

*Vortrag im Rahmen der  
Biogaspartner Jahreskonferenz 2024*

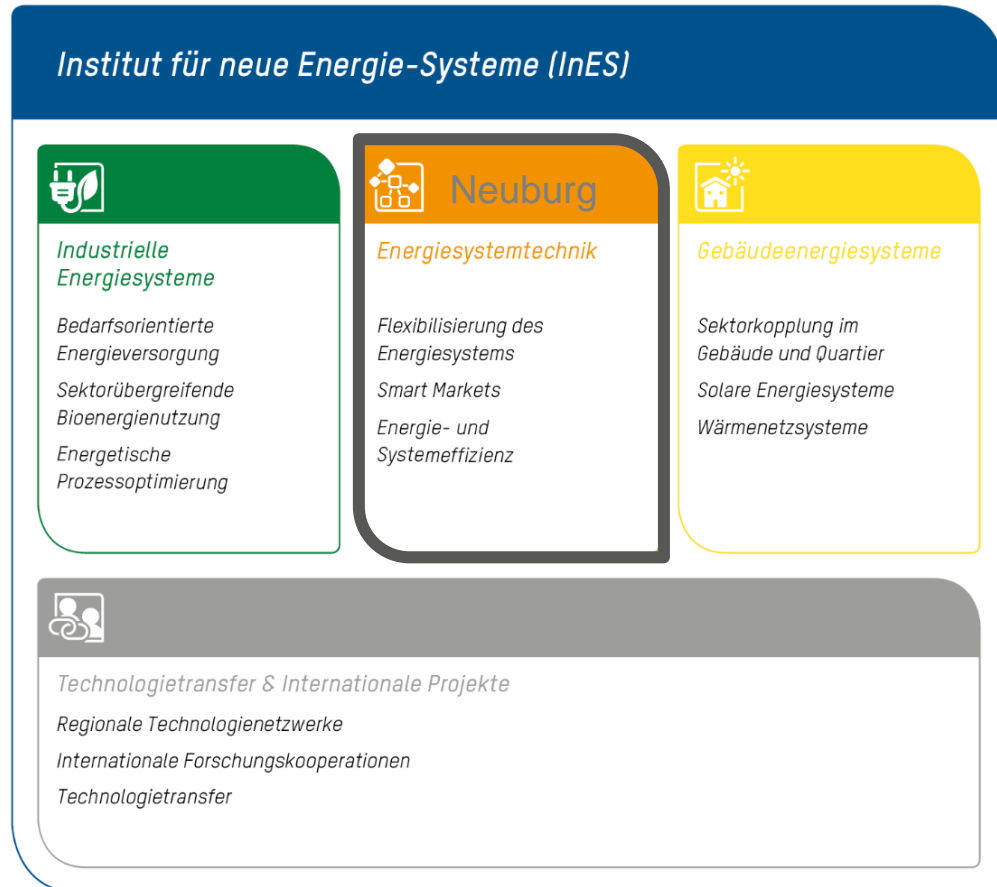
***Biomethan in der hochflexiblen KWK***

*Prof. Dr.-Ing. Uwe Holzhammer*

12.11.2024

# Vorstellung:

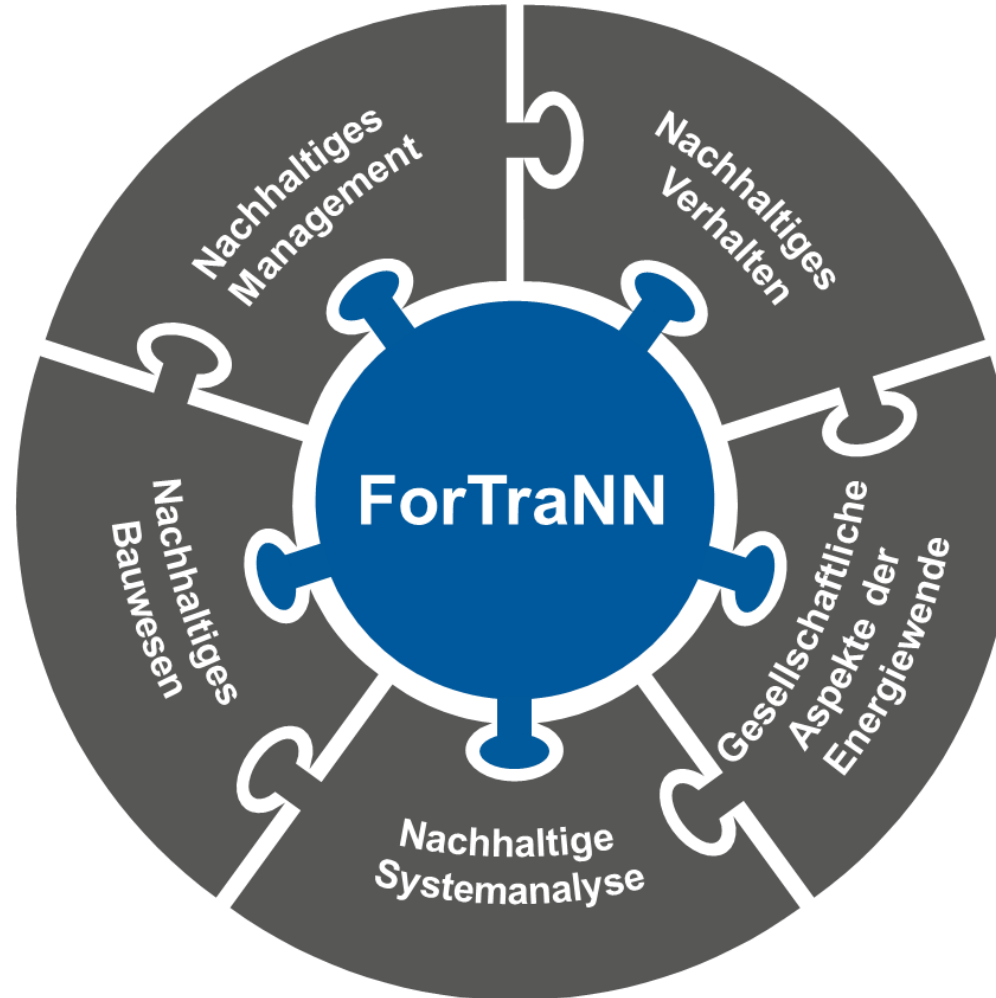
## Bereich Energiesystemtechnik am InES am Standort Neuburg an der Donau



- kostenoptimale Integration von fluktuierenden Erneuerbaren Energien (fEE) in das übergeordnete Energiesystem
- techno-ökonomische Analysen von Flexibilitätsoptionen und Systemeffizienz (P2H, P2G, P2Cool, E-Mobilität, stationäre Batteriespeicher, ...) zur Integration von fEE in das Versorgungssystem
- sektorübergreifende, techno-ökonomische Systemanalysen unter Berücksichtigung energiewirtschaftlicher und energiepolitischer Zusammenhänge und des regulatorischen Rahmens
- Energiemarktdesign
- Beispiel: EOM+, BlueMilk, SmartArea

# Vorstellung Forschungsaktivitäten

## Nachhaltige Systemanalyse & Gesellschaftliche Aspekte der Energiewende am ForTraNN



### Auswahl Forschungsthemen:

- Nachhaltige Mobilität
- Gerechte Energiewende
- Gesellschaftliche Akzeptanz und Bürgerbeteiligung
- Wertigkeit von EE-Projektstandorten
- Transdisziplinäre EE-Projektentwicklung
- Energienutzungsverhalten von Haushalten
- Umweltbewusstes Konsumverhalten
- ...

# Gliederung: Was erwartet Sie?

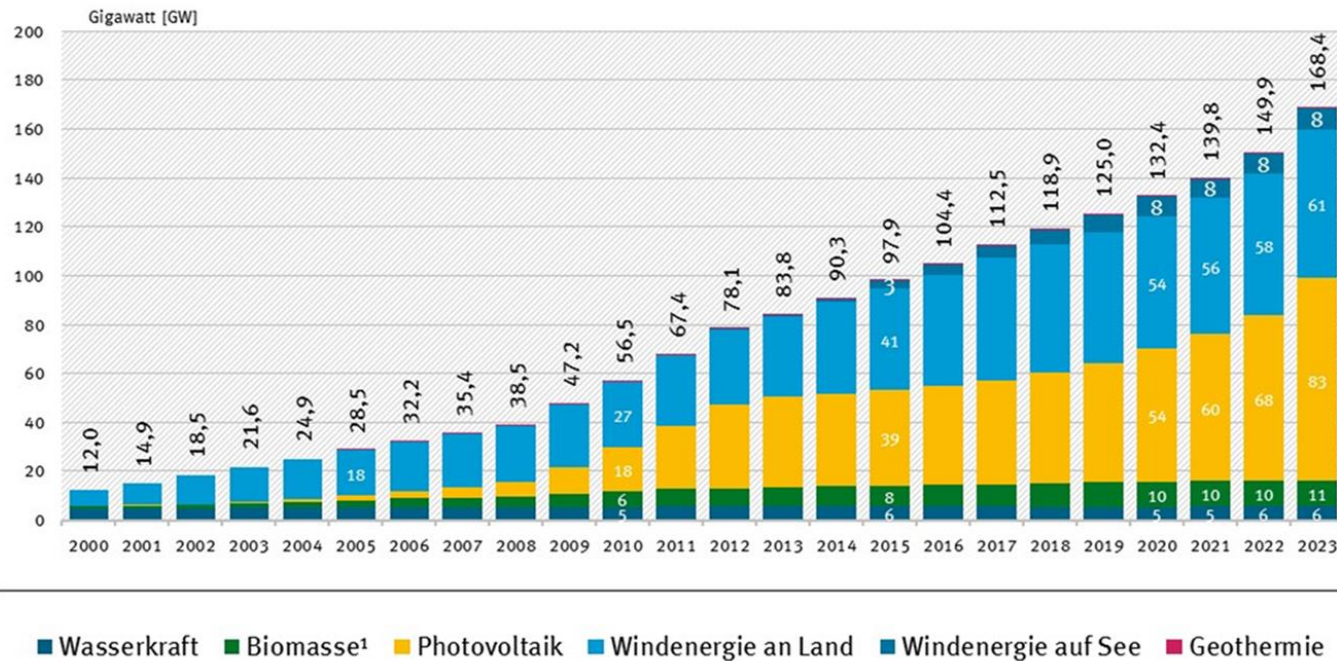
## *Biomethan in der hochflexiblen KWK*

- Ausgangslage
- Wo stehen wir mit Biomethan-BHKW-Anlagen?
- Warum das Ganze?
- Herausforderung
- Die Prozesskette – Ein komplexes Gebilde
- Lösungsansätze
- Vertiefung eines Ansatzes
- Fazit

# Ausgangssituation

Ausgangssituation: Hohe Änderungsdynamik durch Zubau fluktuierender EE

Klimaziele der Bundesregierung sehen Steigerung des EE-Anteils am Bruttostrombedarf von 52,5 % (2023) auf **80 % im Jahr 2030** vor.



- Der vergangene Ausbau zeigt sich insbesondere bei fluktuierenden EE
- Weiterer Zubau EE-Kapazitäten bis 2030 geplant
  - PV: 22 GW/a → ca. 150 GW
  - Wind (Onshore): 10 GW/a → ca. 70 GW
  - Wind (Offshore): ~1 GW/a → ca. 7 GW
- In Summe sind bis **2030 bis zu 400 GW** zu erwarten!!!

[1]

¹ inkl. feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Deponie- und Klärgas, Klärschlamm und biogenem Anteil des Abfalls (50%)

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat  
Stand 09/2024

## Status Quo der Biomethan Verstromung

### Biomethan-BHKW-Anlagen-Bestand nach MaStR (Stand Januar 2023):

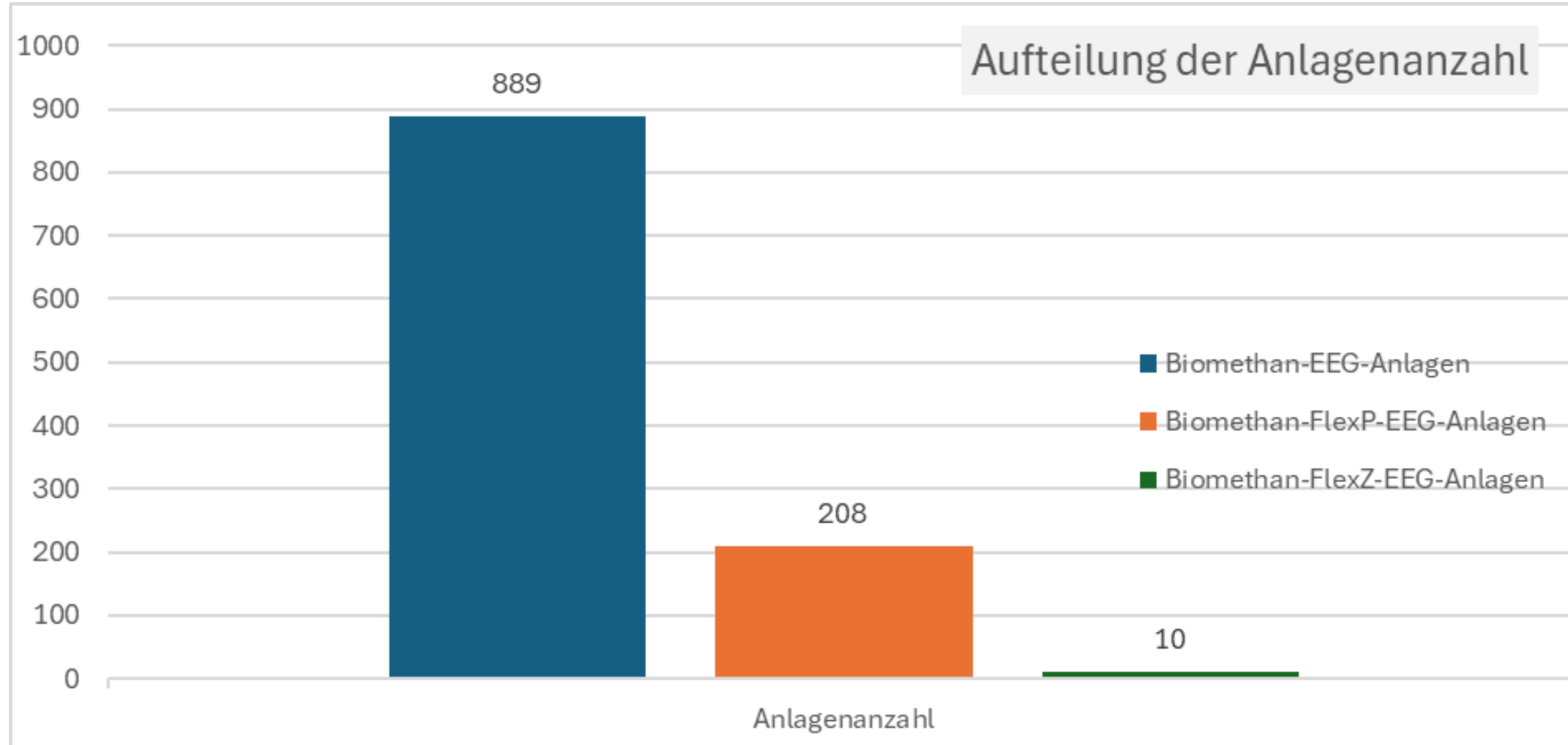
- Anzahl an Anlagen: ca. 1.100
- Installierte Kapazität: ~ 0,6 GW<sub>el</sub>
- 2,14 TWh<sub>el</sub>

Bezugsjahr (Abrechnungsjahr)	Anzahl EEG-Anlagen (Bewegungsdaten), n	Installierte elektrische Anlagenleistung, MW <sub>el</sub>	Netzeinspeisung mit EEG-Vergütungsanspruch, GWh
2018	1.232	609	2.885
2019	1.259	616	2.916
2020	1.213	633	2.906
2021	1.164	614	2.921
2022	1.148	610	2.543
2023*	1.107	600	2.141

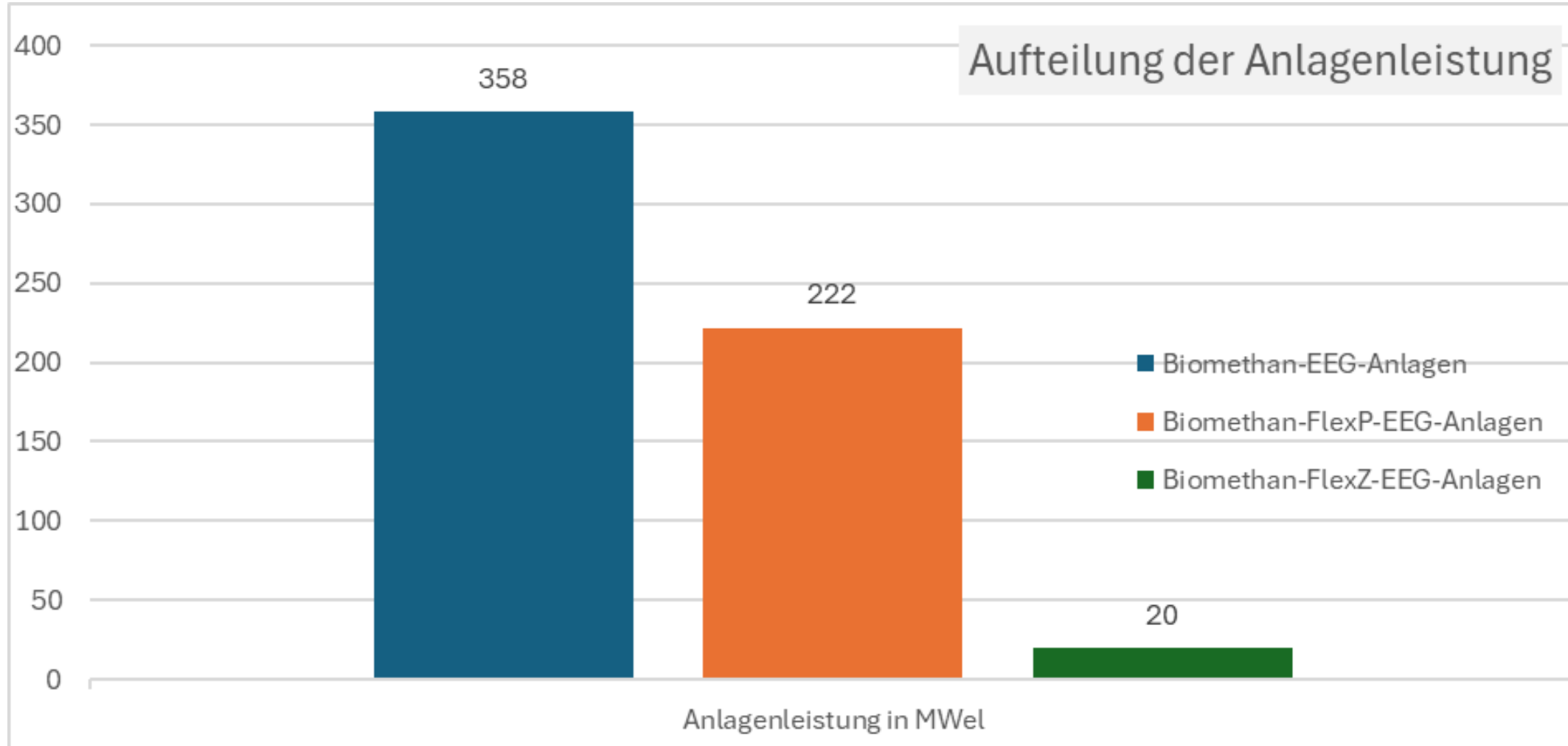
Darstellung DBFZ, 10/2024. Datenbasis: Netztransparenz EEG Jahresabrechnungen (Bezugsjahre 2018 bis 2023); 2023\* als vorläufige Auswertung der EEG-Jahresabrechnung 9/2024 für das Bezugsjahr 2023. [2]

# Ein Teil der Biomethan-BHKW-Anlagen nutzen auch die Flexibilitätsanreize (von 1107 Anlagen)

Biomethan-BHKW-Anlagen in Deutschland (Stand Januar 2023), Quelle DBFZ 2024, eigene Darstellung



*Ein Teil der Biomethan-BHKW-Anlagen (600 MWel) nutzen auch die Flexibilitätsanreize  
Biomethan-BHKW-Anlagenleistung in Deutschland (Stand Januar 2023), Quelle DBFZ 2024, eigene Darstellung*

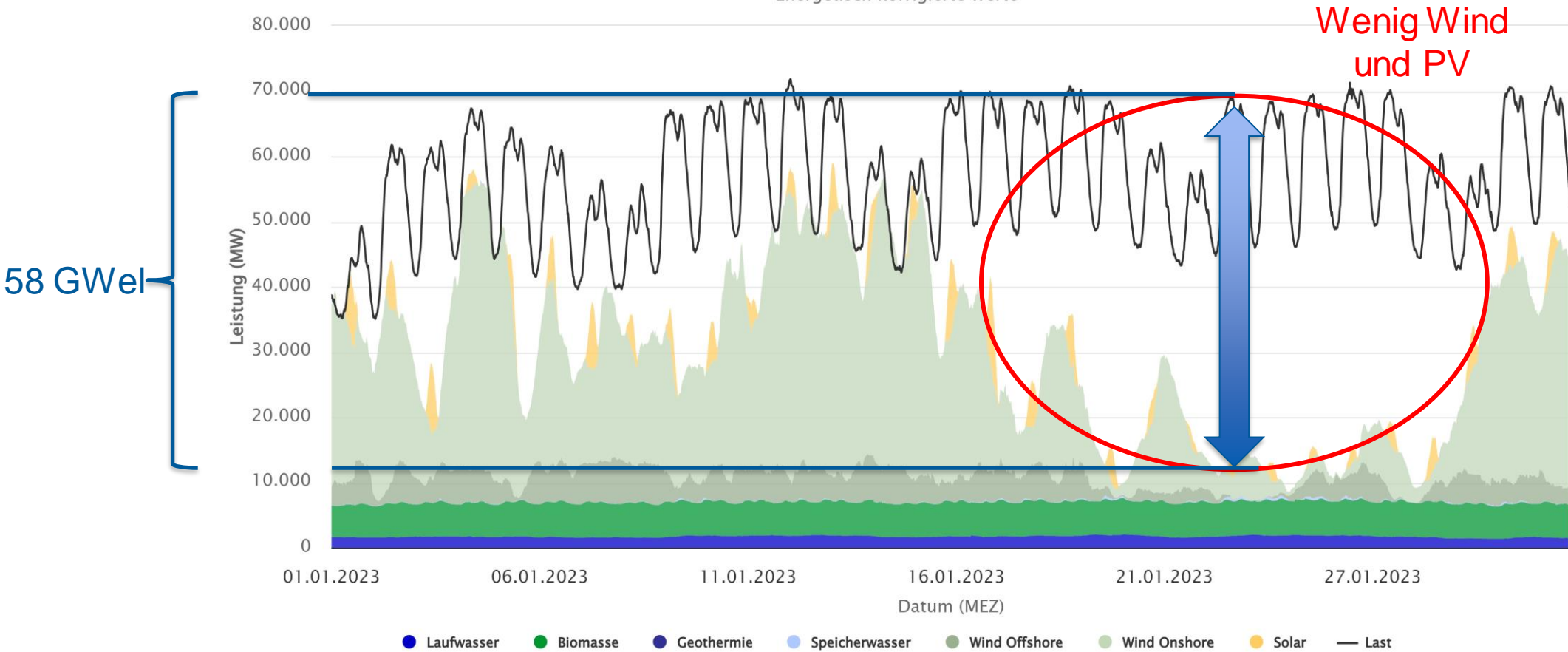


# Residuallastdeckung bei voranschreitendem Ausbau fluktuierender EE

Zahlenbeispiel zur Veranschaulichung des Bedarfs an planbaren / steuerbaren Kapazitäten + steuerbaren Lasten

## Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Januar 2023

Energetisch korrigierte Werte



Energy-Charts.info; Datenquelle: ENTSO-E, AGEE-Stat, Destatis, Fraunhofer ISE, AG Energiebilanzen; Letztes Update: 04.10.2024, 00:55 MESZ

[3]

# Transformation der Biomethanverstromung

## Rolle des BHKW

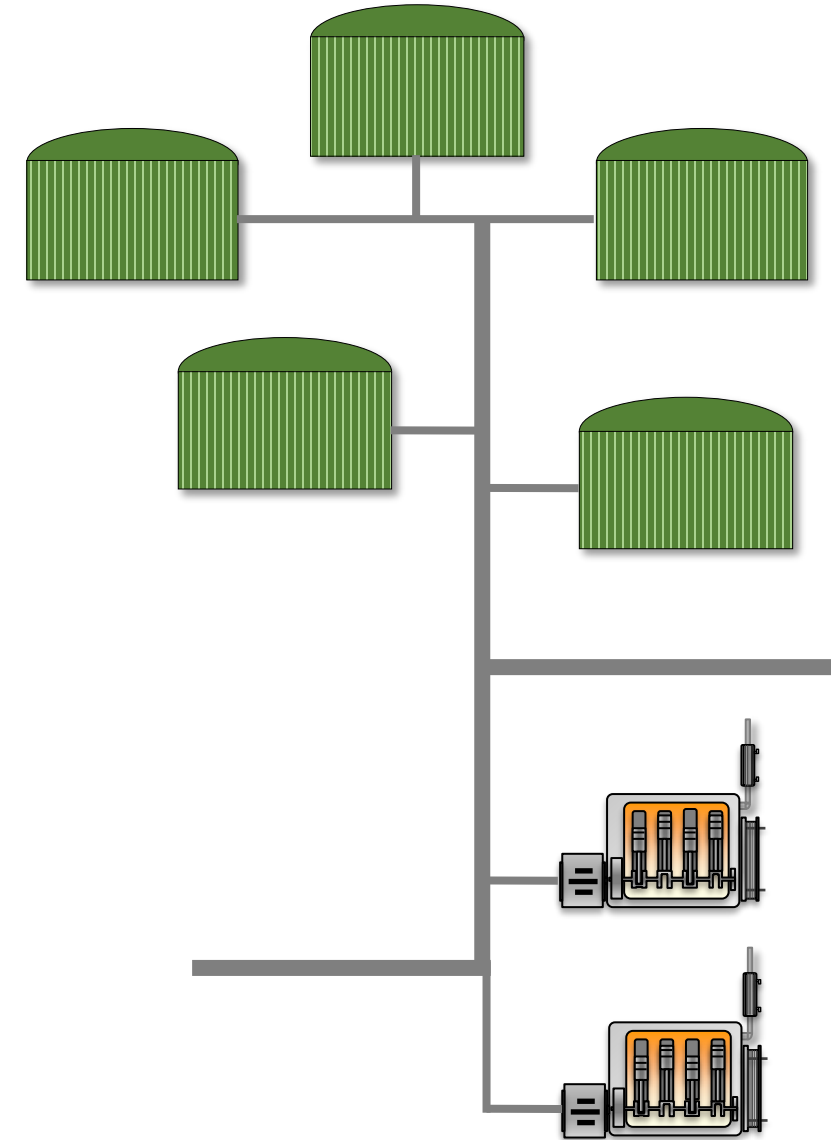
### ■ Biomethan-Anlagen zur flexiblen Stromerzeugung:

- Residuallastversorgung (Beitrag Versorgungssicherheit bei wenig Wind und PV)
  - flexible und steuerbare Stromerzeugung zur Deckung von Versorgungslücken
- Systemdienstleistungen
  - Positive Regelleistung durch flexible Biomethan-BHKW-Anlagen
  - Positiver Redispatch (aus Systemsicht, sehr spannend: Grund für Südquote)
  - Schwarzstartfähigkeit (!?)



### ■ EEG 2023 sieht verstärkten Ausbau vor:

- 3,6 GW bis 2028
- Hohe Flexibilitätsanforderung



# Transformation der Biomethanverstromung

## Rolle des BHKW

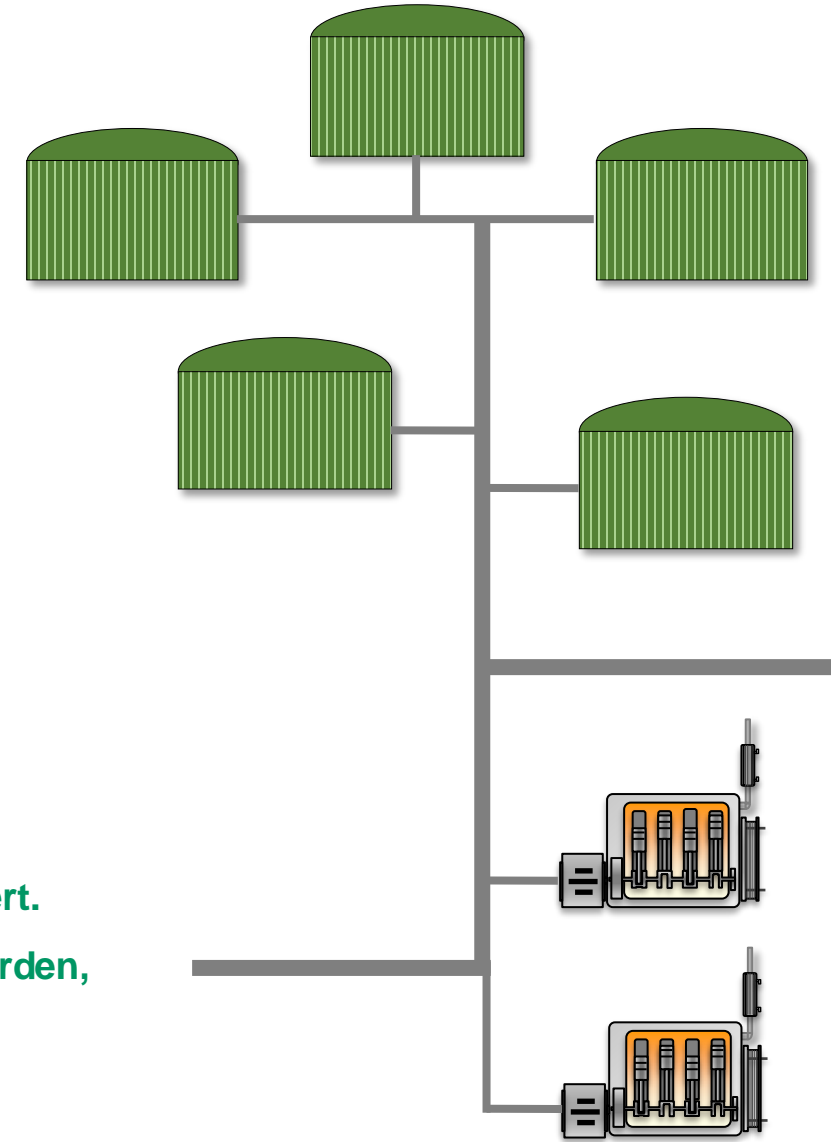


### ■ EEG 2023 sieht verstärkten Ausbau vor:

- 3,6 GW bis 2028
- Hohe Flexibilitätsanforderung

### ■ Rahmenbedingung:

- Die Strommengen, welche innerhalb von 876 h mittels der installierten FlexP-Nennleistung (ergibt 10 % Bemessungsleistung) produziert werden kann, wird gefördert.
- Die installierte Leistung muss an 500 h/a (nahezu) in voller Leistung betrieben werden, um Zugang zur Förderung zu erhalten

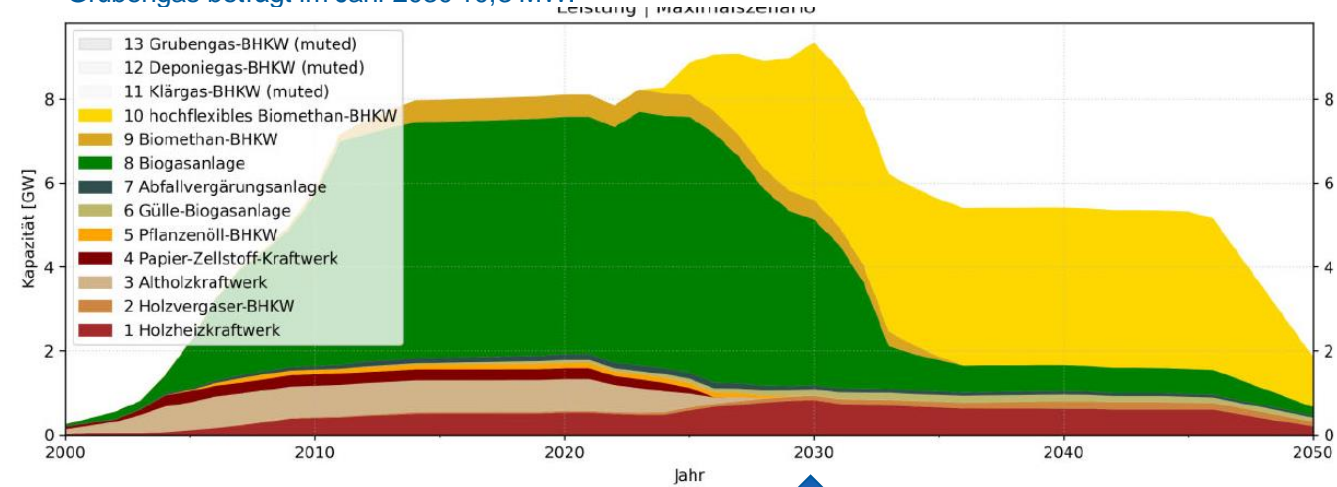


# Transformation der Biomasseverstromung: Szenario nach DBFZ

## Entwicklung Biomasseverstromung mit neuem hochflexiblen Biomethaneinsatz

Maximalszenario:

Inst. Leistung aus Biomasse, Biomethan sowie Klär-, Deponie- und Grubengas beträgt im Jahr 2030 10,3 MW.



Ca. 10,3 GW<sub>el</sub>

## Aber: Biomethan-BHKW-Anlagen und Ausschreibungsergebnisse

### Ausschreibungsergebnisse:

(Hinweis: 1te und 2te Ausschreibung noch mit 15 % Bemessungsleistung, 5te und 6te Ausschreibung: Reduktion des Gebotsvolumens, aufgrund der drohenden Unterzeichnung)

- 1te: 150 MWeI im Jahr 2021: Zuschlag:  
148 MWeI (mit Anzulegenden Wert (AW): 17,84 ct/kWh)
- 2te: 150 MWeI im Jahr 2022: Zuschlag:  
3,5 MWeI (mit Anzulegenden Wert (AW): 18,81 ct/kWh)
- 3te (April) und 4te (September): 600 MWeI im Jahr 2023 (Einführung Südquote)  
keine Gebote → Zuschlag: 0 MW
- 5te: (April 2024): 250,9 MWeI (Erhöhung des zulässigen Höchstgebotswert: 21,03 Cent pro kWh und Aufhebung der Südquote bis 2027)  
Keine Gebote → Zuschlag = 0 MW
- 6te: (September 2024): 75 MWeI (weitere Verringerung aufgrund der drohenden Unterzeichnung)  
2 MWeI Gebot (musste aber ausgeschlossen werden) → Zuschlag = 0 MW

# Transformation der Biomasseverstromung

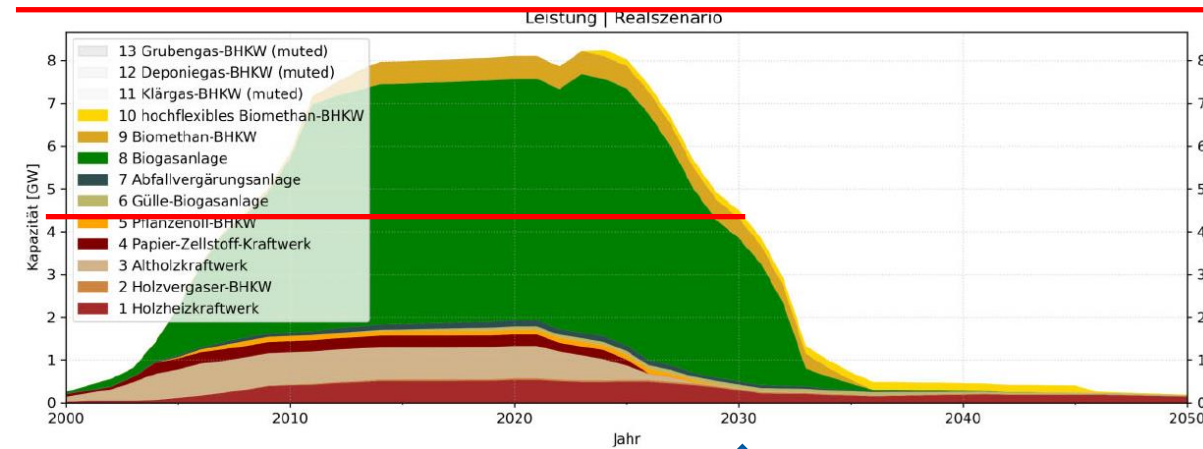
## Entwicklung Biomasseverstromung mit neuem hochflexiblen Biomethaneinsatz

Realszenario:

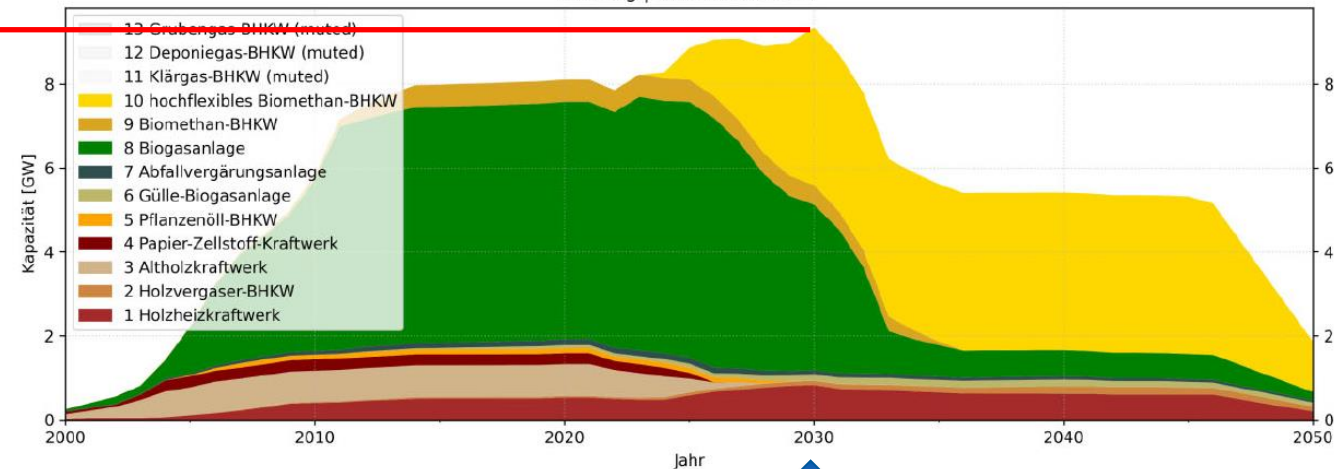
Inst. Leistung sinkt auf unter 6 GW bei Fortschreibung der gegenwärtig geringen Nachfrage in den Biomethan-Ausschreibungen ab.

Maximalszenario:

Inst. Leistung aus Biomasse, Biomethan sowie Klär-, Deponie- und Grubengas beträgt im Jahr 2030 10,3 MW.



Ca. 4,3 GW<sub>el</sub>



Ca. 10,3 GW<sub>el</sub>

# Transformation der Biomethanverstromung

Entwicklung Biomasseverstromung mit neuem hochflexiblen Biomethaneinsatz

top+ Gescheitertes Konzept

Erneut kein Zuschlag in Biomethan-Ausschreibung [4]

Innovationsausschreibung überzeichnet – Biomethan ohne Zuschlag [6]

Nullwachstum bei Biomethan-Ausschreibungen [5]

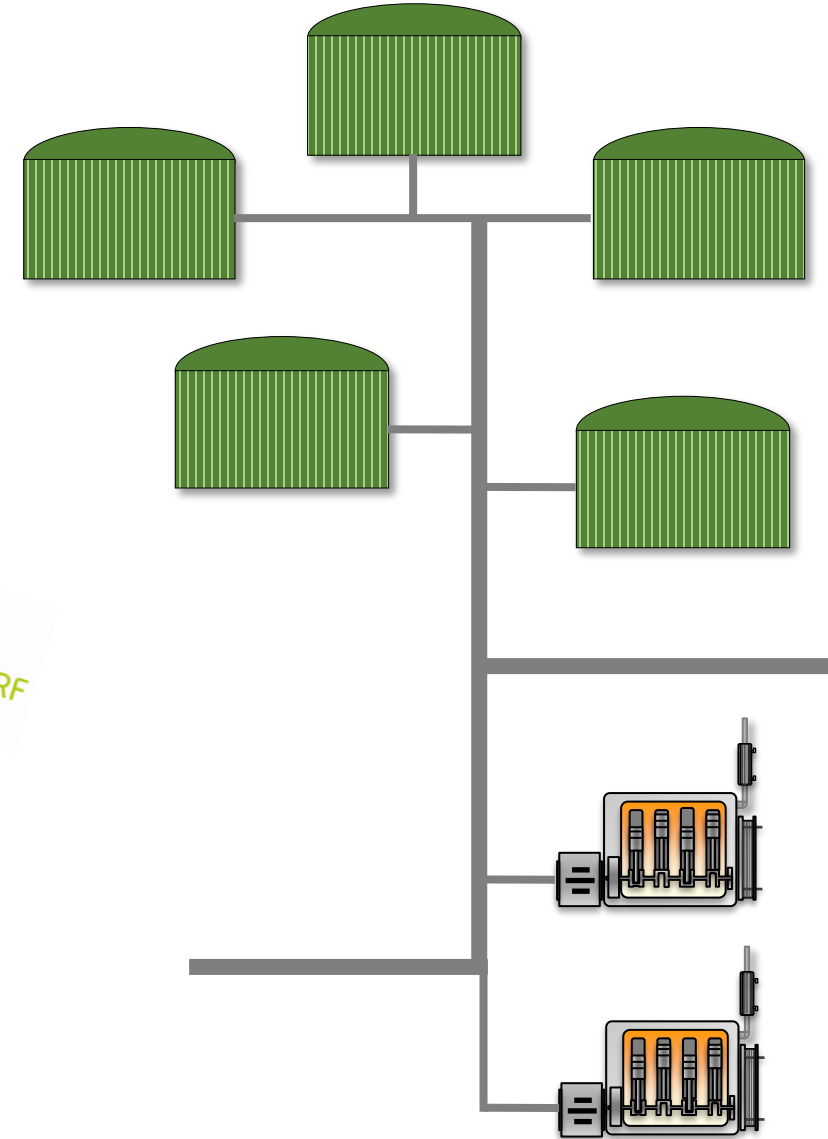
02.10.2023

[5]

16.10.2024

ERNEUTE NULLRUNDE BEI BIOMETHAN-AUSSCHREIBUNG ZEIGT DRINGENDEN BEDARF FÜR BIOMASSE-PAKET [7]

[7]



- Ausschreibungen seit 2022 nicht erfolgreich
- Was ist da los?

# Warum klappt's nicht?

## Hemmnisse für die Biomethanprojektierung

### ■ **Wirtschaftliche Herausforderungen**

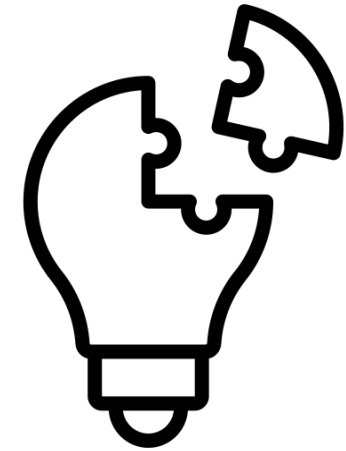
- Signifikante **Kostensteigerungen** im Investitionsbereich BHKW und Transformator
- **Unsichere Biomethanbeschaffungskosten** und hohe Anforderung an die Nachhaltigkeit
- unzureichend sichere Ertragsgenerierung: wie entwickeln sich die **Stromerlöse**
- Hohe **Gasnetzanschlusskosten**
- „Konkurrierende“ Wärmebereitstellung bzw. ausreichender **Wärmepreis**

### ■ **Technische Herausforderungen**

- **Stromnetzanschluss und Gasnetzanschluss** muss in ausreichender Größe vorhanden sein
- **Lange Lieferzeiten** der relevanten Komponenten
- Generell: Herausfordernde **Integration in bestehende Systeme** (Strom, Gas, Wärme)

### ■ **Rechtliche Herausforderungen**

- **Komplexes** (förder-) rechtliches Rahmenwerk
- Wenig **Referenzprojekte** als Orientierungsgrundlage
- wie entwickelt sich der **Erdgasversorgung** vs. Wasserstoff?



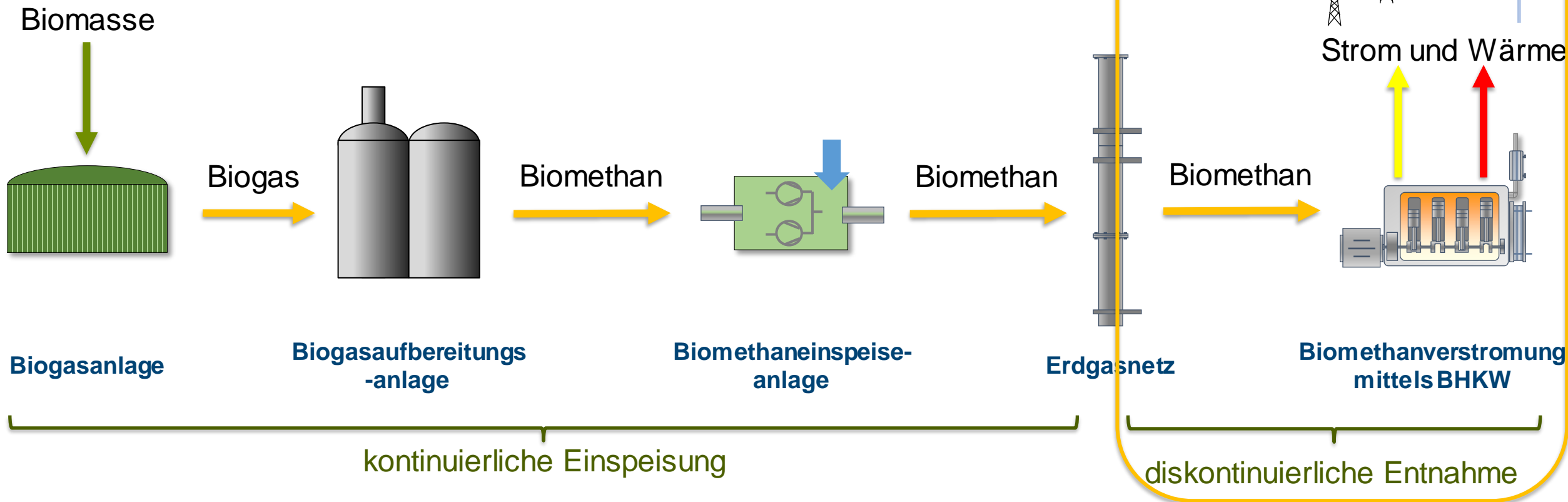
Fazit:

In Summe hohes Risiko über die Betriebszeit!

\*Icon from [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)

# Die Biomethan-Prozesskette: Ein komplexes Gebilde

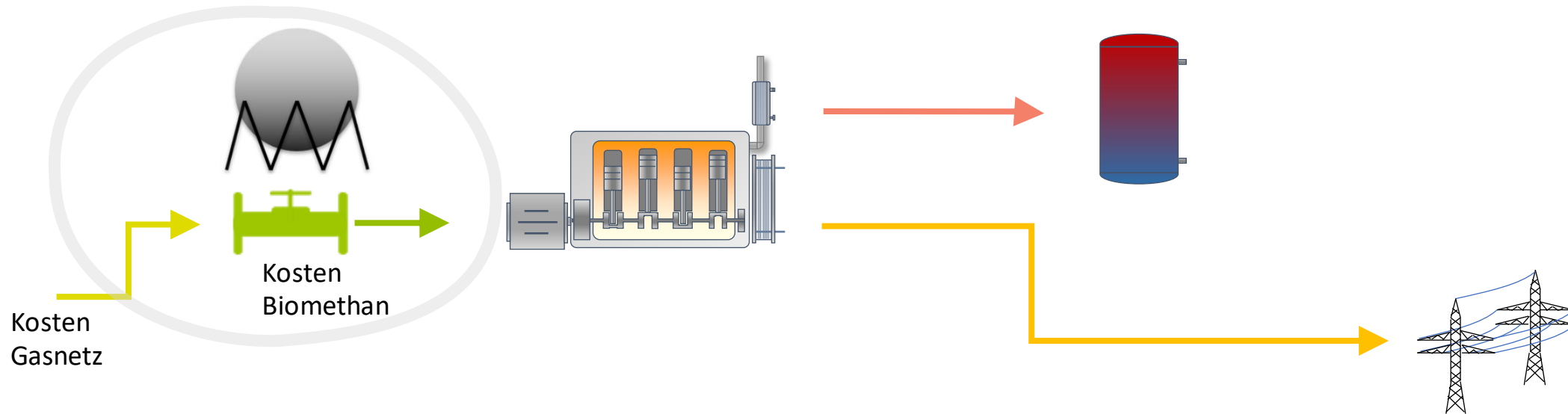
Von Einspeisung bis zur hochflexiblen Verstromung und Wärmeproduktion



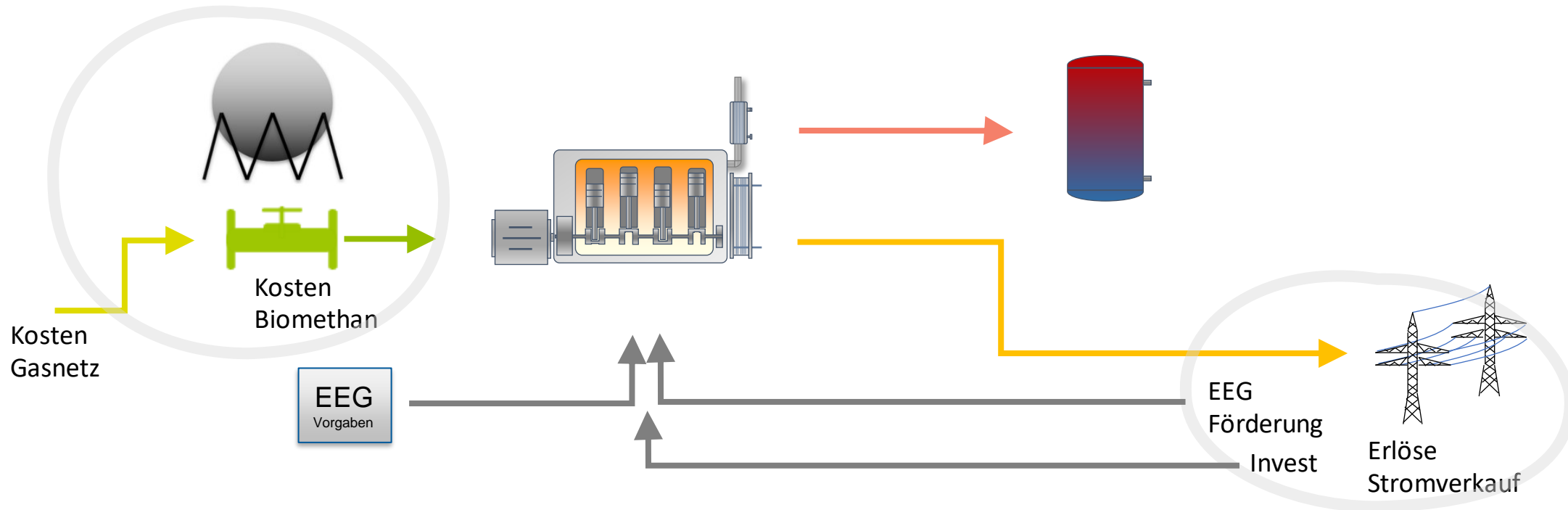
- Prozesskettenabschnitte vor individuellen Herausforderungen, um flexible Stromproduktion zu ermöglichen
- Einflussgrößen entlang der Prozesskette mit potenziellen Auswirkungen auf andere Abschnitte

# Lösungsansätze – Fokus Entnahme und BHKW

Verminderung Netzanschlusskosten und Netzentgelte durch Entnahmegasspeicher  
+ Anschlussoptionen können sich erhöhen



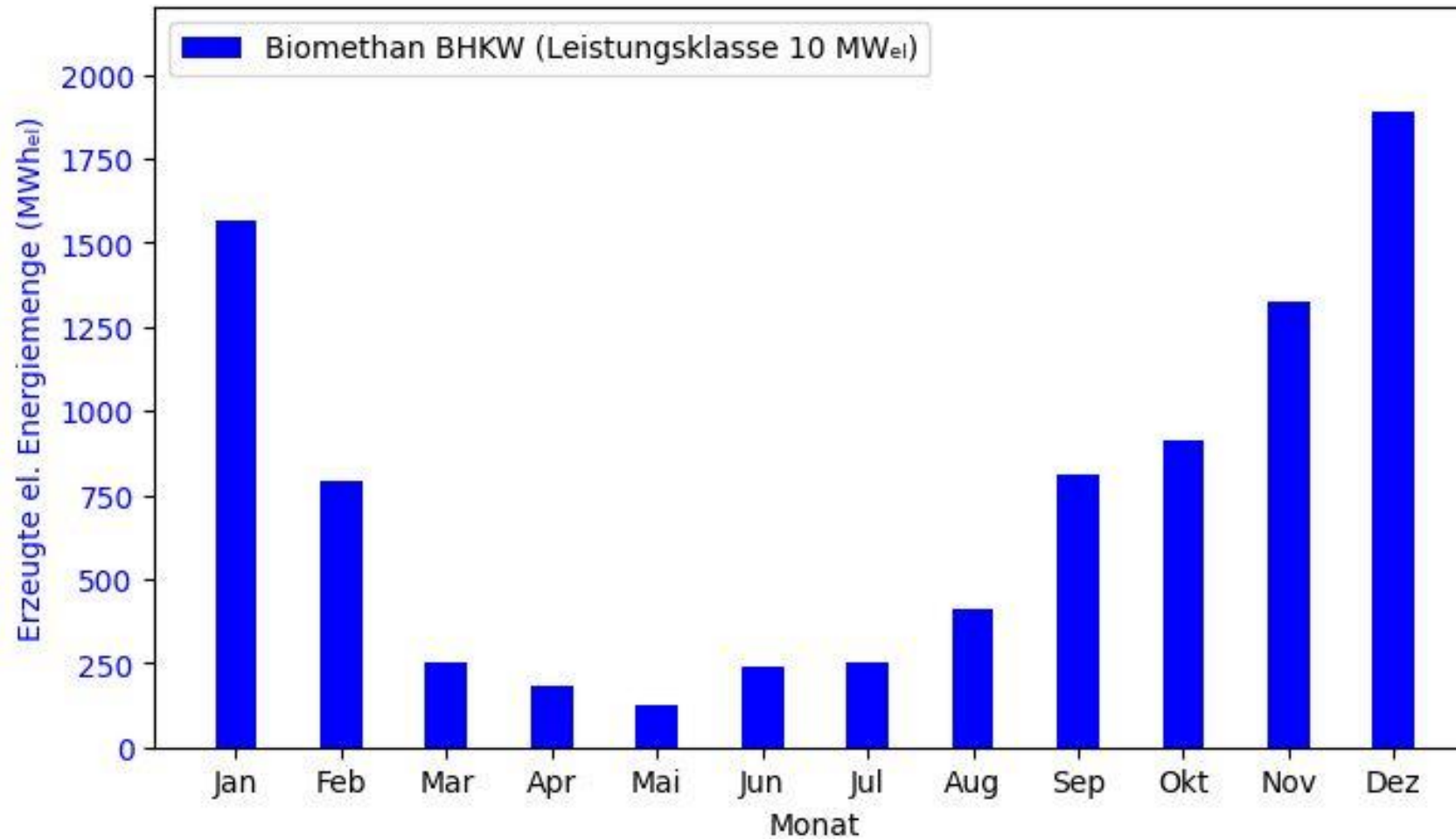
# Lösungsansätze – Fokus Entnahme und BHKW



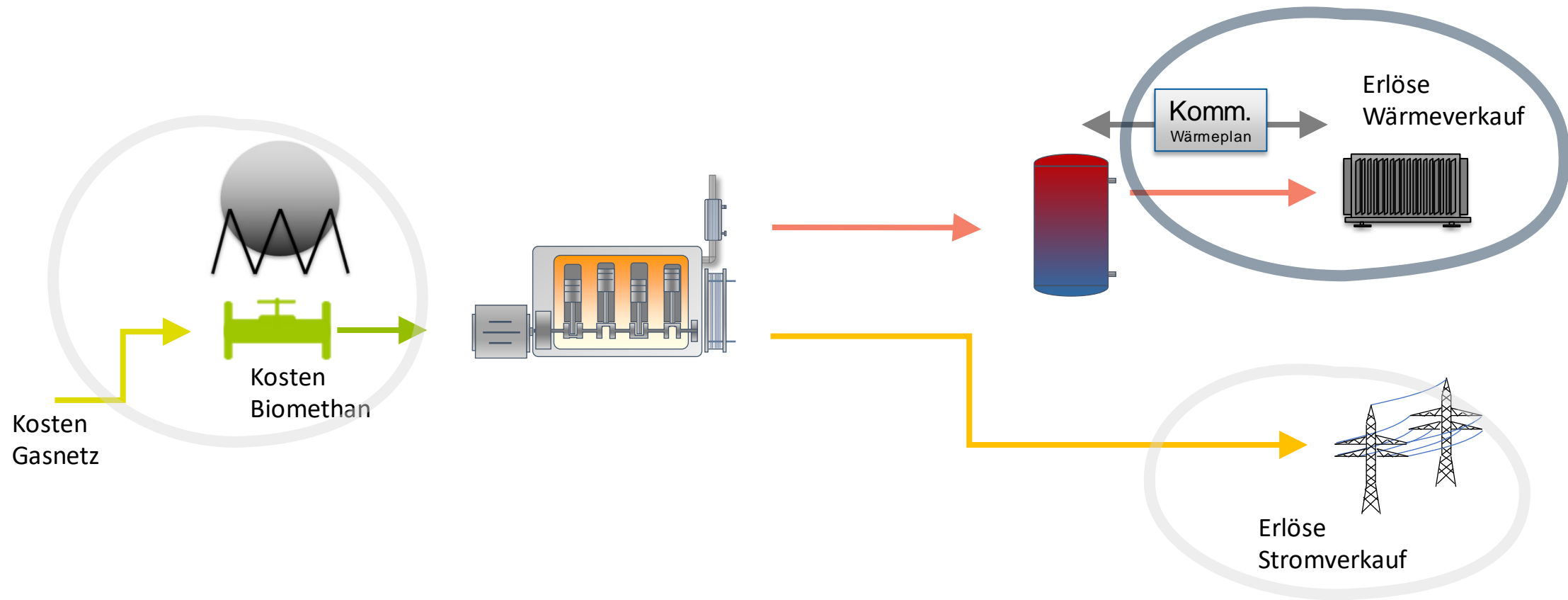
Gezielter Betrieb bei Stunden mit hohen Strompreisen,  
Vermeidung niedriger Preise  
Inanspruchnahme der maximalen Förderung

## Stromproduktion in 876 h / a (10 MW<sub>el</sub>, an den höchsten Strompreisen an der Börse)

8760 MWh/a Stromproduktion würde sich folgendermaßen verteilen



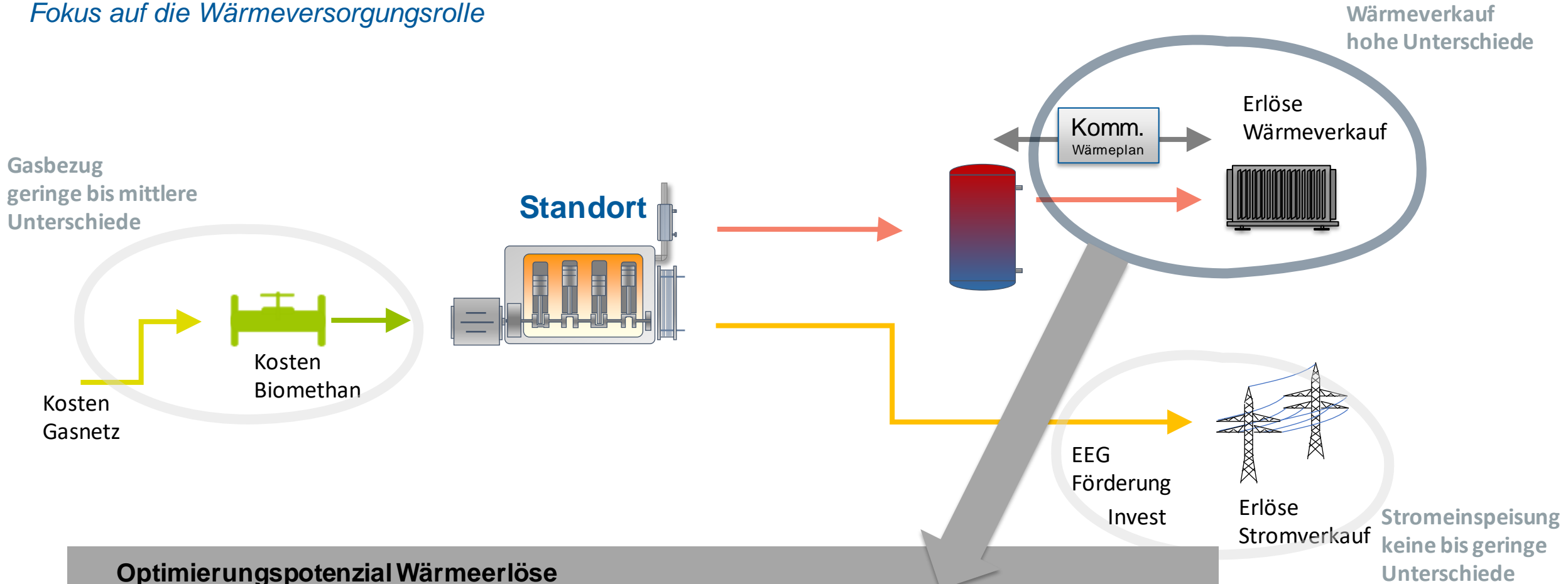
# Lösungsansätze – Fokus Entnahme und BHKW



Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch höhere Wärmeerlöse (spezifisch und absolut)

# Lösungsansätze - standortspezifisch

Fokus auf die Wärmeversorgungsrolle



## Optimierungspotenzial Wärmeerlöse

- Wärmeseitig vorhandene Erlöspotenziale und besondere Rolle in der kommunalen Wärmeplanung
- Untersuchung Standorte auf Charakteristik der Wärmesenke und komplementäre Wärmebereitstellung

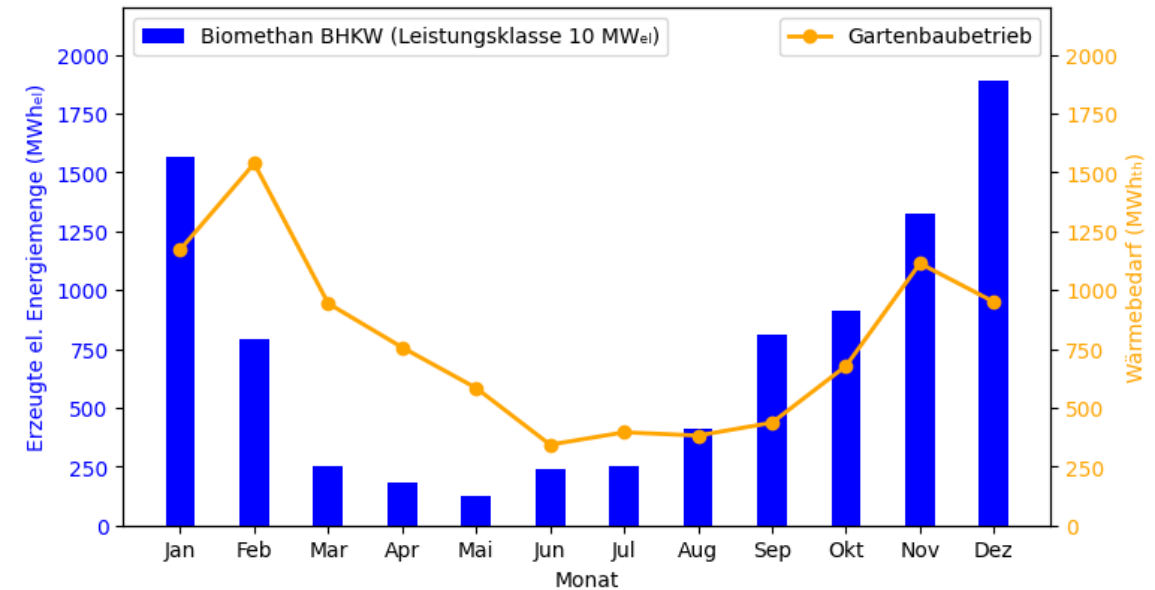
# Forschungsprojekt BIOM0876

## Analyse verschiedener Standorte und Synergien im Technologienverbund mit BHKW

### Gartenbaubetrieb und Landwirtschaftliche Trocknung

- Standorte mit hohem saisonalen Wärmebedarf (z.B. Hopfentrocknung)
- Prüfung der Verfügbarkeit eines Gasnetzanschlusses
  - Wesentliche Rolle bei der wirtschaftlichen Bewertung
- Gegenüberstellung Wärmebedarf realer Standorte und der erzeugten elektrischen Energie eines BHKW\* zeigt ähnlichen Verlauf
  - Vielversprechender Standort bzgl. Wärmeabnahme

Gegenüberstellung Wärmebedarf (gelb) und erzeugte el. Energie eines 10 MW BHKW (blau)\*



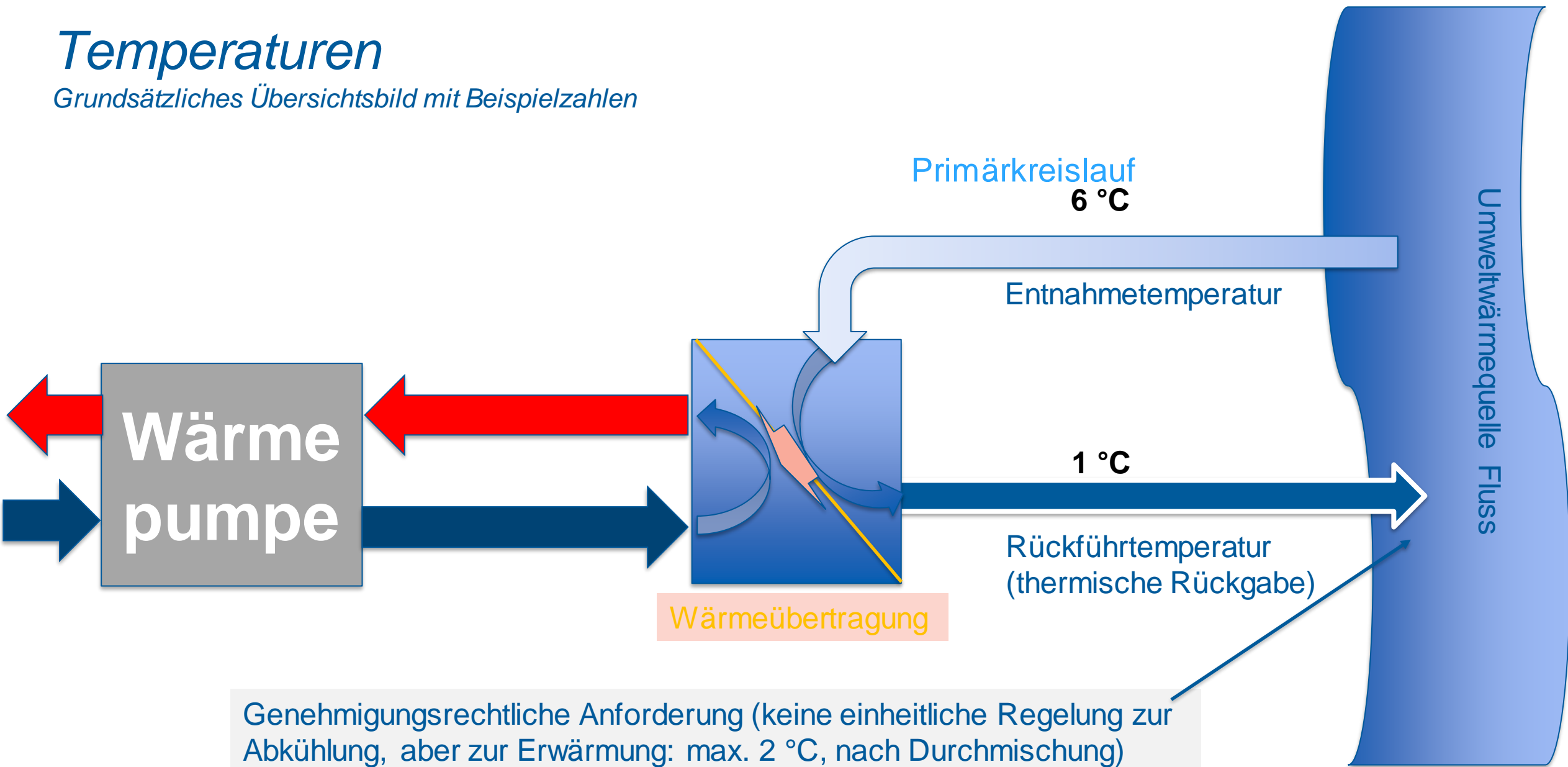
\*Strompreisorientierter Betrieb auf Basis Strompreisdaten von 2019-2023 (Jahr 2022 ausgenommen). Strompreisdaten aus [9]

*Weiterer Ansatz:*

**(Grundsätzlicher) Ansatz zur Nutzung der Umweltwärme Fluss  
mittels einer Wärmepumpe in Kombination mit einer Biomethan-BHKW-Anlage**

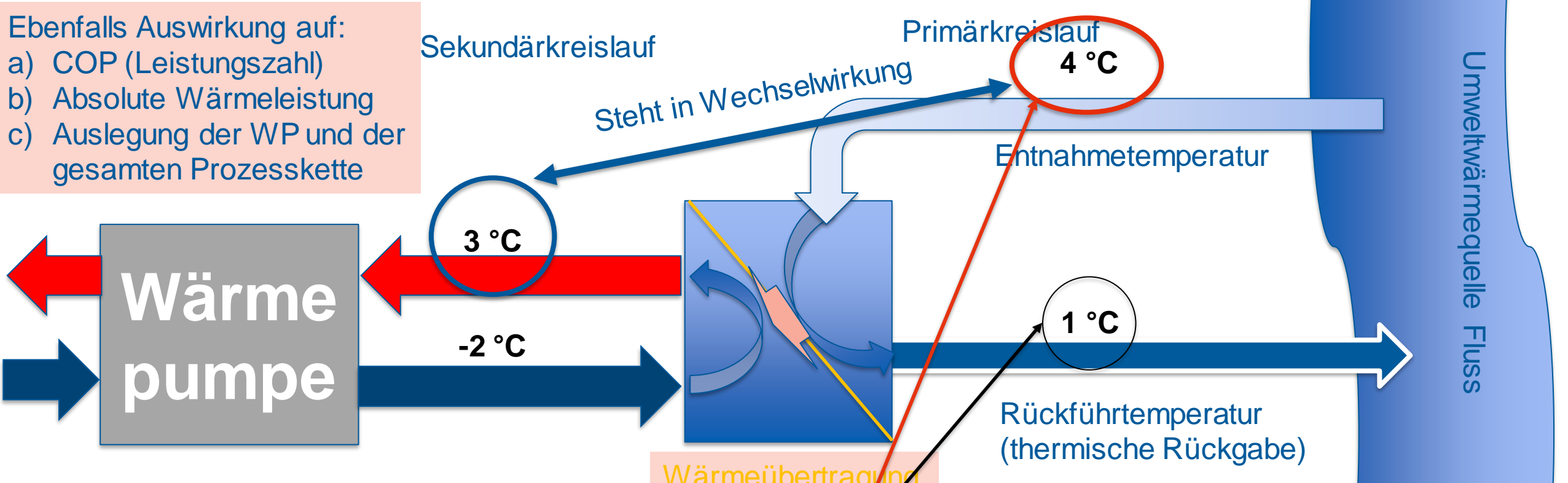
# Temperaturen

Grundsätzliches Übersichtsbild mit Beispielzahlen



# Temperaturen

Grundsätzliches Übersichtsbild mit Beispielzahlen



Technische Anforderung: Vereisungsgefahr darf zu keinem Betriebszeitpunkt bestehen! Gefahr ist bei geringeren Flusstemperaturen höher!

Konsequenz:  
Abschaltung der Wärmepumpe bei hohem Wärmebedarf!!!

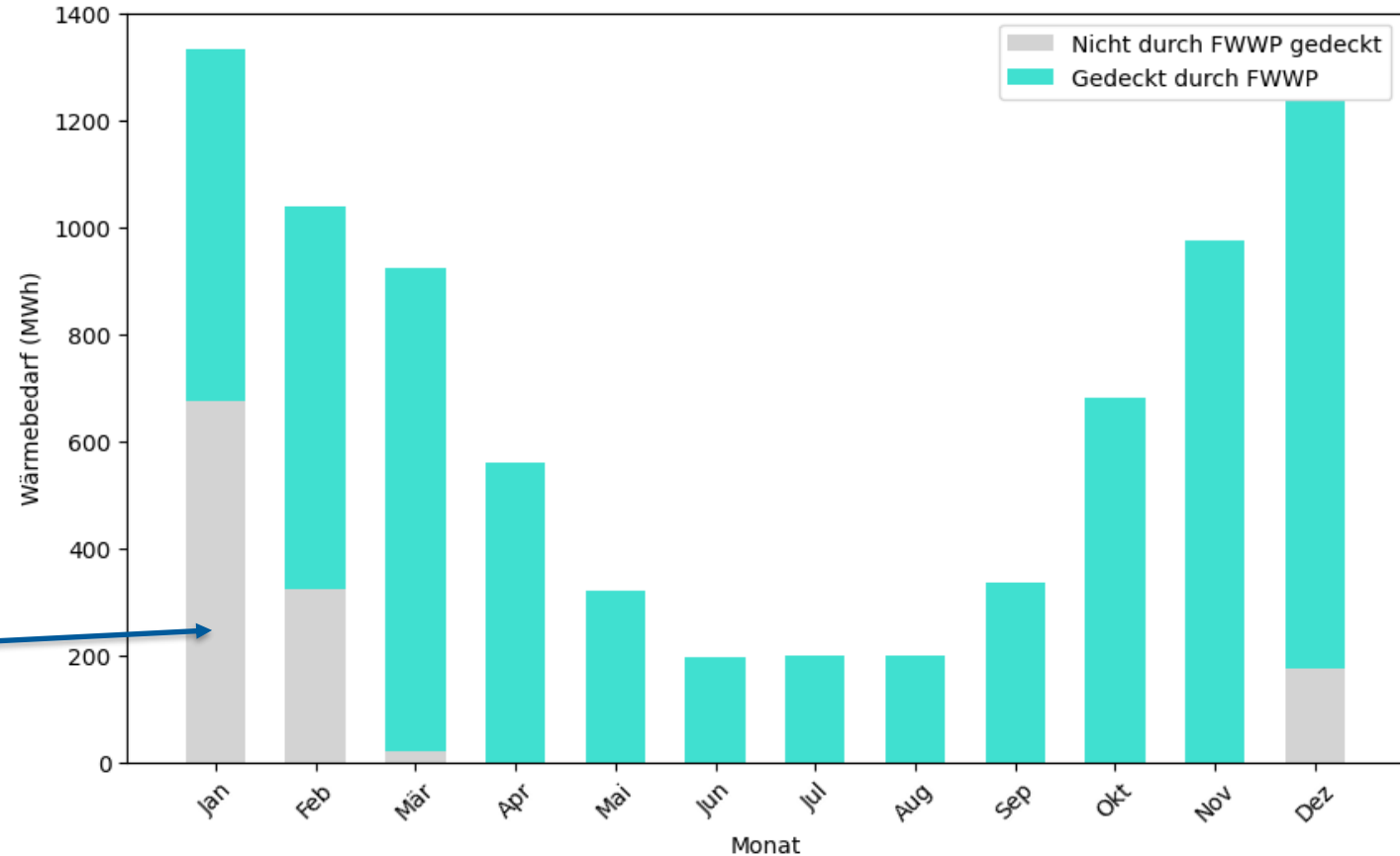
# Wärmebedarf: Nahwärmenetz (konkretes Beispiel Donau, Versorgung Stadtteil)

(Vorstudie)

■ Versorgungsanteil der Wärmepumpe stark von der Flusstemperatur bzw. Technik (Abschaltemperatur) abhängig

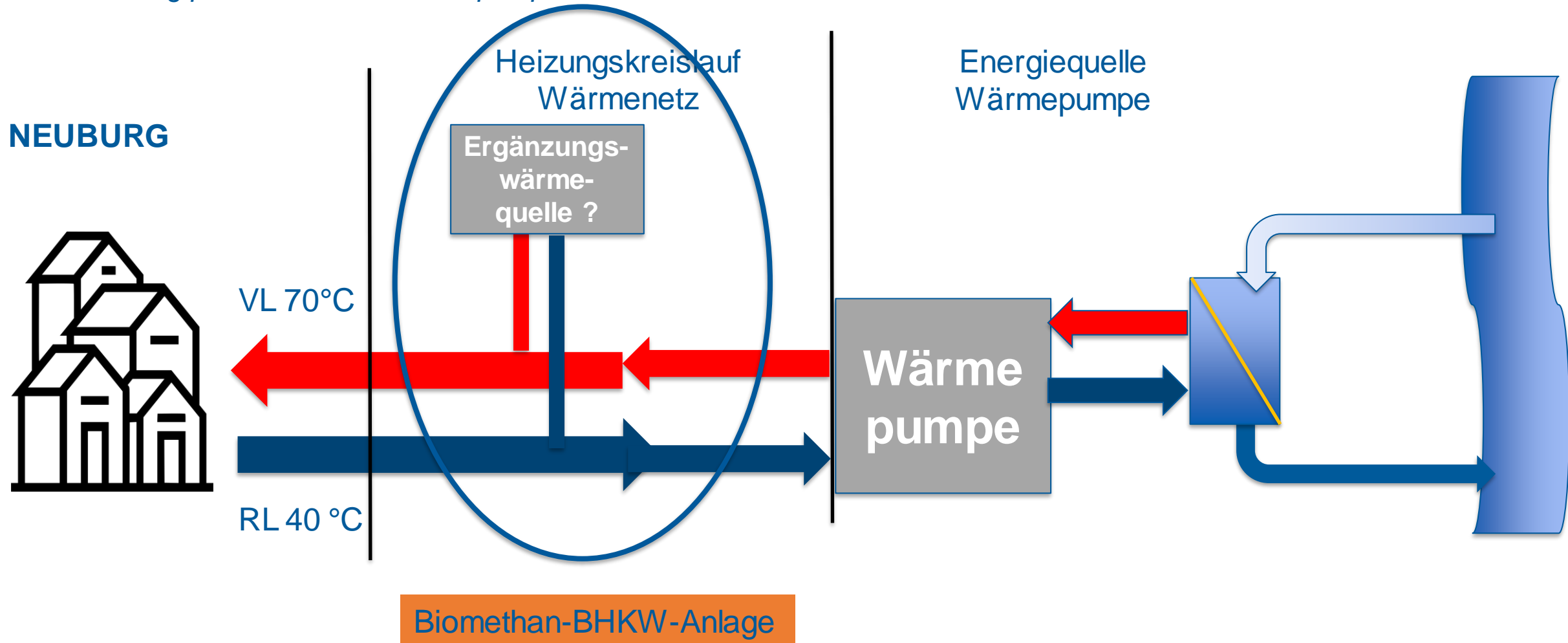
■ Restliche Wärmemengen müssen alternativ gedeckt werden (nicht nur Spitzenlast, sondern Ergänzungswärme)

85 % Wärmebedarfsdeckung durch die Fluss-WP für Neuburg bei einer Abschalttemperatur von 4°C



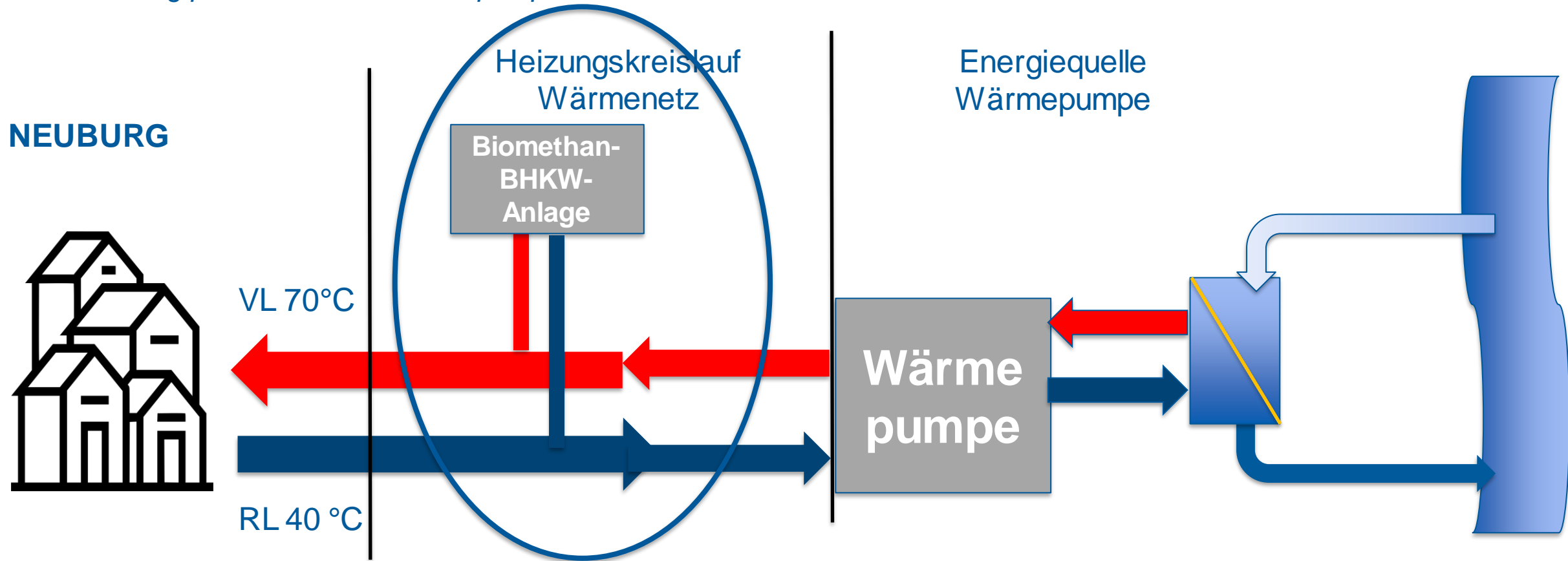
# Flusswärmepumpe und Biomethan-BHKW-Anlage: Perfekte Synergie?!

Wärmenutzung primär aus Flusswärmepumpe



# Flusswärmepumpe und Biomethan-BHKW-Anlage: Perfekte Synergie?!

Wärmenutzung primär aus Flusswärmepumpe

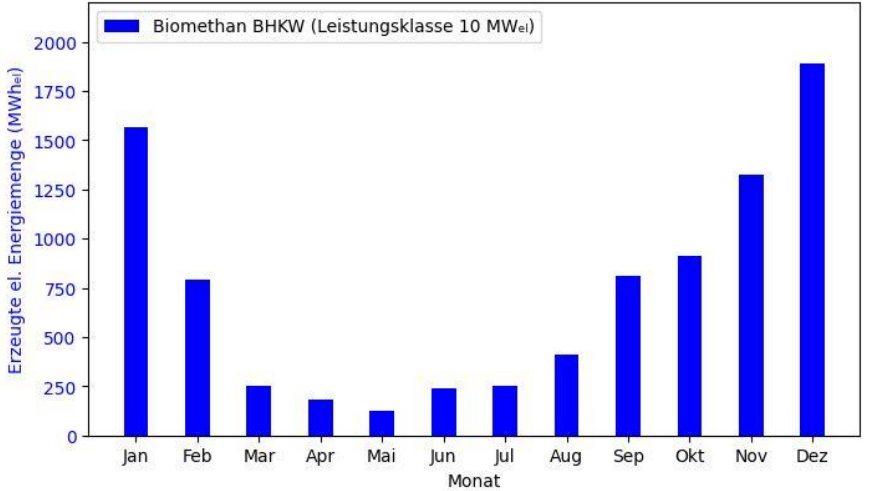
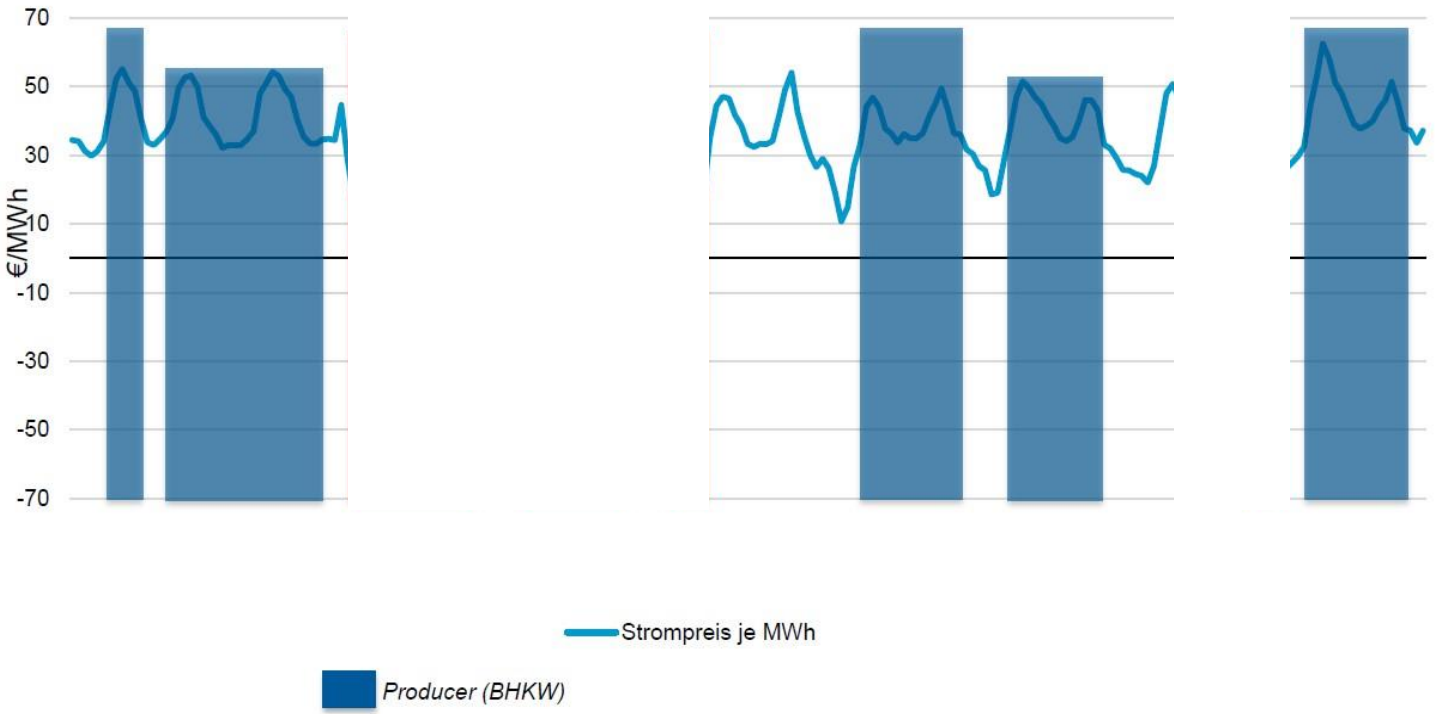


# Wärmeerzeugungskosten: Stark von Strompreis abhängig

Hybrides Heizsystem: BHKW + Wärmepumpe ergänzen sich

Hohe Strompreise:  
BHKW wird betrieben

Strompreisabhängige Einsatzstrategie für Biomethan-BHKW und Flusswärmepumpe



# Wärmeerzeugungskosten: Stark von Strompreis abhängig

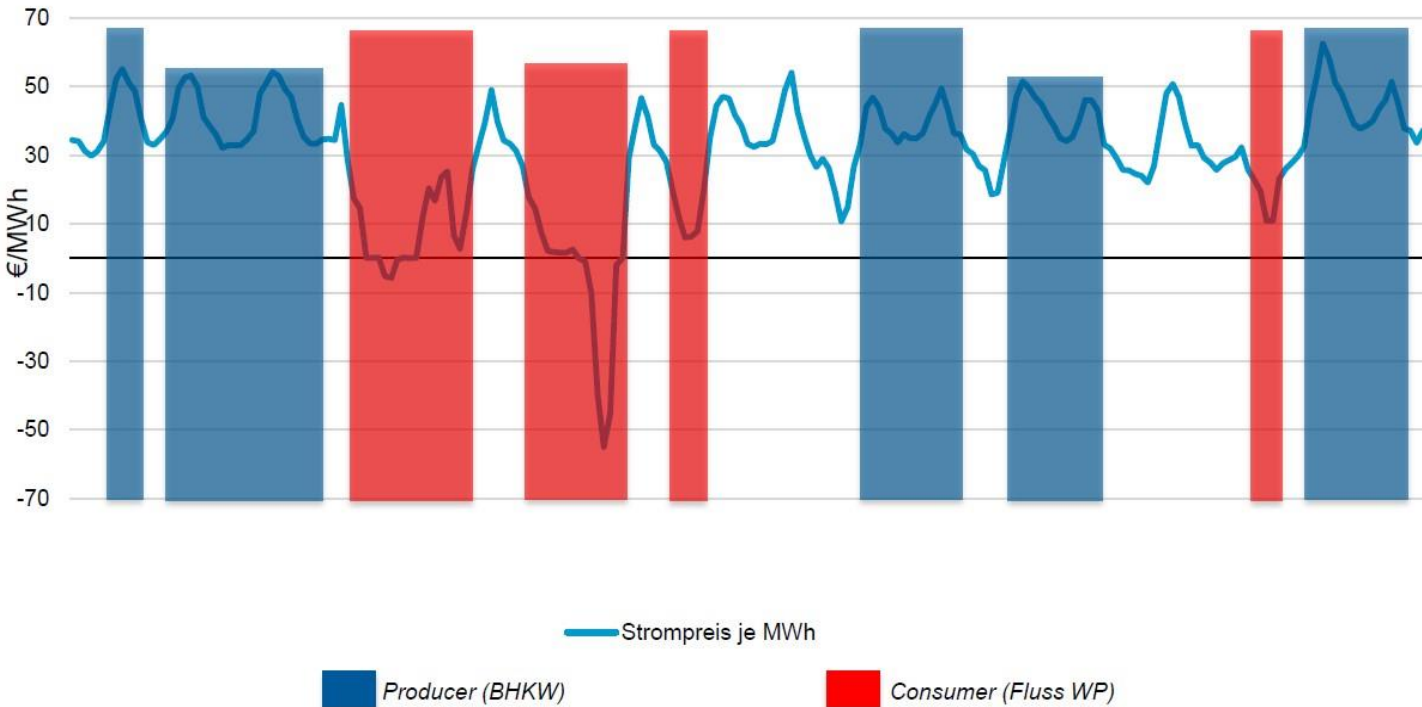
Hybrides Heizsystem: BHKW + Wärmepumpe ergänzen sich

Doppelter Hebel:

Hohe Strompreise:  
BHKW wird betrieben

Niedrige Strompreise:  
Wärmepumpe wird betrieben

Strompreisabhängige Einsatzstrategie für Biomethan-BHKW und Flusswärmepumpe



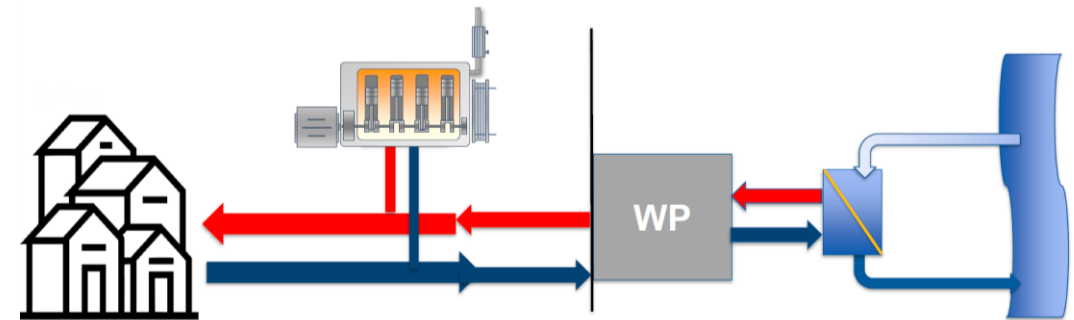
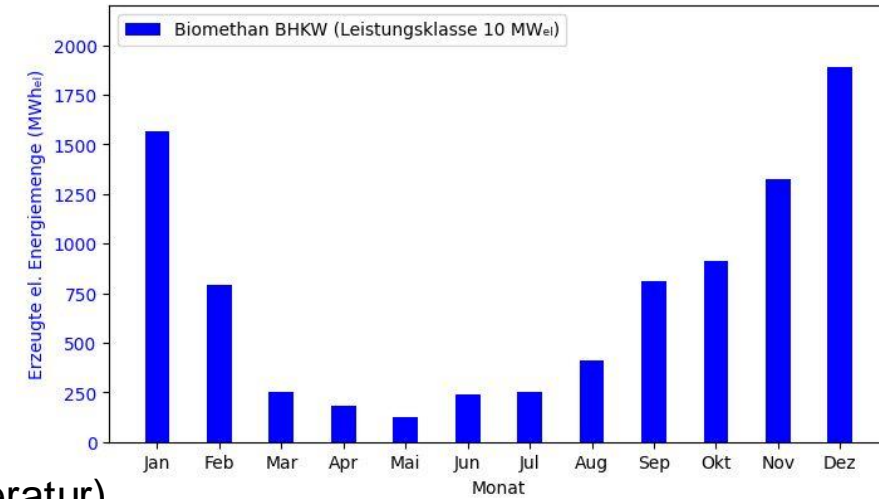
# FAZIT: erarbeitet durch Forschungsprojekt BIOM0876

Analyse verschiedener Standorte und

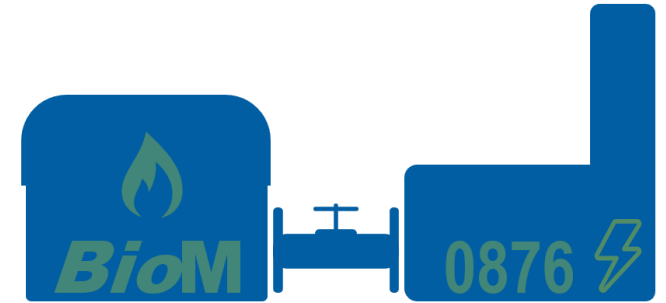
Synergien im Technologienverbund mit Biomethan-BHKW-Anlage

## Fluss-Wärmepumpe + Biomethan-BHKW-Anlage

- Komplementäre Eigenschaften in der Wärmebereitstellung
  - Geringere Betriebsauslastung der Fluss-WP im Winter (Abschalttemperatur)
  - Im Winter vermehrt Strom-Hochpreisstunden
    - ➔ Wärmeerzeugung durch BHKW-Betrieb in Zeiten geringerer Betriebsauslastung der Fluss-WP
    - ➔ BHKW als Ergänzungswärmequelle
- Stromseitige Systemdienlichkeit
- Zukunftsfähiges Konzept durch smarte Verknüpfung zwei THG-arter Technologien



## → Forschungsprojekt BIOM0876 [10]



### ■ Ziele:

- Unterstützung der Biomethanbranche mit Forschung
- Mehr Transparenz entlang der Biomethanprozesskette unter aktuellem Förderrahmen
  - Stärkung der Verhandlungsposition aller Beteiligten
- Wissenstransfer über Workshops und Veröffentlichungen
- Post EEG-Perspektiven für landwirtschaftliche Akteure

### ■ Kernforschungsfrage

***Unter welchen Vor-Ort-Rahmenbedingungen können Biomethan-BHKW betrieben werden und welche Preise können, abhängig von welchen Einflussgrößen, von jedem Akteur entlang der Prozesskette erzielt werden?***

# Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit!

Gefördert durch einen Beschluss des Bundestages



Technische Hochschule  
Ingolstadt  
Institut für  
neue Energie-Systeme

## Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Holzhammer  
Tel. +49 (0)841 / 9348-5025  
uwe.holzhammer@thi.de

## BIOM0876 – THI-Team:

### Projektleiter



### Wissenschaftliche Mitarbeiter



Prof. Dr.-Ing. Uwe Holzhammer Volker Selleneit (M.Eng.) Johannes Idda (B.Eng.)

## ■ Projektträger



# BioM0876

## ■ Projektleitung



## ■ Konsortialpartner



## ■ Assoziiert



N-ERGIE



energethik



*Veranstaltungshinweis!*

*Wir freuen uns auf Sie!*



# *Die Große Transformationstagung III*

*Was passiert jetzt um 5 nach 12?  
Klimaschutz und Klimaanpassung in der Region 10*

*27.11.2024 am Campus Neuburg*

<https://www.thi.de/forschung/fortrann-forschungs-und-transferzentrum-nachhaltigkeit/die-grosse-transformation/>

# Literatur

- [1] Umweltbundesamt (UBA). 2024. *Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien*. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom> [Zugriff am: 24.10.2024].
- [2] Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ). 2024. *Netztransparenz EEG Jahresabrechnungen (Bezugsjahre 2018-2023)*.
- [3] Energy-Charts. 2024. *Öffentliche Stromerzeugung in Deutschland*. Verfügbar unter: <https://www.energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=de&c=DE> [Zugriff am: 24.10.2024].
- [4] topagrar. 2024. *Erneut kein Zuschlag in Biomethan-Ausschreibung*. Verfügbar unter: <https://www.topagrar.com/energie/news/erneut-kein-zuschlag-in-biomethan-ausschreibung-20007784.html> [Zugriff am 24.10.2024].
- [5] klimareporter. 2023. *Nullwachstum bei Biomethan-Ausschreibungen*. Verfügbar unter: <https://www.klimareporter.de/strom/nullwachstum-bei-biomethan-ausschreibungen> [Zugriff am 24.10.2024].
- [6] Solarserver. 2024. *Innovationsausschreibung überzeichnet – Biomethan ohne Zuschlag*. Verfügbar unter: <https://www.solarserver.de/2024/10/15/innovationsausschreibung-ueberzeichnet-biomethan-ohne-zuschlag/> [Zugriff am 24.10.2024].
- [7] Hauptstadtbüro Bioenergie. 2024. *Erneute Nullrunde bei Biomethan Ausschreibung zeigt dringenden Bedarf für Biomasse-Paket*. Verfügbar unter: <https://www.hauptstadtbuero-bioenergie.de/aktuelles/pressemitteilungen/erneute-nullrunde-bei-biomethan-ausschreibung-zeigt-dringenden-bedarf-fuer-biomasse-paket> [Zugriff am 24.10.2024].
- [8] Rensberg, N., Denysenko, V., Daniel-Gromke, J. 2023. *DBFZ-Report Nr. 50: Biogaserzeugung und –nutzung in Deutschland*. Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ).
- [9] Bundesnetzagentur. 2024. *SMARD Strompreisdaten*. Verfügbar unter: <https://www.smard.de/home/downloadcenter/download-marktdaten/> [Zugriff am 24.10.2024].
- [10] Technische Hochschule Ingolstadt (THI). 2023. *Projektsteckbrief: BioM0876*. Verfügbar unter: [https://www.thi.de/fileadmin/daten/forschung/InES/Projektsteckbriefe/Energiesystemtechnik/2024-02\\_BioM0876\\_de.pdf](https://www.thi.de/fileadmin/daten/forschung/InES/Projektsteckbriefe/Energiesystemtechnik/2024-02_BioM0876_de.pdf)