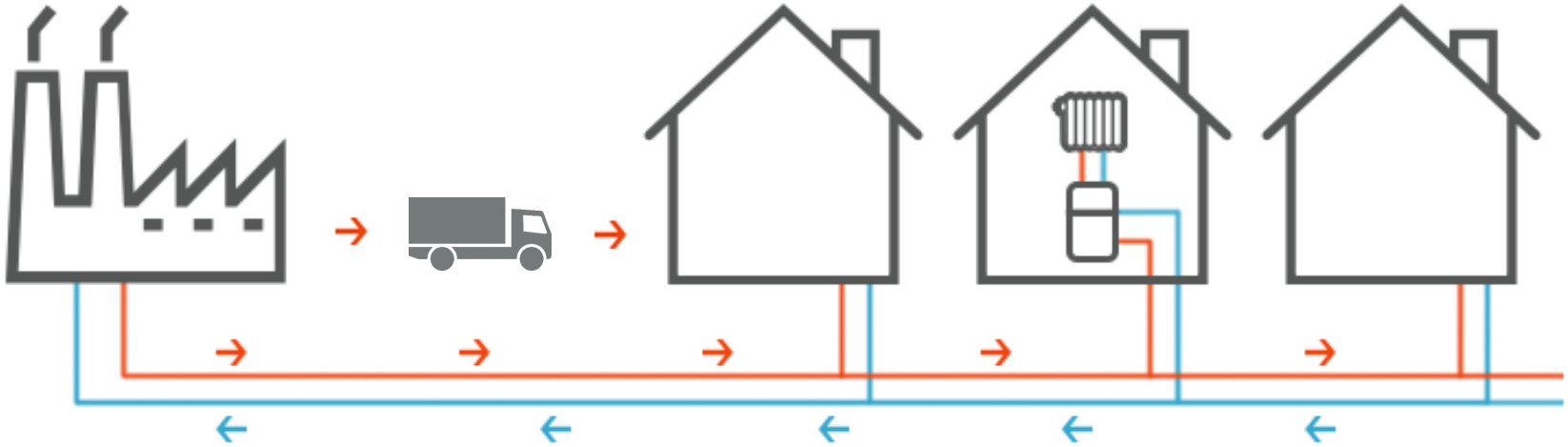
"ABWÄRMENUTZUNG" - VON DER INDUSTRIE IN DIE WOHNGEBÄUDE

Markus Fritz

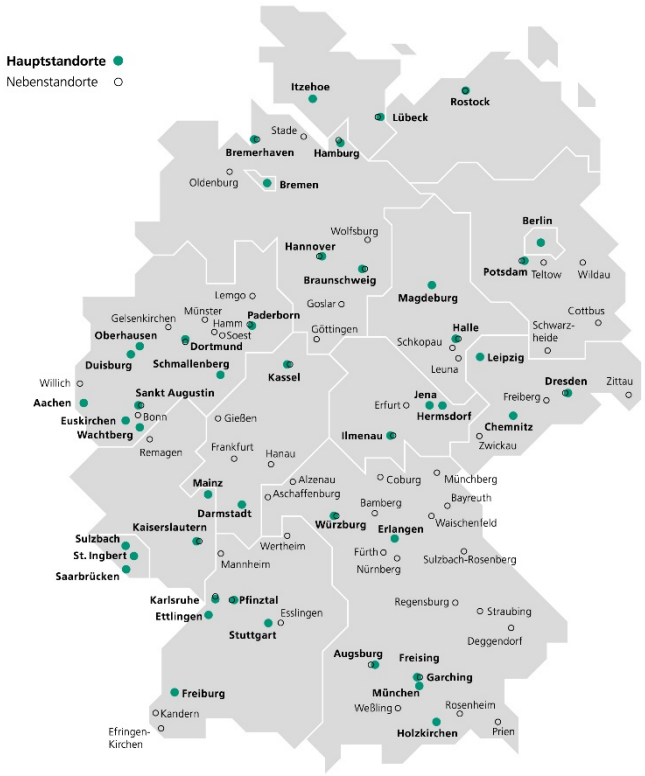


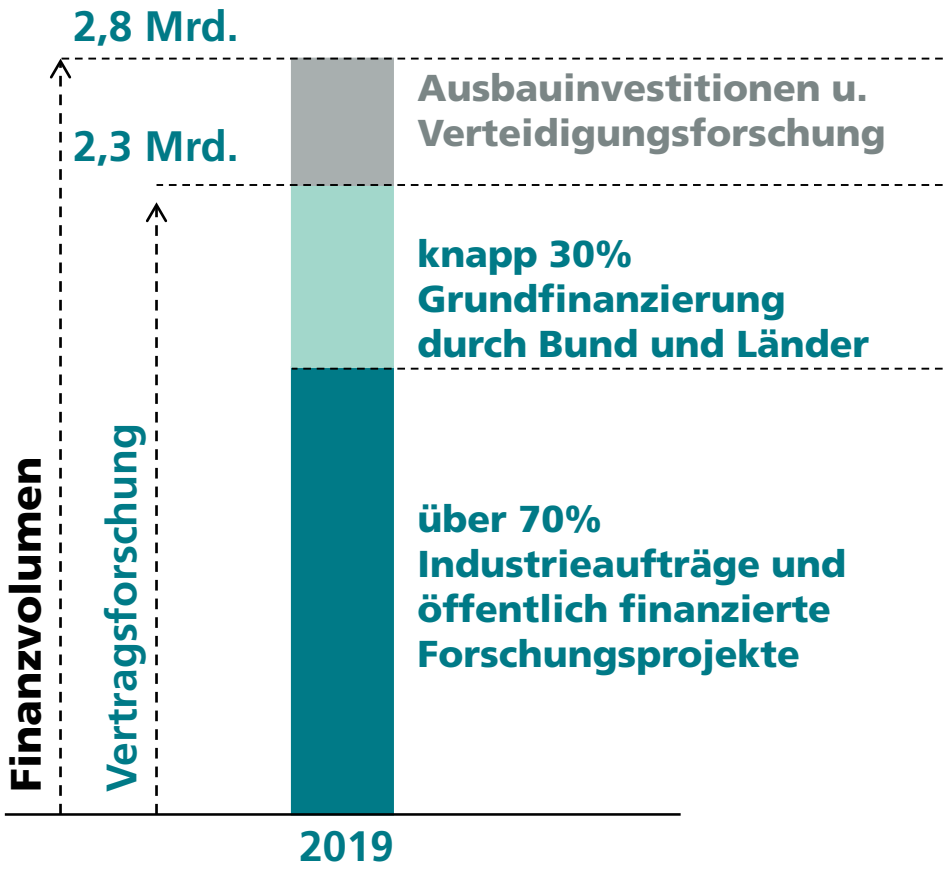
Die Fraunhofer Gesellschaft

Anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft

28 000
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

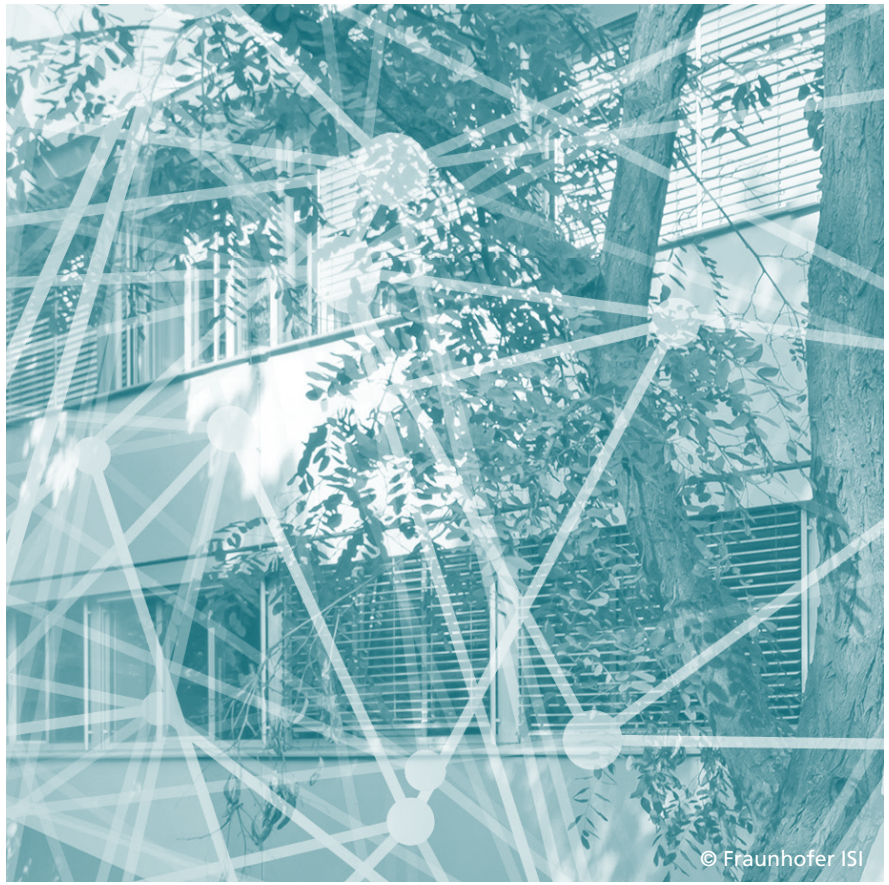
74 Institute und Forschungseinrichtungen





Das Fraunhofer ISI

- **Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter** zum 31. Dezember 2019: **252**
- **Haushalt 2019: knapp 28,6 Millionen Euro**
  - davon rund 22,4 Millionen Euro externe Erträge und
  - rund 6,2 Millionen Euro Grundfinanzierung
- **rund 400 Forschungs- und Beratungsprojekte pro Jahr**



Competence Center

Unsere Kunden:
Politik, Industrie, Forschung und NGOs

Die Bundesregierung

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Bundesministerium für Bildung und Forschung

European Commission

DG Enterprise and Industry

DG Research and Innovation

DG Energy

DG Climate

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

BUNDESSTELLE FÜR ENERGIE EFFIZIENZ

Institute for Industrial Productivity

Boehringer Ingelheim

RWE

EnBW

IEC

KFW
Bank aus Verantwortung

DENEFF
DEUTSCHE UNTERNEHMENSINITIATIVE ENERGIEEFFIZIENZ

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

WWF®

enPower Podcast

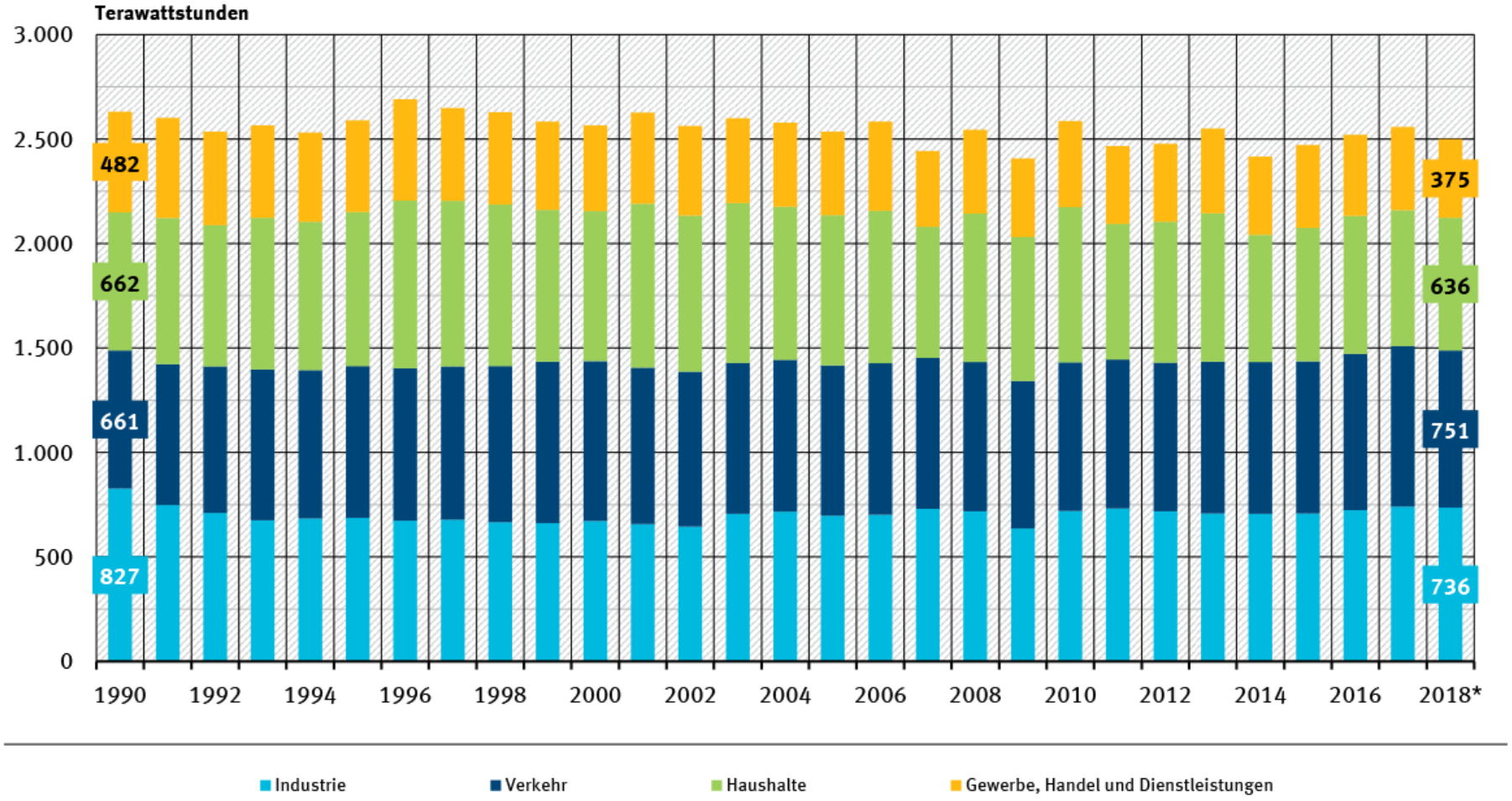
- Wir wollen einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten
- Seit Anfang 2020 mit bisher 50 Folgen
- >7.000 Abonnenten und >150.000 Streams
- Überall wo es Podcasts gibt oder auf www.enpower-podcast.de

@enpower.podcast

AGENDA

1. Warum ist das Thema Abwärme relevant?
2. Innovative Ansätze
3. Hemmnisse und Barrieren
4. Fazit

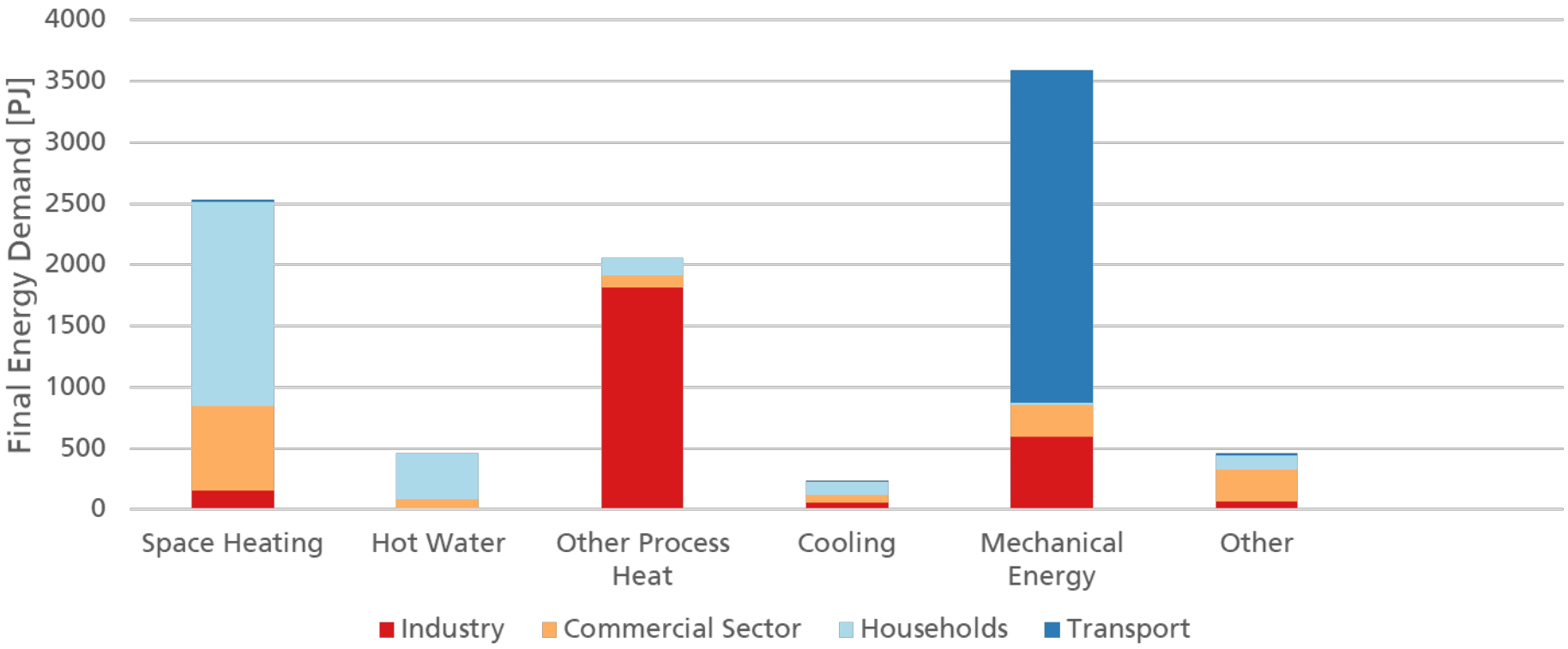
Wo müssen wir handeln?



* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018, Stand 10/2019

Energieverbrauch nach Sektoren

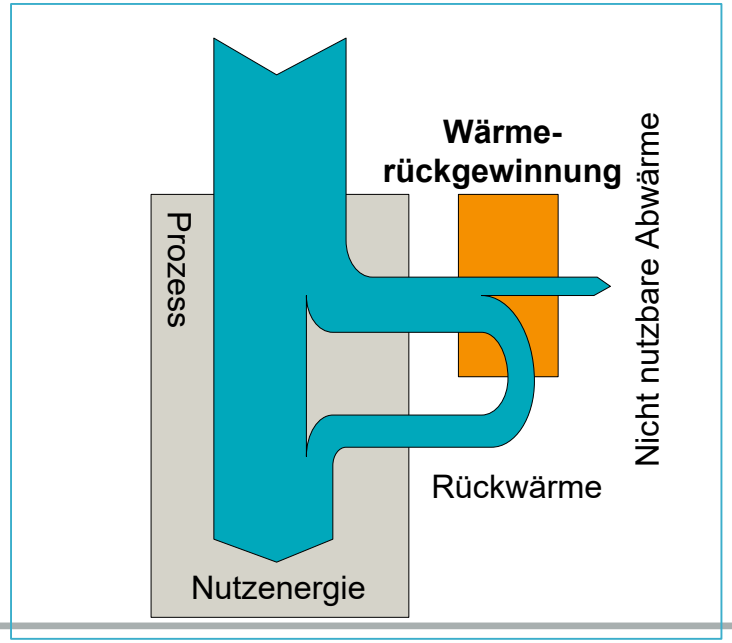


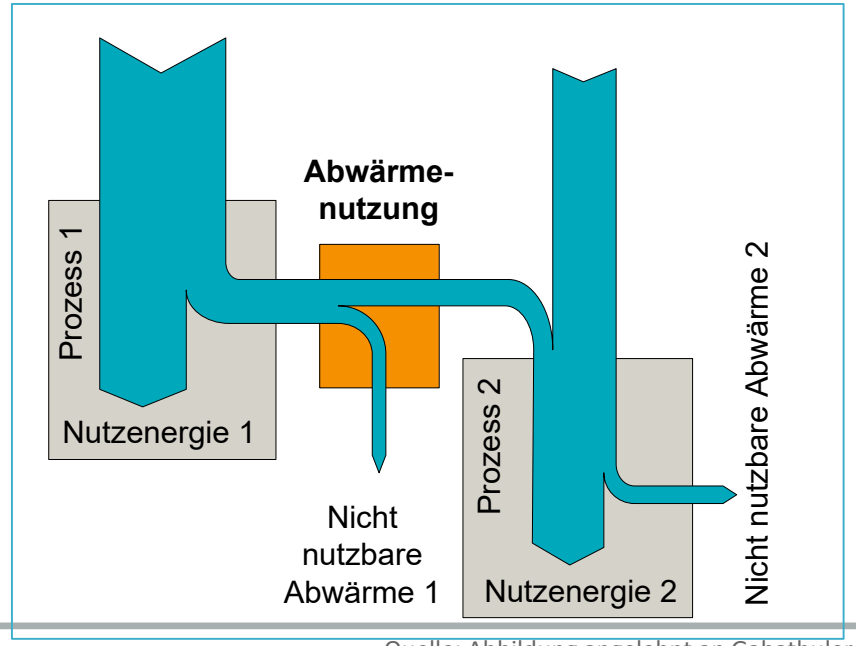
Endenergieverbrauch nach Sektoren in Deutschland
(AG Energiebilanzen e.V. 2018)

Warum ist das Thema industrieller Abwärmenutzung relevant?

Abwärme ist Wärme, die als Nebenprodukt anfällt und derzeit ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird, künftig jedoch einen Nutzen für die Gesellschaft haben könnte.

- durch thermodynamische Beschränkungen
- durch Ineffizienzen von Ausrüstung und Prozessen





Quelle: Abbildung angelehnt an Gabathuler (1994).

Verwertungsmöglichkeiten für Abwärme

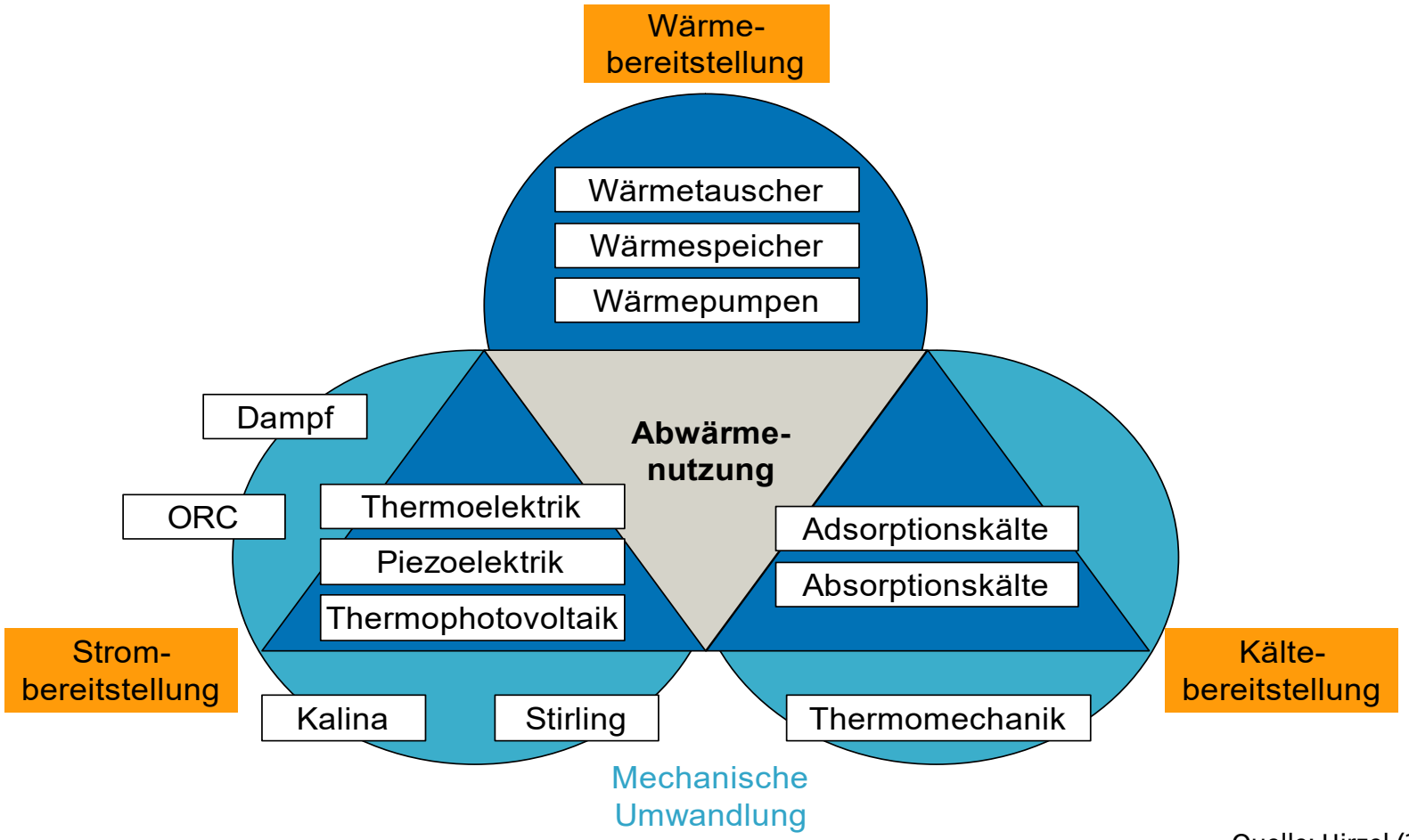
Anlagen- bzw. prozessinterne Nutzung → **Betriebsinterne Nutzung** → **Externe Nutzung**

Wesentliche Einflussfaktoren auf die Verwertbarkeit von Abwärme:

- Abwärmeleistung/-menge
- Temperaturniveau
- Zusammensetzung
- Bündelung
- Gleichzeitigkeit (Quelle und Senke)
- Nutzungsdauer
- Räumliche Nähe

Relevante Charakteristika abhängig von betrachteten Fragestellung

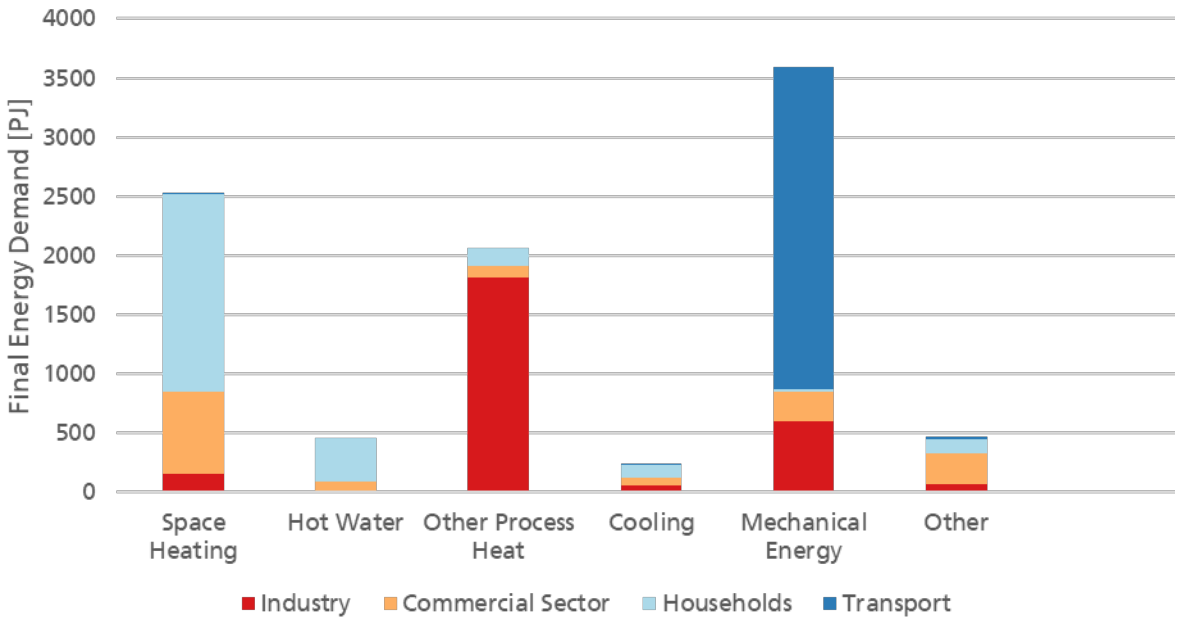
Verwertungsmöglichkeiten für Abwärme



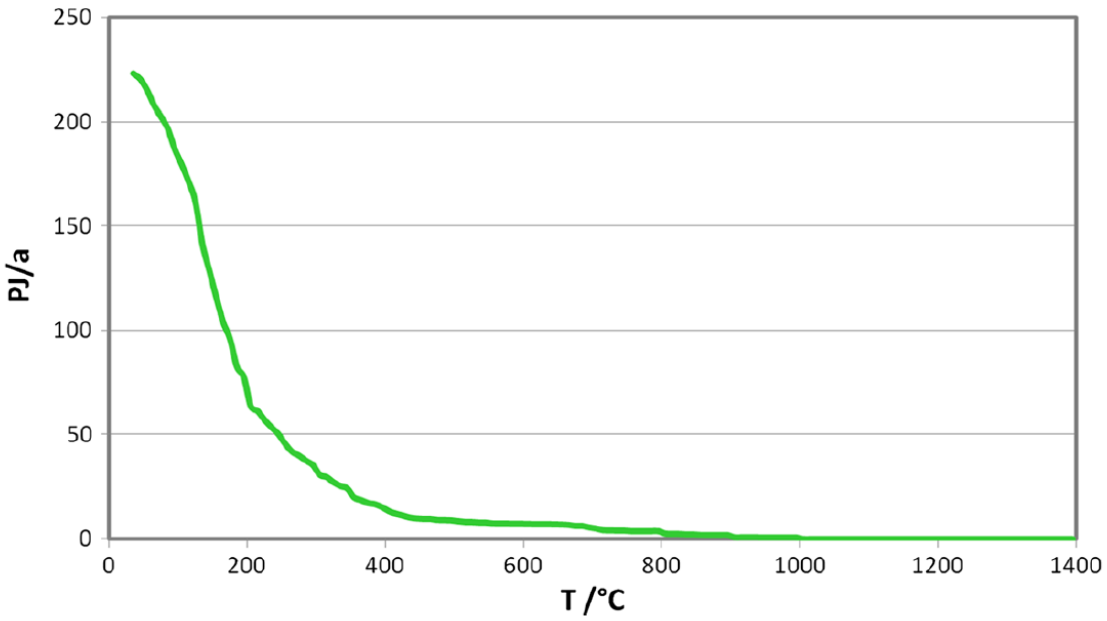
Quelle: Hirzel (2013)

Problemstellung

- In Deutschland über 30% der Endenergie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser
- Abwärmepotential ist vor allem in niedrigen Temperaturbereichen vorhanden



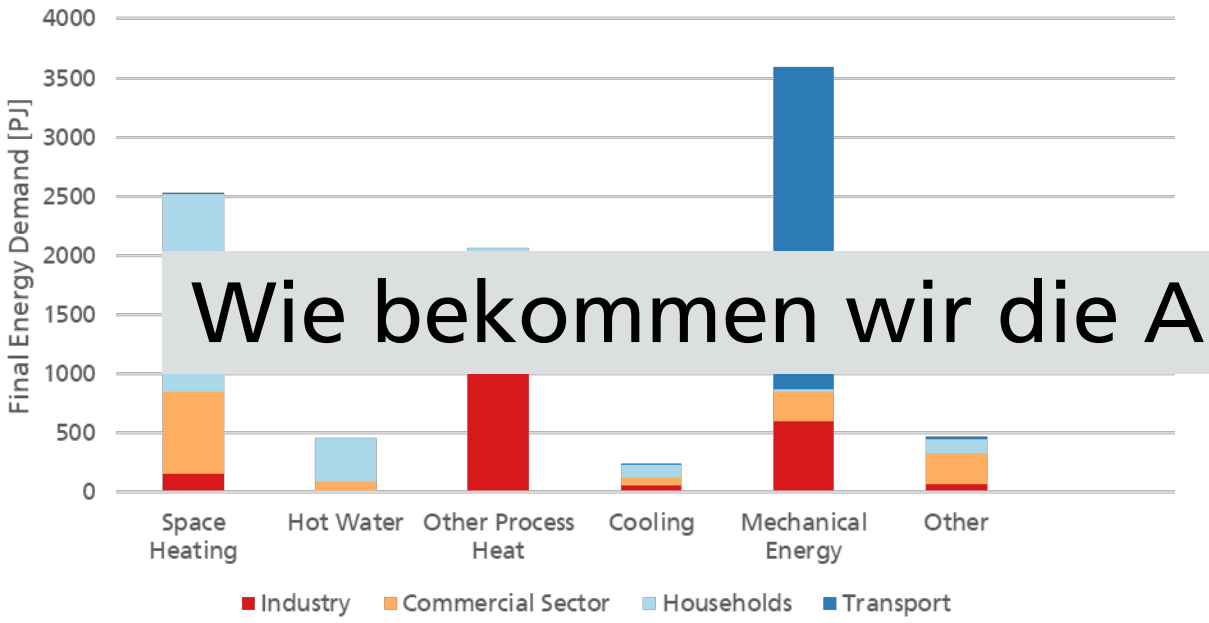
Endenergieverbrauch nach Sektoren in Deutschland (AG Energiebilanzen e.V. 2018)



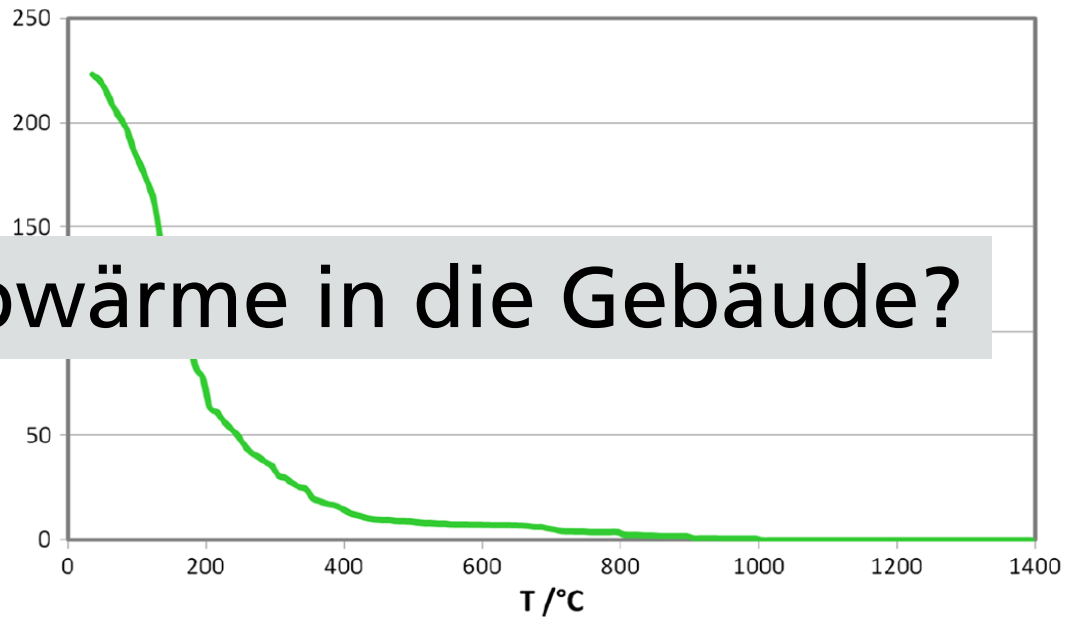
Industrielles Abwärmepotential für Deutschland (Brueckner et. al 2016)

Problemstellung

- In Deutschland über 30% der Endenergie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser
- Abwärmepotential ist vor allem in niedrigen Temperaturbereichen vorhanden



Endenergieverbrauch nach Sektoren in Deutschland (AG Energiebilanzen e.V. 2018)



Industrielles Abwärmepotential für Deutschland (Brueckner et. al 2016)

Wie bekommen wir die Abwärme in die Gebäude?

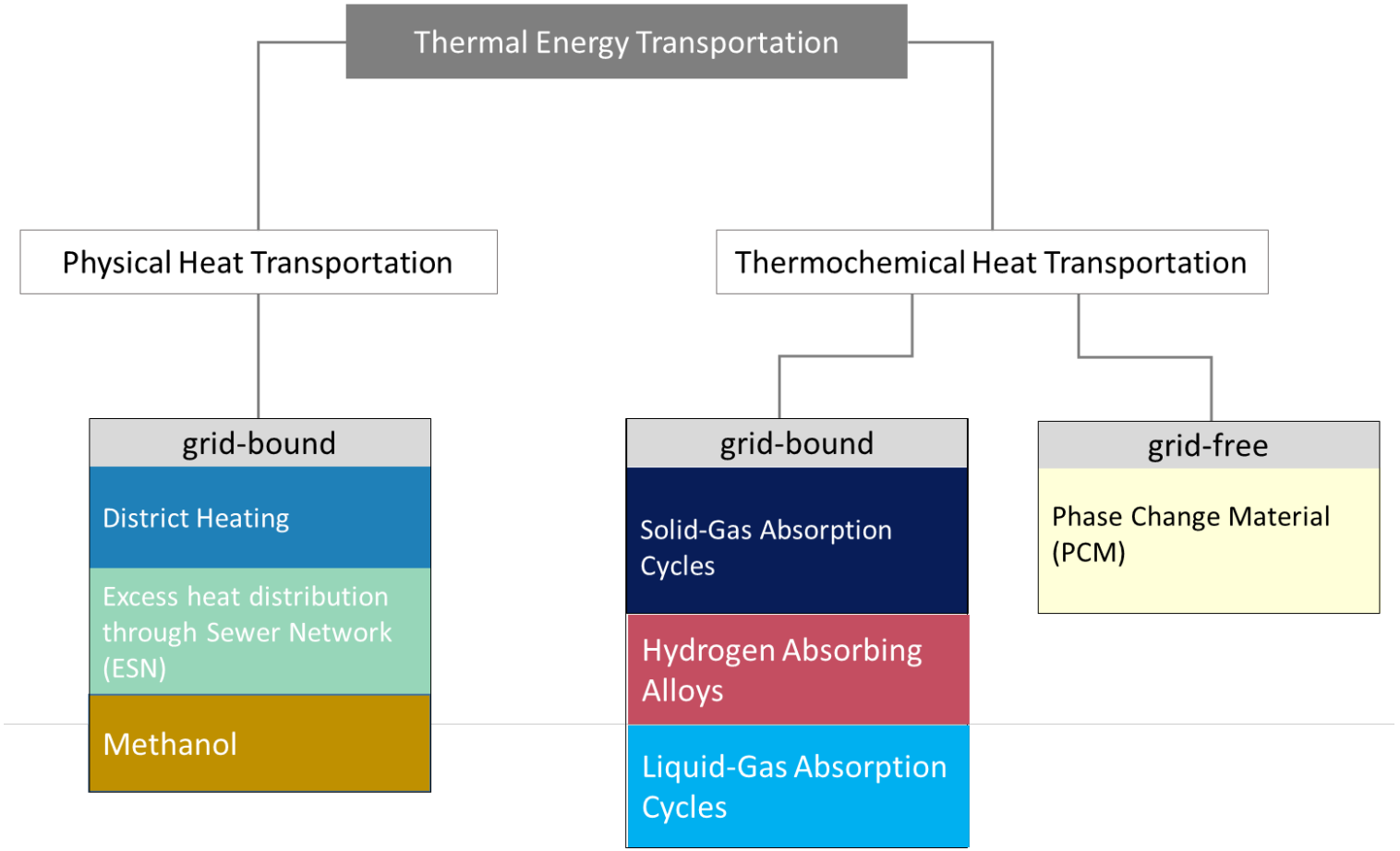
AGENDA

1. Warum ist das Thema Abwärme relevant?
2. Innovative Ansätze
   i. Technologievorstellung
   ii. Potenziale
3. Hemmnisse und Barrieren
4. Fazit

AGENDA

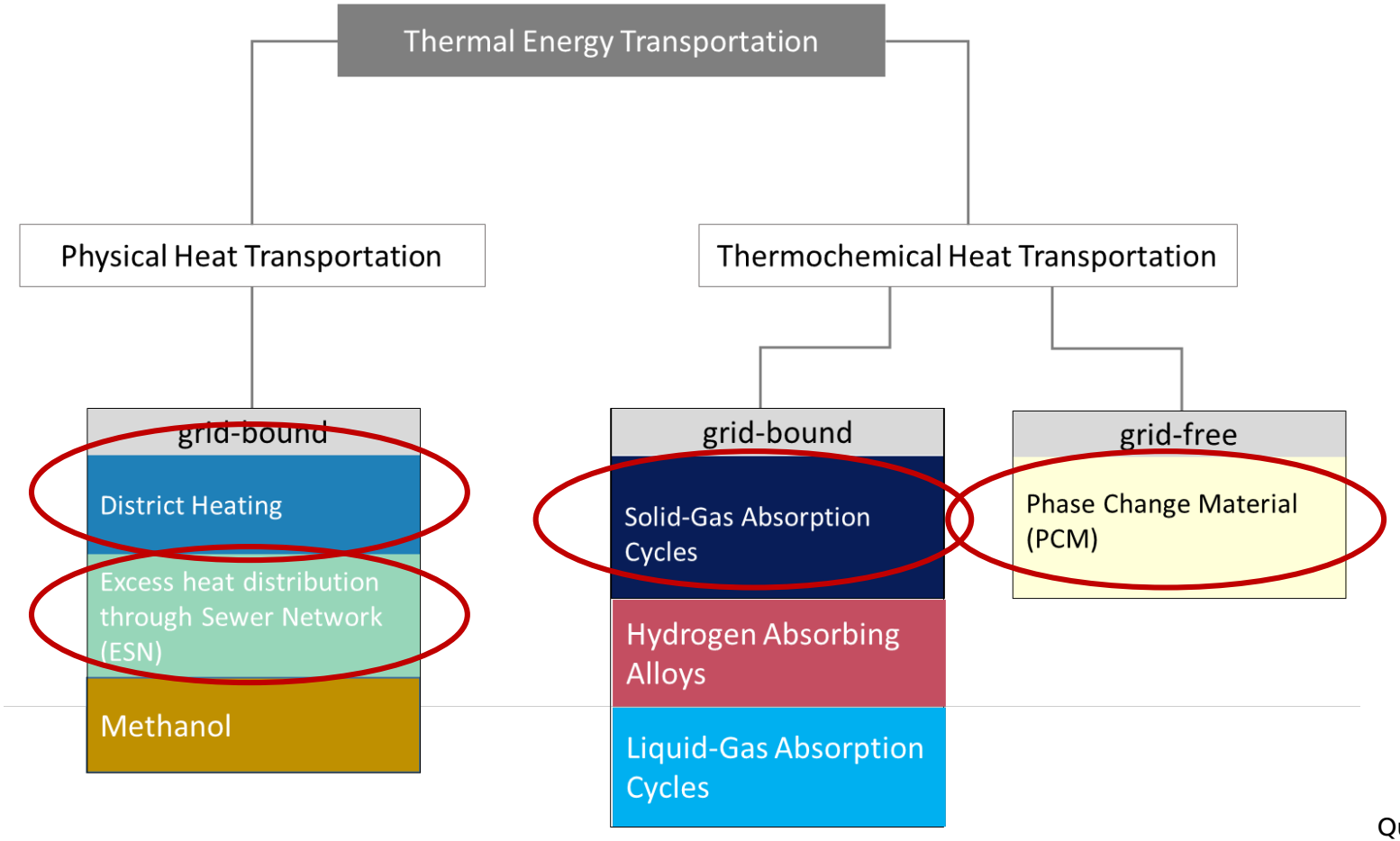
1. Warum ist das Thema Abwärme relevant?
2. Innovative Ansätze
   i. Technologievorstellung
   ii. Potenziale
3. Hemmnisse und Barrieren
4. Fazit

Mögliche Technologien Für den Transport von Abwärme



Quelle: Fritz et. al (2022)

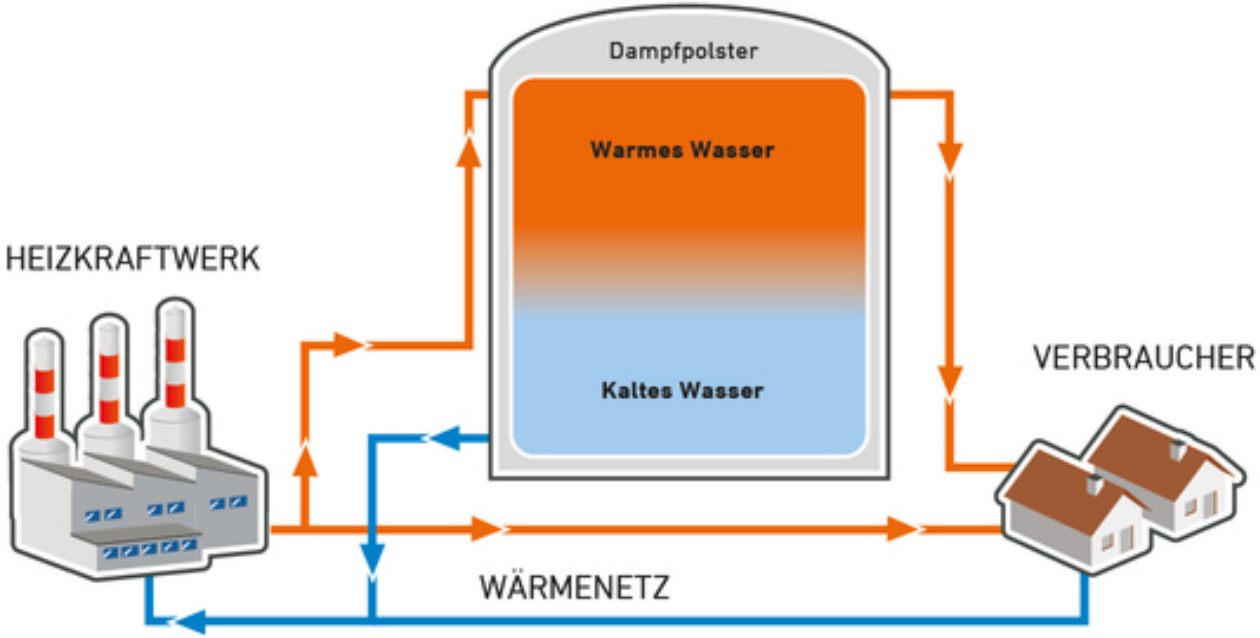
Mögliche Technologien Für den Transport von Abwärme



Quelle: Fritz et. al (2022)

District Heating (Wärmenetze)

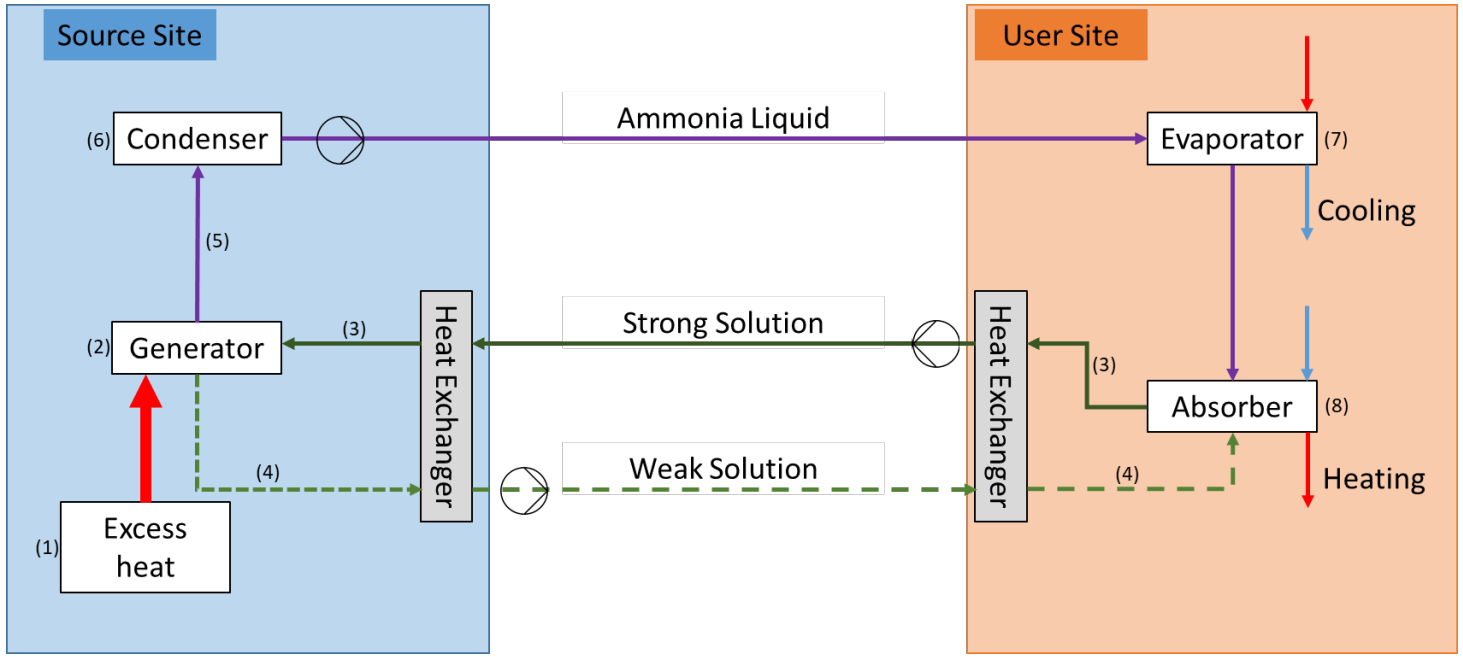
- Bekannteste Technologie des Wärmetransports
- Wird zukünftig eine größere Rolle spielen
- Temperaturen im Bereich von 80-120°C
- Mittlerweile auch LowEx Netze



Agentur für erneuerbare Energien (2021)

Solid-Gas Absorption

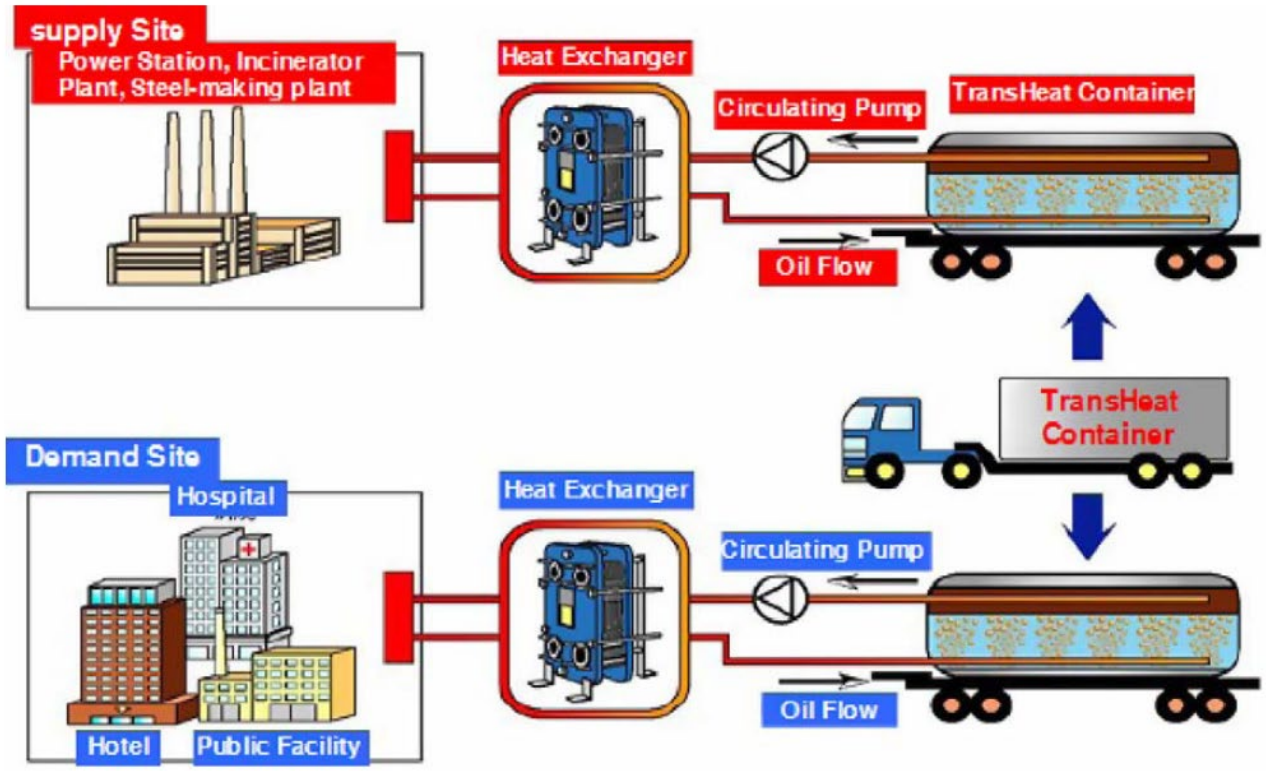
- Thermo-chemischer Prozess durch Änderung der Konzentration in einer Lösung
- Energie kann bei Umgebungstemperatur transportiert werden
- Generelle Installation aufwändiger als bei Wärmenetzen



Quelle: Fritz et. al (2022)

Phase Change Materials (PCM)

- Wärmespeicherung als latente Wärme
- PCM wird durch den Energieeintrag flüssig
- Energie wird bei konstanter Temperatur abgegeben
- Als Energiespeicher mögliche Ergänzung zu Wärmenetzen



Quelle: Ma et. al (2009)

Lösungsansätze der innovativen Abwasserwärmenutzung über das vorhandene Kanalsystem

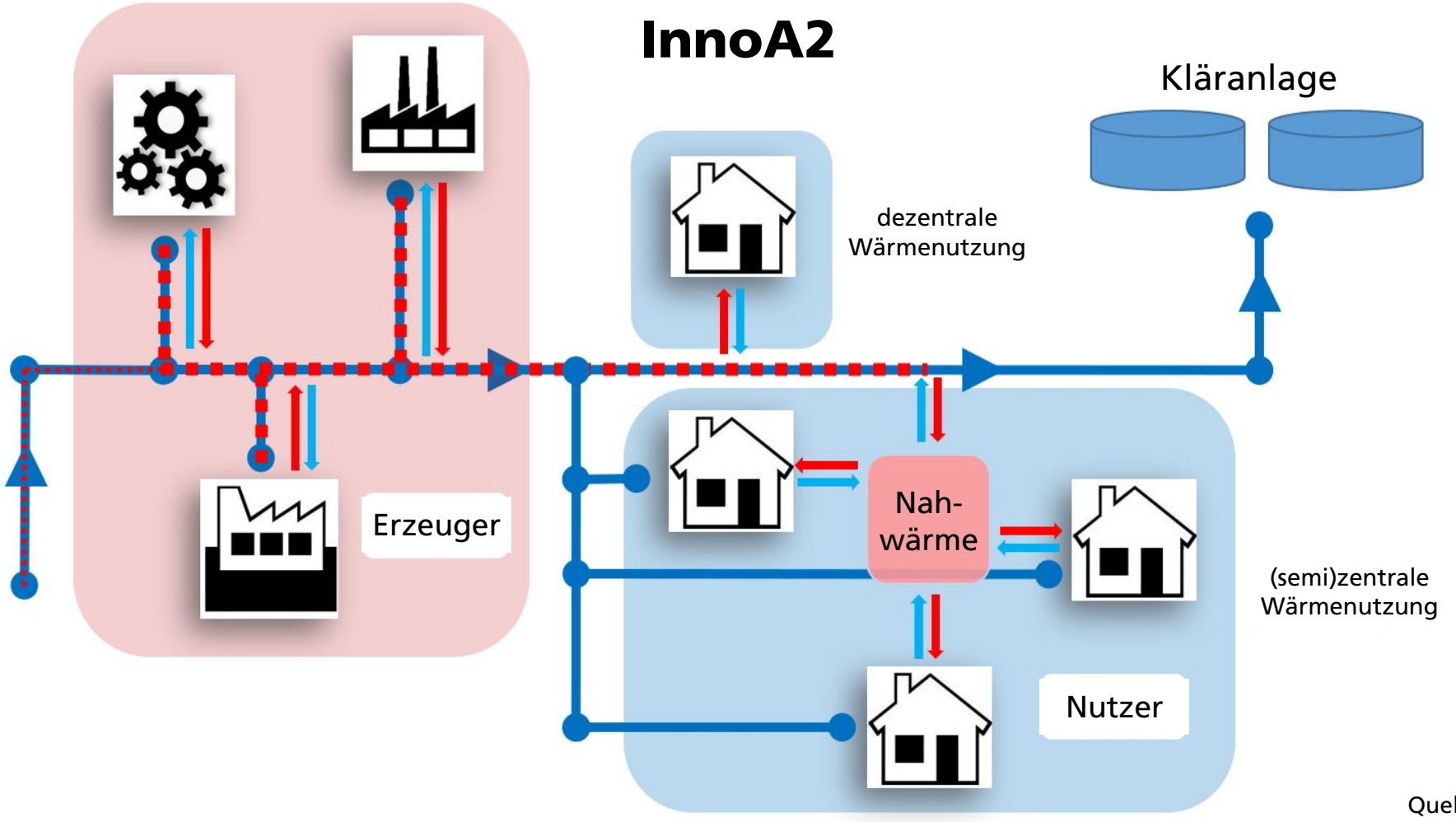
Innovativer Ansatz

- Übertragung bislang ungenutzter Abwärme auf das Abwasser
- (Moderate) Erhöhung der Abwassertemperatur
  - keine Veränderung des Volumenstroms
  - erhebliche Verbesserung der Effizienz von Wärmepumpen
- Wärmetransport über bestehende Abwasserinfrastruktur („Wärmenetz“)
- Nutzung „stromabwärts“ durch Wärmetauscher und Wärmepumpen

Abgrenzung

- Bisherige Projekte konzentrieren sich lediglich auf die Nutzung der im Abwasser „natürlicherweise“ vorhandenen Wärme

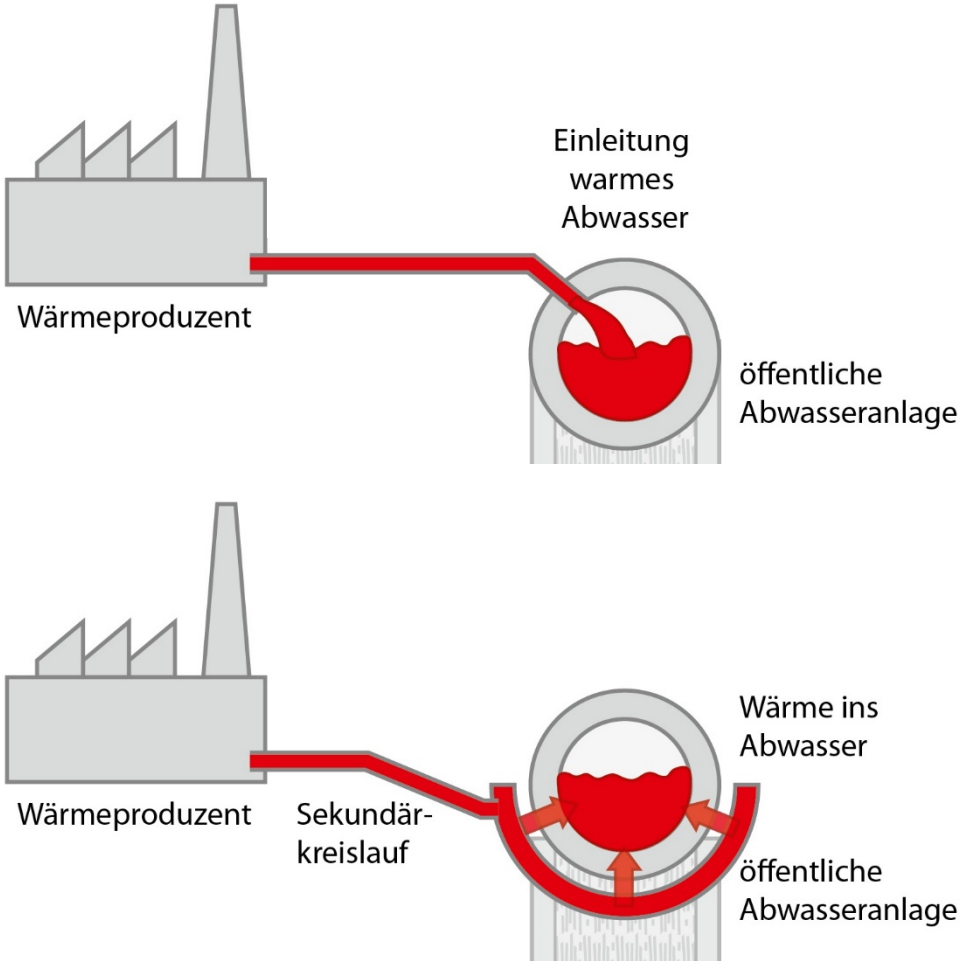
Funktionsweise innovative Abwasserwärmenutzung



Quelle: Fritz; Aydemir 2019

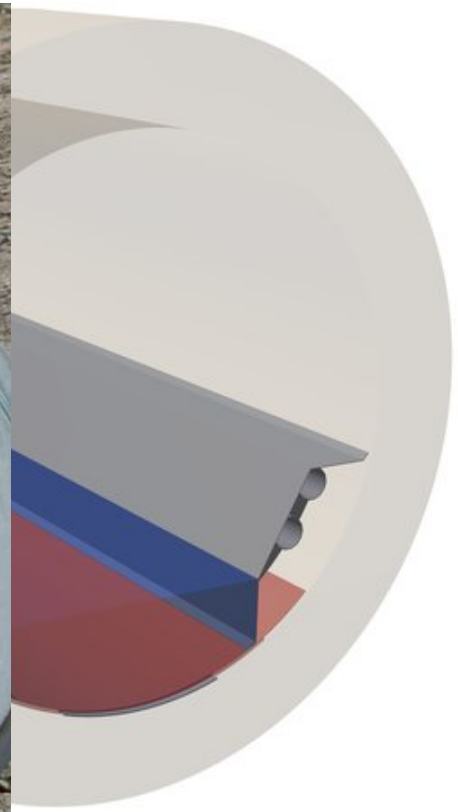
(Quelle: Eigene Darstellung)

Wärmetauscher



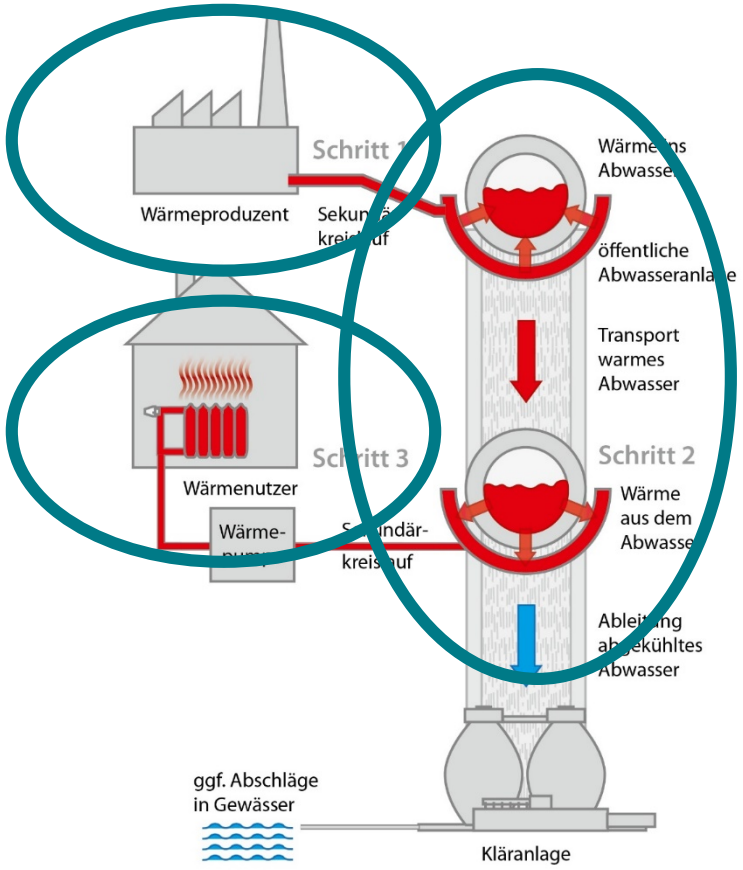
source: Schratz 2018

source: Badenova 2007



source: Kasag 2019: https://bit.ly/32xeMDA

Weitergehende Regelungen

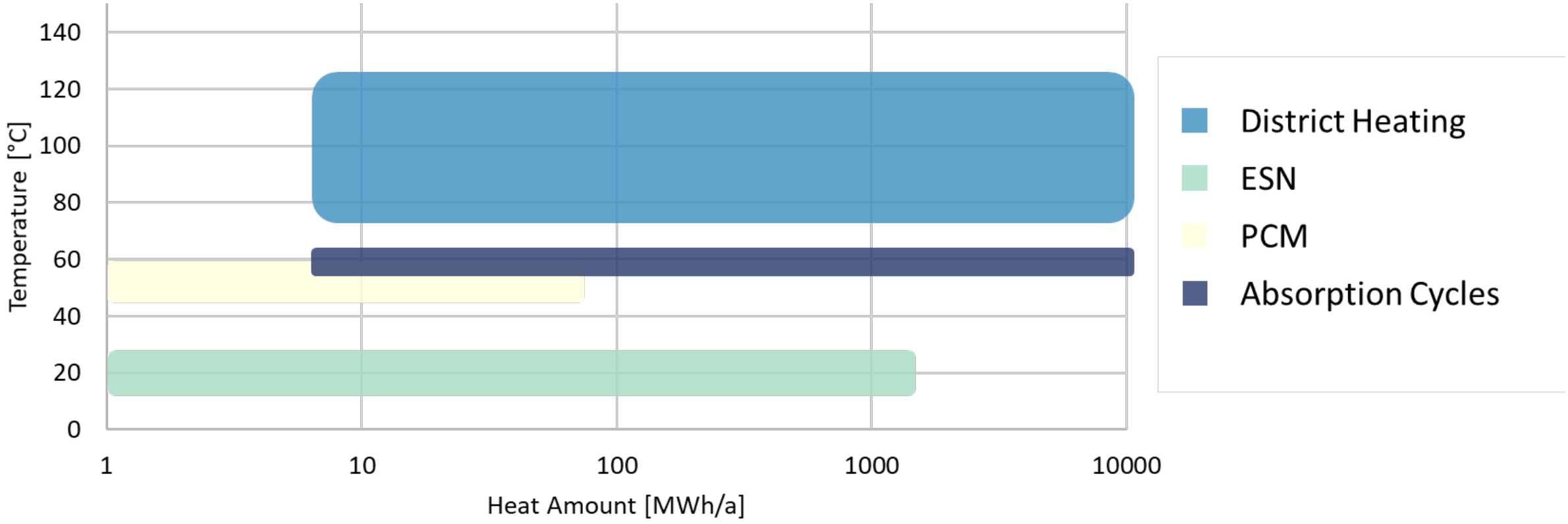


(Quelle: InnoA2 Abschlussbericht Teil 1)

„Akteure“ im System

- Wärmegeber (Industrieunternehmen)
- Wärmeüberträger (Kanalnetzbetreiber)
- Wärmenutzer
- Systemanbieter (Betreiber)

Anwendungsbereiche der Technologien

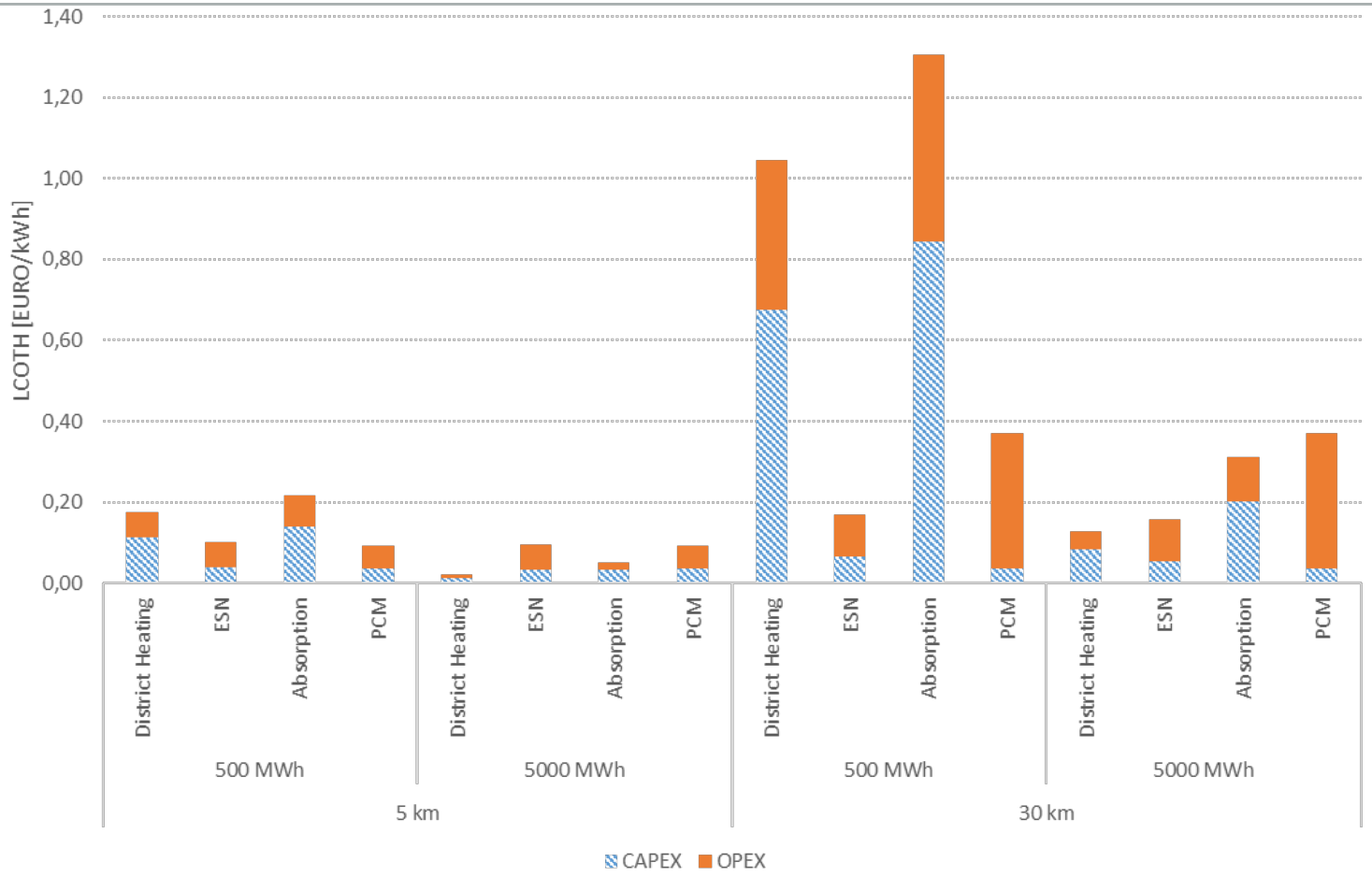


Quelle: Fritz et. al (2022)

AGENDA

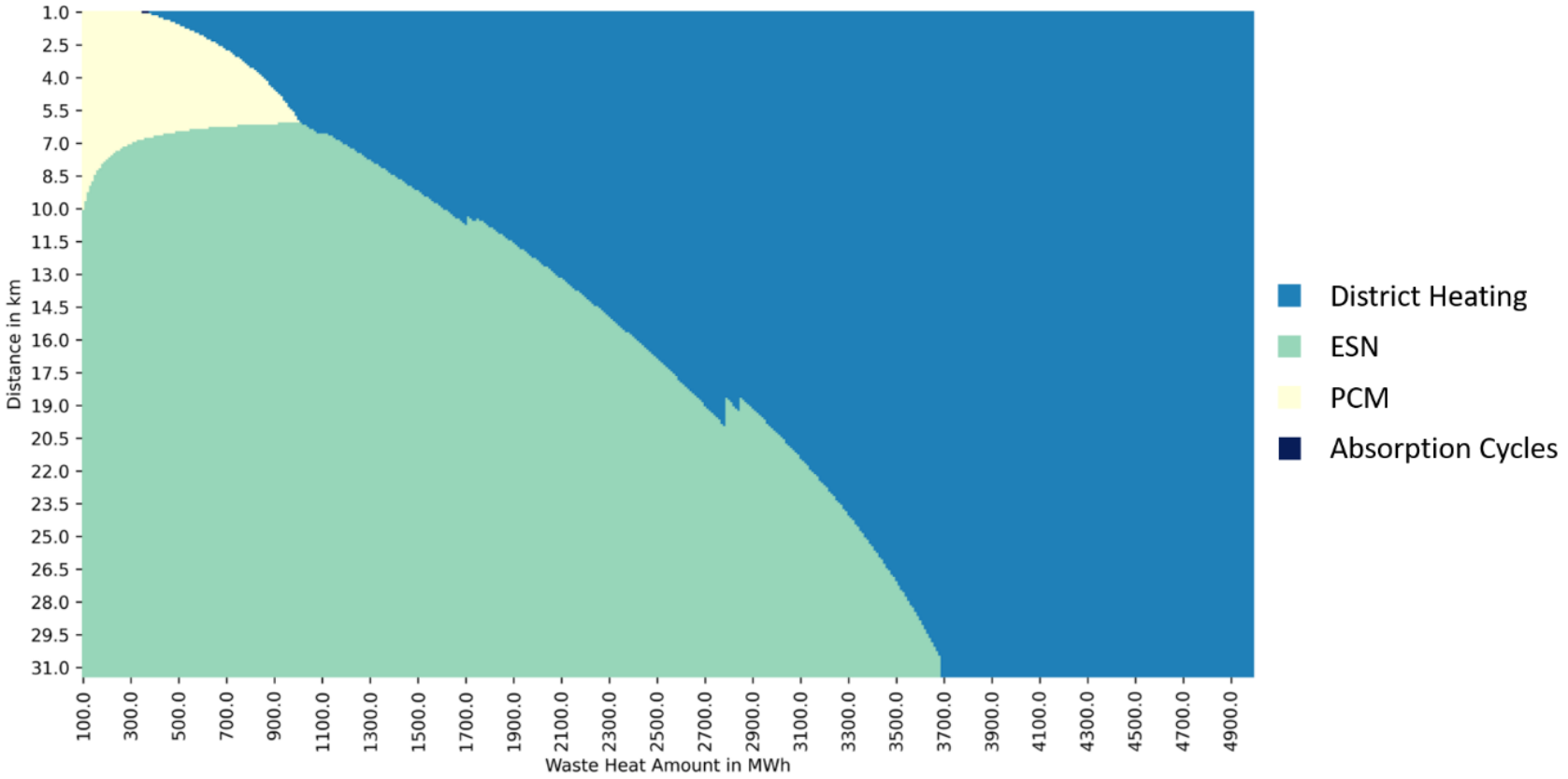
1. Warum ist das Thema Abwärme relevant?
2. Innovative Ansätze
   i. Technologievorstellung
   ii. Potenziale
3. Hemmnisse und Barrieren
4. Fazit

WIRTSCHAFTLICHER VERGLEICH DER TECHNOLOGIEN



Quelle: Fritz et. al (2022)

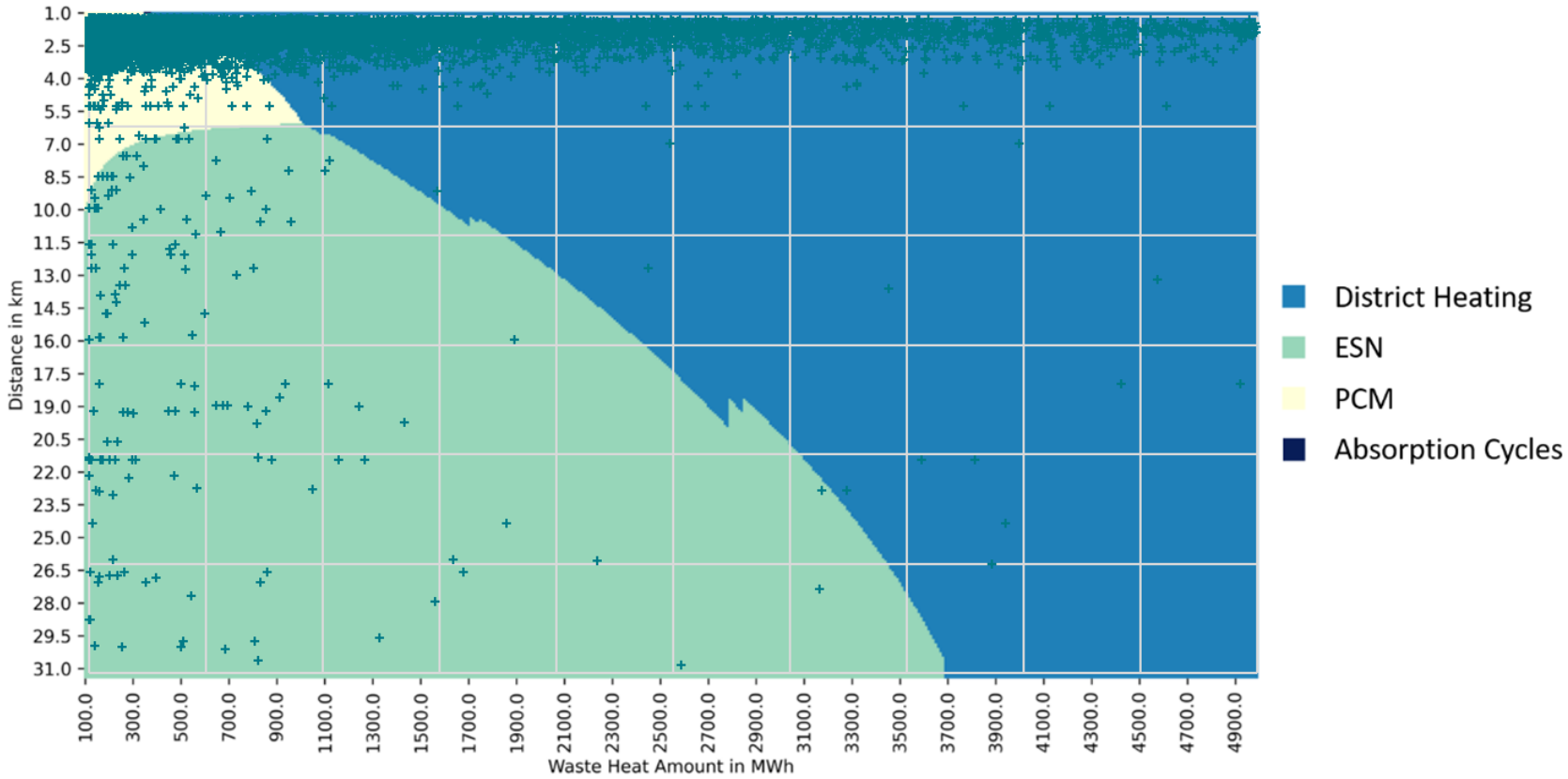
WIRTSCHAFTLICHER VERGLEICH DER TECHNOLOGIEN



Quelle: Fritz et. al (2022)

Reale Nutzungsmöglichkeiten

- Analyse anhand realer Daten zu Abwärme und der Entfernung zu Wohngebieten
- Viele Industrieanlagen mit geringer Entfernung zu Wohngebieten
- Zum Vergleich: Wärmebedarf Einfamilienhaus ca. 10-20MWh



Fritz et. al (2022)

AGENDA

1. Warum ist das Thema Abwärme relevant?
2. Innovative Ansätze
3. Hemmnisse und Barrieren
4. Fazit

Umsetzung der Potenziale: Gründe für die zögerliche Erschließung

▶ Warum realisieren viele nur einen Teil der rentablen Potenziale?

- Mangelnde **Kenntnisse und Marktüberblick** bei Betrieben und Beratern
- Hohe innerbetriebliche **Such- und Entscheidungskosten**
- Andere **Prioritäten** der Geschäftsleitung (Arbeitsproduktivität, Umsatzsteigerung, Produktqualität)
- Begrenzt gute **Erfahrungen** mit externer Beratung, Energieverantwortlicher will sein Gesicht nicht verlieren
- Keine Produktionslinien-bezogene Messung und Rechnungstellung für Energie und Medien, sondern **Gemeinkosten**-Konzept
- Orientierung der Investitionen nur an der **Amortisationszeit** statt auch an Vorteilhaftigkeitsmaßen
- Begrenzte **Anreize** für Lieferanten, energieeffiziente Anlagen an Kunden zu liefern

Hemmnisse für die Verbreitung der Abwärmenutzung

- ☹ „Das haben wir noch nie so gemacht.“
- ☹ „Das haben wir früher schon alles ausprobiert.“
- ☹ „Das mag zwar theoretisch richtig sein, aber...“
  - ☹ „Daran sind schon andere gescheitert.“
  - ☹ „Wenn das so einfach wäre, hätte es die Konkurrenz längst so gemacht.“
  - ☹ „Dazu fehlen uns die Ressourcen.“
- ☹ „Das rechnet sich doch hinten und vorne nicht.“
- ☹ „Wir wissen genau, was unsere Kunden wollen.“
- ☹ „Nun arbeiten Sie erst einmal alle Details aus.“

Hemmnisse und Treiber für die Nutzung von Abwärme in Wärmenetzen

- **lokale Akteure** sind entscheidend für die Anwendung von Abwärmenutzung für DH
- Abwärmenutzung für DH erfordert das **Engagement von Einzelpersonen**
- Viele **verschiedene Akteure** müssen zusammengebracht werden
- Abwärmenutzung für DH wir eher gemacht, wenn dies **keine Kosten oder Investitionen** auslöst
- Abwärmenutzung wird von industriellen Akteuren als **langfristige Lösung** für das Management von Wärmeüberschüssen angesehen

AGENDA

1. Warum ist das Thema Abwärme relevant?
2. Innovative Ansätze
3. Hemmnisse und Barrieren
4. Fazit

Abwärmenutzung als Energieeffizienzmaßnahme

Abwärmenutzung erst nach Prüfung der Ursachen für den Anfall von Abwärme!

- **Dimensionierung:** Ist der zugrunde liegende Prozess richtig dimensioniert oder sind unnötige Überkapazitäten vorhanden?
- **Steuerung:** Wird die Anlage oder der Prozess richtig gesteuert? Sind ineffiziente Betriebspunkte oder Leerläufe vorhanden und vermeidbar?
- **Temperaturniveau:** Ist das derzeit gewählte Temperatur- bzw. Intensitätsniveau tatsächlich erforderlich?
- **Isolation:** Kann eine bessere Isolation die Abwärmemengen reduzieren?
- **Alternativen:** Sind energetisch vorteilhaftere Alternativprozesse einsetzbar, um das gleiche Resultat zu erzielen?

Pro und Kontra für die Abwärmenutzung

Vorteile	Nachteile
▪ Reduzierung von Energiebedarf bzw. -kosten (Produktivitätssteigerung) ▪ Verringerte Umweltbelastung ▪ Geringere Abhängigkeit von externer Energieversorgung ▪ Geringere Aufwendungen für Heiz- und Rückkühlsysteme, (bei dauerhafter und zuverlässiger Nutzung von Abwärme)	▪ Zusätzliche Aufwendungen und Kompetenzen für Beschaffung, Wartung und Betrieb ▪ Gegenseitige Abhängigkeiten von Anlagen und Prozessen ▪ Bedarf an Reserveinfrastruktur falls Ausfall von Teilen des Abwärmeverbunds ▪ Bedarf an Bauraum für zusätzliche Anlagentechnik ▪ Etwaige Genehmigungen und Überprüfungen

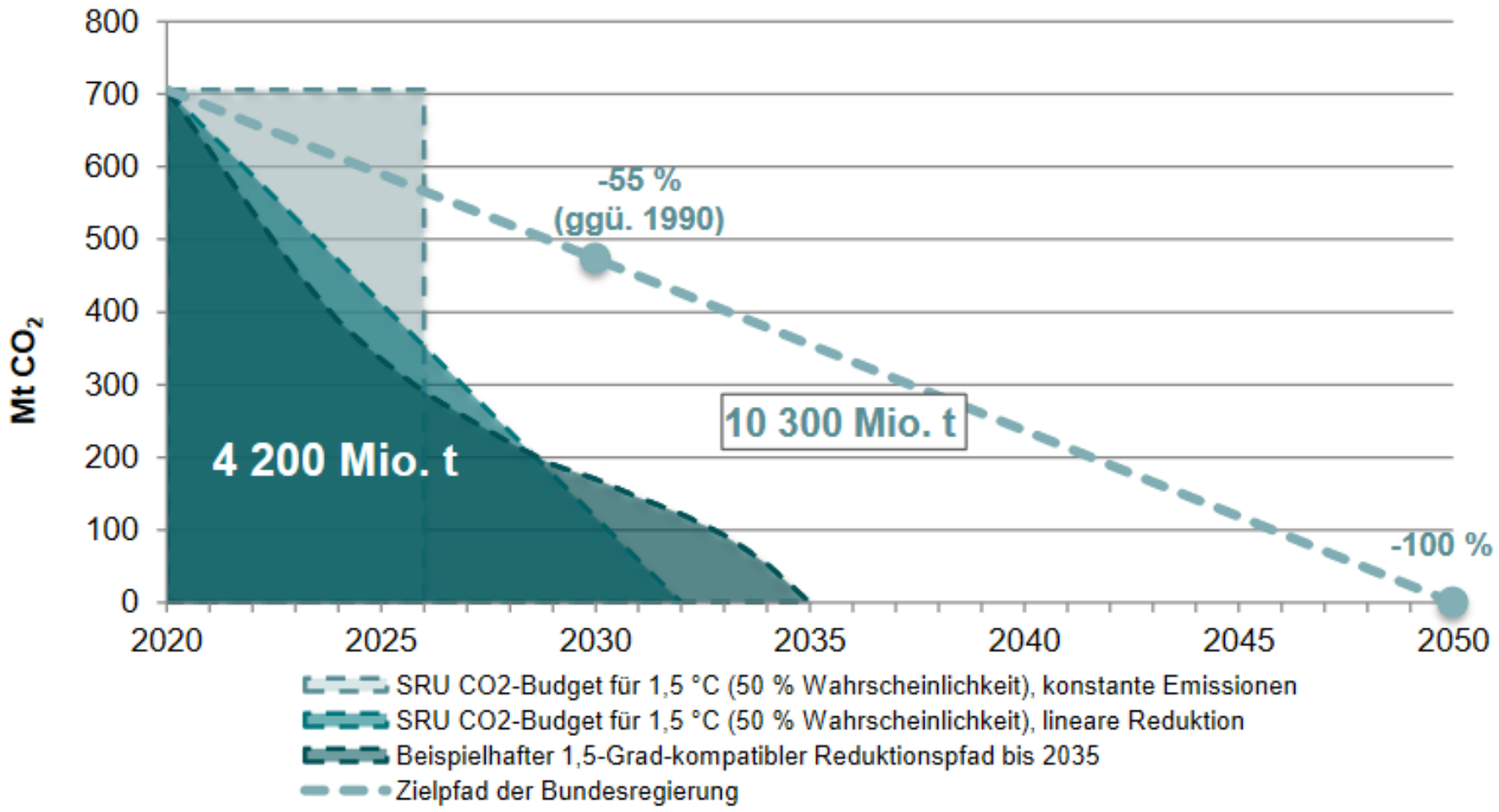
Fazit

- Das Potenzial der Abwärmenutzung ist groß
- Die vorgestellten Ansätze können das vorhandene Potenzial zusätzlich steigern
- Fernwärme ist für viele Anwendungen kostengünstig
- Für kürzere Distanzen können auch andere Technologien sinnvoll sein

Was hemmt die Implementierung der Abwärmenutzung?

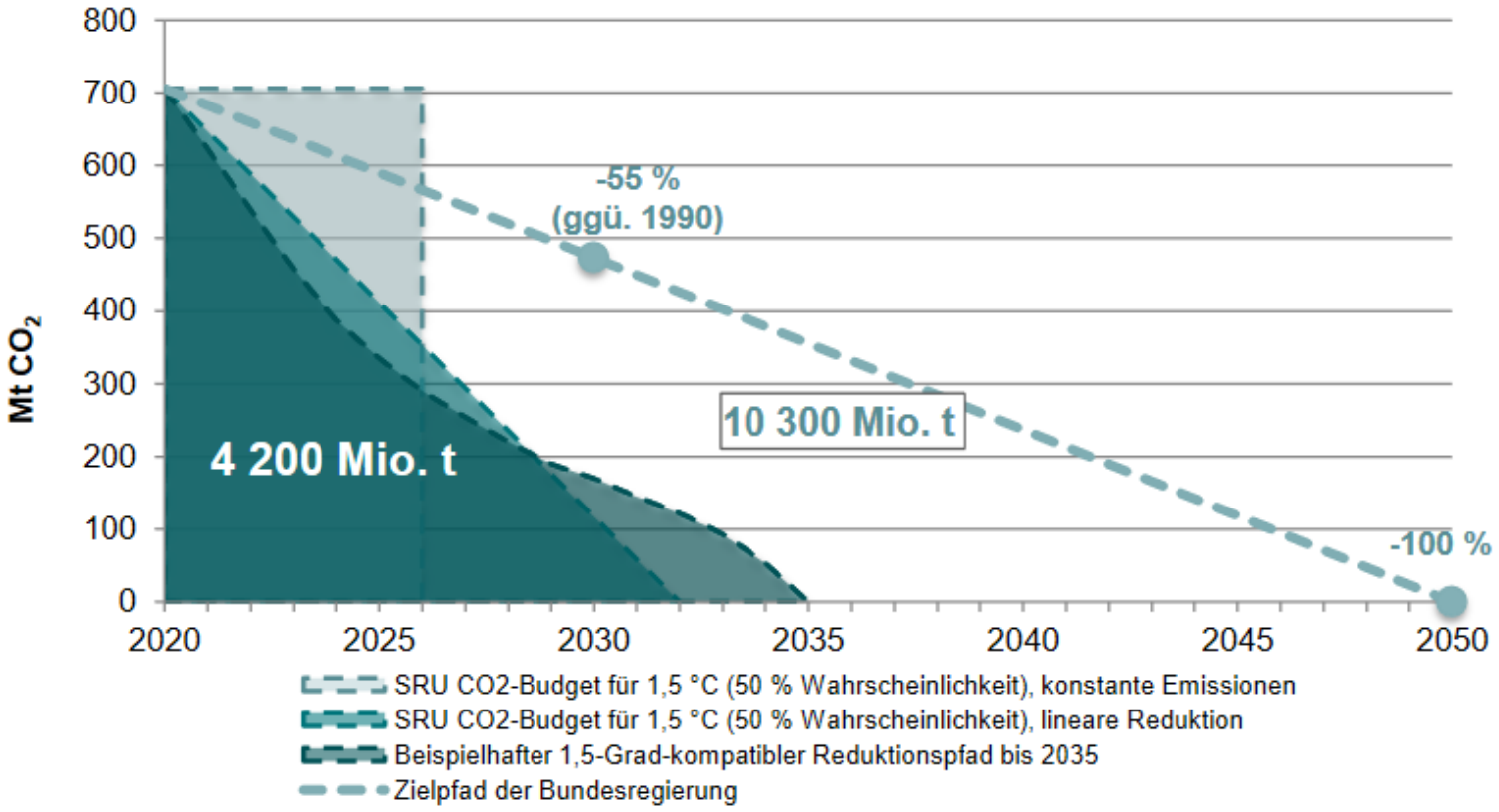
- Engagement von Einzelpersonen und Stakeholdern erforderlich
- Oftmals Unwissenheit über die Möglichkeiten und rechtliche Aspekte

Ausblick



Quelle: Wuppertal Institut (2020)

Ausblick



- Abwärmenutzung kann einen wichtigen Beitrag leisten
- ...Wird die Energiewende aber nicht alleine schaffen

Quelle: Wuppertal Institut (2020)

"ABWÄRMENUTZUNG" - VON DER INDUSTRIE IN DIE WOHNGEBÄUDE

Fraunhofer ISI

Markus Fritz

Competence Center Energietechnologien und Energiesysteme

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung

markus.fritz@isi.fraunhofer.de

www.enpower-podcast.de

@enpower.podcast