



© www.fotolia.com/Countrypixel

Klimaschutz durch Biogas

Ursula Roth, Mark Paterson, Bernd Wirth, Stefan Hartmann | KTBL
trafo-agrar "Kurz & Knackig" am 31. März 2022, online



Q Biogas klimasch| <https://www.deutschlandfunk.de › mit-biogas-gegen-de...>
Mit Biogas gegen den Klimawandel | deutschlandfunk.de

Q biogas klimaschutz <https://www.deutschlandfunk.de › alles-andere-als-umw...>
Alles andere als umweltfreundlich | deutschlandfunk.de

Q biogasanlage klimaschutz <https://www.spiegel.de › Wirtschaft › Staat & Soziales>
Umweltbundesamt warnt vor Gefahren durch Biogasanlagen

- Imagewandel im Lauf der letzten 20 Jahre
- stark schwankende politische Rahmenbedingungen
- Neubewertung vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Lage?

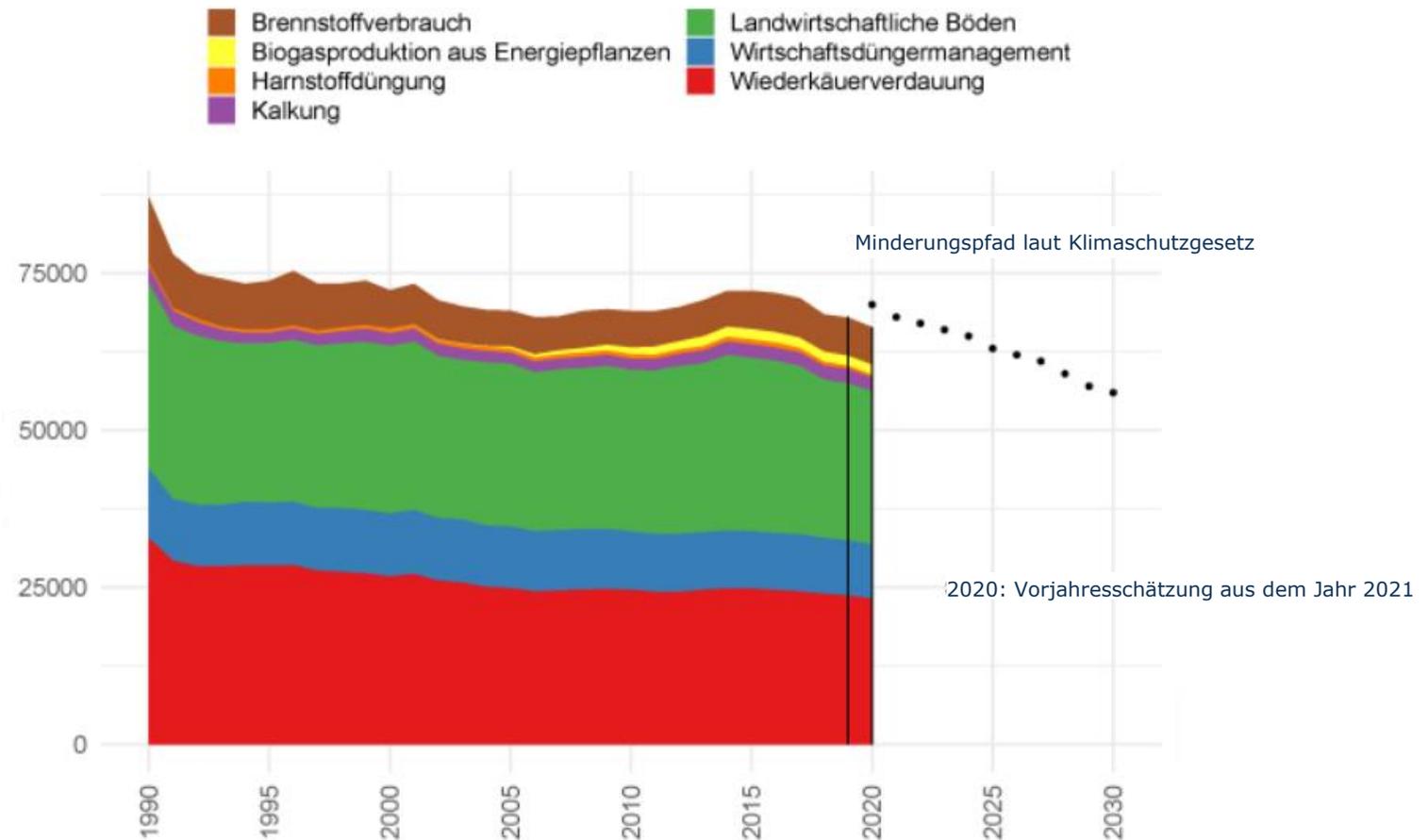


The screenshot shows a search engine interface with the following results:

- Search term: **Biogas klimasch|**
URL: [https://www.deutschlandfunk.de › mit-biogas-gegen-de...](https://www.deutschlandfunk.de/mit-biogas-gegen-de...)
Title: [Mit Biogas gegen den Klimawandel | deutschlandfunk.de](#)
- Search term: **biogas klimaschutz**
- Search term: **biogas klimaschädlich**
URL: [https://www.deutschlandfunk.de › alles-andere-als-umw...](https://www.deutschlandfunk.de/alles-andere-als-umw...)
Title: [Alles andere als umweltfreundlich | deutschlandfunk.de](#)
- Search term: **biogasanlage klimaschutz**
URL: [https://www.spiegel.de › Wirtschaft › Staat & Soziales](https://www.spiegel.de/Wirtschaft/Staat%20%26%20Soziales)
Title: [Umweltbundesamt warnt vor Gefahren durch Biogasanlagen](#)

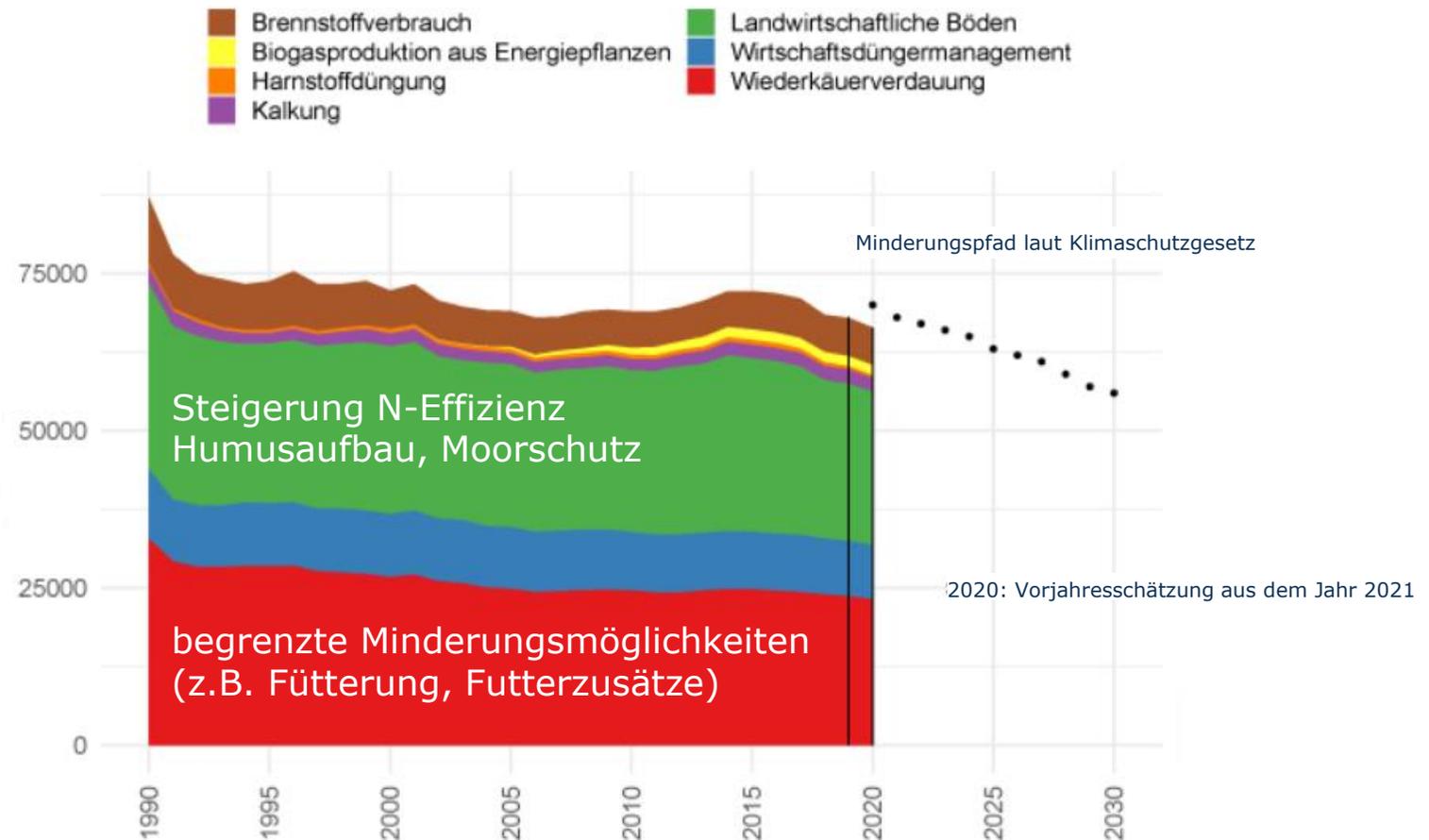
- Imagewandel im Lauf der letzten 20 Jahre
- stark schwankende politische Rahmenbedingungen
- Neubewertung vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Lage?

Was kann Biogas zum Klimaschutz beitragen?



Treibhausgas-Emissionen in Kilotonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. (© Thünen-Institut)

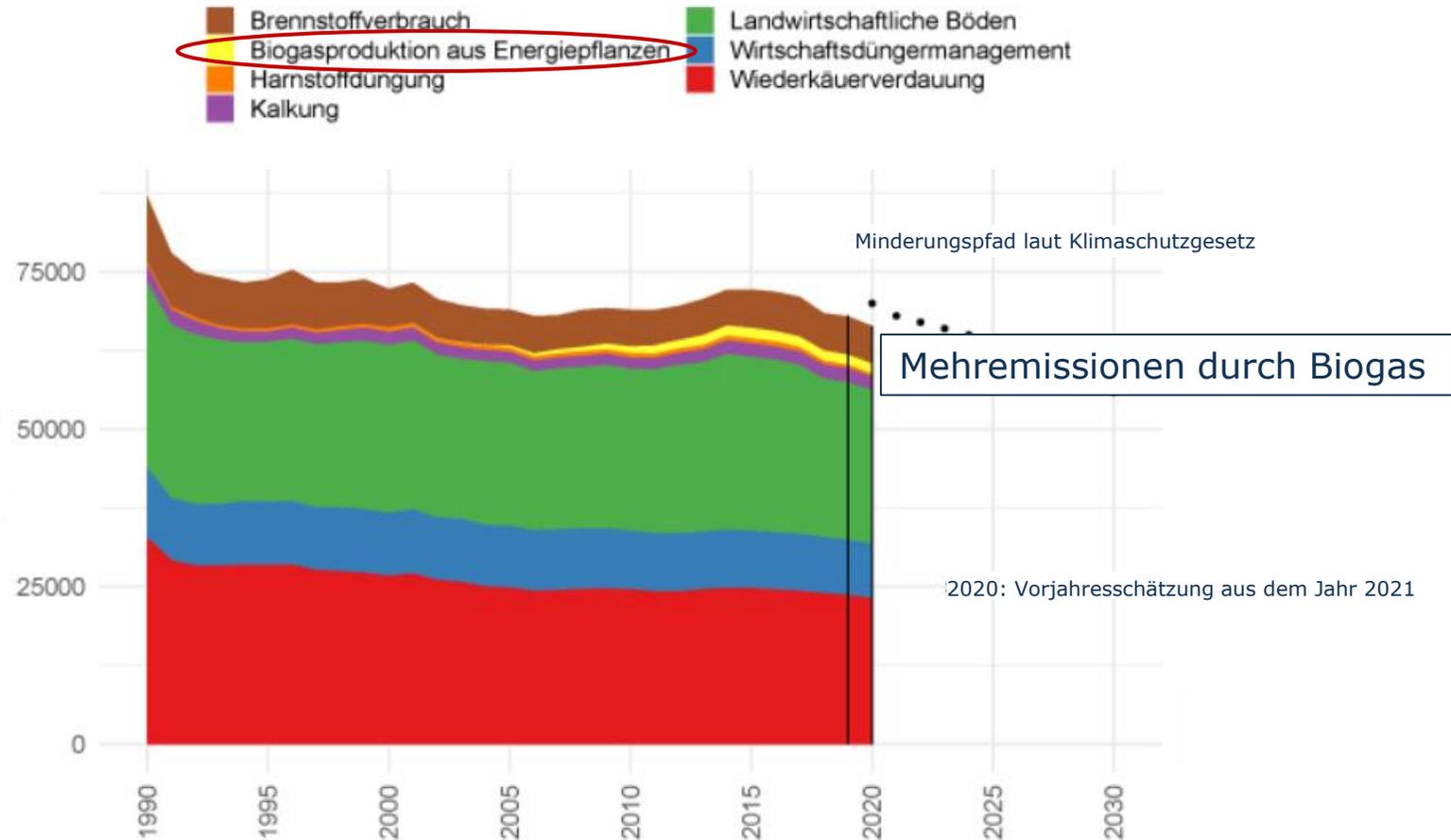
Darstellung nach Klimaschutzgesetz 2021:
abweichend vom Landwirtschaftlichen Emissionsinventar (TI/KTBL) inkl. Energieverbrauch



Treibhausgas-Emissionen in Kilotonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. (© Thünen-Institut)

Darstellung nach Klimaschutzgesetz 2021:
abweichend vom Landwirtschaftlichen Emissionsinventar (TI/KTBL) inkl. Energieverbrauch

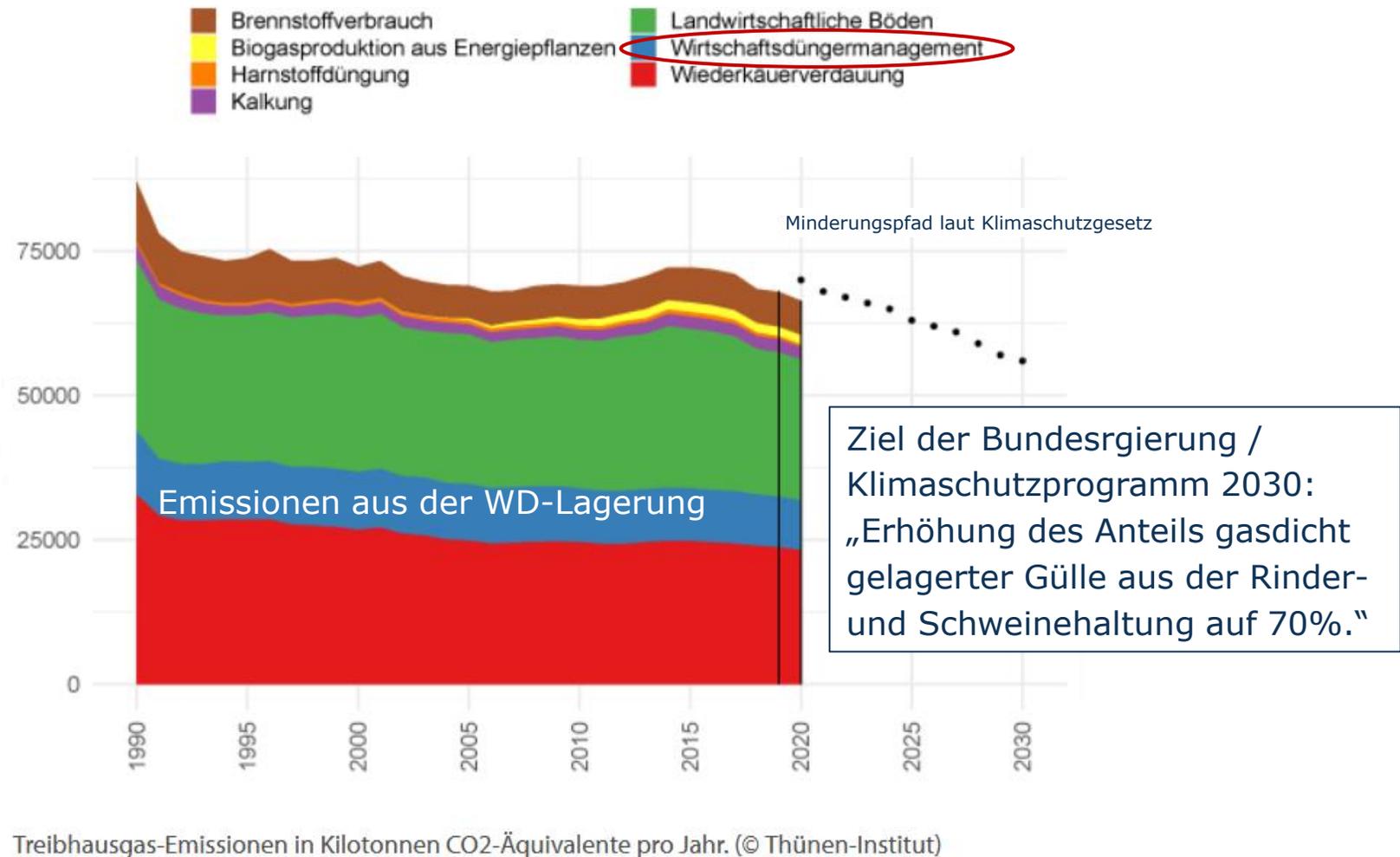
Emissionen der dt. Landwirtschaft



Treibhausgas-Emissionen in Kilotonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. (© Thünen-Institut)

Darstellung nach Klimaschutzgesetz 2021
(abweichend vom Landwirtschaftlichen Emissionsinventar (TI/KTBL) inkl. Energieverbrauch)

Emissionen der dt. Landwirtschaft



Darstellung nach Klimaschutzgesetz 2021

(abweichend vom Landwirtschaftlichen Emissionsinventar (TI/KTBL) inkl. Energieverbrauch)

Emissionen aus der Lagerung von 1 m³ Rindergülle

Berechnung nach Emissionsinventar (Rösemann et al. 2021, IPCC 2006)

Ausgestaltung Gülle-/ Gärrestbehälter	offener Güllebehälter		Güllebehälter feste Abdeckung mit Zelt ¹⁾	Biogasnutzung	
	ohne natürliche(r) Schwimmdecke	mit		Gärrestlagerung offen ²⁾	gasdicht
Methanproduktion in m ³ CH ₄ /m ³ Gülle	3,13	1,84	3,13	18,4³⁾	
Treibhausgasemissionen	in kg CO ₂ äq/m ³ Gülle				
NH ₃ (indir. N ₂ O)	2,42	0,61	0,24	0,77	0,00
N ₂ O	0,00	12,2	12,2	12,2	0,00
CH ₄	56,3	33,1	56,3	18,9	6,6 ⁴⁾
Summe THG	58,7	45,9	68,7	31,8	6,6

1) nicht gasdicht

2) Annahme: Restgaspotenzial 3,7%; bis zu diesem Wert laut TA-Luft offene Gärrestlagerung zulässig

3) energetische Nutzung

4) nicht vermeidbare Methanemissionen beim Anlagenbetrieb: Diffusion durch Folien, Schlupf

Emissionen aus der Lagerung von 1 m³ Rindergülle

Berechnung nach Emissionsinventar (Rösemann et al. 2021, IPCC 2006)

Ausgestaltung Gülle-/ Gärrestbehälter	offener Güllebehälter		Güllebehälter feste Abdeckung mit Zelt ¹⁾	Biogasnutzung	
	ohne natürliche(r) Schwimmdecke	mit		Gärrestlagerung offen ²⁾	gasdicht
Methanproduktion in m ³ CH ₄ /m ³ Gülle	3,13	1,84	3,13	18,4 ³⁾	
Treibhausgasemissionen	in kg CO ₂ äq/m ³ Gülle				
NH ₃ (indir. N ₂ O)	2,42	0,61	2,42	0,00	0,00
N ₂ O	0,00	12,2	12,2	0,00	0,00
CH ₄	56,3	33,1	56,3	18,9	6,6 ⁴⁾
Summe THG	58,7	45,9	68,7	31,8	6,6

**Minderung der
THG-Emissionen
85,6%**

1) nicht gasdicht

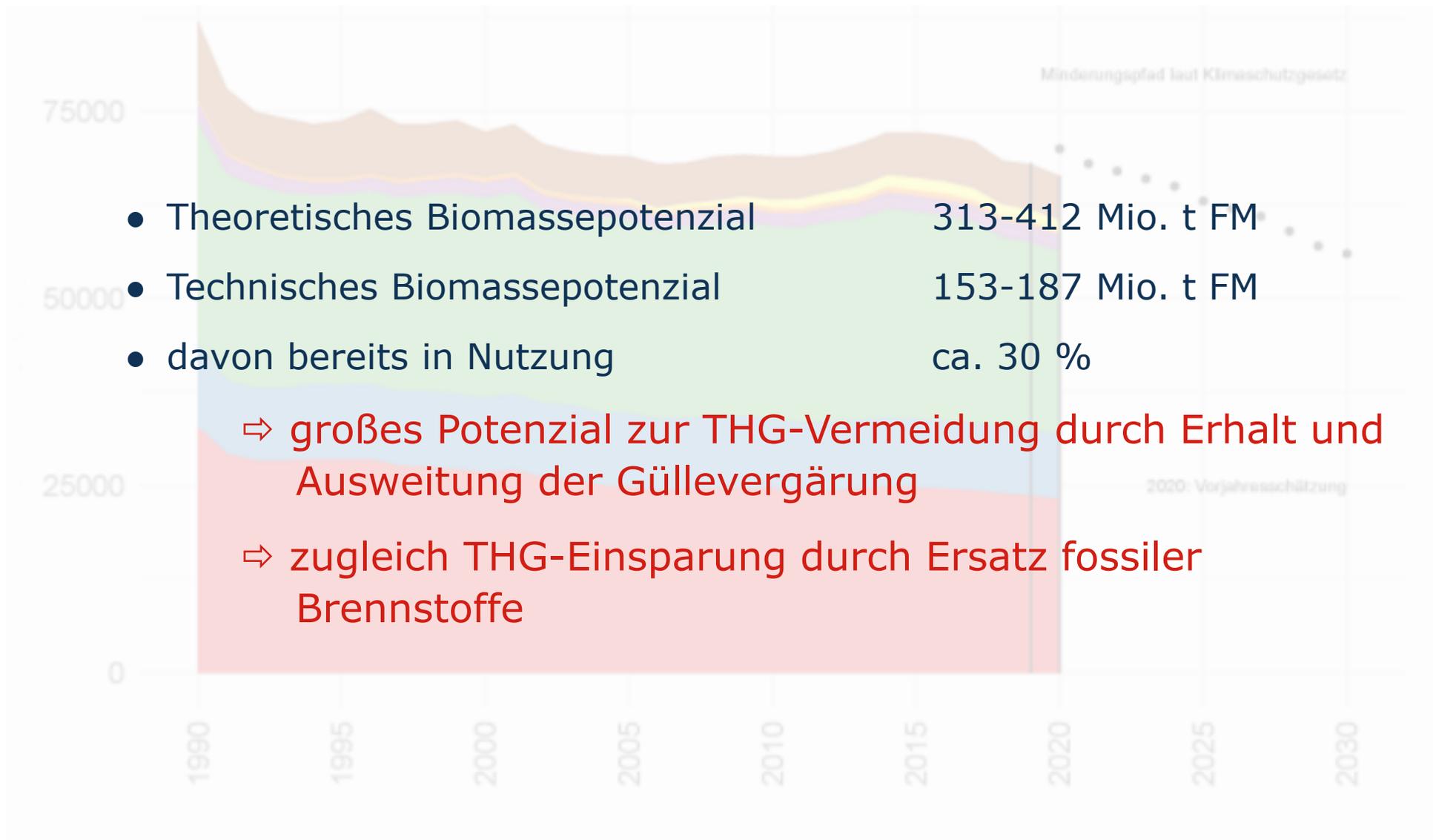
2) Annahme: Restgaspotenzial 3,7%; bis zu diesem Wert laut TA-Luft offene Gärrestlagerung zulässig

3) energetische Nutzung

4) nicht vermeidbare Methanemissionen beim Anlagenbetrieb: Diffusion durch Folien, Schlupf

Majer et al. (2019)

Güllenutzung für die Biogaserzeugung



Investitionsförderung des BMEL für Wirtschaftsdüngereinsatz



Richtlinie zur Förderung von Investitionen in emissionsmindernde Maßnahmen bei der Vergärung von Wirtschaftsdüngern



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

- **Was wird gefördert?** [ausgeschlossen: EEG geförderte Maßnahmen]
 - Abdeckung von Gärrestlagern
 - Umrüstung von Bestandsanlagen
 - Spezifische Anlagenteile für Biogas-Neuanlagen
 - Investitionsbegleitende Maßnahmen
 - Sachkundige Begleitung (verpflichtend)
- **Förderhöhe**
 - bis 200.000 € pro Unternehmen und Vorhaben
 - bis zu 40% der förderfähigen Investitionssumme je Maßnahme
- **Antragstellung bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)**
 - für bauliche Maßnahmen bis zum 31.12.2023
 - für andere Maßnahmen bis zum 30.06.2024

Alle Informationen unter  <https://wirtschaftsduenger.fnr.de>

THG-Emissionen von Biogasstrom

Vorgehen / Annahmen

- Bilanzierung nach den Prinzipien der ISO 14040 und 14044
- Emissionsfaktoren der landwirtschaftlichen Emissionsberichterstattung (KTBL/TI)
- Vorkettenemissionen technische Einrichtungen und Materialien: ecoinvent®- und ProBas-Datenbank
- Ermittlung Betriebsmittelbedarf: KTBL-Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas
- Substratbereitstellung auf Basis Produktionsverfahren KTBL-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“

Beispielanlagen (Bestand EEG 2012, 8.000 Vollbenutzungsstunden)

NawaRo- und güllebasierte Anlagen

Modell	Bemessungsleistung	Maissilage	t FM/a		Rindergülle
			Grassilage		
BGA 1 65/35	136 kW _{el}	1.688	1.020	1.550	NawaRo
BGA 2 65/35	456 kW _{el}	5.153	3.200	4.550	
BGA 3 65/35	905 kW _{el}	9.769	6.100	8.700	
BGA 1a 30/70	136 kW _{el}	1.428	730	5.100	Gülle
BGA 2a 40/60	456 kW _{el}	4.754	2.600	11.000	
BGA 1b 0/100	136 kW _{el}	0	0	19.750	

- Anlagenerstellung
Technik, Gebäude
- Substratbereitstellung
NawaRo-Anbau inkl. N_2O -Emissionen aus Böden, Substrattransport
- Prozessstrom
- sonstige Betriebsmittel
Diesel, Motoröl, Aktivkohle etc.
- gasförmige Verluste
 - auch bei bestimmungsgemäßem Betrieb unvermeidlich
 - CH_4 , N_2O direkt und indirekt (NH_3) aus Vorgrube Wirtschaftsdünger, Foliendiffusion Fermenter und Gärrestlager, Schlupf BHKW bzw. Aufbereitung
 - Annahme: gasdichte(s) Gärrestlager

- Wirtschaftsdüngervergärung

Einsparung von Emissionen aus offener Lagerung unvergorener Gülle

- Ersatz fossile Wärme

fossiler Wärmemix 2020 (Lauf et al. 2021): $0,336 \text{ kg CO}_2\text{äq/kWh}_{\text{th}}$

(56,3% Öl; 42,4% Erdgas; 1,3% Steinkohle)

Annahme: 35% externe Wärmenutzung

(Ausnahme: bei sehr hohen Gülleanteilen nur 20% aufgrund des hohen Prozesswärmebedarfs)

=> **Ansatz abweichend von RED II:** Aufteilung der THG auf Strom und Wärme

- CO₂-Emissionen dt. Strommix Deutschland 2019
(Icha et al. 2021)

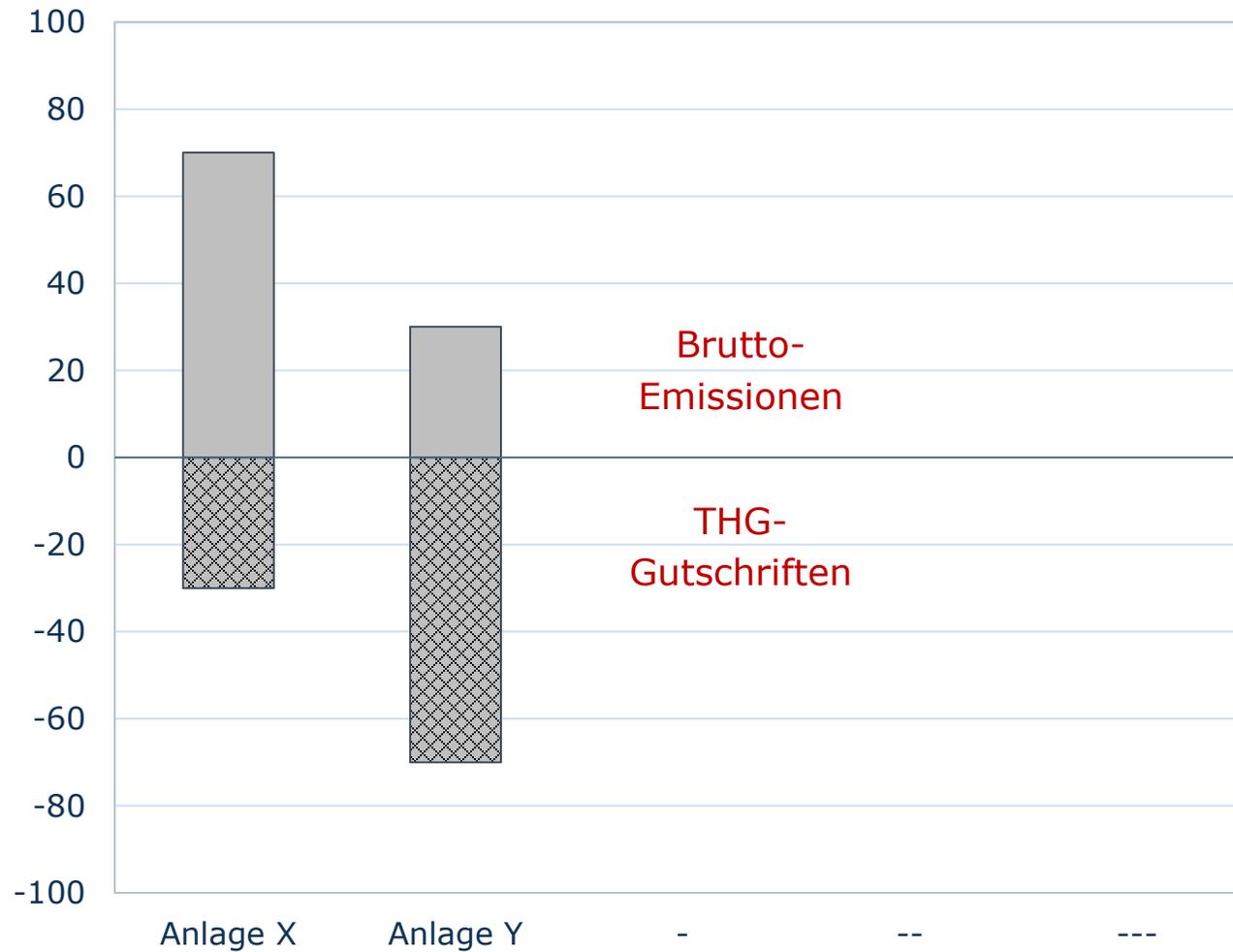
0,408 kg CO₂/kWh_{el}

THG-Emissionen inkl. Vorketten: 0,407 kg CO₂äq/kWh_{el}

- THG-Emissionen konventioneller Strommix Deutschland 2020
(Lauf et al. 2021)

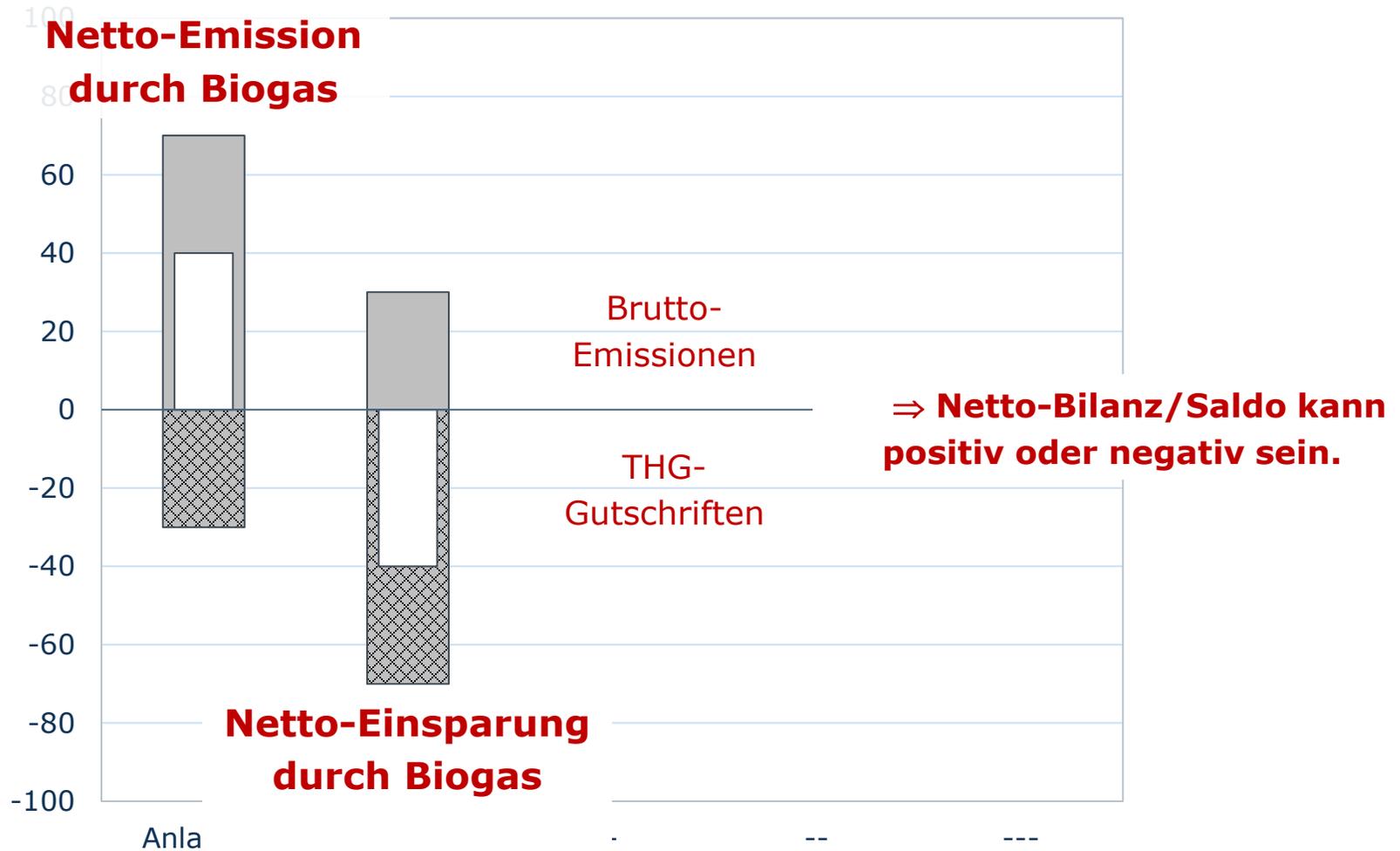
0,817 kg CO₂äq/kWh_{el}

(0,2% Kernenergie; 18% Braunkohle; 63,8% Steinkohle; 17,6% Erdgas; 0,0% Öl)



■ THG-Emissionen durch Biogas

▣ THG-Einsparung durch Biogas



- produktspezifische Emissionen (kg CO₂e je kWh_{el}, kWh_{H₂})
 - vgl. Ökonomie: Strom-/Biomethangestehungskosten
 - ersetzte Hauptprodukte als Vergleichslinie, keine Verrechnung in Bilanz
 - Nebenprodukte als Gutschrift (z.B. Wärme bei Stromerzeugung)
 - Anlagenvergleich für einzelne Produkte
 - kein Vergleich von Anlagen mit unterschiedlichen Produkten möglich

Ein Großteil der Ergebnisse in diesem Beitrag wird als produktspezifische Emissionen dargestellt.

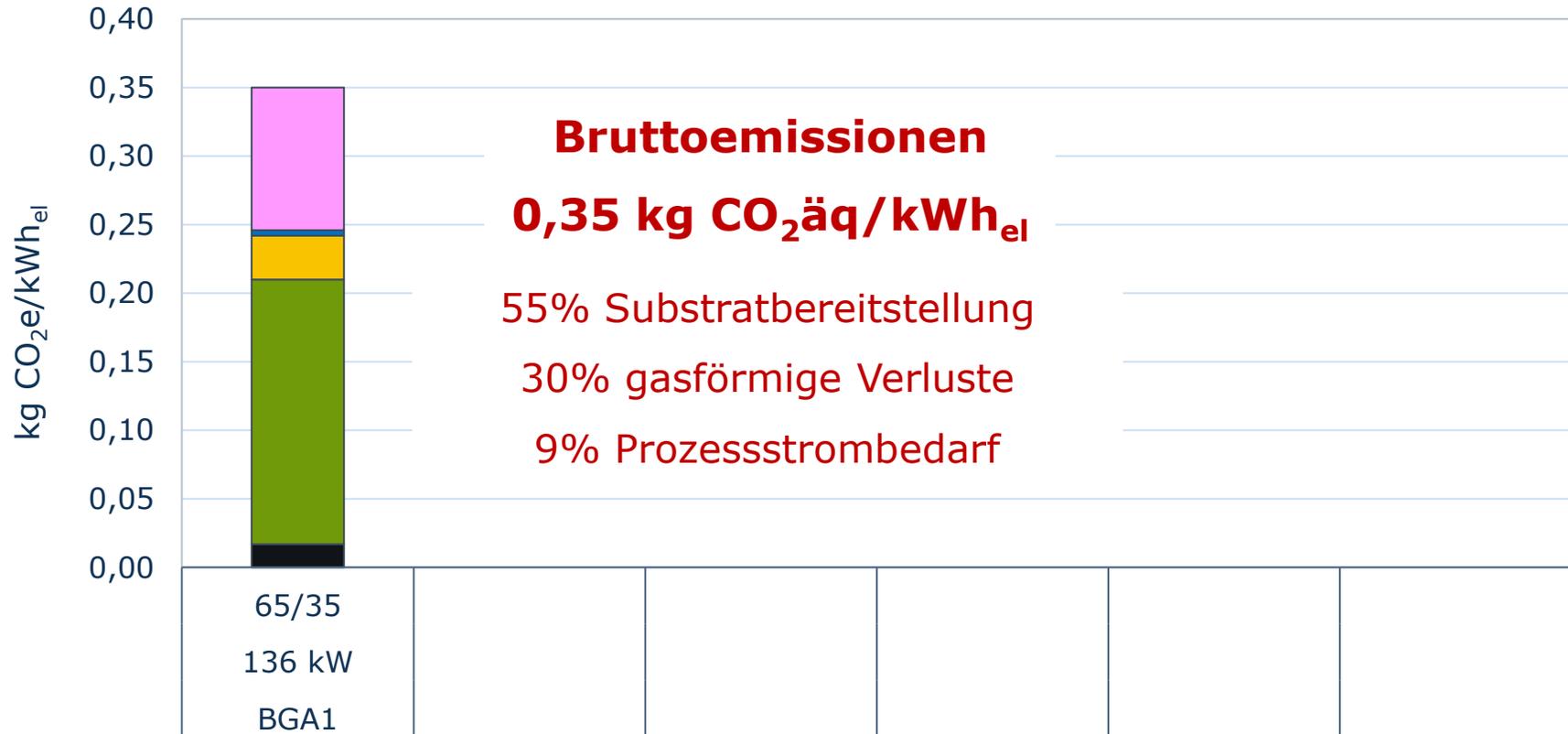
- produktspezifische Emissionen (kg CO₂e je kWh_{el}, kWh_{Hs})
 - vgl. Ökonomie: Strom-/Biomethangestehungskosten
 - ersetzte Hauptprodukte als Vergleichslinie, keine Verrechnung in Bilanz
 - Nebenprodukte als Gutschrift (z.B. Wärme bei Stromerzeugung)
 - Anlagenvergleich für einzelne Produkte
 - kein Vergleich von Anlagen mit unterschiedlichen Produkten möglich

- Jahresemissionen der einzelnen BGA (t CO₂e/a)
 - alle ersetzten Produkte in Bilanz berücksichtigt (Substitution)
 - Vergleich von Optionen mit unterschiedlichen Produkten für Einzelanlage bzw. dieselbe Anlagengröße
 - kein Vergleich zwischen Anlagen verschiedener Größenklassen möglich

Die Post-EEG-Ergebnisse am Ende des Beitrags werden tw. als Jahresemissionen dargestellt.

Spezifische THG-Emissionen Vor-Ort-Verstromung

Produktspezifische THG-Emissionen



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

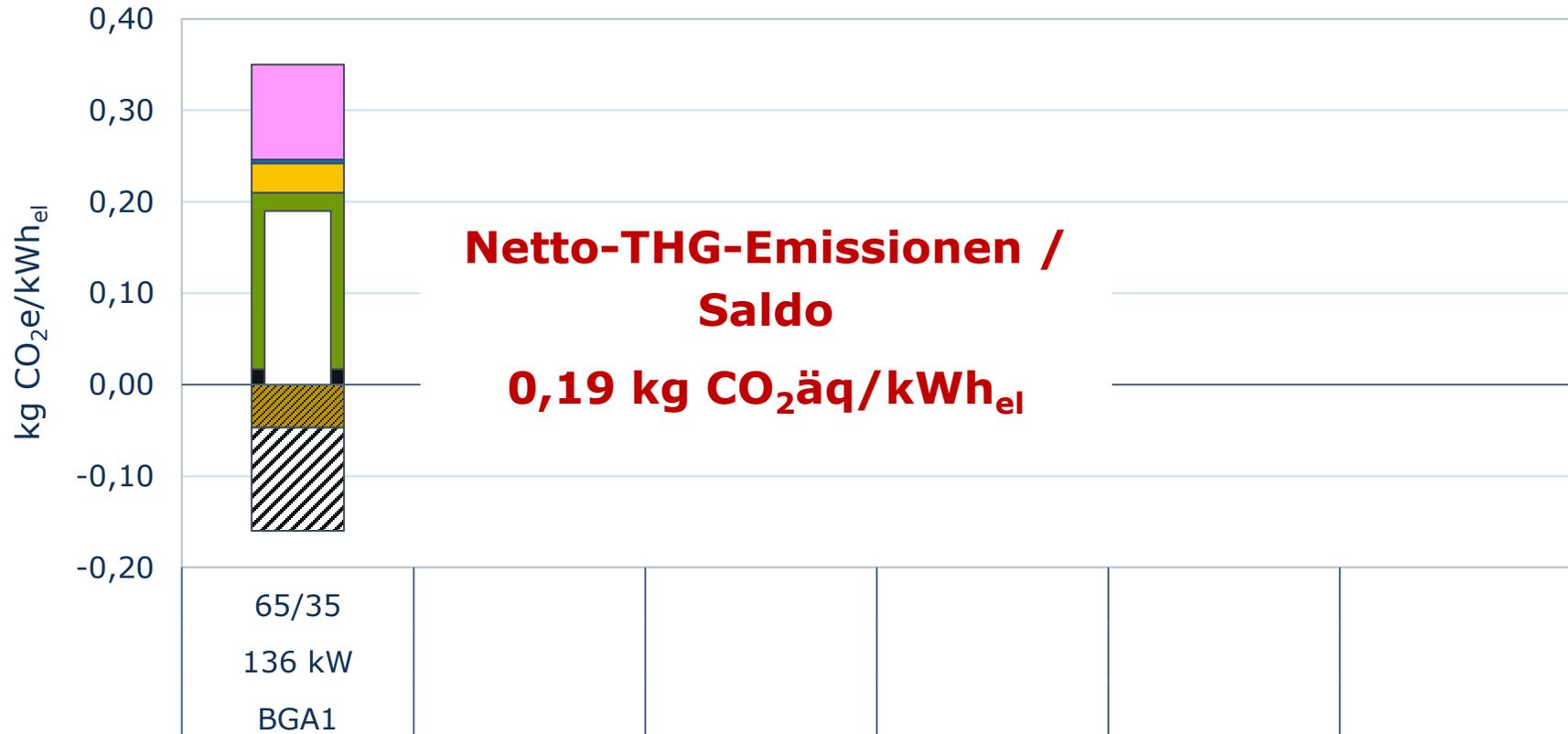
Produktspezifische THG-Emissionen



35% externe Wärmenutzung

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

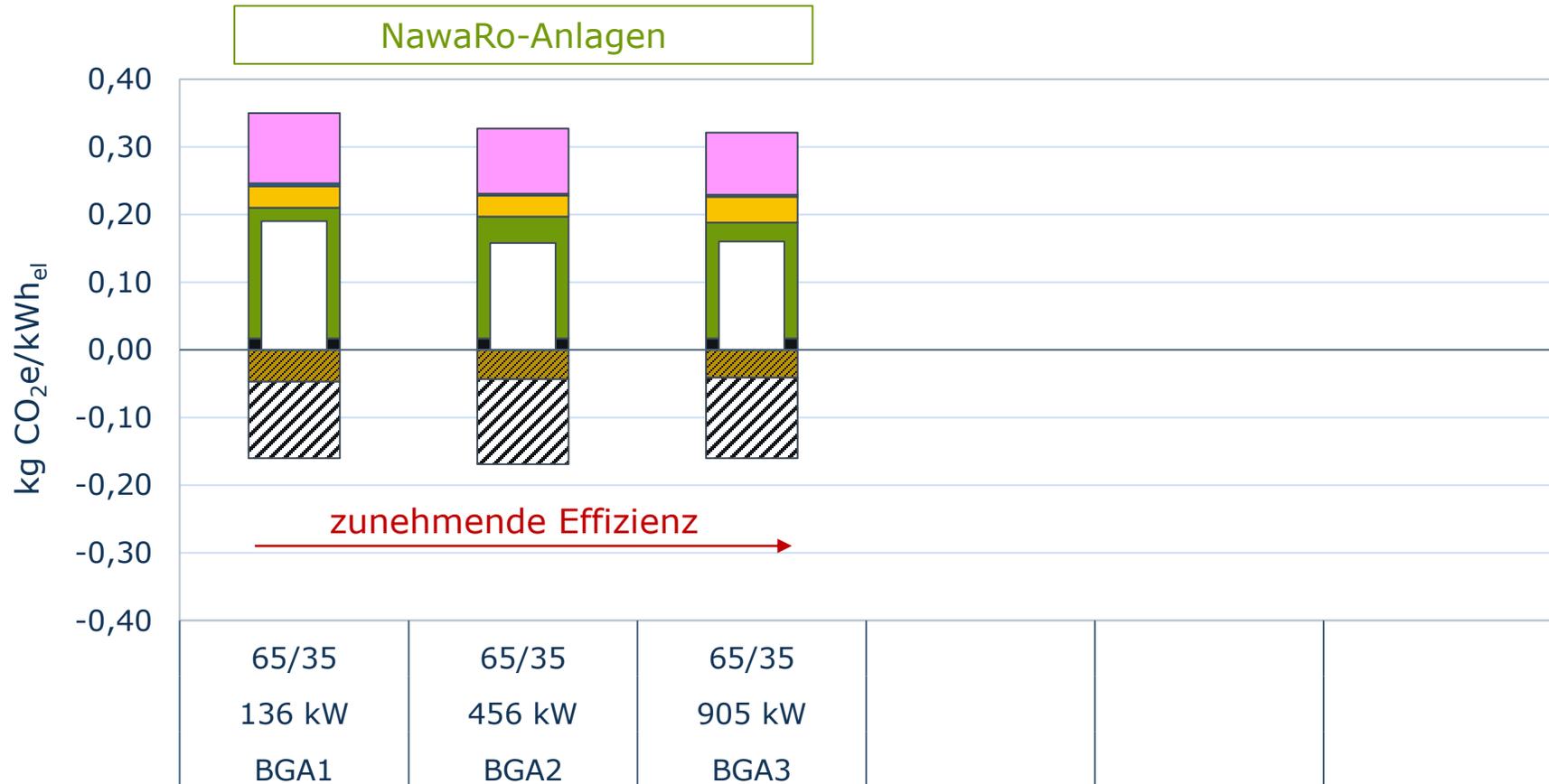
Produktspezifische THG-Emissionen



- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- ▨ Gutschrift Ersatz fossile Wärme

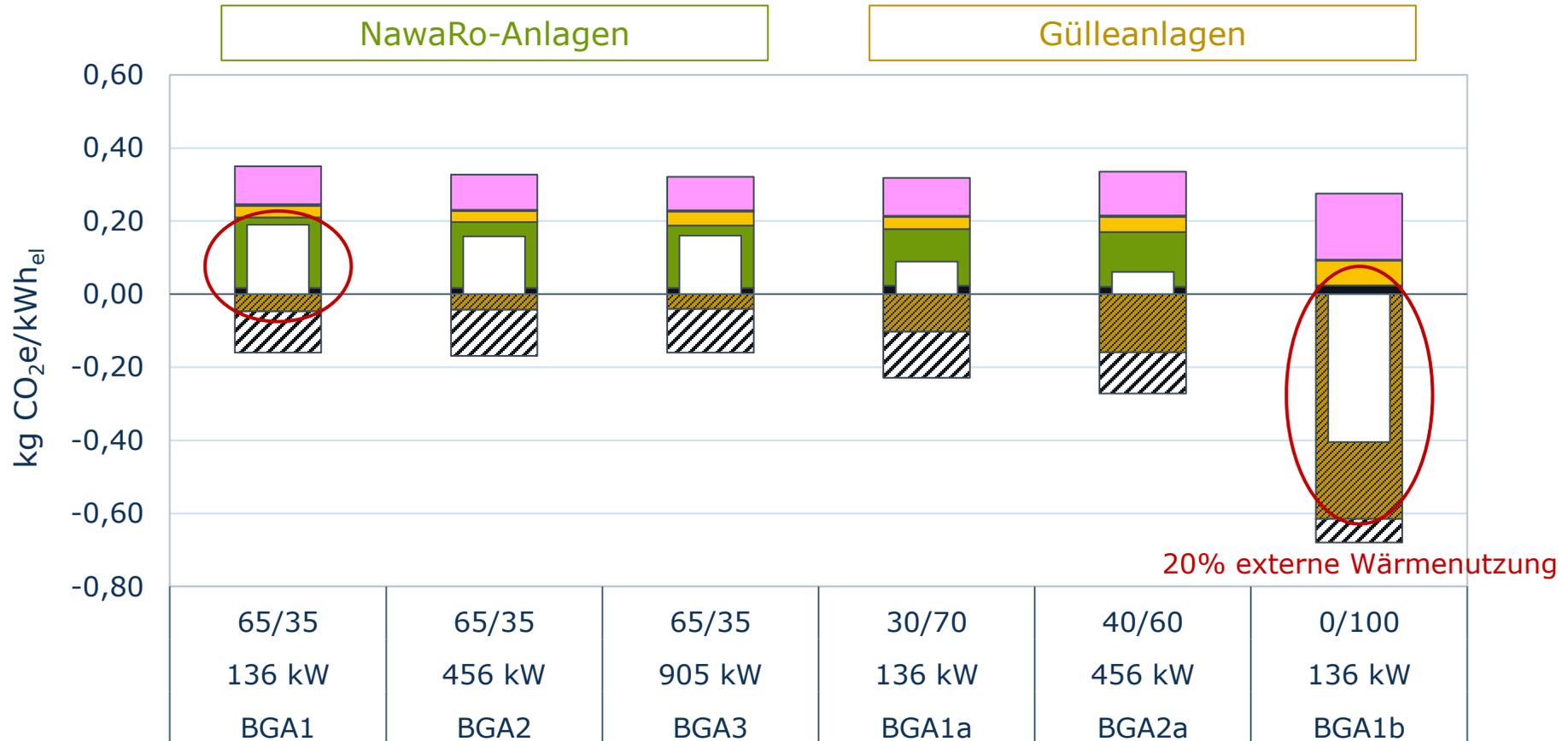
- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- ▨ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG-Netto-Bilanz

Produktspezifische THG-Emissionen



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

Produktspezifische THG-Emissionen

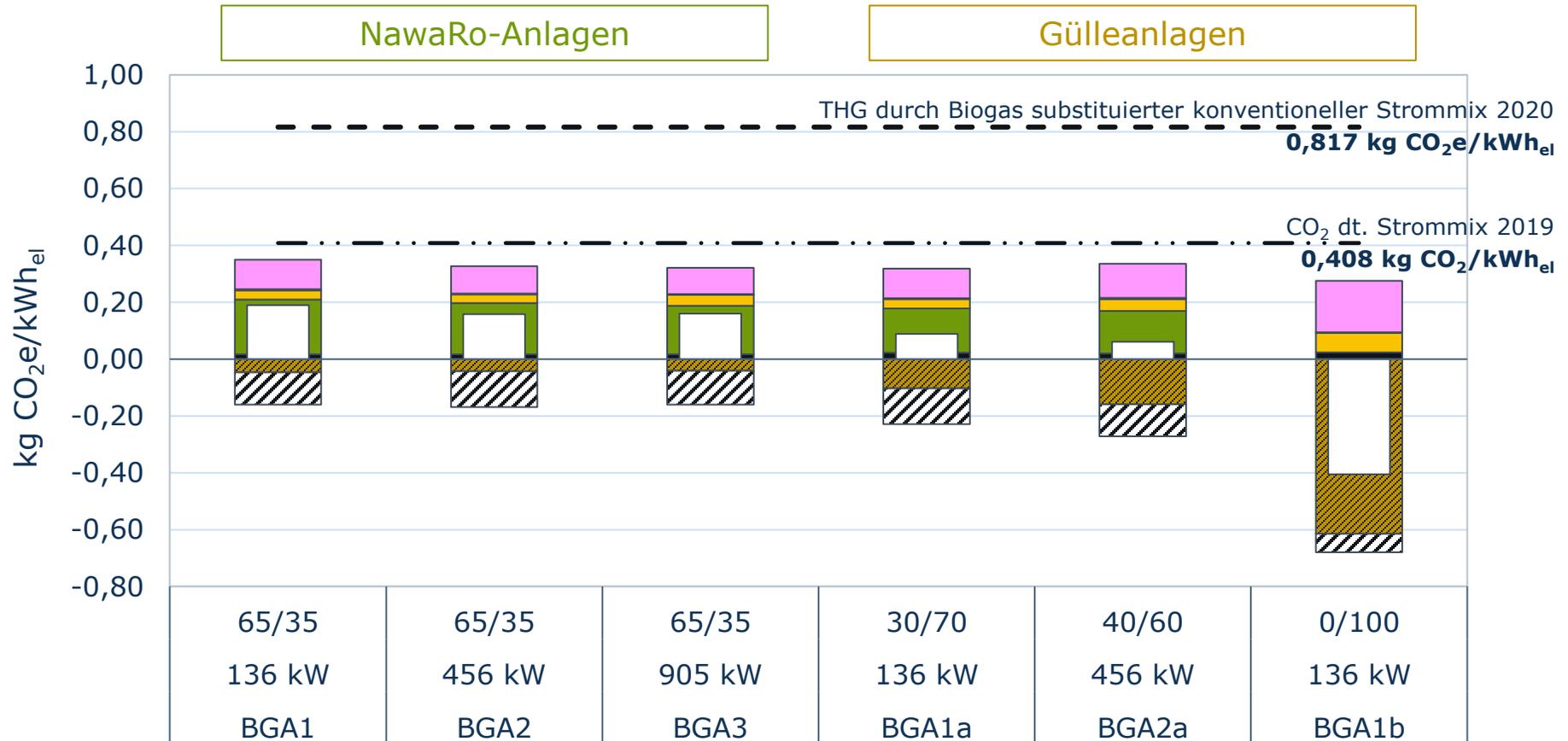


- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- ▨ Gutschrift Ersatz fossile Wärme

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- ▨ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG-Netto-Bilanz

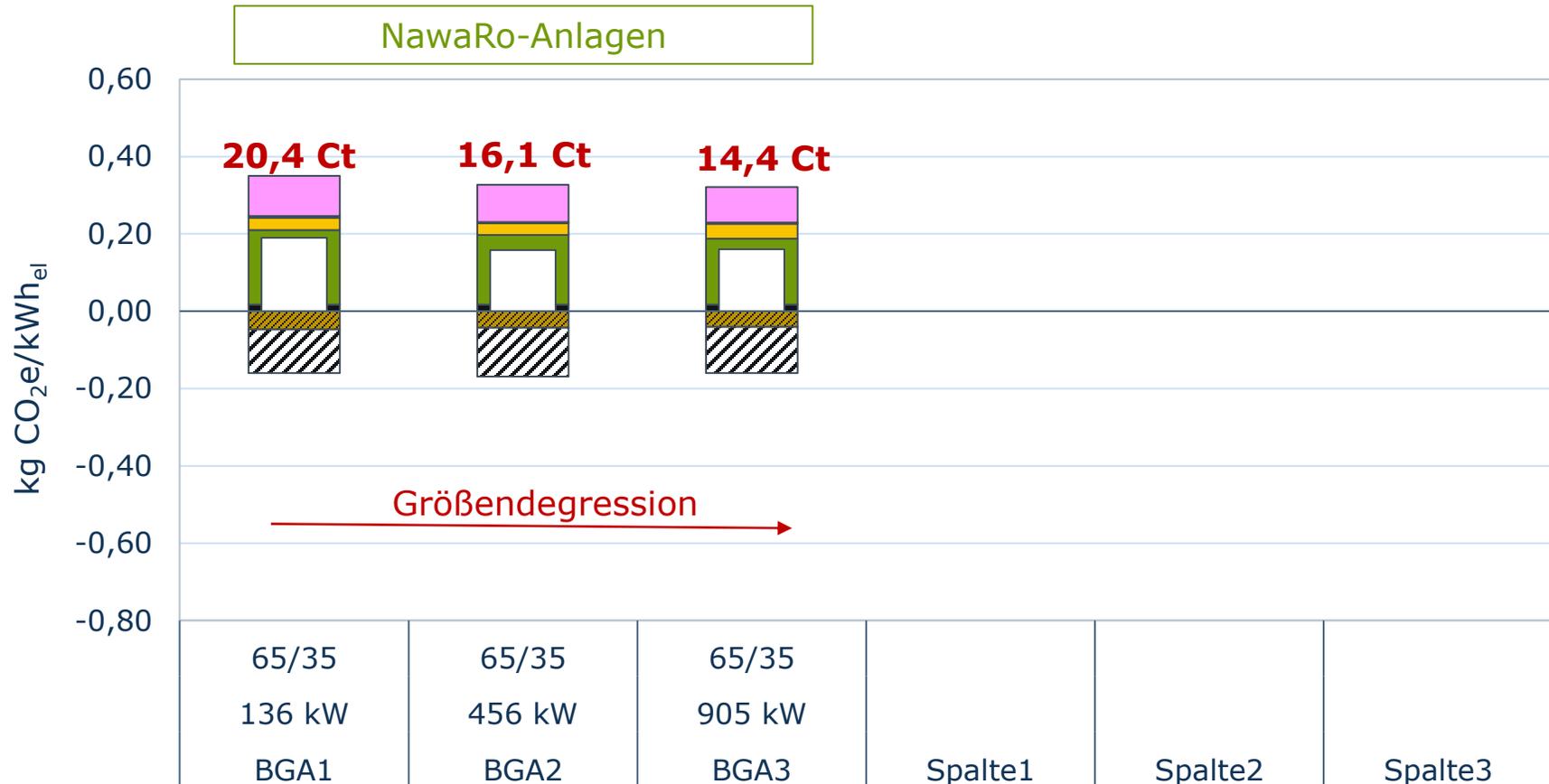
20% externe Wärmenutzung

Produktspezifische THG-Emissionen Biogas- und Referenzstrom



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

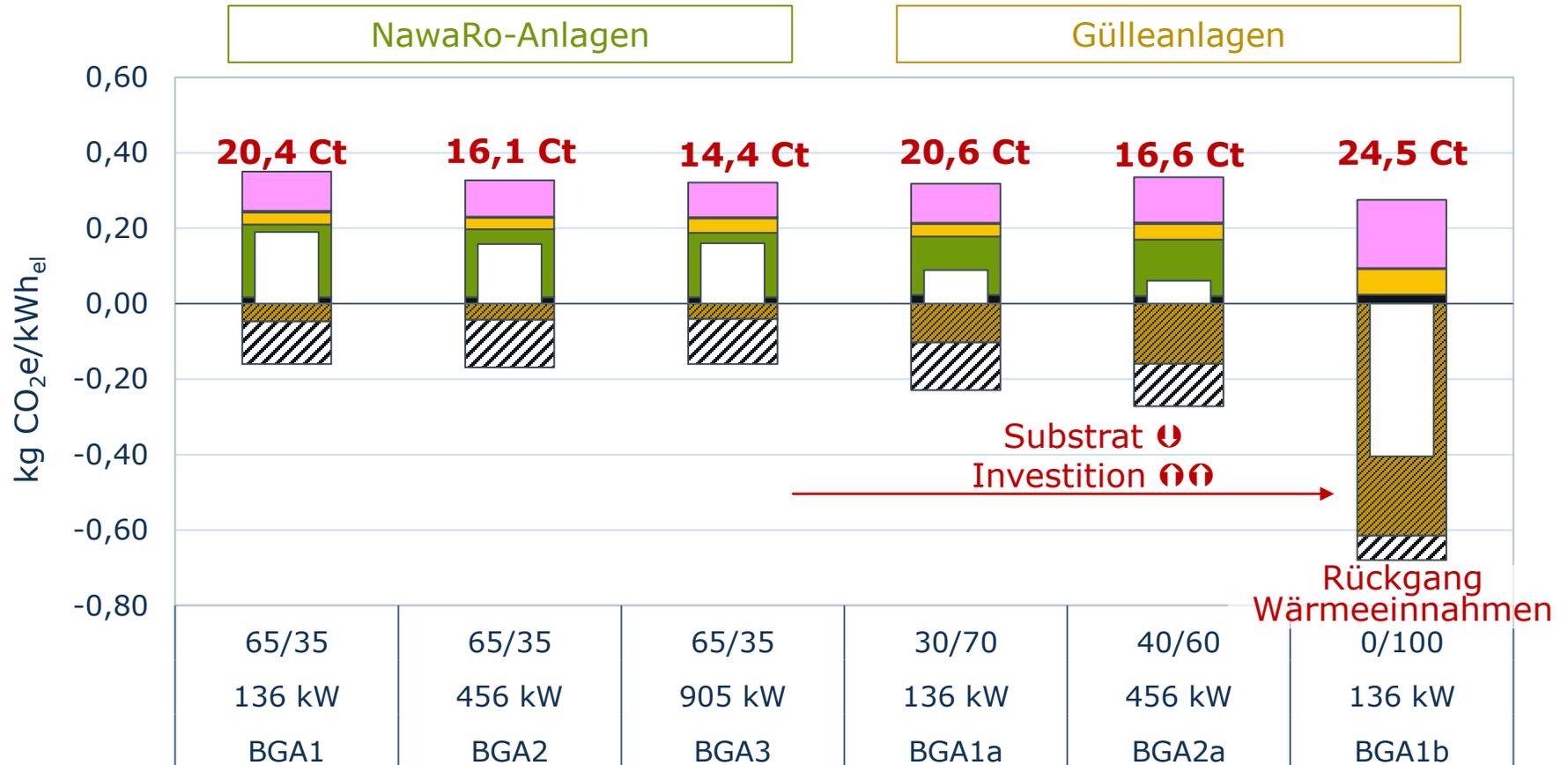
Stromgestehungskosten in Ct/kWh_{el} (BGA-Rechner 2021!)



- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- Gutschrift Ersatz fossile Wärme

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG-Netto-Bilanz

Stromgestehungskosten in Ct/kWh_{el} (BGA-Rechner 2021!)



- THG Anlagenerstellung
- THG Strombedarf
- THG gasförmige Verluste
- ▨ Gutschrift Ersatz fossile Wärme

- THG Substratbereitstellung
- THG sonstige Betriebsmittel
- ▨ Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung
- THG-Netto-Bilanz

- 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)
- geringer Einfluss der Technik auf THG-Bilanz
- Bedeutung der Güllevergärung
=> Potenziale nutzen!!
=> Zwischenlagerung begrenzen (Methanverluste)
- externe Wärmenutzung optimieren

- verstärkte Nutzung von Reststoffen (lw. / nicht-lw.)
 - => Einsparung von THG aus dem NawaRo-Anbau
 - => Einbindung Biogasanlagen in Bioökonomiekonzepte
- Erschließung Schweinegülle (geringe Energiedichte)
 - => Separation und Vergärung der Feststoffe
 - => Kot-Harn-Trennung
 - => Sedimentation / eingedickte Gülle
- Erschließung Festmist (Stroh/Lignin)
 - => Aufbereitung / Desintegration
- Veränderungen Haltungsverfahren (Auslauf, Weide)
- mit Auslaufen der fossilen Brennstoffe Vorteil von Biogas v.a. durch Beitrag zur Netzstabilität (Speicherfähigkeit, Flexibilität)

Post-EEG-Optionen für Biogasanlagen



Ergebnisse unter

<https://www.zukunftbiogas.de/>



Ausbau und Betrieb von Biogasanlagen zur Energieerzeugung wurden in den vergangenen Jahren primär durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert. Nach 20 Jahren der garantierten Einspeisevergütung für Strom endet für ältere Biogasanlagen die EEG-Förderperiode. Diese als "Post-EEG-Problematik" bezeichnete Situation wird sich im Verlauf der 2020er-Jahre weiter verschärfen, da die "starken" Jahrgänge des Biogasanlagenbestandes dann sukzessive vom Auslaufen des bisherigen Vergütungsregimes betroffen sind.



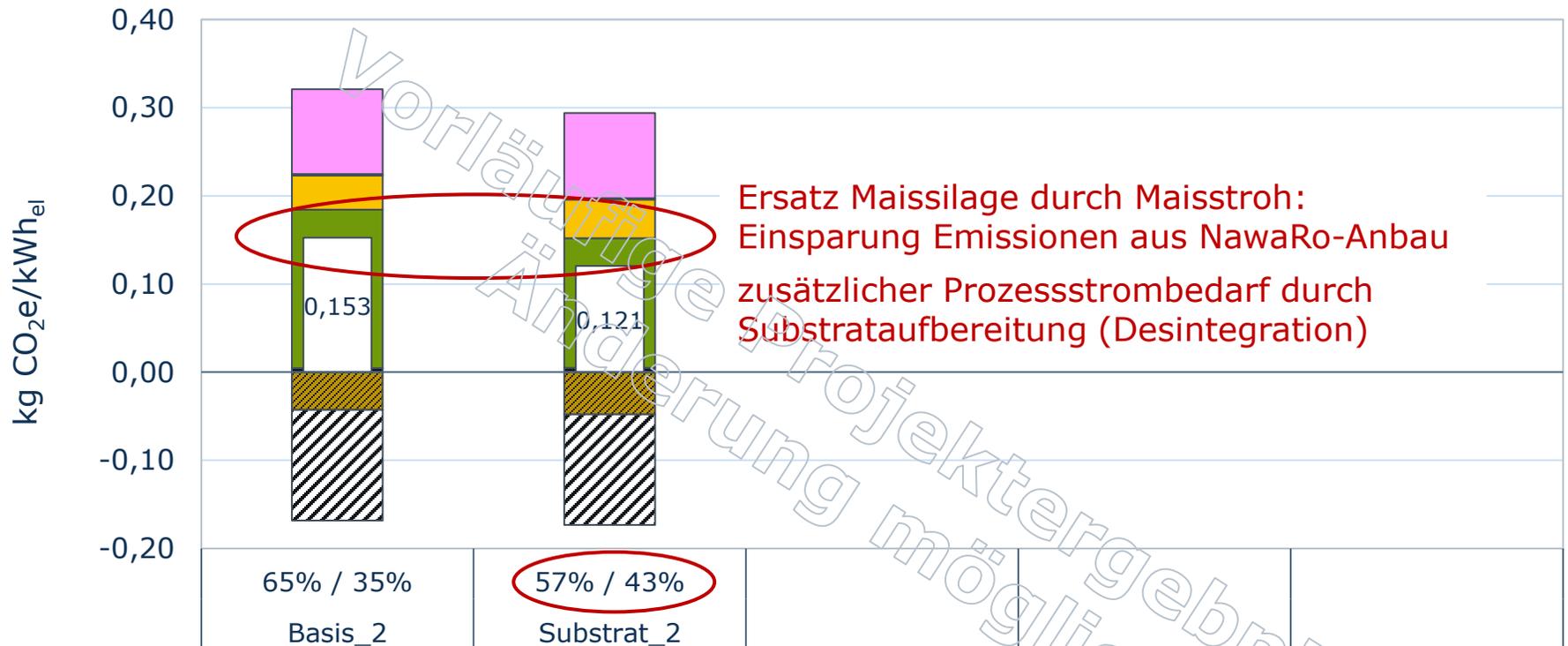
Zukunft Biogas - ein Post-EEG-Fachportal für Biogasanlagenbetreiber und -berater

Vorläufige Projektergebnisse!
Änderung möglich!

Post-EEG-Optionen mit konstanter Stromerzeugung

Beispiel: Modell 2
(457 kW, NawaRo)

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Substrat



THG Anlagenerstellung

THG Strombedarf

THG gasförmige Verluste

Gutschrift Ersatz fossile Wärme

CO₂ dt. Strommix 2019

THG Substratbereitstellung

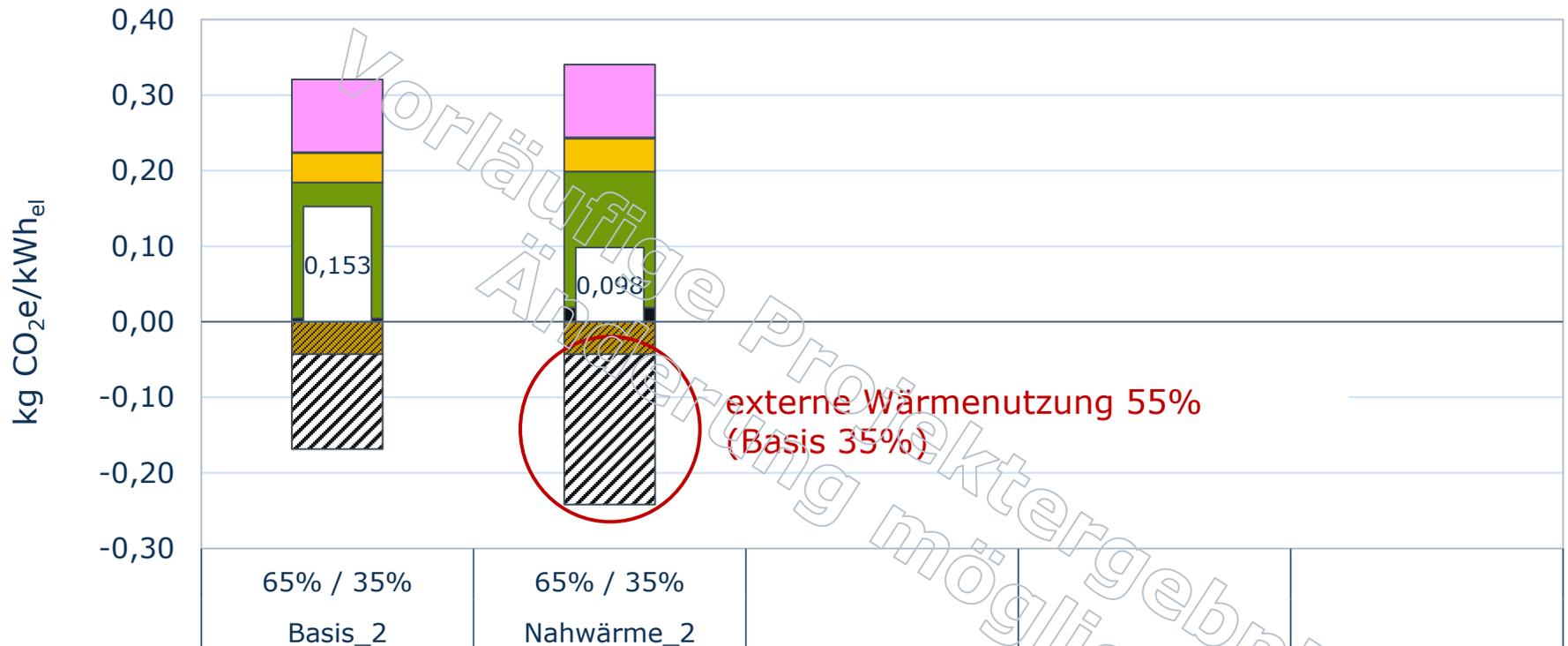
THG sonstige Betriebsmittel

Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung

THG-Nettobilanz

THG foss. Strom 2020 (Subst. Biogas)

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Nahwärmenetz



THG Anlagenerstellung

THG Strombedarf

THG gasförmige Verluste

Gutschrift Ersatz fossile Wärme

--- CO2 dt. Strommix 2019

THG Substratbereitstellung

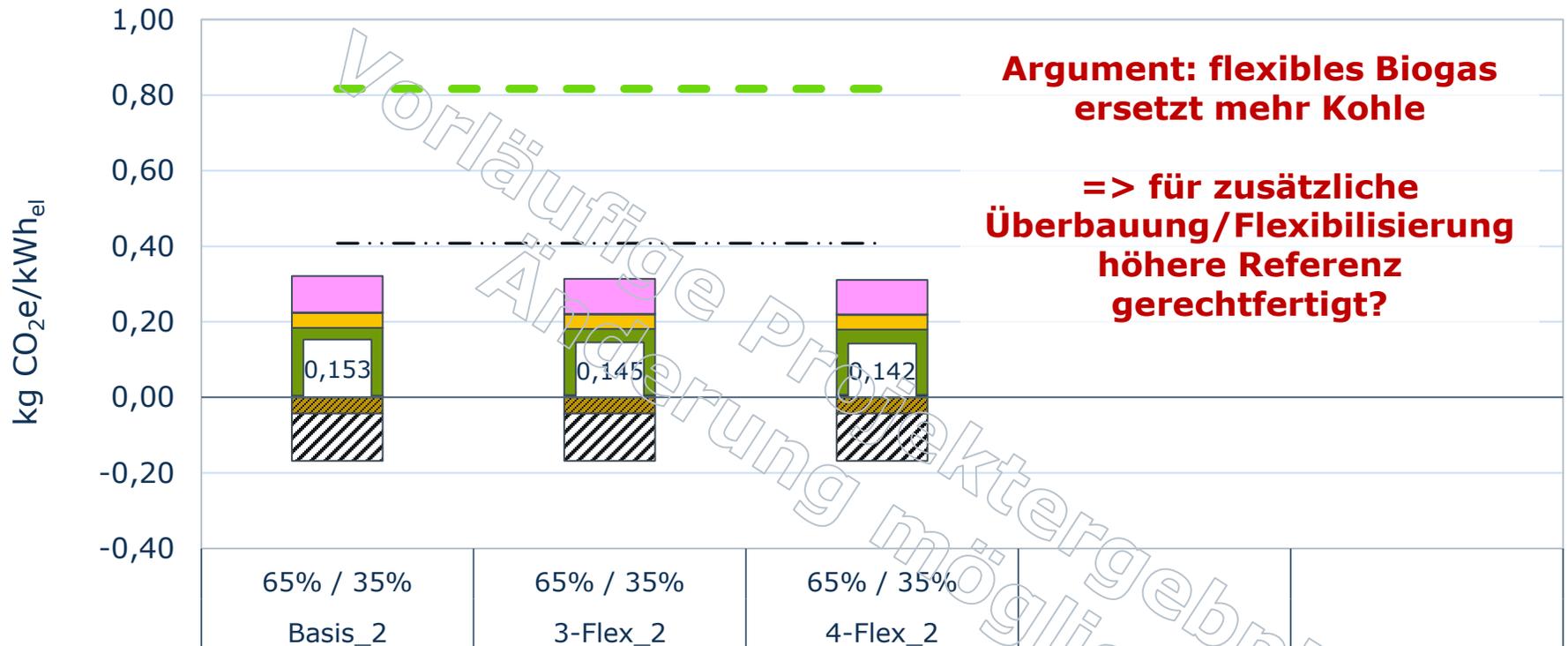
THG sonstige Betriebsmittel

Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung

THG-Nettobilanz

--- THG foss. Strom 2020 (Subst. Biogas)

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Flexibilisierung



Argument: flexibles Biogas ersetzt mehr Kohle

=> für zusätzliche Überbauung/Flexibilisierung höhere Referenz gerechtfertigt?

THG Anlagenerstellung

THG Strombedarf

THG gasförmige Verluste

Gutschrift Ersatz fossile Wärme

---CO2 dt. Strommix 2019

THG Substratbereitstellung

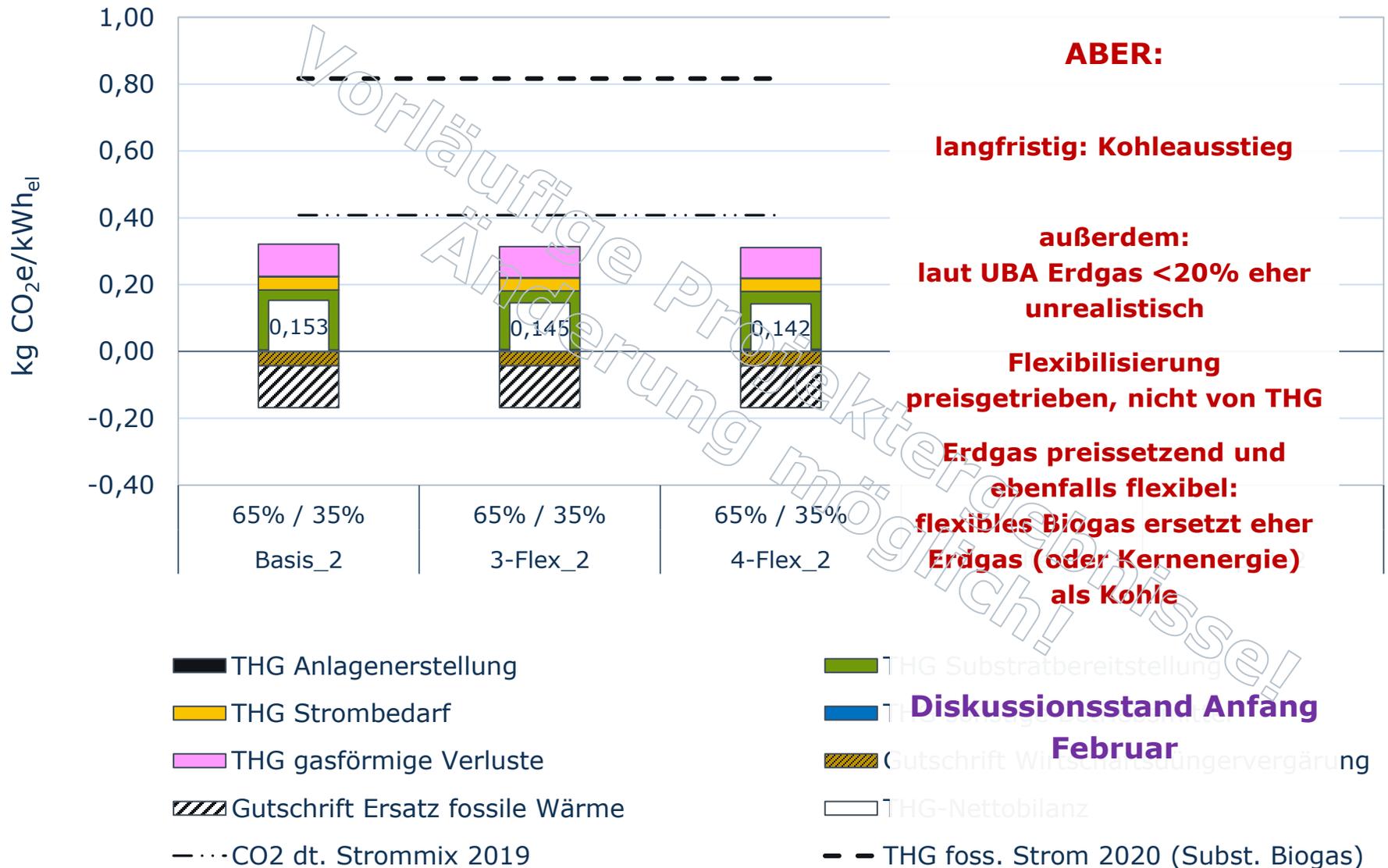
THG sonstige Betriebsmittel

Gutschrift Wirtschaftsdüngervergärung

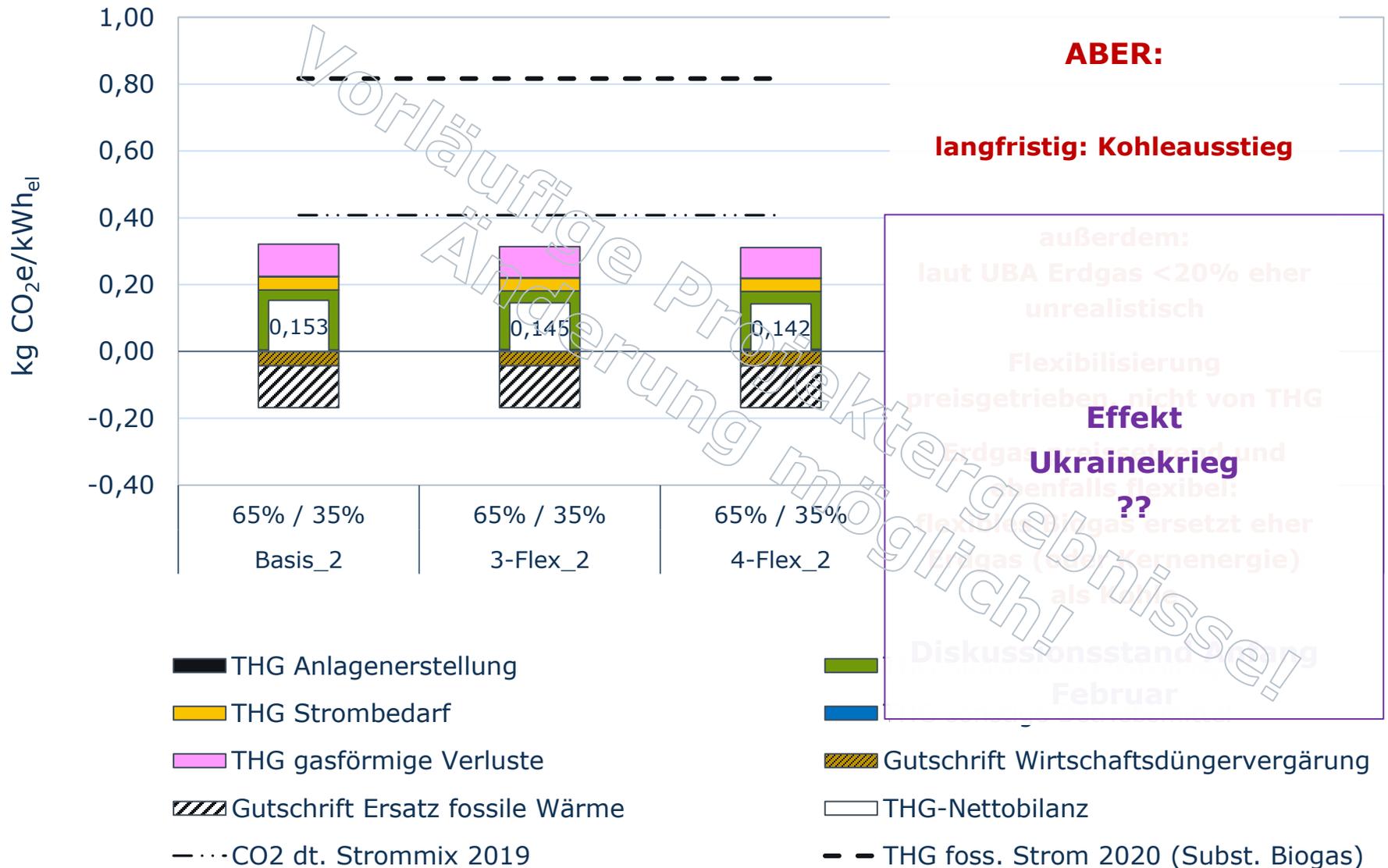
THG-Nettobilanz

• THG foss. Strom 2020 (Subst. Biogas)

Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Flexibilisierung



Modell 2 / 457 kW NawaRo: Option Flexibilisierung

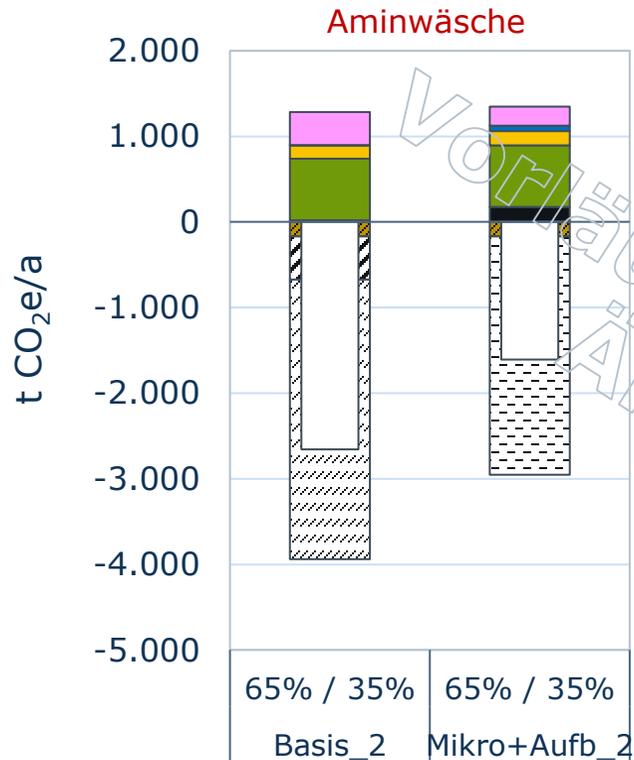


Vorläufige Projektergebnisse!
Änderung möglich!

Post-EEG-Optionen mit Biomethan (Jahresemissionen)

**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)

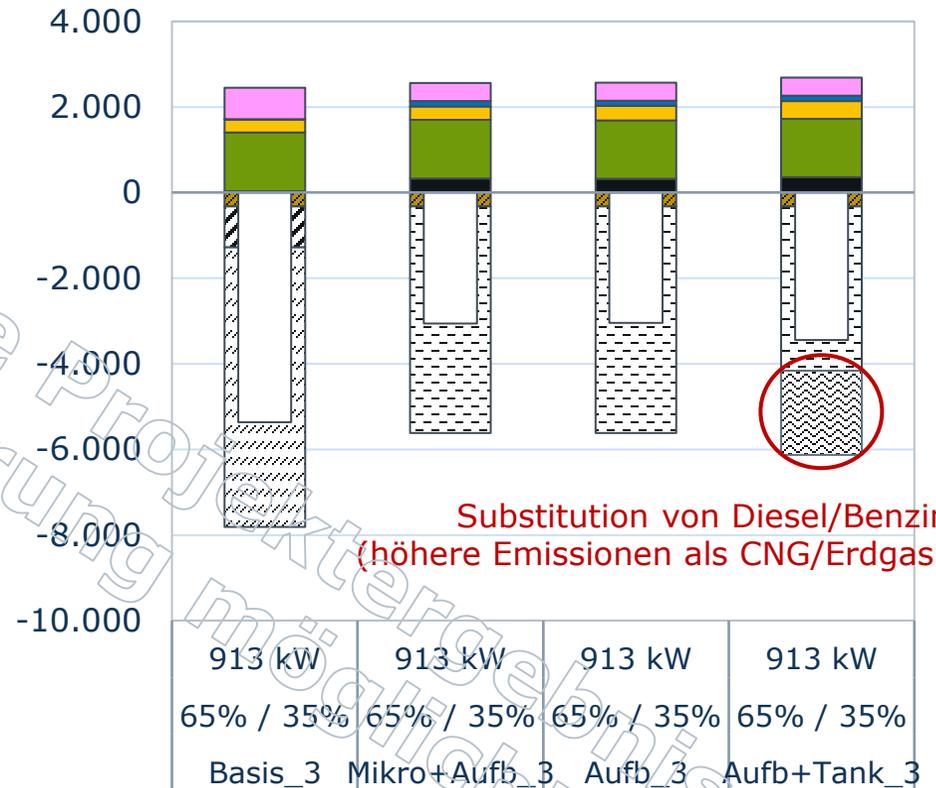
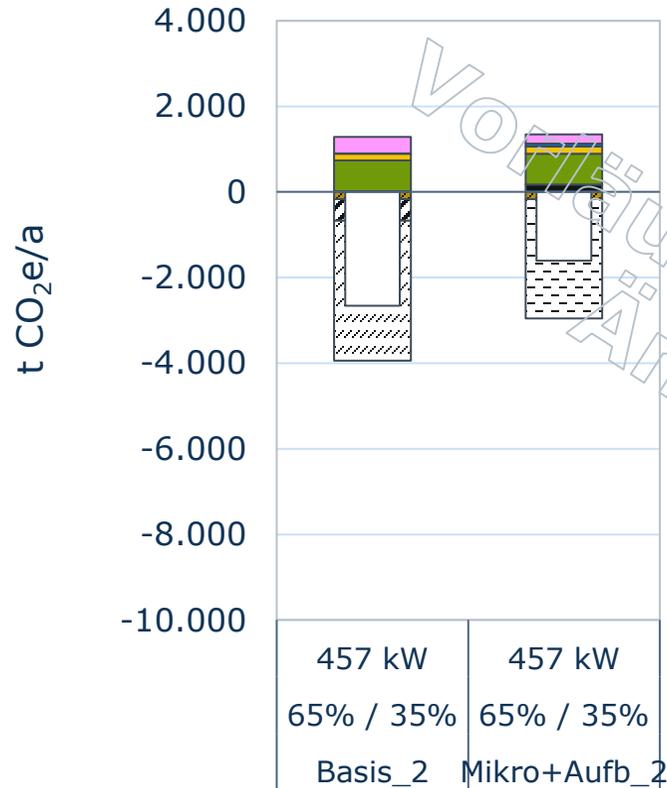
Wegfall Wärmegutschrift

Ersatz Erdgas (im Gegensatz dazu Strommix: mehrere fossile Brennstoffe mit Schwerpunkt Kohle; diese mit deutlich höheren THG-Emissionen als Erdgas)

- ▣ 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

- kaum Einfluss der Technik auf THG-Bilanz in Post-EEG-Phase
- Nahwärmenetz mit größtem positiven Einfluss auf THG-Emissionen bei den betrachteten Szenarien
- mehrfache Überbauung / Flexibilisierung in Bezug auf Treibhausgase nur schwierig darstellbar / bewertbar
 - => Vorteil Biogas in Zukunft v.a. durch Beitrag zu Netzstabilität
- für ökonomische Bewertung: 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

PR
Bi
GAS

FNR

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages