

62. Biogas - Fachtagung Thüringen

Stadtroda, 27. März 2025

Biogassubstrate: Alternativen – Auswahlkriterien – Wirtschaftlichkeit

Dr. Falko Stockmann
Abteilung Biogas & Mobilität



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
Bayerisches Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



C.A.R.M.E.N.

Biogas und Mobilität



Dauerbrenner:

Wirtschaftlichkeit



Gutachten



Mobilität



Flexibilisierung



Post-EEG



Energiepflanzen



Wärmenutzung



Aktuell / Zukunft:

- **Weiterentwicklung BGA** zur Vermeidung/Reduzierung von **Emissionen**
- **verstärkter Einsatz von Wirtschaftsdünger**
- Nutzung von **Koppelprodukten**, insbes. Stroh
- **Biogas im ökologischen Landbau**
- **Wasserstoff**

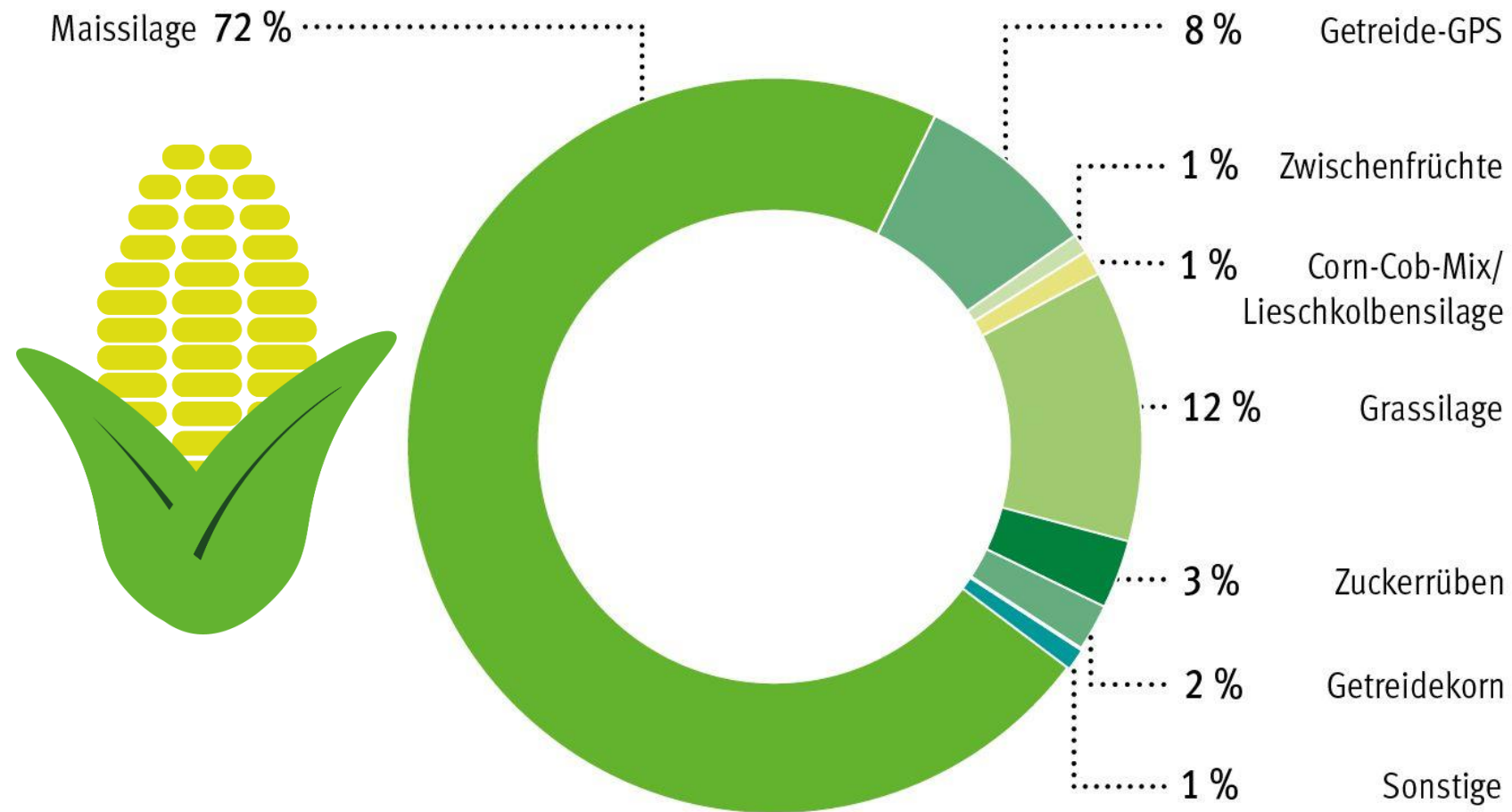


Was erwartet Sie

1. Welche alternativen Substrate gibt es?
2. Welche Auswahlkriterien sind bei der Substratauswahl zu beachten?
3. Welche Auswirkungen hat die Umstellung für den BGA-Betrieb?
 - a. Massenbedarf
 - b. Flächenbedarf
 - c. Substrat-Gestehungskosten

Limitierung Silomais

Nachwachsende Rohstoffe in Biogasanlagen 2023



Massebezogener Substrateinsatz

Quelle: DBFZ Betreiberbefragung Biogas (2024)
© Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2024

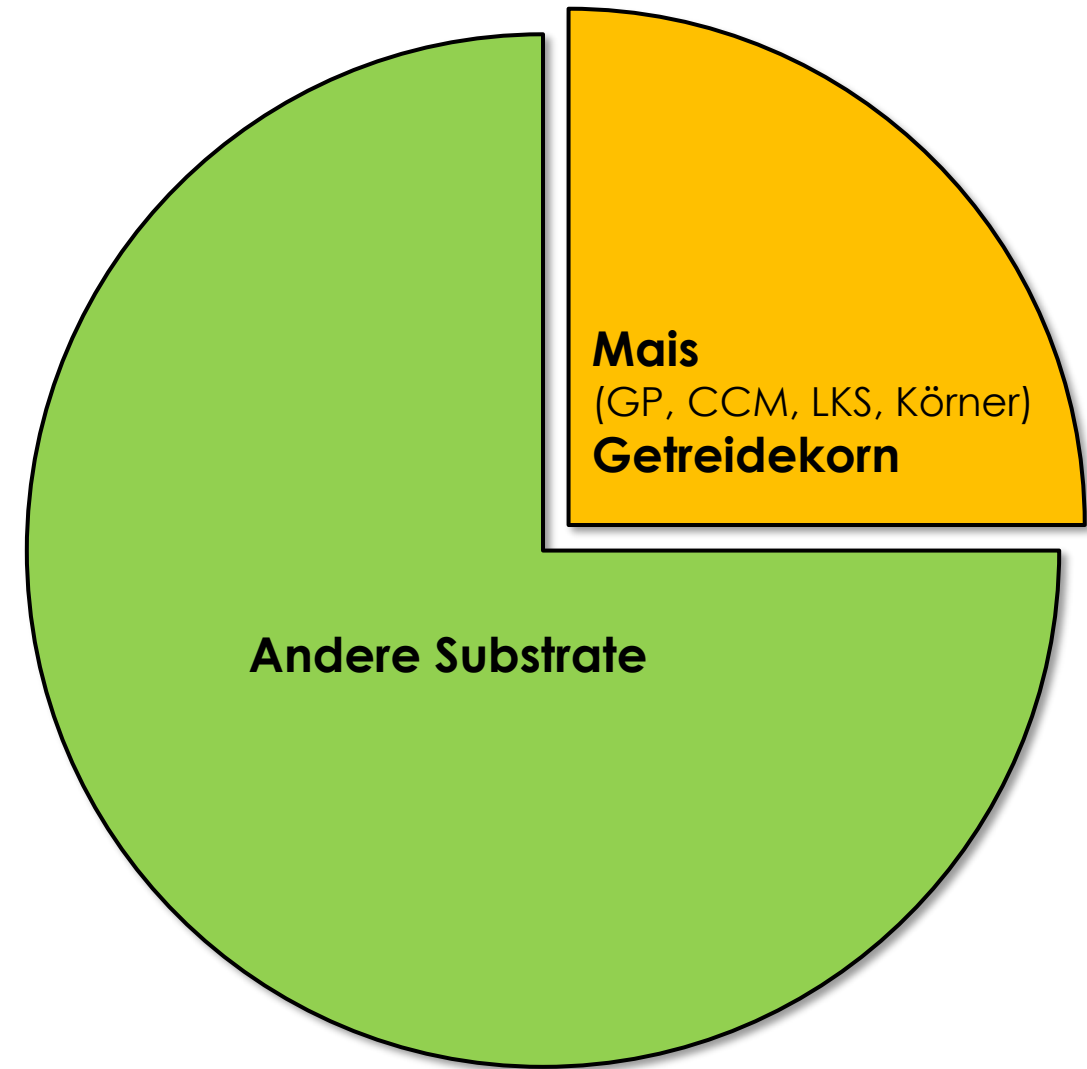
Limitierung Mais im EEG (Biomassepaket 2025)

Maisdeckel:

2025: **30 Masse%**

2026: **25 Masse%**

Relevant für Biogasanlagen:
Anschlussförderung, Neubau



Es braucht Alternativen!



klassische A.

- Zuckerrüben
- Getreide Ganzpflanzen
- Grassilage, Klee gras
- ...

Koppelprodukte

- Gülle, Mist, LAPF
- Stroh, Stroh pellets
- Zwischenfrüchte
- ...

neue, wiederentdeckte A.

- D. Silphie
- Blümmischungen
- Miscanthus
- Buchweizen, Quinoa
- Sorghum
- Paludikulturen
- ...



Auswahlkriterien für alternative Substrate

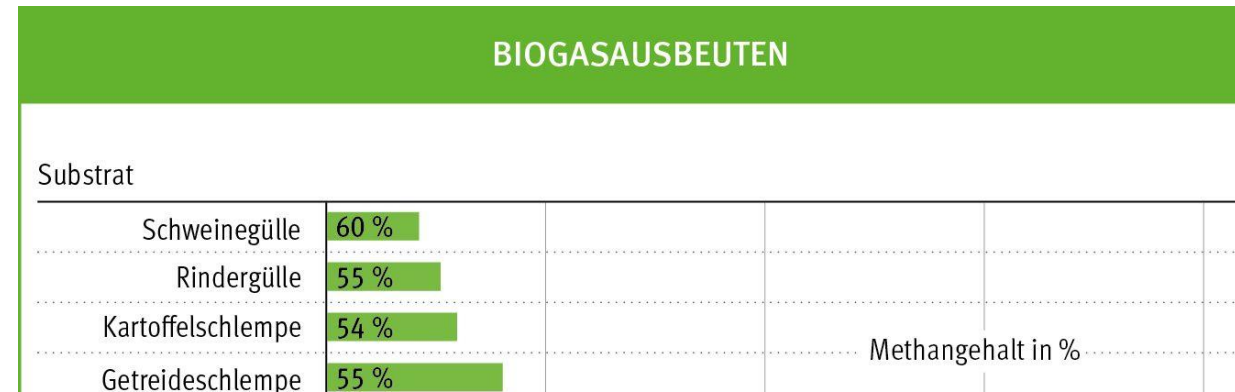
Allgemeine Kriterien

- Verfügbarkeit? ... Ressourcen in der Fruchtfolge und/oder der Umgebung?
- Auswirkungen beachten auf: Lagerung, Vorbehandlung, Silierung, Einbringung, Rührwerke/Pumpen, Raumbelastung, Gärproduktlagerkapazität, Strombedarf
- Ist die BGA beschrieben? = dann bei Generalüberholung Kosten der Substratwahl berücksichtigen

Energiegehalt vs. Methanhektarertrag

- Wie hoch sind die Biogasausbeuten/Trockenmasseerträge/Methanhektarertrag
- Ankauf: v.a.: Biogasausbeute relevant = Masseneinsatz in BGA
- Anbau: v.a.: Methanhektarertrag (Ertrag*Biogas) relevant = Flächenbedarf

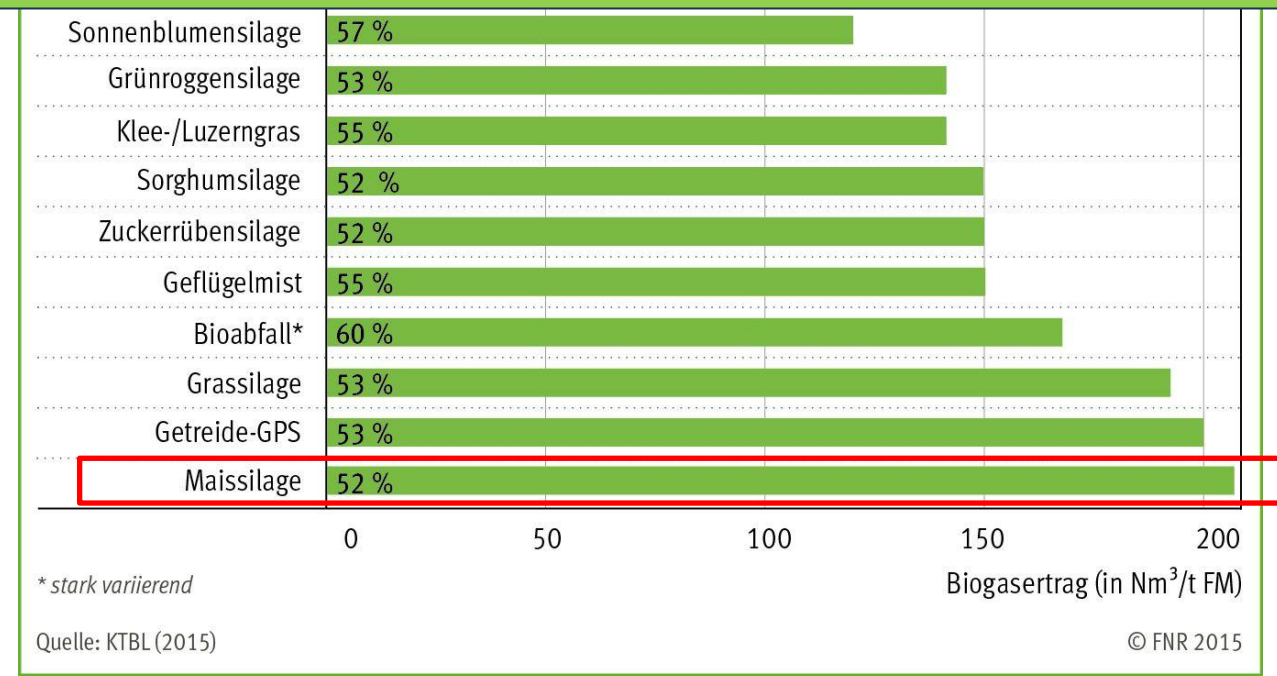
Auswahlkriterien für alternative Substrate



Herausforderung an Alternativsubstrate:

Mais = höchster Methan-Ertrag pro ha bzw. Tonne FM

➔ Ersatz durch Alternativsubstrat meist verbunden mit **Mehr-Fläche/ Mehr-Masse**



Auswahlkriterien für alternative Substrate

Anbau

- Flächen verfügbar – Feldentfernung – Zuschnitt, Größe
- Klassische Kulturen vs. Alternativen - Annuelle vs. Dauerkultur
- Welche Technik ist verfügbar?
- Anbauaufwand (Saat, Pflanzung, Pflanzenschutz)?
- Erntetermin & -verfahren? (Vermeidung Arbeitsspitzen)



Technologie- und Förderzentrum (TFZ) –
Abteilung: Rohstoffpflanzen und Stoffflüsse

Thüringen TLLL



<https://www.tfz.bayern.de/rohstoffpflanzen/index.php>

Auswahlkriterien für alternative Substrate

Förderung

~~KULAP u.a.: Wildpflanzen, Miscanthus~~

K33 – Humuserhalt:	340 €/ha,
K44 – Verzicht auf Intensivkulturen:	250 €/ha,
K52 – Wildpflanzenmischungen :	450 €/ha

~~<https://www.stmelf.bayern.de/foerderung/foerderung-von-agrarumweltmassnahmen-in-bayern/index.html>~~



~~Moorbauern-Programm (Wiedervernässung von Flächen u.a.)~~

~~Anbau von Rohrglanzgras: **2.200 €/ha/a, Zeitraum: 12 Jahre**~~



~~Blütenbauer-Programm (D. Silphie: Zuschuss zu Saatkosten)~~

~~Saatgutkosten (max. 200 EUR je kg bzw. 600 EUR je ha sowie max. 5.000 EUR/Jahr)~~

~~<https://www.stmelf.bayern.de/foerderung/bluetenbauer/index.html>~~



Auswahlkriterien für alternative Substrate

Förderung

Thüringer Förderprogramme?

GAP-Ökoregelung: Dauerkulturen: 150 €/ha

Förderung „noch“ nicht monetär bewerteter Wirkungen?

Charakteristik alternativer Energiepflanzen oder Koppelprodukte:

- geringerer Methanhektarertrag
- Verholzter = Aufwand bei Vorbehandlung, Silierung, Technik (Rühren, Pumpen, Gärproduktlager)
- ABER hoher ökologischer Mehrwert



- Bodenruhe, FF auflockern
- Fördert Artenvielfalt u.a.: Insekten – dies wiederum Vögel
- Insekten essentiell für die Bestäubung (hoher ökonom. Wert)
- Koppelprodukte = keine Flächenkonkurrenz
- Gärprodukt mit höheren Anteilen an Lignin: Dauerhumus

Dienstleistung bei Biogas aus Alternativen = Energiegewinnung + Mehrwert

ÖWS: Ökologisch Wertvolle Substrate: Fachverband 5 Cent/kWh_{el}

Auswahlkriterien für alternative Substrate

Zu beachten bei Koppelprodukten (Maisstroh, Getreidestroh-Pellets, Klee gras)

- höherer Flächenbedarf (z. B. Stroh) = Nähe zur BGA (Gärproduktrückführung)
 - Erntelogistik: Bergen, Häckseln, Pressen
 - Lagerlogistik am Hof (Ballen, Stroh, Pellets)
- Faserreich/ ggf. TS hoch = Vorbehandlung = Silierfähigkeit (Kosten?)
 - Rationsgestaltung, Einbringung, Anpassung der Technik (Rührwerke, Pumpe), Einfluss auf Gärbiologie: Verweilzeiten, Faulraumbelastung, Gasausbeuten, Stromverbrauch?
- Größe vom Gärproduktlager, TS-Gehalt für Ausbringung (Verstopfung bei Ausbringung, Separieren?)



Informationen zu Koppelprodukten



<https://www.carmen-ev.de/download/lara-leitfaden/>

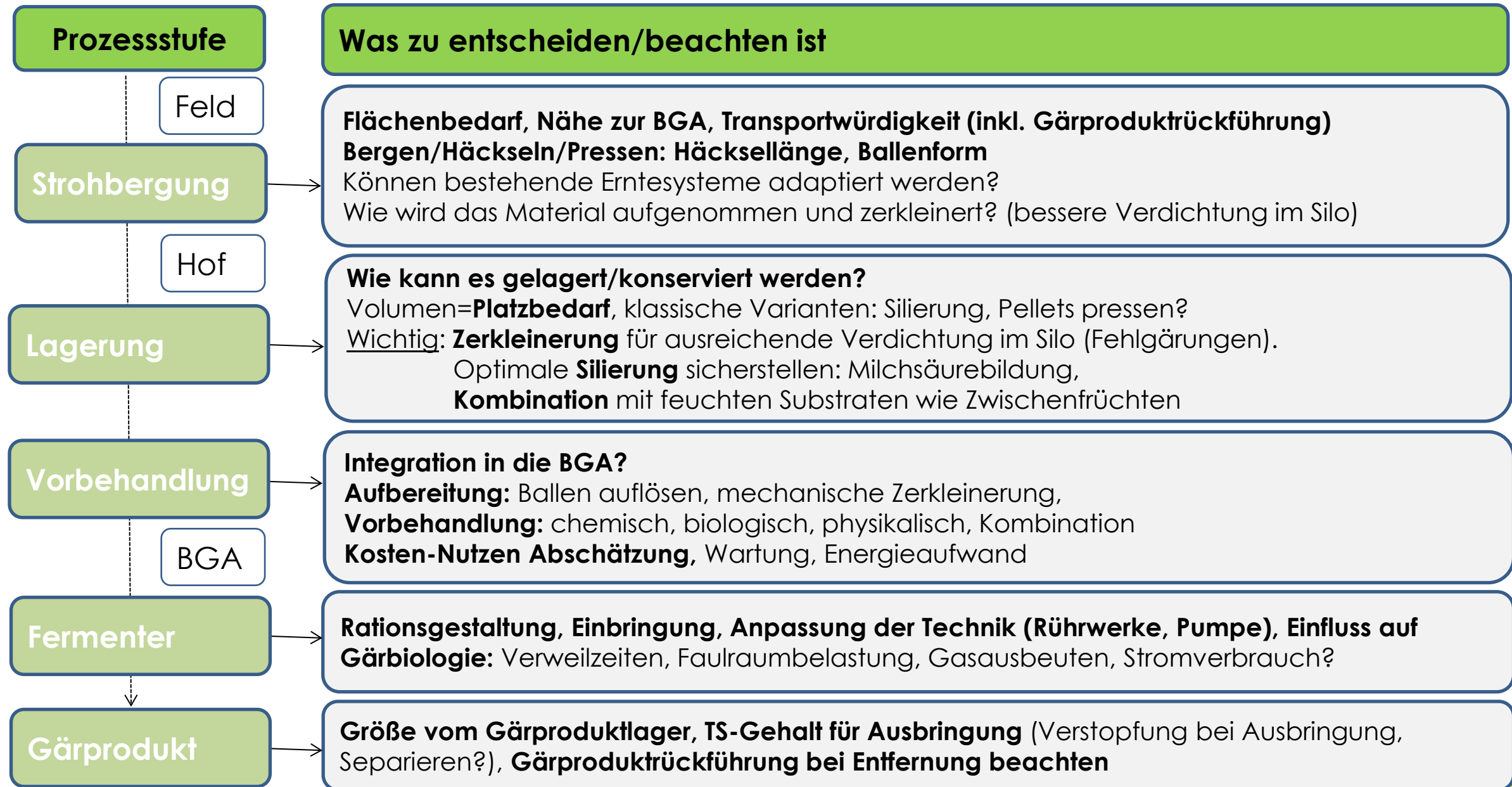


https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Substrate/ernteverfahren-silierung-methanausbeute_Kornermaisstroh.html



https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Substrate/kornermaisstroh-getreidestroh-rapsstroh_ReststoffeKoppelprodukte.html

Prozesskette Stroh – Was ist zu beachten?

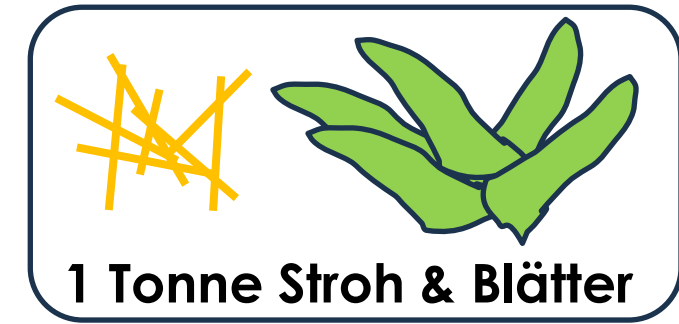


Vorurteil bei Strohabfuhr – Humusverlust

Wurzelbiomasse vgl. zu oberirdischer BM effizienter im **Humusaufbau**

Gefahr bei Strohverbleib am Feld:
• Strohrotte mangelhaft, Strohmatte

Eintrag von Pflanzenmaterial in den Boden



Humusaufbau nach zwei Jahren im Boden



0,25 Tonnen

← HUMUS →



0,1 Tonne

25 % vs. 10 %

+ Rückführung Gärprodukt

Wirtschaftliche Auswirkungen bei Austausch von Silomais

1. benötigte **Menge** des Austauschsubstrates
2. benötigte **Fläche** des Austauschsubstrates
3. Substrat-**Austauschkosten/Grenzkosten**

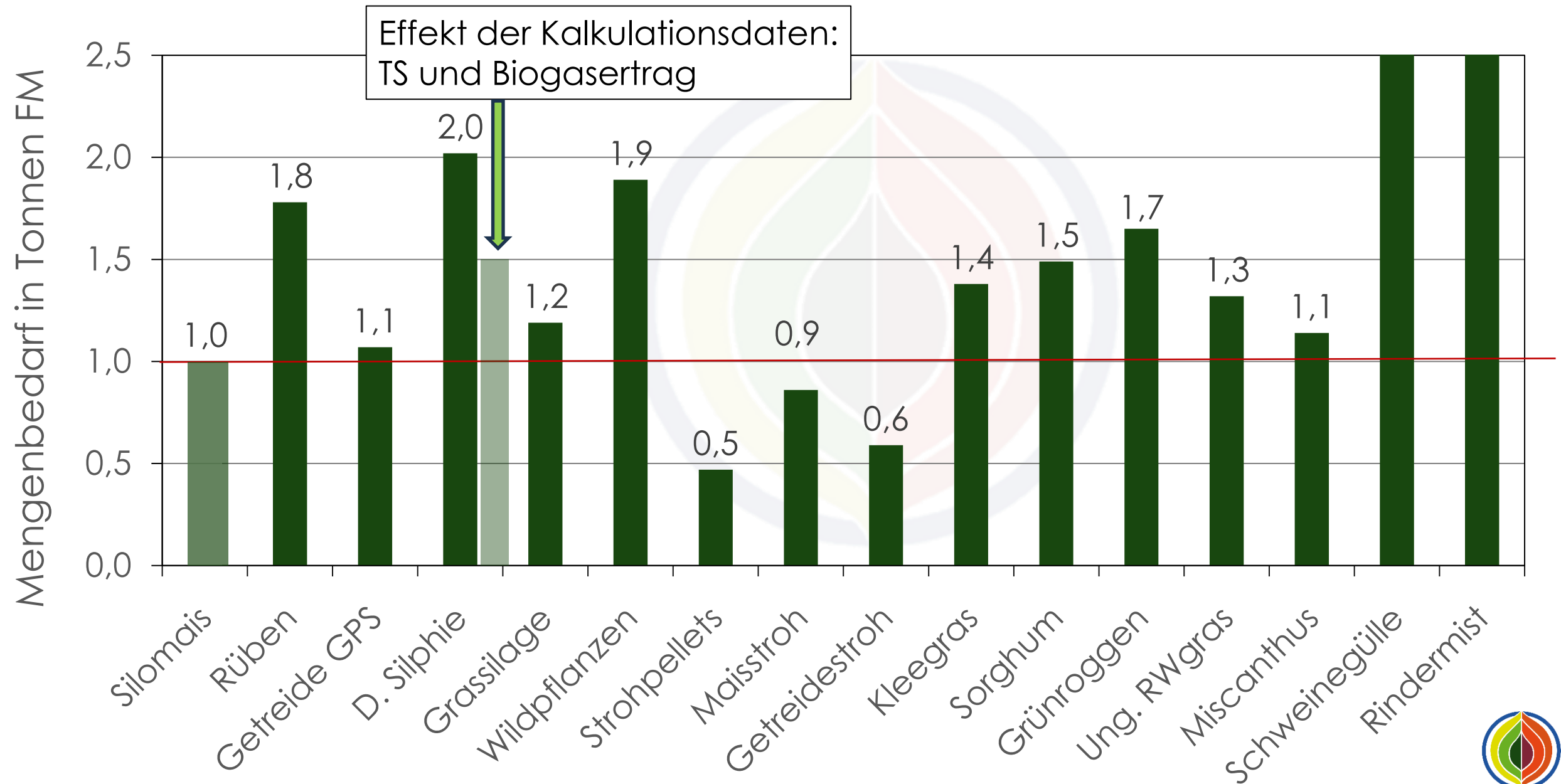
Ersatz von Silomais – Kalkulationsdaten

Substrat	Silo- mais	Rüben	Getreide GPS	D. Silphie	Gras- silage	Wild- pflanzen	Mais- stroh	Getreide- stroh	Stroh- pellets
FM-Ertrag t/ha	50	85	32	50	30	40	10	5	5
TS %	35	23	35	26	35	30	50	90	92
oTM an TS %	95	82	95	90	90	93	90	94	94
Methangehalt %	54	51	54	55	53	53	53	53	52
Biogas m³/t oTM	660	700	620	460	600	428	580	450	560

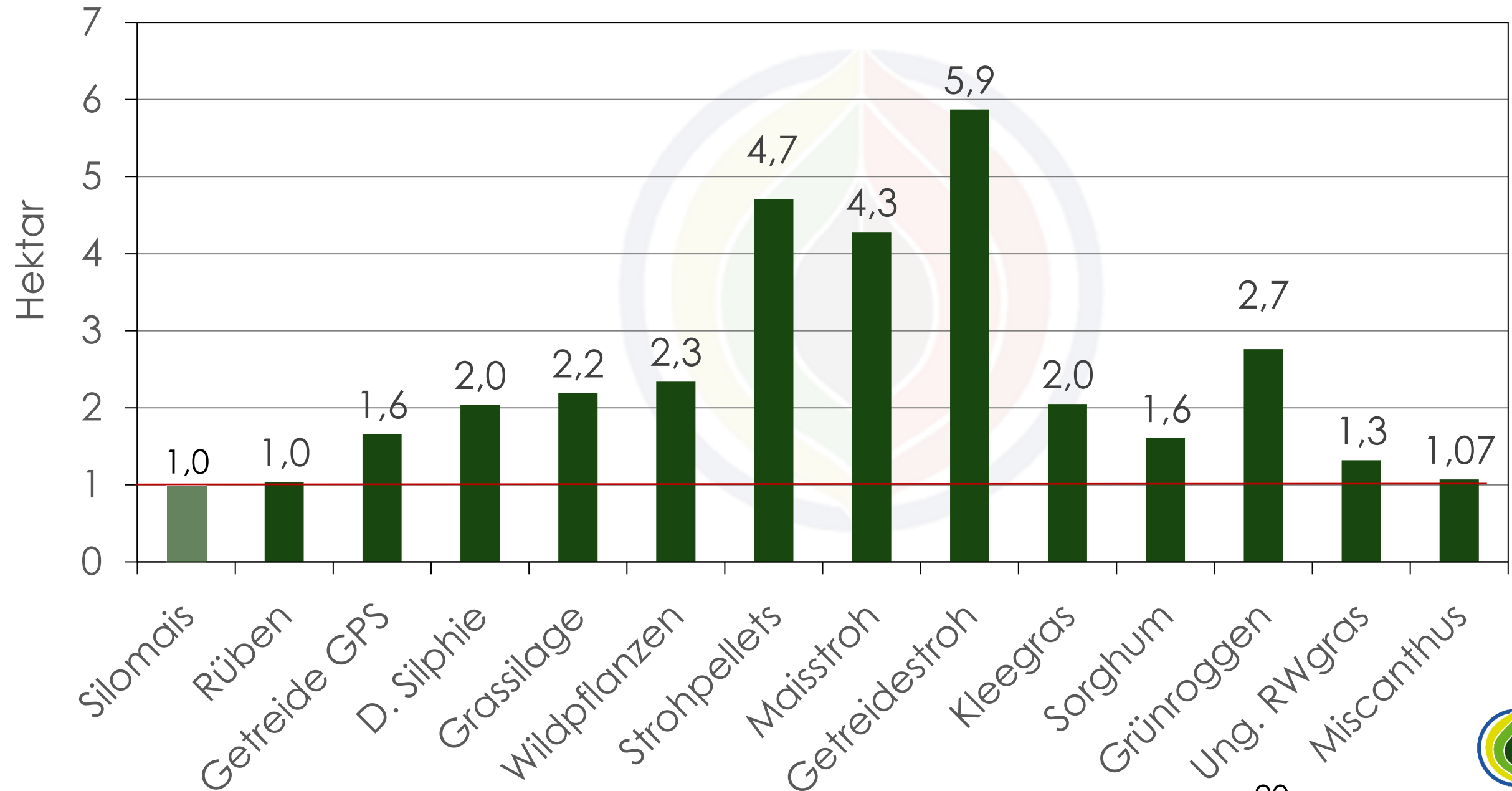
	Klee gras	Sorghum	Grünroggen	Ung. RWG	Miscanthus	Schweinegülle	Rindermist
FM-Ertrag t/ha	31	46	30	50	53		
TS %	30	28	25*	31	43	5	20
oTM an TS %	90	90	90	84	94	75	85
Methangehalt %	55	52	53	57	52	63	56
Biogas m³/t oTM	580	610	600	602	500	400	330

*angewelkt

Mengenbedarf Alternativsubstrat



Flächenbedarf Alternativsubstrat



Auswirkung auf Substrat-Gestehungskosten

Kalkulationsdaten

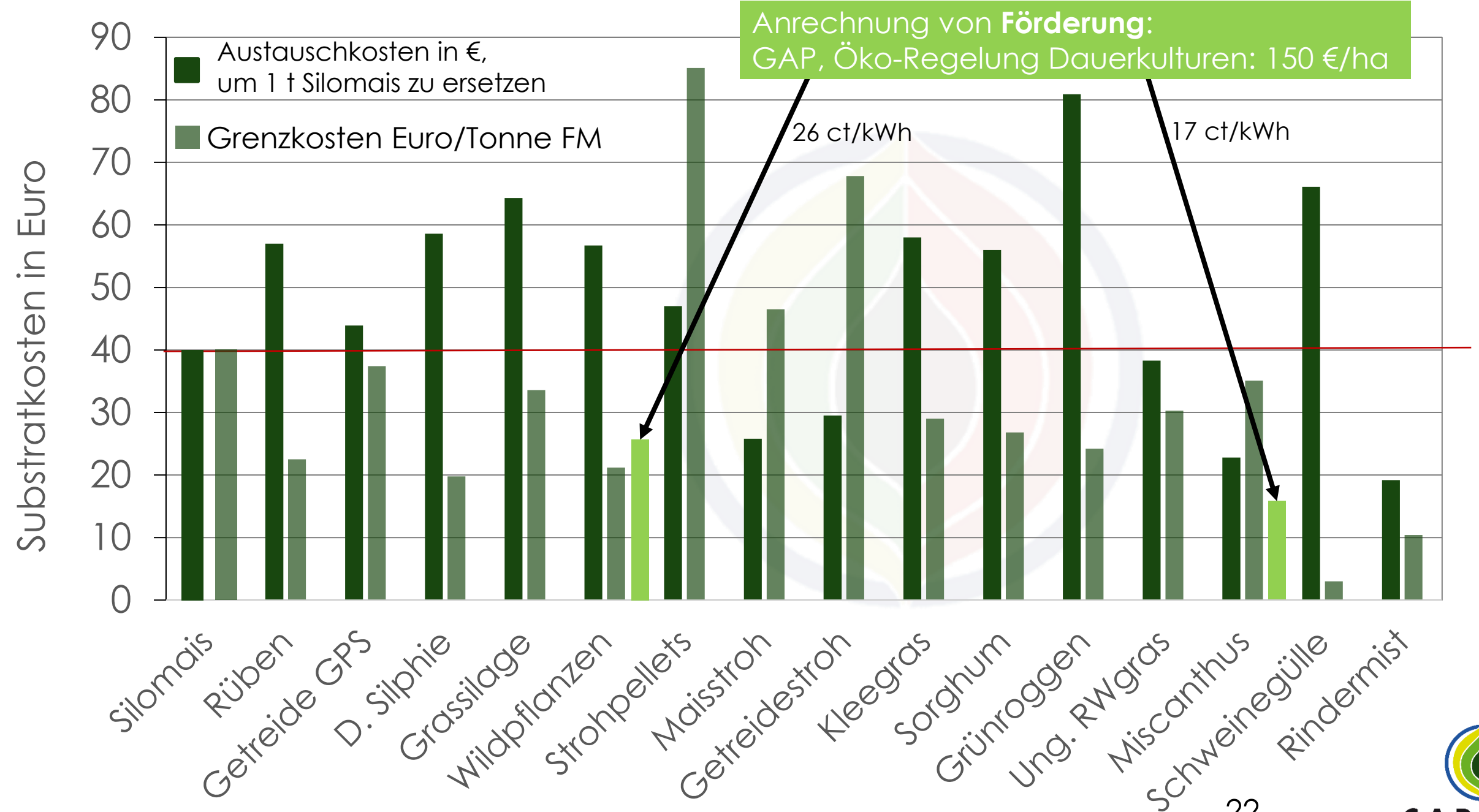
Substrat	Silo-mais	Rüben	Getreide GPS	D. Silphie	Gras-silage	Wild-pflanzen	Mais-stroh	Getreide-stroh	Stroh-pellets
Kosten €/t FM	40	32	41	29	54	30	30	50	100

	Kleegras	Sorghum	Grünroggen	Ung. RWG	Miscanthus	Schweinegülle	Rindermist
Kosten €/t FM	42	37,6	49	29	20	5	5

Quellen für die Kosten:

KTBL Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten,
Strohpellets: HAWK, Maisstroh: Praktikermittteilung, Wildpflanzen: Literatur LWG

Substratkosten* um 1 t Silomais zu ersetzen



*ohne Mehrkosten/Erlöse für z. B. Pacht, Technik, Prämien

Maissilage – Substrat – Austauschrechner

by C.A.R.M.E.N. e.V.



Auswirkungen Austausch von Silomais auf:

1. benötigte **Menge** des Tauschsubstrates
2. **Grenzkosten** des Tauschsubstrates

<https://www.carmen-ev.de/maissilage-substrat-austauschrechner/>

- Kalkulationsdaten sind einsehbar
- Eingabemaske für Kalkulationsdaten in Arbeit

Wie viel Maissilage soll ersetzt werden (in t)

Substratkosten frei Fermenter (in €/t)

Substrat 1

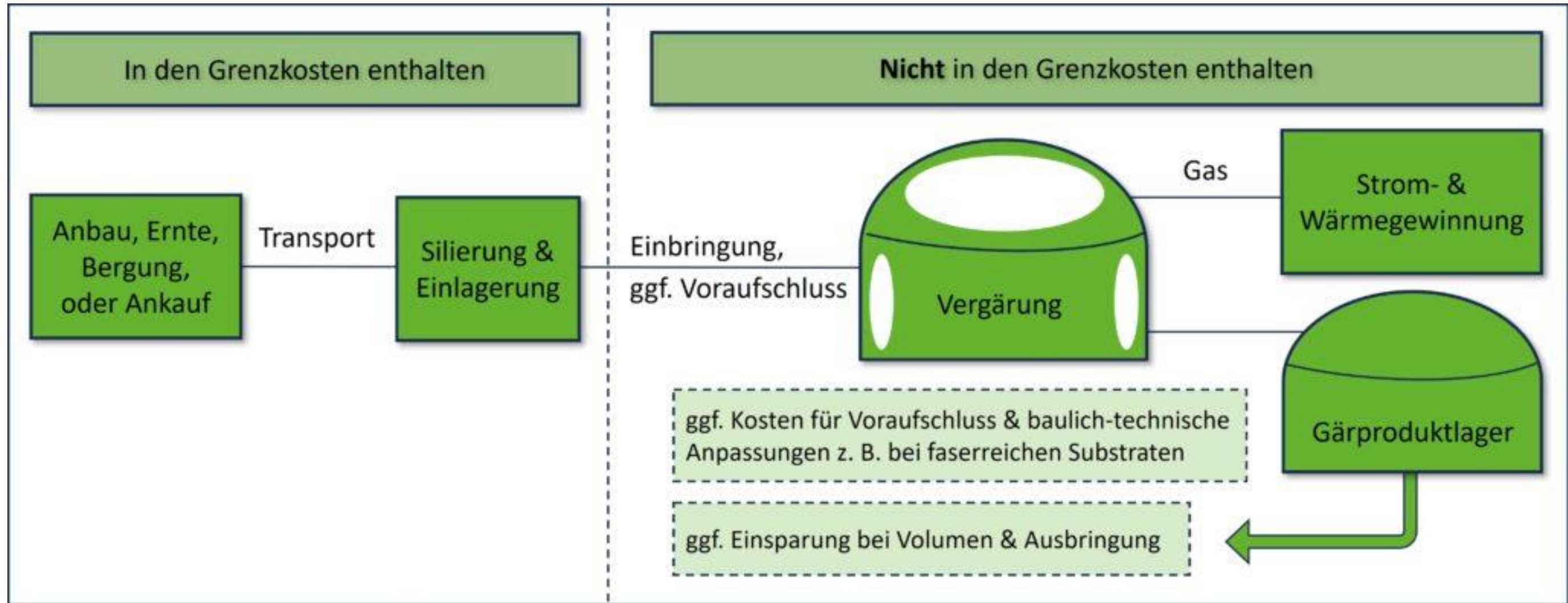
Substrat 2

Substrat 3

erforderliche
Austauschmenge (in
t Frischmasse)

Grenzkosten frei
Fermenter (in €/t)

<https://www.carmen-ev.de/maissilage-substrat-austauschrechner/>



Substratgestehungskosten $\neq$ Stromgestehungskosten

Stromgestehungskosten abhängig von u.a.:

- Anschaffungswert/Umrüstung BGA
- Kosten für Zinsen, Instandhaltung, Techniknachrüstung
- bedarfsgebundene Kosten, Lohn, Vorbehandlung

siehe LaRA Leitfaden:

Stromgestehungskosten einer 400 kW_{el}:

Substrate: Silomais + Gülle + Maisstroh: **16,47 Cent/kWh**



<https://www.carmen-ev.de/download/lara-leitfaden/>

Ermittlung eigener Kennzahlen

LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten

<https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>



Acker

Silomais*
Triticale-GPS
Roggen-GPS
Weizen-GPS
Gersten-GPS
Biogas-Zuckerrüben
Hirse (Sorghum)
Kleegrassilage
Luzernesilage
Luzernecobs
Durchwachsene Silphie
Riesenweizengras

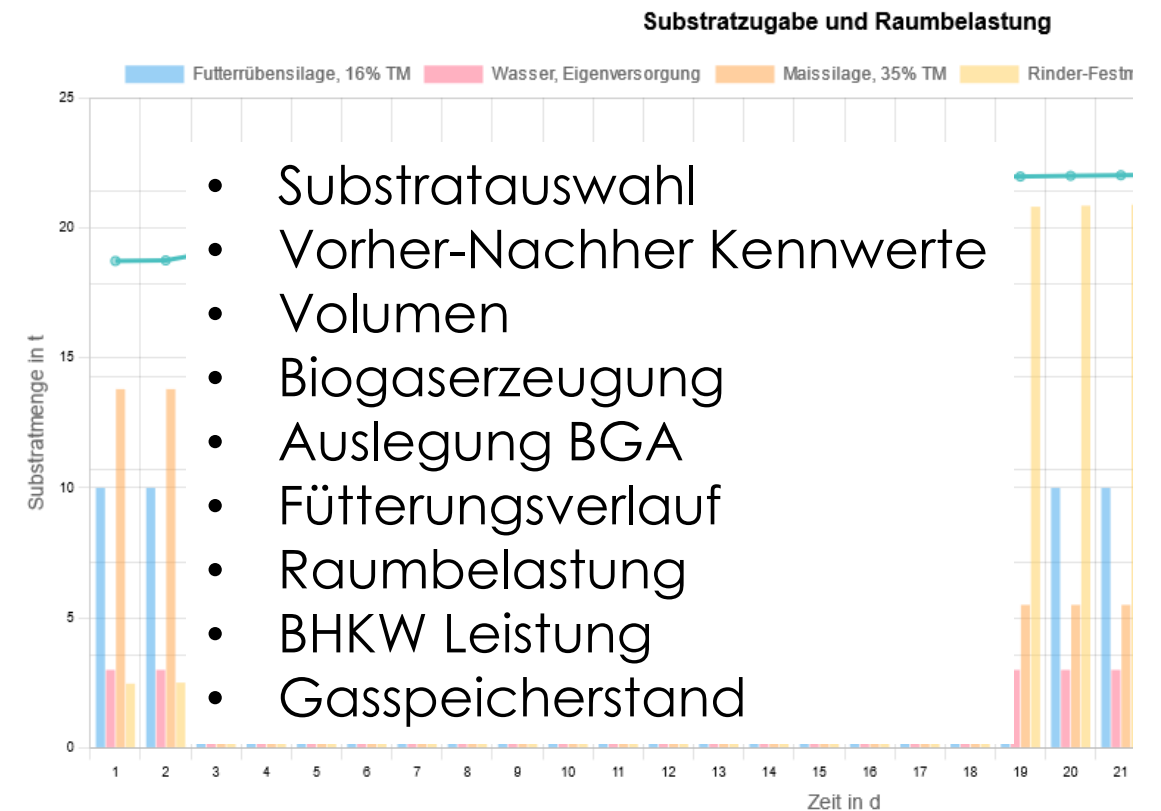
Grünland

Wiesengras
Grassilage*
Bodenheu*
Belüftungsheu
Grascobs
Weide*
Weide-Hütehaltung

Anbau und Silierung

KTBL-Lignoflex: Substratanpassung

<https://daten.ktbl.de/lignoflex/>



Auswirkung auf BGA

Zusammenfassung

- Substitution von Silomais kann eine Herausforderung sein:
 - ➔ höherer Flächenbedarf, mehr Massen, höhere Raumbelastung, mehr Gärproduktlager ...
 - ➔ Kosten können steigen
- Eigene Rahmenbedingungen klären: Einzelfallprüfung

Generelles Vorgehen:

- System optimieren: u.a. Wärmenutzung, Gärprodukt als Einnahmequelle?
- Noch Kapazitäten in der Fruchtfolge?
- Was ist in der Umgebung verfügbar (Stroh, ZWF, etc...)
- **Silomaisanteil: frühzeitig, langsam und stufenweise** ersetzen
 - **Achtung**: Genehmigung abklären wegen Bonusverlust



Checkliste*: Substitution Silomais

- Habe ich ausreichend Flächen oder kann ich zu pachten?
- Kann ich höhere Kosten kompensieren? (Pacht, Fahrtwege, Vorbehandlung)
- Welche Biomassen habe ich am Standort verfügbar? (Zukauf, Eigenproduktion, Koppelprodukte)
- Welche Auswirkungen hat der Ersatz von Silomais auf meine Fruchtfolge?
- Kann ich Marktfruchtanbau und Energiepflanzenanbau kombinieren (z. B. Strohnutzung?)
- Kann ich Fördermittel beantragen (u.a. KULAP)?
- Ist der Anbau umsetzbar, Welche Herausforderungen kommen dabei auf mich zu?
- Welche Auswirkungen erwarte ich bei: Ernte/Bergung, Vorbehandlung, Silierung, Einbringung in die BGA?
- Welche Auswirkungen hat es auf: Rührwerke/Pumpen, TS-Gehalt=Verdünnung, Raumbelastung, Gärproduktlagerkapazität (9 Monate!), Strombedarf?
- Ist die BGA abgeschrieben? = Kosten Generalüberholung (Auswirkung der Alternativsubstrate auf Technik und Lagerhaltung berücksichtigen)

62. Biogas - Fachtagung Thüringen

Stadtroda, 27. März 2025

Zeit für Ihre Fragen

Dr. Falko Stockmann
Abteilung Biogas & Mobilität



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
Bayerisches Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



C.A.R.M.E.N.