

Technische Beratung für Systemtechnik

Decarbonisierung
bis 2045

*Willkommen in einer sonnigen
Zukunft!*

Neues über ungenutzte Potentiale zur
energetischen Transformation unserer
Wärmeversorgung

Bernd Felgentreff
Mittelstr. 13 a

04205 Leipzig-Miltitz

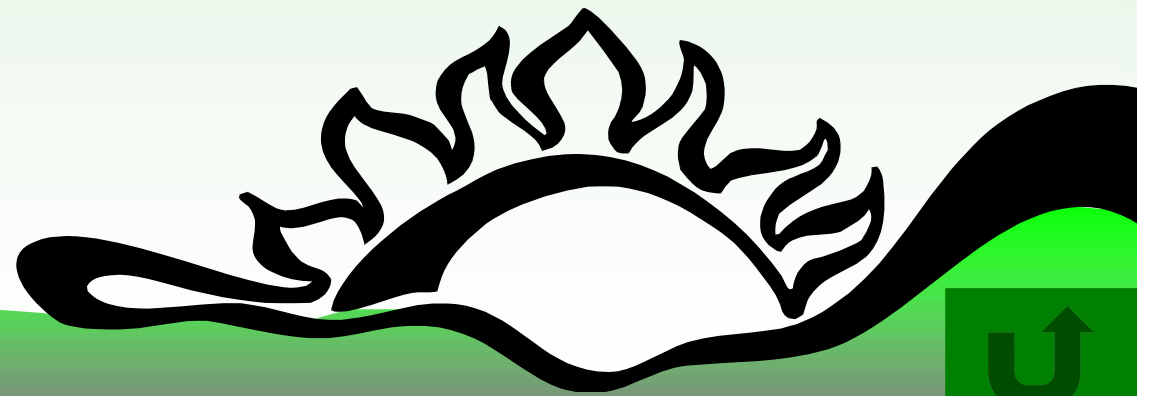
Tel.: 0341 / 94 11 484

Fax : 0341 / 94 10 524

Funktel.: 0178 / 533 76 88

E-Mail: tbs@bernd-felgentreff.de

web: www.bernd-felgentreff.de





Mögliche Potentiale

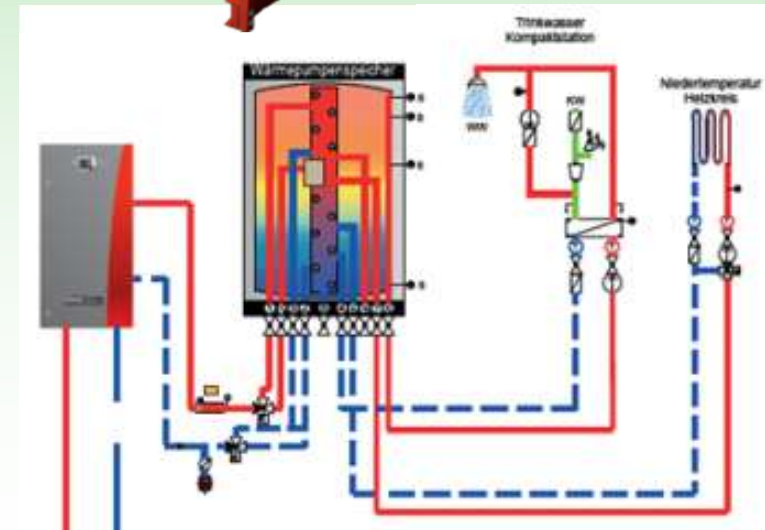
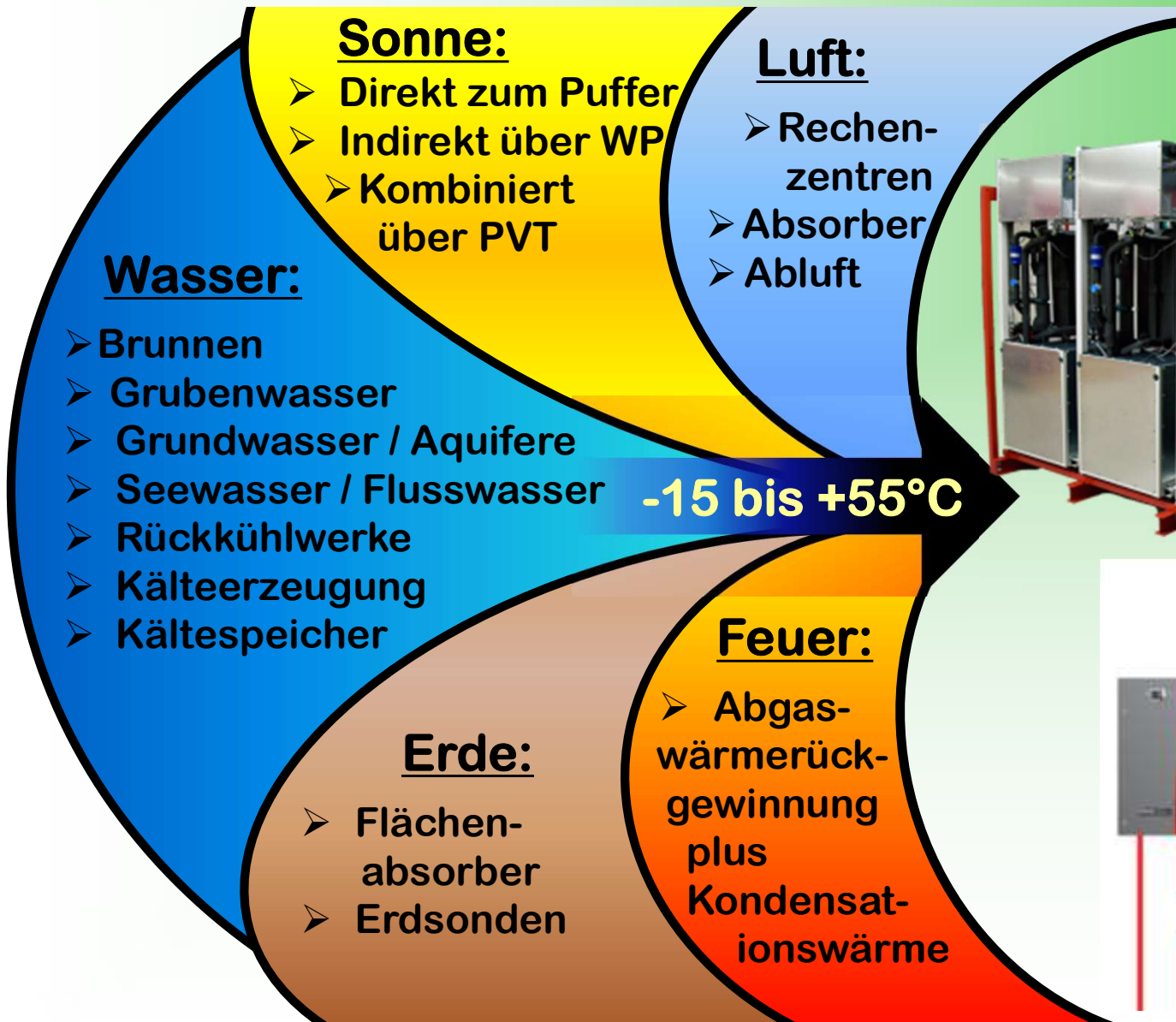
zur Nutzung in Kalten, intelligenten Wärmenetzen

Energiequelle	Bemerkungen
<input type="radio"/> Abwärme aus Industrieprozessen	< 60°C bisher nicht genutzt
<input type="radio"/> Abwärme aus Kühlung / Rückkühlung	93% bisher nicht genutzt
<input type="radio"/> Sonnenwärme	bis zu 400% pro m ² zur PV ; 200% besser als im EFH
<input type="radio"/> thermische Grundwassernutzung ☀	In „heißen Wärmenetzen“ nicht nutzbar
<input type="radio"/> Erdwärme ☀	
<input type="radio"/> thermische Seewasser- / Grubenwassernutzung ☀	
<input type="radio"/> Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung	alle Arten nutzbar
<input type="radio"/> Wärmeauskopplung aus Biogas	auch mit längeren Wegen
<input type="radio"/> Wärmenutzung aus Biomasse (Grünschnittpellets)	vor allem als Spitzenlast

☀ Auch als Langzeitspeicher nutzbar

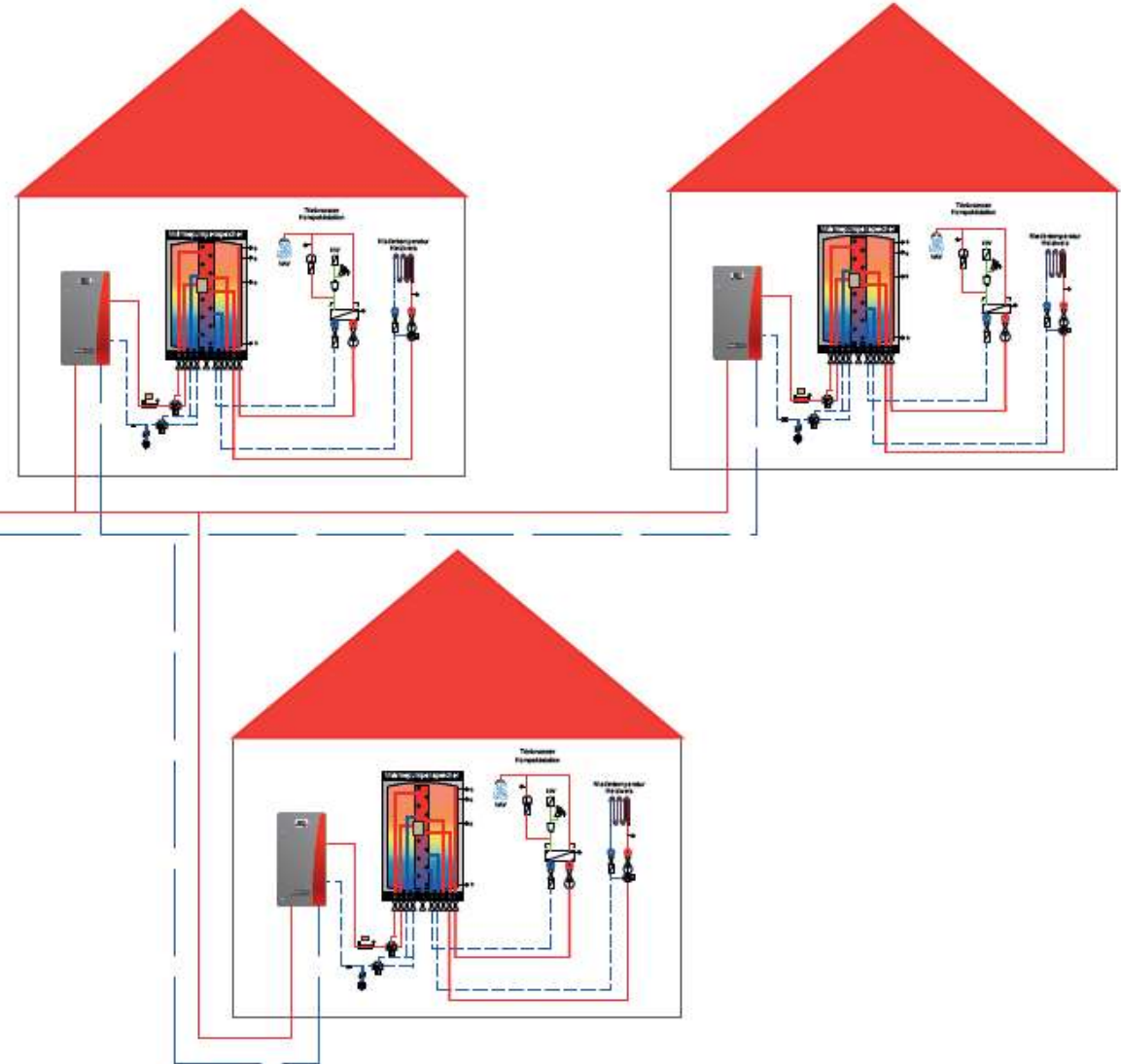


18 Wärmequellen für Ihre Lösung mit ratiotherm Wärmepumpen





Abwärme Rechenzentrum: Direkte Nutzung des Kühlkreislaufs



**Verteilung via Nahwärme auf
dezentrale Wärmepumpen**

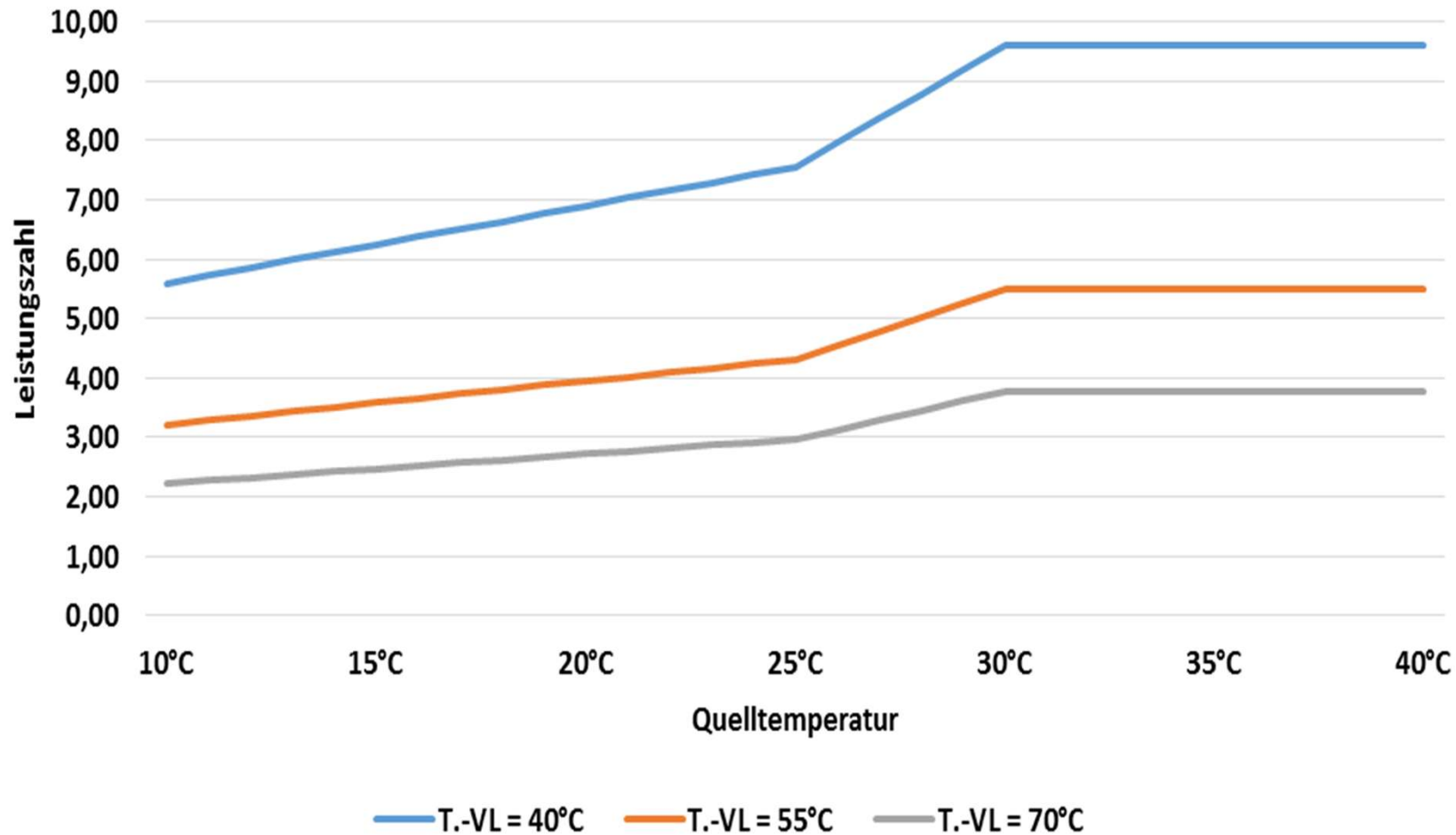
Herausforderung:

- Kühl-Backup nötig**
- Sensitiver Bereich
der IT Infrastruktur**



Wärmepumpe WP Max-HiQ

Leistungszahl in Abhängigkeit der Quelltemperatur



Verwendungslinien Elektromobilität im Vergleich Power to gas versus Elektromobil

*Technische Beratung
für Systemtechnik*



Alternative:

Wasserstoff (H²) für die Großindustrie und Weiternutzung der Abwärme als Heizwärme



ungenutztes Potential: Gärrestelager

- Zentrale Herstellung von H₂ lässt die damit verbundene Abwärmenutzung in kleinen Orten nicht zu.
- Biogasanlagen gehören in diesem Zusammenhang zur „letzten Meile“.
- Über Strom aus Biogas, Sonne oder (und) Wind in Verbindung mit dem ungenutzten Potentialen des Gärrestelagers (aller) Biogasanlagen, erzeugt die zur Nutzung benötigte Wärmepumpe eine 12-Fach höhere Nutzwärme.

Bisher ungenutztes Potential:
Niedertemperaturige Abwärme aus dem Gärrestelager:
Bsp.: 40°C zur Außentemp. 10°C entspricht $30\text{K} * 5000\text{m}^3 = 174 \text{ MWh}$

Wärmepumpe
1,7 kWh bei SJAZ 6

Nutzwärme als Heizenergie
Bsp.: 10 kWh

Strom aus Sonne + Wind
Bsp.: 20 kWh

Thermische Nutzung von Wasserstoff
Herstellung + Transport + Lagerung
(Faktor 0,5)



Vergleich Aquifere contra konventionelle Kühlung

Frage:

Schätzen Sie bitte, wieviel Kilowattstunden elektrische Energie sind nötig, um 50 Kilowattstunden Raumkühlung bei 30-gradiger Außentemperatur zur Verfügung zu stellen?

A.) Aquifere	B.) Kältemaschine
1	14

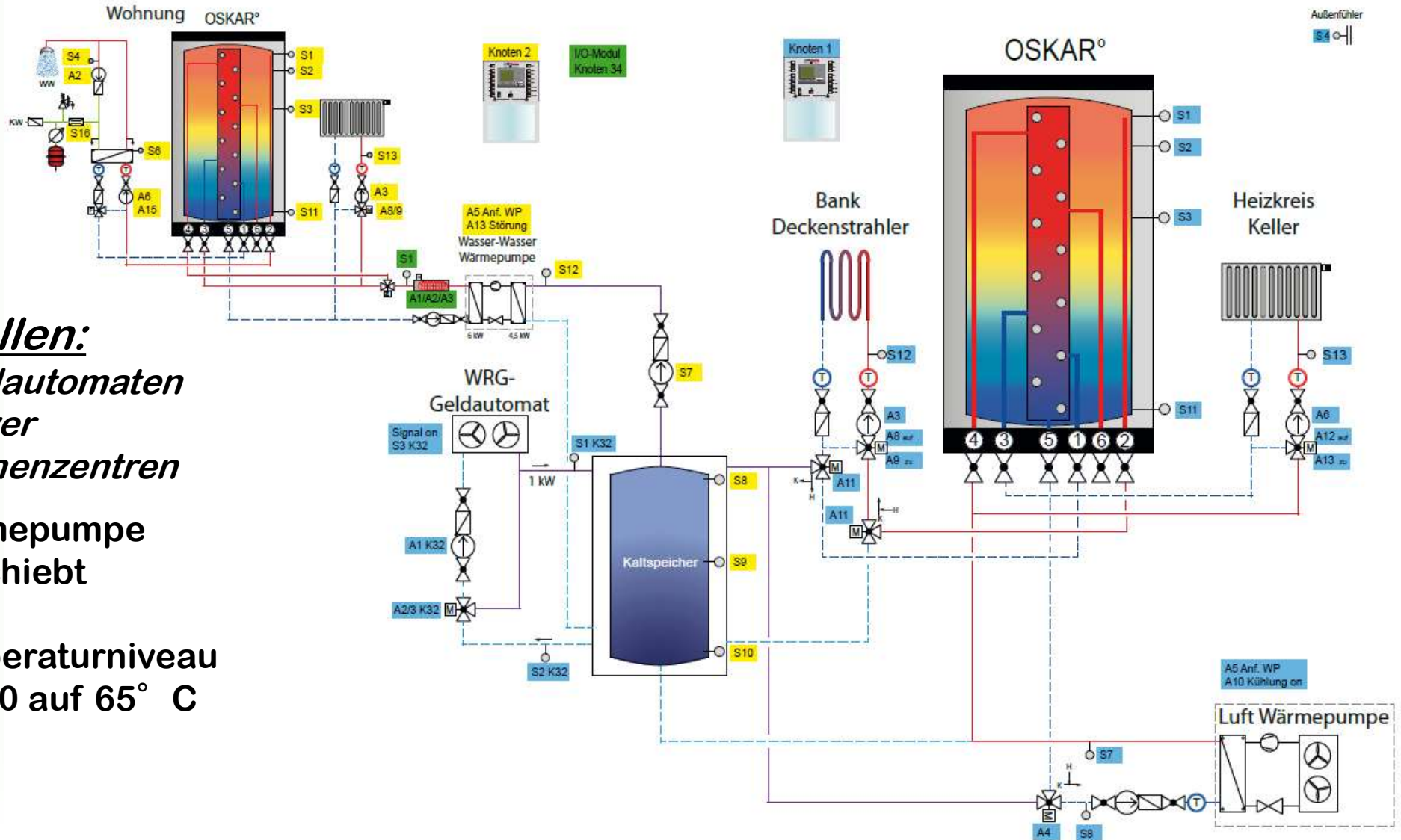


Wärmerückgewinnung in der Bank:

Quellen:

- Geldautomaten
- Server
- Rechenzentren

Wärmepumpe
verschiebt
das
Temperaturniveau
von 30 auf 65° C



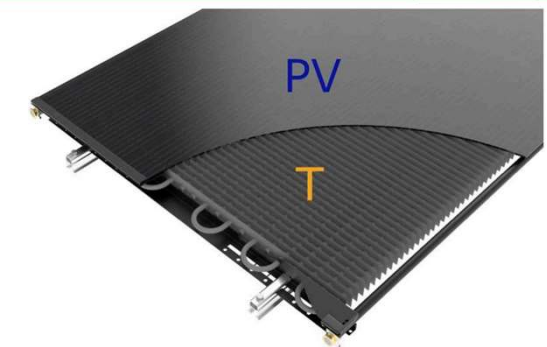
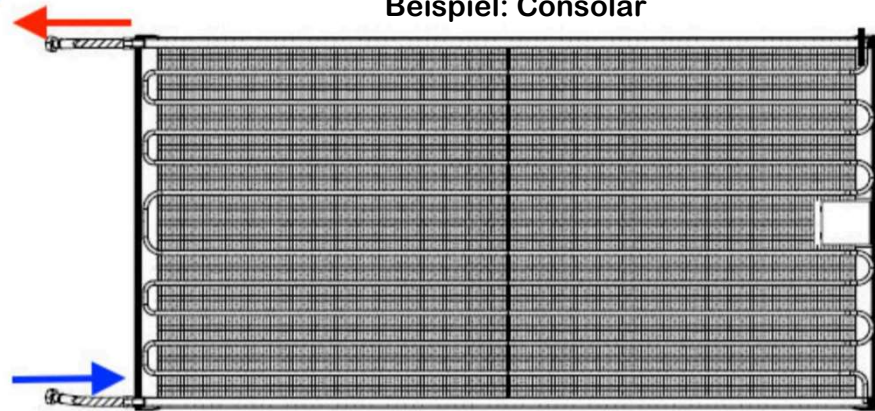


Synergieeffekt: Doppelnutzen Wärme und Strom vom Dach

1. PVT – Photovoltaikmodul und thermischer Kollektor

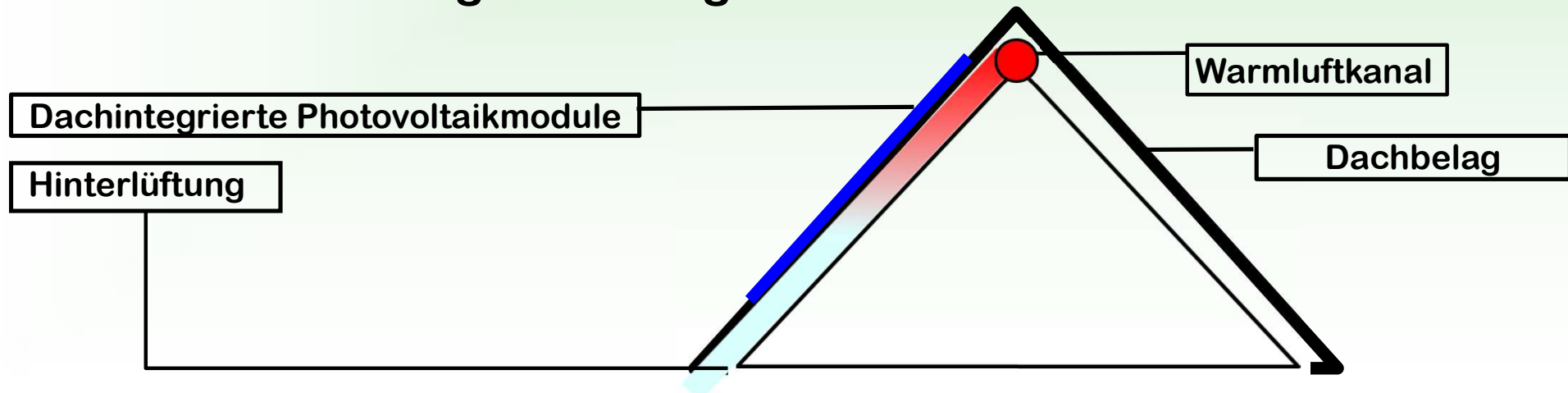
Kollektoraufbau und Daten SOLINK 450 LH / 375 MH

- ▶ Bruttofläche: 2,25 m² / 1,89 m²
- ▶ Integrierte Cu-Sammlerrohre
- ▶ Cu-Mäanderverrohrung
- ▶ Wärmetauscherlamellen: Alu
- ▶ Pulverbeschichtung
- ▶ Gewicht: 39 kg / 33 kg
- ▶ XL-PV-Modul, 450 W_p / 375 W_p



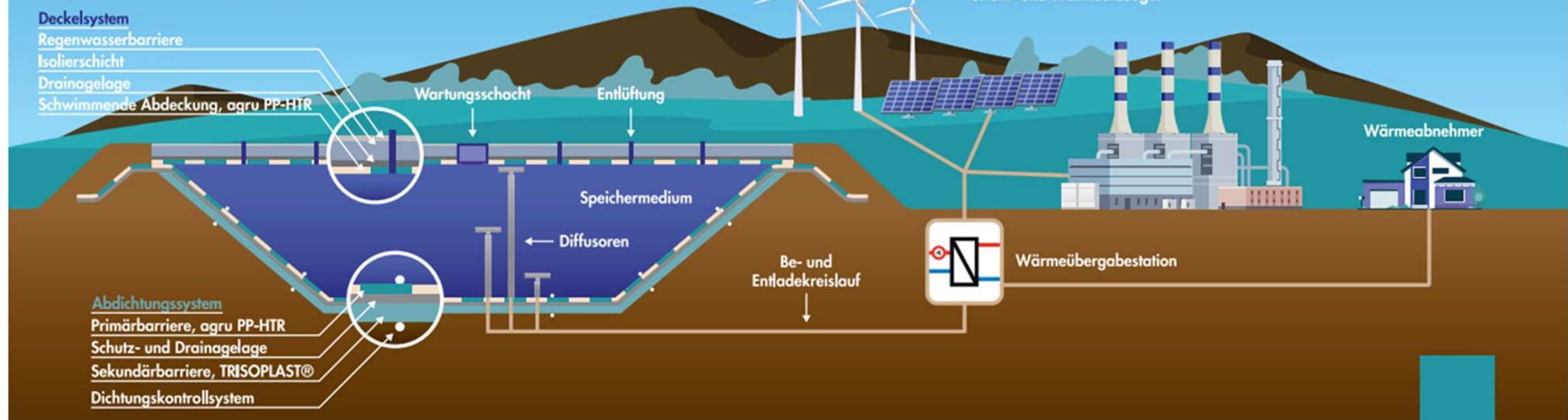
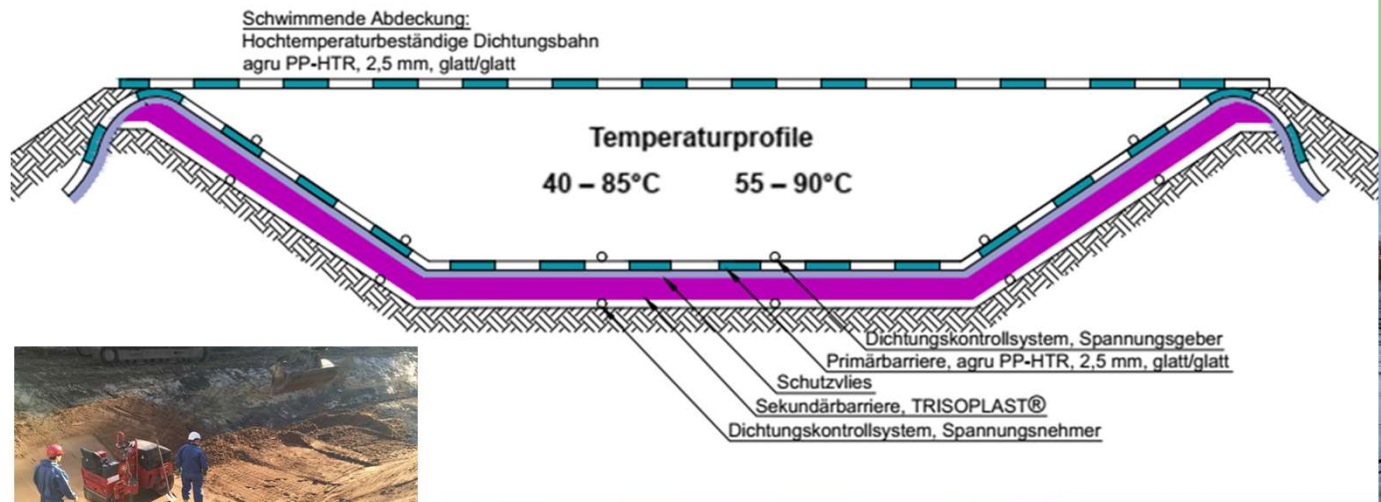
ca. 2,25 m² XL PV-Modul auf der Oberseite (Modell 450 LH)
ca. 18 m² Gesamt-Luft-Wärmetauscher-Fläche
Nutzung der Solarwärme von der Rückseite des Moduls

2. Abwärmennutzung dachintegrierter Photovoltaik





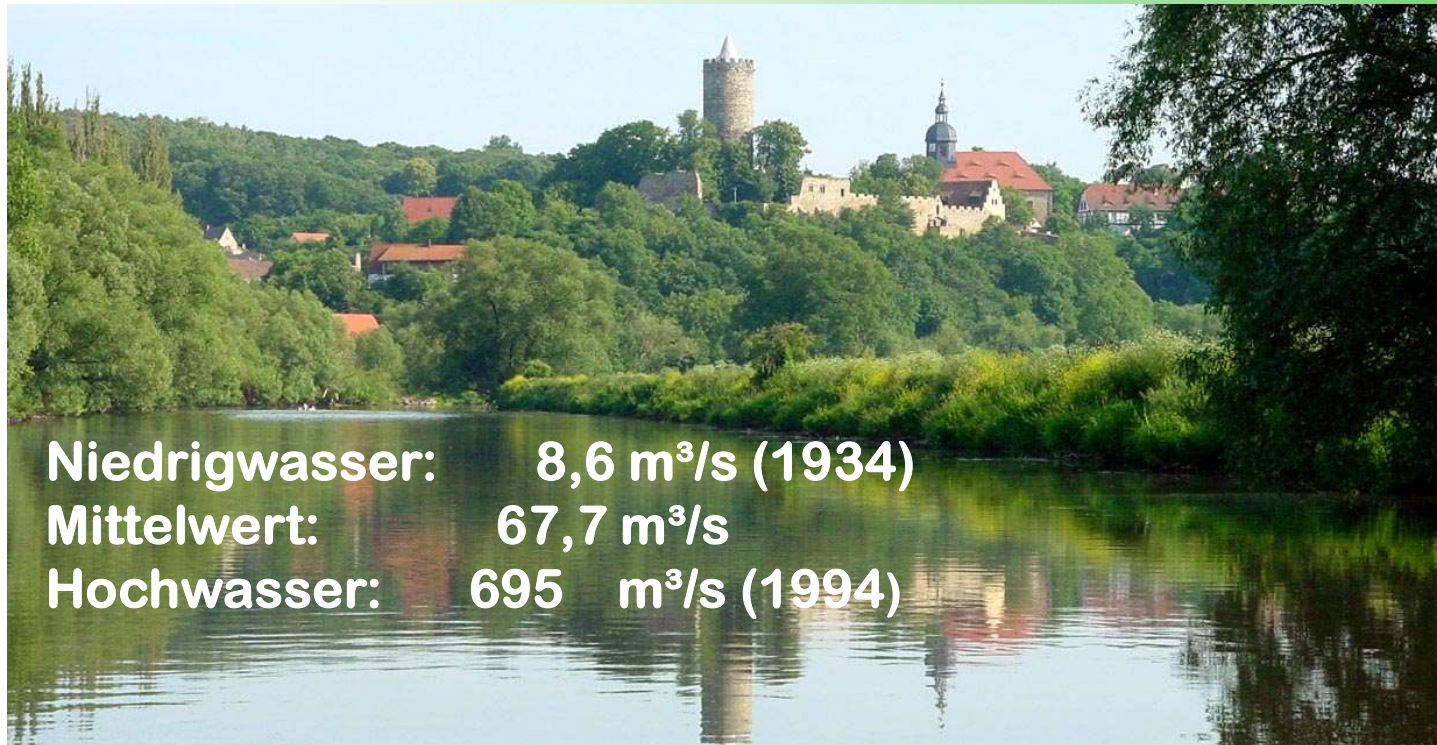
Erdbeckenspeicher





Flusswasser als Wärmequelle

Beispiel: Die Saale bei Naumburg



Niedrigwasser: 8,6 m³/s (1934)
Mittelwert: 67,7 m³/s
Hochwasser: 695 m³/s (1994)

Der Mittelwert entspricht 67,7 m³/s → 243.720 m³/h

Daraus folgt: Die Kapazität der Menge ist 282,7 MWh / h / K (Wärme pro Stunde)

Zum Vergleich:

Ein Einfamilienhaus benötigt zwischen 10 und 35 MWh / a (Wärme pro Jahr)

(0,005 – 0,030 MWh / h)



Flußwasserentwärmung

Wärmekapazität:

0,5 m³/s entspricht 1.800 m³/h,
entspricht 2.088 kWh/K

Auslegungsbeispiel:

28 mm VA-Rohr, 12 cm Verlegeabstand, 3K,
entspricht 200 W/m² Entnahmeleistung

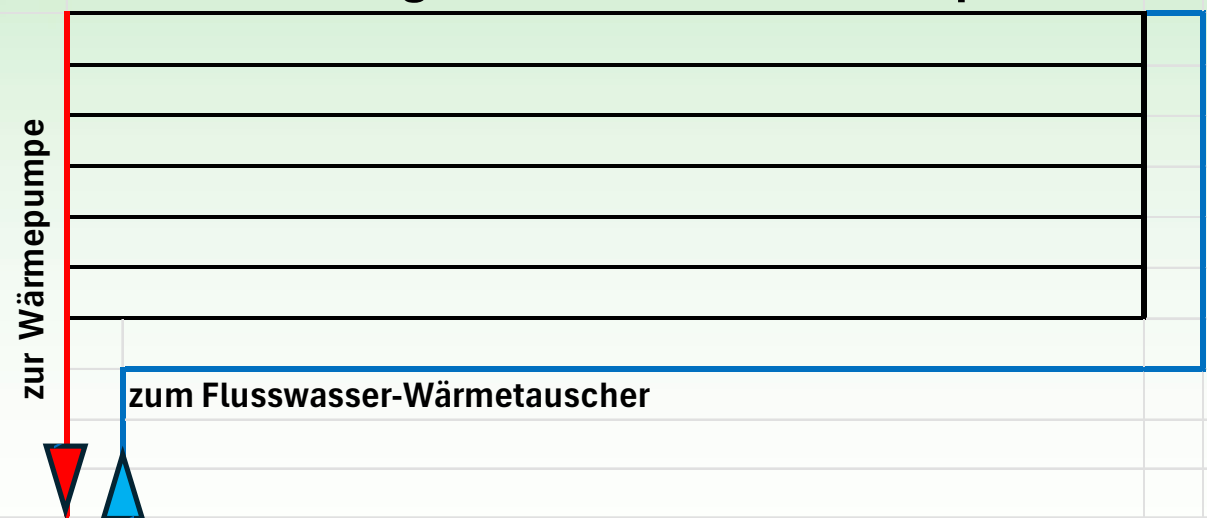


Nach
20
Jahren!

Beim Errichten:

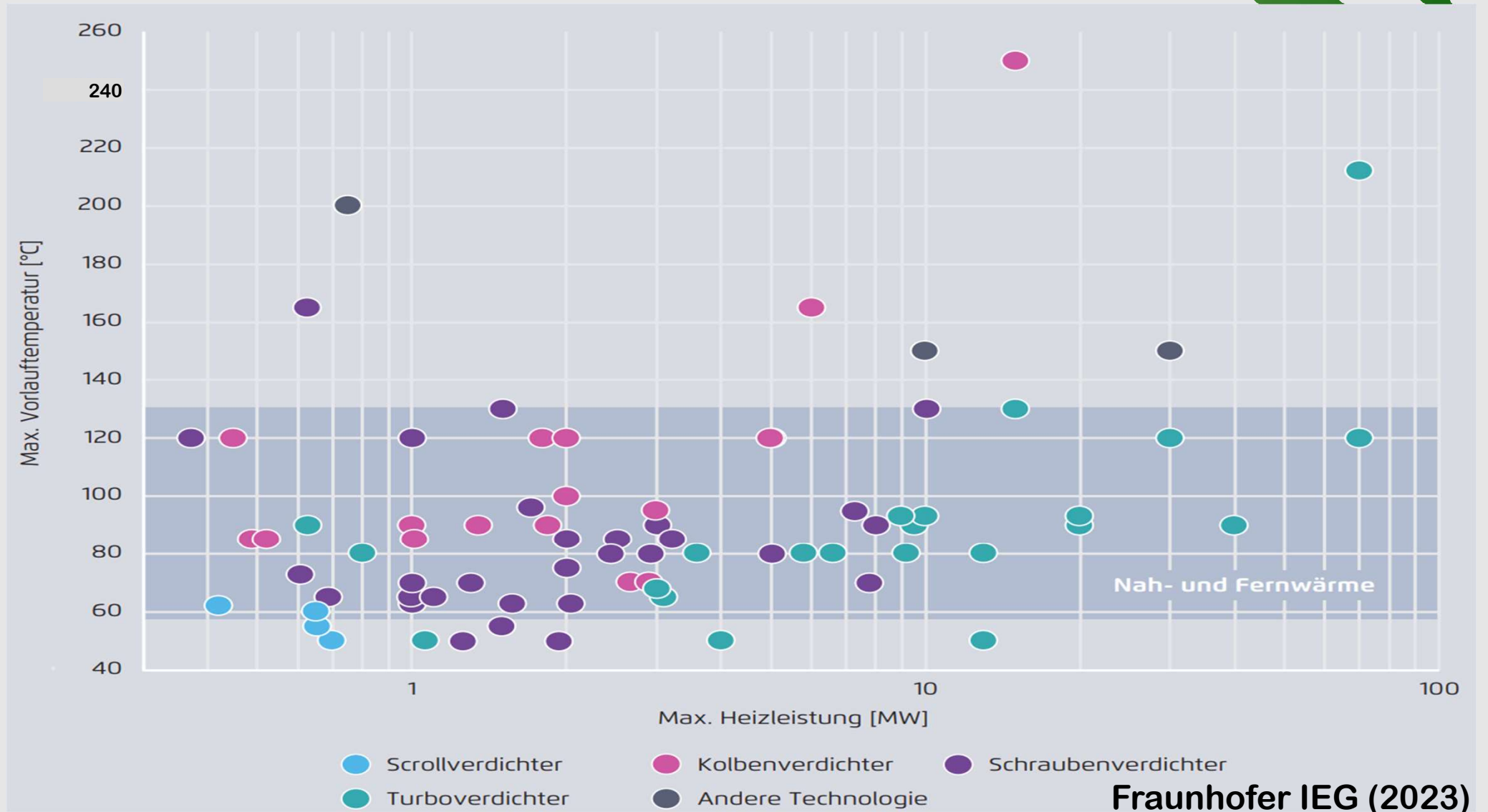


Wärmeübertrager im Tichelmann-Prinzip:





Maximale Vorlauftemperatur und Heizleistung verfügbarer Großwärmepumpen





COP in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz

COP und Temperaturhub für am Markt vertretene Modelle von Großwärmepumpen mit unterschiedlichen Quellen- und Senkentemperaturen

Abbildung 29



Potentiale nach Fraunhofer IEG



Hinweise:

- Aquifere als Wärmequellen und Wärmespeicher sind nicht betrachtet
- Oberflächennahe Geothermie und Altbergbau mit ruhender Wasserhaltung sind als saisonaler Speicher nicht betrachtet
- Durch das Vakuum-Flüssigeis-Verfahren sind Oberflächenwässer ganzjährig in Kalten, intelligenten Wärmenetzen nutzbar
- Synergieeffekte kombinierter Lösungen sind nicht betrachtet

Fazit:

Dadurch sind die beschriebenen Potentiale nennenswert höher als in der Tabelle dargestellt

Umwelt- und Abwärmequellen	COP	Investitionsaufwand	Saisonale Verfügbarkeit	Temperatur	Potenzial
Umgebungsluft	--	+	-	-10-30 °C	unbegrenzt
Oberflächennahe Geothermie	+	0	+	5-15 °C	450 TWh/Jahr
Mitteltiefe und tiefe Geothermie	+	--	+	15 °C (nach oben offen)	300 TWh/Jahr
Grubenwasser aus dem Bergbau	+	0	+	10-40 °C	4 TWh/Jahr**
Gewässerthermie (Flusswasser, Seewasser, Meerwasser)	0	+	0	4-25 °C	86 TWh/Jahr***
Abwasser und Kläranlagen	+	+	+	10-17 °C	34 TWh/Jahr
Industrielle Abwärme	+	+	+	20-100 °C	52 TWh/Jahr****
Abwärme aus Großrechenzentren	+	+	+	20-60 °C	16 TWh/Jahr



Dörfer werden ärmer

Ein durchschnittliches Dorf mit ca. 500 Einwohnern

...hat Kosten pro Jahr für:

540 T€ - Heizung

270 T€ - Strom

810 T€ - die ohne Mehrwert

abfließen und nur „Verbraucht“ werden.

Die nachwachsenden Rohstoffe:

- Gärreste aus Biogasanlagen, Grünschnitt,
- Biomüll, stofflichen Verwertung von Biomasse
- niedertemperaturige Abwärme aus Trocknungs- u. Kühlprozessen

und nichtversiegenden Energiequellen:

- Erdwärme (Grundlastfähig), Sonne

...werden in den meisten Ortschaften
nicht oder kaum genutzt.



„Das Geld
des Dorfes,
dem Dorfe“

Friedrich Wilhelm Raiffeisen