



# Treibhausgasbilanzen und Kosten für Verfahren der Gärrest- aufbereitung

**S. Wulf, U. Roth, M. Fechter, J. Dahlin**

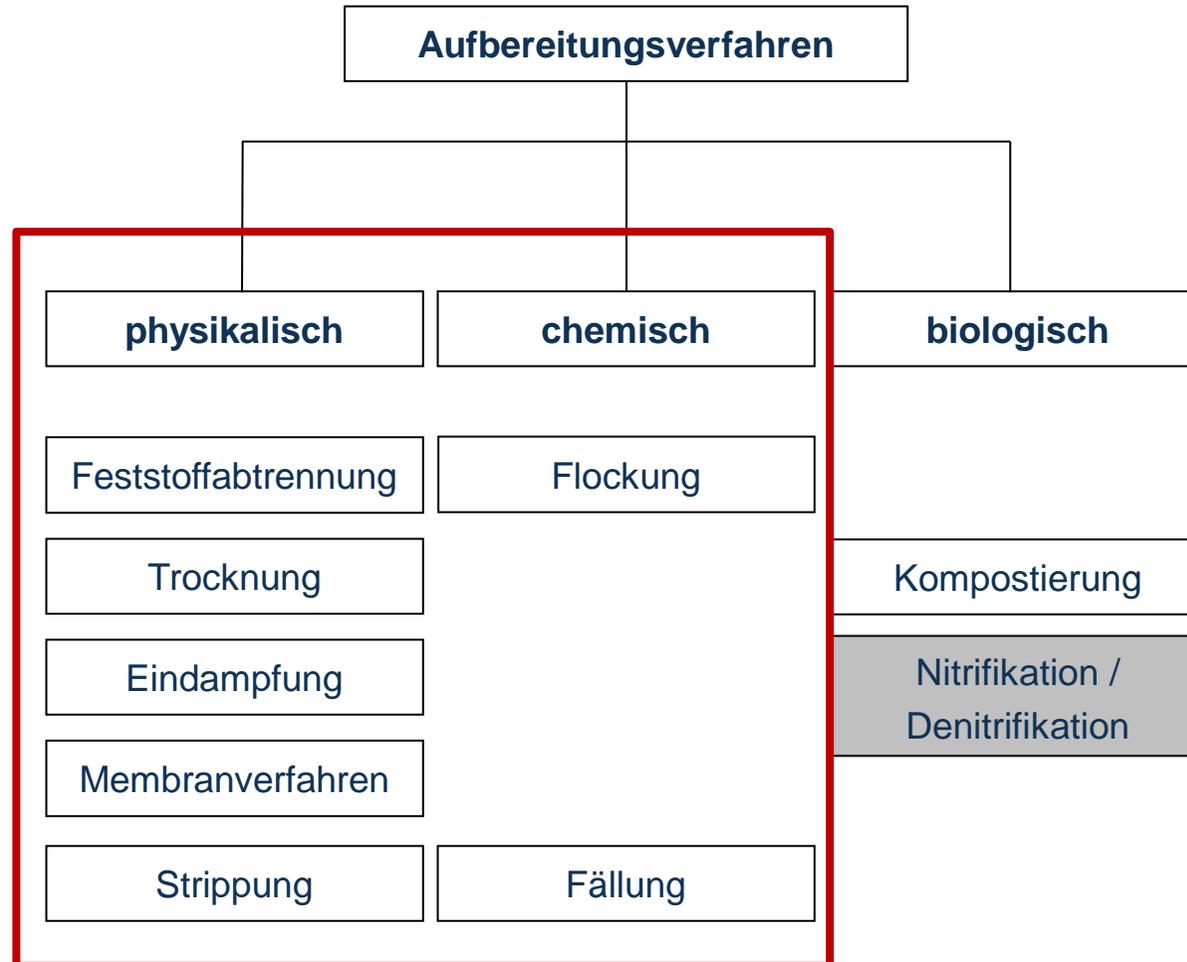
Arbeitsforum „Treibhausgasbilanzierung und Klimaschutz in  
der Landwirtschaft“, Freising 11./12. Oktober 2017



# Warum Gärreste behandeln ?

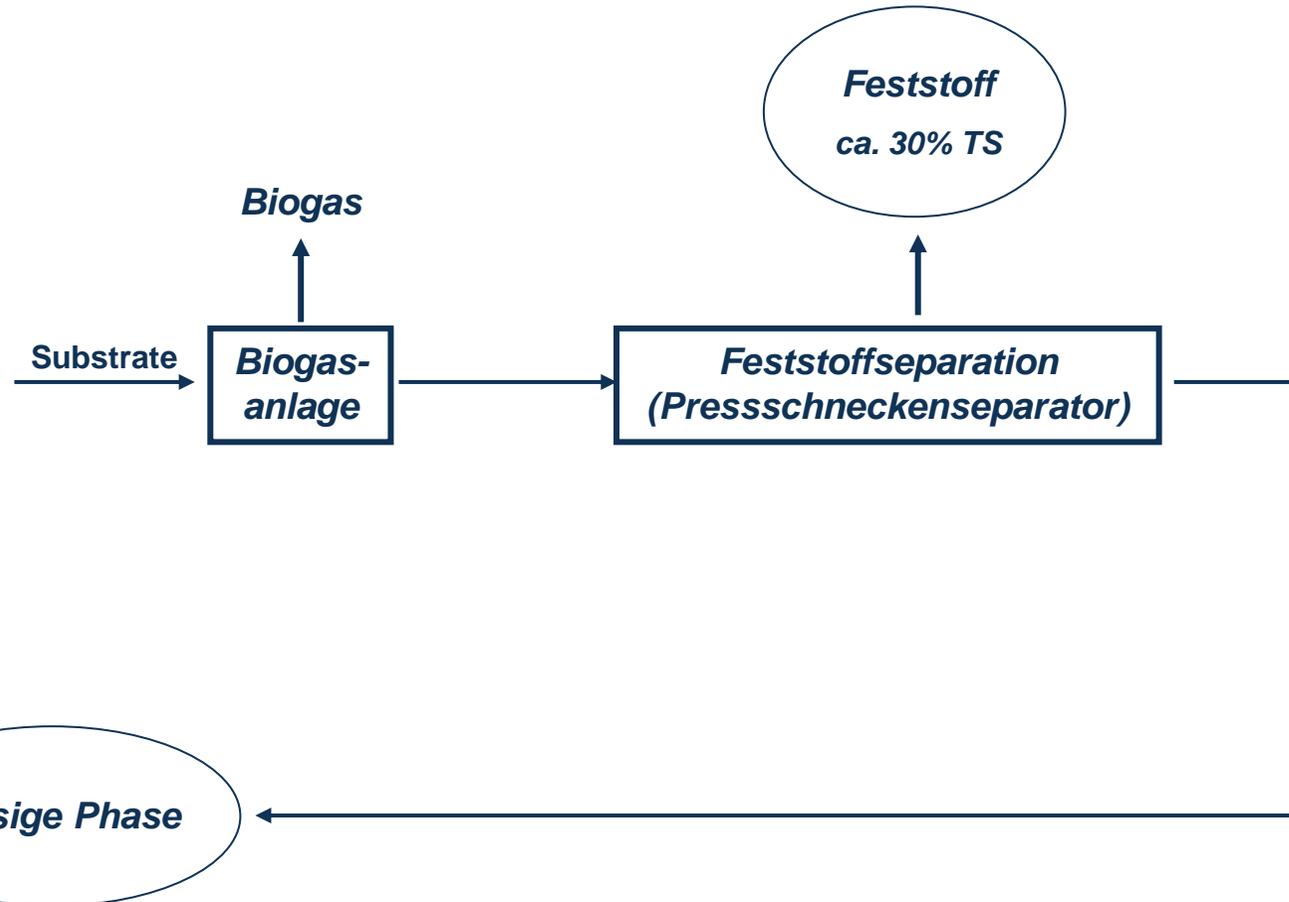
---

- „Export“ von Nährstoffen
- Einsparung von Lagerungs- und Ausbringungskosten
- Verkauf von Aufbereitungsprodukten
  - Transport- und lagerungsfähige flüssige Dünger
  - Kompost
- Minderung von Umweltbelastungen
  - Nährstoffentlastung der Flüssigphase
  - Vermeidung flüchtiger Luft- und Atmosphärenschadstoffe
  - Abbau geruchsintensiver Komponenten
- Erlöse durch KWK-Bonus



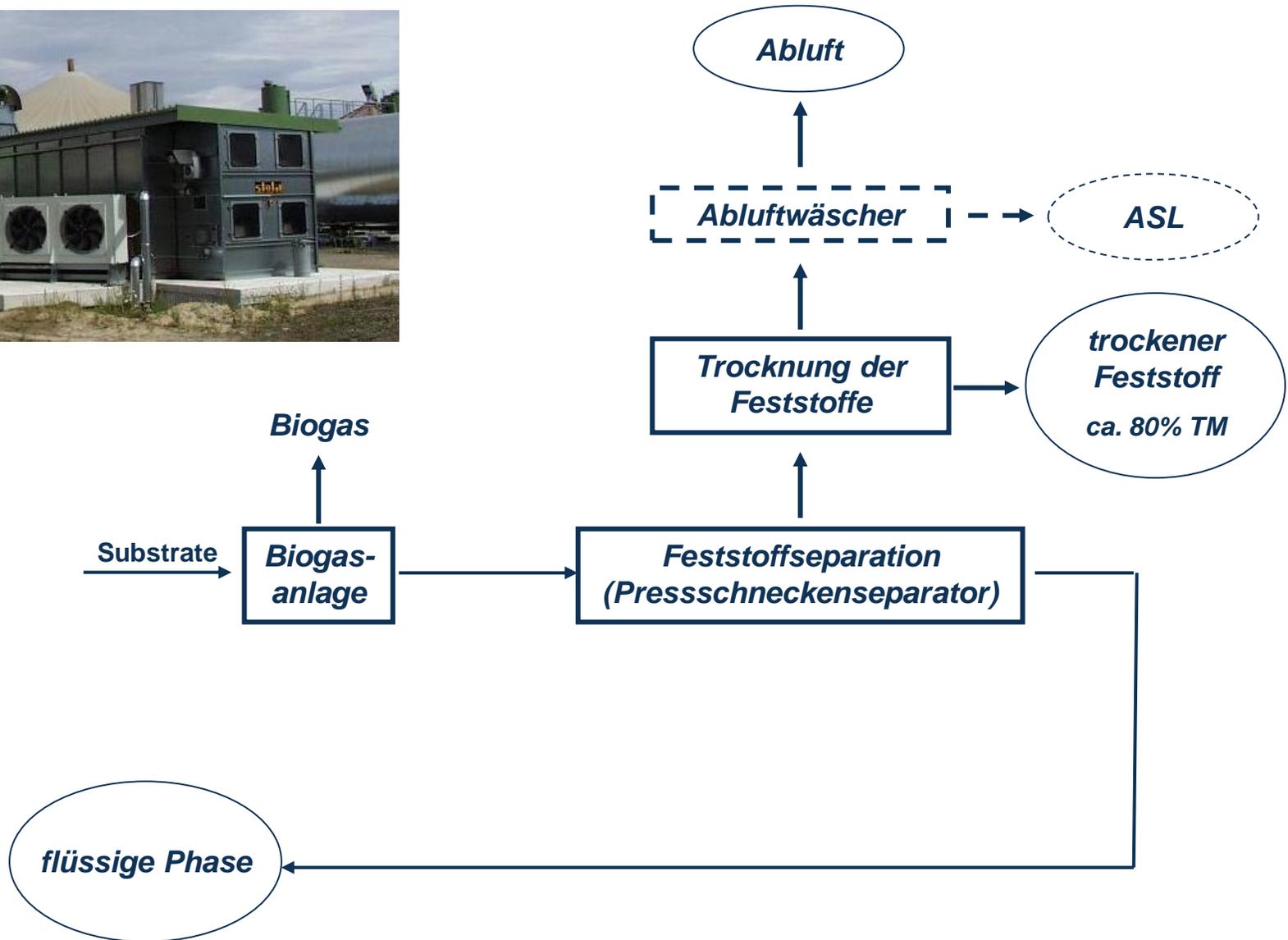
Eliminierung von Nährstoffen

# Separierung und Ausbringung-

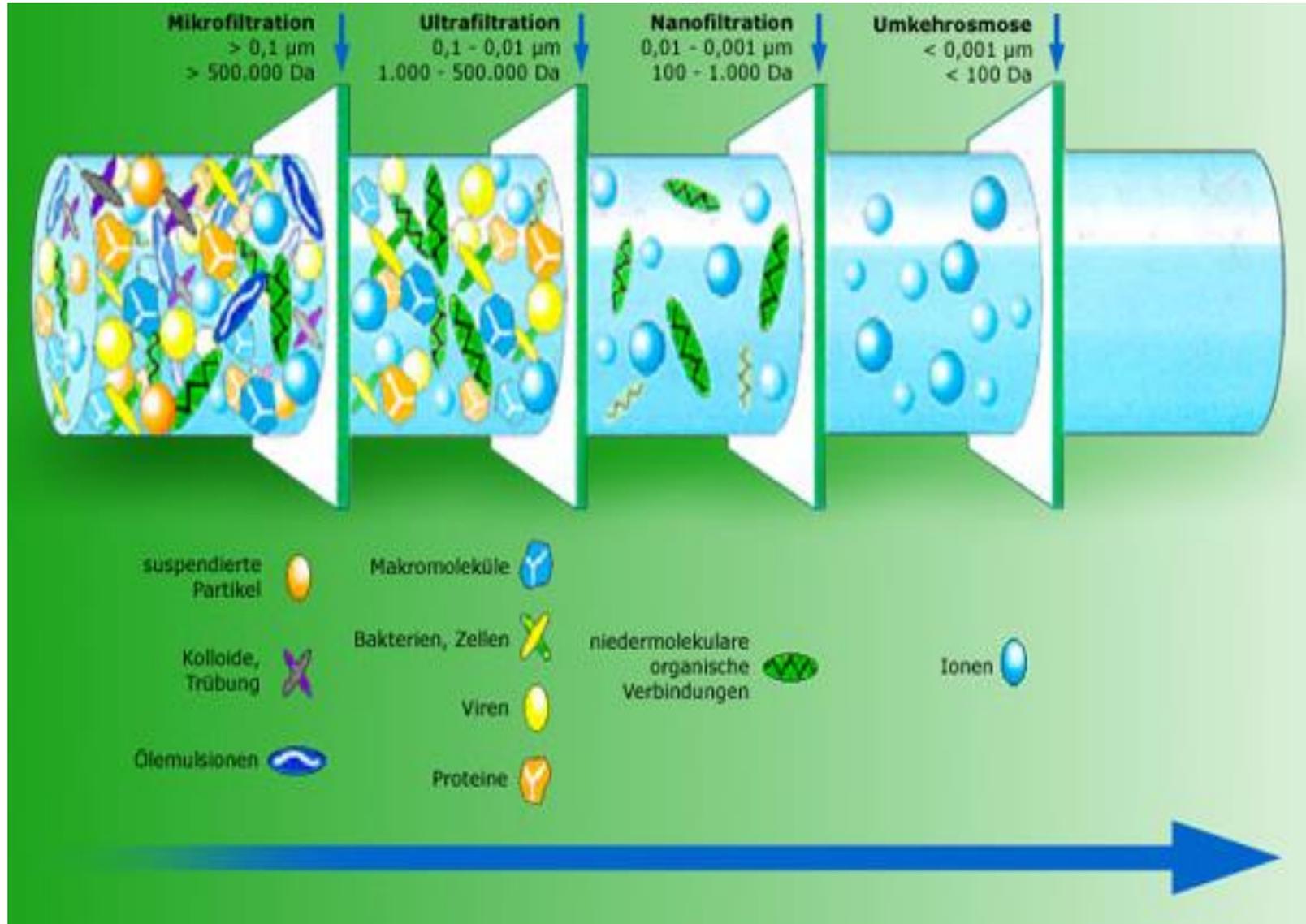


! Fest-Flüssigtrennung ist Grundvoraussetzung für alle weiteren Verfahren

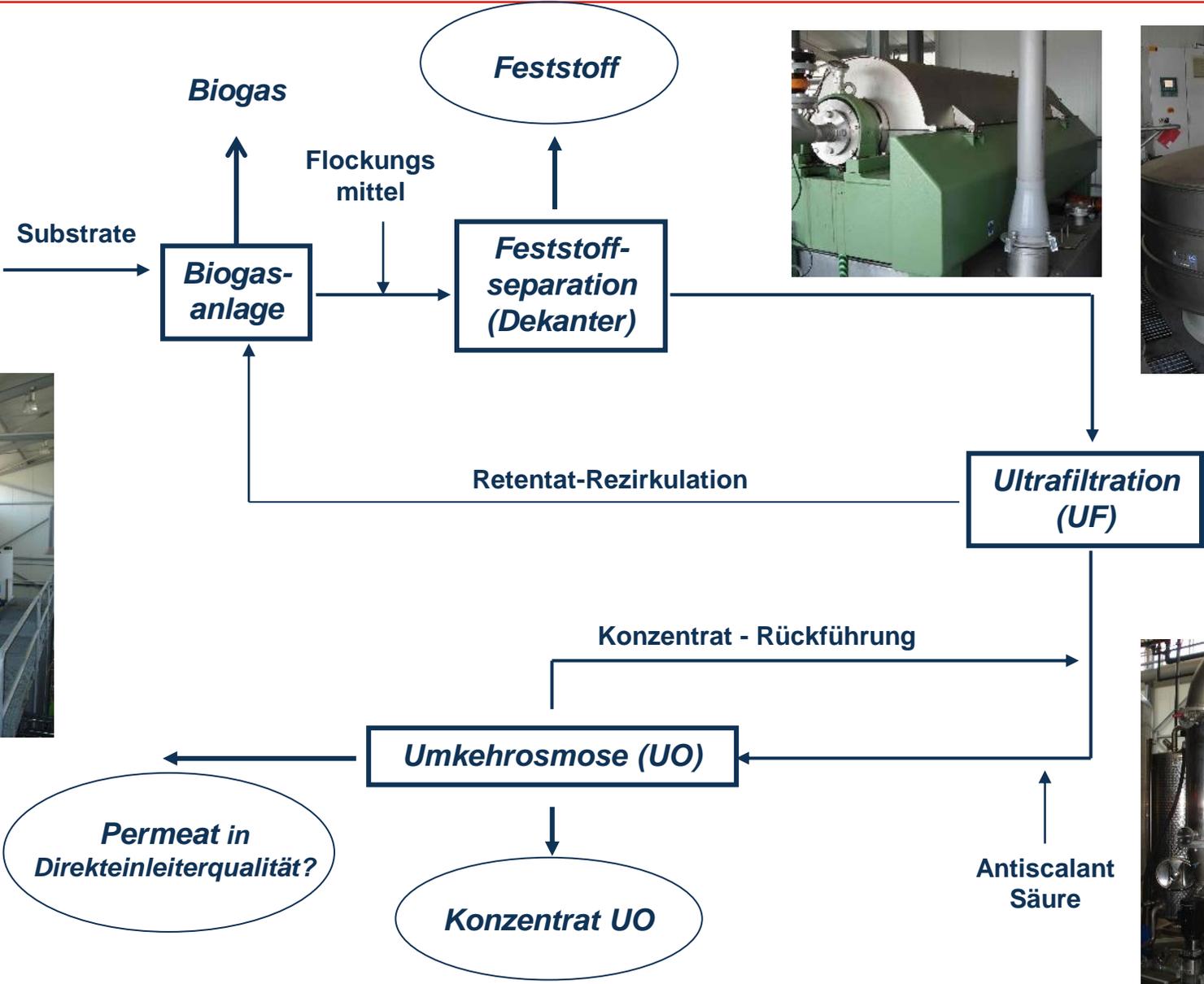
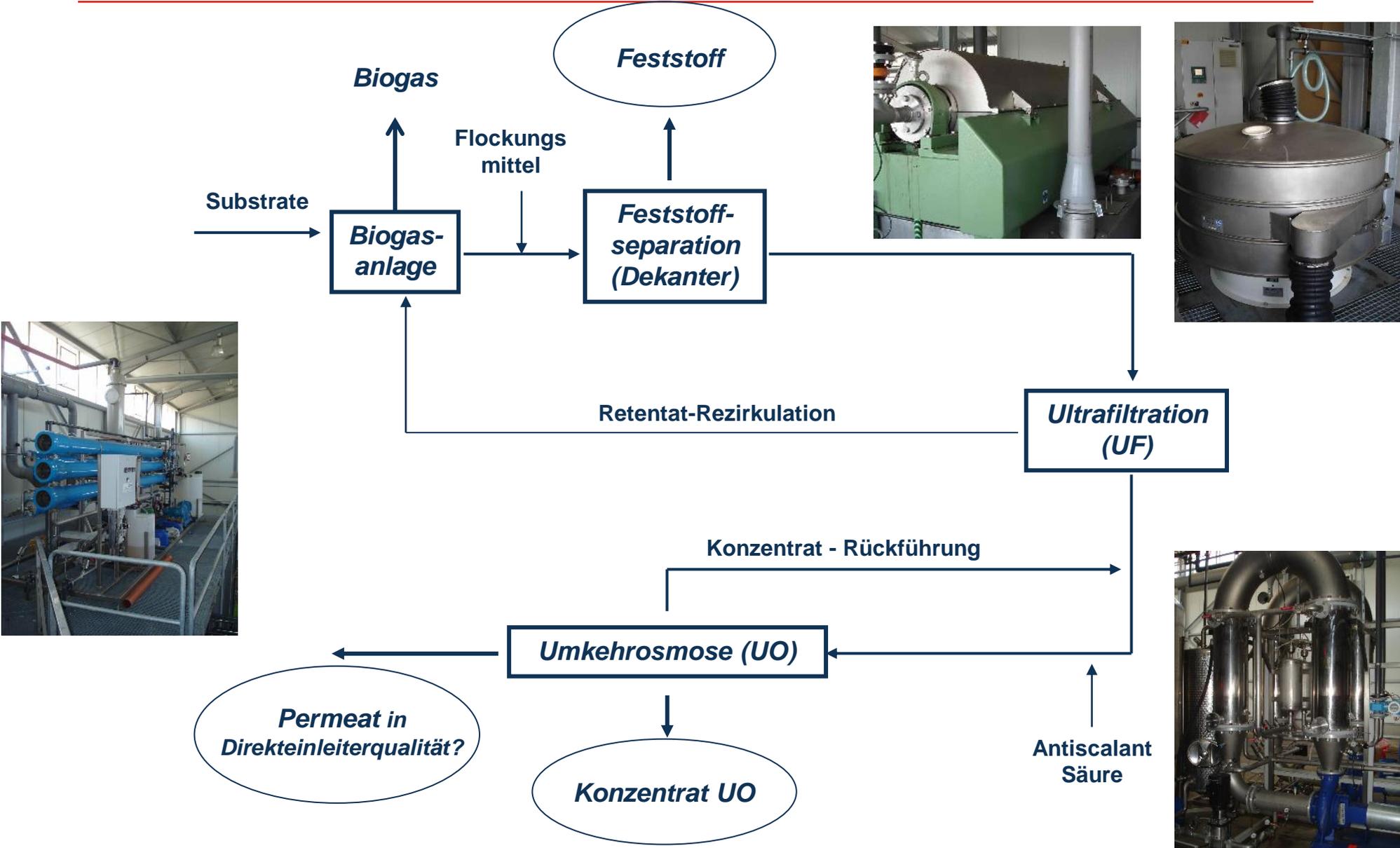
# Trocknung

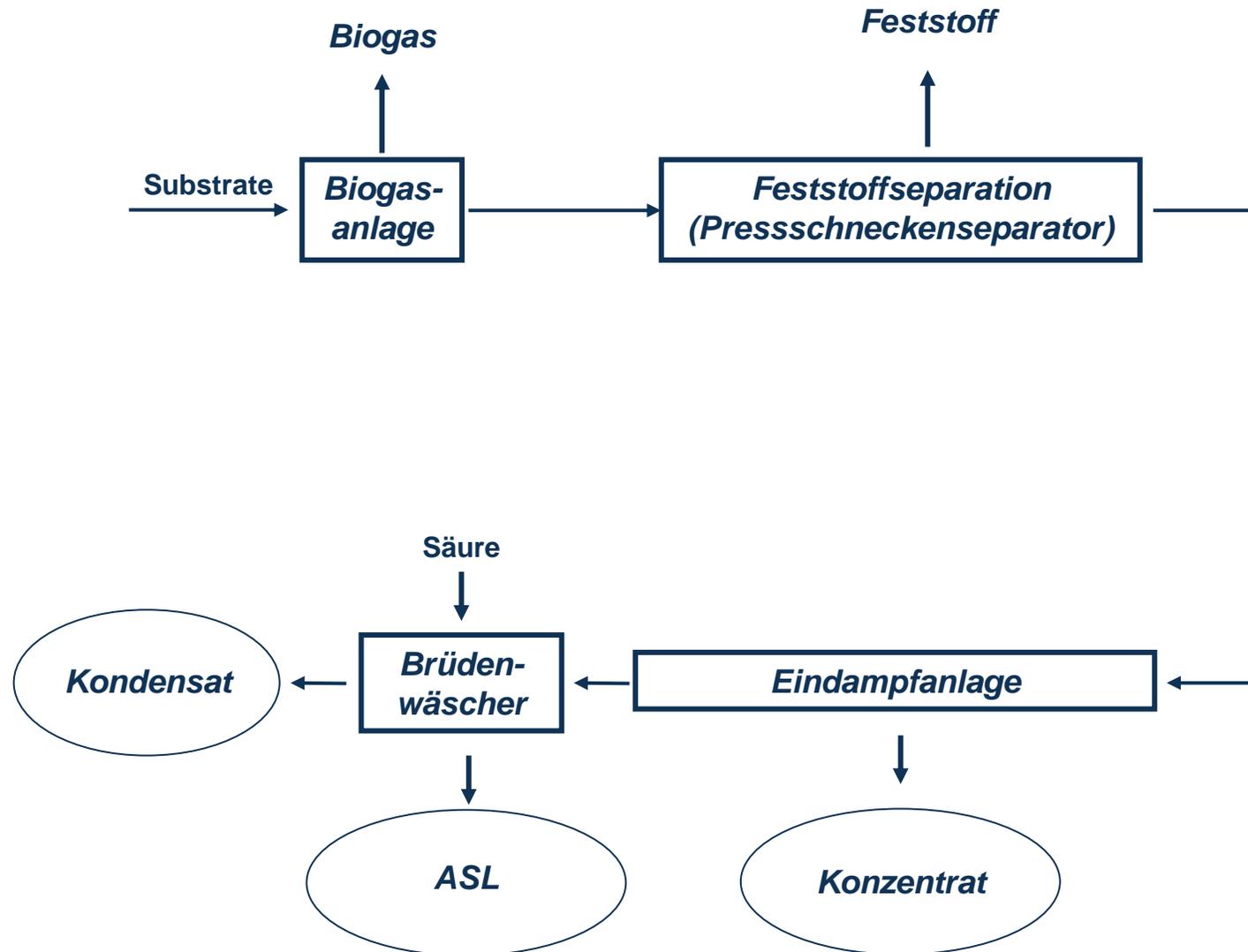


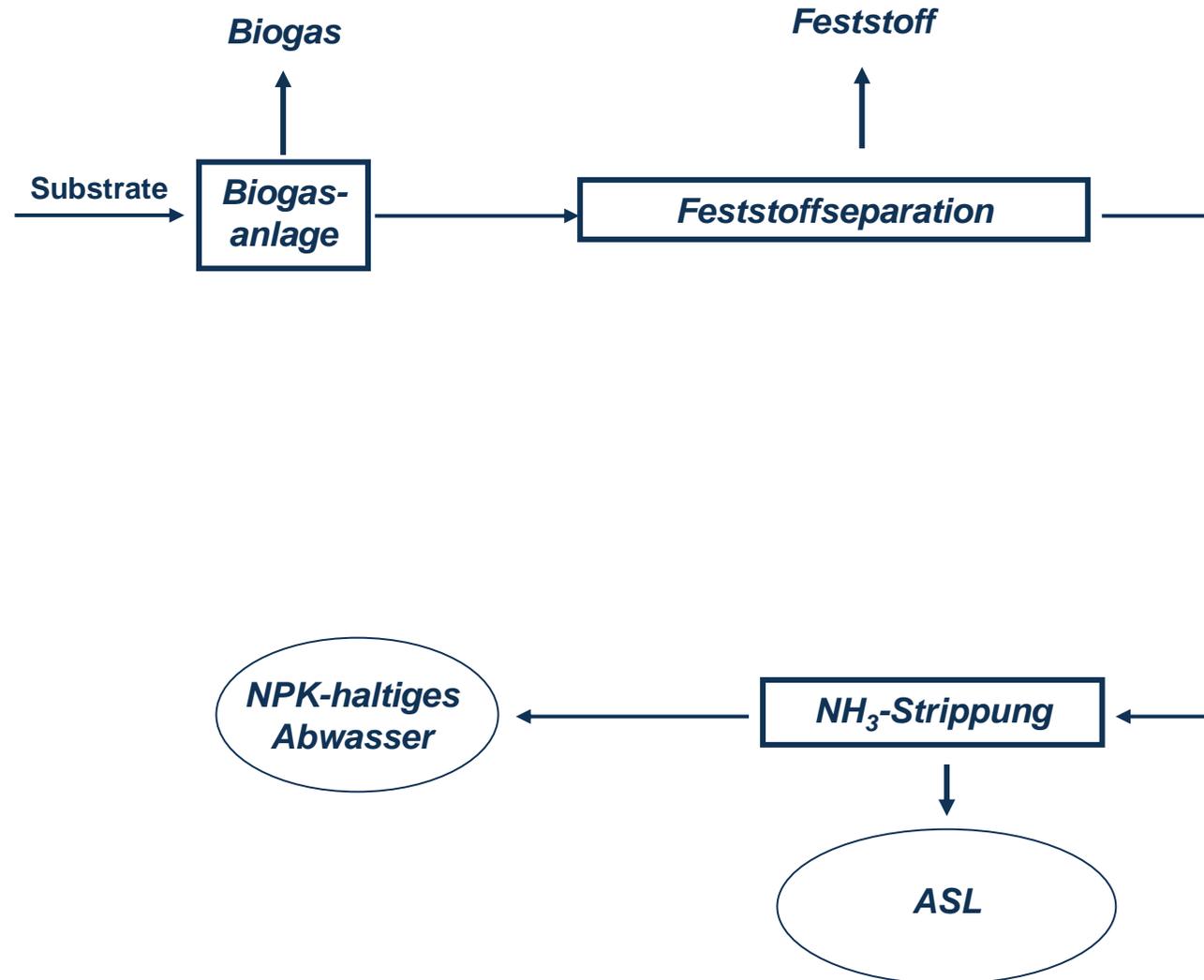
## Spektrum von Filtrationstechniken



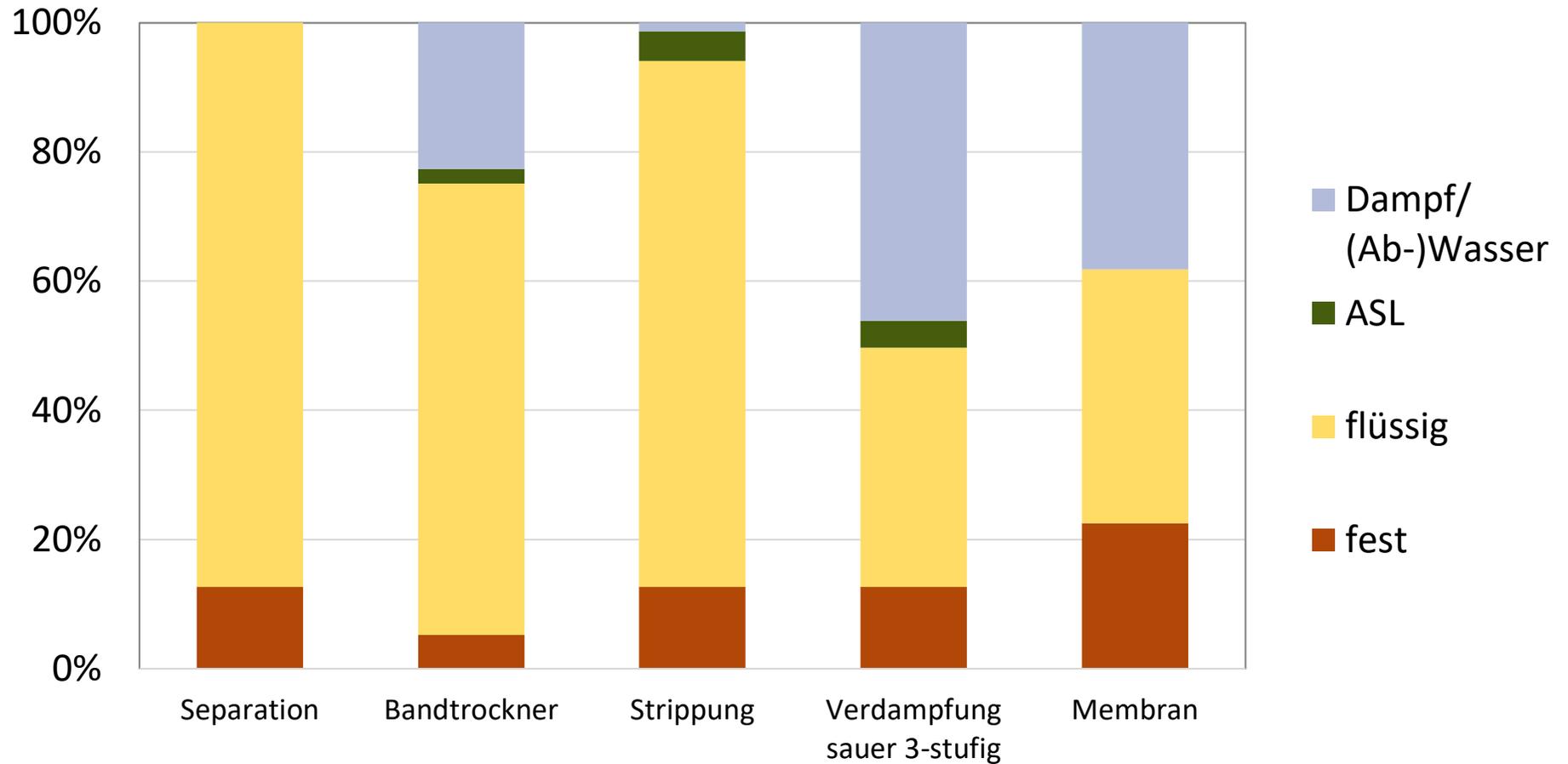
# Membrantechnik



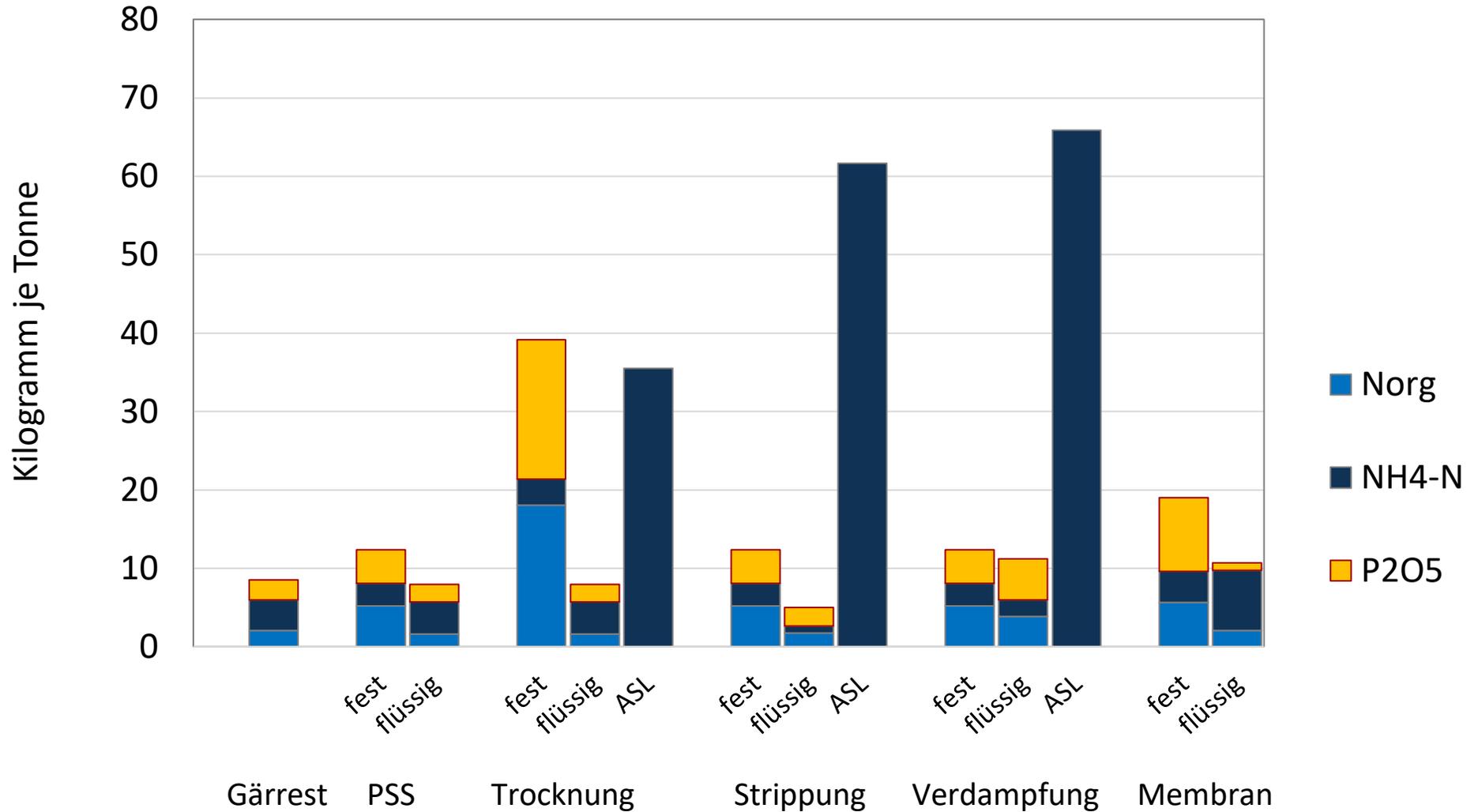




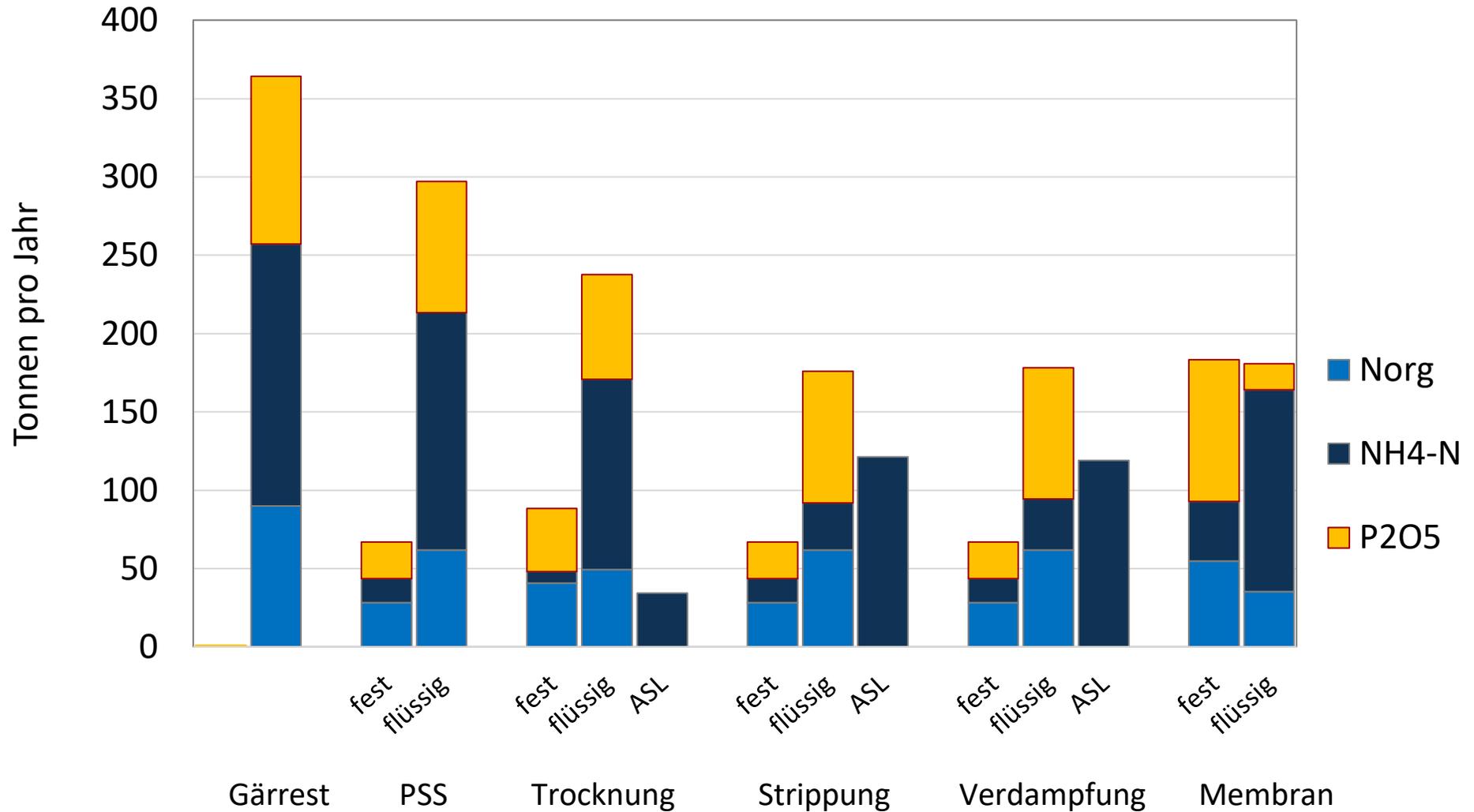
# Massenverteilung



# Nährstoffgehalte



# Nährstoffströme



## Annahmen:

- Verschiedene Wärmenutzungsszenarien
  - Ohne existierende Wärmenutzung
  - Ohne existierende Wärmenutzung, Generierung des KWK-Bonus
  - Bereits bestehende Wärmenutzung (Opportunitätskosten)
  
- Verschiedene Entfrachtungs-Szenarien: 300 km Transport von
  - 50 % P
  - 50 % N
  - Alle anfallenden Nährstoffe

Die übrigen Nährstoffe werden hofnah verwertet

## Annahmen:

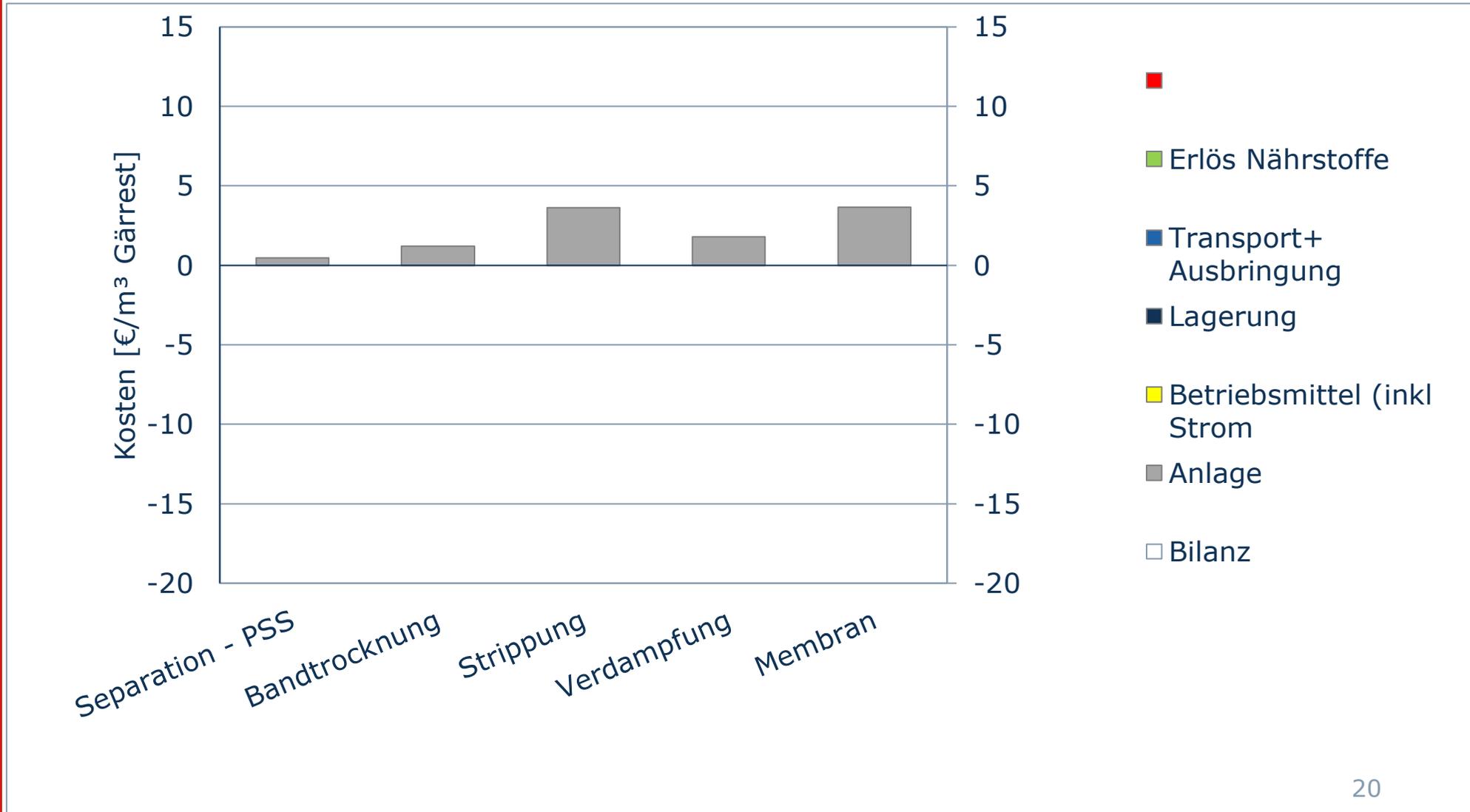
- Lagerung
  - Prinzipiell für Gärreste: 2 Monate auf Anlage
  - Lagerung der zu transportierenden Produkte in aufnehmender Region
  - Lagerung für hofnahe Verwertung auf Anlage

---

# Kosten

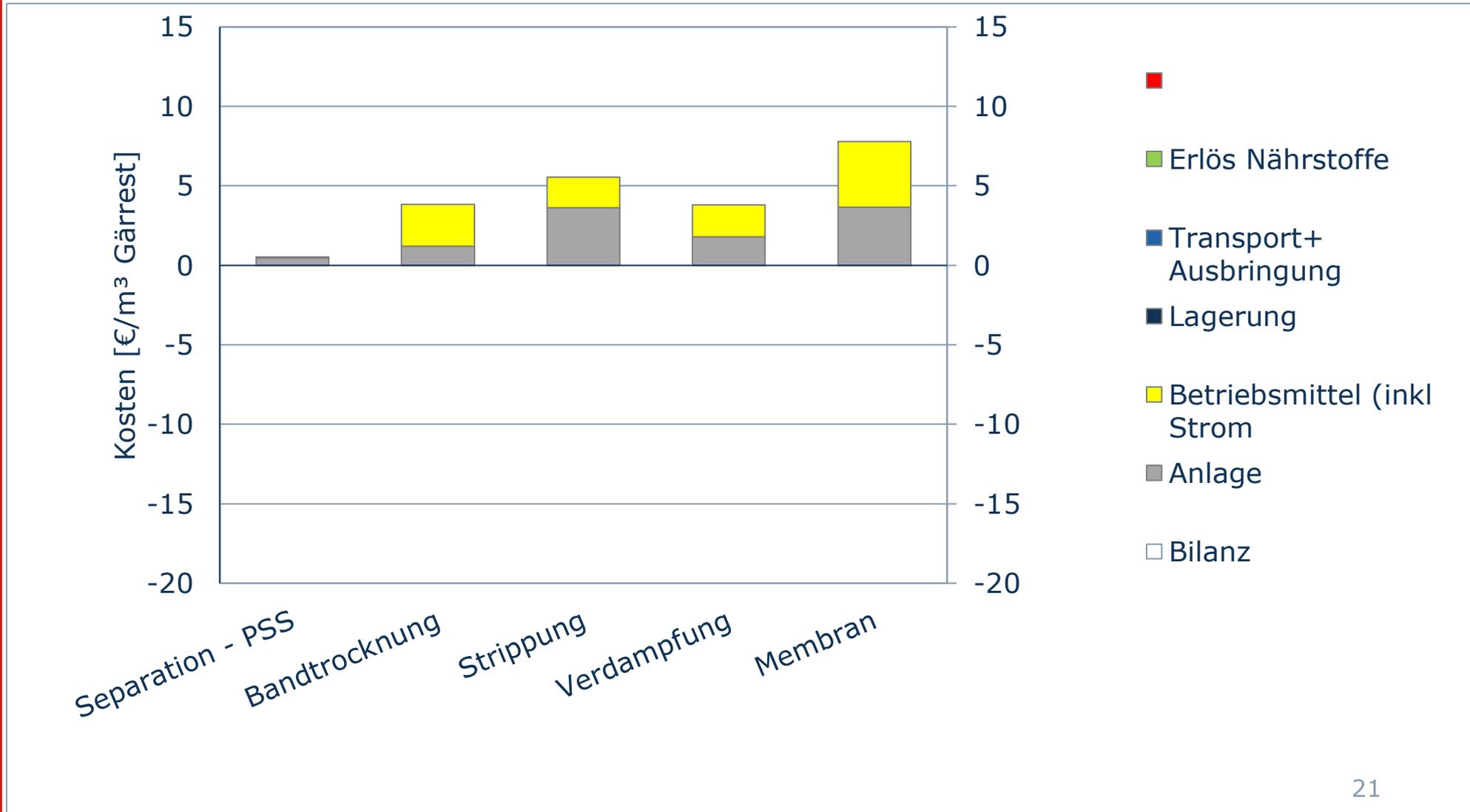
# Kosten für Export 50% P

Anlagenkosten für 2 MW



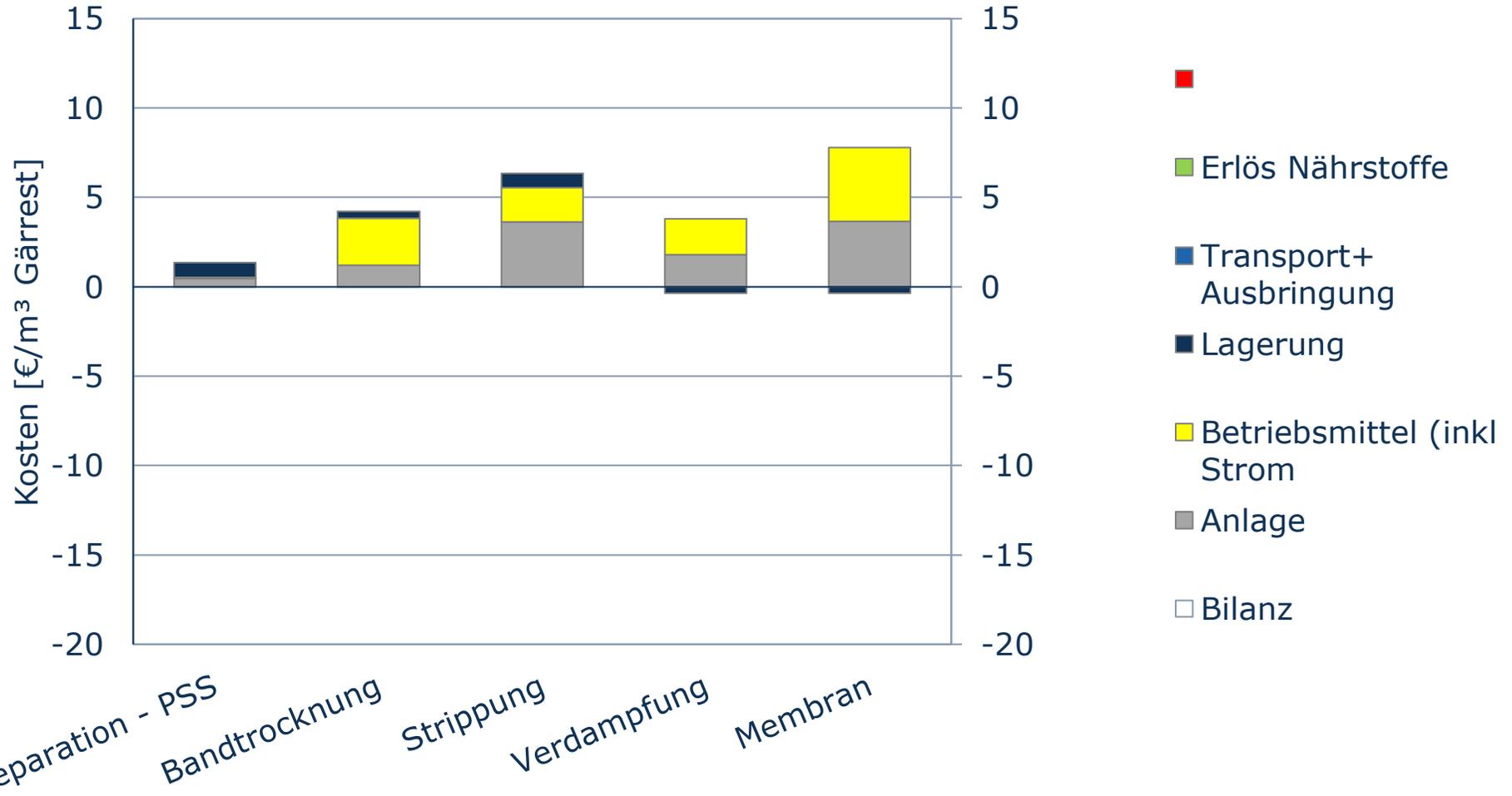
# Kosten für Export 50% P

Anlagenkosten für 2 MW



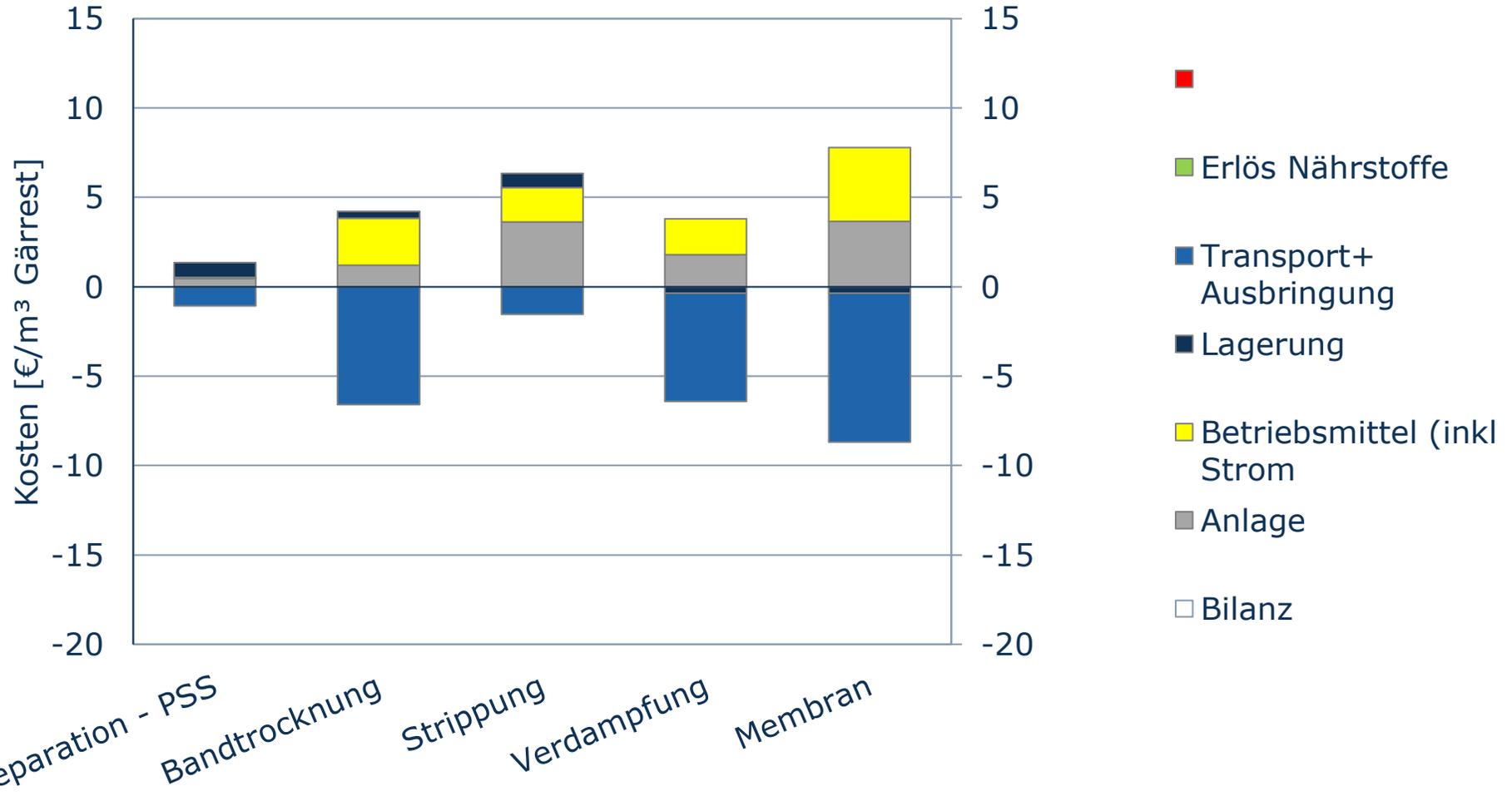
# Kosten für Export 50% P

## Anlagenkosten für 2 MW



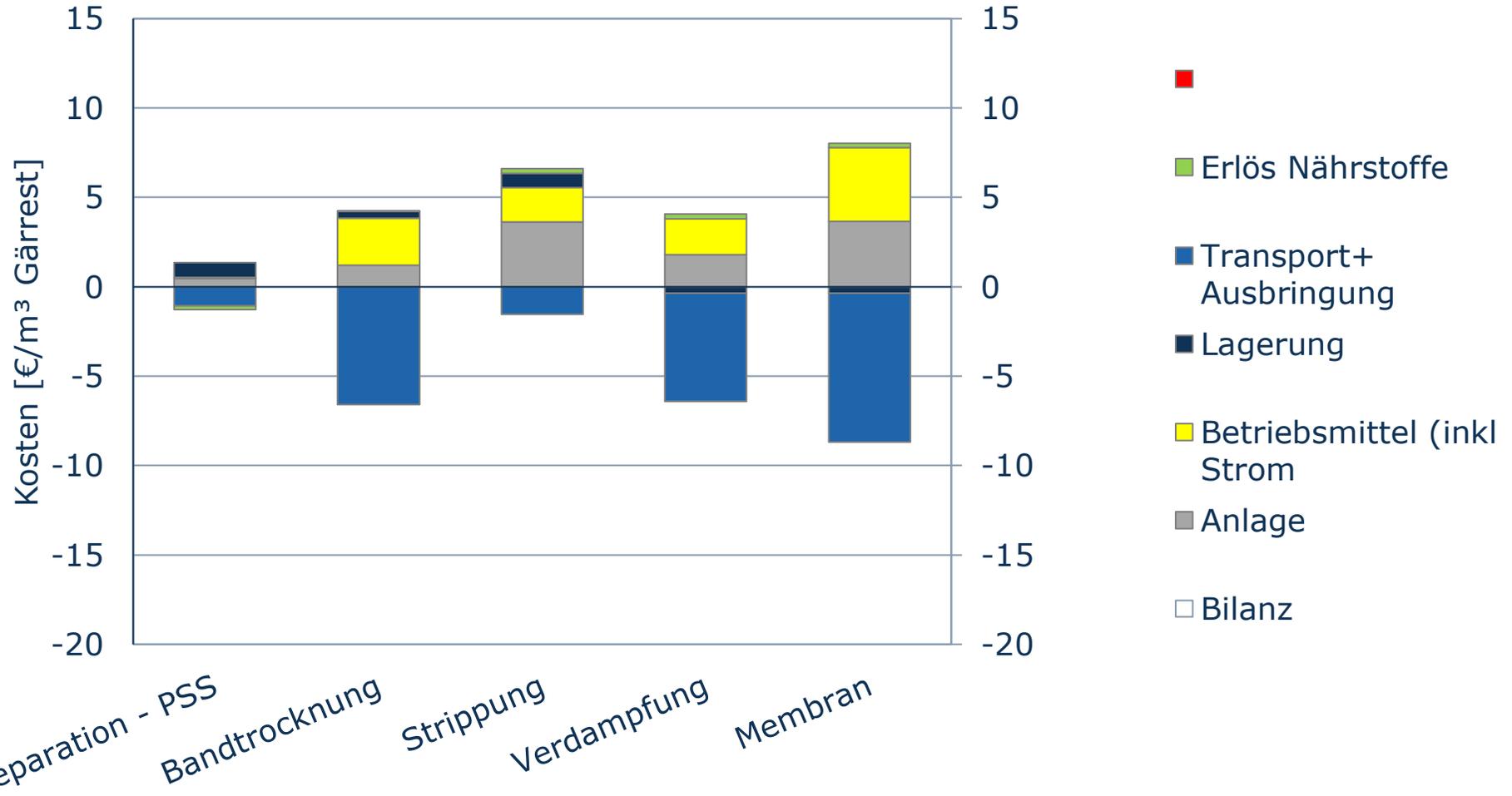
# Kosten für Export 50% P

Anlagenkosten für 2 MW



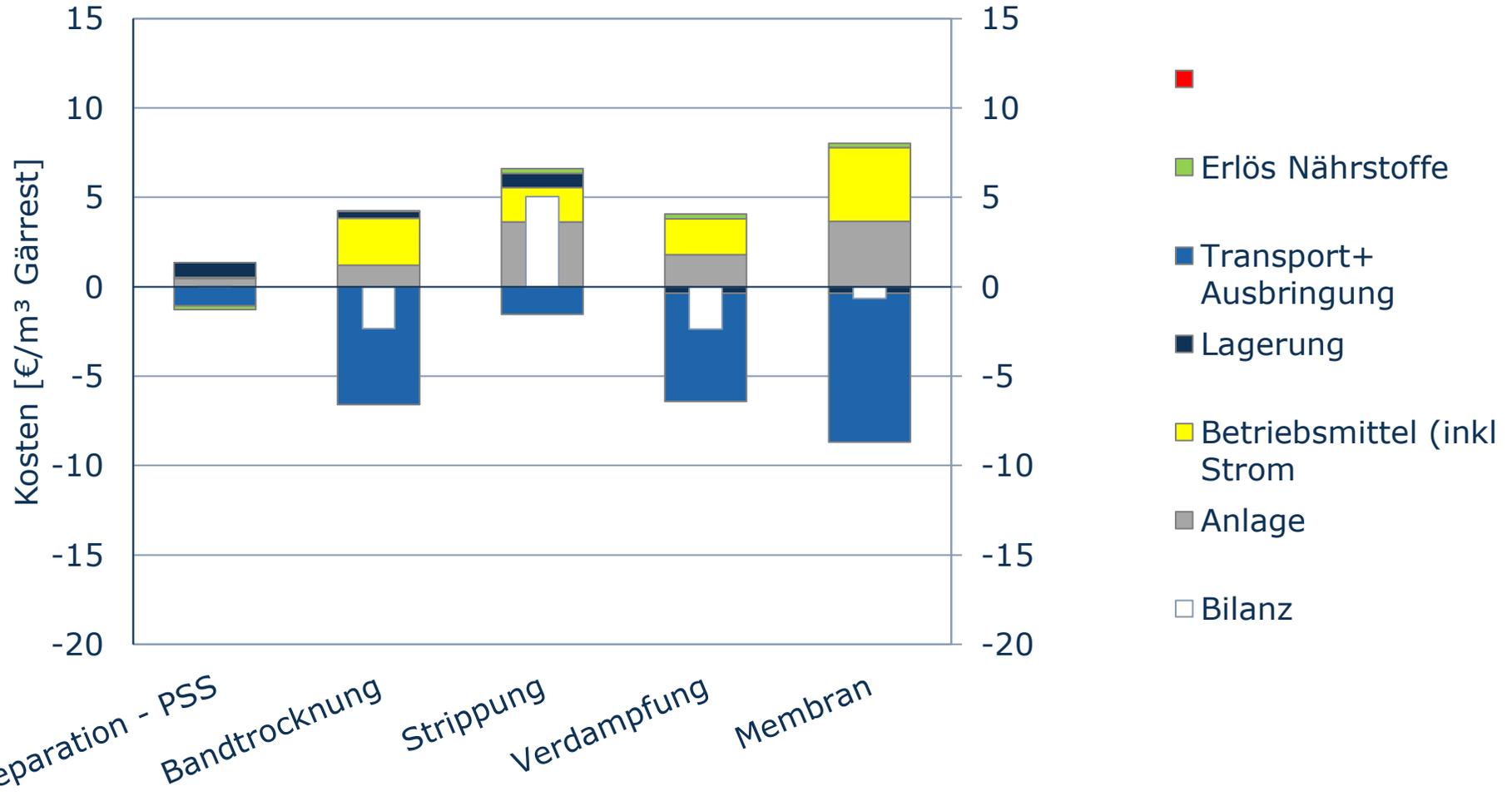
# Kosten für Export 50% P

Anlagenkosten für 2 MW



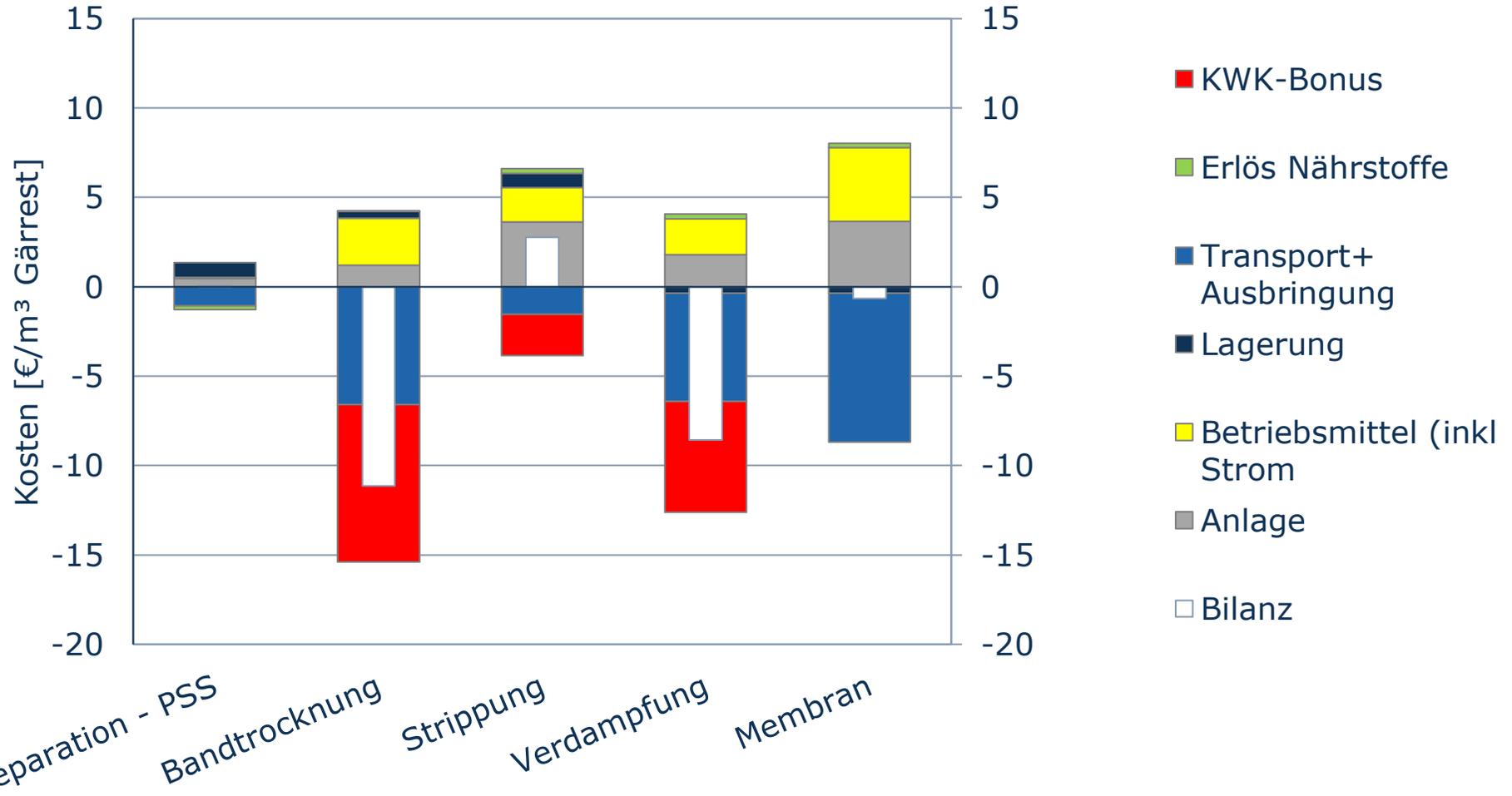
# Kosten für Export 50% P

Anlagenkosten für 2 MW



# Kosten für Export 50% P Erlöse aus KWK-Bonus

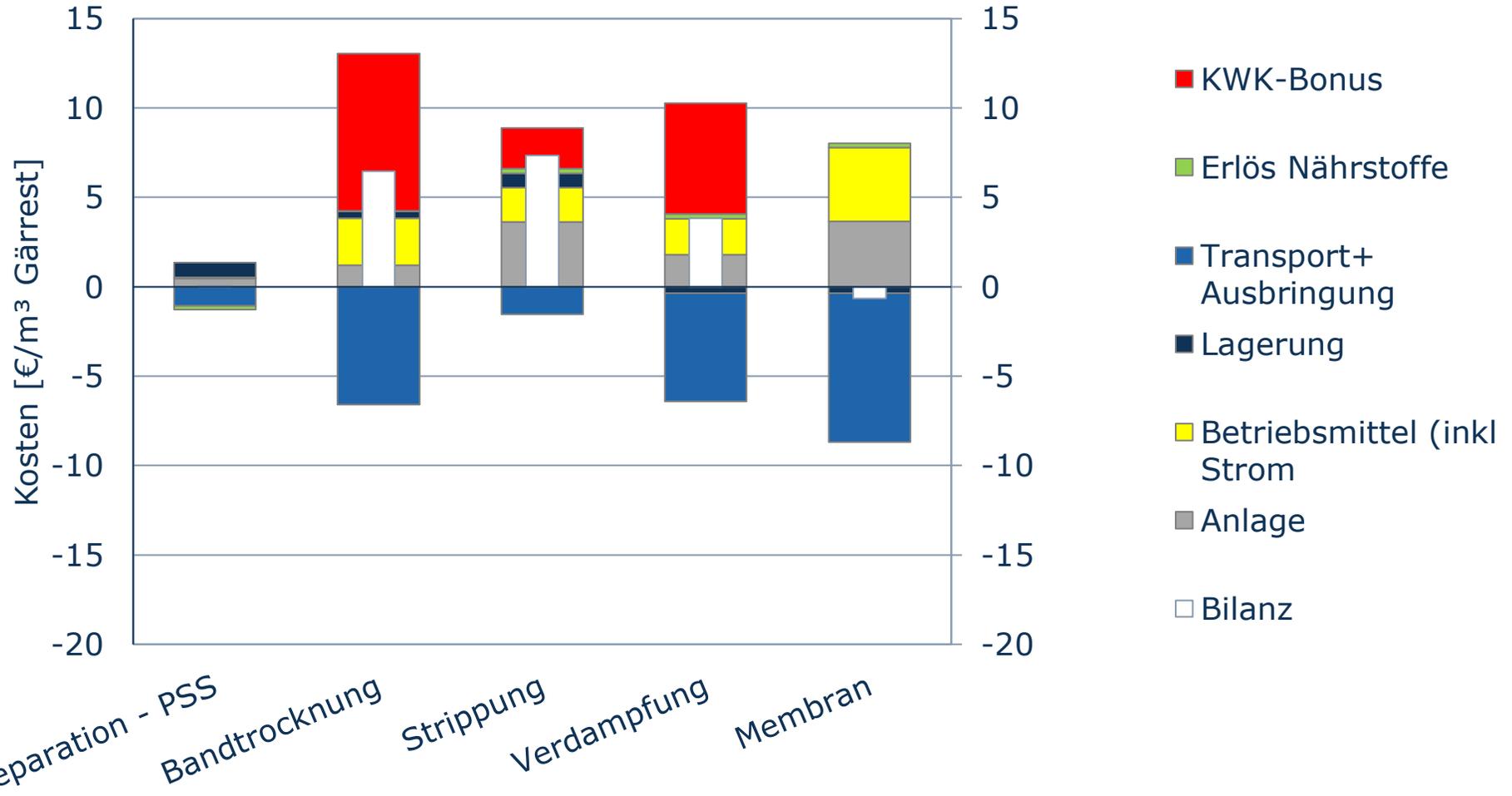
Anlagenkosten für 2 MW



# Kosten für Export 50% P

## Verdrängung externe Wärmenutzung

Anlagenkosten für 2 MW



---

# Treibhausgasemissionen

## Annahmen:

Emissionsfaktoren differenziert für Gärrest und Aufbereitungsprodukte

Lagerung:

	<b>N<sub>2</sub>O-N</b> kg/kg TAN	<b>NH<sub>3</sub>-N</b> kg/kg TAN	<b>CH<sub>4</sub></b> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> Bo
Gärrest	0,005	0,015	0,01
gasdicht	0	0	0
Feststoff frisch	0,013	0,40	0,01
getrocknet	0	0	0
TM-reduzierte Flüssigphase	0	0,015	0,01
ASL	0	0	0

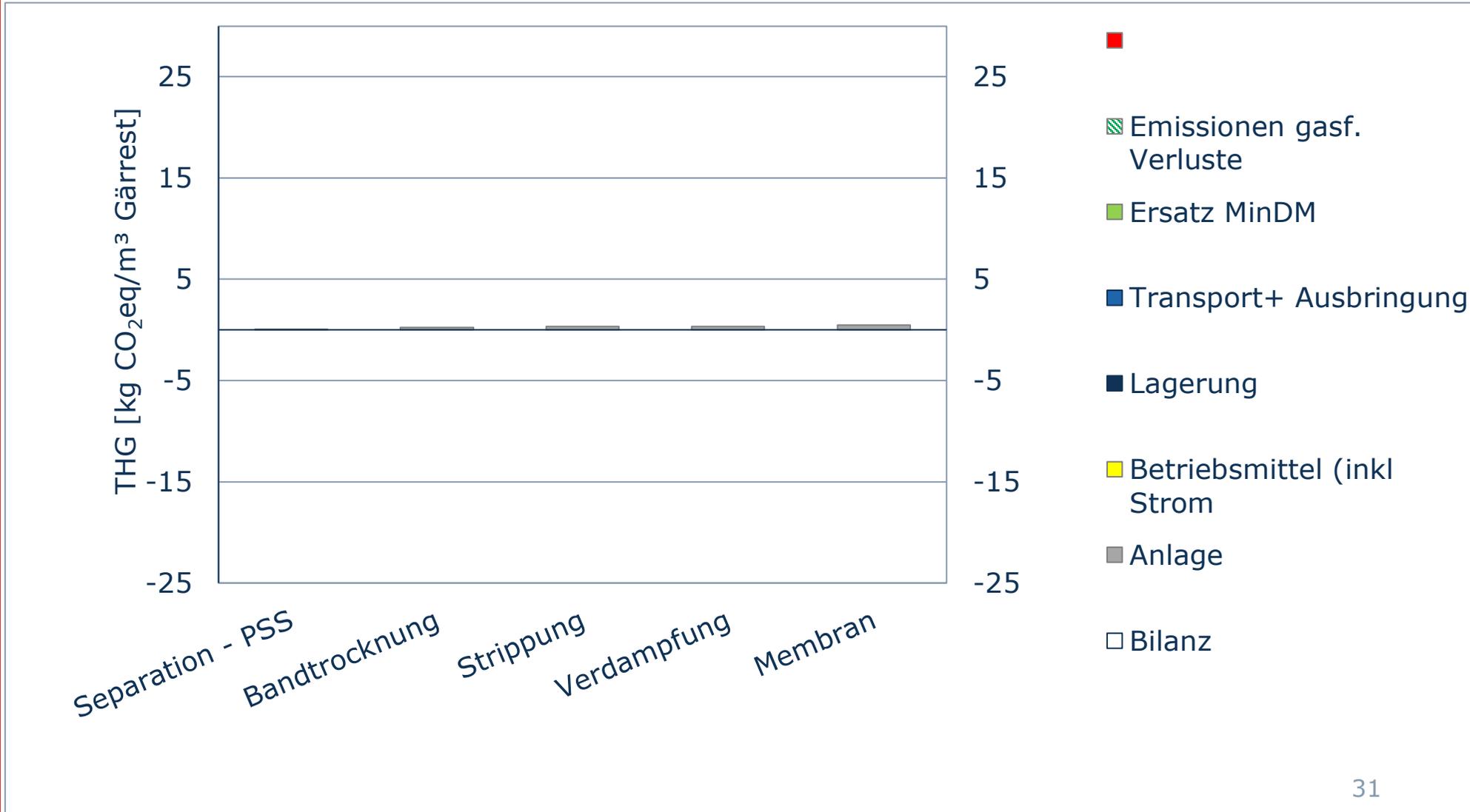
## Annahmen:

Emissionsfaktoren differenziert für Gärrest und Aufbereitungsprodukte

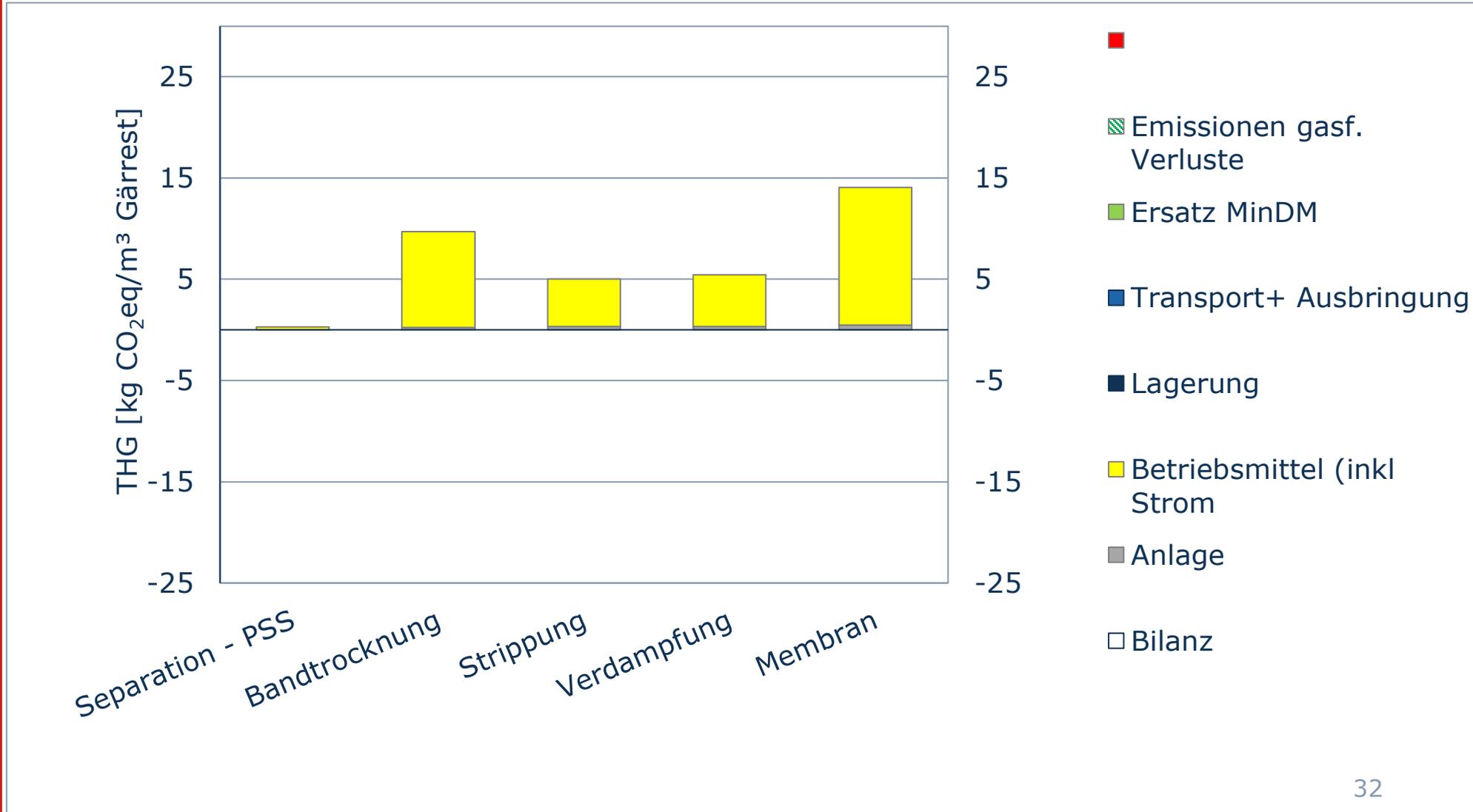
Ausbringung:

	<b>NH<sub>3</sub>-N kg/kg TAN</b>
Gärrest Einarbeitung < 1h	0,04
Gärrest Schleppschlauch in Vegetation	0,35
Feststoff Einarbeitung < 1h	0,09
Feststoff Einarbeitung < 1h, getrocknet	0
TM-reduzierte Flüssigphase, Einarbeitung	0,02
TM-reduzierte Flüssigphase, Vegetation	0,125
Membran, Einarbeitung < 1h	0,01
Membran, Schleppschlauch in Vegetation	0,10
ASL	0,074

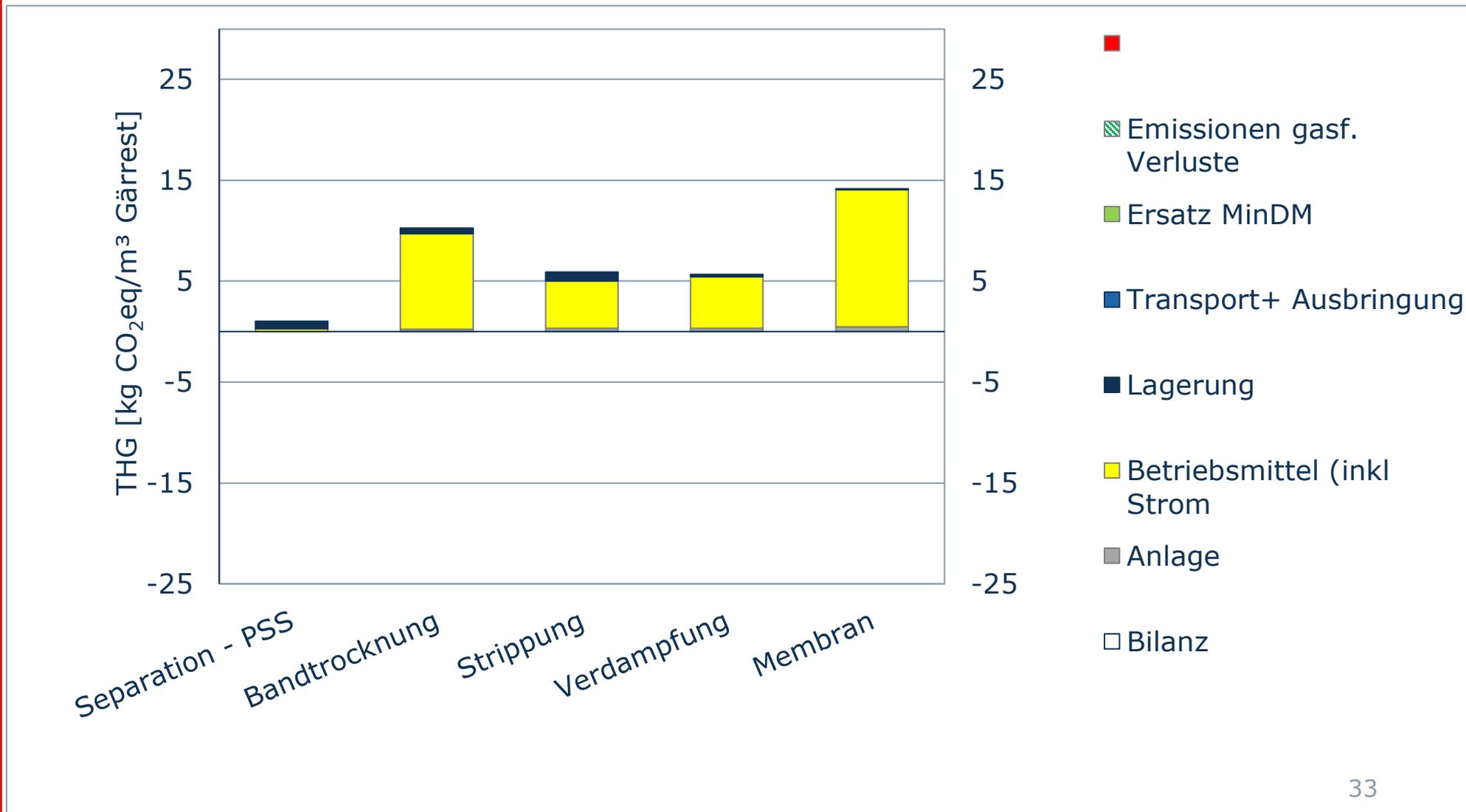
# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme



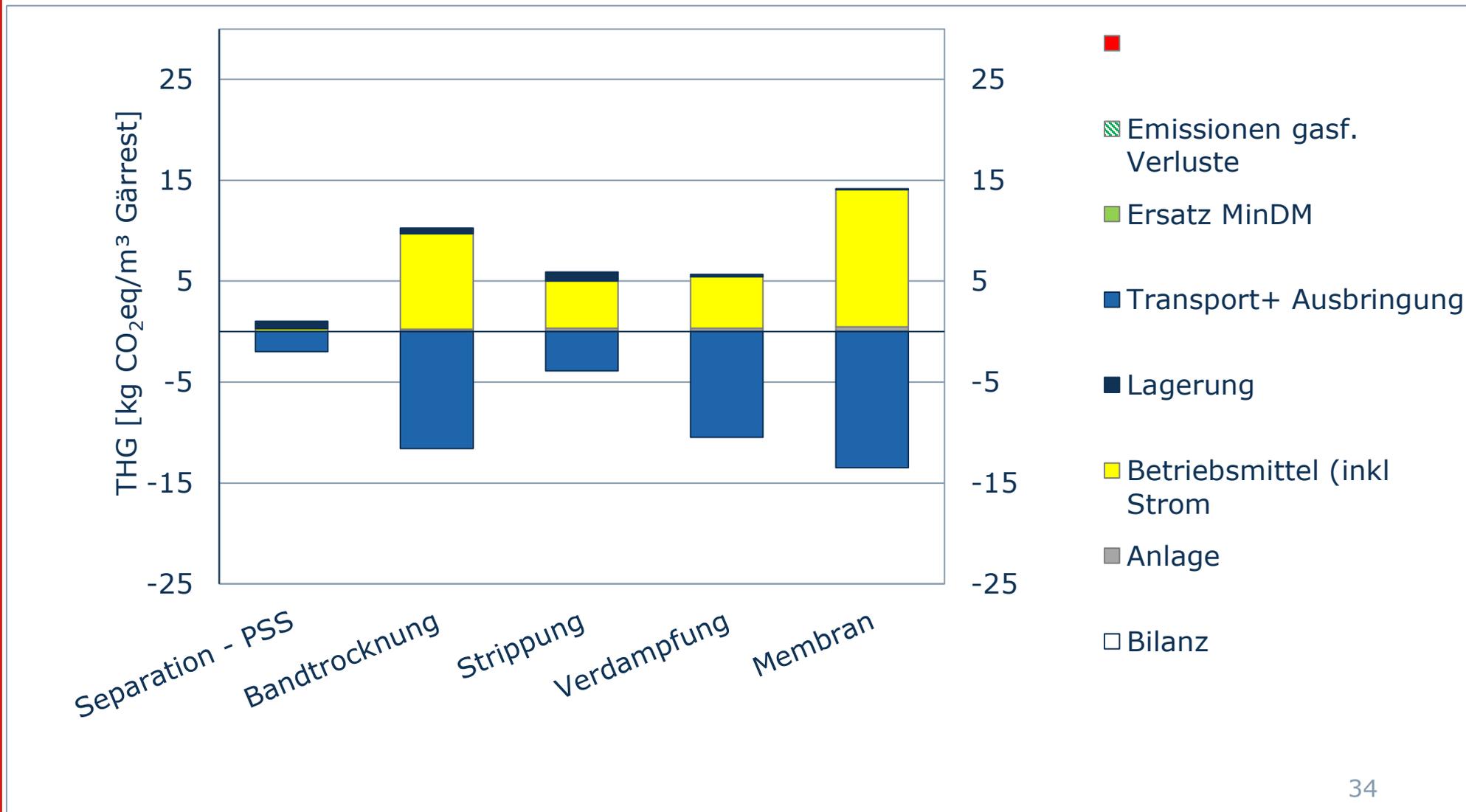
# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme



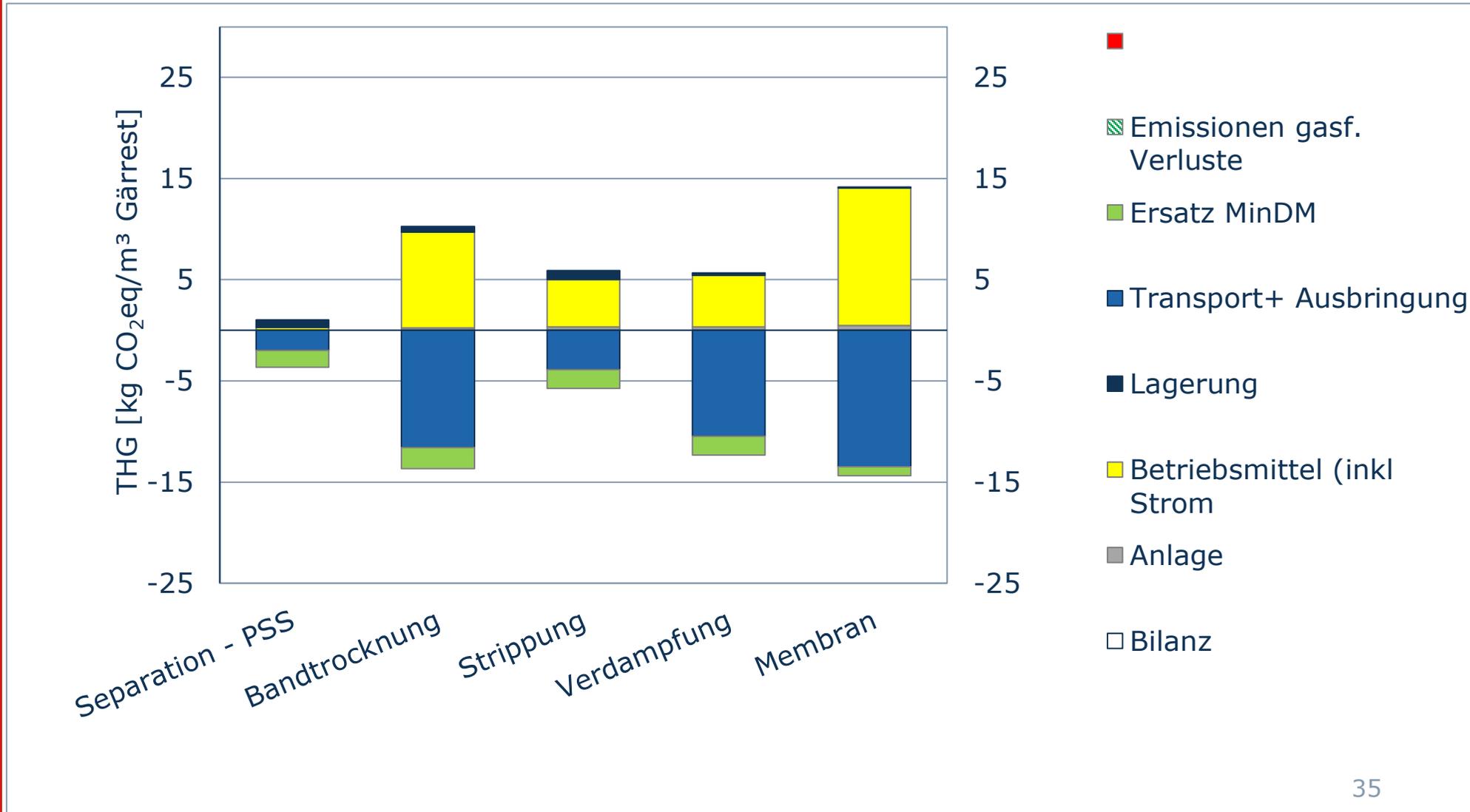
# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme



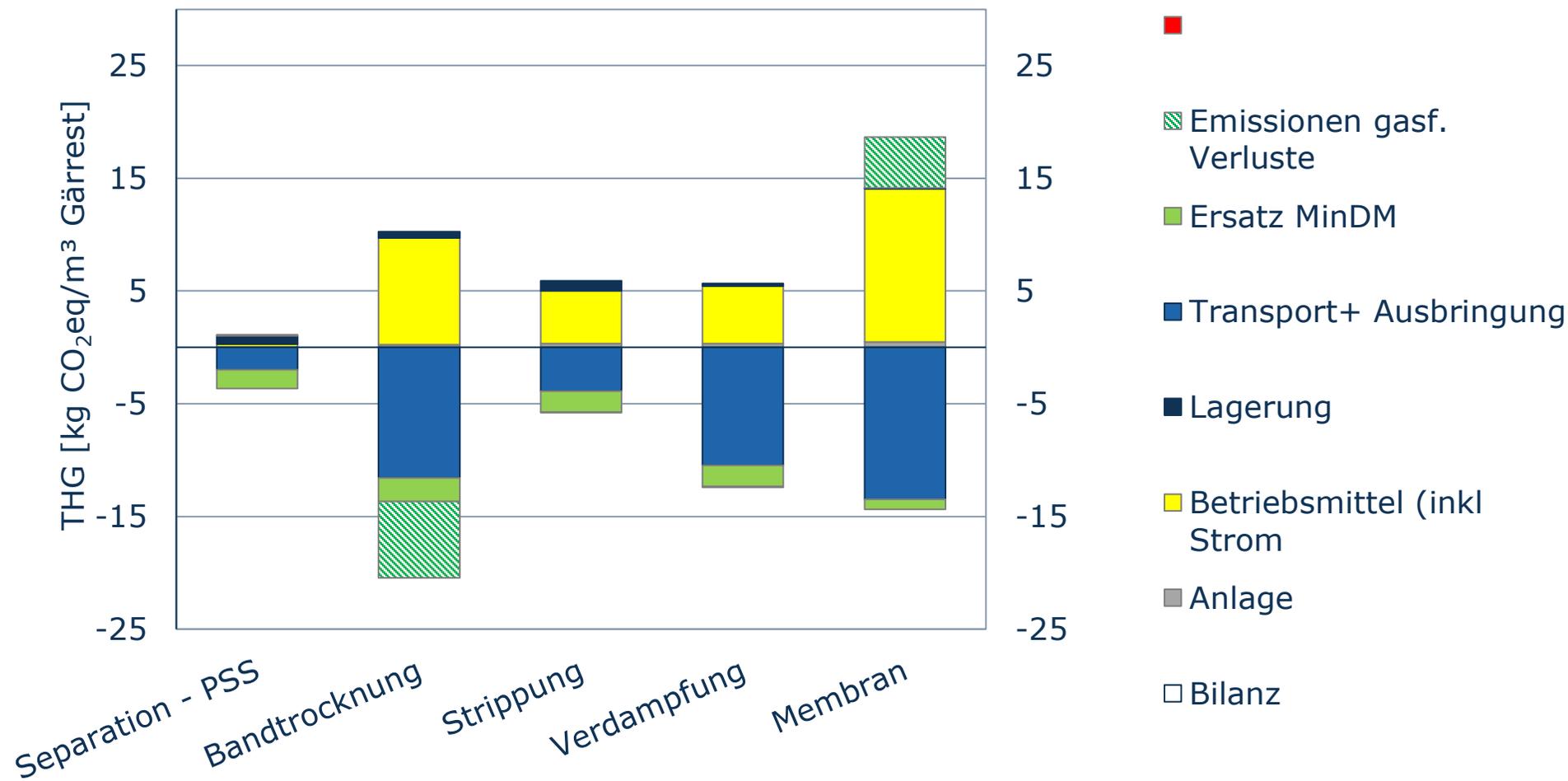
# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme



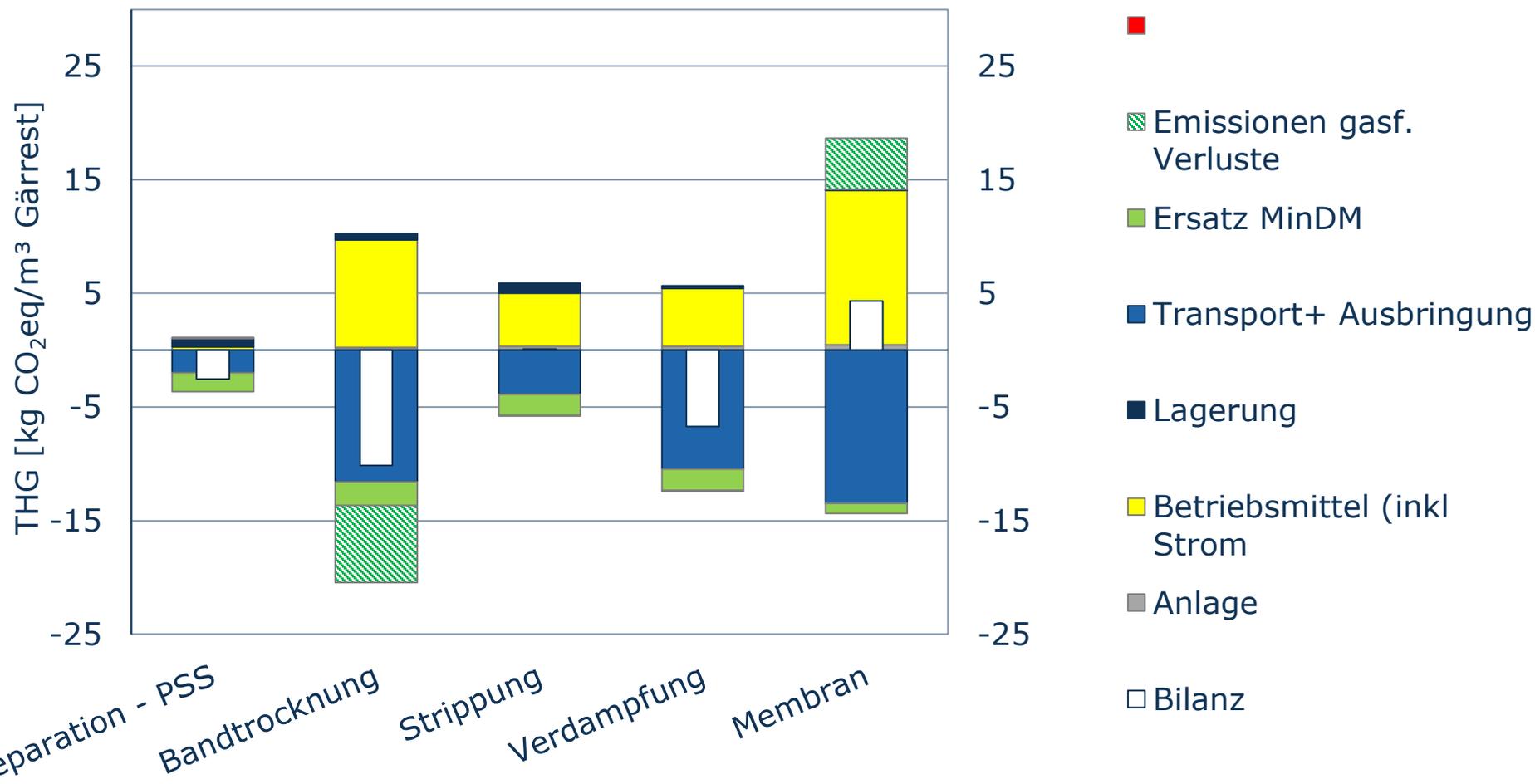
# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme



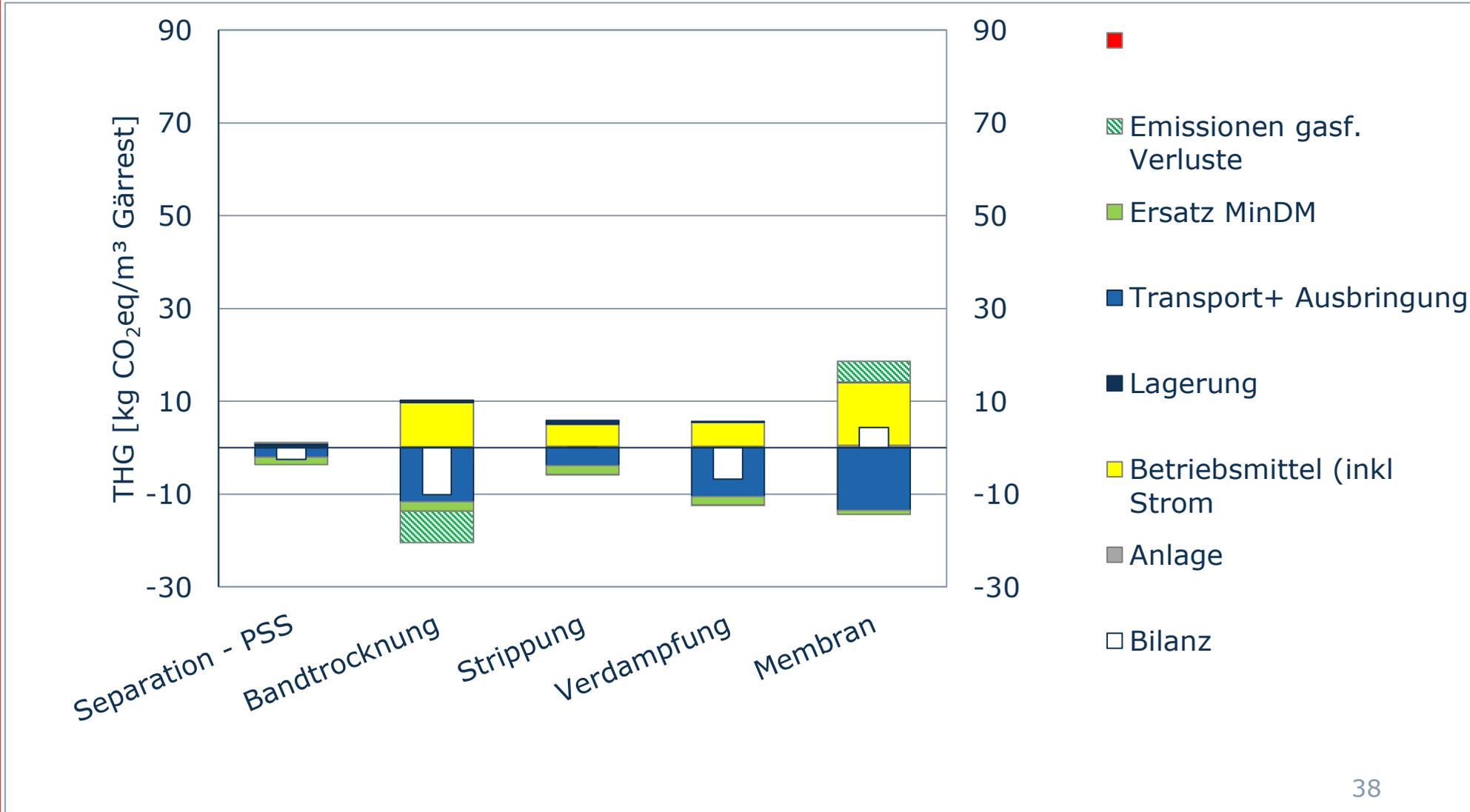
# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme



# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme

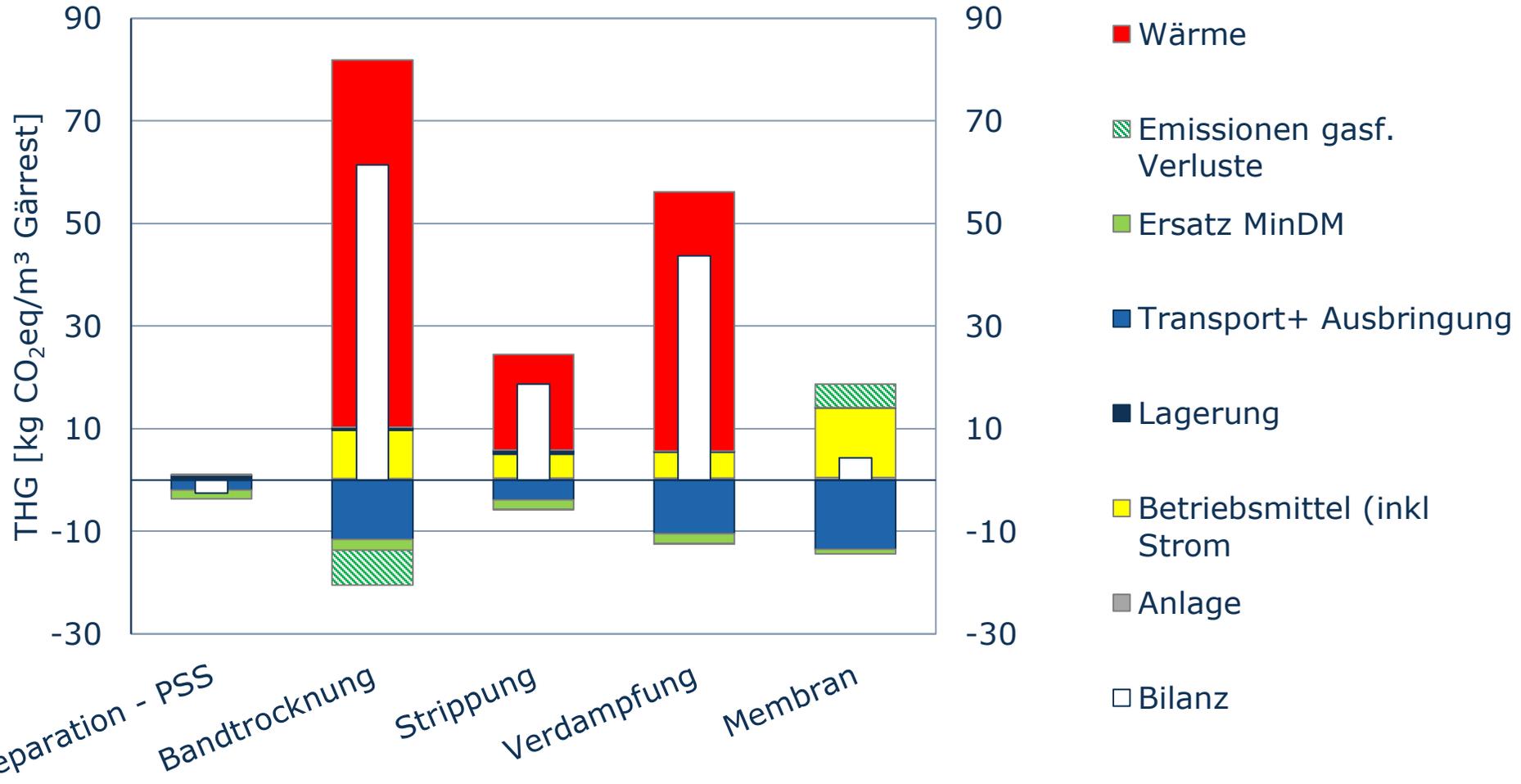


# Treibhausgase für Export 50% P ohne Wärme



# Treibhausgase für Export 50% P

## Verdrängung externer Wärmenutzung



---

# Vergleich Szenarien

## Annahmen:

- Verschiedene Wärmenutzungsszenarien
  - Ohne existierende Wärmenutzung
  - Ohne existierende Wärmenutzung, Generierung des KWK-Bonus
  - Bereits bestehende Wärmenutzung (Opportunitätskosten)

- Verschiedene Entfrachtungs-Szenarien: 300 km Transport von
  - 50 % P
  - 50 % N
  - Alle anfallenden Nährstoffe

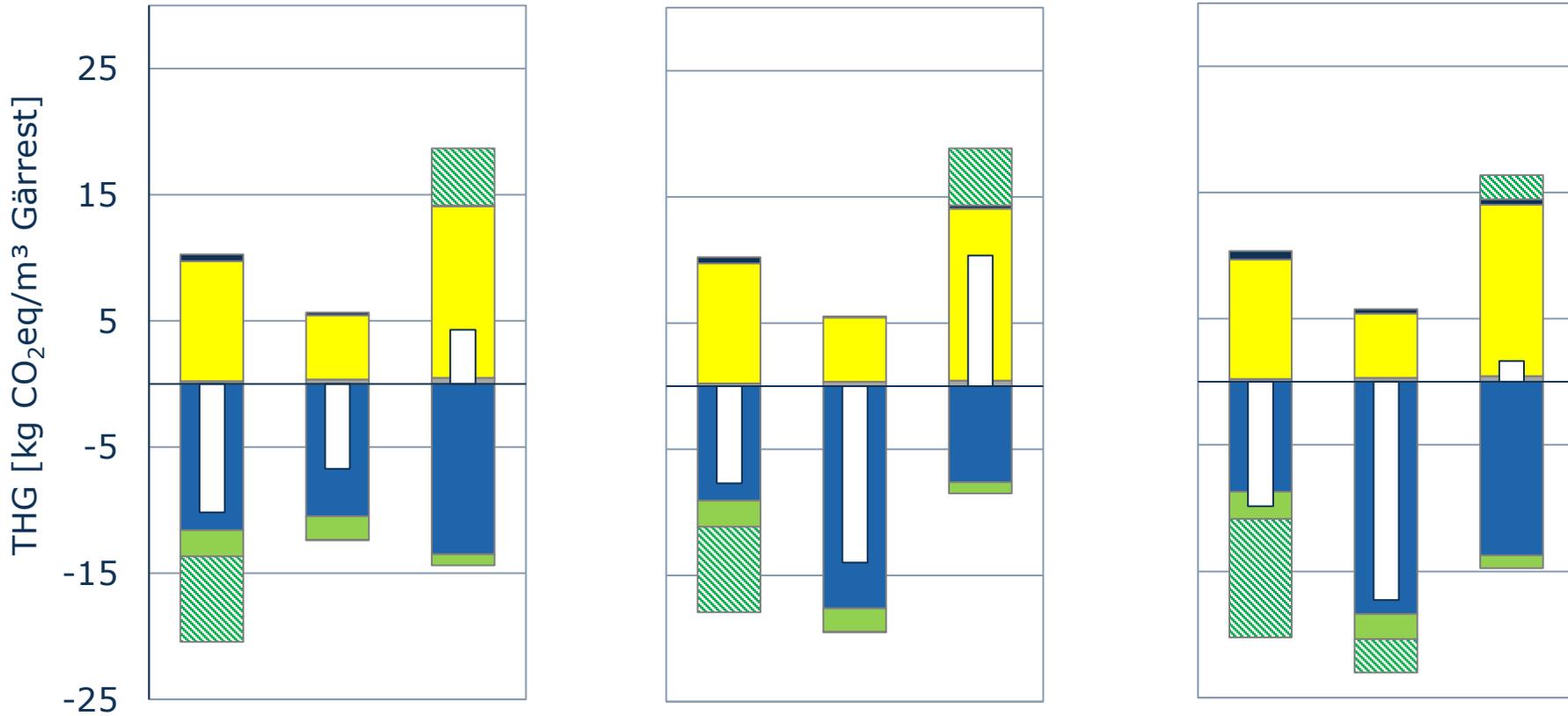
Die übrigen Nährstoffe werden hofnah verwertet

# Vergleich Szenarien: Treibhausgase

50% P

50% N

Alle Nährstoffe



Bandrocknung  
Verdampfung  
Membran

Bandrocknung  
Verdampfung  
Membran

Bandrocknung  
Verdampfung  
Membran

- Anlage
- Transport+ Ausbringung
- Bilanz

- Betriebsmittel (inkl. Strom)
- Düngewirkung
- Bilanz

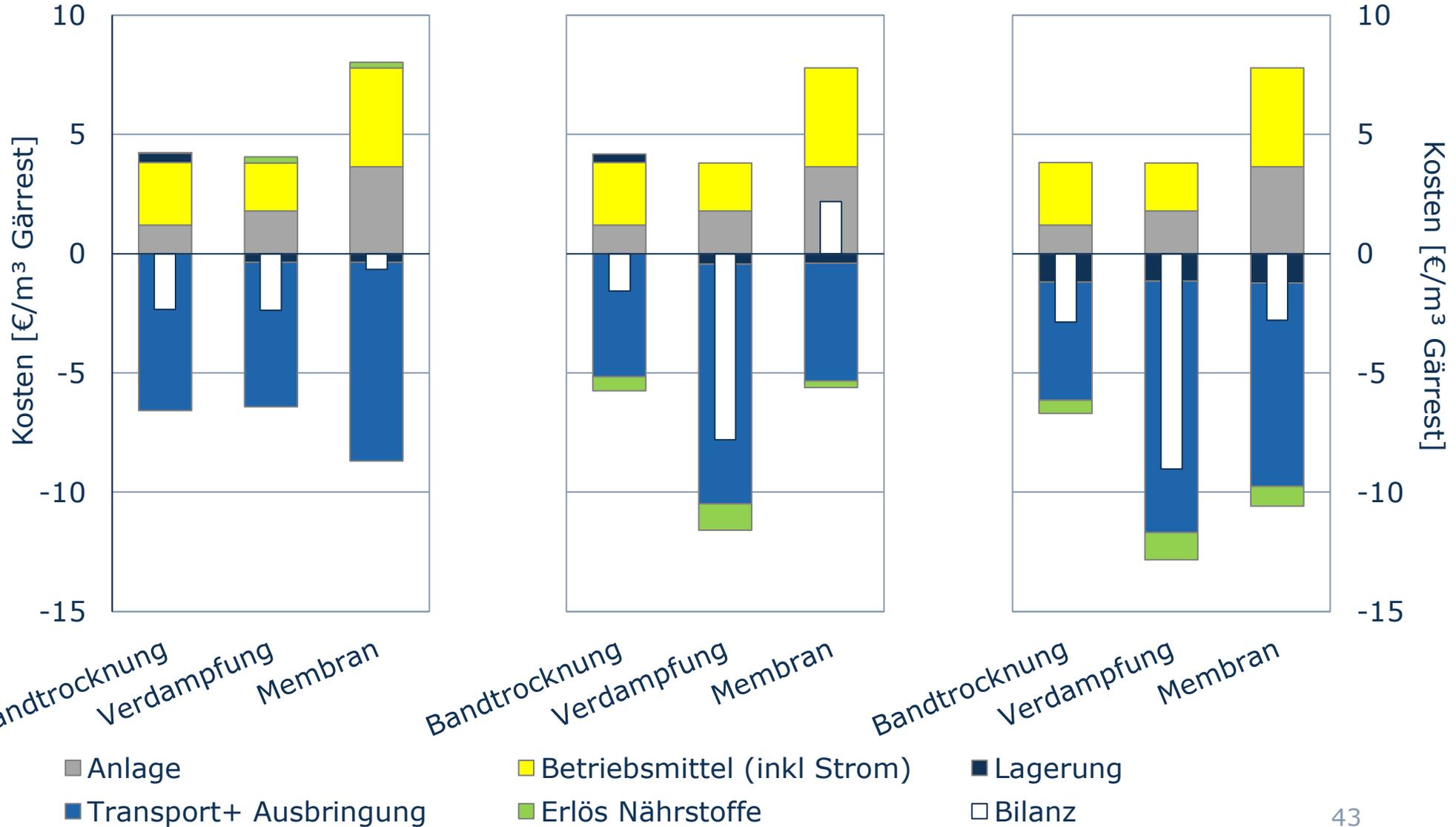
- Lagerung
- gasf. Verluste

# Vergleich Szenarien: Kosten

50% P

50% N

Alle Nährstoffe



# Schlussfolgerungen

---

- Aufbereitungsverfahren unterscheiden sich in Energieverbrauch und Eigenschaften der Aufbereitungsprodukte
- ➔ Kosten und Umweltwirkung abhängig von:
- Verfügbarkeit von Wärme (Wärmenutzungsoptionen, Generierung KWK-Bonus...)
  - Rahmenbedingung der regionalen Nährstoffsituation
    - Bei P – Entfrachtung: Trocknungsverfahren
    - Bei N – Entfrachtung: Verfahren, die mehr ASL produzieren
    - Wenn alle Nährstoffe im Fokus stehen: möglichst hohe Volumenreduzierung
  - Höherwertige Verwertungsoptionen für die Aufbereitungsprodukte



# Treibhausgasbilanzen und Kosten für Verfahren der Gärrest- aufbereitung



**S. Wulf, U. Roth, M. Fechter, J. Dahlin**



Arbeitsforum „Treibhausgasbilanzierung und Klimaschutz in  
der Landwirtschaft“, Freising 11./12. Oktober 2017



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages





# Nährstoffwert und anrechenbare Erlöse



Produkt	Vor-/Nachteile	Faktor Nährstoffwert	anzuwenden auf
Rohgärrest	nicht hygienisiert	0,5	unbehandelter Gärrest
<b>Feste Aufbereitungsprodukte</b>			
Festphase frisch	nicht hygienisiert zusätzlich positive Humuswirkung	0,9	unbehandelte Festphase Pressschnecke (auch bei Stripverfahren, Vakuumverdampfung) Festphase Membranverfahren (PSS plus Dekanter)
Festphase getrocknet	stabilisiert zusätzlich positive Humuswirkung	1	Trockengut Bandtrocknung und solare Trocknung
<b>Flüssige Aufbereitungsprodukte</b>			
Flüssigphase PSS	nicht hygienisiert günstigeres $N_{\min}/N_{\text{org}}$ -Verhältnis im Vergleich zu unbehandeltem Gärrest	0,6	unbehandelte Flüssigphase Pressschnecke (auch bei Band- und solarer Trocknung)
Flüssigphase aufbereitet	hygienisiert schlechteres $N_{\min}/N_{\text{org}}$ -Verhältnis im Vergleich zu unbehandeltem Gärrest	0,6	Strip N-red Flüssigphase VV Konzentrat M Konzentrat UO
<b>Ammoniumsulfatlösung</b>			
ASL 17%	hygienisch unbedenklich nur verfügbarer $N_{\min}$ geringer N- und S-Gehalt	0,8	ASL Bandtrocknung
ASL 30%	hygienisch unbedenklich nur verfügbarer $N_{\min}$	0,9	ASL Stripverfahren und Vakuumverdampfung

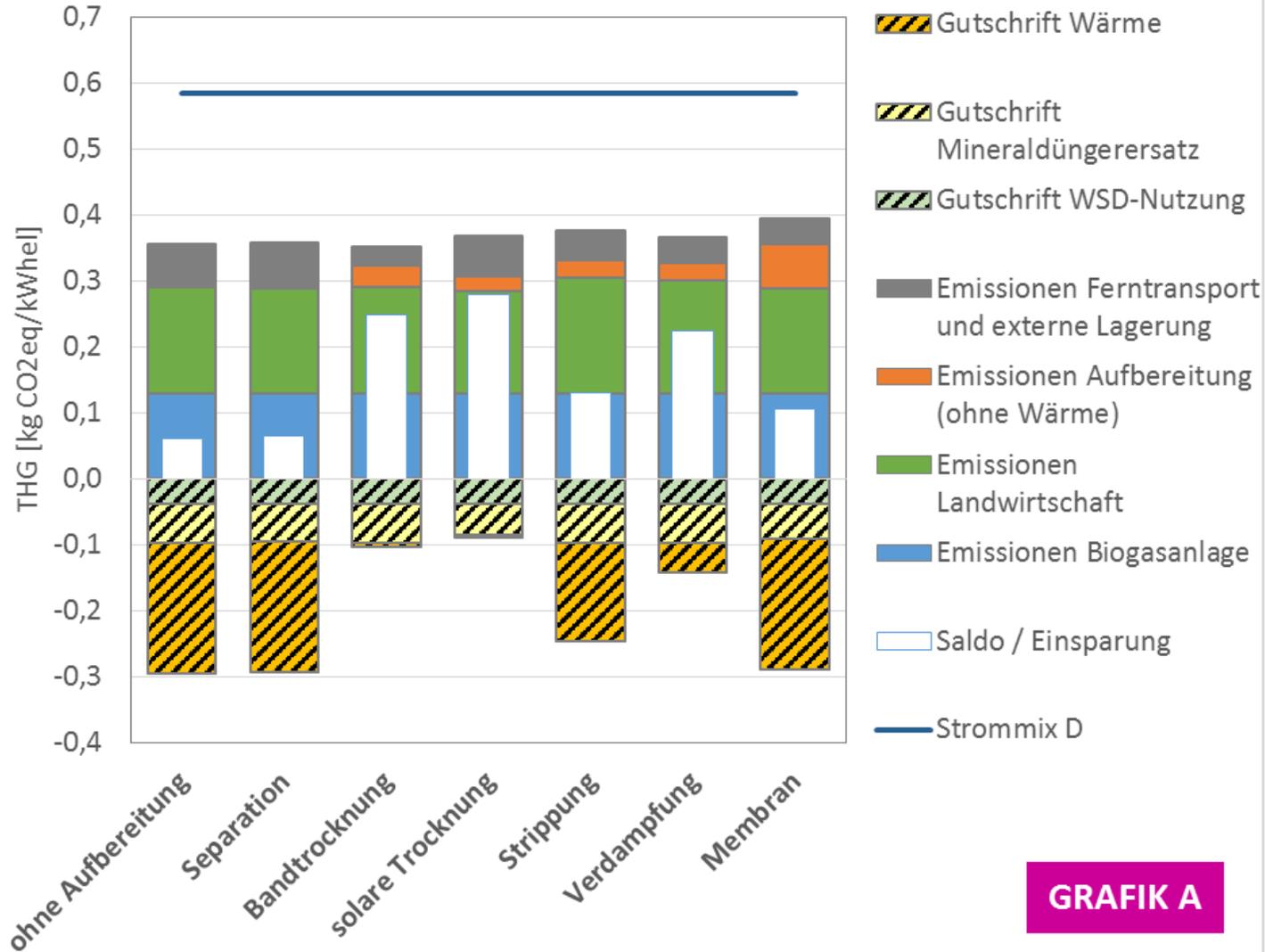
**Nährstoffwert**

**NH<sub>4</sub>-N 843 €/t**

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 874 €/t**

## Effekt der Aufbereitung auf THG-Bilanz des Biogasstroms

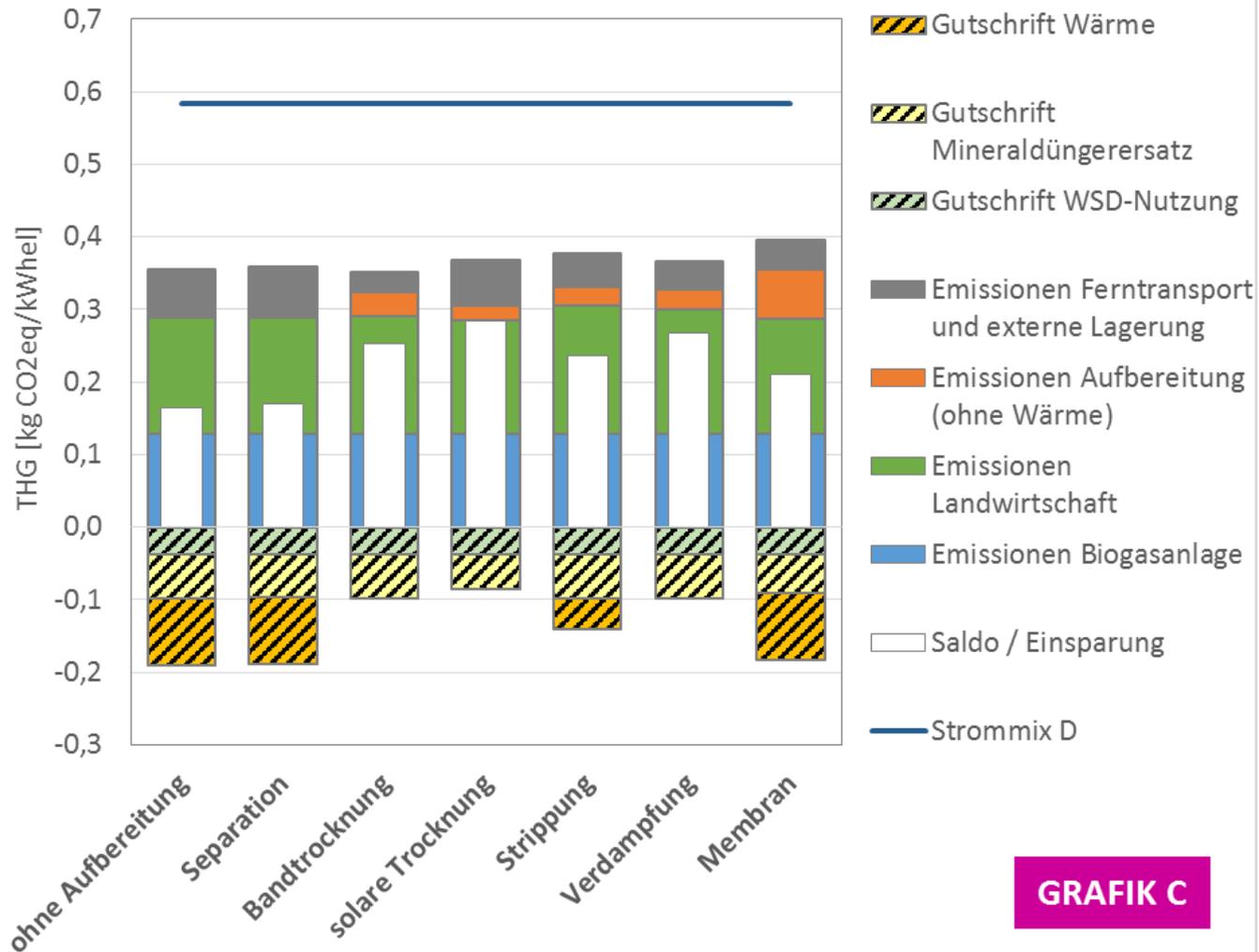
**P -50% - Referenz maximale externe Wärmenutzung**



**GRAFIK A**

### Effekt der Aufbereitung auf THG-Bilanz des Biogasstroms

**P -50% - Referenz externe Mindestwärmenutzung**



**GRAFIK C**

