

# *Technische Beratung für Systemtechnik*

*„Hybride Wärmeversorgung –  
Mit Kalten, intelligenten  
Wärmenetzen“*

*Untertitel: „...aus der Kohle, in die Zukunft“*

**Bernd Felgentreff  
Mittelstr. 13 a**

**04205 Leipzig-Miltitz**

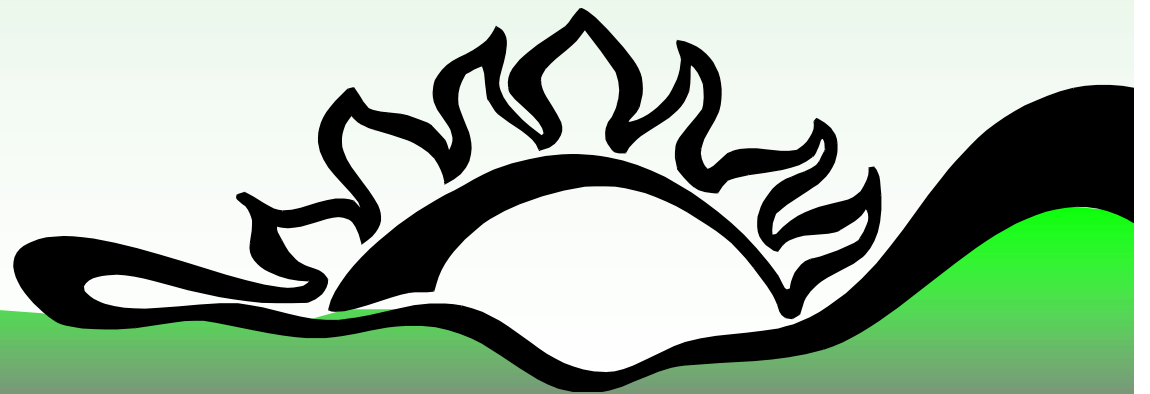
**Tel.: 0341 / 94 11 484**

**Fax : 0341 / 94 10 524**

**Funktel.: 0178 / 533 76 88**

**E-Mail: [tbs@bernd-felgentreff.de](mailto:tbs@bernd-felgentreff.de)**

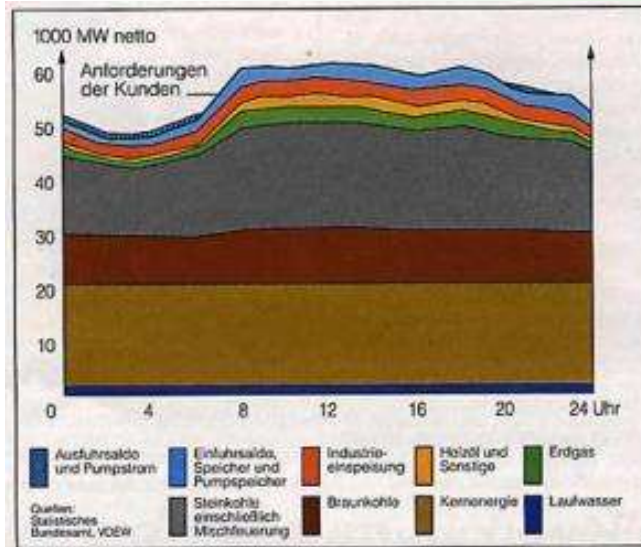
**web: [www.bernd-felgentreff.de](http://www.bernd-felgentreff.de)**



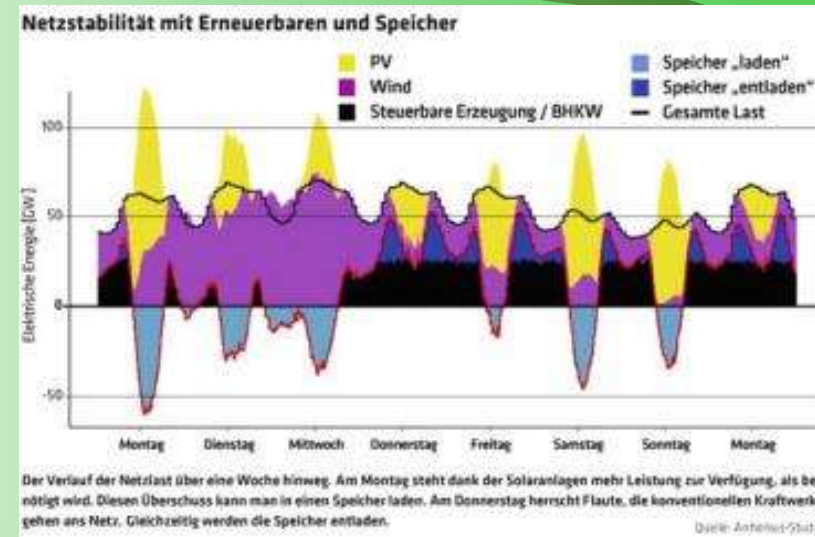
# Warum hybride Wärmenetze?



## Stromerzeugung Gestern / bisher:



## Heute / zukünftig:



- Abwärme immer verfügbar
- hochtemperaturig (optimal)
- hohe Verluste (wenig relevant)
- erneuerbare Wärmequellen praktisch ungeeignet
- Abschaltung nicht möglich/ nicht nötig

- Grundlast aus PV und Wind
- KWK nur noch Regelenergie
- Abwärme nicht ständig verfügbar
- Erneuerbare Wärmequellen zwingend erforderlich
- Optimierung / Abschaltung nötig u. möglich

## Fazit / Konsequenzen:

- Wärmenetze müssen für erneuerbare Wärmeträger offen sein
- Wärmenetze müssen viel Kälter, viel intelligenter und abschaltbar sein
- Kalte, intelligente Wärmenetze machen niedertemperaturige Abwärmequellen nutzbar (größtes ungenutztes Potential in Deutschland!)

# Soll & Haben



hoher Wärmeverlust  
durch Absenkung  
nach Wärmetransport  
(20-25%)  
(nur bei Abwärmenutzung  
konv. Stromerzeugung  
Sinnvoll)

Warmwasser mit thermischer  
Desinfektion  
(i.d.R.: Warmwasserspeicher)

Vorlauf Heizkörperheizung  
WW ohne therm. Desinfektion  
(i.d.R.: Frischwasserstation)

Brennwerteffekt

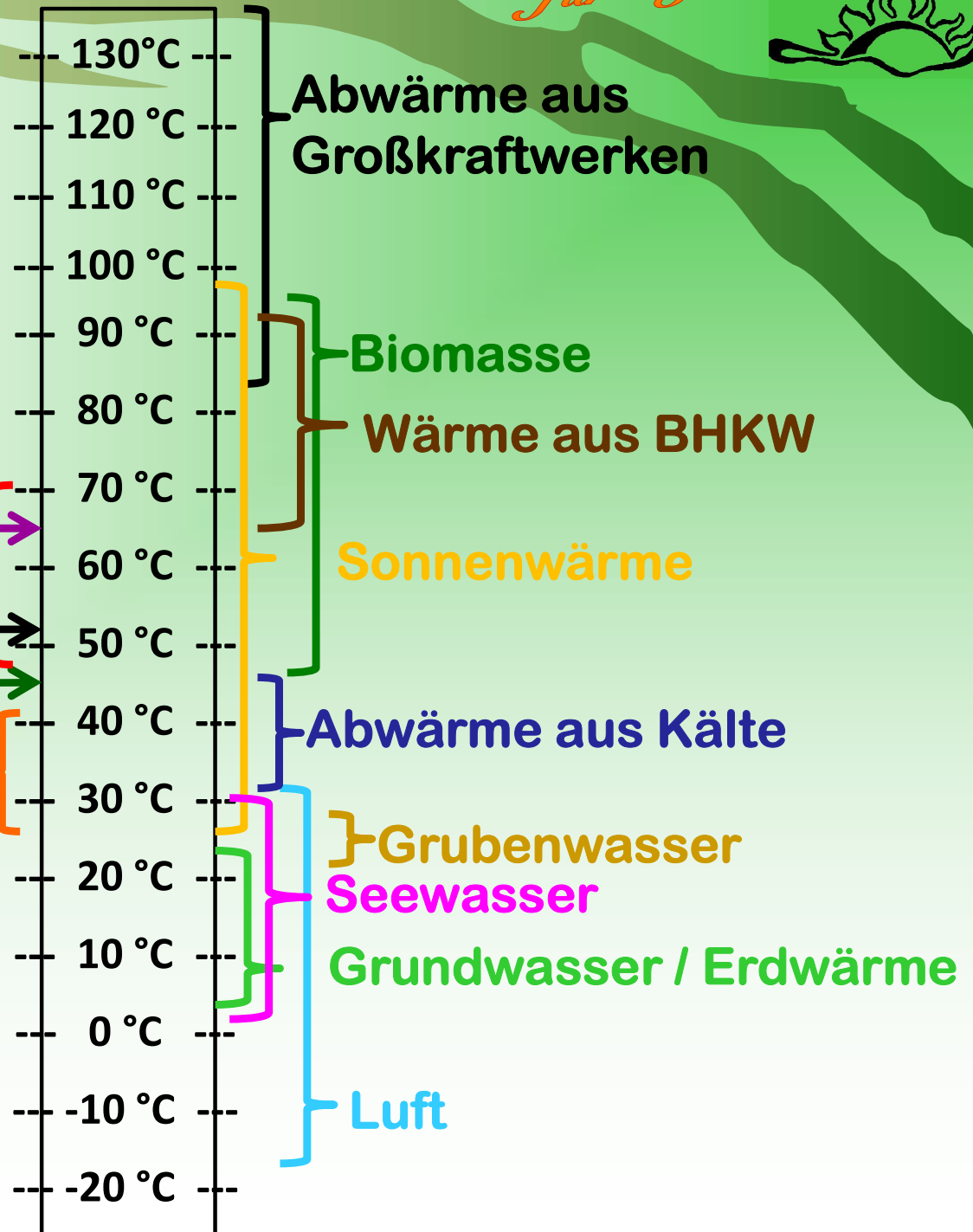
Vorlauf Flächenheizung

Temperaturerhöhung  
von nieder-  
temperaturigen  
Wärmequellen  
über Wärmepumpen-  
Technologie  
erforderlich

**Hinweis / Faustformel:**

+ 1°K Temp.-diff. = (entspricht)

+ 2 % höheren Stromverbrauch





# 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 <sup>2</sup> 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



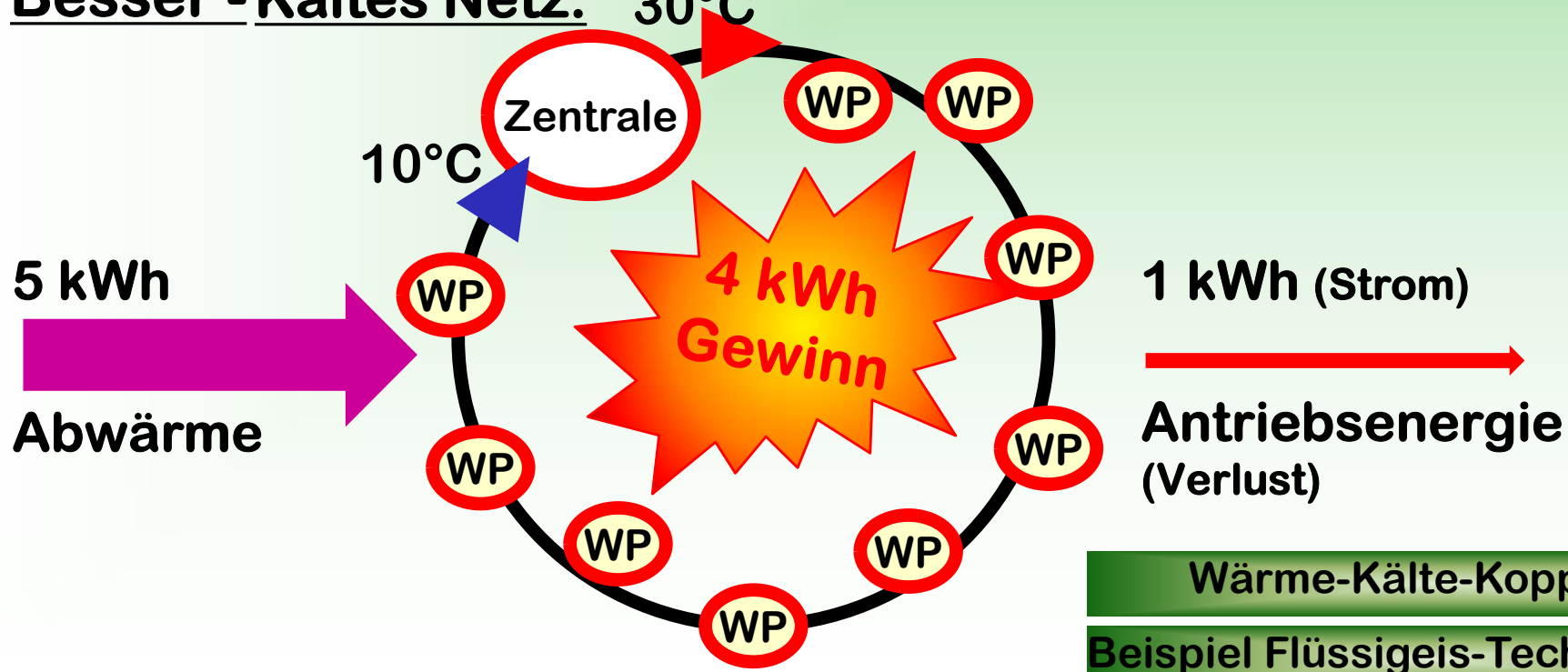


# Warum Wärmerückgewinnung aus Kälteanlagen (16% des Stromverbrauches in D)

## Bisher (Kompressoren):



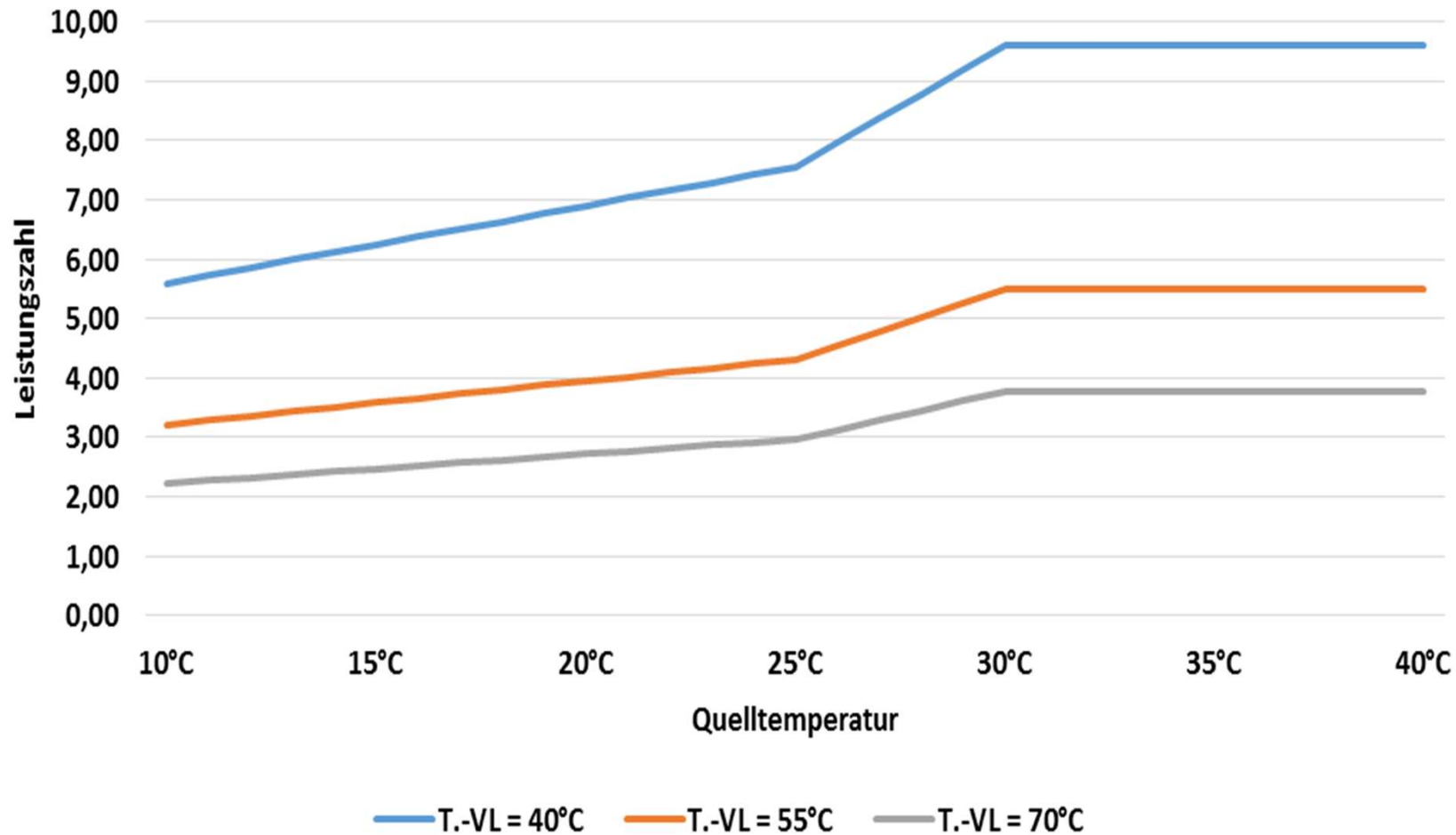
## Besser - Kaltes Netz: 30°C





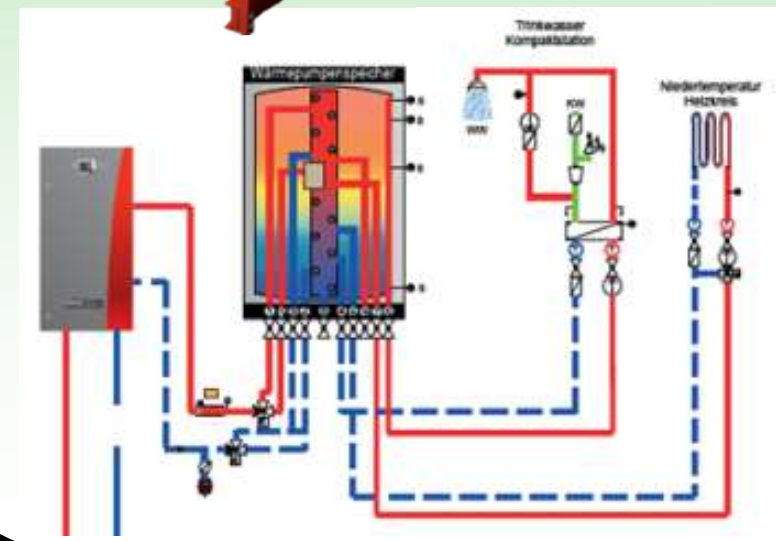
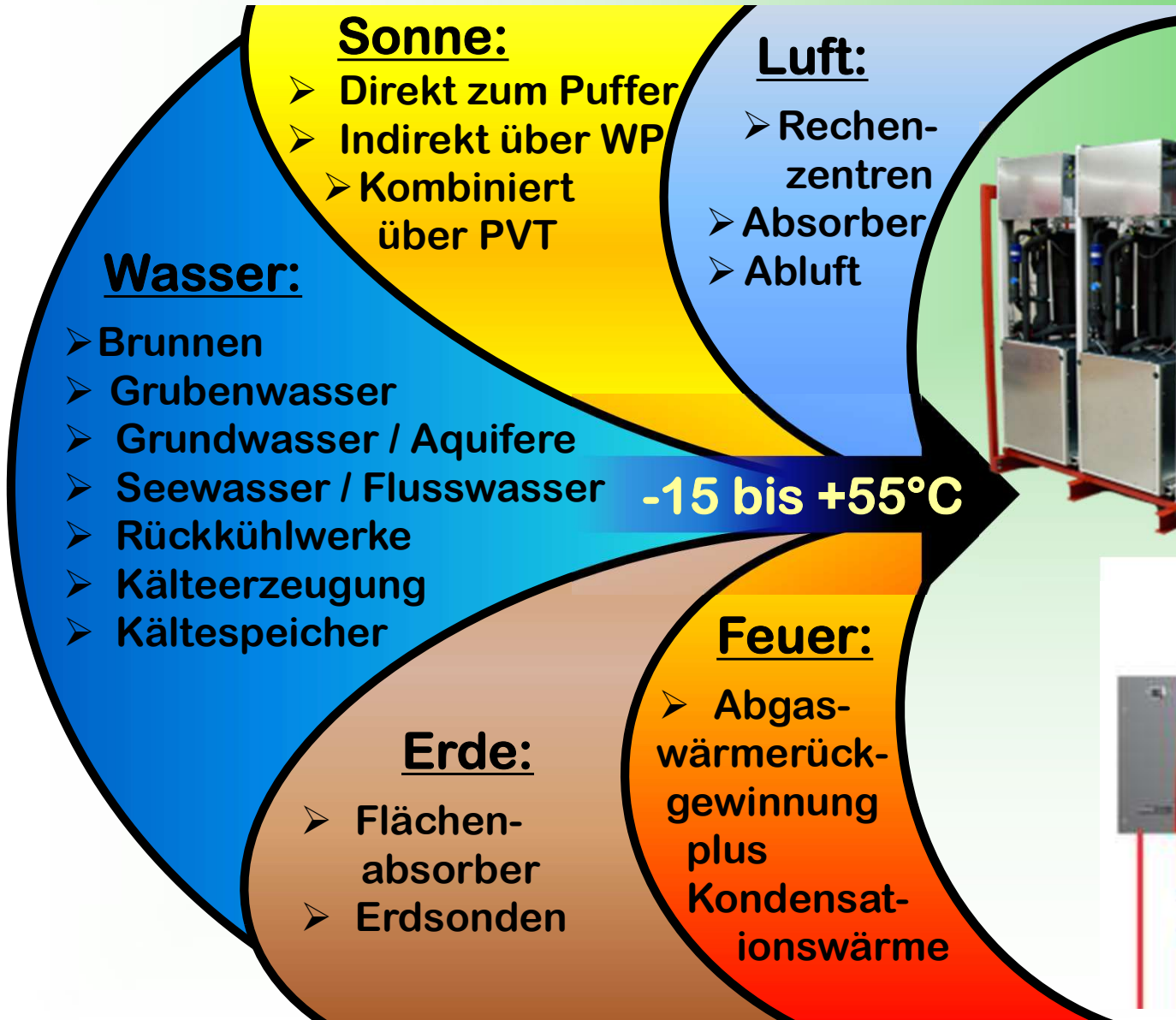
# Wärmepumpe WP Max-HiQ

## Leistungszahl in Abhängigkeit der Quelltemperatur





# 18 Wärmequellen für Ihre Lösung mit ratiotherm Wärmepumpen





# Prinzip Abwärmennutzung Gestern und Morgen



bisher das  
**Problem:**  
passen selten  
zusammen

1. zeitlich,
2. räumlich und
3. temperaturig



## **Aktuelle Lösung:**

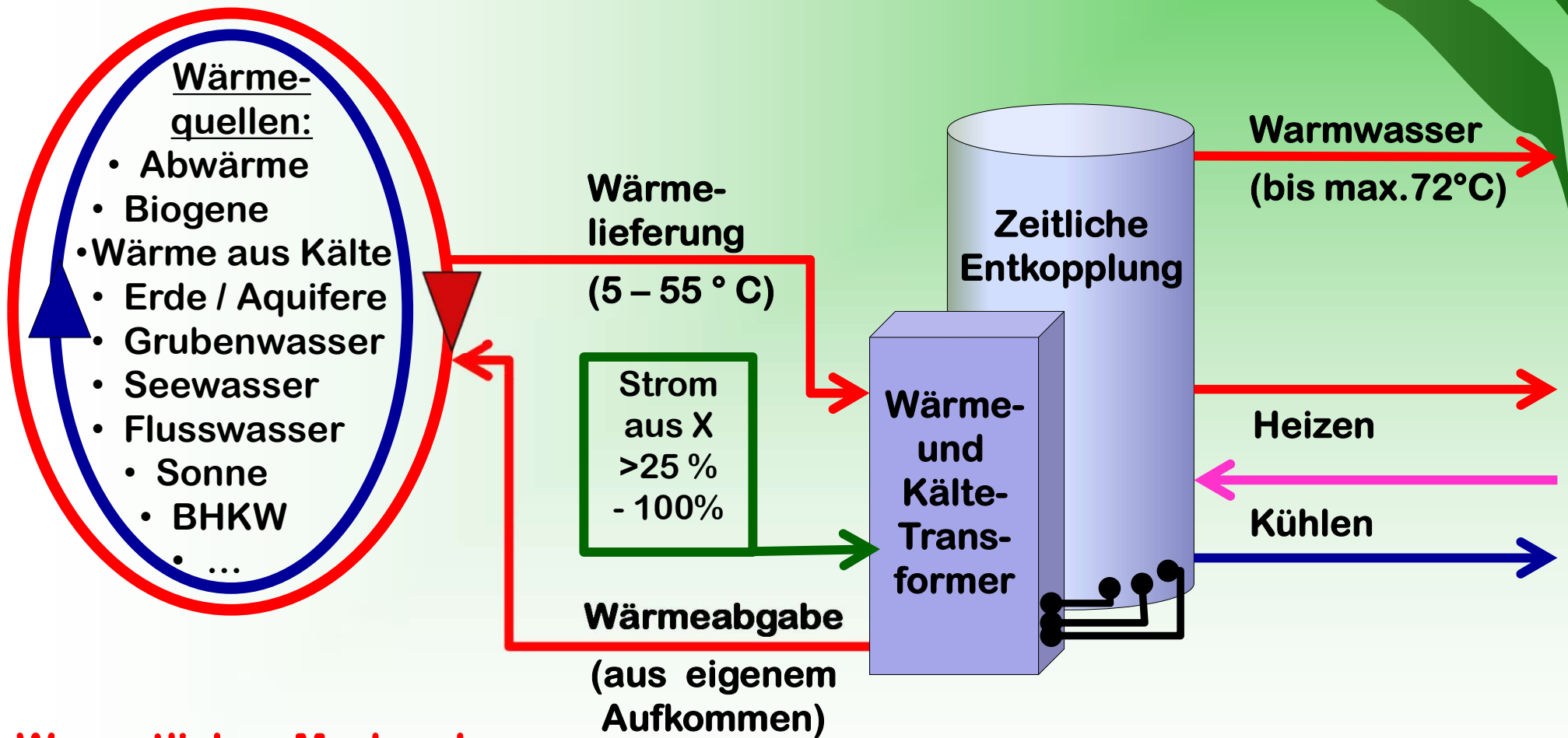
1. Zeitliche Entkopplung über saisonale Wärme- und Kältespeicher
2. Räumliche Verbindung über Kalte, intelligente Wärmenetze
3. Spitzenlastversorger für Redundanzen und Endstufen mit integrierter Wärmepumpe





**ratiotherm**

# Wärme-Energietransformer



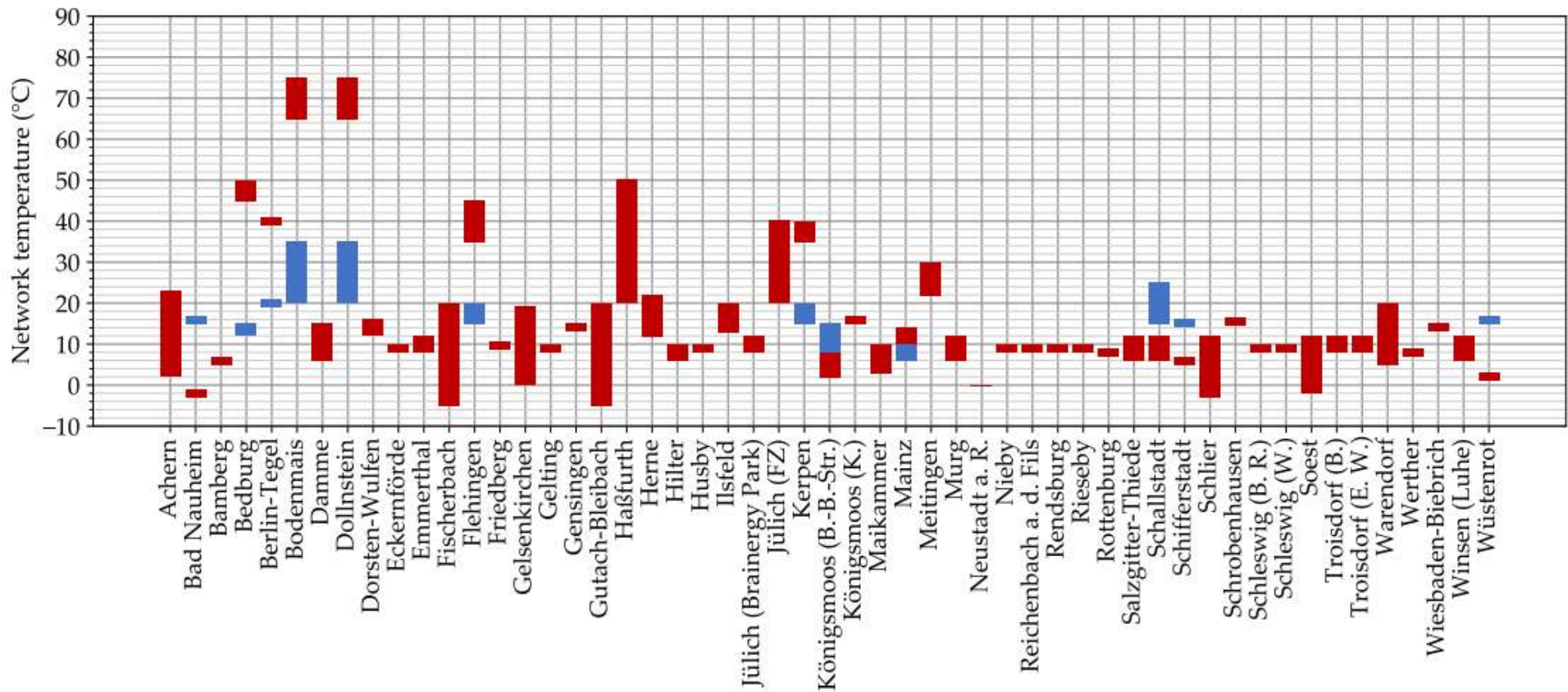
**Wesentliches Merkmal:**

**Die Quelle kann diskontinuierlich in Zeit und Temperatur zur Verfügung stehen**



# Überblick über aktuelle Kaltwärmenetze Stand: 08/2022

Quelle: Survey of 53 5th Generation District Heating and Cooling (5GDHC) Networks in Germany  
Autoren: Marco Wirtz, Thomas Schreiber, Dirk Müller (RWTH Aachen) Preprint: 05. Juli 2022





# 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			Kleinstadt, kompakt
1800	kWh / lfd.m. / a	geeignet		Kleinstadt, wenig Mehrgeschossbau Ort mit industrieller HT-Abwärme
1700	kWh / lfd.m. / a			
1600	kWh / lfd.m. / a	bedingt geeignet		Ort mit Abwärme aus Biogasanlage Kleinstadt, weitläufig
1500	kWh / lfd.m. / a			
1400	kWh / lfd.m. / a	ungeeignet	sehr gut geeignet	Ort mit industrieller NT-Abwärme
1300	kWh / lfd.m. / a			
1200	kWh / lfd.m. / a			
1100	kWh / lfd.m. / a			
1000	kWh / lfd.m. / a			
900	kWh / lfd.m. / a			
800	kWh / lfd.m. / a			
700	kWh / lfd.m. / a			
600	kWh / lfd.m. / a			
500	kWh / lfd.m. / a			
400	kWh / lfd.m. / a			kompakter Ort
300	kWh / lfd.m. / a			Ort ohne Mehrgeschossbau
200	kWh / lfd.m. / a			30-er Jahre Siedlung
100	kWh / lfd.m. / a			Siedlung
				weitläufige Siedlung
				sehr weitläufiges Dorf
		<b>konventionelles Wärmenetz</b>	<b>Kaltes, intelligentes Wärmenetz</b>	

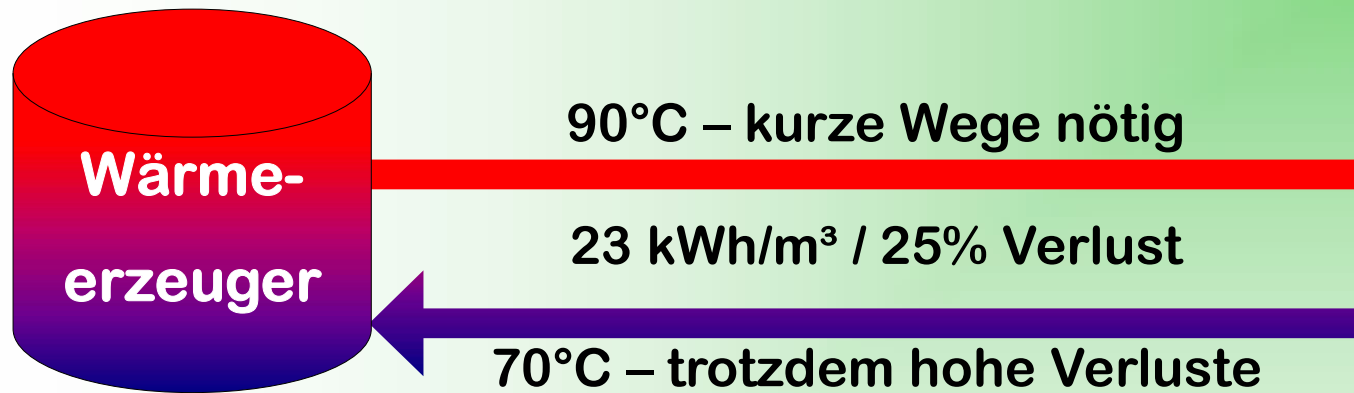




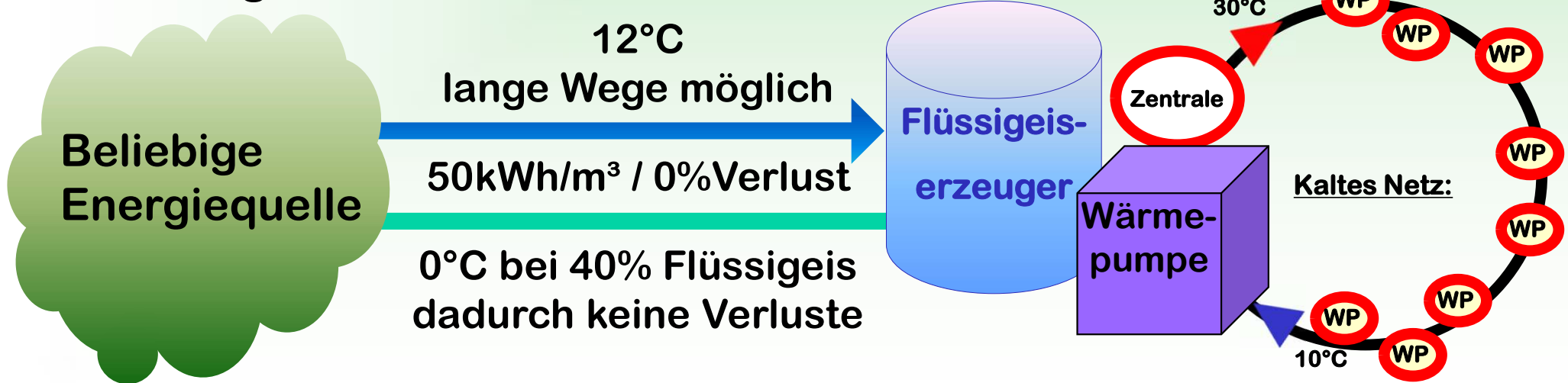


# Verlustminimierung von Wärmenetzen – auch bei langen Wegen

## Bisher:



## Neue Möglichkeit:

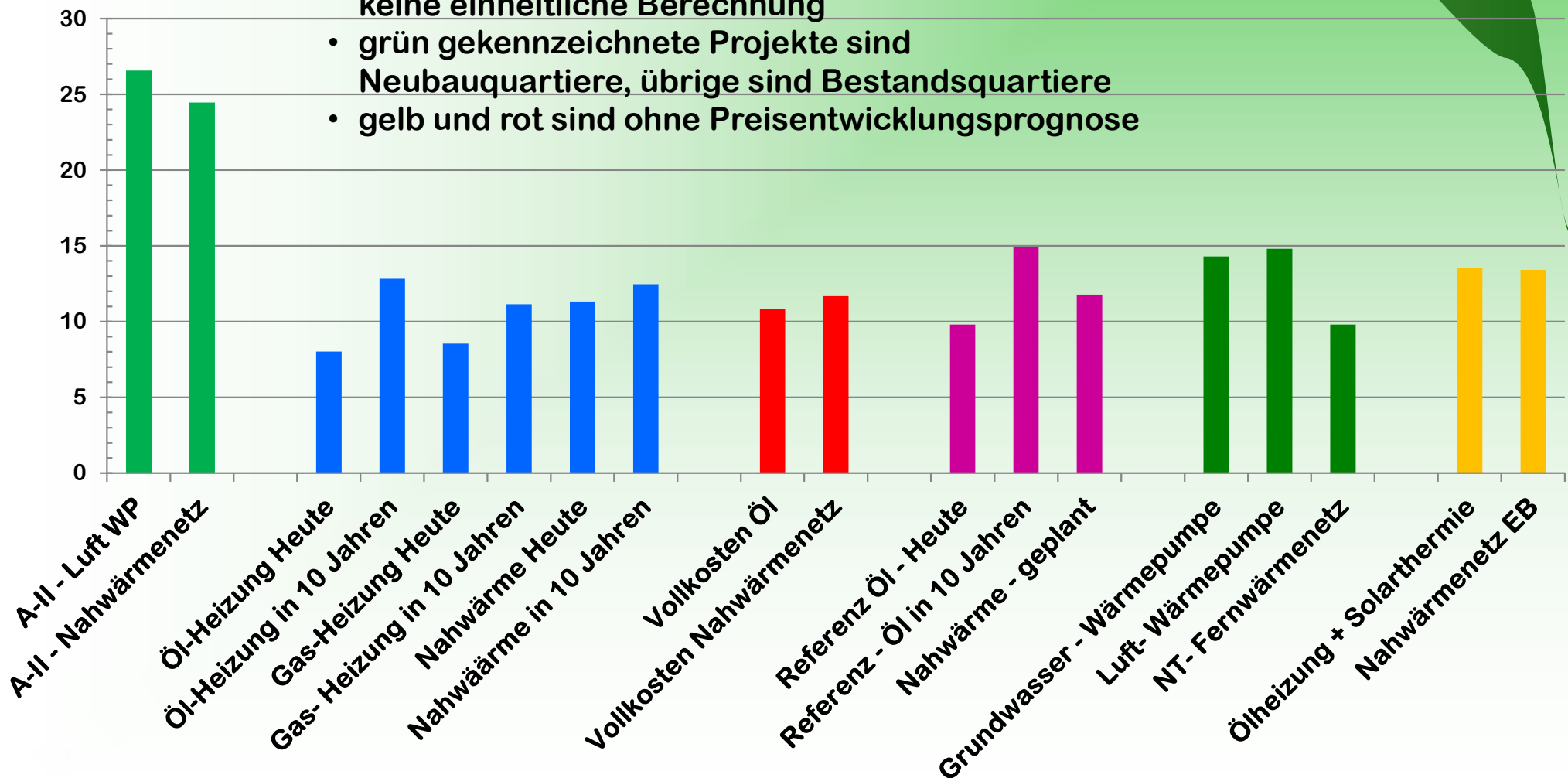




# Vollkostenvergleiche in ct / kWh

== 6 völlig verschiedene Projekte ==

- Nur Trends, untereinander kein Vergleich möglich, keine einheitliche Berechnung
- grün gekennzeichnete Projekte sind Neubauquartiere, übrige sind Bestandsquartiere
- gelb und rot sind ohne Preisentwicklungsprognose





# Kältenetze mit Flüssigeis

<b>Einsatzgebiet</b>	Kühlung
<b>typisches Temperaturniveau</b>	Vorlauf: -1°C - 0°C      Rücklauf: 12°C
<b>Betriebsweise</b>	Ganzjährig, bedarfsgerecht
<b>Medium</b>	Flüssigeis
<b>Rohrsystem</b>	konventionell, isoliert
<b>Anwendung</b>	Gewerbegebiete und Innenstädte mit hohem Kühlbedarf
<b>Vorteile</b>	wesentlich effizienter als die Summe vieler Einzelkälteanlagen
<b>technische Besonderheit</b>	durch die Nutzung latender Wärme sehr große Kühlleistung (Faktor 5-8 zum typischen Kältenetz); neues Geschäftsfeld für Stadtwerke
<b>ökonomische Besonderheit</b>	Momentan aus Wirtschaftlichkeitsgründen nur in etwas größerer Anwendung (mind. 100 kW Kälteleistung) umsetzbar
<b>ökologische Besonderheit</b>	arbeitet ohne Chemie (Kältemittel ist Wasser)
<b>soziologische Besonderheit</b>	Betriebsübergreifende Nutzung - dadurch Kollektive Lösung von Klimaschutzaufgaben
<b>Zukunftsfähigkeit</b>	erstmalig kann Kälte als Regelenergie durch die sehr hohe Speicherfähigkeit von Flüssigeis bis zur saisonalen Speicherung eingesetzt werden
<b>Referenz</b>	in Planung





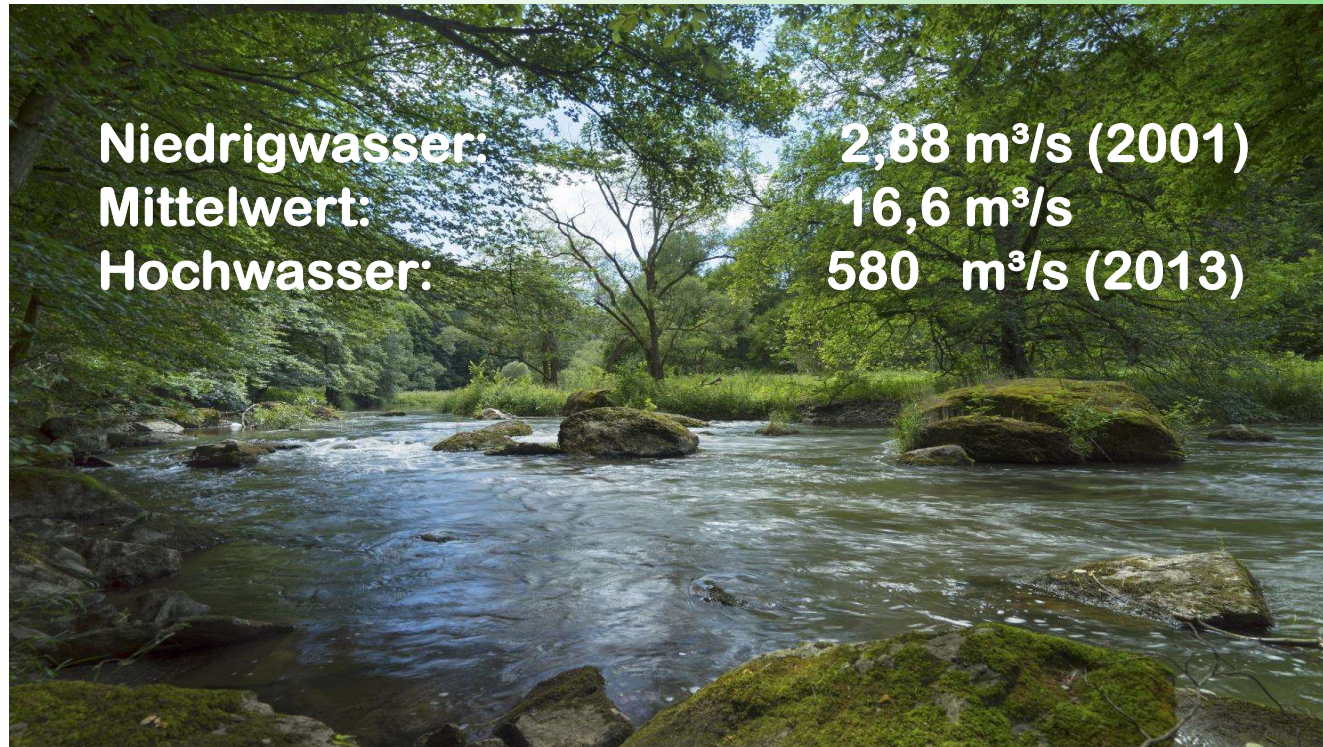
# Quellnetze

<b>Einsatzgebiet</b>	kalte, intelligente Wärmenetze
<b>typisches Temperaturniveau</b>	Vorlauf: 6°C - 25°C                      Rücklauf: 3°C - 6°C
<b>Betriebsweise</b>	Ganzjährig, abhängig vom Temperaturniveau der Quelle
<b>Medium</b>	See- oder Flußwasser (alt. Sole)
<b>Rohrsystem</b>	Kunststoff, ohne Isolation
<b>Anwendung</b>	kleinere Netze von Oberflächengewässern (Seen, Flüsse), Grubenwasser und Abwasser; sowie mit Wärmeübertrager und Sole: Erdsonden, Erdkollektor oder Brunnenwasser
<b>Vorteile</b>	kleinere Projekte mit kurzen Wegen (der Wärmeweg selbst gehört zur Wärmequelle) und, oder oder mit hohem sommerlichem Kühlbedarf
<b>technische Besonderheit</b>	bei jedem Anrainer wird eine Wärmepumpe benötigt, die durch die Wärmequelle kostengünstiger arbeitet als z.Bsp. Luftwärmepumpen; sehr gut geeignet zum heizen <u>und</u> kühlen
<b>ökonomische Besonderheit</b>	mit besserem Nutzen als Erdwärmepumpen durch ganzjährig kontinuierlichere Quelltemperaturen. Zudem entfallen die aufwendigen Bohrungen für die einzelnen Erdsonden.
<b>ökologische Besonderheit</b>	durch bessere Leistungszahl bessere Ökobilanz
<b>soziologische Besonderheit</b>	Chance zur ökonomischen Decarbonisierung von kleinen Ortschaften oder Siedlungen an Flüssen und Seen; Interessant für eine Betriebsführung als Energiegenossenschaft
<b>Zukunftsfähigkeit</b>	fähig, auf bis zu 100% Erneuerbare Energien transformiert zu werden
<b>Referenz</b>	Lott in Achern (in Planung / Umsetzung) --> Flusswasser Schlier (in Umsetzung) --> Erdsonden Weißenburg (in Planung) --> Reinwasser aus Kläranlage weitere im frühen Stadium...



# Flusswasser als Wärmequelle

## Beispiel: Die Weiße Elster bei Pegau



Der Mittelwert entspricht  $16,6 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 59.760 \text{ m}^3/\text{h}$

Daraus folgt: Die Kapazität der Menge ist  $69,3 \text{ MWh} / \text{h} / \text{K}$  (Wärme pro Stunde)

Zum Vergleich:

Ein Einfamilienhaus benötigt zwischen  $10$  und  $35 \text{ MWh} / \text{a}$  (Wärme pro Jahr)

$(0,005 - 0,030 \text{ MWh} / \text{h})$





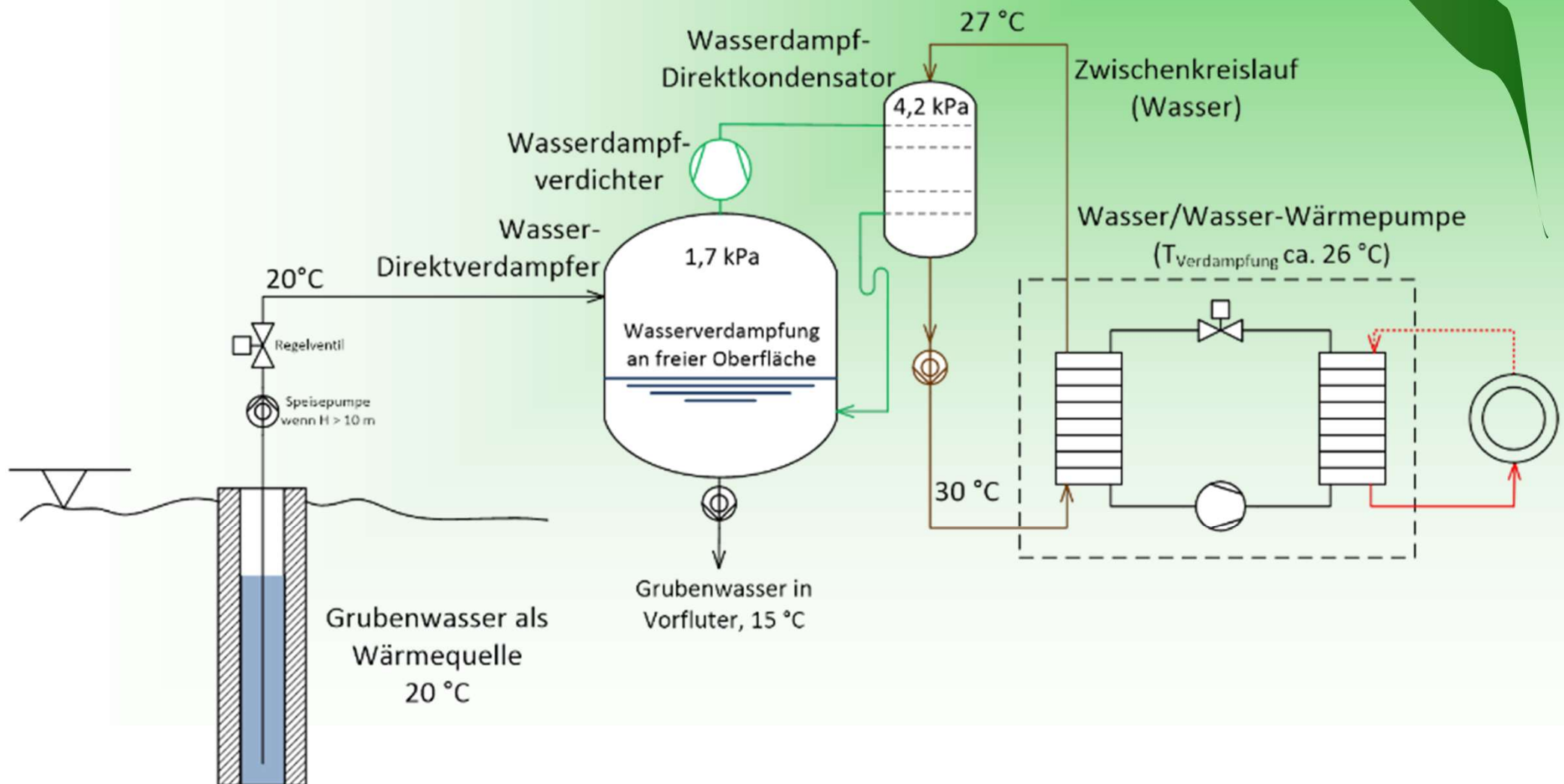
# Spundwandabsorber



Bilder von Beispielen aus den Niederlanden



# Prinzip des Wärmeentzugs durch Direktverdampfung





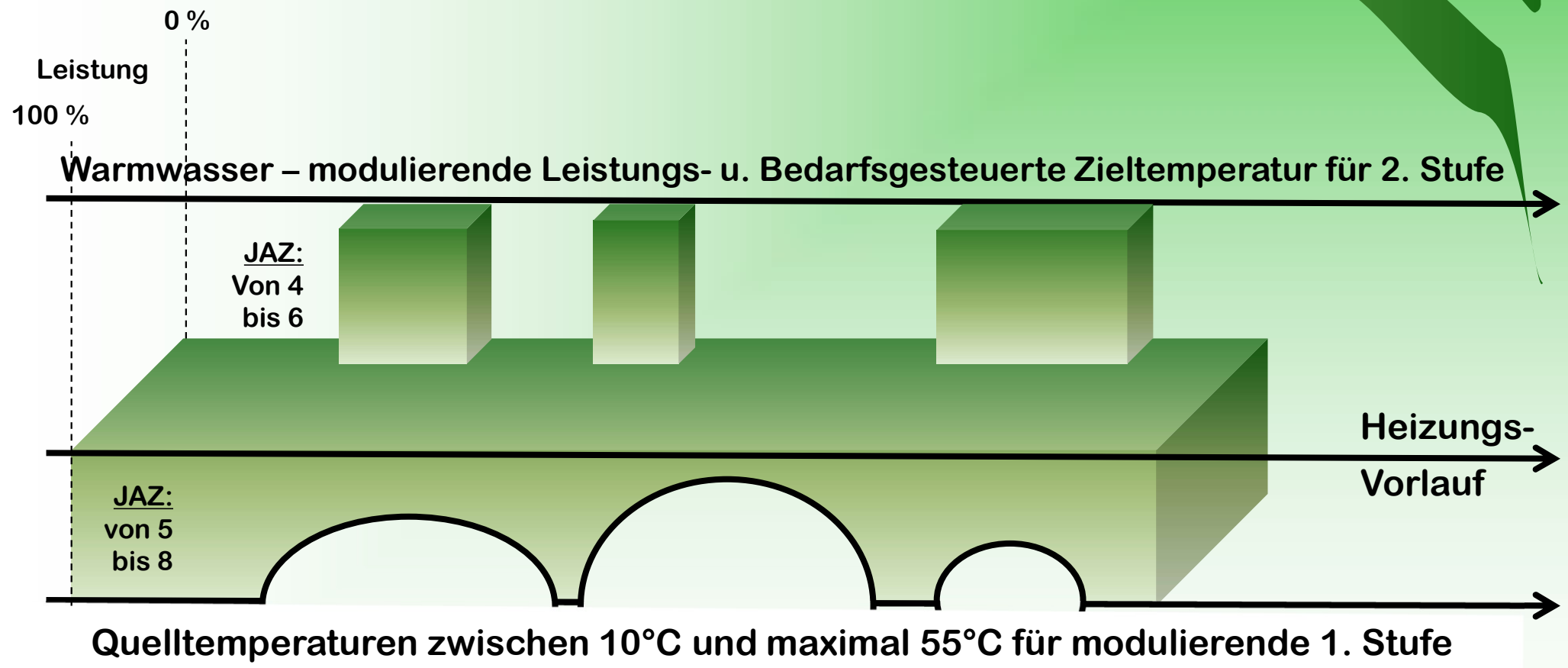
# Abwärme-Wärmenetz, niedertemperaturig



<b>Einsatzgebiet</b>	kalte, intelligente Wärmenetze
<b>typisches Temperaturniveau</b>	Vorlauf: 25°C - 45°C Rücklauf: 10°C - 20°C
<b>Betriebsweise</b>	Ganzjährig, Temperaturführung abhängig von der Abwärmequelle
<b>Medium</b>	aufbereitetes Wasser
<b>Rohrsystem</b>	Kunststoff möglich, isoliert
<b>Anwendung</b>	Neubauquartiere als Anrainer von niedertemperaturiger Abwärme
<b>Vorteile</b>	besonders Wirtschaftlich und zukunftsfähig, nahezu CO <sup>2</sup> -Emissions frei
<b>technische Besonderheit</b>	die beim Anrainer benötigte Wärmepumpe arbeitet wesentlich effektiver mit deutlich besseren Leistungszahlen als kalte Quellen
<b>ökonomische Besonderheit</b>	Nutzung bisher nicht genutzter Potentiale mit weitgehender Unabhängigkeit von Energieimporten
<b>ökologische Besonderheit</b>	besonders gute Ökobilanz durch Nachnutzung von sonst kaum nutzbarer Abwärme
<b>soziologische Besonderheit</b>	Sektorübergreifend zwischen Industrie und Kommune
<b>Zukunftsfähigkeit</b>	hohe Nachhaltigkeit
<b>Referenz</b>	<b>Meitingen</b> <b>Kerpen Horrem (in Planung) --&gt; Grubenwasser Braunkohle-Tagebau</b>

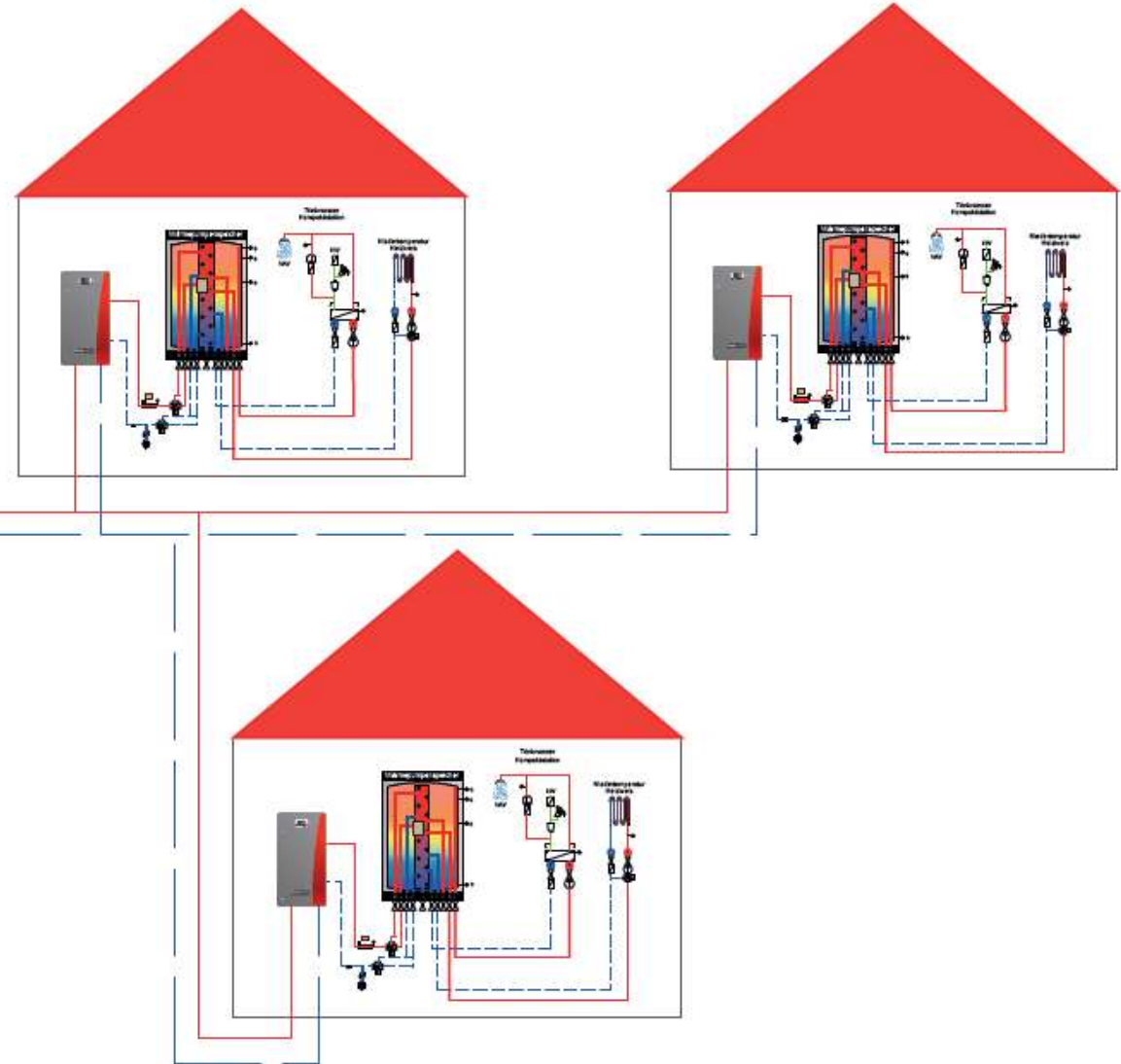


# Modulierendes, und 2-stufiges Wärmepumpensystem





# **Abwärme Rechenzentrum: Direkte Nutzung des Kühlkreislaufs**



***Verteilung via Nahwärme auf  
dezentrale Wärmepumpen***

**Herausforderung:**

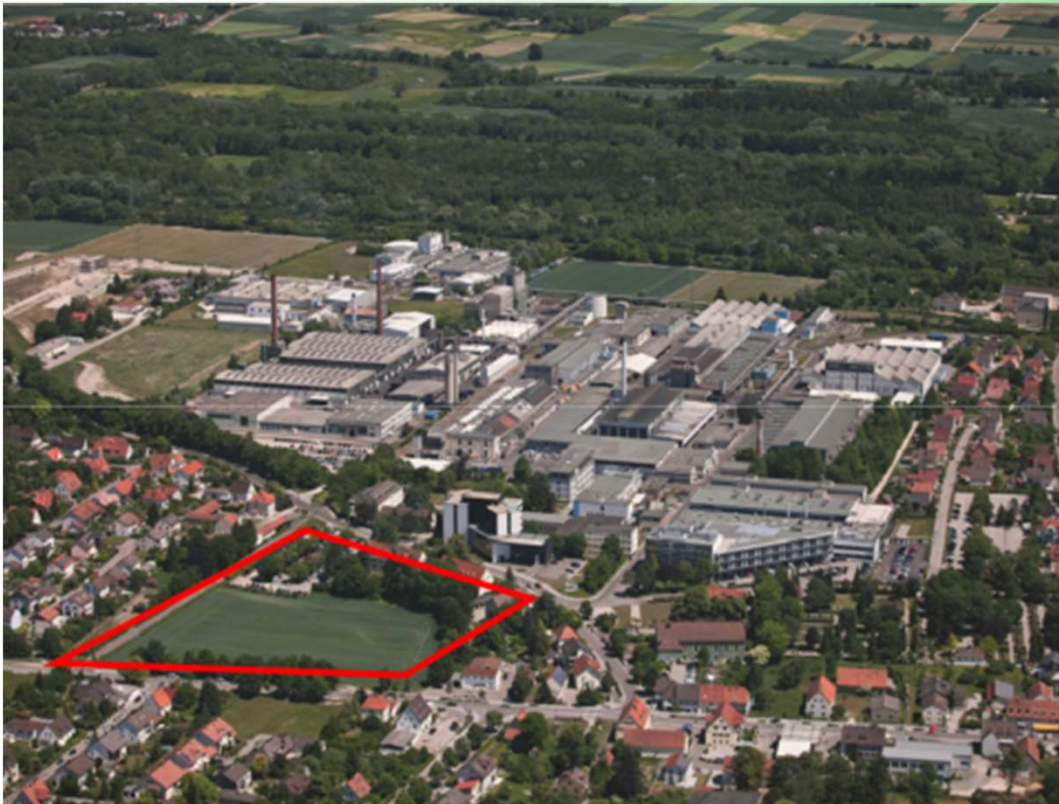
- Kühl-Backup nötig***
- Sensitiver Bereich  
der IT Infrastruktur***



# ***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





# Meitingen

Kombination von  
Wärmepumpe und  
Übergabestation

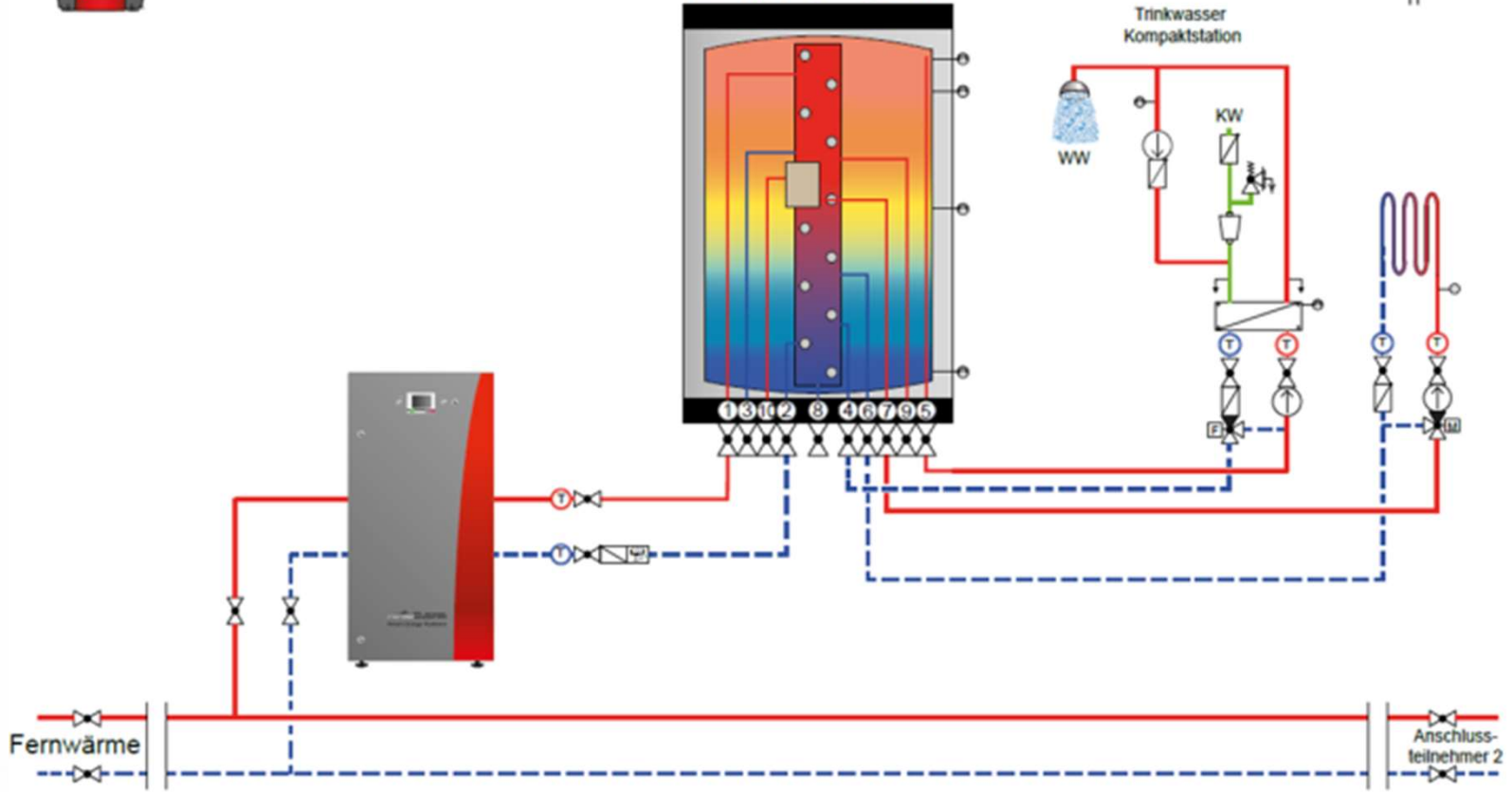


Anschlusssteilnehmer 1

Oskar°

Wärmepumpenspeicher

Außenfühler





# ungenutztes Potential: Gärrestelager

- Zentrale Herstellung von H<sub>2</sub> 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 MWh

Wärmepumpe  
1,7 kWh bei SJAZ 6

Nutzwärme als Heizenergie  
Bsp.: 10 kWh

Strom aus Sonne + Wind  
Bsp.: 20 kWh

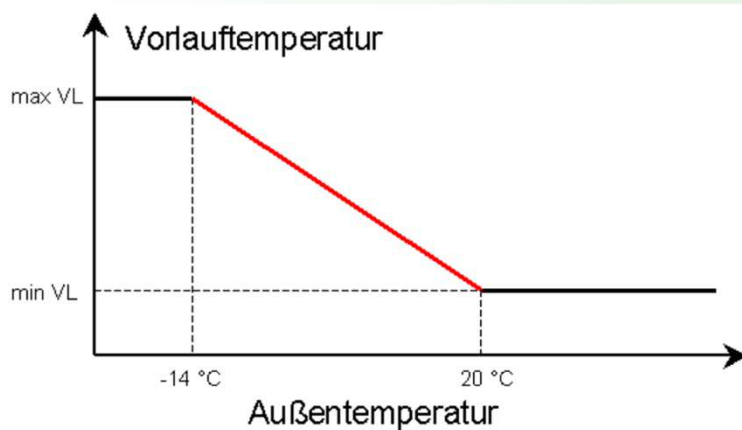
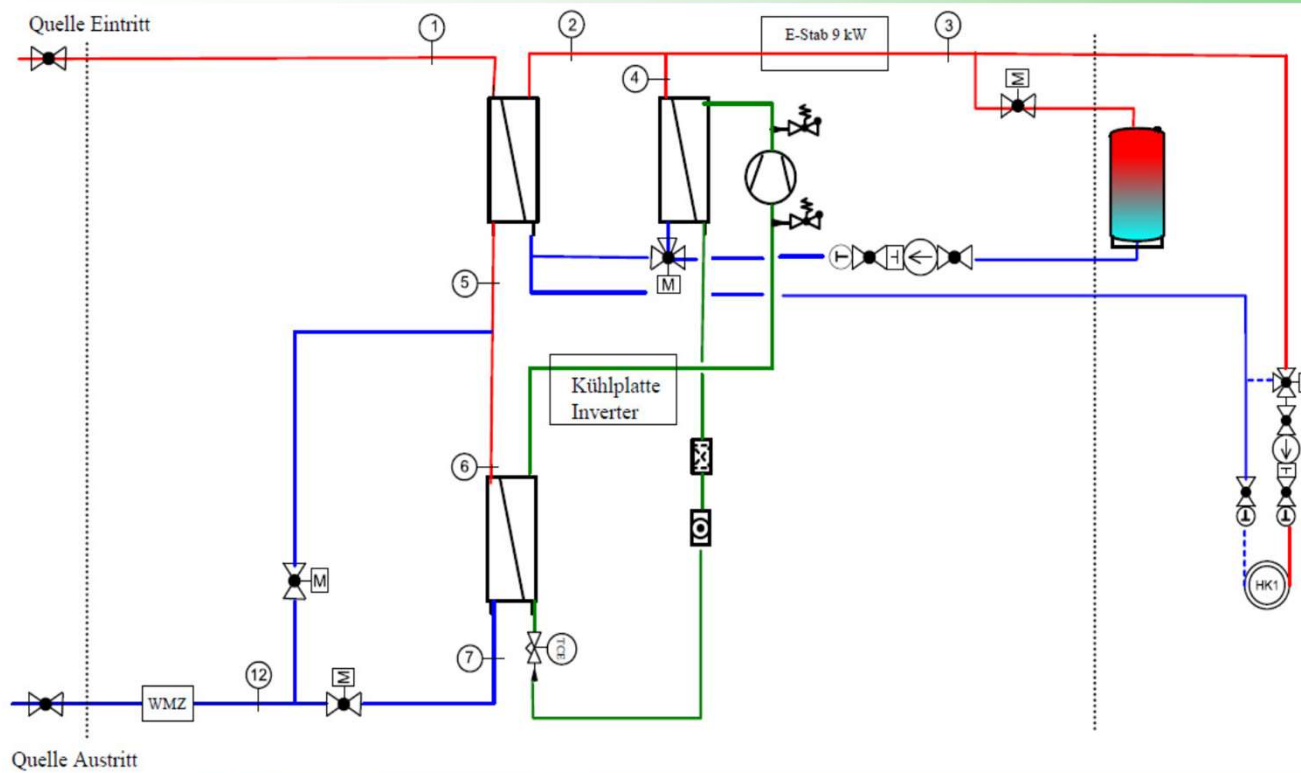
Thermische Nutzung von Wasserstoff  
Herstellung + Transport + Lagerung  
(Faktor 0,5)



# Wechselwarmes Wärmenetz

<b>Einsatzgebiet</b>	kalte, intelligente Wärmenetze
<b>typisches Temperaturniveau</b>	Sommer: VL: 25°C - RL: 10°C      Winter: VL: 45°C - RL: 25°C
<b>Betriebsweise</b>	gleitende Fahrweise, bedarfsgerecht und zieltemperatur gesteuert
<b>Medium</b>	aufbereitetes Wasser
<b>Rohrsystem</b>	Kunststoff möglich, isoliert
<b>Anwendung</b>	Neubauquartiere mit hohem Anteil Erneuerbarer Energieträger
<b>Vorteile</b>	universell versorgbares Konzept mit hohem Nutzen und Zukunftssicherheit; Das Netz selbst kann zur Aufnahme von Regelenergie und als Puffer genutzt werden
<b>technische Besonderheit</b>	die beim Anrainer benötigte Wärmepumpe muss nur die Temperatur auf das Niveau für die Warmwasserbereitung heben; sehr effektive Wärmeversorgung mit Leistungszahlen der Wärmepumpe bis zu dem Faktor 7. Vorteil bei z.B. MFH- oder Gewerbe-Quartieren o.ä. ist die Platzverschiebung, da die großen Heizlasten zentral gedeckt werden können und die WW-Versorgung mit kleinen WP oder Wohnungsstationen oder Durchlauferhitzern platzsparend je Gebäude abgewickelt werden können, gleichzeitig aber die Netzverluste eingespart werden.
<b>ökonomische Besonderheit</b>	günstige Lösung zur energetischen Transformation der Energieversorgung gegenüber der Einzelhausversorgung; sehr vielfältige Nutzung von Synergien (ungenutzte Potentiale des Ortes)
<b>ökologische Besonderheit</b>	Nutzung von Erneuerbarer Energie außerhalb des eigenen Grundstückes (Scheune am Ortsrand)
<b>soziologische Besonderheit</b>	Sektorübergreifend zwischen Industrie, Gewerbe, Kommune und Bürgerschaft; Besonders geeignet für die Betriebsführung über eine Energiegenossenschaft
<b>Zukunftsfähigkeit</b>	langfristige Versorgungssicherheit gegenüber Klimawandel, Energieimporten und dynamischer Gesetze
<b>Referenz</b>	Haßfurt Flehing, Erweiterung im Bau Kerpen, Vinger Weg (z.Z. im Probetrieb) Bedburg Kaster (in Planung / Umsetzung) --> Abwasser-Wärmetauscher

# Haßfurt



## Eckpunkte:

- Fernwärme, gleitende Fahrweise
- witterungsgeführt
- Sommer: 25°C / Winter 45°C
- Heizung direkt, ohne Wärmepumpe
- Warmwasser aus VL über Wärmepumpe





# Einsatzbeispiel: Projekt Haßfurt

## Aufgaben:

- Konzept Nahwärmeversorgung („Kalt“)
- Ausführungsempfehlung Hydraulik und Komponenten
- Planung und Auslegung Hydraulik und Komponenten
- Planung Regelkonzept
- Begleitendes Energiemanagement (laufende Optimierung)





# Umschaltbares Wärmenetz

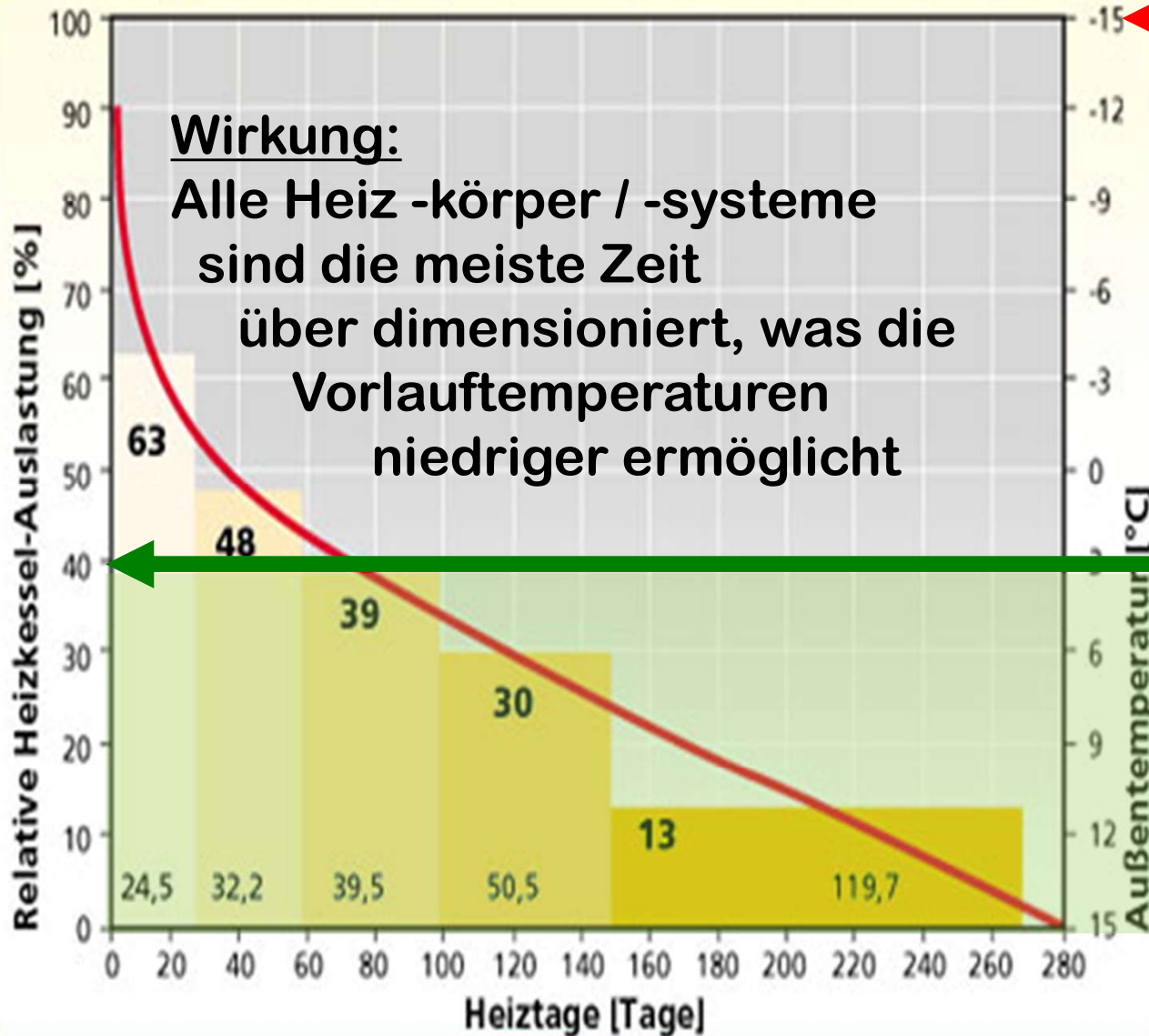
<b>Einsatzgebiet</b>	kalte, intelligente Wärmenetze
<b>typisches Temperaturniveau</b>	Sommer: VL: 30°C - RL: 10-15°C      Winter: VL: 70°C - RL: 30-40°C
<b>Betriebsweise</b>	Sommer-Winter Umschaltung
<b>Medium</b>	aufbereitetes Wasser
<b>Rohrsystem</b>	Kunststoff auch möglich, sonst konventionell, immer isoliert
<b>Anwendung</b>	zu sanierende Bestandsquartiere und, oder oder Wärmenetze mit hochexergetischen Spitzenlasten (z.Bsp.: Hackschnitzel)
<b>Vorteile</b>	entwickelt zur Transformation konventioneller Wärmenetze oder der Umstellung von Quartieren mit Einzelheizungen auf eine decarbonisierte und ökonomische Wärmeversorgung
<b>technische Besonderheit</b>	die in der Übergabestation enthaltene Wärmepumpe hebt im Bearfsfall die Teperaturen auf das Soll und macht damit das Wärmenetz prosumenten-fähig, zum "Mitmachnetz". Wichtig: Bindung des Netzes an "schlechtesten" Abnehmer entfällt durch den Bivalenzbetrieb mit der Wärmepumpe
<b>ökonomische Besonderheit</b>	günstige Lösung zur energetischen Transformation der Energieversorgung gegenüber der Einzelhausversorgung; sehr vielfältige Nutzung von Synergien (ungenutzte Potentiale des Ortes)
<b>ökologische Besonderheit</b>	Nutzung von Erneuerbarer Energie außerhalb des eigenen Grundstückes (Scheune oder Biogasanlage am Ortsrand)
<b>soziologische Besonderheit</b>	Sektorübergreifend zwischen Industrie, Gewerbe, Kommune und Bürgerschaft; Besonders geeignet für die Betriebsführung über eine Energiegenossenschaft
<b>Zukunftsfähigkeit</b>	besondere Chance für den Gebäudebestand, ökologisch und ökonomisch den technologischen Wandel aus der fossilen Energieversorgung zu organisieren
<b>Referenz</b>	Dollnstein
	<b>St.Georg-Leipzig (in Bau)</b>





# Heizlast und Wärmebedarf

## Auslastungsstufen nach DIN 4702



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

Auslegung

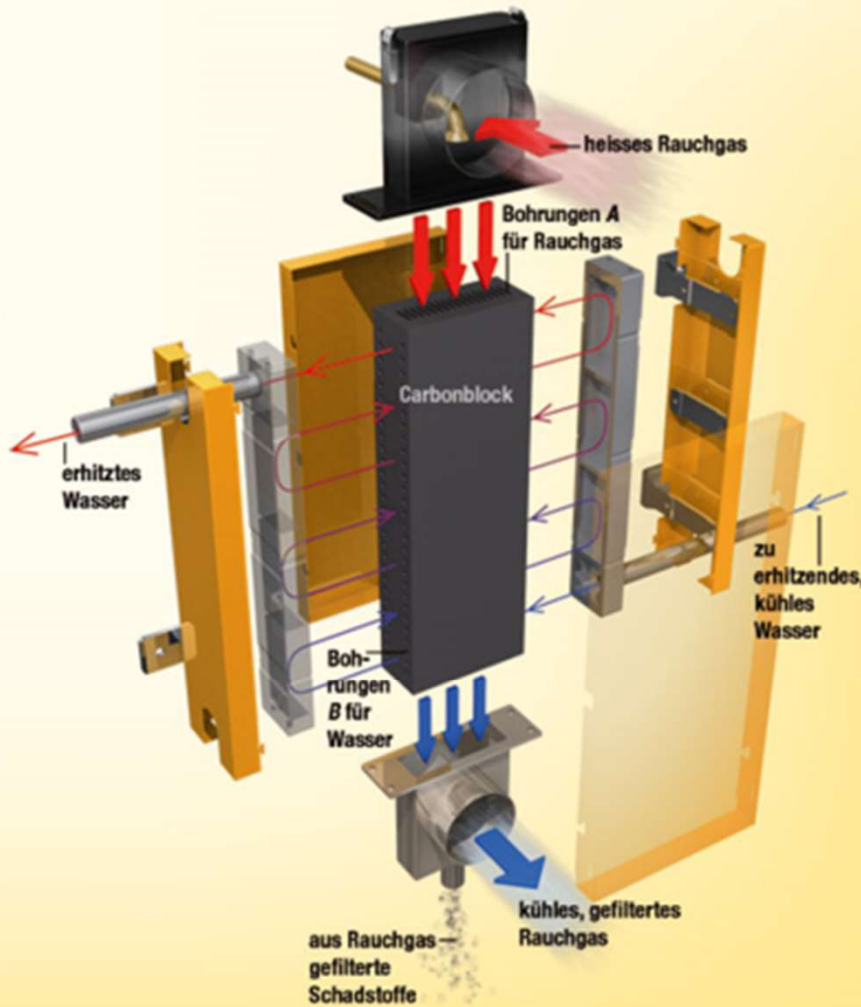
Hinweis:  
In den letzten 1000  
Tagen hat es in  
Leipzig keine Stunde  
minus 14°C gegeben

Mit 40%  
der Heizlast  
versorgt man  
65% des  
Wärmebedarfes



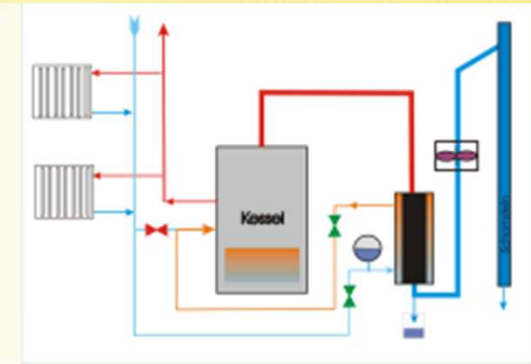
# Öko-Carbonizer

## Abwärmennutzung durch Rauchgaskühlung und Kondensationswärme



EMISSIONSWERTE * <small>auf 10% O<sub>2</sub> in mg/m<sup>3</sup></small>	VOR CARBONIZER	NACH CARBONIZER
Kohlenstoffverbindungen	<b>197 mg</b>	<b>0 mg</b>
Feinstaub, Staub und Ruß	<b>152 mg</b>	<b>&lt; 21 mg</b>
ENERGIEGEWINN *	<b>0 kw</b>	<b>46 kw</b>

\* Auszug aus TÜV Süd-Messung (April 05): 350KW Hackschnitzelheizung



**TIPP:**

**WÄRMELEITER NUMMER 1:**

KUNSTSTOFF	0,12 W/mK
STAHL	15 W/mK
CARBON	120 W/mK

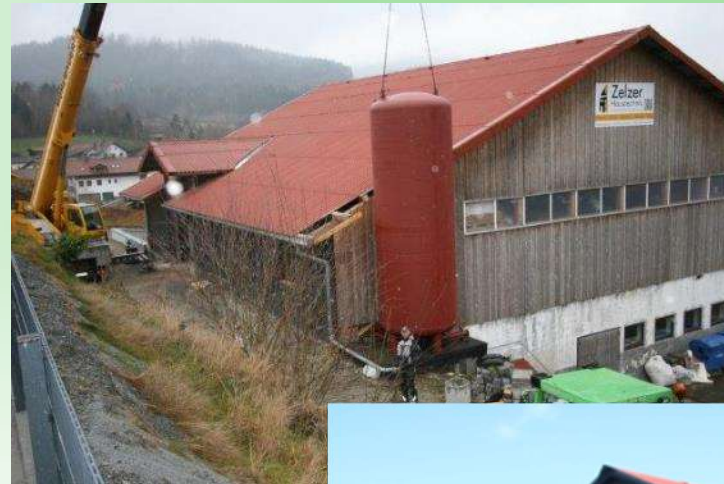
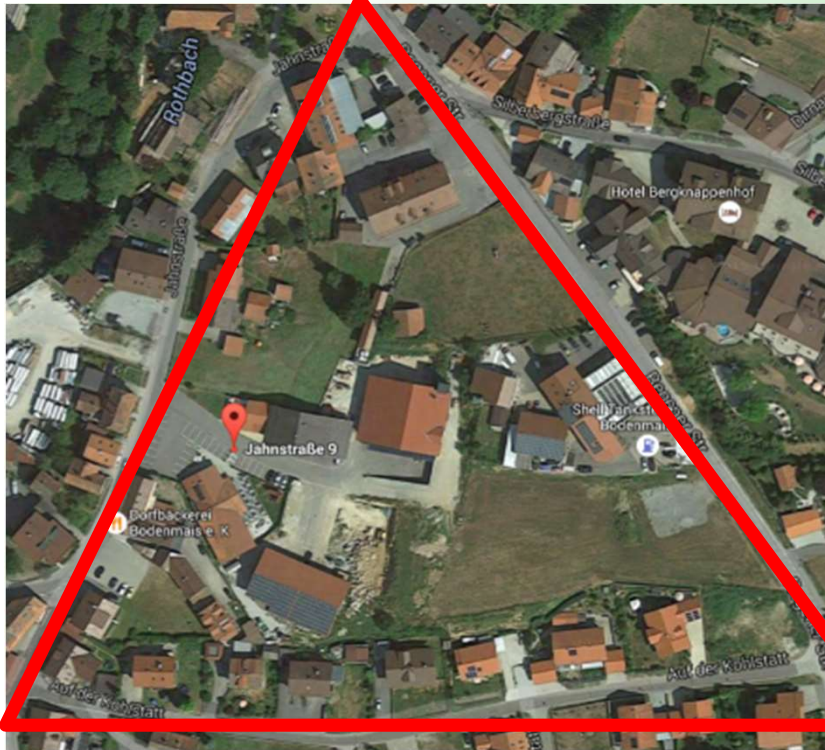




# Einsatzbeispiel: Projekt Bodenmais

## Aufgaben:

- Konzept Nahwärmeversorgung
- Ausführungsempfehlung Hydraulik und Komponenten
- Planung und Auslegung Hydraulik und Komponenten
- Planung Regelkonzept
- Begleitendes Energiemanagement (Optimierungspotenziale identifizieren)





## **Seminarkonzept**

# **Kalte, intelligente Wärmenetze**

**Alternativer Titel:**

**„Mitmach-Wärmenetze – aus der Kohle, in die Zukunft,,**

**Inhalte:**

- **Rahmenbedingungen, aktuelle Situation und Herausforderungen**
- **Chancen, Möglichkeiten und Einsatzgrenzen Kalter, intelligenter Wärmenetze**
- **Transformation vorhandener Versorgungssysteme und des Gebäudebestandes**
- **Potentiale und Nutzbarmachung niedertemperaturiger Abwärme**
- **Grundwasseranomalien, See-/Flusswasser als Quellen für Heizung/Kühlung**
- **Wärmepumpen in Wärmenetzen und in der Haus-/Wohnungsstation**
- **Grund-/Mittel-/Spitzenlastversorgung in hybriden Versorgungssystemen**
- **Kosten-Nutzen-Einflussfaktoren, Beispiele**

**Willkommen in einer sonnigen Zukunft!**

**Umfang:** 4 x 90 Minuten

**Format:** in Präsenz // Optional: Hybrid // nur online: nicht empfohlen

**Zielgruppe:** Sektor übergreifend, Planer, Entwickler, Anlagenerbauer, Umsetzer, Betreiber

**Kosten:** ein Tagessatz plus Reisekosten



*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](mailto:tbs@bernd-felgentreff.de)**

**web: [www.bernd-felgentreff.de](http://www.bernd-felgentreff.de)**

**Vielen Dank.**

