



Zukunftsweisende Strategien für
landwirtschaftliche Biogasanlagen

PR
Bi
GAS

Praxisnahe Betriebsmodelle für Biogasanlagen nach Ablauf der 1. EEG-Förderperiode – Treibhausgasbilanzierung

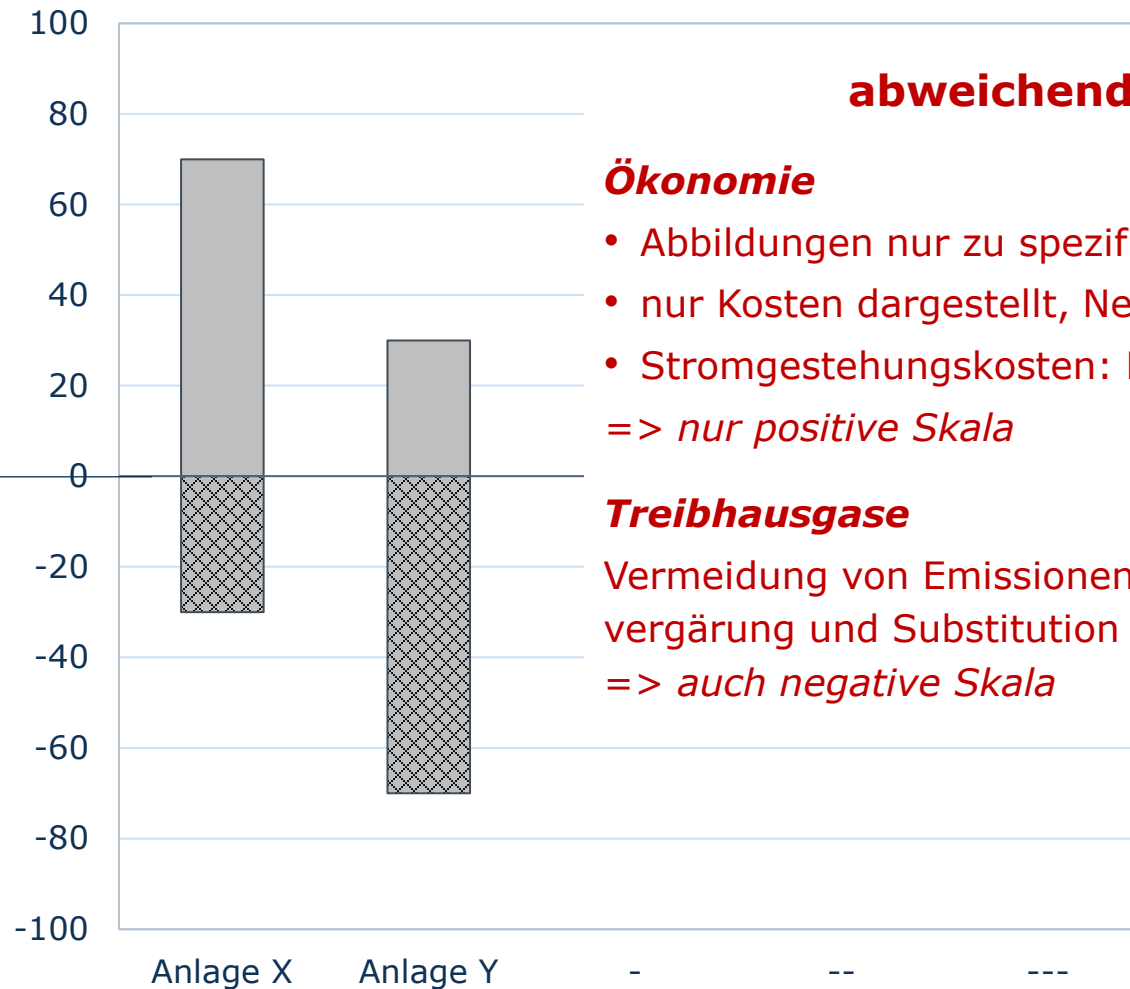
Ursula Roth, Mark Paterson, Bernd Wirth, Stefan Hartmann | KTBL
Projekt Abschlussveranstaltung
22. Februar 2022, online

- Bilanzierung nach Prinzipien der ISO 14040 und 14044
- Emissionsfaktoren für der landwirtschaftlichen Emissionsberichterstattung (KTBL/TI)
- Vorkettenemissionen technische Einrichtungen und Materialien: ecoinvent®- und ProBas-Datenbank
- Referenzemissionen für Ersatz fossiler Ressourcen durch Biogas: Substitutions- und Emissionsfaktoren aus Lauf et al. 2021
„Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2020“
- Vorgehen weitestgehend analog zu den ökonomischen Berechnungen

- Anlagenerstellung (nur Post-EEG-Phase)
- Substratbereitstellung
- Prozessstrom
- sonstige Betriebsmittel
- gasförmige Verluste
 - auch bei bestimmungsgemäßigem Betrieb unvermeidlich
 - Annahme: gasdichte(s) Gärrestlager

- Wirtschaftsdüngervergärung
Einsparung von Emissionen aus offener Lagerung unvergorener Gülle
- Jahresemissionen (t CO₂e/a)
vermiedene Emissionen durch Ersatz fossiler Energieträger bei der Bereitstellung von Strom, Wärme, Gas, Kraftstoff
- produktspezifische Emissionen (kg CO₂e je kWh_{el}, kWh_{HS})
nur Ersatz fossile Wärme durch Biogas bei Verstromung berücksichtigt
= Ökonomie: Nebeneinkünfte aus Wärmeverkauf, verrechnet mit Stromgestehungskosten
=> Ansatz abweichend von RED II: Aufteilung der THG auf Strom und Wärme

- Jahresemissionen der einzelnen BGA (t CO₂e/a)
 - ersetzte(s) Produkt(e) in Bilanz berücksichtigt (Substitution)
 - Vergleich von Optionen mit unterschiedlichen Produkten für Einzelanlage
 - kein Vergleich zwischen Anlagen verschiedener Größenklassen möglich
- produktspezifische Emissionen (kg CO₂e je kWh_{el}, kWh_{Hs})
 - vgl. Ökonomie: Strom-/Biomethangestehungskosten
 - ersetzte(s) Produkt(e) als Vergleichslinie, keine Verrechnung in Bilanz
 - kein Vergleich von Optionen mit unterschiedlichen Produkten möglich
 - Vergleich für einzelne Produkte zwischen Anlagen



abweichend von Ökonomie!

Ökonomie

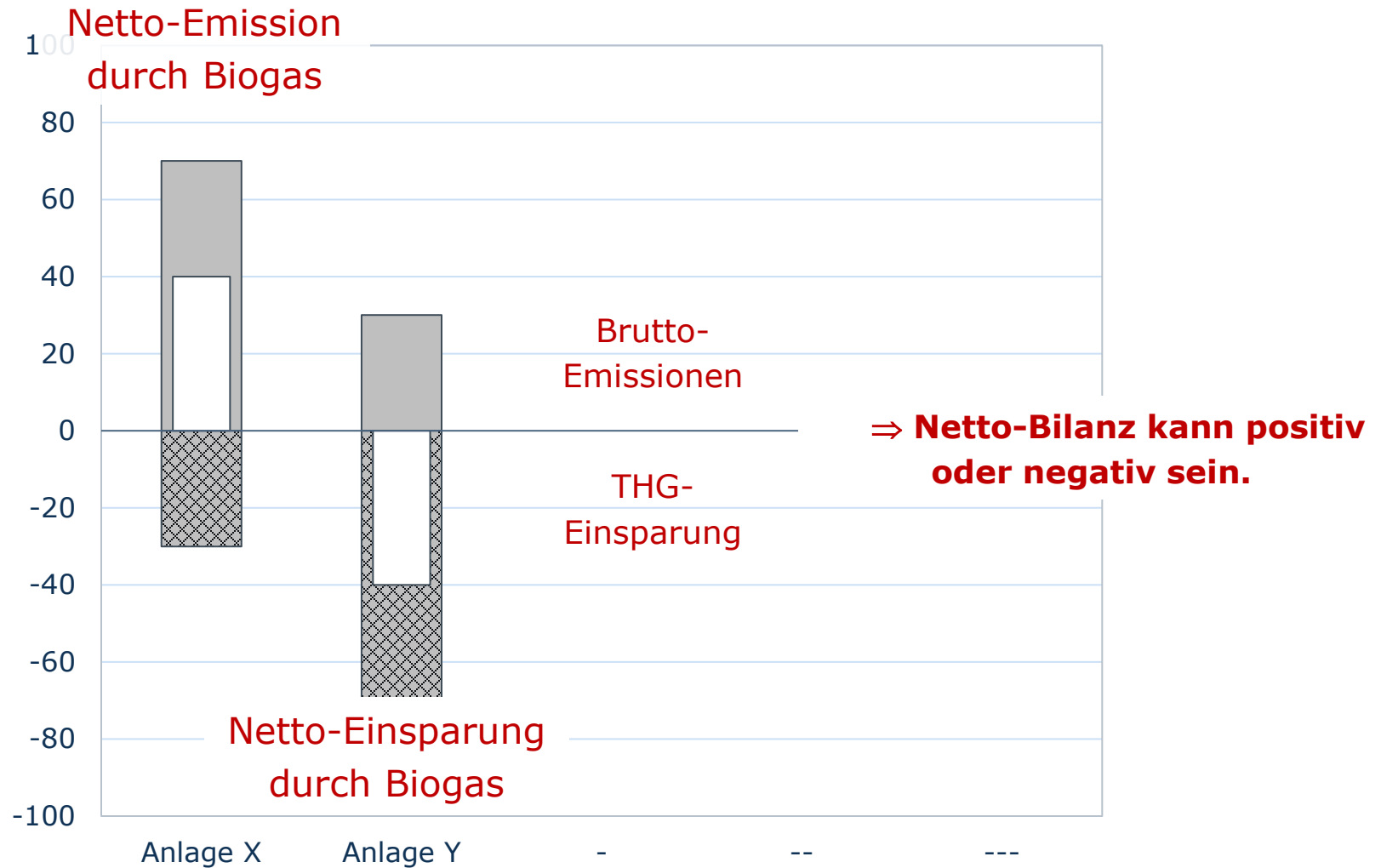
- Abbildungen nur zu spezifischen Kosten
- nur Kosten dargestellt, Nebeneinnahmen nur indirekt
- Stromgestehungskosten: Kosten minus Nebeneinnahmen
=> *nur positive Skala*

Treibhausgase

- Vermeidung von Emissionen durch Wirtschaftsdünger-
vergärung und Substitution fossile Brennstoffe
=> *auch negative Skala*

■ THG durch Biogas

▣ THG-Einsparung durch Biogas



■ THG durch Biogas

▨ THG-Einsparung durch Biogas

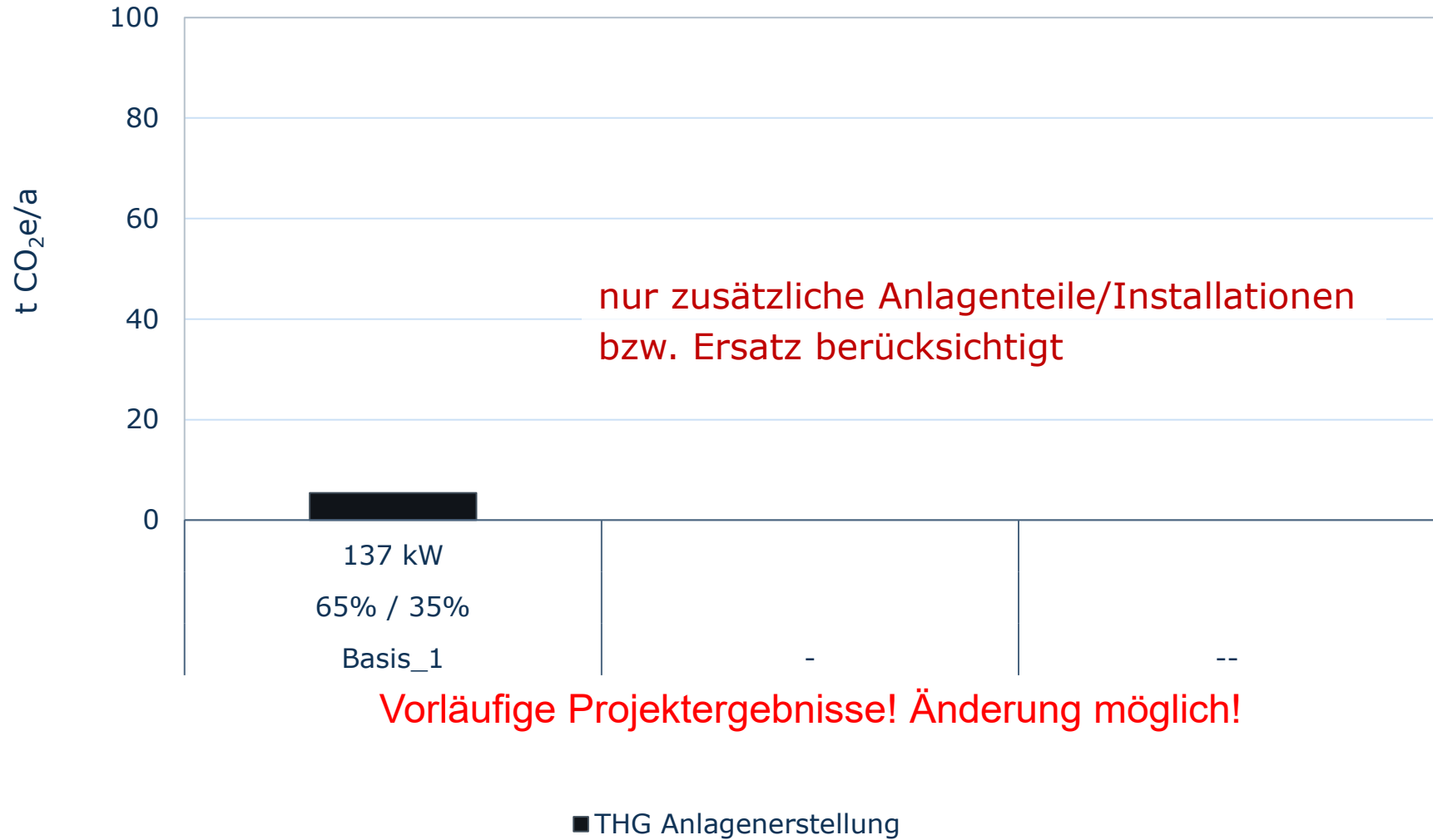
□ THG-Nettobilanz

Jährliche THG-Emissionen

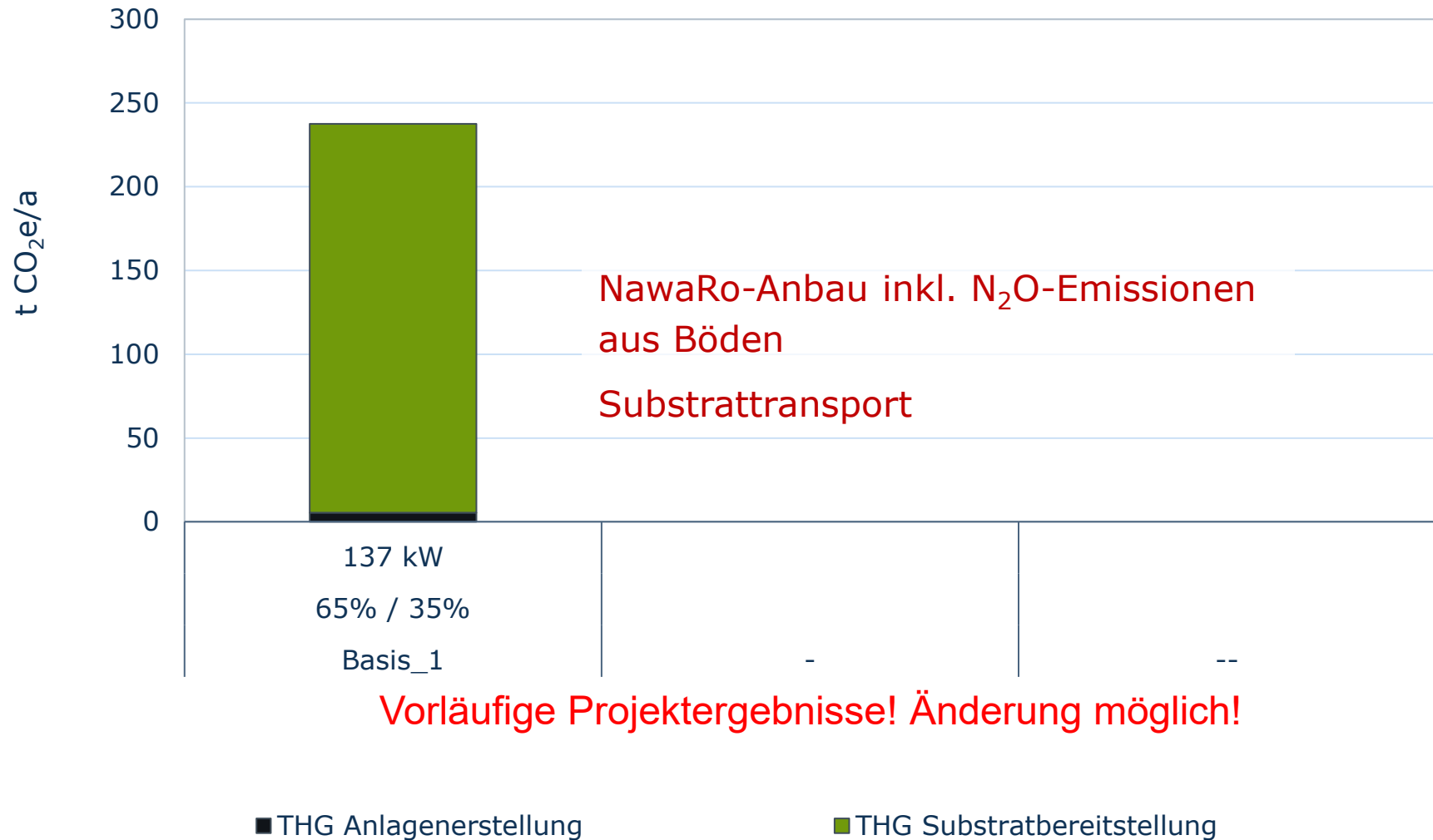
Basisanlagen

(Vor-Ort-Verstromung)

Jährliche THG-Emissionen: Anlagenerstellung

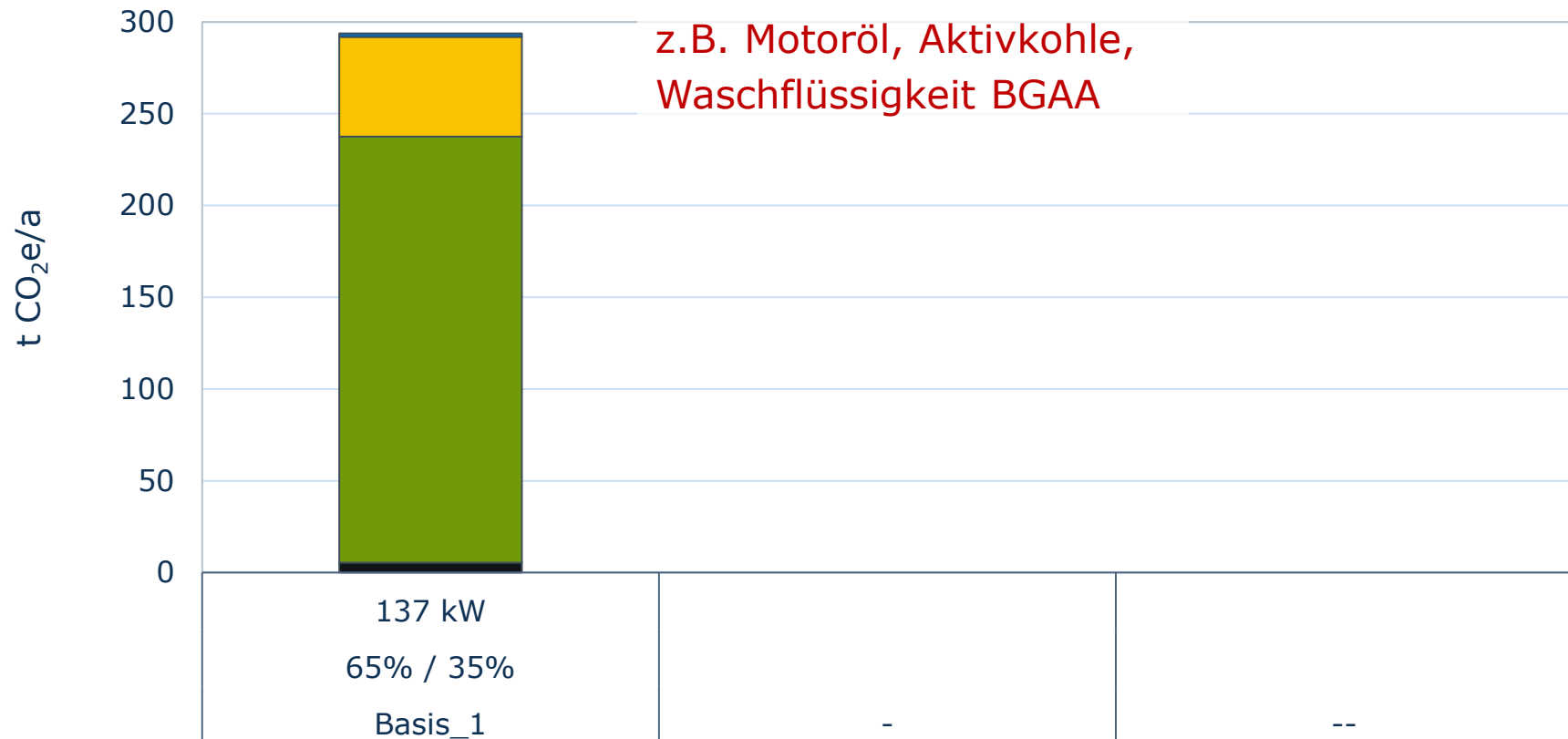


Jährliche THG-Emissionen: Substratbereitstellung



Jährliche THG-Emissionen

Prozessstrom / Betriebsmittel



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

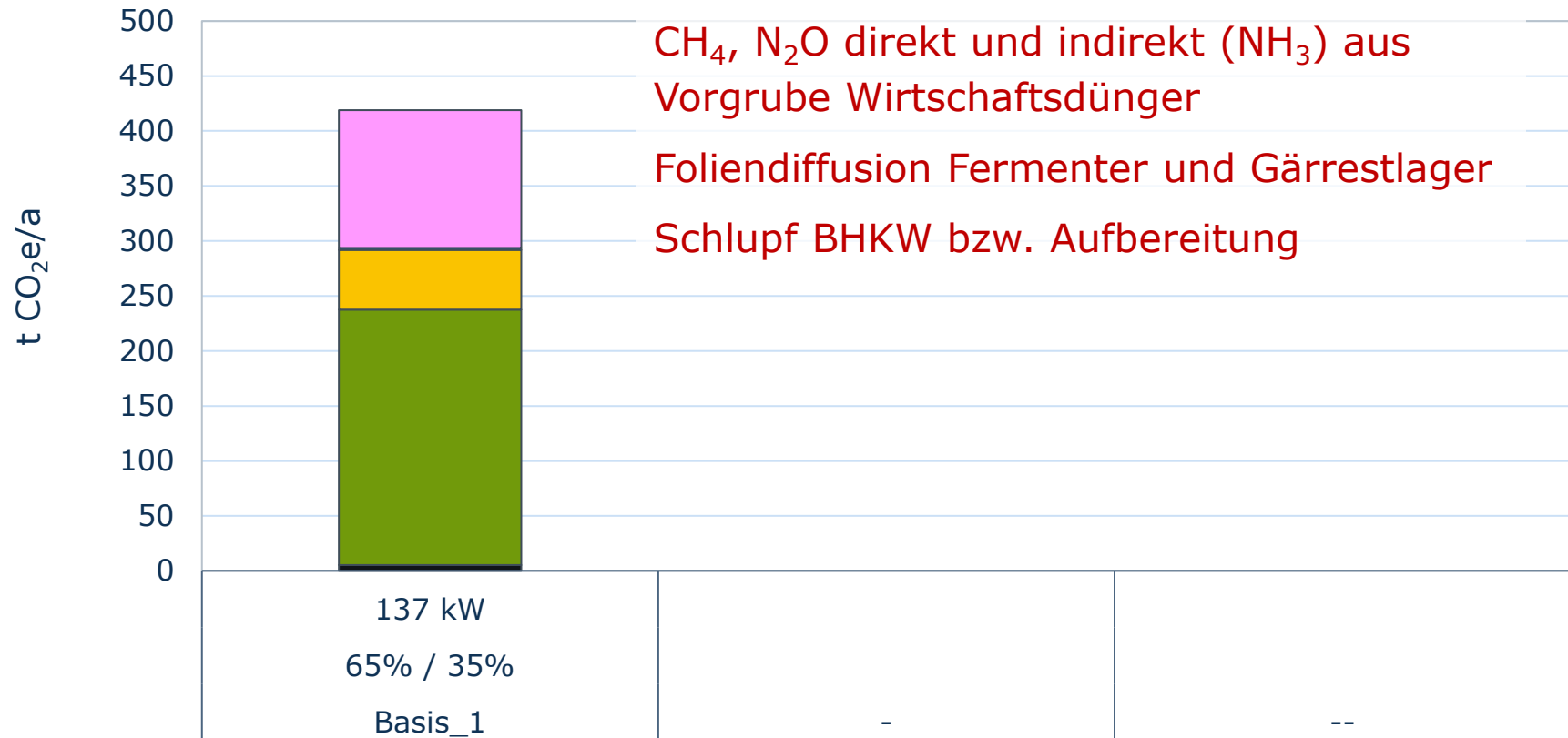
■ THG Anlagenerstellung

■ THG Substratbereitstellung

■ THG Strombedarf

■ THG sonstige Betriebsmittel

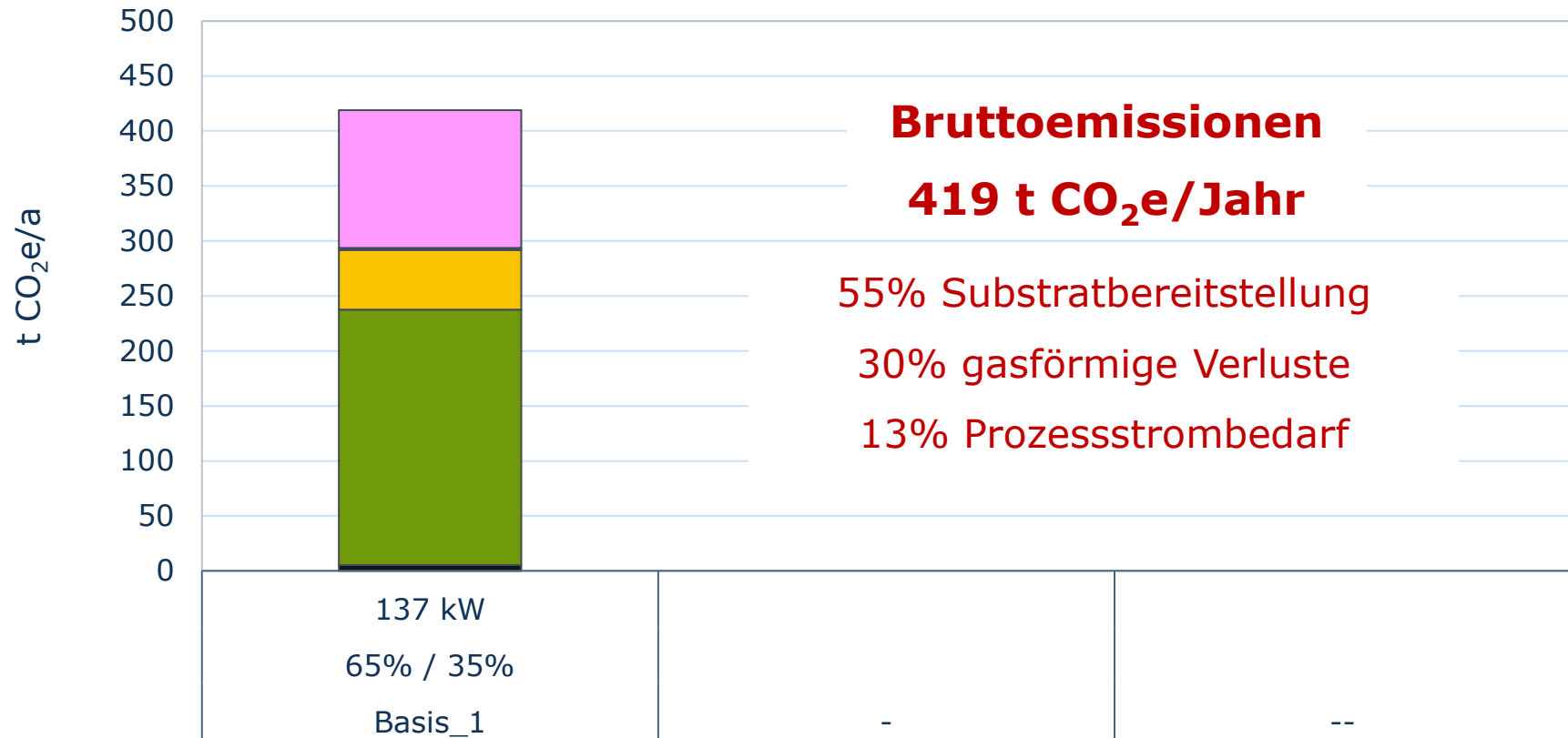
Jährliche THG-Emissionen gasförmige Verluste



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste

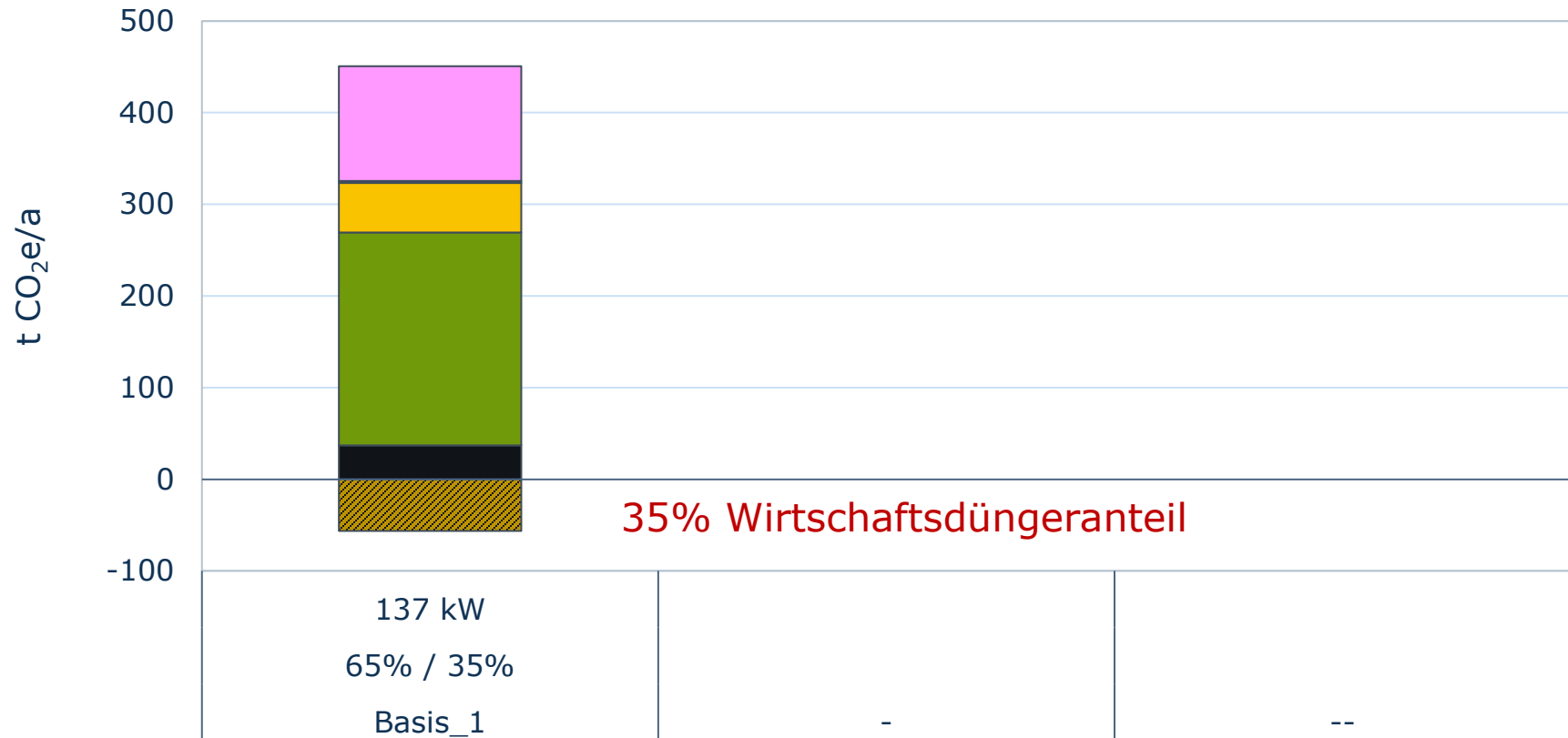
Jährliche THG-Emissionen Bruttoemissionen



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste

Jährliche THG-Emissionen: Wirtschaftsdüngergutschrift



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

■ THG Anlagenerstellung

■ THG Substratbereitstellung

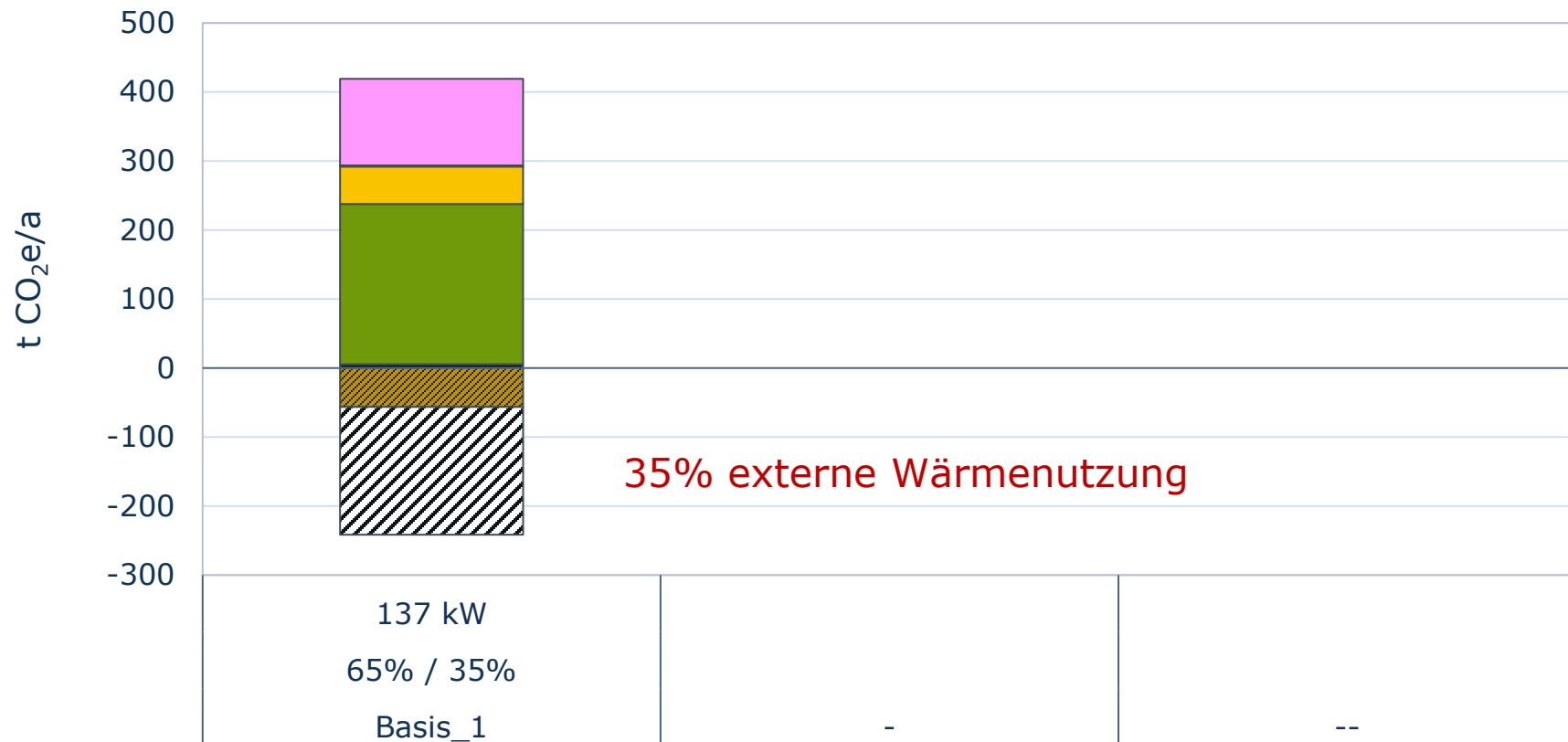
■ THG Strombedarf

■ THG sonstige Betriebsmittel

■ THG gasförmige Verluste

■ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung

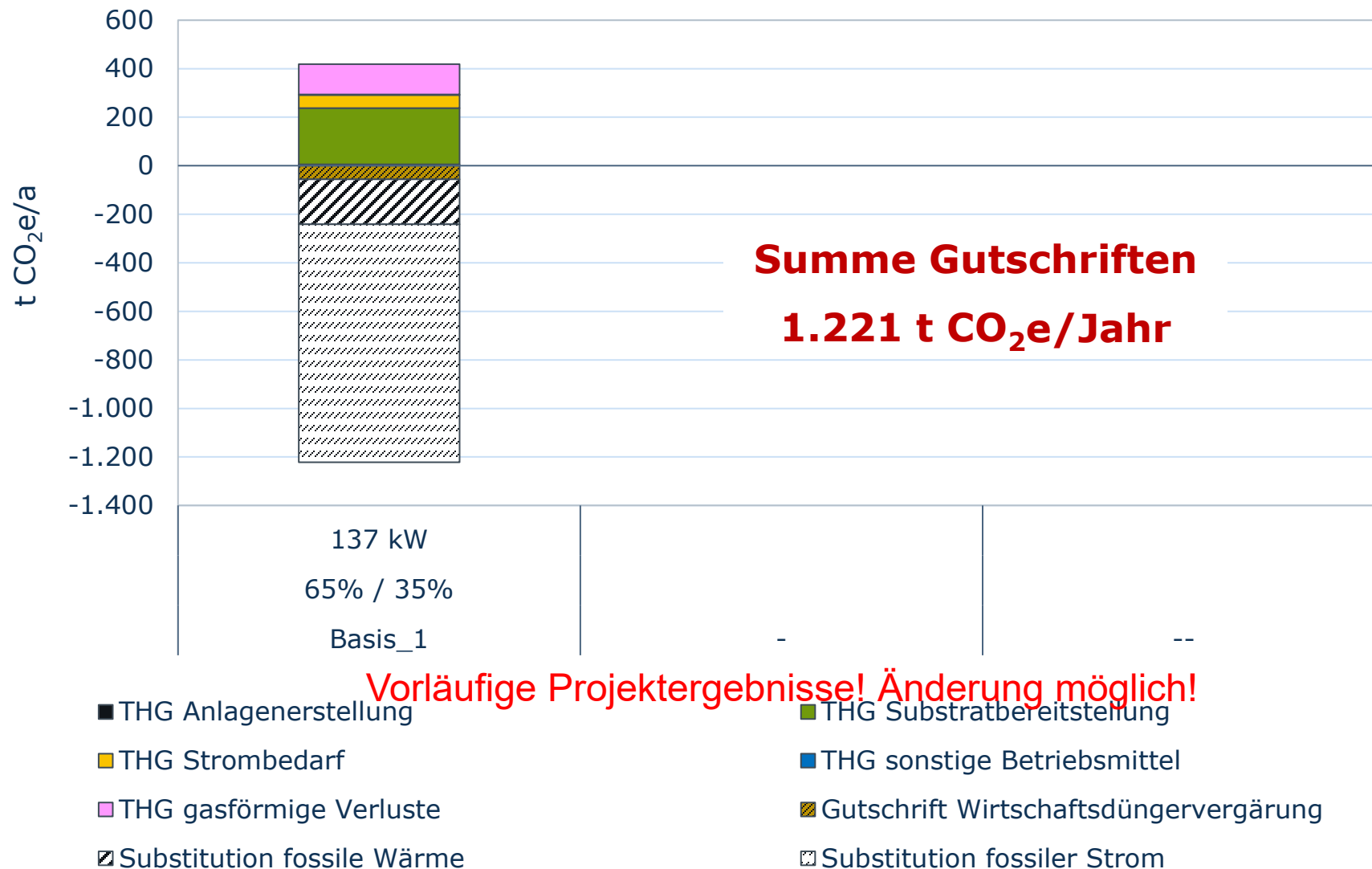
Jährliche THG-Emissionen: Substitution fossile Wärme



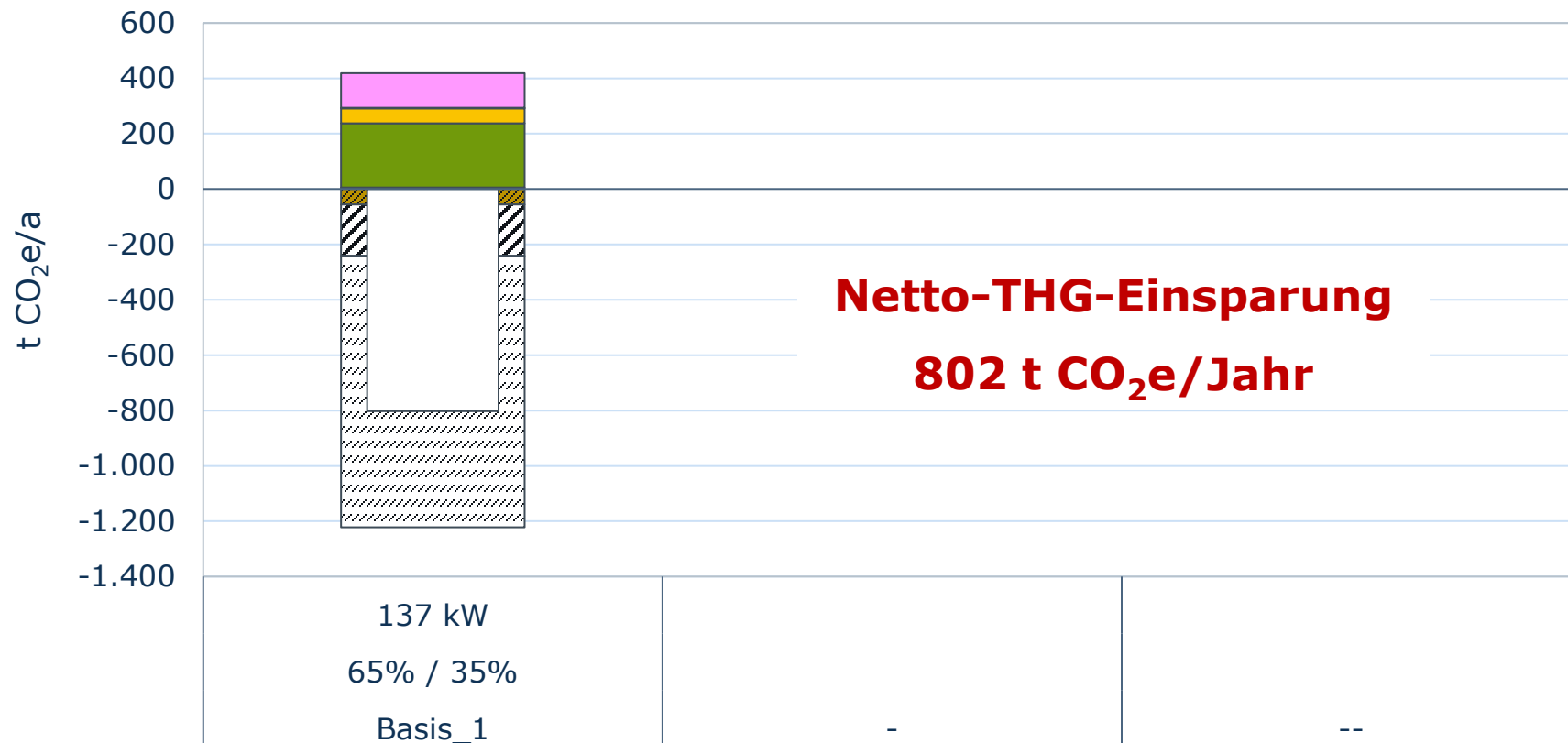
Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- Substitution fossile Wärme
- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung

Jährliche THG-Emissionen Substitution fossiler Strom



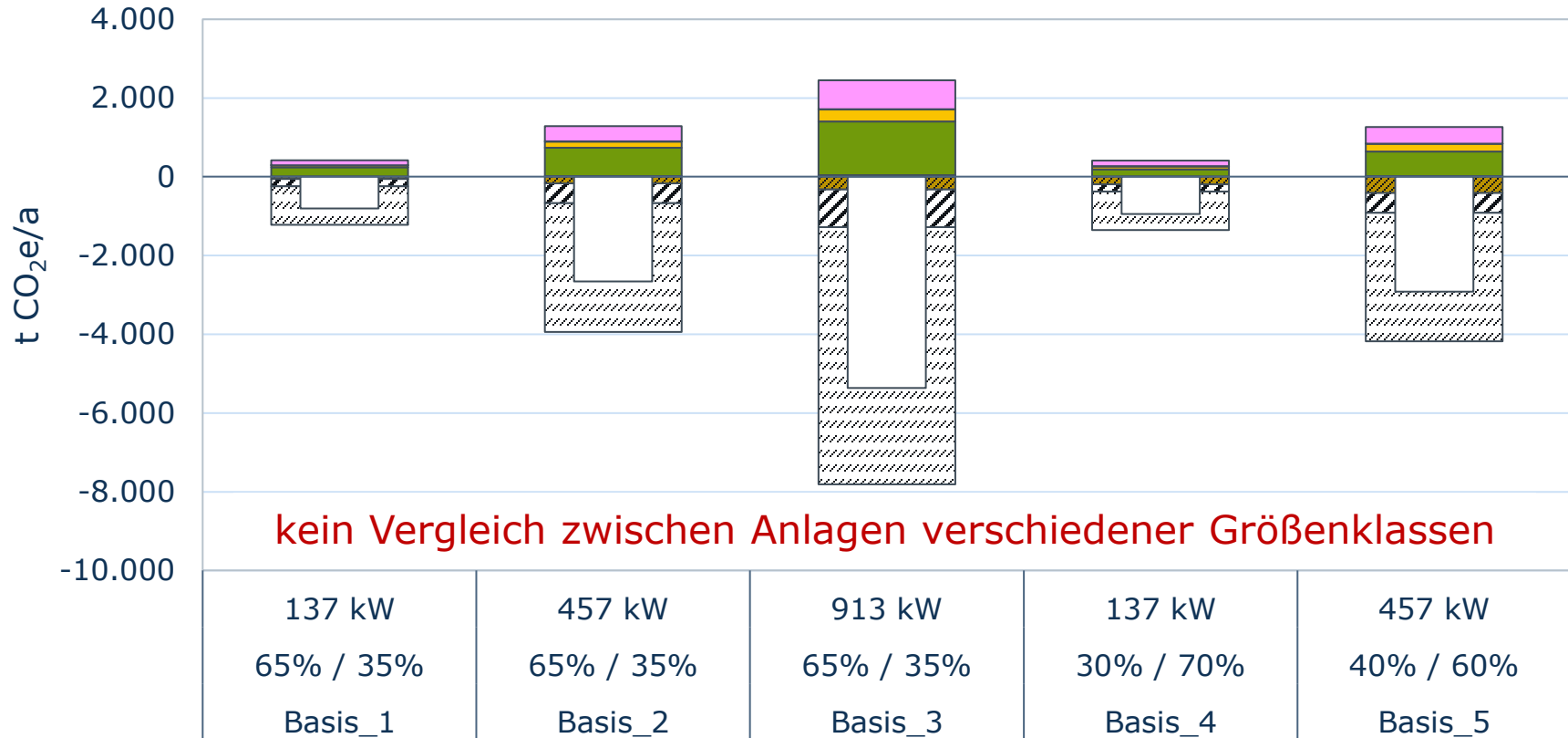
Jährliche THG-Emissionen Nettobilanz



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Substitution fossile Wärme
- Substitution fossiler Strom
- THG-Nettobilanz

Jährliche THG-Emissionen Basisanlagen 1-5



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

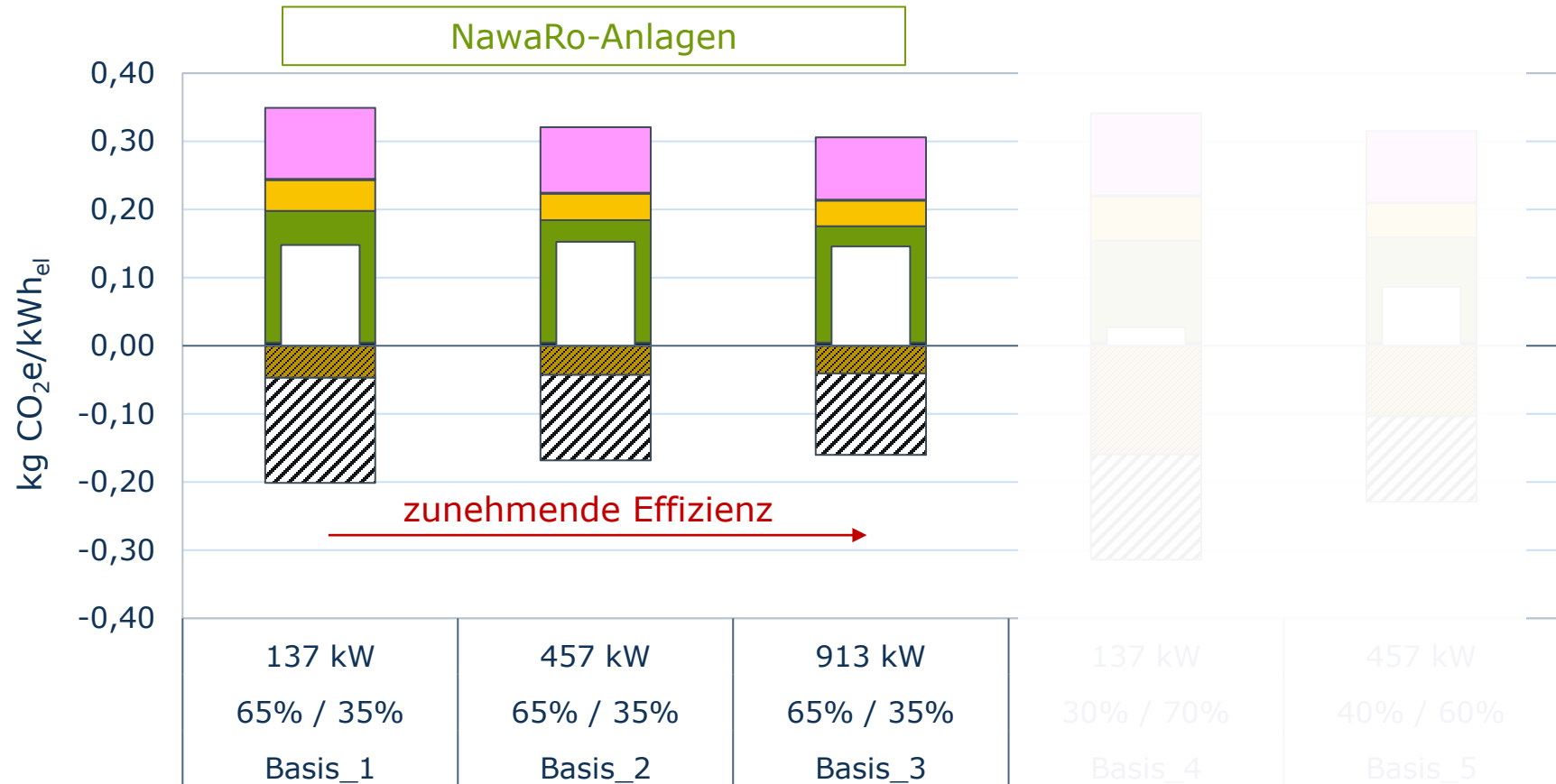
- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Substitution fossile Wärme
- Substitution fossiler Strom
- THG-Nettobilanz

Spezifische THG-Emissionen

Basisanlagen

(Vor-Ort-Verstromung)

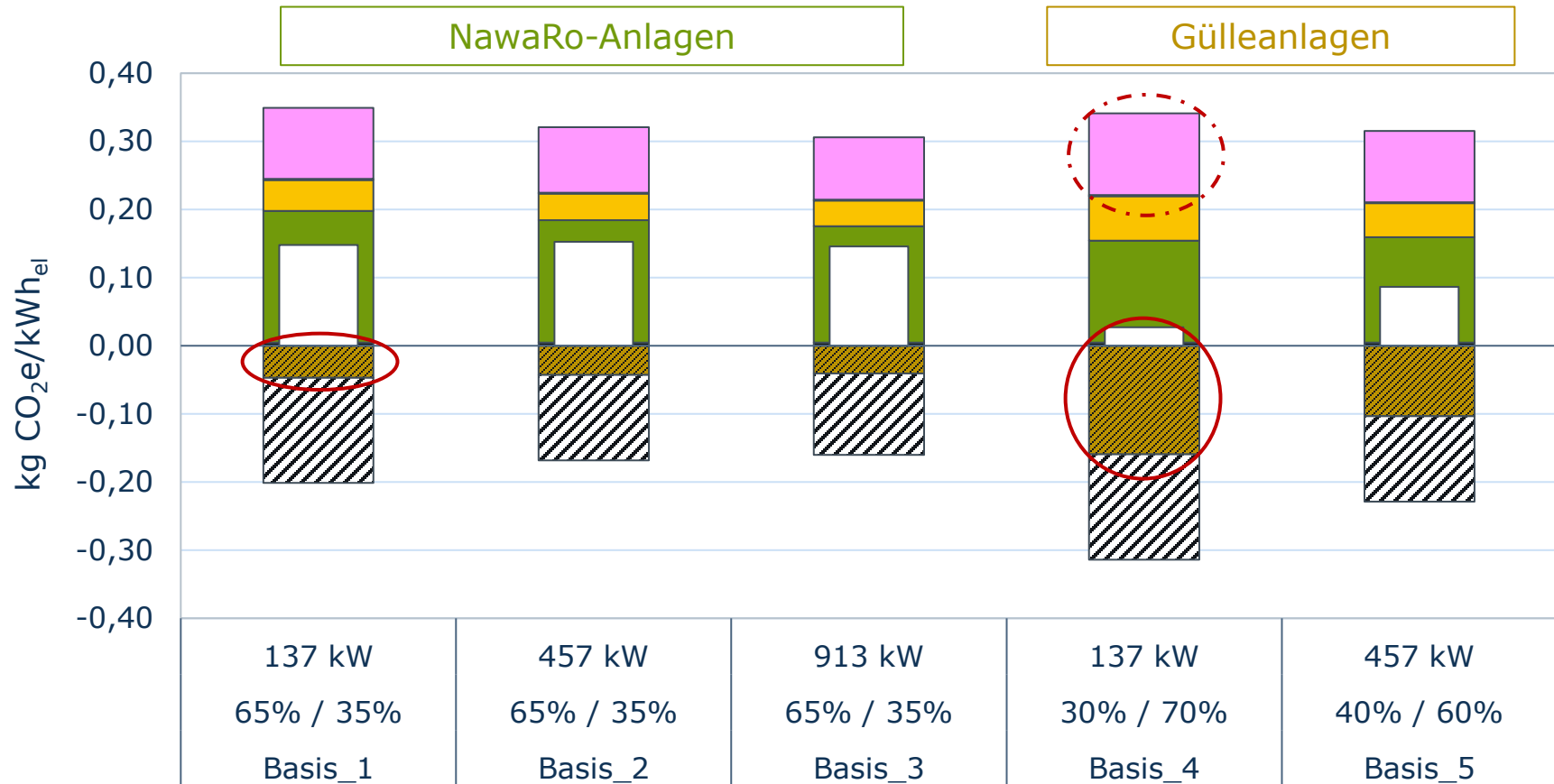
Produktspezifische THG-Emissionen Basisanlagen 1-3



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Gutschrift Ersatz fossile Wärme
- THG-Netto-Bilanz

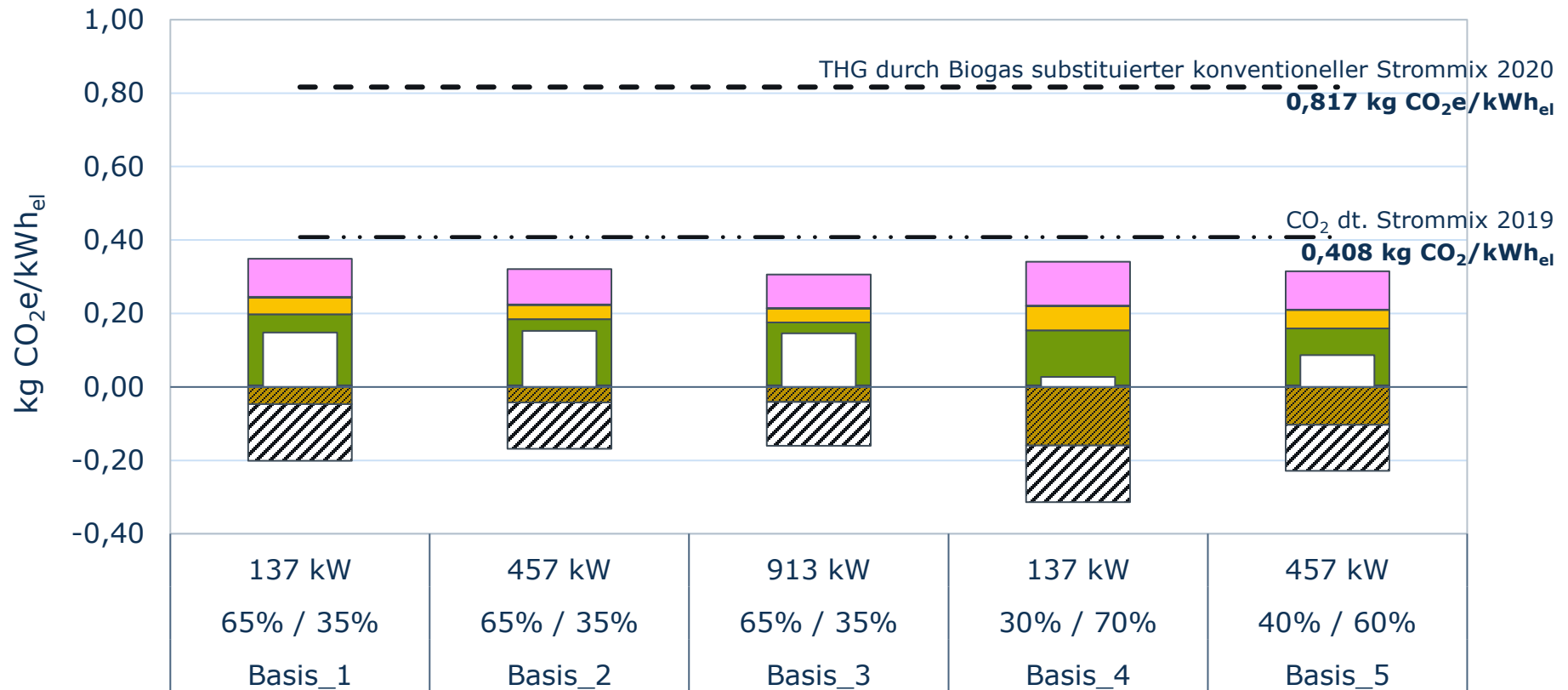
Produktspezifische THG-Emissionen Basisanlagen 1-5



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Gutschrift Ersatz fossile Wärme
- THG-Netto-Bilanz

Produktspezifische THG-Emissionen Basisanlagen und Referenzstrom

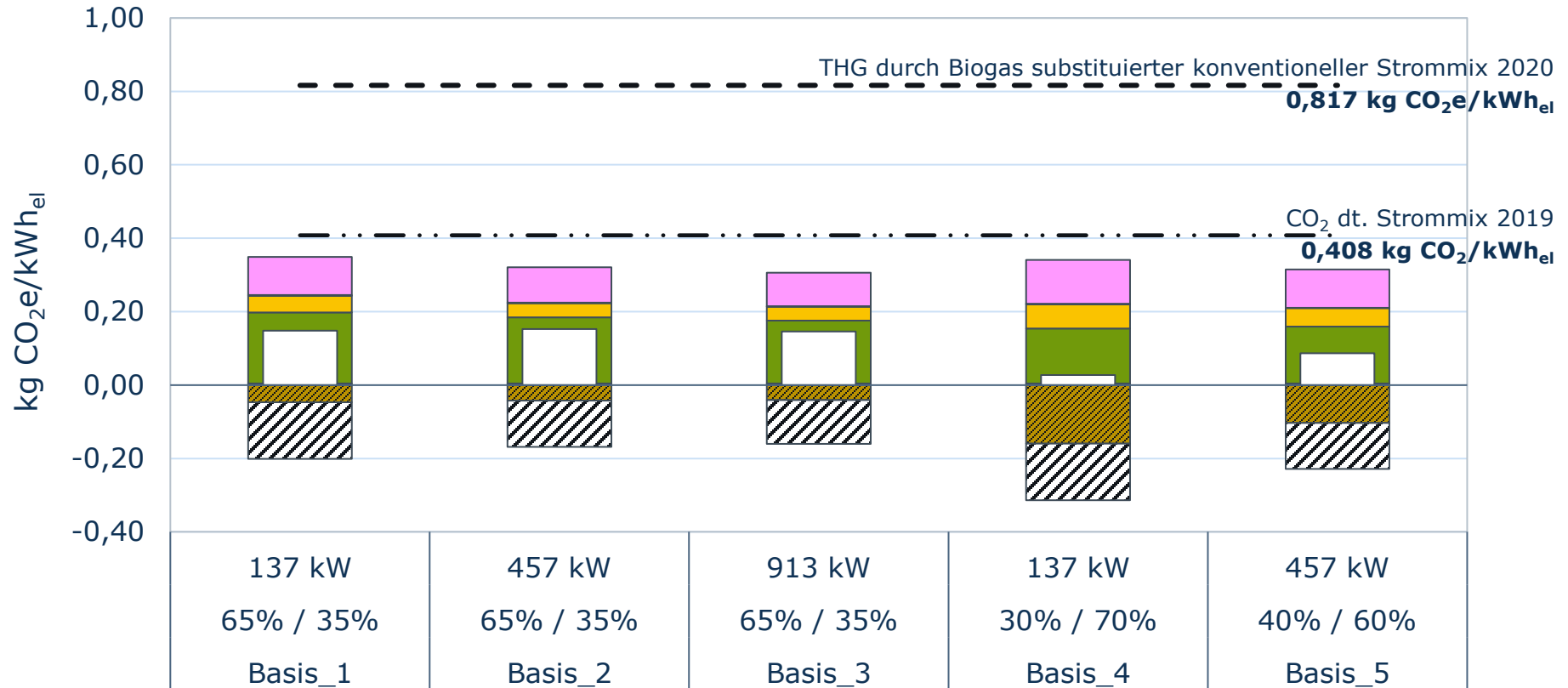


Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Gutschrift Ersatz fossile Wärme
- THG-Nettobilanz
- · CO₂ dt. Strommix 2019
- — THG foss. Strom 2020 (Subst. Biogas)

Produktspezifische THG-Emissionen Basisanlagen und Referenzstrom

konventioneller Strommix 2020: 0,2% Kernenergie; 18% Braunkohle; 63,8% Steinkohle; 17,6% Erdgas; 0,0% Öl



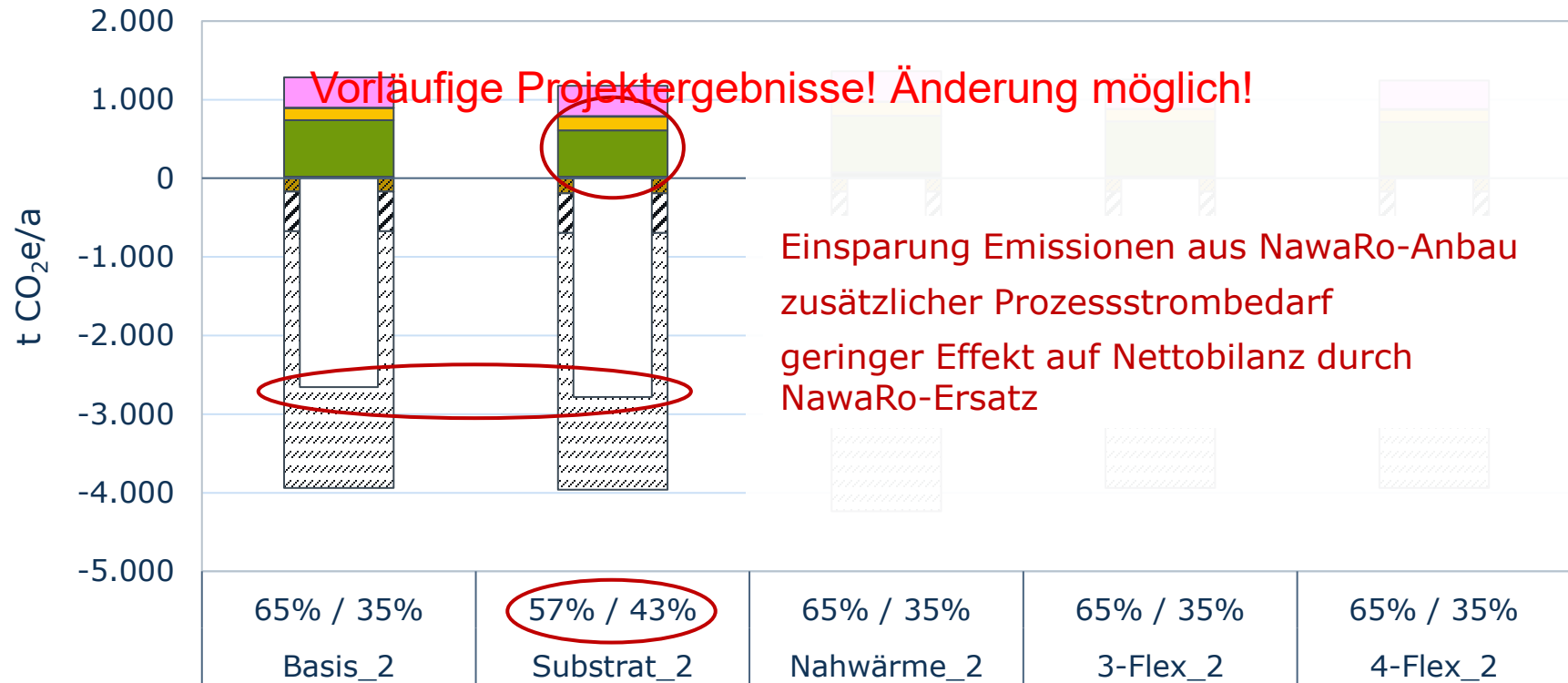
Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Ersatz fossile Wärme
- CO₂ dt. Strommix 2019
- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG-Nettobilanz
- THG foss. Strom 2020 (Subst. Biogas)

Optimierungsoptionen mit konstanter Stromerzeugung

Beispiel: Modell 2
(457 kW, NawaRo)

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Substrat

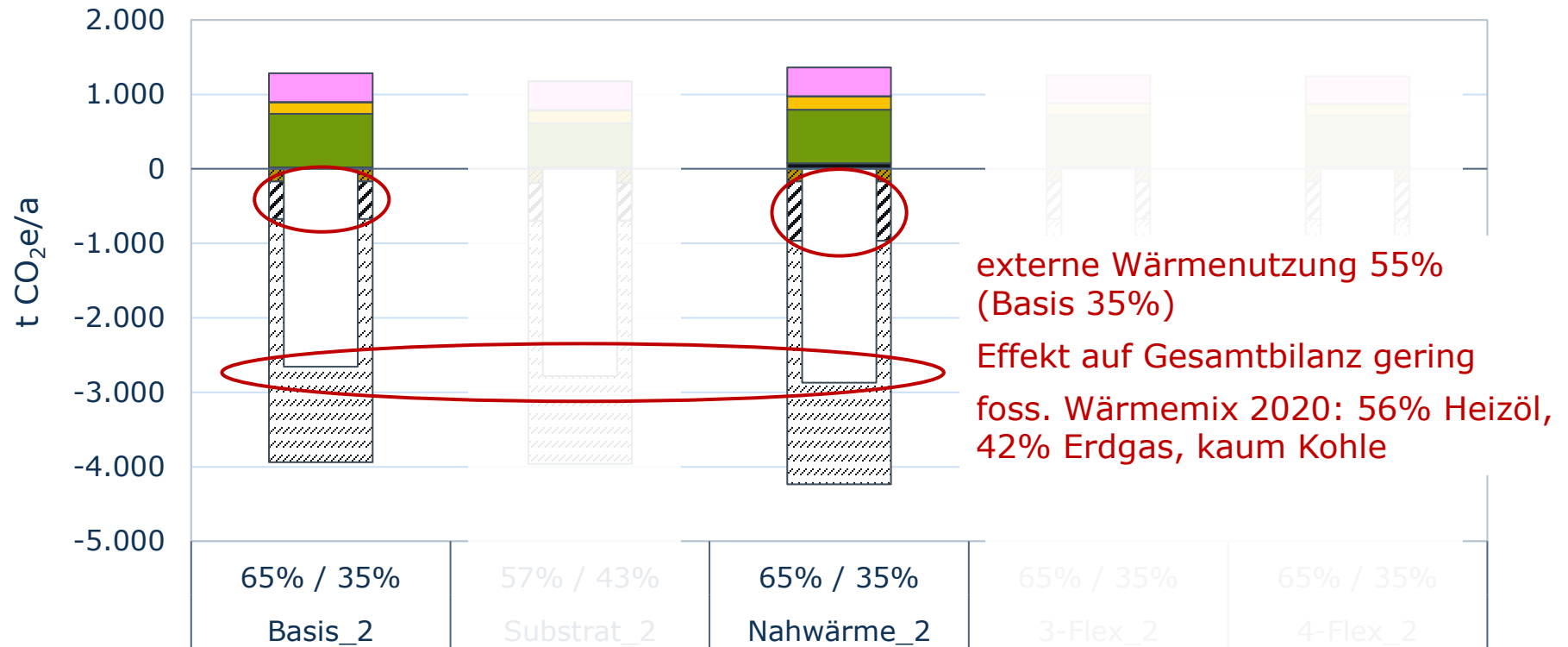


Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- ▨ Substitution fossile Wärme
- THG-Nettobilanz

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- ▨ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- ▨ Substitution fossiler Strom

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Netzausbau/Nahwärme

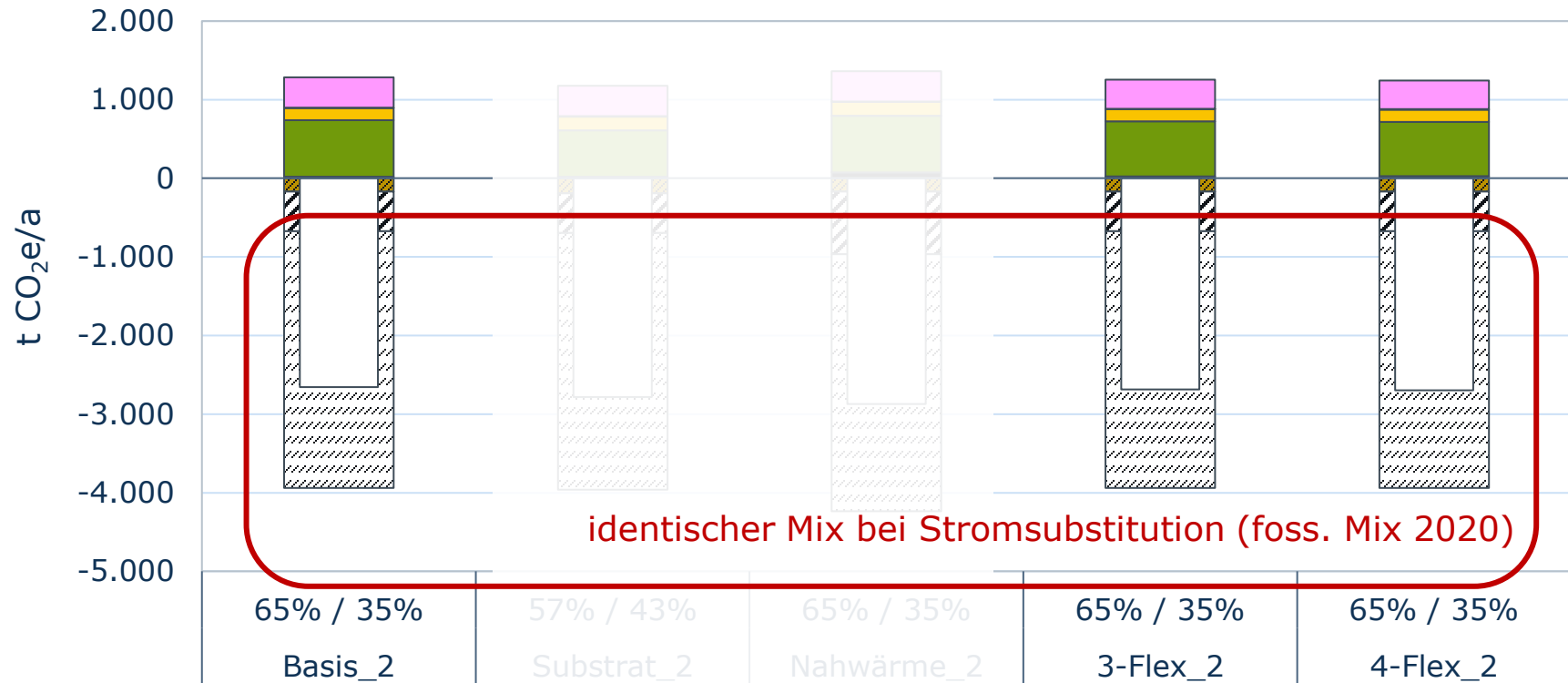


Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- ▨ Substitution fossile Wärme
- THG-Nettobilanz

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- ▨ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- ▨ Substitution fossiler Strom

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Flexibilisierung

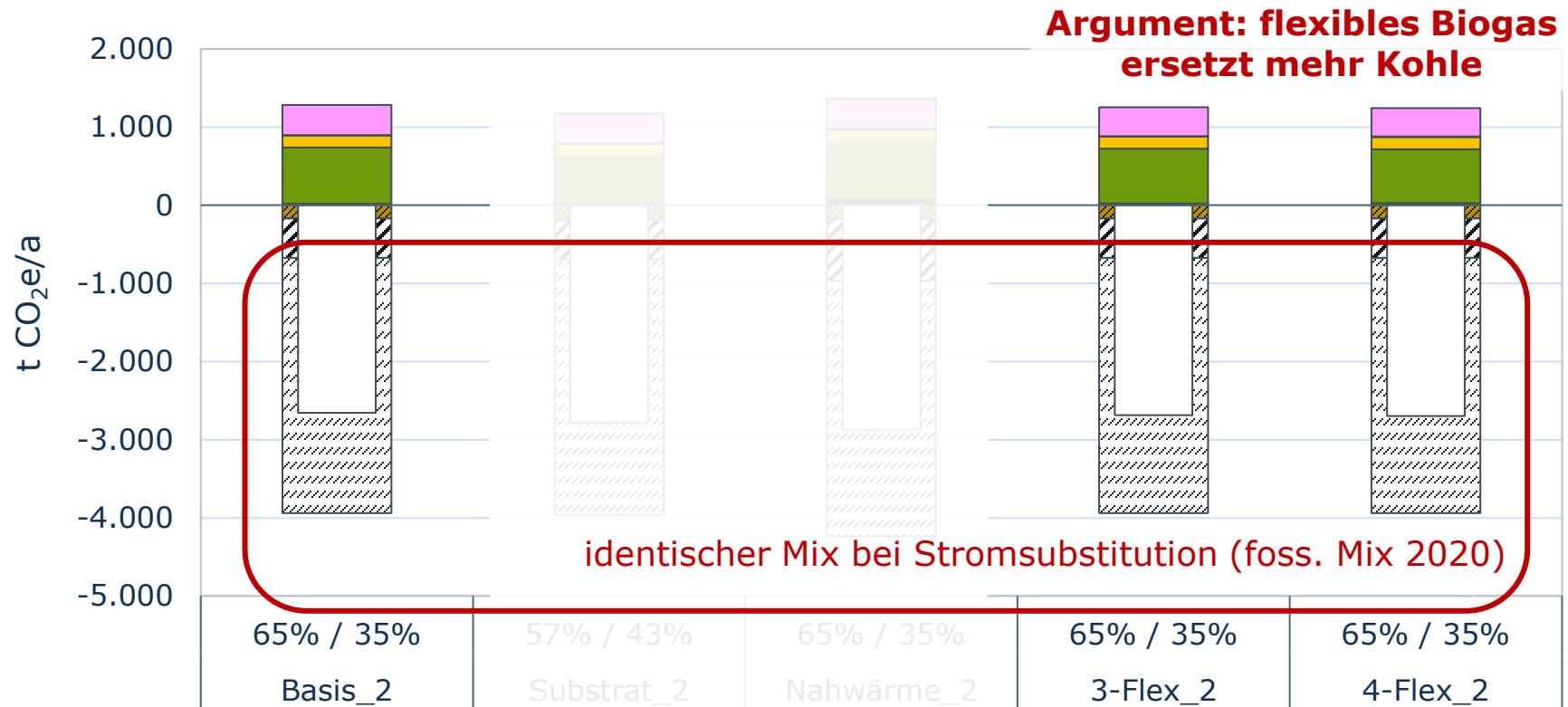


identischer Mix bei Stromsubstitution (foss. Mix 2020)

Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Substitution fossile Wärme
- Substitution fossiler Strom
- THG-Nettobilanz

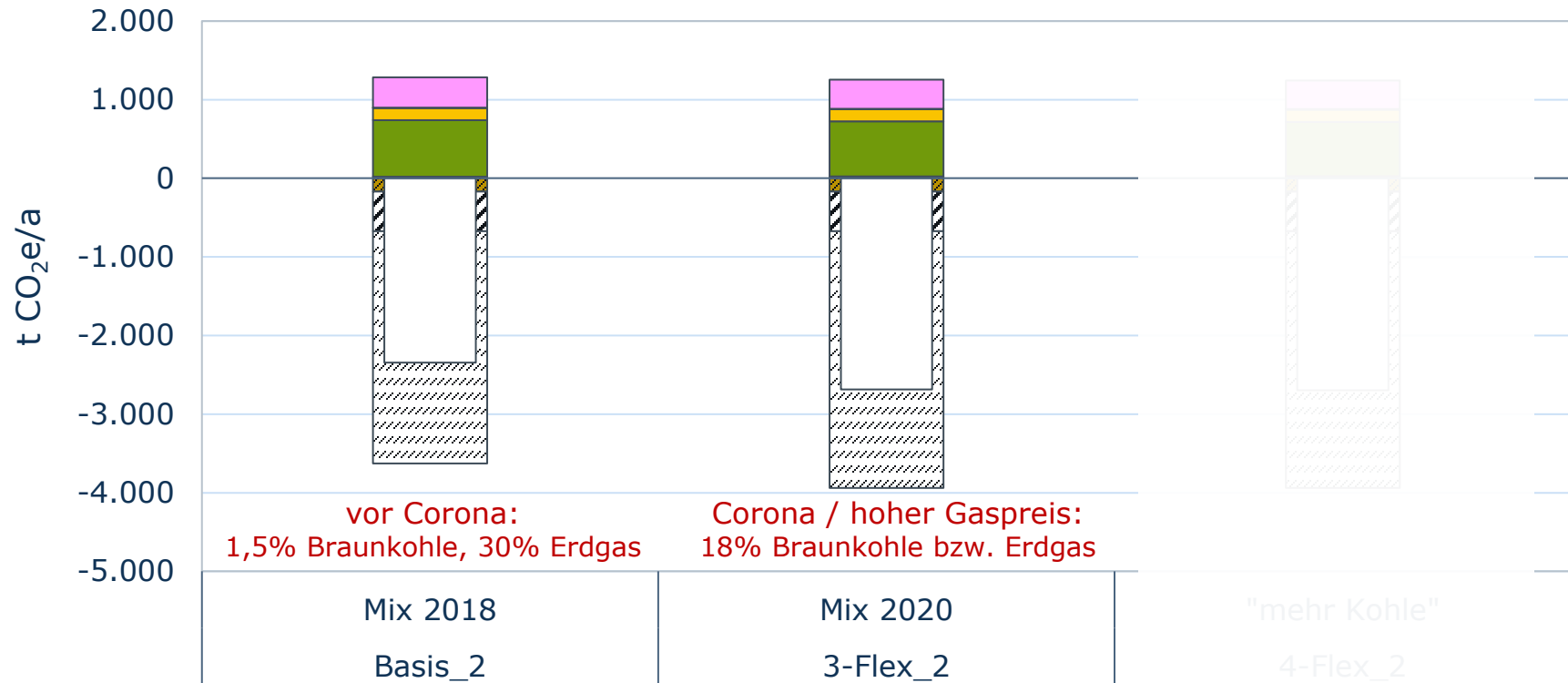
Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Flexibilisierung



Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- ▨ Substitution fossile Wärme
- ▨ Substitution fossiler Strom
- THG-Nettobilanz

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Jahresemissionen / Sensitivität Flex



vor Corona:
1,5% Braunkohle, 30% Erdgas

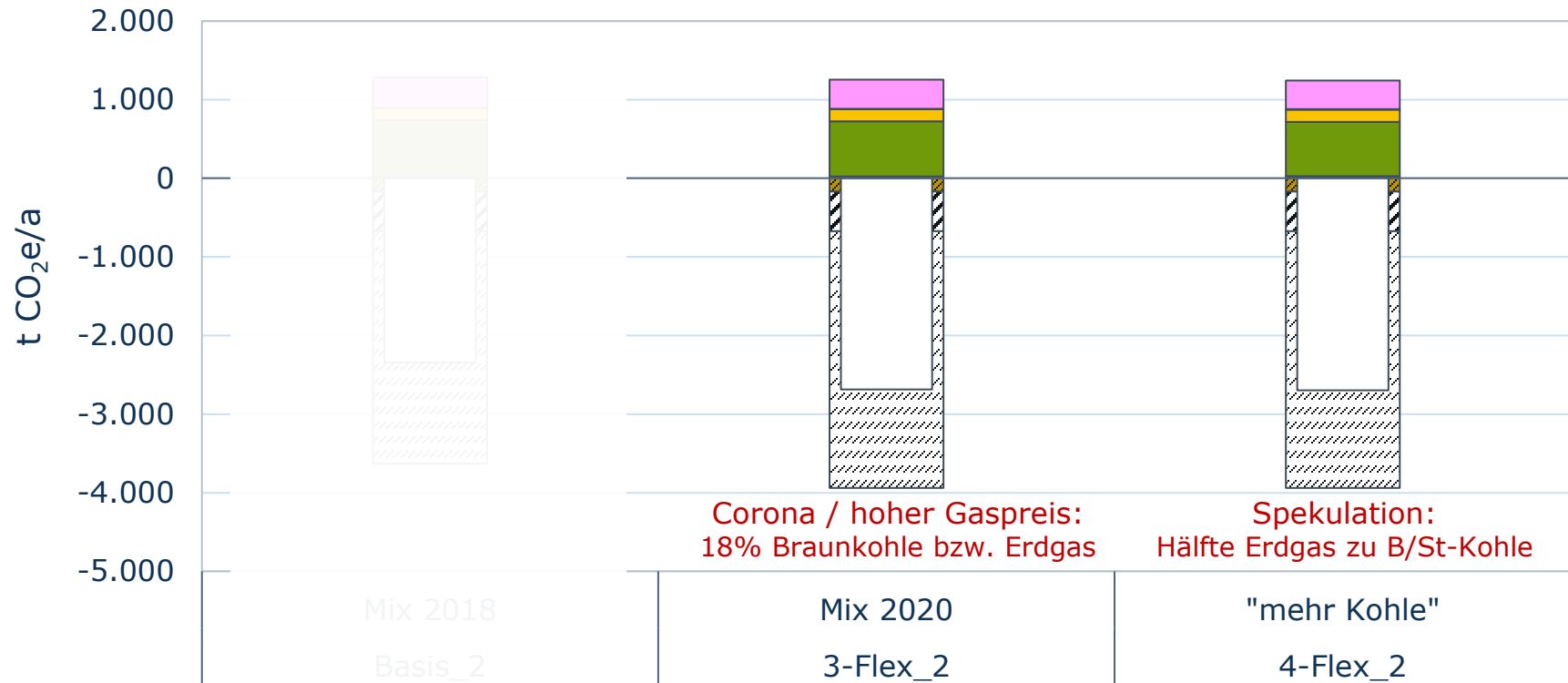
Corona / hoher Gaspreis:
18% Braunkohle bzw. Erdgas

Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- Substitution fossile Wärme
- THG-Nettobilanz

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Substitution fossiler Strom

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Jahresemissionen / Sensitivität Flex



Corona / hoher Gaspreis:
18% Braunkohle bzw. Erdgas

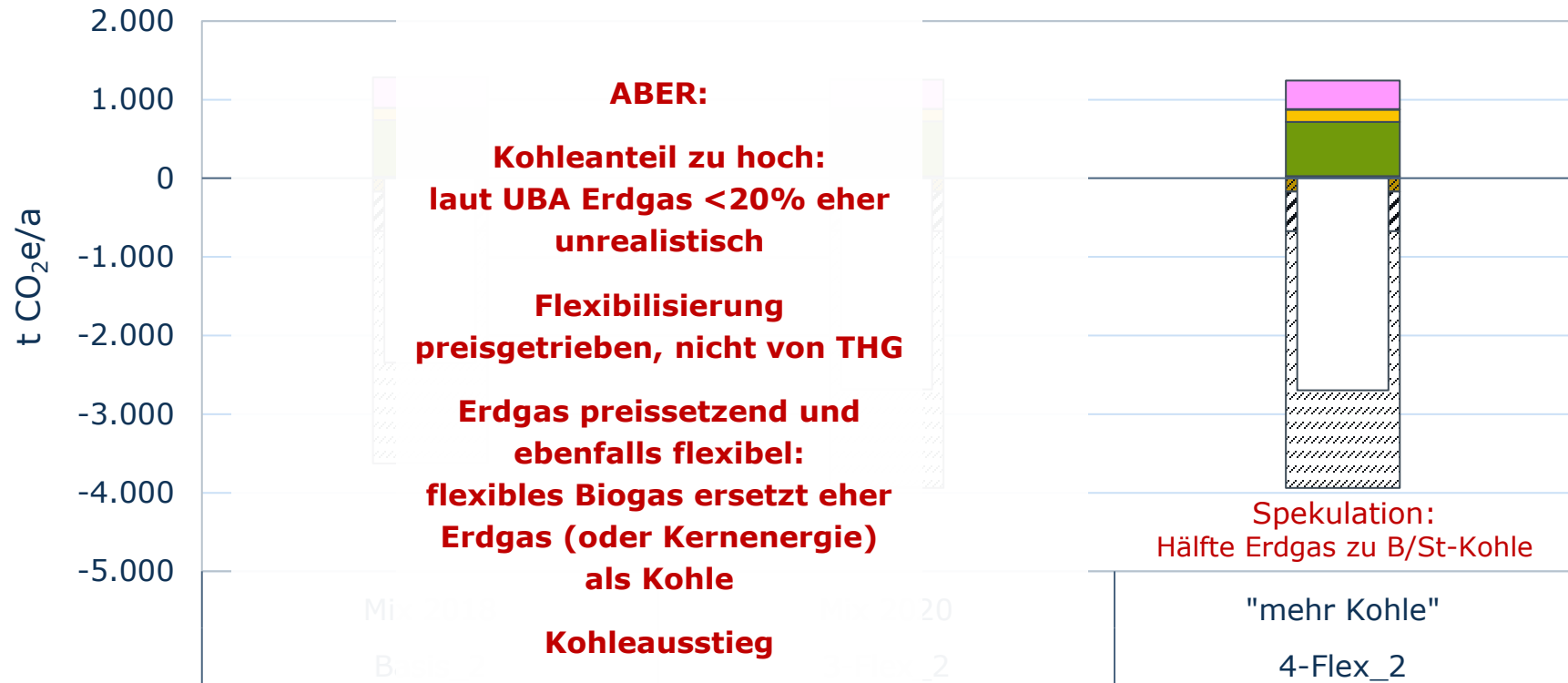
Spekulation:
Hälfte Erdgas zu B/St-Kohle

Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- Substitution fossile Wärme
- THG-Nettobilanz

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- Substitution fossiler Strom

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Jahresemissionen / Sensitivität Flex

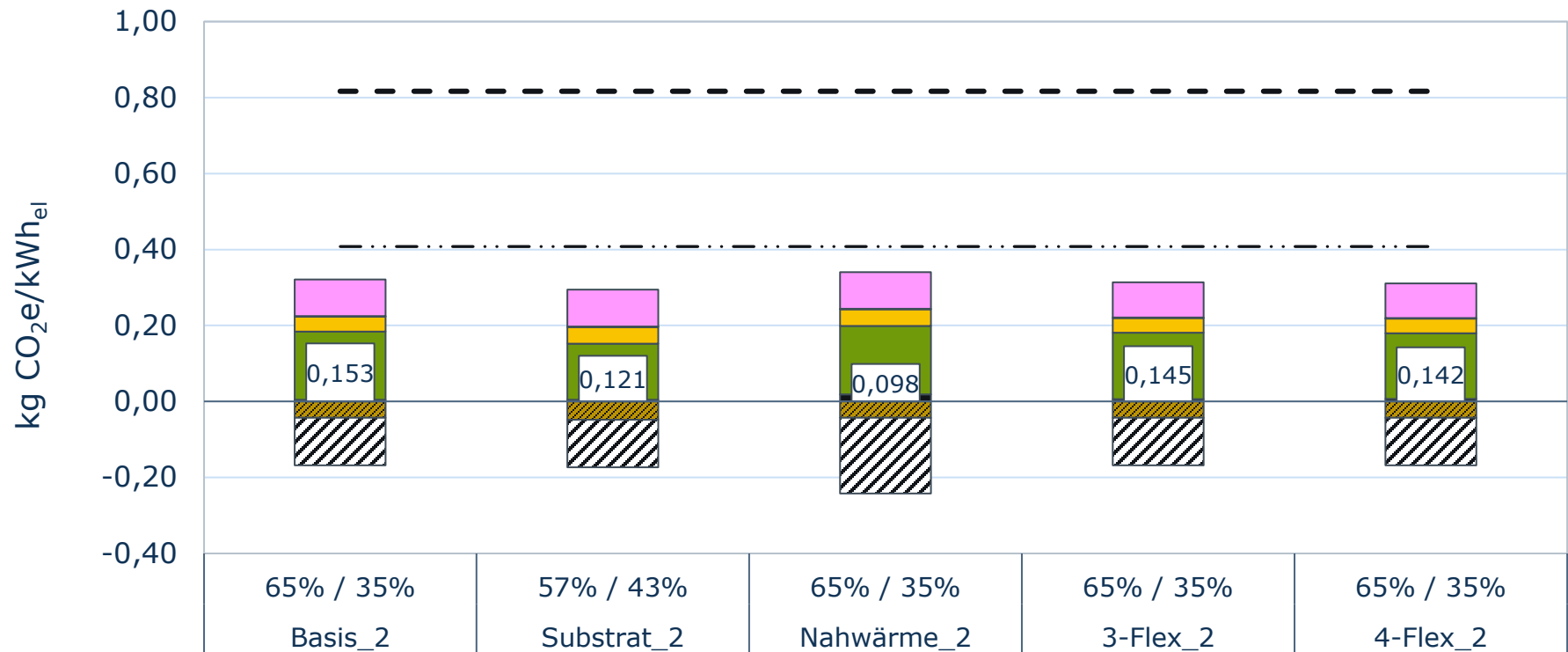


Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- ▨ Substitution fossile Wärme
- THG-Nettobilanz

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- ▨ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- ▨ Substitution fossiler Strom

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Produktspezifische THG-Emissionen



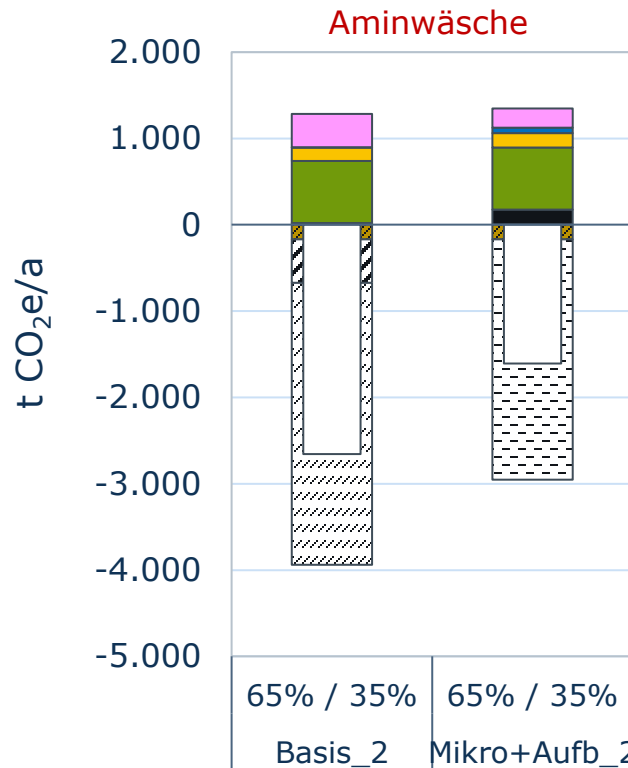
Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Ersatz fossile Wärme
- CO₂ dt. Strommix 2019
- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG-Nettobilanz
- THG foss. Strom 2020 (Subst. Biogas)

Optimierungsoptionen mit Biomethan

Beispiele: Modelle 2 und 3
(457 / 913 kW, beide NawaRo)

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Mikrogasnetz und Aufbereitung



Technikaufwand (anteilig ca. 30%)

höherer Betriebsmittelbedarf (Strom, Wärme, MEA; anteilig)

Wegfall Wärmegutschrift

Ersatz Erdgas statt wie beim Strom Mix aus mehreren fossilen Brennstoffen mit Schwerpunkt Kohle

▢ Substitution Erdgas (Bereitstellung+Verbrennung)

▨ Substitution fossile Wärme

▣ THG gasförmige Verluste

▤ THG Strombedarf

■ THG Anlagenerstellung

▩ Substitution fossiler Strom

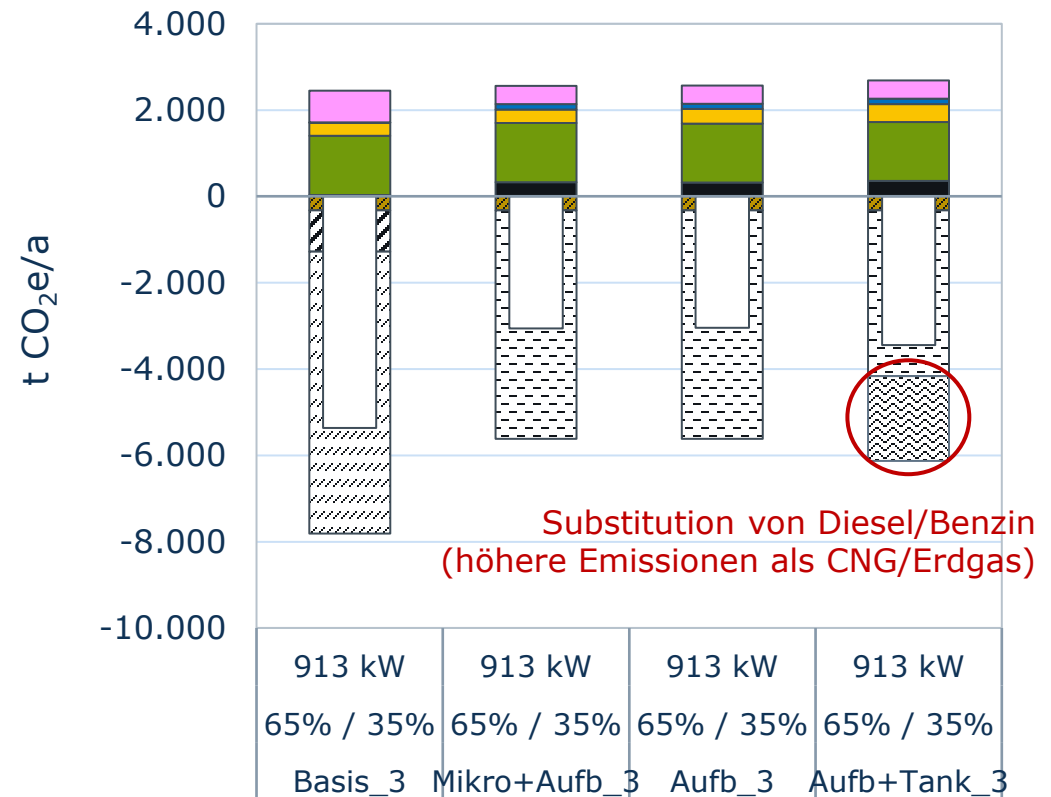
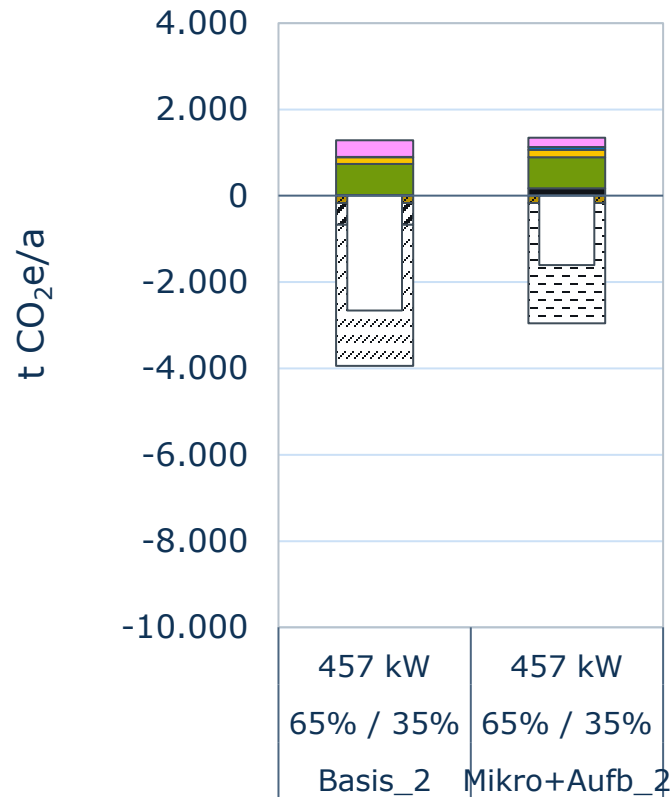
▧ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung

▥ THG sonstige Betriebsmittel

▦ THG Substratbereitstellung

□ THG-Nettobilanz

Modelle 2/457 kW und 3/913 kW NawaRo: Option Biomethan / Netz bzw. Tankstelle

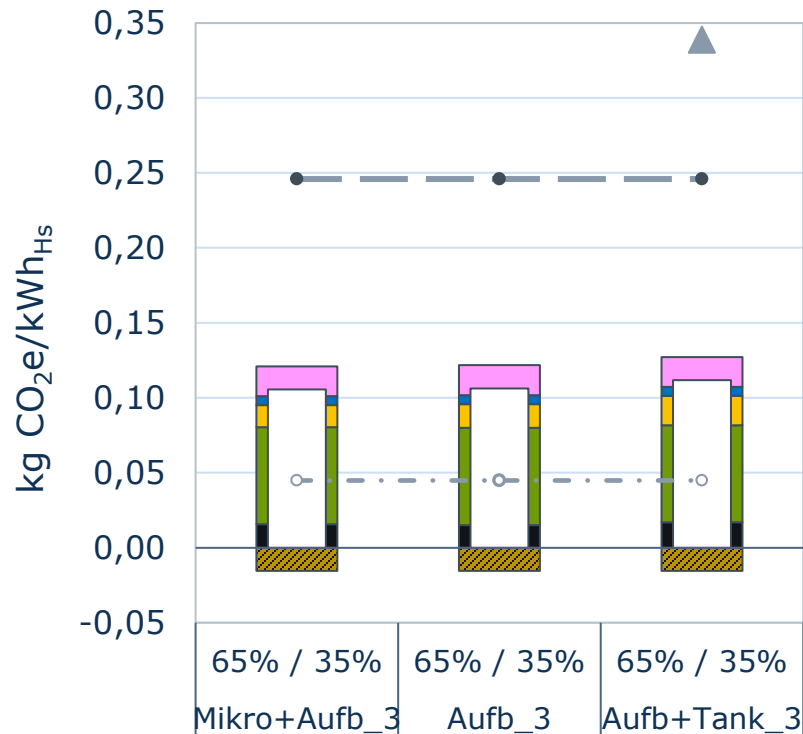


- ☑ Substitution fossiler Kraftstoff
- ☑ Substitution fossiler Strom
- ☑ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG Substratbereitstellung
- THG-Nettobilanz

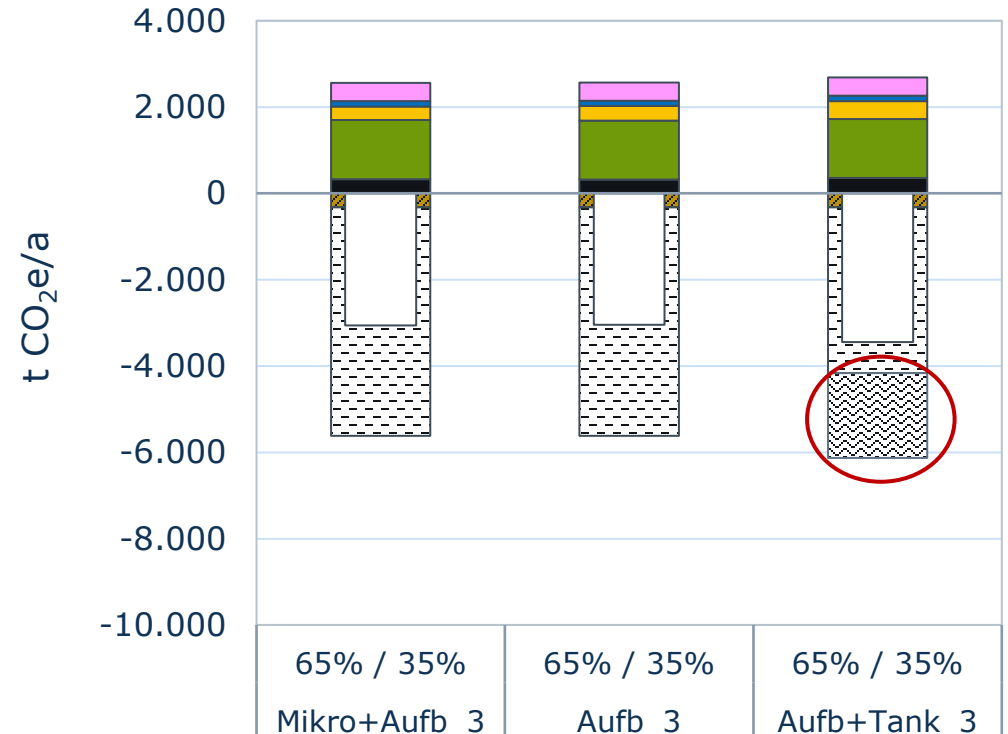
- ☑ Substitution Erdgas (Bereitstellung+Verbrennung)
- ☑ Substitution fossile Wärme
- THG gasförmige Verluste
- THG Strombedarf
- THG Anlagenerstellung

Vorläufige Projektergebnisse! Änderung möglich!

Modell 3 / 913 kW NawaRo: produktspezifische und Jahresemissionen



- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG gasförmige Verluste
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG Strombedarf
- THG Substratbereitstellung
- THG Anlagenerstellung
- THG-Nettobilanz
- o - Bereitstellung Erdgas
- ● - Bereitstellung und Verbrennung Erdgas
- ▲ fossiler Kraftstoff (Diesel/Benzin)

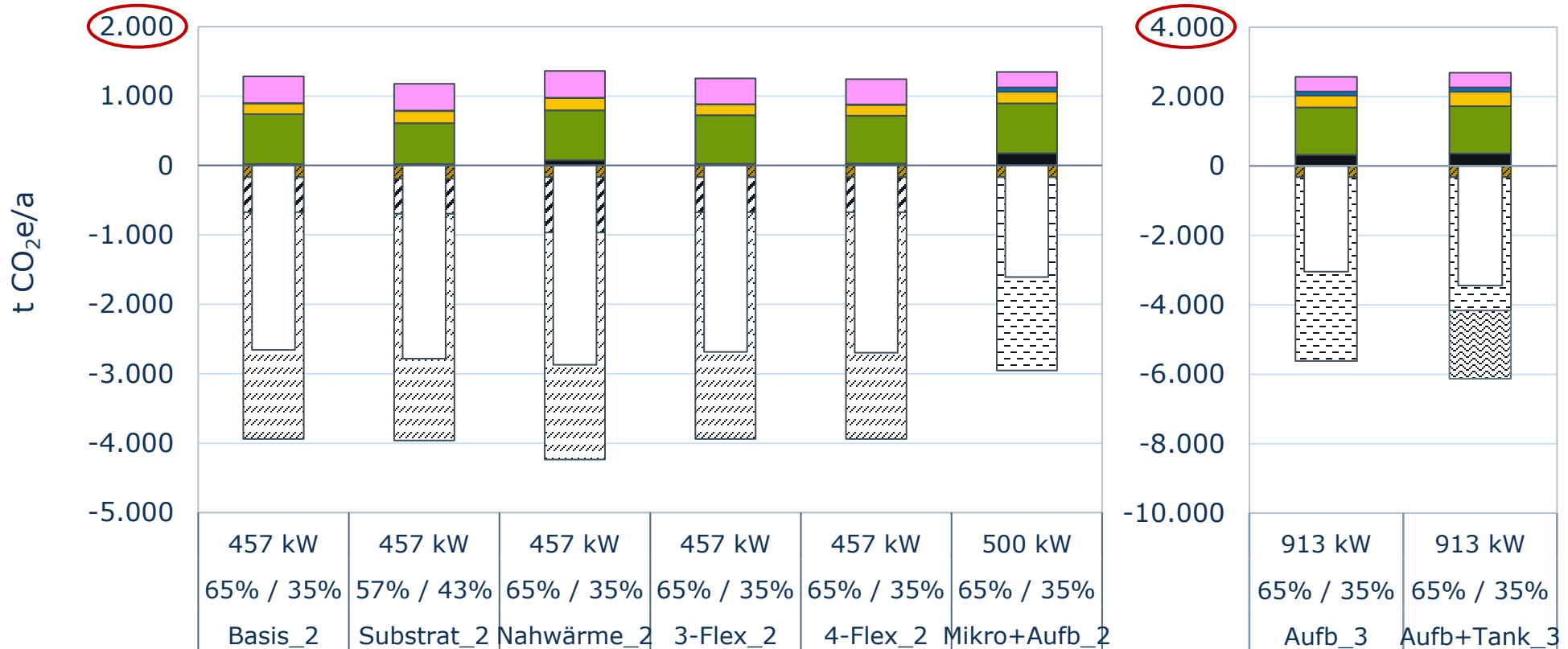


- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung

Alle Optimierungsoptionen im Überblick

Zusammenfassung

Alle Optionen im Überblick



- THG Anlagenerstellung
- THG Substratbereitstellung
- THG Strombedarf
- THG sonstige Betriebsmittel
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- ▨ Substitution fossile Wärme
- ▨ Substitution fossiler Strom
- ▨ Substitution Erdgas (Bereitstellung+Verbrennung)
- ▨ Substitution Kraftstoff (Erdgas)
- THG-Nettobilanz

- NawaRo-Bereitstellung Hauptquelle von Treibhausgasen bei der Biogasproduktion und -nutzung
=> Einsparungen durch Umstieg auf Reststoffe
- gasförmige Verluste ebenfalls wichtige Quelle trotz gasdichter Gärrestlager
=> Minimierung der Verluste von hoher Bedeutung
(ordnungsgemäßer Betrieb, gasdichte Gärrestlager)
- Bedeutung der Güllevergärung
jedoch kaum Option für Weiterbetrieb von NawaRo-Anlagen
- geringer Einfluss der Technik auf THG-Bilanz
gilt ähnlich für erste Förderperiode; in Post-EEG-Phase nur zusätzliche Technik betrachtet

- Nahwärmenetz mit größtem positivem Einfluss bei den betrachteten Szenarien
- mehrfache Überbauung in Bezug auf Treibhausgase nur schwierig darstellbar / bewertbar
=> Vorteil Biogas in Zukunft v.a. durch Beitrag zu Netzstabilität
- Ausblick: Berechnungen auf Basis der REDII-Methodik v.a. für die Kraftstoffnutzung (Zusatzerlöse aus der Treibhausgasvermeidungsquote)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Zukunftsweisende Strategien für
landwirtschaftliche Biogasanlagen

**PRo
Biogas**

G FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages