

Wärmenetze – Transformation & Herausforderungen urbaner Raum

M.Sc. Philipp Kofler,
Projektleiter Energiekonzeption

&

M.Sc. Ulrich Kemmler,
HBG Reutlingen GmbH
Projektleiter Energiemanagement und Dekarbonisierung



Wärmenetze in der BRD

- Heute
- Zukunft

Ein Wärmenetz im Sinne des WPG und BEW ist eine Einrichtung zur leitungsgebundenen Versorgung mit Wärme, an das mindestens 17 Gebäude oder 101 Wohneinheiten angeschlossen sind.

*2 bis 16 Gebäude und bis 100 Wohneinheiten =
Gebäudenetz nach GEG2024.*

4.000+ Wärmenetze
mit ca. 33.000 km Netz
von 500+ Unternehmen

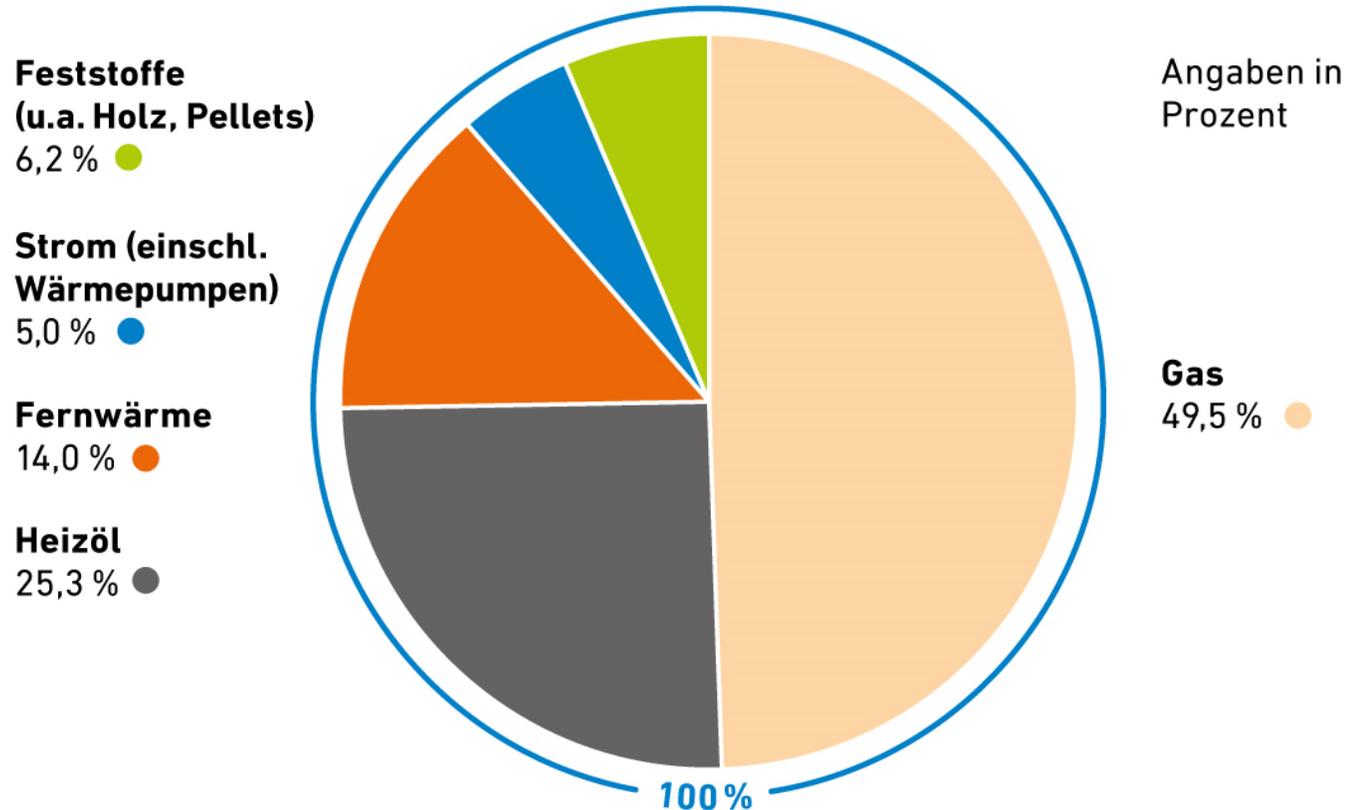
ca. 6 Mio. Wohnungen
von ca. 42,5 Mio. mit Fernwärme
entspricht ca. 14 %

ca. 1,25 Mio. Wohngebäude
von ca. 19 Mio. mit Fernwärme
entspricht ca. 7 %

ca. 126 Mrd. kWh Wärme
9 % des Endenergieverbrauchs
für Wärme und Kälte der BRD

- davon ca. 70 % fossile Prim-Ene
- und ca. 18 % Kohle

Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes 2019



Quellen: BDEW; Stand: 1/2020

© 2021 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Link zur Quelle ([Link](#))

 AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN

4.000+ Wärmenetze
mit ca. 33.000 km Netz
von 500+ Unternehmen

ca. 6 Mio. Wohnungen
von ca. 42,5 Mio. mit Fernwärme
entspricht ca. 14 %

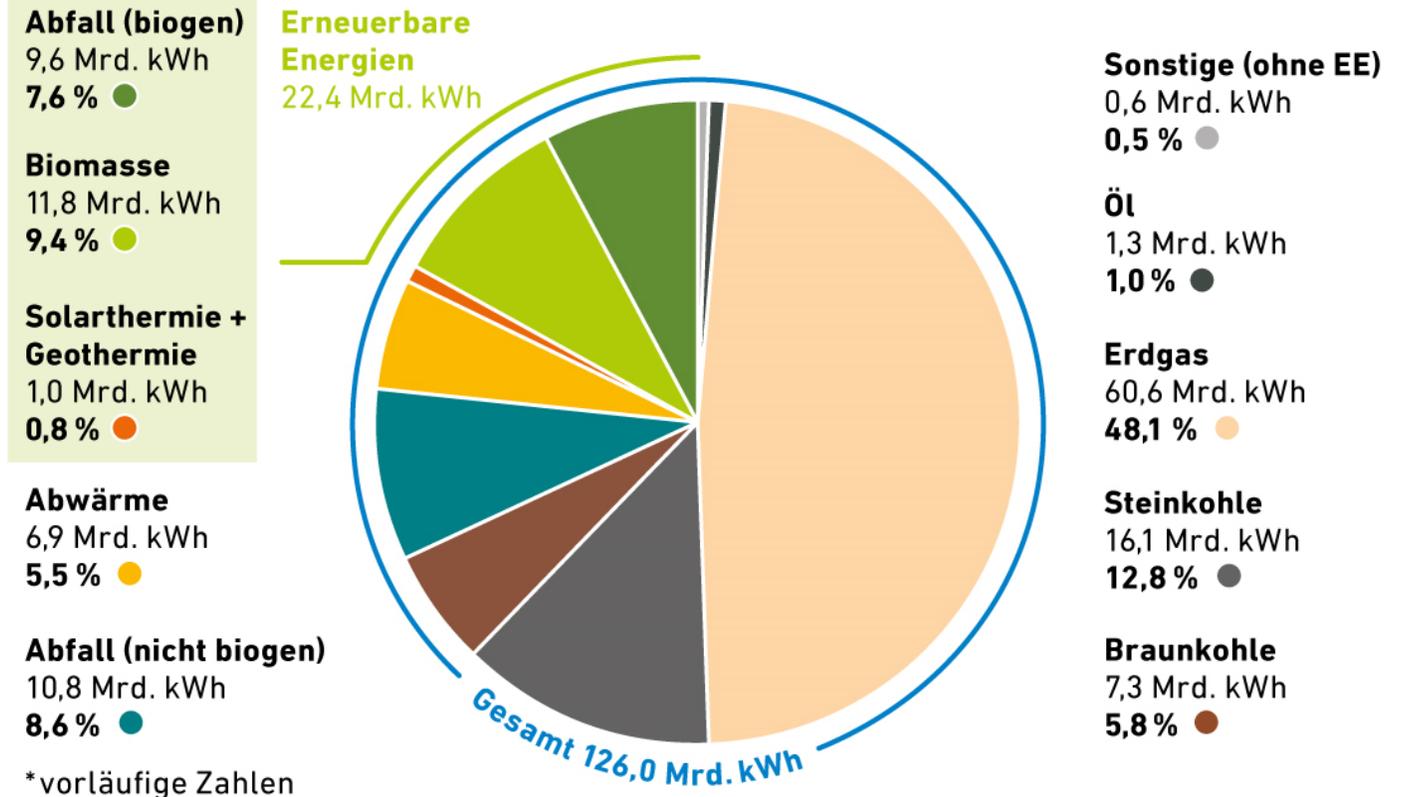
ca. 1,25 Mio. Wohngebäude
von ca. 19 Mio. mit Fernwärme
entspricht ca. 7 %

ca. 126 Mrd. kWh Wärme
9 % des Endenergieverbrauchs
für Wärme und Kälte der BRD

- davon ca. 70 % fossile Prim-Ene
- und ca. 18 % Kohle

Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2020*

in Milliarden Kilowattstunden



Quellen: BDEW; Stand: 1/2021

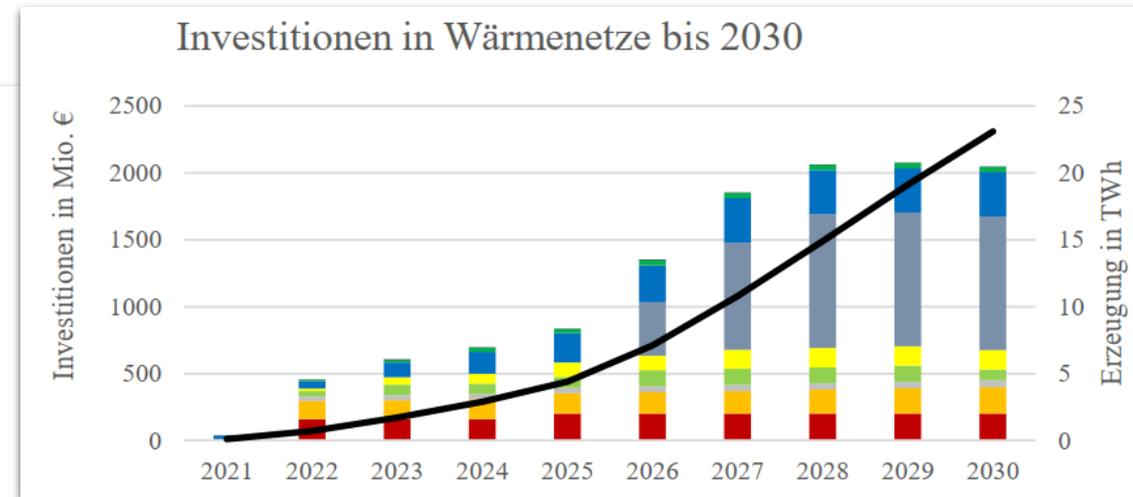
© 2021 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Link zur Quelle ([Link](#))

 **AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN**

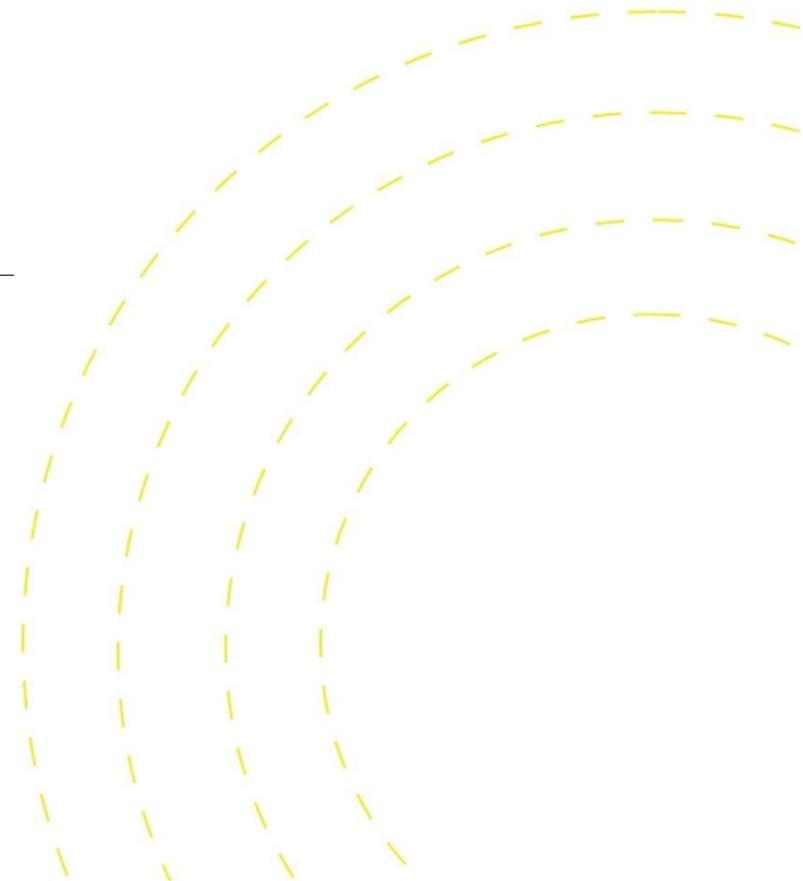
Kompass Dekarbonisierung bis 2045: Ziele für Wärmenetze

- Wärmebedarf deutlich senken
- Die Wärmeversorgung vollständig dekarbonisieren
- Wärmenetze um- und ausbauen:
 - THG-neutrale Energien 50% (2030) und 80% (2040) (WPG)
 - 100.000 Neuanschlüsse jährlich (Fernwärmegipfel Juni 2023)
 - Attraktivität für THG-neutrale Wärme und Sozialverträglichkeit sicherstellen, Hemmnisse abbauen (WärmeLV + AVBFernwärmeV, Verbraucherschutz, Planungs-/Genehmigungsrecht, Versteigerung Finanzierung)



Aktueller Rahmen für Wärmenetzbetreiber

- WPG
- BEW



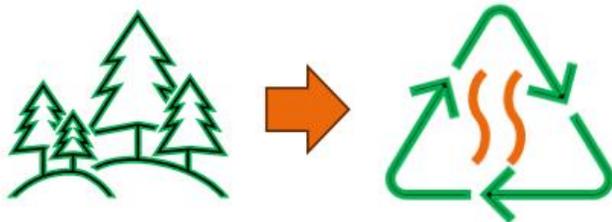
WPG seit 01.01.2024 in Kraft. Ziel: Wärmenetze sind 2045 zu 100 % THG-neutral!



Min. EE-/Abwärmeanteil:

Neue Wärmenetze
1. März 2025 → 65 %

Bestehende Wärmenetze
2030 → 30 %
2040 → 80 %



Max. Biomasseanteil:

Neue Wärmenetze
1. Januar 2024 → 25 %

Alle Wärmenetze
1. Januar 2045 → 15 %

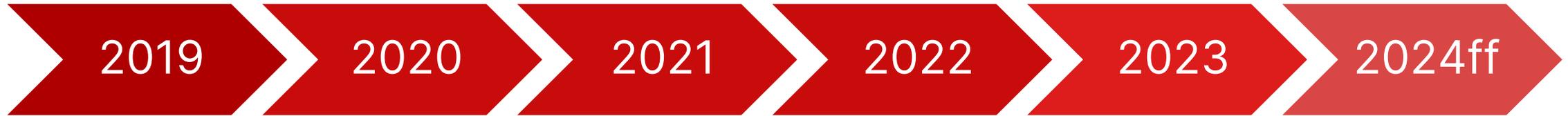
» Teil 3 Anforderungen an Betreiber von Wärmenetzen

- Die jährliche Nettowärmeerzeugung beträgt für jedes Wärmenetz einen Anteil an EE oder unvermeidbarer Abwärme von
 - mind. 30 % ab dem 1. Januar 2030
 - mind. 80 % ab dem 1. Januar 2040
- Definition einiger Ausnahmetatbestände
- Länder können höhere Anteile festlegen

- Neue Wärmenetze erreichen bis zum 1. März 2025 mind. 65 % EE oder unvermeidbare Abwärme

- Neue Netze länger als 50 km dürfen ab dem 1. Januar 2024 höchstens 25 % Biomasseanteil aufweisen
 - Erneuerbare TAB-Wärme und Wärme aus bestehenden Biomasseanlagen sind ausgenommen
- Wärmenetze ab 50 km Länge dürfen ab dem 1. Januar 2045 max. 15 % Biomasseanteil aufweisen
 - Erneuerbare TAB-Wärme und Wärme aus bestehenden Biomasseanlagen sind ausgenommen

Förderung für Wärmenetze: BEW und WN40



Wärmeplanungsgesetz „WPG“
Vom 01. Januar 2024

**Richtlinie
für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
„BEW“**
Vom 1. August 2022

**Förderbekanntmachung
zu den Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0
(„Wärmenetze 4.0 – Bundesförderung effiziente Wärmenetze“)**
Vom 11. Dezember 2019

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

BEW seit 01.08.2022 in Kraft.

Modul 1: Transformationspläne und Machbarkeitsstudien
(Förderquote 50 %, max. 2 Mio. Euro pro Antrag)

Modul 2: Systemische Förderung von Wärmenetzen

Neu-, Ausbau und Dekarbonisierung von Wärmenetzen mit mind. 75% EE- bzw. Abwärme (Förderquote 40 %, max. 100 Mio. Euro pro Antrag)

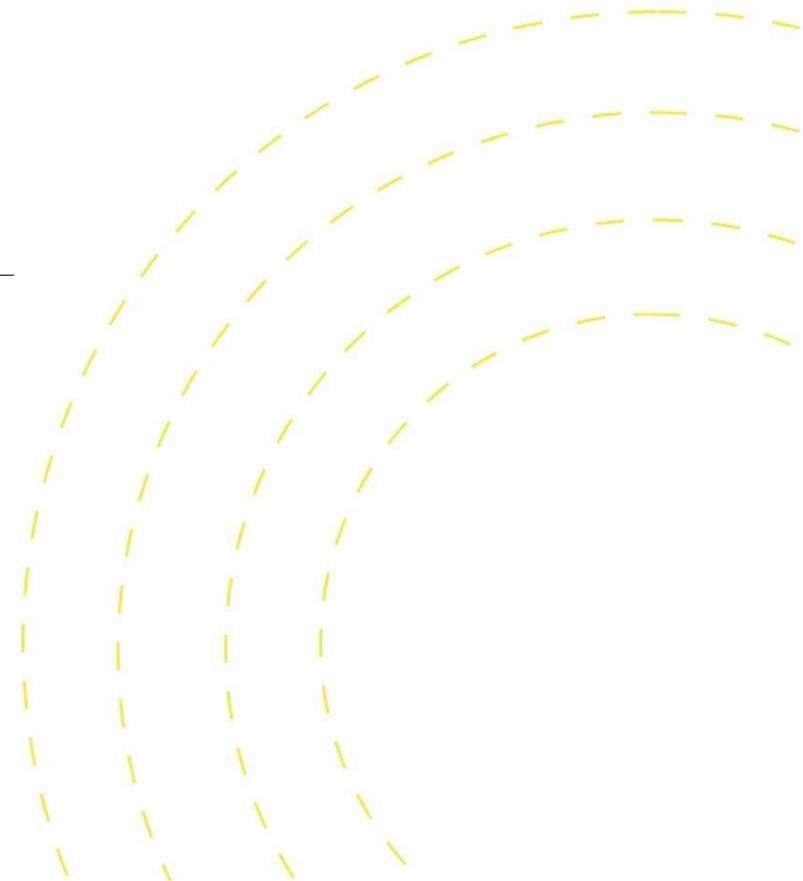
Modul 3: Einzelmaßnahmen

Solarthermieranlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen für Anschluss EE bzw. Abwärme (Förderquote 40 %, max. 100 Mio. Euro pro Antrag)

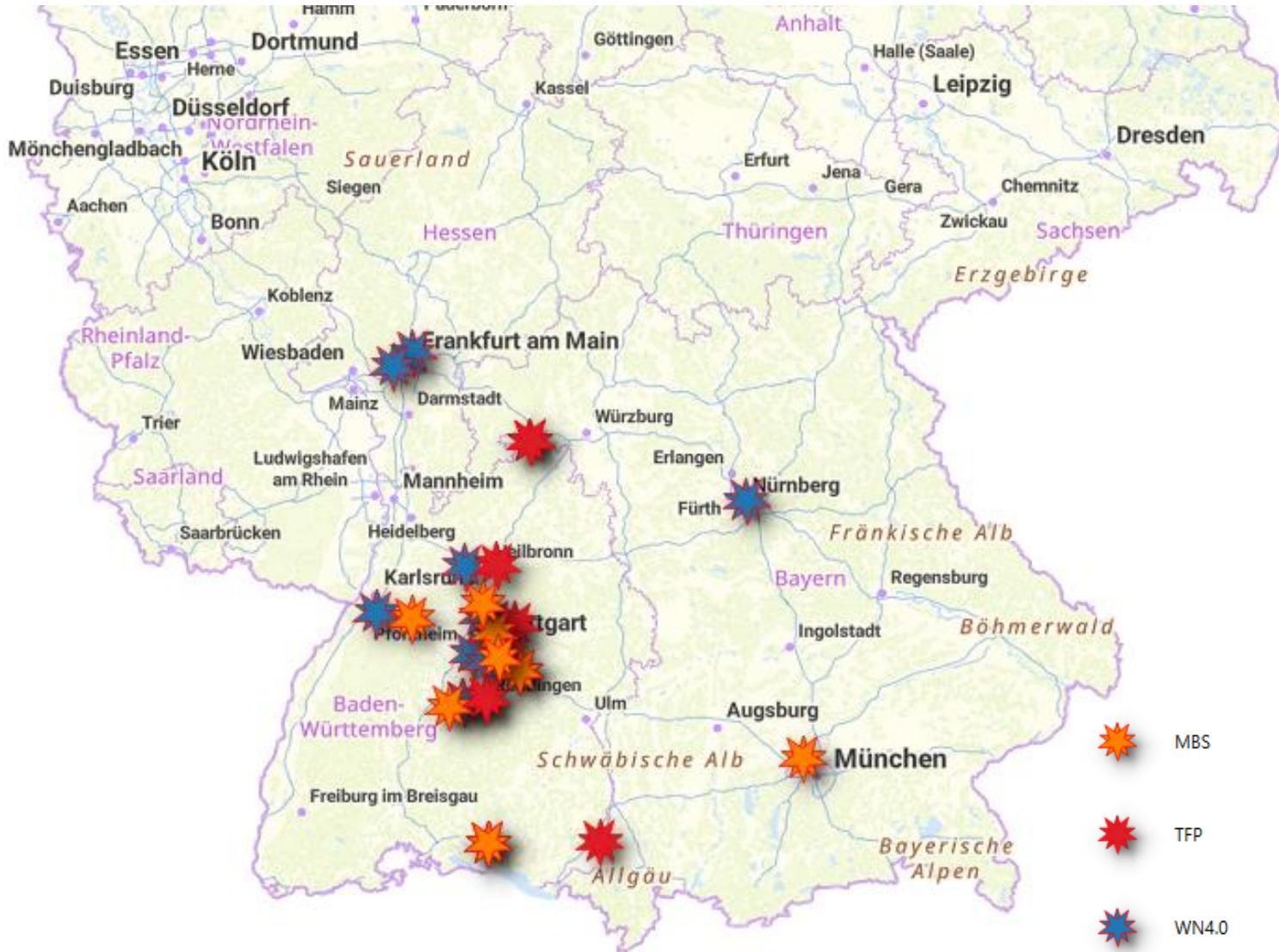
Betriebskostenförderung

BEW-geförderte Solarthermieranlagen und Wärmepumpen im Rahmen eines Transformationsplans

BEW bei EGS-plan



Projektlandkarte: BEW-Wärmenetze



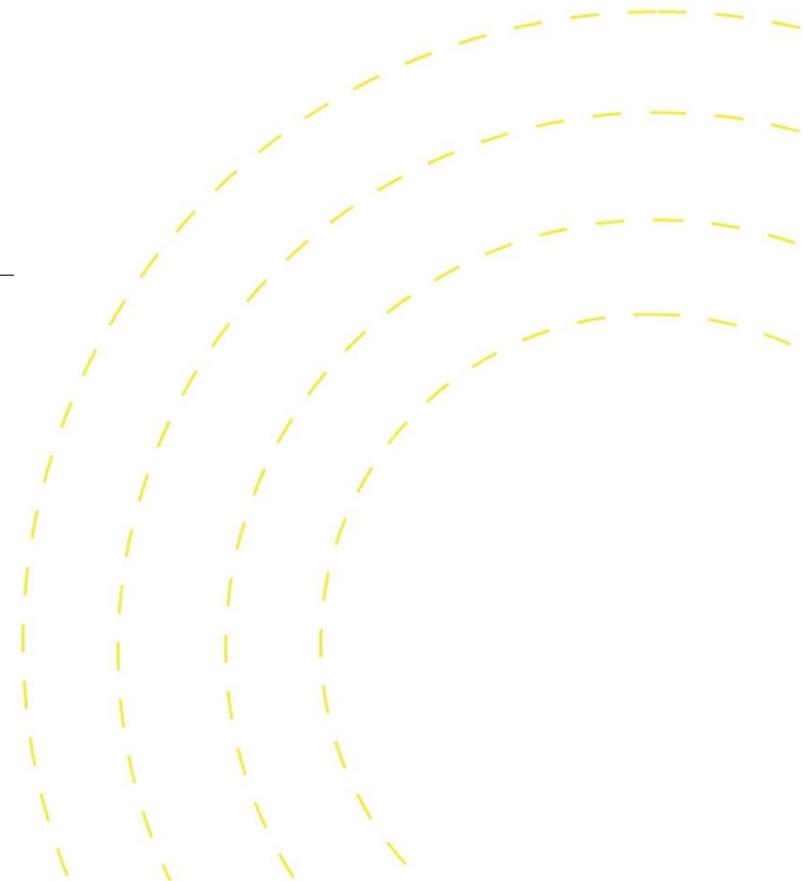
- ca. 30 Projekte
- davon 19 aktiv

Unterschiedliche Phasen

- 3 im Modul 2
- 3 im Modul 1 – Planung
- 8 im Modul 1 – MBS/TFP
- 5 Antragstellung Modul 1

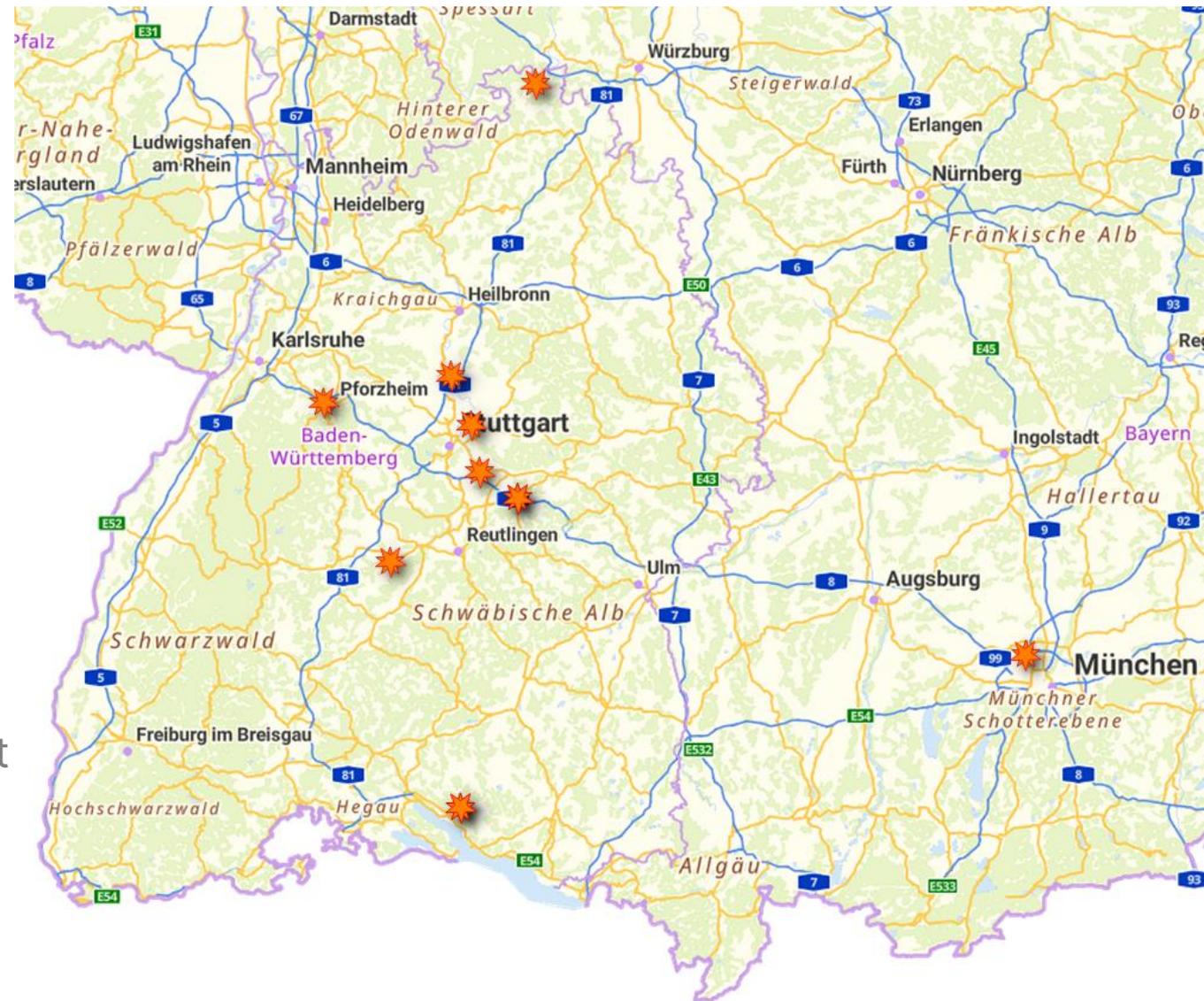
Machbarkeitsstudien

BEW Modul 1



Untersuchung der technischen Machbarkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit

- Wesentliche Aufgaben
 - Versorgungsgebiet und Wärmeabsatz
 - Potenzielle Erneuerbare Energien
 - Konzeption Wärmenetz
 - Konzeption Wärmeherzeugung
 - Projektplan von heute bis 2045
 - Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit
 - Projektdauer: 9 bis 24 Monate



Wärmenetz im Neubaugebiet



Häufige Herausforderungen:

- Niedrige Wärmedichte im Neubau
- Schlechte Planungsgrundlage
 - Zeitliche Entwicklung unklar
 - Gestaltung der Gebäude unklar
- Betreiber(-konzept) nicht feststehend

Häufige Chancen:

- Hoher konzeptioneller Spielraum
- Angrenzende Freiflächen vorhanden
- Erschließung im Kontext der Gesamtplanung

Wärmenetz im Gebäudebestand



Häufige Herausforderungen:

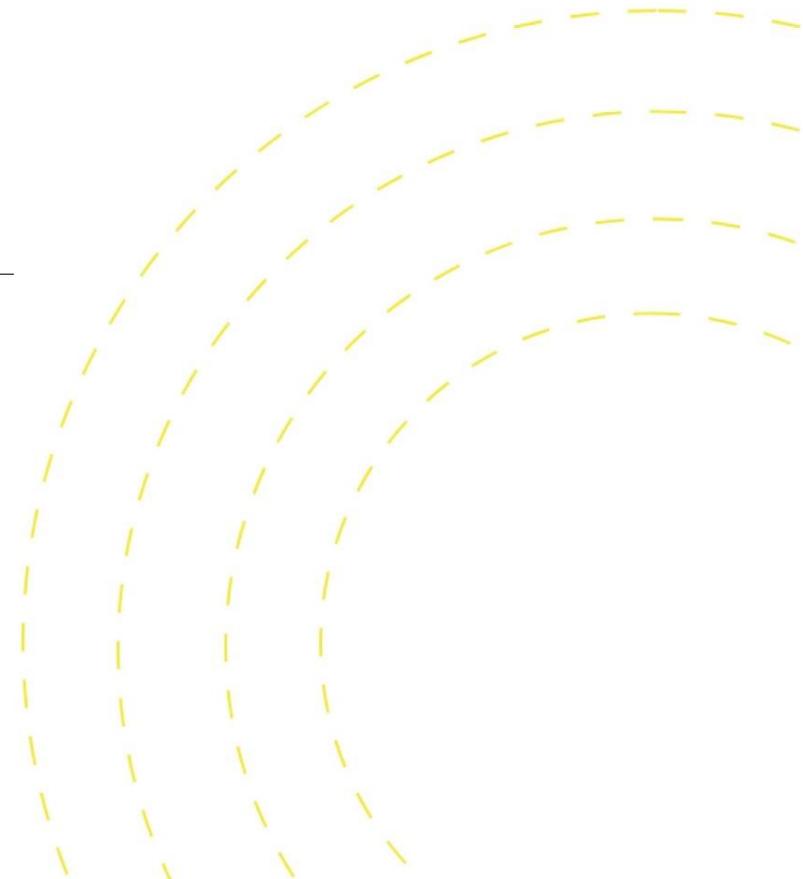
- Keine Freiflächen
- Großer Aufwand für Trassenführung
 - Kein Platz im Straßenbereich
 - Baumaßnahmen im laufenden Verkehr
- Erschließung Kundenpotenzial schwer planbar

Häufige Chancen:

- Hohe Wärmedichte
- Ankerkunden vorhanden
- Abwärmepotenziale

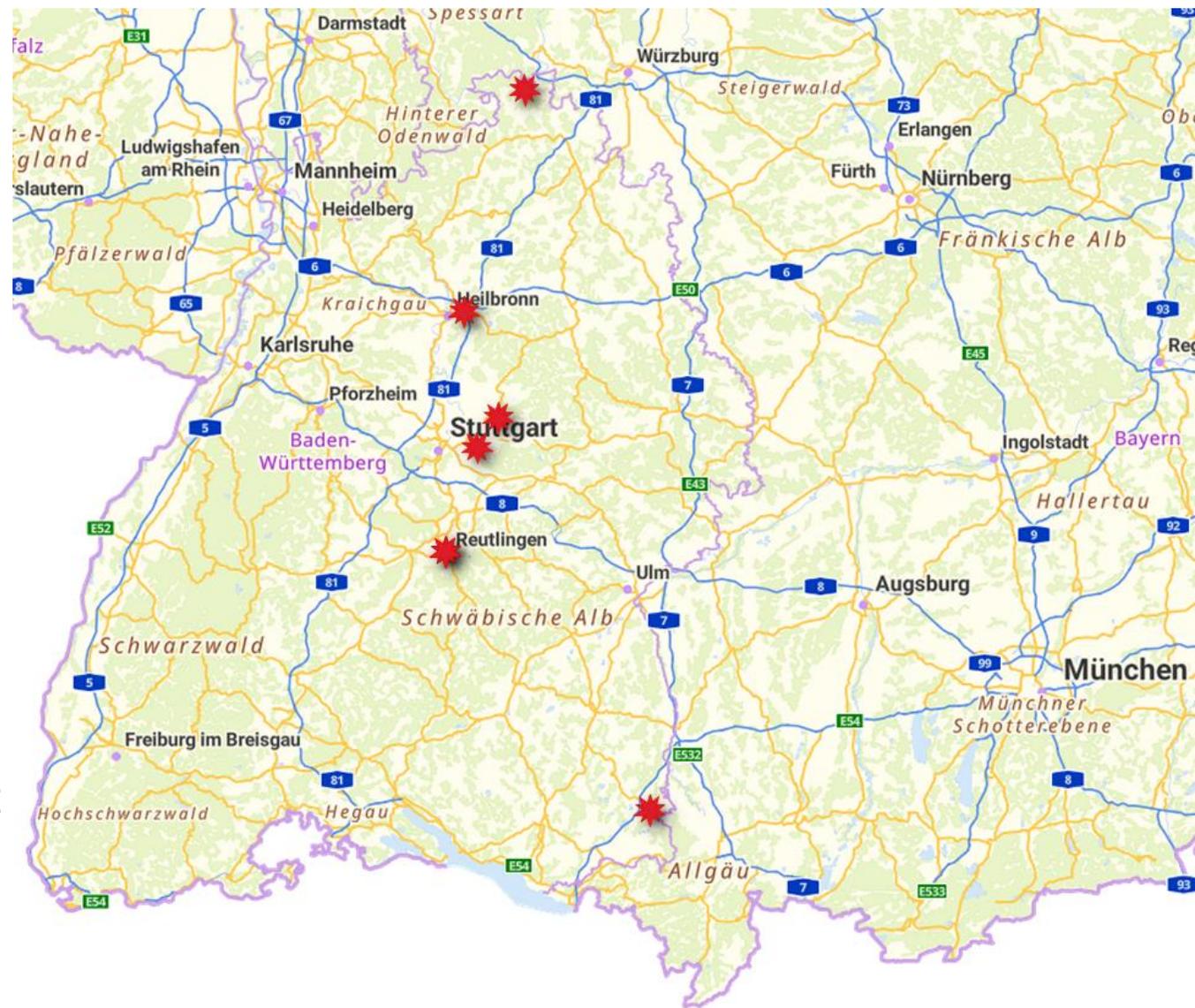
Transformationspläne

BEW Modul 1

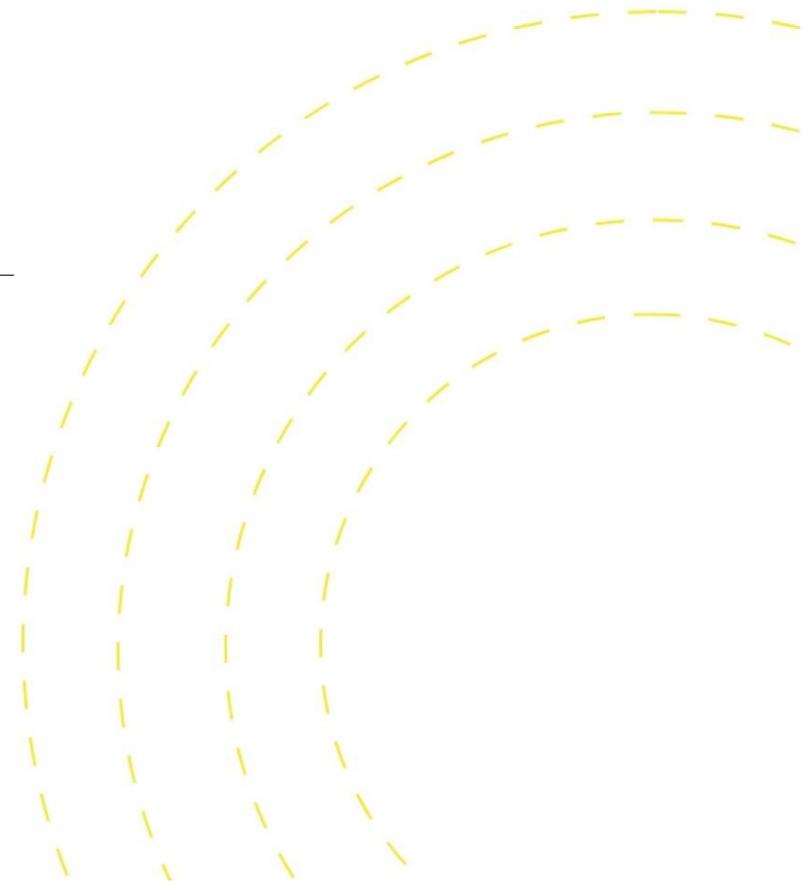


Untersuchung der technischen Machbarkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit mit dem Ziel THG-neutral bis 2045

- Wesentliche Aufgaben
 - Versorgungsgebiet und Wärmeabsatz
 - Potenzielle Erneuerbare Energien
 - Konzeption Wärmenetz
 - Konzeption Wärmeerzeugung
 - Projektplan von heute bis 2045
 - Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit
 - Projektdauer: 9 bis 24 Monate



Praxisbeispiel – Transformation Wärmenetz Reutlingen Bronnweiler



Grundlagen

3 MFH, 9 Reihenhäuser

Wärmeversorgung über Gebäudenetz

Brennstoff: Heizöl

2 Kessel mit jeweils max. 170 kW
Wärmeleistung

Baujahr der Kessel 2002

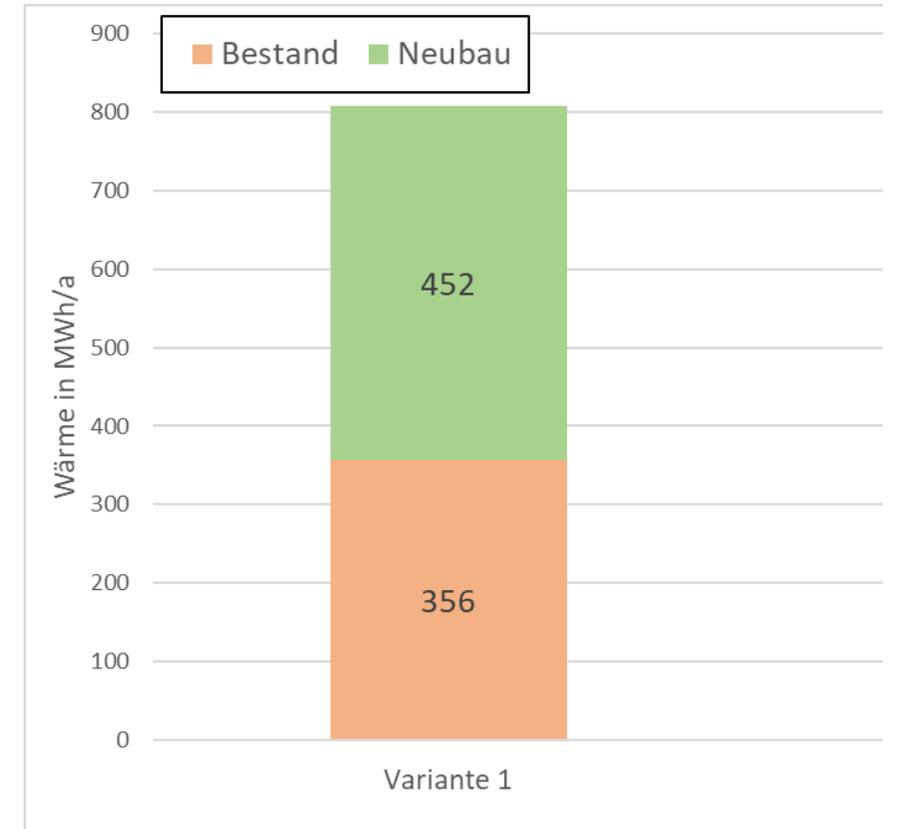
Wärmeverkauf: knapp 330 MWh
zwischen 2018 und 2022

→ Es besteht Handlungsbedarf die
Kessel des Heizwerks zu ersetzen



Geplante Erweiterung

Neubau von 8 MFH



Heizleistung

Variante 1

Neubau

277 kW

Bestand

~ 200 kW

Energiekarte *KW Dußlingen*



Legende:

Haltung nutzbar ohne Einschränkungen
($Q_{T,abw} \geq 16 \text{ k}$; DN $\geq 800 \text{ mm}$)

-  $\leq 100 \text{ kW/K}^*$
-  $> 100 \leq 200 \text{ kW/K}^*$
-  $> 200 \text{ kW/K}^*$

Haltung nutzbar mit Einschränkungen
($Q_{T,abw} \geq 16 \text{ k}$)

-  $\leq 100 \text{ kW/K}^*$
-  $> 100 \leq 200 \text{ kW/K}^*$
-  $> 200 \text{ kW/K}^*$

 Haltung ohne ausreichendes Potenzial

Bereiche geeigneter Standorte

-  150 m
-  300 m

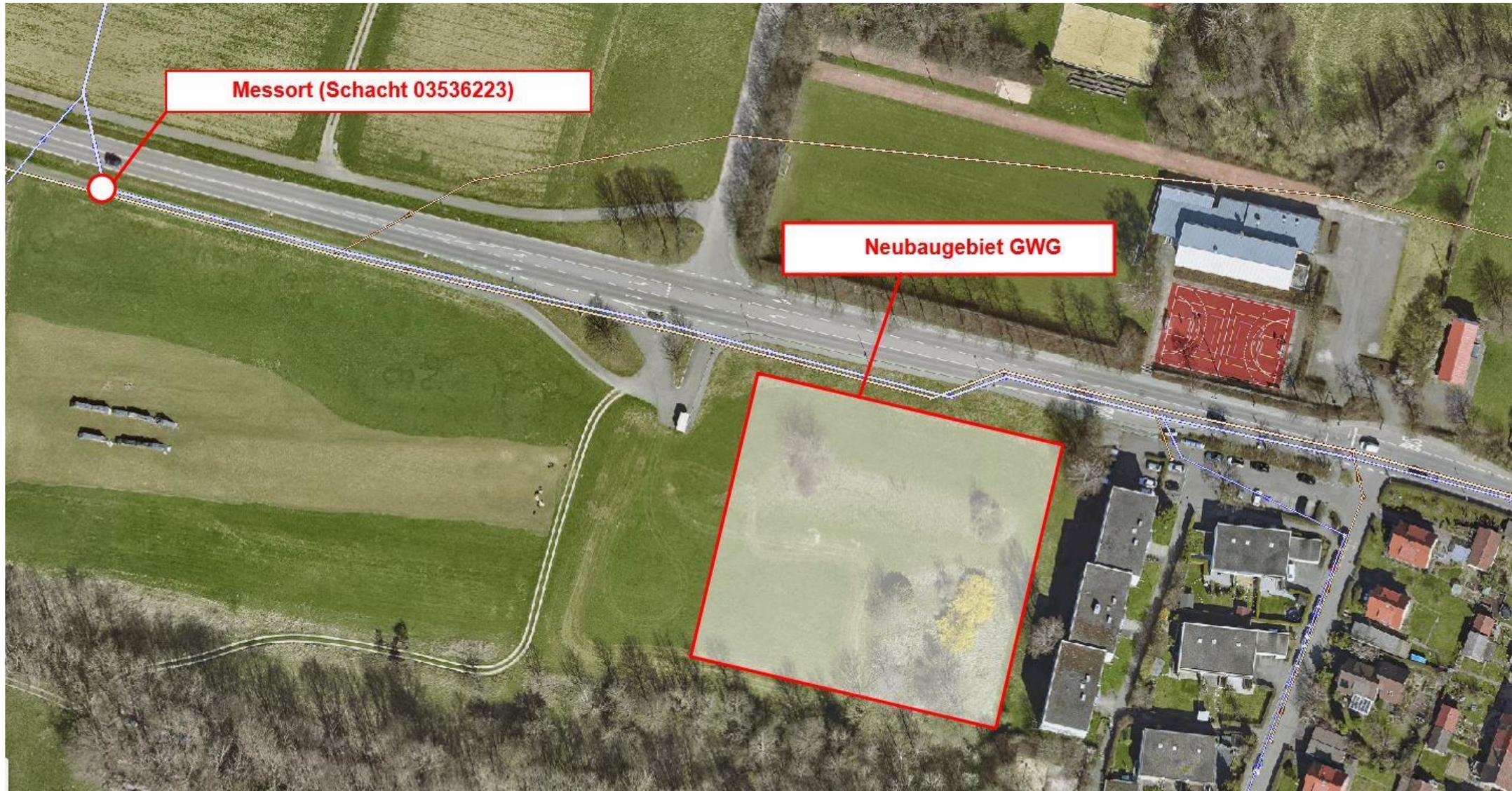
Ausschlussgebiete

-  Bereich Fernwärmeversorgung FaRenergie (Bestand und mittelfr. Ausbau)
-  Bereich Fernwärmeversorgung FaRenergie (mittelfr. bis Langfr. Ausbau)
-  Bereich Fernwärmeversorgung HBG mit KWK (Bestand)
-  best. Kläranlage

* $\text{Kilowatt Wärmeentzugleistung je Kwhm Abkühlung}$



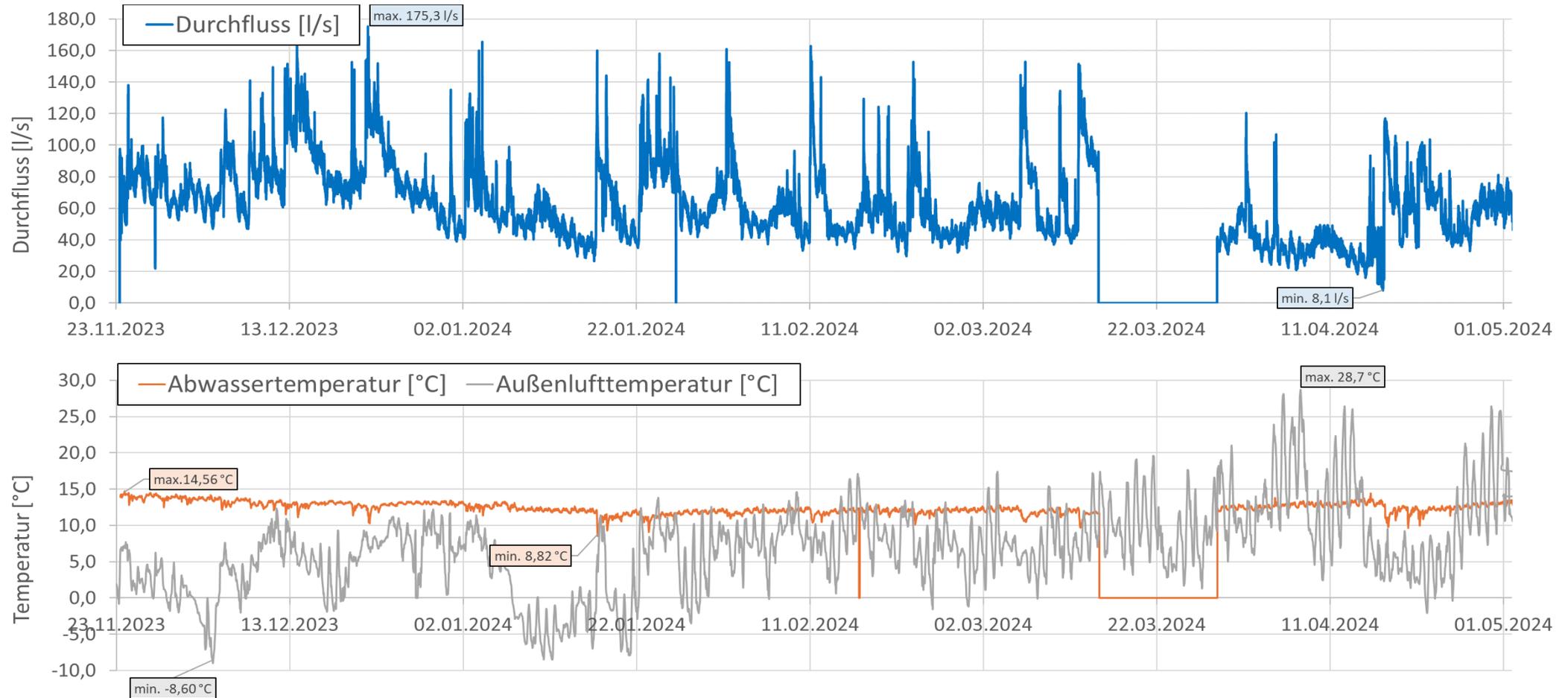
Kanalnetz Reutlingen



Messort und Ergebnisse

- Durchführung von 2 separaten Messungen
- Messung der SER von April 2022 bis September 2022
- Messung der GWG in Rücksprache mit SER von November 2023 bis Mai 2024
- Messung von Temperatur und Durchfluss als 5 Minuten-Werte
- Hinzuziehen von Regendaten für Bewertung von Trockenwetterabfluss

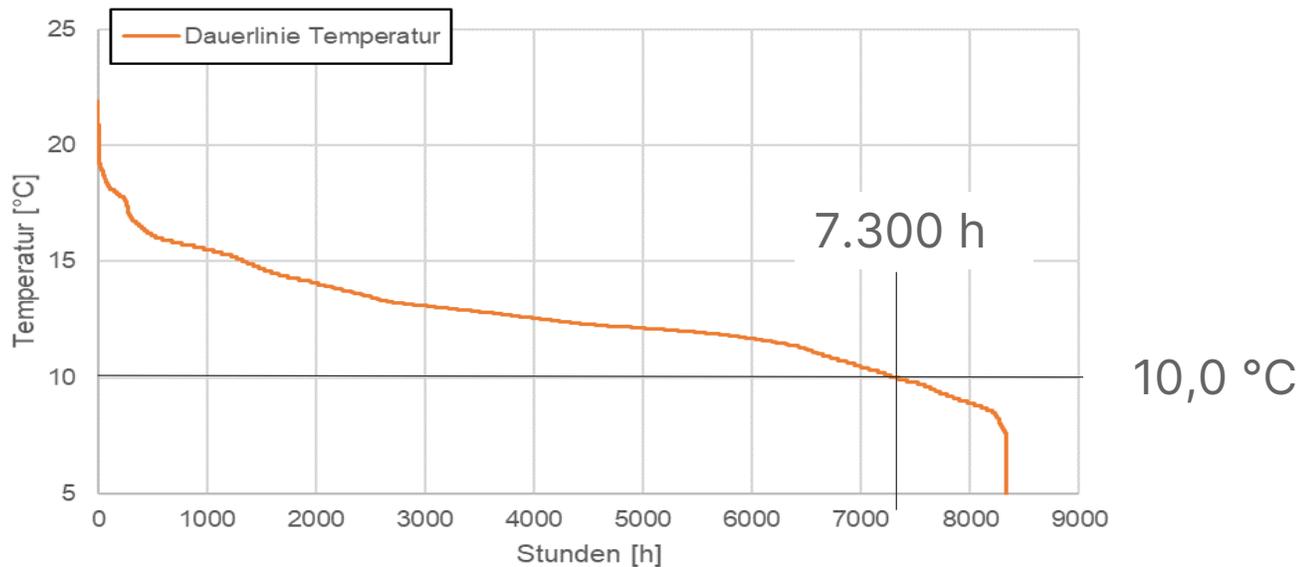
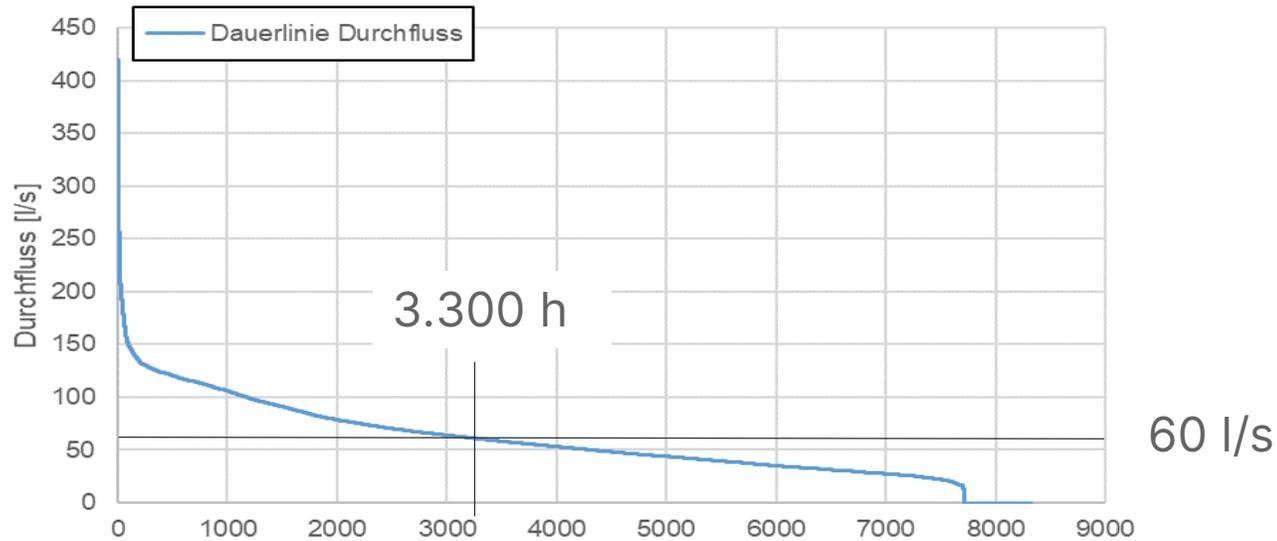
Messung 2023/2024



Interpretation:

- Durchfluss Abwasserkanal weist starken Anstieg bei Niederschlag auf
- Geringer Einfluss von Außenlufttemperatur auf Abwassertemperatur
- Abwassertemperatur reduziert sich innerhalb des Messzeitraum um ca. 3K

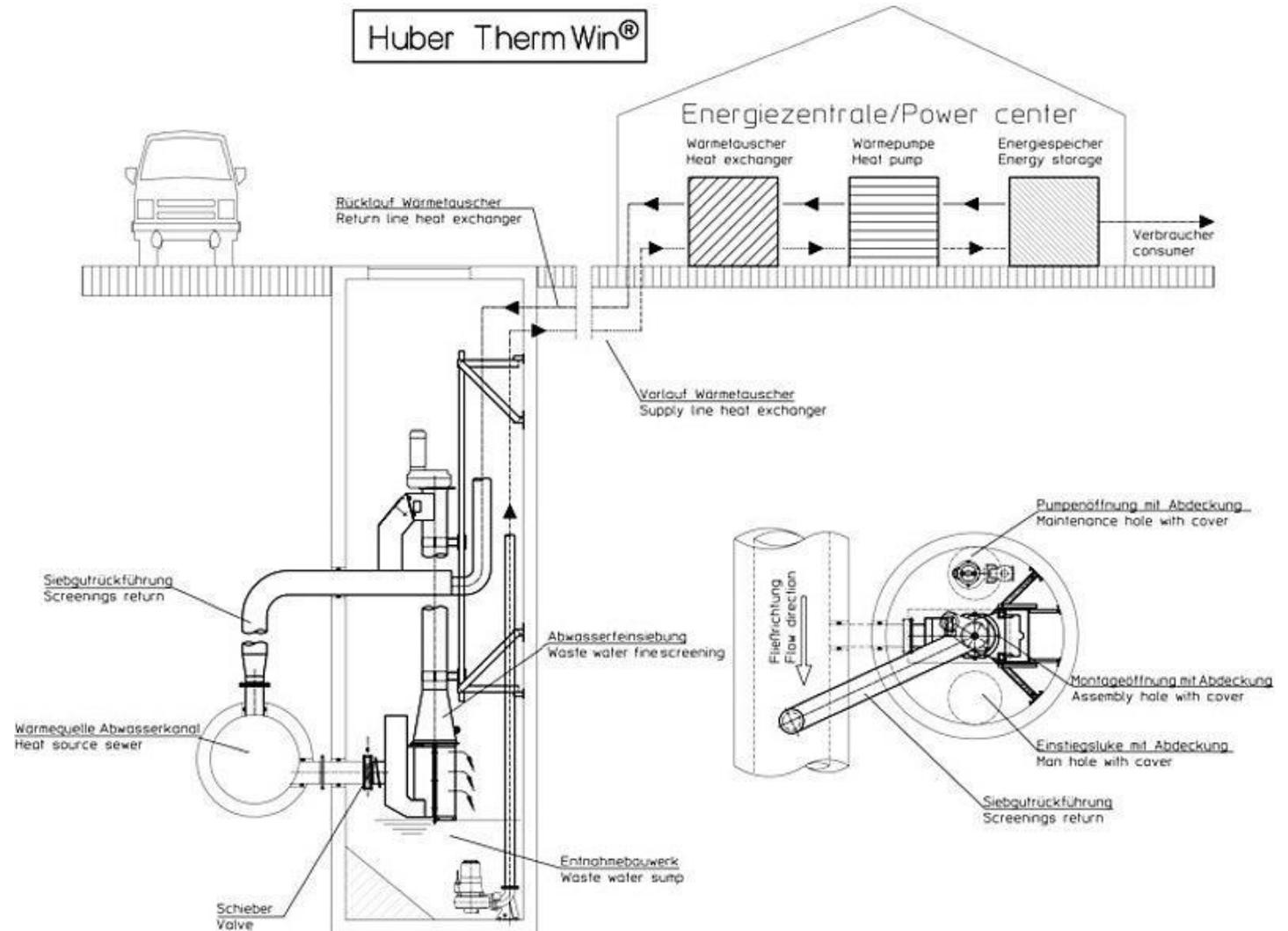
Zusammenfassung



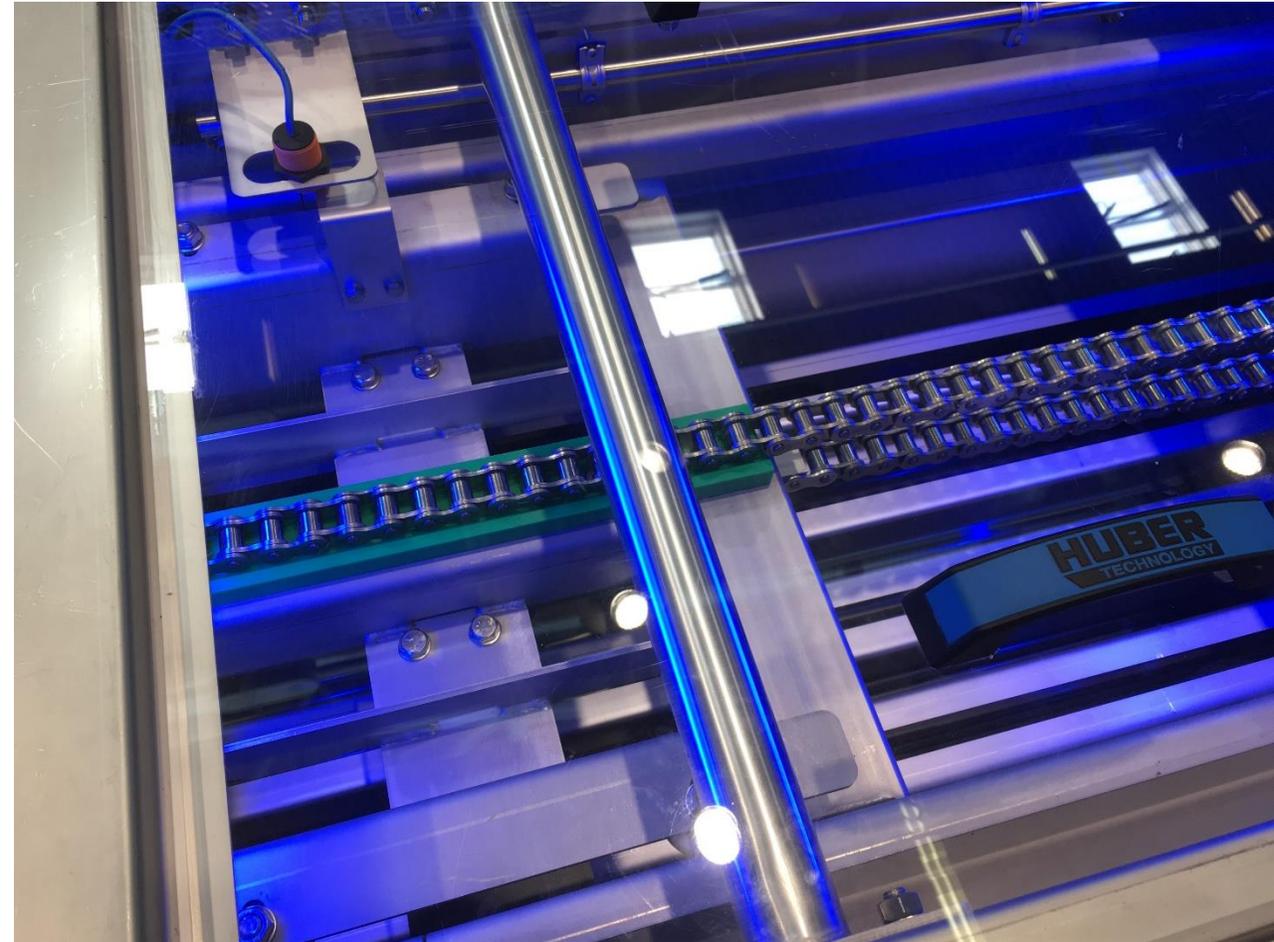
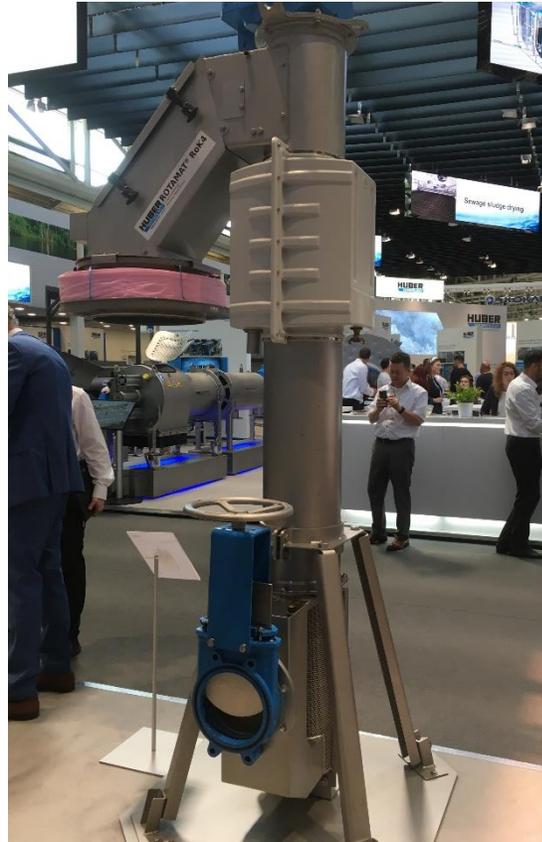
- Dauerlinien aus beiden Zeiträumen
- gesamten Messzeitraum: ca. 8.300 h
- Durchfluss von 60 l/s an 3.350 h überschritten
- Temperatur von 10 °C an 7.300 überschritten

Technik Abwasserwärmenutzung

- Kein Einbau von Wärmetauschern in Kanal
- Kanal wird „angebohrt“ um Teilvolumenstrom „abzugreifen“
- Siebung vor „Grobstoffen“
- Einleitung in Wärmetauscher
- Abgabe von Wärme an Sole mittels Rohrbündel
- Rückführung in den Kanal mit Siebgut an zweiter Stelle (Stromabwärts)

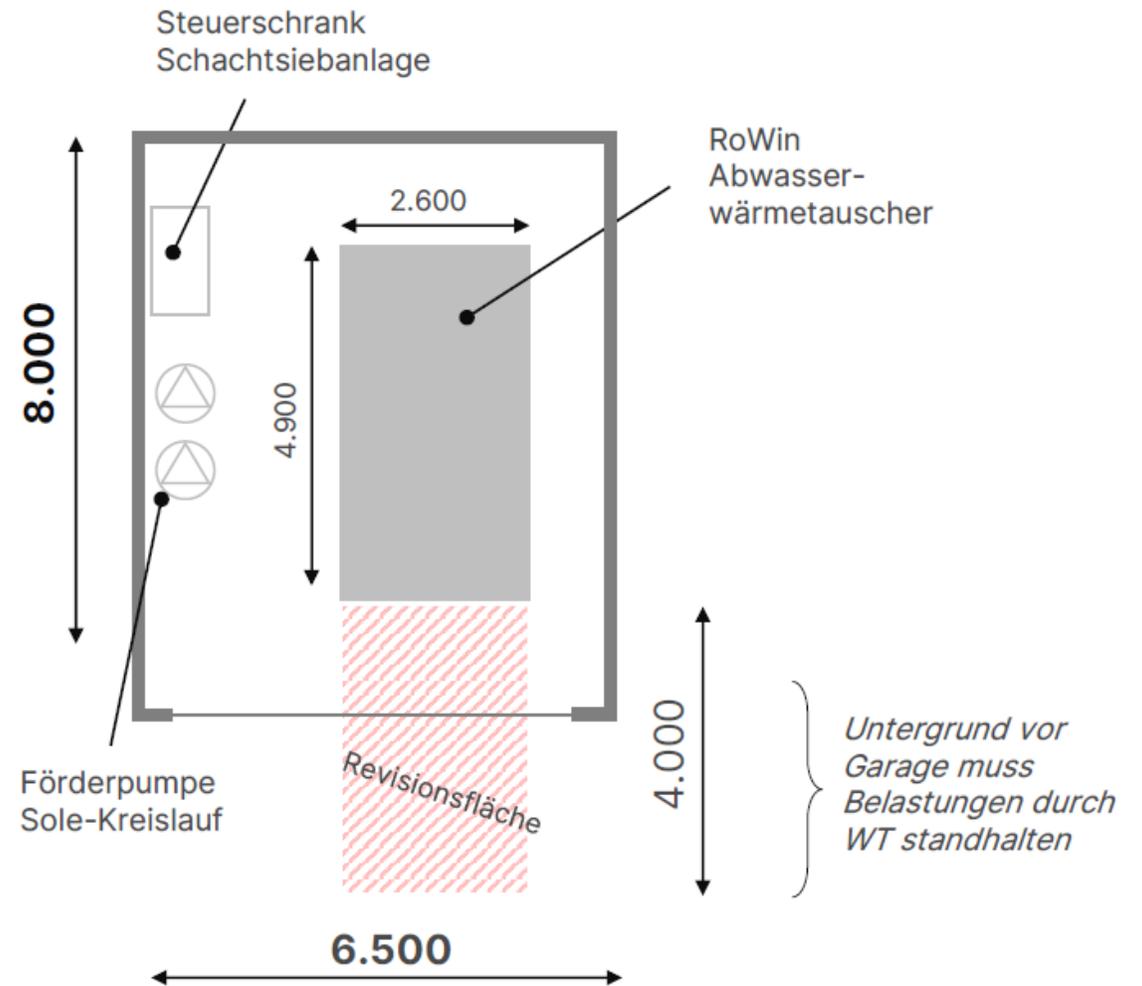
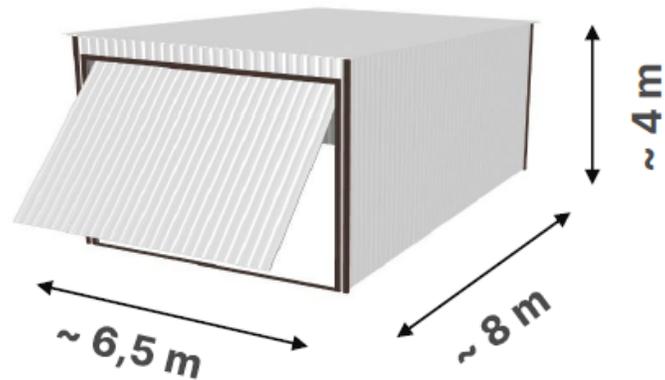


Technik Abwasserwärmenutzung



Platzbedarf Wartungsarbeiten Rohrmodule:

- Rohrmodule werden **vorne** über die Zulaufseite rausgezogen
Platzbedarf 4m vor der Maschine und 1m über der Maschine
- Rohrmodule werden nach **oben** rausgezogen.
Platzbedarf 2m über der Maschine



Winter:

- Viel Niederschlag → hoher Durchfluss (max. Durchfluss Baugröße WT & Durchschnitt Messzeitraum)
- niedrige Temperaturen (~ min. Temperatur Messzeitraum)



Min. Temperatur und min. Durchfluss treten nie zur gleichen Zeit auf!

Auslegung der Wärmepumpe auf diesen Fall → Worst-Case im Winter

Wärmepumpe

Auslegung:

Heizleistung 480 kW
Primär 6,9 °C bei 28 l/s

Combitherm - Typ HWW 8573I R515B:

Heizleistung 243 kW
Abmessung 2,2 m x 1,4 m x 2,1 m
Kosten 140 T€

1. Betriebspunkt:

Sekundär **75/50 °C**
COP 2,0
Q_Quelle 131 kW

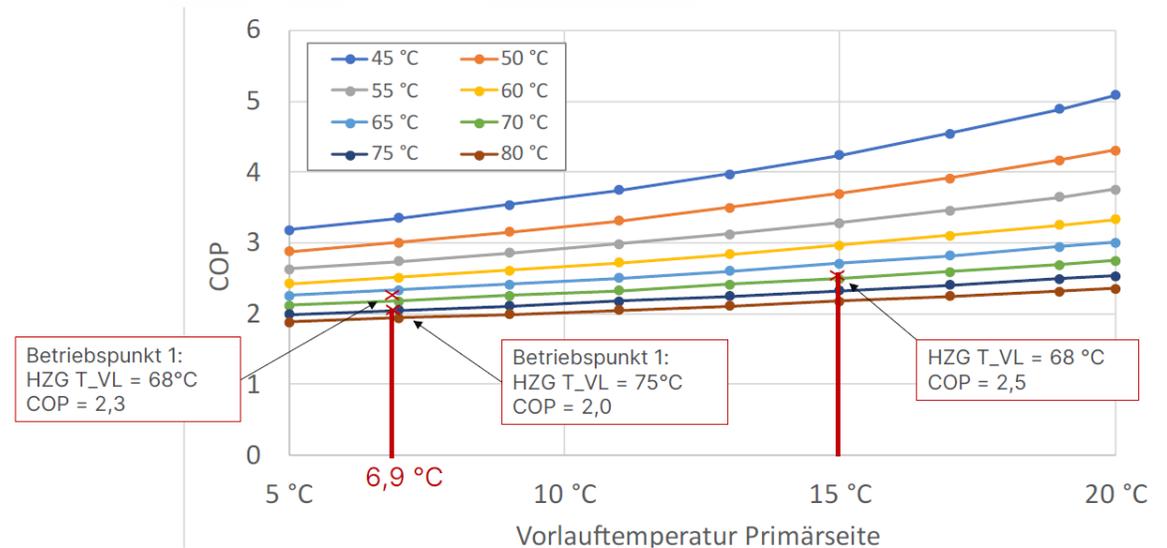
2. Betriebspunkt

Sekundär **68/50 °C**
COP 2,3
Q_Quelle 149 kW



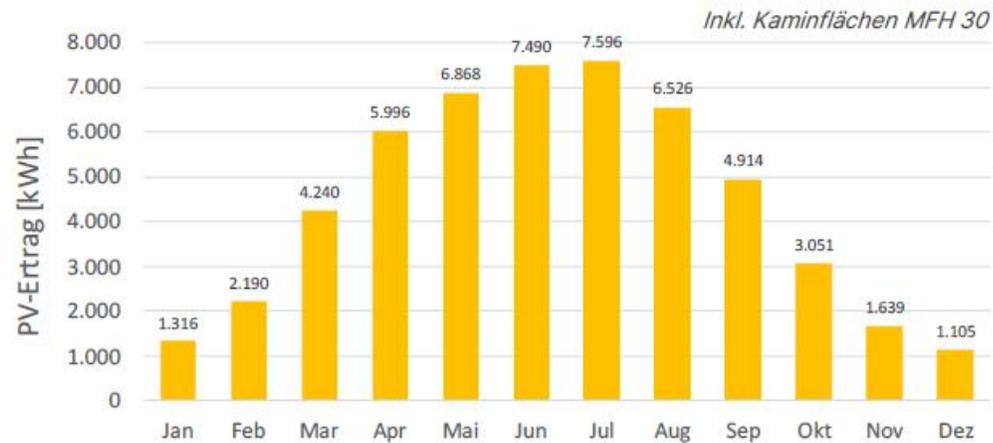
Leistungszahl COP:

- Großer Temperaturhub zwischen Quell- und Heiztemperatur
- Quelltemperatur nicht beeinflussbar
- Wesentliche Stellschraube: Heizungsvorlauftemperatur
- Kaltsole-Austrittstemperatur min. 4 °C
 - Betriebspunkt 2
 - Kaltsole-Eintrittstemperatur = 6,9 °C
 - Kaltsole-Austrittstemperatur = 4,3 °C
 - < 4°C wird die WP abgeschaltet

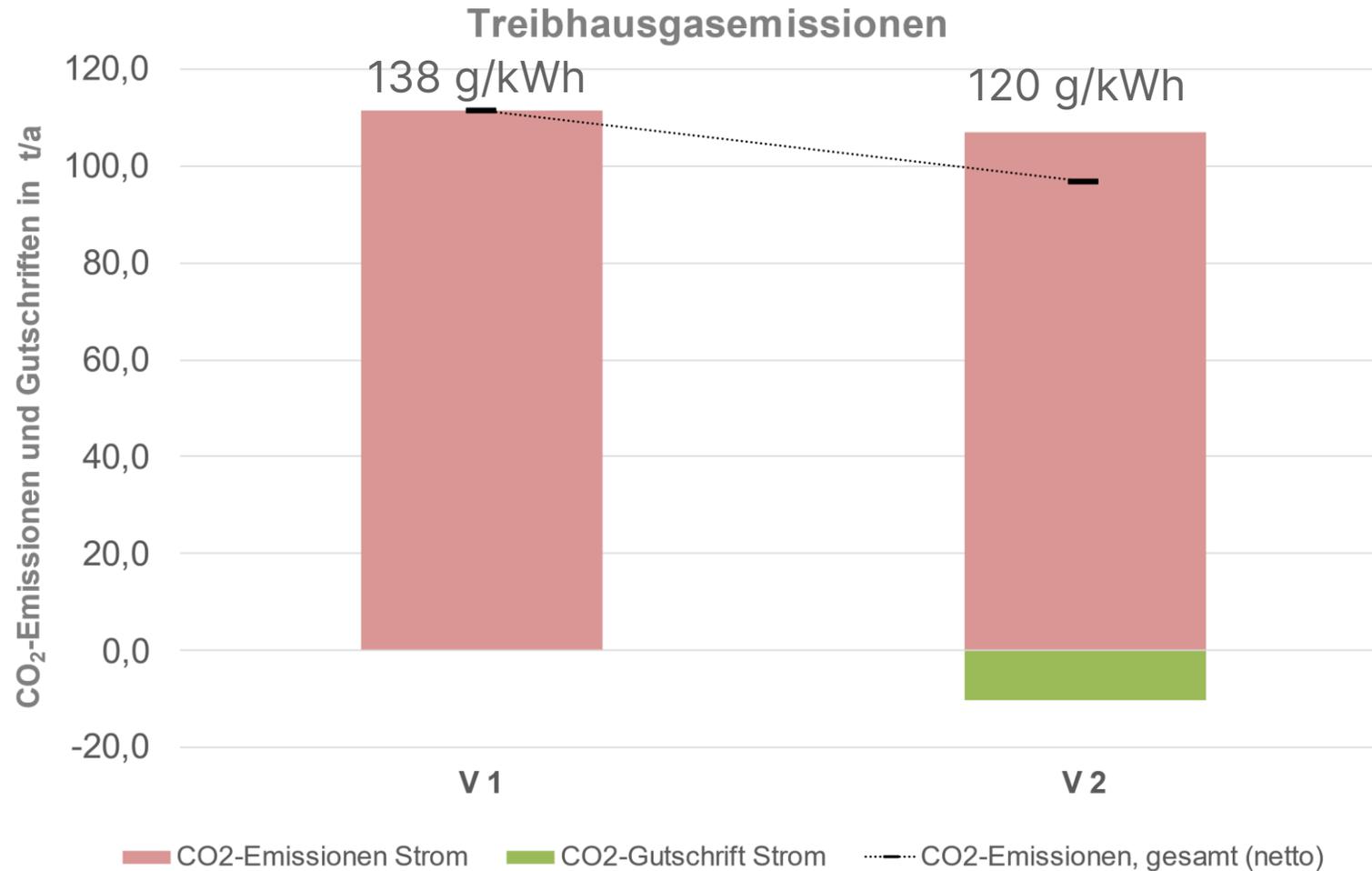


Einbindung PV-Anlage

	Modulanzahl [Stk.]	Leistung [kWp]	Energie [MWh/a]	Dachflächenanteil [%]
MFH 32	46	18,4	17	42
MFH 30 (o. Kaminfläche)	30	12	11,1	27
MFH 30 (zus. Kaminfläche)	16	6	5,9	15
MFH 28	51	20	18,9	46
Summe	143 Stk.	57 kWp	53 MWh	43 %



CO₂-Emissionen



- CO₂-Emission durch Wärmepumpe
- CO₂-Gutschriften aus Stromerzeugung PV
- PV-Anlage reduziert Emissionen um 13 %

Vergleichswert
Erdgas 235 g/kWh

CO₂-Emission
bisher 390 g/kWh