



Best-Practice-Beispiel: Klimaschutzsiedlung mit resilienter Energieversorgung

Veranstalter: Bauzentrum München

Veranstaltung: Sektorenkopplung für Mehrfamilienhäuser 2023 – Teil 1

Referent: Dipl.-Ing. Jörg Linnig, Ingenieurbüro EUKON, Krefeld

Termin / Ort : 30.03.2023 Online

Unsere Leistungen:

- Energiekonzepte
- Planung TGA alle Leistungsphasen
- Thermische Bauphysik
- Baubegleitende Qualitätssicherung

Besondere Leistungen:

- Planung solare Großanlagen
- Passivhäuser
- Sonnenhäuser
- Anlagensimulation
- Forschung & Entwicklung

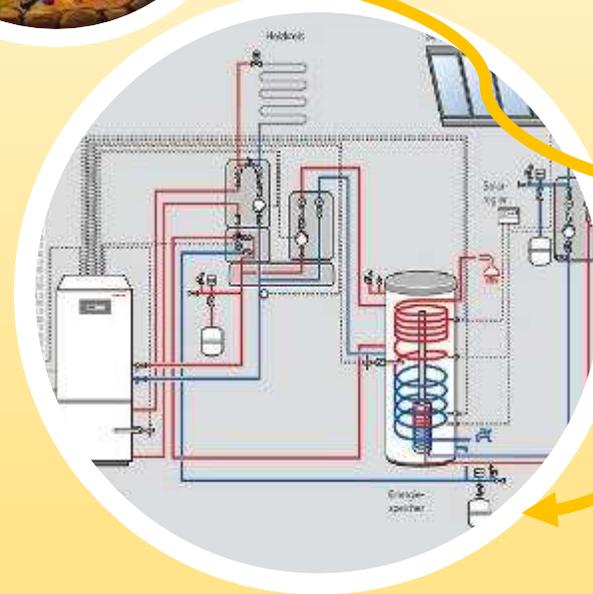


Ein wichtiger Meilenstein in der Menschengeschichte war die Möglichkeit, das Feuer zu beherrschen. So wurde zunächst das offene Feuer, das Lagerfeuer genutzt.

Später wurde das Feuer über entsprechende Öfen in die Gebäude gebracht.

Die erste Warmwasser-/Dampfheizung wurde 1716 erfunden. Eine umfängliche Verbreitung begann aber erst Mitte des 18. Jahrhunderts. Die Pumpen-Warmwasser-Heizung, so wie wir sie heute kennen, wurde ab ca. 1960 eingeführt.

Bei der Verbrennung von Holz, Torf oder Kohle wird der Brennstoff bei einer Flammentemperatur von über **1000 °C** verbrannt, um z.B. den Wärmeverlust des menschlichen Körpers (**37 °C**) auszugleichen oder Speisen zuzubereiten.



Schema einer aktuellen Heizungsanlage mit FBH, Wärmepumpe und Solaranlage (PV und Solarthermie)



Mitte des 19. Jahrhunderts
Lokale Feuerstellen - noch ohne jegliche Wärme-Verteilung erobern die Wohnungen

HEIZEN MIT EIS ?

Energieinhalt von Wasser bei
 0°C (273,15 K)

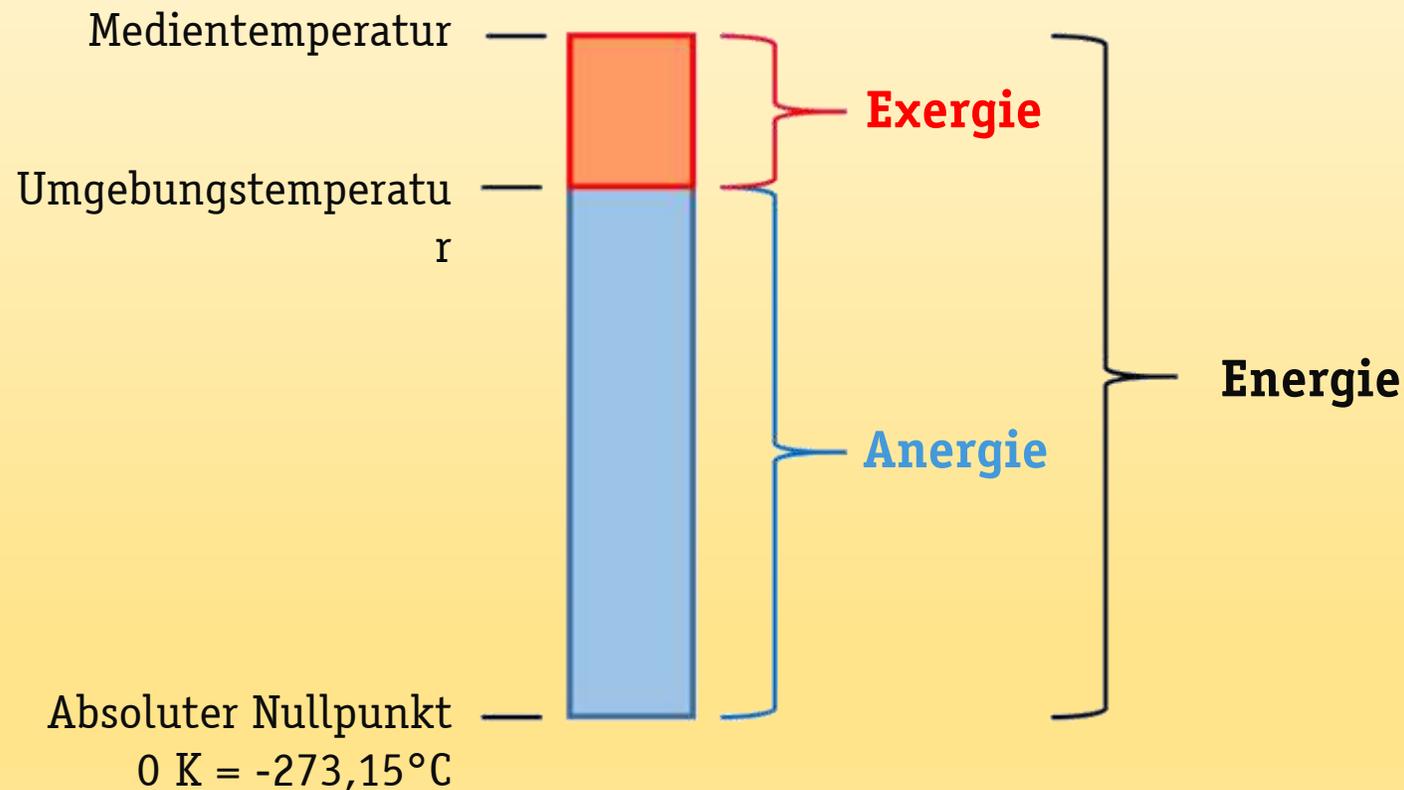
- Eiswasser ca. 909 kJ/kg
- Eis ca. 574 kJ/kg

Darin enthalten sind
335 kJ/kg Schmelzwärme



Unsere Planungsphilosophie:

EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENPLANUNG



Der Anteil an Exergie ist bei thermischer Energie abhängig von der für die Nutzung erforderlichen Medientemperatur, die benötigt wird, um eine entsprechende Energiedienstleistung (z.B. Heizen / Kühlen) zu erreichen.

Quelle: Hochschule Luzern; 05/2014; Grundlagen-/Thesenpapier Kalte Fernwärme (Anergienetze)

Erster Hauptsatz der Thermodynamik

Energie bleibt immer erhalten!

Warum reden wir dann überhaupt über...

- **Energieverbrauch**
- **Energiekosten**
- **Energiesparen, etc.**

... wenn Energie nicht verloren geht



Was verkaufen Energieversorger dann eigentlich?

ENERGIEKONZEPTE: WIE WIR BISHER HEIZEN

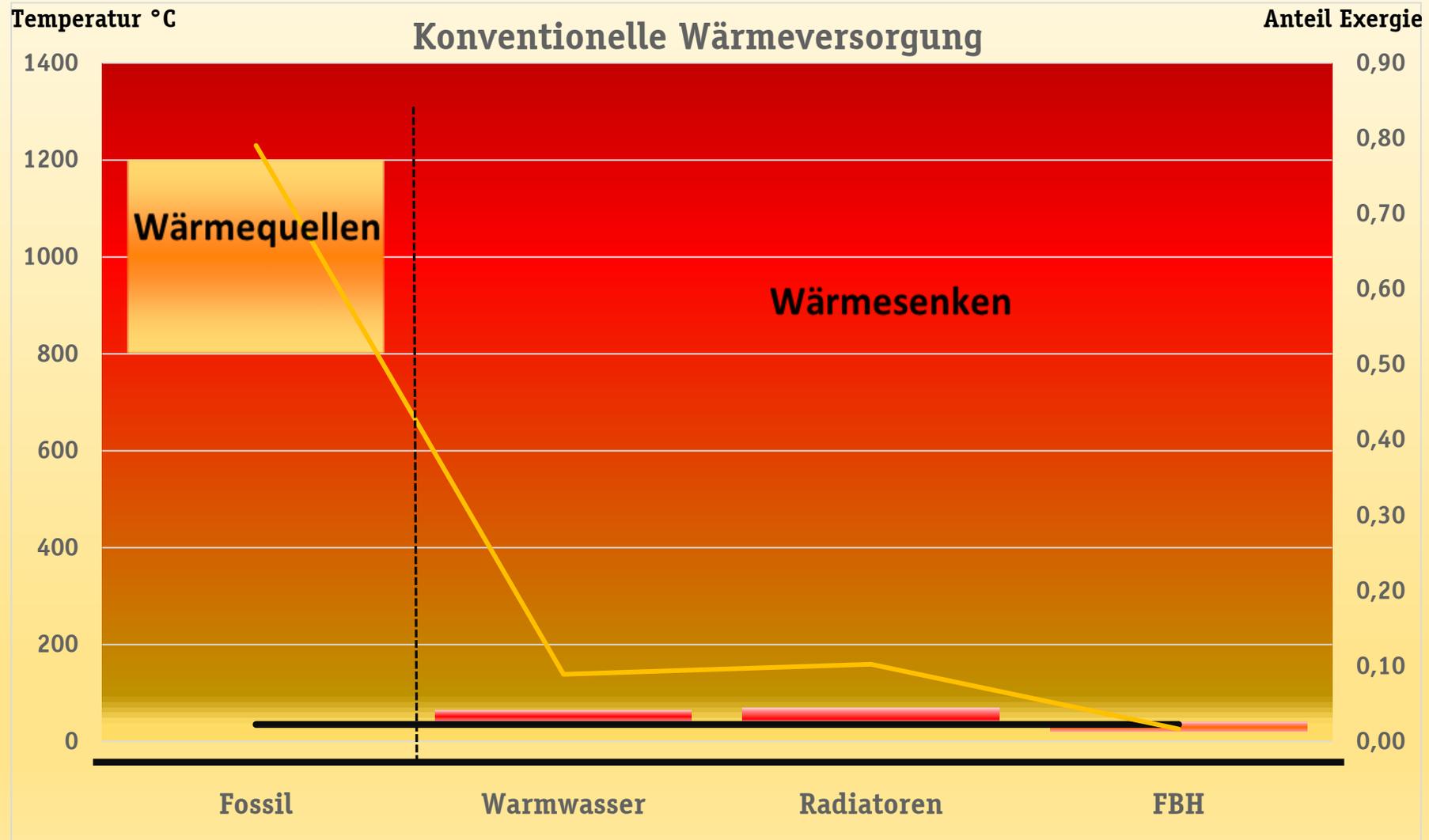
Fossil

Endenergie (Bezug)

Nutzenergie = Bedarf

Anlagenverluste

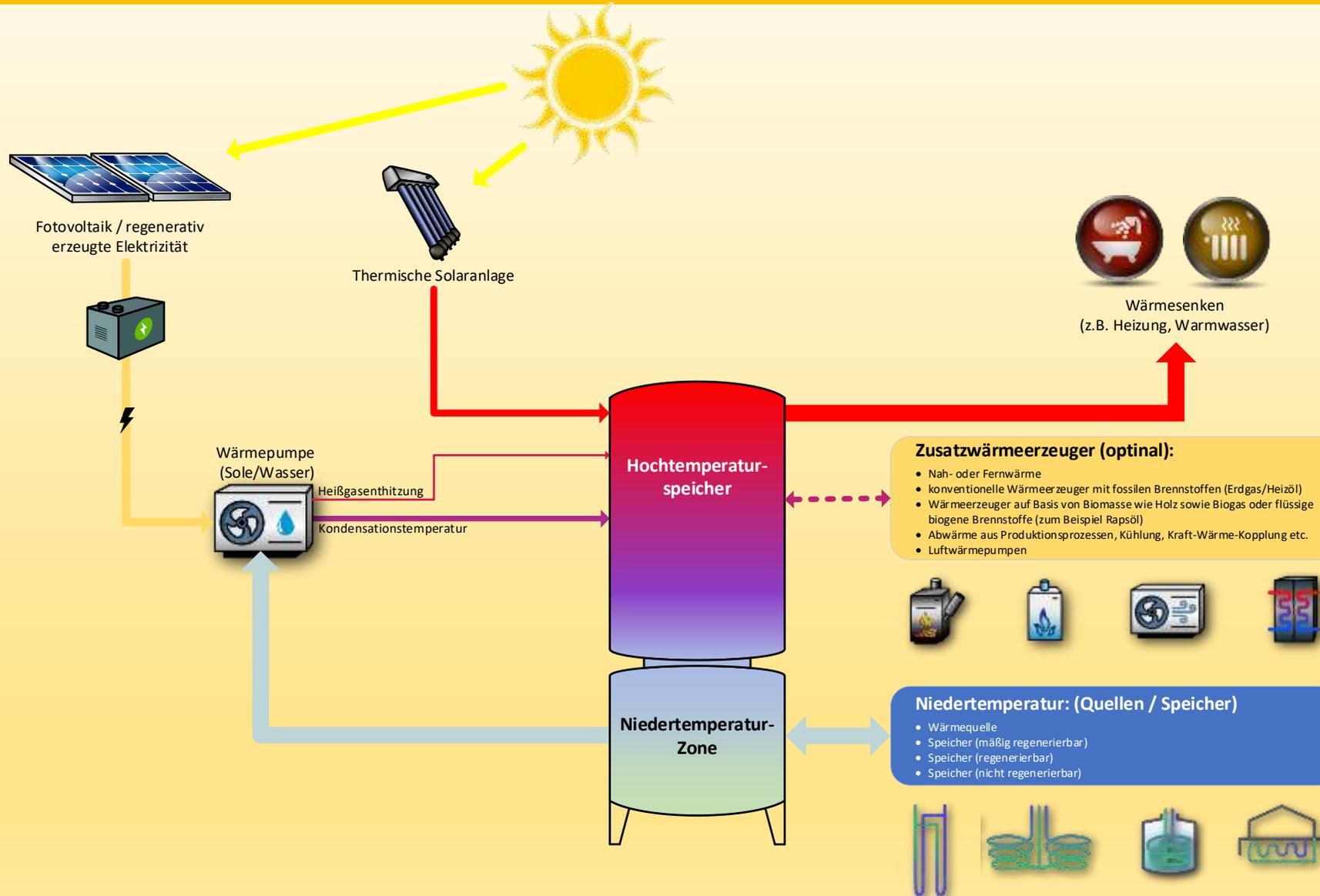
Primärenergieverluste

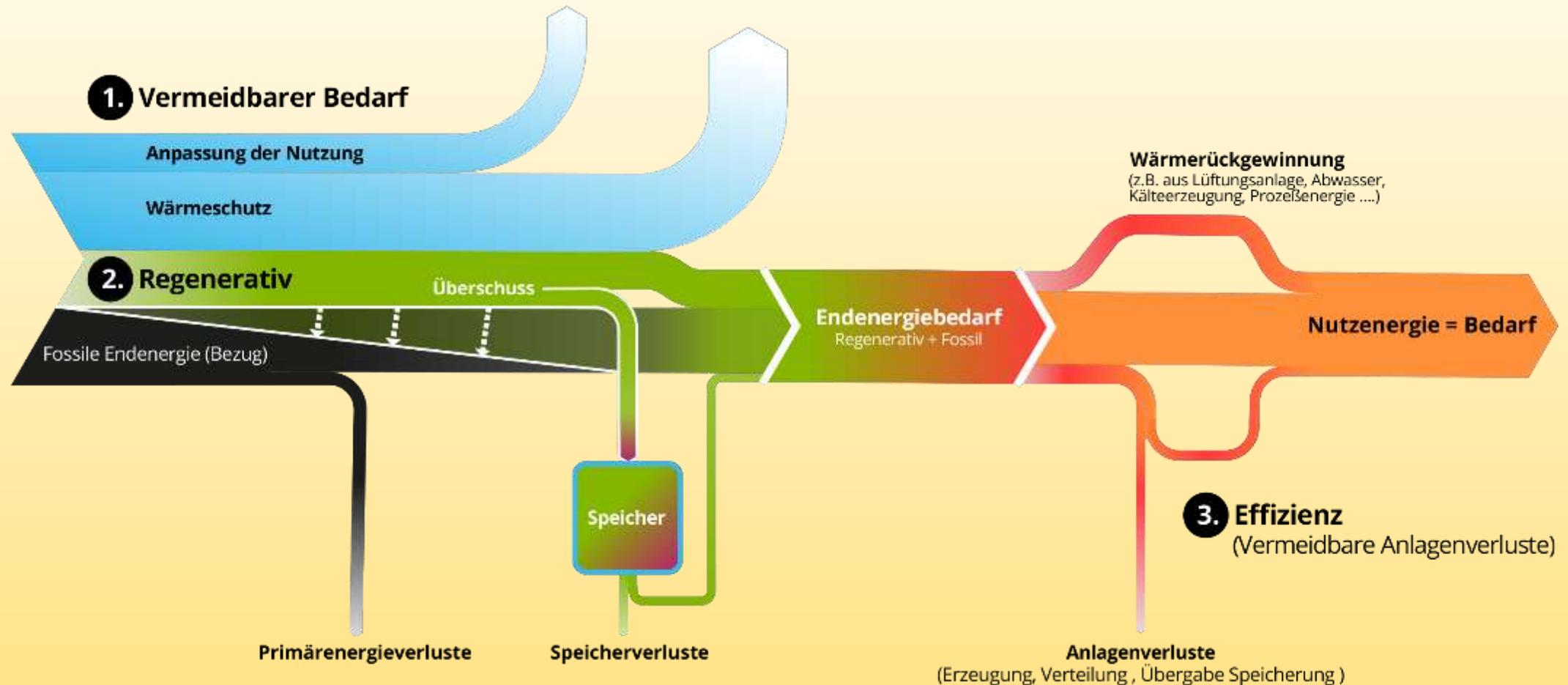


Regenerativ von oben – minimal bedarfsgerecht Nachheizen auf Nutzenniveau

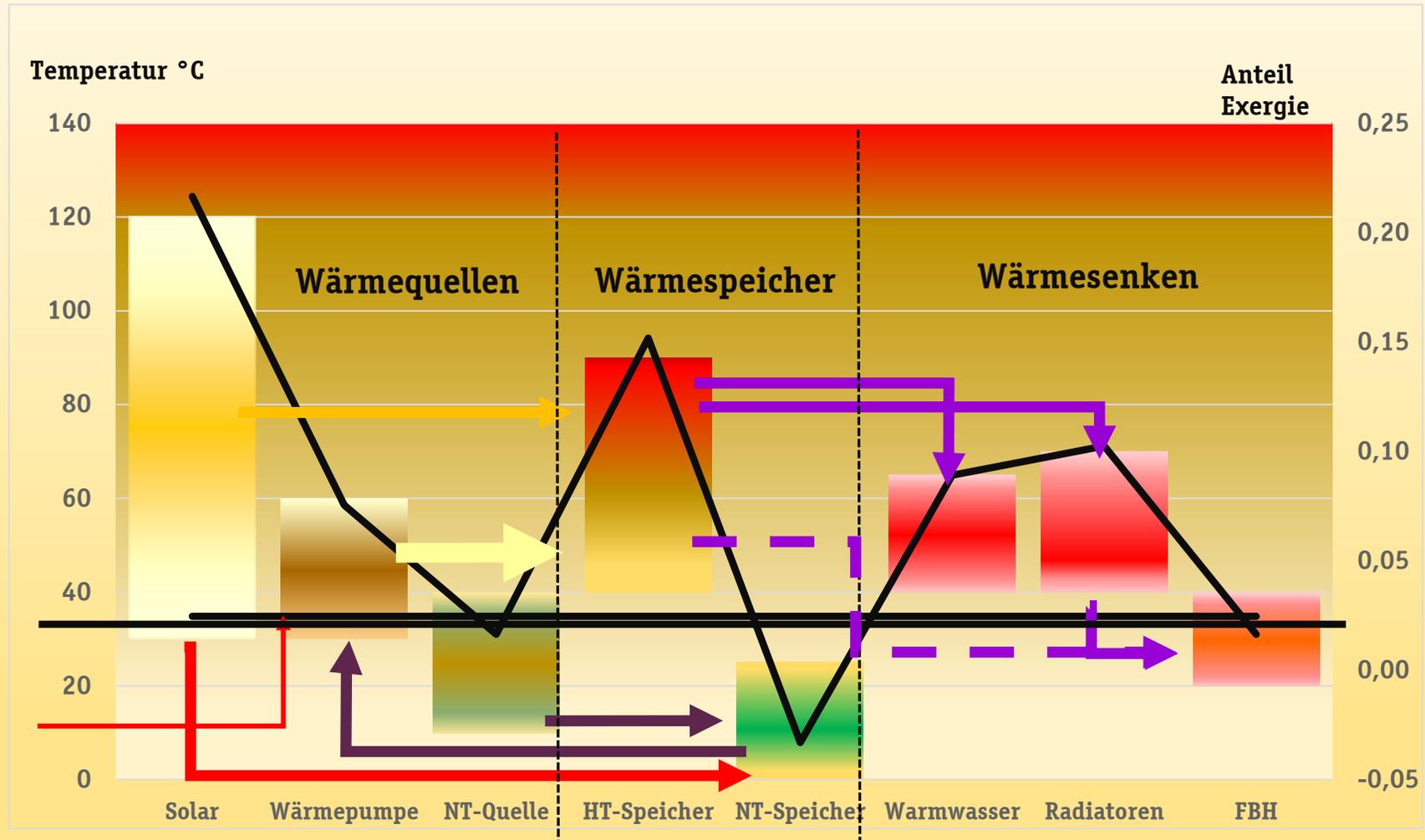
- Um regenerative Energie nutzungsorientierter nutzen zu können, ist es erforderlich, die Energie hinsichtlich ihres Temperaturniveaus von unten nach oben anzupassen.
- Fehlende Energie bzw. Temperatur darf nur so wenig wie möglich ergänzt werden.
- Differenzierung von Exergie und Anergie (→ Schichtung)
- Speicherung von höher temperierter Energie (Exergie) in Kurzzeitspeichern
- Speicherung von Energie auf niedrigerem Temperaturniveau (Anergie) in großen saisonalen Speichern

Höherer Nutzen bei möglicherweise geringerem Ertrag



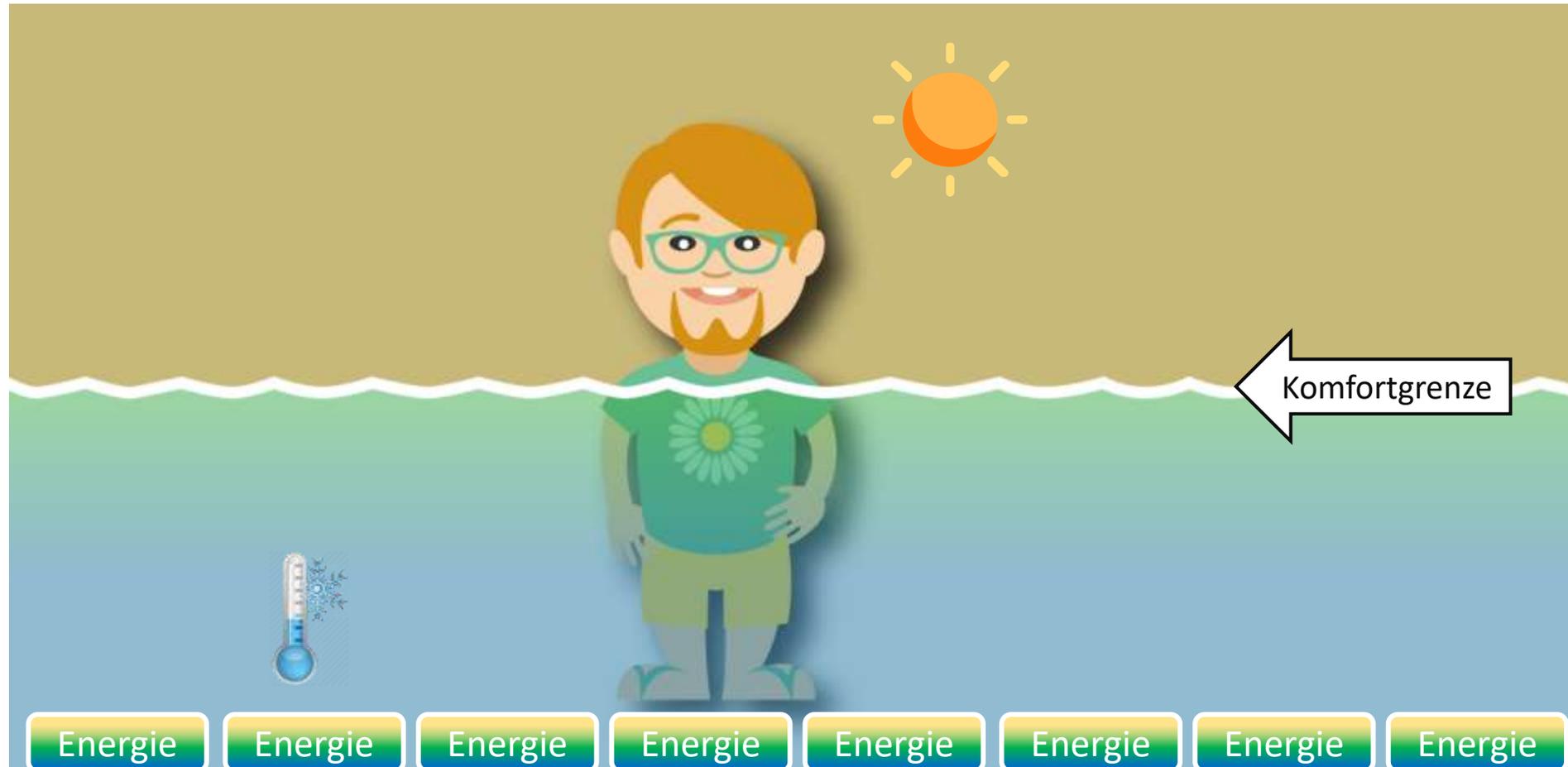


- Suffizienz gehört zur Vermeidung
- Fossil soll gegen Null gehen
- Keine bilanzierte Klimaneutralität
- funktioniert nur mit vergleichsweise großen Speichern



ENERGIE – DIE BASIS FÜR EIN KOMFORTABLES LEBEN

So lange das Temperaturniveau der der zugeführten Energieausreicht, das wir uns in einem Komfortbereich befinden, ist alles gut.



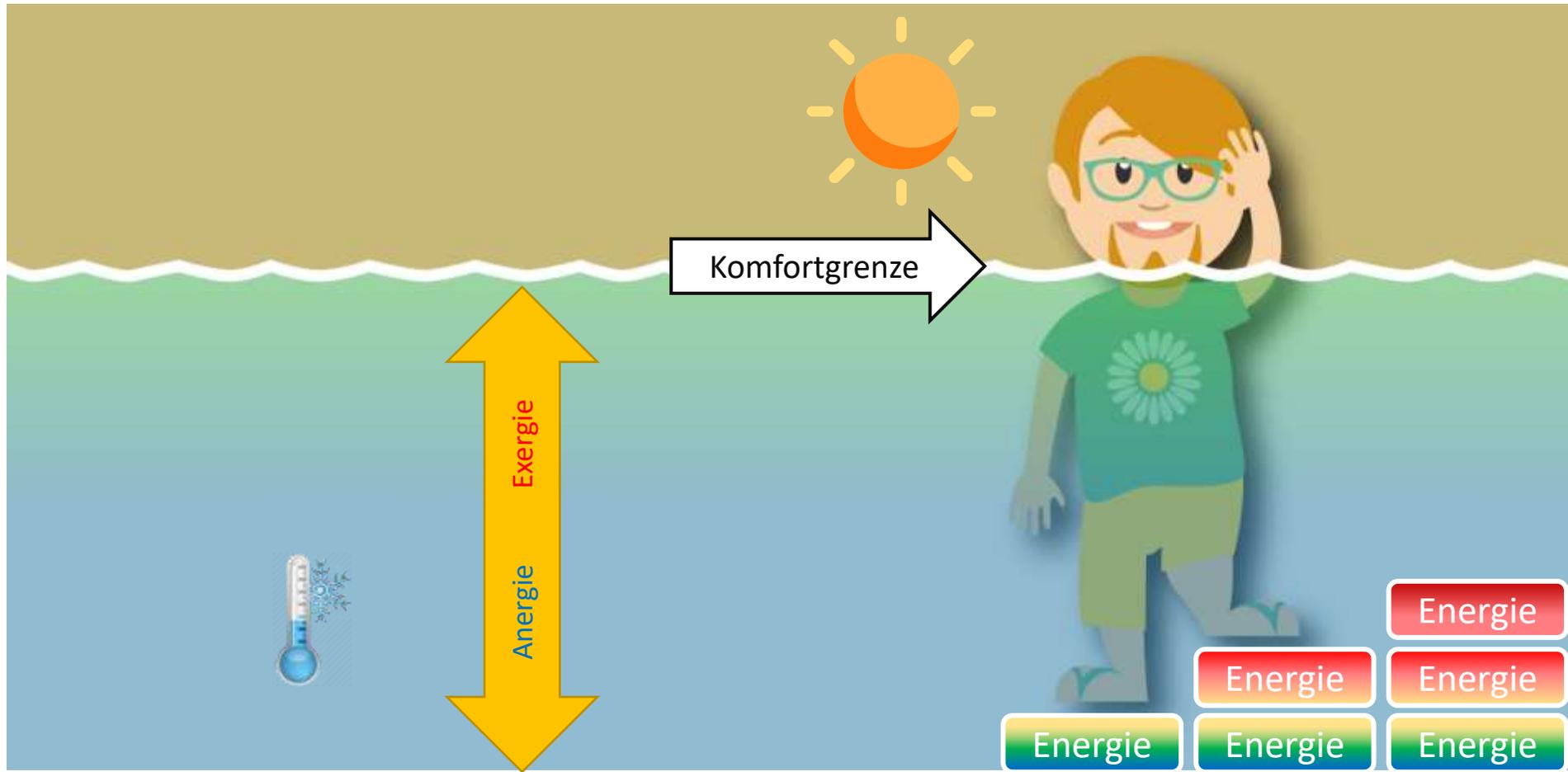
WENN DER BEDARF STEIGT

... wird die
Komfortzone dünn



ES SEI DENN ...

... wir können bei gleicher Energiemenge ein höheres Temperaturniveau nutzen.



Wettstreit der Technologien

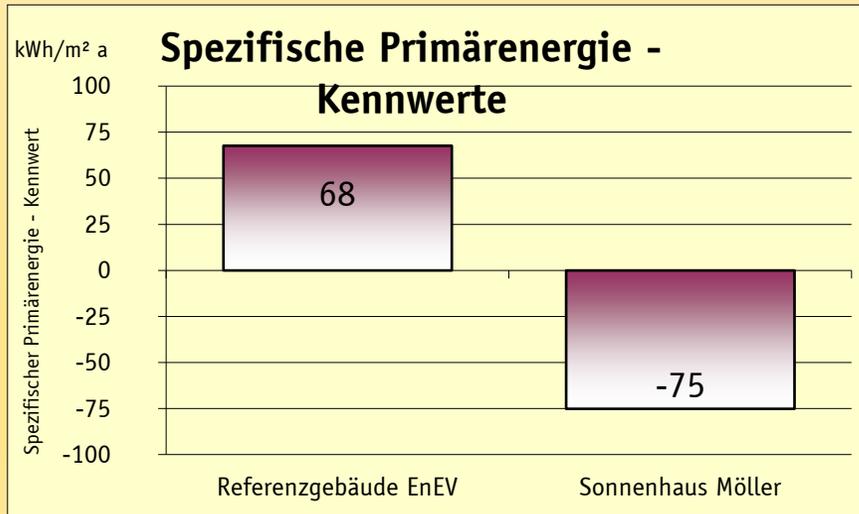
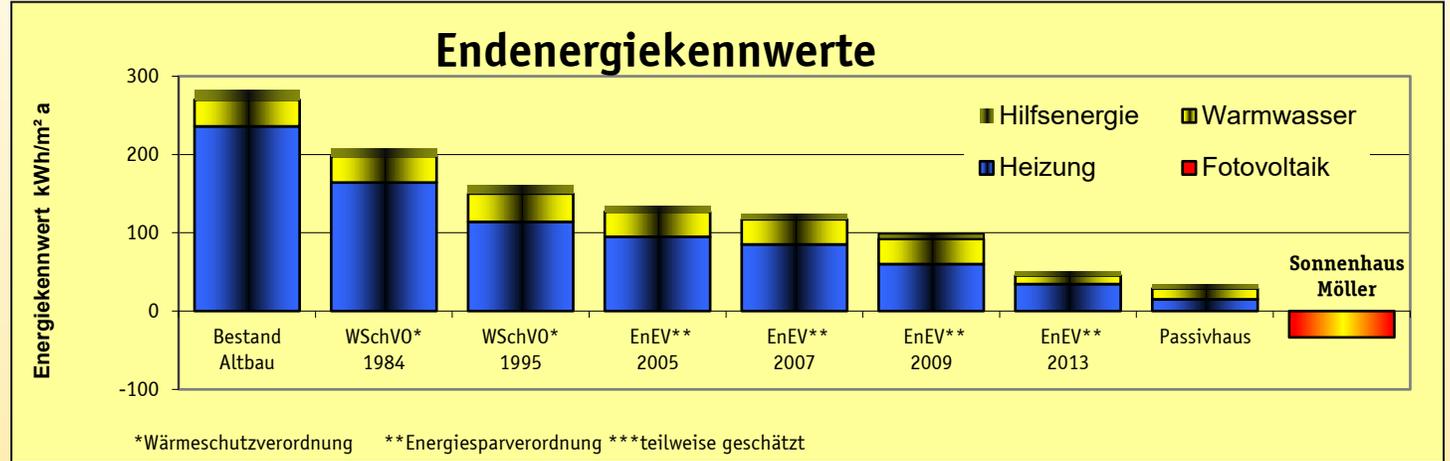


Photovoltaik versus Solarthermie ?!

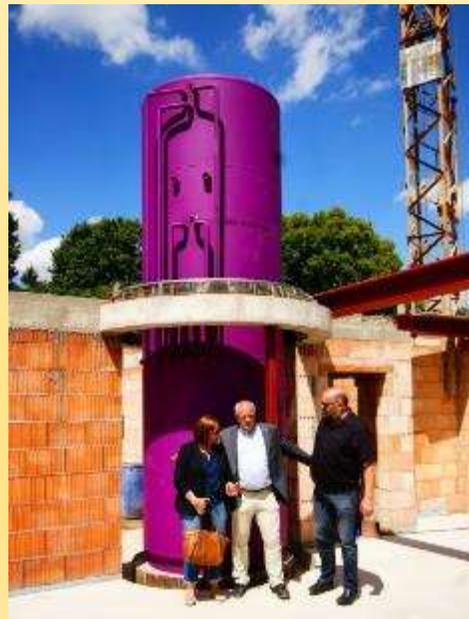
Gleiche Ziele - unterschiedliche Ansätze

Unterschiedliche Standards mit unterschiedlichen solaren Deckungsanteilen





Quelle: EUKON





Ana1/1 - T-Puffer m1:	41,7 °C
Ana6/1 - Solarstrahlung:	757 W/m²
Ana12/1 - T-Puffer o2:	41,8 °C
Ana2/2 - T-Kollektor Feld 3:	93,8 °C
Ana15/2 - Außentemp.:	-11,8 °C
Ana9/3 - T-Puffer o1:	51,2 °C

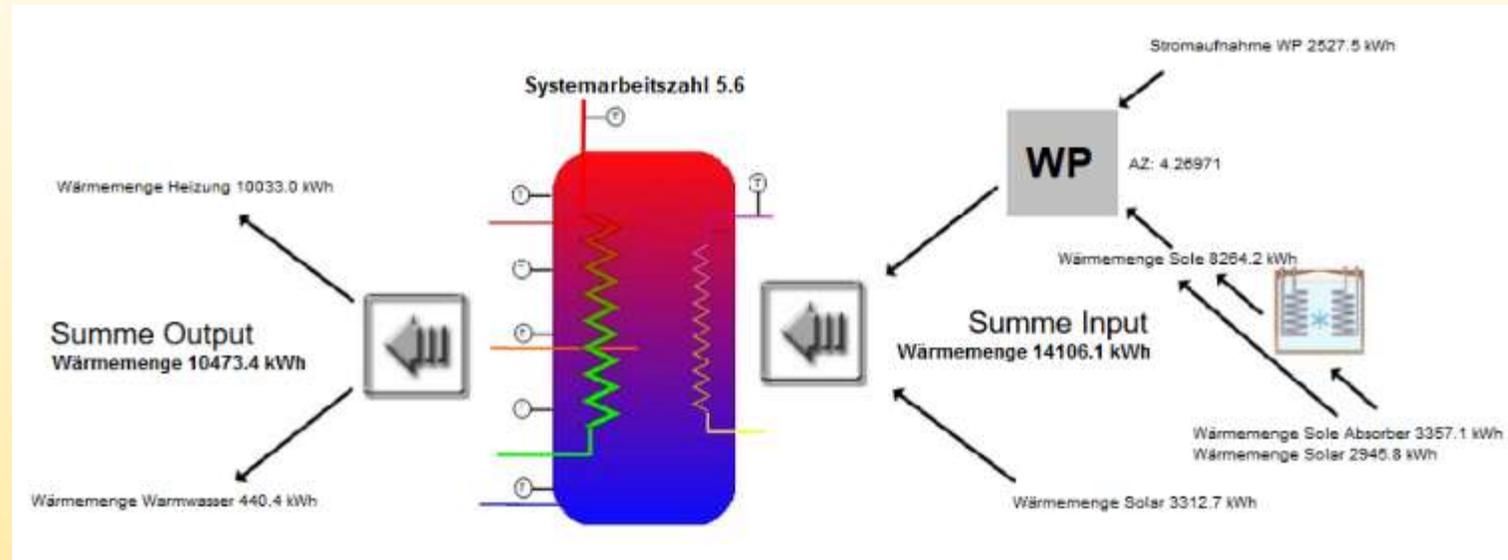
Kollektorfläche 76 m²
Außentemperatur < -8°C

Tagesertrag 70 kWh
max. Leistung 27 kW
max. Wirkungsgrad 0,47 %

Dig3/1 - Pumpe Solar 1:	EIN
Dig4/1 - Pumpe Solar 2:	EIN



Energiebilanz Weinert (Stand 7.5.2019)



		Zählerstand	Faktor	Jahreswert	Jahreskosten	spezif. Bedarf	spezifische Energiekosten	
		kWh/a		kWh/a	€/a	kWh/m ² a	€/m ² a	€/m ² Monat
Input	Strombezug	2527	1,47	1714	429	9,5	2,38	0,198
	Solardirekt und NT-Speicher	11579	1,47	7856	0	43,6		
	Gesamt			9570		53,2		
Output	Nutzwärme Heizung	10033	1,42	7069	411	39,3		
	Nutzwärme Warmwasser	440	1,47	299	18	1,7		
	Nutzwärme Gesamt	10473		7367		40,9		
	Verteilverluste im Gebäude			2203				
	Gesamt			9570				

Auswertungszeitraum 15.11.2017 bis 07.05.2019 / 180 m² Wohnfläche / Kosten für Elektrizität von 0,25 €/kWh

Klimaschutzsiedlung Ibbenbüren



KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN

- **Resiliente Energieversorgung (überwiegend über Sonnenenergie)**
- **Saisonale Wärmespeicherung unterhalb des Gebäudes**
- **Nutzen optimierte Anlagentechnik (Exergetische Optimierung)**
- **Energiemanagement zur optimierten Abstimmung von Solarstrom und Solarthermie**

MOTIVATION UND ZIELE

ENTWICKLUNG EINES ENERGIEKONZEPTES MIT HOHER RESILIENZ

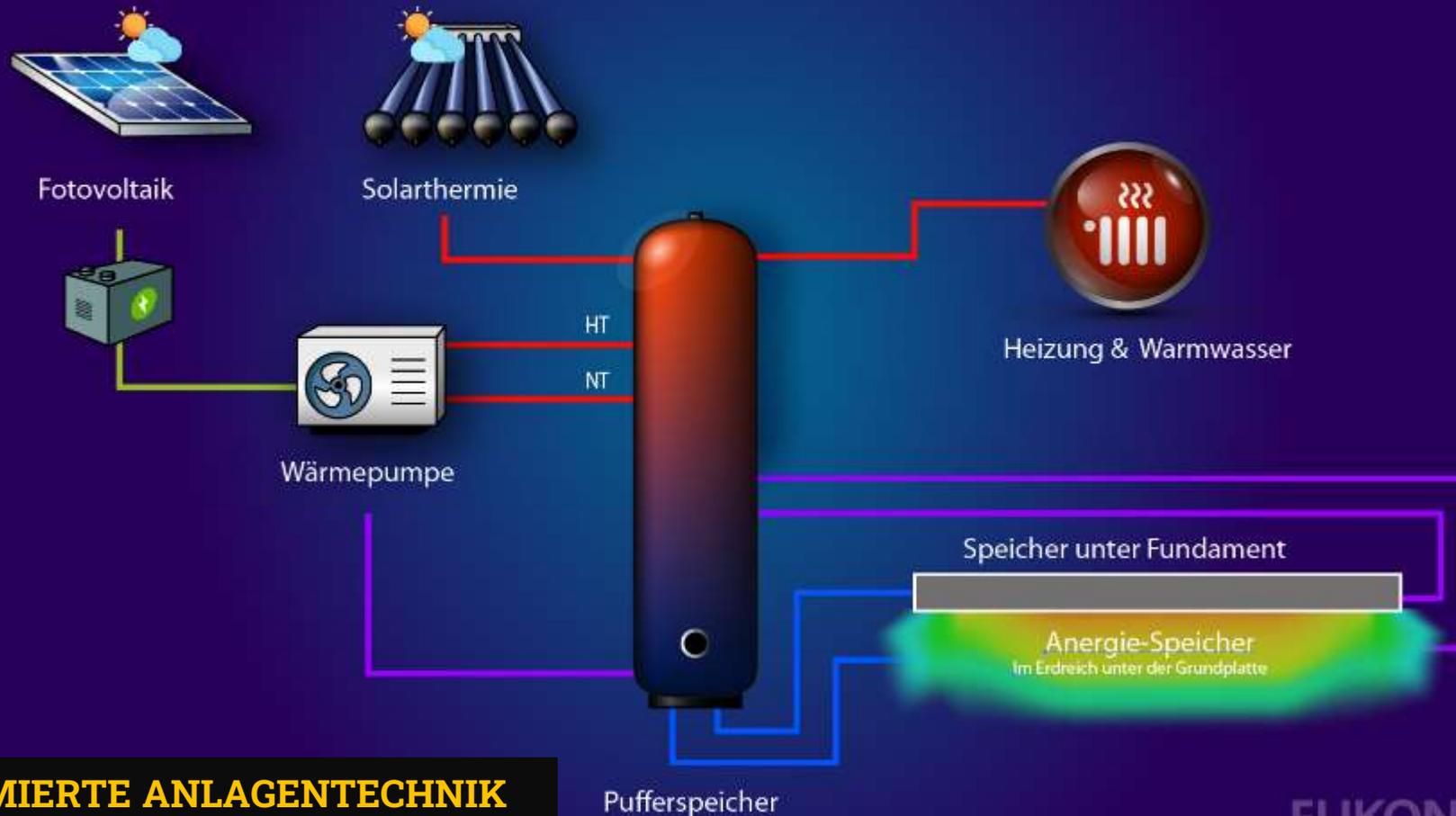
Wunsch / Herausforderung	Lösung
Geringer Heizwärmebedarf	Passivhaus-Plus Standard
Hoher Anteil an solarer Deckung	Sonnenhaus-Standard
Flächeneffiziente Solarnutzung	Fotovoltaik + Solarthermie
Nutzung der Restwärme	Bauteilaktivierung
Saisonale Speicherung der solaren Überschusswärme	Anergiespeicher
Hohe Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe / Hohe solare Deckung	Exergetisch optimierte Anlagenplanung



Thermische Kollektoren (VRK):	65 m²
Fotovoltaik:	19,4 kW_{peak}
Batteriespeicher:	10,24 kWh
Angaben je Gebäude	

Wichtig ist eine sinnvolle Abstimmung von Fotovoltaik und Solarthermie

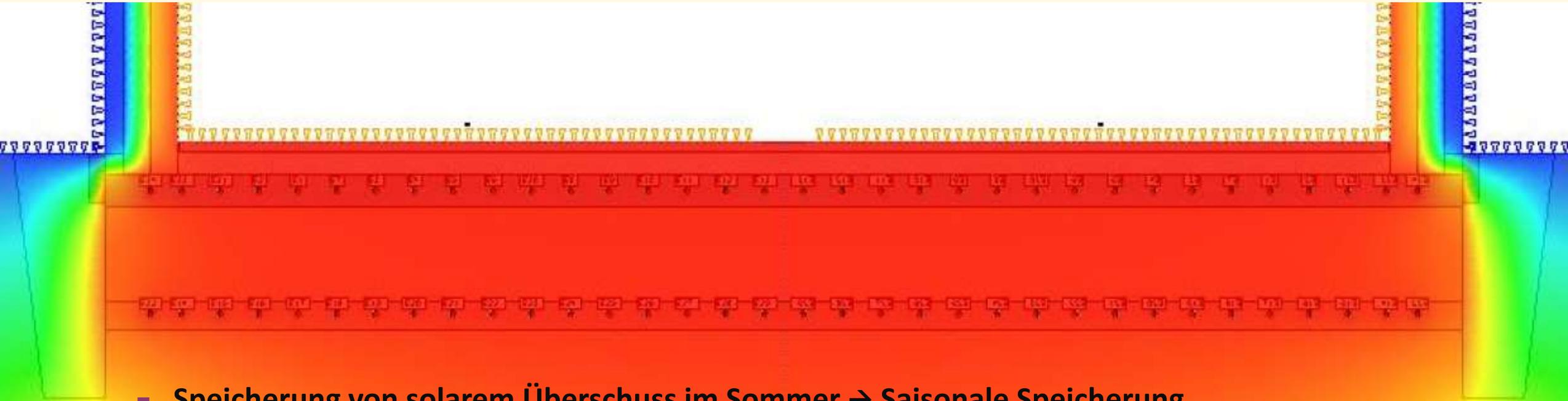
Kombination von Solar- & Anergie-Speichertechnik



EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENTECHNIK

EINBRINGUNG DES 10 m³ PUFFERSPEICHER





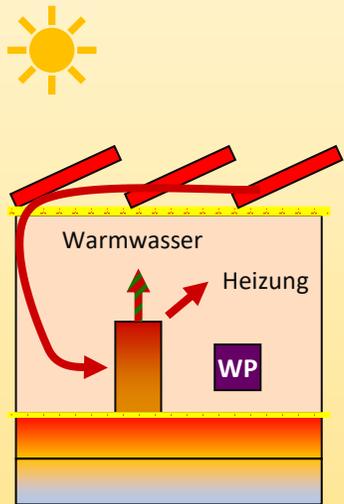
- **Speicherung von solarem Überschuss im Sommer → Saisonale Speicherung**
- **Warmes Erdreich als Wärmequelle → verbesserte Arbeitszahl Wärmepumpe**
- **Warme Bodenplatte → Reduktion der Wärmeverluste gegen Erdreich:**
 - Entschärfung der Wärmebrücken
 - Perimeterdämmung unter der Bodenplatte wird hinfällig
- **Flexible Betriebsweise z.B. durch Laden in der Bodenplatte und Entladen im Erdreich**

ANERGIE-TANK

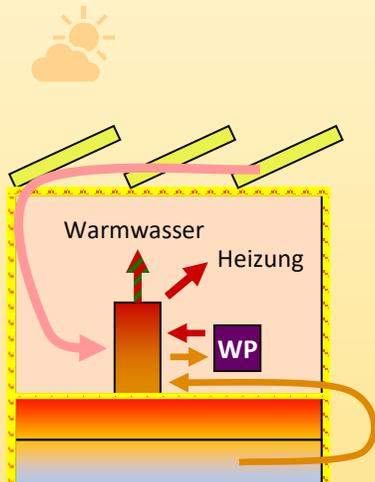
ANERGIESPEICHER



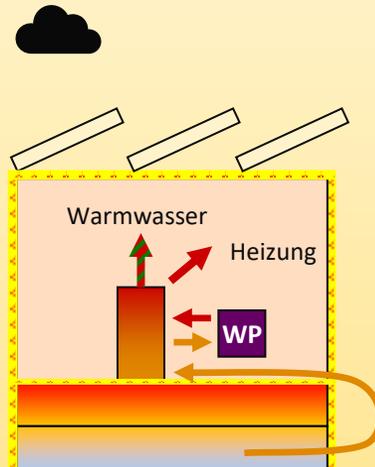
BEHEIZUNGS- UND SPEICHERKONZEPT



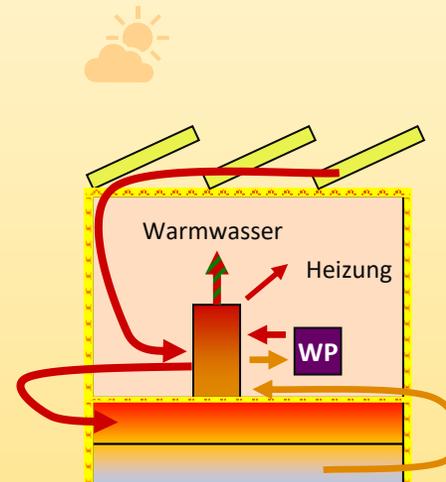
Heizen und Warmwasser bei ausreichendem Solarertrag



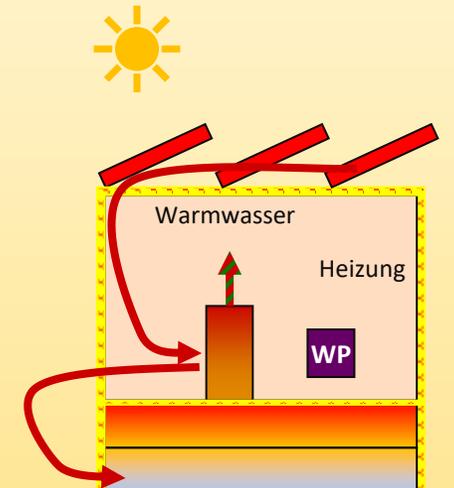
Heizen und Warmwasser mit mäßigem Solarertrag



Heizen und Warmwasser ohne Solarertrag



Heizen und Warmwasser ohne ausreichenden Solarertrag (Aktivierung der Bodenplatte)



Nur Warmwasser bei solarem Überschuss (Beladung Anergietank)

Die Wärmepumpe wird vorrangig über die Fotovoltaikanlage betrieben.

ANERGIETANK: WINTERFALL (EXTREMFALL / ANHEIZEN)

Temperierung Bodenplatte 15°C

Außentemperatur -10°C

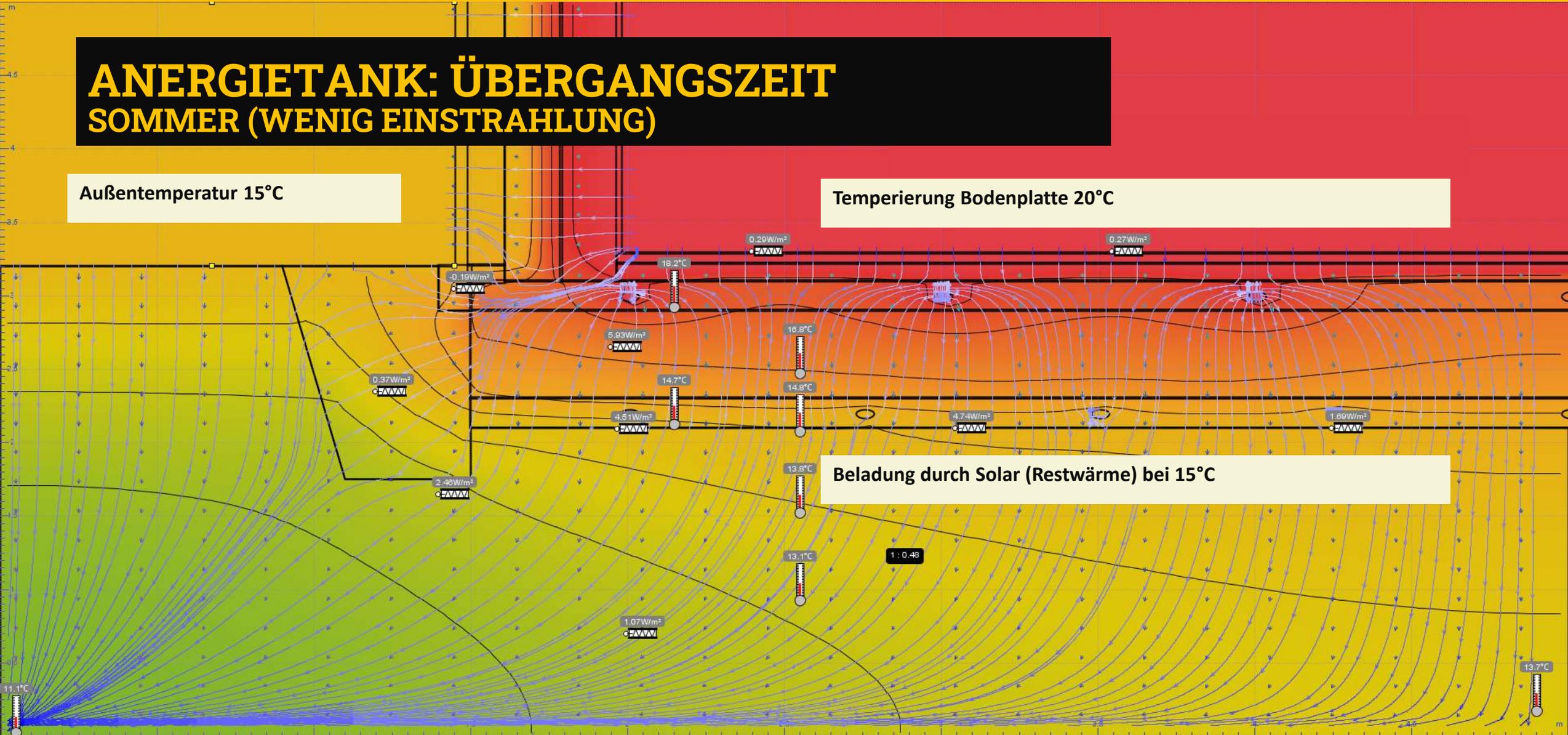
Wärmeentzug durch WP aus unterem WT bei 5°C

ANERGIETANK: ÜBERGANGSZEIT SOMMER (WENIG EINSTRAHLUNG)

Außentemperatur 15°C

Temperierung Bodenplatte 20°C

Beladung durch Solar (Restwärme) bei 15°C



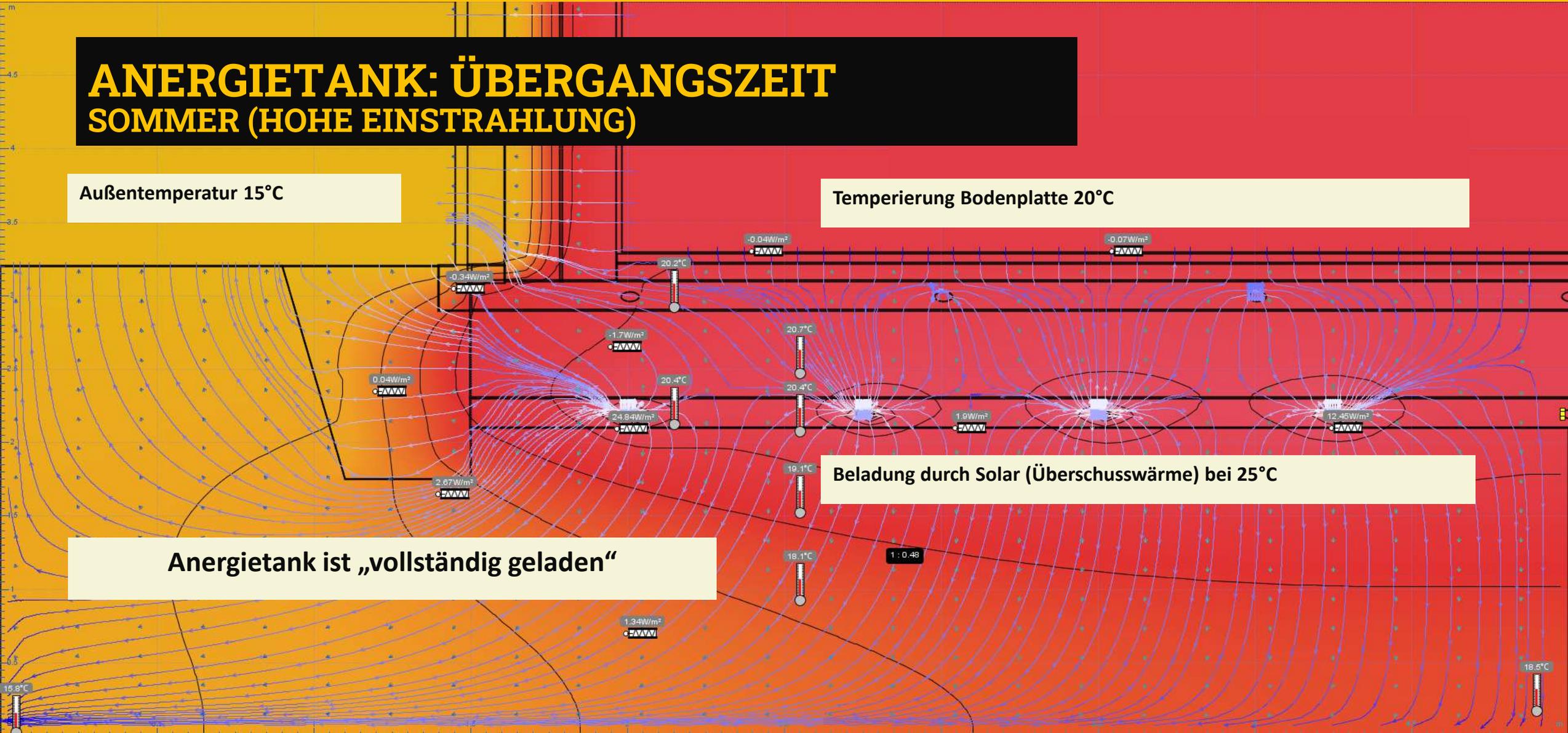
ANERGIETANK: ÜBERGANGSZEIT SOMMER (HOHE EINSTRAHLUNG)

Außentemperatur 15°C

Temperierung Bodenplatte 20°C

Beladung durch Solar (Überschusswärme) bei 25°C

Anergietank ist „vollständig geladen“

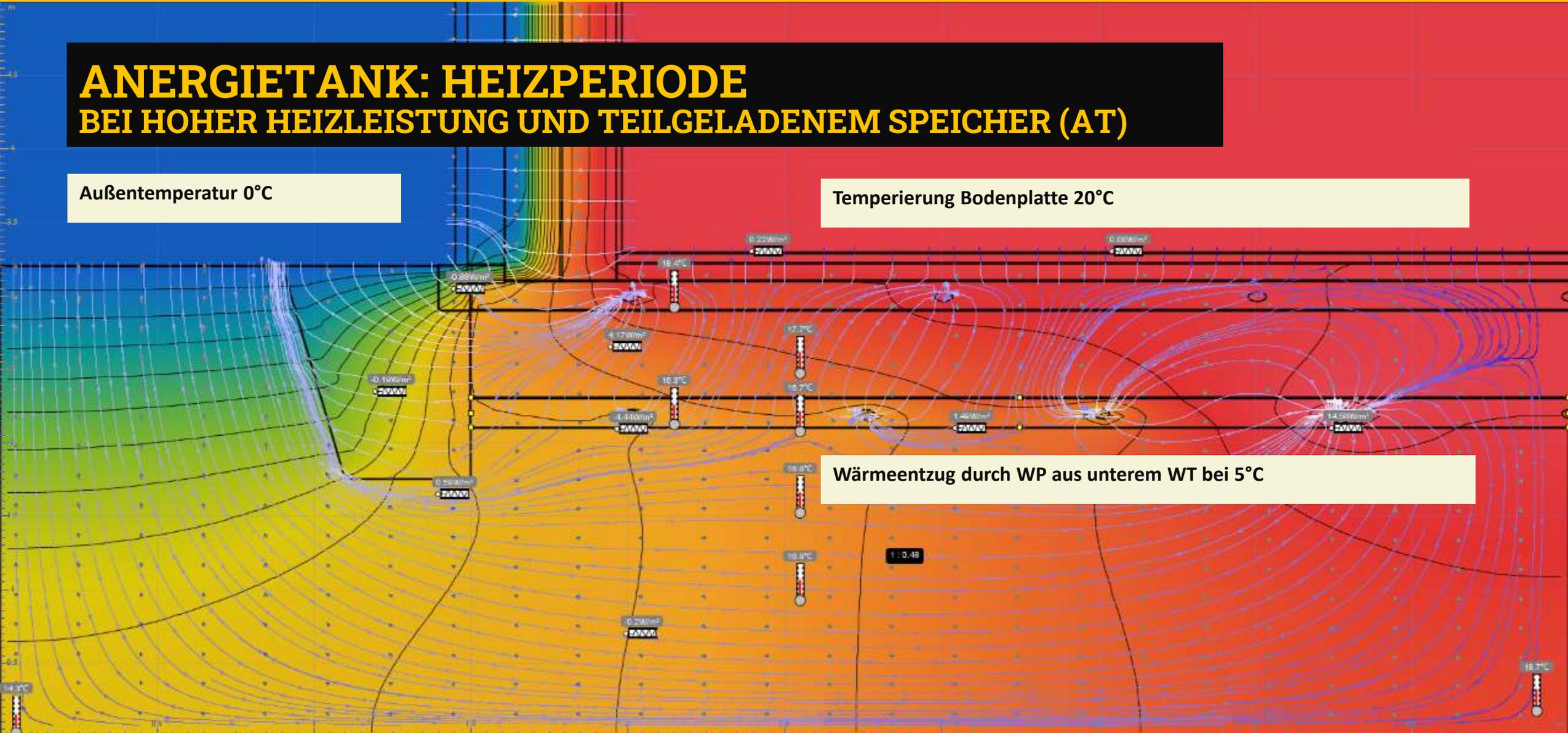


ANERGIETANK: HEIZPERIODE BEI HOHER HEIZLEISTUNG UND TEILGELADENEM SPEICHER (AT)

Außentemperatur 0°C

Temperierung Bodenplatte 20°C

Wärmeentzug durch WP aus unterem WT bei 5°C



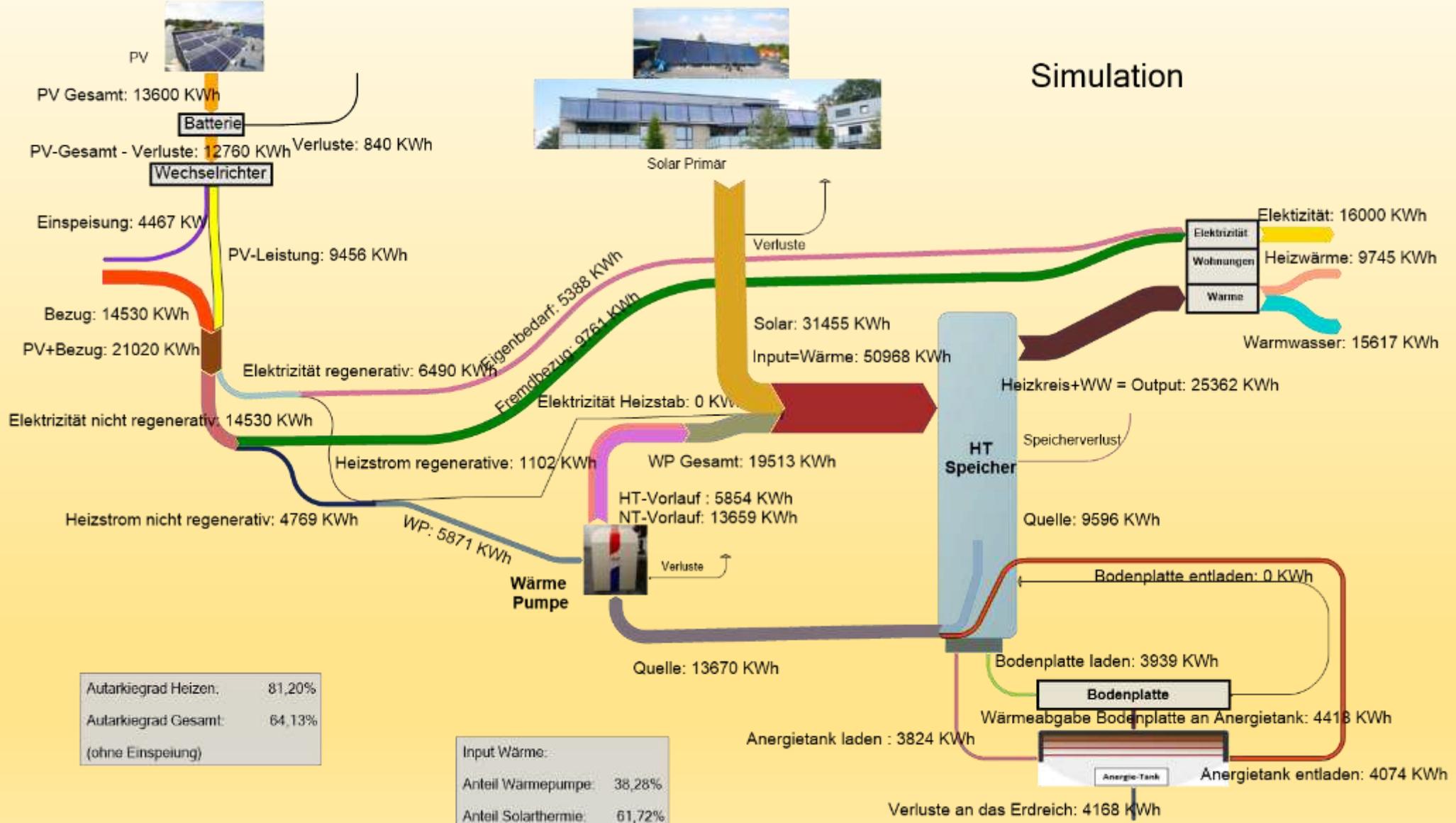
SUBSTITUTION VON GRAUER ENERGIE DURCH SONNENENERGIE

Eingesparte graue Energie durch die Solaranlage

Dichte XPS	25 kg/m ³
Energieaufwand XPS	110 MJ/m ³
Dicke Dämmung	0,2 m
Fläche der eingesparten XPS-Dämmung	400 m ²
Volumen der eingesparten XPS-Dämmung	80 m ³
Volumen der eingesparten XPS-Dämmung	2000 kg

Vermiedener Energieaufwand	220.000 MJ 61.116 kWh
-----------------------------------	--

Jahresbedarf	5000 kWh/a
Jahre	12,2 a



**QUARTIERSSANIERUNG
BAUGENOSSENSCHAFT DORMAGEN EG**

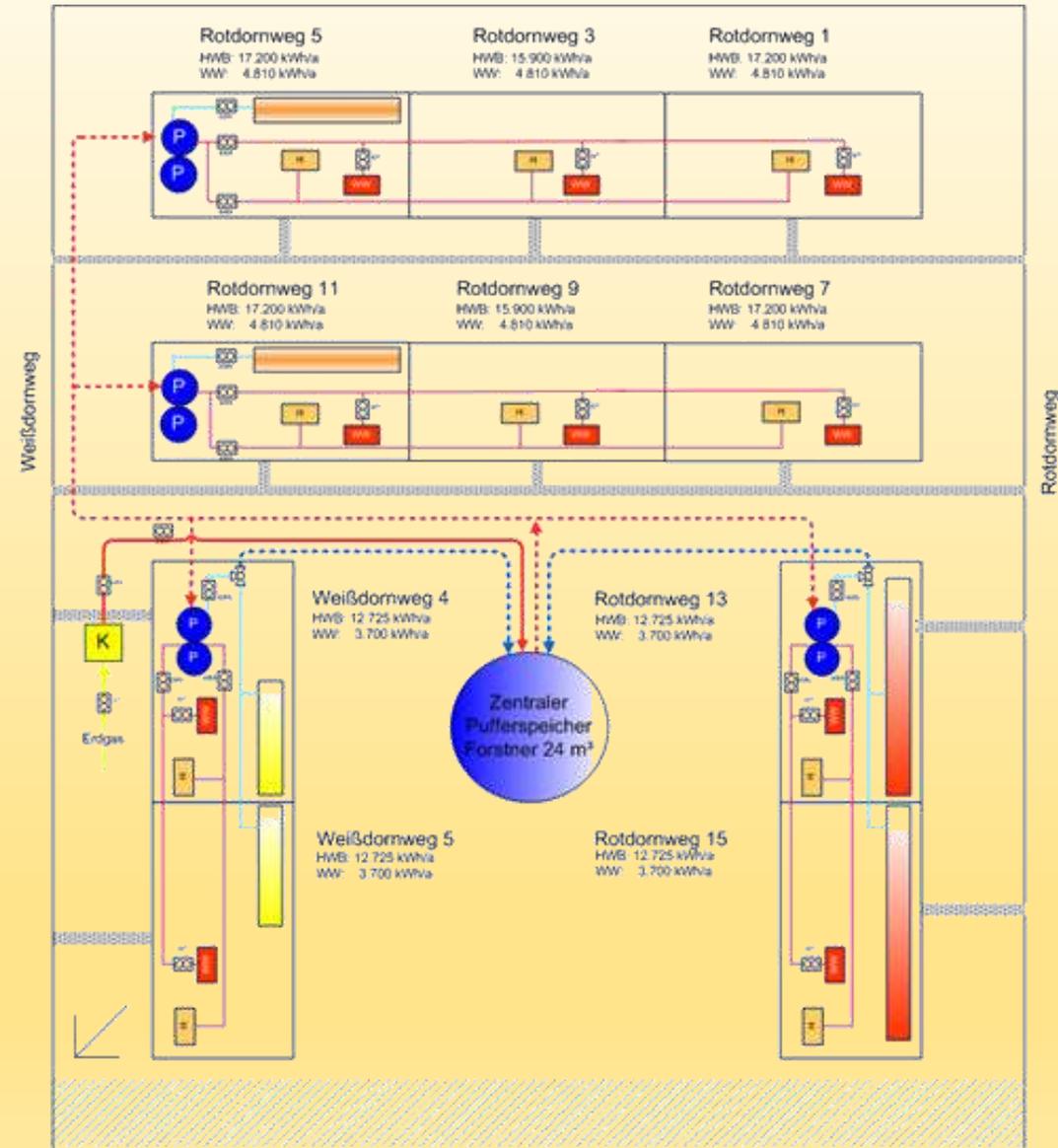


Kriterium	solares Sanieren	konventionelles Sanieren	Vorteil
Investitionskosten (nach Förderung)	5.500.000 €	5.700.000 €	200.000 €
Energieeinsparung	80%	60%	20%
CO2-Reduktion	400 t	300 t	100 t

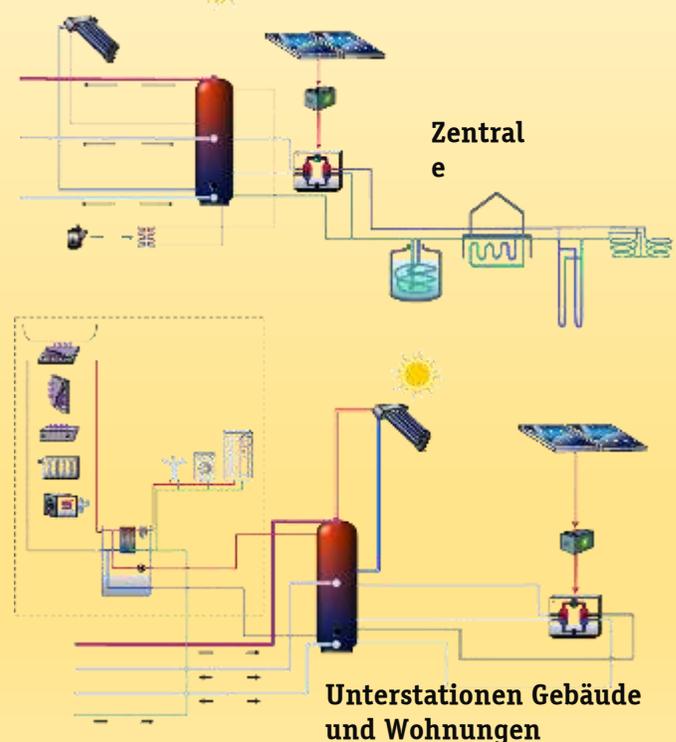
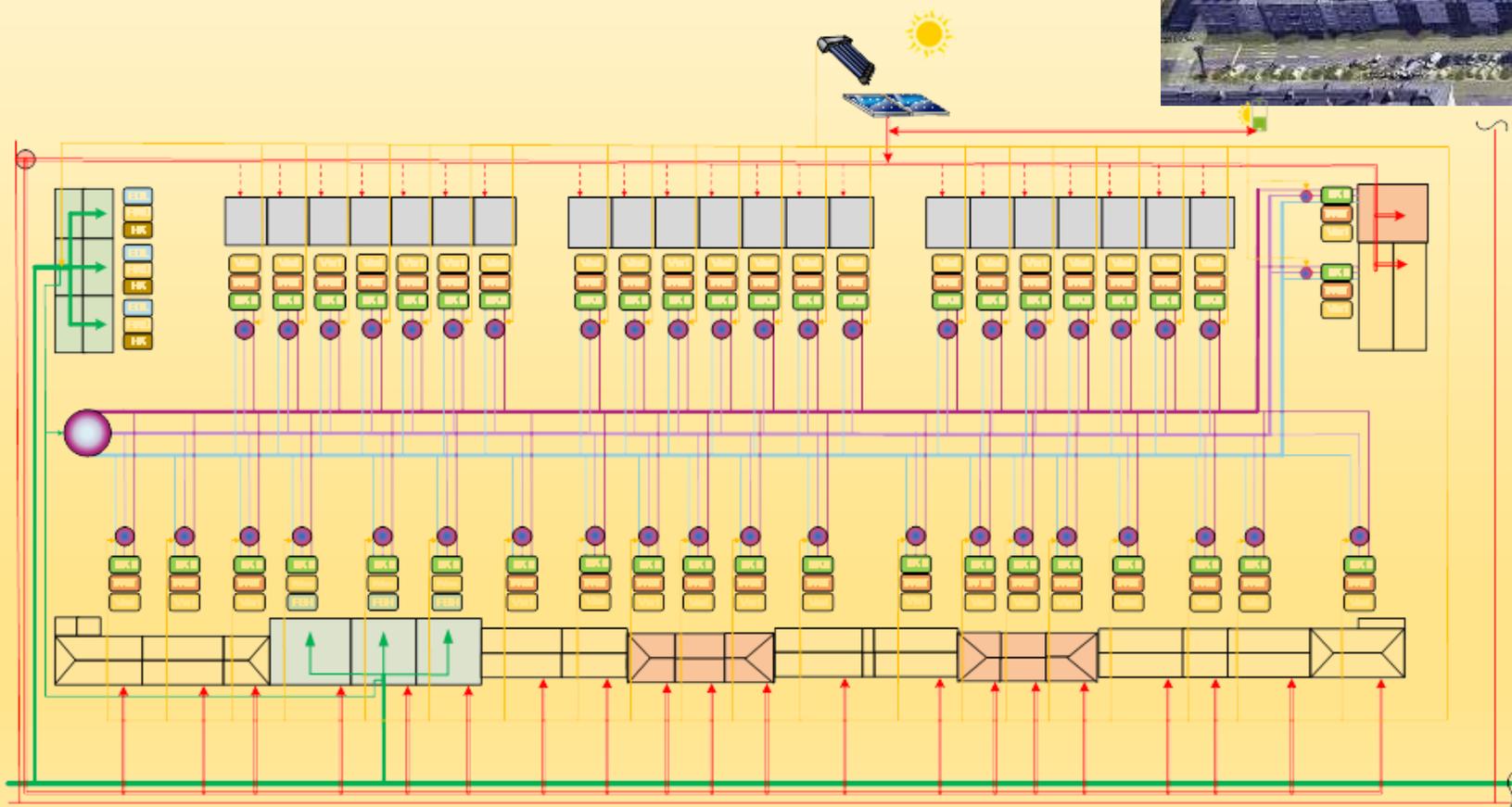
QUARTIERSSANIERUNG DORMAGEN

Anwendung :
Heizung und Warmwasser
für 54 Wohneinheiten

Temperaturniveau: 40-70°C
Anlagentyp: Vakuumröhrenkollektor Kollektorfeld: 260 m²
Speichervolumen: 24.000 + 8 x 1.000Liter
Solarer Deckungsgrad: ca. 20%
Investitionskosten: 600.000 €
Förderung: 40-%-Zuschuss (KfW)
Amortisation: sofort



QUARTIERSKONZEPT - KÖLN ZOLLSTOCK



ZUM SCHLUSS



**Technik sinnvoll zusammenführen,
anstatt sie gegeneinander auszuspielen!**

**Wenn der Wind der Veränderung weht,
bauen manche Mauern und andere
Windmühlen!**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Kontakt: Ingenieurbüro EUKON | J. Linnig
Moerser Str. 162 | 47803 Krefeld | www.eukon.de | info@eukon.de | ☎ (02151)
317230**

Gute Ideen für Deine Energie.

EUKON[®]
Ingenieurbüro



Ein persönliches Anliegen zum Schluss:

Nutzenorientierte Förderpolitik www.eukon.de/beg

#Passivhaus #Sonnenhaus #Bauphysik #Ökologie #Gebäudetechnik

EUKON – Dipl. Ing. Jörg Linnig

Moerser Str. 162 • 47803 Krefeld

☎ +49 (2151) 317230

✉ info@eukon.de



www.eukon.de