



**Der Glaube an die
Unmöglichkeit des
Vorhabens,

schützt die Berge vor
dem Versetzt werden!**

Technische Beratung für Systemtechnik

Bernd Felgentreff
Mittelstr. 13 a

04205 Leipzig-Miltitz

Tel.: 0341 / 94 11 484

Fax : 0341 / 94 10 524

Funktel.: 0178 / 533 76 88

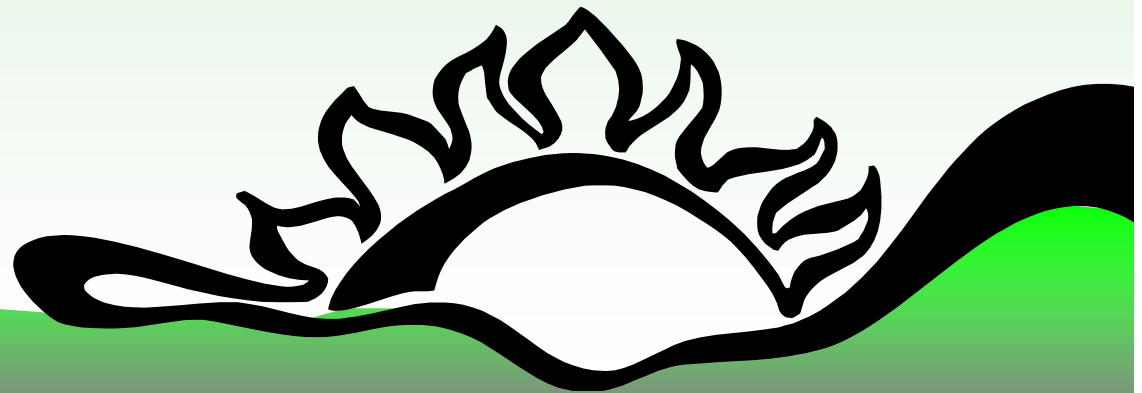
E-Mail: tbs@bernd-felgentreff.de

web: www.bernd-felgentreff.de

Wärmepumpe

—

***Der goldene Schlüssel für ungenutzte
Potentiale***





Zukunft Wärme-Energieversorgung

Was wir Zukünftig nicht mehr nutzen wollen / können:

- Atom-Kraftwerk 37% / gefährlicher Abfall
 - Kohle-Kraftwerk 45-40%
 - Ölheizungen 70%
 - Gas-Einzelheizungen 80%
- } CO₂-Emmision

Was wir bisher kaum oder noch gar nicht nutzen:

- See-, Talsperren u. Flusswasser
- Aquifere und Grubenwasser
- Abwärme aus Kühlung u. Industrieprozessen
- Grünschnittpellets, Gärreste, u.s.w.
- Ressourceneffizienz
- Wasserstofftechnologie





18 Wärmequellen für Ihre Lösung mit ratiotherm Wärmepumpen

Sonne:

- Direkt zum Puffer
- Indirekt über WP
- Kombiniert über PVT

Luft:

- Rechenzentren
- Absorber
- Abluft

Wasser:

- Brunnen
- Grubenwasser
- Grundwasser / Aquifere
- Seewasser / Flusswasser
- Rückkühlwerke
- Kälteerzeugung
- Kältespeicher

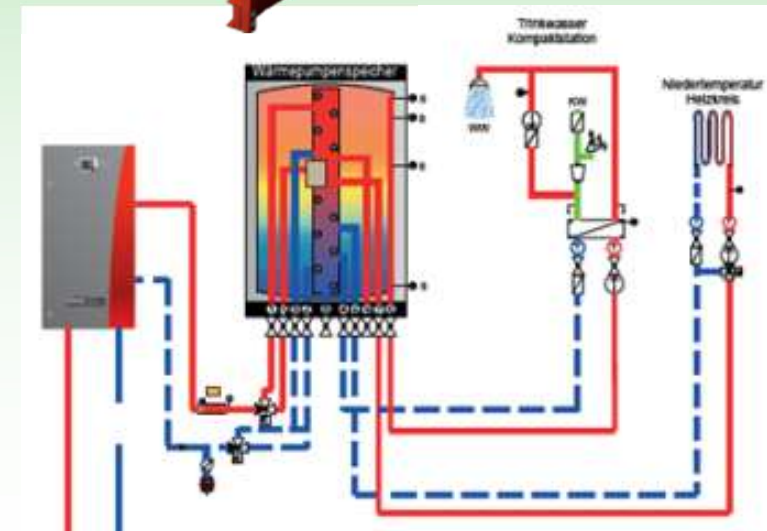
-15 bis +55°C

Erde:

- Flächenabsorber
- Erdsonden

Feuer:

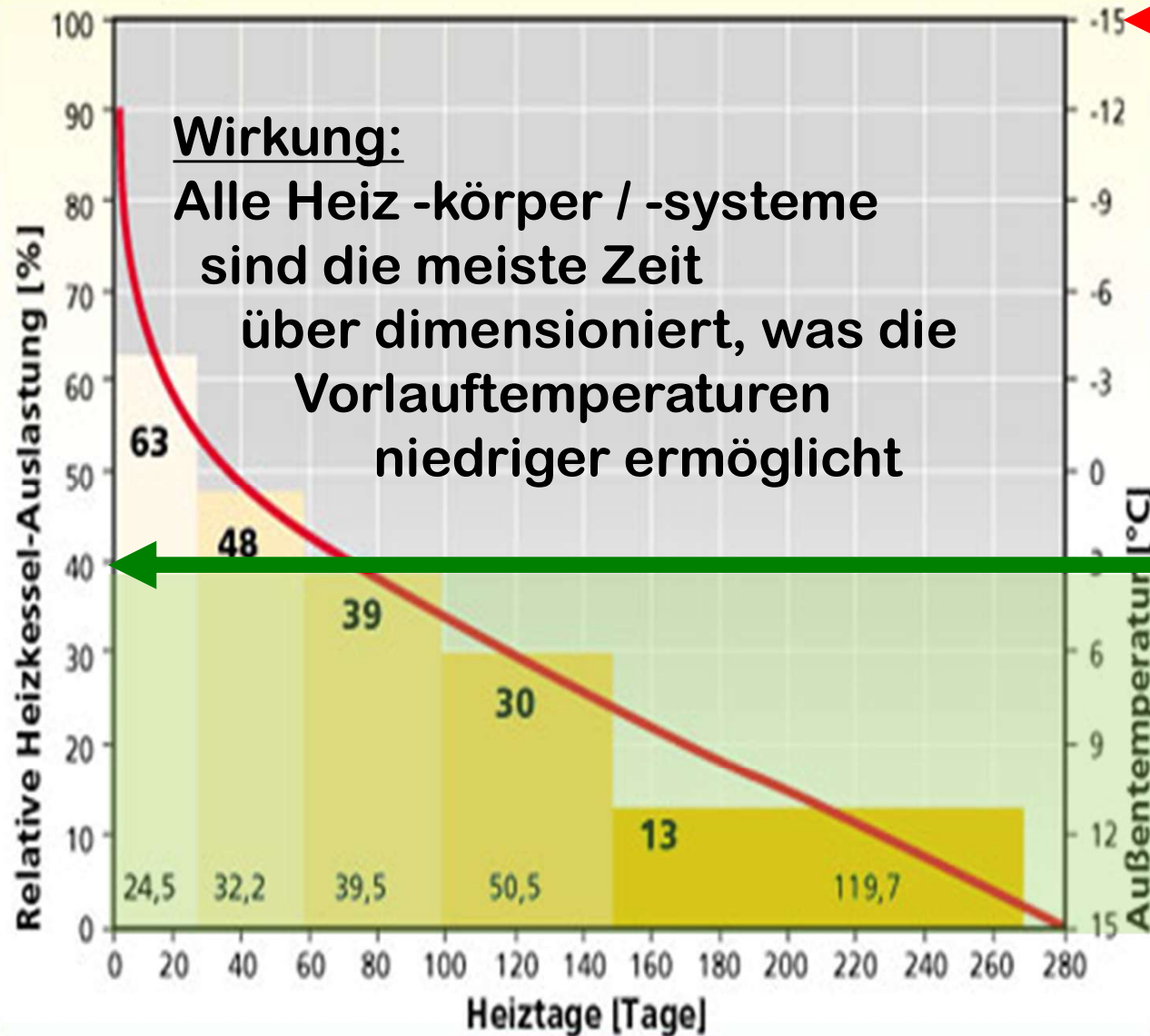
- Abgaswärmerückgewinnung plus Kondensationswärme





Heizlast und Wärmebedarf

Auslastungsstufen nach DIN 4702



Wirkung:

Alle Heiz-körper / -systeme sind die meiste Zeit über dimensioniert, was die Vorlauftemperaturen niedriger ermöglicht

Auslegung

Hinweis:

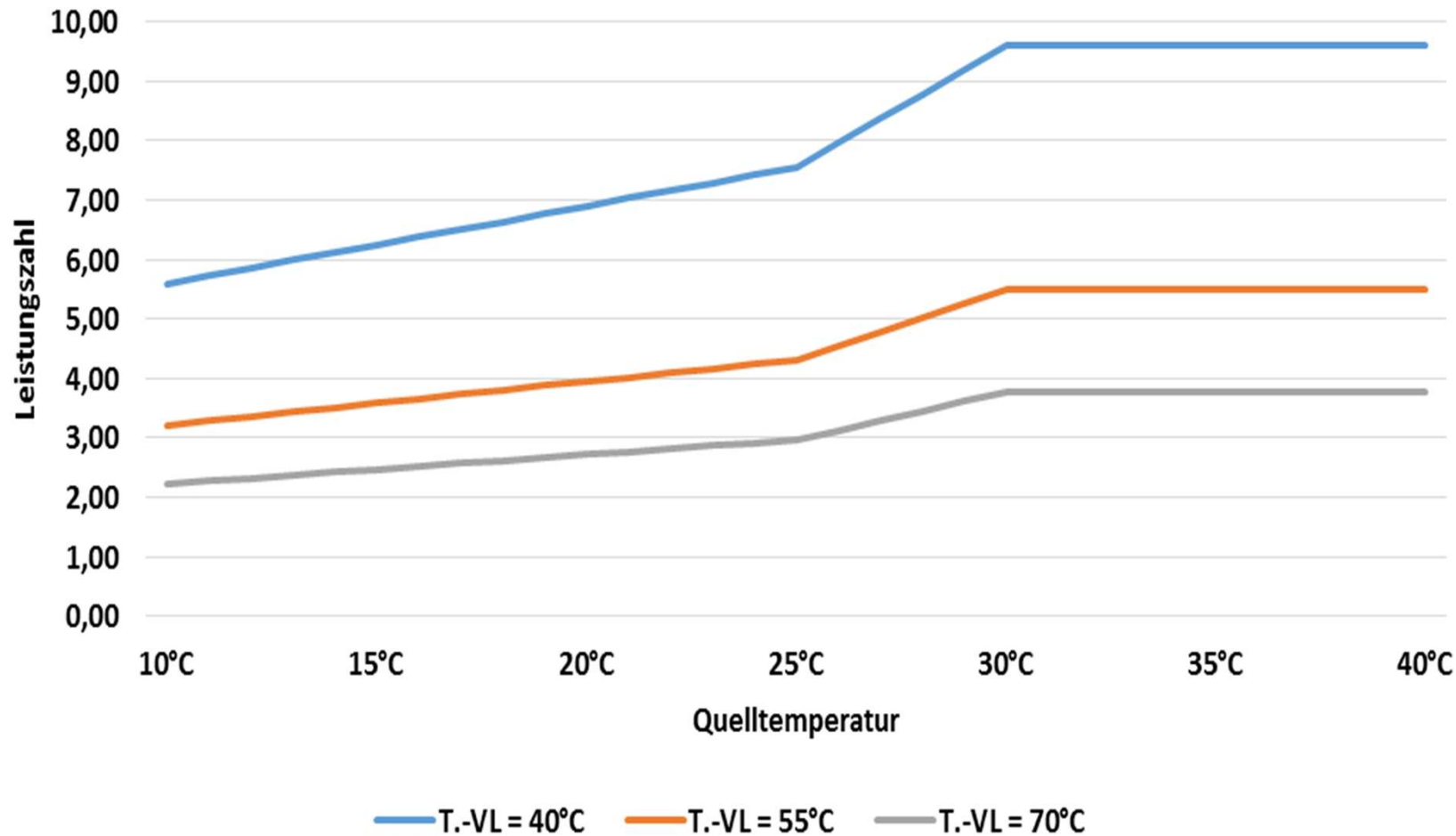
In den letzten 1000 Tagen hat es in Leipzig keine Stunde minus 14°C gegeben

Mit 40% der Heizlast versorgt man 65% des Wärmebedarfes



Wärmepumpe WP Max-HiQ

Leistungszahl in Abhängigkeit der Quelltemperatur



Seewasser - Wärmeentzug am Beispiel Zwenkauer See

Technische Beratung
für Systemtechnik

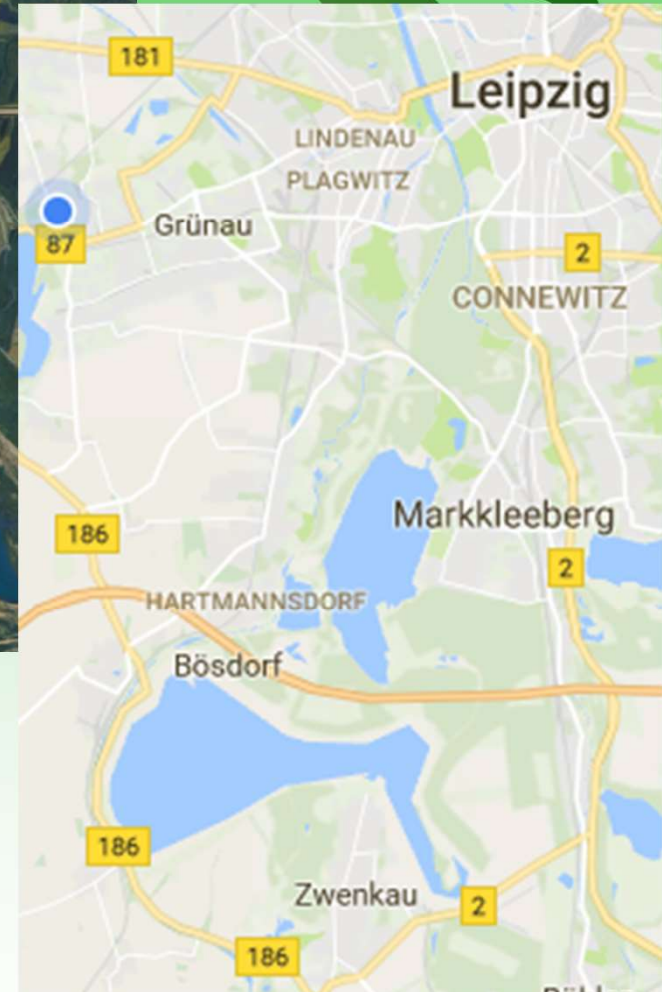


Fläche: 9,63 km²
Umfang: 22,6 km
(Uferlänge)

Tiefe: 17,7 m
Gesamtvolumen:
176.026.500 m³
0,176 km³

Entzugsleistung:
204.190.740 kWh pro Kelvin
204,2 GWh pro Kelvin
Wärmenachfluß aus der Erde:
55,9 GWh pro Stunde/Kelvin (bei 5W/m²/9,63 km²)

Vergleich Einfamilienhaus: 0,015 - 0,035 GWh pro Jahr



Heizen mit Vakuum-Flüssigeis

*Technische Beratung
für Systemtechnik*



Nutzung natürlicher oder künstlicher Wasserreservoirs als Wärmequelle

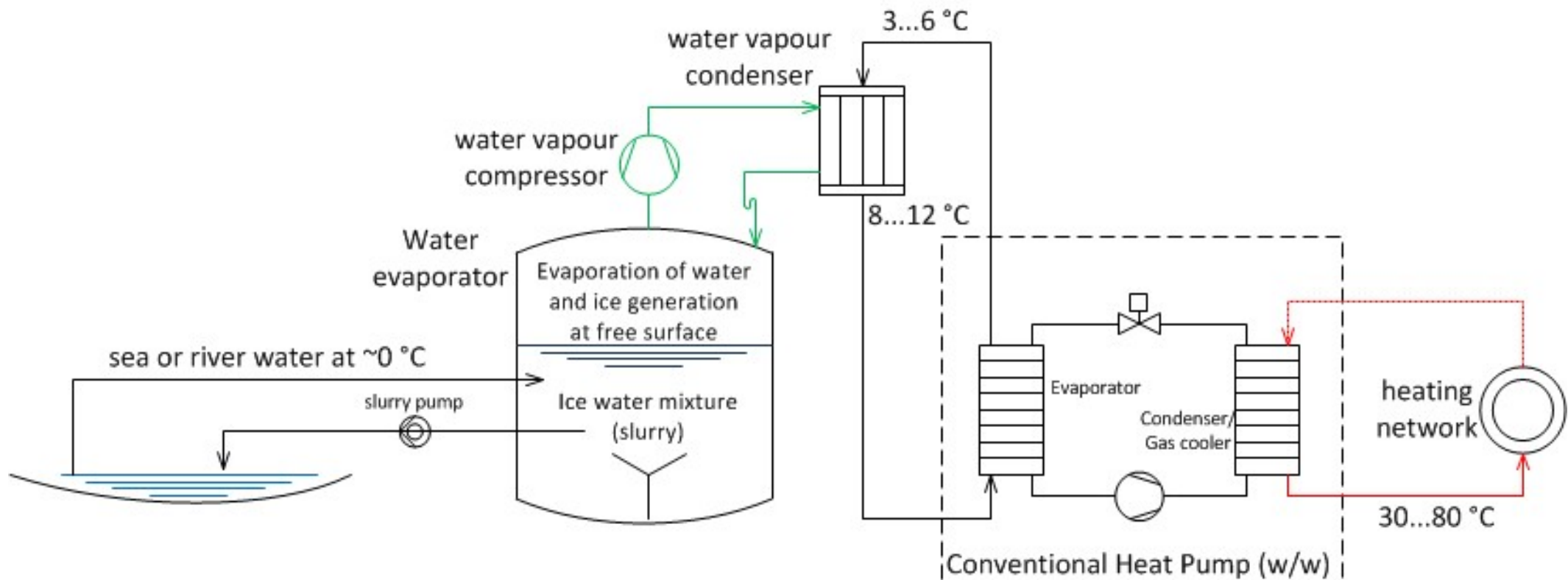
Vorteile

Konstante Temperatur der Wärmequelle

Höhere Wärmequellentemperatur als bei Luftwärmepumpen

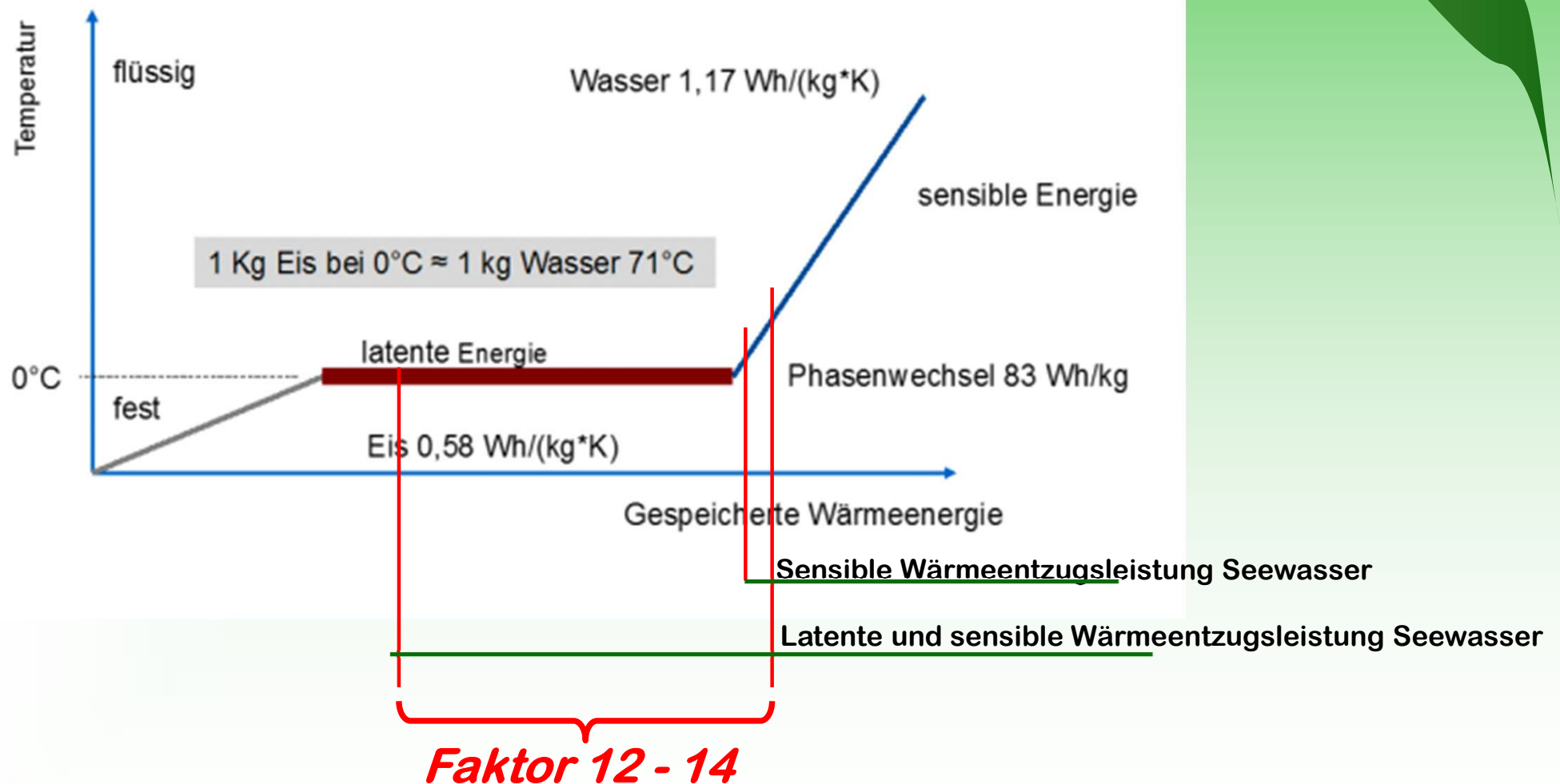
Vermeidung von Schallproblemen von Luftwärmepumpen

Geringere Investitionskosten gegenüber Erdwärme, keine Regenerierungsprobleme





Wärmeentzug ohne und mit der latenten Wärme

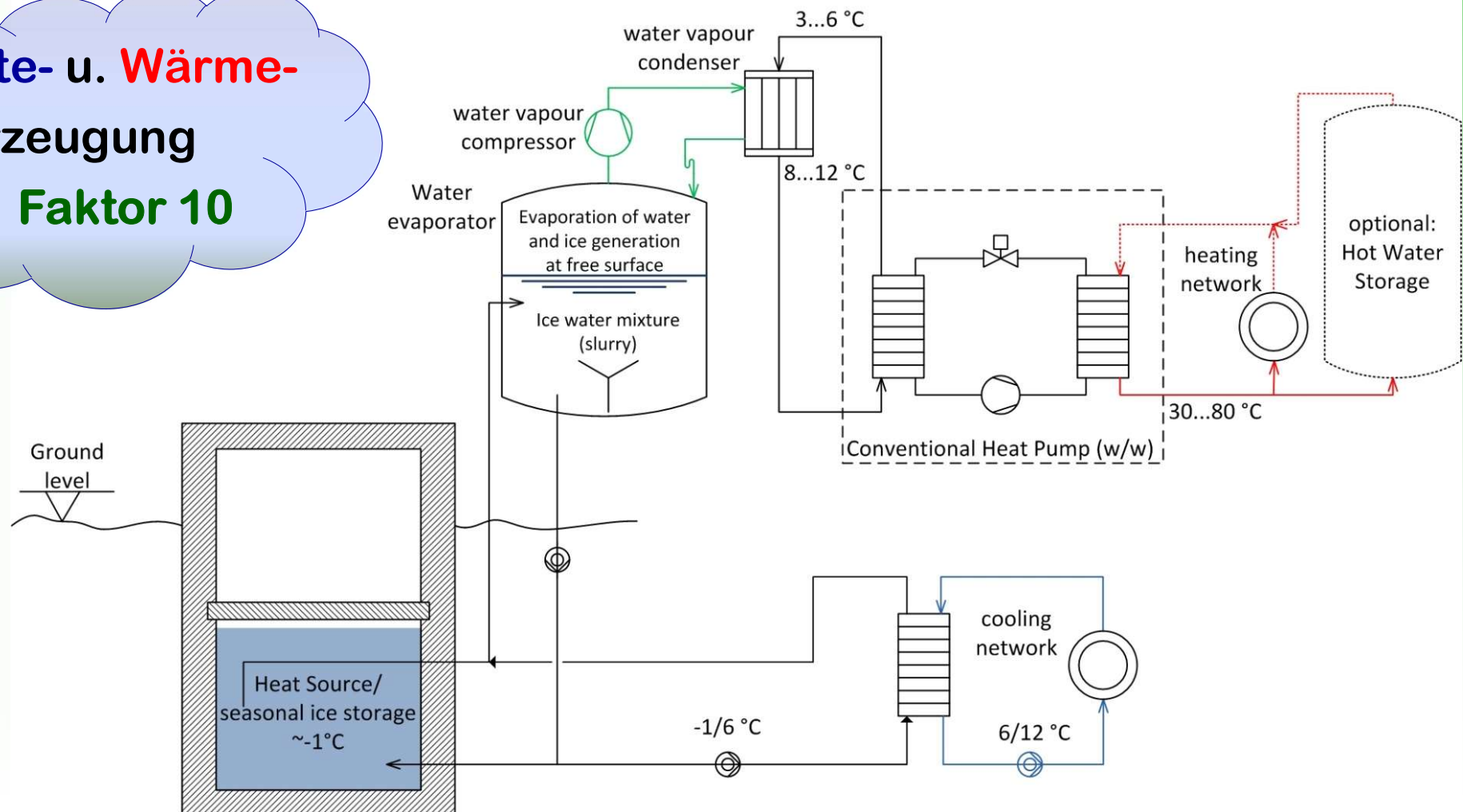




Saisonaler Kältespeicher als Wärmequelle

Kälte- u. Wärme-
Erzeugung
mit Faktor 10

Anwendungsfall: saisonaler Kältespeicher als Wärmequelle für
Hochtemperatur-WP und Nahwärmenetz





Spundwandabsorber



Bilder von Beispielen aus den Niederlanden



Prinzip Abwärmenutzung Gestern und Morgen



Industrieabwärme

bisher das
Problem:
passen selten
zusammen

1. zeitlich,
2. räumlich und
3. temperaturig



Quartier

Aktuelle Lösung:

1. Zeitliche Entkopplung über saisonale Wärme- und Kältespeicher
2. Räumliche Verbindung über Kalte, intelligente Wärmenetze
3. Spitzenlastversorger für Redundanzen und Endstufen mit integrierter Wärmepumpe



Übersicht Wärmenetze

Wärmenetz		typische Temperaturen		Betriebsweise	Medium	Rohrsystem
Typ	Untergruppe	Vorlauf	Rücklauf			
Kühlung	Eisnetz	-1°C - 0°C	12°C	Ganzjährig, bedarfsgerecht	Flüssigeis	konventionell, isoliert
	Kältenetz	6°C	12°C	Ganzjährig, bedarfsgerecht	Wasser	konventionell, isoliert
kalte, intelligente Wärmenetze	Quellnetz	6°C - 25°C	3°C - 6°C	Ganzjährig, abhängig vom Temperatur-niveau der Quelle	See-, Fluss oder Grubenwasser	Kunststoff, ohne Isolation
	Wärmenetz für niedertemperaturige Abwärme	25°C - 45°C	10°C - 20°C	Ganzjährig, Temperaturführung abhängig von der Abwärmequelle	aufbereitetes Wasser	Kunststoff möglich, isoliert
	wechselwarmes Wärmenetz	Sommer: 25°C; Winter: 45°C	Sommer: 10°C; Winter: 25°C	gleitende Fahrweise, bedarfsgerecht u. zieltemperatur gesteuert	aufbereitetes Wasser	Kunststoff möglich, isoliert
	umschaltbares Wärmenetz	Sommer: 30°C; Winter: 70°C	Sommer: 10 - 15°C; Winter: 30 - 40°C	Sommer-Winter Umschaltung	aufbereitetes Wasser	konventionell, isoliert
konventionelle Wärmenetze	niedertemperaturige Wärmenetze	Sommer: 70°C; Winter: 90°C	Sommer: 50°C; Winter: 70°C	Ganzjährig, nicht abschaltbar	aufbereitetes Wasser	konventionell, isoliert
	hochtemperturige Wärmenetze	Sommer: 90°C; Winter: 130°C	Sommer: 70°C; Winter: 90°C	Ganzjährig, nicht abschaltbar	aufbereitetes Wasser	konventionell, isoliert, hochdruckbeständig (15bar)

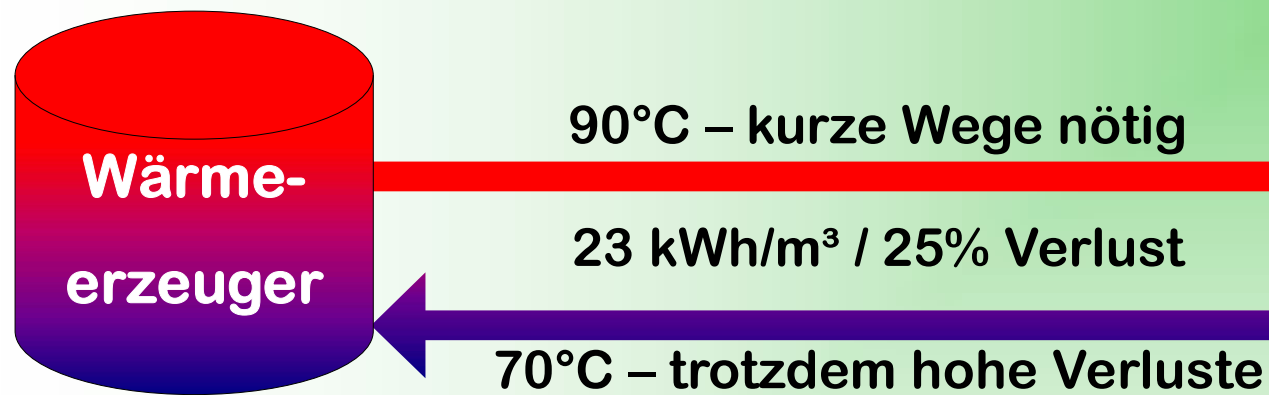
Kriterium: Belegungsdichte

Belegungsdichte		Eignung (2020-Standard)		Beispiele	
2000	kWh / lfd.m. / a	gut geeignet		Großstadtzentrum	
1900	kWh / lfd.m. / a				
1800	kWh / lfd.m. / a			Kleinstadt, kompakt	
1700	kWh / lfd.m. / a	geeignet		Kleinstadt, wenig Mehrgeschossbau	
1600	kWh / lfd.m. / a			Ort mit industrieller HT-Abwärme	
1500	kWh / lfd.m. / a	bedingt geeignet	sehr gut geeignet		
1400	kWh / lfd.m. / a				
1300	kWh / lfd.m. / a			Ort mit Abwärme aus Biogasanlage	
1200	kWh / lfd.m. / a	ungeeignet		Kleinstadt, weitläufig	
1100	kWh / lfd.m. / a				
1000	kWh / lfd.m. / a			Ort mit industrieller NT-Abwärme	
900	kWh / lfd.m. / a				
800	kWh / lfd.m. / a			Ort mit kleinem Zentrum	
700	kWh / lfd.m. / a				
600	kWh / lfd.m. / a			kompakter Ort	
500	kWh / lfd.m. / a			Ort ohne Mehrgeschossbau	
400	kWh / lfd.m. / a			30-er Jahre Siedlung	
300	kWh / lfd.m. / a			Siedlung	
200	kWh / lfd.m. / a			weitläufige Siedlung	
100	kWh / lfd.m. / a			sehr weitläufiges Dorf	
		konventionelles Wärmenetz	Kaltes, intelligentes Wärmenetz		

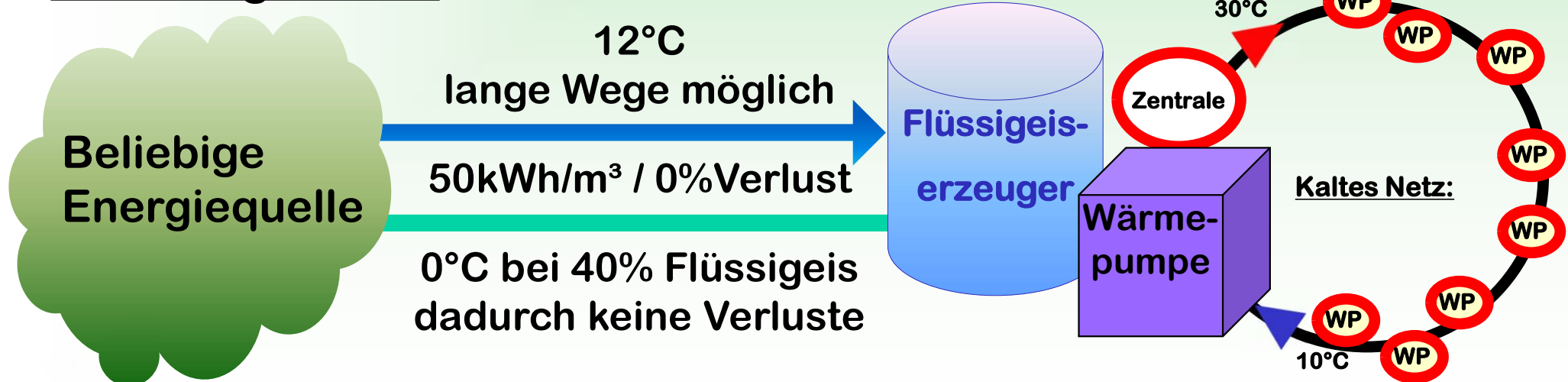


Verlustminimierung von Wärmenetzen – auch bei langen Wegen

Bisher:



Neue Möglichkeit:





Aquifere

(Definitionen)

Aquifer, geogen (natürlichen Ursprungs):

Gesteinskörper, der geeignet ist, Grundwasser weiterzuleiten und abzugeben. Aquifere werden auch als Grundwasserleiter bezeichnet. Bei der Abgrenzung der Begriffe Aquiclude, Aquifuge, Aquitarde und Aquifer wird oftmals die Wirtschaftlichkeit des Gesteinskörpers hinsichtlich der Wasserergiebigkeit mit einbezogen. Aquifere sind dann solche Gesteinskörper, die Grundwasser in wirtschaftlich bedeutsamen Mengen liefern.

Aquifer, anthropogen (vom Menschen gemacht):

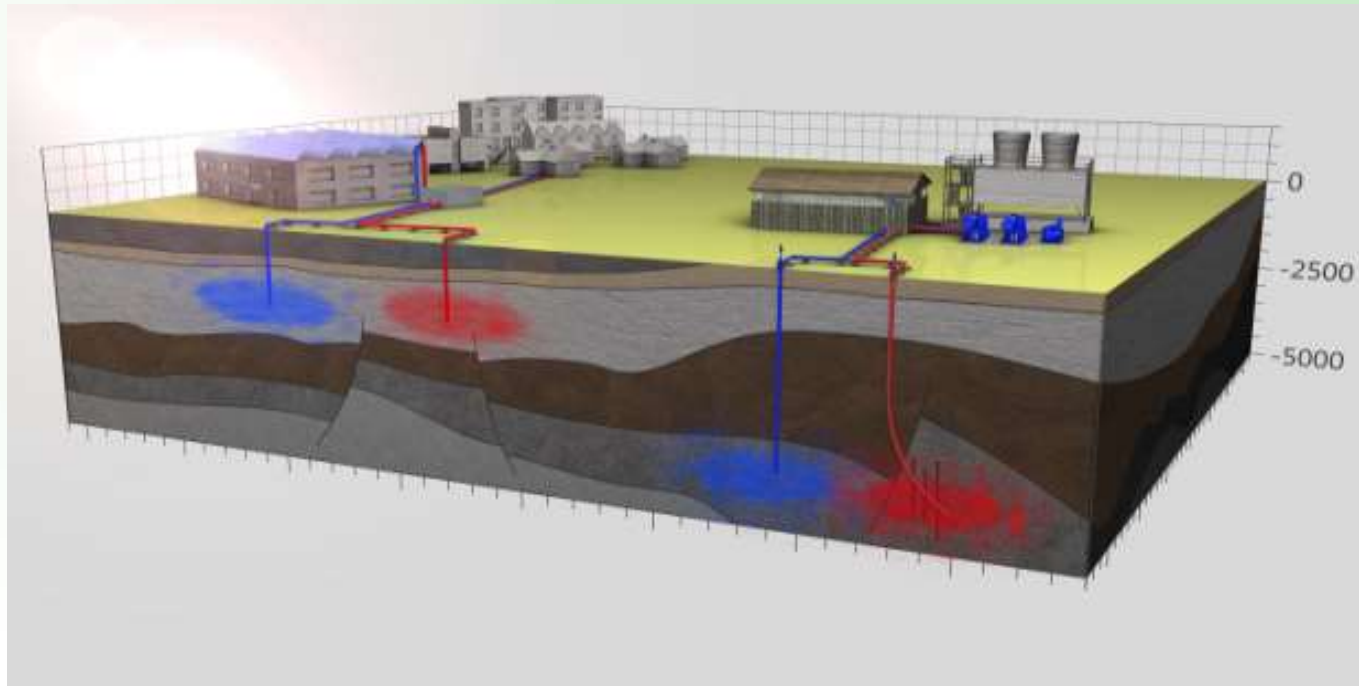
Hohlraum, hauptsächlich durch Untertage-Bergbau entstanden durch stillgelegte Untertagebergwerke. Altbergbau, im Osten Deutschlands sehr oft ohne Rechtsnachfolger (Besitzerlos), von den Bergämtern polizeilich verwaltet (Anzeigepflicht für Nachnutzung). Unter verschiedenen Umständen (Langzeitbeständigkeit, Umweltverträglichkeit) als saisonaler Wärme- und oder Kältespeicher gut geeignet.



Aquifer-Wärmespeicher (Geogen)

Ein Aquifer-Wärmespeicher nutzt im Gegensatz zu einem Erdsonden-Wärmespeicher die Wärmekapazität von Wasser und Gestein eines natürlichen, nach oben und unten hydraulisch weitgehend dichten Grundwasserleiters.

Der Aquifer-Wärmespeicher wird wie eine geothermische Dublette über eine Förder- und eine Schluckbohrung erschlossen. Zur Beladung wird Wasser über eine der Bohrungen entnommen, in einem Wärmetauscher erwärmt und über die zweite Bohrung dem Aquifer wieder zugeführt. Dieser Vorgang wird im Entladebetrieb umgekehrt.





Aquifernutzung im Bonner Bogen

https://www.kit.edu/downloads/pi/PI_2018_095_Umweltfreundlich%20kuehlen%20und%20heizen%20mit%20Grundwasserspeichern.pdf



Umweltschonend Kälte im Sommer und Wärme im Winter: Dafür sorgt bei einem Hotel und zwei Bürogebäuden am „Bonner Bogen“ ein unterirdischer Aquiferspeicher (Foto: Paul Fleuchhaus, KIT).



Der Aquiferspeicher am Bonner Bogen übernimmt bis zu 80 Prozent der Wärme- und Kälteversorgung von drei Gebäuden mit einer Gesamtfläche von 60.000 Quadratmetern (Foto: Paul Fleuchhaus, KIT)



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

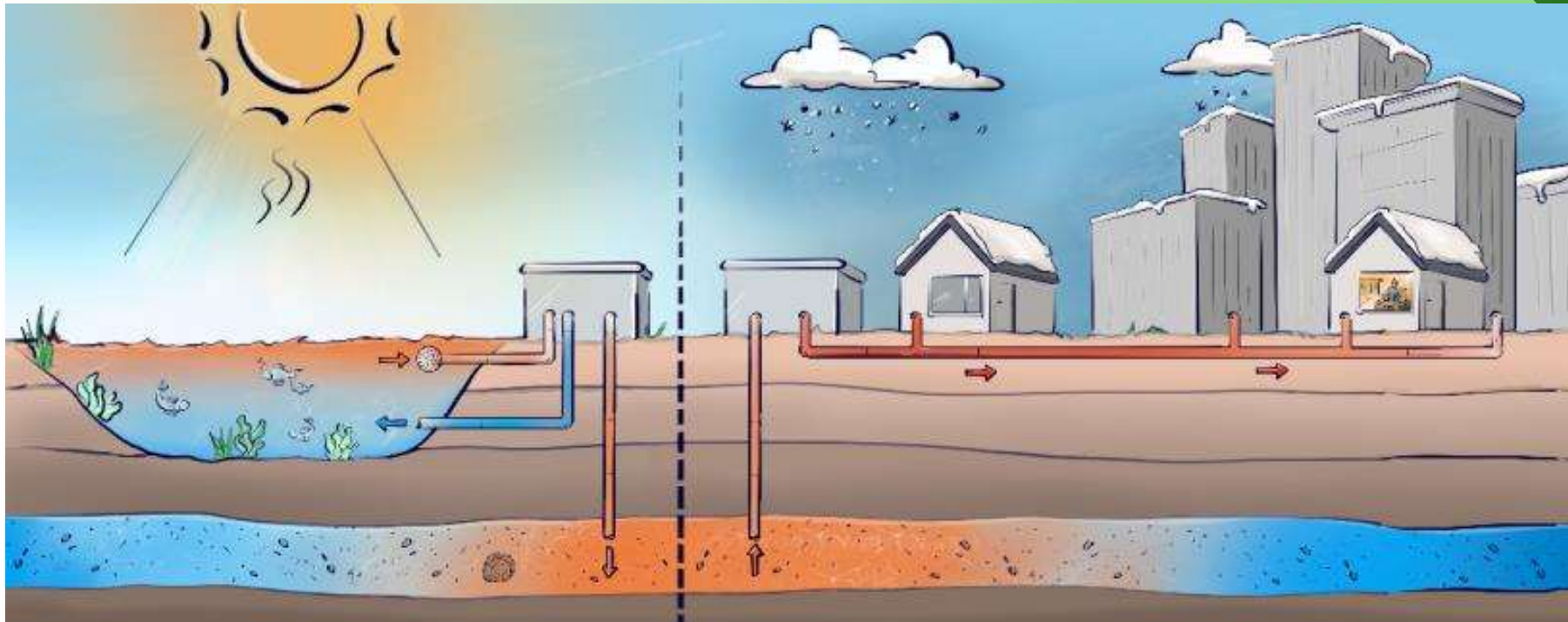
1

14



Aquathermie

Aquifere und Seethermie



Altbergbau in NRW

Ewigkeitsnutzen statt Ewigkeitskosten

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30090.pdf

LANUV-Fachbericht 90 (nrw.de):

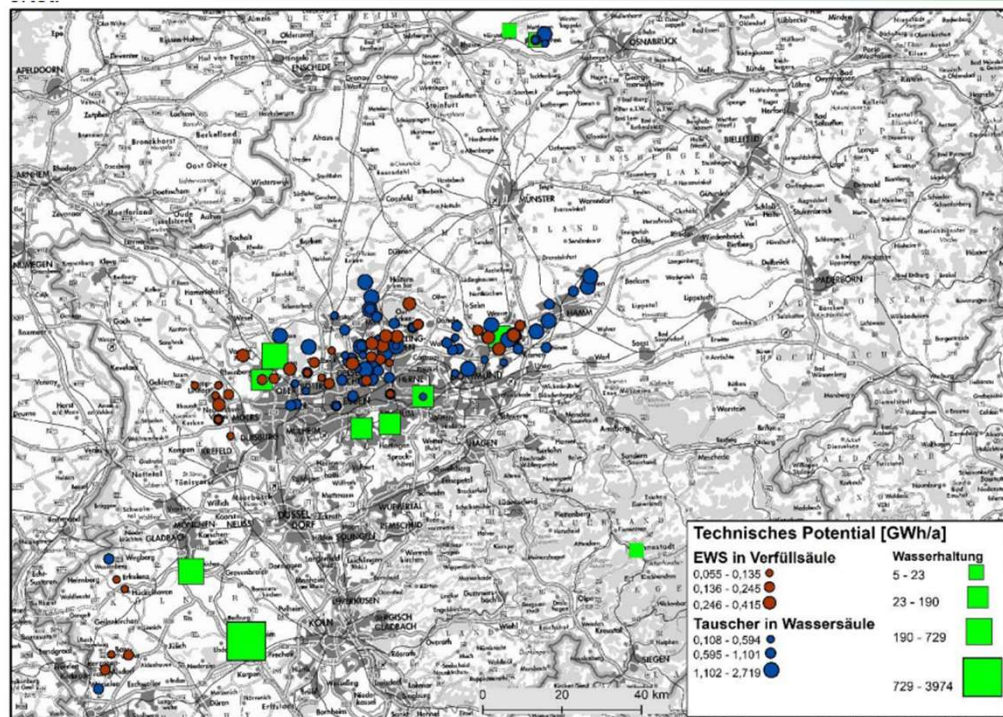


Abbildung 23: Technisches Potenzial der Wasserhaltungen und Schächte in NRW im Jahr 2035

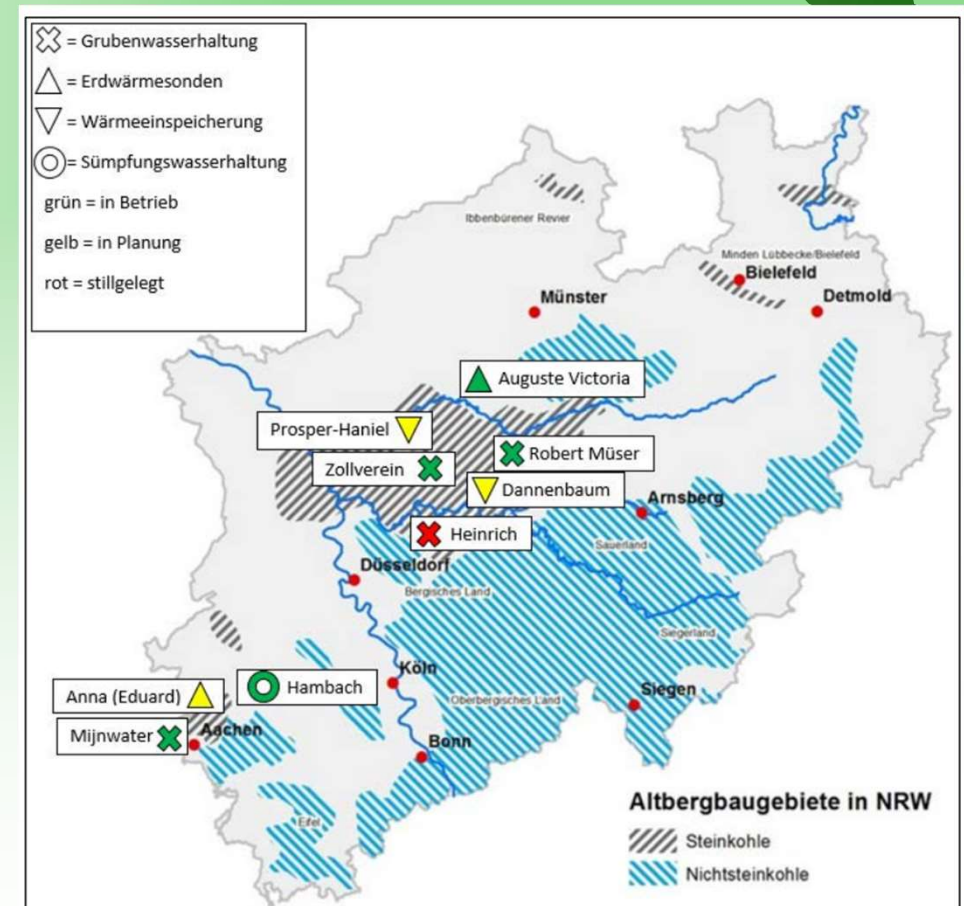
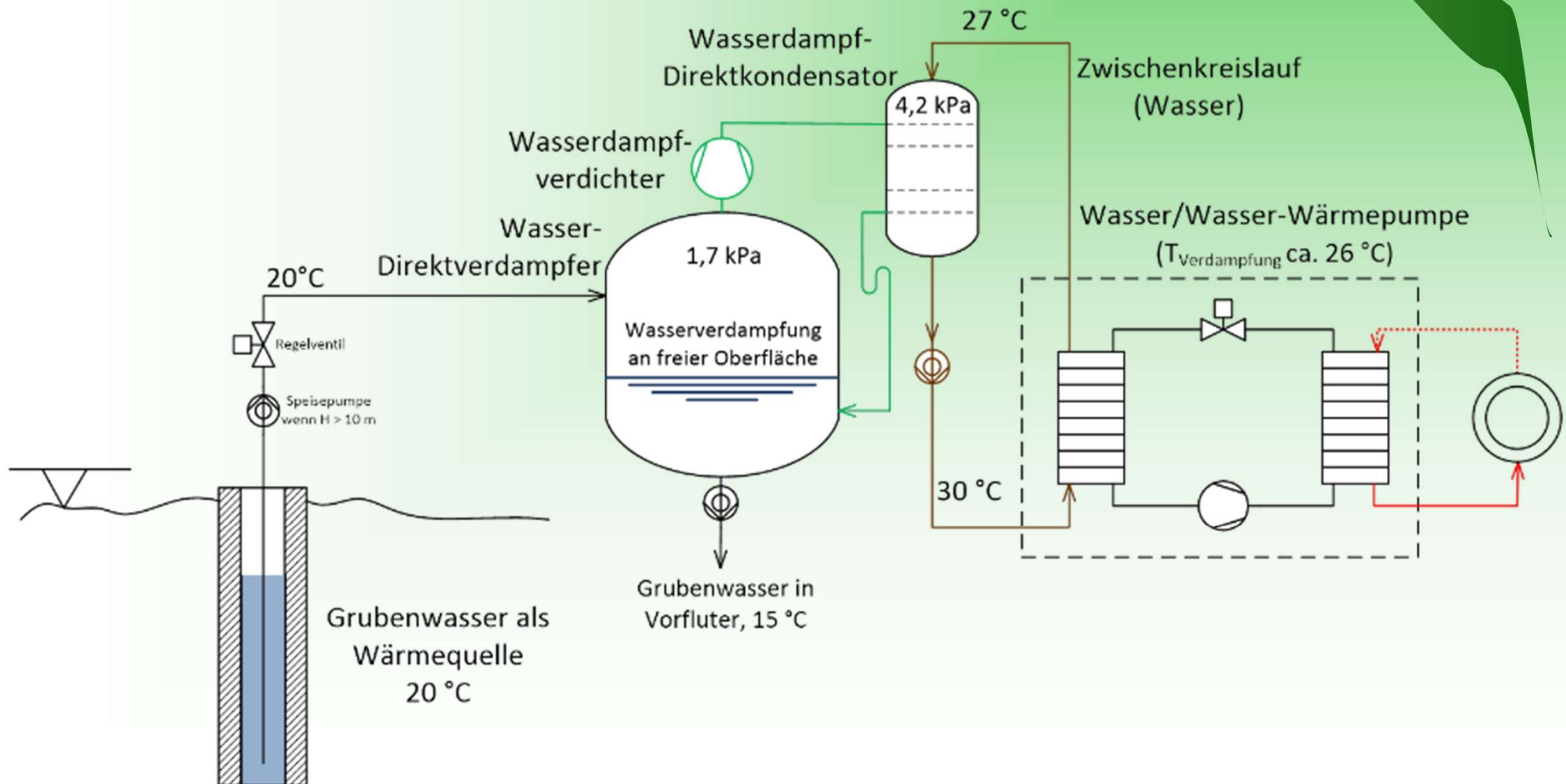


Abbildung 2: Projektstandorte Grubenwassernutzung in NRW und Heerlen (geändert nach Bezirksregierung Arnsberg, 2018)



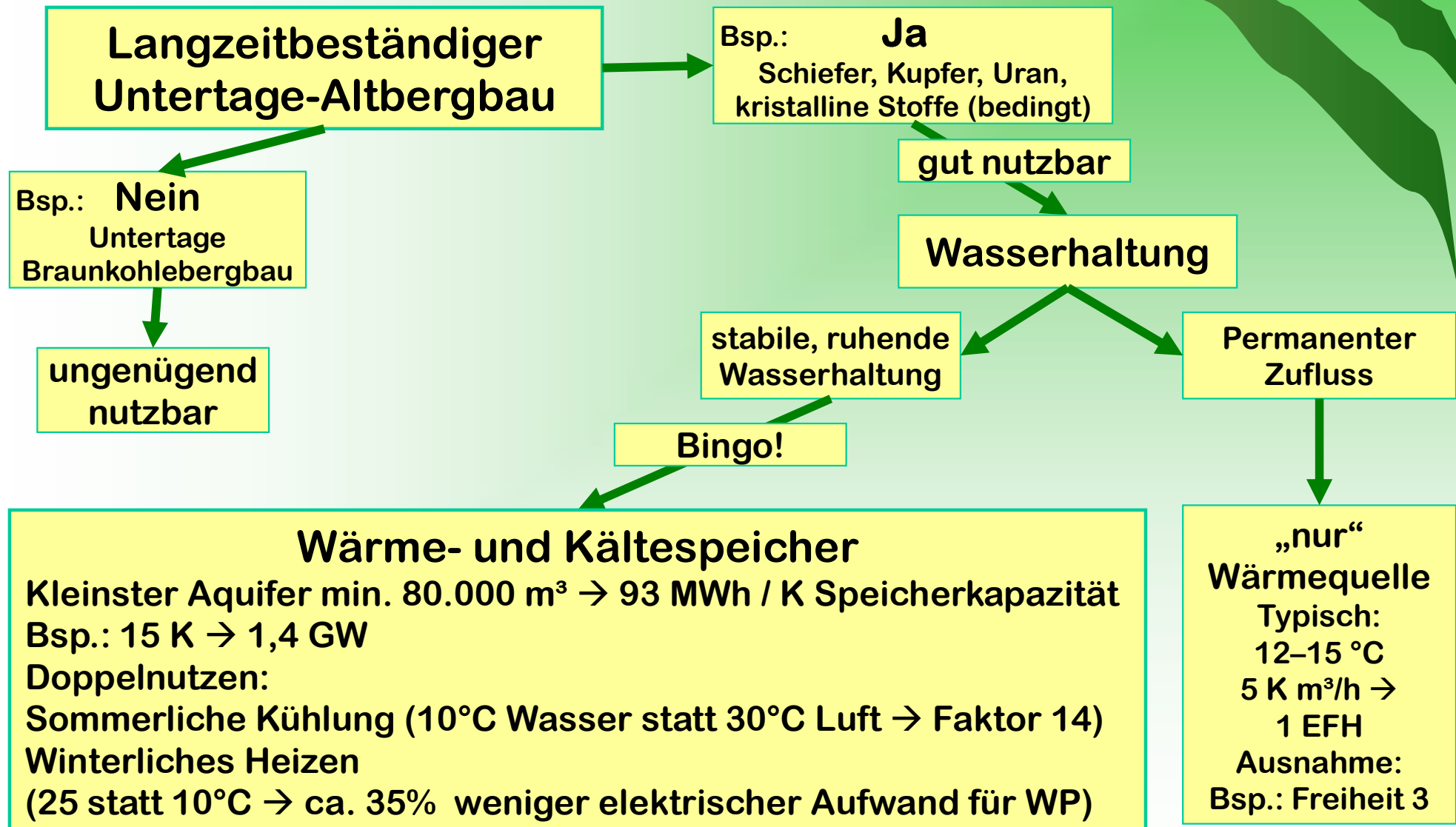
Prinzip des Wärmeentzugs durch Direktverdampfung





Standortprüfung anthropogener Aquifere

(geflutete Untertage-Altbergbaue)



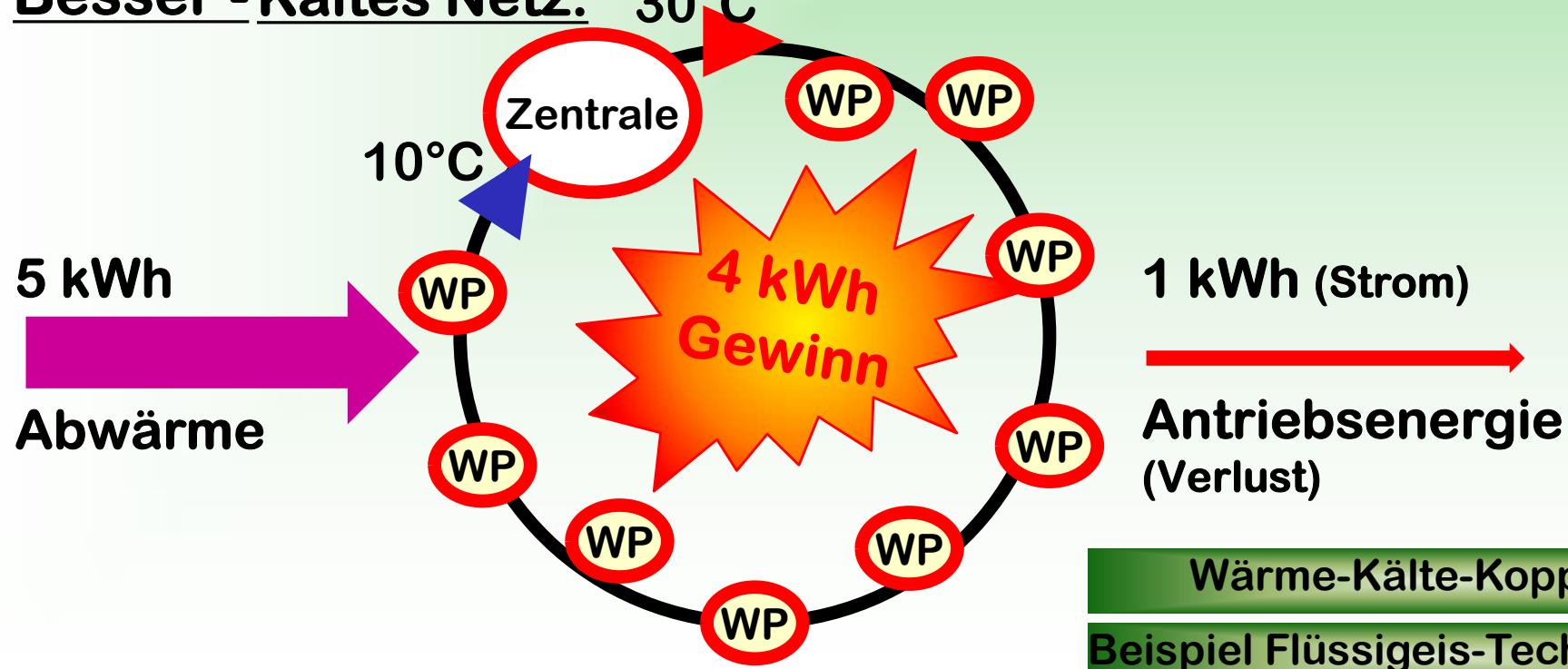


Warum Wärmerückgewinnung aus Kälteanlagen (16% des Stromverbrauches in D)

Bisher (Kompressoren):

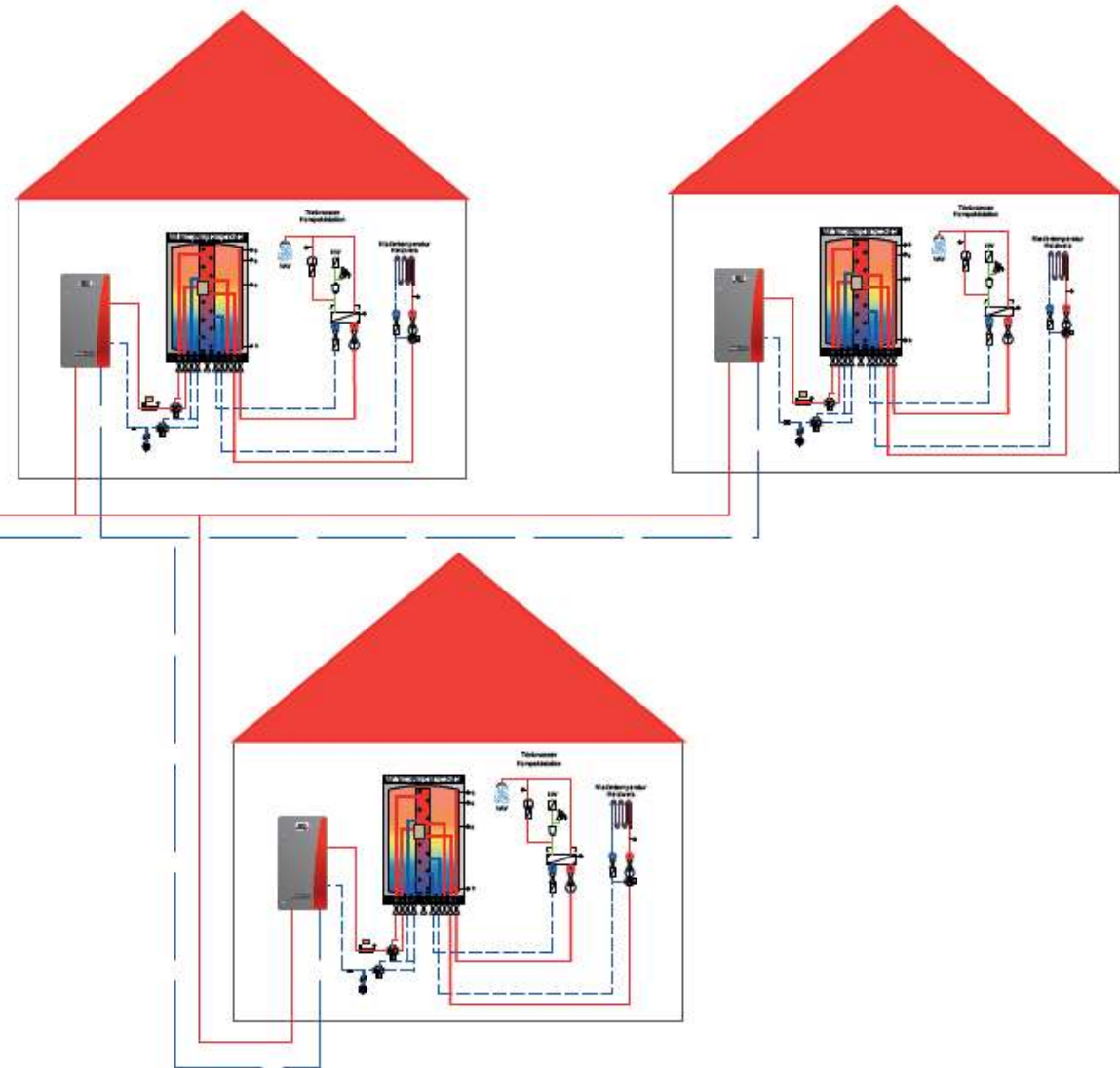


Besser - Kaltes Netz: 30°C





Abwärme Rechenzentrum: *Direkte Nutzung des Kühlkreislaufs*



**Verteilung via Nahwärme auf
dezentrale Wärmepumpen**

Herausforderung:

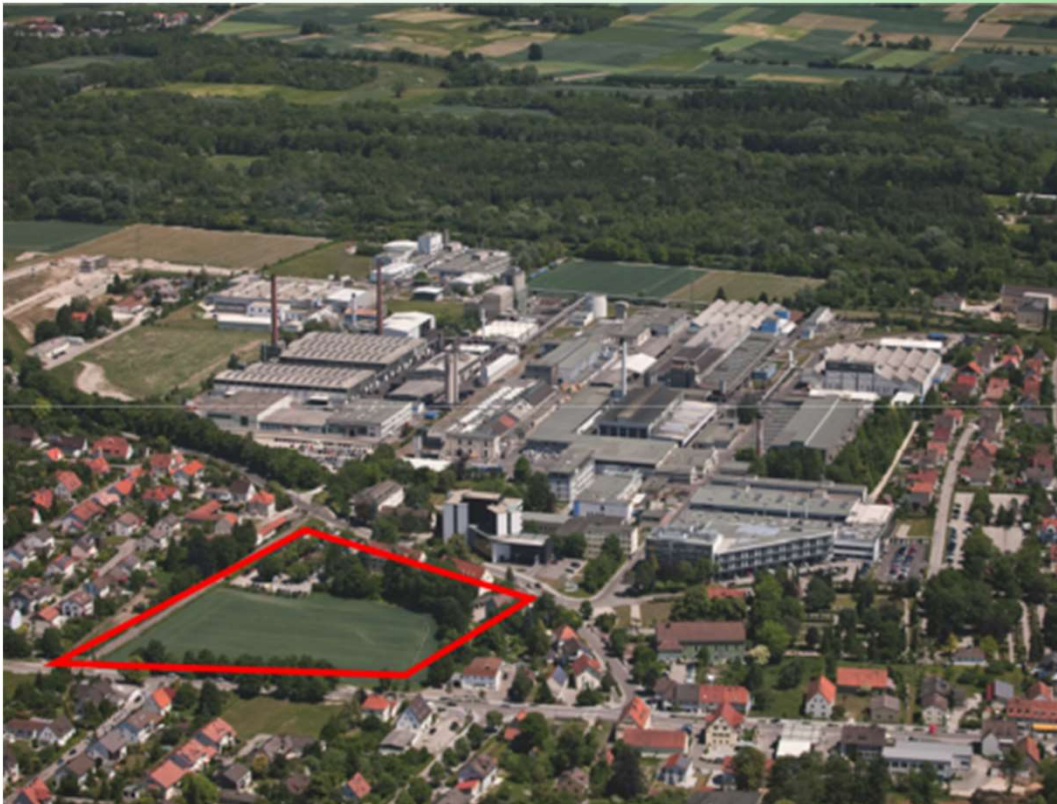
- Kühl-Backup nötig**
- Sensitiver Bereich
der IT Infrastruktur**



Einsatzbeispiel: Projekt Meitingen

Ausgangssituation:

- Industrielle Abwärme auf Niedertemperaturniveau bis zu 4,5 MW (bei 30° C)
- Erschließung angrenzendes Neubaugebiet

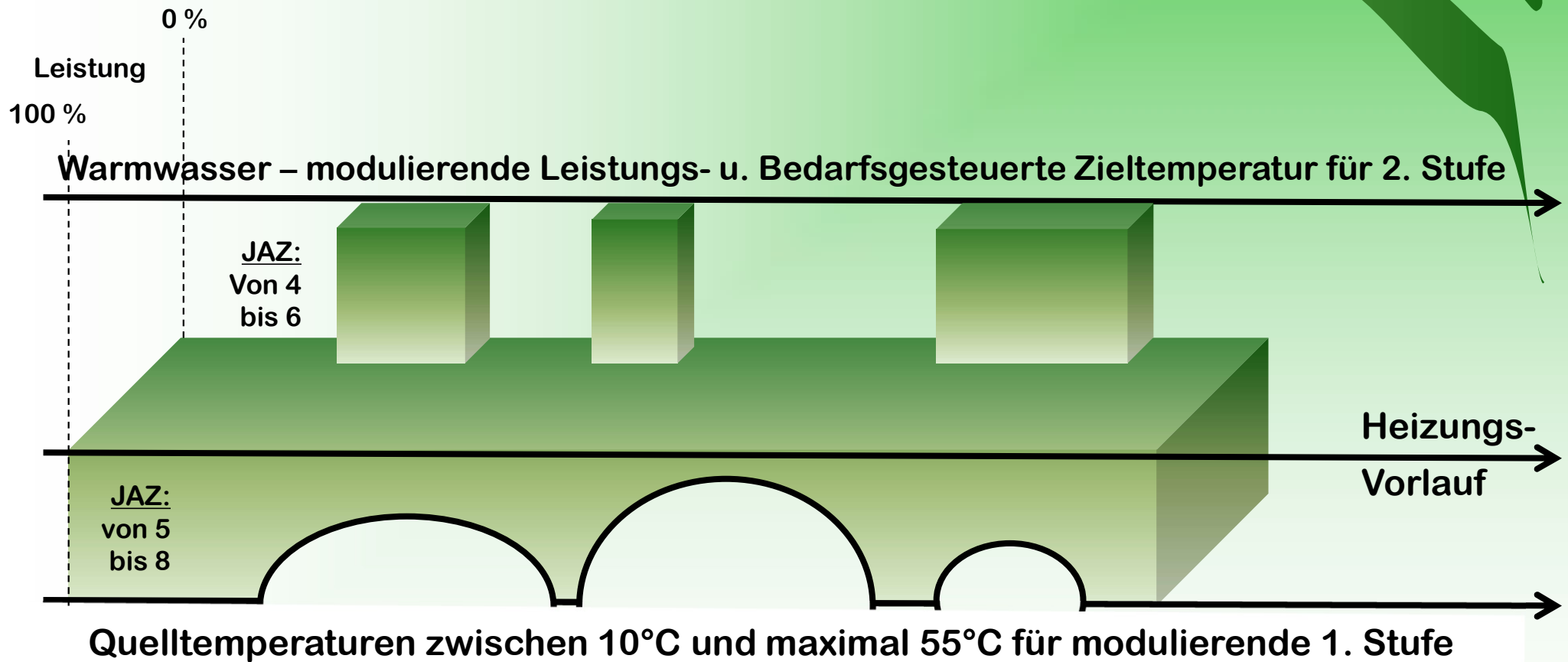


Aufgaben:

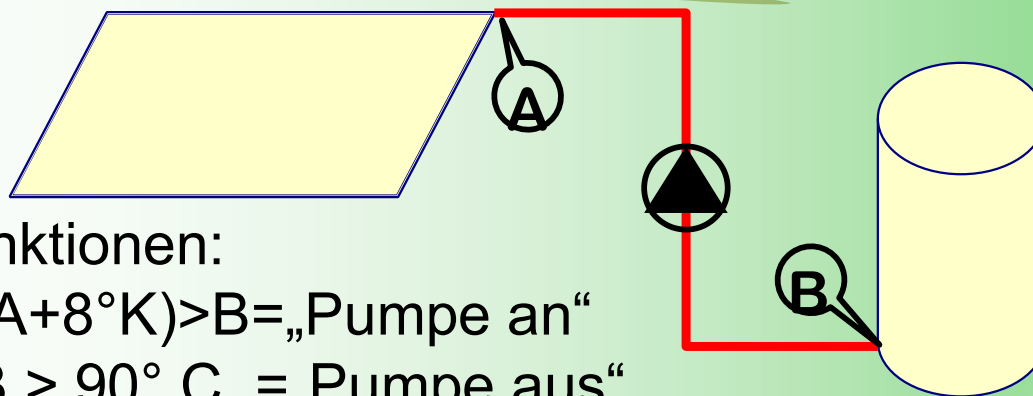
- Konzept Nahwärmeversorgung
- Machbarkeitsstudie
- Technische Komponentenauslegung
- Planungsunterstützung für weitere Umsetzungsschritte



Modulierendes, und 2-stufiges Wärmepumpensystem



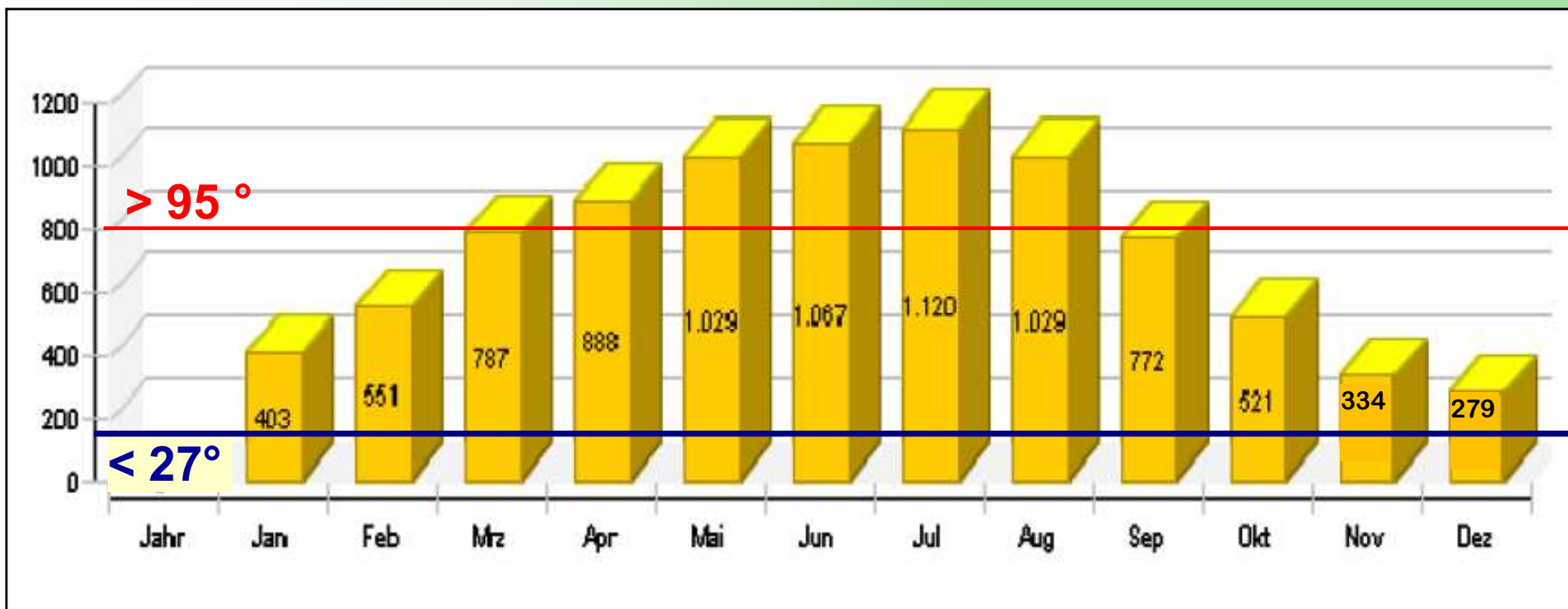
Über- und Unterschüssiger Solarertrag



Regelfunktionen:

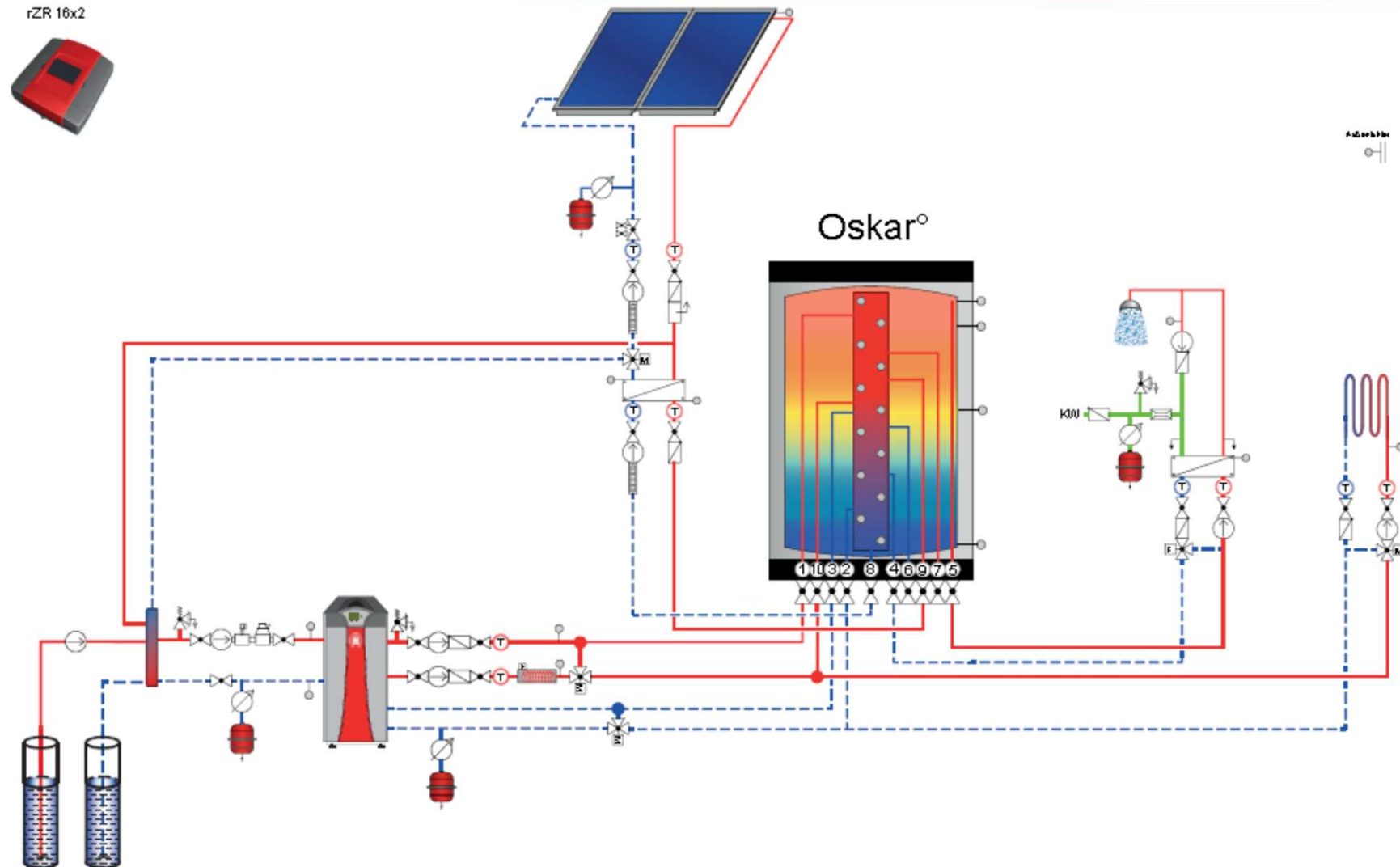
Wenn: $(A + 8^\circ\text{K}) > B$ = „Pumpe an“

Wenn: $B > 90^\circ\text{C}$ = „Pumpe aus“



Oskar° - mit solarer Soleanhebung

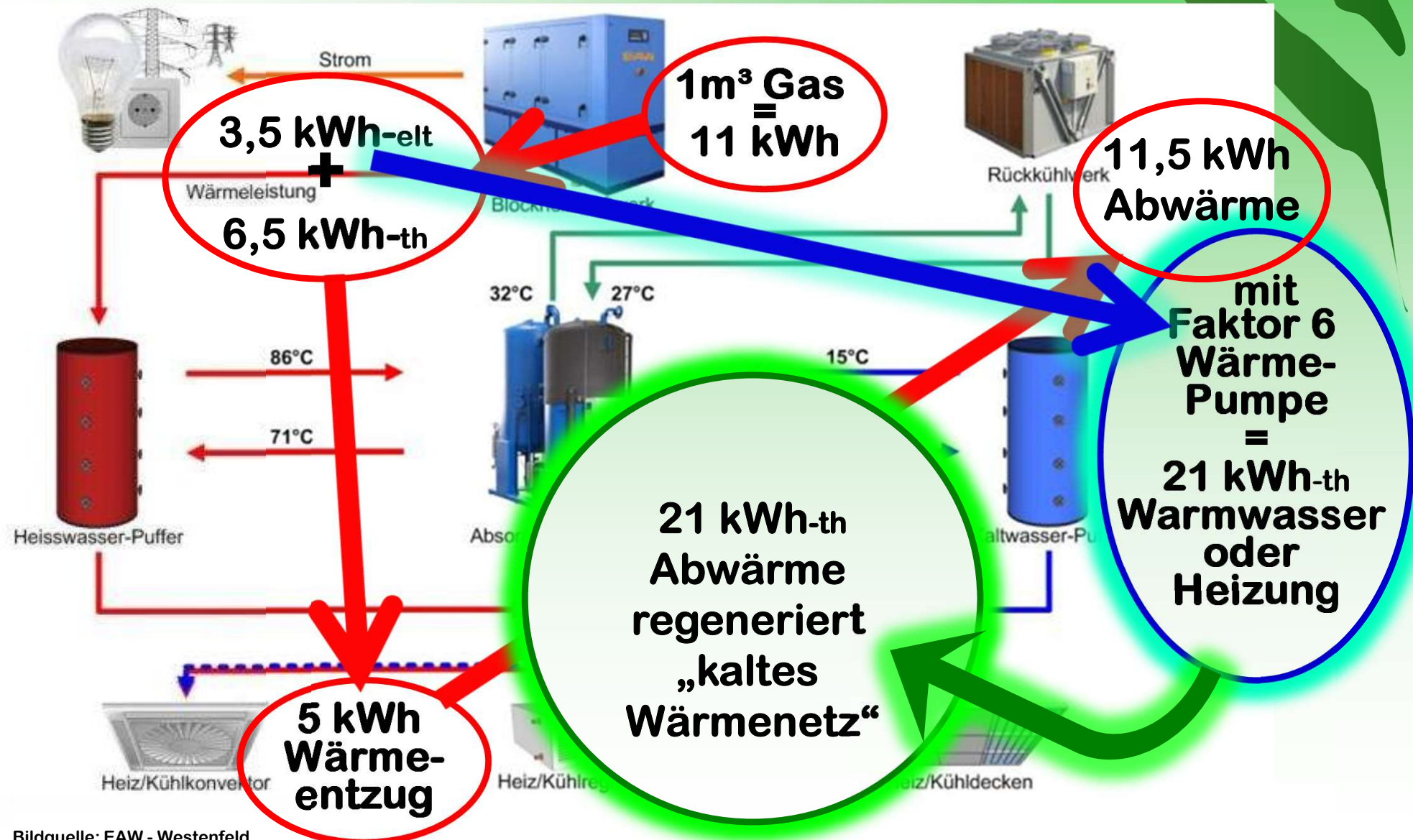
Technische Beratung
für Systemtechnik





Anlagenprinzip

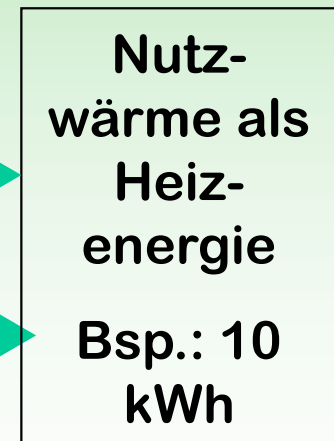
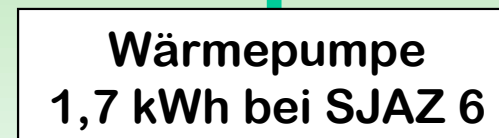
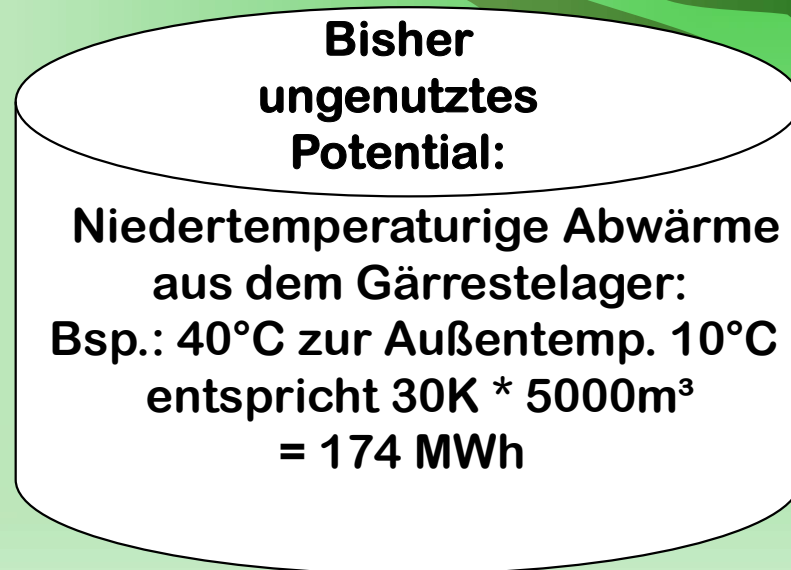
Kraft-Wärme-Kälte-Abwärme-Kopplung





ungenutztes Potential: Gärrestelager

- Zentrale Herstellung von H_2 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.



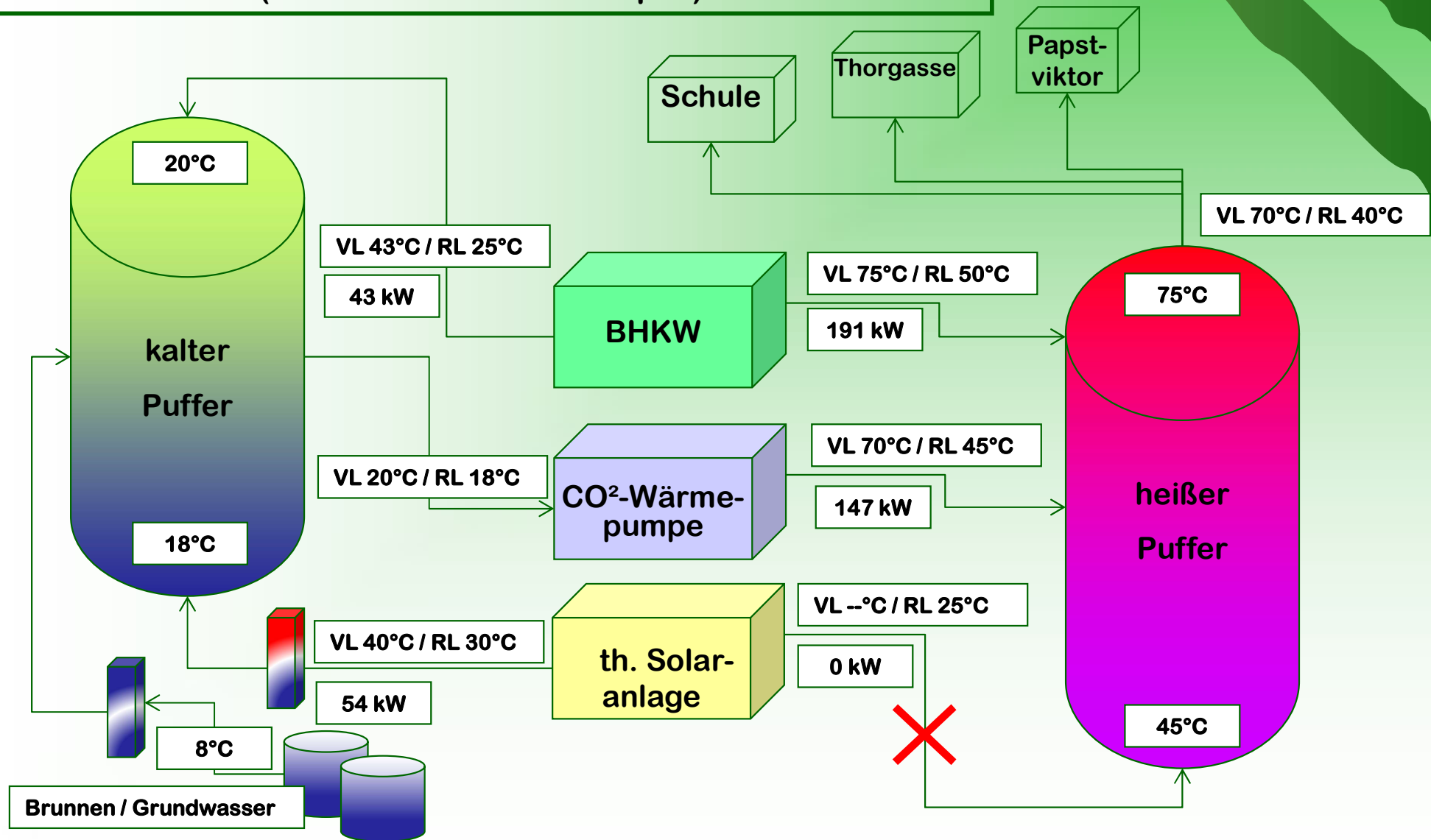
Thermische Nutzung von Wasserstoff
Herstellung + Transport + Lagerung
(Faktor 0,5)

Referenz: erstes kaltes Netz in D

(Exkursion am 8. März 2016 in Dollnstein)

Ausgeführt als wechselwarmes Netz:

- Sommerbetrieb (1. Mai bis 31. Oktober): 30°C / 10°C
- Winterbetrieb (1. November bis 30. April): 70°C / 40°C





Power to Head (Strom zu Wärme)

Warum ist PtH 1:1 zu hinterfragen?

- 70 Jahre Erfahrung aus der Schweiz
- Flächenverbrauch / Speicherkapazität
- „nördlich der Alpen“
- Exergieverschwendung

Besser:

- 1:2 → Luft
- 1:3 → Erde
- 1:4 → Wasser
- 1:5 → Abwasser
- 1:6 → Abwärme
- 1:7 → Abwärme plus Flächenheizung
- 1:8 → Wärme- und Kältenutzung



*Es gibt nichts Gutes, außer
– man tut es! (Erich Kästner)*

**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

Vielen Dank.

