TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN
Baubetrieb und Bauwirtschaft

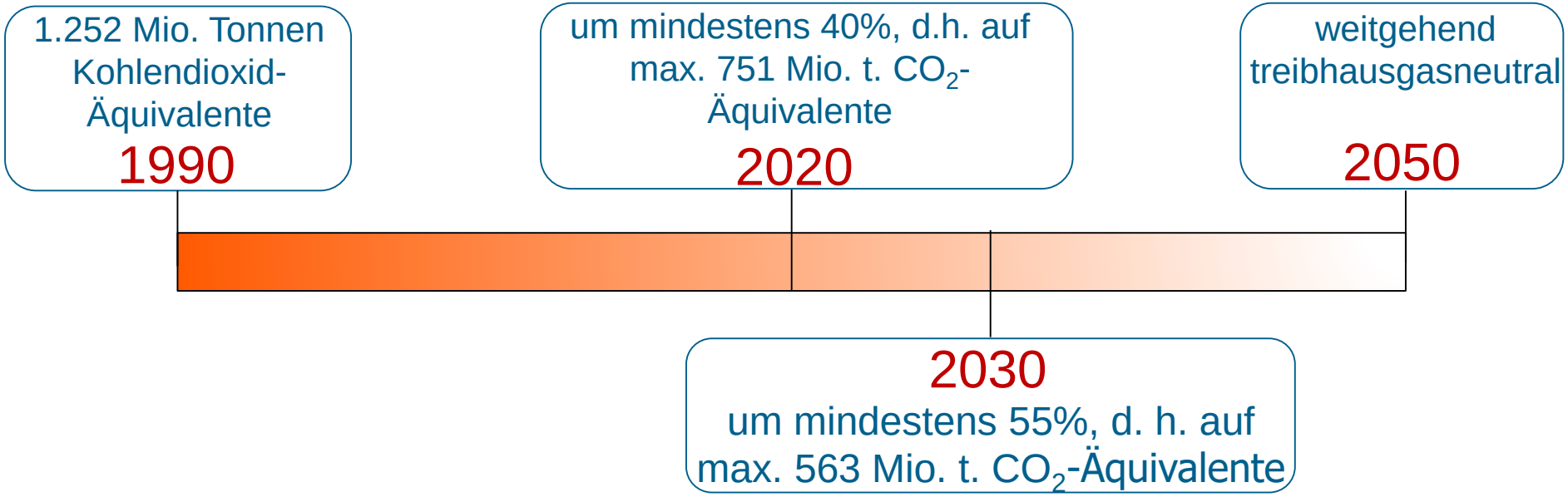
Abwasserinfrastruktur als Wärmenetz

Innovative Abwasserwärmenutzung als Baustein der Wärmewende

Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer
Dipl.-Ing. Philipp Müller
Andreas Glöckner, M. Sc.

Klimapolitische Ziele der Bundesregierung:

Treibhausgasemissionen reduzieren:

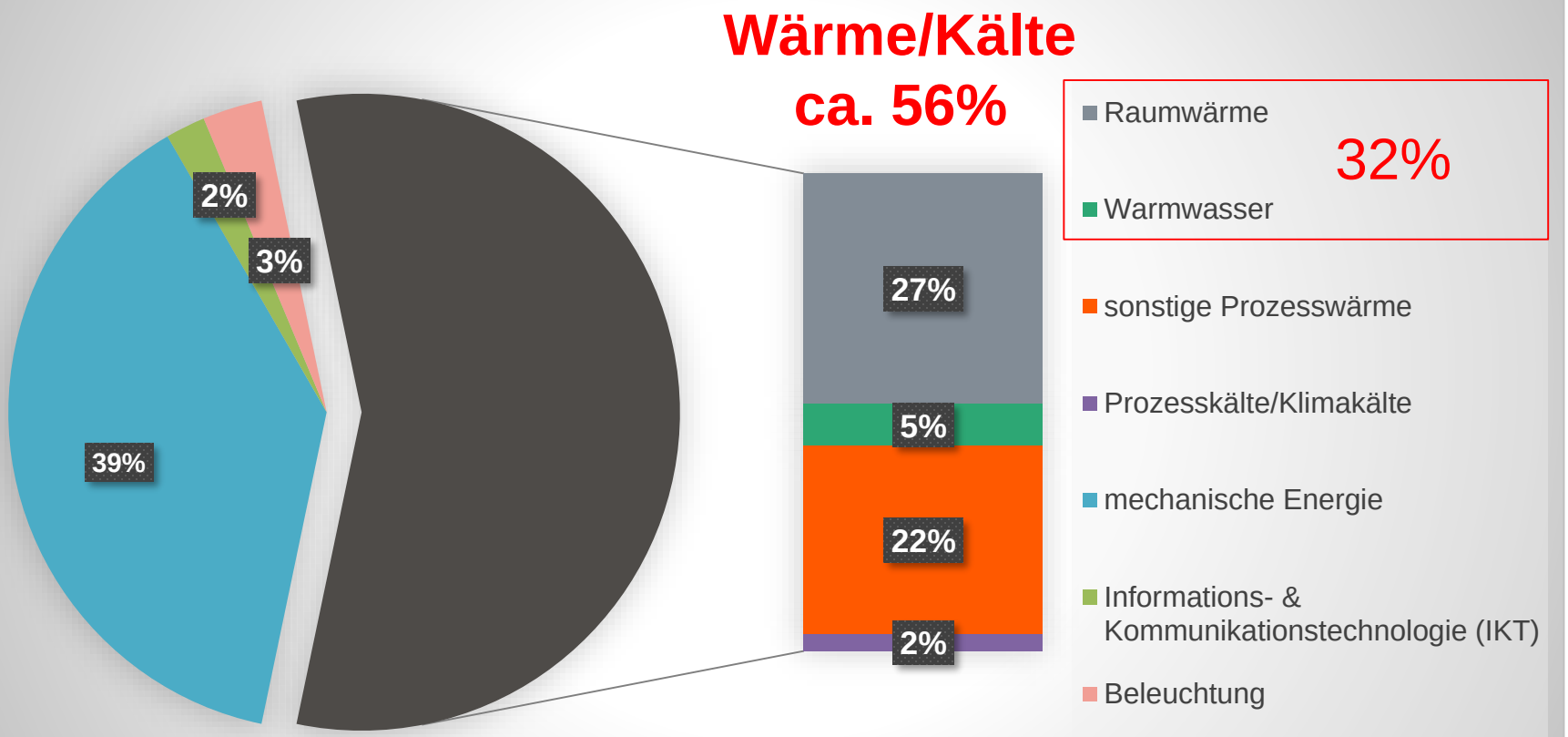


- bisher konnten etwa 32 Prozent der Treibhausgasemissionen eingespart werden
- Lücke von 8 Prozent
- Lücke wird bis 2020 nicht geschlossen
- **Klimawende = Energie- bzw. insbesondere Wärmewende!**

Quelle: Klimaschutzbericht 2018 & Studie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Oktober 2017

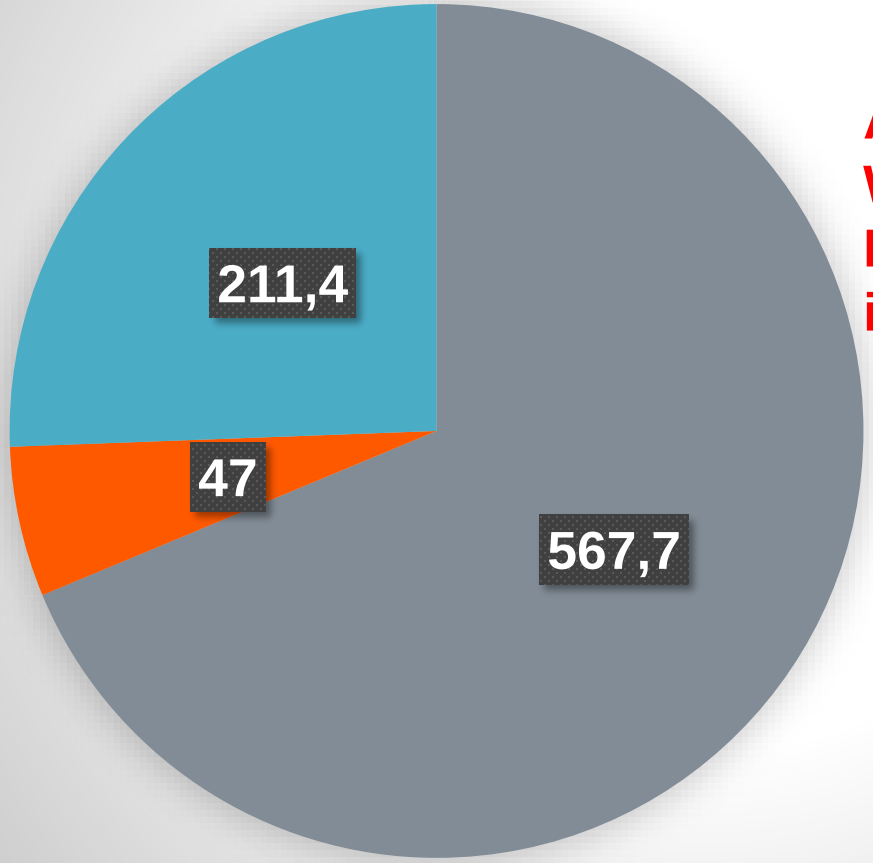
Projektvorstellung: InnoA2

Endenergie nach Anwendungsbereichen 2017



Quelle: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW)

Endenergieverbrauch 2017 für Raumwärme und Warmwasser in TWh nach Sektoren



Anteil für Raumwärme und Warmwasser am Endenergieverbrauch 2017 insgesamt rund 32 %

Quelle: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW)

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Abgeschlossenes Forschungsprojekt:
InnoA2 (01.07.2016 – 31.08.2018)

Aktuelles Forschungsprojekt:
InnoA2-UP (01.09.2018 – 31.08.2020)

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN
BAUBETRIEB UND BAUWIRTSCHAFT

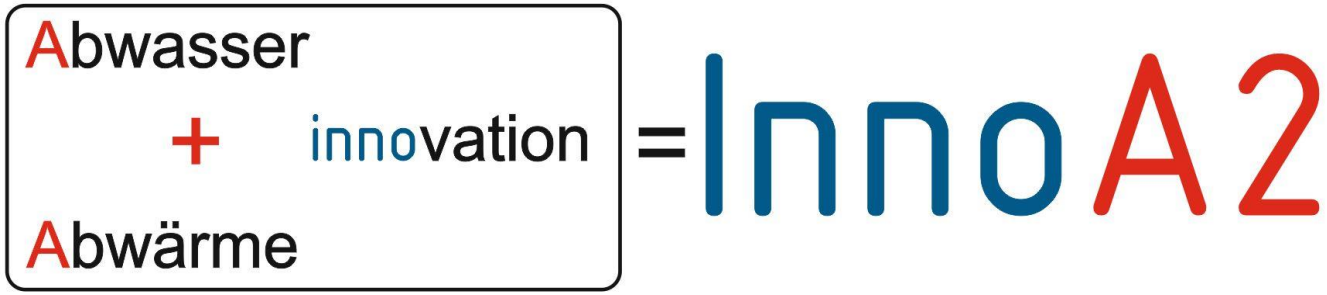
Projektinitiator: TU Kaiserslautern, Fachgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft

Praxispartner: Stadtbetrieb Abwasserbeseitigung Lünen AöR

Forschungspartner:
Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) Karlsruhe

Idee hinter dem InnoA2 Ansatz

- Nutzung des Abwassers und der bestehenden Abwasserinfrastruktur
- Nutzung bisher ungenutzter und hinderlicher industrieller/gewerblicher Abwärme



Gebäudesektor

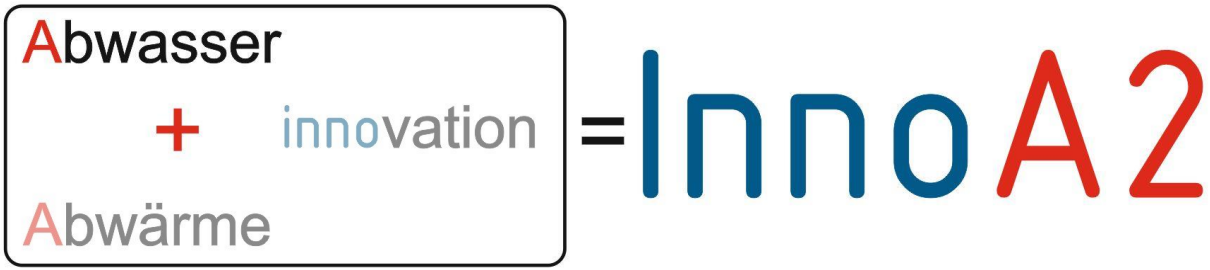
- Gebäudesektor muss berücksichtigt werden!!!

  denn…

  - ca. 1/3 des deutschen Endenergieverbrauchs und
  - ca. 1/3 der deutschen CO_2-Emissionen

  entfallen auf den Gebäudebestand.

  - Bisher energetische Sanierung an der Außenhülle im Fokus
  - Abwärme und Abwasserwärme werden bisher vernachlässigt



Quelle: Dena – Deutsche Energie-Agentur; Umweltbundesamt

Wieso Abwasserinfrastruktur?

- Anschlussgrad der Bevölkerung an die öffentliche Kanalisation bei >95%
  → *Nutzung der bestehenden Abwasserinfrastruktur als Wärmenetz*
- Abwasserinfrastruktur größte Vermögenswerte der Kommunen
- Mehrfachnutzung der bestehenden Abwasserinfrastruktur
  → *Zusätzliche Refinanzierungsmöglichkeit für den Kanalnetzbetreiber*
- Abwasser hat recht hohe Jahresdurchschnittstemperatur (ca. 15°C)
  → *gute Wärmequelle für Wärmepumpen*
- Alle Akteure, also Abwärmeerzeuger und potentielle Verbraucher sind durch die Abwasserinfrastruktur miteinander verbunden

Abwärme ein Abfallprodukt?

Nein! → Abwärme ist bezahlte bislang nicht genutzte Energie

- Bisher: **Vernichtung von schon bezahlter Abwärme**
- Abwärme belastet die Umwelt
- Abwärme muss rückgekühlt werden, was weiteren Energieeinsatz erfordert

Industrielle/gewerbliche Abwärme

- Im industriellen/gewerblichen Sektor werden ca. 2/3 des Energieeinsatzes für Prozesswärme verbraucht, wovon wiederum ein erheblicher Anteil als Abwärme anfällt

- Einsparpotential bei ca. 125 TWh durch Vermeidung und Nutzung von Abwärme

Abwasser + innovation Abwärme = InnoA2

Quelle: Klimaschutzbericht 2018

Lösungsansätze der *innovativen* Abwasserwärmenutzung

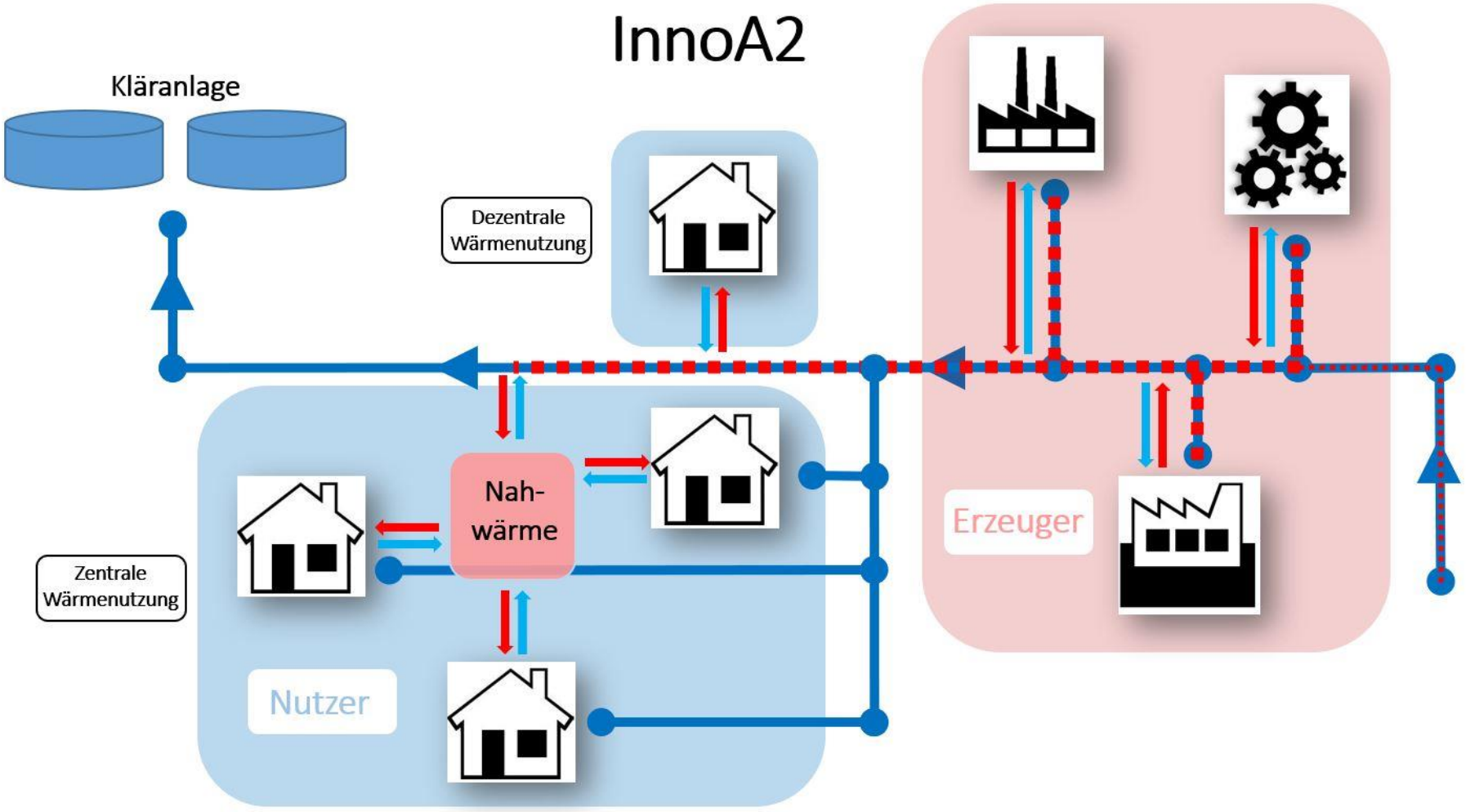
Innovativer Ansatz:

- 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:

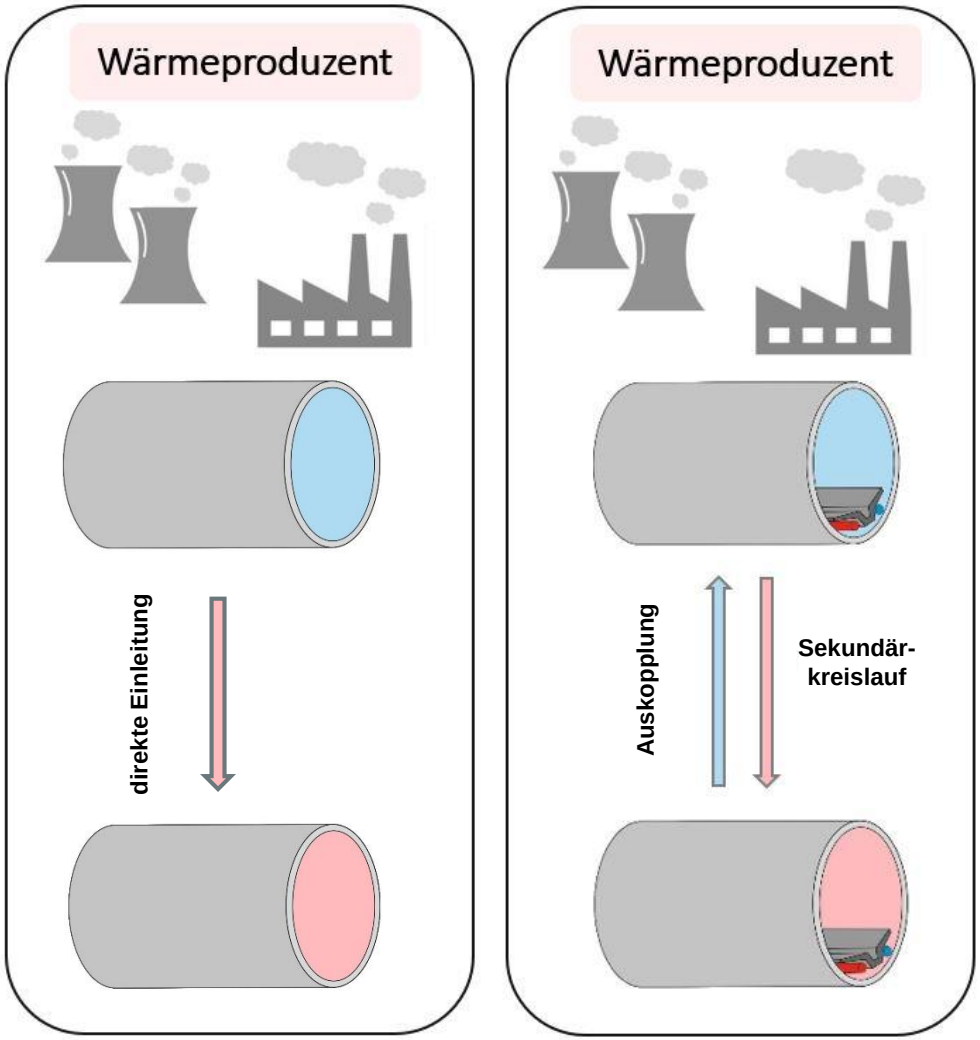
- Bisherige Projekte konzentrieren sich lediglich auf die Nutzung der im Abwasser „natürlicherweise“ vorhandenen Wärme

Funktionsweise *innovative* Abwasserwärmenutzung



Quelle: Eigene Darstellung

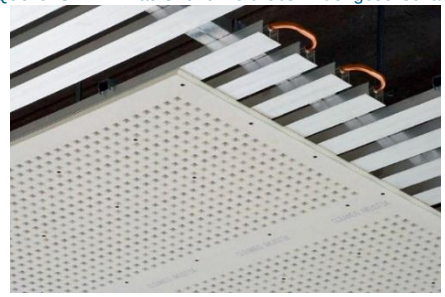
Mögliche Abwärmeauskopplung



Quelle: Eigene Darstellung

Schema der Wärmebereitstellung beim Nutzer

Quelle: SHK Einkaufs- und Vertriebs Aktiengesellschaft

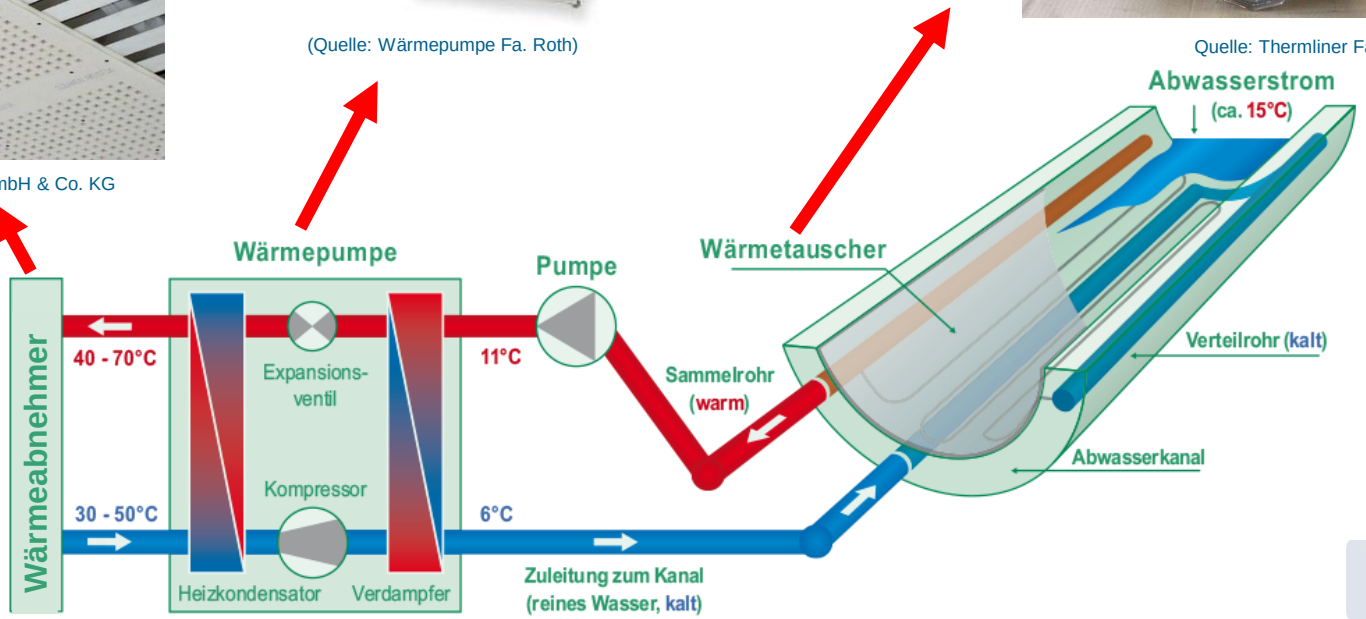


Quelle: RM Handelsmedien GmbH & Co. KG

(Quelle: Wärmepumpe Fa. Roth)

Quelle: Heatliner Fa. Brandenburger

Quelle: Thermliner Fa. Uhrig



Quelle: http://www.rabtherm.com/images/stories/Flyer_DE.pdf

Potential *innovative* Abwasserwärmenutzung

Erschließung bisher ungenutzter dezentraler Abwärme

- *Reduzierung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgas-Emission durch effiziente Verwertung bislang ungenutzter Abwärme*

Transport über die bestehende Abwasserinfrastruktur

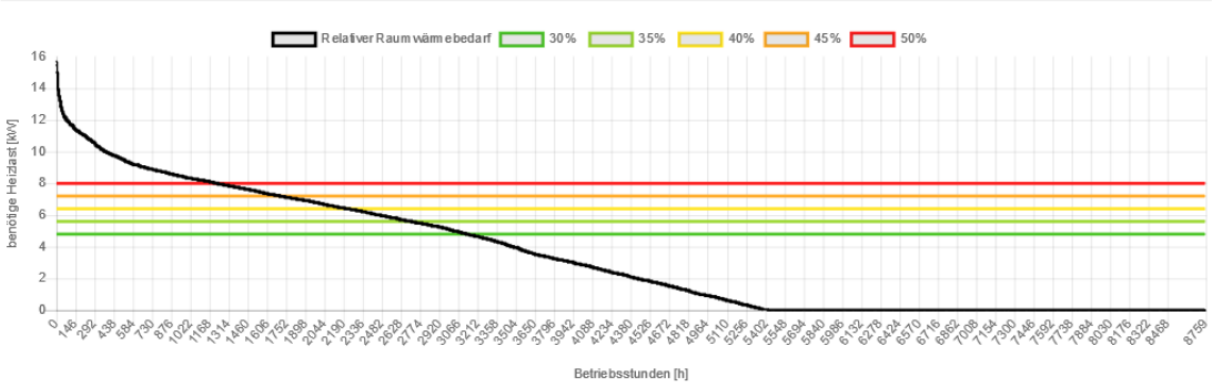
- *Mehrfachnutzung der vorhandenen Infrastruktursysteme*
- *Höhere Ressourceneffizienz*

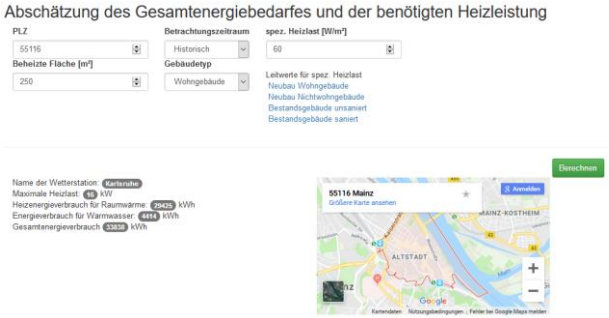
27% des gesamten Wärmebedarfs im Gebäudesektor kann durch die Integration von industrieller Abwärme gedeckt werden*

- *Annahme: Abwassertemperatur wird um 10°C erhöht*
- *Folge: fast Verdreifachung des Potentials der konv. Abwasserwärmenutzung*

*Enervis-Studie (2017): „Energie aus Abwasser: Das bislang unentdeckte Potential für die Wärmewende."

Potentialabschätzung *innovative* Abwasserwärmenutzung





Energiebereitstellung der Abwasserwärmenutzung bei Wärmepumpenauslgenung auf

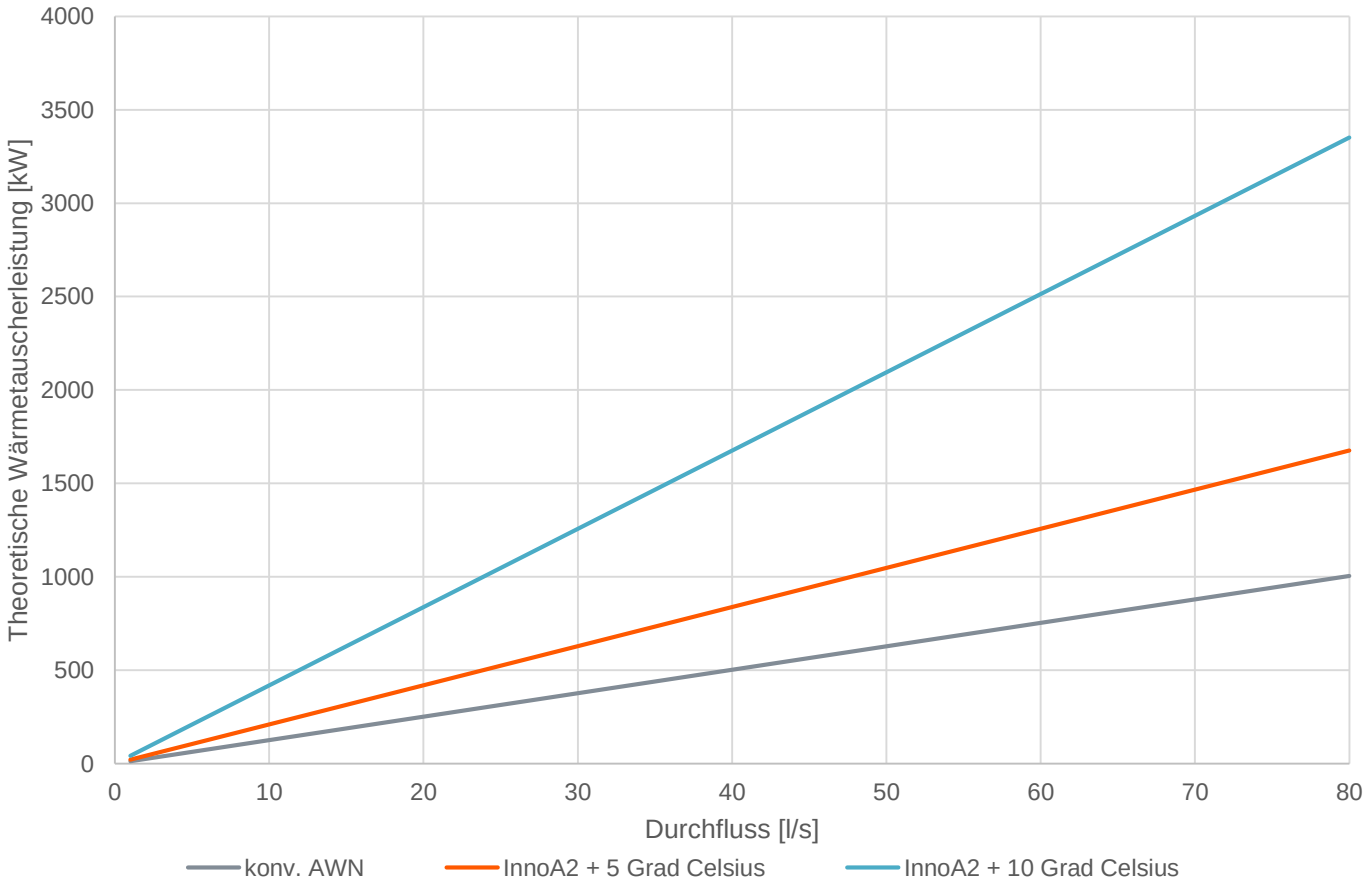
30% der maximalen Heizlast:
20 380 kWh
35% der maximalen Heizlast:
22 730 kWh
40% der maximalen Heizlast:
24 700 kWh
45% der maximalen Heizlast:
26 270 kWh
50% der maximalen Heizlast:
27 440 kWh

Potential der Abwasserwärmenutzung am ausgewählten Ort

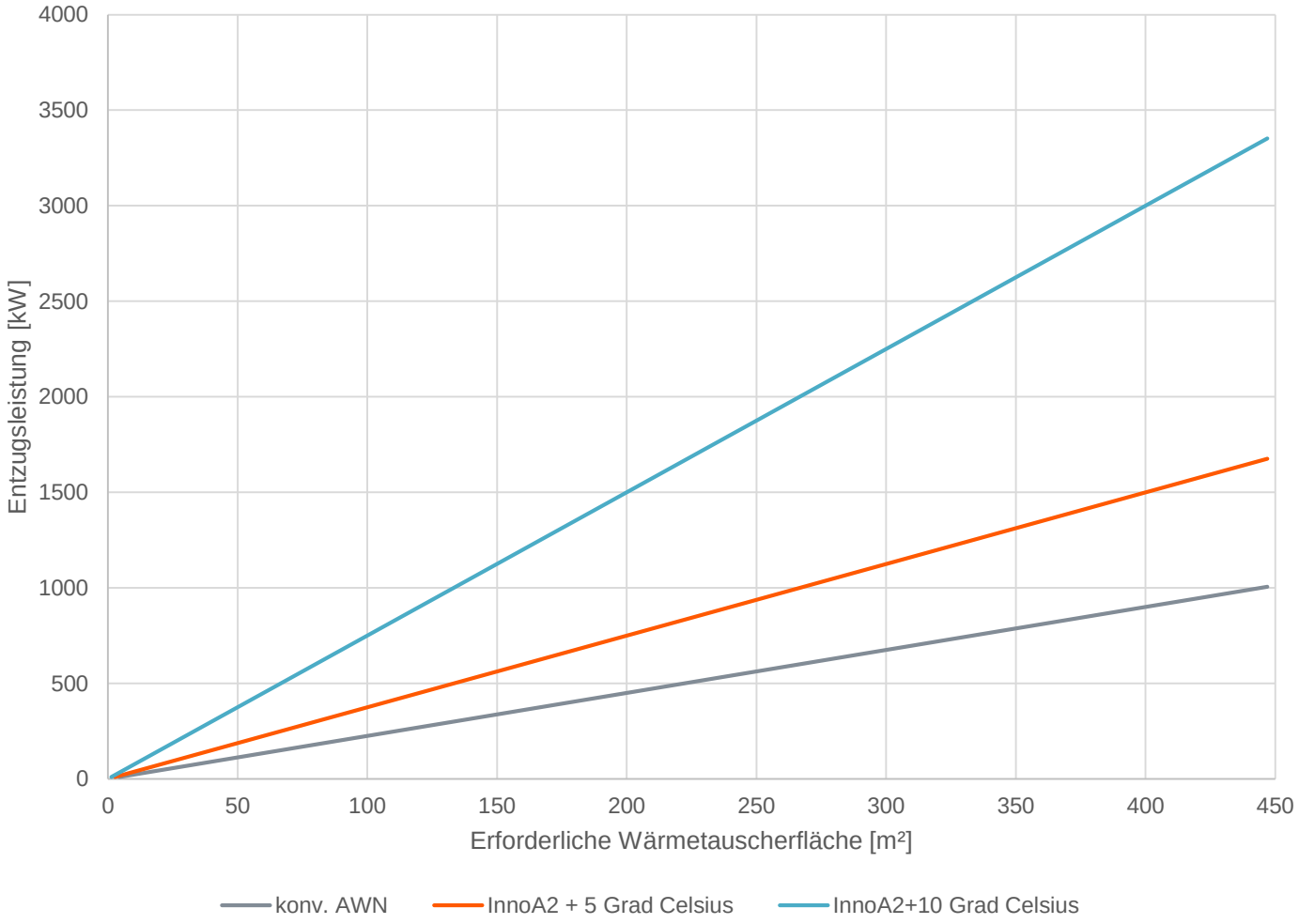
	Herkömmliche AWN	InnoA2 Ansatz
möglicher Deckungsgrad:	**88.2** %	**235.1** %
mögliche Wärmetauscherleistung:	**127** kW	**339** kW
Benötigte Wärmetauscheroberfläche	**79** m²	**79** m²
Maximal mögliche Leistung der Wärmepumpe:	**169** kW	**451** kW
Elektrische Leistung der Wärmepumpe:	**42** kW	**113** kW

Quelle: https://www.bauing.uni-kl.de/baubetrieb/innoa2/

Theoretische Entzugsleistung



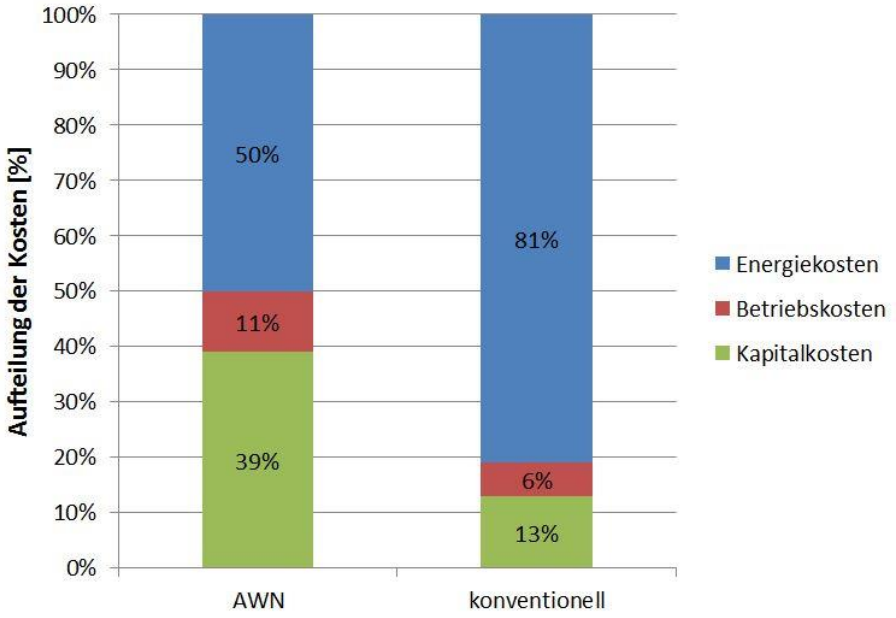
Erforderliche Wärmetauscherfläche



Kosten der konv. Abwasserwärmenutzung

Investitionskosten **konventionelle Abwasserwärmenutzung** (zzgl. Mwst.):

- Wärmetauscher — 400 – 1000 € pro kW Entzugsleistung
- Entfernung zum Kanal — 100 – 200 €/m Kanal - Heizzentrale
- Heizzentrale (Wärmepumpe) — ca. 325 €/kW thermisch



- Höhere Investitionskosten
- Geringere Energiekosten

An geeigneten Standorten Wärmegestehungskosten von 0,07 €/kWh

Quelle: DWA-M 114 (Entwurf); Müller, K.; Billmaier, K. et al. (2013): Potenziale und technische Optimierung der Abwasserwärmenutzung

Kosten der innovativen Abwasserwärmenutzung

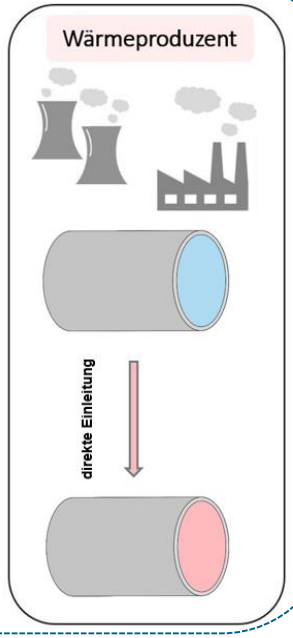
▪ Wärmetauscher	400 – 1000 € pro kW Entzugsleistung
▪ Entfernung zum Kanal	100 – 200 €/m Kanal - Heizzentrale
▪ Heizzentrale (Wärmepumpe)	ca. 325 €/kW thermisch

Investitionskosten konv. AWN*

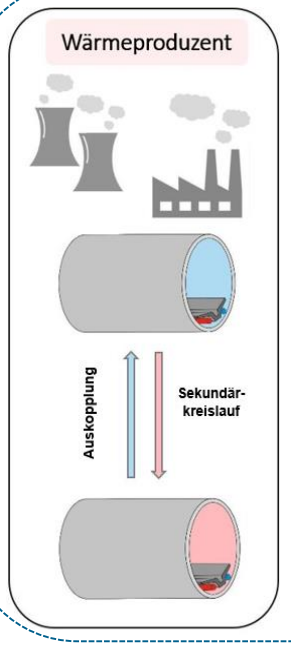
+

A)

Minimale Investitions-kosten (z.B. durch Deaktivierung der gezielten Kühlung)



oder



B)

Investitionskosten für zusätzliche Wärme-tauscher notwendig

Quelle: DWA-M 114 (Entwurf)

* zzgl. Mwst.

Vorteile für Abwärmeerzeuger

- CO_2 – Einsparung: Beitrag zur Wärmewende
- Effizientere Nutzung der anfallenden und bezahlten Abwärme
- Vermeidung von kosten- und energieintensiven Kühlprozessen
- Verkauf von überschüssiger und bislang ungenutzter Abwärme (Contracting)
- Nutzung von Förderprogrammen für Maßnahmen zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs
- Minimales Risiko beim Einsatz der Technik (Wärmeübertrager sind am Markt etabliert)

Vorteile für Abwärmenutzer

Lange Nutzungsdauer

- Aufgrund der robusten & einfachen Bauweise ist bei Edelstahlwärmetauschern mit langen Nutzungsdauern zu rechen

Geringe Wartungskosten

- Für den Wärmetauscher und die Verbindungsleitungen bestehen nahezu keine Wartungskosten

Erweiterbarkeit

- Aufgrund der Modularen Bauweise ist das System jederzeit zu erweitern (Rahmenbedingungen müssen passen)

CO_2 arme Heizungsanlage

- Unabhängig von den fossilen Energieträgern und wenig bis keine Restriktionen bei einer CO_2-Steuer zu befürchten

Einsatz der Wärmepumpe im Sommer als Kältemaschine

Beitrag zum Klimaschutz

- Klimaschutzlücke 2020 bei ca. 120 Mio. t CO_2
  entspricht 8% von 1.252 Mio. t CO_2 (Referenzjahr 1990)

- Einsparpotential von ca. 9,9 Mio. t. CO_2 (ca. 55% des theoretischen Potentials)
  - ➢ Bei vollständiger Potentialerschließung der konventionellen Abwasserwärmenutzung

- Einsparpotential von ca. 19 Mio. t. CO_2
  - ➢ Bei vollständiger Potentialerschließung der innovativen Abwasserwärmenutzung

Quelle: Enervis-Studie (2017): „Energie aus Abwasser: Das bislang unentdeckte Potential für die Wärmewende.“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer, Dipl.-Ing. Philipp Müller, Andreas Glöckner, M.Sc.
Technische Universität Kaiserslautern
Fachgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft
Paul-Ehrlich-Str. 14, D-67663 Kaiserslautern
Tel. +49 631 205 3467
E-Mail karsten.koerkemeyer@bauing.uni-kl.de
www.bauing.uni-kl.de/baubetrieb

InnoA2
Innovative Abwasserwärmenutzung