



Passivhaus – for Future: Für mehr Unabhängigkeit

Veranstaltung: Webinar Pro Passivhaus
Referent: Dipl.- Ing. Jörg Linnig - Ingenieurbüro EUKON, Krefeld
Termin / Ort : 07.07.2022



Unsere Leistungen:

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

Besondere Leistungen:

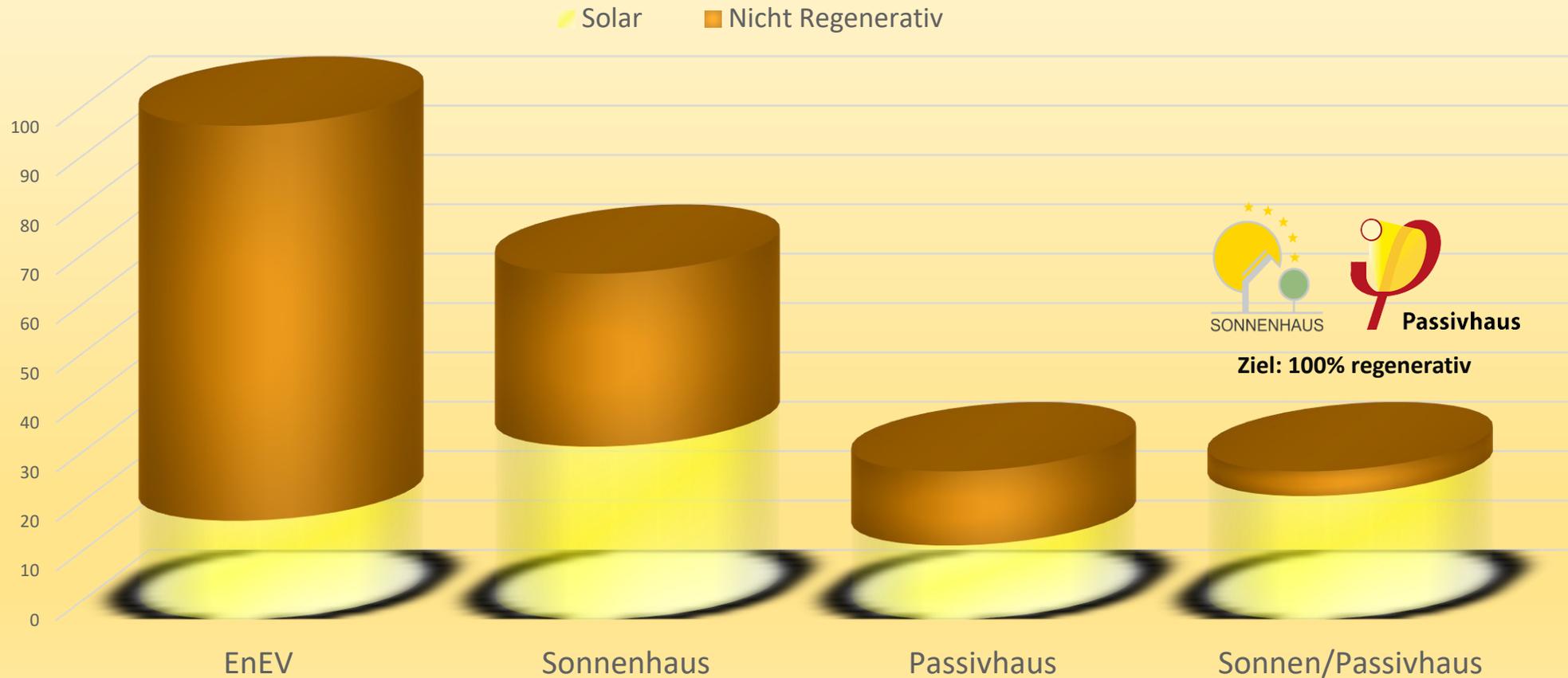
- Planung solare Großanlagen
- Passivhäuser
- Sonnenhäuser
- Anlagensimulation
- Forschung & Entwicklung



Innovative Energiekonzepte und Gebäudetechnik aus Krefeld – seit 1992

Gleiche Ziele - unterschiedliche Ansätze

Unterschiedliche Standards mit unterschiedlichen solaren Deckungsanteilen



Wettstreit der Technologien



Fotovoltaik versus Solarthermie ?!

EINE KURZE GESCHICHTE DER HEIZUNGSTECHNIK

Ein wichtiger Meilen in der Menschengeschichte war Möglichkeit, das Feuer zu beherrschen.

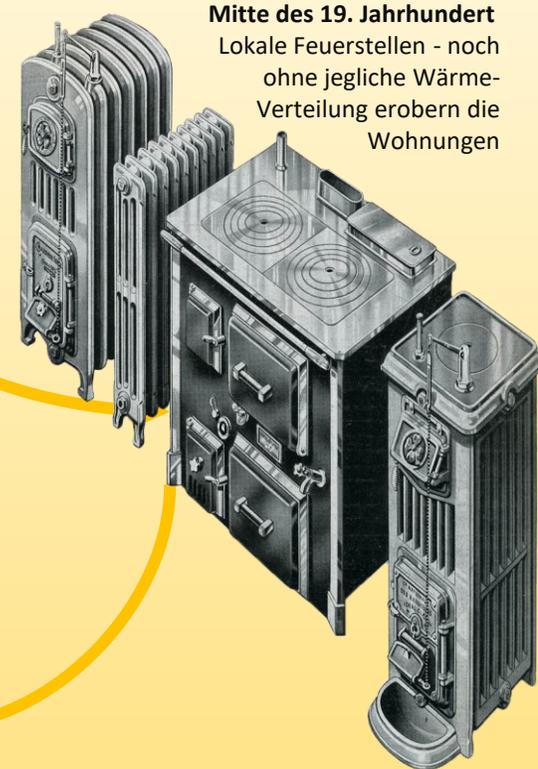
So wurde zunächst das offene Feuer, das Lagerfeuer genutzt.

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

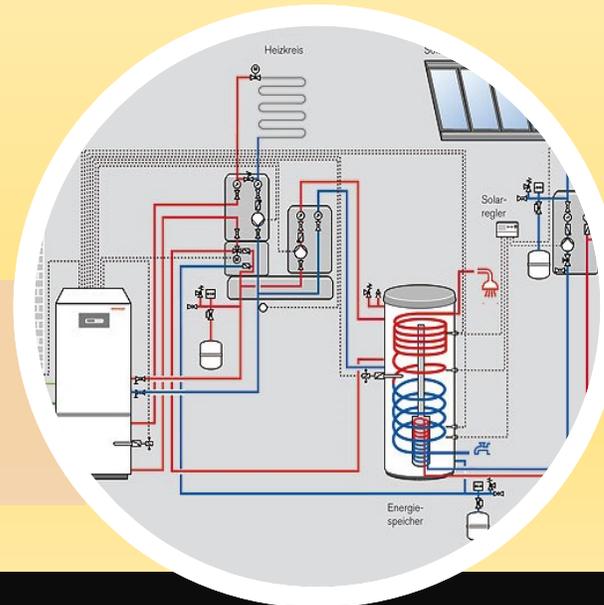
Die erste Warmwasser-/ Dampfheizung wurde 1716 erfunden. Eine umfänglicher Verbreitung begann aber erst Mitte des 18. Jahrhundert.

Die Pumpenwarmwasserheizung, 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.



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



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

AKTUELLE HEIZUNGSTECHNIK

Das Grundprinzip der Heizungstechnik wird seit dem 18.Jahrhundert weitestgehend unverändert umgesetzt, entspricht aber den Anforderungen zur sinnvollen Nutzung erneuerbarer Energien!

Im Zuge knapper werdender Ressourcen werden in den letzten Jahren zunehmend Energieträger eingesetzt, die auf erneuerbaren Energien basieren. Dies haben den Nachteil, dass die Verfügbarkeit fluktuieren und saisonal schwankend sind. Zudem ist der Anteil an Anergie gegenüber der Exergie deutlich höher.

Die grundsätzliche Art und Weise, wie wir unsere Gebäude beheizen, basiert trotz aller Errungenschaften und Entwicklungen aber immer noch auf der gleichen Philosophie:

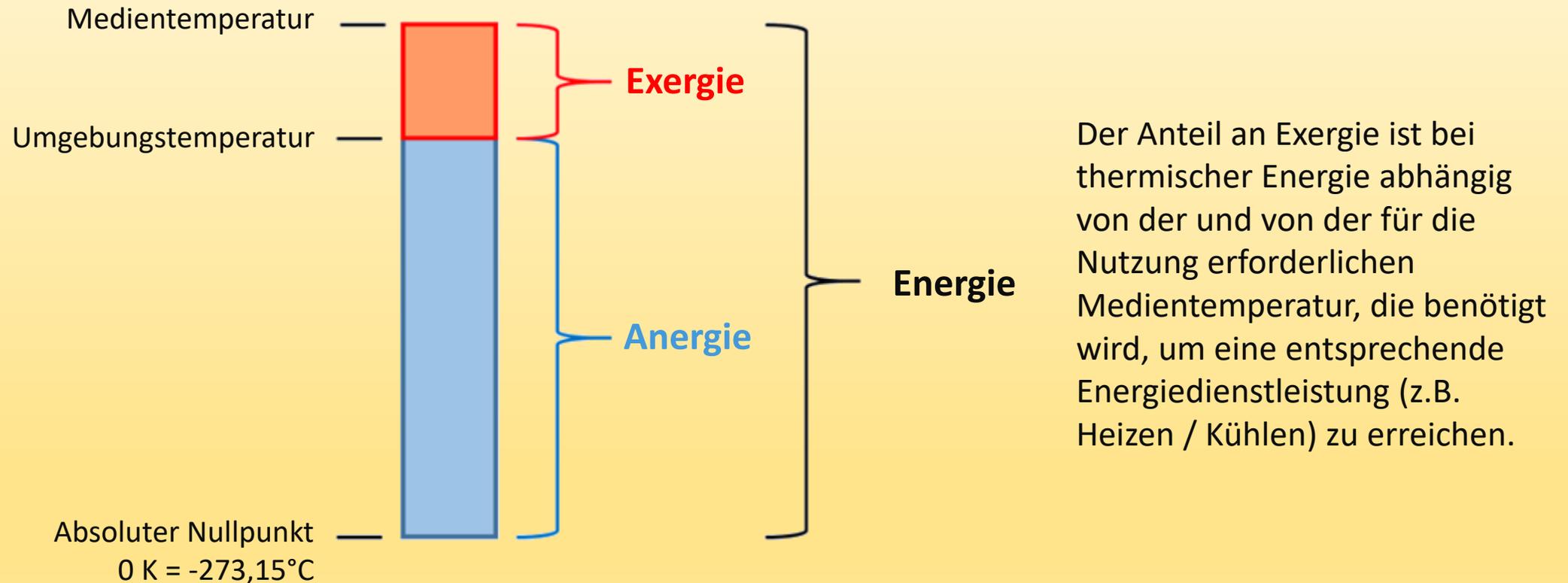
Eine heiße Wärmequelle (Flamme > 1000°C) auf das Nutzenniveau herunterzumischen.

Wärmeerzeuger, wie z.B. die Wärmepumpe, werden heute so betrieben, dass die maximal benötigte Temperatur in jedem Falle erreicht wird, z.B. wegen der Legionellen 65°C für die Warmwasserbereitung in einem Mehrfamilienhaus. Andere Abnehmer mit geringerem Temperaturbedarf werden dann auf deren Nutzungsniveau (z.B. 35°C für die Fußbodenheizung) heruntergemischt.

Das ist absolut Kontraeffektiv!

Unsere Planungsphilosophie:

EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENPLANUNG



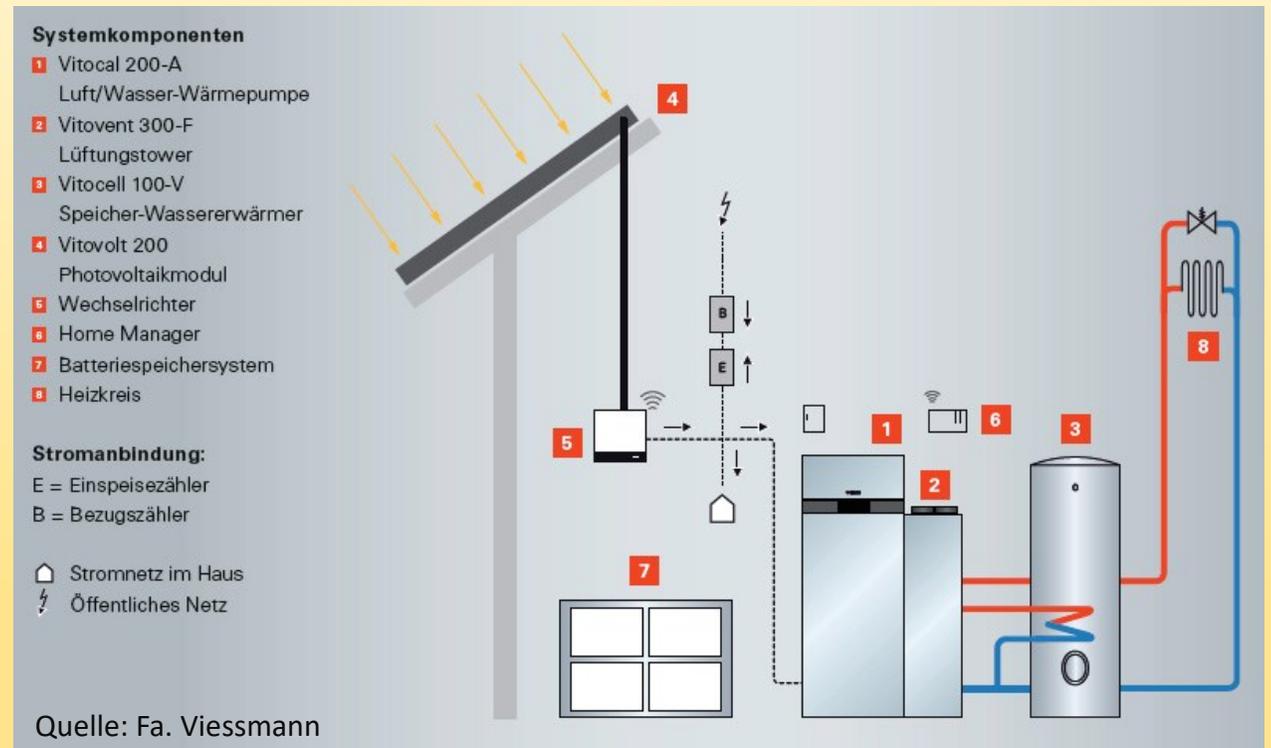
Quelle: Hochschule Luzern; 05/2014; Grundlagen-/Thesenpapier Kalte Fernwärme (Anergienetze)

Energiekonzepte

Viele Konzepte werden als „DIE LÖSUNG“ schlechthin „verkauft“.

Aktuell in Mode ist:

Der Einsatz von großen Fotovoltaikanlagen, deren Strom dann auch zur Wärmeerzeugung durch eine Wärmepumpe genutzt wird.



Kann man machen! Man kann es aber auch besser machen!

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



Erster Hauptsatz der Thermodynamik:

Energie bleibt immer erhalten!

Warum reden wir dann überhaupt über

- „Energieverbrauch“
- Energiekosten
- Energiesparen etc.

... wenn Energie nicht verloren gehen kann.



Was verkaufen Energieversorger denn dann eigentlich?

Energiesparen mal anders betrachtet

Was haben Energie und Geld gemeinsam?



Es geht um den Wert, oder besser, um den Nutzen!

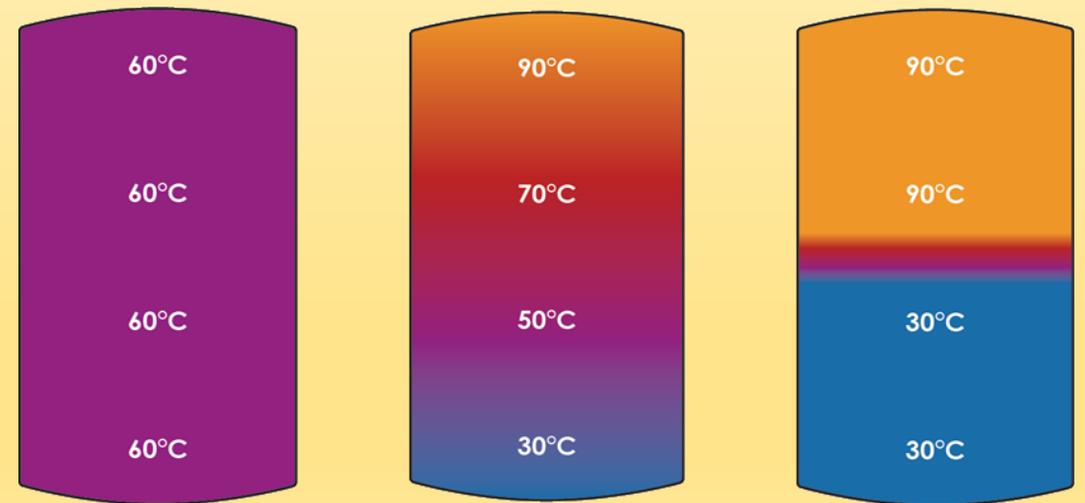
Wert der Ordnung



EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENTECHNIK

Das Grundprinzip - Wir bringen Ordnung ins System!

- Um regenerative Energie nutzungsorientierter bereitstellen zu können, ist es erforderlich, die Energie hinsichtlich ihres Temperaturniveaus von unten nach oben anzupassen.
- Fehlende Energie nur so wenig wie möglich ergänzen:
Anpassung an das geringstmögliche erforderliche Temperaturniveau.
- Trennung von Exergie und Anergie (→ Schichtung)
- Speicherung von höher temperierter Energie (Exergie) in Kurzzeitspeichern
- Speicherung von Energie auf niedrigerem Temperaturniveau (Anergie) in großen saisonalen Speichern



KLIMASCHUTZSIEDLUNG IBBENBÜREN

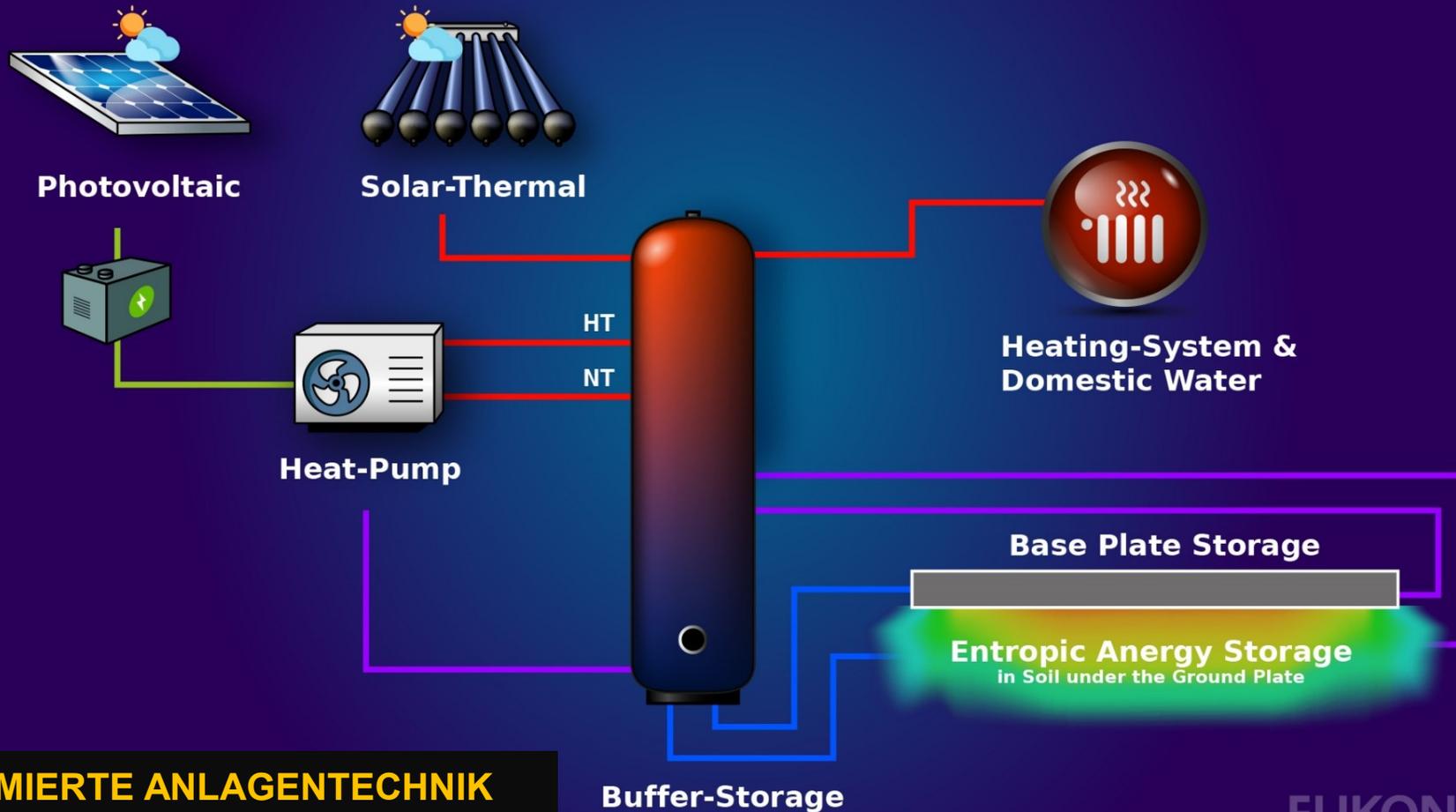
- Passivhausstandard Plus gemäß PHI (zertifiziert)
- Sonnenhausstandard gemäß Sonnenhausinstitut
- KfW-40+ gemäß Vorgaben der KfW und EnEV-Nachweis
- Klimaschutzsiedlung NRW



Thermische Kollektoren:	65 m ²
Fotovoltaik:	33,6 kW _{peak}
Batteriespeicher:	20,48 kWh

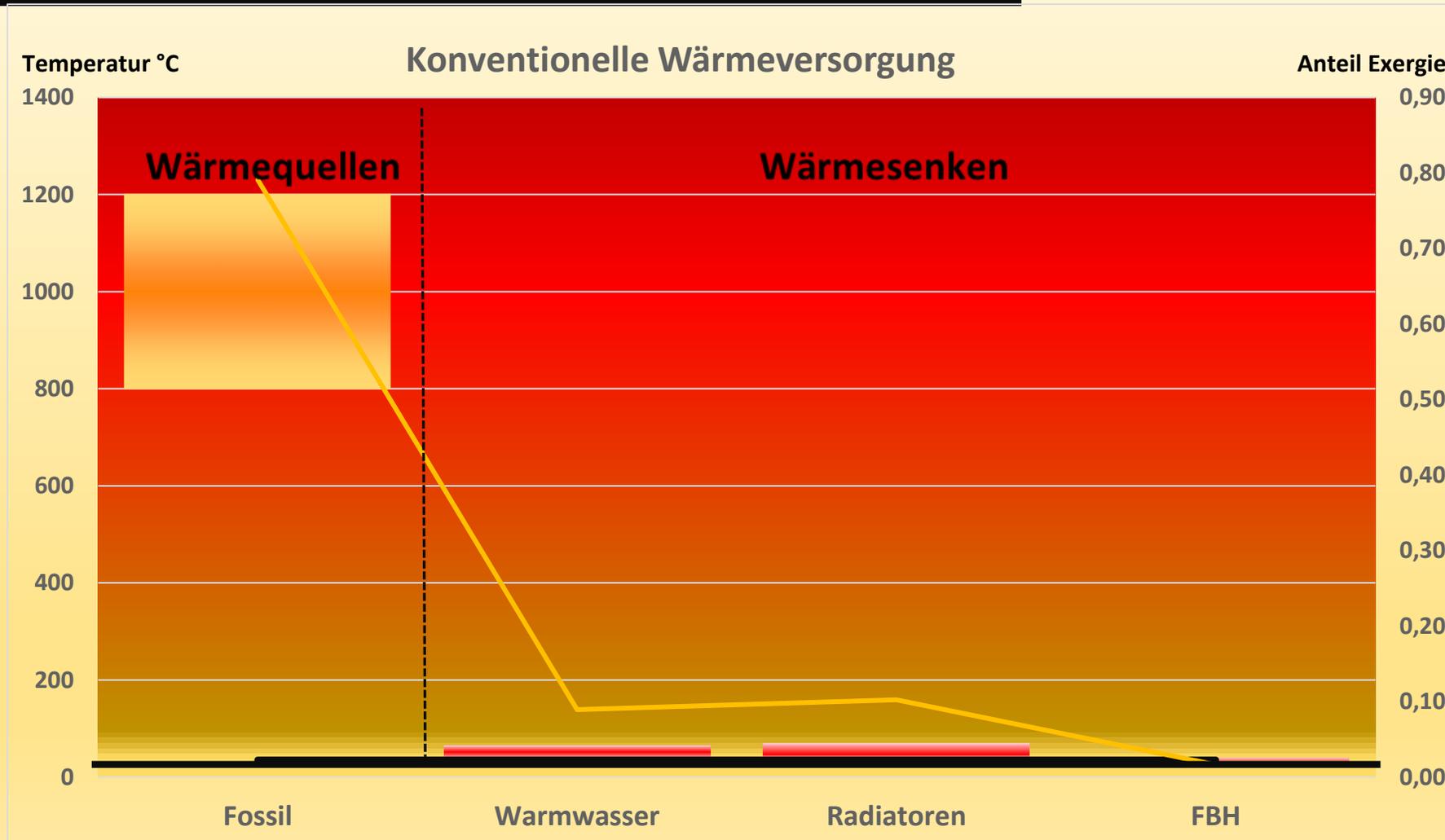
Wichtig ist eine sinnvolle Abstimmung von Fotovoltaik und Solarthermie

Combination of Solar & Entropic Energy Storage

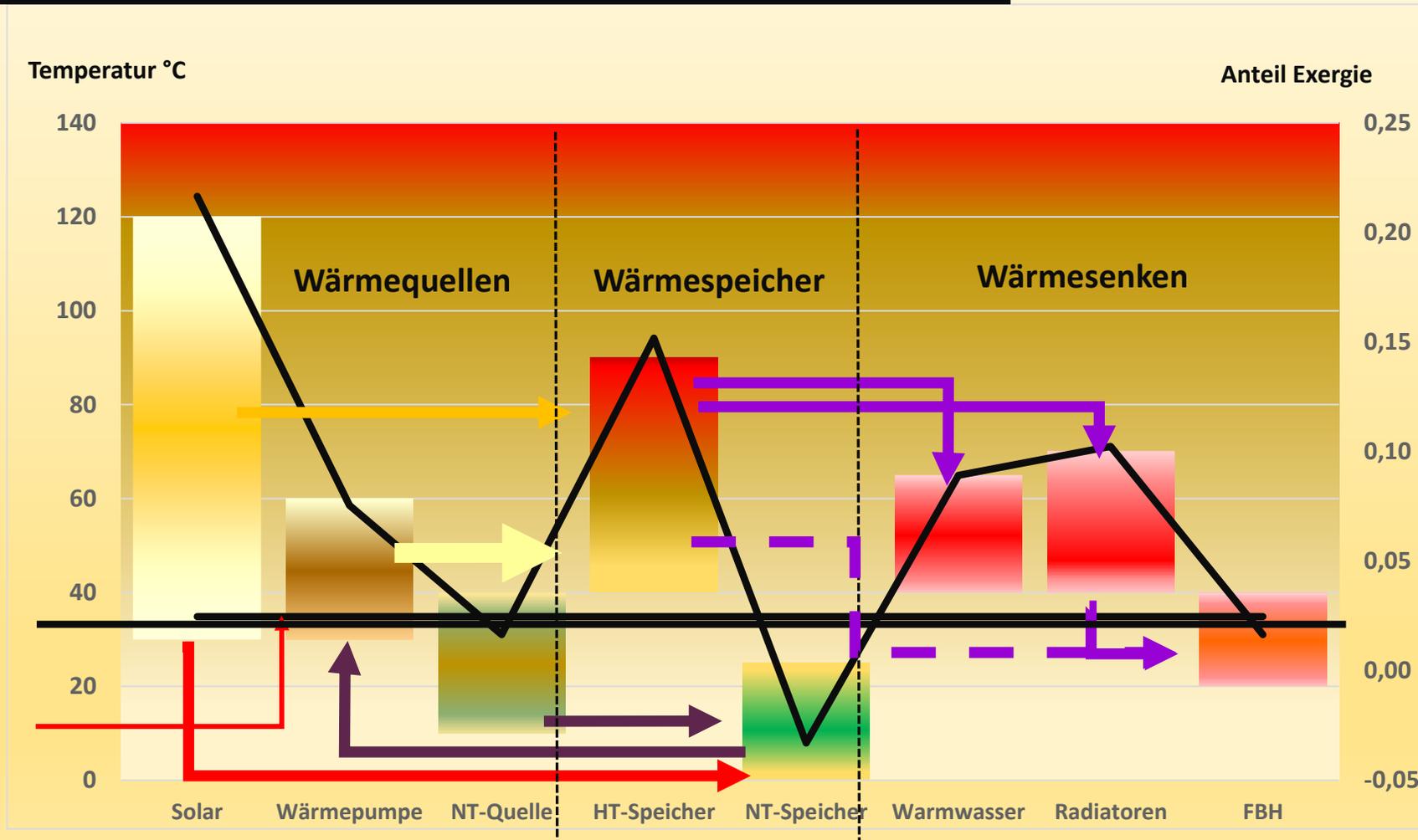


EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENTECHNIK

HERKÖMMLICHE ANLAGENTECHNIK



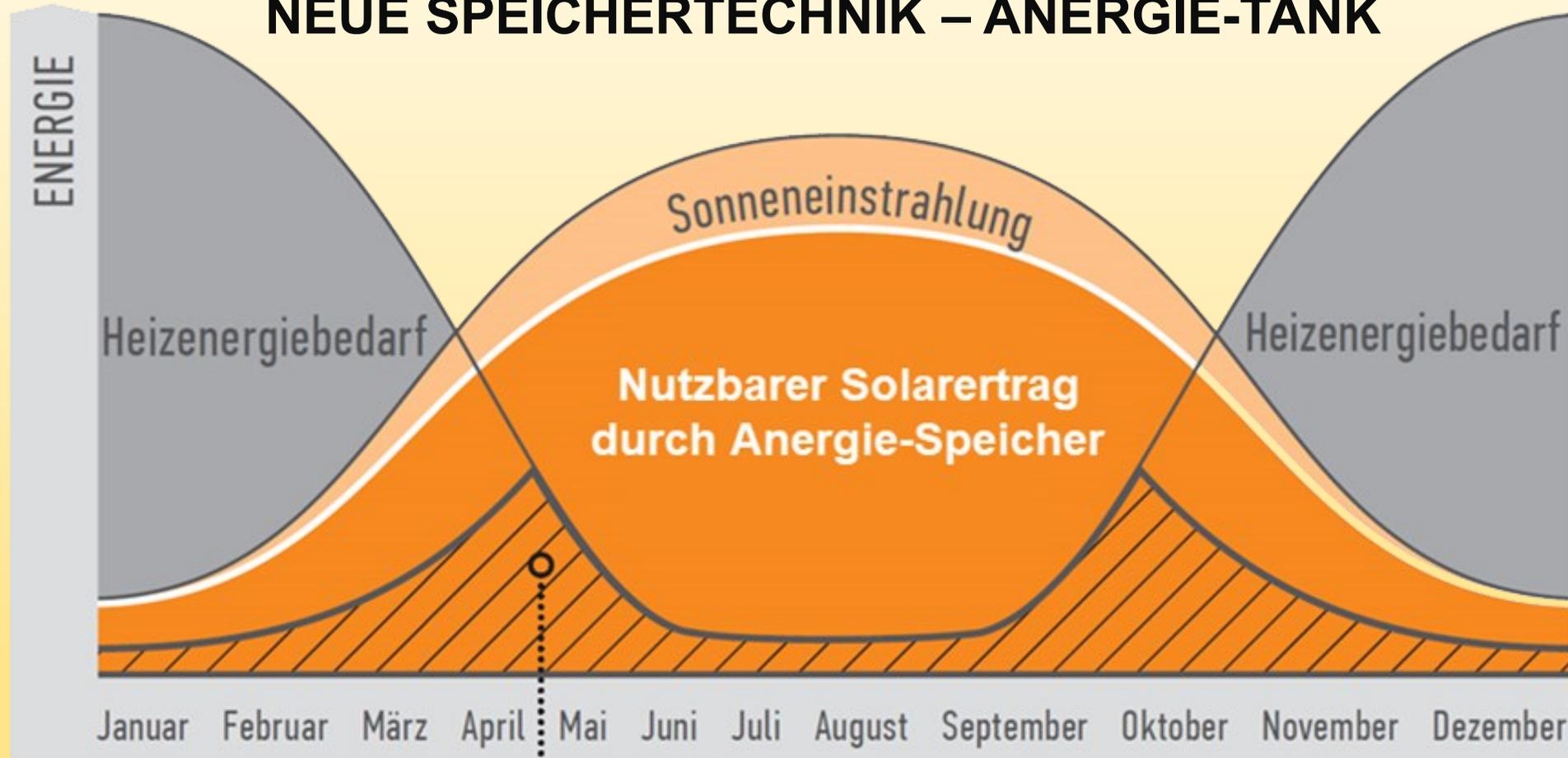
EXERGETISCH OPTIMIERTE ANLAGENTECHNIK



EINBRINGUNG DES 10 m³ PUFFERSPEICHER

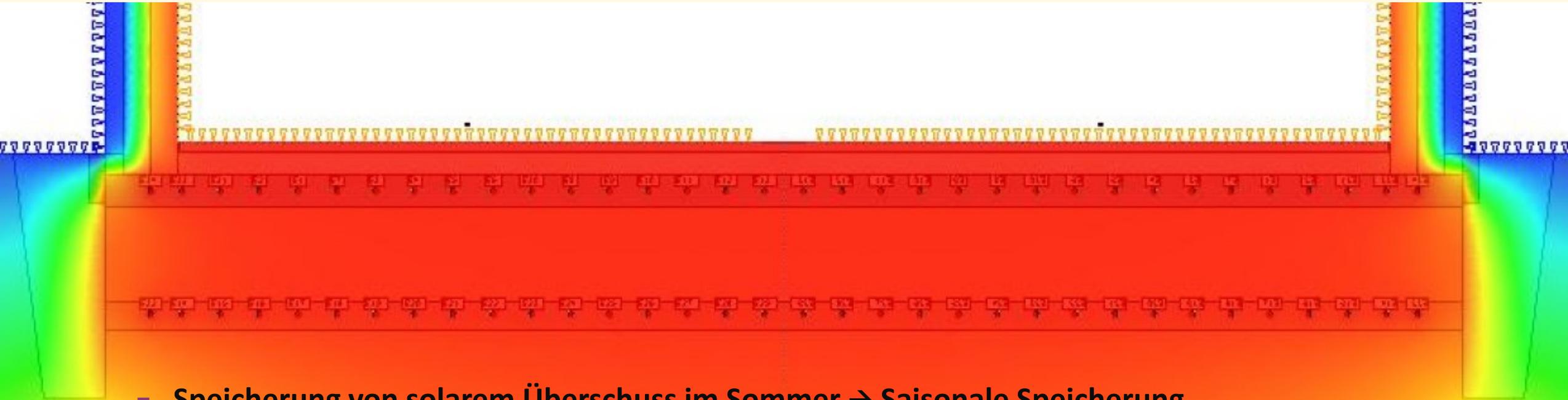


NEUE SPEICHERTECHNIK – ANERGIE-TANK



nutzbarer Solarertrag ohne Anergie-Speicher

Quelle: E-Tank



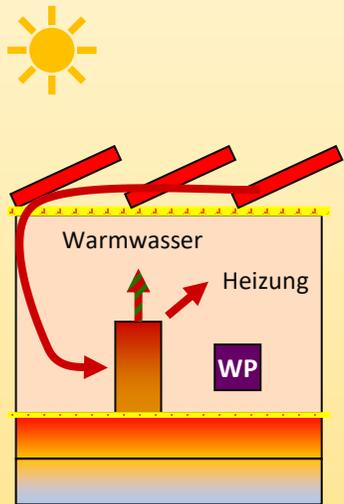
- Speicherung von solarem Überschuss im Sommer → Saisonale Speicherung
- Warmes Erdreich als Wärmequelle → verbesserte Arbeitszahl Wärmepumpe
- Warme Bodenplatte → Reduktion der Wärmeverluste gegen Erdreich:
 - Entschärfung der Wärmebrücken
 - Perimeterdämmung unter der Bodenplatte wird hinfällig
- Flexible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

ANERGIETANK

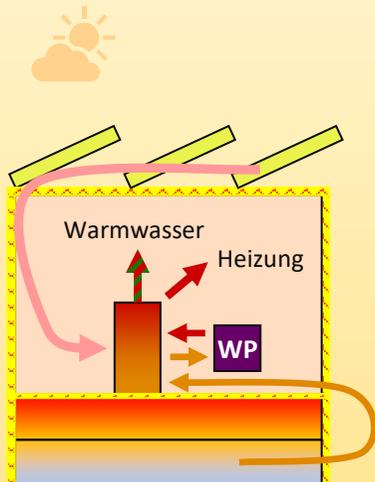
ANERGIESPEICHER



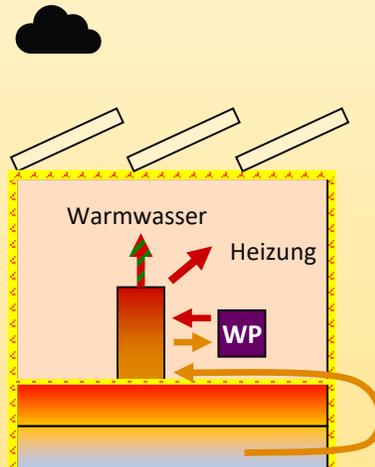
BEHEIZUNGS- UND SPEICHERKONZEPT



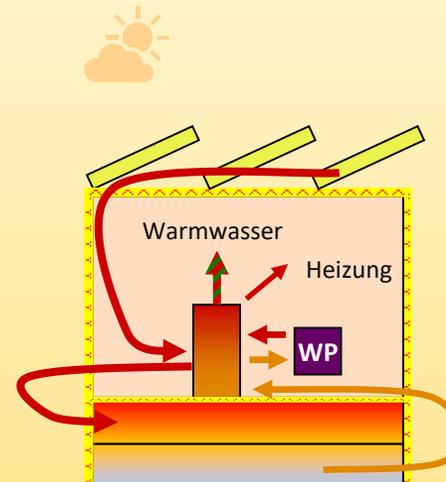
Heizen und Warmwasser bei ausreichendem Solarertrag



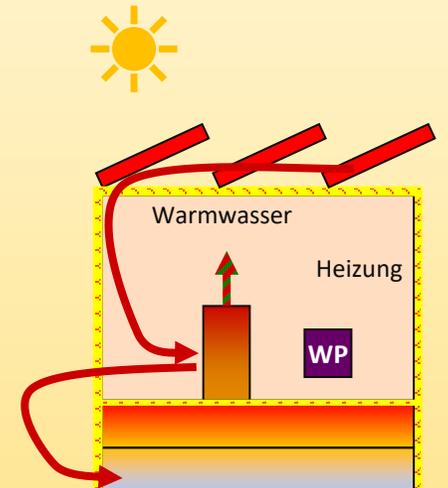
Heizen und Warmwasser mit mäßigem Solarertrag



Heizen und Warmwasser ohne Solarertrag



Heizen und Warmwasser ohne ausreichenden Solarertrag (Aktivierung der Bodenplatte)



Nur Warmwasser bei solarem Überschuss (Beladung Anergietank)

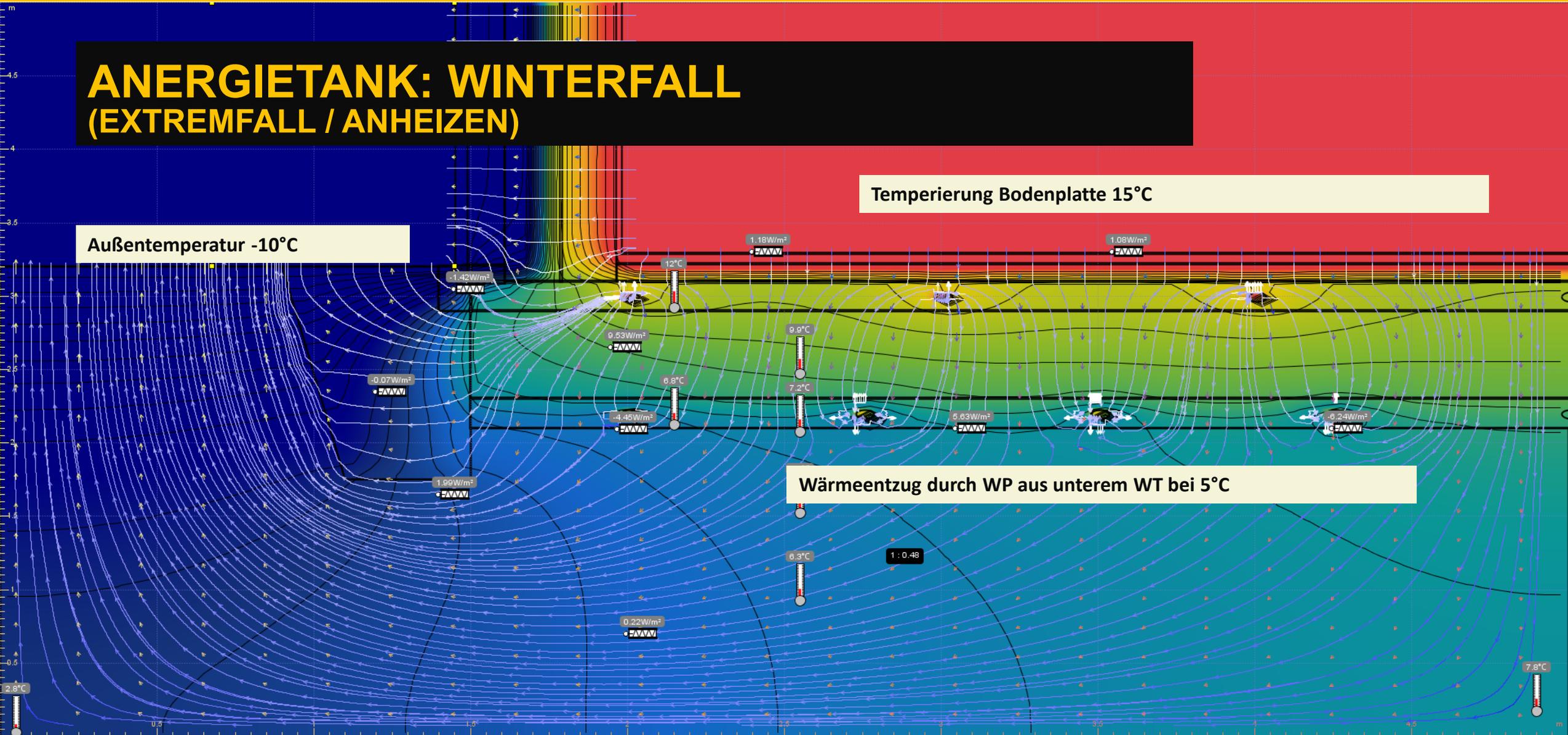
Die Wärmepumpe wird vorrangig über die Fotovoltaikanlage betrieben.

ANERGIETANK: WINTERFALL (EXTREMFALL / ANHEIZEN)

Temperierung Bodenplatte 15°C

Außentemperatur -10°C

Wärmeentzug durch WP aus unterem WT bei 5°C

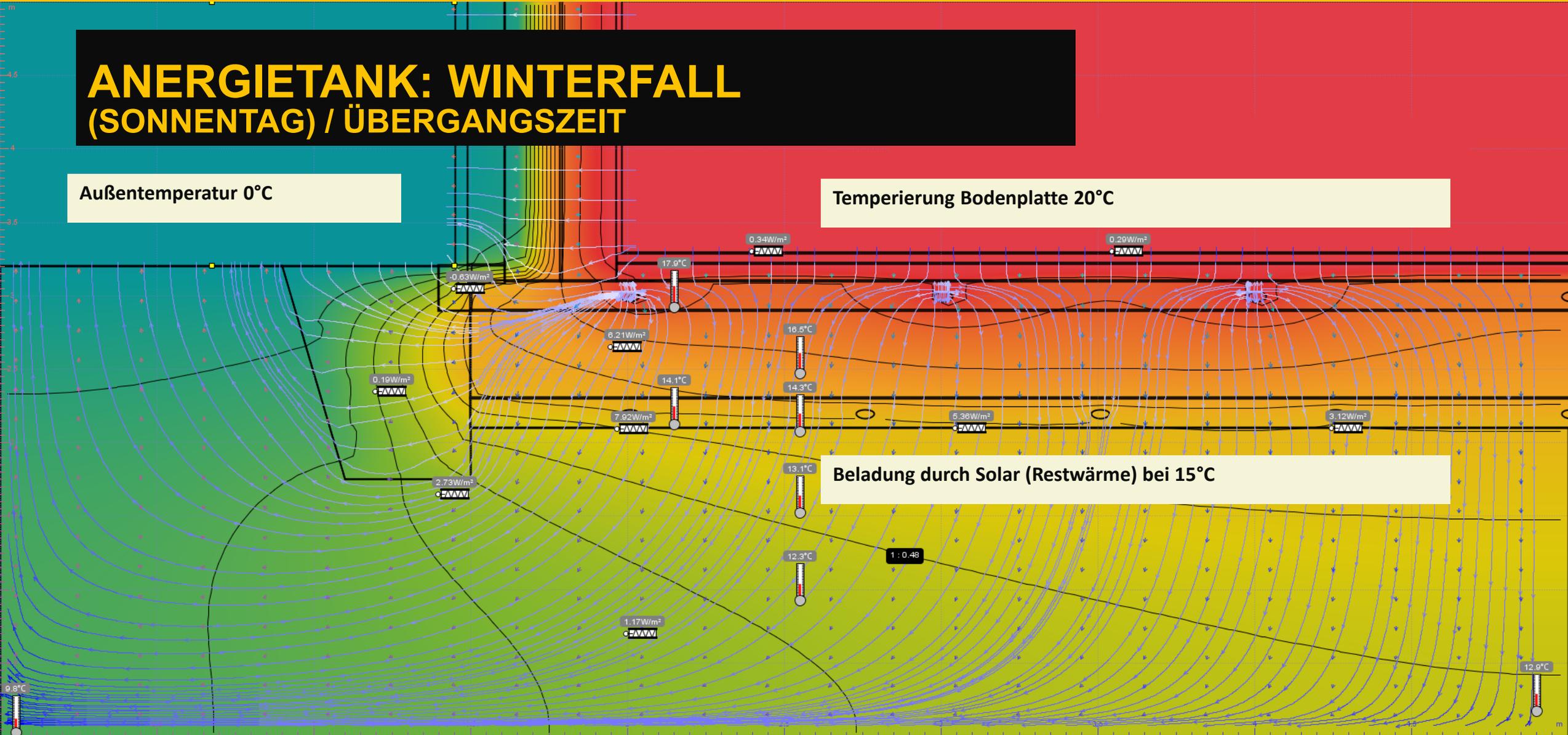


ANERGIETANK: WINTERFALL (SONNENTAG) / ÜBERGANGSZEIT

Außentemperatur 0°C

Temperierung Bodenplatte 20°C

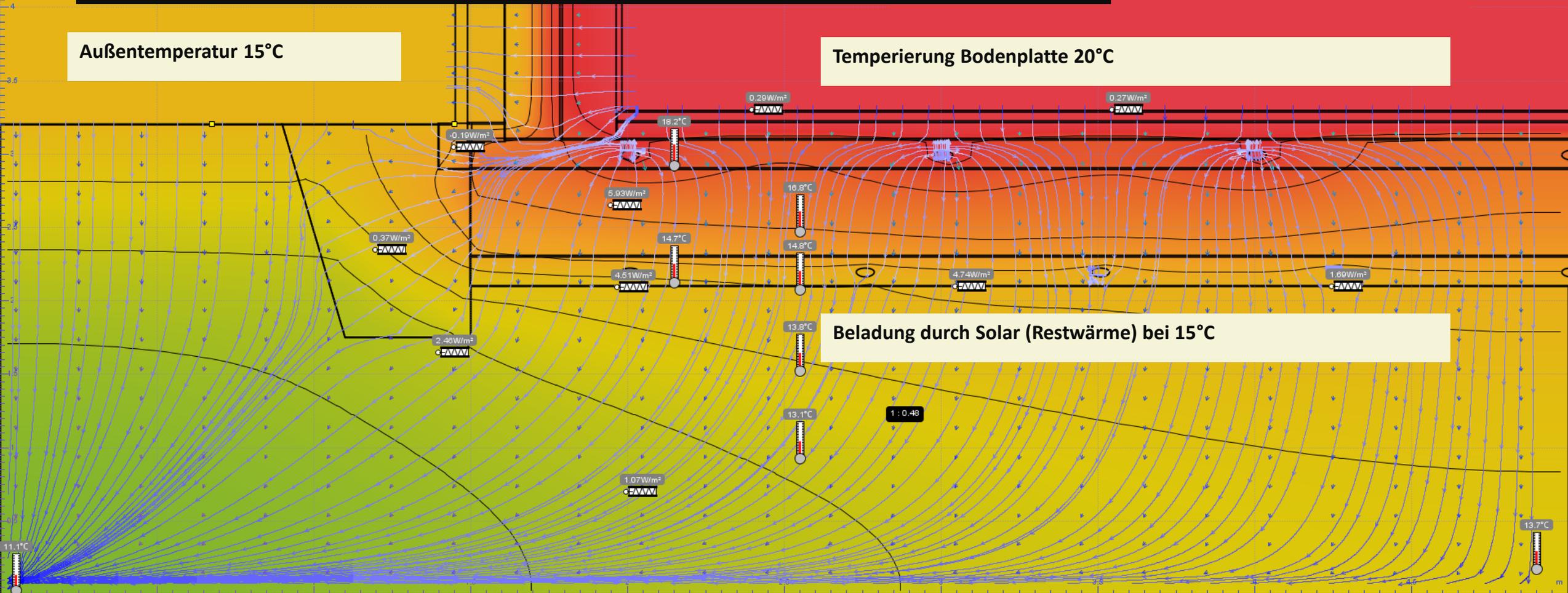
Beladung durch Solar (Restwärme) bei 15°C



ANERGIETANK: ÜBERGANGSZEIT SOMMER (WENIG EINSTRAHLUNG)

Außentemperatur 15°C

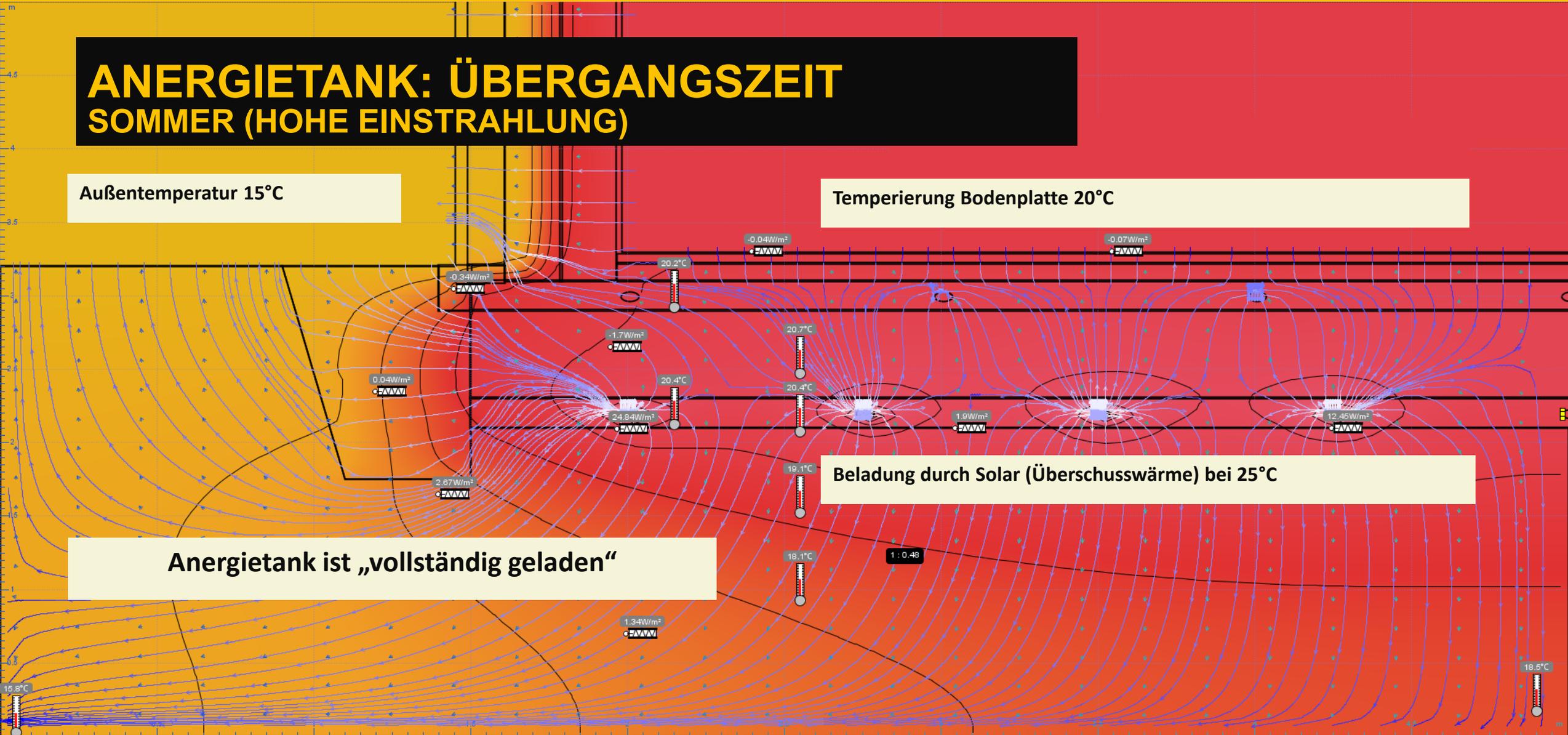
Temperierung Bodenplatte 20°C



ANERGIETANK: ÜBERGANGSZEIT SOMMER (HOHE EINSTRAHLUNG)

Außentemperatur 15°C

Temperierung Bodenplatte 20°C



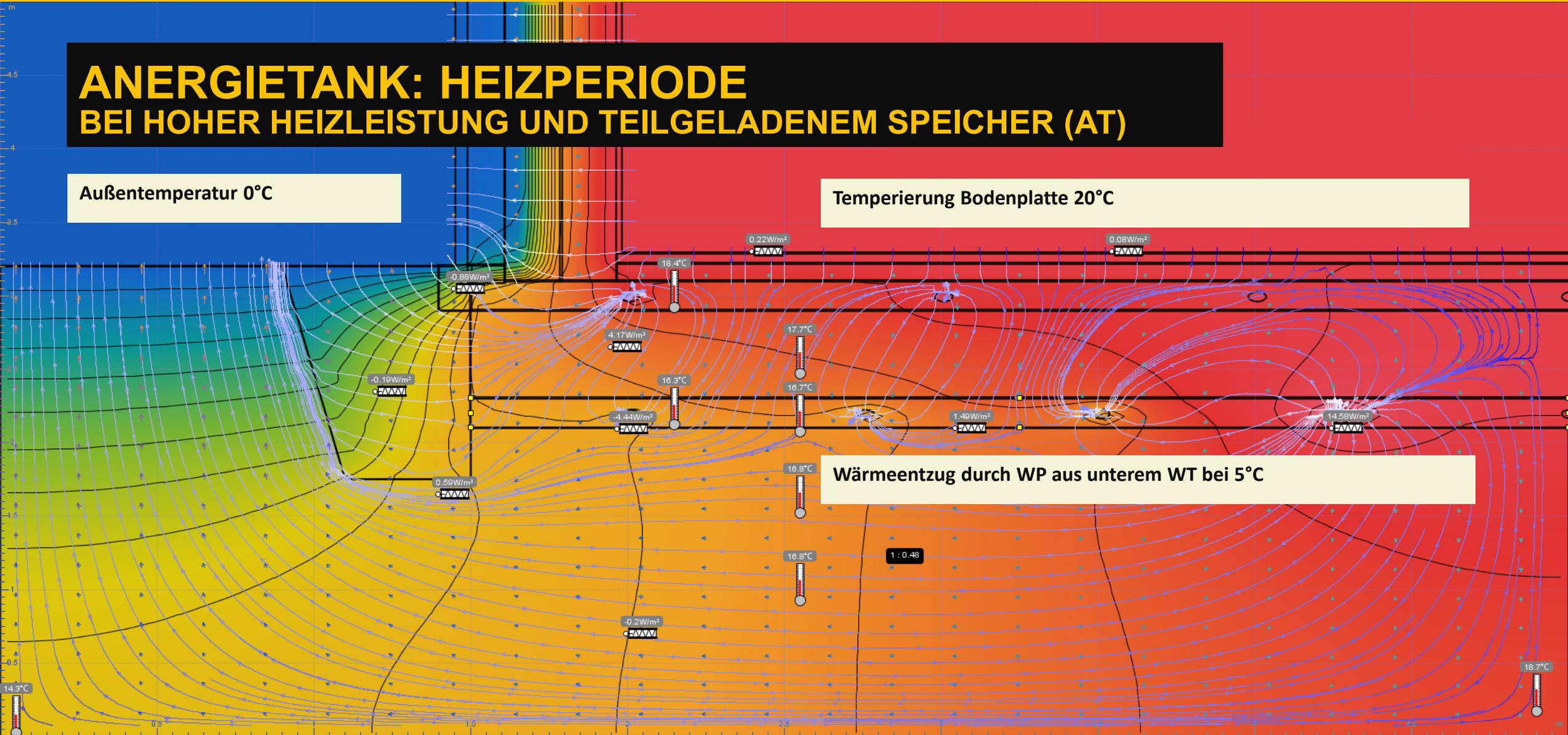
Beladung durch Solar (Überschusswärme) bei 25°C

Anergietank ist „vollständig geladen“

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

Außentemperatur 0°C

Temperierung Bodenplatte 20°C



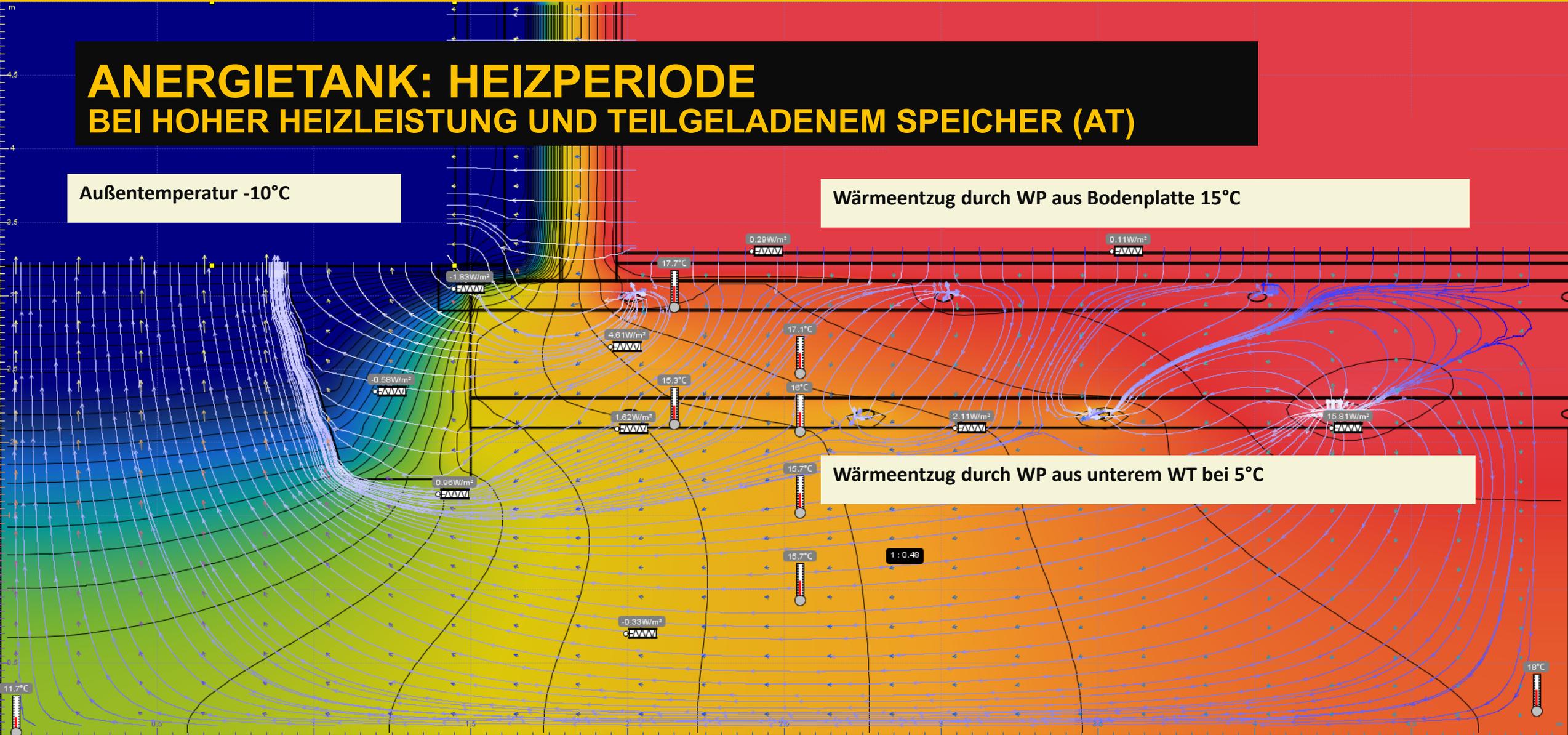
Wärmeentzug durch WP aus unterem WT bei 5°C

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

Außentemperatur -10°C

Wärmeentzug durch WP aus Bodenplatte 15°C

Wärmeentzug durch WP aus unterem WT bei 5°C



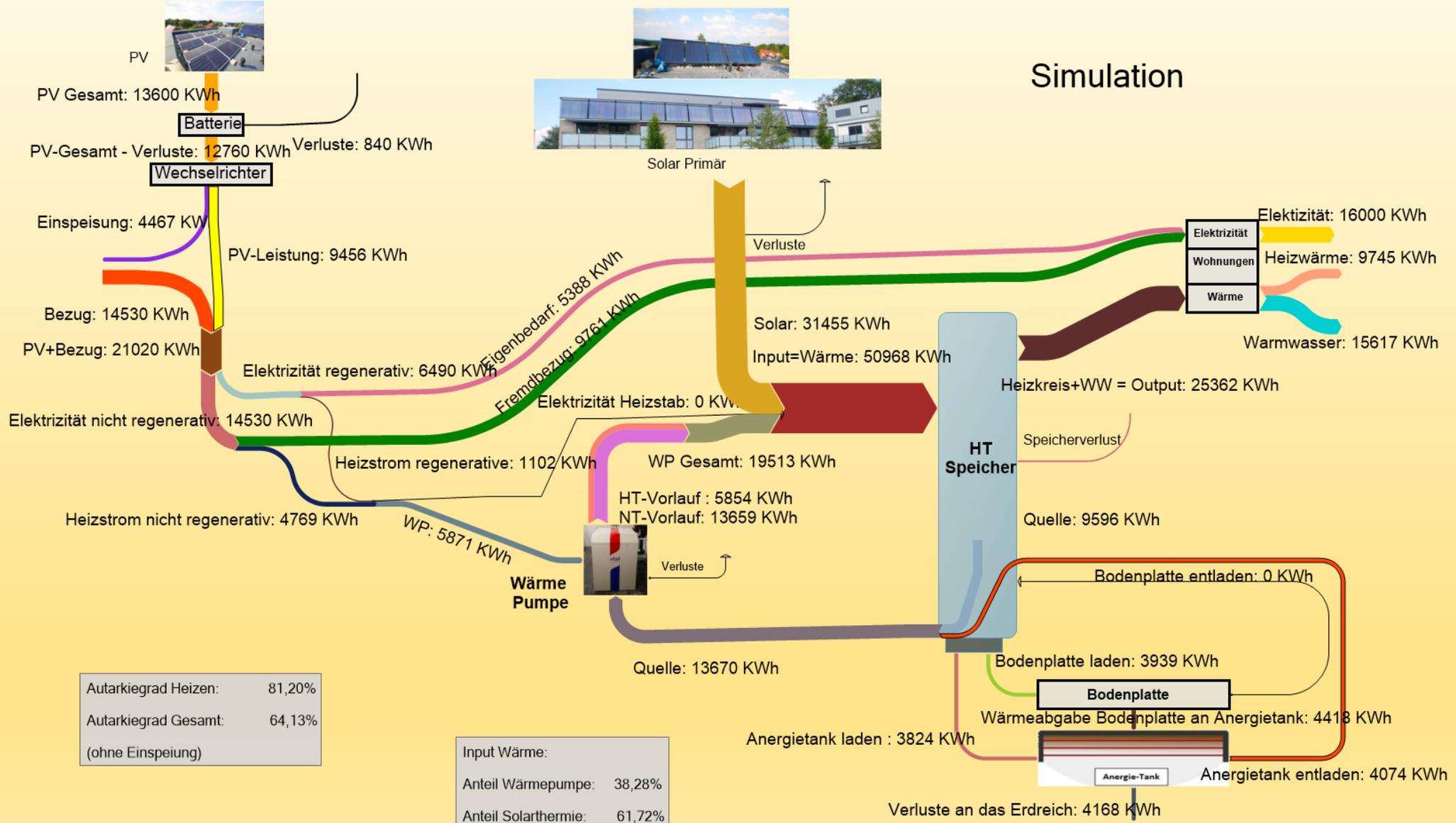
SUBSTITUTION VON GRAUER ENERGIE DURCH SONNENENERGIE

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

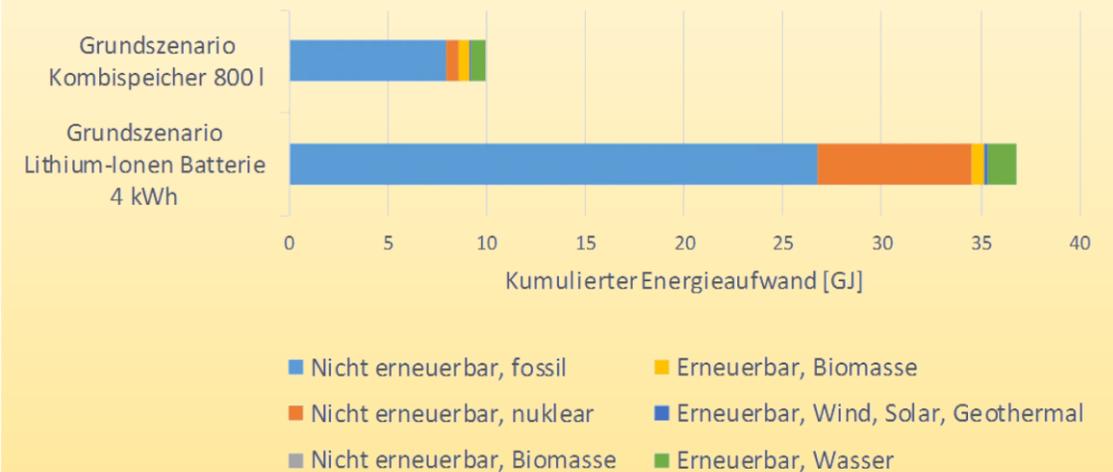
Vermiedener Energieaufwand	220.000 MJ 61.116 kWh
-----------------------------------	----------------------------------------

Jahresbedarf	5000 kWh/a
Jahre	12,2 a



Batteriespeicher versus Wasserspeicher

		Lithium-Ionen	Wasserspeicher	
		Akkumulatoren	Δt=80 K	Δt=30 K
Volumen	Liter		107 l	286 l
Speicherkapazität	kWh		10	
Verluste	%	20%	8%	15%
Nutzbare Kapazität		8,0	9,2	8,5
Spezifische Kosten	€/KWh	1000		
Spezifische Kosten	€/m³	2.000 - 7.000	700	500
Investitionskosten bezogen auf eine installierte Leistung von 10 KWh	€	10.000	752	1.432
Ladezyklen (Bereich)		1.000-5.000	unbegrenzt	
Lebensdauer	Jahre	5 - 20	> 30	
Mittlere Lebensdauer bei 300 Zyklen/Jahr	Jahre	15	30	
Sich hieraus ergebende Ladezyklen		4.500	9.000	
Herstellerenergie	GJ	37	10	
Herstellerenergie	KWh	10.278	2.778	
Zusätzlich nutzbare regenerative Energie während der Lebensdauer	%	5 - 70		
Zusätzlich nutzbare regenerative Energie während der Lebensdauer	%	40	50	50
Nutzbare Kapazität zur Einsparung innerhalb der Lebensdauer	kWh	18.000	41.400	38.250
Nutzbare regenerative Energie nach Abzug der Herstellerenergie	kWh	7.722	38.622	35.472
Kosten pro Zyklus	€	2,22	0,08	0,16
Kosten pro kWh gespeicherter Energie	ct/kWh	27,78	0,91	1,87
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Strom direkt			-97%	-93%
Kosten pro kWh nach Abzug der Herstellerenergie (netto)	ct/kWh	129,50	1,95	4,04
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Strom direkt			-98%	-97%
Bezogen auf Wärme können die Kosten beim Batteriespeicher unter Berücksichtigung, dass die Wärme mit einer Wärmepumpe bereitgestellt werden um eine Jahresarbeitszahl von 3,5 zu erreichen entsprechend reduziert werden.				
	JAZ	3,5		
Kosten pro kWh Nutzenergie	ct/kWh	7,94	0,91	1,87
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Wärme			-89%	-76%
Kosten pro kWh nach Abzug der Herstellerenergie (netto)	ct/kWh	37,00	1,95	4,04
Kostenvorteil Wasserspeicher gegenüber Akku bezogen auf Wärme			-95%	-89%
Die gespeichert Kilowattstunde Wärmeenergie im einem elektrischen Batteriespeicher kostet damit immer noch mehr als das 10-fache eines Wasserspeichers. Bei größeren Speicherkapazitäten erhöht sich dieses Verhältnis weiter deutlich zugunsten eines Wasserspeichers. Damit liegt selbst bei Einsatz einer Wärmepumpe der Kostenvorteil eines Wasserspeichers bei 80 bis 90%.				



Quelle: Evelyn Bamberger; SPF Institut für Solartechnik
www.energie-experten.ch/de/wohnen/detail/vergleich-von-thermischen-speichern-und-batteriespeichern.html

Vergleich der Umweltwirkung (kumulierter Energieaufwand) eines thermischen Speichers mit einem Batteriespeicher. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Kapazität eines Wasserspeichers etwa 4 – 10 fache höher Kapazität (je nach Temperaturdifferenz) hat gegenüber dem elektrischen Speicher in diesem Beispiel.

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

ZUM SCHLUSS

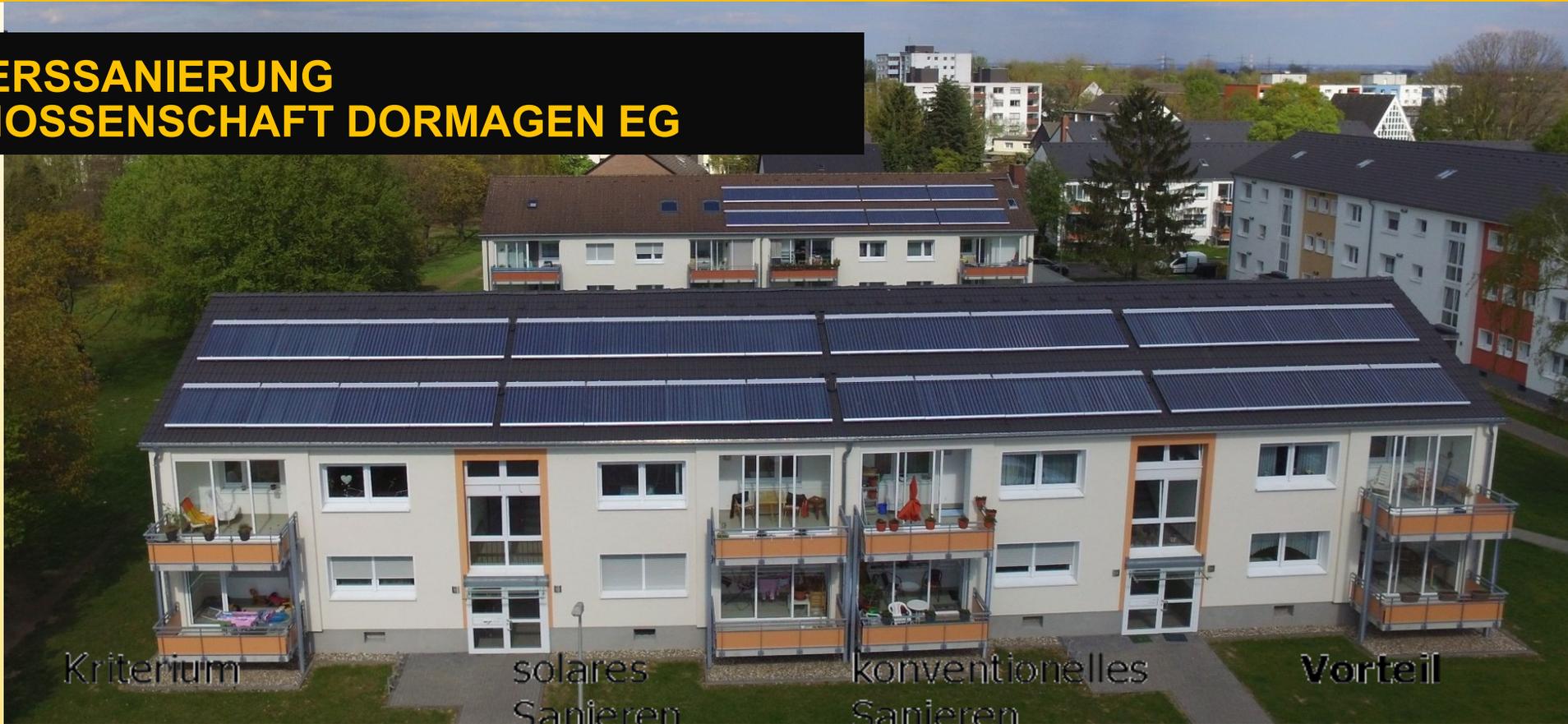


**Technik sinnvoll zusammenführen,
anstatt sie gegeneinander auszuspielen!**

WEITERE BEISPIELE AUS DER PRAXIS



QUARTIERSSANIERUNG BAUGENOSSENSCHAFT DORMAGEN EG

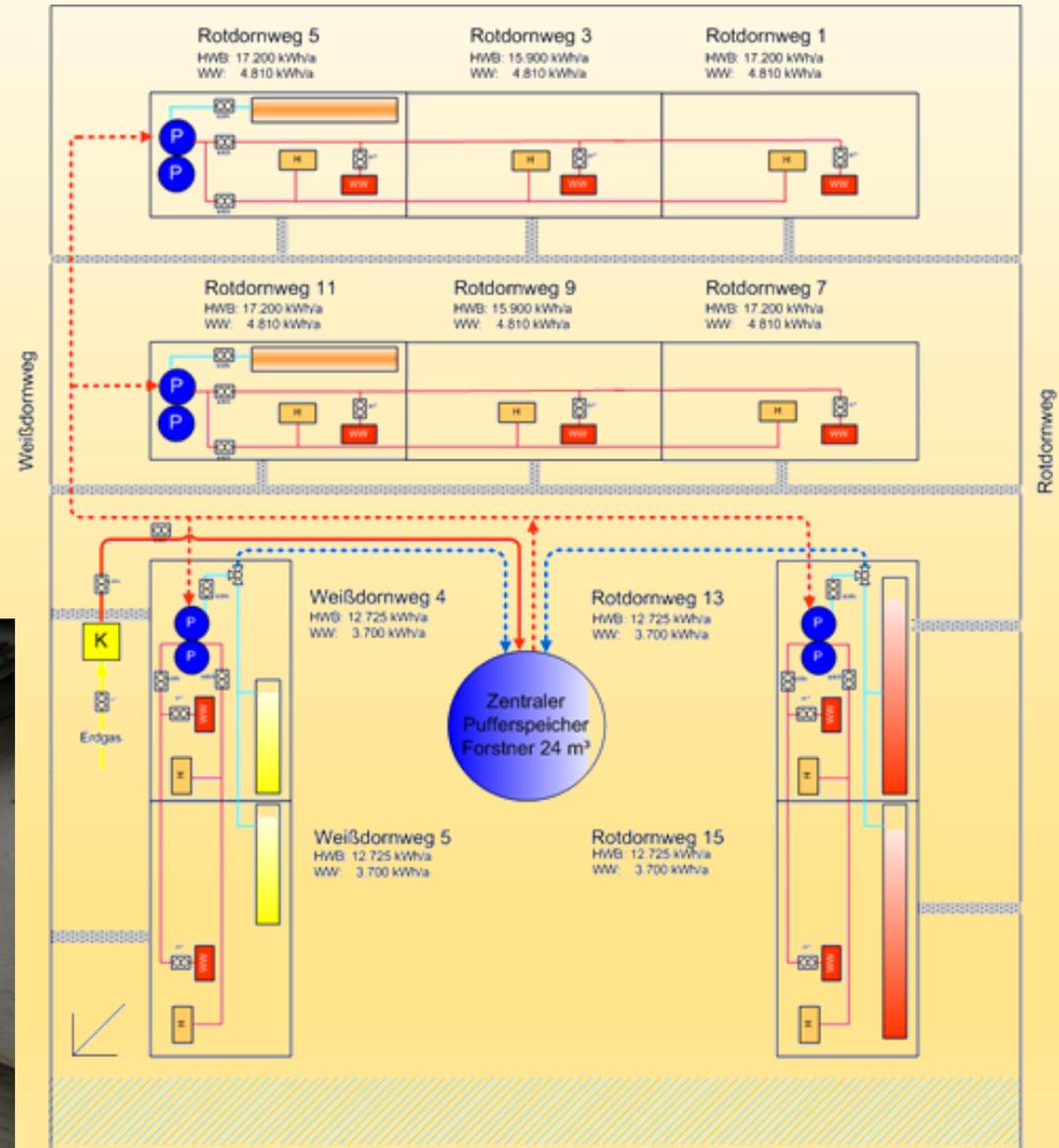


Kriterium	solares Sanieren	konventionelles Sanieren	Vorteil
Investitionskosten (nach Förderung)	5.500.000 €	5.700.000 €	200.000 €
Energieeinsparung	80%	60%	20%
CO2-Reduktion	400 t	300 t	100 t

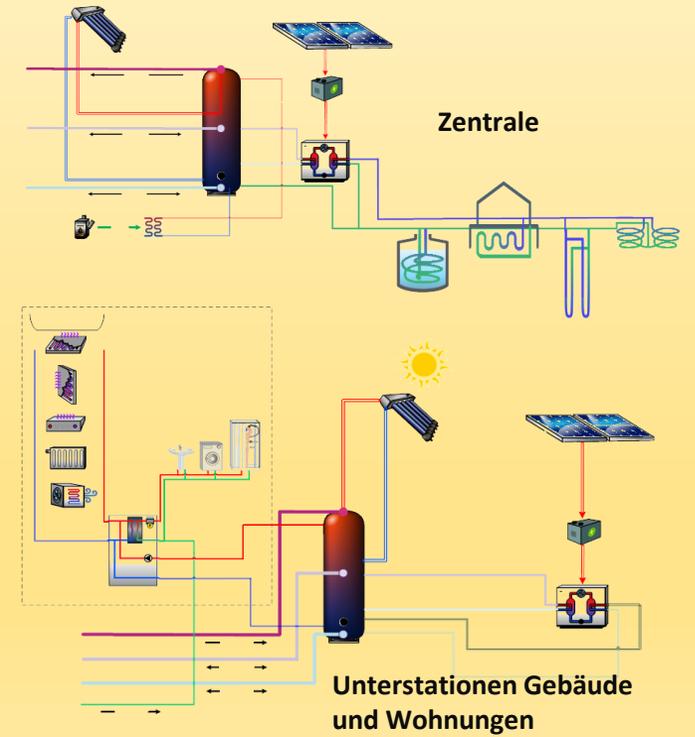
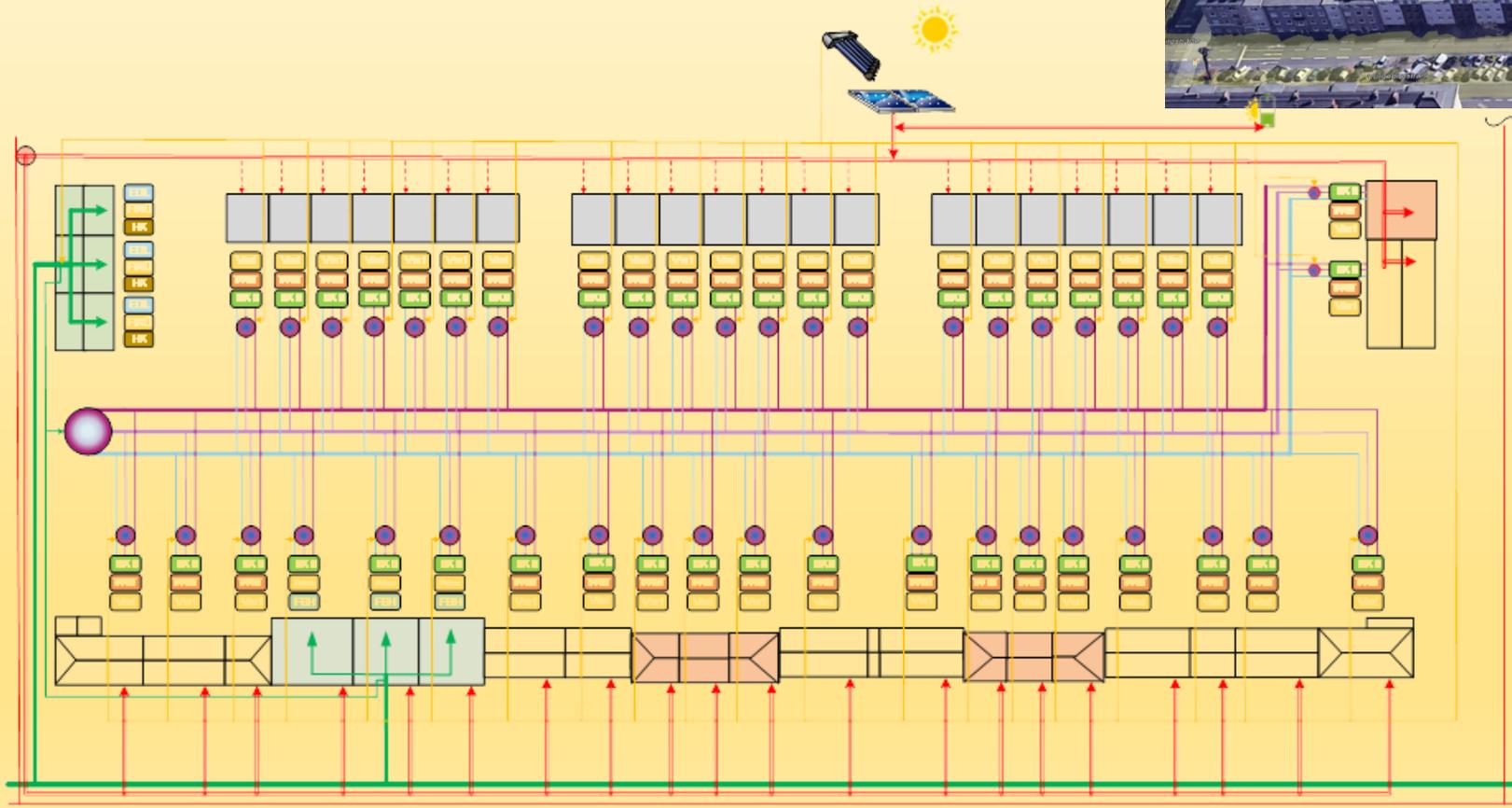
QUARTIERSANIERUNG DORMAGEN

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



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