

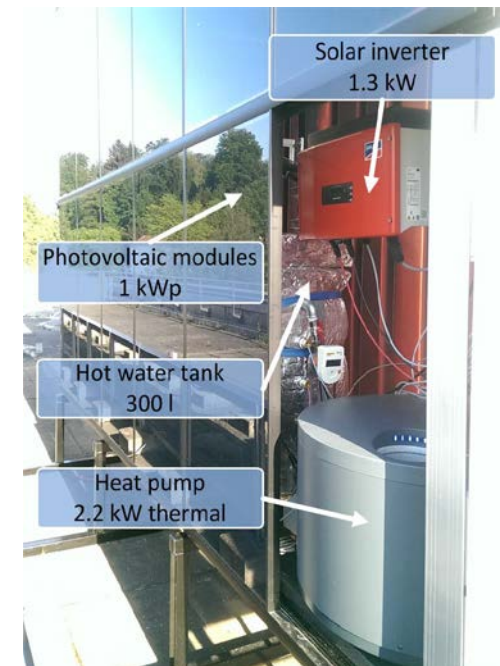
Solarstrom intelligent verheizen

Franz Baumgartner

ZHAW, IEFEE, Winterthur; www.zhaw.ch/~bauf

Inhalt

1. Klima- und Energieprobleme
2. Solarmärkte : PV versus ST
3. Wirkungsgrad: PV+WP versus ST
4. Kombinationen von PV und WP
5. PV + WP Wand
6. Trends



Swiss PV Wall System (SPWS)

Fossile Wärme gibt zu denken!

GELD



UMWELT



Blick zum Kohlekraftwerk Frimmersdorf

ZUKUNFT

Bergbauriese muss Fracking-Milliarden abschreiben

SPIEGEL ONLINE -
15.01.2016 **Zwanzig Milliarden Dollar** hat der weltgrößte Bergbau-konzern **BHP Billiton** ins US-Geschäft mit Schiefergas und -öl gesteckt. Nun **schreibt** er rund **ein Drittel** davon **ab**: Der Ölpreis-verfall macht die Förderung durch das umstrittene Fracking unrentabel.

Oberflächen Temperatur +1 °C / 66a Nordhalbkugel im Sommer

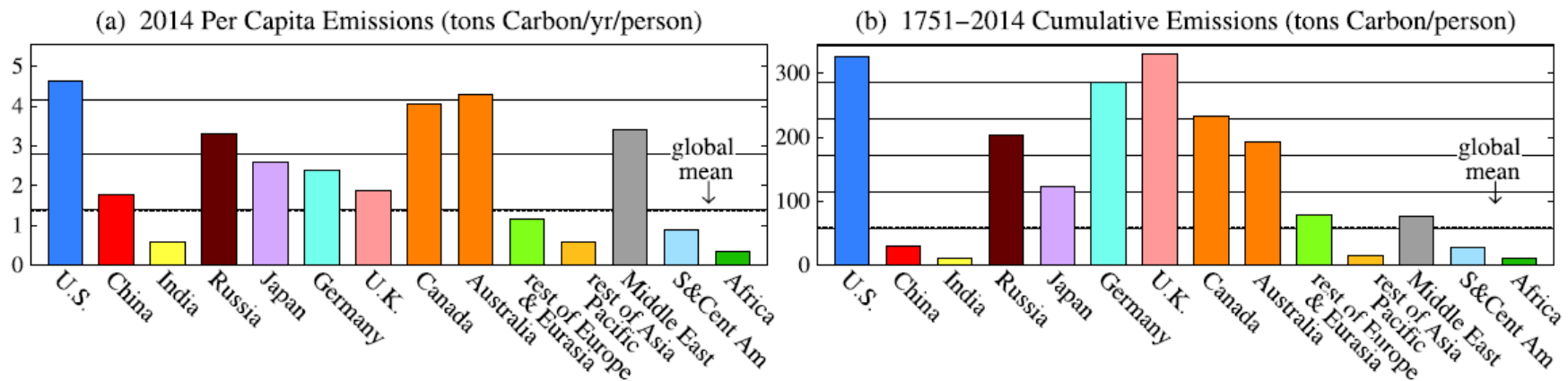
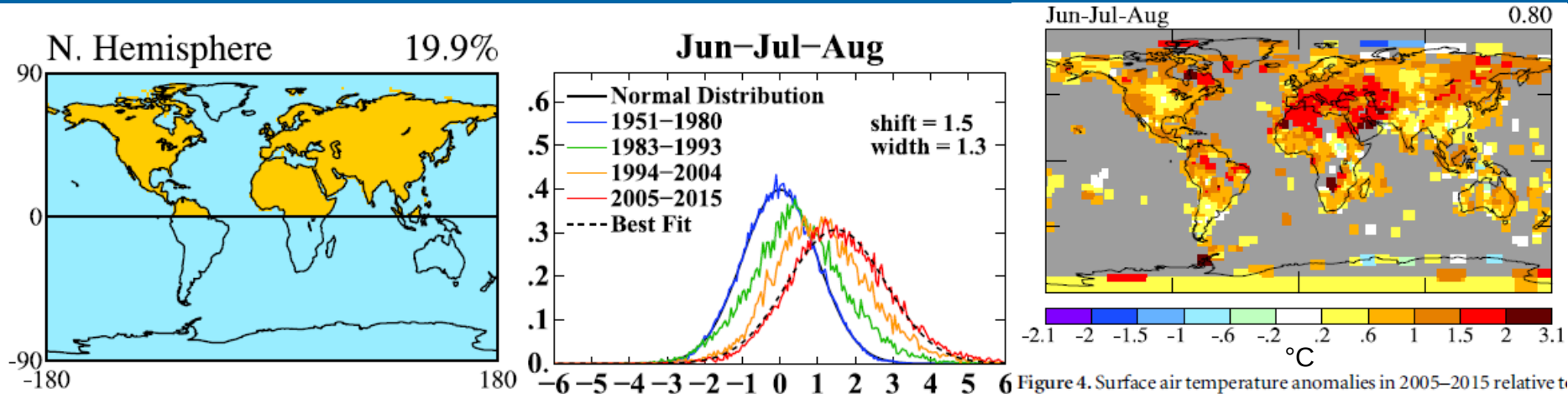
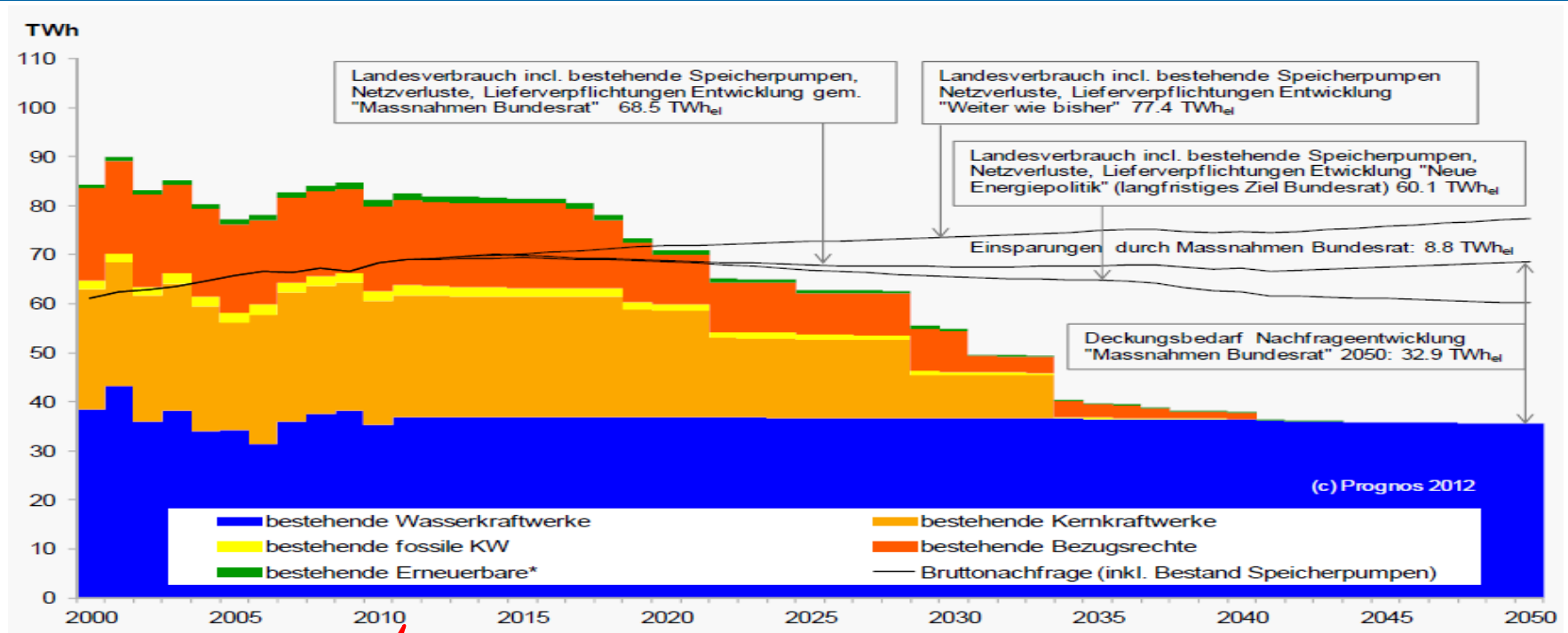


Figure 6. Per capita fossil fuel CO₂ emissions in 2014 and cumulative. Data sources as in figure 5. Results for additional individual nations are available at www.columbia.edu/~mhs119/CO2Emissions/.

James Hansen and Makiko Sato; Environ. Res. Lett. 11 (2016) 034009

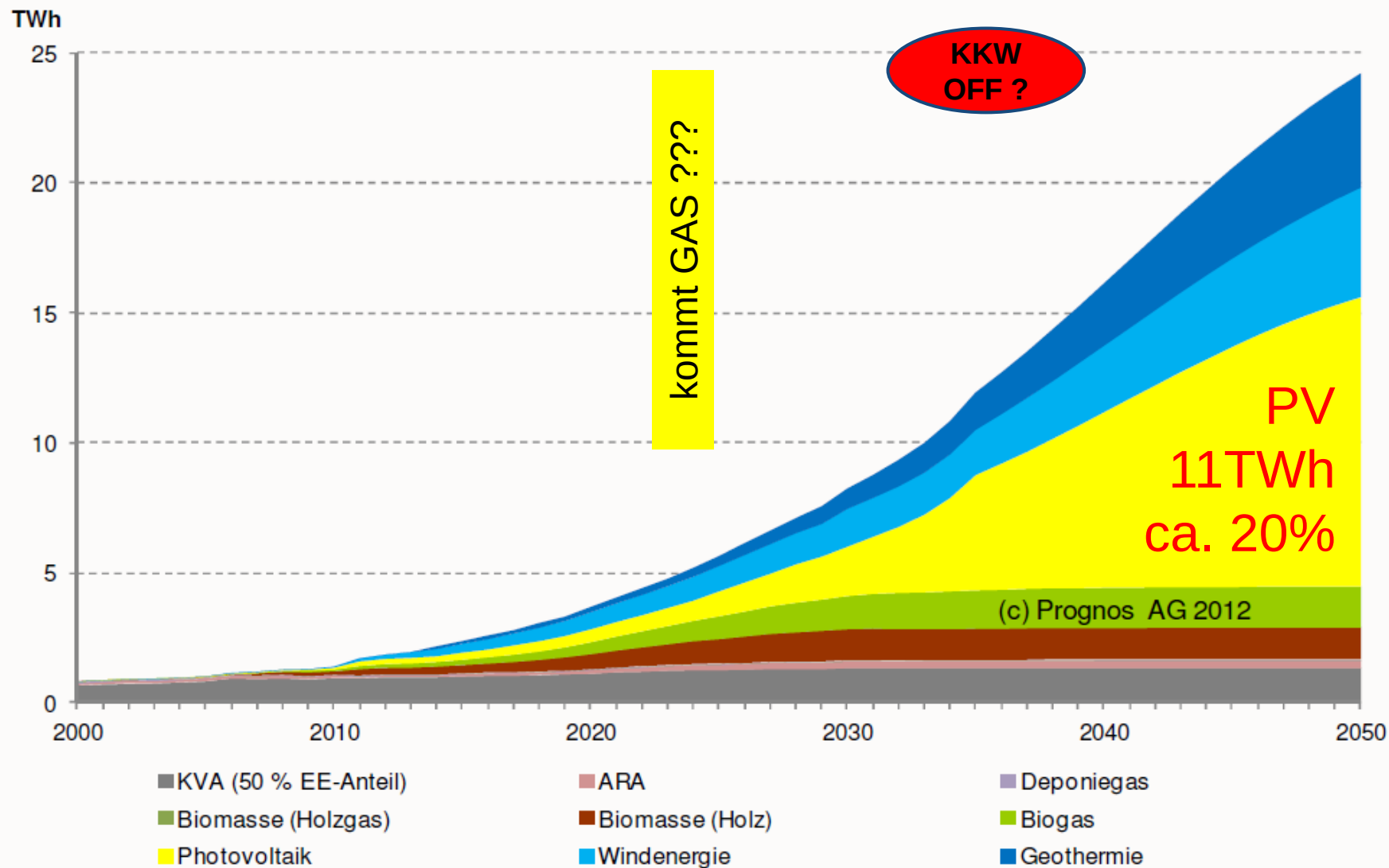
Das Volk hat zu entscheiden und zu zahlen



4. Sept 2013
Schweizerischen
Bundesrates
13.074 Botschaft
Energienstrategie 2050
Ausstieg Kernkraft

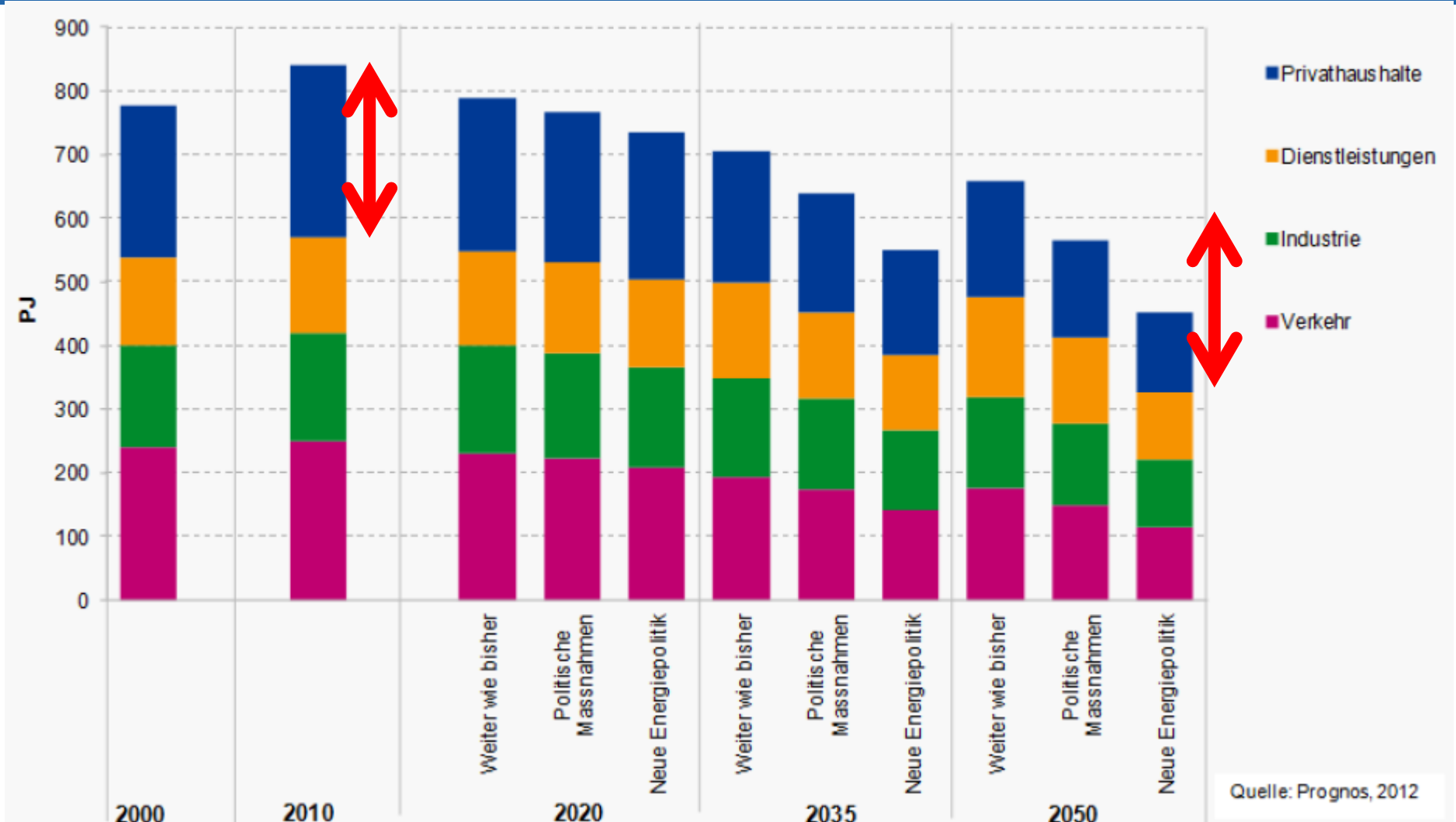


Energiestrategie 2050: Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energien



BFE, Bern, Sektionschef, Frank Rutschmann; Dez. 2012, Zürich

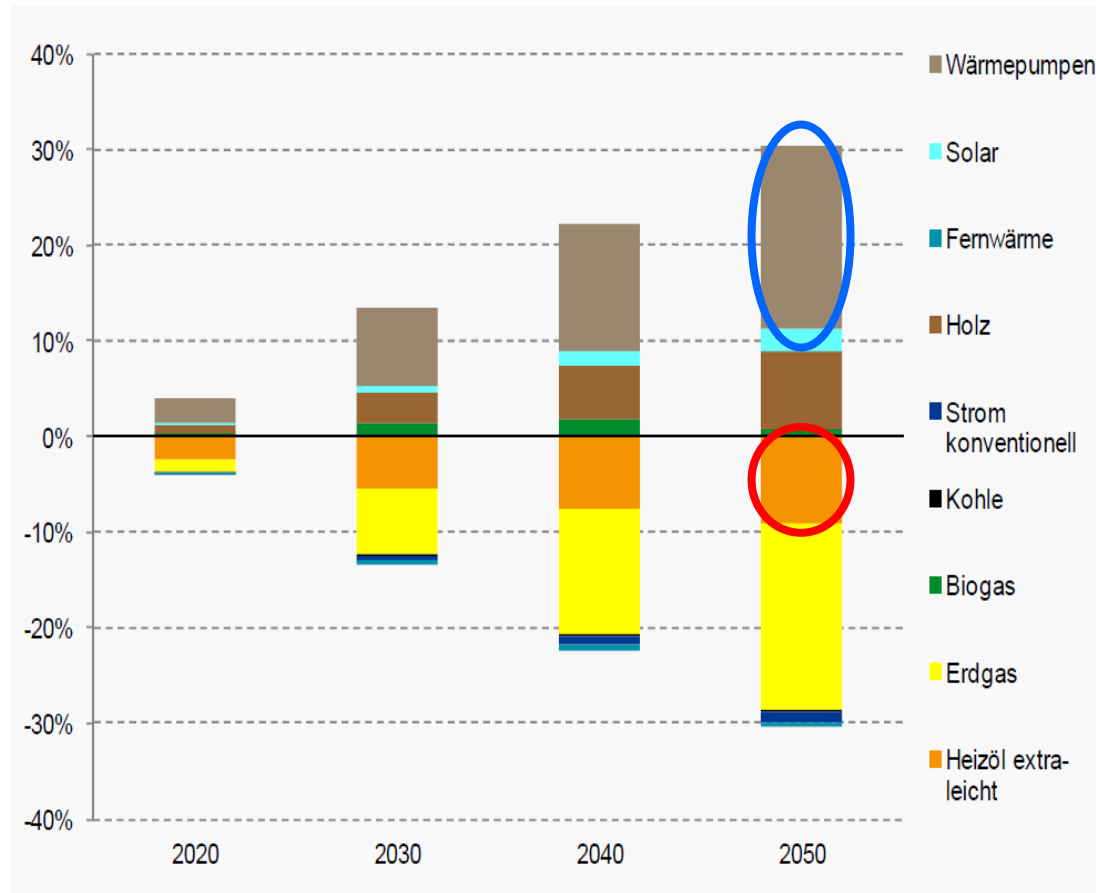
Reduktion Endenergieverbrauch CH nach Bundesrat 2013



Schweizerischen Bundesrates 4. Sept 2013, **Botschaft, Energiestrategie 2050**; Seite 84

Weniger fossile Wärme bis 2050 - BRD

Abbildung 4.4.2.2-3: Beheizungsstruktur 2020 – 2050, in %-Punkten. Differenz zwischen Referenzprognose/Trend-szenario und Zielszenario



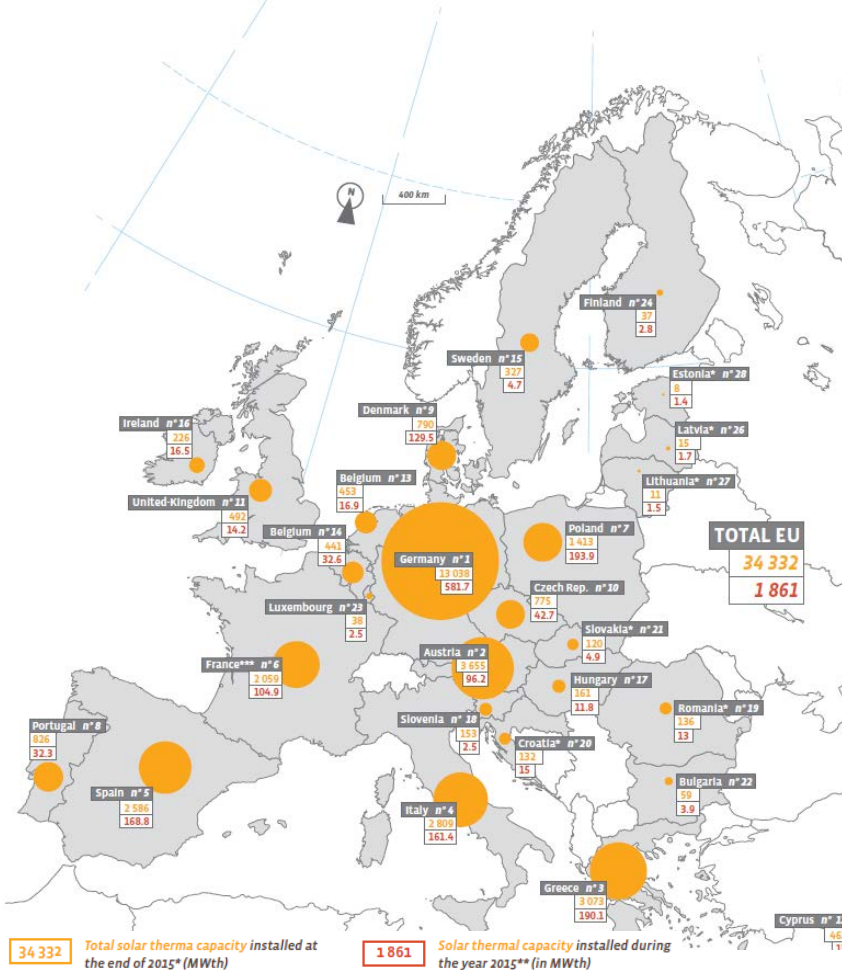
Quelle: Prognos/EWI/GWS 2014

Wohnfläche (Mio. m ²)	Trendszenario		
	2011	2040	2050
insgesamt	3.720	4.033	3.983
bewohnt	3.589	3.915	3.860
davon in EZFH	2.167	2.435	2.424
davon in MFH/NWG*	1.422	1.480	1.435

Beheizungsstruktur	2011	2040	2050
Heizöl	28%	13%	11%
Erdgas	50%	47%	45%
Biogas	0%	5%	6%
Kohle	1%	0%	0%
Strom konventionell	4%	2%	1%
Holz	3%	7%	8%
Fernwärme	11%	13%	12%
Solarthermie	0%	2%	3%
Wärmepumpen	2%	12%	14%
ohne Heizung	0%	0%	0%

Thermische Kollektoren Bestand EU28 in 2015 – pro Einwohner 0.1m²

Solar thermal power capacity installed in the European Union at the end of 2015** (MWth)



Evolution of annually installed surfaces of solar thermal collectors in the European Union since 1994 (in m²)



Member states included at the date of their accession. * Estimate. Source: EurObserv'ER 2016

in m² Flat: 2 365 644

Vacuum : 223 305

Unglazed 69 806

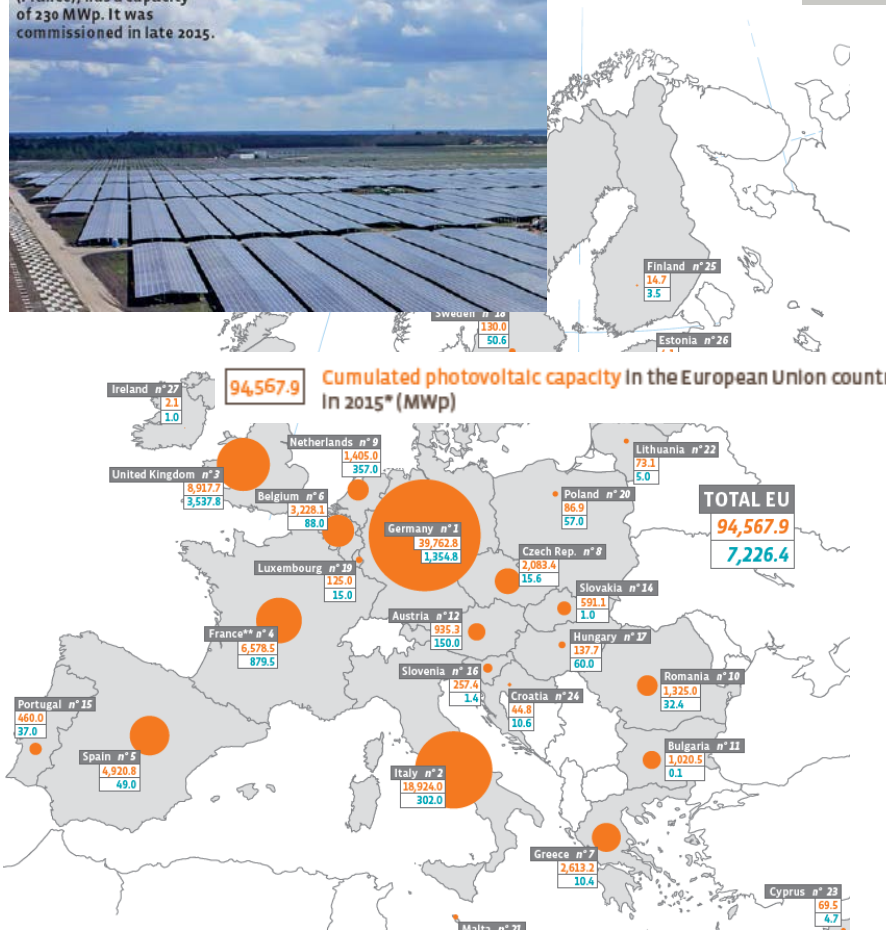
Total : 2 658 755m²; equivalent power 1 861 MWth

SOLAR THERMAL BAROMETER – EUROBSERV'ER – MAY 2016; <http://www.eurobserv-er.org/>

Zürcher Fachhochschule; Franz Baumgartner, www.zhaw.ch/~bauf; Vortrag ZHAW, Winterthur am 26. Okt 2016

Photovoltaik Module Bestand EU28 in 2015 – pro Einwohner 0.1m²

The gigantic photovoltaic plant of Cestas, Gironde (France), has a capacity of 230 MWp. It was commissioned in late 2015.



94,567.9 Cumulated photovoltaic capacity in the European Union countries in 2015* (MWp)

7,226.4 Photovoltaic capacity connected in the European Union countries during the year 2015* (MWp)

Markt +3%/a von 2014 auf 2015 (World +25%)

Photovoltaic capacity installed and connected in European Union during the years 2014 and 2015* (in MWp)

	2014			2015*		
	On-grid	Off-grid	Total	On-grid	Off-grid	Total
United Kingdom	2,526.6	0.0	2,526.6	3,537.8	0.0	3,537.8
Germany	2,006.0	0.0	2,006.0	1,354.8	0.0	1,354.8
France	952.0	0.1	952.1	879.5	0.0	879.5
Netherlands	302.0	0.0	302.0	357.0	0.0	357.0
Italy	189.0	1.0	190.0	301.0	1.0	302.0
Denmark	29.2	0.4	29.6	180.3	0.2	180.5
Austria	159.0	0.3	159.3	150.0	0.0	150.0
Belgium	218.0	0.0	218.0	88.0	0.0	88.0
Hungary	42.7	0.1	42.8	60.0	0.0	60.0
Poland	25.0	0.5	25.5	57.0	0.0	57.0
Sweden	35.1	1.1	36.2	50.1	0.5	50.6
Spain	2.0	17.0	19.0	0.0	49.0	49.0
Portugal	119.0	1.2	120.2	37.0	0.0	37.0
Romania	270.5	0.0	270.5	32.4	0.0	32.4
Malta	26.6	0.0	26.6	18.4	0.0	18.4
Czech Republic	0.0	0.0	0.0	15.6	0.0	15.6
Luxembourg	15.0	0.0	15.0	15.0	0.0	15.0
Croatia	14.0	0.2	14.2	10.5	0.2	10.6
Greece	16.9	0.0	16.9	10.4	0.0	10.4
Lithuania	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0
Cyprus	29.7	0.2	30.0	4.7	0.0	4.7
Estonia	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	4.0
Finland	0.0	2.0	2.0	0.0	3.5	3.5
Slovenia	7.7	0.0	7.7	1.4	0.0	1.4
Slovakia	2.0	0.0	2.0	1.0	0.0	1.0
Ireland	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0
Bulgaria	1.3	0.0	1.3	0.1	0.0	0.1
Latvia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
European Union	6,989.4	24.2	7,013.6	7,172.1	54.4	7,226.4

*Estimate. **Overseas department not included for France. Source: Eurobserv'ER 2016

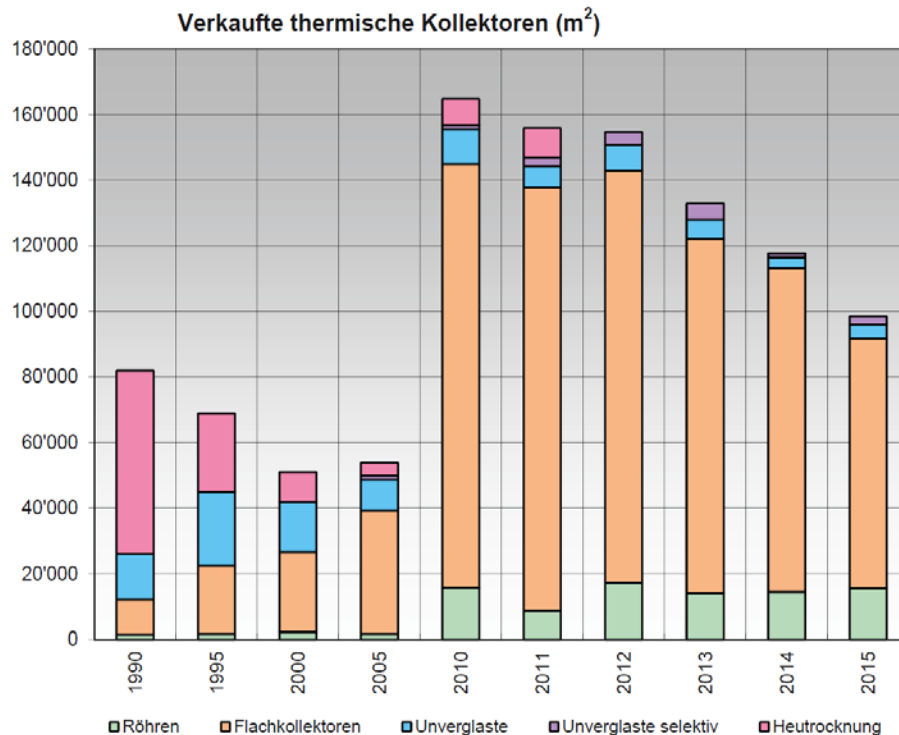
100.5 TWh Photovoltaic electricity generated in the EU in 2015

PHOTOVOLTAIC BAROMETER – EUROBSERV'ER – April 2016; <http://www.eurobserv-er.org/>

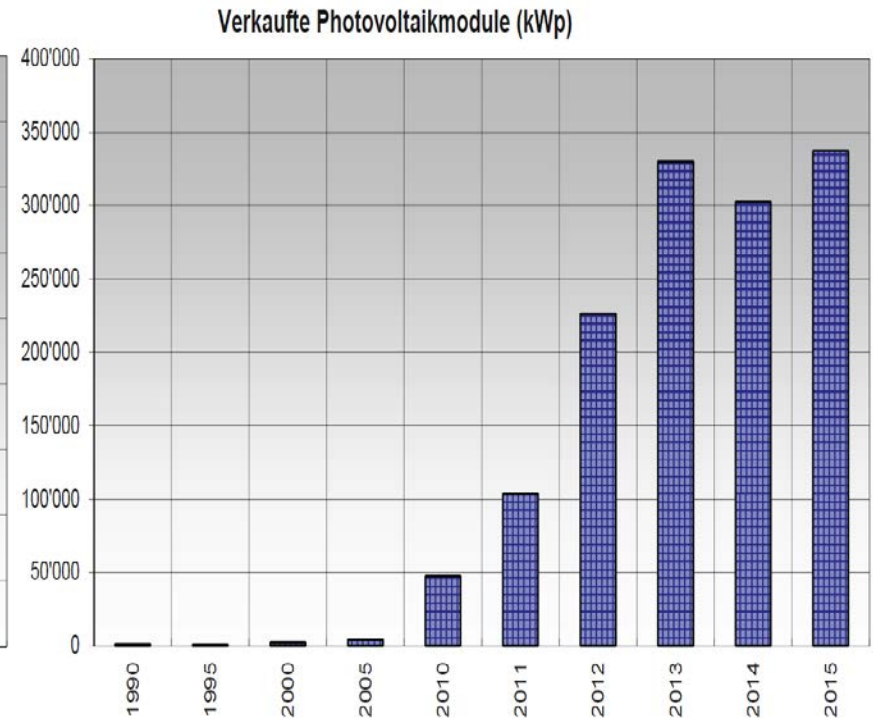
Zürcher Fachhochschule; Franz Baumgartner, www.zhaw.ch/~bauf; Vortrag ZHAW, Winterthur am 26. Okt 2016

Entwicklung Solarmärkte Schweiz

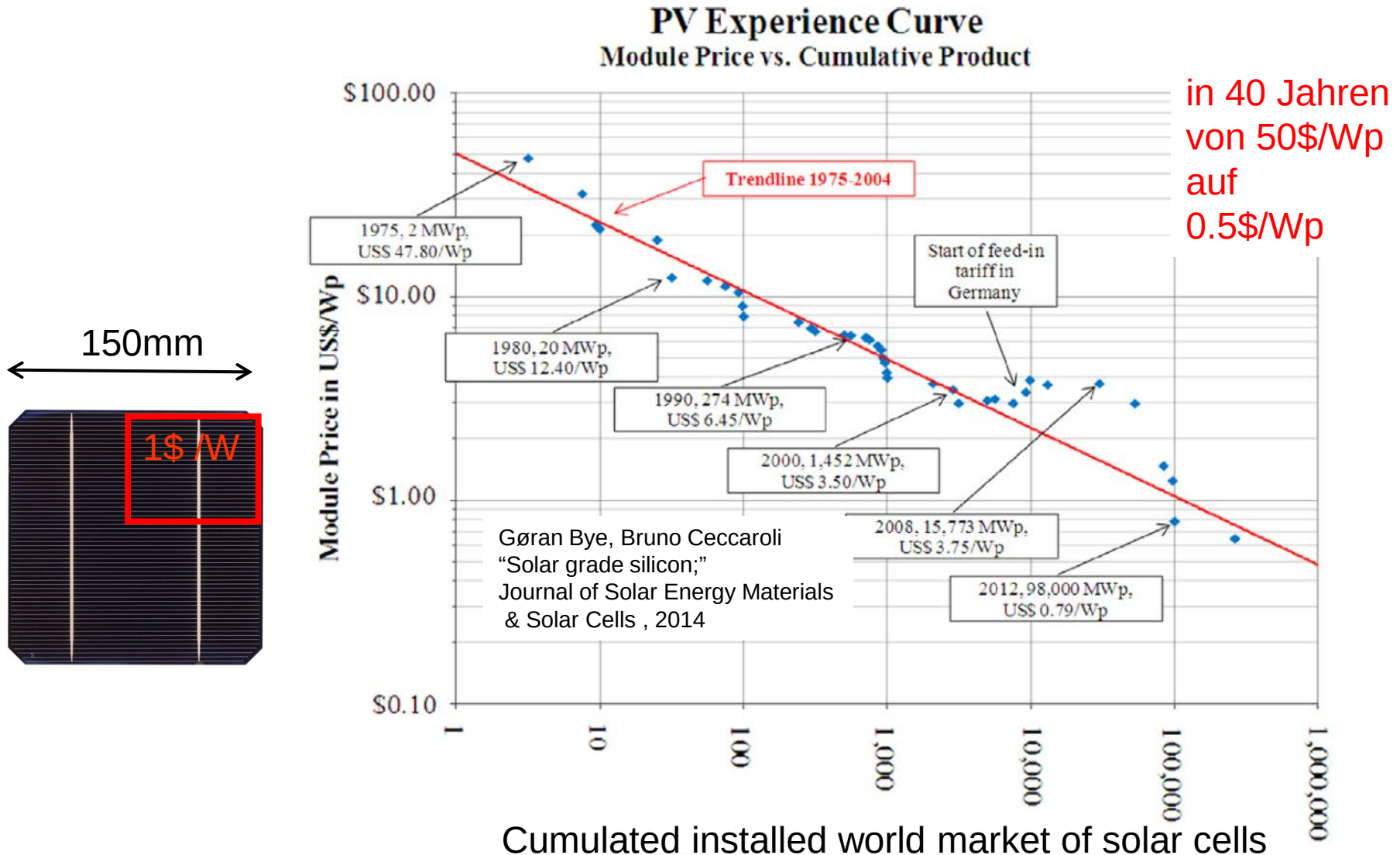
Solarthermie



Photovoltaik



PV Weltweite Preisenkung durch Industrie



Dürfen wir auch Strom selbst machen?

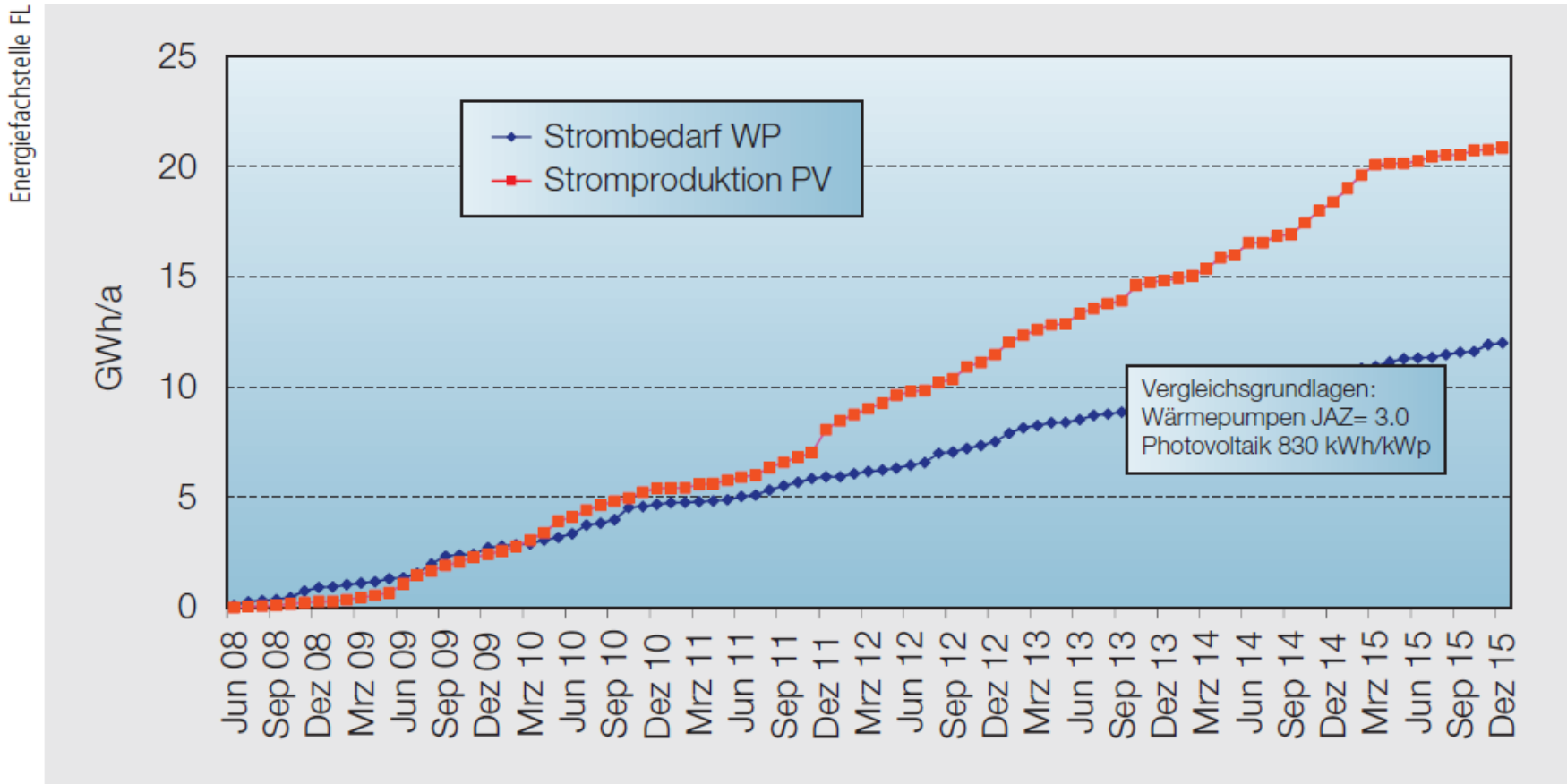
ZENTRAL



DEZENTRAL



Liechtenstein baut erfolgreich zu PV + Wärmepumpe



In Liechtenstein produzieren die Photovoltaikanlagen jährlich genügend Strom für die neuen geförderten Wärmepumpenanlagen (Jahresbilanzbetrachtung). [3]

«2016 wurden in Liechtenstein zirka 500 kWh Strom pro Einwohner mit Solarzellen erzeugt»
F. Baumgartner, electrosuisse Bulletin 8 / 2016, Seite 37

Was heisst "SMART HOME"

Mehr elektrische Selbstständigkeit in allen Lebenslagen

Eckdaten vom Eigentümer:

1985 Baujahr, Einfamilienhaus,
Heizung monovalente Erdwärmesonde
s. -Studie auf der BFE-homepage
2008 Wärmepumpe mit Scroll-Komp.
2012 Warmwasser über Wärmepumpe
und Erdwärmesonden
2014 PV-Solaranlage **16,4 kWp**,
2015 vollelektr. 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

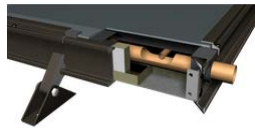


Solarstrom in Wärme?

Solares Warmwasser: 2 Lösungen

Standard Technical Efficiency of Solar Input to Thermal Output
Solar thermal: 30% to 60% **Photovoltaic + HP: 24% to 64%**

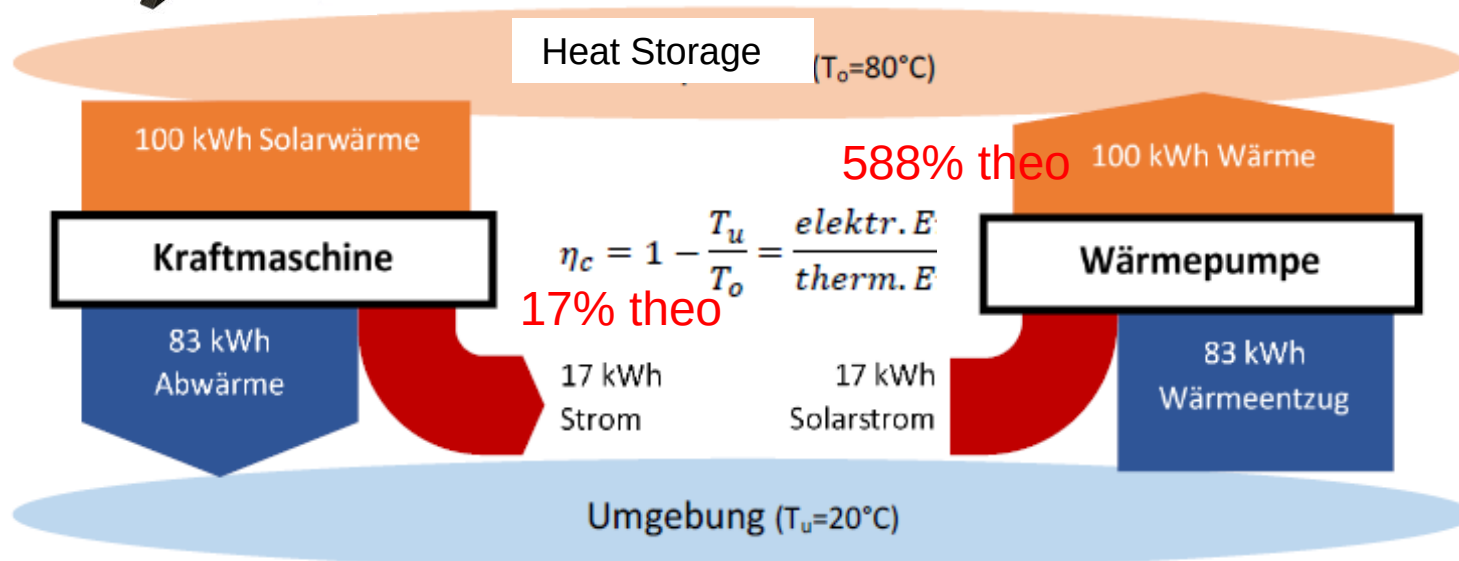
Collector $\eta = 50\%$



$$\eta = 16\%_{PV} \cdot 3.1_{HP,COP} = 50\%$$



COP
coefficient
of
performance



Ref: Swiss Federal Office of Energy (SFOE); Solarwärme und Photovoltaik – ein Technologievergleich, 25. Feb 2015,
<http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/38426.pdf>

Grober Kostenvergleich

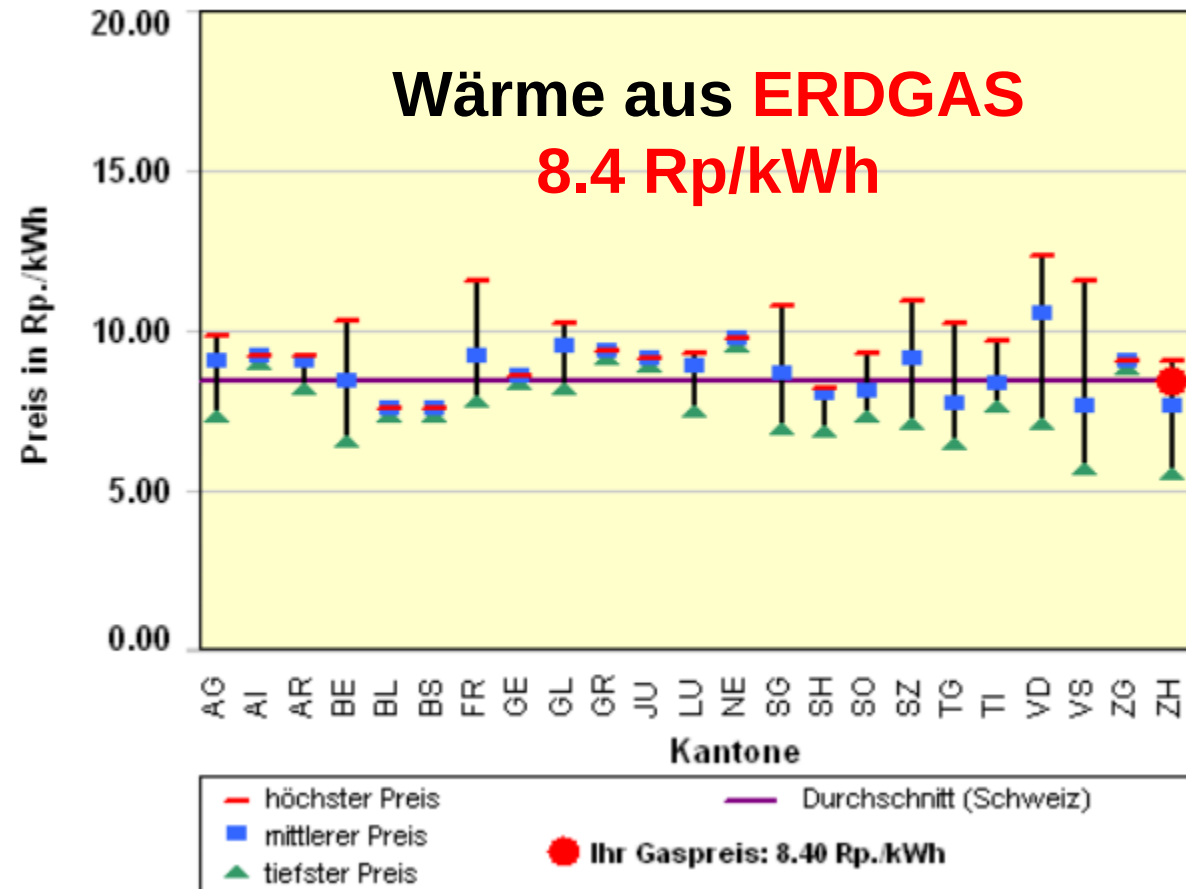
PV WP versus Erdgas

Wärme aus PV+WP

PV: 18 Rp/kWh_e

Leistungszahl 3

$18/3 = 6 \text{ Rp/kWh}_t$



Typ II: [Einfamilienhaus, durchschnittlicher Jahresverbrauch von 20'000 kWh, Heizung mit Warmwasser, Kesselleistung 12 kW](#) (Preis inkl. CO2 Abgabe ohne MWStr.)

<http://gaspreise.preisueberwacher.ch/web/index.asp?z=46>

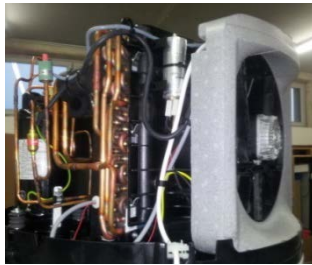
PV on the Roof + Heat Pump = Hot Water

PV



- No hot water on the roof needed
- Lower installation costs
- Very high reliability
- Increasing PV self-consumption

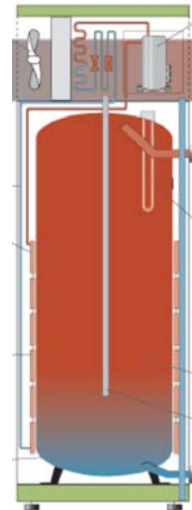
Heat Pump
500 Wel



Hot Water
Tank
300 l

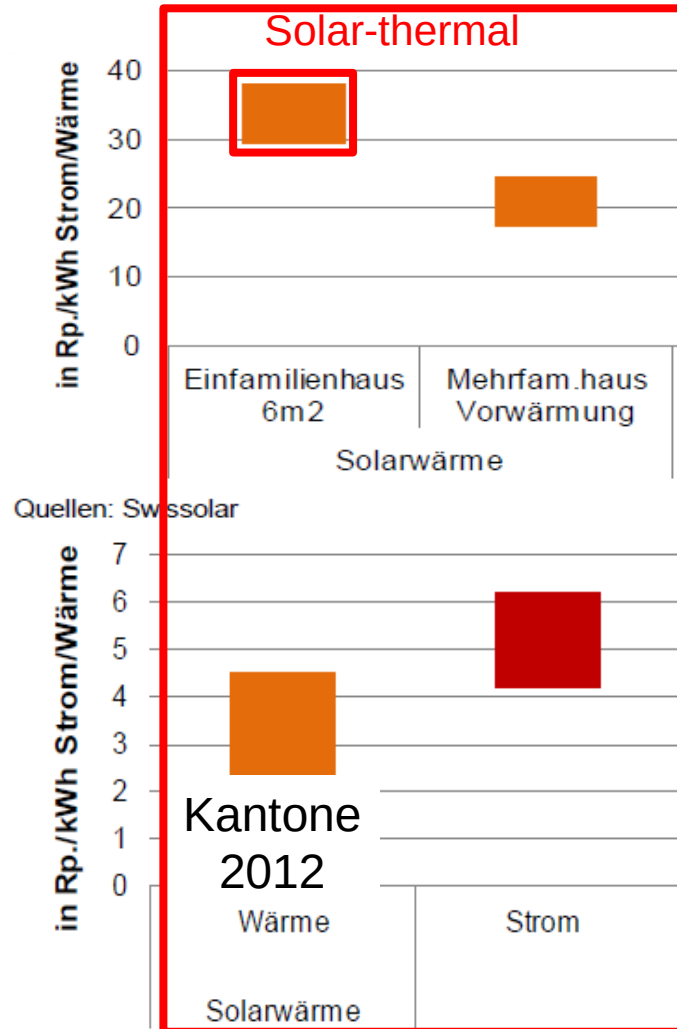


Hardware costs about 2 000 €
without installation



Kosten Solarthermie Warmwasser auf dem Dach CH

Costs
2013

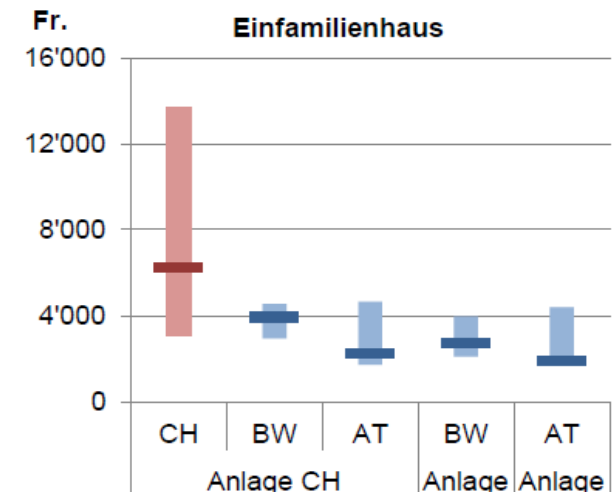
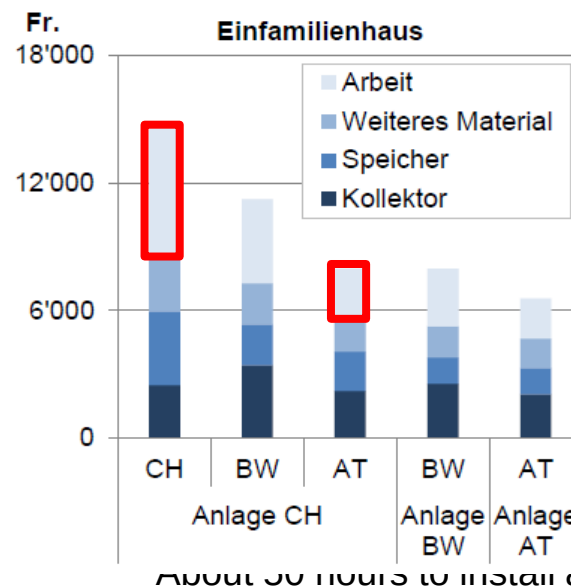
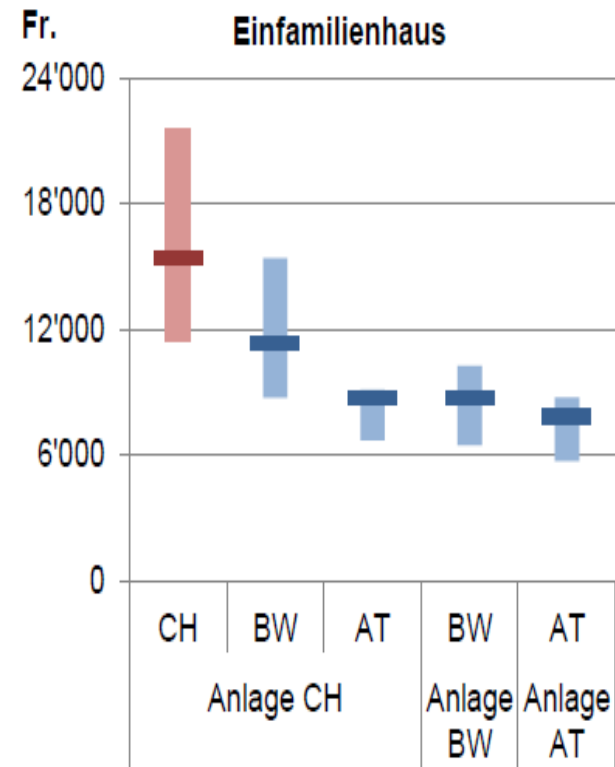


Solar-thermal - Labour Cost Share 2014

Gesamtkosten

Kostenanteil

Arbeitskosten

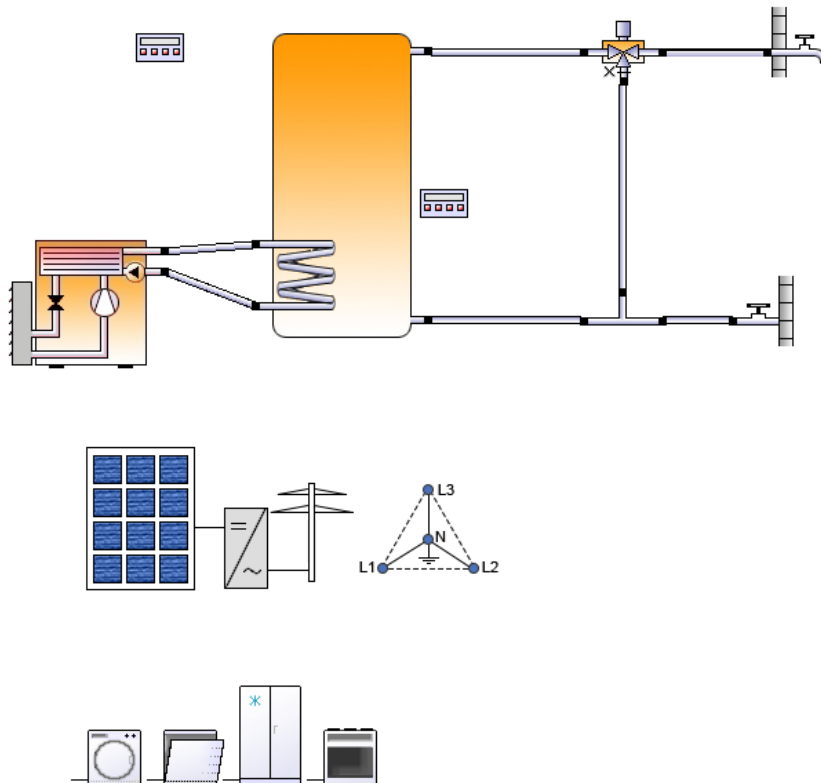


single house solar-thermal system

Ref: M. Müller et al., "Preise und Kosten thermischer Solaranlagen", Ernst Balser + Partner, Zollikon, Schweiz, 4. Nov. 2014;
www.ebp.ch/files/pdf/20141104_preisanalyse_solarwaerme.pdf

Schlussfolgerung: **Reduktion der Arbeitskosten zwingend!**

Invertergesteuerte Wärmepumpe Dach PV

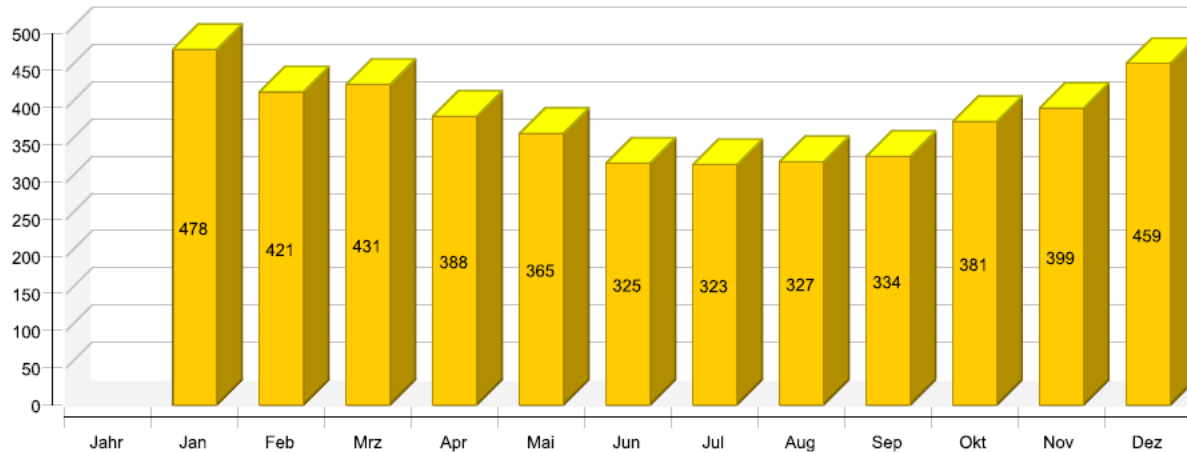


- 300l Tank
- WP invertergesteuert, keine Zeitschaltung
- 5 kWp 30° Süd
- 50°C
- Speichertemperatur normal, 60°C wenn invertergesteuert
- 3500 kWh Hausverbrauch
- 200l @ 50°C pro Tag (4-Personen EFH)
- 4'630.5 kWh
- 36.7%

Monatsbilanzen: PV + WP für WW

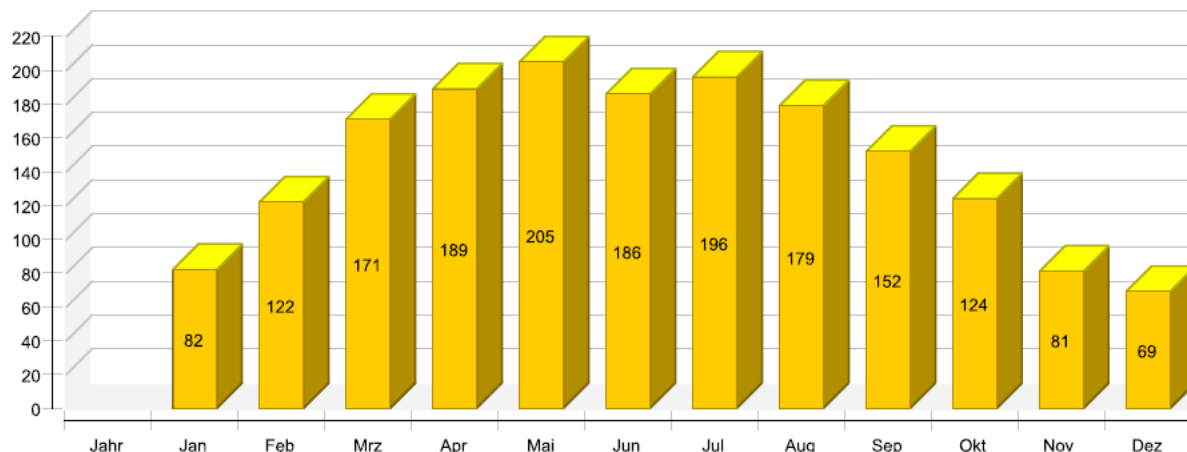
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

kWh



Eigenverbrauch [Eocs]

kWh



Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d	200	
Solltemperatur	°C	50	
Energiebedarf [Qdem]	kWh	3'340	

Speicher 2		300l Trinkwasser	
Volumen	l	300	

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	38.5 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	5'298.3 kWh
Energieproduktion AC [Qinv]	4'783.4 kWh
Gesamte Nennleistung Generatorfeld	5 kW
Performance Ratio	76.5 %
Spezifischer Jahresertrag	956.7 kWh/kWp/a

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

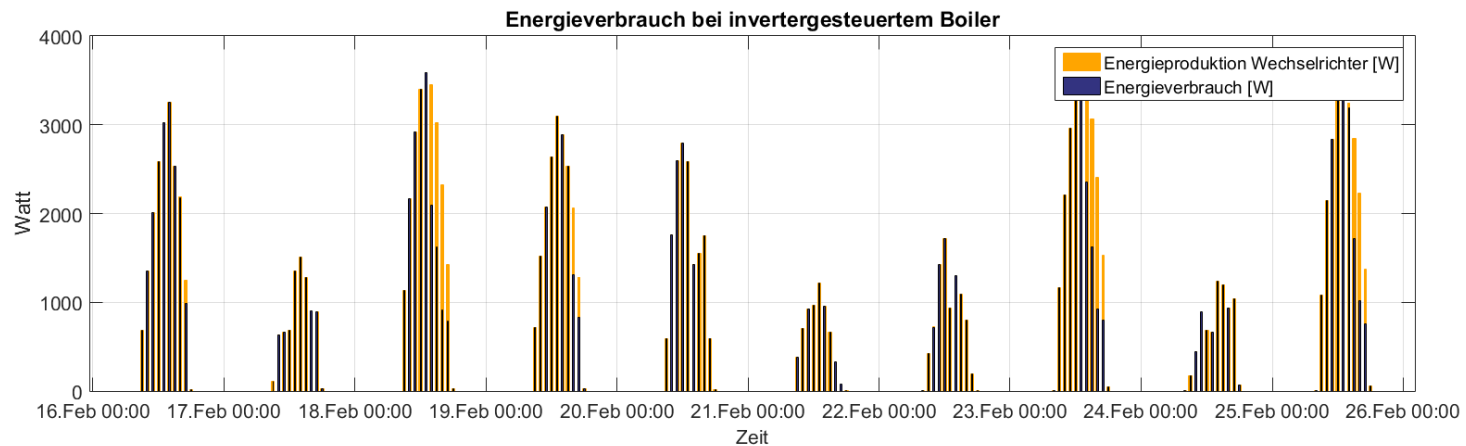
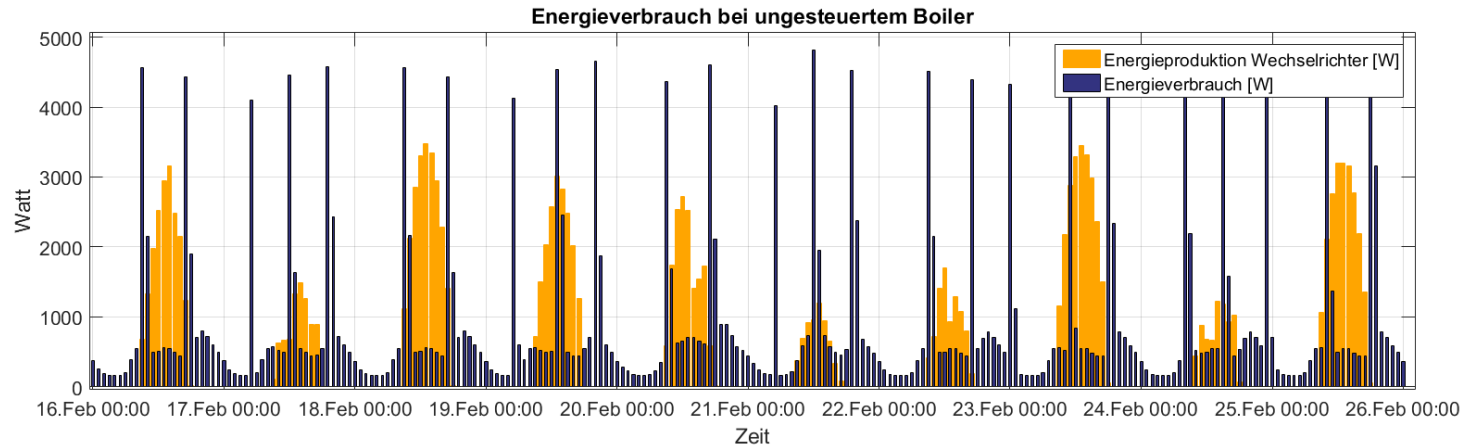
Jahresarbeitszahl für Luft-Wasser-Wärmepumpe	3.6
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	1'130.5 kWh
Gesamte Energieeinsparung	2'884.9 kWh
Gesamte vermiedene CO ₂ -Emission	1'547.5 kg

Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	-152.9 kWh
Gesamter Energieverbrauch [Quse]	3'361 kWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	3
Anlagenaufwandszahl	0.34

Simulation ausgeführt von Raphael Knecht, IEFE mit Polysun; www.velasolaris.com/

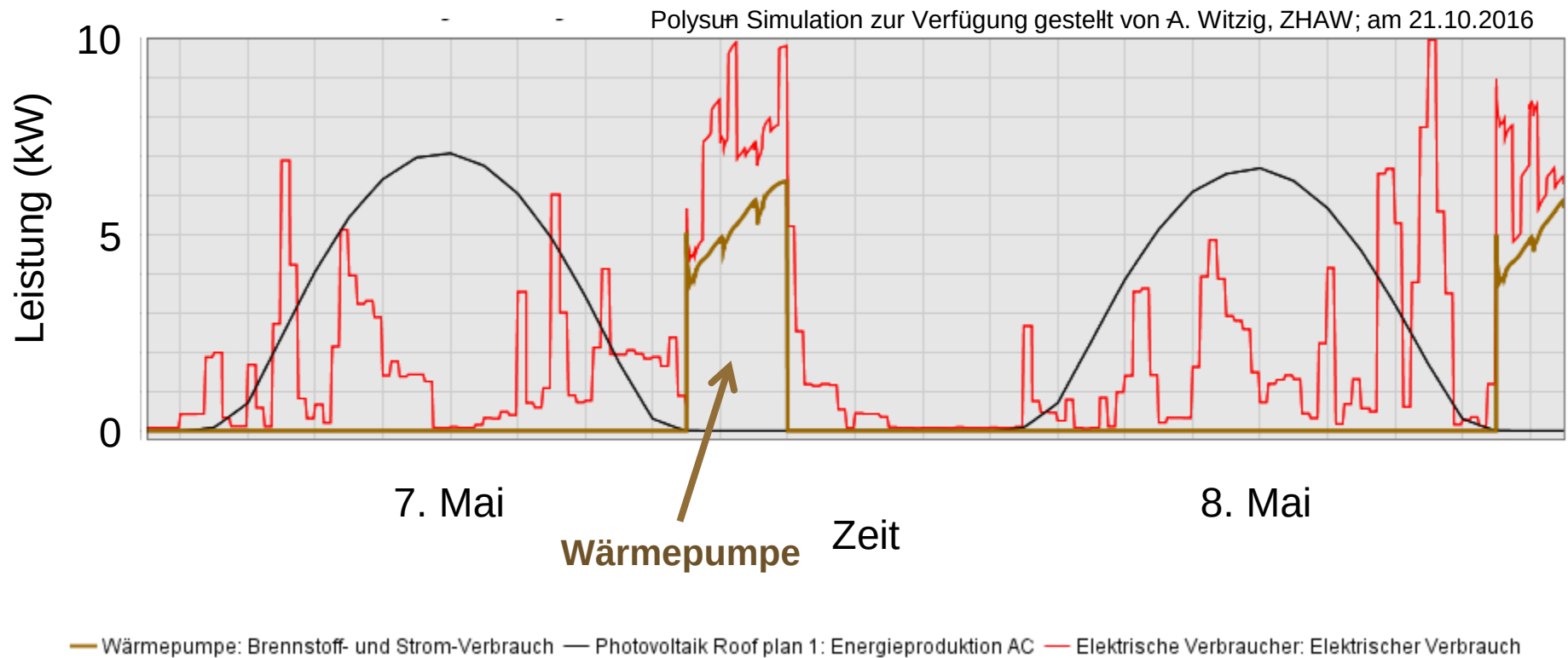
Boiler Steuerung mit PV Inverter



Simulation ausgeführt von Raphael Knecht, IEFE mit Polysun; www.velasolaris.com/

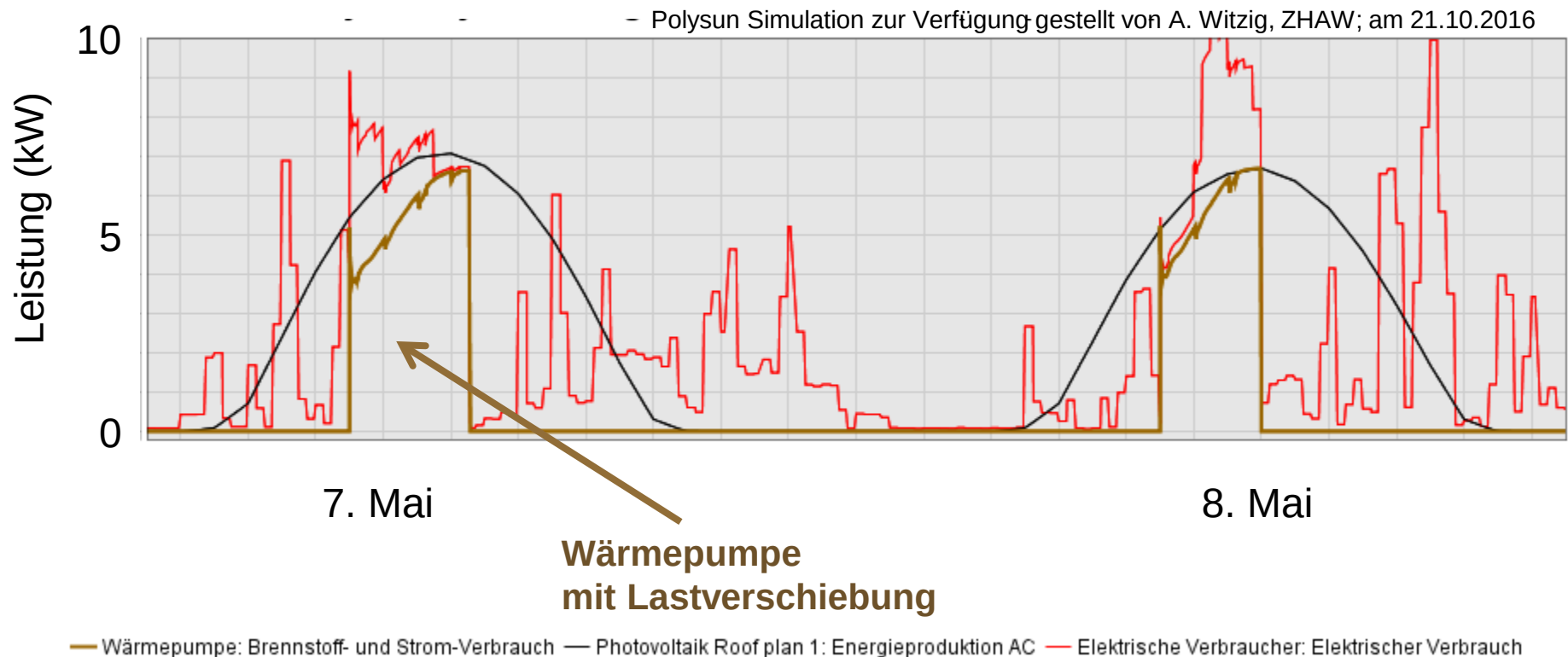
Standard WP mit Nachtstrom

Normalerweise läuft die Wärmepumpe in der Nacht



Wärmepumpe gespeist von Solarstrom

Lastverschiebung: Wärmepumpe dann laufen lassen, wenn es PV-Strom gibt

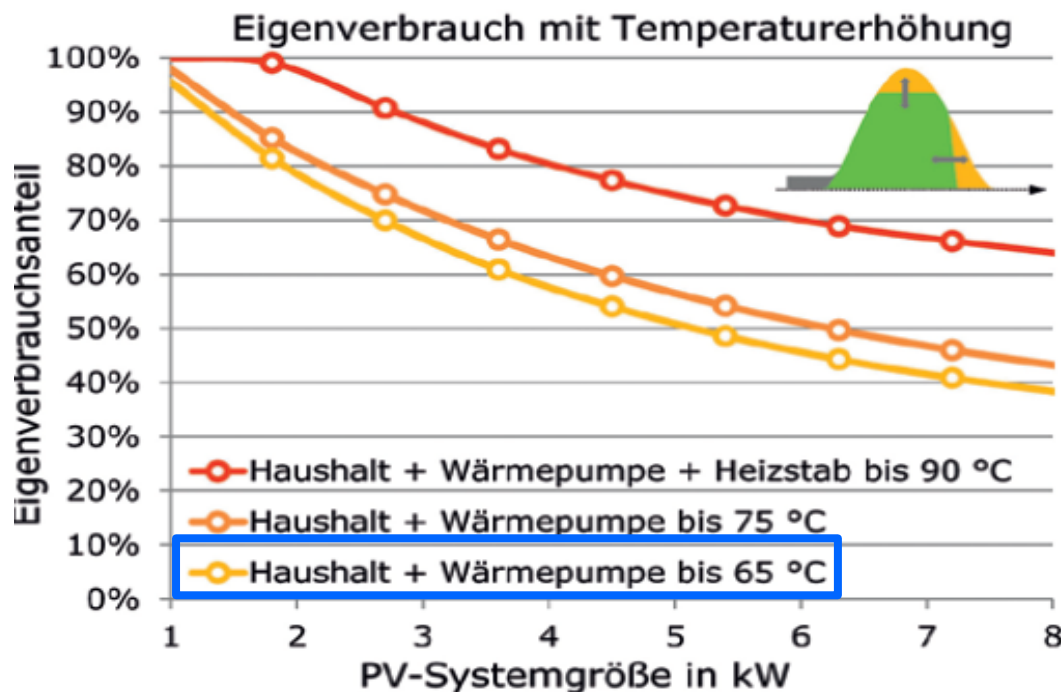


Erkenntnis 1: Nicht nur die Energien anschauen, auch die Leistungen müssen passen!

Erkenntnis 2: Je genauer man simuliert, desto kleiner wird der Eigenverbrauchsanteil...

WP steigert den Eigenverbrauchsteil

1. Typisch 30% Solarstromnutzung für einen 5000kWh/a Haushalt, wenn eine 5kW Solaranlage gesamthaft 100% Jahrestromverbrauch erzeugt.
2. Wird Solarstrom zusätzlich zur Wärmenutzung eingesetzt, kann der Eigennutzungsanteil weit über 30% steigen.



T. Tjaden; IKZ-HAUSTECHNIK 13/2014;
<http://pvspeicher.htw-berlin.de>

Andere Weblösungen zur Analyse
 des Eigenstromanteils siehe unter
<http://www.solar-toolbox.ch/simulation/>

Polysun Rechenalgorithmen in Sunny Design des Herstellers SMA

Polysun Simulation zur Verfügung gestellt von A. Witzig, ZHAW; am 21.10.2016

Projektdaten eingeben		Verbrauchsprofil definieren		PV-Anlage konfigurieren	Zusatzoptionen	Wirtschaftlichkeit betrachten	Ergebnisse
Hersteller/PV-Modul			Anzahl PV-Module/Peak-Leistung		Ausrichtung / Montageart		
Kyocera KD145GH-4YU (04/2014)			48 PV-Module 6,96 kWp				

PV-Eigenverbrauch

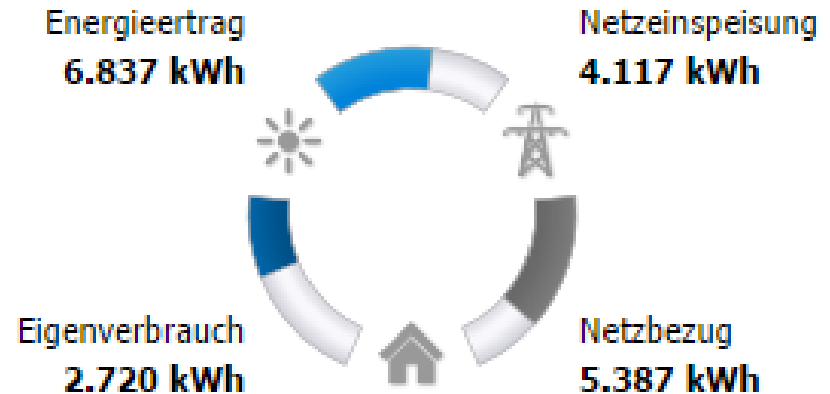


Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser
Nennleistung: 2,68 kW
Elektr. Energiebedarf: 3.106,99 kWh

Gebäude: Passivhaus
Beheizte Fläche: 200 m²
Warmwasser: 400 l/d



Verteilung der PV-Energie



Autarkiequote

33,6 %

Eigenverbrauchsquote

39,8 %

Simulations-Tools bieten unterschiedliche Elektrische Verbraucher Gruppen an

Wizard: Elektrische Verbraucher

Projekt | Vorlage | Warmwasser | Gebäude | Wärmerezeuger | Netz | PV Generatorfeld | PV Auslegung | PV-Kabel | PV Prüfung | **Elektrische Verbraucher**

Elektrische Verbraucher

Fügen Sie bis zu 10 elektrische Verbrauchsprofile hinzu und lassen Sie Polysun den Eigenverbrauch ermitteln.

Elektrische Verbraucher

Anzahl der elektrischen Verbrauchsprofile: 3

Verbrauchsprofil 1: 15 min Lastprofil H03: Paar, 30 - Jahresverbrauch [kWh]: 3'500

Verbrauchsprofil 2: ind, beide Elternteile berufstätig - Jahresverbrauch [kWh]: 5'500

Verbrauchsprofil 3

Profil - Katalog

Nur Favoriten anzeigen

Katalog-Nr.	Name	Dateiname
60	15 min Lastprofil H05: Familie mit 3 Kindern, beide Elternteile berufstätig	eload_15min_H05...
61	15 min Lastprofil H06: Person, arbeitslos	eload_15min_H06...
62	15 min Lastprofil H07: Alleinstehender Mann unter 30 Jahre, berufstätig	eload_15min_H07...
63	15 min Lastprofil H17: Büro	eload_15min_H17...
64	15 min Lastprofil H18: Familie mit 2 Kindern, Eltern arbeitslos	eload_15min_H18...
65	15 min Lastprofil H19: Paar, 30 - 64 Jahre, beide berufstätig, mit Haushaltshilfe	eload_15min_H19...
66	15 min Lastprofil H20: Familie mit 3 Kindern, beide Elternteile berufstätig (davon 1...	eload_15min_H20...
67	15 min Lastprofil H21: Paar, 30 - 64 Jahre, Schichtarbeiter	eload_15min_H21...
68	15 min Lastprofil H40: Alleinerziehende und berufstätige Mutter mit 1 Kind	eload_15min_H40...
69	15 min Lastprofil H41: Alleinstehender Mann über 65 Jahre	eload_15min_H41...
70	15 min Lastprofil H42: Alleinstehende Frau über 65 Jahre	eload_15min_H42...
71	15 min Lastprofil H43: Alleinstehende Frau unter 30 Jahre, berufstätig	eload_15min_H43...
72	15 min Lastprofil H44: Alleinstehende Frau unter 30 Jahre, arbeitslos	eload_15min_H44...
73	15 min Lastprofil H45: Familie mit 2 Kindern, beide Elternteile berufstätig	eload_15min_H45...
74	15 min Lastprofil H46: Alleinstehender Mann unter 30 Jahre, arbeitslos	eload_15min_H46...
75	15 min Lastprofil H48: Alleinstehender Mann unter 30 Jahre, berufstätig	eload_15min_H48...
76	15 min Lastprofil H49: Alleinstehender Mann über 65 Jahre	eload_15min_H49...

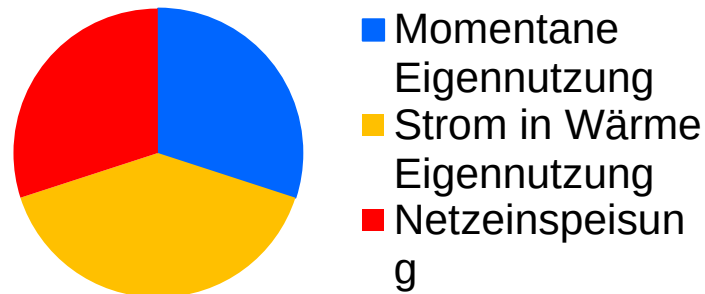
Polysun Simulation zur Verfügung gestellt von A. Witzig, ZHAW; am 21.10.2016

Wege zum energieautarken Haus wird Mainstream

Solar - Haushalt 2020

- Momentane Stromnutzung
- Eigennutzung Wärme
- Netzzurückspeisung

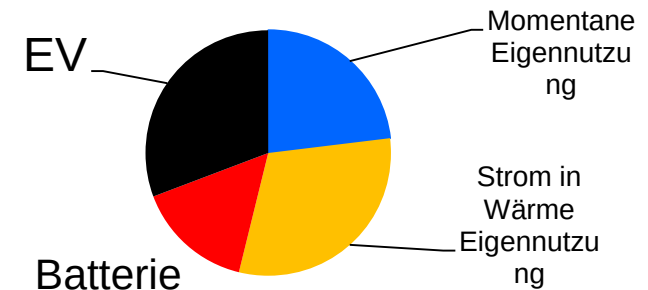
PV Stromnutzung



Solar - Haushalt 2030

- Momentane Stromnutzung
- Eigennutzung Wärme
- Stationäre Batterie/EV/Netz

PV Stromnutzung



- Netzanschluss für 400 CHF / Flatrate Winter+Notstrom für 200 CHF ?

ZHAW Bachelorarbeit 2015

Autonome Solarstromwand

Daniel Lantschner, Raphael Knecht



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



Johann Jacob Rieter-Stiftung



myblueplanet
today together for tomorrow



}

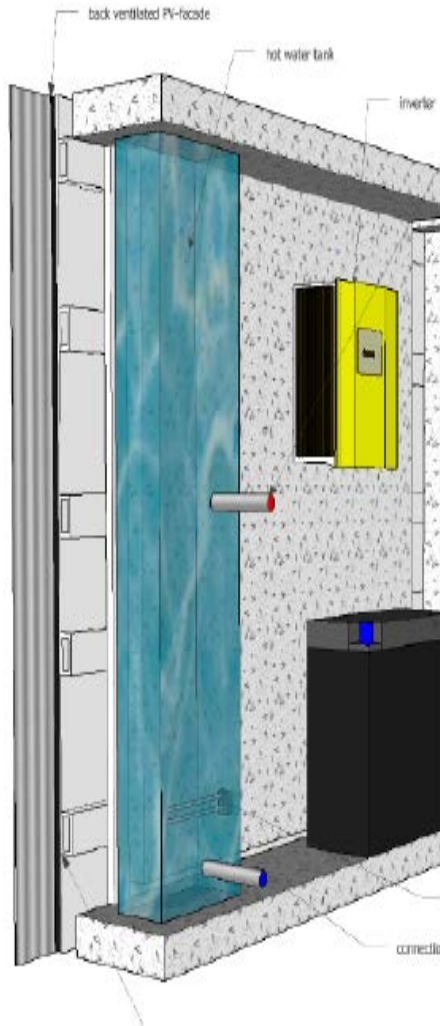
Winterthur 9. Juli 2015, www.zhaw.ch/~dau1

www.myblueplanet.ch

<https://www.facebook.com/Fanpage.myblueplanet/photos/>

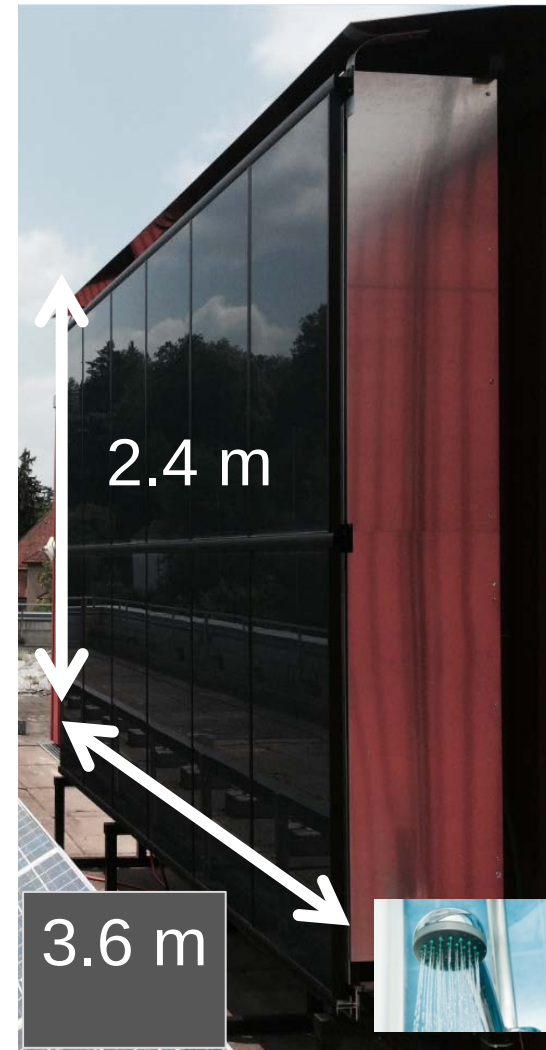


Vom Konzept zum Prototype



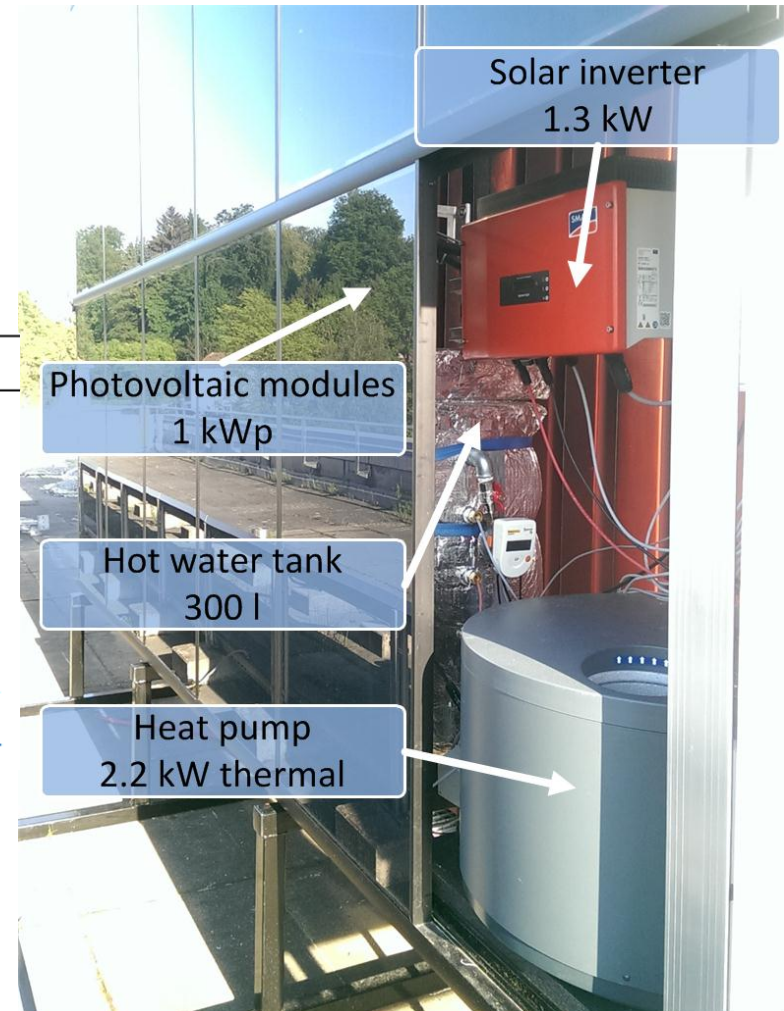
Reduktion
Arbeitskosten
durch
Vorfertigung
in der Fabrik
nicht
auf der Bau-
stelle

1kW PV
STO Art Inlay
12 x 85Wp CIS
Output e⁻

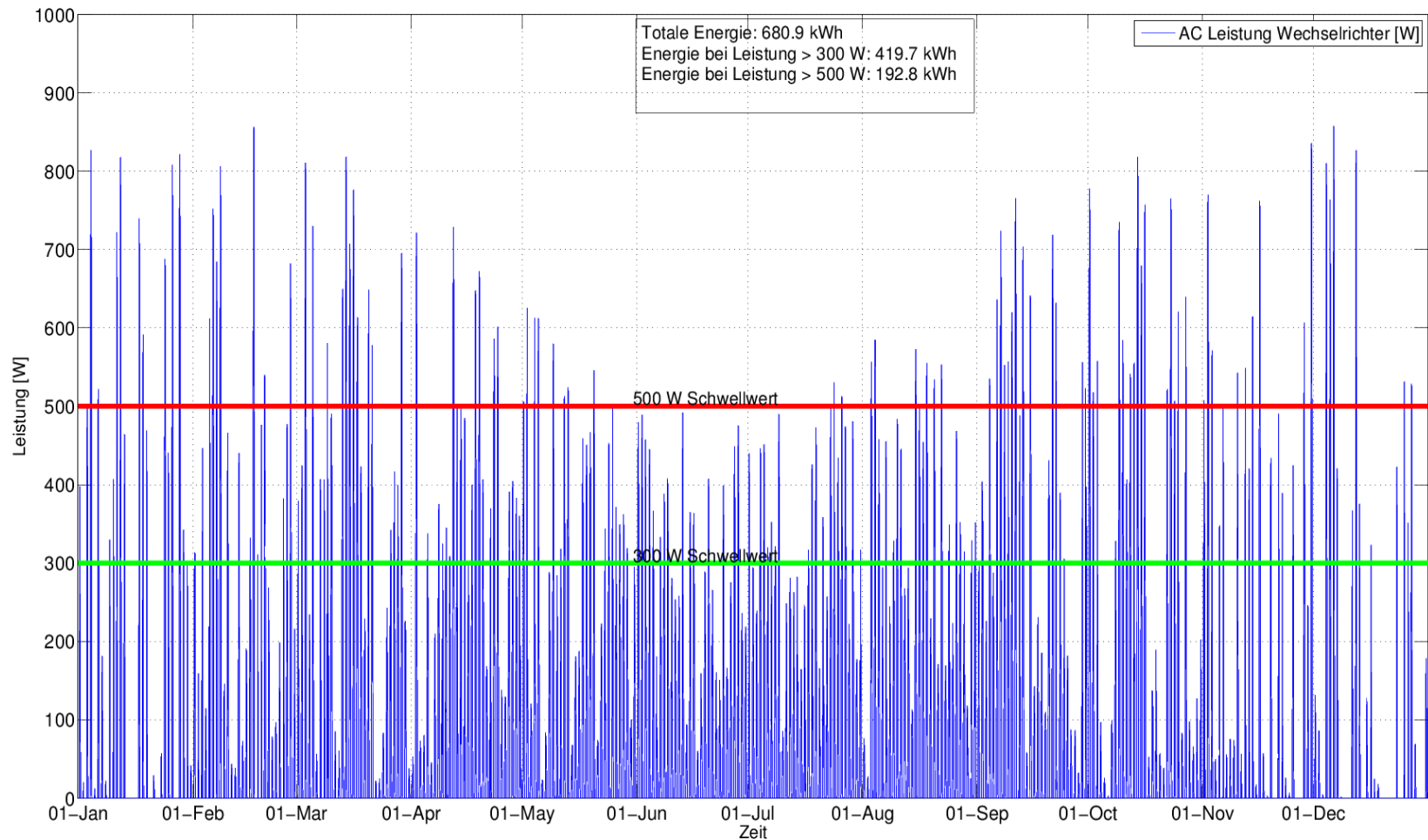


Data sheet of the SPWS prototype

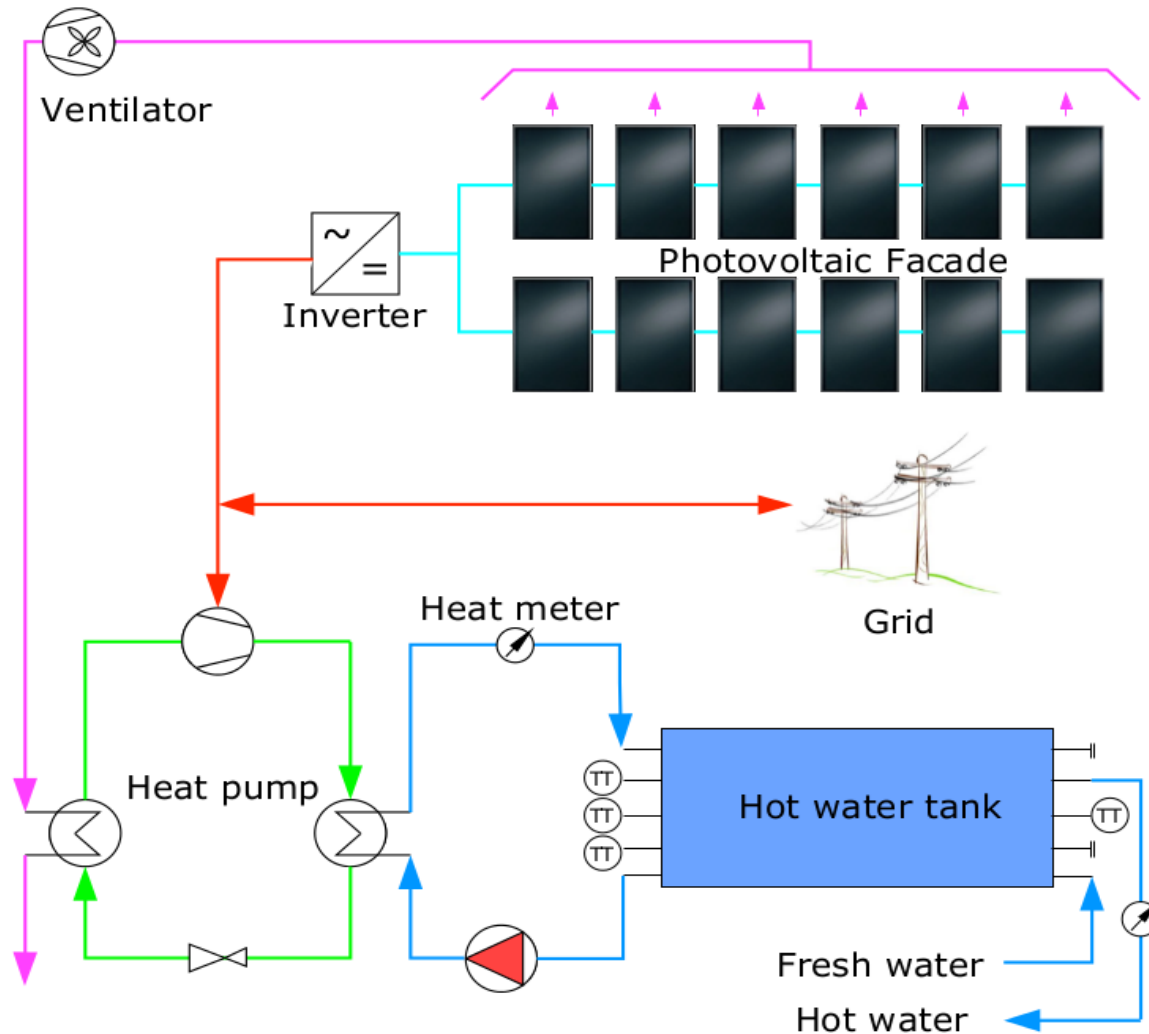
Component	Data	
PV Modules	Manz CIGS 85 Wp	
PV inverter	SMA SB 1300TL	
Heat pump	Ochsner Europa Mini IWP, $P_{\text{electrical}} = 500 \text{ W}$ COP max = 4.4	
Hot water tank	$2.5 \times 0.2 \times 0.6 \text{ m}^3 = 300 \text{ l}$	Custom
Elec. battery.	N/A	optional



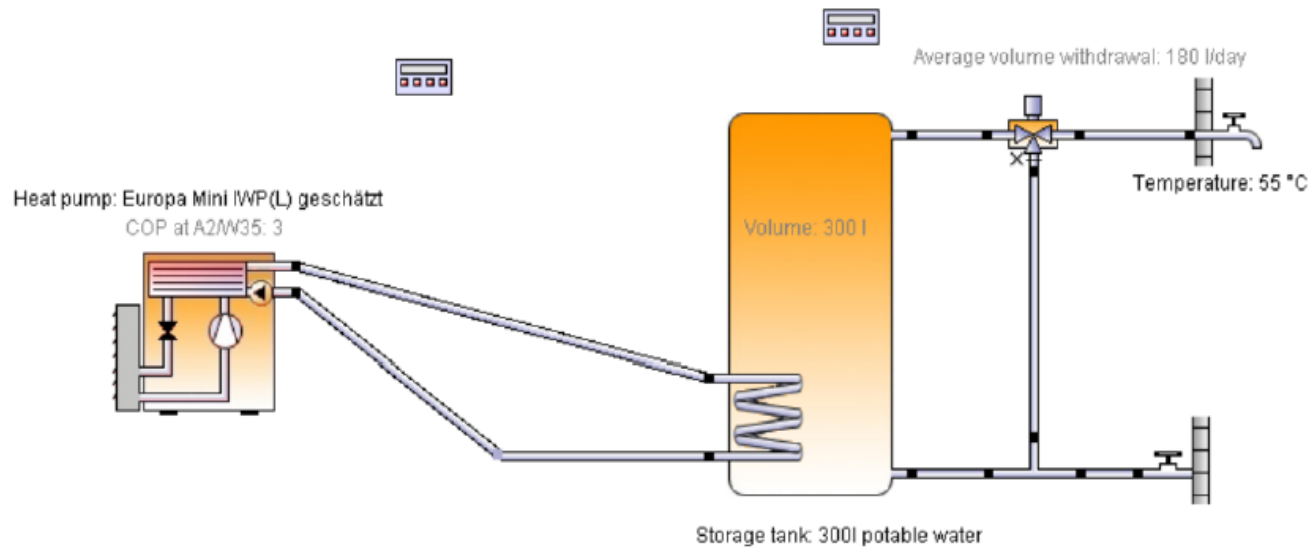
Simulation: Solarstrom auch im Winter



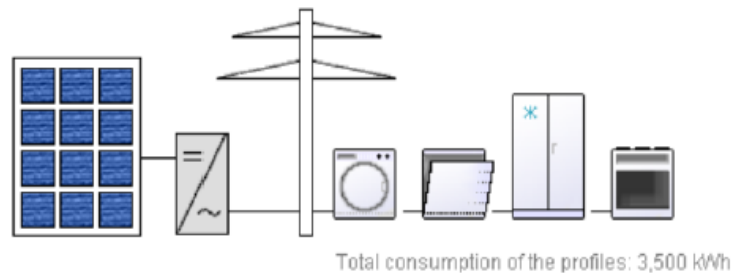
Coupling of electrical and thermal systems



Simulation - Setup

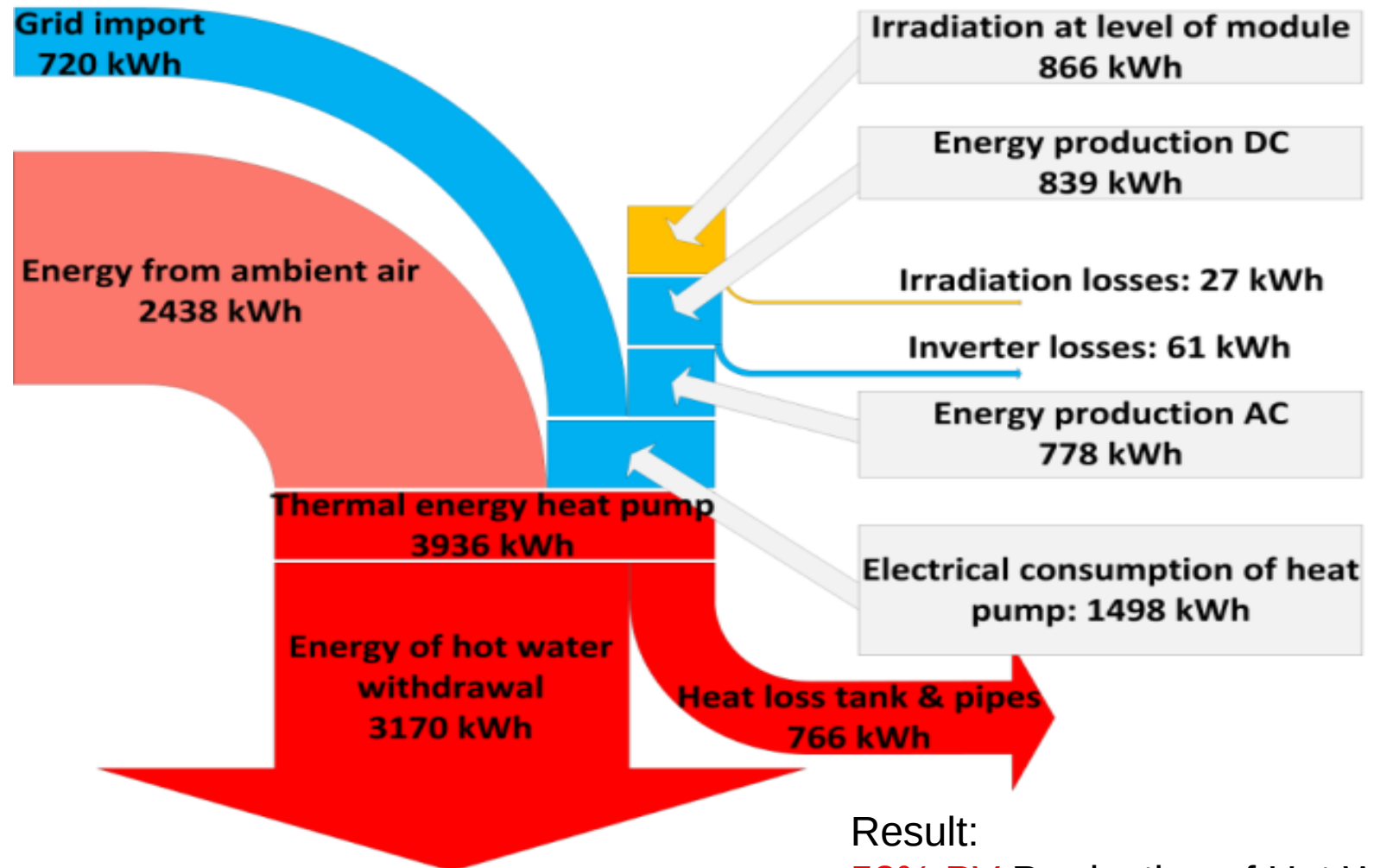


Photovoltaics: M-GCS124E085
Number of modules: 12
Total nominal power generator field: 1.02 kW
Orientation (E=+90°, S=0°, W=-90°): 0 °
Tilt angle (hor.=0°, vert.=90°): 90 °



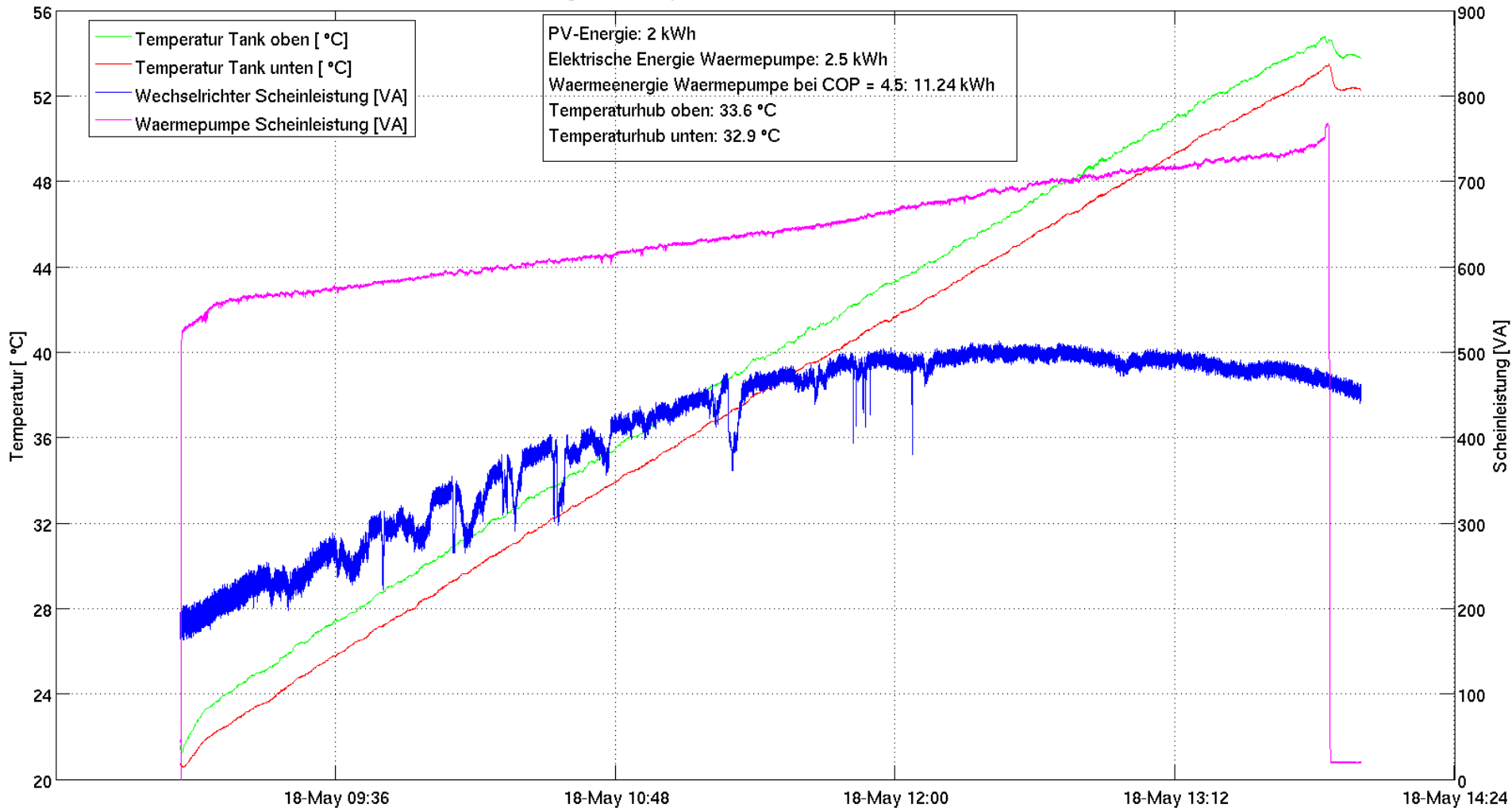
Polysun www.velasolaris.com

Energy Flow of SPWS



Messresultate: + 33°C / 300 Liter WW

Messung der Temperaturen der Module und im Tank



Production costs of SPWS

Component	Amount	Cost
PV facade and inverter	1 kWp	CHF 3000.-
water tank and heat pump	300 liters	CHF 2650.-
installation and material		CHF 3000.-
total investment cost		CHF 8650.-
electrical yield	681 kWh/p.a.	
usable yield (60 %)	409 kWh/p.a.	
excess yield (40 %)	272 kWh/p.a.	CHF -81.-
power from grid	105 kWh/p.a.	CHF 32.-
total power for heat	514 kWh/p.a.	
average COP heat pump	3.7	
system heat yield	1900 kWh/p.a.	
years of operation	20 years	
total system yield	38'000 kWh	
total excess power	5440 kWh	CHF -1620.-
total power from grid	2100 kWh	CHF 630.-
exchange inverter after 10 years of operation		CHF 500.-
total		CHF 8160.-
Thermal production costs	0.215 CHF/kWh_{thermal}	

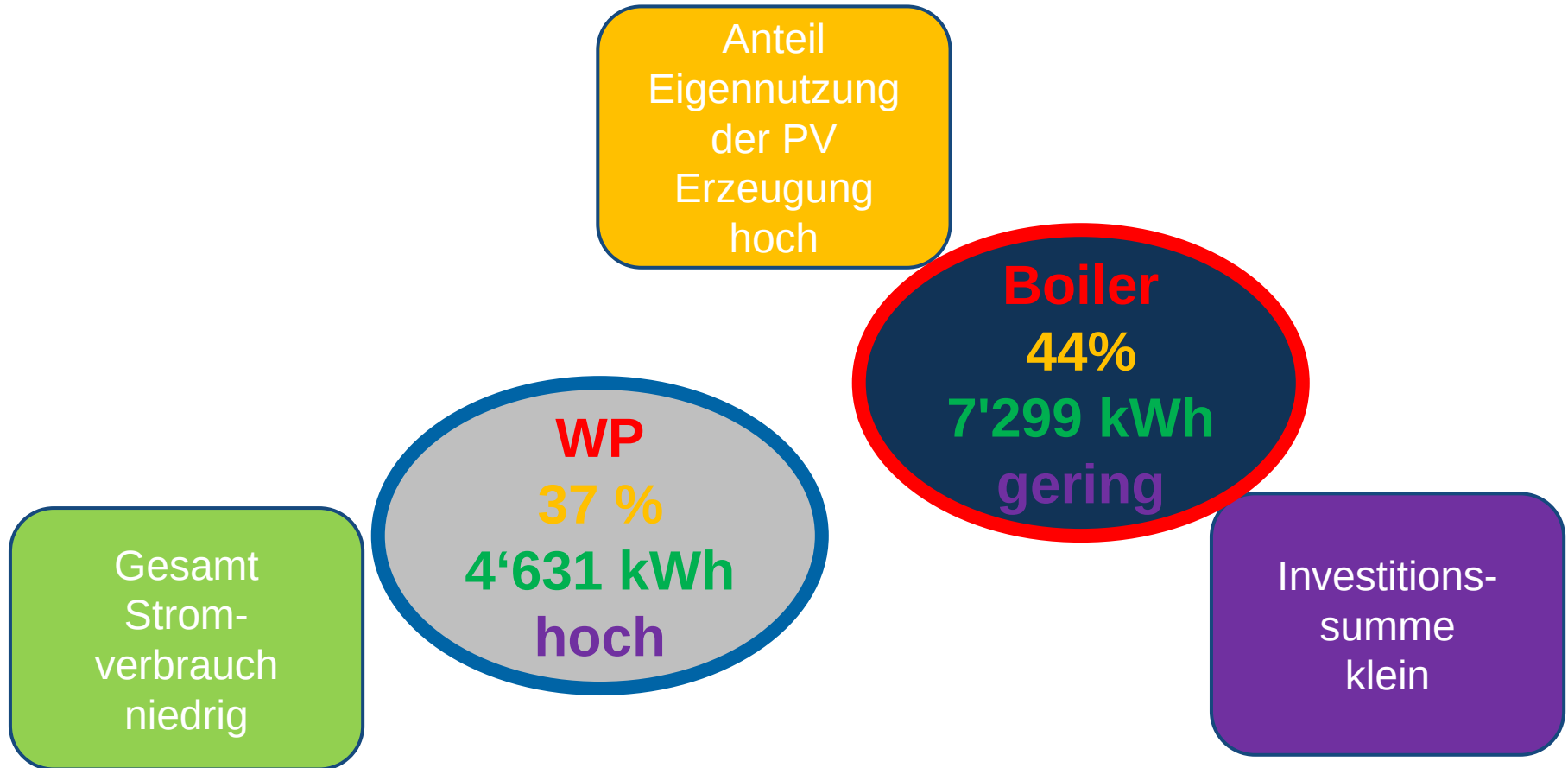
Anwendungsmöglichkeiten PV –WP Wand



- Vorgefertigte Wandelemente
- Für Ein- und Mehrfamilien H.
- Vorfassade - Renovation



Wärmepumpe versus Widerstandsheizer als Warmwasserquelle



Annahmen: Boiler u. WP von PV Inverter gesteuert

- 5 kWp 30° Süd Dachanlage Standard
- 3500 kWh Hausstromverbrauch
- WW 200l @ 50°C pro Tag (4-Personen EFH)

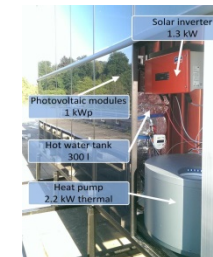
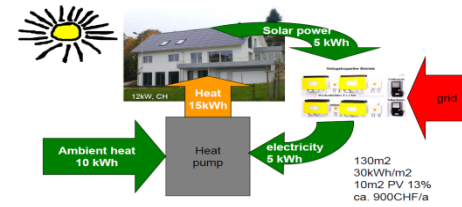
Simulation Polysun;
www.velasolaris.com/

Zusammenfassung: Wie Verantwortung übernehmen?

1) Verantwortlich **HEIZEN**

2) Verantwortlich **DUSCHEN**

3) Verantwortlich **FAHREN**



kWh/d elektr.	SFr/d
4 $30\text{kWh/m}^2 \cdot 150\text{m}^2 / 3 / 365 = 4$	1.2
2 2 Personen je 20 Liter WW	0.6
7 $20\text{kWh}/100\text{km} \cdot 35\text{km}$	1.4
13	3.0



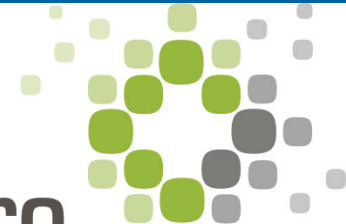
Wer kann sich das nicht leisten?

Es kostet nicht mehr wie heute SMART zu telefonieren!

Energien der Zukunft

PV to Heat – Solarstrom verheizen?

electro
suisse



Donnerstag | 3. November 2016 | EKZ Dietikon

Auszug aus dem Tagesprogramm:

<https://www.electrosuisse.ch/de/verband/fachwissen/fachtagungen.html>

PV und Wärmepumpe – ein ideales Gespann

Martin Kleimaier, Task Force Leiter beim VDE / ETG, Essen, Deutschland

Fördermodelle auf dem Prüfstand

Marcel Knöri, Stv. Abteilungsleiter Amt für Energie Kanton St. Gallen

Solarthermie und Photovoltaik in Kooperation statt in Konkurrenz

Beat Kämpfen, Geschäftsleiter Kämpfen für Architektur

Vision wird Realität – das Energieautarke Mehrfamilienhaus

Roger Balmer, Geschäftsführer Pro-Energie GmbH

Eisspeicher, Wärmepumpe und PV – ein unschlagbares Team

Martin Rauen, Leiter Viessmann Akademie, Viessmann Schweiz AG

PV to Heat hilft dem Ausbau der Photovoltaik in der Schweiz

Wieland Hintz, Fachspezialist erneuerbare Energien Bundesamt für Energie

Schweizer Solarpreis 2016



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

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
- AEE Agentur für Erneuerbare Energie, Bern
- Erneuerbare Energie der ETG der Electro Suisse
- Scientific Committee European Photovoltaic Conf.

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera



aeeSUISSE
Dachorganisation der Wirtschaft für
erneuerbare Energien und Energieeffizienz

