

PV: T

Das Energie-SYSTEM

- Der Wärmepumpenkollektor;
+
- Die SoleWärmepumpe
+
- Die Speicherung
+
- Verteilung
+
- Steuerung (MSR)



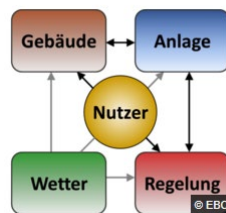
PV:T – Technologie (Stand der Technik

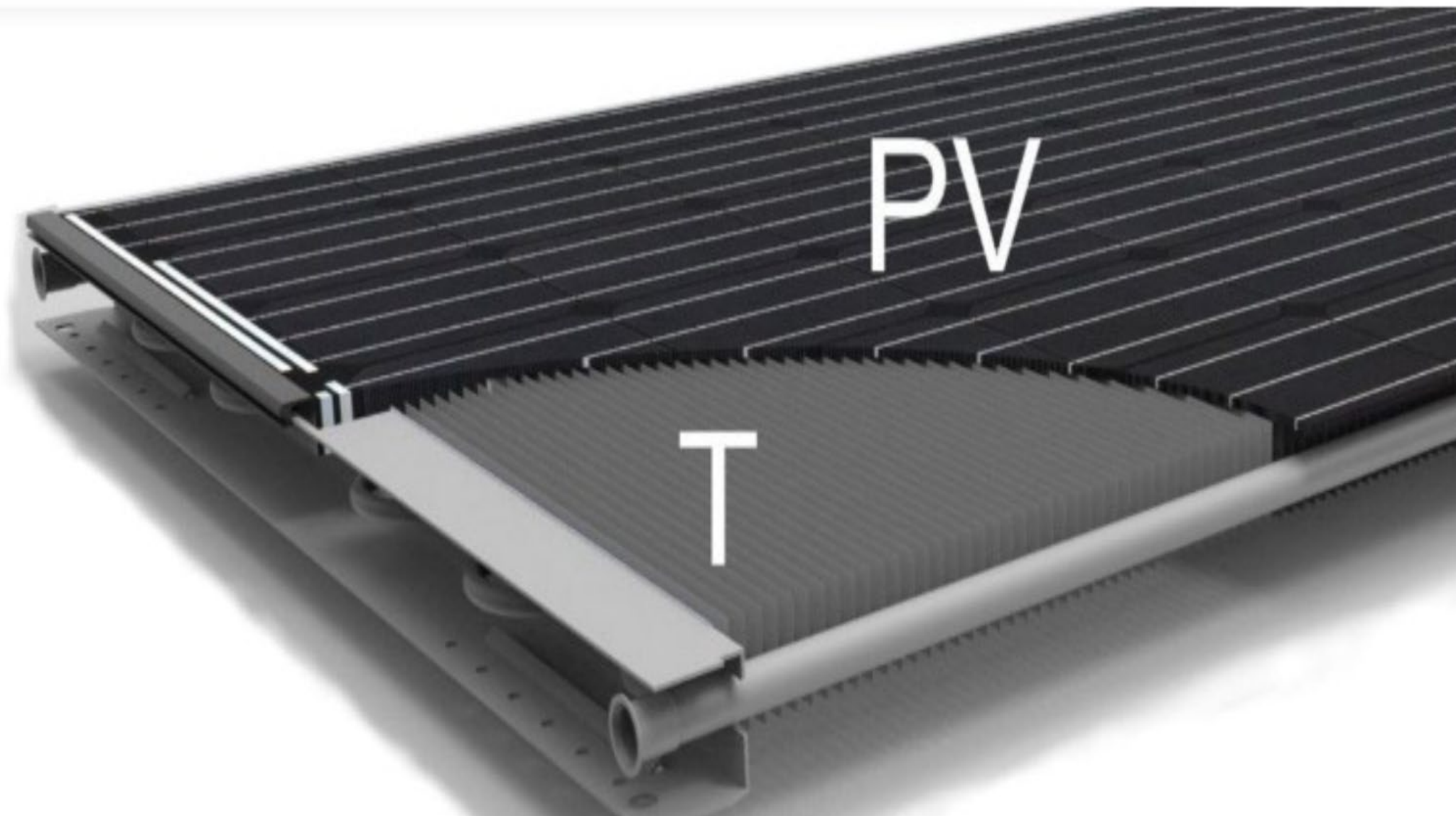
- ▶ Projektierung von PV:T - Systemen
- ▶ Referenzen / Status heute
- ▶ NUTZEN / Rentabilität



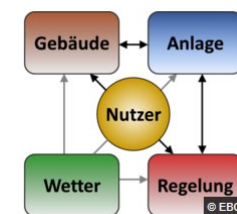
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Energie SYSTEM Beratung



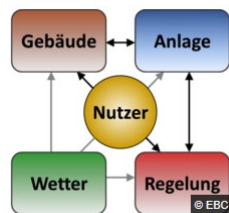


Energie SYSTEM Beratung



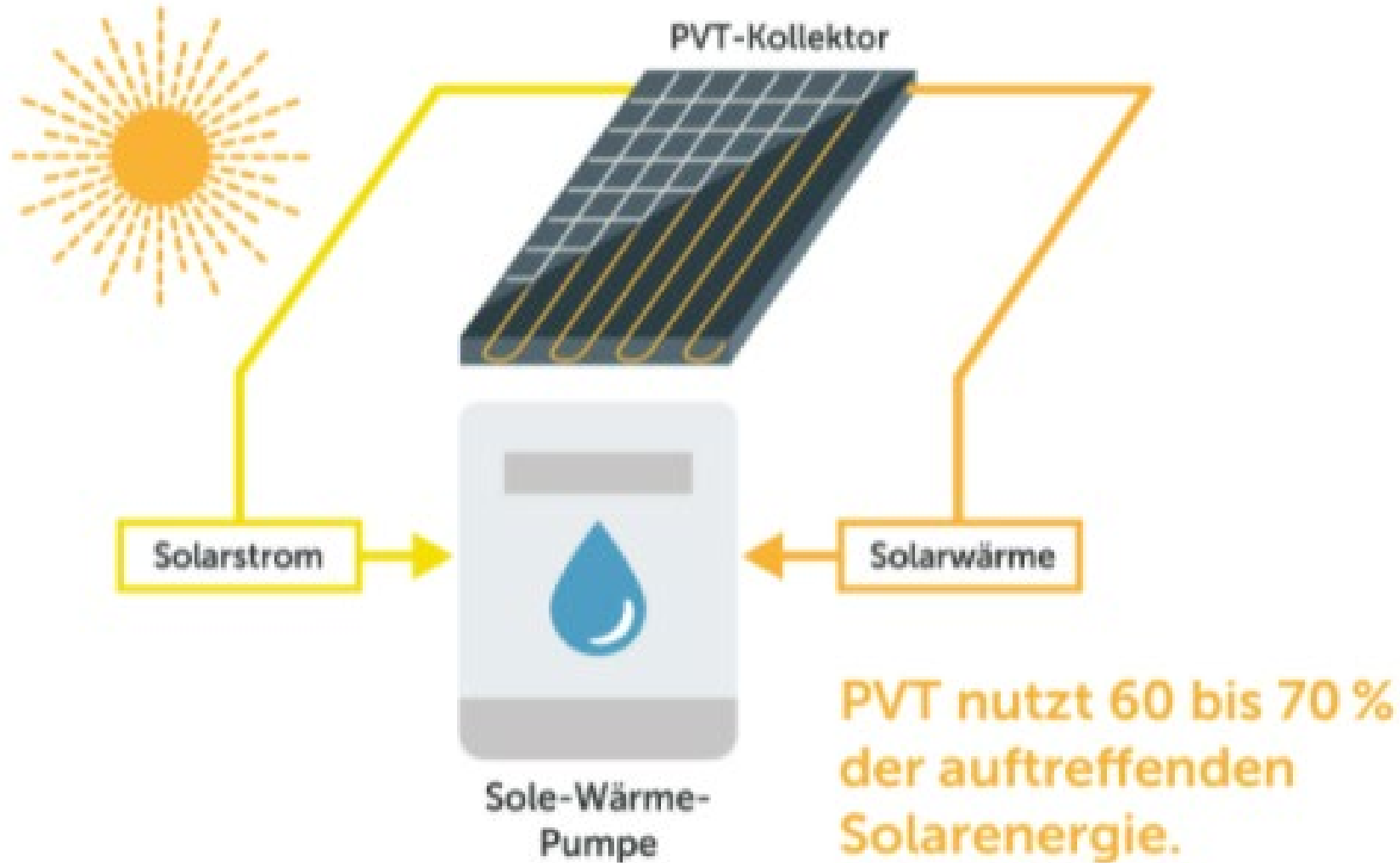
WÄRME UND STROM AUS EINEM SOLARELEMENT

- Der Wärmepumpenkollektor;
- Die SoleWärmepumpe
- Die Speicherung
- Verteilung und
- Steuerung

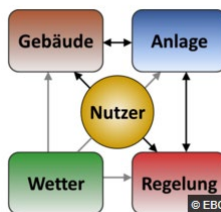


PV:T

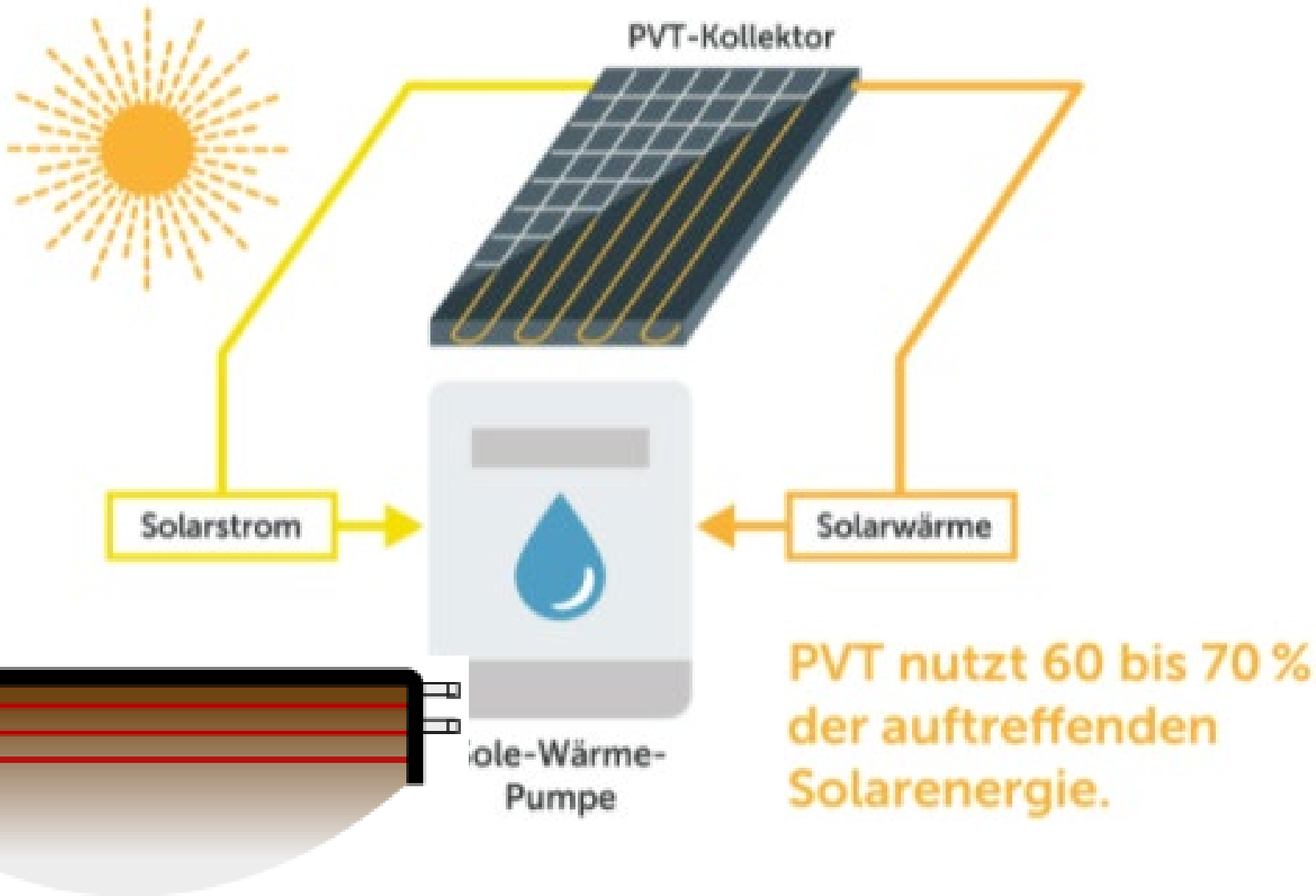
WÄRME UND STROM AUS EINEM SOLARELEMENT



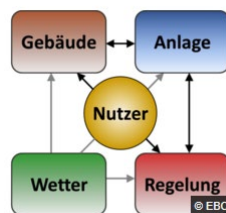
- Der Wärmepumpenkollektor;
- Die SoleWärmepumpe
- Die Speicherung
- Verteilung und
- Steuerung



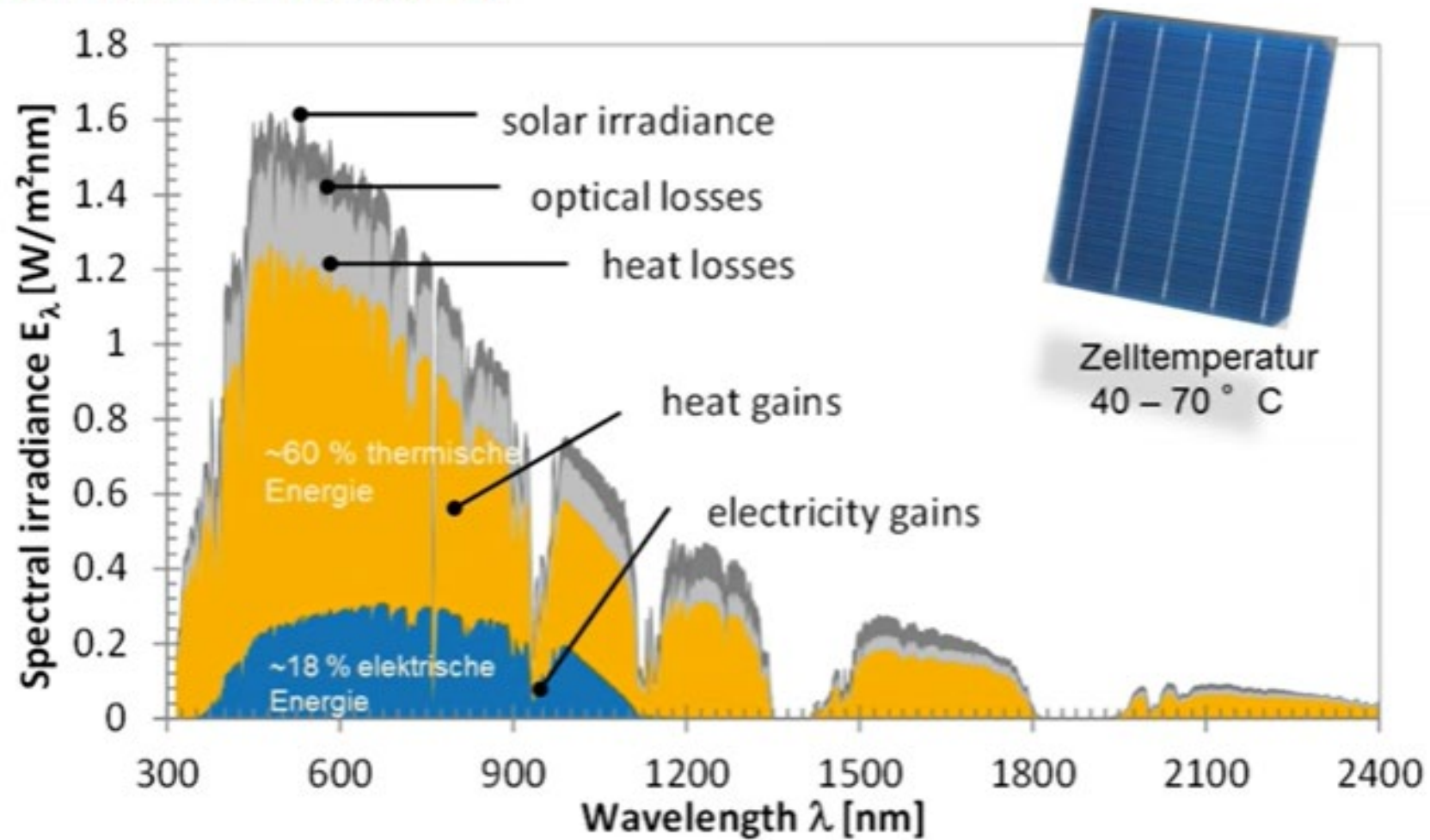
WÄRME UND STROM AUS EINEM SOLARELEMENT



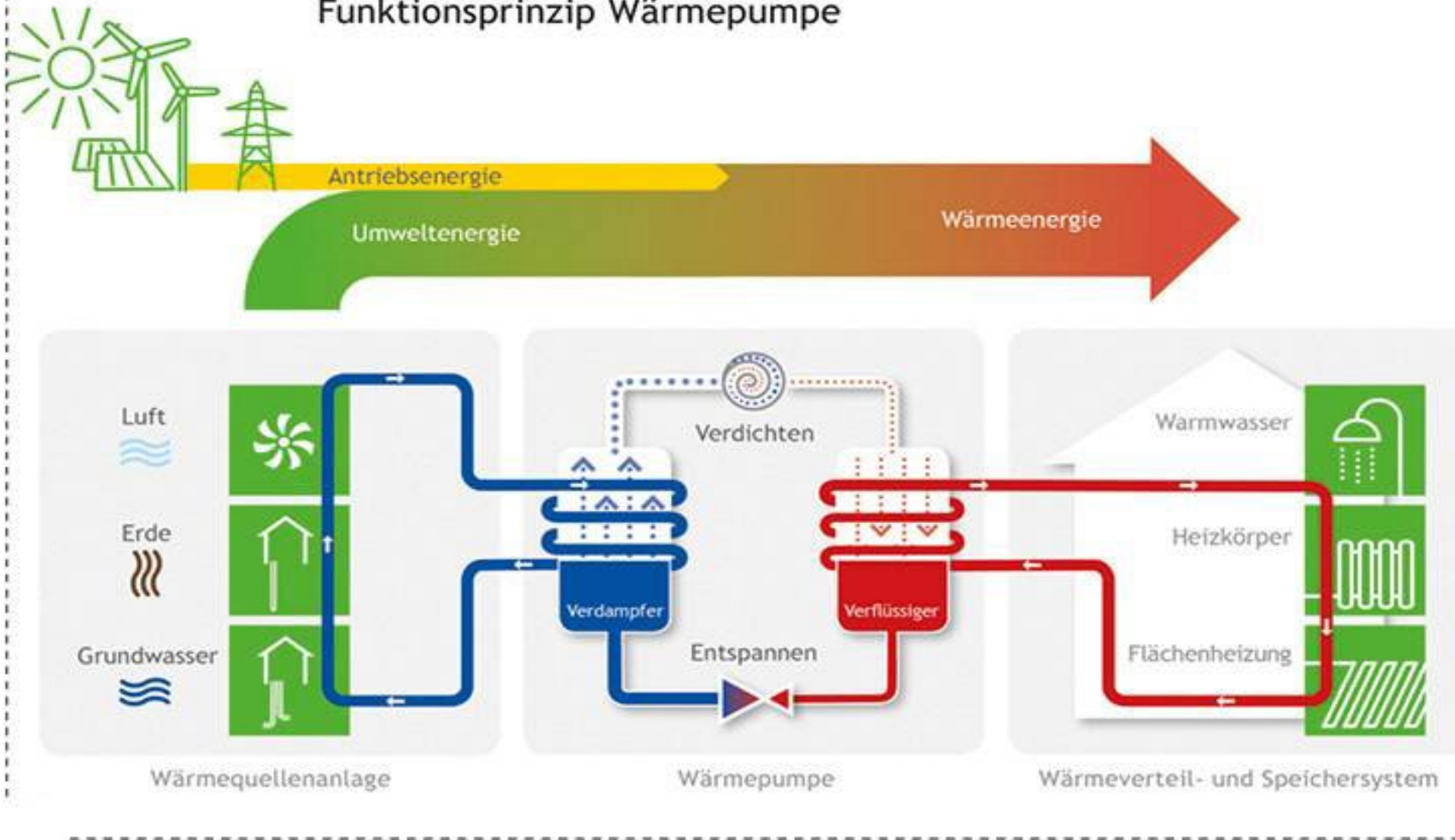
- Der Wärmepumpenkollektor;
- Regeneration des umgebenden Erdreichs
- Die Speicherung
- Verteilung und
- Steuerung



Motivation für PVT Kollektoren

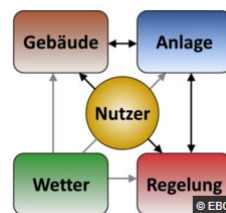


Funktionsprinzip Wärmepumpe



[PVT – Technologie](#)

- Absorberfläche
- Lautlos
- Heizung und Kühlung



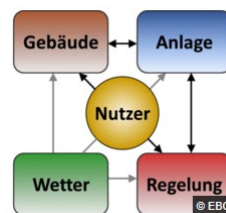


Wetter = Taktgeber

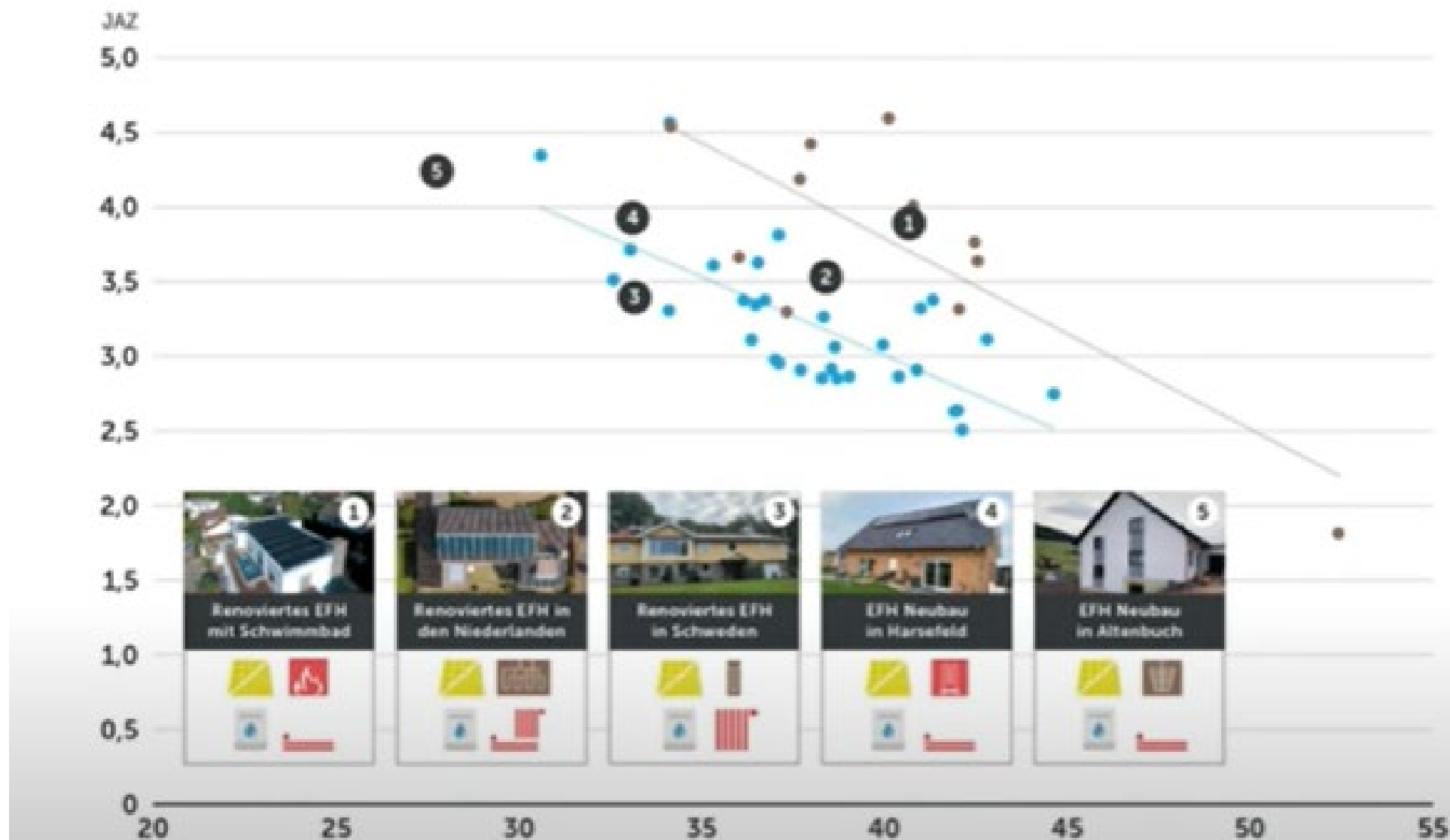
- Sommer, Winter
- Tag/Nacht
- Trockenheit, Regen
-

Unendliche Verfügbarkeit von

- Licht und
- Wärme / Kälte

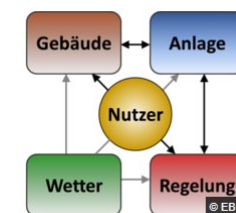


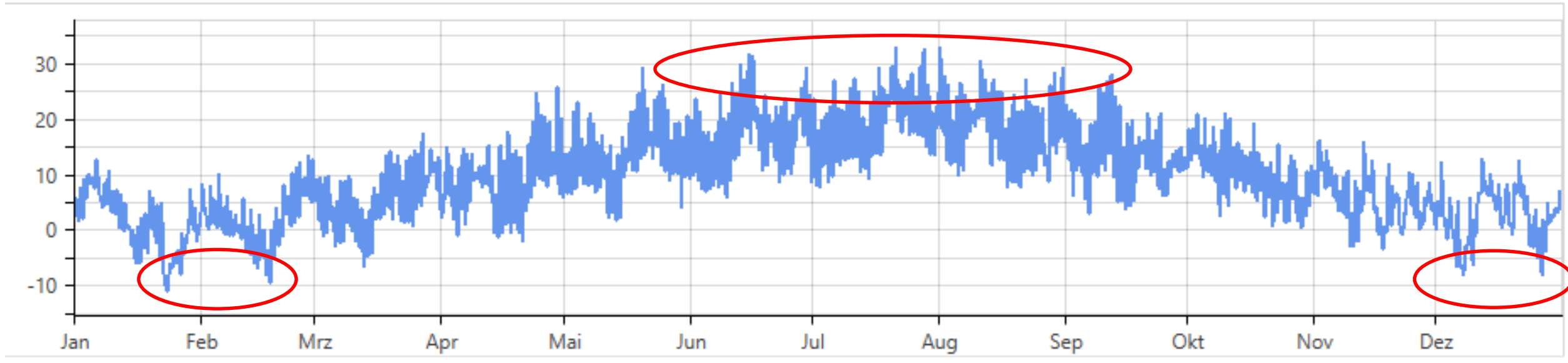
Jahresarbeitszahlen im Vergleich (Vorlauftemperatur)



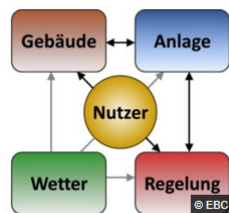
JAZ -/SJAZ

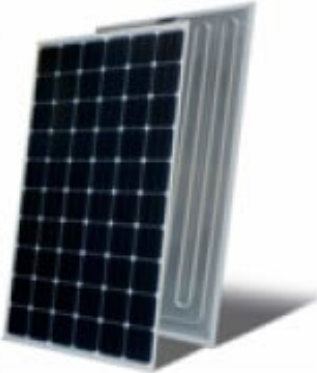
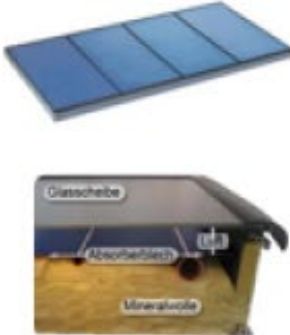
- Energetisch gewichtete Heizkreistemperatur
- Für WW /Heizung
- Als Mittelwert zwischen Vor- und Rücklauf in (°C)
- Fazit:
je niedriger desto weniger muß produziert werden



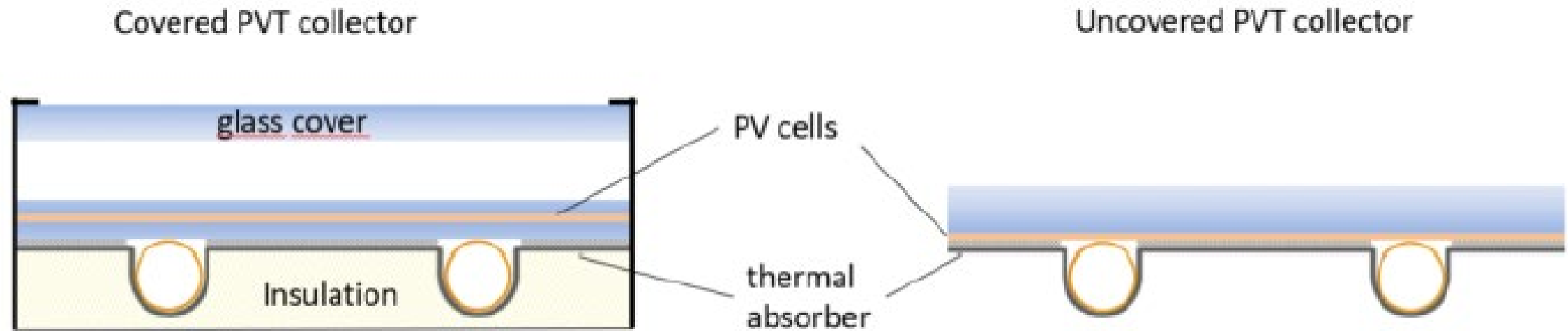


- Aussentemperatur – Entwicklung am Standort Südpfalz
Einsatz von Kühlung bzw.
Nutzung für Regeneration



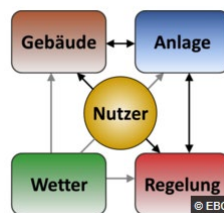
Kollektorkonzept:	Unabgedeckt		Gedämmt und abgedeckt	
Kollektorbezeichnung	Hybridkollektor	Unverglaster Kollektor	Flachkollektor	Röhrenkollektor
				
Betriebstemperaturen	20-40°C	20-40°C	50-70°C	< 90°C
Max. Stagnations-temperatur ca.	80°C	90°C	150°C	> 300°C
Anwendung	- Erdsonden-Regeneration - Eisspeicher-Regeneration - Schwimmbadheizung →keine WW-Bereitung	- Erdsonden-Regeneration - Eisspeicher-Regeneration - Schwimmbadheizung - WW-Vorerwärmung →keine WW-Bereitung	- WW-Erwärmung - Heizungsunterstützung	- WW-Erwärmung - Heizungsunterstützung - Prozesswärme - solare Kühlung





Aufbau der abgedeckten (links) und

nicht abgedeckten PVT-Kollektoren. Quelle: ISFH

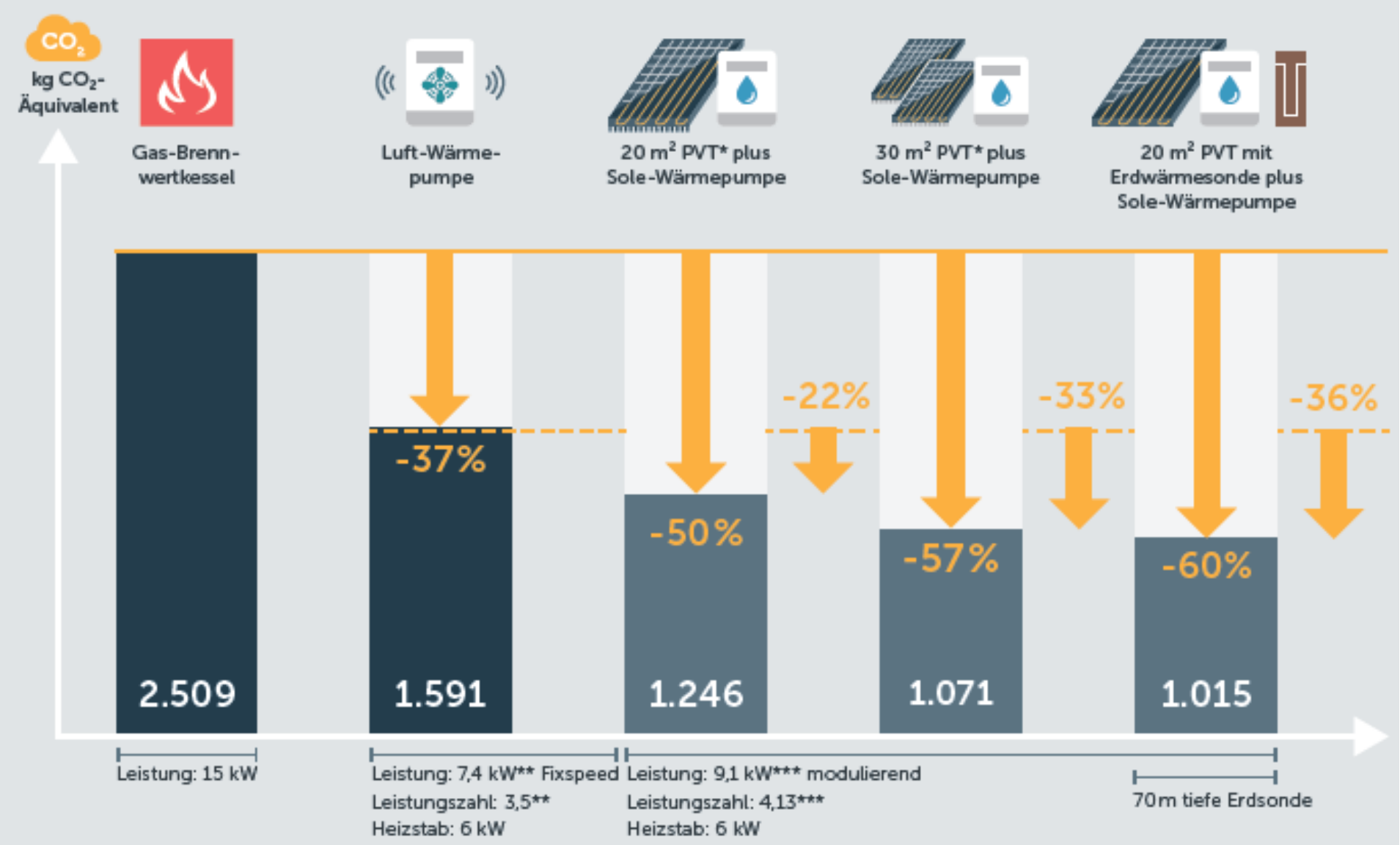


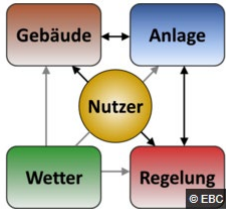
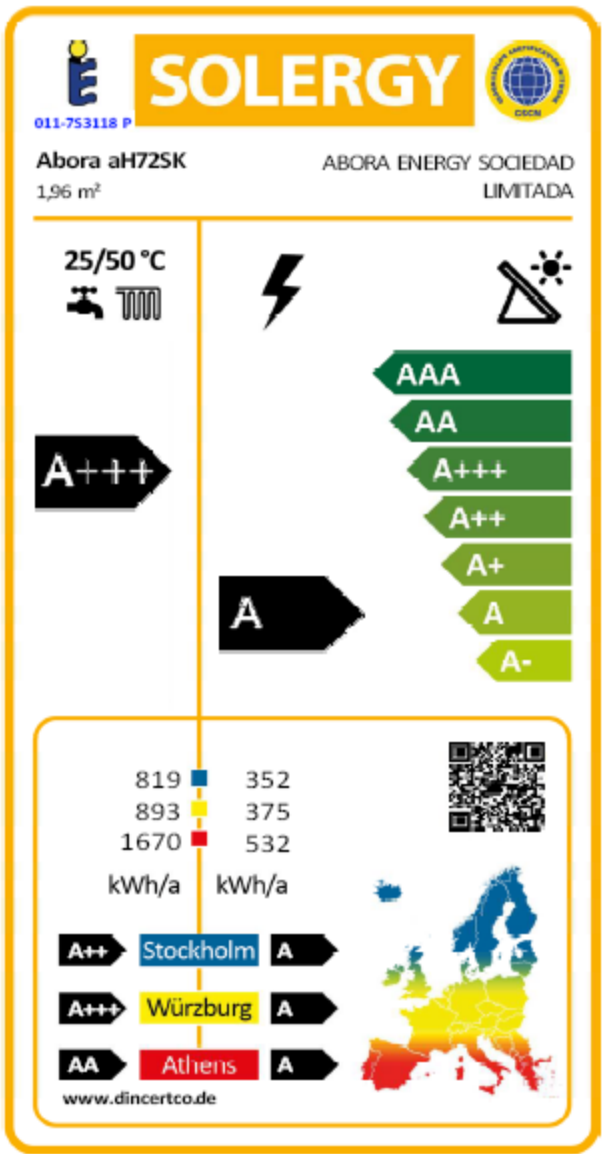
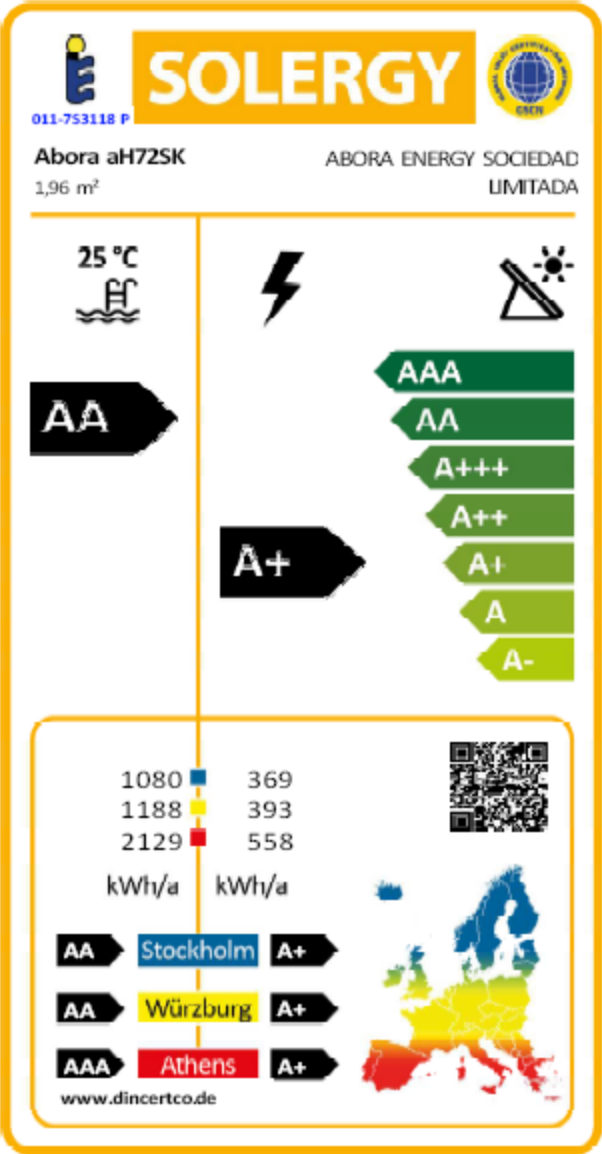
System-/Effizienzvergleichvergleich

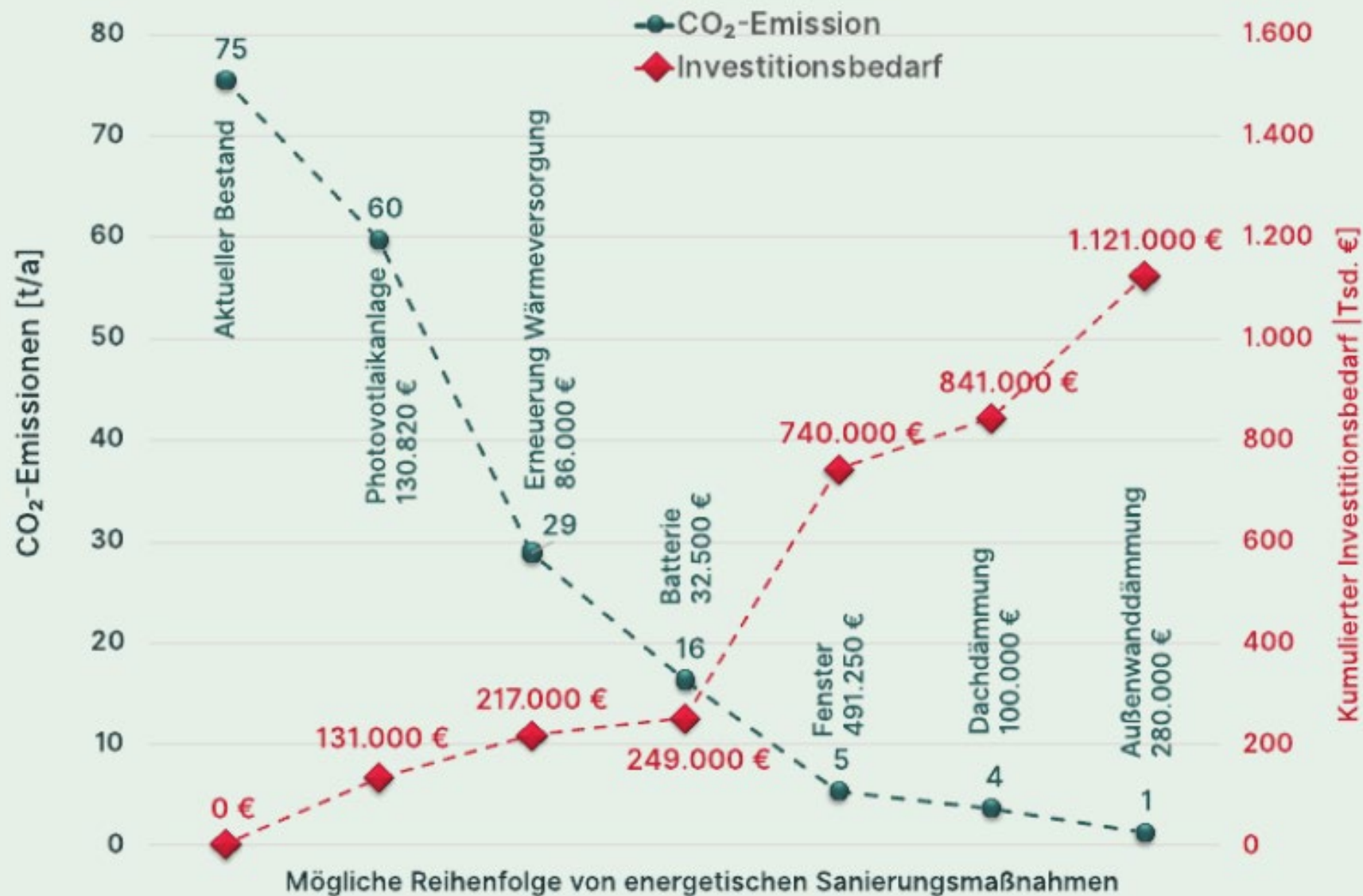


Beispiel:

EFH mit FH und PS
Beh. Wohnfl. 140 m²
Jhrl. Wärmebedarf
für WW und Heizung:
63 kWh/m²

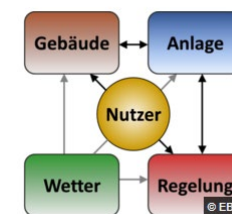






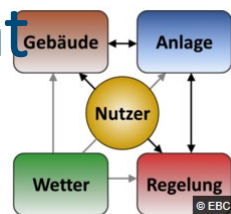
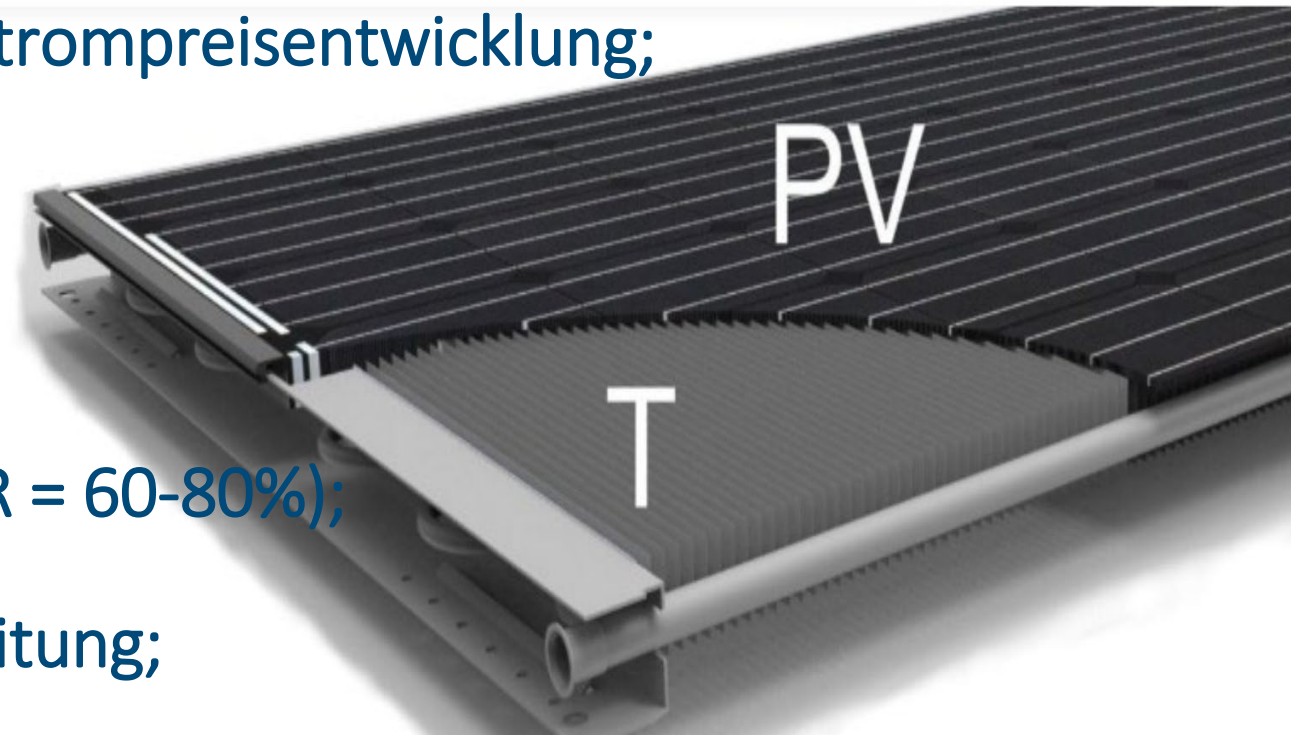
[Artikel Leibfried/
Stork](#)

Bestätigung der
Geänderten
Sanierungs-Reihen-
folge
Im MFH-Szenario



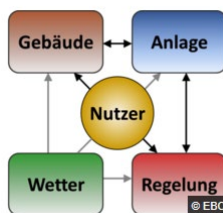
Vorteile der PV:T–Technologie:

- ▶ doppelter solarer Ertrag in STROM & WÄRME;
- ▶ Garant für die Unabhängigkeit von Strompreisentwicklung;
- ▶ höhere PV-Stromerträge (8 – 10 %);
- ▶ Lautloser, ganzjähriger Betrieb;
- ▶ Höherer Eigenverbrauchsanteil (MSR = 60-80%);
- ▶ kostenlose WW/Heizwasseraufbereitung;
- ▶ Höherer Nutzungsgrad der Solaren Rest-STROM-Erträge für die Mobilität



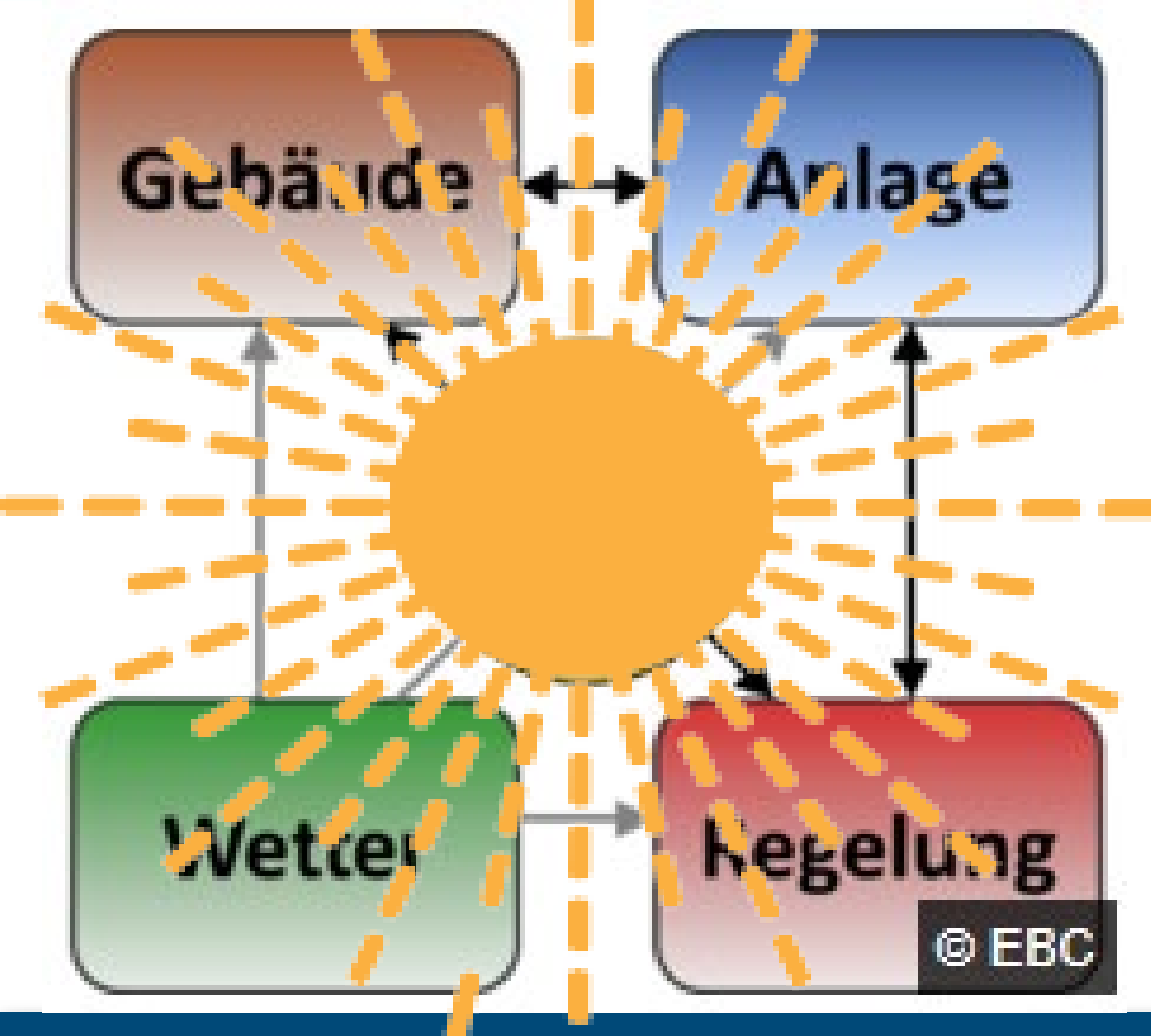
Gesamtmodell: dynamische
Simulation nach der
Regelkreiskybernetik

[Energiesystemsimulation mit
Modelica/Dymola - RWTH
AACHEN UNIVERSITY E.ON ERC
EBC - Deutsch \(rwth-
aachen.de\)](#)



Gesamtmodell: dynamische
Simulation nach der
Regelkreiskybernetik

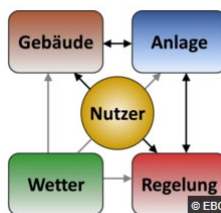
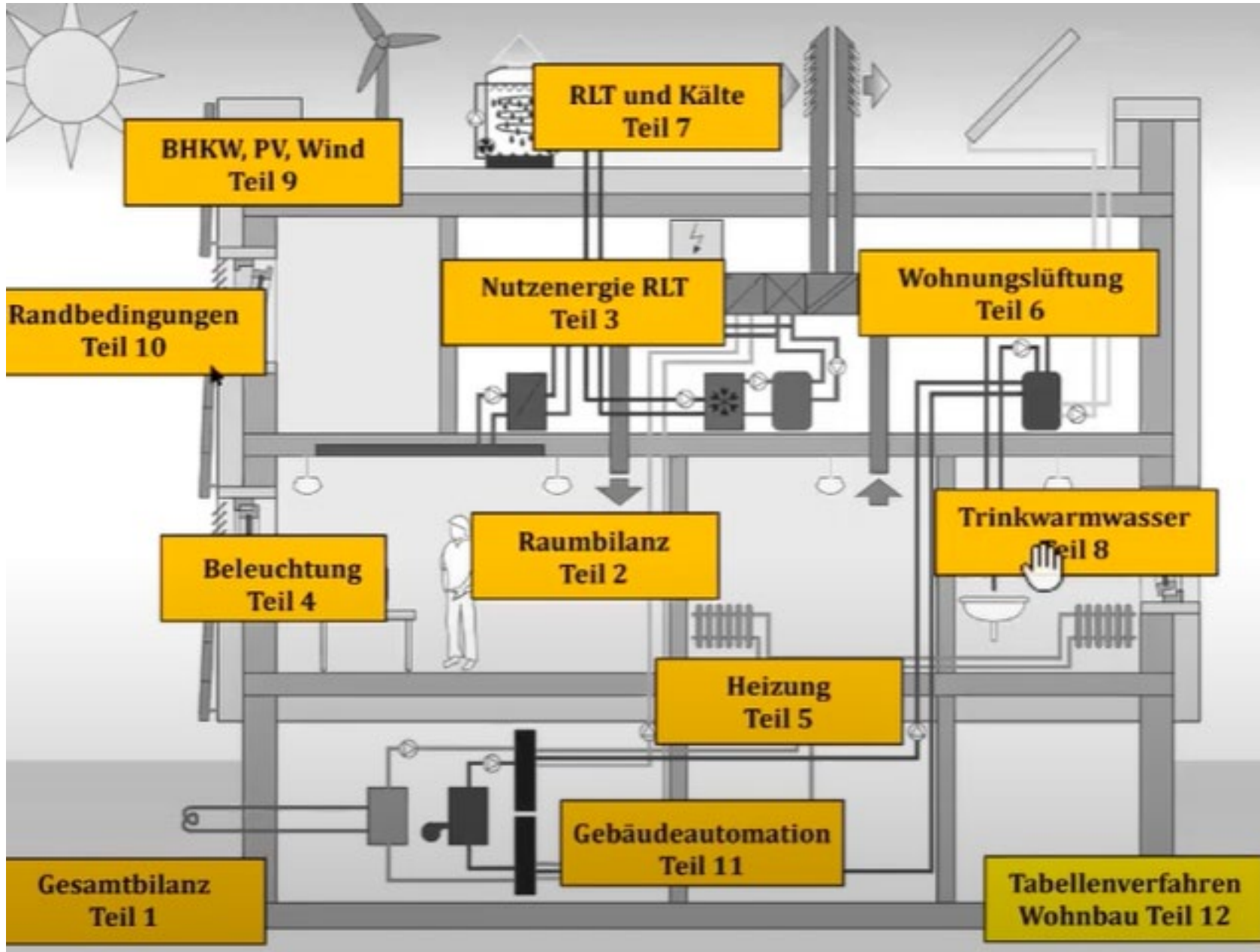
[Energiesystemsimulation mit
Modelica/Dymola - RWTH
AACHEN UNIVERSITY E.ON ERC
EBC - Deutsch \(rwth-
aachen.de\)](#)

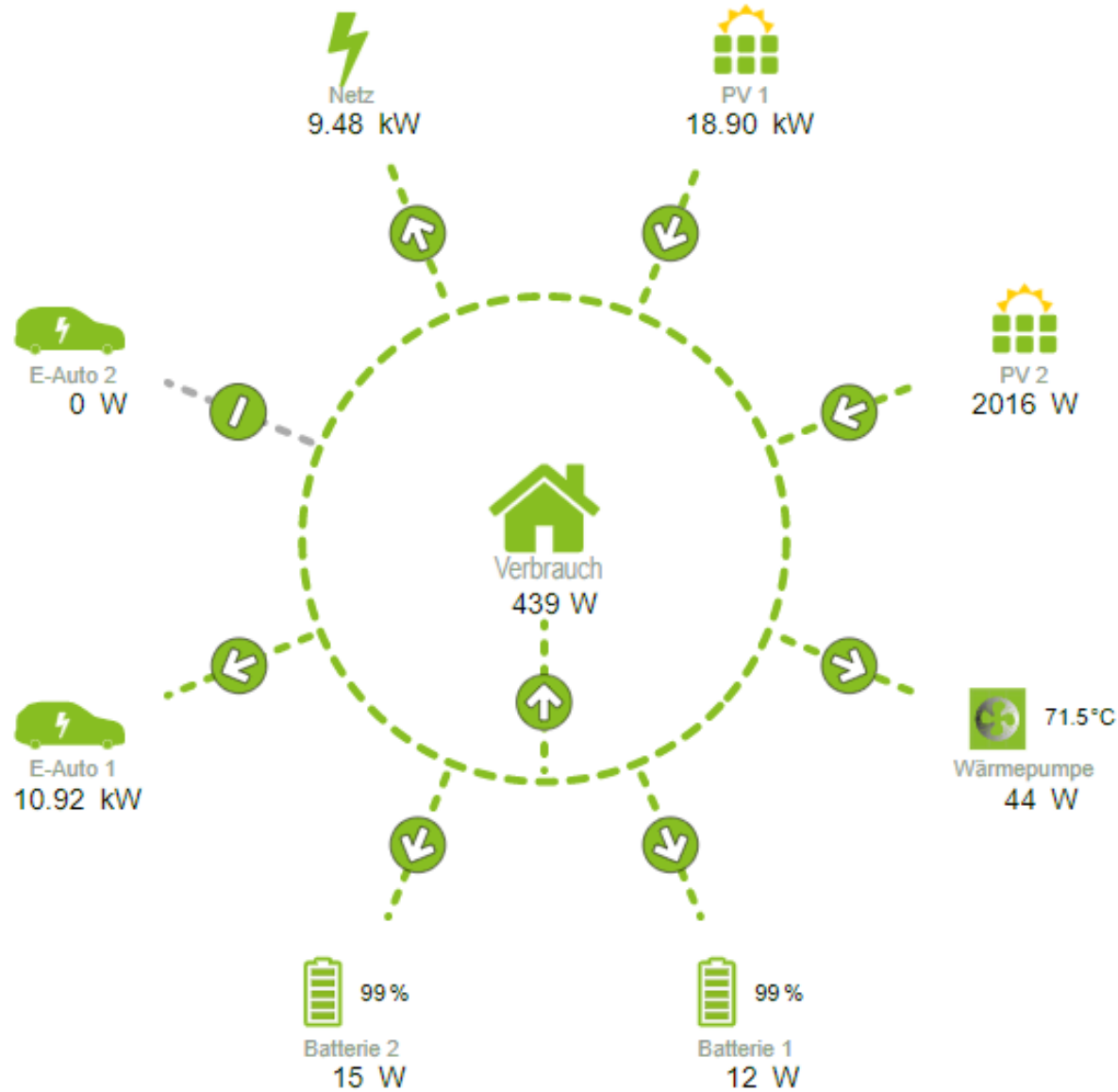


Gesamteffizienz von Gebäuden (EPBD)



Regelwerk der DIN
18599



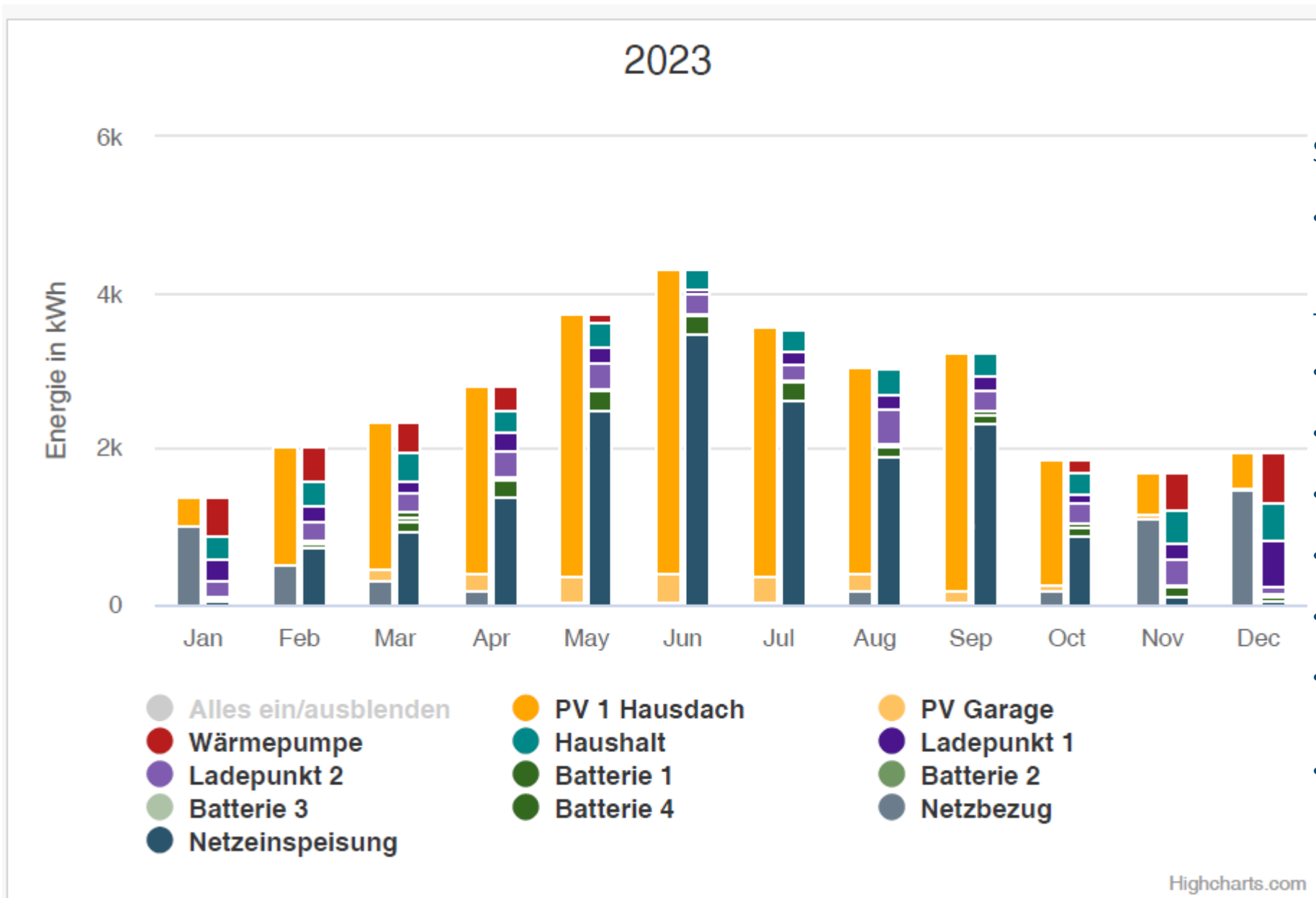


Energiebilanzkreis-Modell

- Erzeuger
- Verbraucher
- Zeitnah dokumentier und
- Auf Sekundenbasis bilanziert



Auswertungen auf Sekundenbasis (Nutzerbezogen)



Vorteile der intelligenten Steuerung

- Aggregation dezentraler Speicher einheiten
- Integration erneuerbarer Energien
- Netzdienliches Peakshaving
- Steigerung der Selbstversorgung
- Netzausbau vermeiden
- Lokale Wertschöpfung
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit
- Leistungsprognosen von Fotovoltaikanlagen
- dezentrale Speichertechnologie zu einem virtuellen Großspeicher

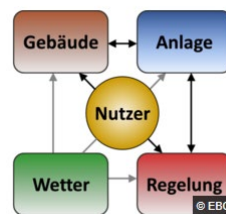




Energie SYSTEM Beratung:

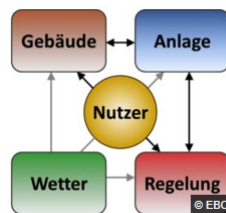
Nach DIN V 18599

- Haustechnik **mit**
- Raumweiser Heizlast
DIN 12831
- Hydraulischem Abgleich
- **und**
- Lüftungskonzept



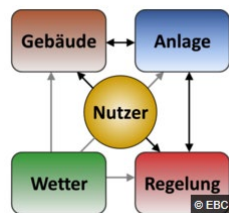


- Umgesetzte Sanierungsmaßnahmen
- Aufstockung des DG
- Mit Aufdachdämmung
- Aussenwanddämmung (mit Cellulose – Gefache,)
- die Erneuerung der Fenster
- Geschoßbodendämmung EG/KG
- Kontrollierte Raumlüftung mit 80 % WRG)
- Einsatz Solarenergie mit
 - PV:T – Modulen incl.
 - Heizungstausch (Solewärmepumpe)





- Umgesetzte Sanierungsmaßnahmen
- Aufstockung des DG
- Mit Aufdachdämmung
- Aussenwanddämmung (mit Cellulose – Gefache,)
- die Erneuerung der Fenster
- Geschoßbodendämmung EG/KG
- Kontrollierte Raumlüftung mit 80 % WRG)
- Einsatz Solarenergie mit
 - PV:T – Modulen incl.
 - Heizungstausch (Solewärmepumpe)

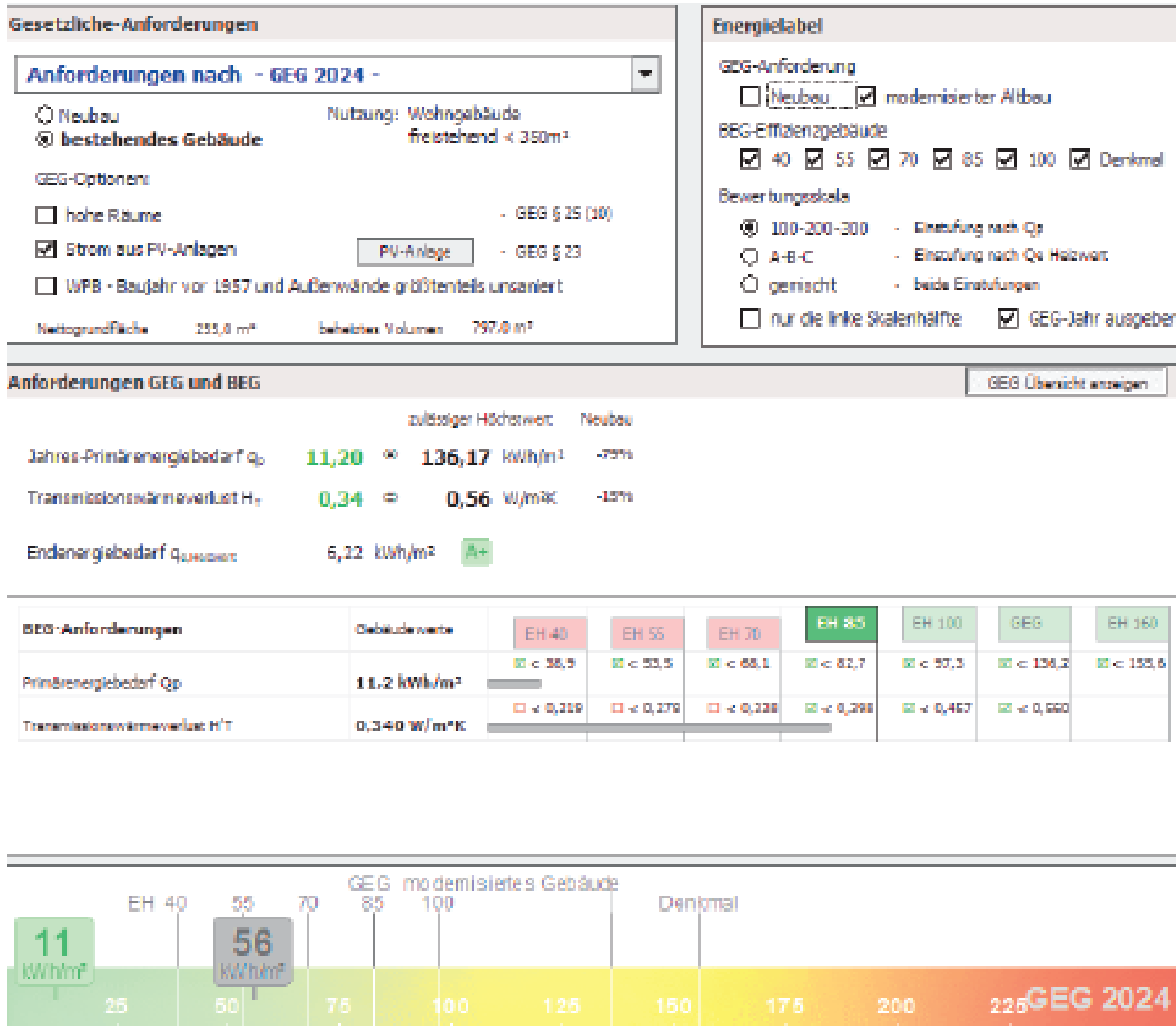


PV:T – Referenzinstallation Werner Axt_Ingelheim



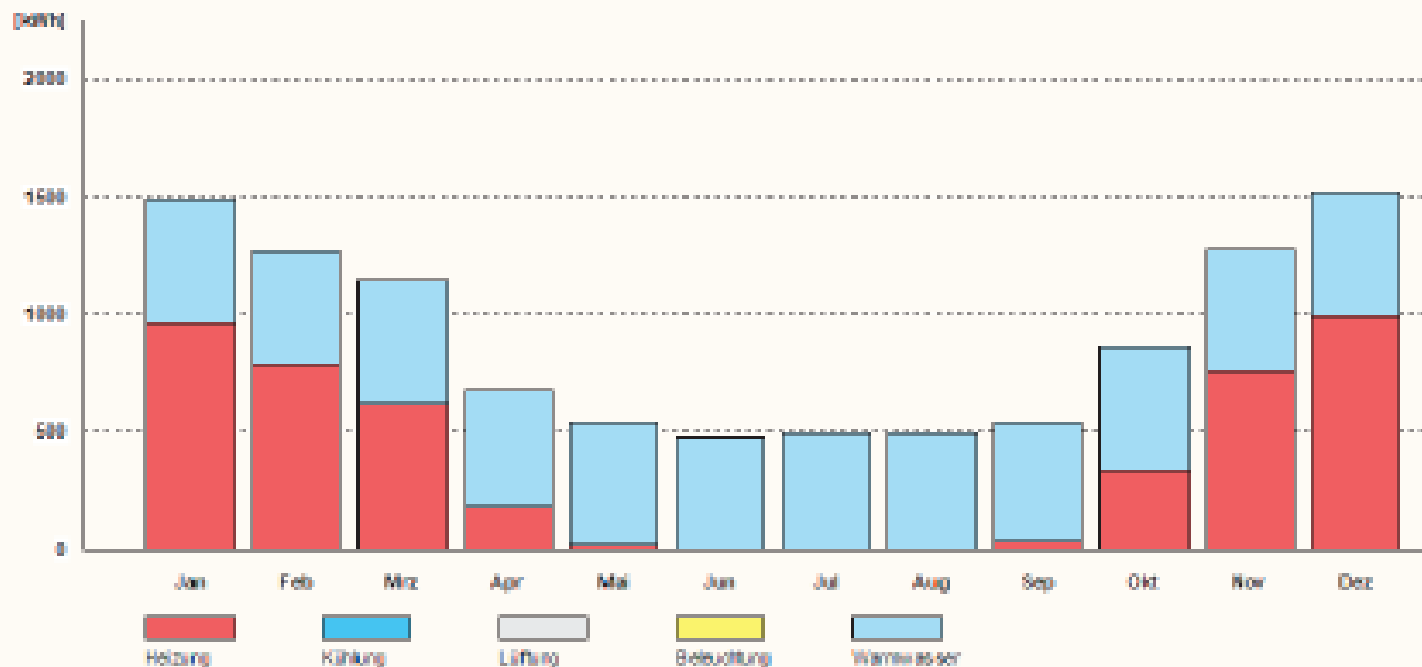
-PE 56 = A+

- Aufstockung des DG
- Mit Aufdachdämmung
- Aussenwanddämmung (mit Cellulose – Gefache,)
- die Erneuerung der Fenster
- Geschoßbodendämmung EG/KG
- Kontrollierte Raumlüftung mit 80 % WRG)
- Einsatz Solarenergie mit
 - PV:T – Modulen incl.
 - Heizungstausch (Solewärmepumpe)

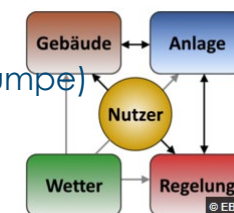


Primärenergie - Monatsbilanzierung: Wohnen

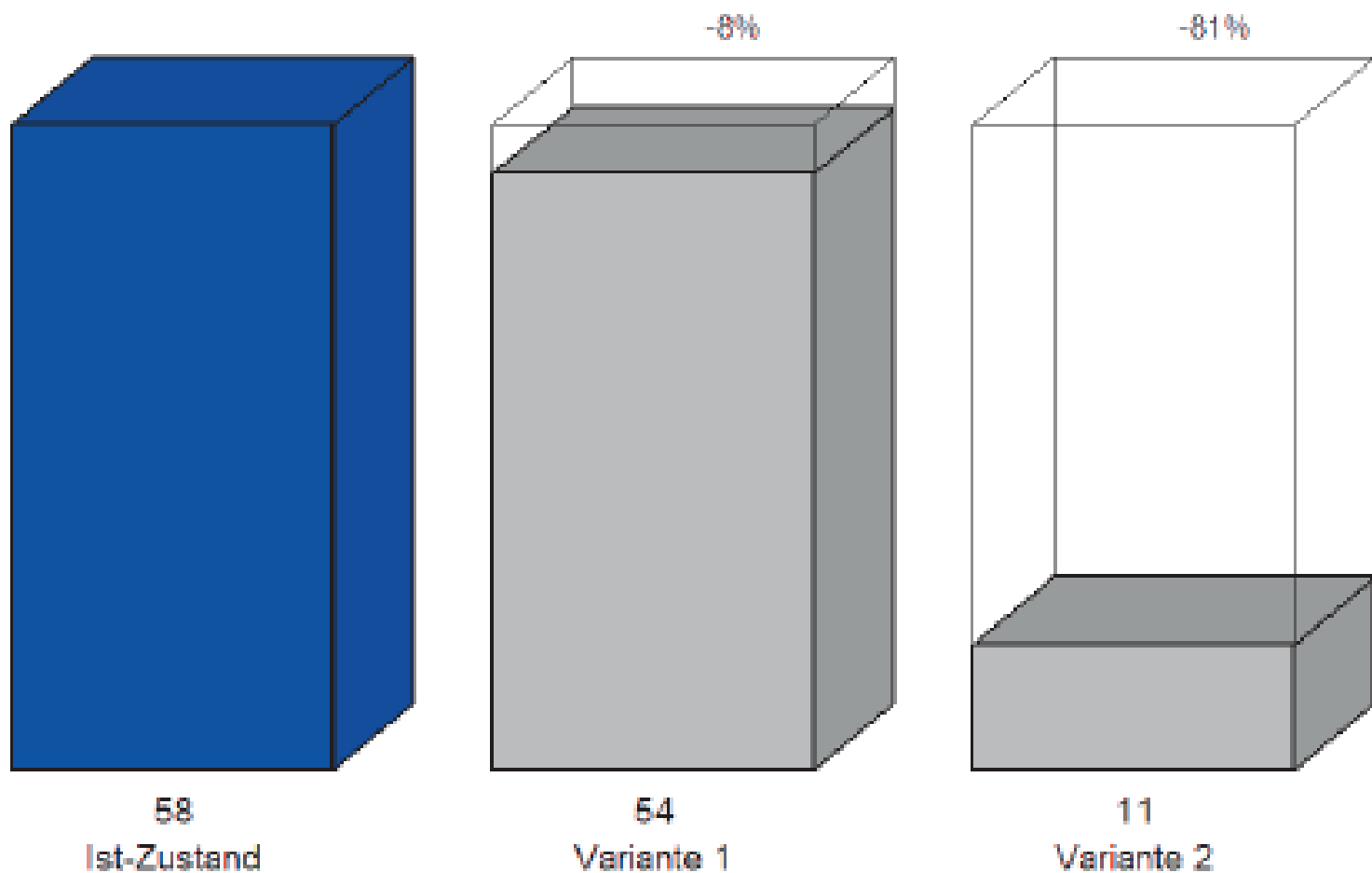
in kWh	Gesamt	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Heizung	4727	964	797	624	179	26	0	0	0	40	337	766	993
Kühlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lüftung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beleuchtung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Warmwasser	6055	529	477	524	501	512	478	491	492	495	516	508	538
Gesamt	10782	1493	1274	1148	681	537	478	491	492	535	853	1274	1531



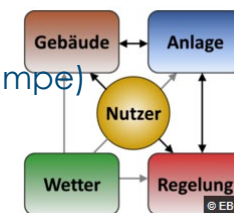
- PE 56
- Aufstockung des DG
- Mit Aufdachdämmung
- Aussenwanddämmung (mit Cellulose – Gefache,)
- die Erneuerung der Fenster
- Geschoßbodendämmung EG/KG
- Kontrollierte Raumlüftung mit 80 % WRG)
- Einsatz Solarenergie mit
 - PV:T – Modulen incl.
 - Heizungstausch (Solewärmepumpe)



Primärenergiebedarf q_p pro m^2 [kWh/m^2a]

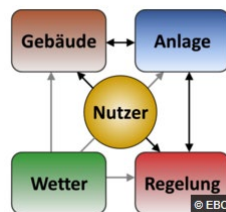


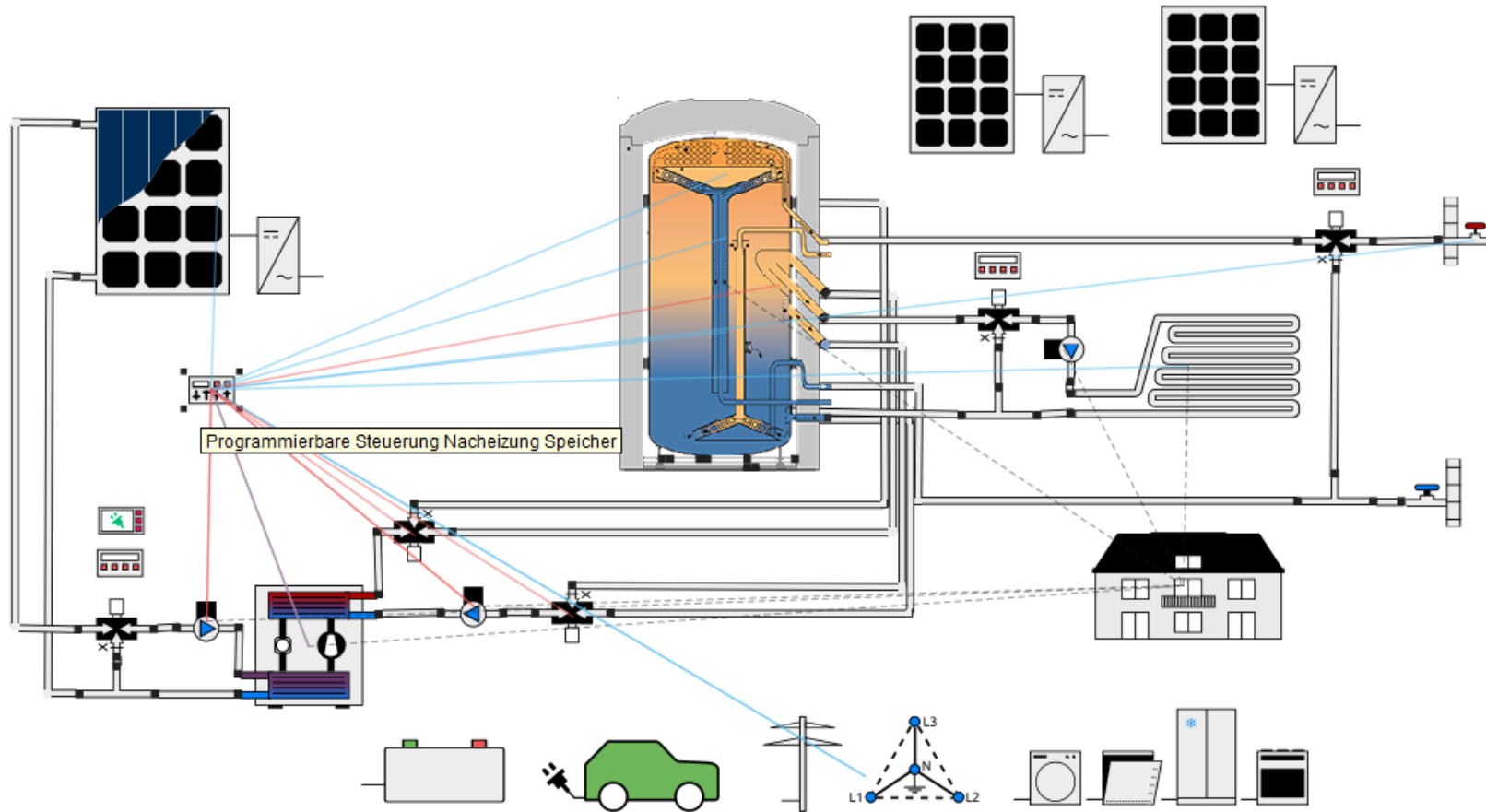
- PE 56
- Aufstockung des DG
- Mit Aufdachdämmung
- Aussenwanddämmung (mit Cellulose – Gefache,)
- die Erneuerung der Fenster
- Geschoßbodendämmung EG/KG
- Kontrollierte Raumlüftung mit 80 % WRG)
- Einsatz Solarenergie mit
 - PV:T – Modulen incl.
 - Heizungstausch (Solewärmepumpe)



1. **Die Ziele und Vorstellungen des Kunden ermitteln und dokumentieren, um das Leistungssoll/Pflichtenheft klar zu definieren.**
2. **Im Angebot eine gesonderte Vergütung für Planungsleistungen auf führen und Inhalte/Ergebnisse vertraglich festhalten.**
3. **Den Liefer- und Leistungsvertrag auf Basis der Kundenziele und der daraus resultierenden Planung formulieren.**
4. **Messkonzept mit Profilen und Nutzung des Objektes zusammenfassen**
5. **Abnahme, Wartung, Betrieb und Monitoring/Pflegevertrag**

Empfohlene
Vorgehensweise für
Handwerksbetriebe





Verbindliche Berechnung mit der Systemsimulation

- ▶ Übernahme der Daten aus der Energieberatung (DIN V 18599)
 - Q_p Primärenergiebedarf (Haustechnik)
 - H_T Transmissionswärmeverluste (Gebäude)
- ▶ Anpassung der Projektdaten, Randbedingungen, Systemkomponenten
- ▶ Effizienznachweis für BAFA-Innovationsförderung Wärmepumpen

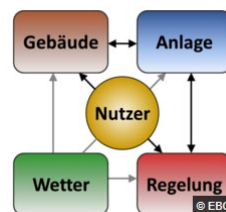
Ergebnisse der dynamischen 365 Tage - Simulation



Variante - 4 PVT-12 Module + 38 x PV + Batt + emobil

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Jahr
Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System	SFn	%	41,3
Solarer Deckungsanteil Warmwasser	SFnHw	%	46,4
Solarer Deckungsanteil Gebäude	SFnBd	%	41,7
Solarthermische Energie an das System	Qsol	kWh	10.602
Ertrag Photovoltaik AC	Qinv	kWh	16.050,2
Eigenverbrauch	Eocs	kWh	6.793
Netzeinspeisung	Eteg	kWh	9.257
Netzbezug	Efeg	kWh	3.201
Batterieentladeenergie	Ebdis	kWh	1.292
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthe...	Qaux	kWh	15.054
Nutzenergie	Quse	kWh	14.374
Energiedefizit	Qdef	kWh	7,9
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems	Etot	kWh	-8.630,7
Gesamter Stromverbrauch	Ecs	kWh	8.277
Anlagenaufwandszahl	eP		0,32
System-Jahresarbeitszahl (PV)	SJAZ_PV		5,69
CO2 Emission	Emission...	kg	1.717

Auswertung SJAZ
-thermische
Elektrische
Resultate

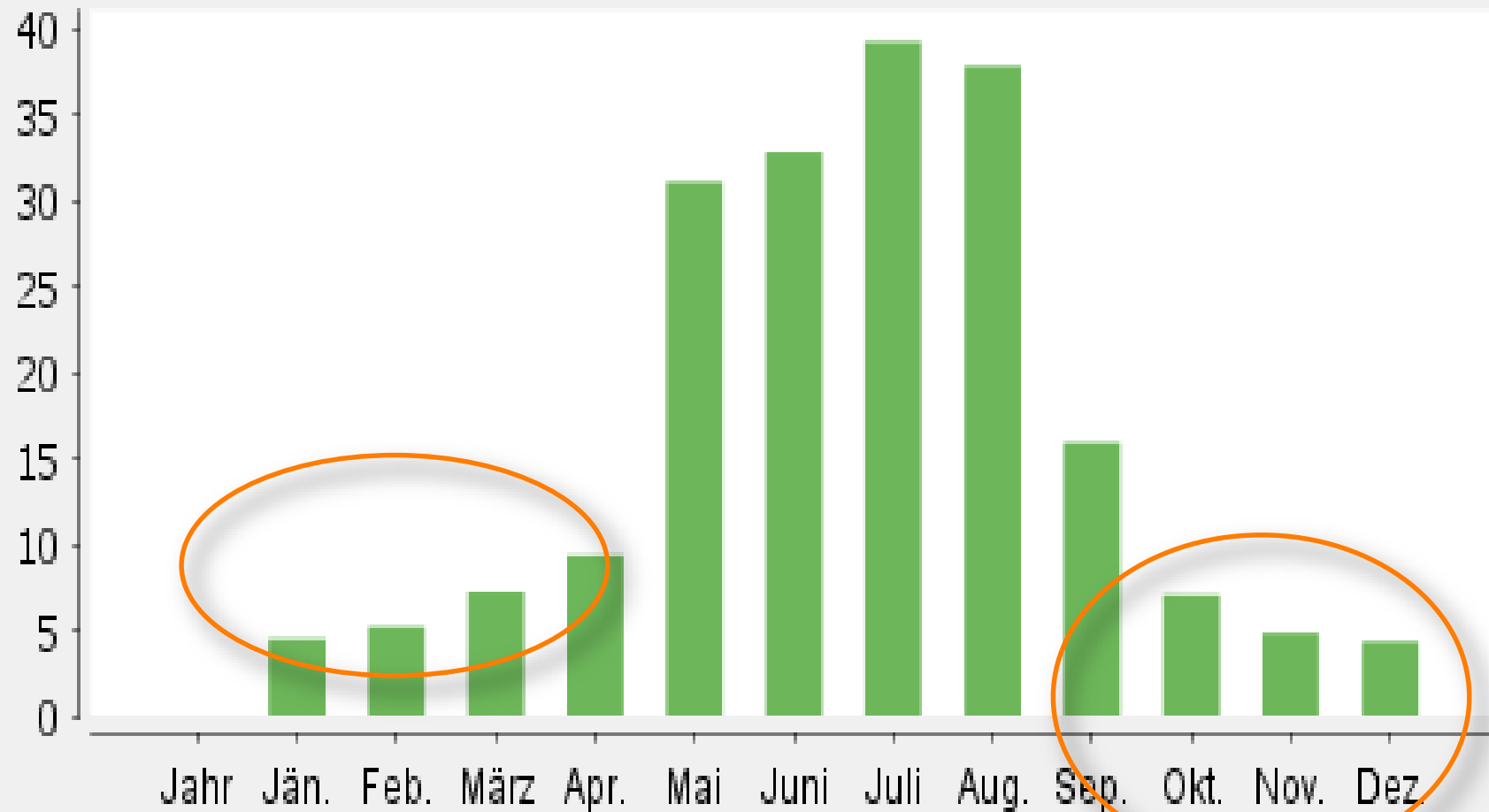


Thermische Resultate (Jahreswerte)			Elektrische Resultate (Jahreswerte)												
Bezeichnung	Symb...	Einh...	Jahr	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Wärmeentnahme aus Speicher	Sout	kWh	-14.419,2	-2.514,3	-2.178,8	-1.907,8	-1.124,3	-255,2	-192,7	-184,6	-179,9	-310,8	-1.156,9	-2.021,6	-2.392,3
Solarer Deckungsanteil: Solar...	SFn	%	41,3	40,7	40,7	41,4	41,6	42,5	43	43	43,2	42,8	42,3	41,3	40,9
Solarthermische Energie an d...	Qsol	kWh	10.602	1.756	1.531	1.383	841	240	192	186	191	273	877	1.450	1.684
Energie der Wärmeerzeuger a...	Qaux	kWh	15.054	2.559	2.227	1.954	1.181	324	254	246	251	366	1.196	2.063	2.434
Nutzenergie	Quse	kWh	14.374	2.508	2.172	1.902	1.120	255	192	184	179	309	1.152	2.015	2.386
Gesamter Energiebedarf	Qdem	kWh	16.923	3.030	2.517	2.193	1.106	261	177	174	169	373	1.356	2.441	3.125
Pumpenabwärme an das Syst...	Qpar	kWh	57,3	10,9	9,3	7,3	4	0,8	0,6	0,6	0,6	1	3,9	8,1	10,1
Wärmeverlust an Innenraum (i...	Qint	kWh	100	-67,8	-49,7	-13,2	19	57,5	60,1	64,4	63,7	52,2	17,3	-40,2	-62,7
Solarer Deckungsanteil: Einstr...	SFg	%	88,8	66,2	74,4	84,5	91,3	97,7	98,1	98,3	98,2	97	87,9	70,2	60,7
Einstrahlung in Kollektorebene	Esol	kWh	29.551	1.275	1.648	2.627	3.075	3.461	3.392	3.671	3.529	2.816	1.955	1.167	934
Brennstoff- und Strom-Verbrau...	Eaux	kWh	3.720	650	566	483	291	83,3	66	63	63	87,2	269	495	604
Stromverbrauch der Pumpen	Epar	kWh	200	37	31,7	25,3	14,5	3,5	2,7	2,5	2,6	4	14	27,6	34,4
Gesamter Brennstoff- und Stro...	Etot	kWh	-8.630,7	513	129	-543,4	-1.156,8	-1.703,5	-1.763,5	-1.898,7	-1.660,4	-1.103,2	-350,5	311	596
Max. vermiedene CO2-Emissi...	Stlmpe...	kg	1.405	233	203	183	111	31,8	25,4	24,6	25,3	36,2	116	192	223
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ) SPF-S...			3,7	3,7	3,6	3,7	3,7	2,9	2,8	2,8	2,7	3,4	4,1	3,9	3,7
Anlagenaufwandszahl	eP		0,32	0,4	0,35	0,25	0,19	0,06	0,05	0,05	0,05	0,11	0,26	0,37	0,41
System-Jahresarbeitszahl (PV) SJAZ_...			5,69	4,5	5,22	7,22	9,37	31,14	32,85	39,29	37,9	15,95	7,06	4,86	4,35

System-Jahresarbeitszahl PV (Quse
[Warmwasser] + Quse [Konvektoren]) / (Ethcs
[Elektrischer Verbrauch der thermischen
Komponenten] - EdcsHPV [PV-Direktverbrauch
der elektrischen Wärmeerzeuger])

Solarthermische Energie an das System

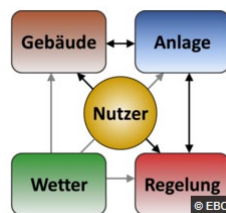
System-Jahresarbeitszahl (PV)



hohe SJAZ

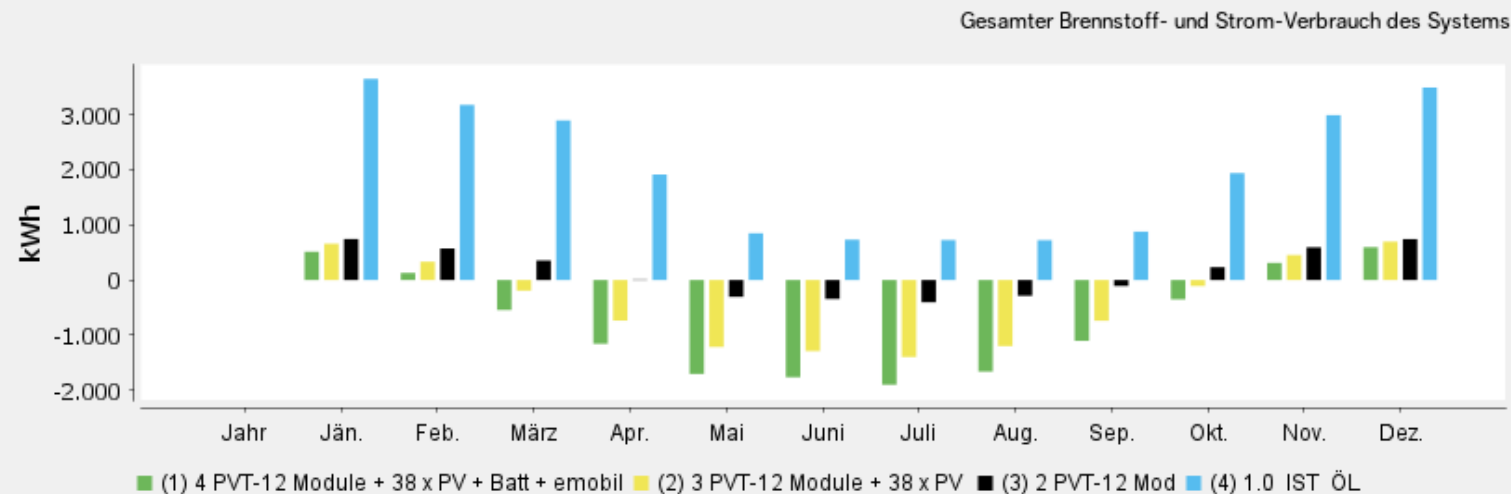
-therm/el

- Auch im Winterhalbjahr



Variantenvergleich

Variantenvergleich						
Bezeichnung	Symbol	Einheit	4 PVT-12 Module + 38 x PV...	3 PVT-12 Module + 38 x ...	2 PVT-12 Mod	1.0 IST ÖL
Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an d...	SFn	%	41,3	41,5	41,5	
Solarer Deckungsanteil Warmwasser	SFnHw	%	46,4	46,5	48,3	
Solarer Deckungsanteil Gebäude	SFnBd	%	41,7	41,8	41,7	
Solarthermische Energie an das System	Qsol	kWh	10.602	10.637	10.655	
Ertrag Photovoltaik AC	Qinv	kWh	16.050,2	12.064,5	4.152,3	
Eigenverbrauch	Eocs	kWh	6.793	3.058	1.492	
Netzeinspeisung	Eteg	kWh	9.257	9.006	2.660	
Netzbezug	Efeg	kWh	3.201	4.277	4.465	3.557
Batterieentladeenergie	Ebdis	kWh	1.292			
Energie der Wärmeerzeuger an das Syste...	Qaux	kWh	15.054	15.022	15.005	16.146
Nutzenergie	Quse	kWh	14.374	14.373	14.373	15.558
Energiedefizit	Qdef	kWh	7,9	8,2	8,5	48,1
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch...	Etot	kWh	-8.630,7	-4.729,6	1.805	23.969
Gesamter Stromverbrauch	Ecs	kWh	8.277	7.335	5.957	3.557
Anlagenaufwandszahl	eP		0,32	0,29	0,47	1,45
System-Jahresarbeitszahl (PV)	SJAZ_PV		5,69	6,13	4,8	
CO2 Emission	EmissionCO2	kg	1.717	2.294	2.395	8.045
Systemeffizienz [(Quse+Einv) / (Eaux+Epar)]	εsys					0,76
Gesamter Ölverbrauch	Eoil	kWh				20.412

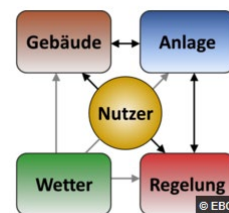


Auswertung

-thermische

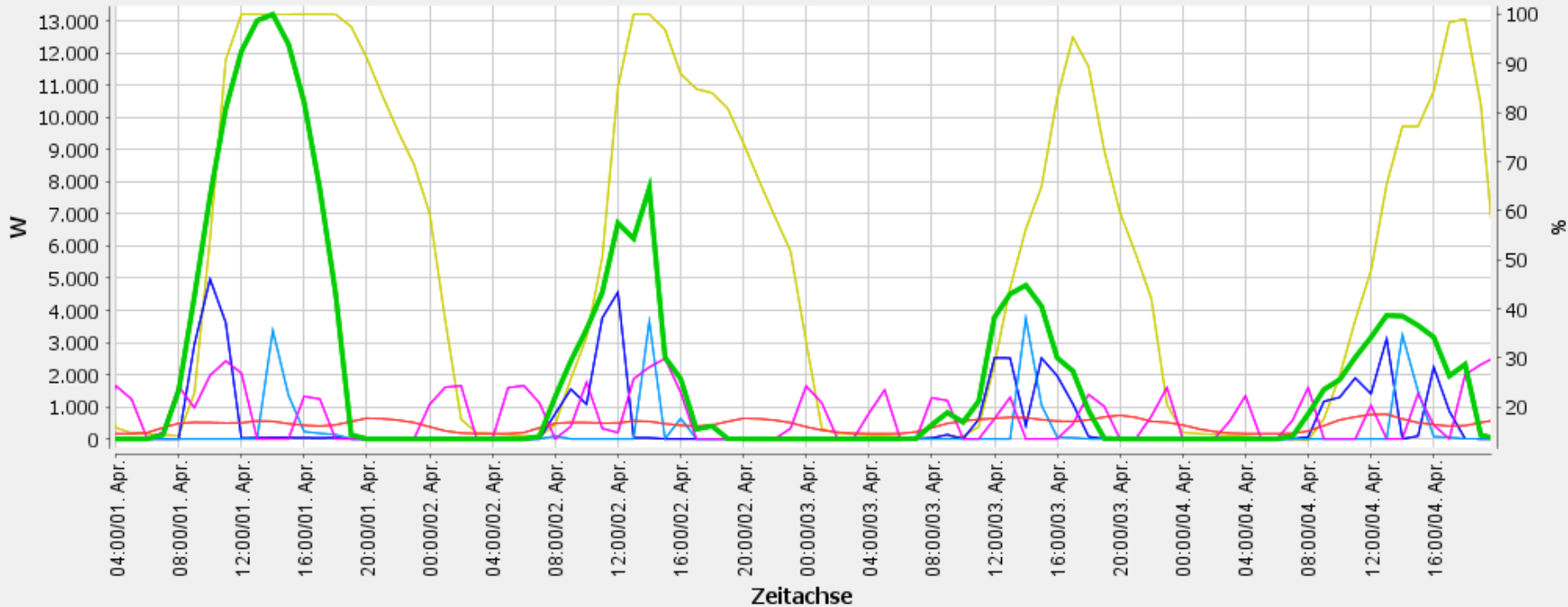
- Elektrische

- Resultate



Auszug 4 Tage: 01. April – 04. April

4 PVT-12 Module + 38 x PV + Batt + emobil - Grafische Auswertung

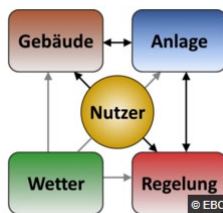


Batteriefüllstandsgrads mit

Deckung des Eigenbedarfs für

- Elektrische Verbraucher
- Sole-Wärmepumpenzyklus
- E-mobil-Beladung
- Batterieladung
- Batteriefüllstandsgrad

Name	Einheit	Achse	Farbe	Linie	Hüllkurve
Elektrische Verbraucher 1: Eigenstromproduktion	W				☐
Elektrische Verbraucher 1: Elektrischer Verbrauch von Profilen	W				☐
SW oder WW-Wärmepumpe: Brennstoff- und Strom-Verbrauch (im Heizbetri...	W				☐
E-Mobil 1: Batteriebeladung PV	W				☐
Batterie 2: Batteriebeladung PV	W				☐
Batterie 2: Batteriefüllgrad (SOC)	%				☐



Eine Planung, die nur dem

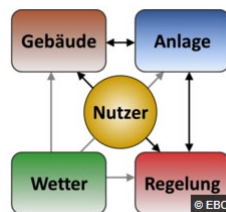
- Stand der Technik entspricht und damit
- hinter den **anerkannten Regeln der Technik** zurückbleibt

Ist mangelhaft



Energie-SYSTEM-Handbuch

- **Basisdaten** (Objektsteckbrief, IST – , SOLL – Zustand; ...)
- **Planung, Projektierung**
 - **GEBÄUDE**
 - nach DIN 18599 (Gebäude) und
 - **HAUSTECHNIK**
 - NORM-Heizlastberechnung nach DIN 12831 +
 - Volumenstromberechnung+
 - Hydraulikschema und MSR-Logik
- **Realisierungsdoku** mit Bautagebuch



MODULE DER NEUEN WARMEPUMPEN-FORDERUNG 2024

Basisförderung



30 %

Höchstfördersatz



70 %

Klimageschwindigkeits-Bonus



20 %*

Für den Austausch alter Öl-, Kohle-, Nachtspeicher- oder mindestens 20 Jahre alter Gas-Heizungen

Einkommensabhängiger Bonus



30 %

Für Haushalte mit einem zu versteuernden Jahreseinkommen von weniger als 40.000 €

Effizienz-Bonus



5 %

Für den Einsatz von Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln oder Erdwärme als Wärmequelle

Förderfähige Kosten

Die **Förderung** wird auf **maximal 30.000 Euro Investitionskosten** gewährt.

Das bedeutet beispielsweise in der **Basisförderung** einen **maximalen Zuschuss** von **9.000 Euro**, beim **Höchstfördersatz** einen **maximalen Zuschuss** von **21.000 Euro**.



Zusätzliche PV-Module auf
der übrigen Dachfläche

Solare Gewinne:

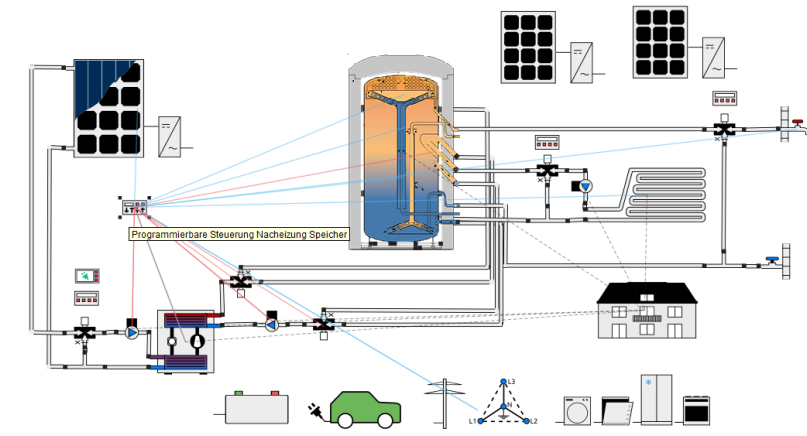
STROM - Ertrag: ca. 15 kWh

WÄRME – Ertrag: ca. 10 kWh

SJAZ (Systemjahresarbeitszahl) **6,05**

Projekt THOME_Bammenthal 210531 - Variante 4 PVT-12 Module + 38 x PV + Batt + emobil

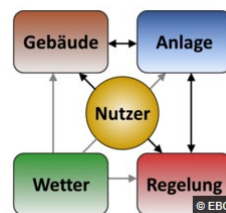
POLYSU



Referenzobjekt PV:T

Polysun-Steckbrief:

- 3-Fam.-Haus
- Neubau KfW 40
- 30 PVT – Module
- 15 kWp el
- 60 m² Absorber à
- 570 kWh/m²/a
- 34.200 kWh th
- Überflug





Praxisbeispiel:

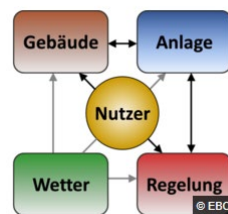
Verbandsgemeinde Offenbach/Queich

Neubau Rathaus

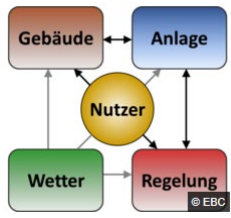
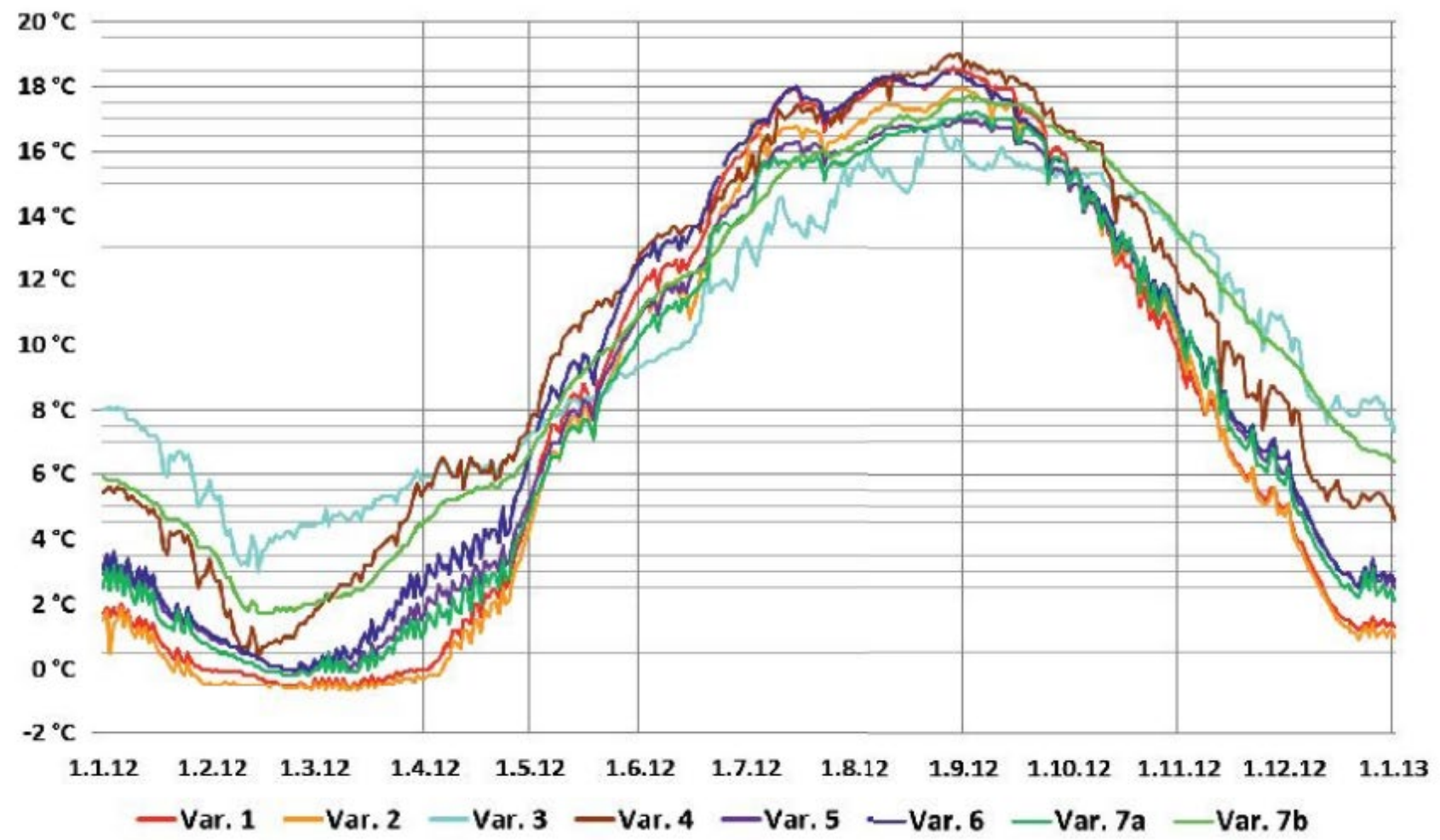
Konzeption ESW Landau

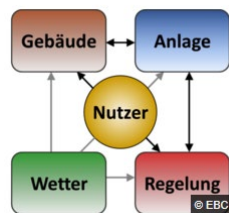
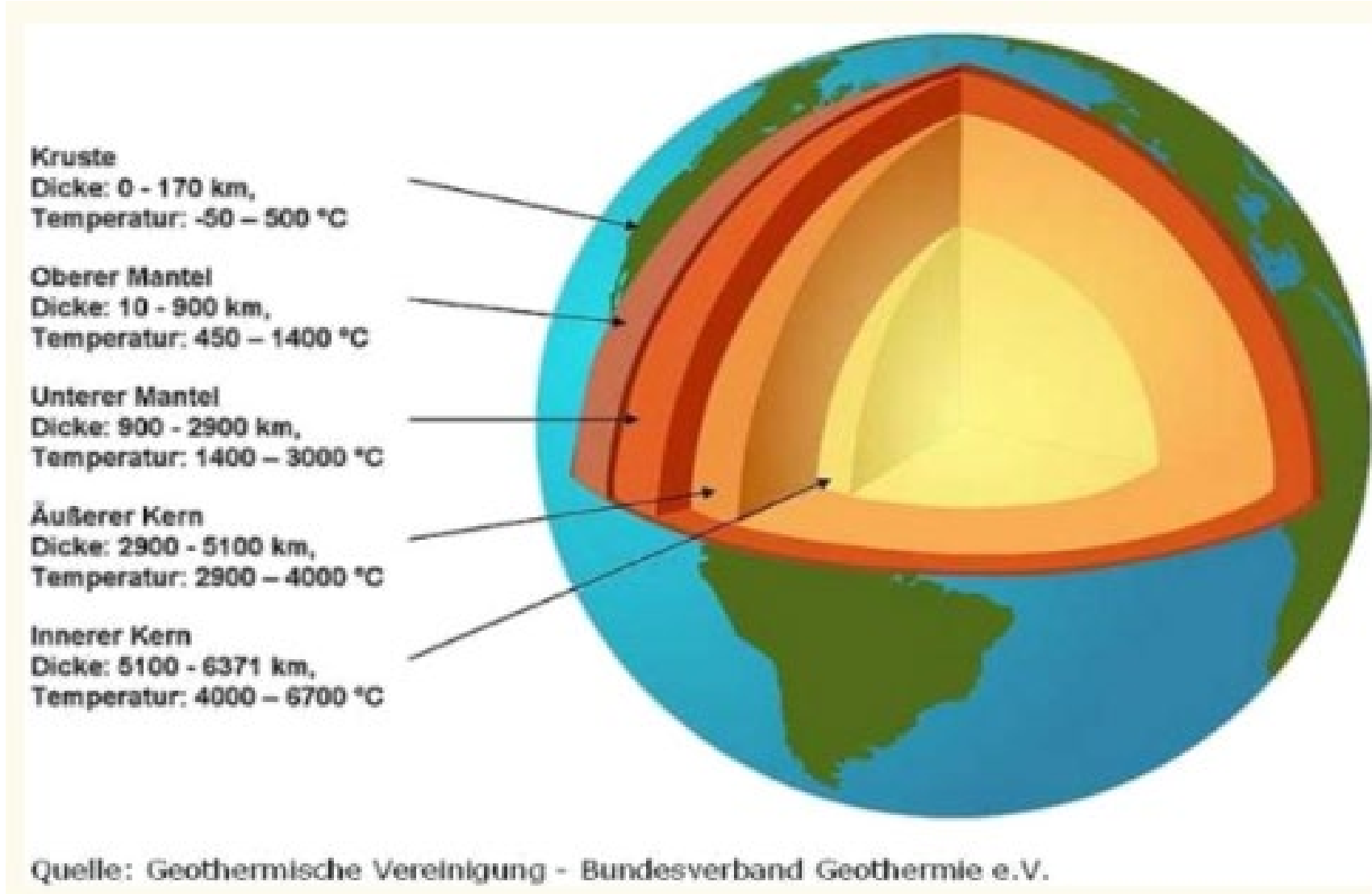
Ausführung: Solterra GmbH Neustadt

[\(13\) LinkedIn](#)

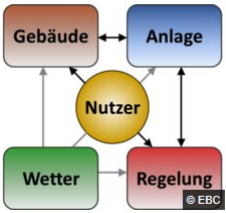
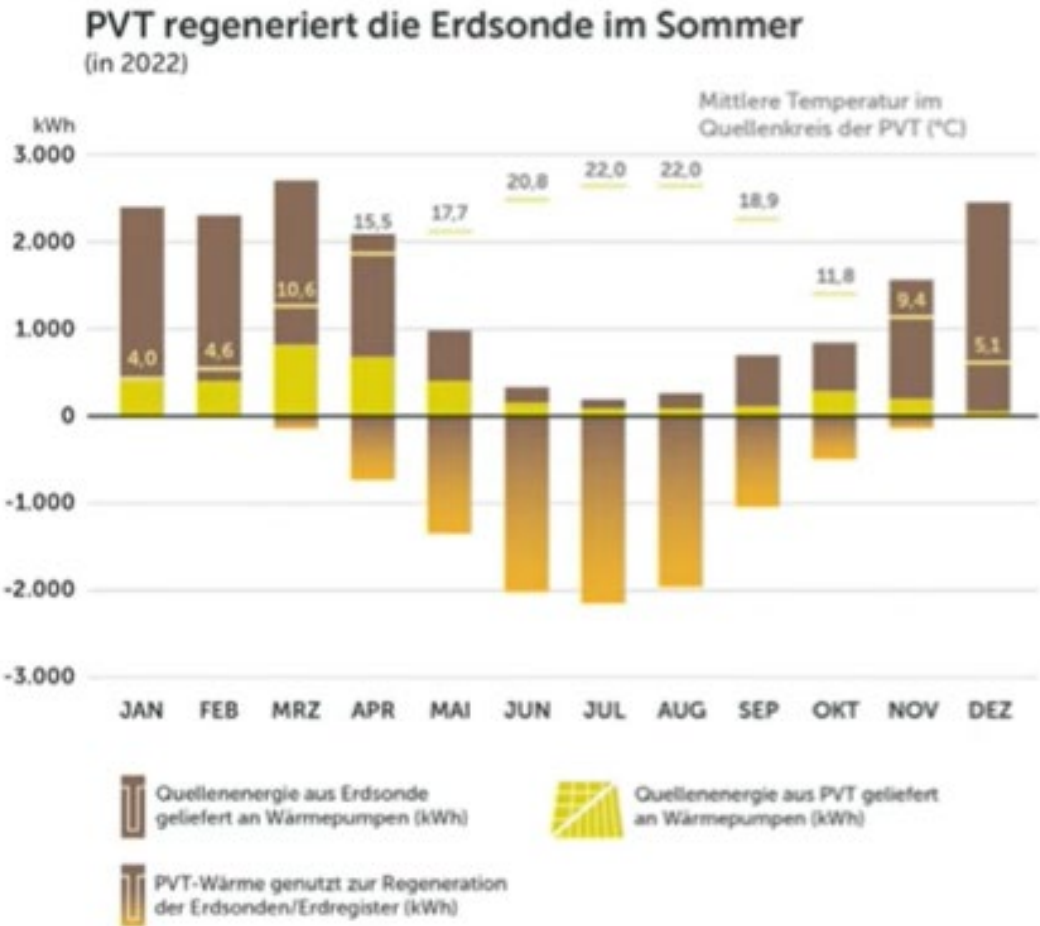


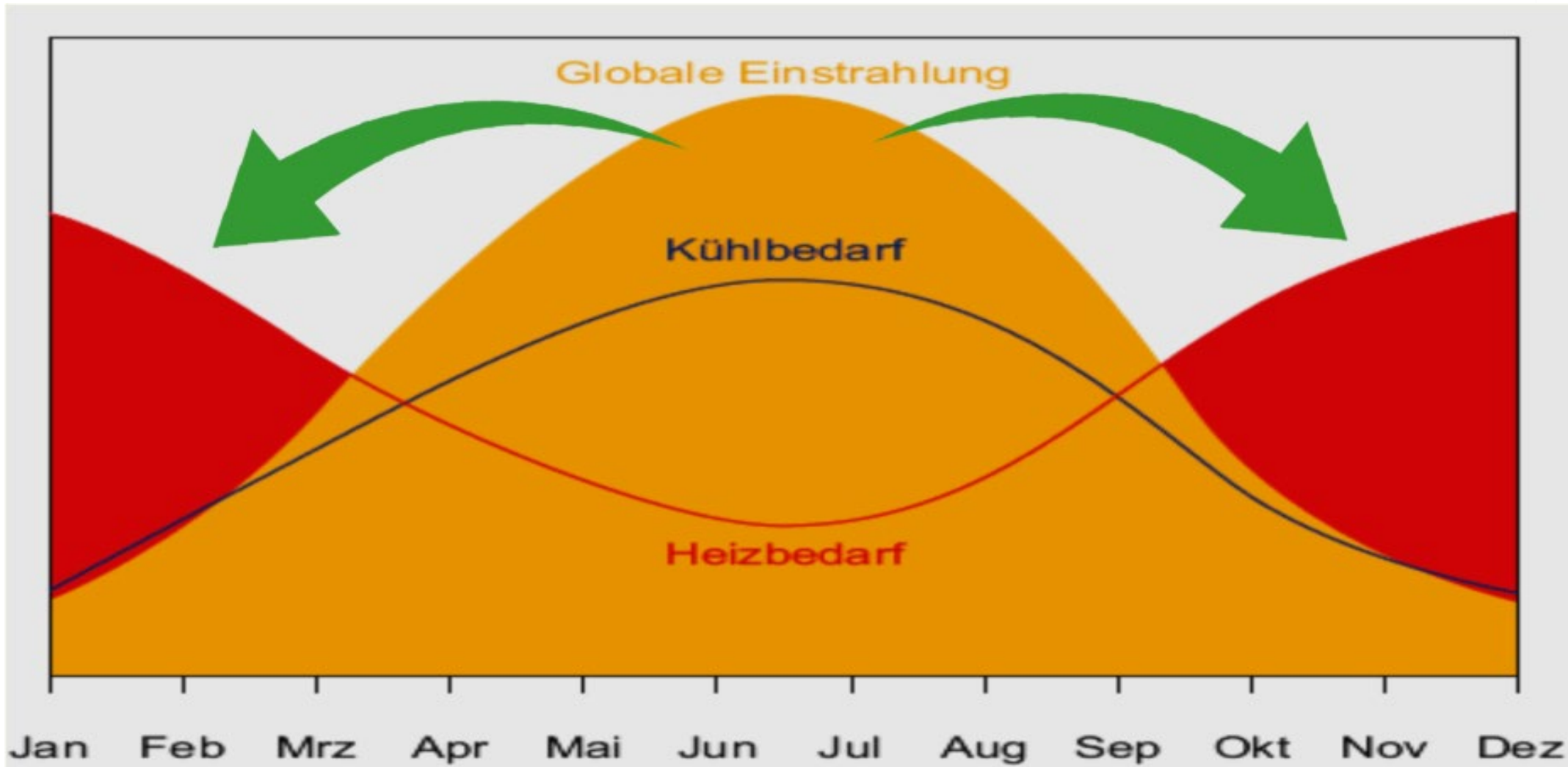
Erdreichtemperaturen der Verlegevarianten für 2012 (mittiger Fühler)





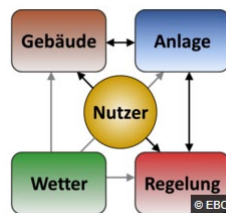
Anlage 3

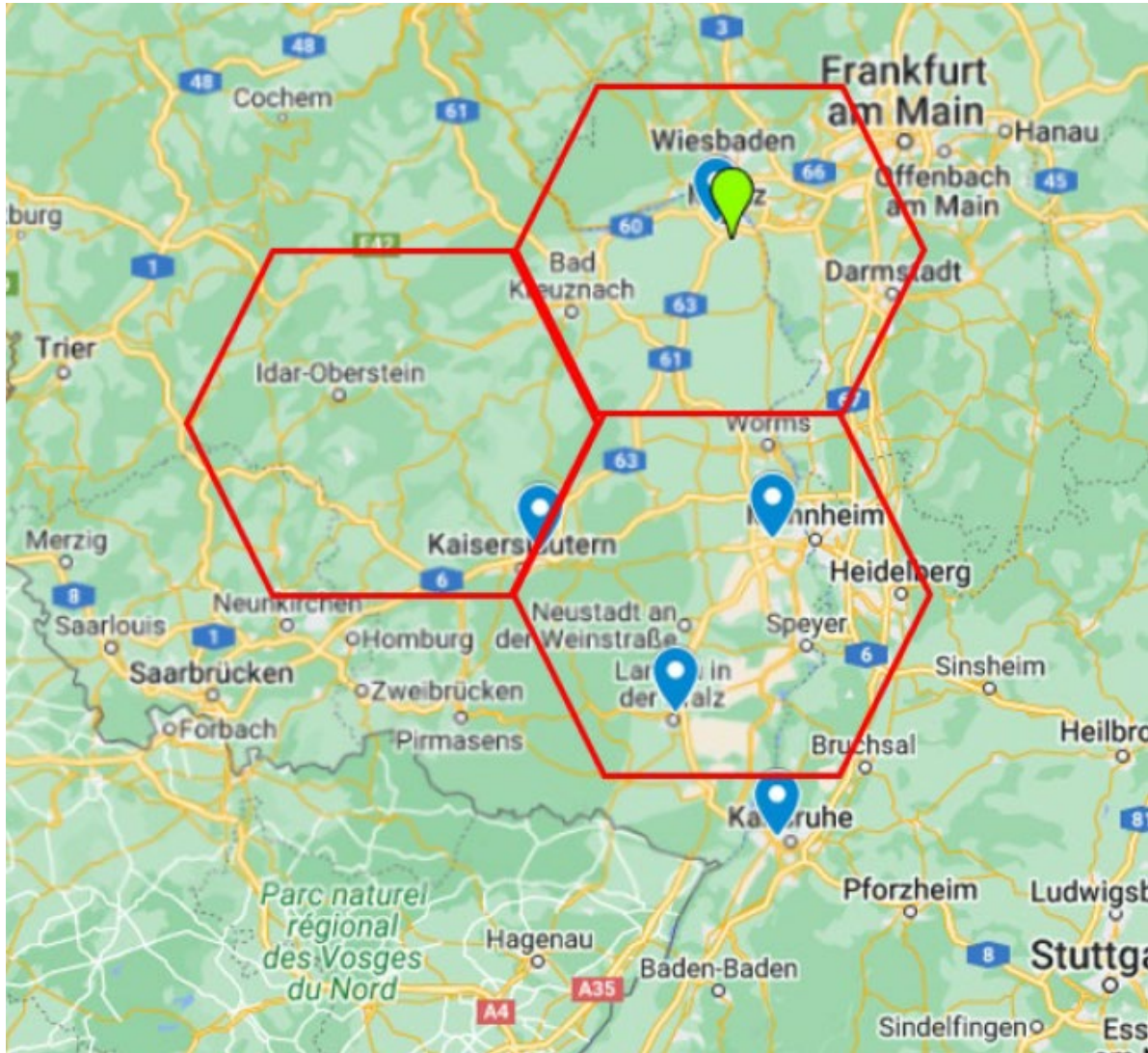




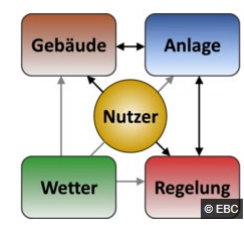
Infrarotlösung mit Eigenstrom im MFH

Strahlungswärme





- die Inhalte des Wochentrainings gliedert sich in
- PV- Grund- und Basiswissen mit Montage
 - WP Grund- und Basiswissen mit Inbetriebnahme
 - PV:T Planung, Projektierung und Montage
 - EMS MSR (Mess-, Steuer- und Regeltechnik)
 - Praxis Montage mit Anschluss- und Hydraulikaufbau für PV:T incl. Inbetriebnahmetraining



Kontext Fernwärme

