

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

DEKARBONISIERUNG DER WÄRMEVERSORGUNG

DES GEBÄUDEBESTANDS MIT KALTER NAHWÄRME



Lehrstuhl
Energiesysteme &
Energiewirtschaft

17. Symposium Energieinnovationen in Graz (16.-18.02.2022) – Michel Gross, Christine Nowak

Agenda

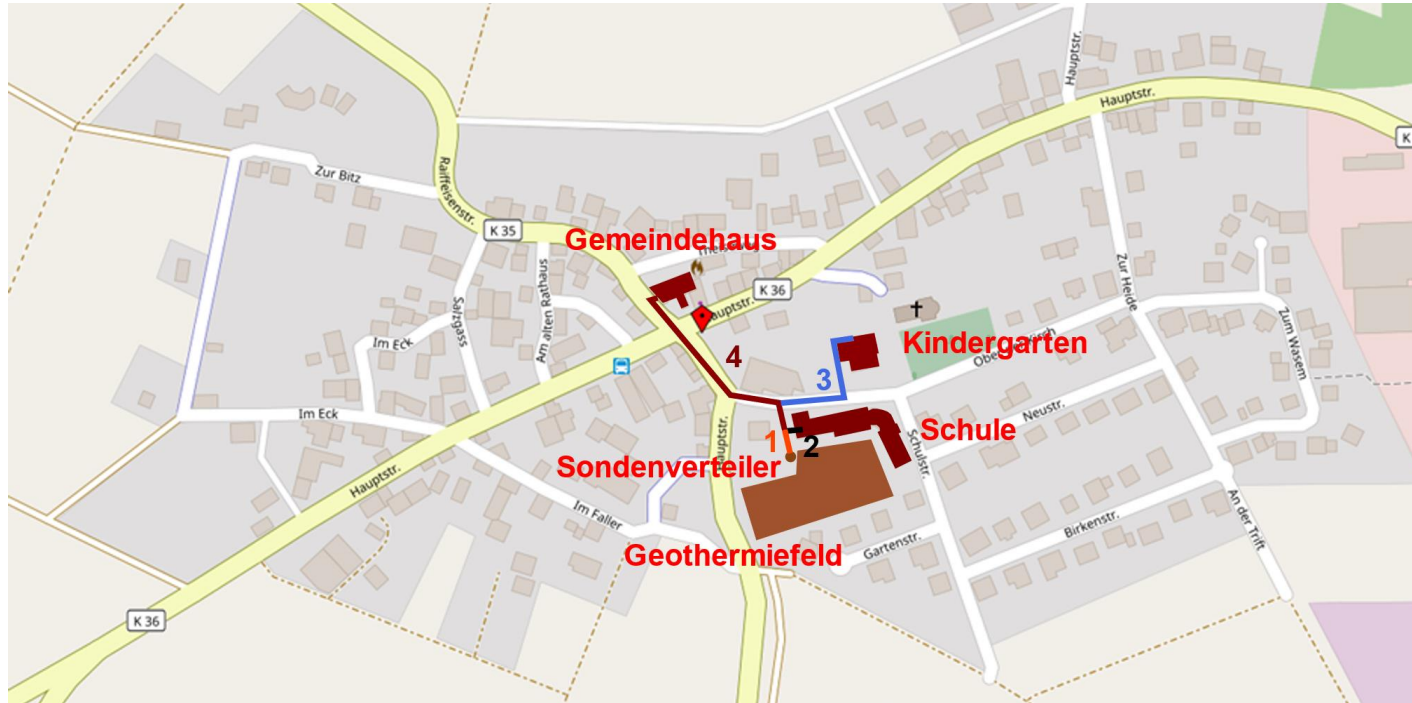
- 1 Fragestellung und Vorgehen
- 2 Technische Untersuchung
- 3 Ökonomische Untersuchung
- 4 Ökologische Untersuchung
- 5 Einordnung und Zusammenfassung

Forschungsfrage und Vorgehen

Forschungsfrage

Ist es technisch machbar sowie ökonomisch und ökologisch darstellbar, die Heizwärmebedarfe von drei Liegenschaften durch Kalte Nahwärme in Verbindung mit Geothermie zu decken?

Untersuchungsgebiet



Bildquelle des Kartenausschnittes: <https://www.openstreetmap.de/>

Gemeindehaus



Kindergarten



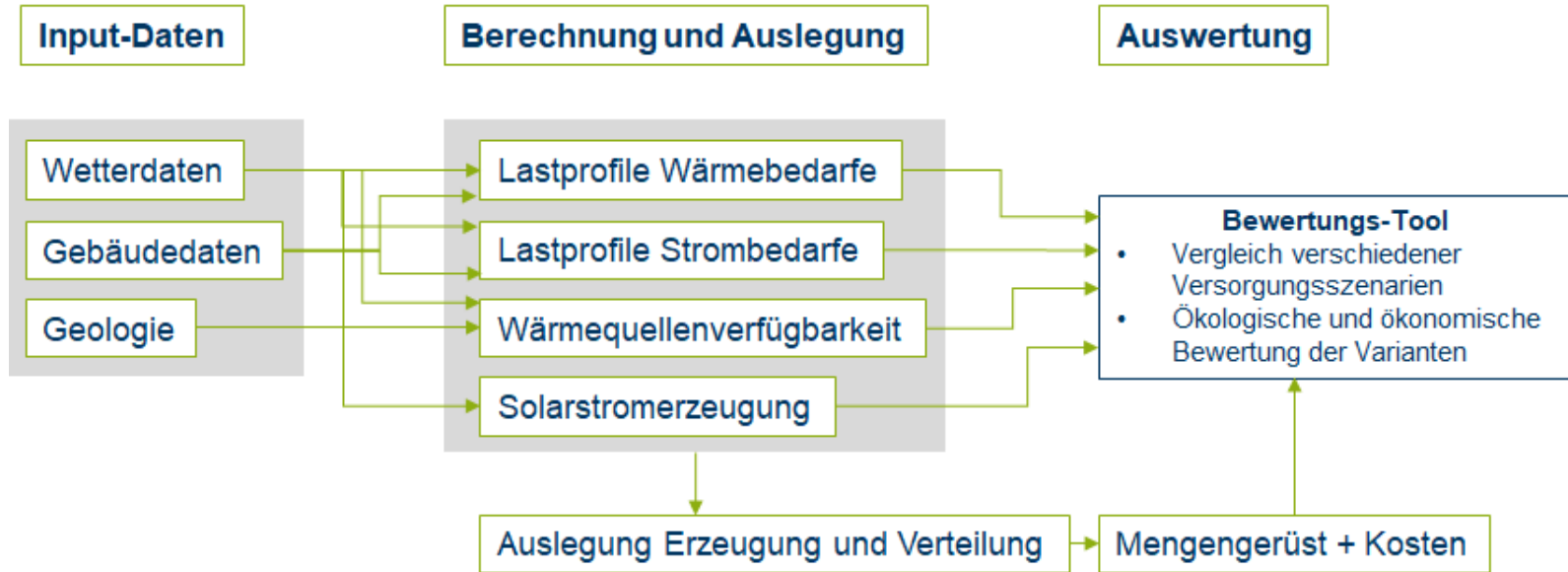
Schule



Freifläche hinter der Schule



Methodik



Literaturrecherche

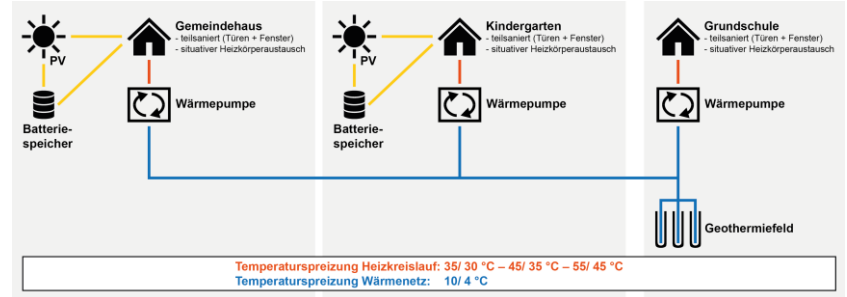
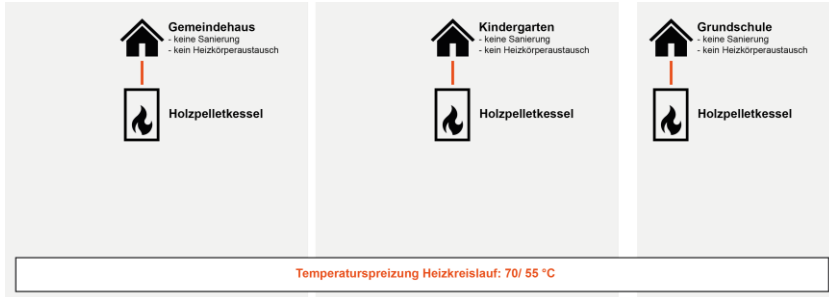
Ist es möglich, Bestandsgebäude mit Niedertemperaturwärme zu beheizen?

Gebäude	Heizkörper	Wärmeerzeuger
<ul style="list-style-type: none">• Verbesserung der Gebäudedämmung• Durchführung von Fensteraustausch• Einstellung der Raumzieltemperatur	<ul style="list-style-type: none">• Auswahl der Heizkörpertypen• Überdimensionierung von Heizkörpern• Optimierung des Heizbetriebs• Austausch von kritischen Heizkörpern• Einstellung der Heizvorlauftemperatur	<ul style="list-style-type: none">• Auswahl der Wärmequellen• Auswahl der Wärmeerzeugungstechnologien

- Kombination aus obigen Maßnahmen kann wesentliche Reduzierung der Heizvorlauftemperatur bewirken
- Räume mit sehr hohen thermischen Ansprüchen können kritisch sein

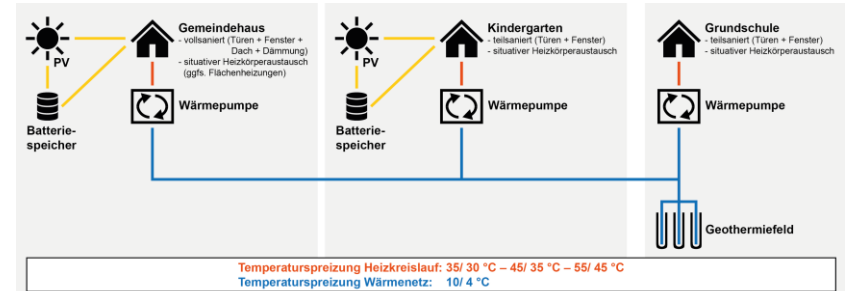
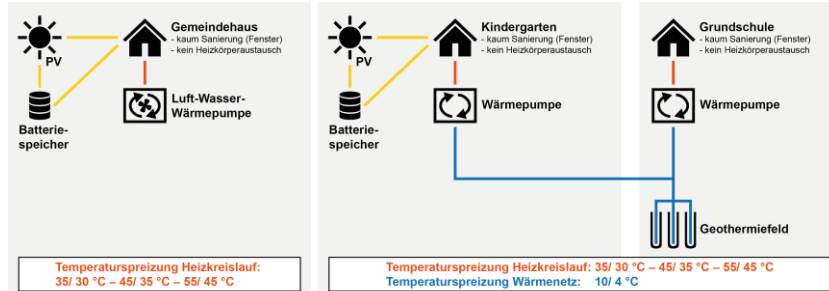
Technische Untersuchung

Szenarien der Untersuchung



Referenzszenario Blau (keinNetz-3Pellet-unsan.)

Szenario Orange (3Netz-3EWP-2PV&Bat-teilsan.)

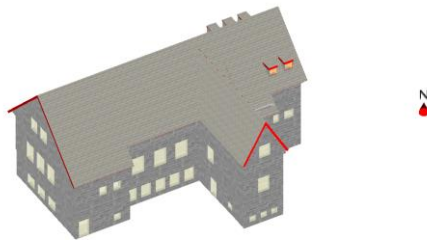


Szenario Schwarz (2Netz-2EWP-1LWP-2PV&Bat-unsan.)

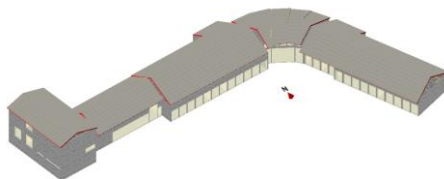
Szenario Grün (3Netz-3EWP-2PV&Bat-vollsan.)

Technische Ergebnisse

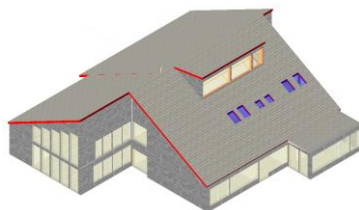
Gebäude



Gemeindehaus:



Grundschule:



Kindergarten:

Szenario	Heizlast*1	Wärmebedarf*2
Referenzszenario	29 kW	32.045 kWh
Szenario Orange	27,3 kW	27.613 kWh
Szenario Schwarz	27,4 kW	28.147 kWh
Szenario Grün	20,7 kW	20.718 kWh

Szenario	Heizlast*1	Wärmebedarf*2
Referenzszenario	66,5 kW	70.195 kWh
Szenario Orange	60,5 kW	60.362 kWh
Szenario Schwarz	60,7 kW	60.648 kWh
Szenario Grün	60,5 kW	60.365 kWh

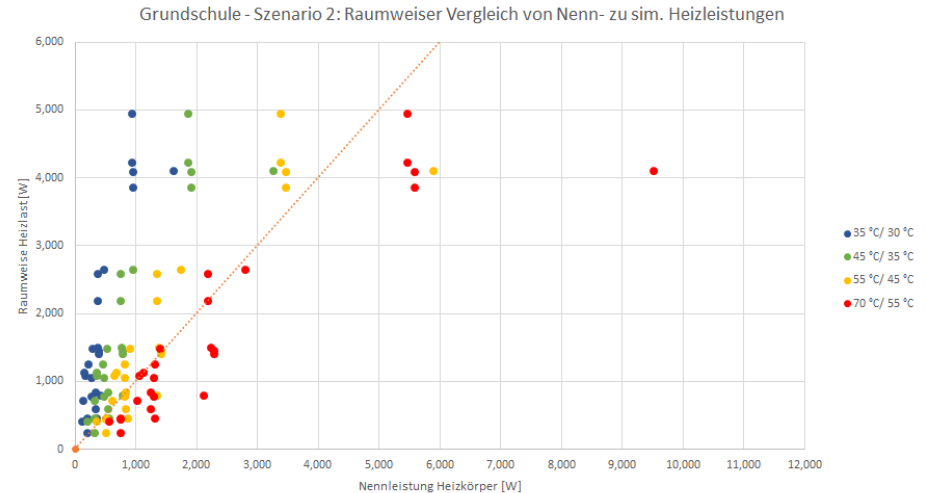
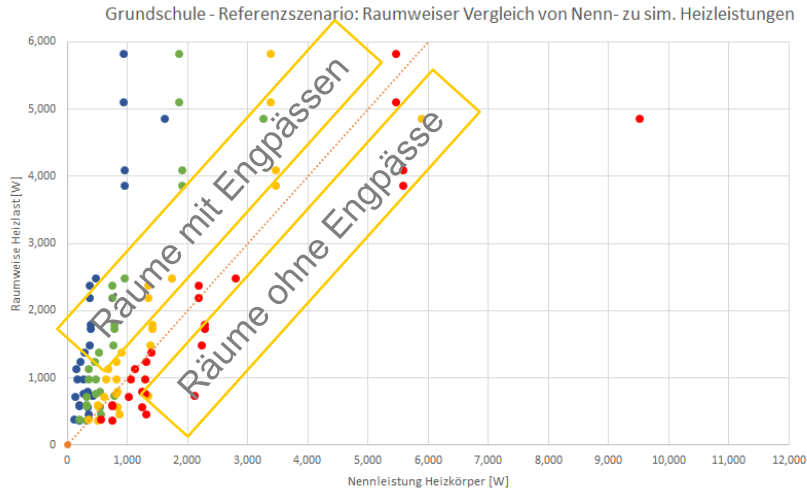
Szenario	Heizlast*1	Wärmebedarf*2
Referenzszenario	48,9 kW	68.893 kWh
Szenario Orange	40 kW	54.355 kWh
Szenario Schwarz	40,5 kW	54.900 kWh
Szenario Grün	40 kW	54.354 kWh

*1 Berechnung Heizlast nach DIN EN 12831-1, 2020

*2 Berechnung Wärmebedarfe durch Gebäudesimulation mit TRY

Technische Ergebnisse

Heizkörperanalyse



- Auslegung am kältesten Tag des Jahres (-10,1 °C)
- Realität wird etwas überschätzt

Technische Ergebnisse

Geothermie

- Bodenwerte von LGB-RP für 5 Bohrungen im Umkreis
- Erdbodentemperaturen der Region
- typische Erdwärmesonden- und Bohrlochparameter
- montl. Wärmebedarfe für das Wärmenetz
- Berechnung Entzugsleistung anhand von Huber (2005)¹
- 6 °C Wärmenetztemperatur
- Wärmenetzverluste von 5 %

	jährl. Entzugsenergie	Sondenanzahl	Reihen	Sonden pro Reihe	Sondenabstand
Szenario Orange	121 MWh/a	16	2	8	10 m
Szenario Schwarz	99 MWh/a	14	2	7	10 m
Szenario Grün	115 MWh/a	16	2	8	10 m
max. Wärmeentzug	190 MWh/a	30	3	10	10 m
	300 MWh/a	85	5	17	6 m

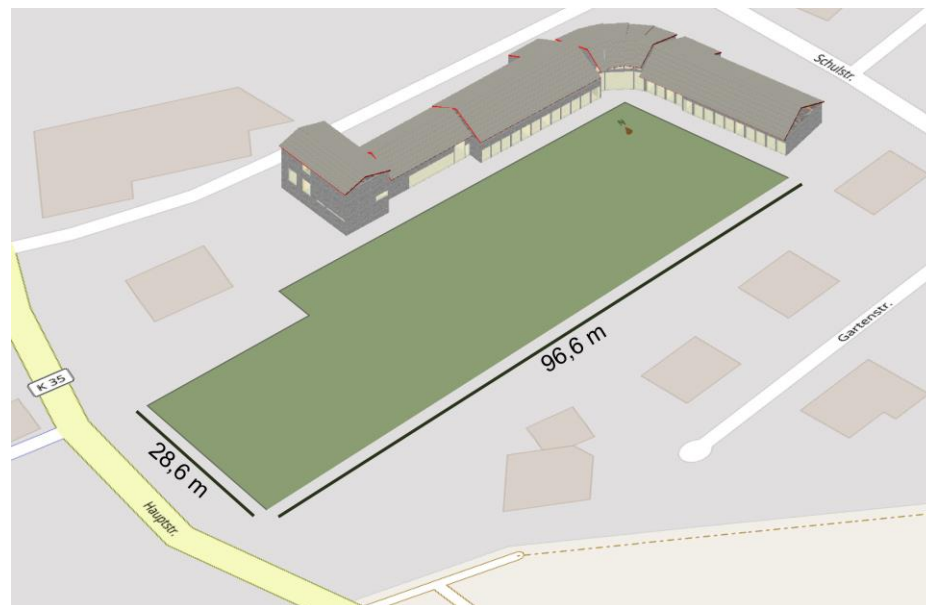


Abbildung: Maximale Abmessungen des möglichen Geothermiefeldes am Standort Grundschule (Karte aus OpenStreetMap)

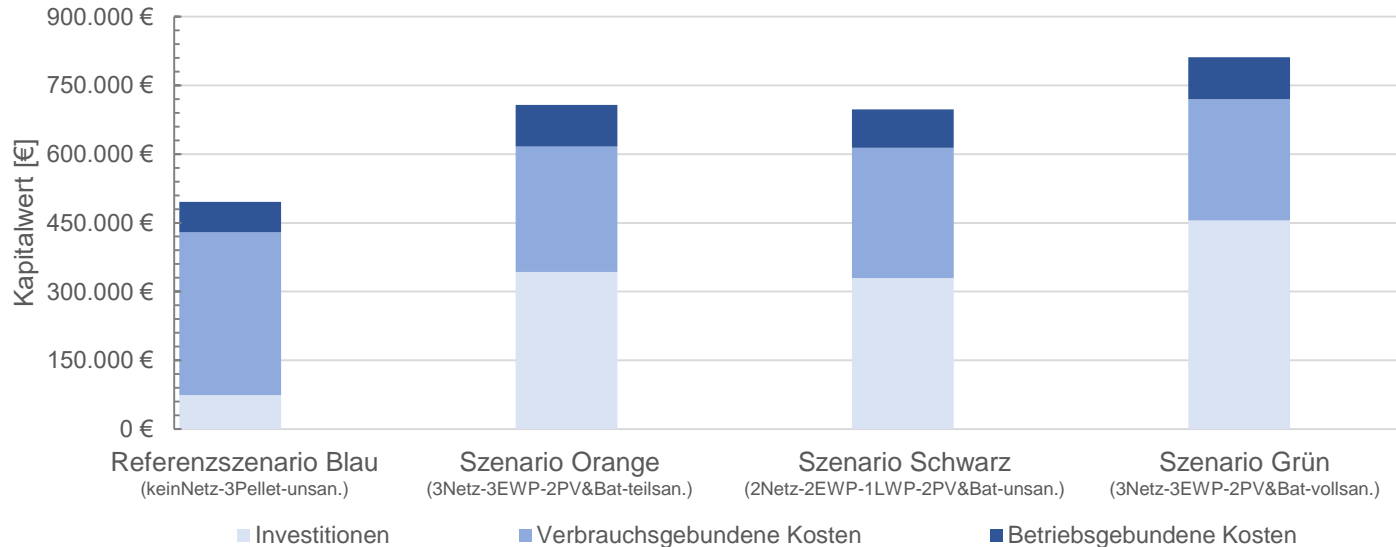
¹ HUBER, A.: Erdwärmesonden für Direktheizung. Phase 1: Modellbildung und Simulation. Schlussbericht. BUNDESAMT FÜR ENERGIE BFE (Hrsg.), 2005.

Ökonomische Untersuchung

Ökonomische Ergebnisse

Betrachtungszeitraum	Startjahr	Kalkulatorischer Zinssatz	Einspeisevergütung	Betriebsgebundene Kosten	Energiepreis Strom	Energiepreis Pellets	Preissteigerungsrate für Energie
[a]	[-]	[%]	[ct/kWh _{el}]	[% d. Invest.]	[ct/kWh _{el}]	[ct/kWh _{el}]	[%]
Referenzen							
20	2021	2	7,25	1-3	22,435	5	2
RUB	RUB	AG ¹	EEG21 bis 40 kWh _{el}	VDI 2067	AG ¹	DEPI	RUB/ EZB

¹Auftraggeber



Anmerkung: Alle Ergebnisse der wärmenetzbasierten Szenarien für die Temperaturspreizung des Heizkreislaufs: 55/45 °C

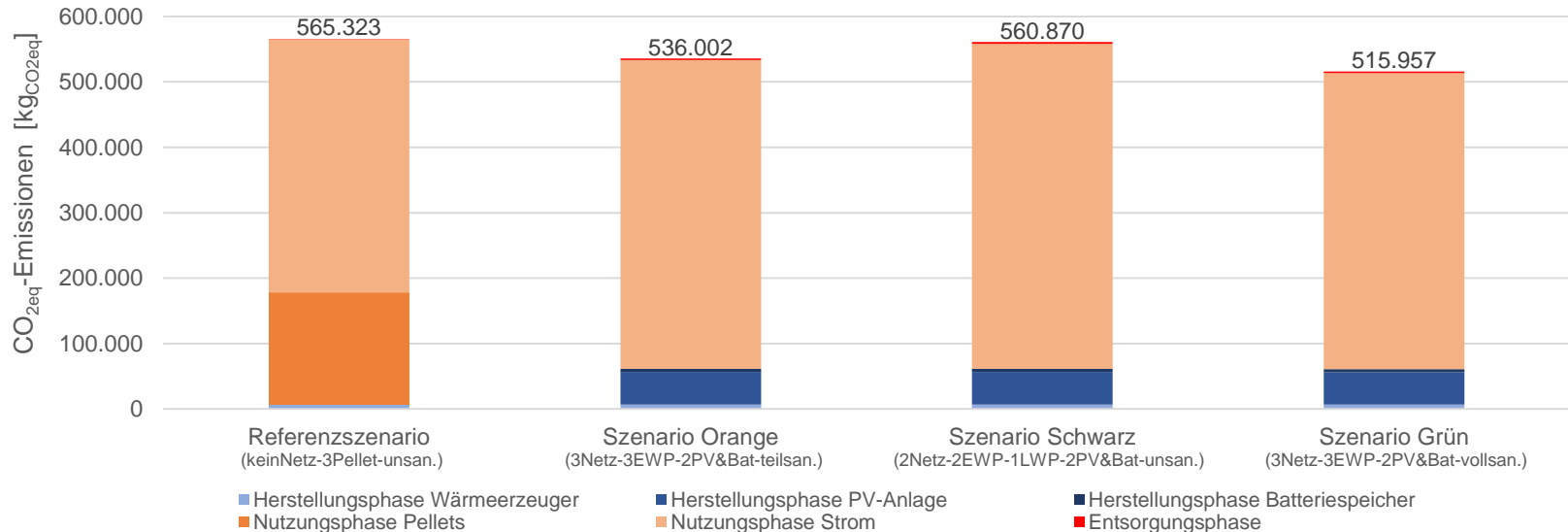
Ökonomische Ergebnisse

Szenario	Investitionen	Verbrauchs- gebundene Kosten	Betriebs- gebundene Kosten	Gesamt- kosten	Vergütung durch PV- Einspeisung	Annuität	Wärmegestehungs- kosten
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€/a]	[ct/kWh _{th}]
Referenzszenario Blau (keinNetz-3Pellet-unsan.)	73.500	356.065	66.101	495.665	0	30.313	9,08
Szenario Orange (3Netz-3EWP-2PV&Bat- teilsan.)	342.713	273.600	91.216	694.771	12.758	42.490	17,91
Szenario Schwarz (2Netz-2EWP-1LWP- 2PV&Bat-unsan.)	329.239	284.290	84.500	685.575	12.453	41.928	17,42
Szenario Grün (3Netz-3EWP-2PV&Bat- vollsan.)	455.113	265.090	91.216	798.431	12.987	48.829	22,65

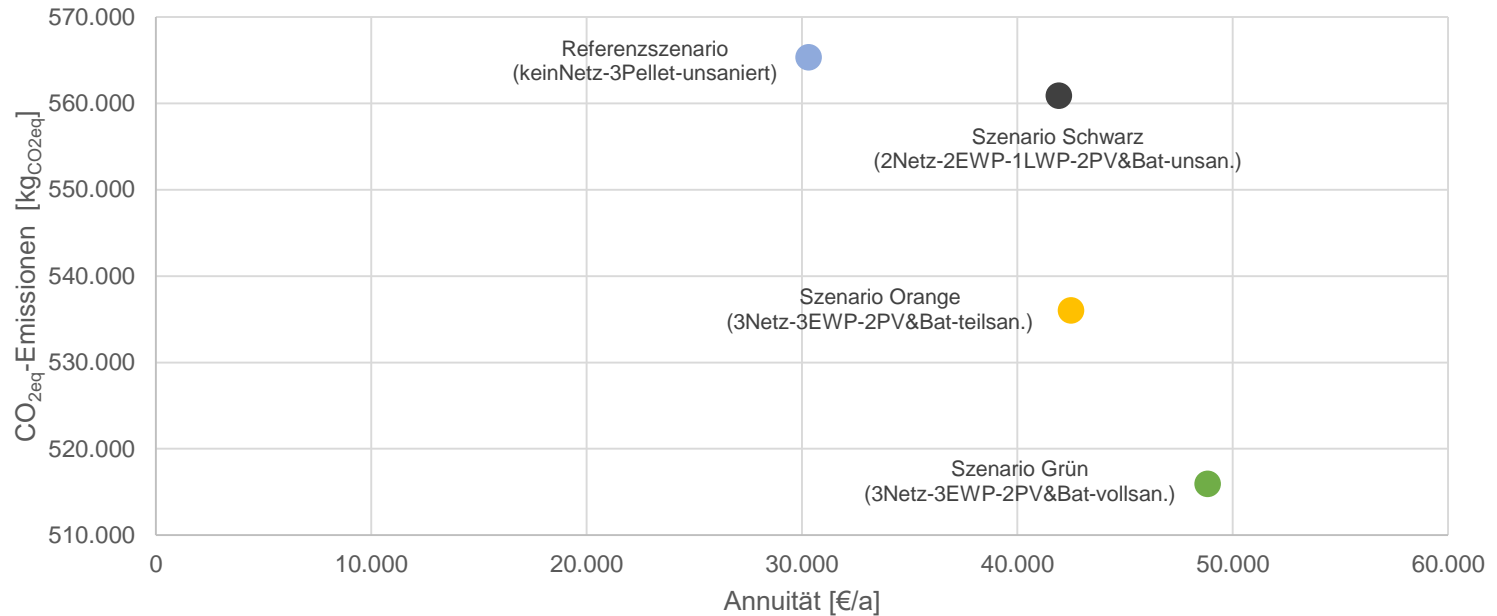
Ökologische Untersuchung

Ökologische Ergebnisse

- Ökobilanzielle Untersuchung des gesamten Lebenszyklus inkl. Emissionen der vorgelagerten Prozessketten
- Berücksichtigung der Wärmeerzeuger, PV-Anlagen und Batteriespeicher
- Nutzungsdauer von 20 Jahren
- CO₂-Äquivalente berücksichtigt



Gegenüberstellung: Ökonomisch-ökologische Ergebnisse



Einordnung und Zusammenfassung

Einordnung der Ergebnisse

- Abhängigkeit von getroffenen Annahmen (Gebäudephysik, Annahmen Kosten etc.)
- Kosten für Fachplanung nicht berücksichtigt
- Förderungen in ökonomischer Betrachtung nicht inbegriffen
- Ökologische Analyse fokussiert auf CO₂-Äquivalenten
- Durchschnittliche Emissionsfaktoren, keine dynamische – stetig grüner werdender Strom verbessert Ökologie strombasierter Versorgungsvarianten

Schlussfolgerungen

Ist es technisch machbar sowie ökonomisch und ökologisch darstellbar, die Heizwärmebedarfe von drei Liegenschaften durch Kalte Nahwärme in Verbindung mit Geothermie zu decken?

- Reduzierung der Heizvorlauftemperatur möglich und sinnvoll
 - Ermöglicht Einsatz von Wärmepumpen
 - Kann in manchen Räumen zu Unterdeckung der Heizlast führen
→ Detailplanung notwendig und evtl. Vergrößerung der Heizflächen
 - Kaltes Nahwärmenetz mit Geothermie technisch umsetzbar
 - Bereich hinter Schule weist gute Ergiebigkeit auf und kann weiterhin für den Schulbetrieb genutzt werden
 - PV ermöglicht Einsparungen
 - Biomasse kann Beitrag leisten. Aber umfangreich im Wärmesektor?
- **Ergebnisse deuten auf eine technische Machbarkeit eines kalten Nahwärmenetzes mit geothermischer Wärmequelle und Wärmepumpe hin**

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Michel Gross, M. Sc.

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl Energiesysteme und
Energiewirtschaft
Universitätsstr. 150

44801 Bochum, Germany
Fon: +49 234 32 26369
michel.gross@rub.de
www.ee.rub.de

Christine Nowak, M. Sc.

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl Energiesysteme und
Energiewirtschaft
Universitätsstr. 150

44801 Bochum, Germany
Fon: +49 234 32 26378
christine.j.nowak@rub.de
www.ee.rub.de