



# Wärmepumpen im Quartier





an ideal tomorrow



Andreas Wimmer

[Andreas.wimmer@ait-deutschland.eu](mailto:Andreas.wimmer@ait-deutschland.eu)

Mobil: +49 1522-25 25 851

# Andreas Wimmer

## Projektmanager

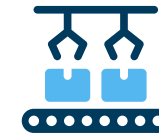
## Energiesysteme

ait-deutschland GmbH | [www.ait-deutschland.eu](http://www.ait-deutschland.eu) | Member of NIBE Group





# Unser zukunftsfähiger Standort



15.000 m<sup>2</sup> Produktion



1.000 m<sup>2</sup> Schulungscenter



1.600 m<sup>2</sup> Technology-  
Center



1.200 Mitarbeiter









**ait**  
WÄRMEPUMPEN

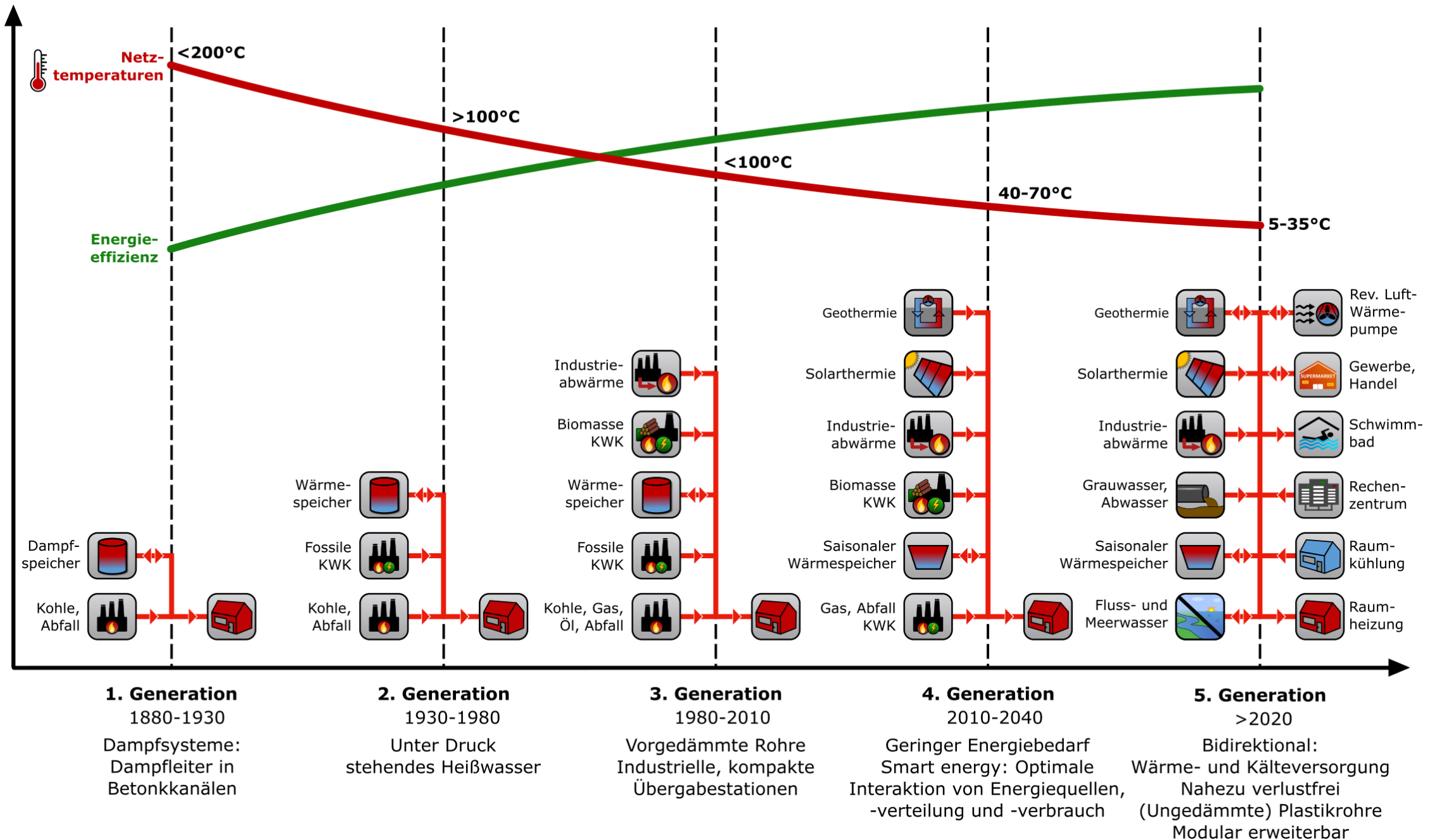




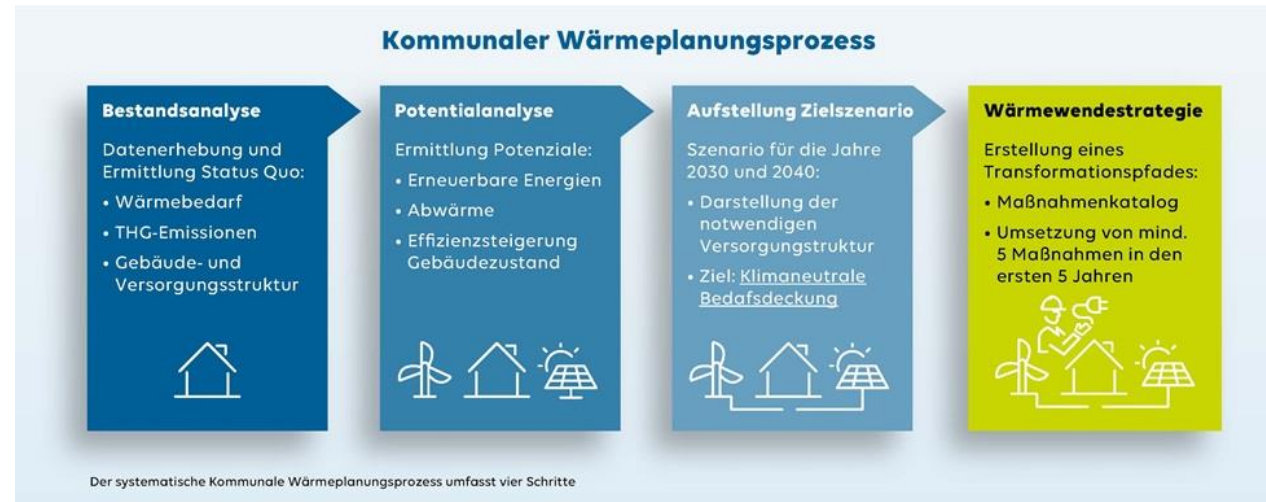
**ait**  
WÄRMEPUMPEN

QUARTIERS-  
KONZEPTE  
MIT  
WÄRMEPUMPEN

# Entwicklung Wärmenetze



# Kalte- und Nahwärmenetze



<https://youtu.be/len6HQhRWcE>

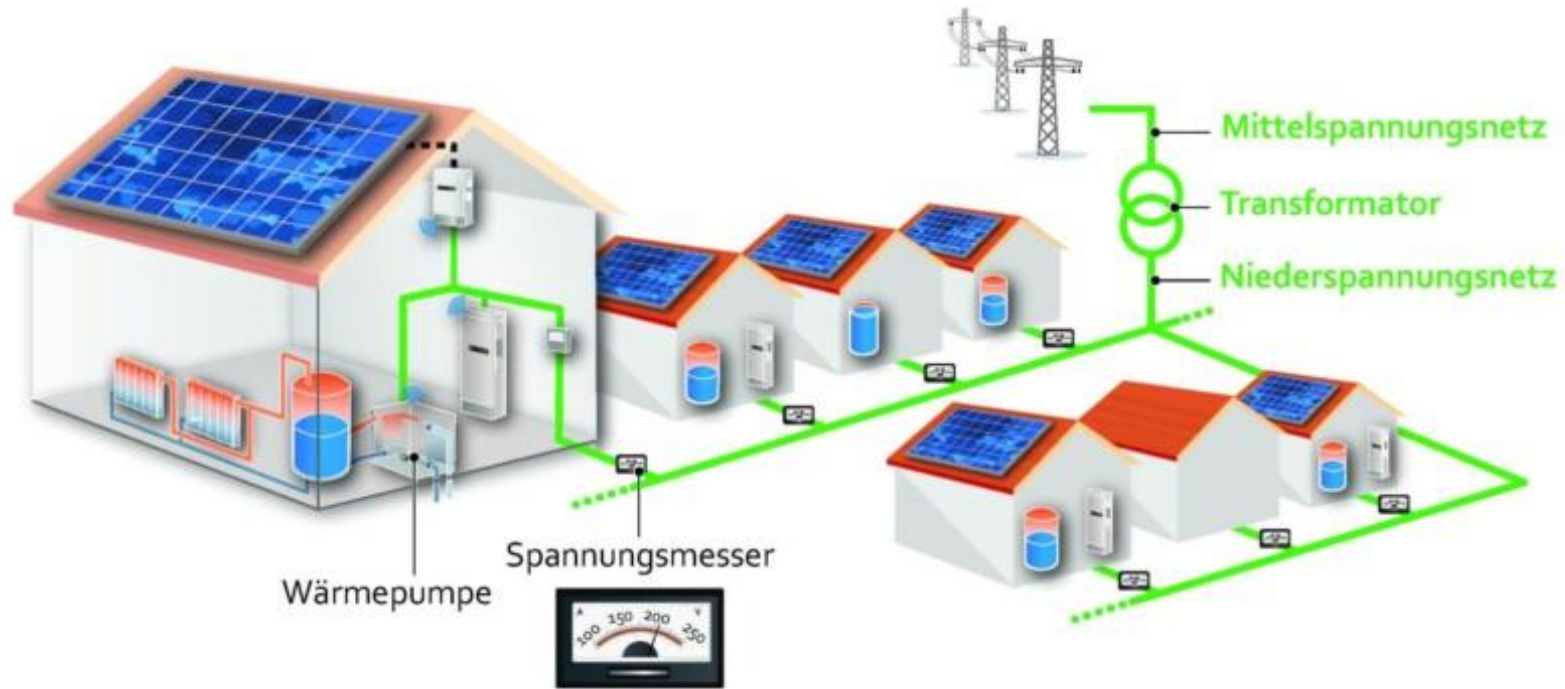




# Kalte- und Nahwärmenetze

## Netzdienlichkeit:

### Was heißt Netzdienlichkeit?

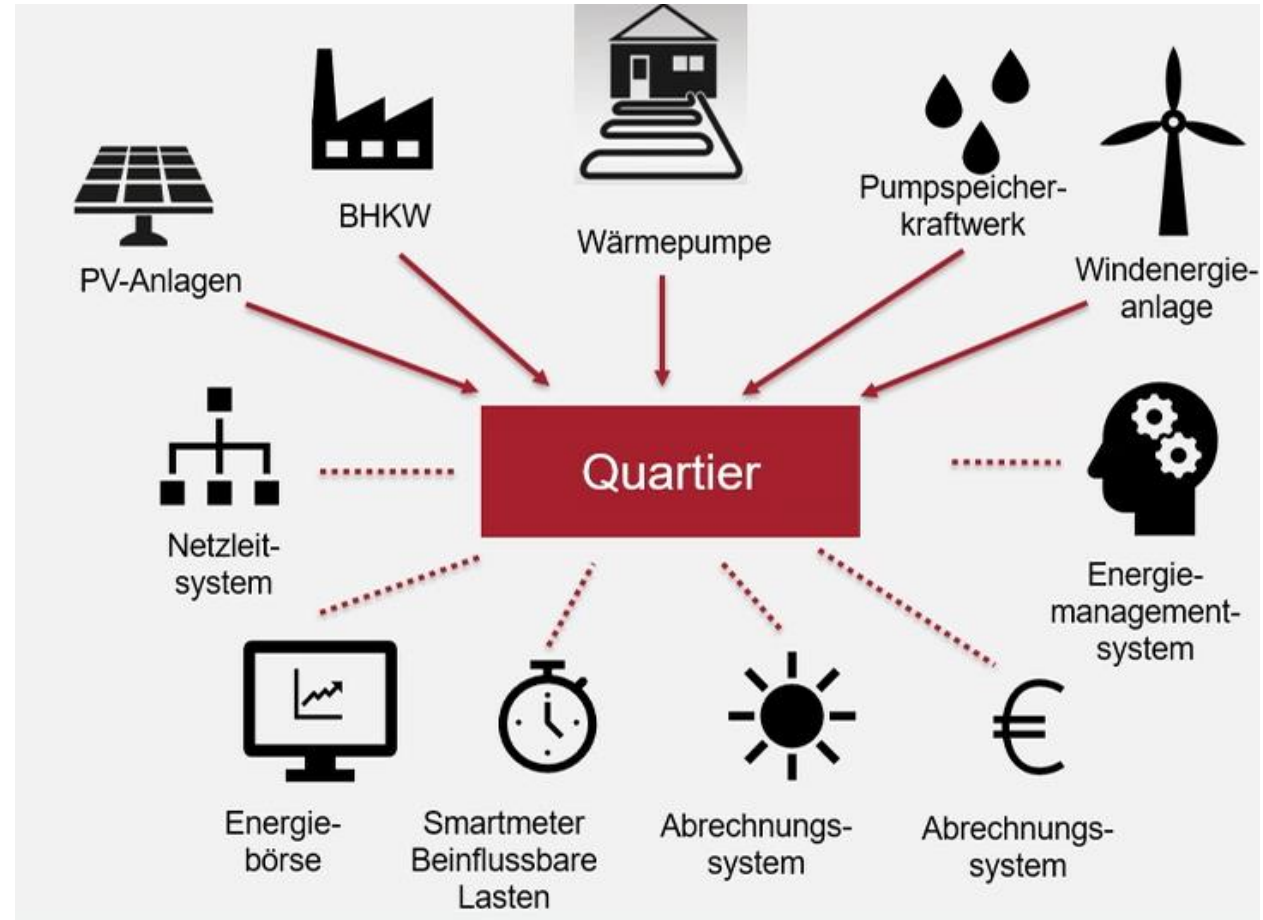




# Das virtuelle Kraftwerk

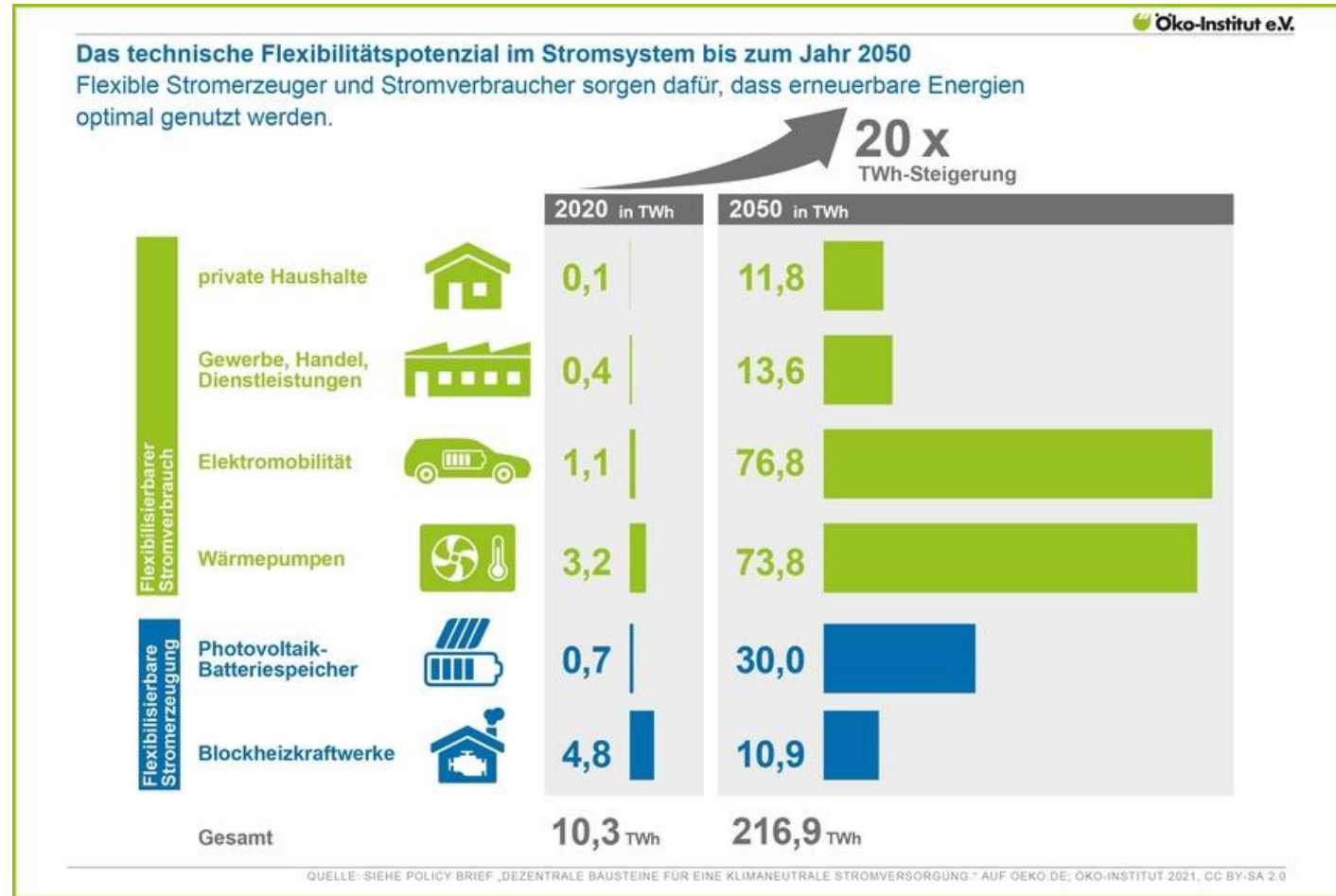
Innovative Lösung:

Das Quartier als Lastmanager



# Kalte- und Nahwärmenetze

## Netzdienlichkeit:

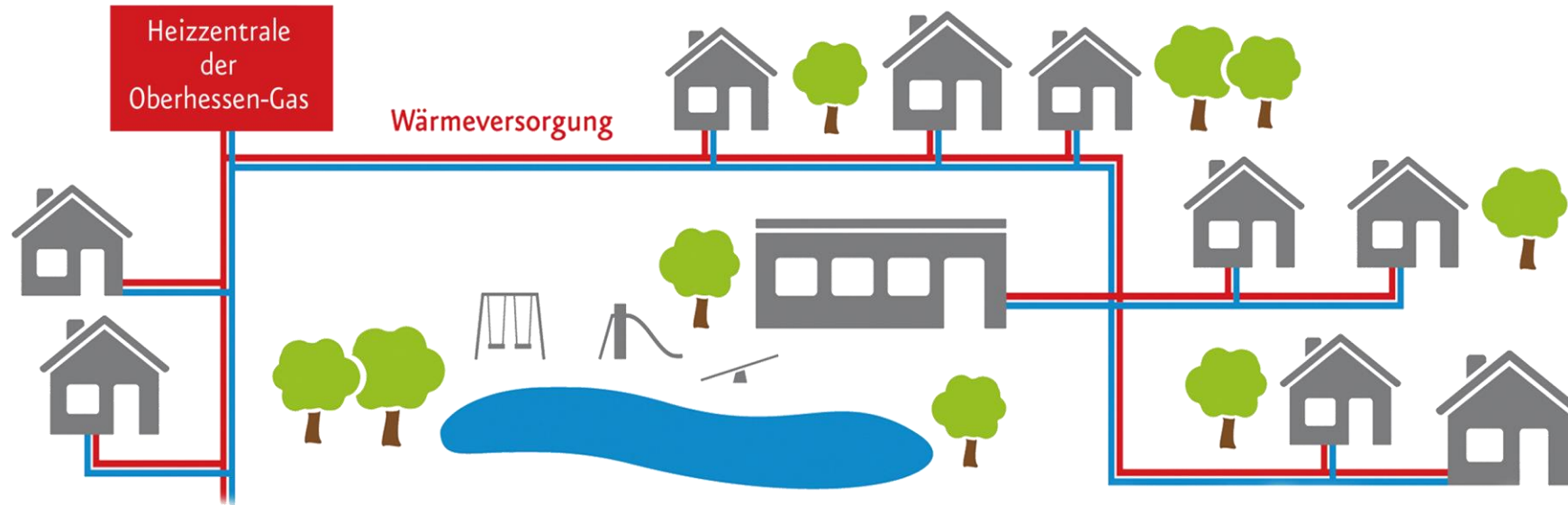




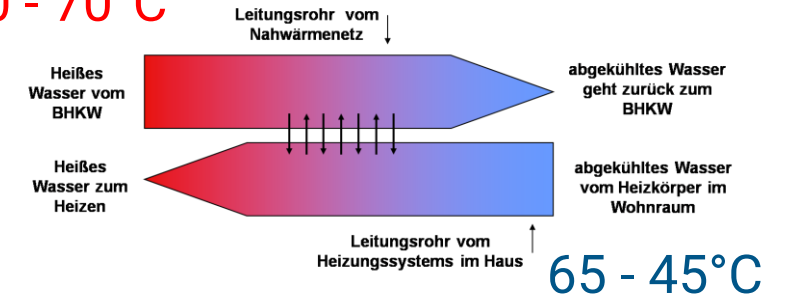
# Kalte- und Nahwärmenetze

## Unterschiedliche Nahwärmenetze

### Klassisches Wärmenetz: Warmes bzw. Heißes Nahwärmenetz



90 - 70°C



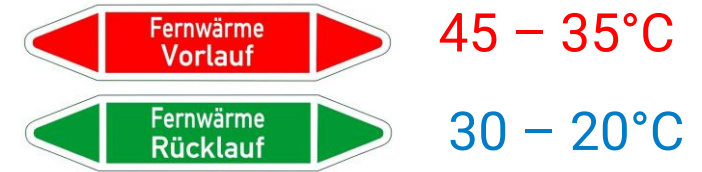
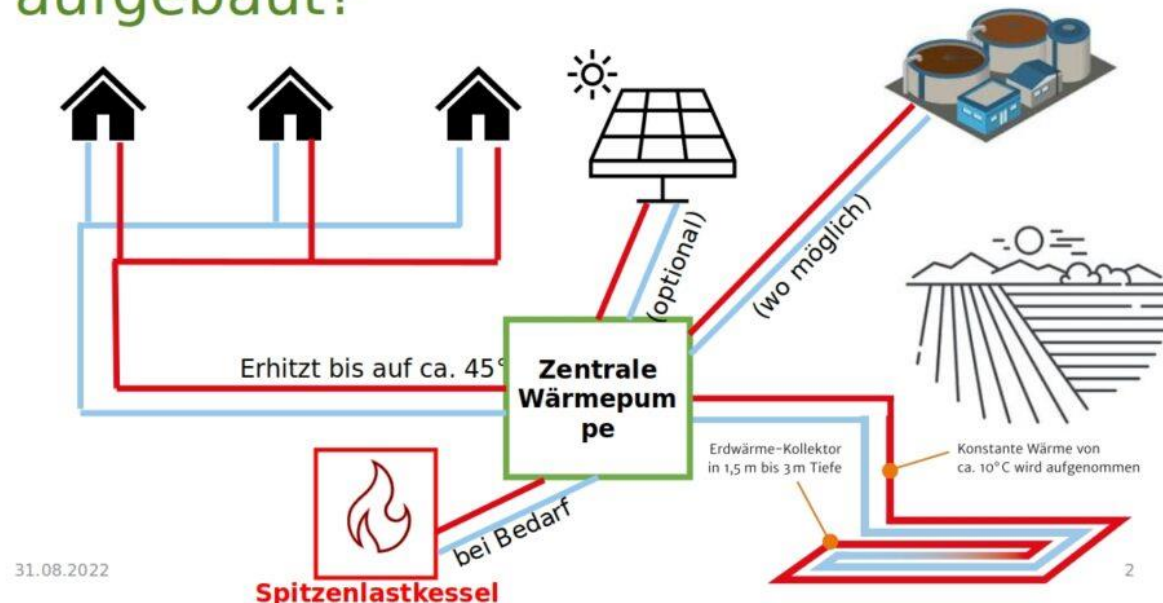
- Vorteil:**
- Nur eine Heizzentrale nötig
  - Netzdimension kleiner
- Nachteil:**
- Hohe Verluste im System
  - keine Netzdienlichkeit möglich
  - Keine Möglichkeit Abwärme zu nutzen
  - Keine Chance „Erneuerbare Energie“ effizient zu nutzen
  - Keine sinnvolle Sektorenkopplung möglich

# Kalte- und Nahwärmenetze

## Unterschiedliche Nahwärmenetze

### Mittelwarmes Nahwärmenetz

Wie ist ein Nahwärmenetz aufgebaut?



Vorteil:

- Nur eine Heizzentrale nötig
- Netzdimension kleiner

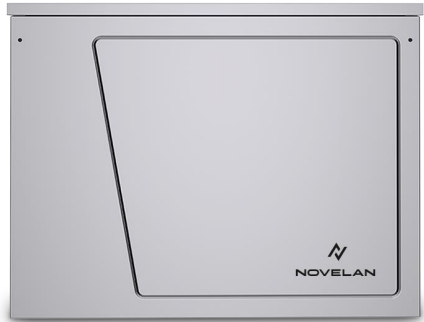
Nachteil:

- Nur geringe Netzdienlichkeit möglich
- Isoliertes Leitungssystem
- Bei einer Störung sind alle betroffen
- Warmwasserbereitung über Booster



# Kalte- und Nahwärmenetze

## Booster- Wärmepumpe



Temperatur	COP
65°C	3,98



## Quellen- wärmepumpe



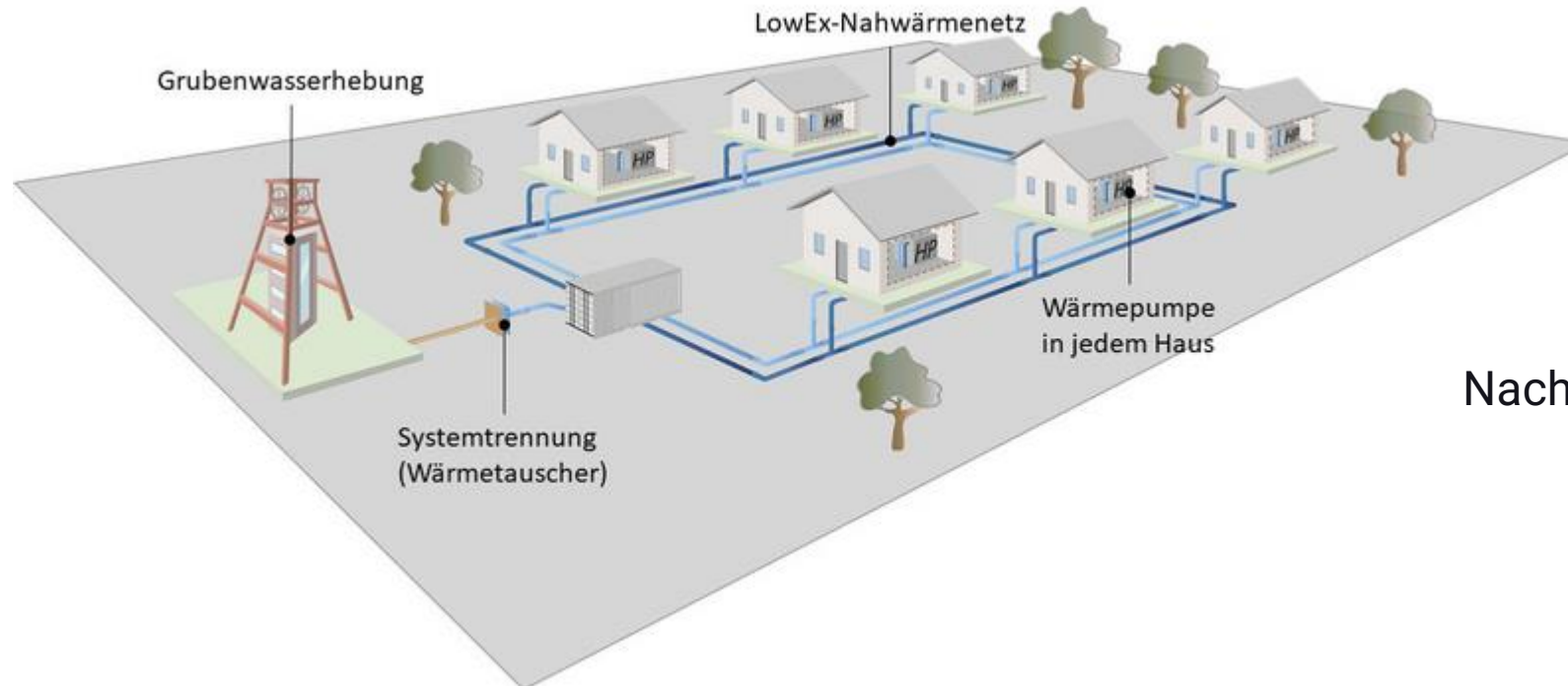
Temperatur	COP
40°C	3,25

System COP 2,09

# Kalte- und Nahwärmenetze / LOWEX-Netz

## „Kaltes Nahwärmenetz“ (Anergienetz)

Kalte Nahwärme – Eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende?



Vorteil:

- Keine Verluste im Verteilsystem
- Sektorkopplung sehr gut möglich
- Sehr guter Einsatz von „Erneuerbaren Energien“
- Hochgradig Netzdienlich
- Möglichkeiten Abwärme zu Nutzen



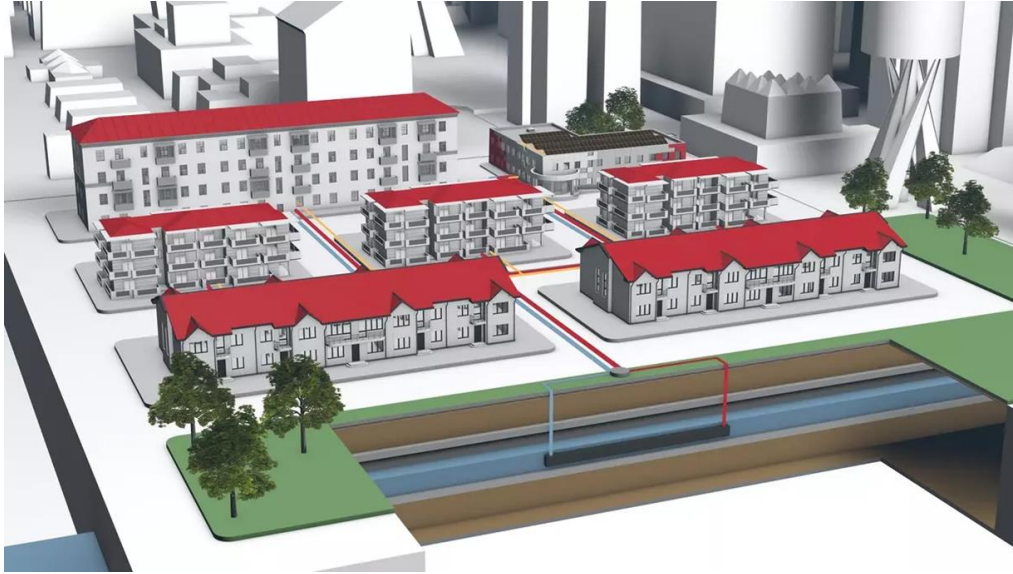
Nachteil:

- In jedem Haus sitzt eine Wärmepumpe
- Große Rohrleitungs- Dimensionen
- In Wasserschutzgebieten Verteilnetz im Doppelrohr, wenn Wasser-Glykolgemisch im Verteilsystem

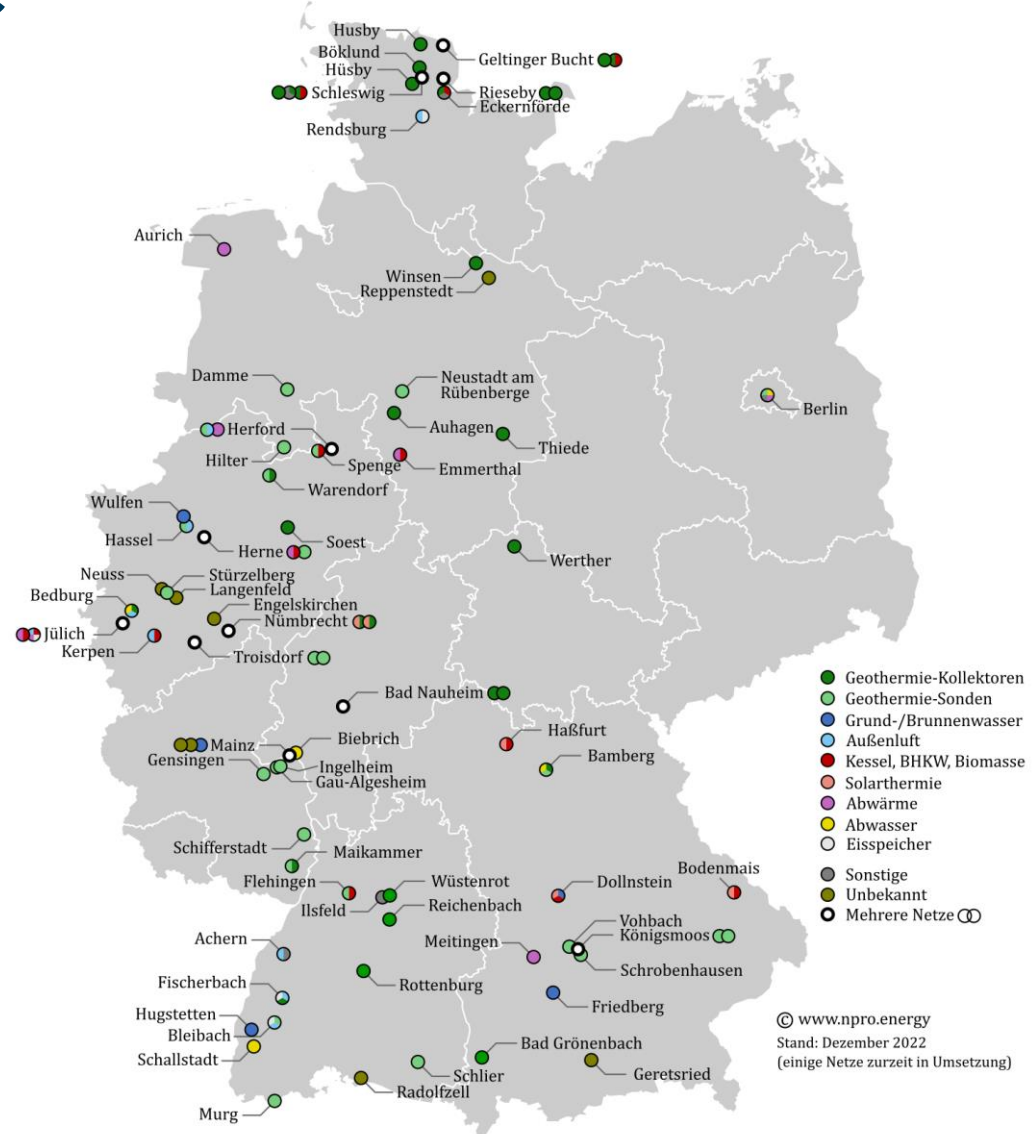


# Kalte- und Nahwärmenetze

## „Kaltes Nahwärmenetz“ (Anergienetz)

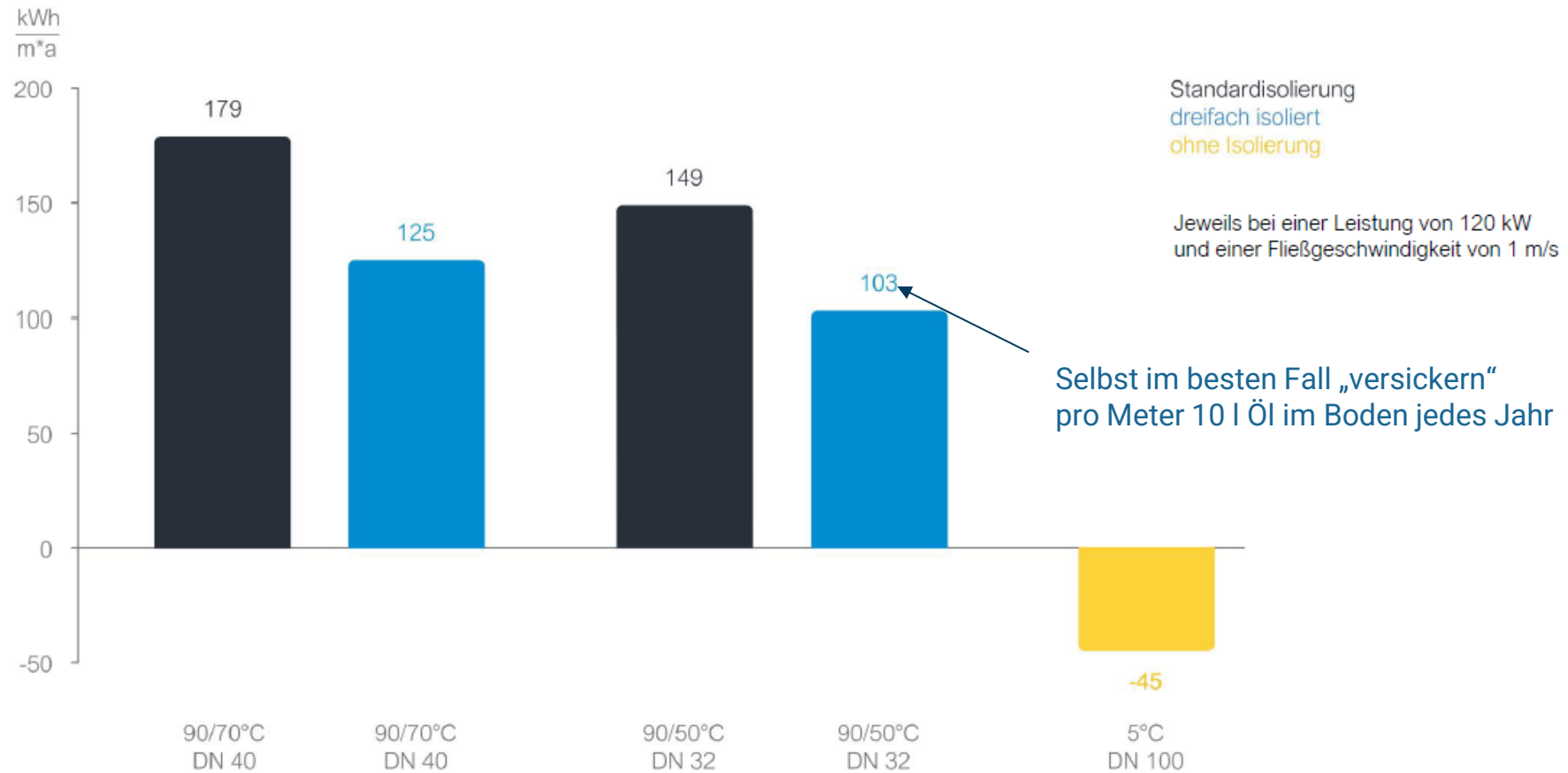


## Kalte Nahwärmenetze in Deutschland



# Verlustfreie Wärmeverteilung

- Gegenüberstellung der jährlichen Verteilverluste pro Meter





## 5. Referenzen Smart Cities - Quartiere

- **Projekt „Soester Norden“**. Ca. 600 Wohneinheiten, Sole-Wasser-WP

- (1) Geplanter Standort  
Energiezentrale für BA West &  
Ost
- (2) Kollektorfläche Süd-West ca.  
6.000 m<sup>2</sup> doppelagige  
Verlegung
- (3) Kollektorfläche Süd-Ost ca.  
2.800 m<sup>2</sup> doppelagige  
Verlegung
- (4) Kollektorfläche BA Ost 22.900  
m<sup>2</sup> einlagige Verlegung





# Referenzen Smart Cities - Quartiere

- **Projekt Baugebiet „Hüttengelände/ Siemensstraße“.**
- **Erdkolektor: 3.600 m<sup>2</sup> Energiefeld eine Ebene unter einem Regenrückhaltebecken**





# Abwärme in der Industrie



Internetrecherche

**6,9 TWH**

Allein in Deutschland werden industrielle Abwärme in einer Größenordnung zwischen 25 und 100 Petajoule jährlich verschwendet.



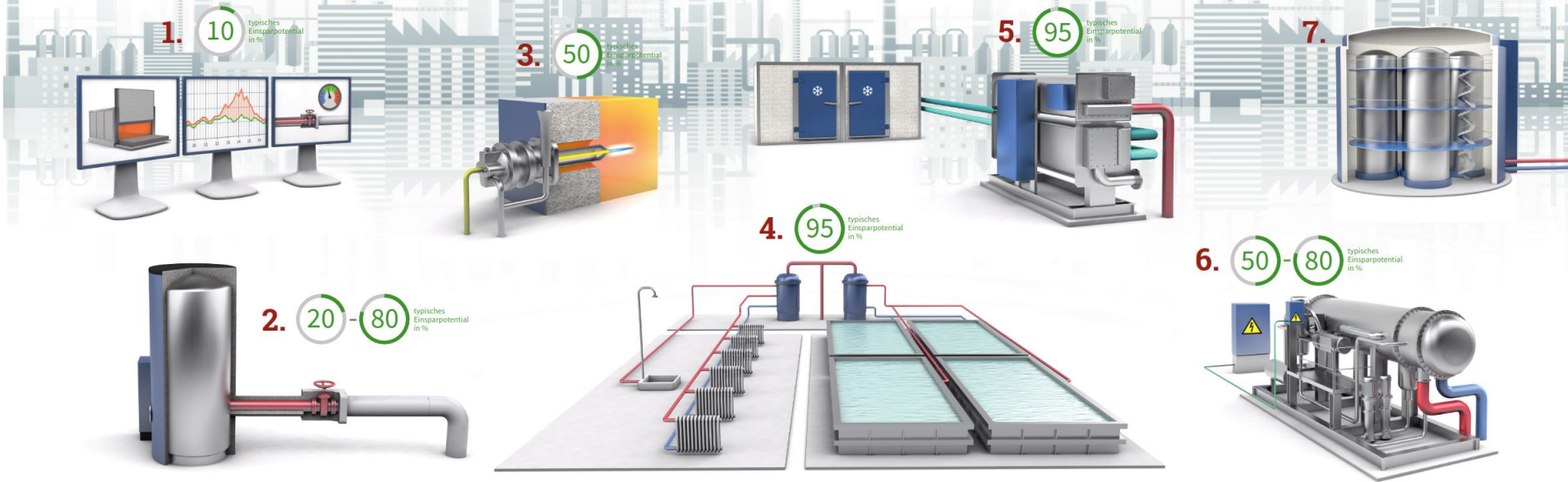
Peta (P):

1 Billiarde = 1.000.000.000.000.000 = 10<sup>15</sup>  
25.000.000.000.000.000 Joule

**6.944.444.444 kWh**

**"Damit könnte der Wärmebedarf von einer halben Million bis zu zwei Millionen Haushalte gedeckt werden", (Pia Manz)**

# Nutzung industrieller Abwärme

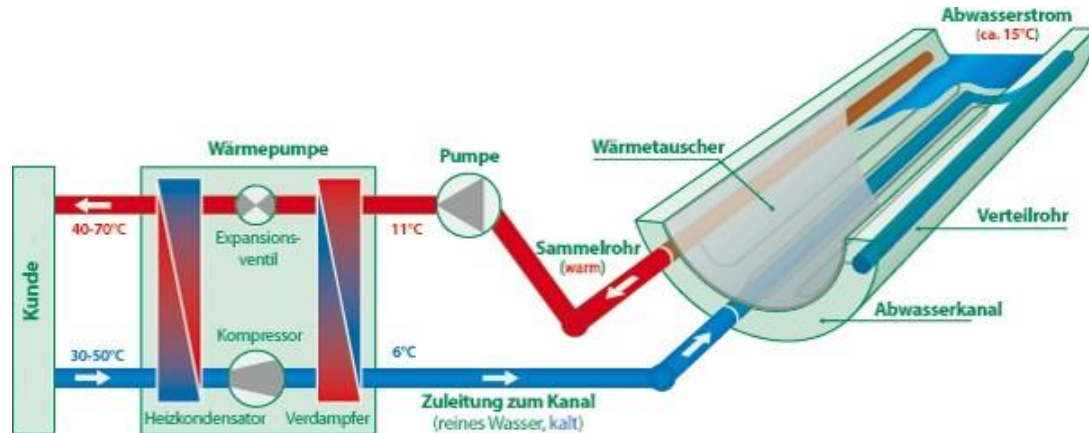


1. Prozess-optimierung	2. Dämmung	3. Brennluft-vorwärmung	4. Heizzwecke	5. Kälte-erzeugung	6. ORC (Organic-Rankine-Cycle)	7. Einspeisung in Wärmenetz
<p>Die Optimierung von Prozessen steht an erster Stelle. Sie verfolgt das Ziel, die Entstehung von Abwärme mittels effizienter Technologien und bedarfsgerechten Betriebsweisen so gering wie möglich zu halten.</p> <p>Temperaturbereich: bis 2.000 °C</p>	<p>Wärmeverluste können durch eine konsequente Dämmung von Anlagen, Rohren und Einbauten - wie Flansche, Armaturen und Ventile - vermieden werden. Eine optimale Dämmung kann die Energiekosten erheblich reduzieren.</p> <p>Temperaturbereich: bis 1.000 °C</p>	<p>Bei hohen Temperaturen kann Abwärme in den Produktionsprozess zurückgeführt werden. Nahelegend ist es, diese Abwärme z.B. zur Vorwärmung von Verbrennungsluft einzusetzen.</p> <p>Temperaturbereich: 150 bis 600 °C</p>	<p>Abwärme kann ideal zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung genutzt werden. Die Abwärme wird dabei direkt in das Heizsystem eingespeist. Dafür genügen oft bereits Temperaturen ab 40 Grad.</p> <p>Temperaturbereich: 40 bis 90 °C</p>	<p>Abwärme kann mittels Absorptions-Kältemaschinen zu Kühlzwecken eingesetzt werden wodurch in der Regel elektrische Energie eingespart wird. Oft ist der Kühlbedarf dann hoch, wenn viel Abwärme zur Verfügung steht.</p> <p>Temperaturbereich: 80 bis 160 °C</p>	<p>Im ORC-Prozess kann Abwärme zur Verdampfung einer organischen Flüssigkeit eingesetzt werden. Der Dampf wird für den Antrieb einer Expansionsmaschine genutzt, die über einen Generator elektrische Energie erzeugt.</p> <p>Temperaturbereich: 120 bis 400 °C</p>	<p>Im Unternehmen intern nicht nutzbare Abwärme kann an Dritte, zum Beispiel benachbarte Unternehmen oder auch an das Nah- bzw. Fernwärmenetz zur Wärmeversorgung weitergegeben werden und dort die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren.</p> <p>Temperaturbereich: 80 bis 150 °C</p>
<p><b>Vermeidung</b></p> <p>Die Optimierung von Prozessen und Verfahren kann sich positiv auf die anfallende Abwärmemenge auswirken. Sie kann im ersten Schritt verringert oder sogar ganz vermieden werden. Beispiele dafür sind die Umstellung von Verfahren auf niedrigere Temperaturen, die Anpassung von Arbeitsschritten oder die Verbesserung konstruktiver Eigenschaften von Anlagen. Auch die Umstellung eines mit Dampf versorgten Systems auf eine Versorgung mit Warmwasser (De-Steaming) vermeidet Abwärme. Im zweiten Schritt sollte geprüft werden, ob alle Anlagen, Rohre und Einbauteile der Rohrleitungen ausreichend gedämmt sind. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn es sich um hohe Temperaturen in den Behältnissen und Rohren handelt.</p>	<p><b>Nutzung im Prozess</b></p> <p>Gelingt es, Abwärme aus einem Prozess zurückzugewinnen, kann diese im selben Prozess bzw. in derselben Anlage weiterverwendet werden. Hierfür kommen in der Regel Wärmeübertrager zum Einsatz. Ist eine direkte Nutzung der Abwärme nicht möglich, sollte die Abwärme auf einem möglichst hohen Temperaturniveau in anderen Prozessen genutzt werden.</p>	<p><b>Nutzung im Betrieb</b></p> <p>Ist eine prozessinterne Nutzung nicht möglich, sollte die Verwendung auf einem möglichst hohen Temperaturniveau in anderen Prozessen, zur Raumheizung oder zur Trinkwassererwärmung angestrebt werden. Dafür ist eine Analyse der Abwärmequellen (z.B. Druckluft, Kälteerzeugung, Lüftungsanlagen und Abgase) und Wärmesenken erforderlich. Gegebenenfalls muss die Wärme dazu zwischengespeichert oder das Temperaturniveau mittels Wärmepumpe erhöht werden. Auch die Erzeugung von Kälte aus Abwärme ist eine bewährte Lösung.</p>	<p><b>Verstromung</b></p> <p>Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von Abwärme ist die Erzeugung von elektrischer Energie. Dafür eignen sich die Dampferzeugung und ORC-Anlagen teilweise auch schon auf niedrigem Temperaturniveau. Wirtschaftlich ist die Verstromung besonders für den Energieverbräucher.</p>	<p><b>Außerbetriebliche Nutzung</b></p> <p>Mit Hilfe zusätzlicher Infrastruktur für den Transport kann Abwärme in das anliegende Nah- oder Fernwärmenetz eingespeist werden. In bestimmten Fällen ist dafür auch eine Nutzung der Abwärme aus Abwasser geeignet.</p>		

# Abwärme aus Abwasser

Die im Abwasser enthaltene Energie kann in Deutschland rechnerisch 14 % des Wärmebedarfs im Gebäudesektor abdecken.

Quelle: Wikipedia

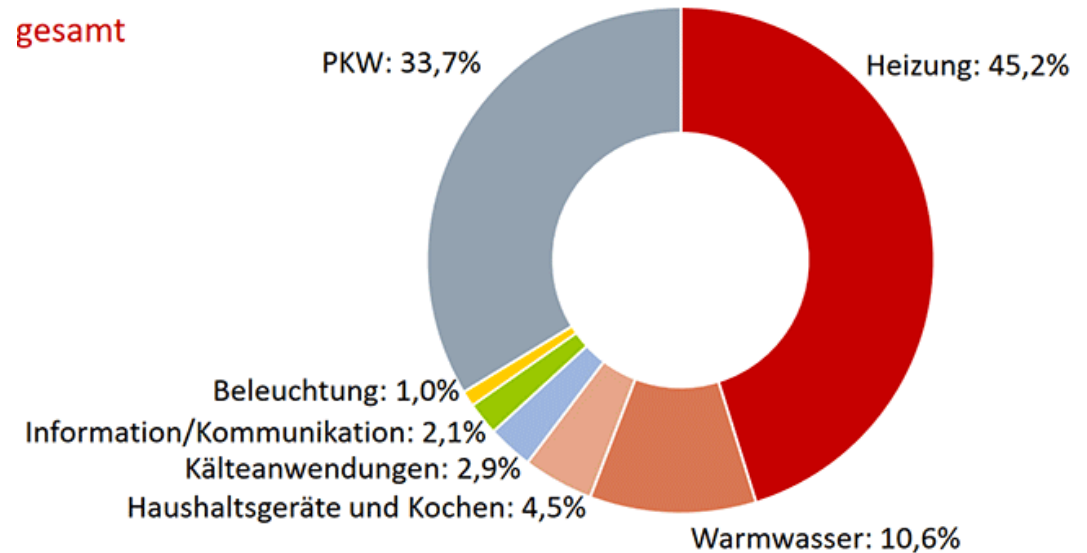


Raumwärme und Warmwasser 2019 ca. 800 TWh  
14% → 112.000.000.000 kWh

Quelle: BMWI 2021a

**112 TWH**

gesamt





# Kalte- und Nahwärmenetze in Quartieren

## Energie aus Abwasser



UHRIG Gruppe

UHRIG Lieferumfang		Kosten
Wärmetauscher	<input checked="" type="checkbox"/>	500 - 1,000 € pro kW Leistung
Erschließung	<input checked="" type="checkbox"/>	entfernungsabhängig 700-1000 €/m



HUBER Abwasserwärmetauscher RoWin



Wärmewende mit dem Therm-Liner von UHRIG



# Referenzen Smart Cities – Quartiere

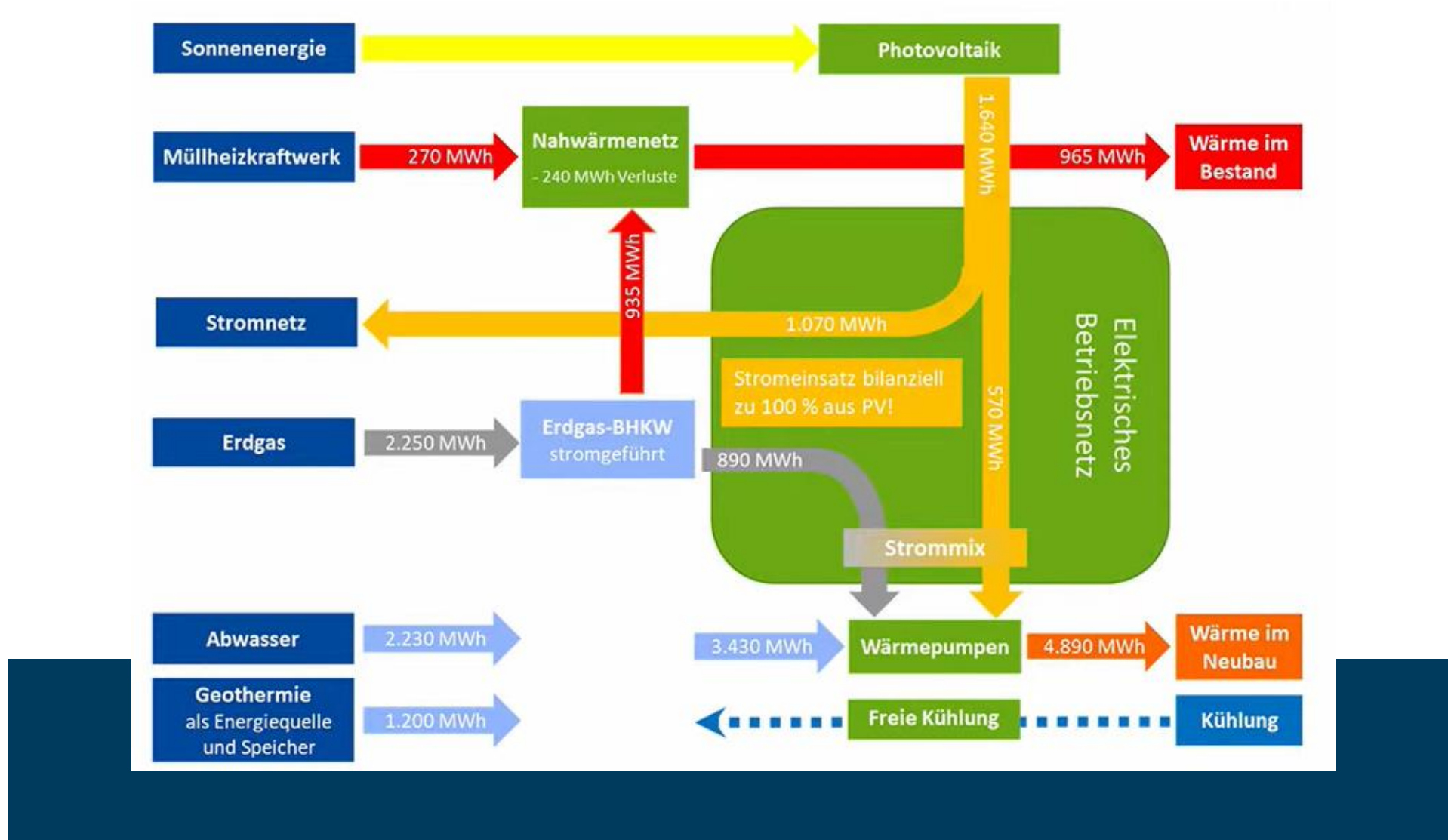
- **Lagarde-Campus Bamberg 1200 Wohnungen**



**Bamberger Vorreiter:  
Zukunftsweisende Wärme  
und Mobilität im neuen  
Stadtviertel Lagarde**

# Referenzen Smart Cities – Quartiere

- **Lagarde-Campus Bamberg**





# Abwärme aus Rechenzentren



In Deutschland haben sich die Kapazitäten der Rechenzentren zwischen 2010 und 2020 ungefähr verdoppelt.

**3.000 große und 50.000 kleine Rechenzentren** gibt es in Deutschland, so die Schätzungen. Ihr Strombedarf pro Jahr: 16 Milliarden Kilowattstunden, mehr als Berlin.

Quelle: Deutschlandfunk

bis zu 6 Mrd. kWh/a an Abwärme aus Rechenzentren

**6 TWH**

EIN MEGA-RECHENZENTRUM VERBRAUCHT SOVIEL STROM WIE EINE GROSSSTADT



Quelle: Eigene Darstellung

 **BORDERSTEP INSTITUT**  
für Innovation und Nachhaltigkeit

# Referenz: Überlandzentrale Mainfranken



## Rechenzentrum beheizt Gewerbegebäude (enwipo.de)

## Rechenzentrum beheizt Gewerbegebäude

von Frank Urbansky | 3. Juli 2018

Das Gelände der Unterfränkischen Überlandzentrale Lülsfeld beherbergt einen Gebäudekomplex, in welchem sich Externe zu Arbeitszwecken einmieten können.

Neben Werkstatt- und Büroräumen befindet sich aktuell auch ein Rechenzentrum im genannten Gebäudekomplex, da die Überlandzentrale Lülsfeld für eine sichere Stromversorgung und schnelle Datenübertragung mittels Glasfaserkabelanschluss sorgt. Der Komplex verfügt über zwei Umspannwerke, sowie ein Notstromaggregat.

Typisch für die hohen Rechenleistungen der Server im Rechenzentrum ist das Entstehen von Abwärme, welche für die Hardwarekomponenten schädlich ist. Folglich müssen die Serverräume konstant gekühlt werden.

Der fränkische Energiedienstleister nutzt die entstehende Abwärme jedoch um die anderen Teile des Gebäudekomplexes in Heizperioden mit Wärme zu versorgen. Somit wird die dem System zugeführte Energie optimal genutzt und Kosten, sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen werden gesenkt.

Das System funktioniert, indem der Rücklauf der Anlage durch einen Pufferspeicher geführt wird, welchem eine Wärmepumpe die nötige thermische Energie zuführt. Als Wärmeübertragungssystem fungiert eine Heiz- und Kühldecke. Die Vorlauftemperatur im Heizbetrieb beträgt 35 °C, im Kühlbetrieb liegt sie bei 16 °C.

### Technische Angaben

- Beheizte Nutzfläche 500 m<sup>2</sup>
- Hersteller Novelan, Emerson
- Jahresarbeitszahl 4,48
- Heizlast 25 kW

Mit den Zielen der Energiewende beschäftigt sich Energieblogger-Kollege Björn Katz hier auf seinem Blog [Stromauskunft](#).



# Kalte- und Nahwärmenetze in Quartieren

B·E·COLOGNE  
BUILDING EQUIPMENT



**Energiespeicher**

**Energiequellen**



# Regeneration durch PVT

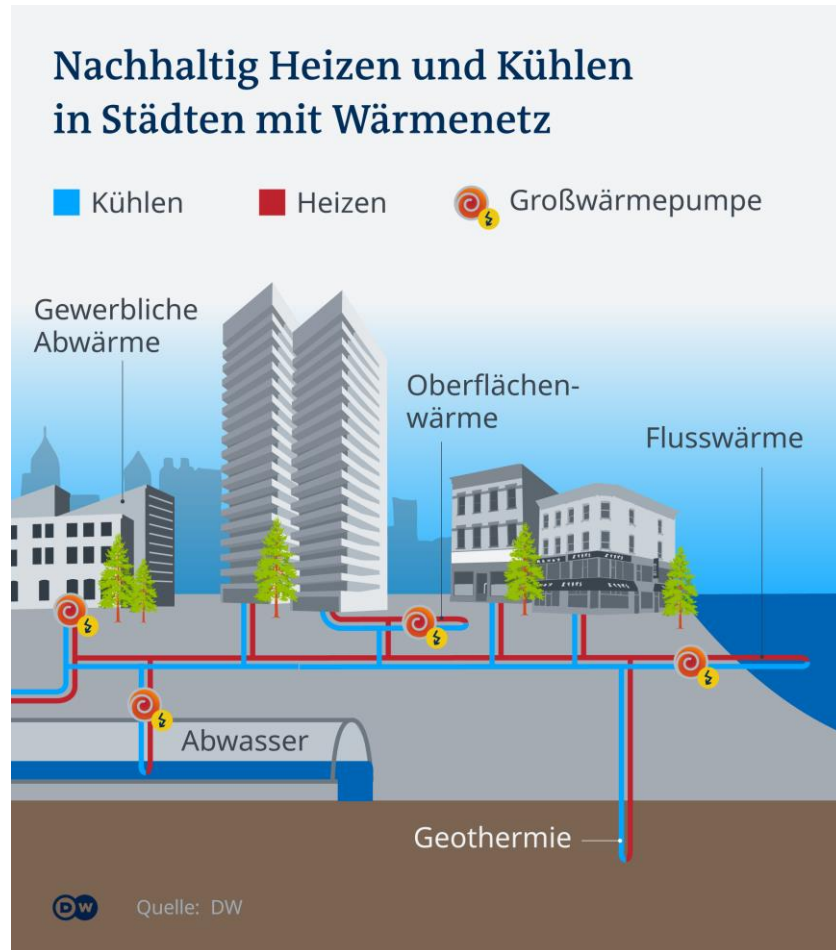


PVT-Kollektoren, Dachabsorber unter PV-Anlage zur Regeneration

Quelle: Stadtwerke SW



# Abwärmepotenzial in Deutschland



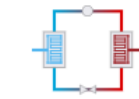
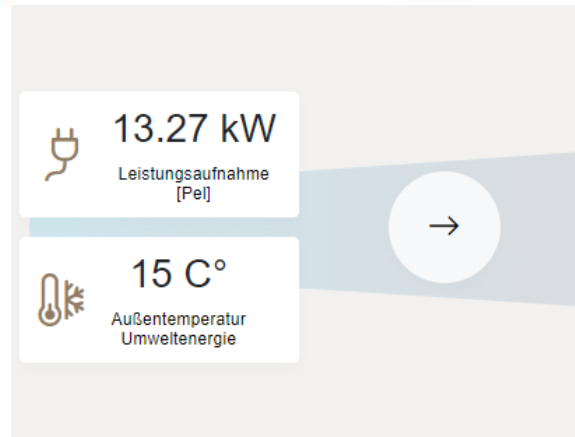
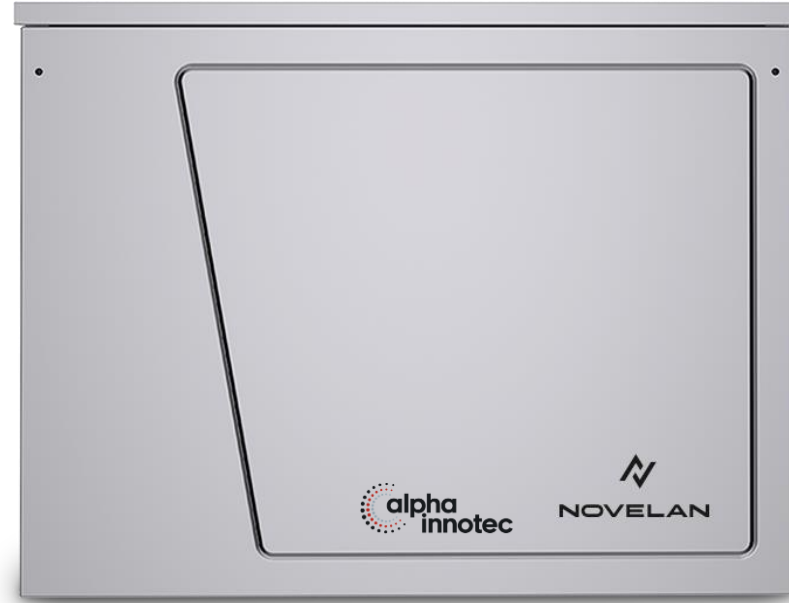
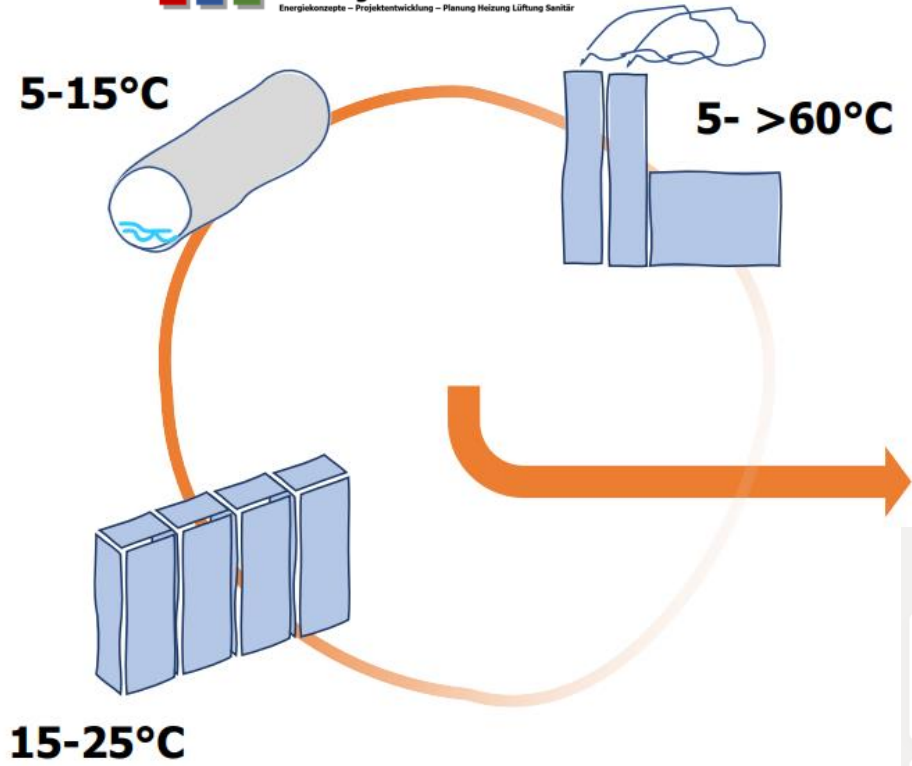
Industrie: 6.944.444.444 kWh  
Abwasser: 112.000.000.000 kWh  
Rechenzentren: 6.000.000.000 kWh  
118.944.444.444 kWh



**119 TWH**

# Abwärme Temperaturen

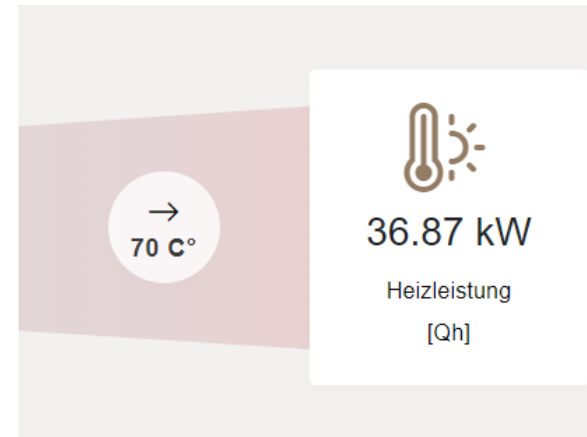
 **Planungsbüro Weidemann**  
Energiekonzepte – Projektentwicklung – Planung Heizung Lüftung Sanitär



SWP291H

**2.78**

Leistungszahl  
[COP]



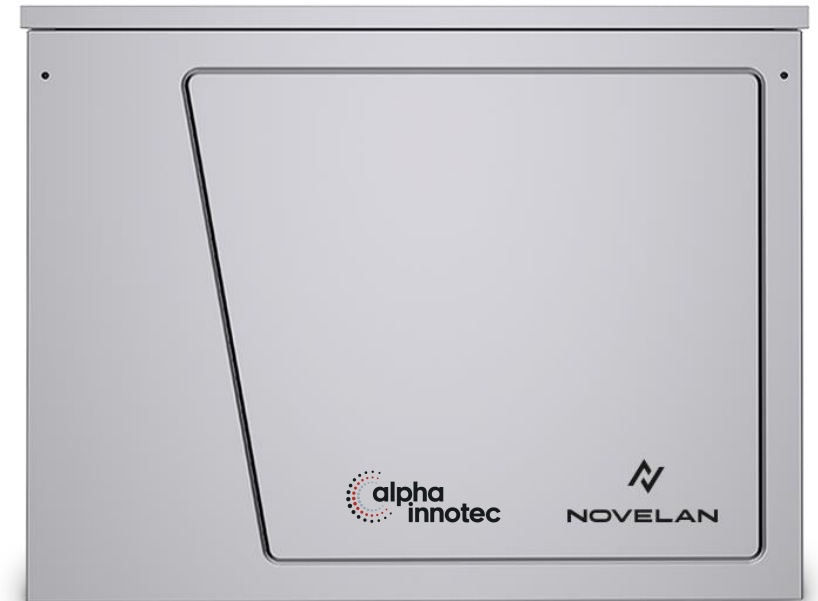


# COP in Abhängigkeit der Wärmequelle bei 55°C



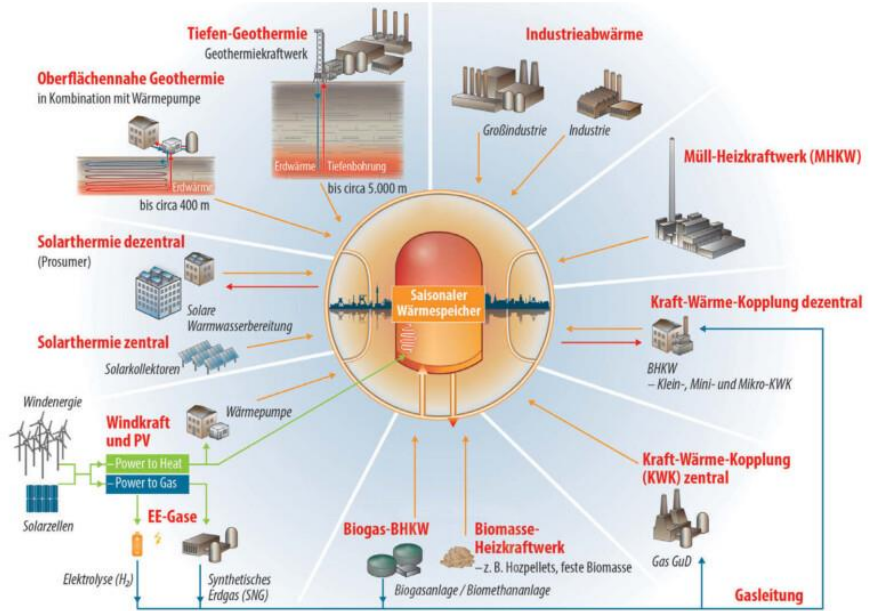
Strom- aufnahme	Wärmequellen - temperatur	COP bei 55°C	Heiz- leistung
8,72 KW	-5°C	2,44	21,28 KW
8,82 KW	0°C	2,8	24,67 KW
8,88 KW	5°C	3,11	27,62 KW
9,72 KW	10°C	3,47	33,76 KW
10,08 KW	15°C	3,9	39,27 KW
10,14 KW	20°C	4,37	44,25 KW
10,13 KW	25°C	4,84	49,07 KW

Der COP benennt das Verhältnis von aufzuwendender Energie und erzeugter Wärme

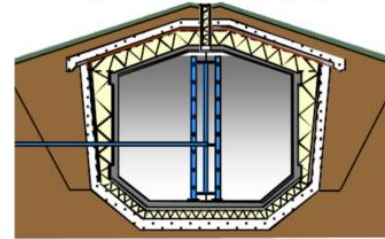


# Kalte- und Nahwärmenetze

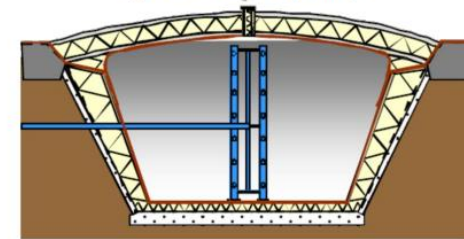
## Grossvolumige saisonale Wärmespeicher



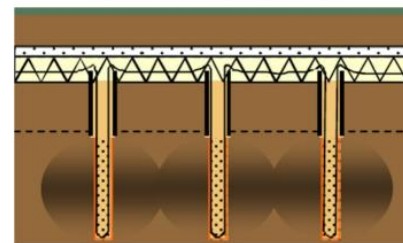
**Behälter-Wärmespeicher**  
(60-80 kWh/m<sup>3</sup>)



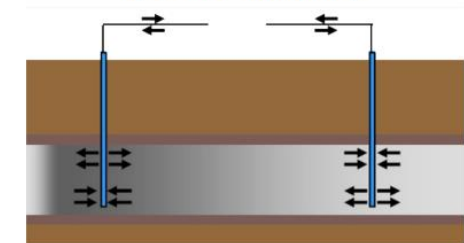
**Erdbecken-Wärmespeicher**  
(60-80 kWh/m<sup>3</sup>)



**Erdsonden**  
(15-30 kWh/m<sup>3</sup>)



**Aquifer und Geospeicher**  
(30-40 kWh/m<sup>3</sup>)



**Prof. Dr. Jörg Worlitschek**  
Lucerne University of Applied Sciences & Arts  
Tel: + 41 41 349 3957  
[joerg.worlitschek@hslu.ch](mailto:joerg.worlitschek@hslu.ch)  
[www.hslu.ch/tes](http://www.hslu.ch/tes)

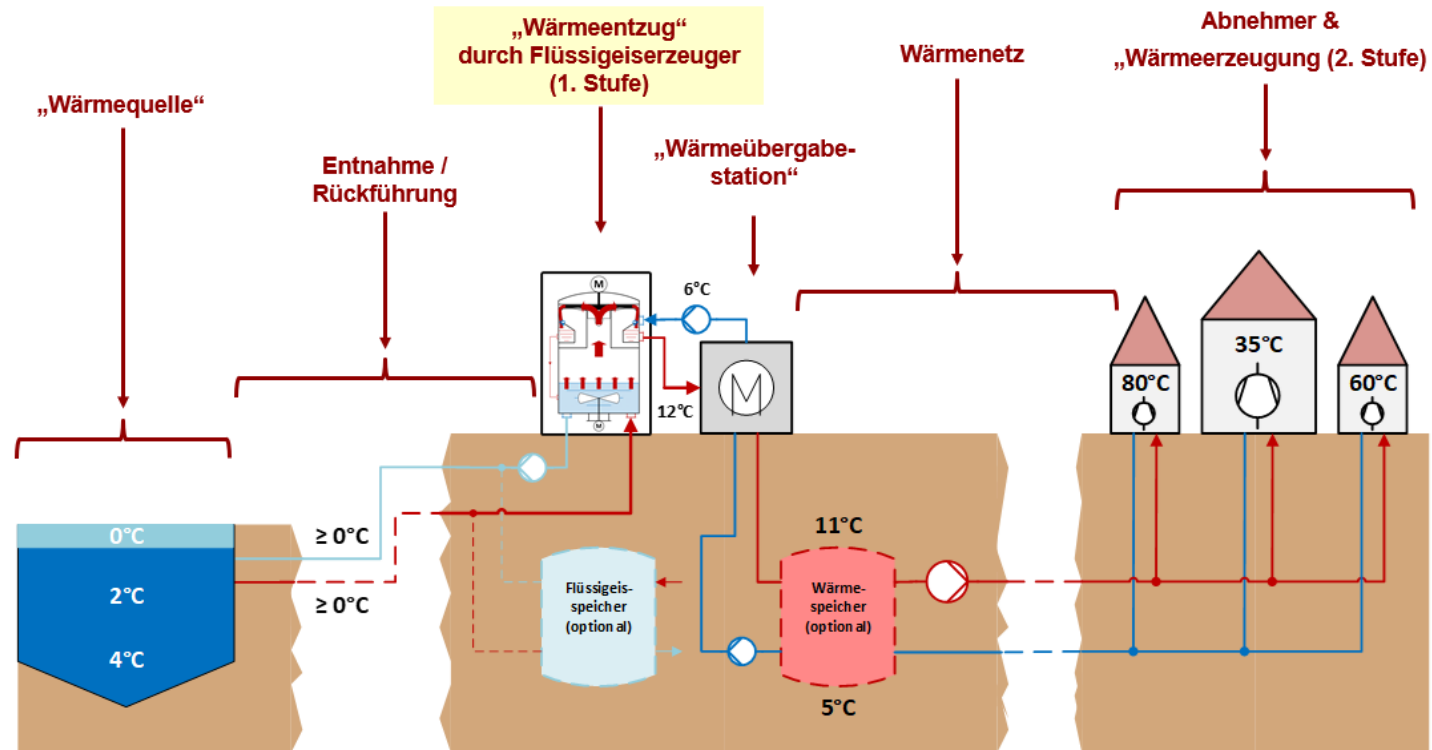
Quelle: Solites, Steinbeis-Stiftung Stuttgart



# Wärmequellen

## Grundprinzip AQVA HEAT

Ganzjährige thermische Erschließung von Gewässern (kaltes Netz)



## Flüssigeiszerzeugung

Quelle: ILK Dresden

# Wärmequellen



## Flüssigeiserzeugung

Quelle: ILK Dresden



# Bundesprogramm effiziente Wärmenetze (BEW)

## Modul 1: Transformationspläne und Machbarkeitsstudien (Förderquote 50%)

Modul 1 zielt auf die Erstellung von Transformationsplänen zur Dekarbonisierung bestehender Netze bis 2045 und von Machbarkeitsstudien für neue Netze mit einem Anteil klimaneutraler Wärme von mind. 75 %. Dabei können Planungsleistungen bis zu Phase 4 nach HOAI mitgefördert werden, die maximale Fördersumme ist auf 600.000 Euro begrenzt.

## Modul 2: Systemische Förderung (40% Förderquote für förderfähige Investitionen)

Die Umsetzungsförderung umfasst den Neubau von Wärmenetzen, die zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energien und Abwärme gespeist werden, sowie die Transformation von Bestandsnetzen. Voraussetzung für eine Förderung ist, dass ein Transformationsplan bzw. Machbarkeitsstudie gem. Modul 1 vorliegt.

## Modul 3 und 4: Einzelmaßnahmen (40% Förderquote für förderfähige Investitionen) und Betriebskostenzuschüsse

Neben der Neuerrichtung von Wärmenetzen oder der systemischen Transformation von Bestandswärmenetzen können auch einzelne Maßnahmen in Wärmenetzen als Einzelmaßnahmen gefördert werden, wie zum Beispiel große Wärmepumpen, Solarthermieanlagen, Biomasseanlagen, Wärmespeicher oder Wärmeübergabestationen. Gänzlich neu ist die Betriebskostenförderungen für Wärme, die für Solarthermieanlagen (2 ct/kWh) und elektrische Wärmepumpen (max. 7 ct/kWh, abhängig von Effizienz und Stromquelle) über 10 Jahre anzusetzen sind.

# Bundesprogramm effiziente Wärmenetze (BEW)

## Modul I: Transformationspläne, Machbarkeitsstudien

- Transformationspläne zum Umbau Bestandsnetze
- Machbarkeitsanalysen für neue EE-Netze
- Inkl. Planungsleistungen bis HOAI Phase 4
- Förderung bis 50 % der förderf. Kosten, max. 2 Mio. €

Voraussetzung

Voraussetzung

## Modul IV: Betriebskostenförderung

- Betriebskostenzuschuss über 10 Jahre für
  - Großwärmepumpen:  
bis 9,2 ct /kWh<sub>th, Umwelt</sub> Netzstrom, bis 3 ct /kWh<sub>th</sub> EE-Strom
  - Solarthermie: 1 ct/kWh<sub>th</sub>

## Modul III: Einzelmaßnahmen

**Einzelmaßnahmen:** Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für den Anschluss von EE-Erzeugern und der Integration von Abwärme sowie für die Erweiterung von Wärmenetzen, Wärmeübergabestationen

- innerhalb 24+12 Monaten umzusetzen
- Einzelmaßnahmen bis zu 40 % der Kosten, bis 100 Mio.€ (inkl. Modul II) ohne EU Notifizierung

## Modul II: Systemische Förderung

### Neubau Wärmenetze mit:

- > 16 Gebäude oder >100 WE
- Temperaturniveau max. 95°C
- > 75% klimaneutrale Wärme

### Transformation Bestand:

- > 50% klimaneutrale Wärme, 100% klimaneutral bis 2045
- Keine VL-Temp. Vorgabe

### Förderfähige Wärmequellen

- Solarthermie
- Wärmepumpen
- Geothermie
- Biomasse (eingeschränkt)
- Power to Heat (PtH) und Abwärme
- Spitzenkessel

### Förderfähige Wärmeinfrastruktur inkl. Übergabestationen, Speicher und MSR

- Inkl. Planungsleistungen ab HOAI Phase 5
- Umsetzungszeitraum 48+24 Monate
- Förderung bis 40 % der förderfähigen Kosten, bis 100 Mio.€ ohne EU Notifizierung



Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit

