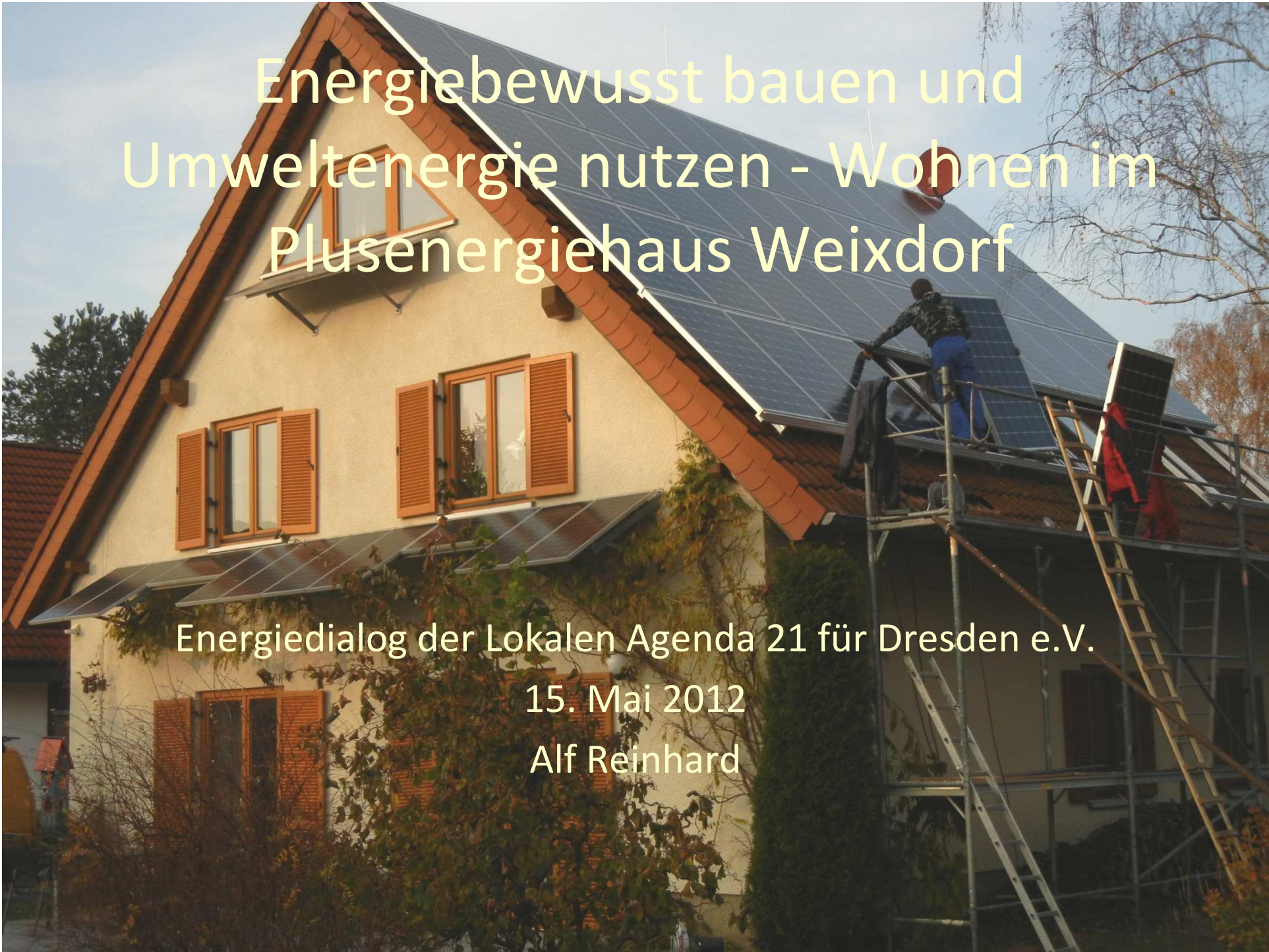




Energiebewusst bauen und Umweltenergie nutzen - Wohnen im Plusenergiehaus Weixdorf

Energiedialog der Lokalen Agenda 21 für Dresden e.V.

15. Mai 2012

Alf Reinhard

Gliederung

 Veranlassung, Motivation

 Entstehungsgeschichte

 Paradigmenwechsel –

8 Thesen zur Versorgung eines Hauses mit
Energiedienstleistungen

*Paradigma bezeichnet eine bestimmte wissenschaftliche Lehrmeinung, Denkweise oder Art der Weltanschauung. Wenn sich eine solche grundlegend ändert, nennt man das **Paradigmenwechsel**. (Wikipedia)*

 Ausblick

Veranlassung, Motivation

- 🌱 **Tun, was man möchte** (CO₂-Emission zählt nicht zu den Wünschen also verzichtbar)
- 🌱 **Neugier: Geht 100 % erneuerbar?**
- 🌱 **Tendenzielle Unabhängigkeit**
- 🌱 **Materieller Verbrennungsprozess zur Erzeugung einer immateriellen Dienstleistung (Energie) nicht zweckmäßig**
- 🌱 **Fossile Quellen sind endlich** (stetig zunehmender Handlungsdruck, keine Nachhaltigkeit)
- 🌱 **Lokale erneuerbare Energiepotenziale erkennen und nutzen** (ohne Beschaffungsprobleme)
- 🌱 **Treibhausgasemission vermeiden**
- 🌱 **Irreversibilität vermeiden** („Einbahnstraße“)
- 🌱 **Klimawandel, stärkster Effekt fehlender Stoffkreislaufschließung!**



Der lange Weg zum Plusenergiehaus

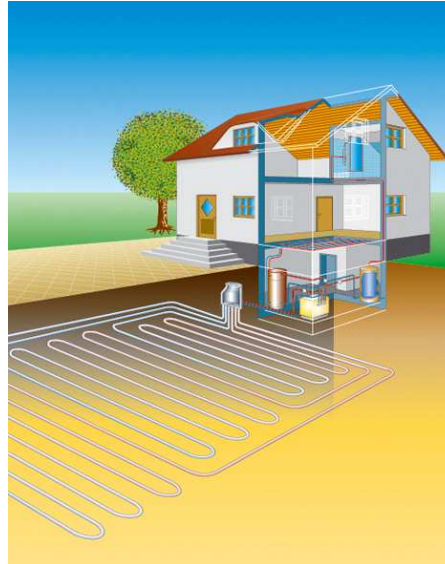
- 🌞 1994 Umbau eines Pkw Trabant auf Elektroantrieb (Solar- und Hybridmobil Verein Pirna)
- 🌞 1995 Beginn Hausbau , Verlegung des Erdkollektors
- 🌞 1995 Bau Massivhaus mit Wärmepumpe (Fußbodenheizung und Warmwasserbereitung)
- 🌞 1997 Fertigstellung der Außendämmung
- 🌞 1998 Dachbegrünung Flachdach
- 🌞 1999 Schnellladestation 5 kW
- 🌞 2000 1,26 kWp Photovoltaik-Fassadenanlage nach EEG
- 🌞 2002 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Paul, WRG-90-multi)
- 🌞 2005 Bau Solarcarport (PV- Dachintegrationssystem 4 kWp)
- 🌞 2011 Photovoltaikanlage 10 kWp Ostdach



Hauptkomponenten (aktiv)

**Nutzung von
Sonnenenergie zur
Stromerzeugung**

Photovoltaik



**Stromnutzung mit
Speicher für
Mobilität**

Elektrofahrzeug



**Nutzung von
Umwelt-
wärme aus der
Erde mittels
Wärmepumpe**



Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

1. *Potenzialgedanke erneuerbarer Energien erfordert grundsätzlich neue Sicht auf lokale Energiesituation*

❖ **Bisher: Versorgung komplett von außen**

- **Netzstrom (Mix)**
- **Erdgas**
- **Heizöl**
- **Kohle, Holz**

☀️ **Neu: Versorgung aus lokalen Potenzialen erneuerbarer Quellen am Ort des Bedarfs**

- **Solare Stromversorgung**
- **(Erd-)Wärmepumpe**
- **Weitere?**



Flächenpotenziale = Erneuerbare Energie-Potenziale (Solareinstrahlung = 1000 kWh/m²*a in Dresden)

☀️ **Potenzial:** Grundstücksfläche gesamt 500 m²

➡️ Solareinstrahlung 500.000 kWh/a

☀️ **Genutzt:** ½ Dachfläche 70 m² +10 m²

➡️ Solarstrom 7.500 kWh/a + 800 kWh/a

☀️ **Genutzt:** Erdkollektor 180 m²

➡️ Erdwärme 11.000 kWh/a

☀️ **Nutzungsanteil gesamt nur ca. 4 % !**



Solarpotenzial-Dachkataster (www.dresden.de/Solarkataster)

dresden.de Themenstadtplan

Angezeigte Karte Inhaltsverzeichnis Legende drucken messen Hintergrund Straßenkarte Dresden Luftbild

Inhaltsverzeichnis

- ☐ Aktuelles
- ☐ Allgemeines
- ☐ Kultur und Sport
- ☐ Leben, Arbeiten und Wohnen
- ☐ Stadt, Verwaltung und Rat
- ☒ Stadtentwicklung und Umwelt
 - ☐ 3D-Visualisierungen
 - ☐ Abfallwirtschaft
 - ☐ Hochwasser
 - ☒ Klimaschutz
 - ☐ Energieportal (Quelle: SAENA)
 - ☒ Solarpotenzial-Dachkataster
 - ☐ Luft
 - ☐ Lärm
 - ☐ Natur und Landschaft
 - ☐ Planen und Bauen
 - ☐ Wasser
 - ☐ Tourismus
 - ☐ Wirtschaft und Wissenschaft

Im Solarpotenzial-Dachkataster kein Potenzial ausgewiesen!!!

Detailinformationen

Eignung von Dachflächen für Solarenergienutzung (Thermie und PV)

Teilfläche	Eignung	Dachform	Dachneigung (Grad)	Himmelsrichtung	Potentielle Modulfläche (m ²)	Potentieller Stromertrag (KWh/KWp)
1.	bedingt	geneigt	35	OSO	70	751 bis 800

[weitere Informationen zum SolarPaket für die Stadt Dresden](#)

Erläuterungen zum Thema

rechts neben die Karte

Legende:

Solarpotenzial Dachkataster

- sehr gut geeignet (entspricht mehr als 900 kWh/kWp)
- gut geeignet (entspricht mehr als 800 kWh/kWp)
- bedingt geeignet (entspricht bei geneigten Dächern mehr als 700 kWh/kWp, bei Flachdächern bei denen die Möglichkeit der Aufständigung von Photovoltaikanlagen besteht, auch weniger als 700 kWh/kWp)

Copyright:

Solarpotenzial-Dachkataster

Datengrundlage: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt



Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

2. *Maximierung des lokalen Potenzials nutzbarer erneuerbarer Energien*

❖ Bisher: Maximaler Modulertrag einer Photovoltaikanlage angestrebt

- optimale Südausrichtung
- Aber Norddachhälfte ?
- Tote Abstandsflächen bei Modulaufständigung

🌱 Neu: Maximaler Ertrag aus lokalem Gesamtsystem, z.B. Grundstück angestrebt

- Ost-/West- bzw. horizontale Modulinstallation auf Flachdächern
- Damit auch bessere tägliche Verteilung, weniger Mittagsertragsspitze
- Beginn früh zeitiger; Ende abends später



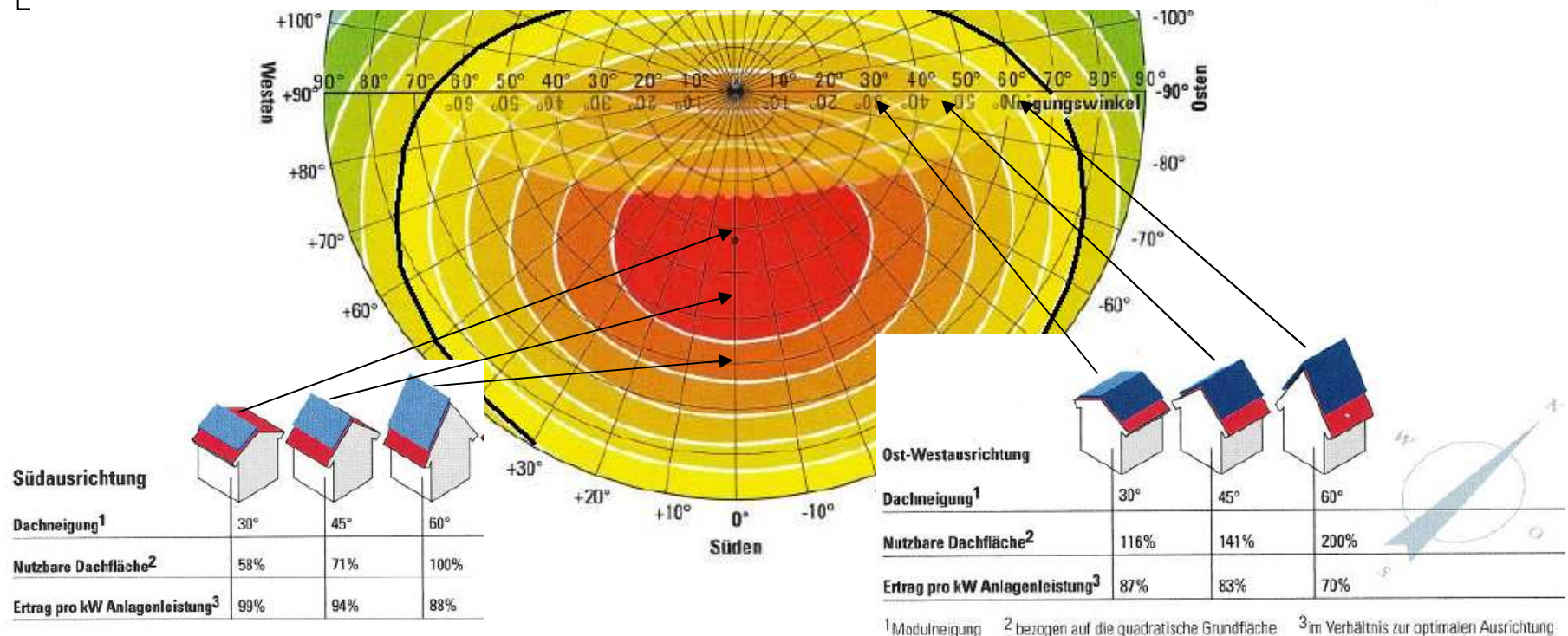
Solare Einstrahlung in Abhängigkeit von der Dachausrichtung

Von Interesse ist der schwarz umrandete Bereich mit mindestens 70% relativem Ertrag; im Überlagerungsbereich sind beide Dachseiten interessant!

Legende (auf eine Dachseite bezogen):

100% 95% 90% 85% 80% 75% 70% 65% 60% 55% 50% 45% 40% 35%

Solare Einstrahlung in Abhängigkeit von Neigungswinkel und Himmelsrichtung in Prozent des Maximalwertes bei optimaler Ausrichtung und Neigung

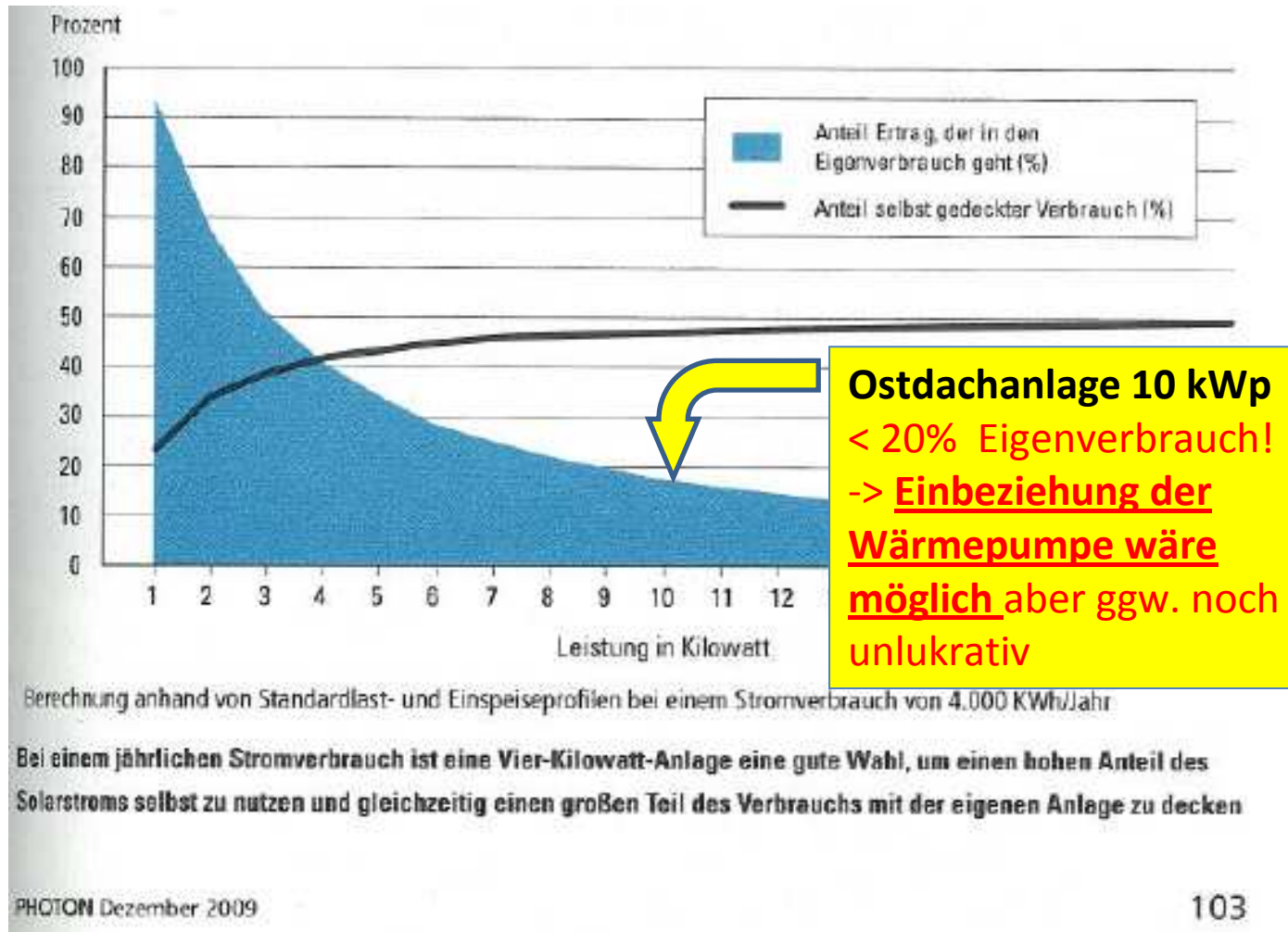


¹ Modulneigung ² bezogen auf die quadratische Grundfläche ³ im Verhältnis zur optimalen Ausrichtung



Die richtige Anlagengröße für den Eigenverbrauch

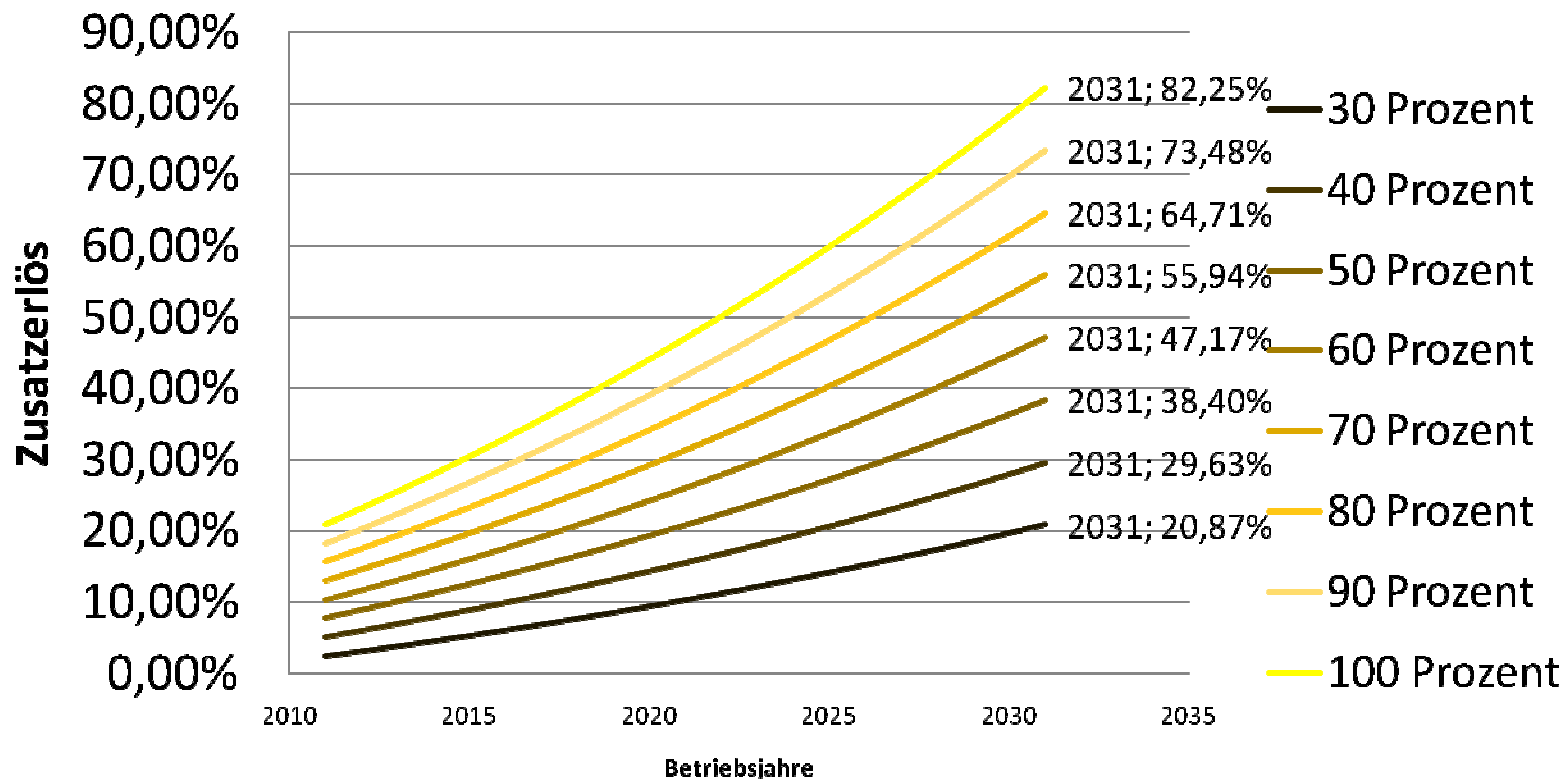
Bei einem Stromverbrauch von 4000 Kilowattstunden pro Jahr



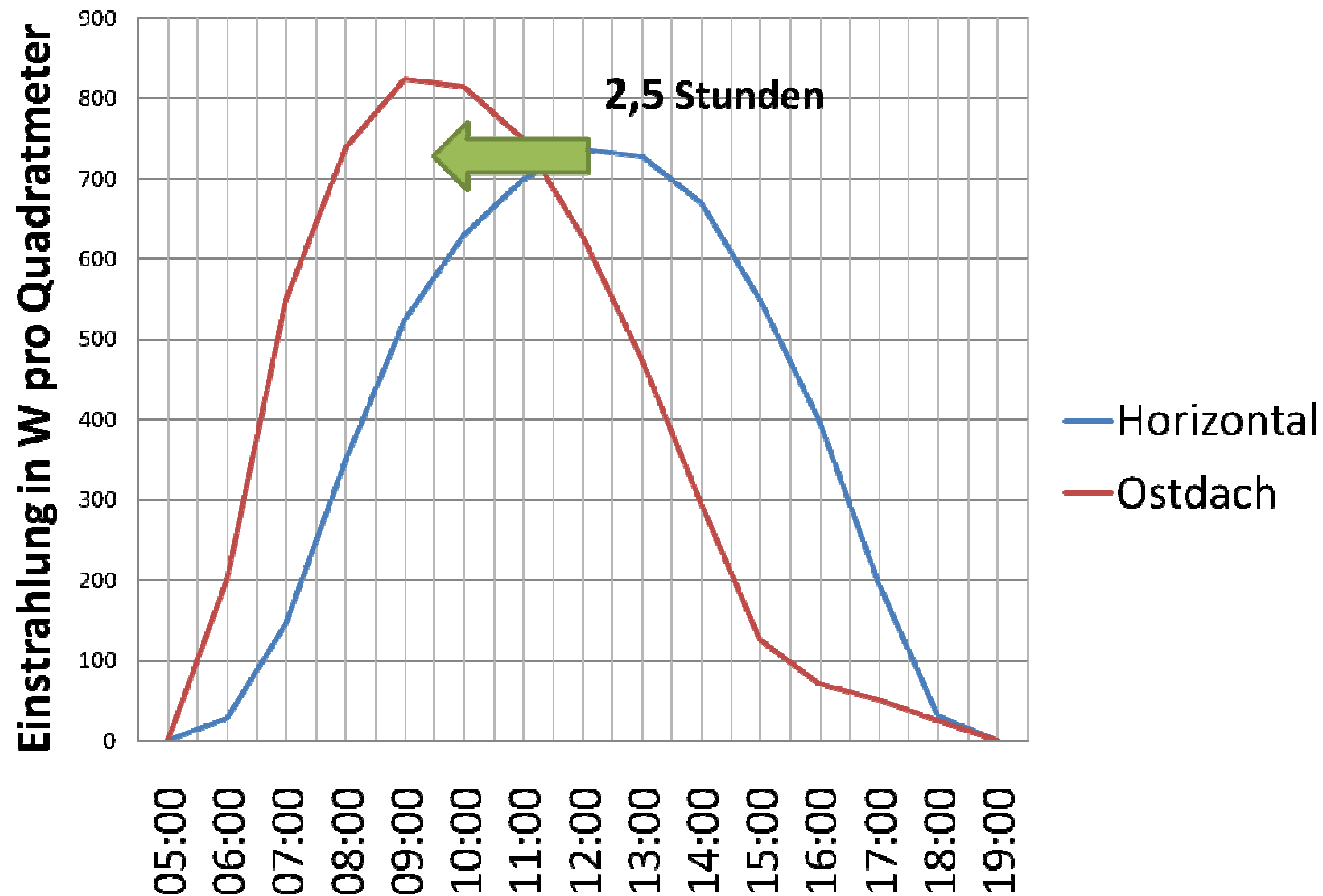
Kompensation von Minderertrag wegen Südabweichung ist durch Selbstverbrauch möglich

Zusatzerlös bei Selbstverbrauch von 30...100 Prozent des erzeugten Solarstroms

Annahme: jährl. Strompreiserhöhung 3%, (in 2011)



PV-Leistungsverschiebung auf den Vormittag durch Südabweichung (Ost/West)



Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

3. Neubewertung des Wirkungsgrades hinsichtlich Flächeneffizienz

❖ **Bisher: Brennstoff wird teilweise nutzlos verbrannt weil $\eta < 1$**

- o bereits getätigter Aufwand wird entwertet

➡ monetärer Verlust!

☀ **Neu: Sonnenenergie wird teilweise nicht in Strom umgewandelt**

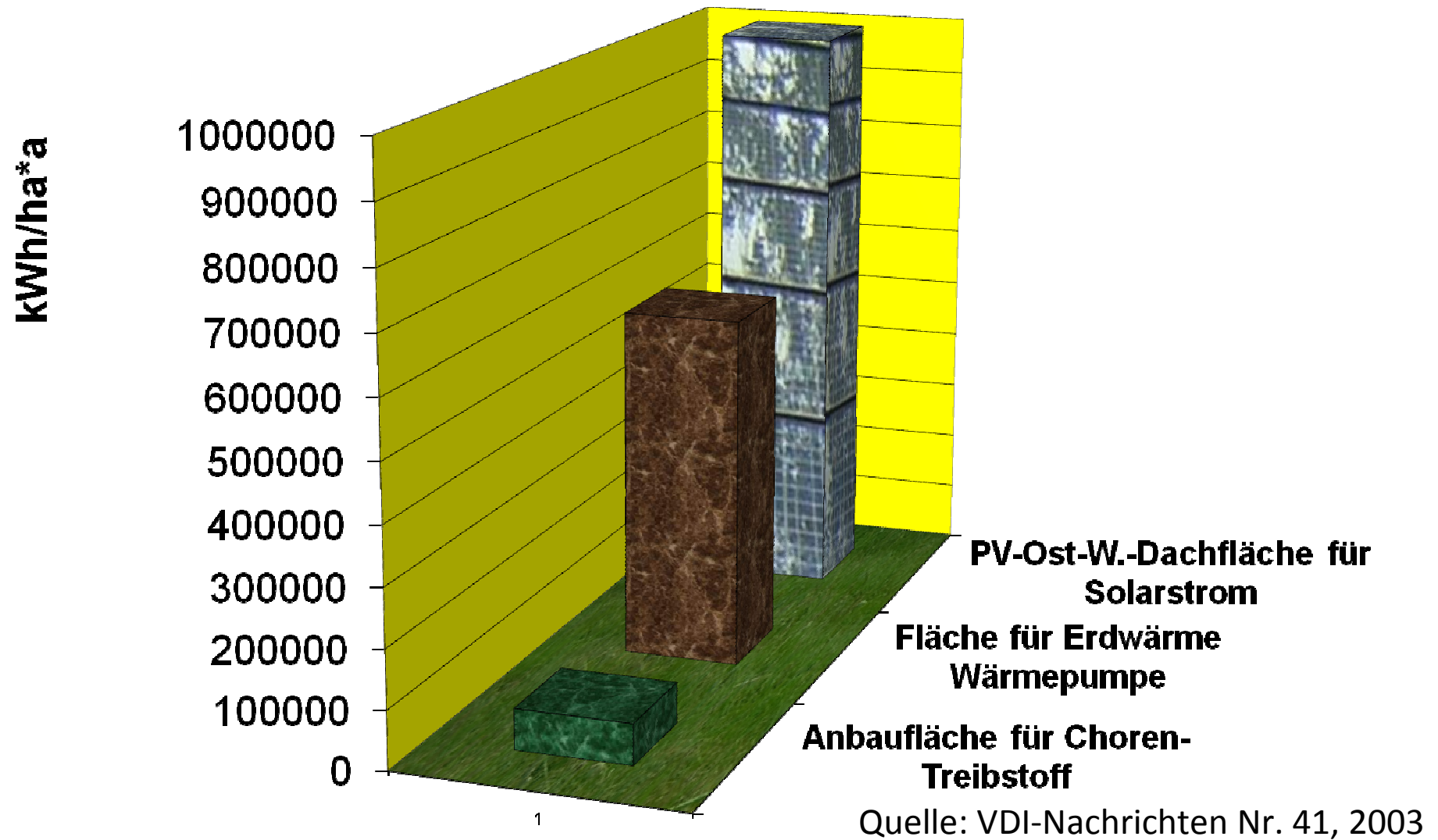
- o Sonnenenergie enthält jedoch noch keinen getätigten Aufwand

– Keine Solaranlage bedeutet **$\eta = 0$**

+ **jede Solaranlage bedeutet $\eta > 0$**



Vergleich des Energieertrags einer Fläche



Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

4. *Fokussierung auf Strom*

❖ Bisher: strikte Trennung in

- Strom
- Wärme
- Mobilität

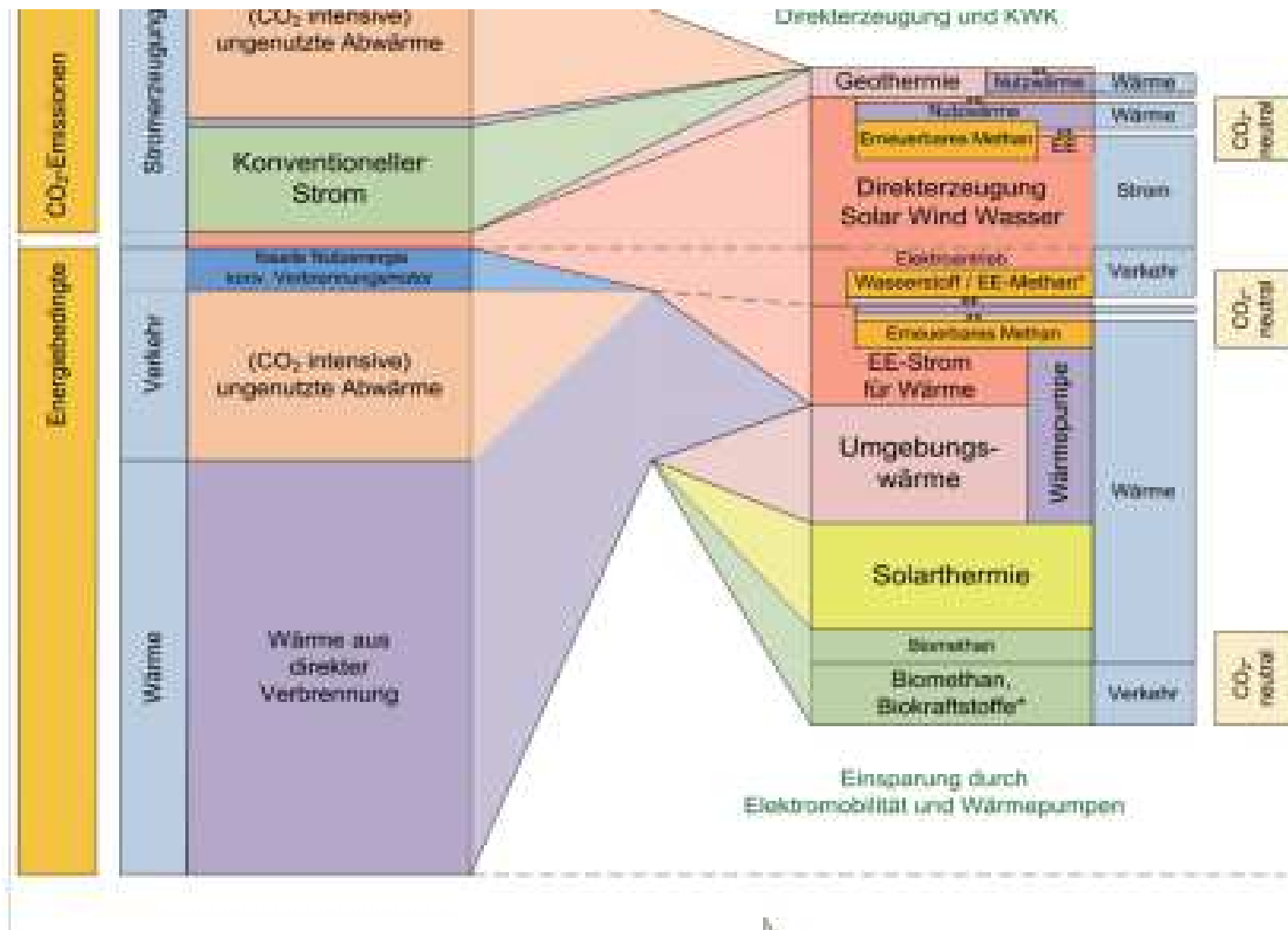


Neu: Vernetzung und Integration der Energiebereiche

Strom + Wärme + Mobilität
auf die gemeinsame
einheitliche Stromebene

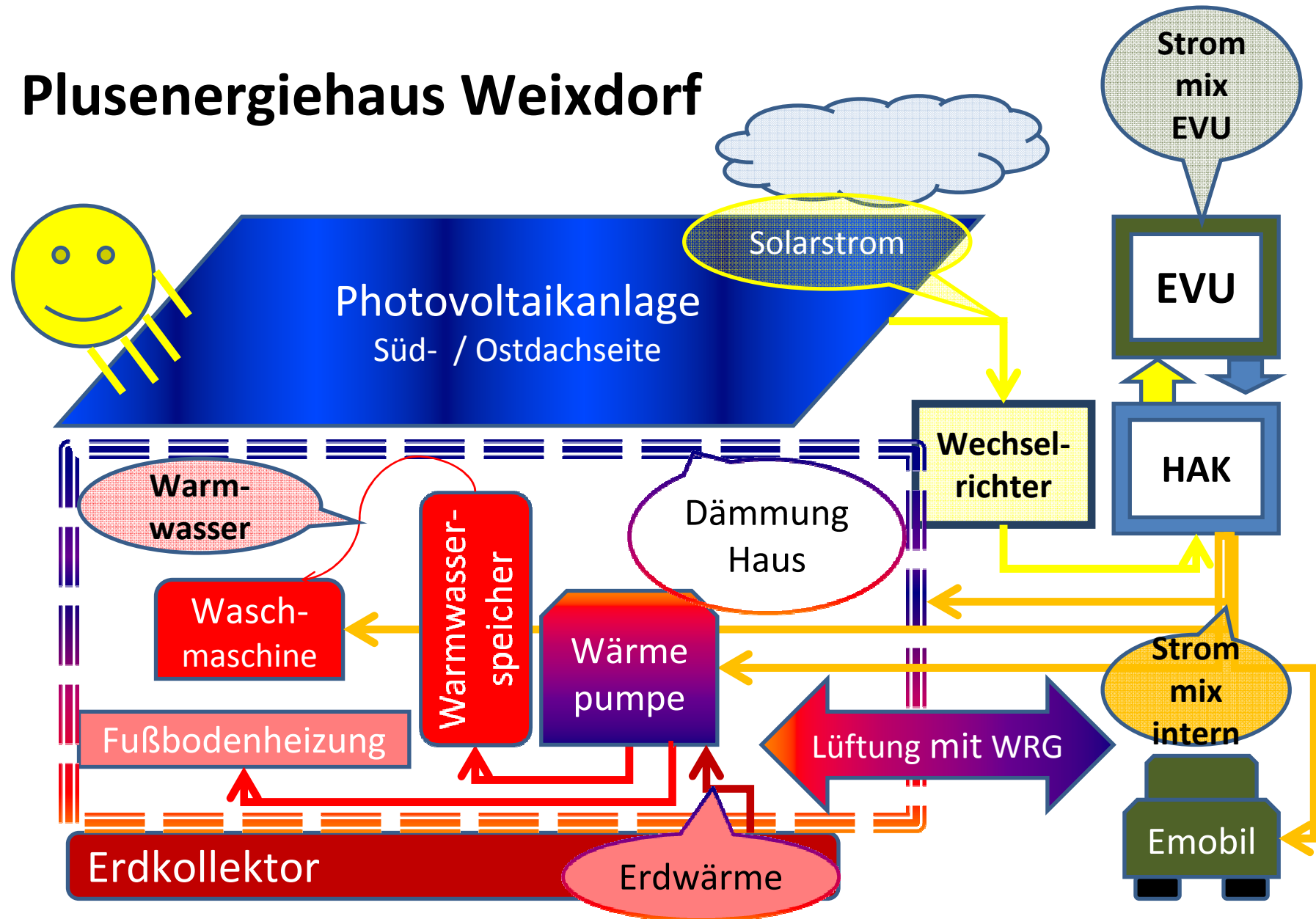


Gesamtenergietransformation 2010-2050 für Deutschland



Quelle: Bundesregierung 2010; Mengengerüst für das 100%-EE-Szenario

Plusenergiehaus Weixdorf



Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

5. *Angepasste lokale Speichernutzung beim Strom*

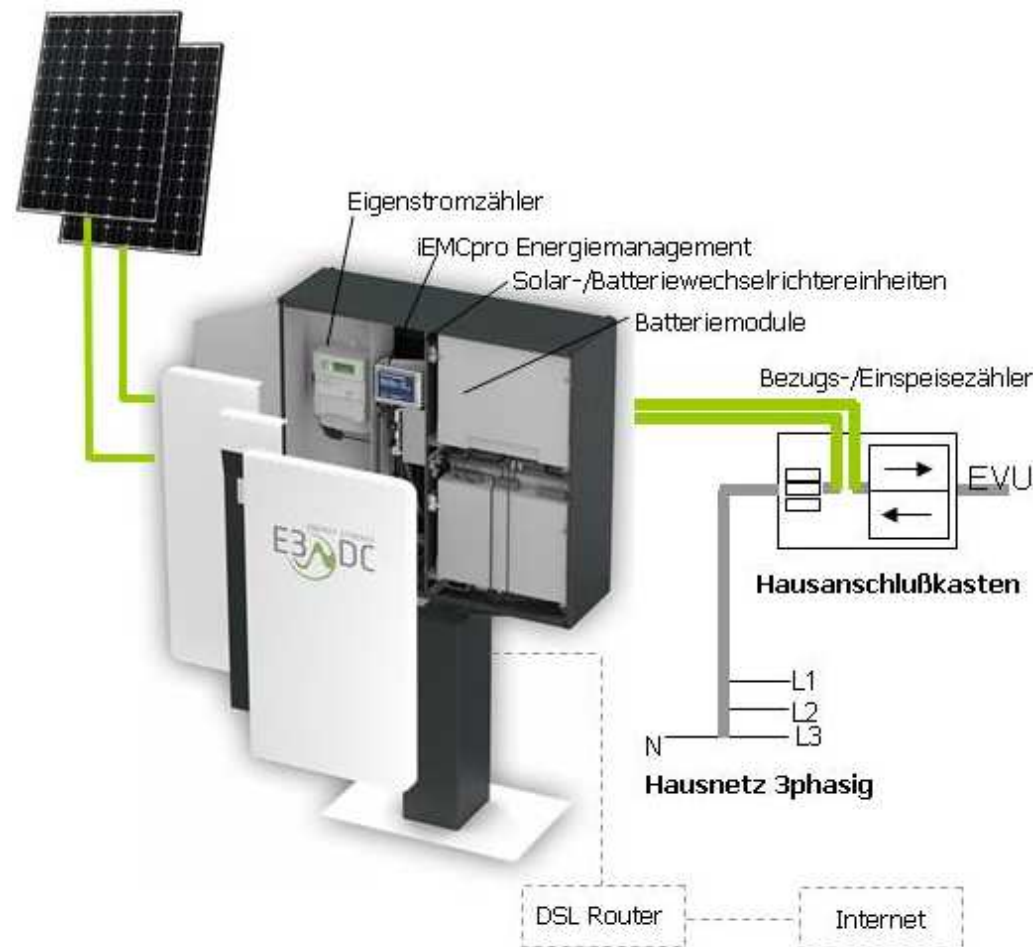
❖ **Bisher: kein Erfordernis für große Stromspeicher im Hausbereich**

 **Neu: Stromspeichervarianten**

- „Stromspeicherung“  Netz
- Stromspeicherung  Akku
- **Teuer**  Mehrfachnutzung!
- **Prioritär** für Mobilität
- **Sekundär** für Notstrom (PV!)
- **Optional** für Solarstrom-Eigenverbrauchsoptimierung

Energiemanager S10 von E3/DC (www.E3DC.COM)

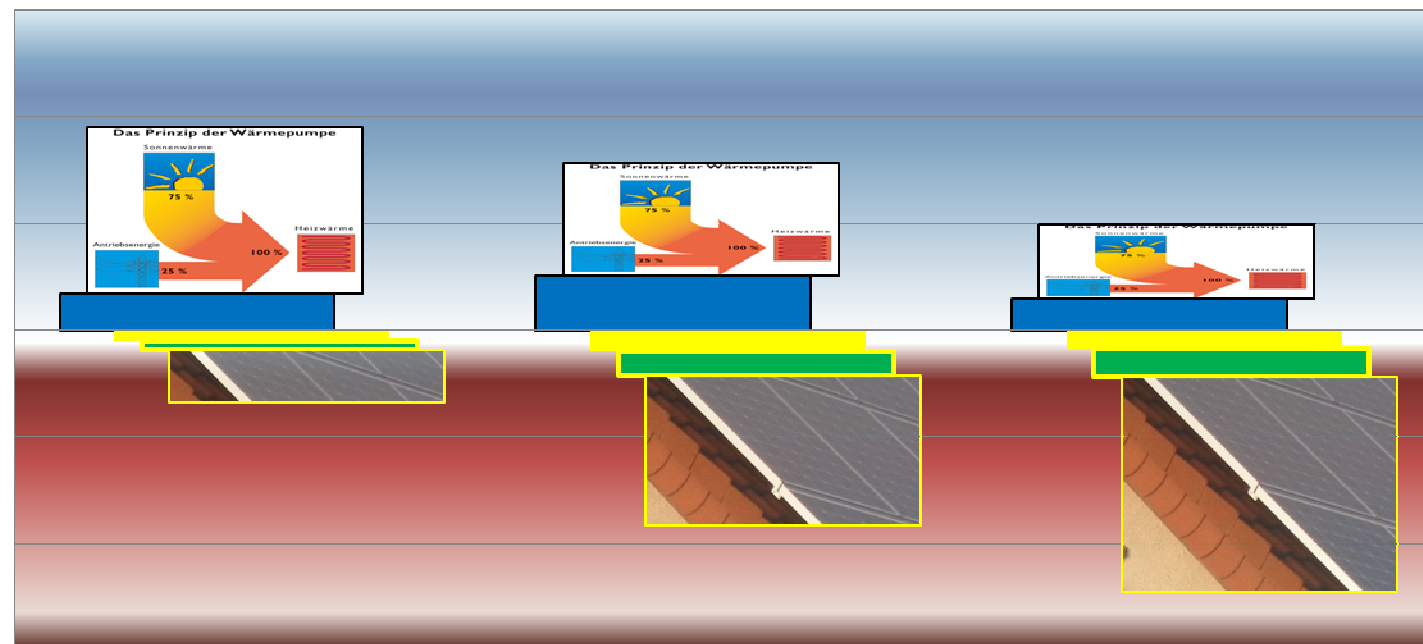
DREWAG-Beispiel: 3900kWh Jahresverbrauch, 5.4kWh Speicher und 3,2kWp Solarleistung



Monatliche Bilanz von Verbrauch (+) und Erzeugung (-)

Verbrauch und Erzeugung in kWh

1500
1000
500
0
-500
-1000
-1500



	Feb 12	Mrz 12	Apr 12
Ostdach Einspeis.	-244	-699	-1010
Südfassade	-45	-117	-132
Ostdach Selbstv.	-49	-96	-84
Wärmepumpe	778	529	343
Haushalt	170	254	150



Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

6. *Flexibilisierung der Wärmespeicheroptionen entsprechend der erforderlichen Exergielevels*

❖ Bisher: keine Nutzung
lokaler Wärmespeicher zur
Lastgangoptimierung

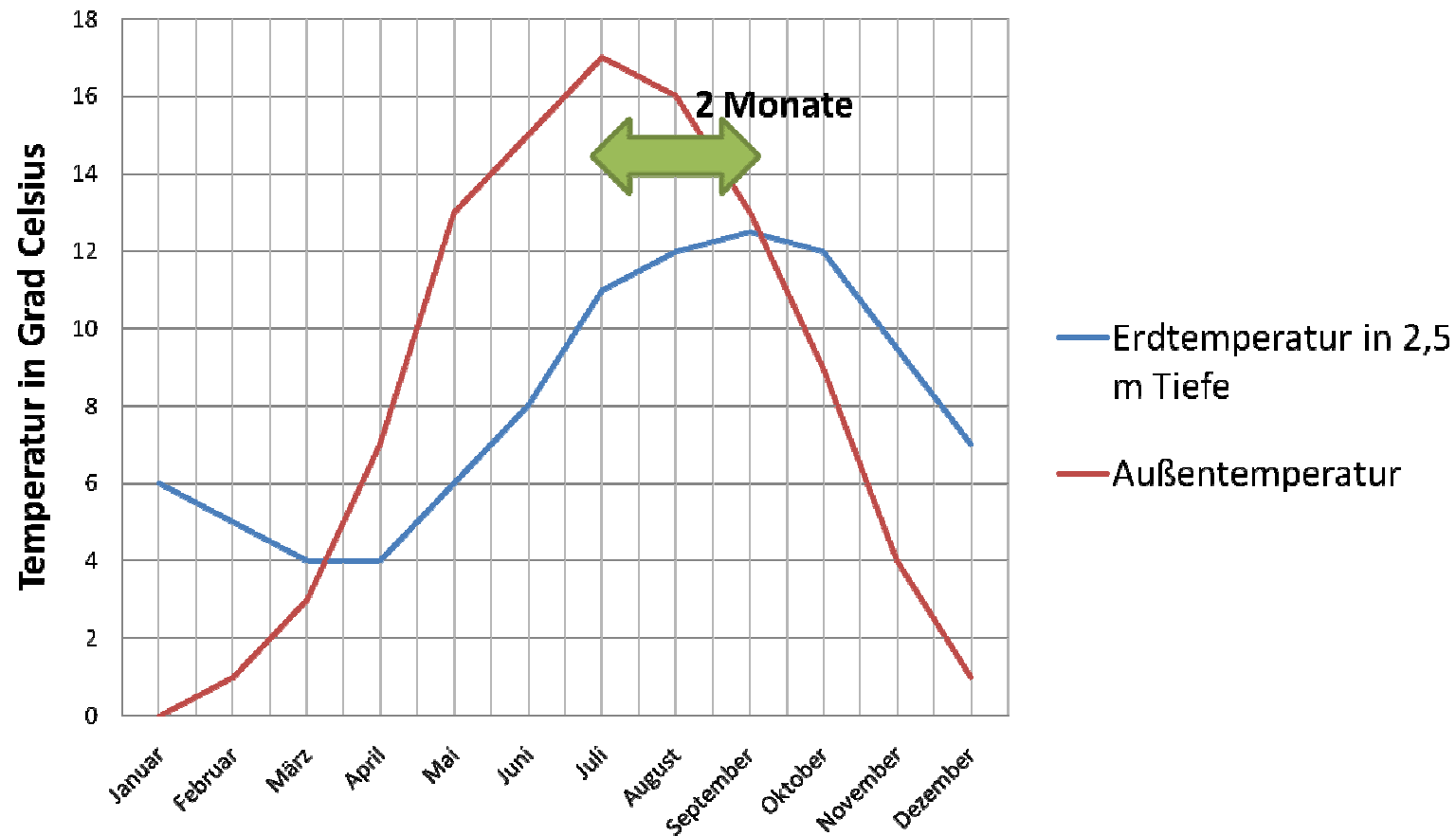
🌱 Neu: Thermische Speicher

- o Warmwasserbehälter (45...60°C)
- o Fußbodenheizung (25...30°C)
- o Gebäudesubstanz (15...20°C)
- o Erde (Erdkollektor 5...15 °C)
- o Tiefkühlgeräte (-18...-25 °C)



Wärmespeicher Erdreich

Jahreszeitliche Verschiebung der Temperaturlinien



Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

7. Erneuerbare Energien auf hohem energetischen Qualitätsniveau ernten und zweckangepasst nutzen

❖ Bisher: Thermische Prozesse (Feuerung, Solarabsorption)

- aus Einfachheits- und Kostengründen bevorzugt
- Keine Zweckanpassung: Feuer bspw. 800°C zur Erzeugung von Zimmertemperatur!



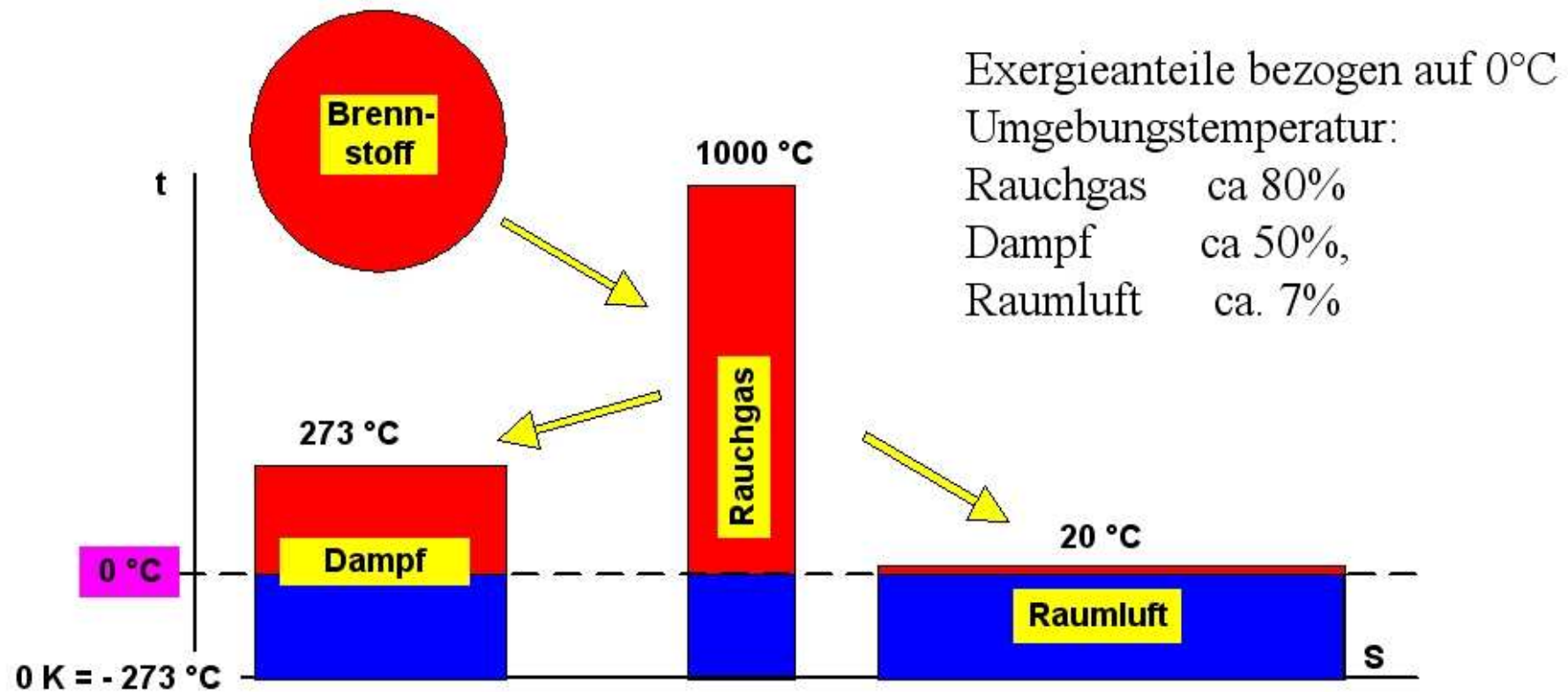
Neu: Photovoltaik und Umweltwärme im Hausbereich

- PV als flächeneffizienteste erneuerbare Energieoption
- kostengünstig geworden
- Umweltwärme mit „solar-“ elektrischer Wärmepumpe nutzen



Exergie

(Quelle: Wikipedia)



Exergieanteile in der Umwandlungskette vom Brennstoff zur Raumwärme bei 20°C

Thesen

zur Versorgung eines Hauses mit Energiedienstleistungen

8. Primat erneuerbarer Energien vor Energieeffizienz und Energiesparen

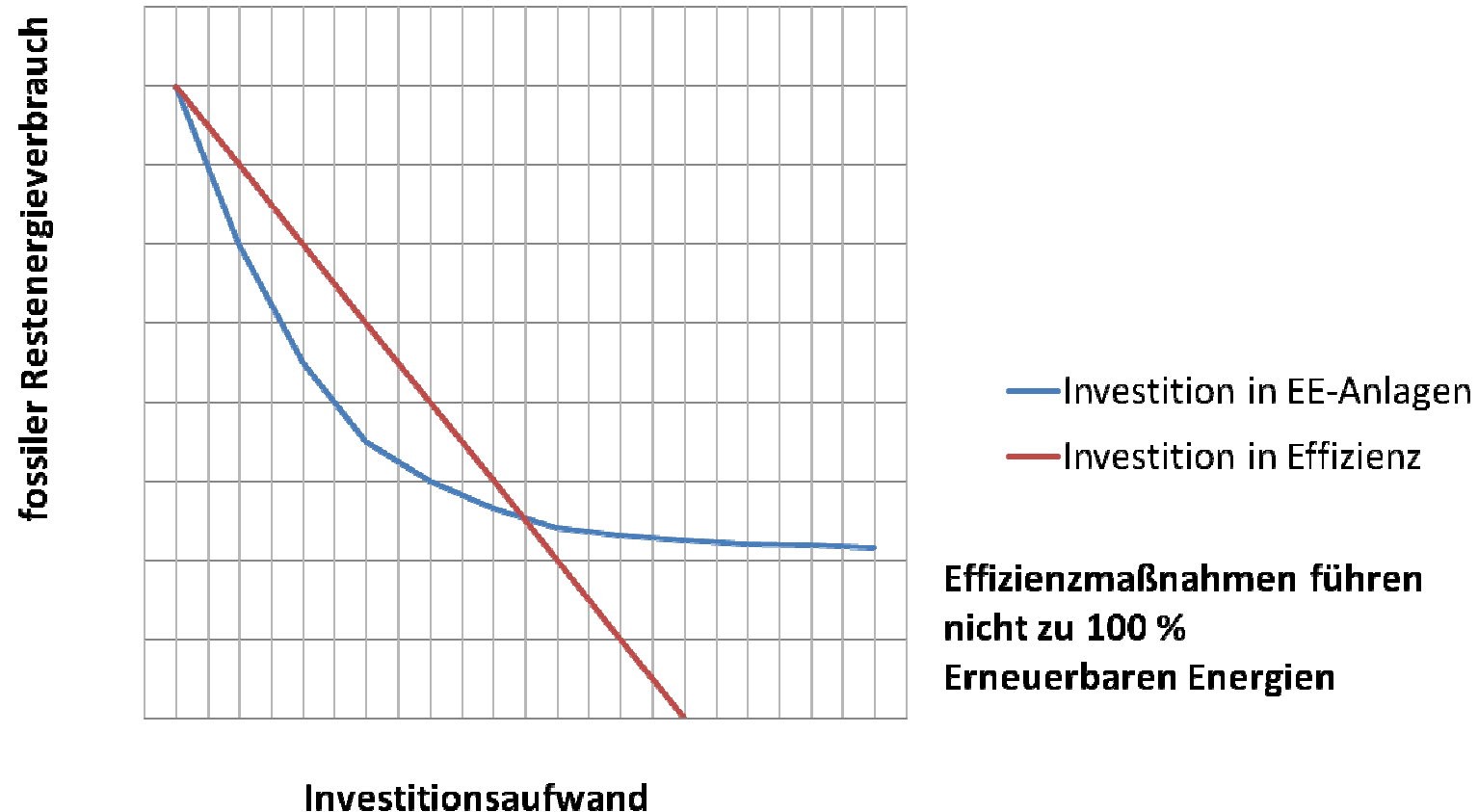
❖ **Bisher: Erneuerbare Energien als geringfügige nachrangige Ergänzung der konventionellen**

🌱 **Neu: 100% EE - Ziel kann nur mit erneuerbaren Energien erreicht werden**

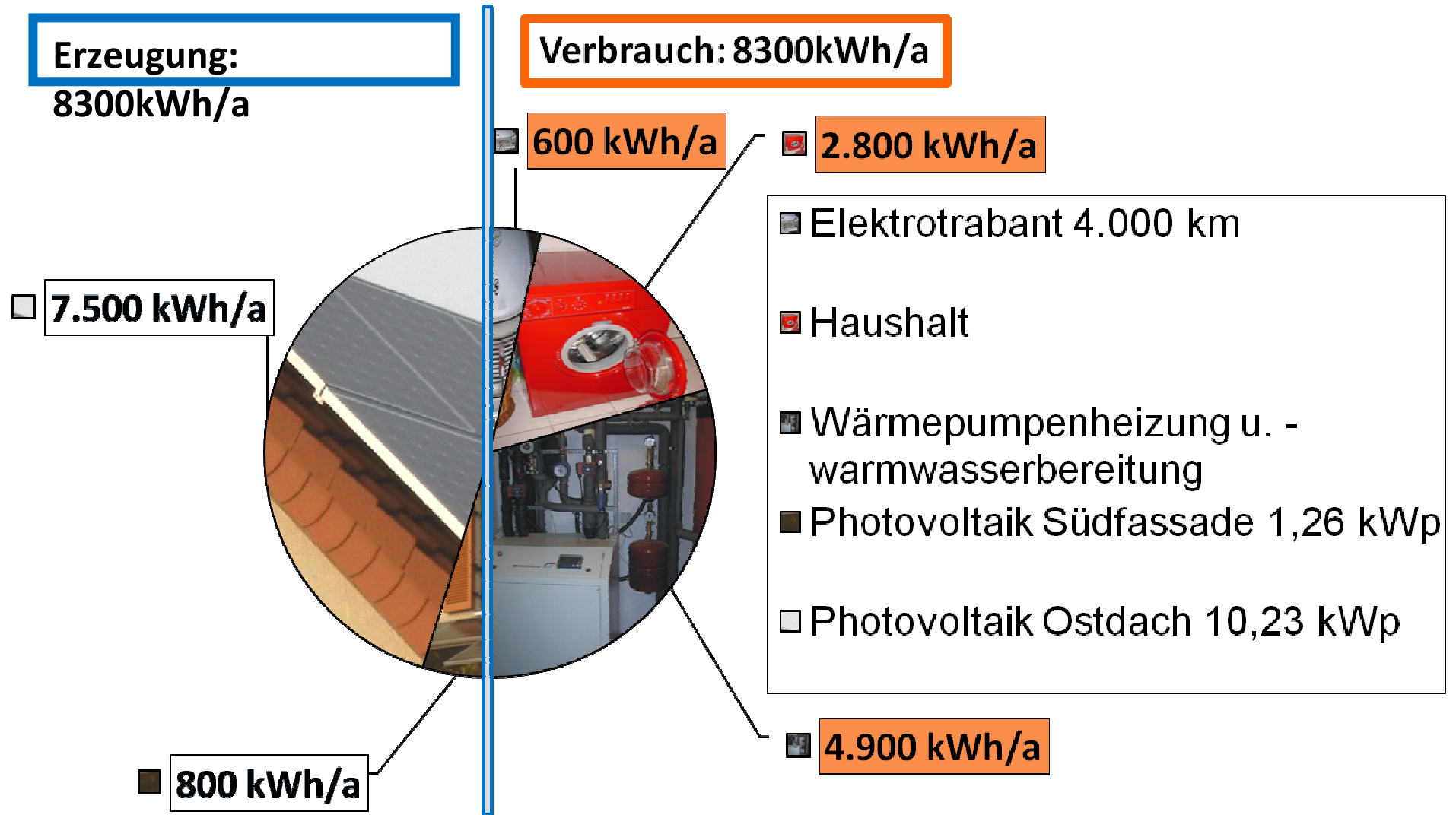


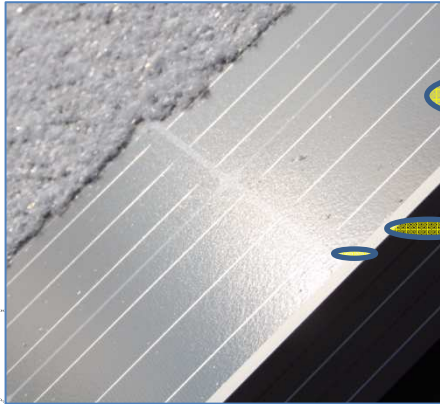
EE-Erzeugung geht vor Effizienz

Kosteneffizienz Erneuerbarer Energieanlagen und von
Energieeffizienzmaßnahmen (schematisch)



Energiebilanz für den Hausbereich ausgeglichen





Sonne setzt sich durch,



...und verleiht Flügel!

Auf Wiedersehen,
demnächst in Ihrem Plusenergiehaus...

Denn Vorsicht, Plusenergiehausbauen steckt an!

