

---

# Phosphor- und Stickstoffextraktion aus flüssigen Gärprodukten

---

Gärrückständen aus Biogasanlagen - 04.07.2018

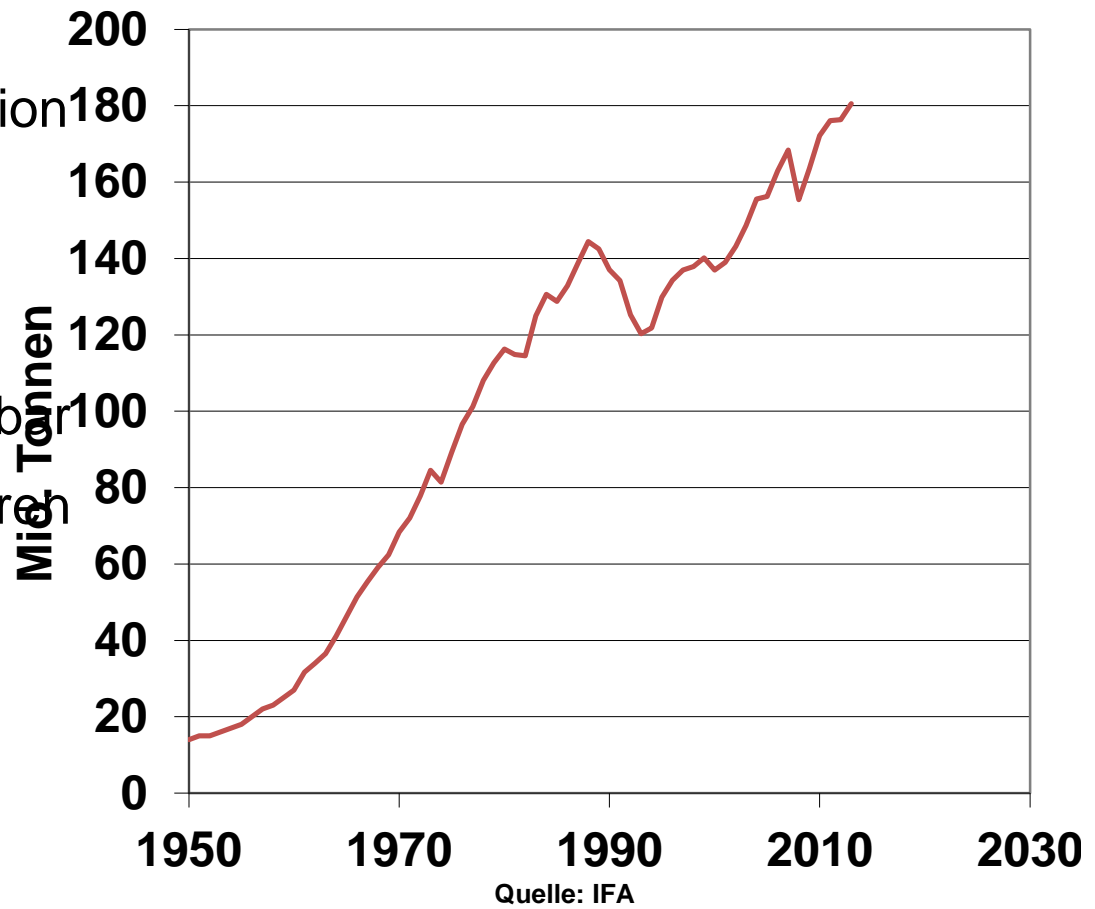
Dr.-Ing. Iosif Mariakakis



# Düngemittelverbrauch

- weltweiter Bedarf wächst
  - Probleme bei der Produktion von Dünger:
    - Keine P-Reserven in Europa
    - P synth. nicht herstellbar
    - N: Haber-Bosch-Verfahren energieintensiv  
 $N_2 \rightarrow NH_4^+$
- => Recycling wichtig!**

## Düngemittelverbrauch, 1950-2013



# Potenzielle Rückgewinnungsquellen und unsere Technologien



Schlammwasser  
aus der  
Kläranlage



Gülle



Gärrest aus  
Biogasanlagen



Organischer Abfall auf  
der Lebensmittel-  
technologie



# Potenzial der Wirtschaftsdünger

- Gülle und Gärrest sind sehr gute organische Dünger (N, P, K)

Parameter		Bereich
		Rohgülle, Gärrest
Trockensubstanz (TS)	%	3 - 12
Gesamt N ( $N_{total}$ )	% DM	5 - 15
N-NH <sub>4</sub>		4 - 12
Gesamt P		2 - 3.5
Gelöst P (PO <sub>4</sub> -P)		0.098
Kalium (K)		3 - 11

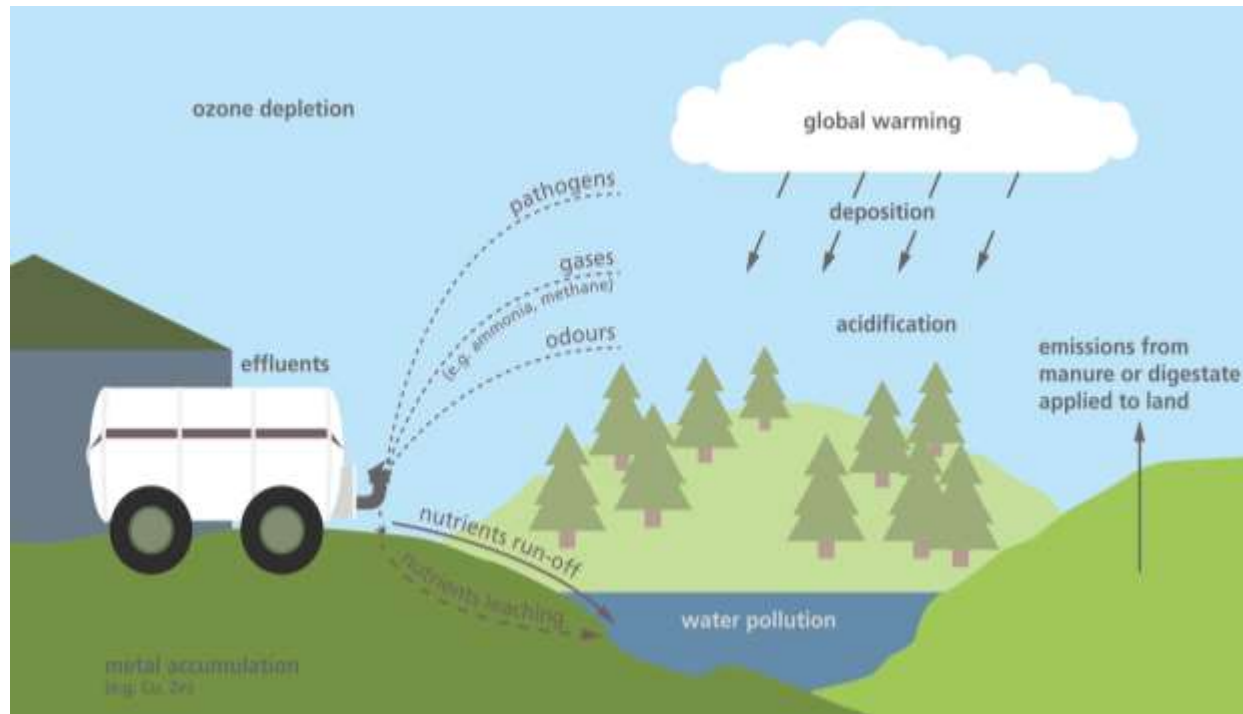
Nachteile:

- Nährstoffgehalt (N:P:K) nicht im gleichen Verhältnis wie der Pflanzenbedarf
- Mehr als 90% Wasseranteil

Source: BioEcoSIM-Projekt

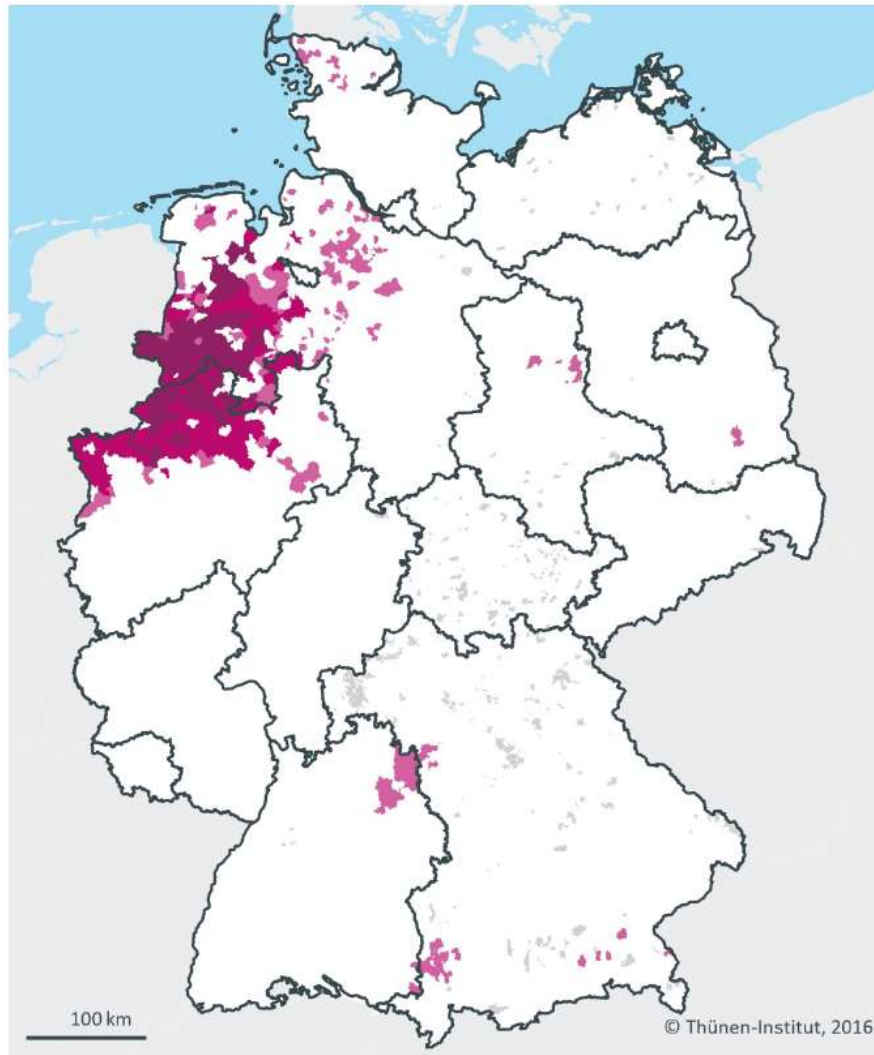
# Grenzen der Applikation von Wirtschaftsdüngern

- Boden: überschüssige Nährstoffe und Metalle im Boden
- Wasser: Eutrophierung, Nitrat im Grundwasser, Krankheitserreger
- Luft: Emissionen, Treibhausgase, Gerüche



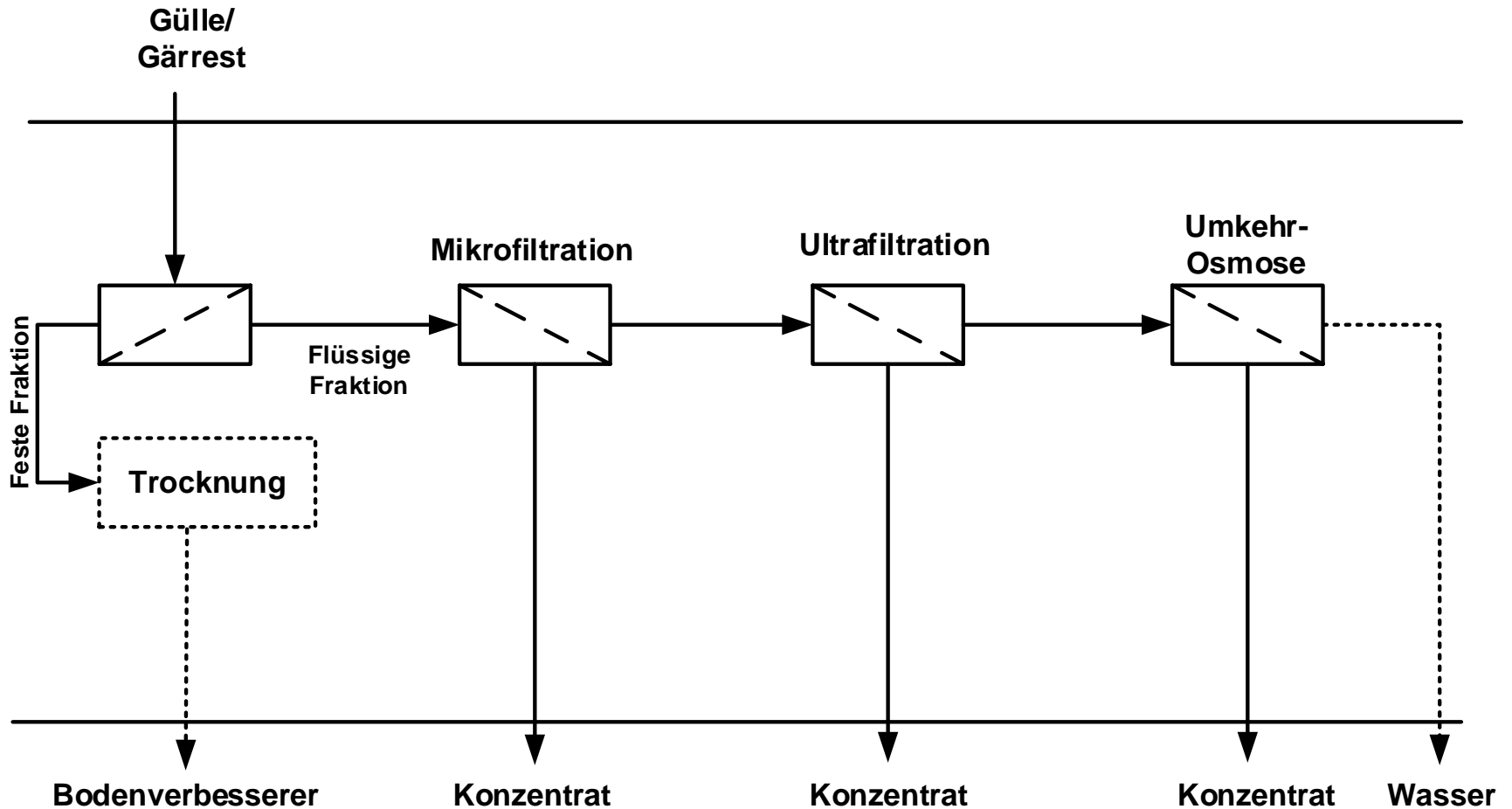
Source: Burton, C.H. and C. Turner *Manure management :Treatment strategies for sustainable agriculture*. 2003 (modified)

# Durchschnittliche Transportdistanz von Wirtschaftsdünger wegen der ungleichmäßigen Verteilung



(Osterburg et al., 2016)

# Stand der Technik der Aufbereitung von Wirtschaftsdüngern



# Gülle- und Gärrestverwertung

## ■ Ziele und Aufgabenstellungen

- Entwicklung einer Technologie für die Herstellung von Design-Düngern aus Gärrest und Gülle
  - Robuste und modulare Technologie für die Landwirtschaft
  - Produkte -> Leicht zu handhaben, gut lagerfähig, mit der gängigen landwirtschaftlichen Technik ausbringbar und als Produkt an den Endkunden vermarktbar



Organische  
Bodenverbesserer



P-Salze

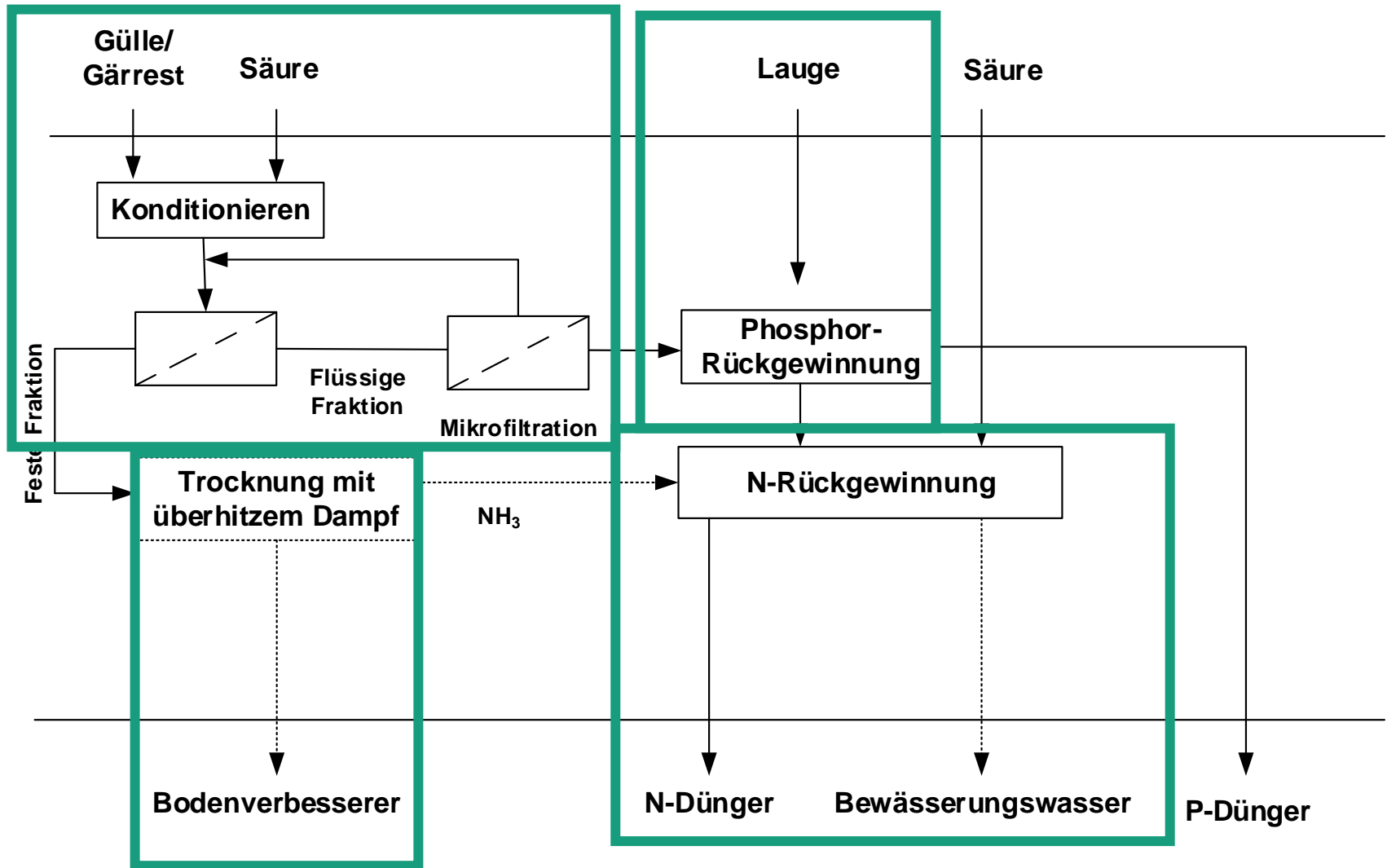


Ammoniumsulfat

Bilder. Fraunhofer IGB.



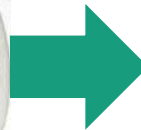
# Innovation



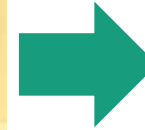
# Innovation



Gülle/Gärrest



Partikelfreie Lösung



Organischer  
Bodenverbesserer



P-Dünger



N-Dünger

## Dünger-Produkte

- Leicht zu handhaben, gut lagerfähig
- Können compoundiert werden, um Design-Dünger herzustellen
- Mit der gängigen landwirtschaftlichen Technik ausbringbar
- Dünger an die Endkunden vermarktbar

# Produkt-Charakterisierung

	P-Salz (% FM)
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	22.5 ± 1.8
<b>N<sub>total</sub></b>	5.5 ± 3.4
<b>K<sub>2</sub>O</b>	3.8 ± 2.6
<b>CaO</b>	8.4 ± 4.06
<b>MgO</b>	6.5 ± 2.6

	N-Salz (% FM)
<b>N<sub>total</sub></b>	18.8
<b>S</b>	23.9

	Bodenverbesserer (% FM)
<b>P</b>	0.7 ± 0.2
<b>N<sub>total</sub></b>	0.5 ± 0.1
<b>K</b>	1.5 ± 2.6
<b>Ca</b>	1.2 ± 0.4
<b>Mg</b>	0.4 ± 2.6



Fotos: Fraunhofer IGB

# Produkt-Charakterisierung

	Bewässerungs- wasser (mg/l)
P-PO <sub>4</sub>	22.5 ± 15
N-N	40.2 ± 29.7
K	4240 ± 1300
Ca	339 ± 122
Mg	55 ± 23.9

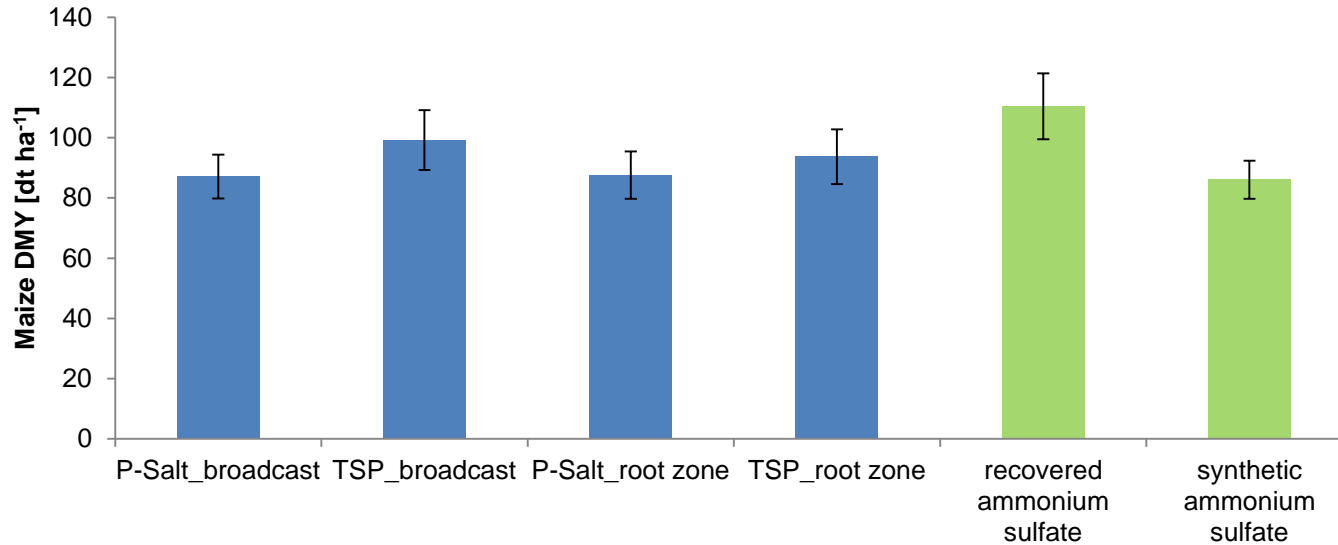
- Die Konzentration an Schwermetallen liegt unter den Grenzwerten der Düngemittelverordnung
- Keine Ökotoxizität in Bioassays



Fotos: Fraunhofer IGB

# Feldversuche mit den Produkten\*

## ■ Silomais-Versuche im Jahr 2015 in Deutschland



- P- Salz und AS vergleichbar mit synthetischen Düngemitteln
- kein Einfluss von P- Salz Anwendungstechnik

mean ± standard error  
n=4  
 $\alpha=0.05$

\*Ergebnisse von der Uni Hohenheim

# Pilotanlage in Kupferzell



Kontinuierliche Pilotanlage für 50-100 kg/h Gülle/Gärrest

# Auswirkung und Marktrelevanz

20 Anlagen in Betrieb in 5 Jahre (je Anlage 100000 m<sup>3</sup>/a)

**2 Mt/a**

Reduktion  
von Gärrest



**136 kt/a**

Organischer  
Bodenverbesserer



**43 kt/a**

Ammonium-  
Sulfat



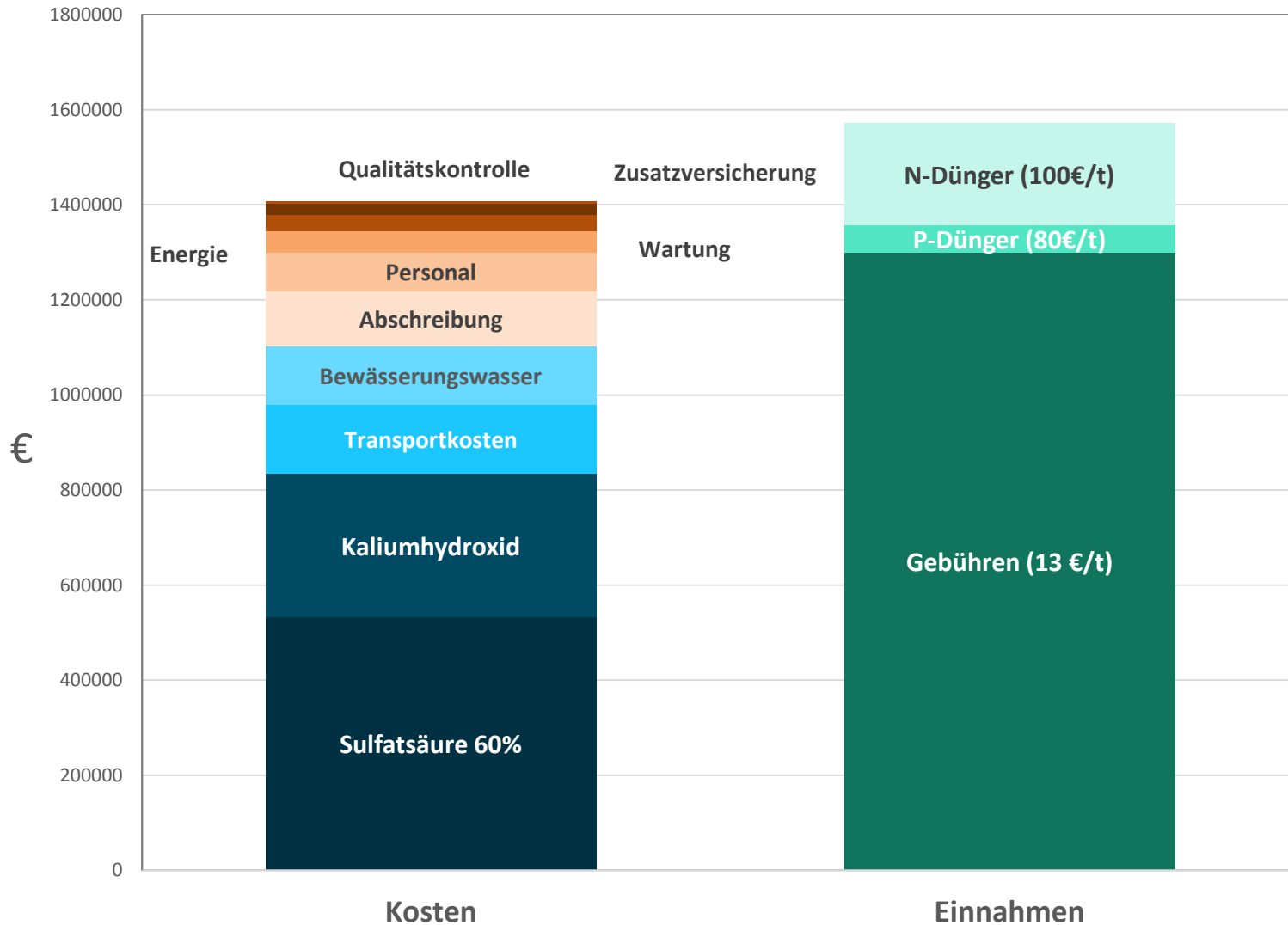
**14 kt/a**

Phosphor-  
Salze



Bilder: Fraunhofer IGB

# Betriebskosten (100k t/a Anlage; Investment: 1,2 Mio. €)



Return on investment nach 5 Jahren (100% Darlehenmodell, 2% Zinsen)



# Zusammenfassung

- Modulare Technologie: je nach Rahmenbedingungen kann konfiguriert und auch in bestehende Anlagen integriert werden.
- Robuste Technologiekomponenten für die Landwirtschaft.
- Technologie ist kosteneffizient.
- N-Emissionen bei der Lagerung werden vermieden.
- Prozess ist patentiert.
- Produkte sind hochwertige Dünger.



1) Einschließlich: OPEX, CAPEX, Abschreibungen, Zinsen (100% Schulden) und Einnahmen aus Produkten

# Ausblick

- Umsetzung und Vermarktung des Konzeptes durch SUEZ Deutschland GmbH
- Prototyp mit 1 m<sup>3</sup>/h wird derzeit geplant und in 2018 in Betrieb genommen
- Aufbau erste Industrieanlage (ca. 11 m<sup>3</sup>/h -15 m<sup>3</sup>/h) im Winter 2018/19



# Danksagung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03EK3525 und 02WQ1360 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Project BioEcoSIM received funding from the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 308637



# Kontakt

Dr.-Ing. Iosif Mariakakis  
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und  
Bioverfahrenstechnik IGB  
Abteilung Physikalische Prozesstechnik  
Gruppenleiter Nährstoffmanagement  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Germany  
Telefon +49 711 970-4231 | Fax +49 711 970-3997  
[iosif.mariakakis@igb.fraunhofer.de](mailto:iosif.mariakakis@igb.fraunhofer.de)  
[www.igb.fraunhofer.de](http://www.igb.fraunhofer.de)

Project Fertinnowa received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programm under grant agreement n° 689687



FERTINNOWA