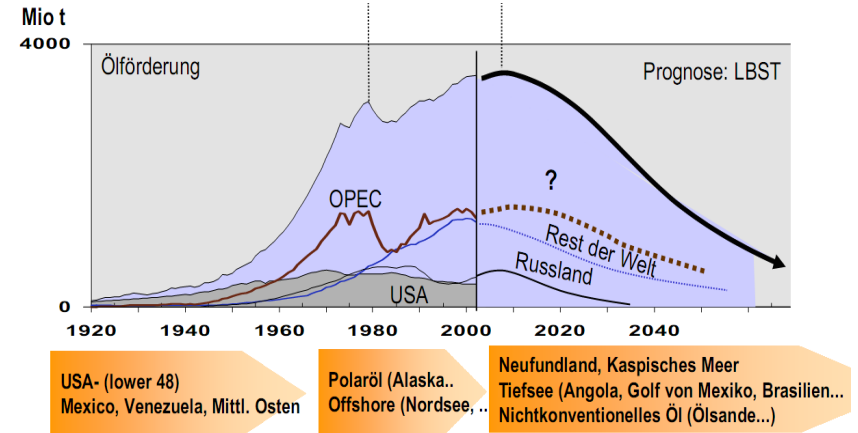
Warum Wandel der Energieversorgung?

Das Klima der Welt: CO₂



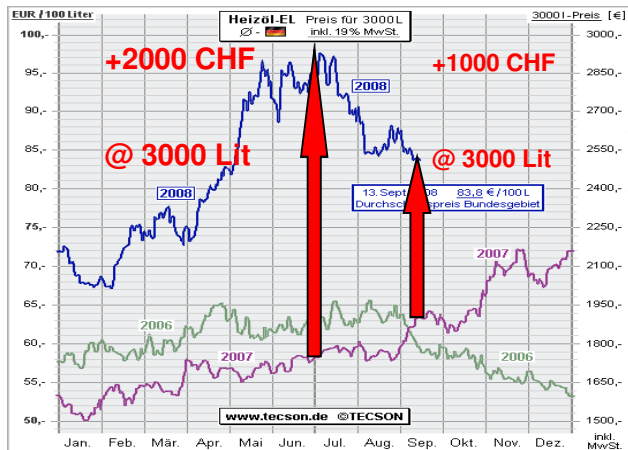
2100 mit +5°C?
regionaler
Klimawandel

Ressourcen -Knappheit



Erdölreserven bis 2050 ?; China, Indien...?

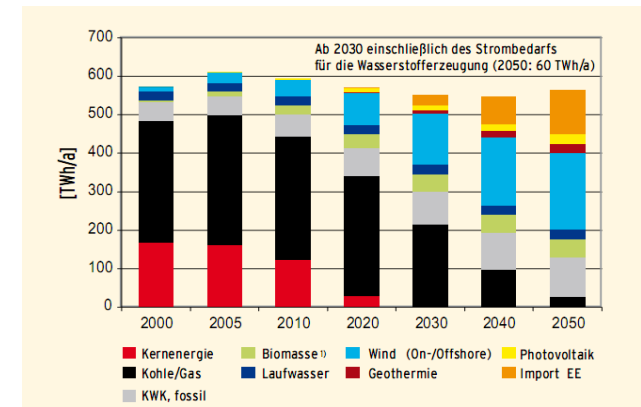
Risiken: Kosten / Sicherheit



ÖL-Preis
akt. 105\$/bl
in 2008;
40\$ - 150\$
200\$/bl ?

Ökologie der Tankerunfälle, Fukushima?

Zukunftsmarkt mit Potential



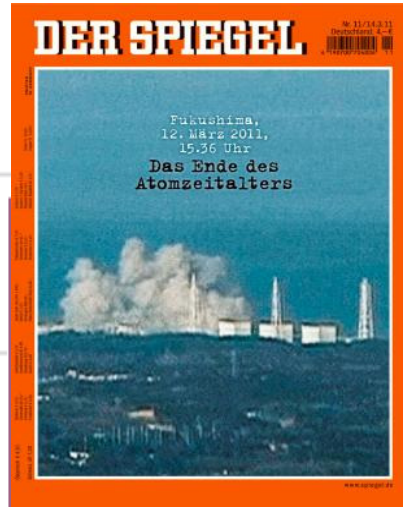
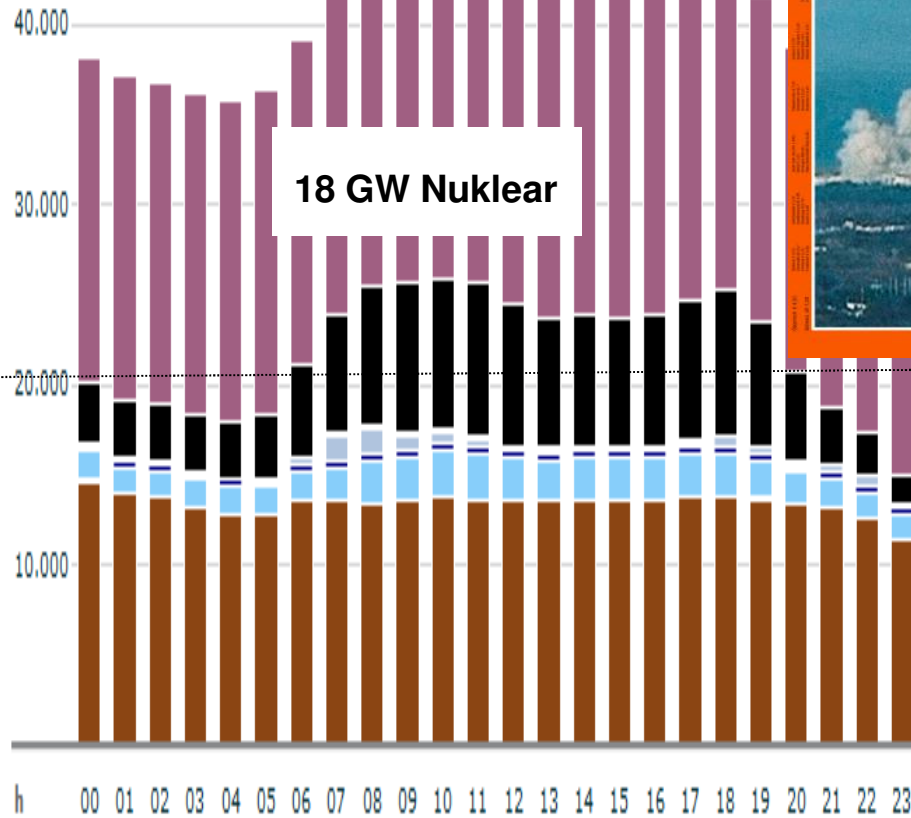
Gesellschaftlicher Konsens: Zukunft ist ERNEUERBAR, wenn heute investiert wird?

2011

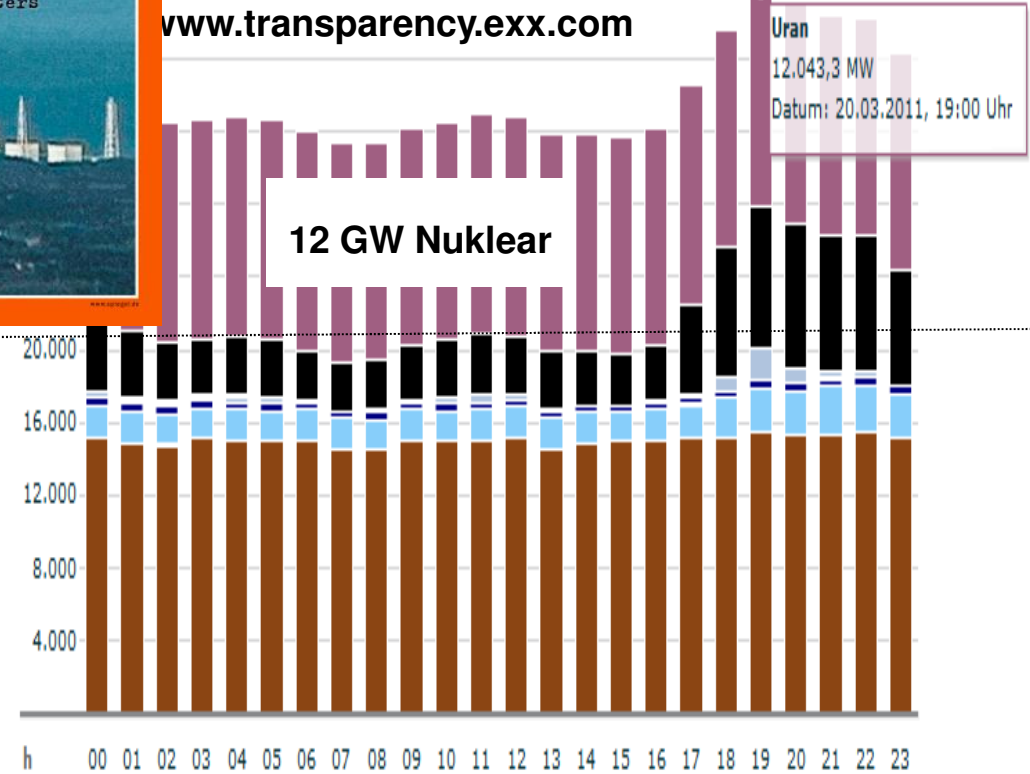
Deutschland hat gehandelt nach Fukushima!

-7GW KKW

Fr. 04.02.2011



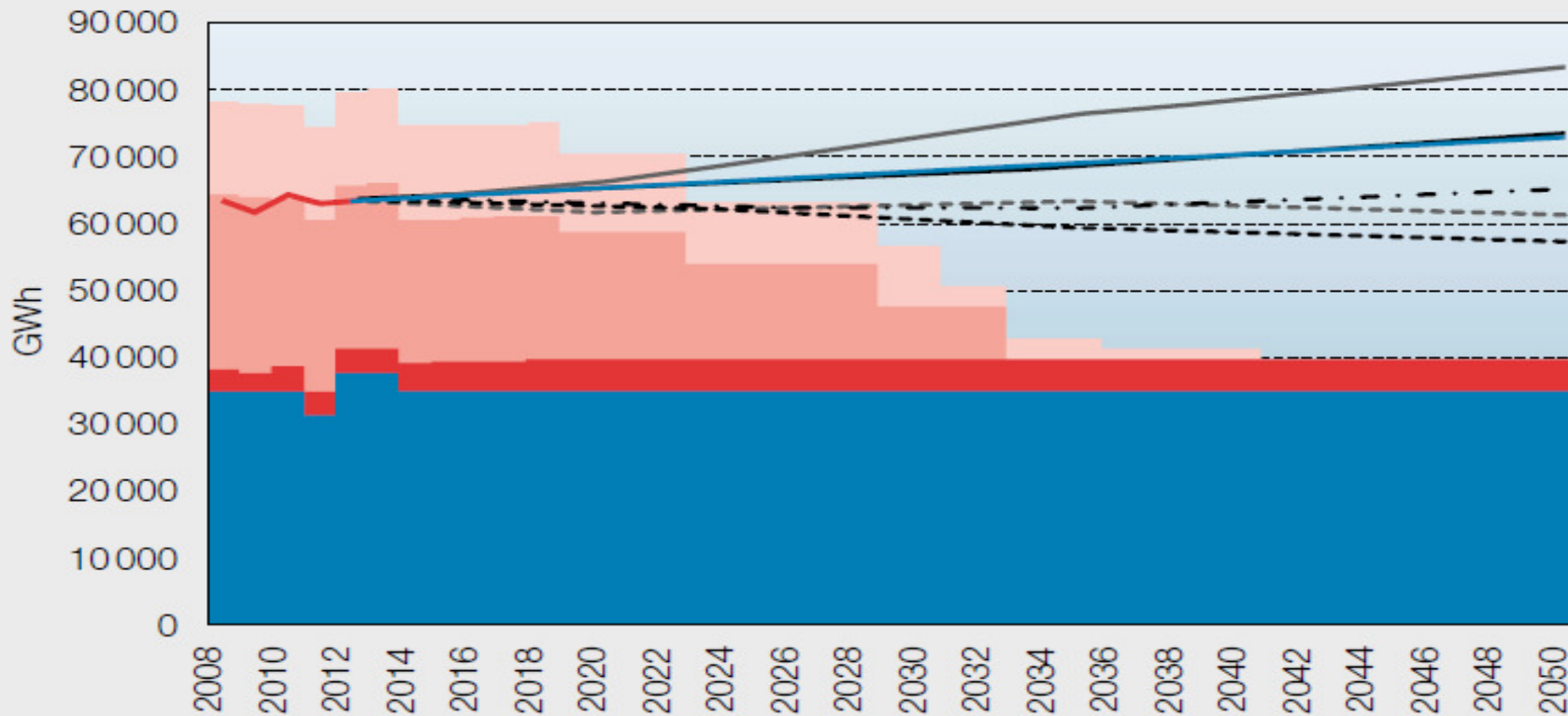
So 20.03.2011



Abschaltung von 7 KKW Reaktoren am 16. März 2011

Nach dem Unfall in Japan am 11. März und vor den Landtagswahlen in Baden Württemberg: Neckarwestheim-1, Philippsburg-1 (Baden-Württ.), Biblis A und B (Hessen), Isar-1 (München) und Unterweser (Niedersachs).

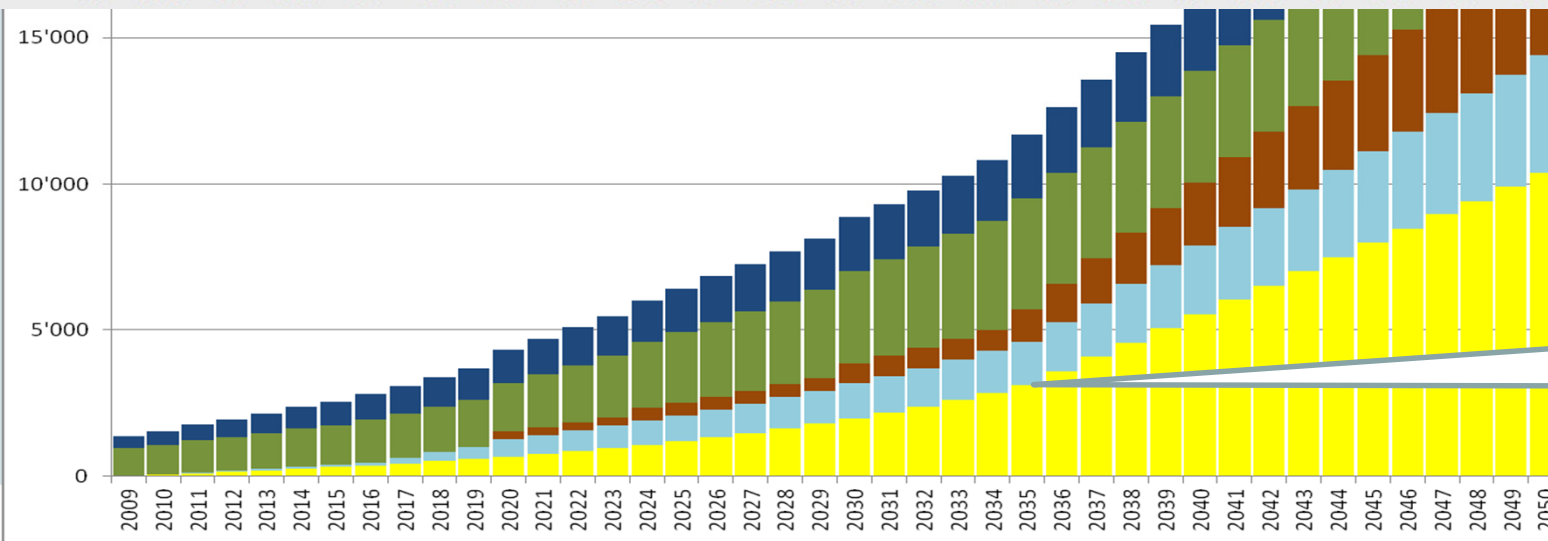




Statistique de l'électricité 2013, ENTSO-E 2013, OFEN 2013, ECG 2013



Wasserkraft



PV 5%

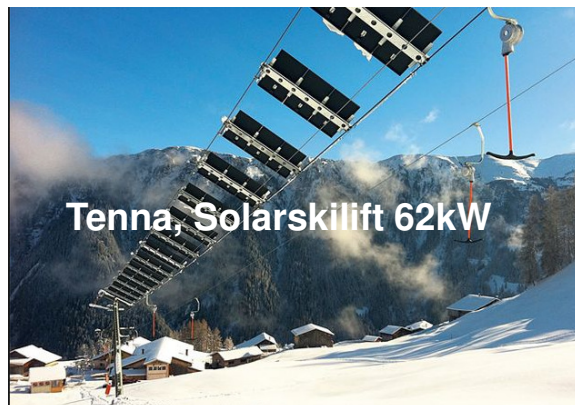
CH Anteil

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

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



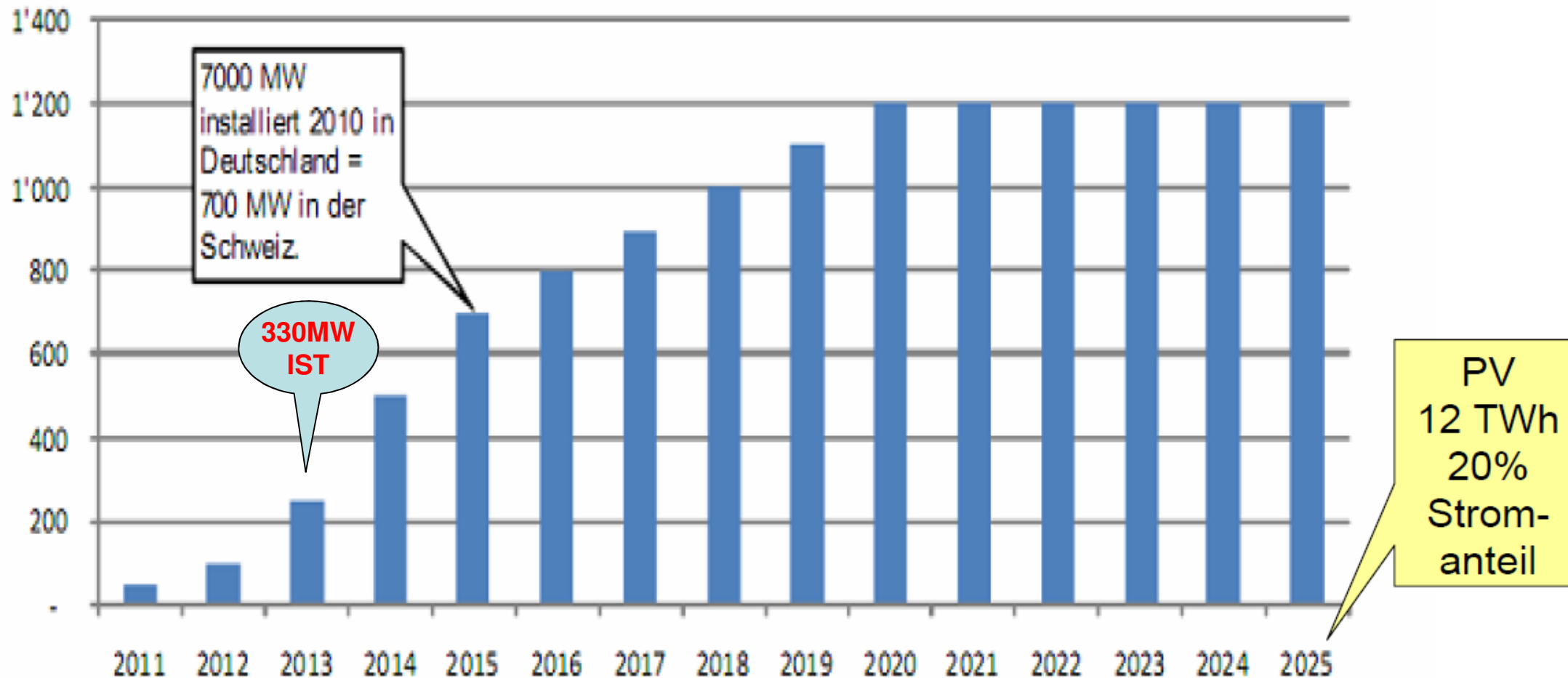
24^e Prix Solaire Suisse
24. Schweizer Solarpreis



20% PV Stromanteil ist machbar

Neu installierte PV-Leistung [MW]

12 m² PV Dachanteil pro Kopf



Figur 3 Szenario vom Zubau an Solaranlagen nach Swisssolar entsprechend, Konferenz im April 2011.

2013

Vom Bundesrat geplanter EE Zubau

Faktenblatt zur Medienmitteilung • Bundesrat verabschiedet Botschaft zur Energiestrategie 2050

2. Stromproduktion

Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien steigt von 4,4 TWh (2020) auf 14,53 TWh (2035) und 24,22 TWh (2050).

In Tabelle 2 ist für die Photovoltaik die effektive Produktion bis 2012 und der zusätzliche Ausbau aus der Umsetzung der parlamentarischen Initiative 12.400 berücksichtigt. Im Jahr 2020 entfallen 1,26 TWh auf Photovoltaik, 0,66 TWh auf Wind, 0,2 TWh auf Geothermie und 2,31 TWh auf Biomasse, Biogas, ARA und KVA.

[TWh]	2000	2010	2020	2035	2050
Erneuerbare Total	0.81	1.38	4.42	14.53	24.22
Ungekoppelt	0.01	0.12	2.11	10.22	19.77
Photovoltaik	0.01	0.08	1.26	7.03	11.12
Windenergie	0.00	0.04	0.66	1.76	4.26
Biomasse (Holzgas)					
Geothermie			0.20	1.43	4.39
Gekoppelt	0.80	1.26	2.31	4.31	4.46
Biomasse (Holz)	0.01	0.14	0.60	1.21	1.24
Biogas	0.01	0.08	0.46	1.48	1.58
ARA	0.09	0.12	0.16	0.29	0.30
KVA (50% EE-Anteil)	0.63	0.92	1.10	1.32	1.33
Deponiegas	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00

2015 PV Anteil 2%
nur ca. 1/5 der KEV-
Auszahlung für PV

Warteliste KEV : 1.8 GW
EIV : 0.2 GW

Ziel Bundesrat:

2020 PV Anteil 2% schon 2015 erreicht!

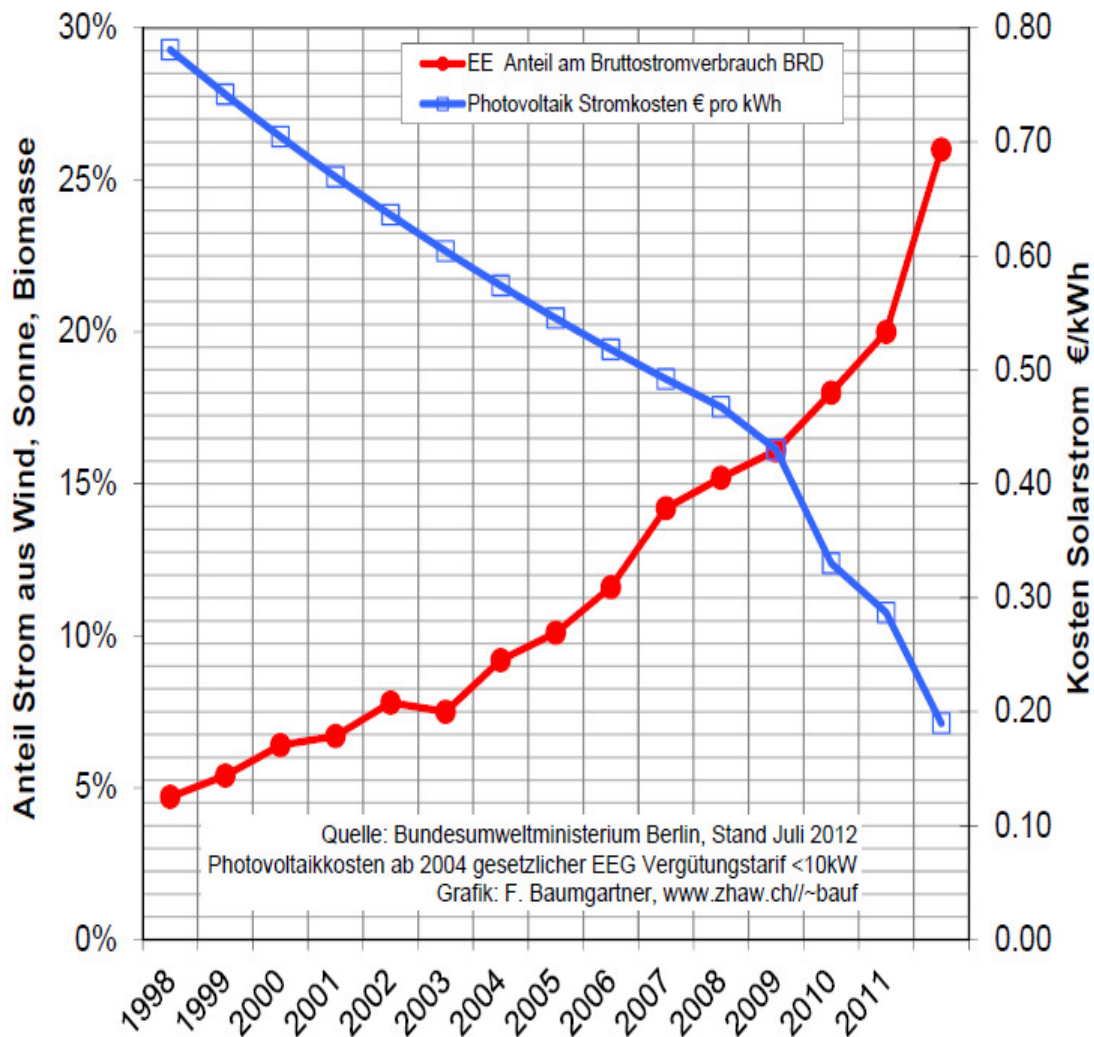
2035 PV Anteil 10%

2050 PV Anteil 20%

Tabelle 2: Stromproduktion Erneuerbare, Variante EE verstärkt im Szenario Politische Massnahmen Bundesrat (POM).

Quelle: Prognos 2012

Germany: reduction of PV cost / increase of PV electricity



www.pv-fakten.de May 2015

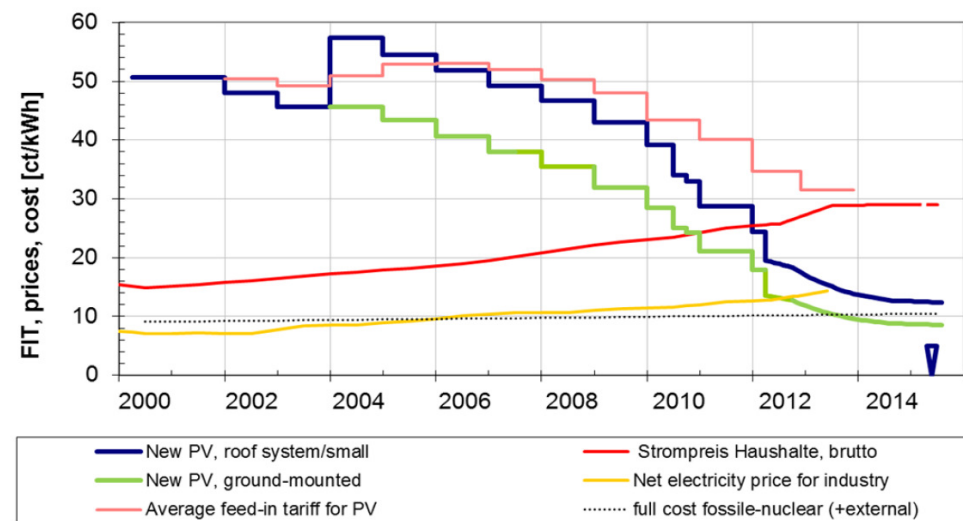


Figure 5: Feed-in tariff for PV power as a function of commissioning date, average PV power remuneration for all installed systems (quotient of total remuneration according to calculations from the grid operators and the entire PV power production, with estimates in part), Full costs for the fossil and nuclear power production [IFNE], Electricity prices from [BMW1] with some estimates.

Renewable electricity share in 2014e Switzerland Germany

Photovoltaic	2%	7%
Wind	0.1%	10%
Biomass/gas	0.5%	9%
Hydro power	57%	4%

2014:Grenzen der PV Dichte? Aktueller Stand

Vergleich Dettighofen, Baden-Württemberg, DE, CH

46%

Dettighofen



Bayern

12%

821 kWp

1.55 kWp/Einw.

10482 MWp

0.83 kWp/Einw.

5.7%

Deutschland

35700 MWp

0.44 kWp/Einw.

Schweiz

756 MWp (2013)

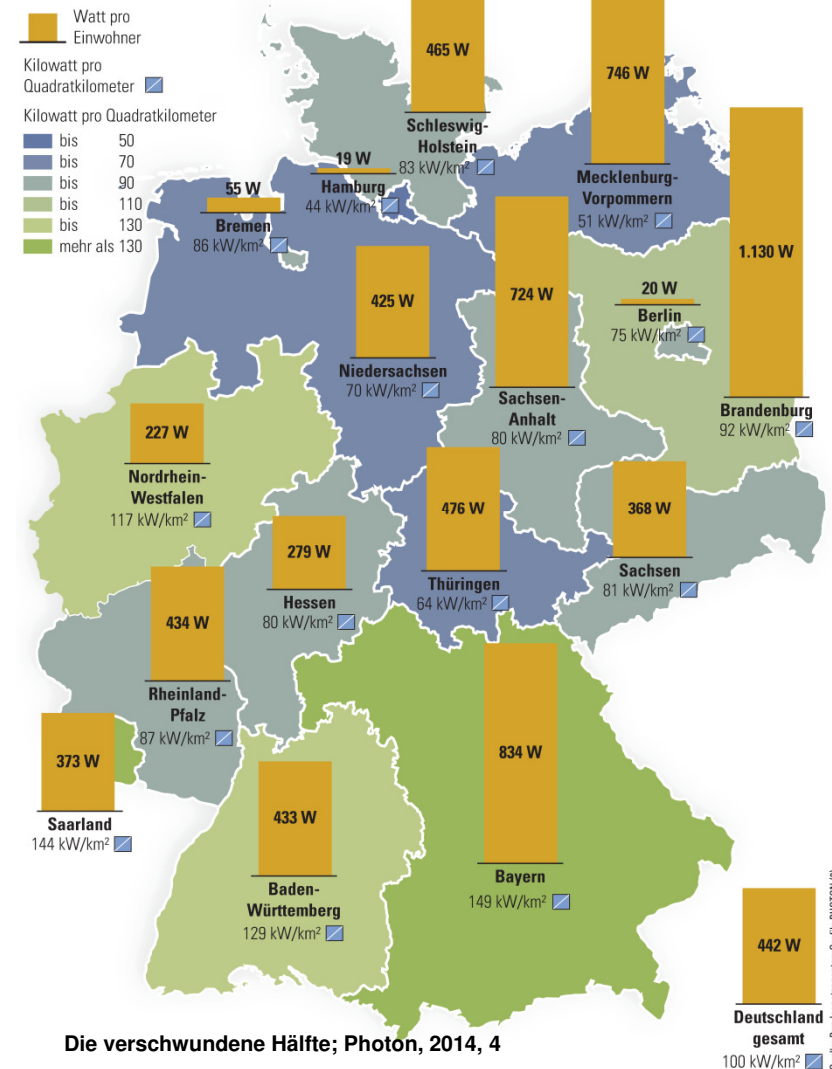
0.09 kWp/Einw.

1.2%

Analyse der Massnahmen zur Spannungsreduktion:

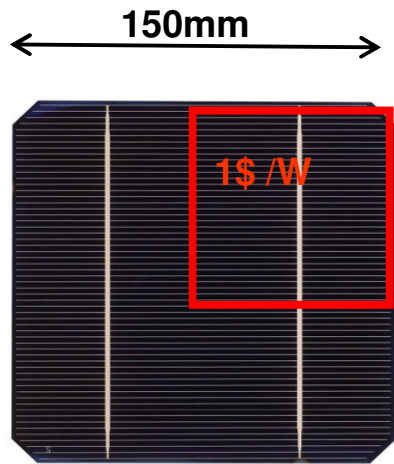
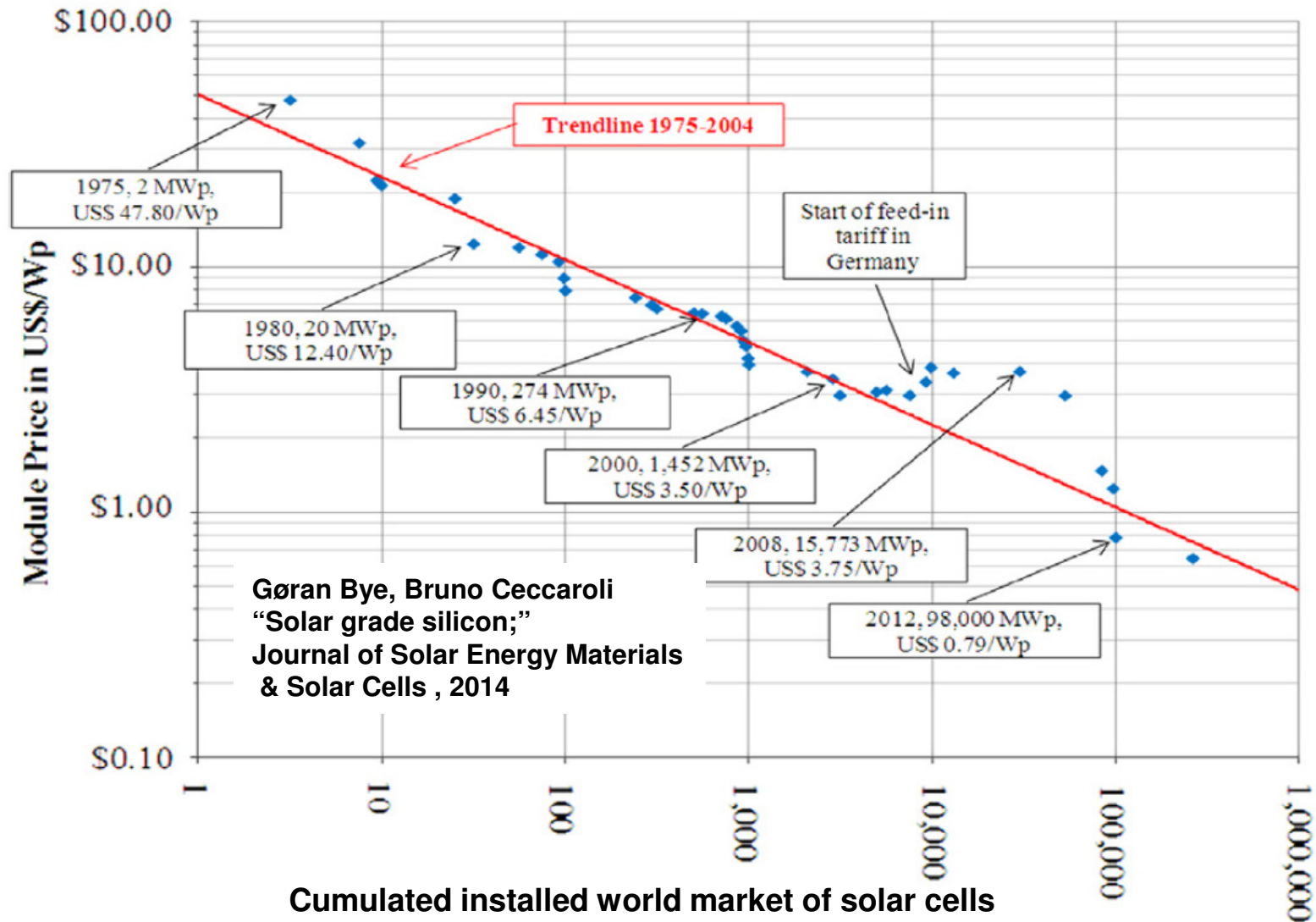
- ✓ Wirkleistungsbegrenzung der WR auf 70% P_N
- ✓ Blindleistungsmanagement mit $\cos(\varphi)=0.9$ (ab 13.8kVA)
- ✓ Blindleistungsmanagement mit $\cos(\varphi)=0.95$
- ✓ Peak Shifting Speicher HAS ab 30 bis 60% P_N
- ✓ Peak Shifting Speicher Trafo ab 50% P_N

Kumulierte Leistung im Dezember 2013 pro Einwohner und Fläche



Cost reduction of industrial production facilities worldwide

PV Experience Curve
Module Price vs. Cumulative Product



Weltmarktführer sind nicht stets stabil !!!

Wachstumsrate +100% pro Jahr – selten stabil!

Tabelle 2 Weltmarktführer der Solarzellen / Solarmodulproduzenten (Quelle: J. Stooks Nat. PV Tagung CH 2011 bis Jahr 2010, ab 2011 Eigenrecherche in Medienmitteilungen, Börseninfos)

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sharp 0.4GW	Q-Cells 0.4GW	Q-Cells 0.6GW	First Solar 1.1GW	Suntech 1.6GW	Suntech 2GW	Yingli 2.3GW	Yingli 3.2GW	Trina 2.9GW
Q-Cells 0.2GW	Sharp	First Solar 0.5GW	Suntech 0.7GW	JA Solar	First Solar	First Solar 1.87GW	Trina 2.6GW	Hanwah 2.8GW?
Kyocera	Suntech	Suntech	Sharp	First Solar 1.3GW	Yingli 1.6GW	Suntech 1.7GW?	Sharp 1.9GW	Yingli 2.4GW
Suntech	Kyocera	Sharp	Q-Cells	Yingli 1.1GW	Trina 1.3GW	Trina 1.6GW	Canadian 1.9GW	NeoSolar 2.0GW
Sanyo	First Solar	JA Solar	Yingli	Trina 1GW	Sharp	Canadian 1.54GW	Jinko 1.9GW	Jinko 1.9GW

PV Cost Development & Roadmap

Modulpreisentwicklung

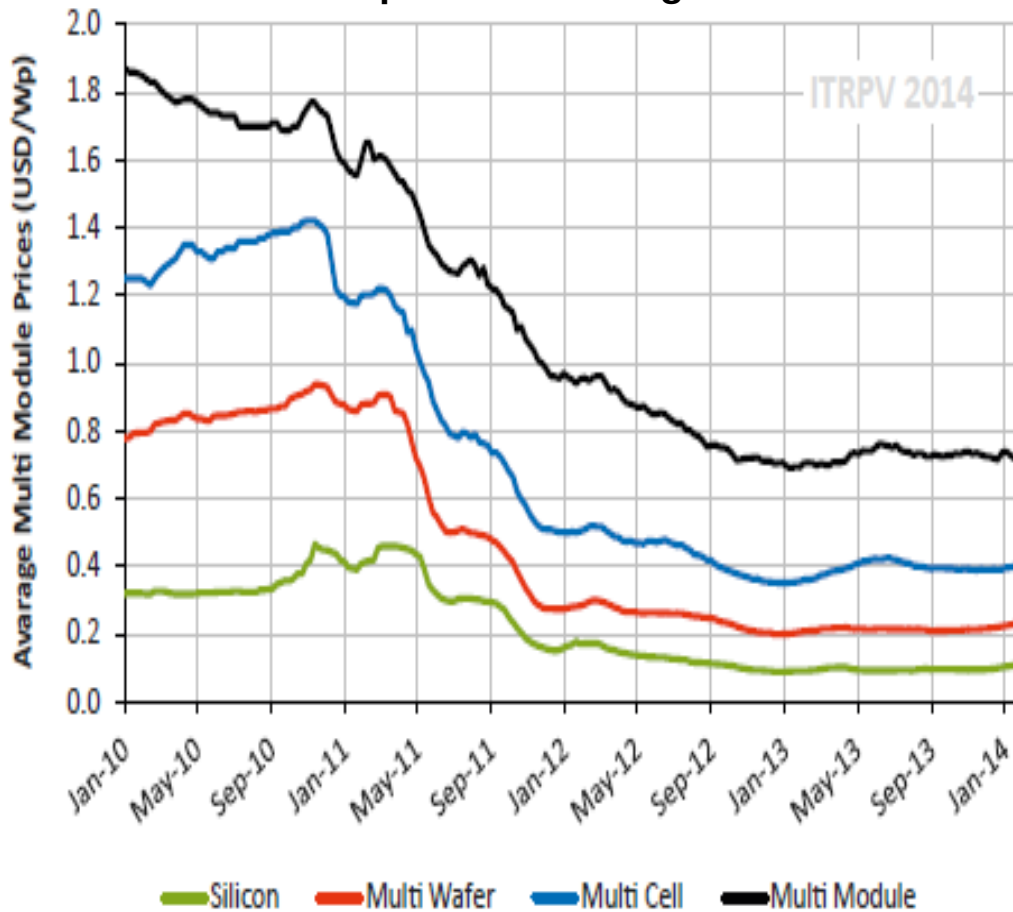
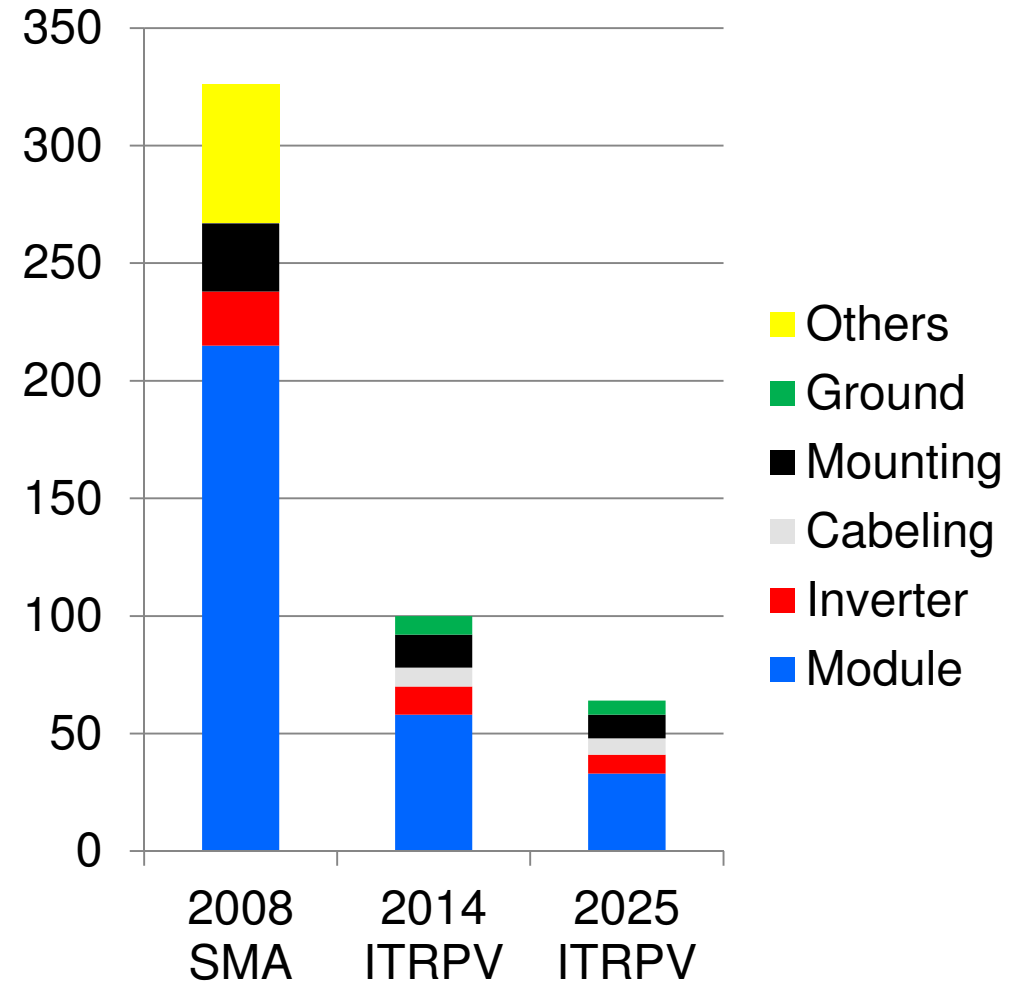


Fig. 2 Price trends for poly-Si, mc-Si wafers, cells and c-Si modules (Assumption: 44.1 Wafers per kg with ~22.7g/wafer, average mc-Si cell efficiency 17.3% (4.21 Wp) [6]).

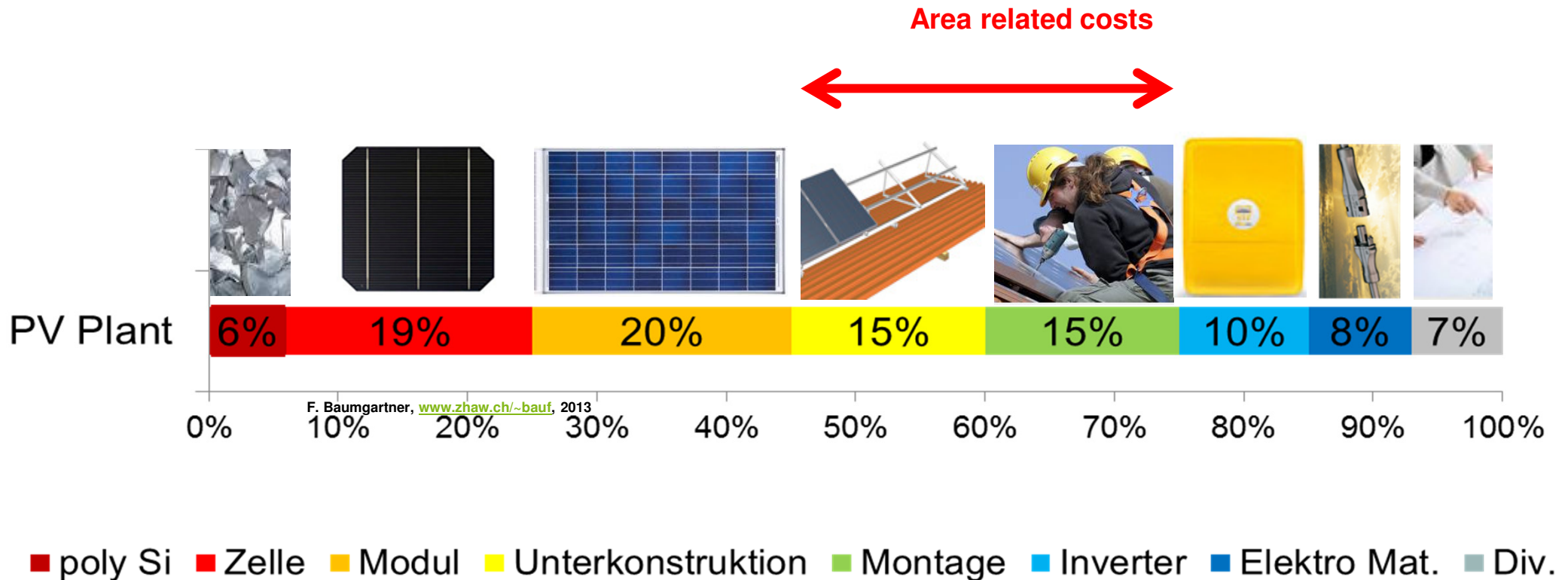
Systempreisentwicklung



www.itrpv.net status 2015

PV Plant 200kW – Cost Share Switzerland Q2 / 2013

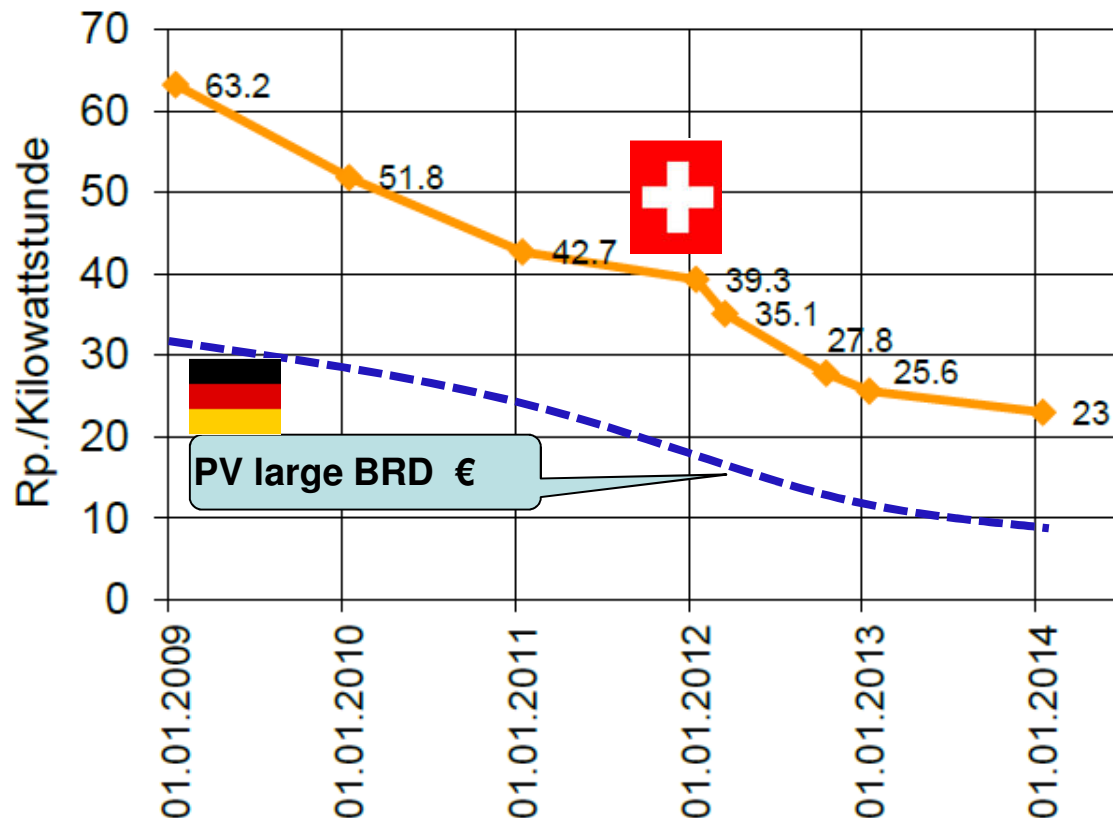
about 1700 SFr/kW



Preissenkung Solarstrom Schweiz



KEV-Tarife für eine 120 kW-Anlage Aufdach



**Bereits heute
PV-Grosskraftwerke mit
Produktionskosten
20 Rp./kWh**

Zum Vergleich: (KEV-Tarife)

- Wind 21.5 Rp.
- Geothermie 23-40 Rp.
- Holzkraftwerke 21-36 Rp.
- Haushalt-Stromtarif ca. 20 Rp.

26.4 Rp/kWh @ 30kW

Kosten Photovoltaikstrom Beispiel 1

19 Rp/kWh, 20 Jahre, Zins 3%, Betriebskosten 1%

- Solar Nennleistung: 4200 W

Gesamtkosten PV Anlage	2.5SFr*4200=	10500	SFr
Jahresproduktion	4.2kW * 1000h =	4200	kWh
Produktion Lebensdauer	20 Jahre	84000	kWh
Investitionskosten/Produktion		0.13	SFr
inklusive Finanzierungs 3%, Betriebskosten 1%		0.19	SFr
Faktor für Finanzierung, Betrieb		1.54	

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

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

16 Rp/kWh, 30 Jahre, Zins 2%, Betriebskosten 2%

- PV Kraftwerk mit 5kW Nennleistung**

Gesamtkosten PV Anlage	2.5SFr *5000=	12500	SFr
Jahresproduktion	$P_n \cdot 1000h =$	5000	kWh
Produktion Lebensdauer	30 Jahre	1.5E+05	kWh
Investitionskosten/Produktion		0.083	SFr
inklusive Finanzierungs 2% , Betriebskosten 2%		0.162	SFr
Faktor für Finanzierung +OuM		1.94	

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

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

Kostenanteile der Komponenten MW Park

Si, Wafer, Zelle, Modul, System

Process Step	€ cent/W		€ cent/W		€ cent/W
Poly Silizium	9				
Wafer	11	wafer	20		
other mat. cell	11				
op + financ cell	2	cell	13		
glass	8				
other mat. Module	11				
op + financ module	3	module	22	PV module	55
mounting mechanical	15				
installation	15				
inverter + electr	12				
				Balance of	
plant planing	10	BOS	52	Systems	52
Grid connected PV	107	Plant System	107	Total	107

F. Baumgartner; Jan 2013 (Basis, EUPVSEC 2012 data and other)

Global Photovoltaic Market Growth

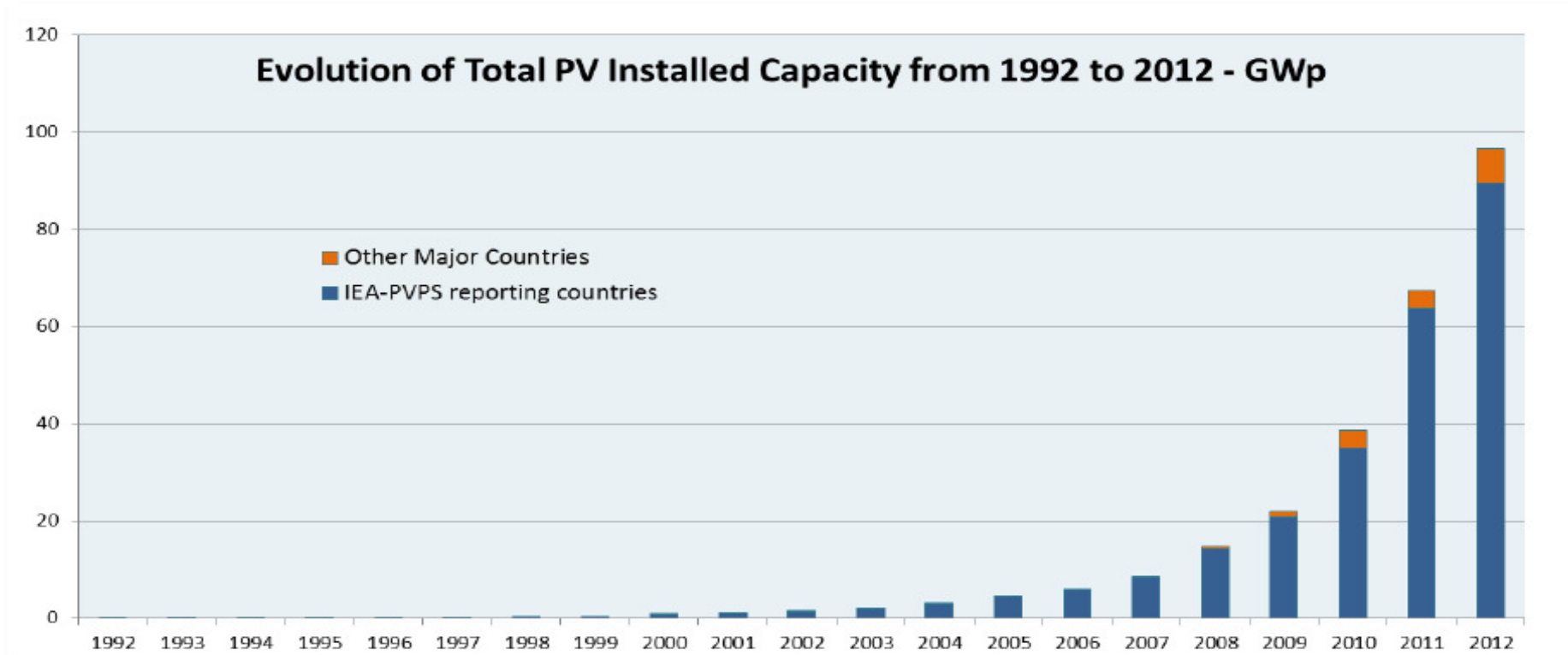
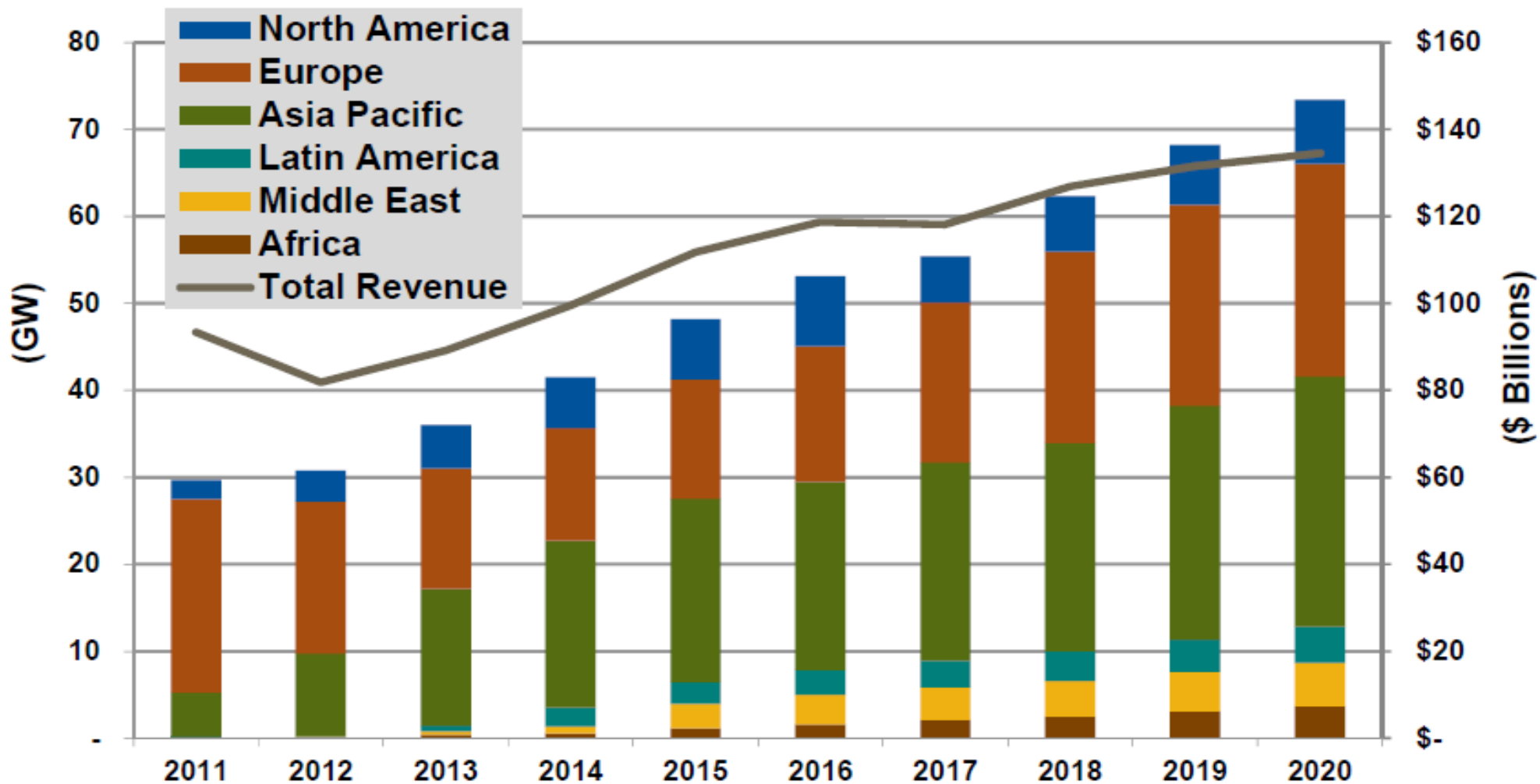


Figure 1 – Evolution of Total PV Installed Capacity from 1992 to 2012



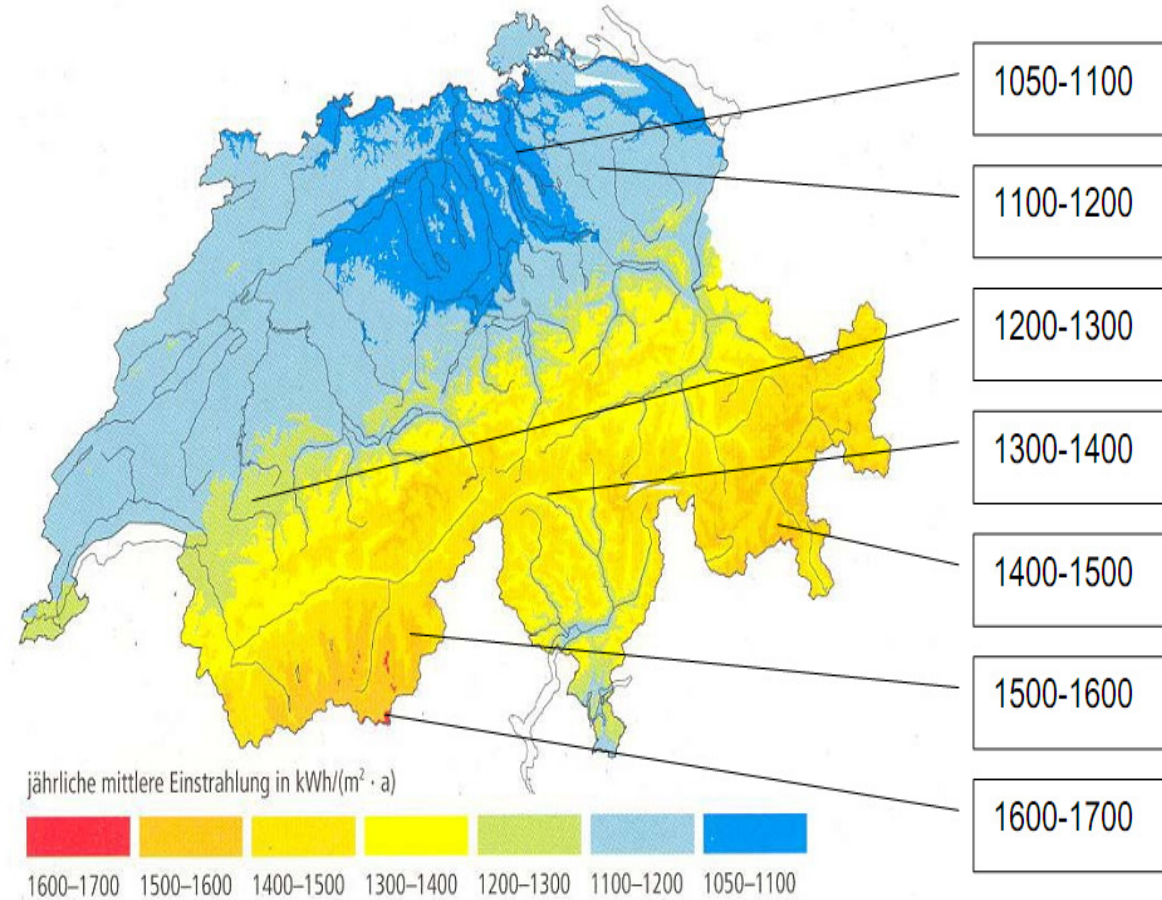
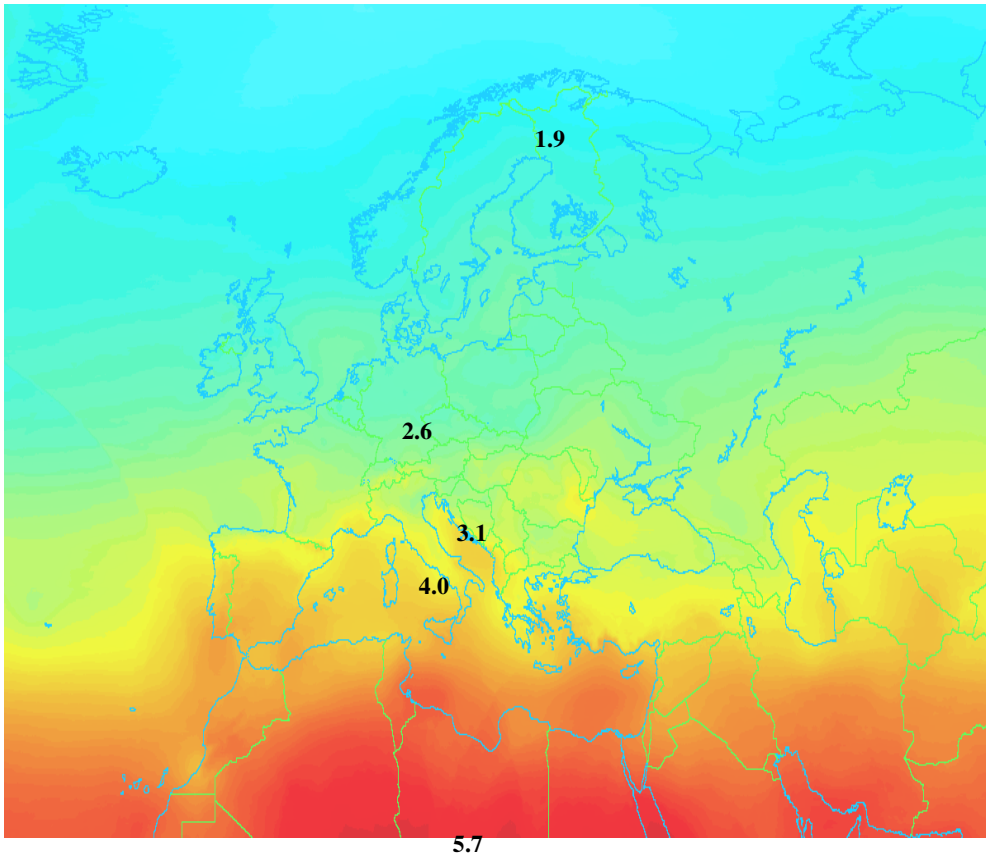
PV Market trends



(Source: Navigant Research)

Published 3Q 2013

Solar Input across Europe and Switzerland

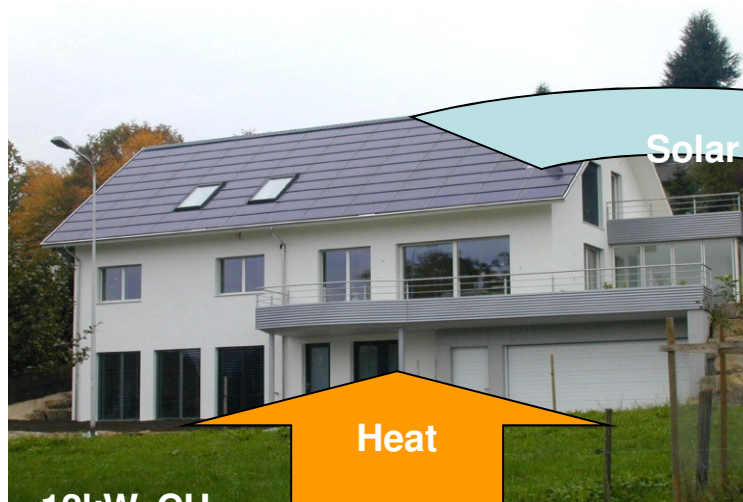
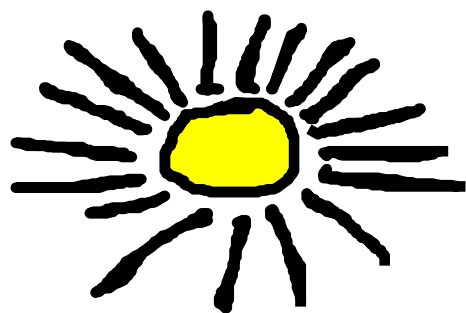


Yearly average daily solar irradiance in kWh/m²

horizontal plane, Ref. EU Irradiance maps, Atlas;

Abb. 2 Horizontale jährliche Solarstrahlungssumme der Schweiz Quelle: Meteotest

Application: Solar Heat Pump – heating low energy houses



Solar power

10kW CH

Heat

15kWh

Netzgekoppelter Betrieb



Wechselrichter 4 x 2 kW

Verbrauch

Solarstrom

grid

Ambient heat

10 kWh

Heat pump

electricity

130m²

30kWh/m²

10m² PV 13%

ca. 900CHF/a
without funding

Wieviel Speicher braucht die Photovoltaik?

1. Für die Netzstabilität und Energiebereitstellung,
bis zu einem PV-Anteil von 15% keine zusätzlichen Speicher nötig!!!
(15% PV Anteil nach BFE, Bundesrat im Jahr 2040)
2. zur **Erhöhung des Eigenverbrauchs** auf Kundenwunsch schon **heute**
(selbst erzeugten Solarstrom gleich selbst nutzen)
pro Haushalt (Verbrauch 2012 ca. 5100kWh)
PV Speicher mit je etwa **5kWh Batterie**
bei **5kW** PV Nennleistung (ca. 30 Quadratmeter pro Haushalt)

damit Eigennutzung PV Strom von **1/3** auf über die **Hälfte** möglich

ZENTRAL



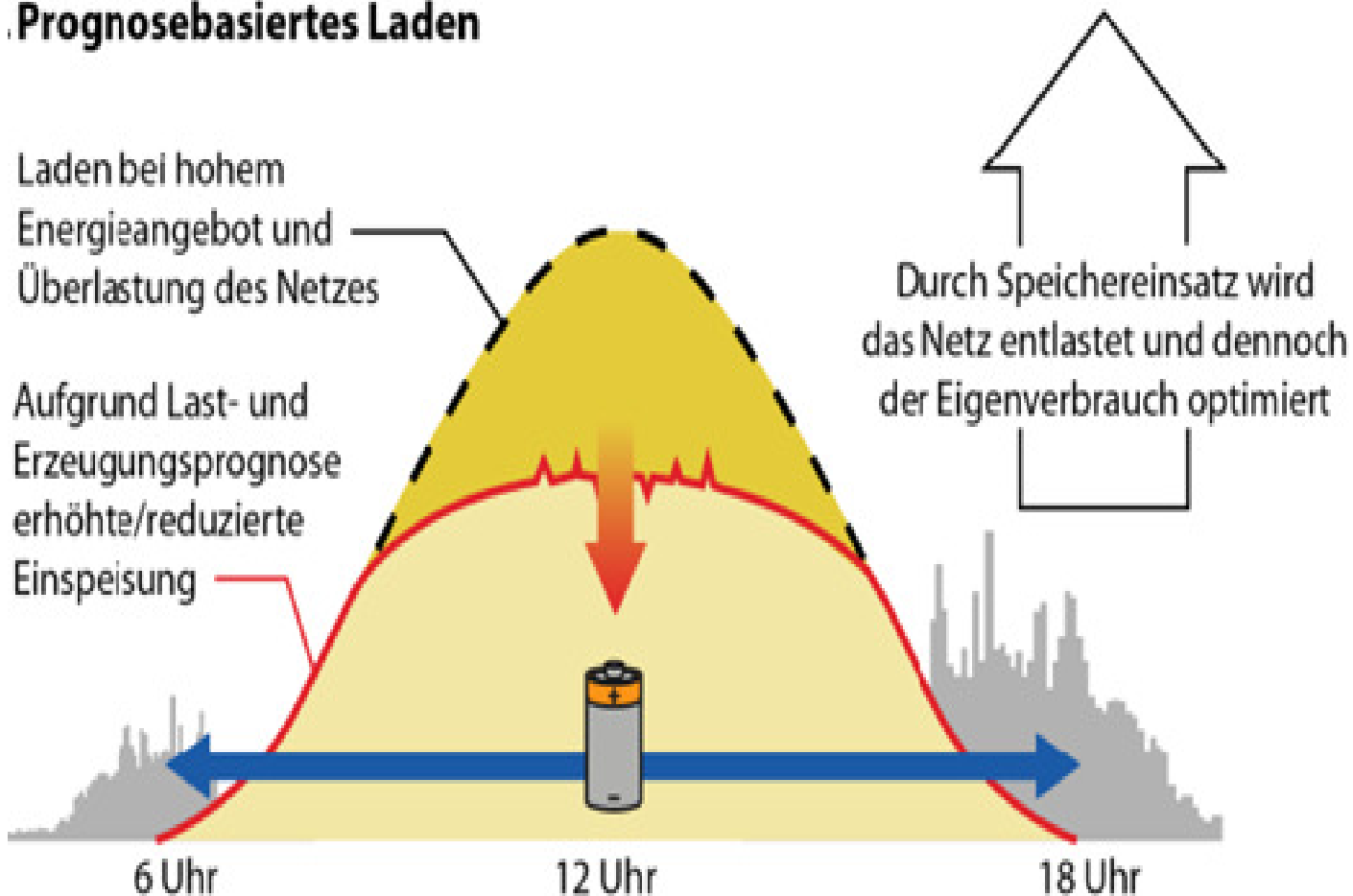
DEZENTRAL



PV Strom lädt die Batterie bei Sonne, Nacht - Haushalt bezieht Strom von der Batterie

Vorteil fürs Netz: Einspeisungsspitzen reduziert

Prognosebasiertes Laden



Analyse IEFE bauf (Lastflüsse H4)

Beispiel:

Haushaltsverbrauch **5000 kWh**

PV Nennleistung **5kWp** (4MWh/a)

PV Prod. entspricht Jahresverbrauch

Batteriekapazität: 5kWh (nutzbar)

jährlich **200 Zyklen** gespeichert,

wenn PV AC limit 50% P_vnenn

Fazit:

20% des Haushaltsverbrauch

kommt **von der Solarbatterie**

Stromspeicherung und Peakshift

Autoren: Bosshard Robin

Moser Mathias

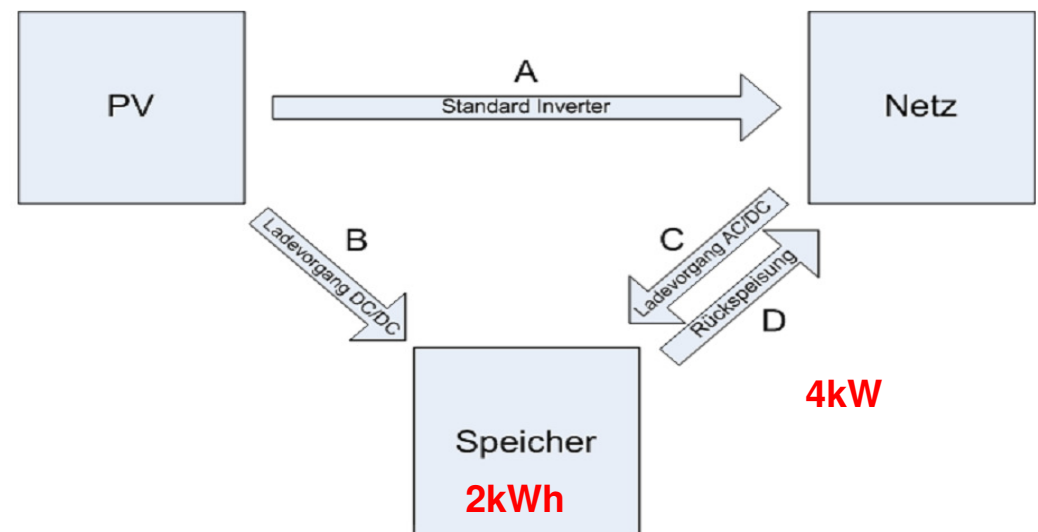
Arbeit: Bachelorarbeit FS 2010

Betreuer ZHAW: Prof. Dr. rer. nat. Baumgartner Franz

Industriepartner: EKZ, 8953 Dietikon

Völlmin Bruno

Eingereicht am: 21. Mai 2010



2012-Solar Home Storage Systems on the market and pricing 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		

An example of a marketing document:

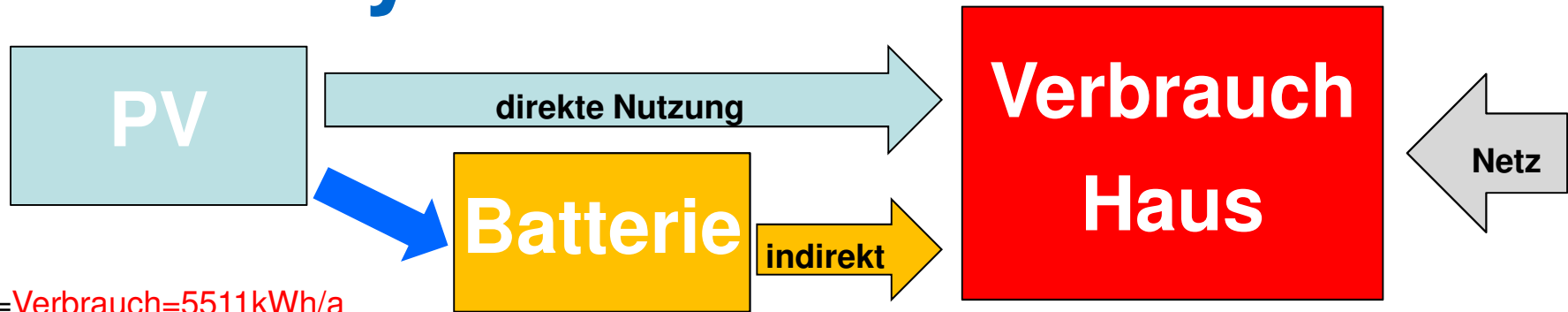
To increase self consumption from **38% to 50%** of consumption **+22%**

investment of typ. **11 500€**

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

total 2700 full cycles / 270 cycles @10a

Eigene Analysen: PV + Bat

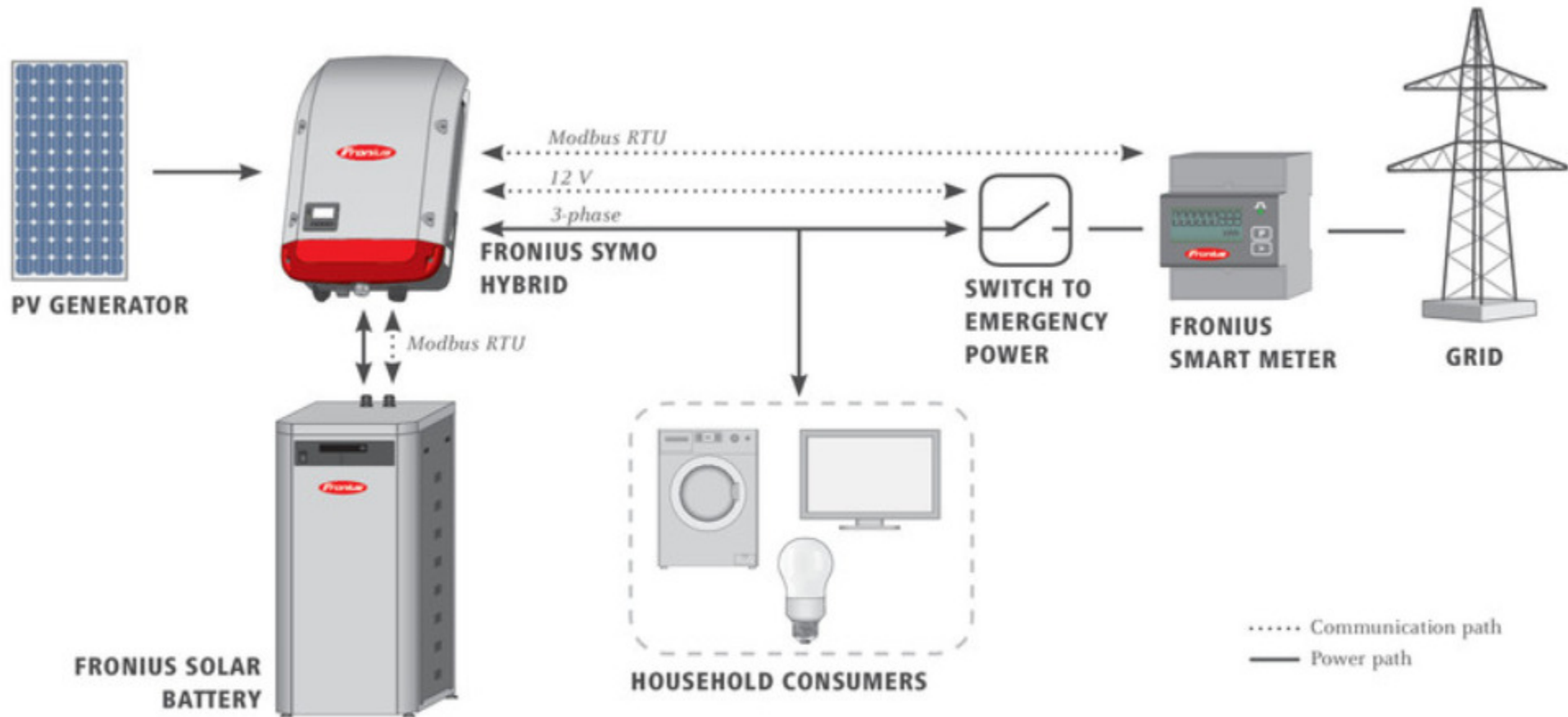


PV Produktion=**Verbrauch**=5511kWh/a

PV prod. pro Verbrauch	Batterie Cnetto/PVn [h]	direkt Nutzen pro PV_prod	Indirekt via Batt. pro PV_prod	Autarki lokal Prod./ Verbrauch	Vollzyklen pro Jahr	Nennzyklen 10 Jahre	Speicher-kosten (-fin) 1500 €/kWh
1	0.5	34%	15%	49%	340	3395	0.44
1	1	34%	23%	57%	263	2632	0.57
1	1.5	34%	27%	62%	207	2071	0.72
1	2	34%	29%	63%	165	1646	0.91

Fronius Symo Hybrid PV+Storage 2015

ist gleichzeitig Photovoltaik- und Batteriewechselrichter, 3phasig für, 3, 4 bis 5kW



4 von 4

Multi Flow Technology is a comprehensive approach to energy flow control, with which the inverter becomes an intelligent control centre for all current flows.

http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/fronius_international/hs.xsl/83_20054_ENG_HTML.htm?inc=108602.htm#.VexktEa6The

Smart PV Inverter 2015 z.B.

The storage solution for 24 hours of sun

Fronius Energy Package available from June

28.01.2015

The individual storage solution from Fronius International GmbH will be available in June 2015¹. Thanks to the Fronius Energy Package, the Fronius vision for the energy supply of the future – “24 hours of sun” – is now possible. The storage solution turns the energy producer into the energy supplier, thus saving the customer money and freeing them from increasing energy costs.



Since using the Fronius Energy Package, the Kasberger family has stored surplus energy in a battery and maximised their rate of self-consumption.

Retrofitting of existing PV systems

“The Fronius Energy Package is a complete storage solution. The biggest advantage over other storage solutions is how flexible the overall system is,” explains division head Martin Hackl.

The Fronius Energy Package also features Multi Flow Technology². This enables existing PV systems to be retrofitted and increases the rate of self-consumption.

Fronius Energy Package – the components

The Fronius Energy Package consists of the three-phase Fronius Symo Hybrid inverter, the Fronius Solar Battery and the Fronius Smart Meter. The Fronius Symo Hybrid inverter is both a photovoltaic-system inverter and a battery inverter. It is available in 3, 4 and 5 kW power categories and has a three-phase supply.

The Fronius Solar Battery is a lithium-iron phosphate battery, which translates into a long service life, short charging times and a high depth of discharge. This means that 80% of the total capacity can be used³. In addition, this technology boasts a

high level of safety, as no oxygen or hydrogen is produced. The voltage is between 120 and 460 V. The storage capacity of the battery can be freely selected and can be increased in increments of 1.2 kWh up to a maximum of 9.6 kWh.

The Fronius Smart Meter is a bidirectional meter that measures the energy flowing from the grid into the house and vice versa. It records the household load curves⁴ and optimises self-consumption. The Fronius Smart Meter is supplied pre-configured and is installed directly into the switch cabinet as a simple plug & play component.

Other advantages of the Fronius storage solution

The compact solution is quick and easy to install thanks to SnapInverter technology. The modular construction takes into account the individual needs of each customer. In the event of a power failure, the entire household – even without the storage unit – continues to be supplied with energy. WLAN hot spot, web interface, meter connection and interfaces to the power supply company – the Fronius Symo Hybrid has all the communication answers.

The first step towards self-sufficiency

Having been interested in photovoltaics for a number of years, in 2012 Christian Kasberger decided to have a PV system installed on the roof of his own home. At first the system was fitted with a Fronius Symo with an annual production of 7,500 kWh. With a self-consumption rate of 30%, the PV system also delivered a dramatic cut in his energy bills.

2012 : PV to 7500kWh at 30% self consumption rate

2014: Fronius solar battery 7.5kWh



Li-Fe P

DOD 100 to 20%

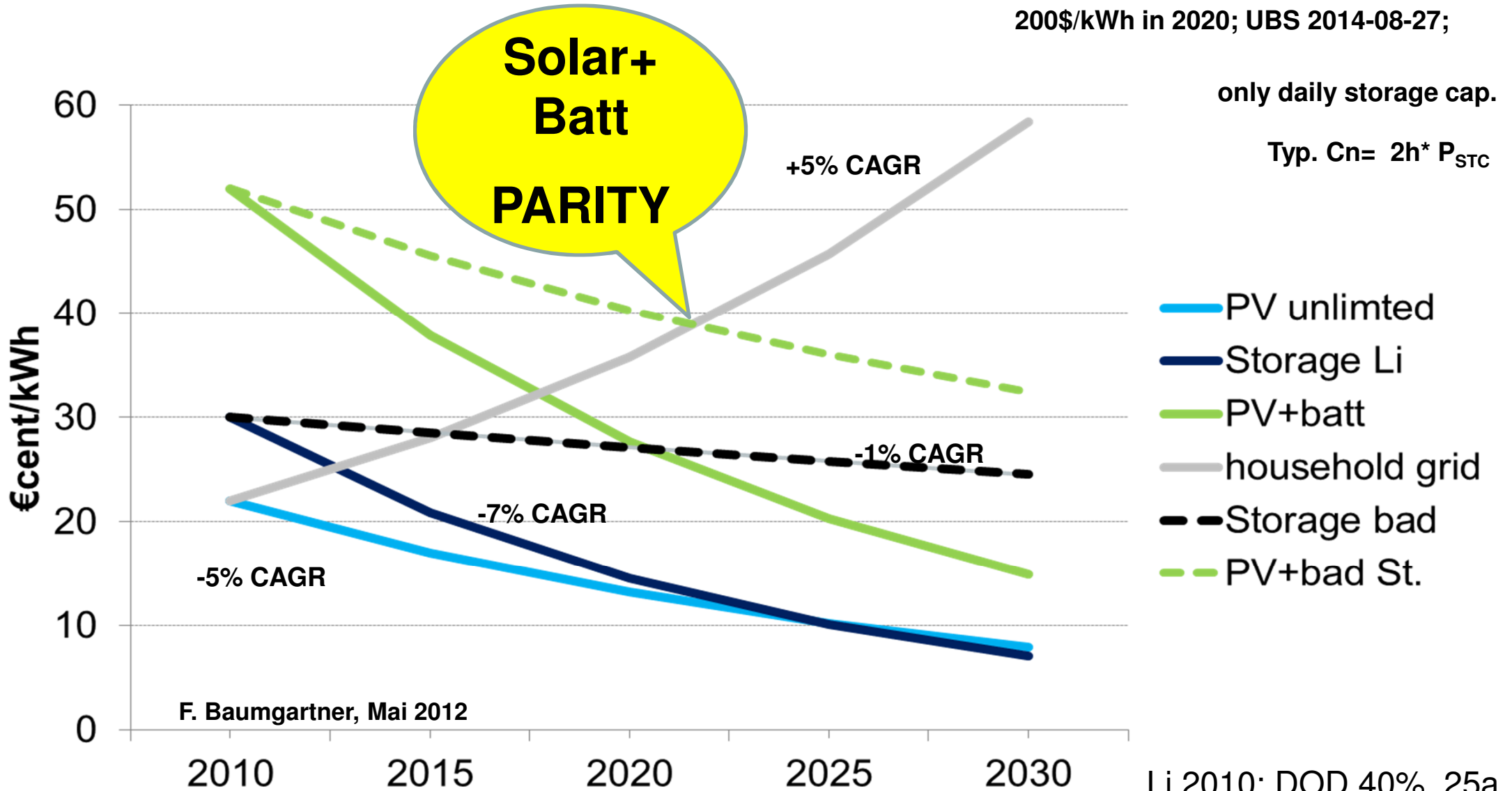
1.2kWh

to 9.6kWh



http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/fronius_international/hs.xsl/83_20054_ENG_HTML.htm?inc=108602.htm#.VexktEa6ThE

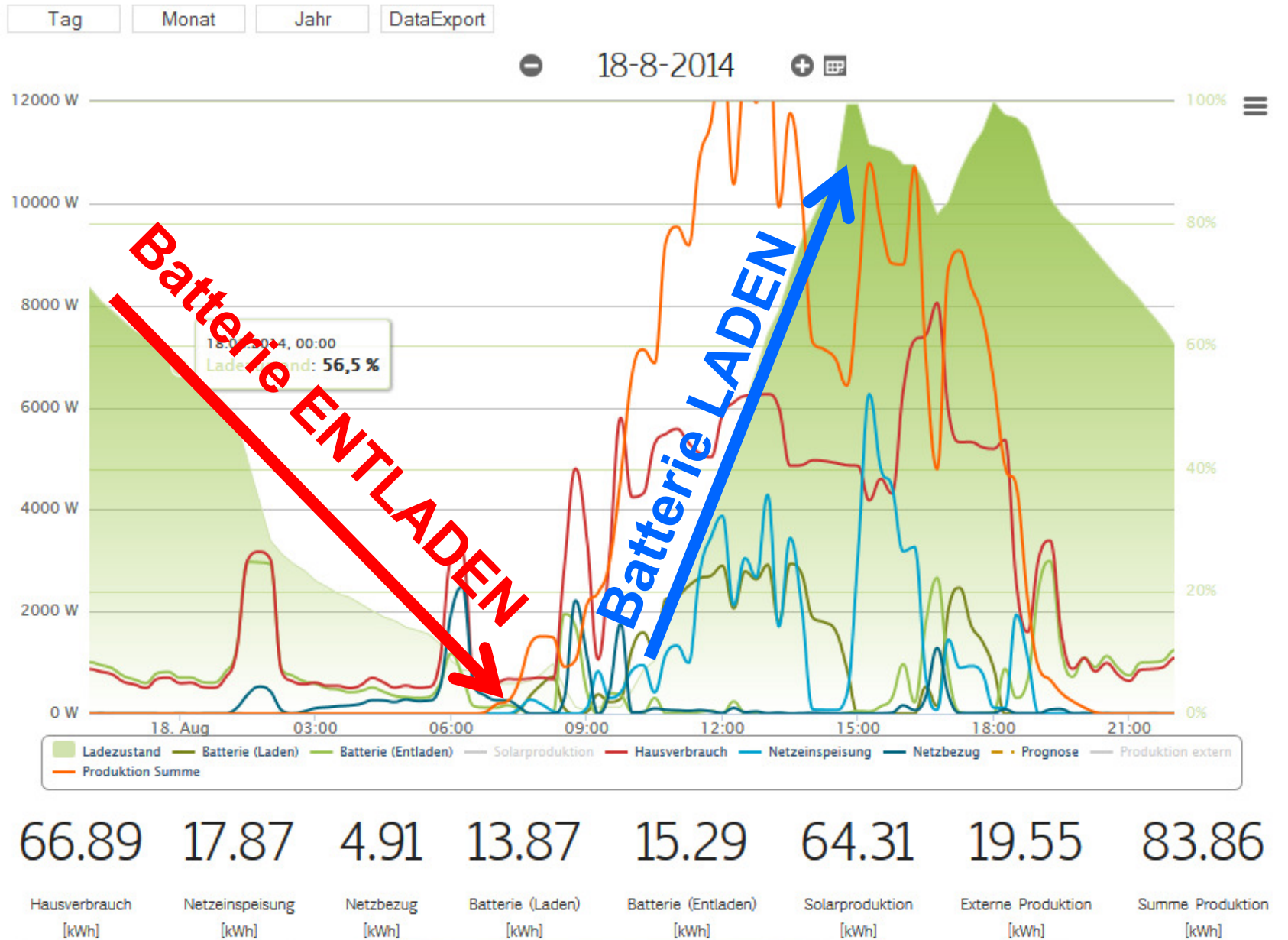
Cost trends of PV + battery / household!



Li 2010; DOD 40%, 25a
400€/kWh & 4000 Cn

Beispiel Aug 2014 - sonniger Tag

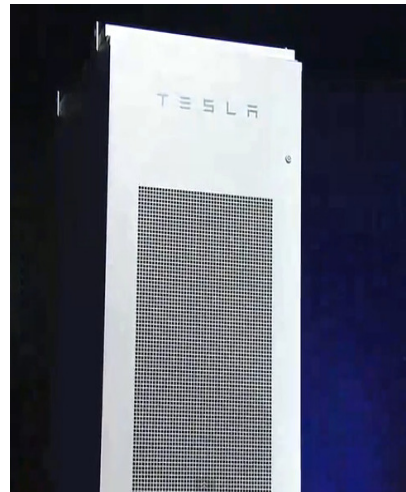
30kWh Li-Speicher, 15kWp PV



Tesla – Powerwall

10kWh / 3500\$ only battery

Los Angeles, 2015-04-30



Auslieferung Sommer 2015

<http://www.teslamotors.com/powerwall>

Batteriepreis

350\$/kWh @ 10kWh Powerwall / 2kW

130 x 86 x 18 cm; -20 bis 43 °C; 100kg

VIDEO https://www.youtube.com/watch?v=yKORsrIN-2k&feature=player_detailpage

GIGAFACTORY 1



250\$/kWh @ 100kWh Powerpack

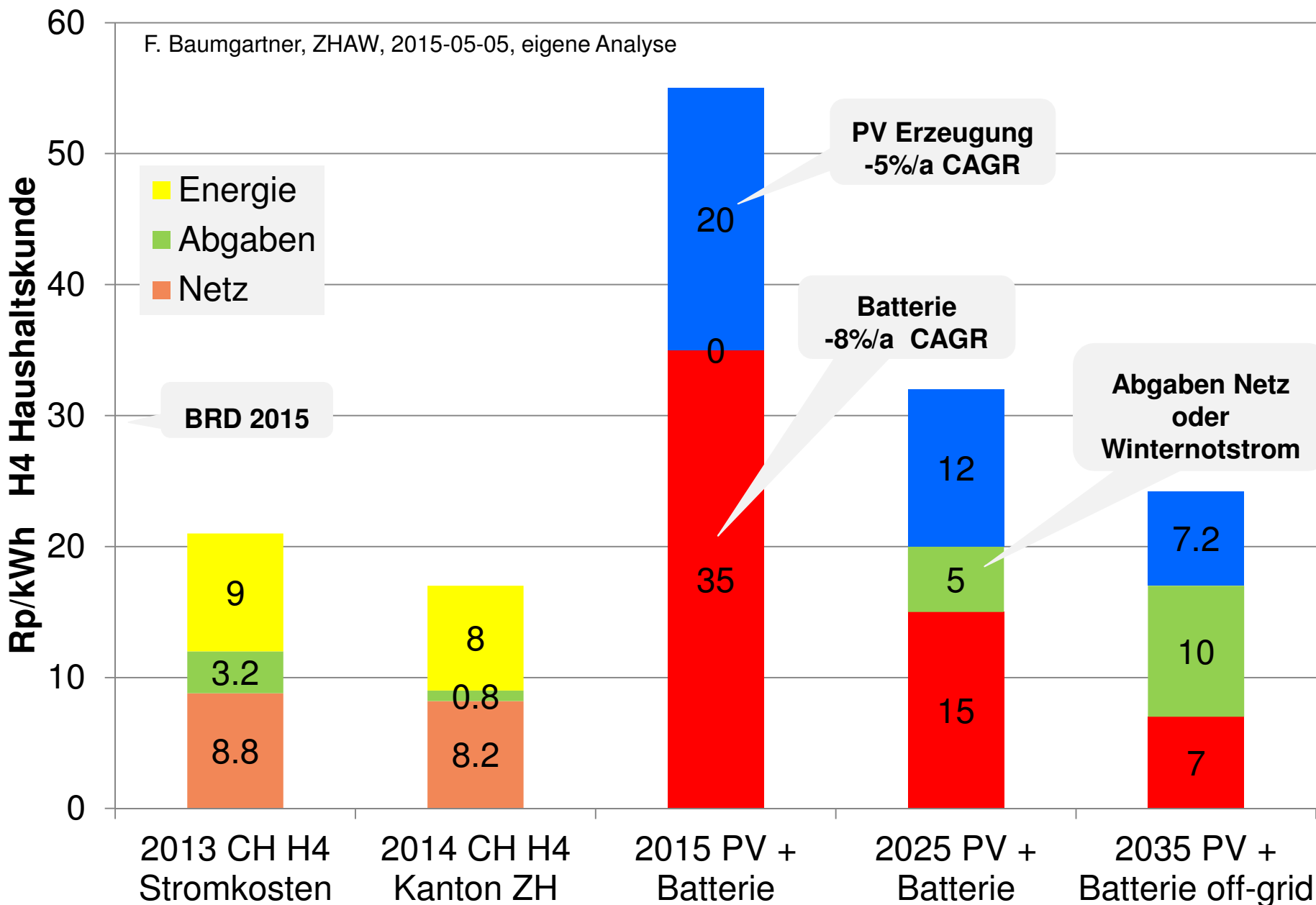
Gigafactory Nevada Inv. ca. 5 Mrd \$

(green US @ 900 Mio Powerbacks)

<http://www.golem.de/news/powerwall-tesla-haengt-den-autoakku-an-die-hauswand-1505-113849.html>

Vergleiche auch: UBS Investor Information Aug. 2014: Big Power Out PV + Battery in!!

Blick in die Glaskugel - Kostenprognose



ZHAW IEFE neues Testlabor in Winterthur für PV Batterie Systeme

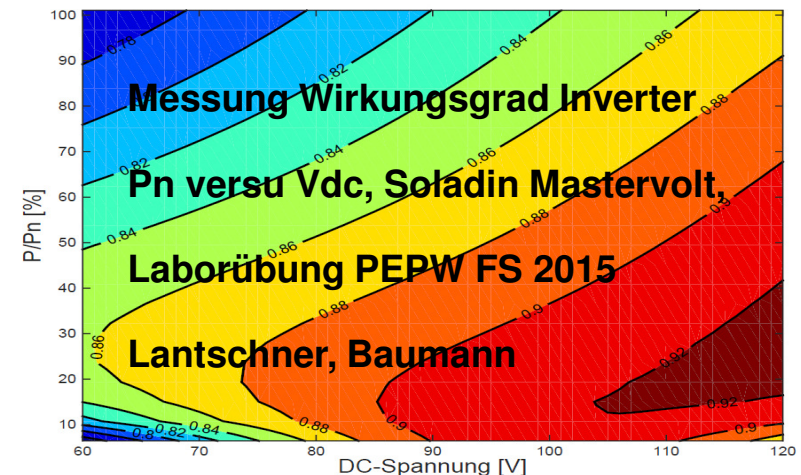
Herbstsemester 2014 – Studiengang Energie u. Umwelt



• Strom- Spannungsgeneratoren simulieren alle Wettersituationen am Eingang des Wechselrichter

Speicher (Batterie, Flow-Redox)

Elektronische Lasten simulieren



PV Ertrag: Temperaturkoeff. und Schwachlichtverhalten

http://www.bulletin-online.ch/uploads/media/1107_Seite_017-021.pdf

https://home.zhaw.ch/~bauf/pv/papers/2011_alln_EKZdach_energy_rating_EUPVSEC4DO_6_2.pdf

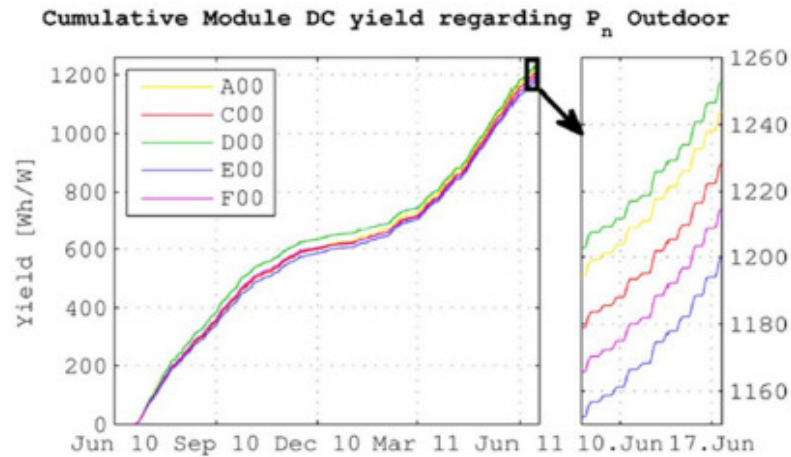


Figure 4: Cumulative DC yield of the reference modules regarding P_n Outdoor over the timeframe from 18.Jun 2010 to 17.Jun 2011.

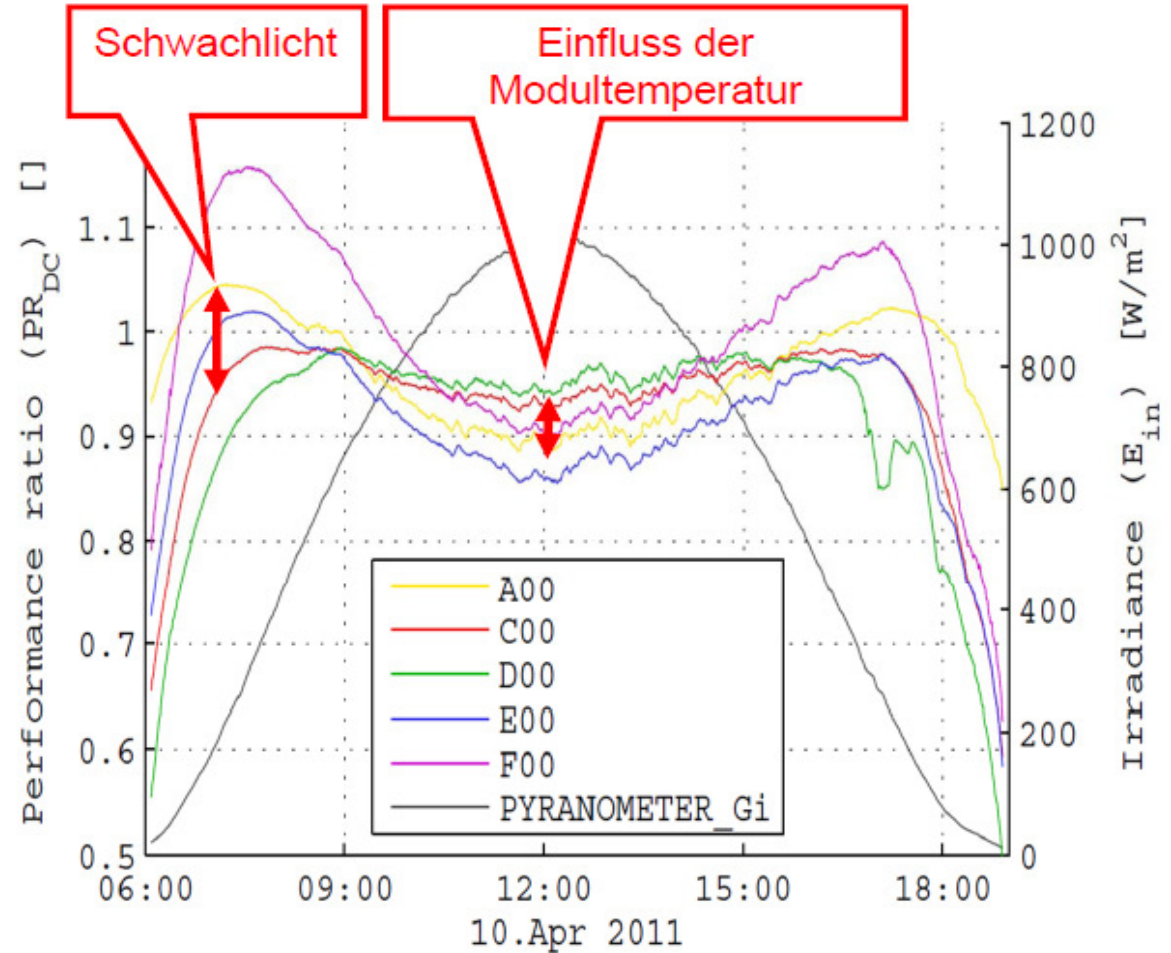
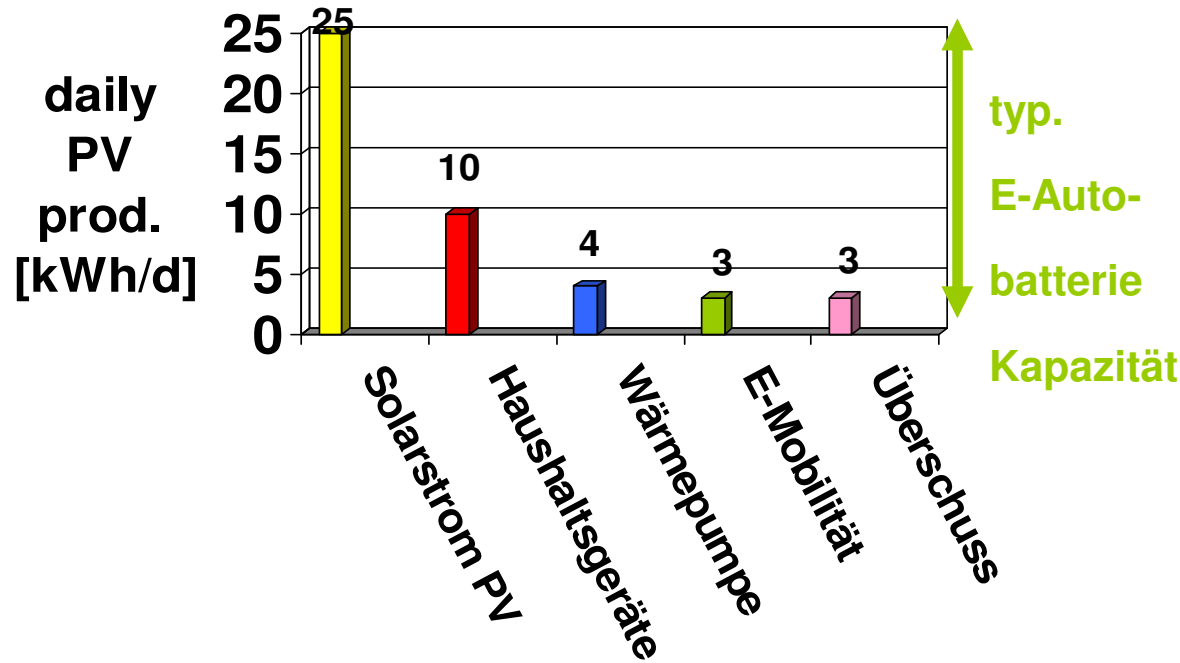


Abbildung 4.8.: Tagesverlauf der DC-seitigen Performance ratio (PR_{DC}) aller Referenzmodule am 10.4.2011.

28.01.2014

N. Allet, F. Baumgartner EUPSEC 2011, bzw. Allet ZHAW Masterarbeit

The future is solar



We need the support from the grid several coming decades

10kW PV, 50 m² ; WF:170m² @ 30kWh/m²/a



Einfamilienhaus, 9,22 kWp



3600kWh/a

Heat pump

COP 3.5



12kWh/100km, 25km Tagesfahrt; 1.2kWp



2020: 5% EV's

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 vollelekt. E-Car (mit eigener "Tankstelle")

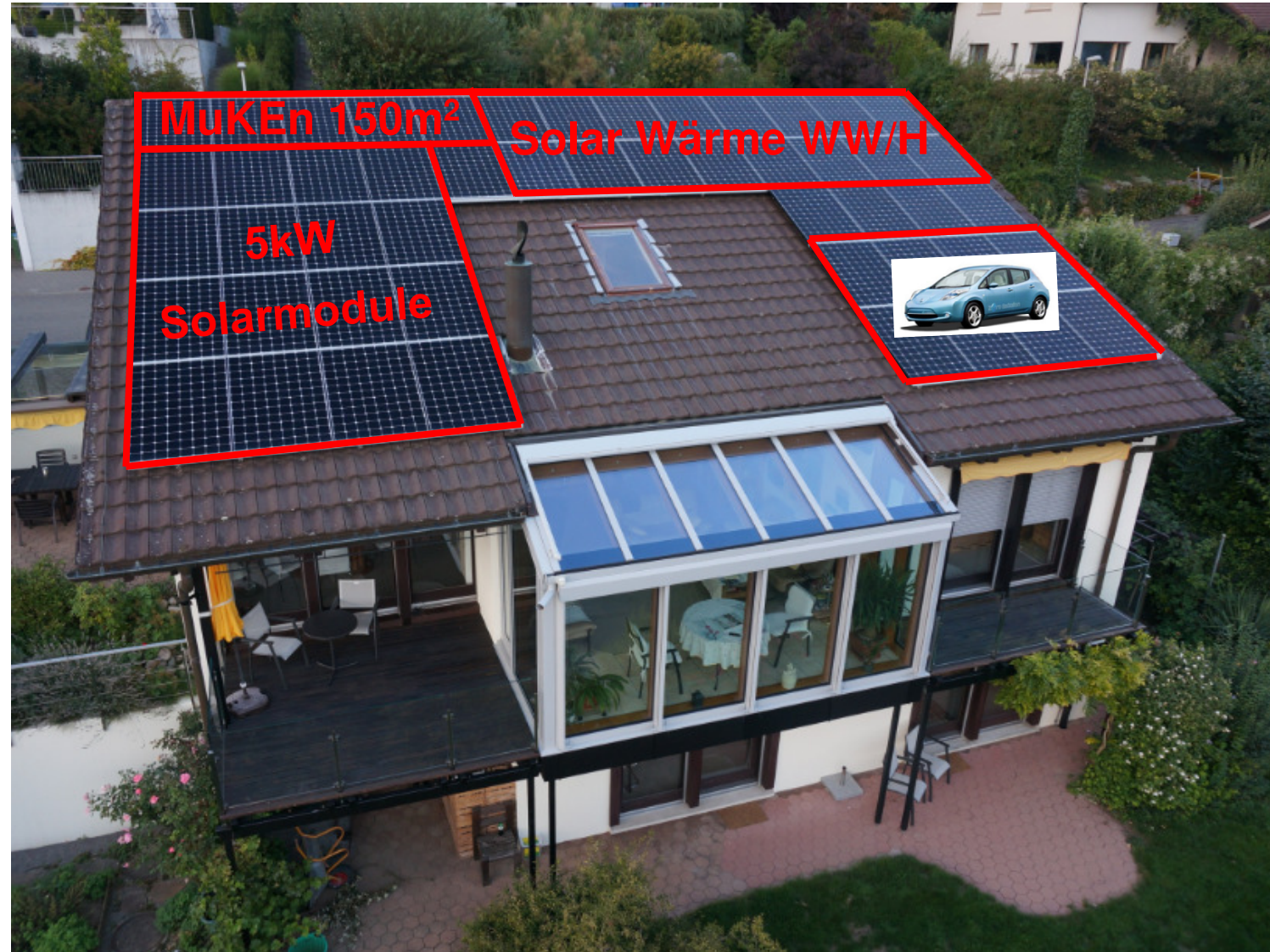
Verbrauch Heizung, WW, Haushalt 7000kWh Strom

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

= 243%-PEB-EFH

Untersiggenthal/AG

www.staerk-erdwaerme.ch



Danke für die Aufmerksamkeit

Publikationen www.zhaw.ch/~bauf

IEFE PV TEAM:

**T. Baumann, F. Baumgartner, F. Carigiet, R. Knecht,
N. Keller, M. Klenk, H. Nussbaumer, D. Schär**



Solar Wings, 650kW Lonza Solarpark, Waldshut



Solar Wings, 60kW, Tenna

Autonomy versus PV power and battery capacity

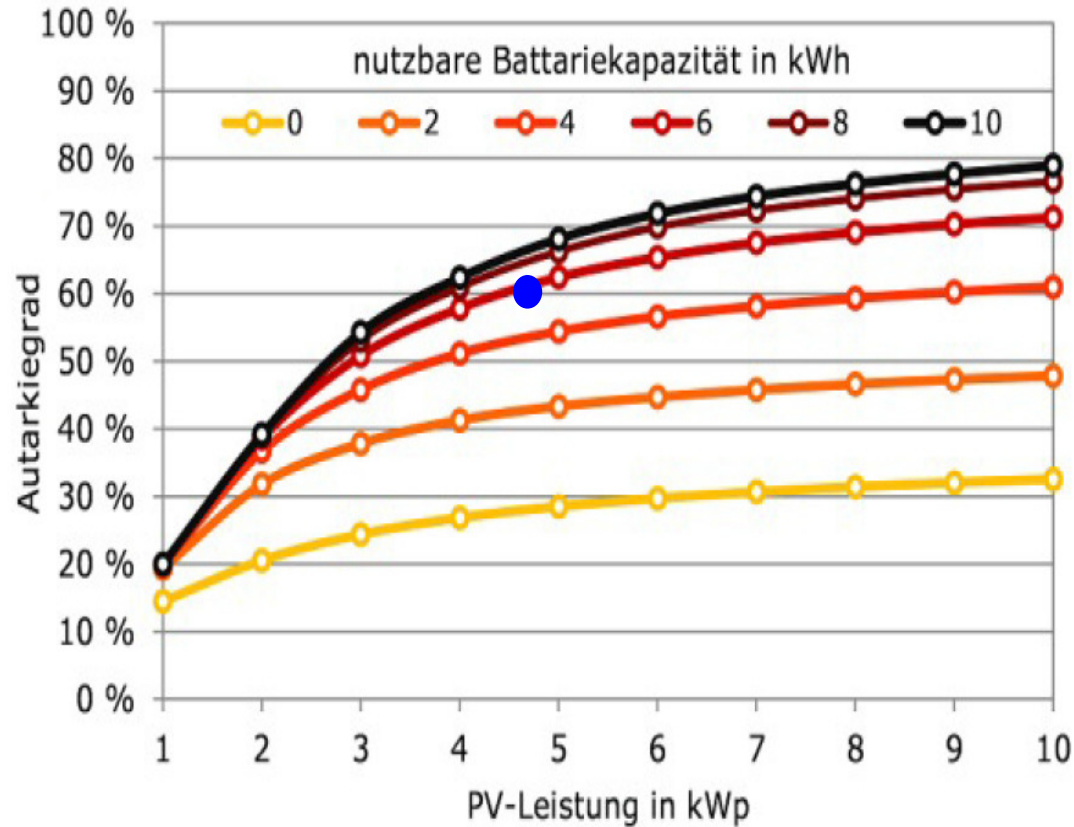


Abbildung 8 Autarkiegrad in Abhängigkeit von der Batteriekapazität und Leistung der PV-Anlage für einen Einfamilienhaushalt mit einem Jahresstromverbrauch von 4.700 kWh.
Quelle: [Weniger et al. 2012]

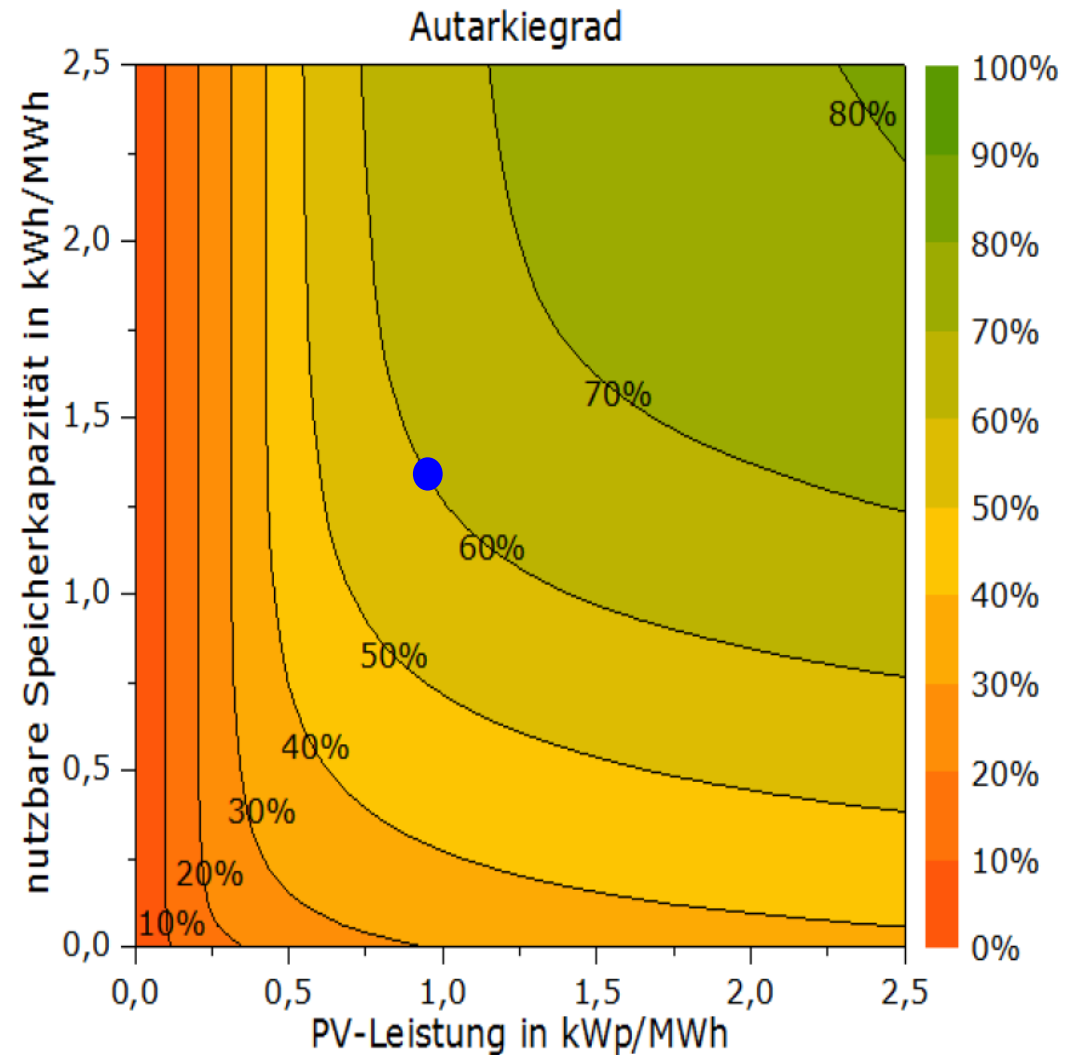
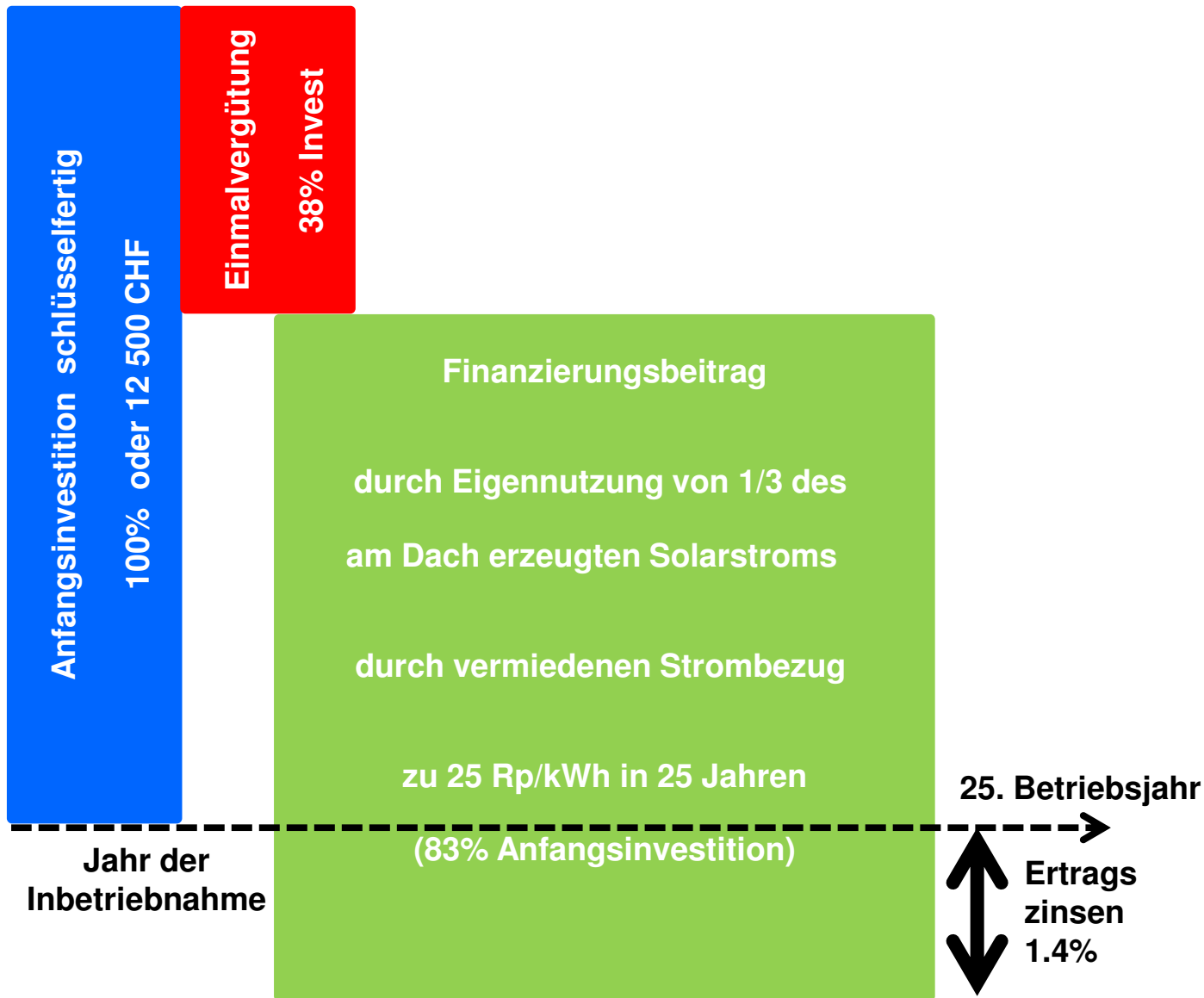


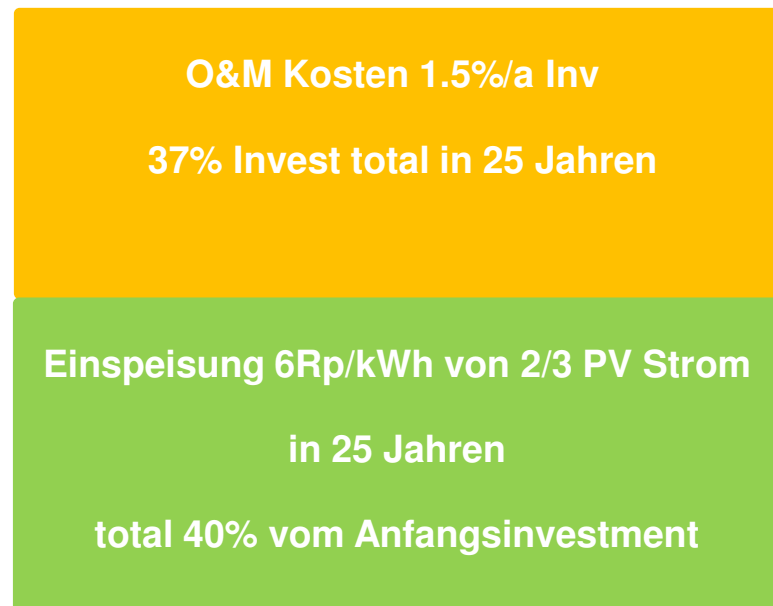
Abbildung 10 Autarkiegrad in Abhängigkeit von der nutzbaren Speicherkapazität und PV-Leistung, jeweils normiert auf den Jahresstrombedarf in MWh
Quelle: [Weniger et al. 2013]

Finanzierung einer PV Anlage

einer 5kW PV Anlage, Inbetriebnahme 1. Mai



Die laufenden Betriebskosten können in etwa von den Vergütungssätzen des nicht im Haus direkt gebrauchten Solarstroms gedeckt werden. (keine KEV) Es besteht eine Rücknahmepflicht des eingespeisten Solarstroms vom Verteilnetzbetreiber (Artikel 7 und 2bEnV) aktuell minimale Vergütung ca. 7 Rp/kWh.



Web Simulations Tool

Simulation

1 Standort / Anzahl Personen

Land: CH
Postleitzahl: 8620
Wetzikon (ZH), 545 m ü. M.
Personen: 5 Pers. (14.0 kWh/Tag)

2 Thermie / Photovoltaik

Ausrichtung: 0° Süd
Anstellwinkel: 35°
Photovoltaik (Eigenverbrauch)

3 Expertenmodus aktivieren

Module: gekoppelt (24.0 qm, 4.6 kWp)
Solarbatterie: 7 kWh
Kristallines Modul (19%)

4 START

Vorgeschlagene Anlage

Ergebnisse Simulation Nennleistung: 4.6 kWp, Batteriekapazität: 7 kWh

	ohne Solarstrom	mit Solarstrom
Autarkiegrad	-	60.0 %
Netzstromverbrauch	5'110 kWh / Jahr	1'103 kWh / Jahr
CO2-Bilanz	2'560 kg / Jahr	553 kg / Jahr

Bewertung: Mit dieser Solaranlage sind Sie im Jahresschnitt zu 60.0 % netzautark.

[Einen Freund fragen](#)
[PDF-Report erstellen](#)
[Info / Rechtliches](#)

Erzeugter Strom (Qsol_ac)

Resultatauswahl

powered by **rachion** Simulation Framework

Solar-Toolbox, v 5.5.2.0