

Hohe Phosphor-Ausnutzung aus Gärresten unter Berücksichtigung der Fest-Flüssig-Trennung

Bettina Eichler-Löbermann, Silvia Bachmann und Theresa Gropp
Universität Rostock



Nährstoffquelle

**Kompost,
Stallmist, Gülle**

Gärreste

Pflanzenaschen

Klärschlammprodukte

Struvit

Melasse

Biokohle

Pflanzen

Gräser, Mais, Gerste,

Amarant, Lupine,

Phacelia, Buchweizen

Sorghum, Raps....

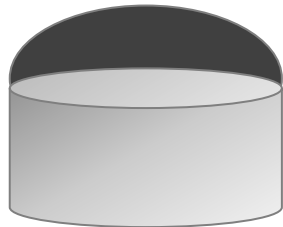
Mischkulturen

Labor-, Gefäß-,
Feldversuche

Mehrere
Standorte/Böden



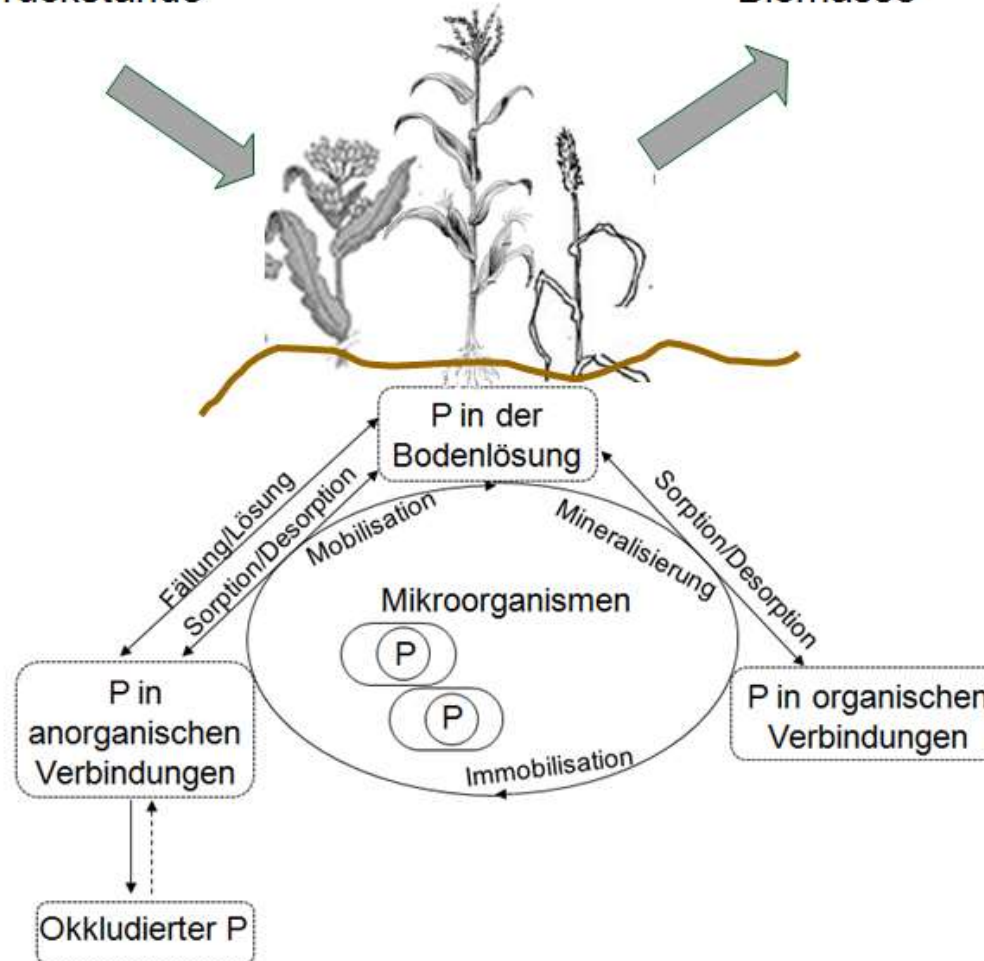
P-Düngewirkung



- Abbau org. Verbindungen
- Rückgang von C und Energie
- Anstieg des $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes
- Anstieg des pH-Wertes
- Gleicher/höherer min. P-Gehalt

Gärrückstände

Biomasse





Zusammensetzung, P-Löslichkeit
Abhängigkeit vom Inputsubstrat



Separierung von Gärresten
Verteilung der P-Fractionen



Gefäßversuche, Feldversuche
Pflanzenbauliche Wirkung von Gärresten

P-Düngewirkung von Gärresten

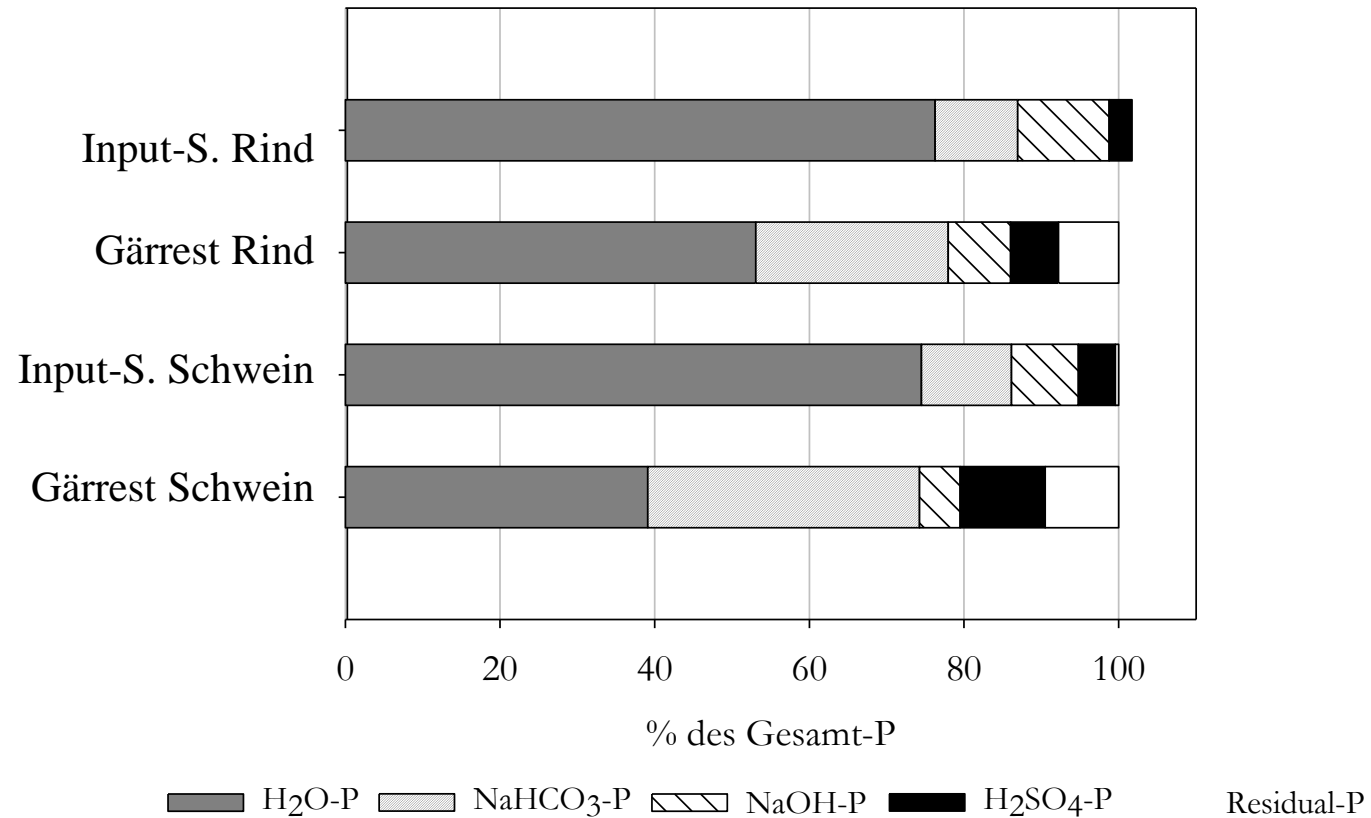
Zusammensetzung Gärreste

- Beprobung von ca. 40 Biogasanlagen
- P-Gehalte zwischen 0,06 und 0,15 % der Frischmasse
- Unterschiede in der Zusammensetzung der Gärreste - bedingt durch Ausgangssubstrate und Trockensubstanz-Gehalte
- Hohe Bio-Verfügbarkeit des P in den Gärresten
- Abnahme des organischen P-Anteils am Gesamt-P durch die Vergärung

Zusammensetzung Gärreste

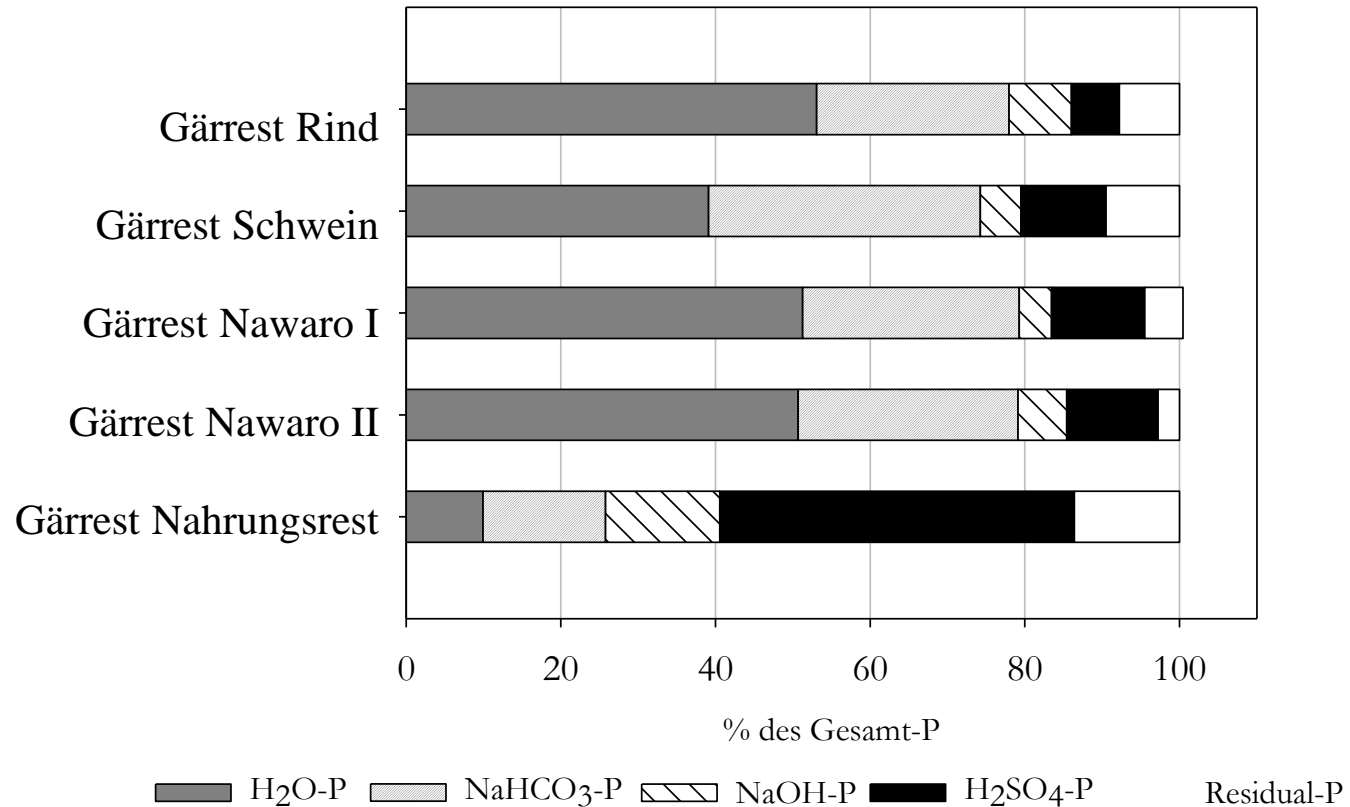
Wirkung der Fermentation auf die Löslichkeit des P

(P-Fraktionierung nach Dou et al. 2000)



Zusammensetzung Gärreste

P-Fractionen in Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat (P-Fraktionierung nach Dou et al. 2000)

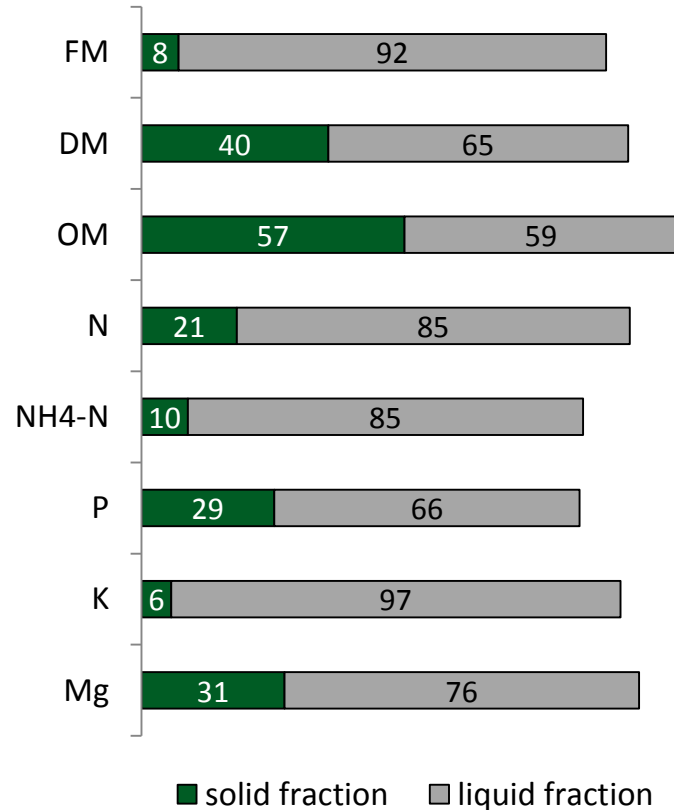


Separierte Gärreste

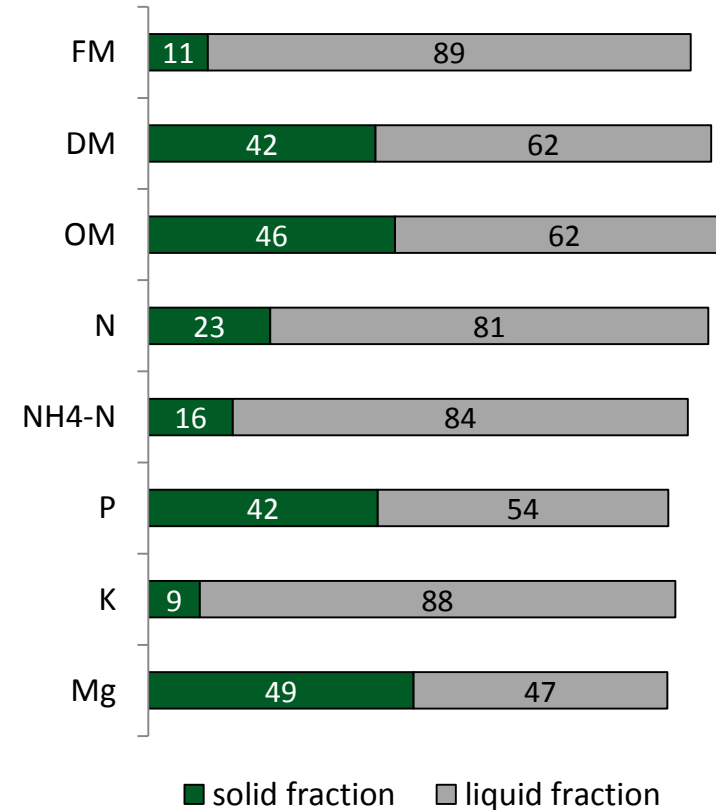
- Abscheidegrad ca. 90 (flüssig) : 10 (fest)
- ca. 30 % des Gesamt-P befindet sich in der Festphase
- Einengung des N : P- Verhältnisses

Verteilung zwischen Fest- und Flüssigphase (%)

Anlage A (Rindergülle)



Anlage B (Energiepflanzen)

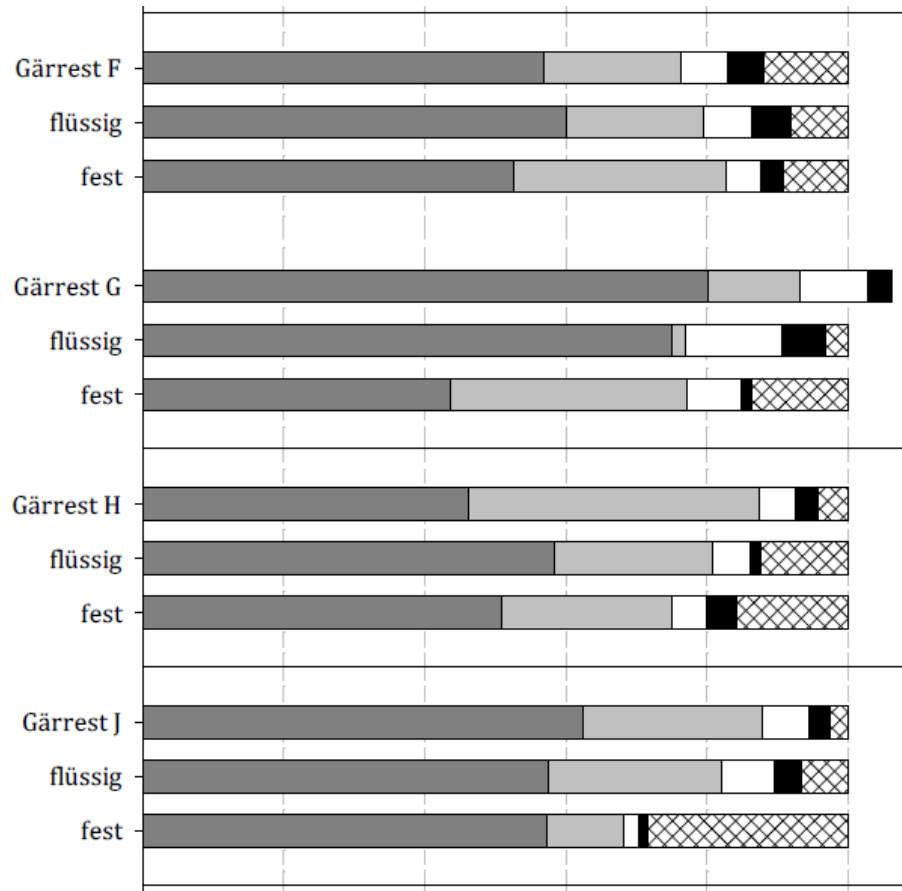


Zusammensetzung separierter Gärreste

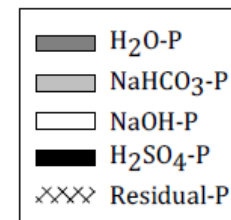
	TS (%)	Ptotal (g/kg)	Ntotal (g/kg)	NH ₄ -N (g/kg)	pH	N : P
Gärrest Z	6,97	0,67	3,94	2,00	7,91	Anlage Z: 5,8 fest 3,3 flüssig 6,3
fest	34,6	2,92	9,81	2,82	8,96	
flüssig	4,89	0,53	3,62	1,94	8,04	
Gärrest LB	7,50	0,56	3,91	1,89	7,79	Anlage LB: 6,9 fest 2,8 flüssig 10,0
fest	63,2	4,77	13,7	1,41	9,15	
flüssig	5,67	0,36	3,61	2,00	7,82	
Gärrest G	6,41	0,60	4,58	1,52	7,77	Anlage G: 7,6 fest 3,1 flüssig 9,95
fest	28,5	2,79	8,58	1,63	9,10	
flüssig	4,92	0,43	4,28	1,61	7,88	

Zusammensetzung Gärreste

Anteile der P-Fractionen am Gesamt-P vor und nach der Separierung



Ca. 20 % org. gebunden



(P fractions, Dou et al. 2000)

Pflanzenbauliche Wirkung der Gärreste

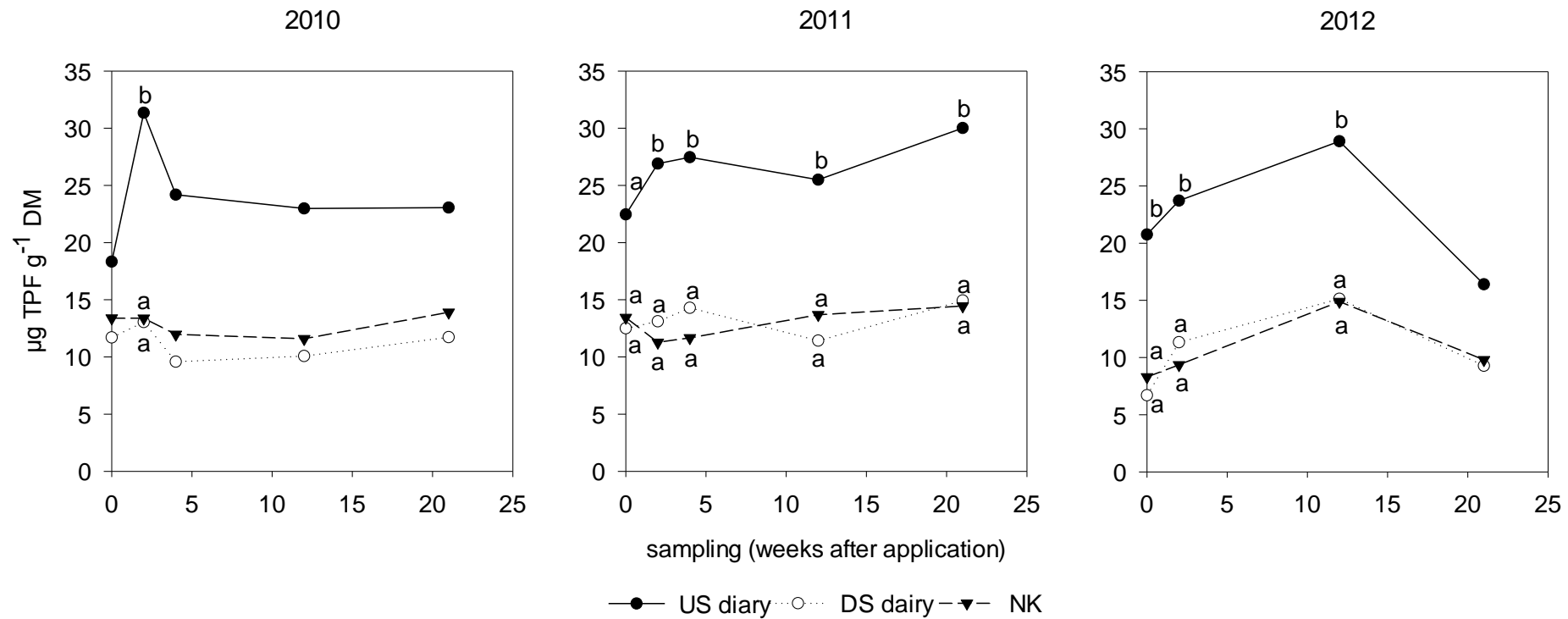
- P- Düngewirkung vergleichbar mit unvergorenen Substraten und TSP
- Nach langjähriger Versuchszeit geringere Erträge als nach Zufuhr von unvergorener Gülle
- Abnahme der mikrobiellen Aktivität (Dehydrogenase) und Phosphatasen im Boden im Vergleich zur Ausbringung unvergorener Substrate
- Änderung der Zusammensetzung der Mikroorganismen im Boden
- Steigerung des Gehaltes an leicht pflanzenverfügbaren P (P_w, P_{dl}, Harz-P, NaHCO₃-P) im Boden auch in tieferen Bodenschichten

Erträge Feldversuch

Erträge (TM, dt/ha) der Kulturen von 2009 bis 2016

Jahr	Kultur	Gärgut	Gärrest	NK
2009	Mais	117 a	113 a	102 a
2010	Mais	178 a	174 a	148 a
2011	Mais	232 b	208 a	203 a
2012	Mais	208 b	195 ab	132 a
2013	Zuckerrübe	288 b	236 ab	184 a
2014	Winterweizen	98,6 b	84,7 ab	80,8 a
2015	Wintergerste	89,6 b	75,8 a	74,8 a
2016	Winterraps	39,7 a	41,8 a	35,3 a
Pw 2016	mg/kg	12,2	13,1	9,31
Pdl 2016		41,7	39,1	30,9

Mikrobielle Aktivität (Dehydrogenase)



(Bachmann et al., Biomass Bioenergy 2014)

Feldversuch

Enzymaktivität*

Phosphatasen

Variante	Microb. Activ.	acid P.ase	alk P.ase
	DHA, $\mu\text{g TPF g}^{-1} \text{DM}$	$\mu\text{g p-NP g}^{-1} \text{DM}$	
Gärgut	26.5 b	224 c	43.5 b
Gärrest	13.2 a	193 a	23.0 a
NK	12.9 a	210 b	23.6 a

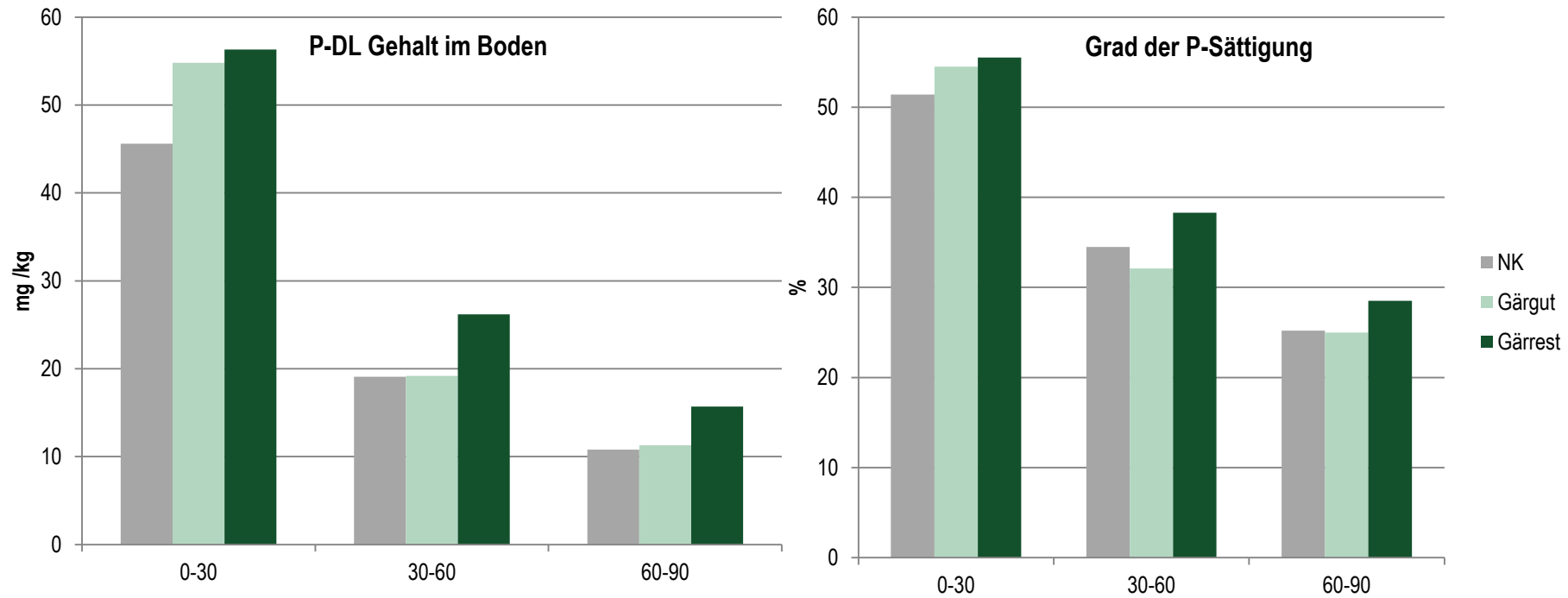
*Mittelwert aus 5 Beprobungen 2011

TPF = triphenylformazan, p-NP = *p*-nitrophenol,

(Bachmann et al., Biomass Bioenergy 2014)

P Verlagerung im Boden

P-DL Gehalte und P-Sättigung im Bodenprofil
(Durchschnittswerte aus 10 Versuchsjahren im Feldversuch)



Bestätigung: Erhöhtes Risiko der P-Verlagerung nach Ausbringung von Gärresten (Stutter, Ambio 2015)

N-Wirkung von Gärresten im Vergleich zur unvergorenen Gülle

Quelle		Bedingungen	Art	Bemerkungen
Rubaek et al. [1996]	~	Feld	Rind+Schwein+Bioabfall	Grasland,+ nur im 1. Schnitt
Kocar [2008]	+	Feld	Rindergülle	Safflor
Bougnom et al. [2012]	+	Feld	k.A.	Grasland, MW 2 Schnitte
Loria et al. [2007]	~	Feld	Schweinegülle	Mais
Chantigny et al. [2008]	~	Feld	Schweinegülle	Mais
Möller et al. [2008]	~	Feld	Rindergülle	+ nur bei Sommerweizen

Gärreste:

Gute P-Düngewirkung

Hohe P-Konzentration in der Festphase (enges N:P Verhältnis)

mögliche Einschränkung der Aktivität von Enzymen des P-Kreislaufes und der mikrobiellen Aktivität

P-Verlagerung im Bodenprofil beachten



Feldversuch - Düngung

30 m³ ha⁻¹ (10 m³ + 20 m³)

Ausgleich der N- und K- Düngung durch KAS und 60er Kali

+ 40 bis 70 kg N ha⁻¹ KAS zu allen Varianten im Frühjahr

+ Kieserit zu allen Varianten (Mg + S)

Mit dem Ausgangsgemisch (UNVERGOREN) und dem entsprechenden Gärrest (VERGOREN) durchschnittlich ausgebrachte Nährstoffmengen (kg ha⁻¹ a⁻¹)*.

	TM	OS	N	NH ₄ -N	P	K	Mg	pH
UNVERGOREN	3234	2736	134	57	23	69	19	6,6
VERGOREN	2124	1618	137	71	22	72	21	8,1

* Mittelwerte aus 11 Einzelanalysen, TM = Trockenmasse, OS = organische Substanz