

# Brennwertbasierte Prozessbewertung

Statusseminar Biogas-Messprogramm III

27. Januar 2021

Torsten Mächtig



Kompetenzzentrum  
Erneuerbare Energien und  
Klimaschutz Schleswig-Holstein

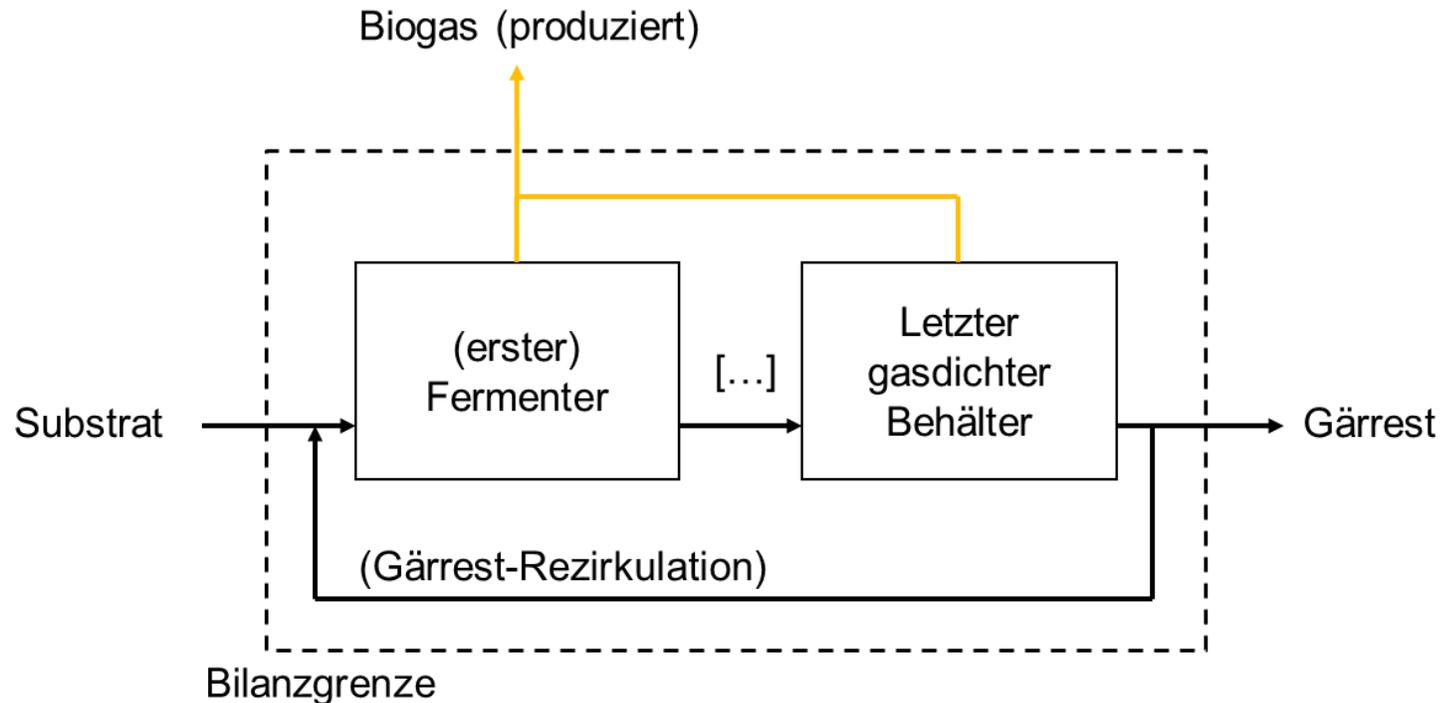
Was ist das?

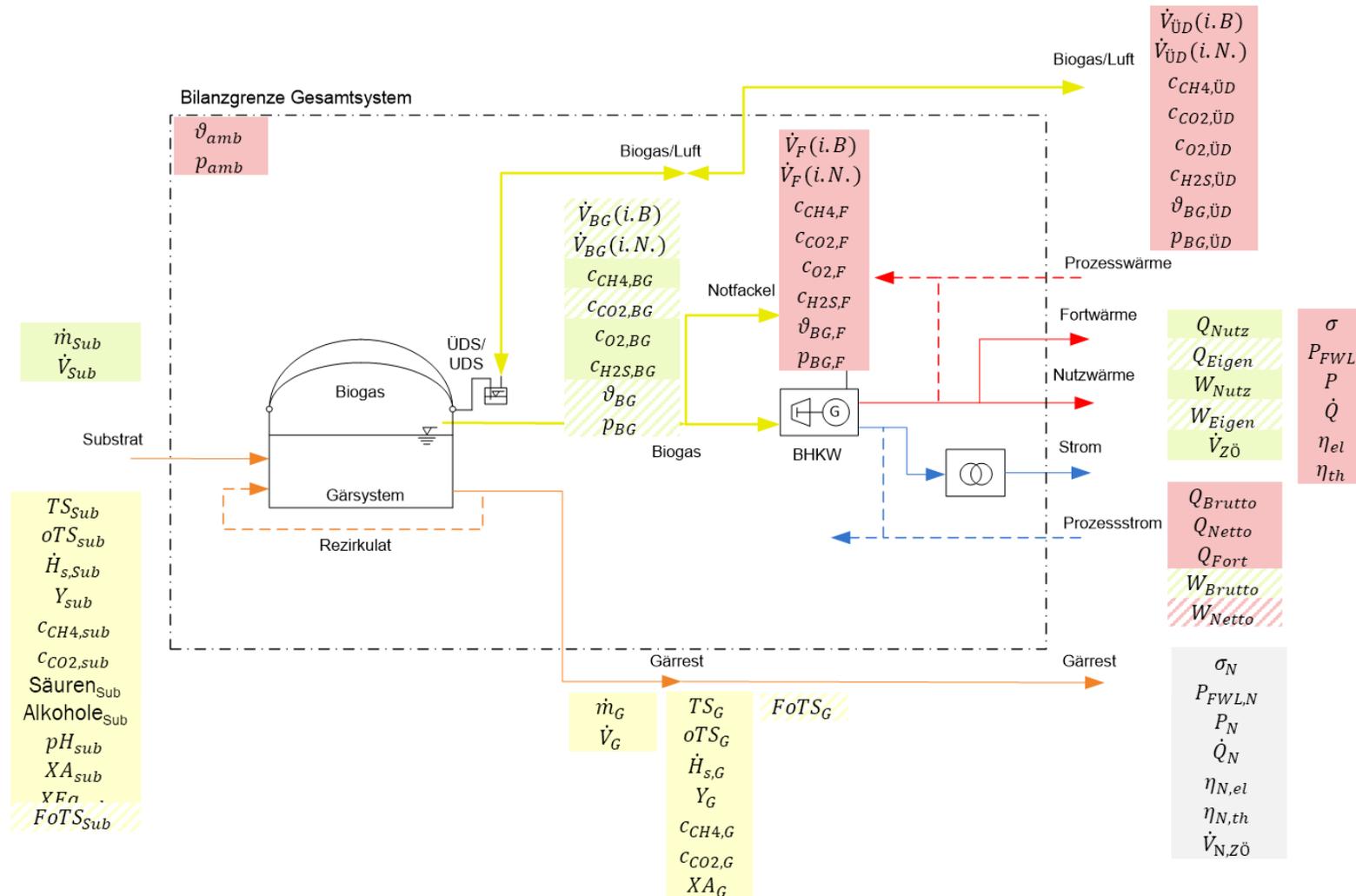
- Brennwert ist ein Maß für den Energieinhalt von Stoffen
- Energiebasierte Bewertung der Stoffumwandlung im Biogasprozesses möglich

Wozu?

- Zweck von Biogasanlagen ist Energieumwandlung aus Biomasse
- damit in Konkurrenz zu anderen energetischen Biomassekonversionspfaden, z.B. Ethanolgärung, Vergasung , Verbrennung, Pyrolyse
- Vergleich der verschiedenen Konversionspfade von Biomasse auf energetischer Basis möglich
- Hier: nur Bewertung der Effizienz der Biogasbereitstellung im Gärprozess unabhängig von der Biogasverwertung

- Berechnung der energetischen Effizienz des Gärprozesses auf Basis von Massen- und Energiebilanzen
- Bilanzgrenze: umgibt alle an Gaserfassung angeschlossenen Behälter
- Bedingung: Prozess im Fließgleichgewicht





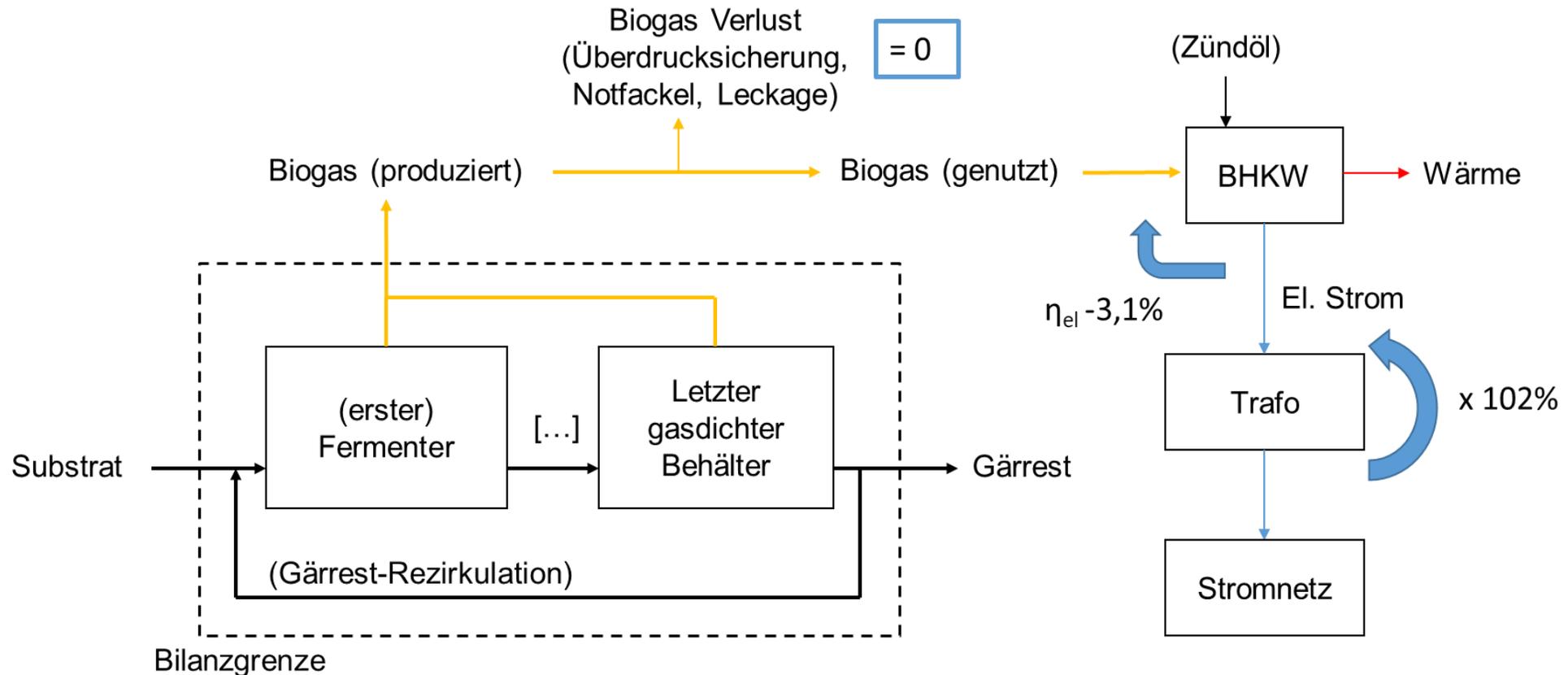
Biogasvolumenstrom nicht bei allen Anlagen messbar

→ Rückrechnung der Biogasmenge aus der eingespeisten Strommenge

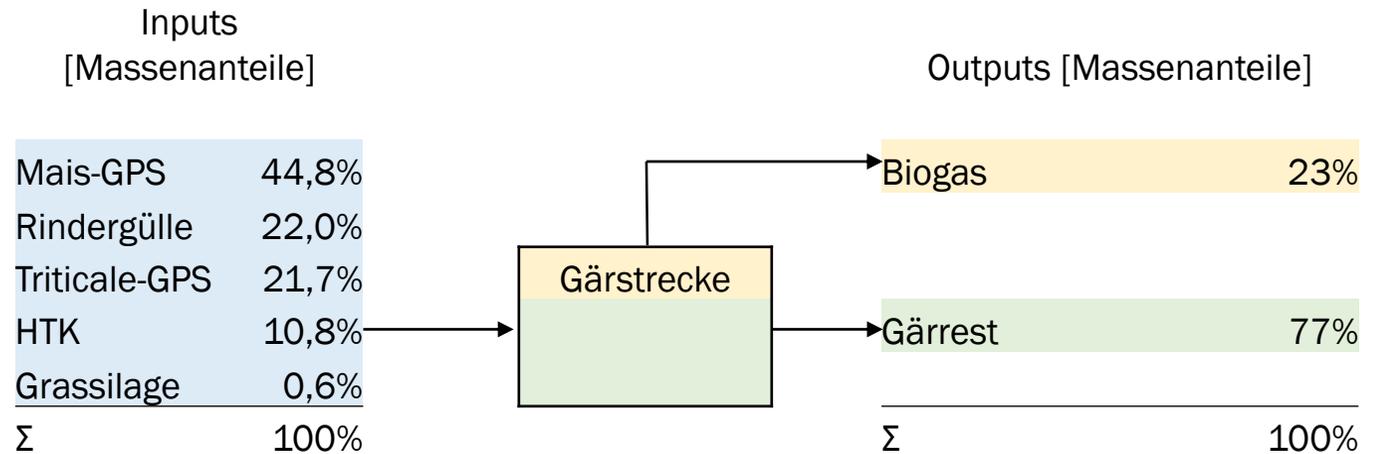
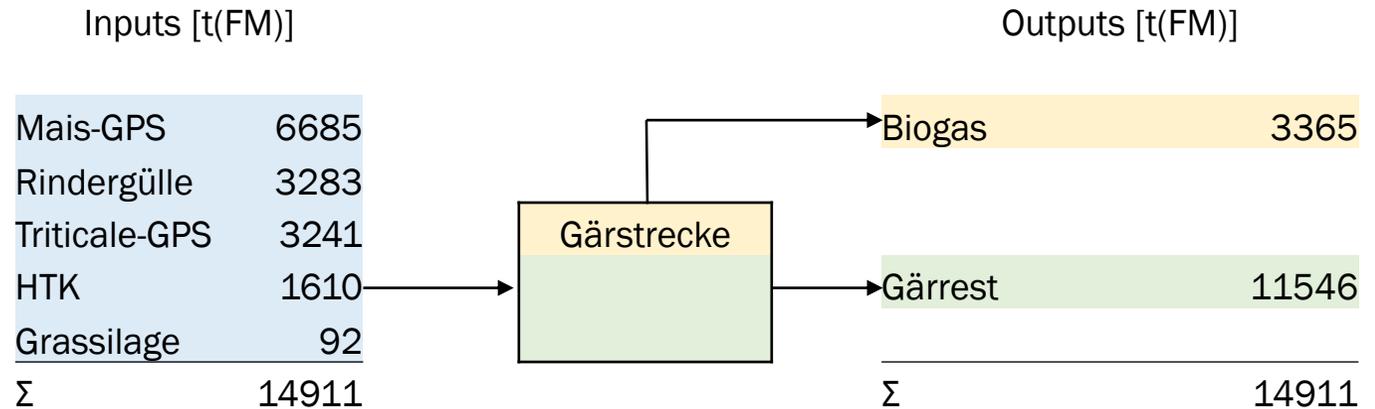
Verfügbar
Teilweise verfügbar
Selten verfügbar
Nicht verfügbar
Analytik
Teilweise verfügbar aus Analytik
Stammdaten

Quelle: DBFZ, 2020

Rückrechnung Biogasmenge (siehe Kapitel 14.2.1 Online Broschüre)



## Beispiel BGA39



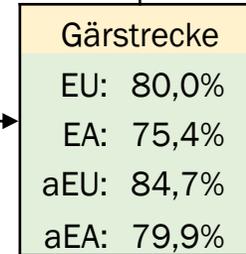
# Beispiel BGA

## Beispiel BGA39

EU: Energetischer Umsatz  
EA: Energetische Ausbeute  
aEU: anaerob energetischer Umsatz  
aEA: anaerob energetische Ausbeute

Inputs [MJ]

Mais-GPS	40696526
Rindergülle	3995147
Triticale-GPS	17867376
HTK	7039377
Grassilage	527376
Σ	70125801
abbaubar	66188605

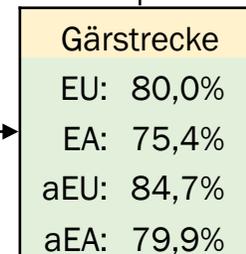


Outputs [MJ]

Biogas	52905180
Gärrest	14052343
davon:	
abbaubar	10115147
Lignin	3937196
Entropie/Wärme	3168278
Σ	70125801

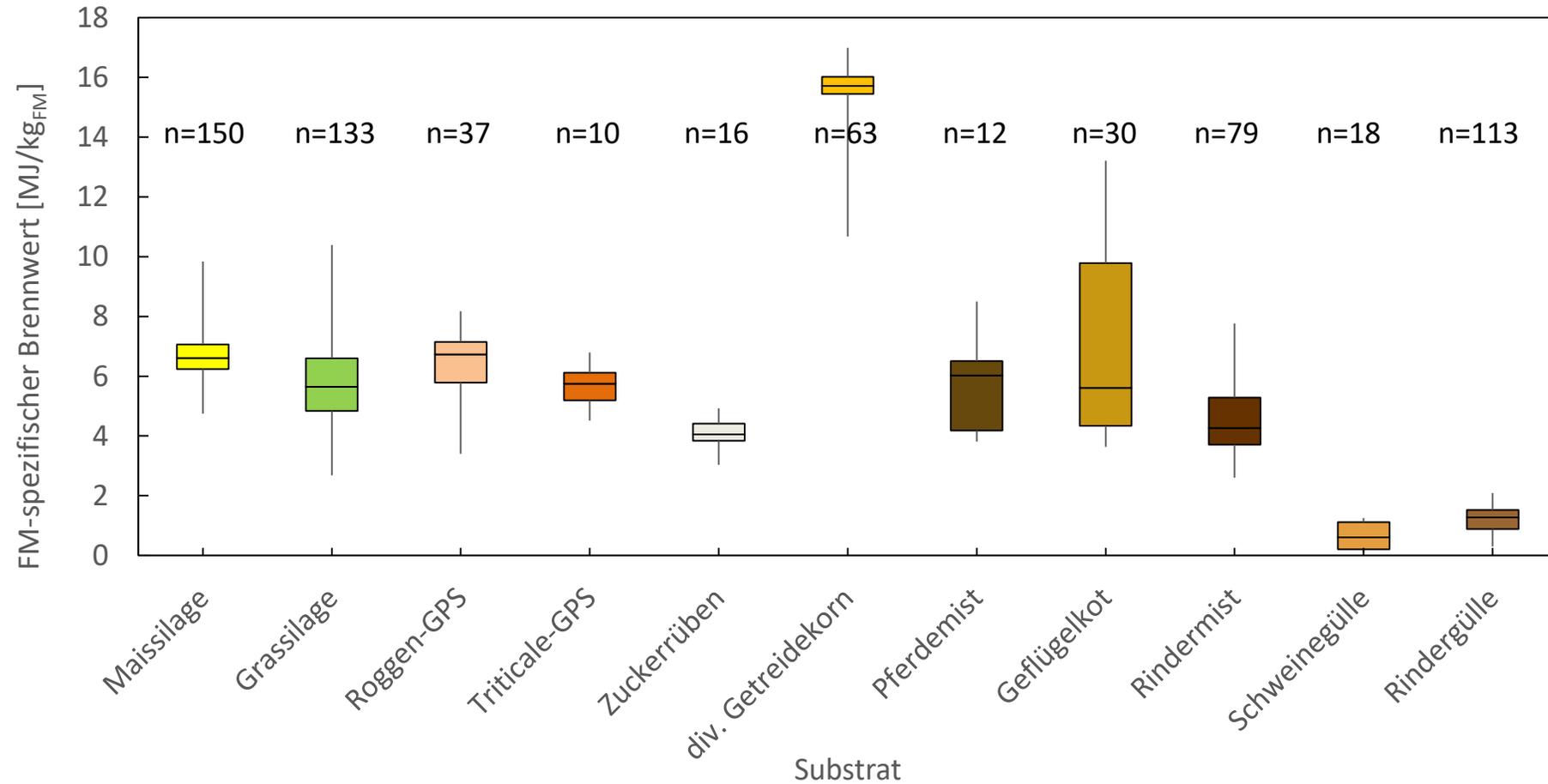
Inputs [Energie-Anteile]

Mais-GPS	58%
Rindergülle	6%
Triticale-GPS	25%
HTK	10,0%
Grassilage	0,8%
Σ	100%
abbaubar	94,4%



Outputs [Energie-Anteile]

Biogas	75%
Gärrest	20%
davon:	
abbaubar	72%
Lignin	28%
Entropie/Wärme	5%
Σ	100%



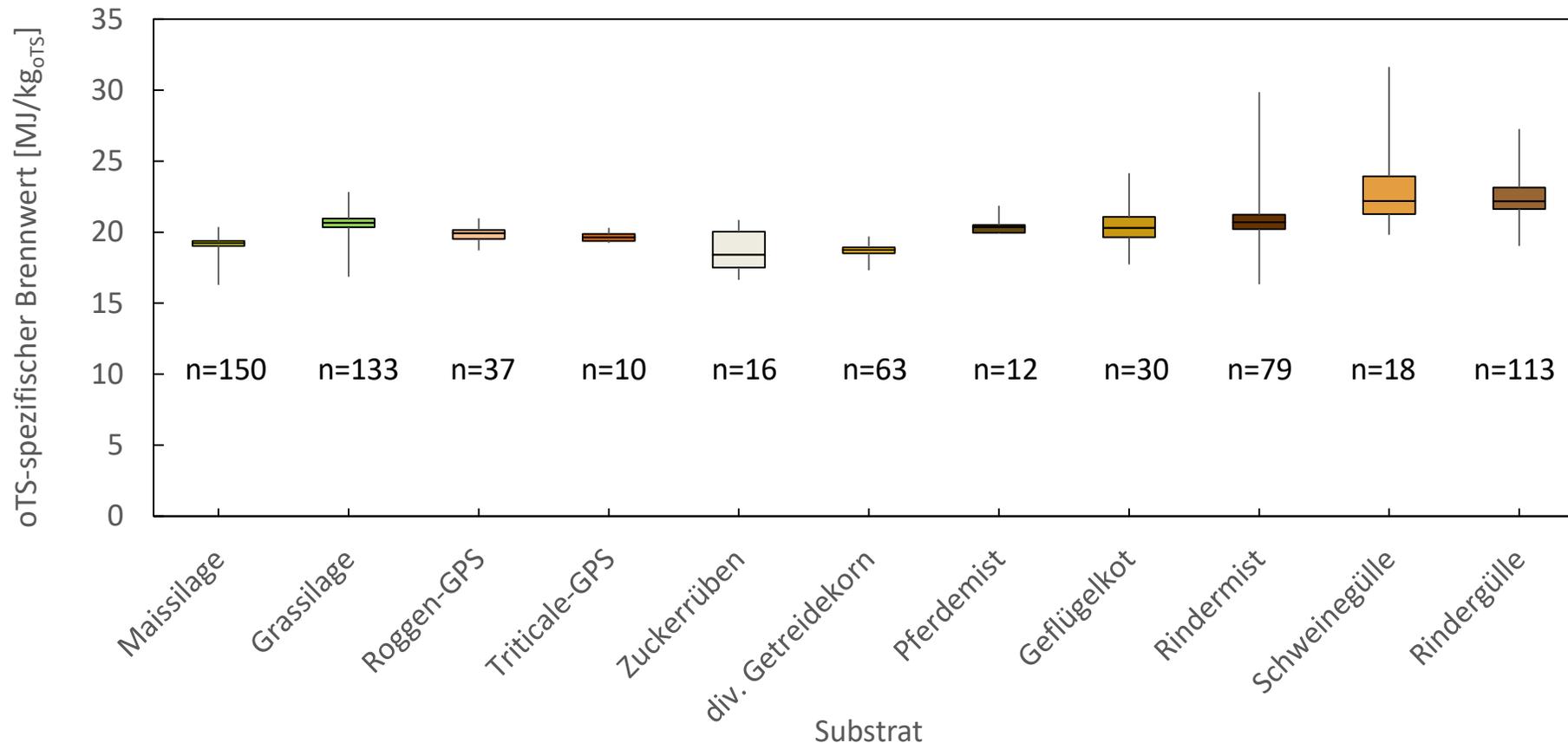


Abbildung 6-48: Brennwert der am häufigsten eingesetzten Substrate mit Angabe der Anzahl der Analysen  
Quelle: Biogas-Messprogramm III, 2021

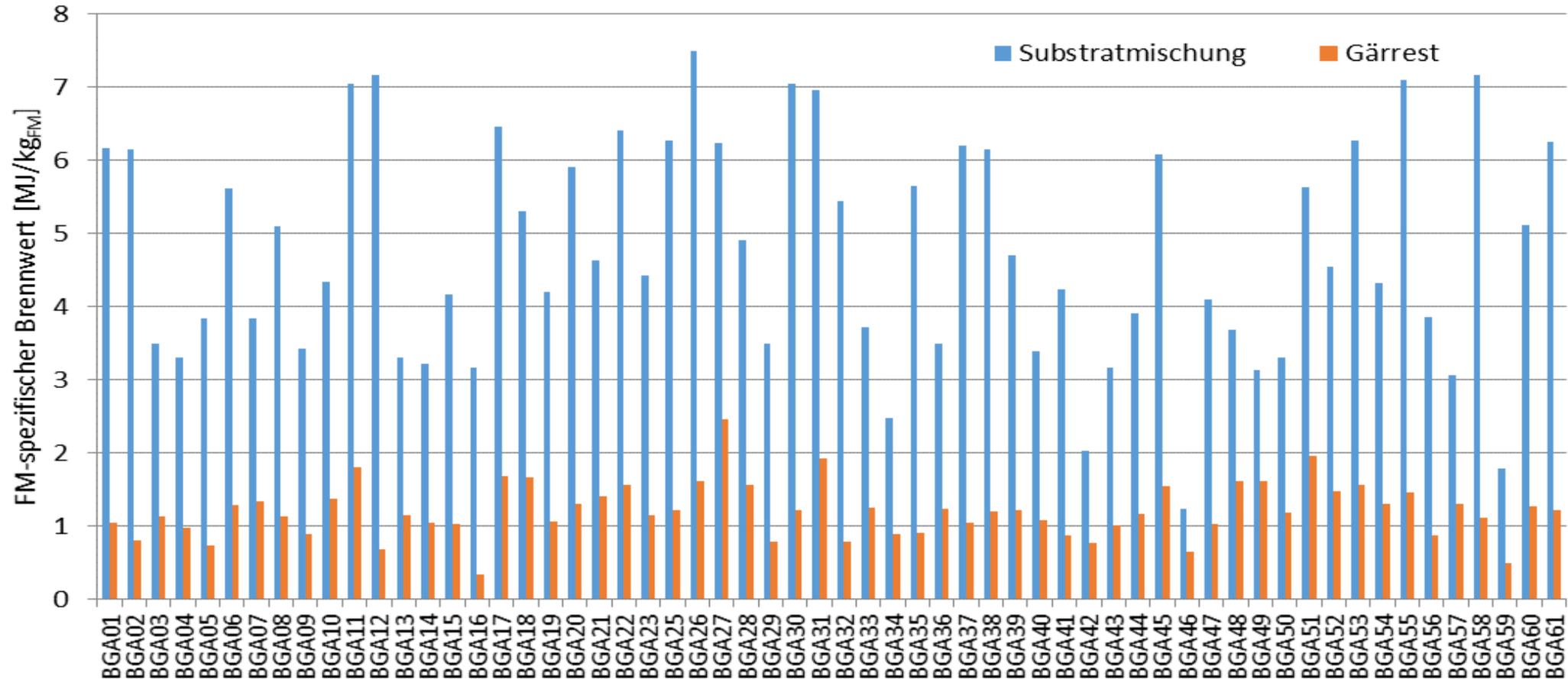


Abbildung 6-45: Auf die Frischmasse bezogener Brennwert in den Substratmischungen und Gärresten der untersuchten Biogasanlagen  
Quelle: Biogas-Messprogramm III, 2021

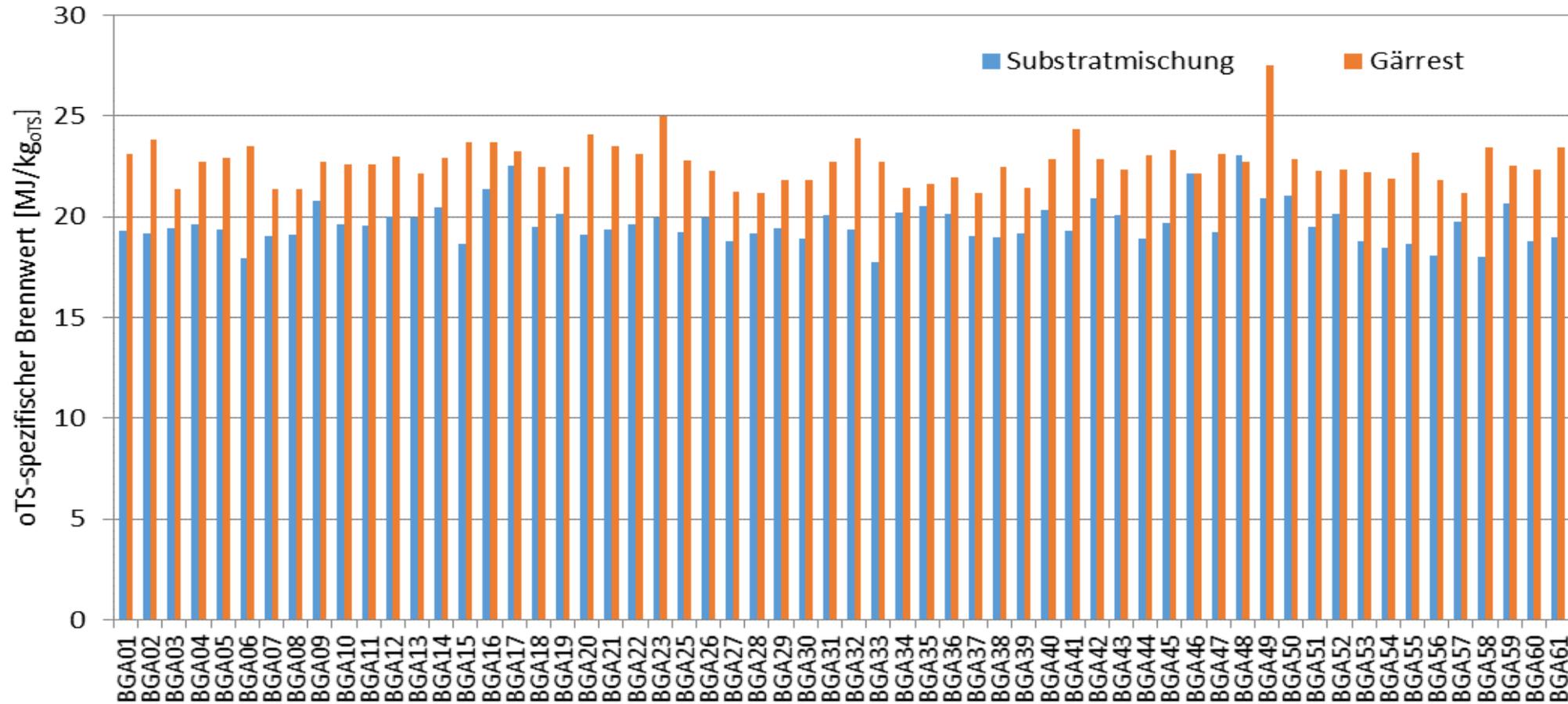


Abbildung 6-46: oTS-spezifischer Brennwert in den Substratmischungen und Gärresten der untersuchten Biogasanlagen  
Quelle: Biogas-Messprogramm III, 2021

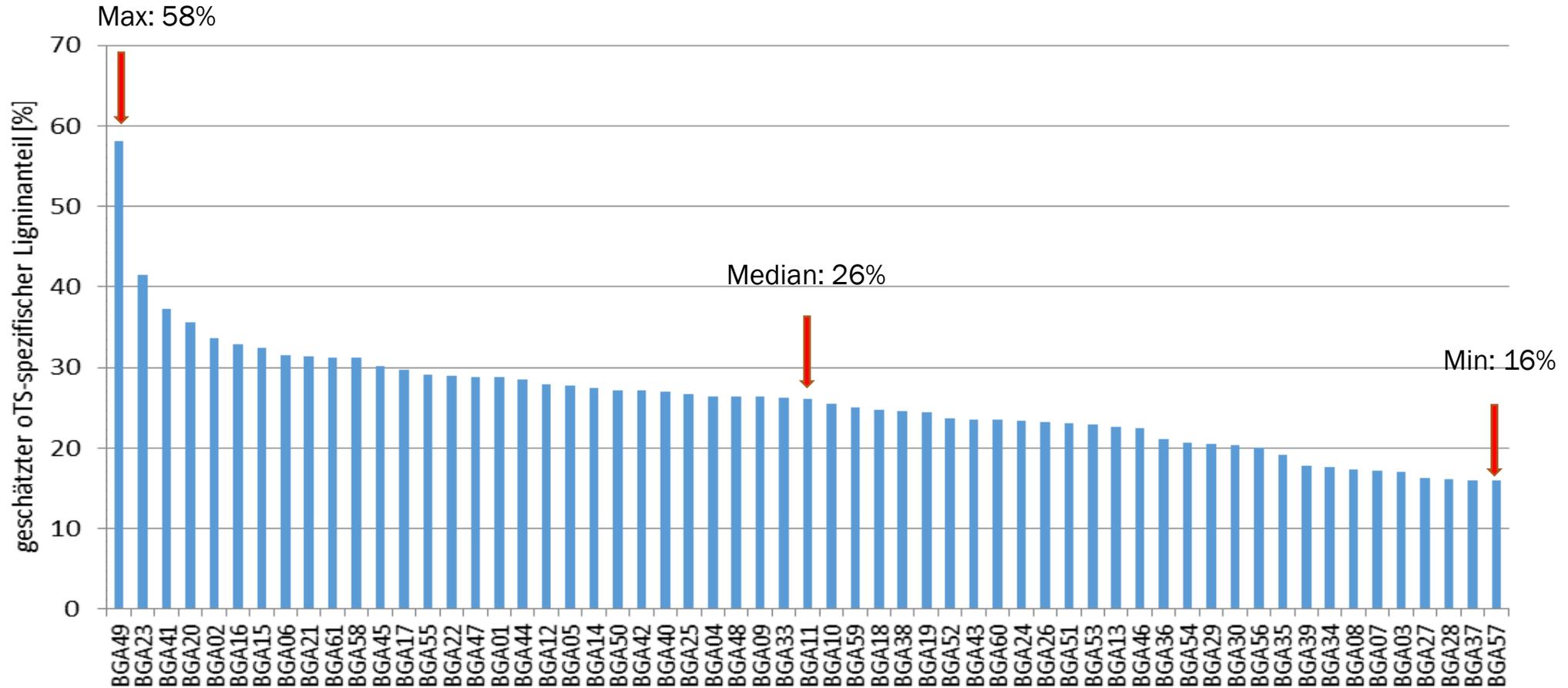


Abbildung 6-47: geschätzter Ligninanteil in den Gärresten der untersuchten Biogasanlagen

Quelle: Biogas-Messprogramm III, 2021

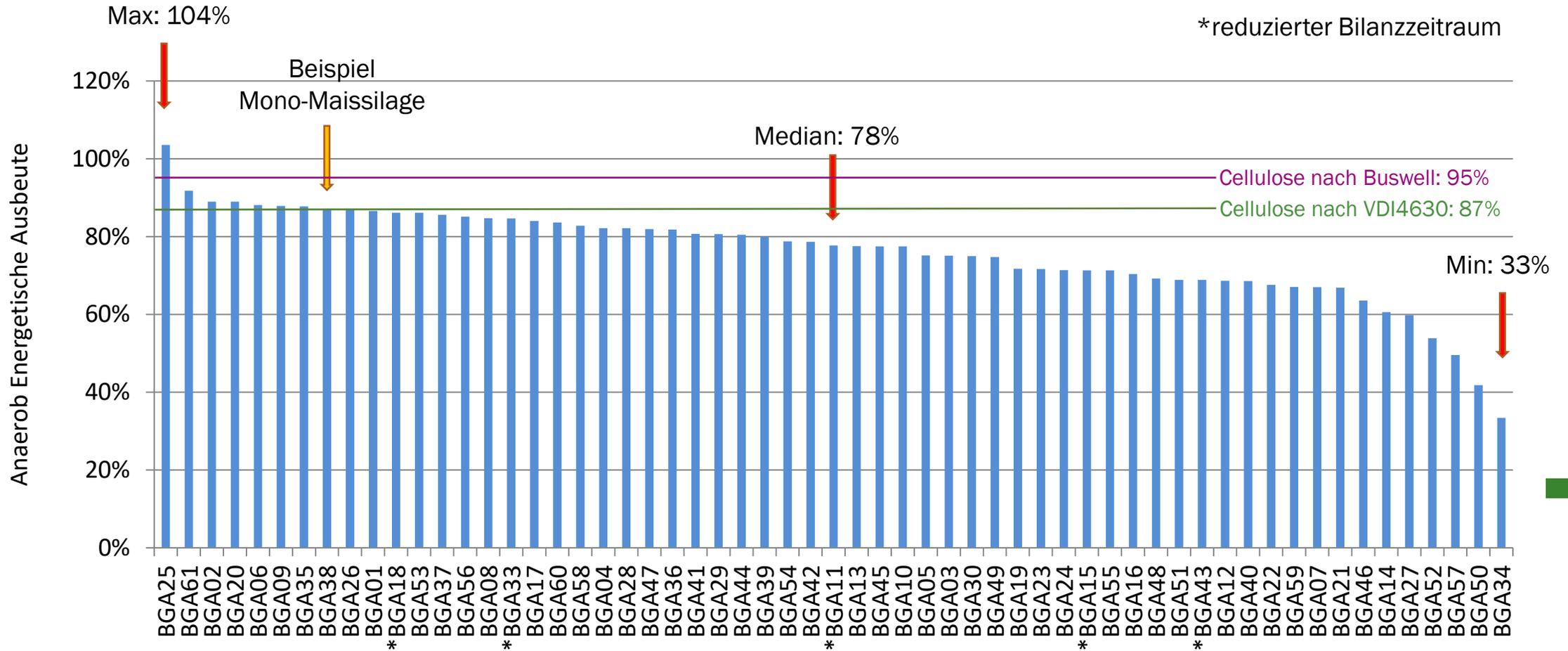
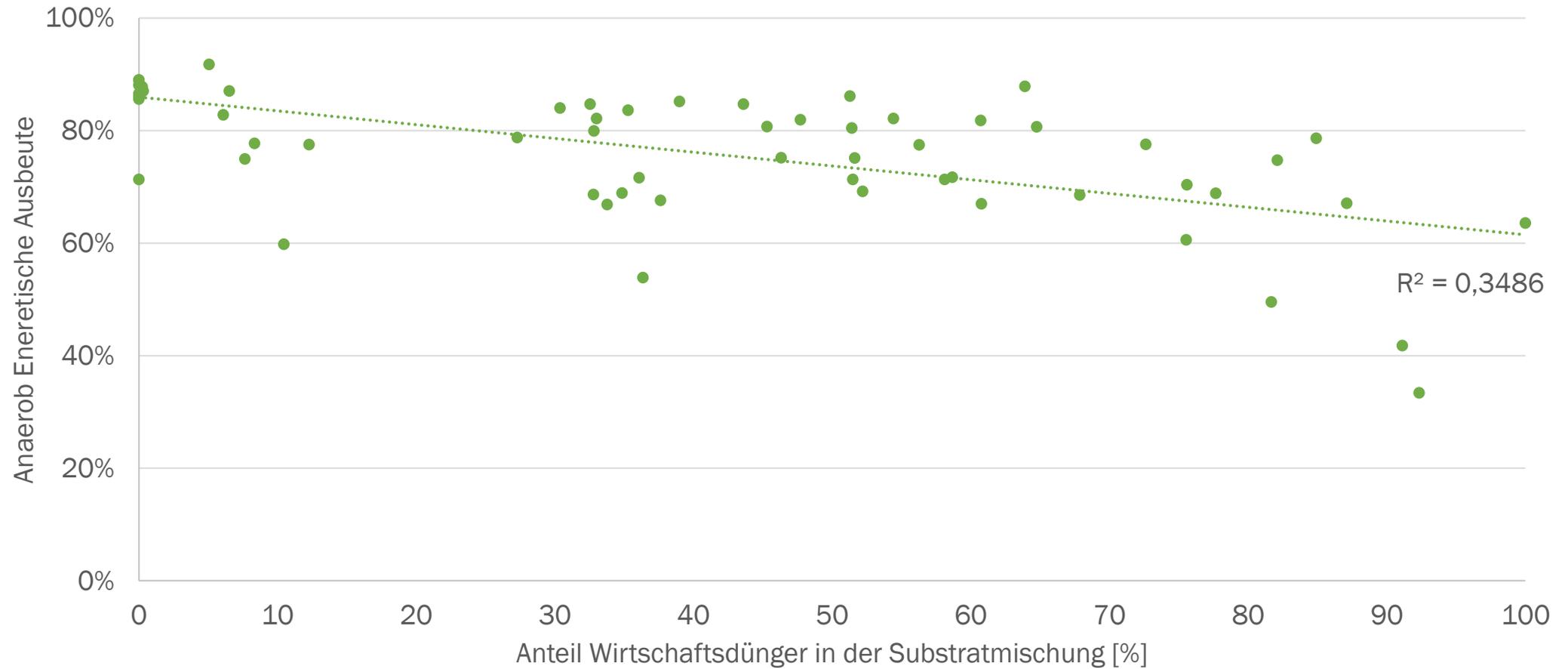


Abbildung 6-56: Anaerob Energetische Ausbeute von 59 Biogasanlagen  
Quelle: Biogas-Messprogramm III, 2021



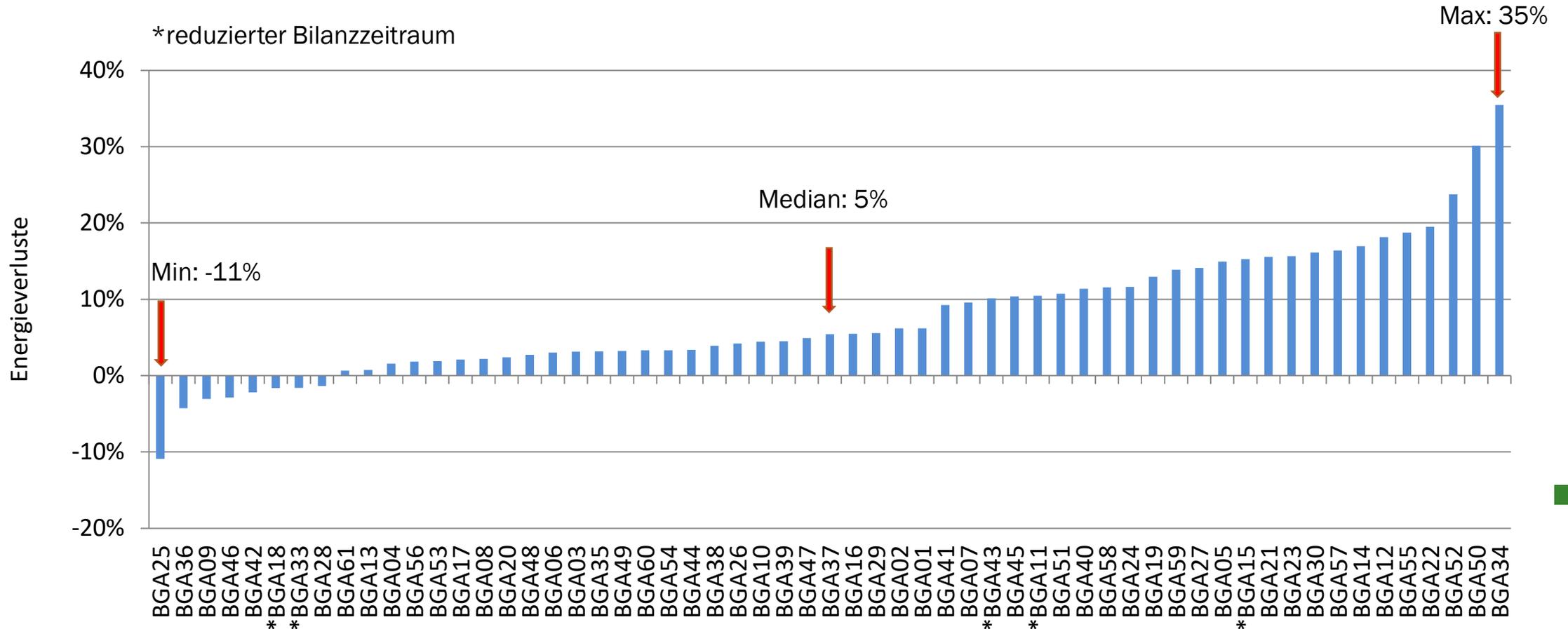


Abbildung 6-58: Energieverlust im Gärprozess als Anteil der Substratenergie  
Quelle: Biogas-Messprogramm III, 2021

- Energiebasierte Bilanzierung erlaubt Effizienzbewertung mit absolutem Bezug
- Erstmals große Anzahl von BGA energetisch bilanziert
- Bei einer Mehrheit der Anlagen ist der Gärprozess bereits sehr effizient
  - Bei einem viertel der Anlagen ist praktisch keine Steigerung mehr zu erwarten
  - Bei einem Drittel der Anlagen ist eine Steigerung von <10% möglich
  - Bei einem weiteren Drittel ist eine Steigerung zwischen 10 und 40% möglich
  - Bei ca. 10% der Anlagen ist eine Steigerung > 40% möglich
- Energiebilanzierung ermöglicht das Entdecken von Gasleckagen als „Energieverlust“
- Berücksichtigung der Abbaubarkeit der Substrate durch den Ligninanteil scheint Anlagen mit Wirtschaftsdüngerdominierten Substratmischungen zu benachteiligen
- → Lignin hindert auch den Abbau abbaubarer Stoffe durch physikalische Barriere – durch Substrataufbereitung möglicherweise lösbar (?)