

# Vom Mist zum Düngemittel: „Nutrient Mining“ als Strategie der Zukunft

**Walter W. Wenzel**

ÖAW Workshop  
Biomasse in Österreich – Quo Vadis?  
Wien, 9. November 2017



# Content

- Agro-municipal wastes
- Case Study FERTI-MINE



**University of Natural Resources  
and Life Sciences**  
Department of Forest and Soil Sciences



**University of Natural Resources  
and Life Sciences**  
Department of Forest and Soil Sciences

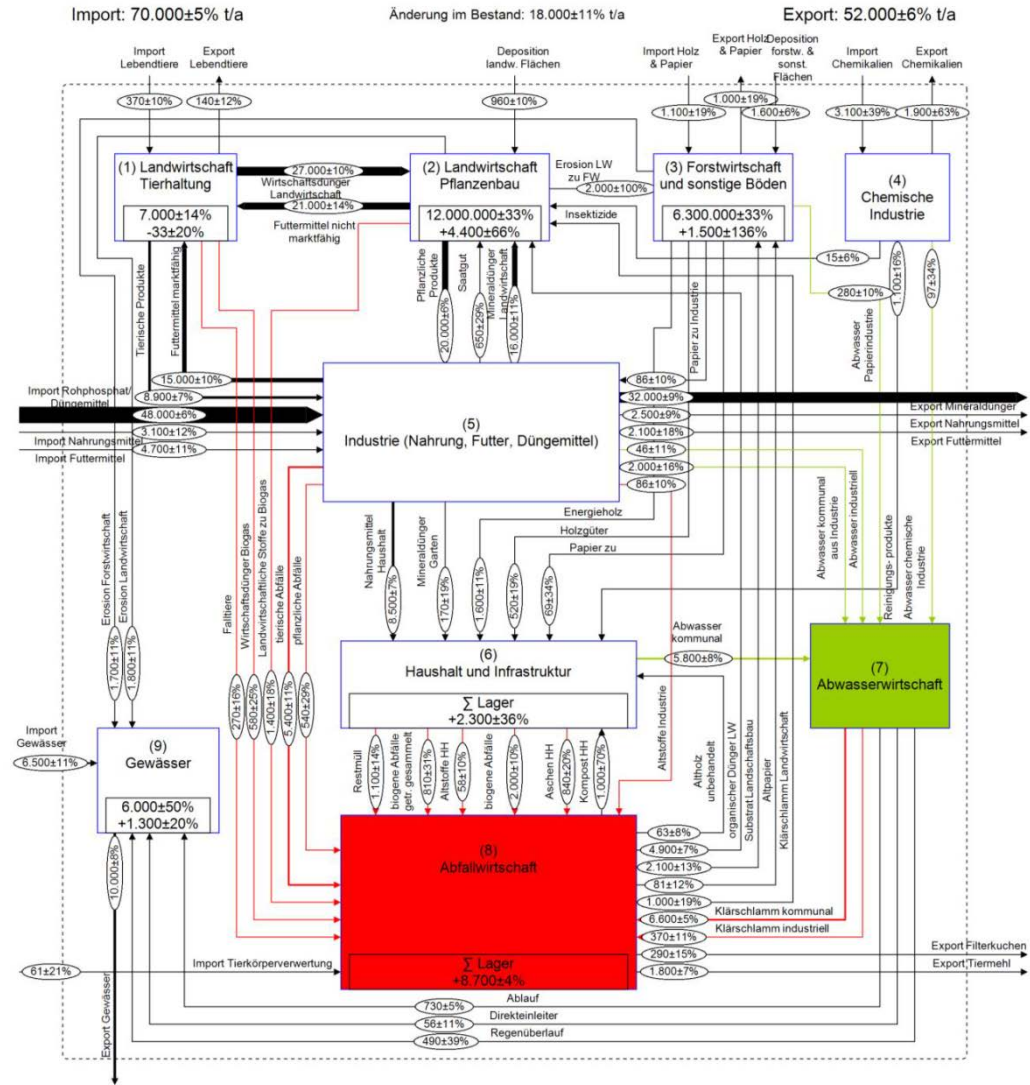
# Agro-municipal wastes



# Agro-municipal wastes



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences  
Egle et al. (2014)

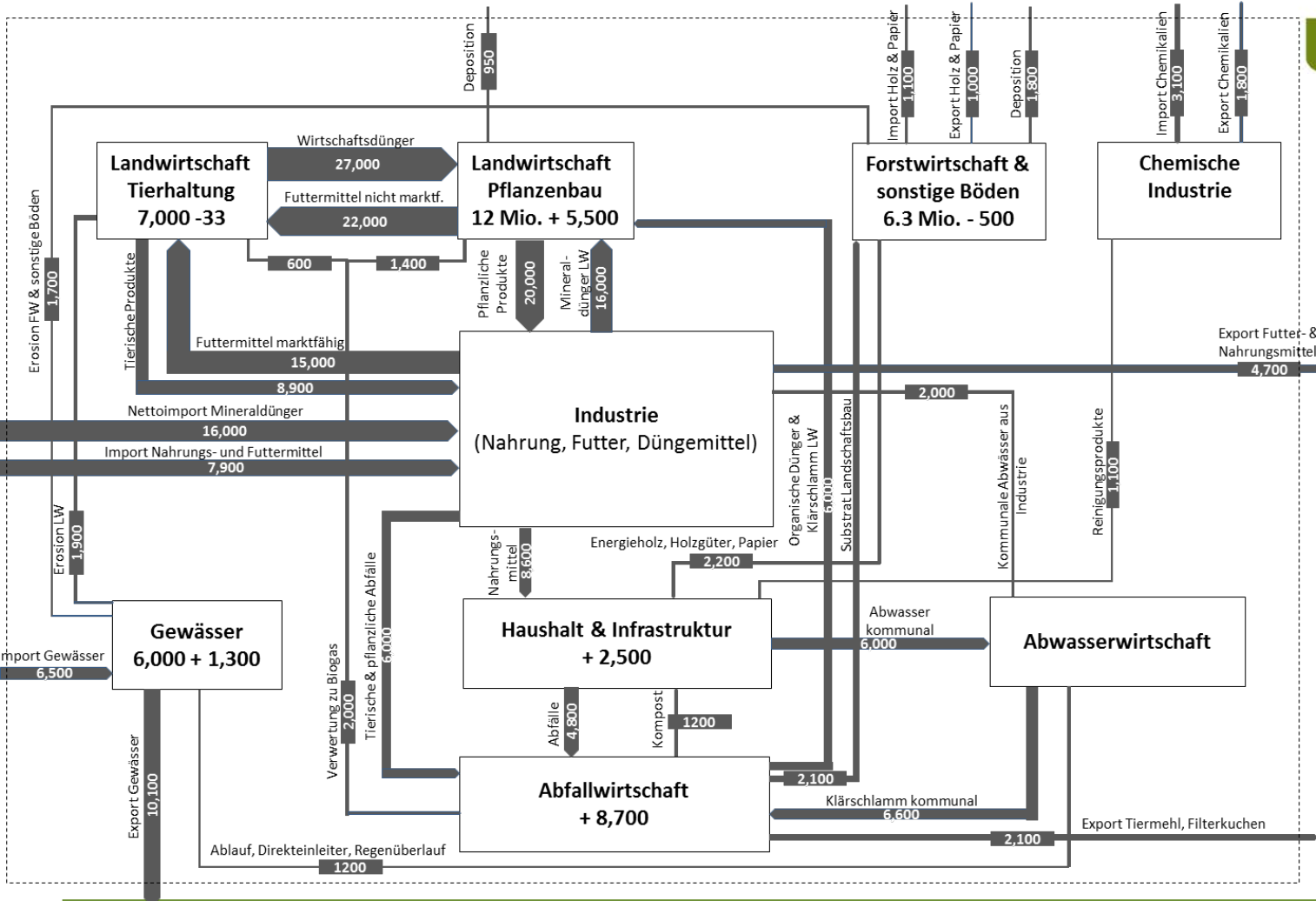


## Phosphorbilanz Österreich

# Agro-municipal wastes



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences



# Agro-municipal wastes



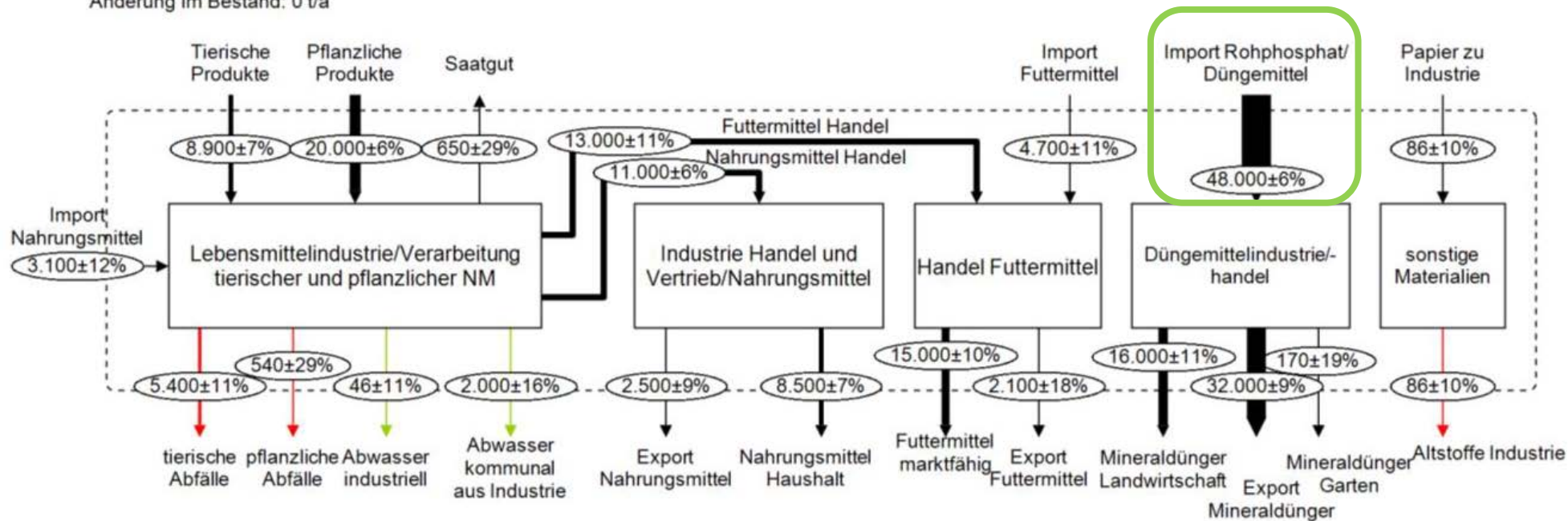
## Subsystem Industrie



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

Egle et al. (2014)

Import: 85.000±4% t/a  
Export: 85.000±4% t/a  
Änderung im Bestand: 0 t/a



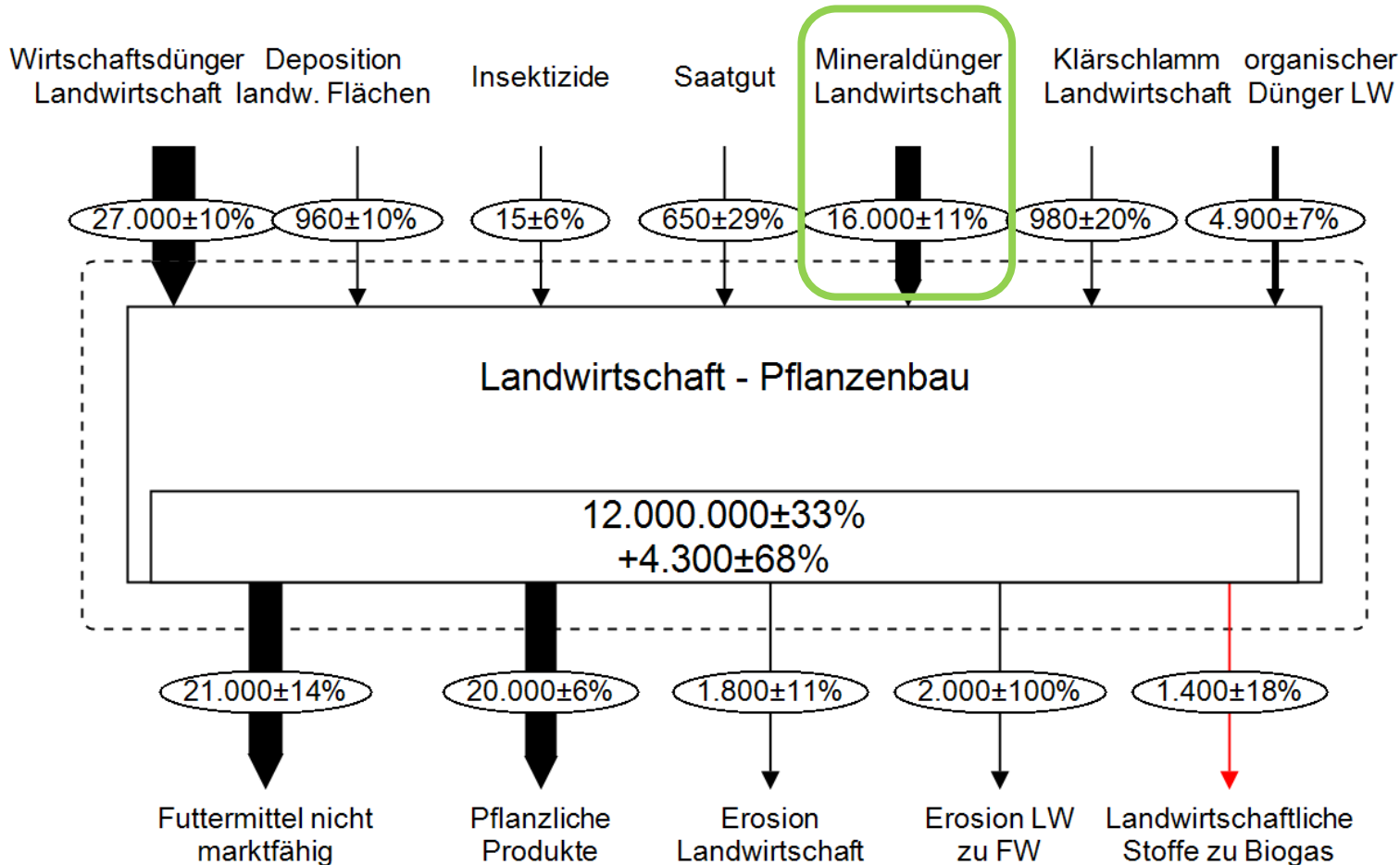
# Agro-municipal wastes



## Subsystem Landwirtschaft - Pflanzenbau



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences  
Egle et al. (2014)



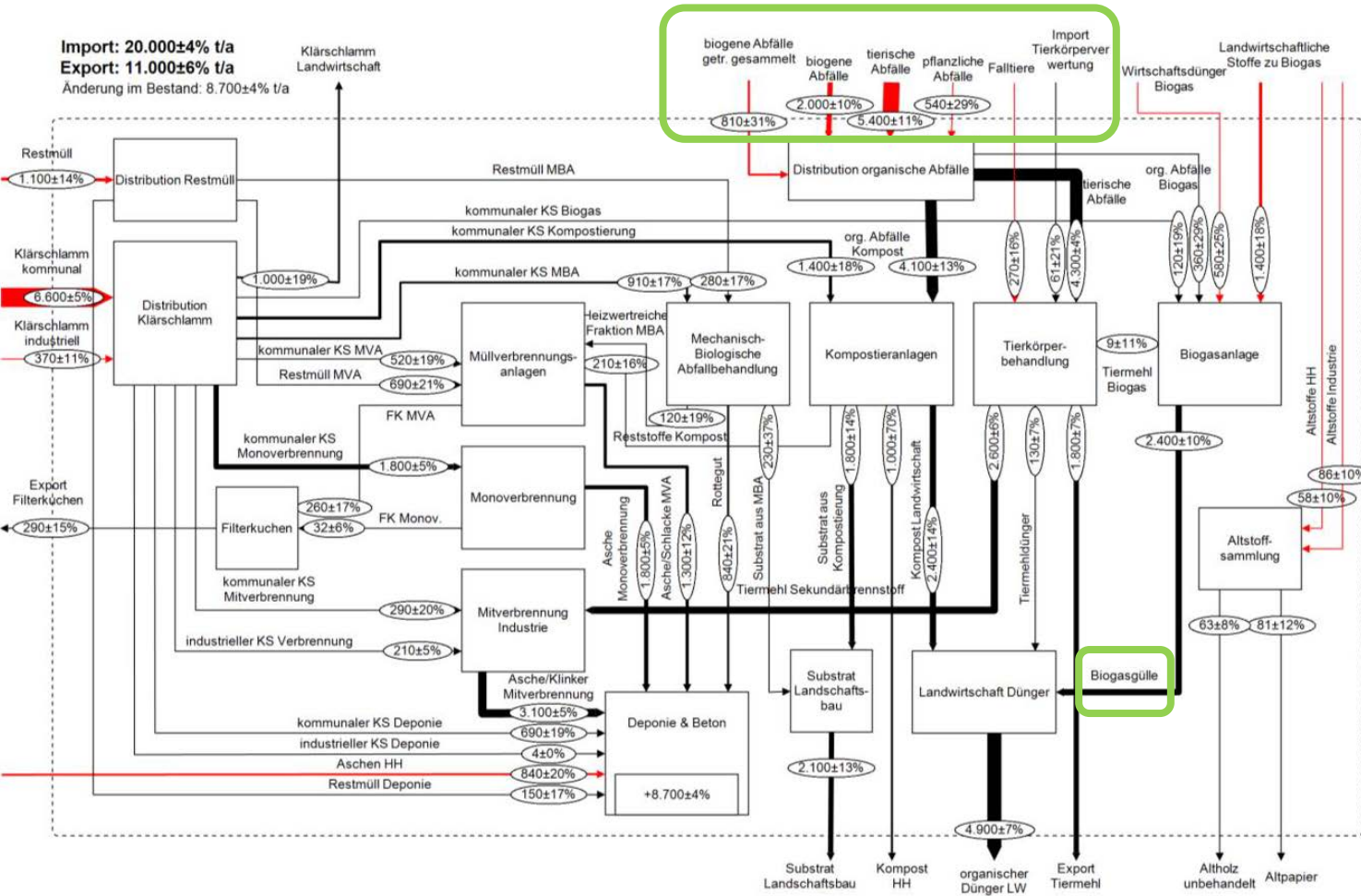
# Agro-municipal wastes



## Subsystem Abfallwirtschaft



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences  
Egle et al. (2014)



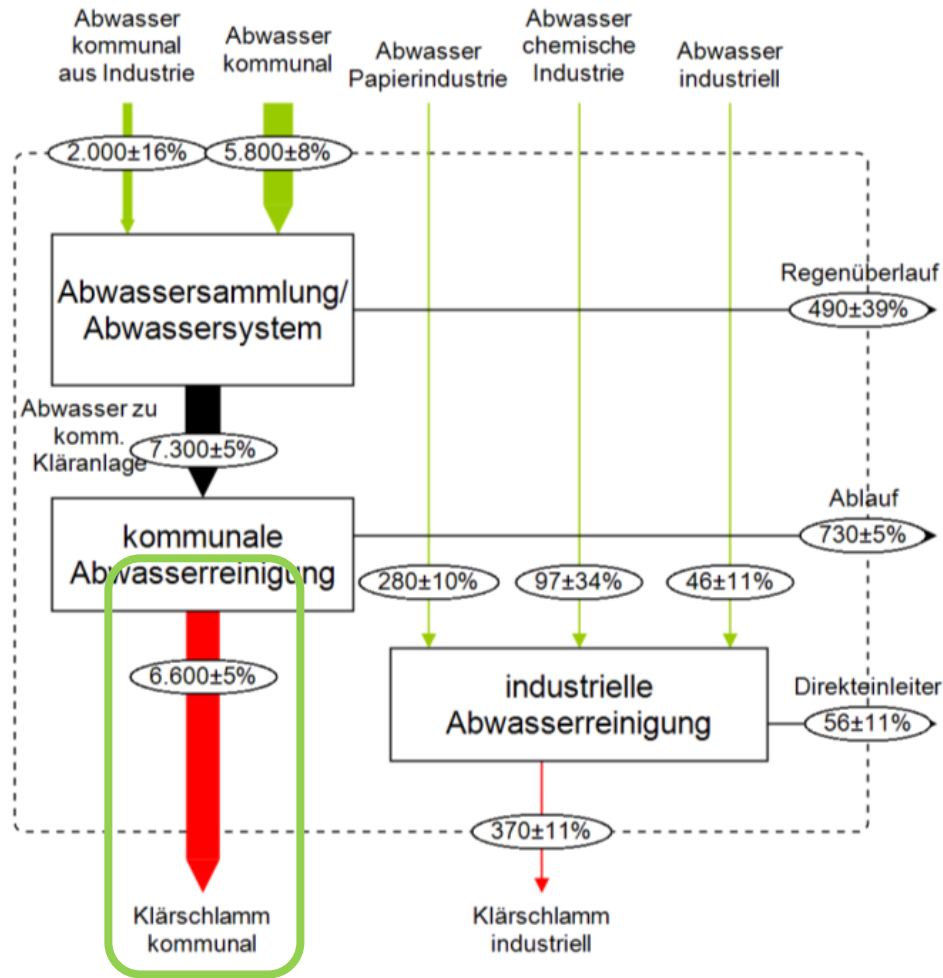


# Agro-municipal wastes

Import:  $8.200 \pm 5\%$  t/a  
 Export:  $8.200 \pm 5\%$  t/a  
 Änderung im Bestand: 0 t/a



University of Natural Resources  
 and Life Sciences  
 Department of Forest and Soil Sciences  
 Egle et al. (2014)



## Subsystem Abwasserwirtschaft

# Agro-municipal wastes



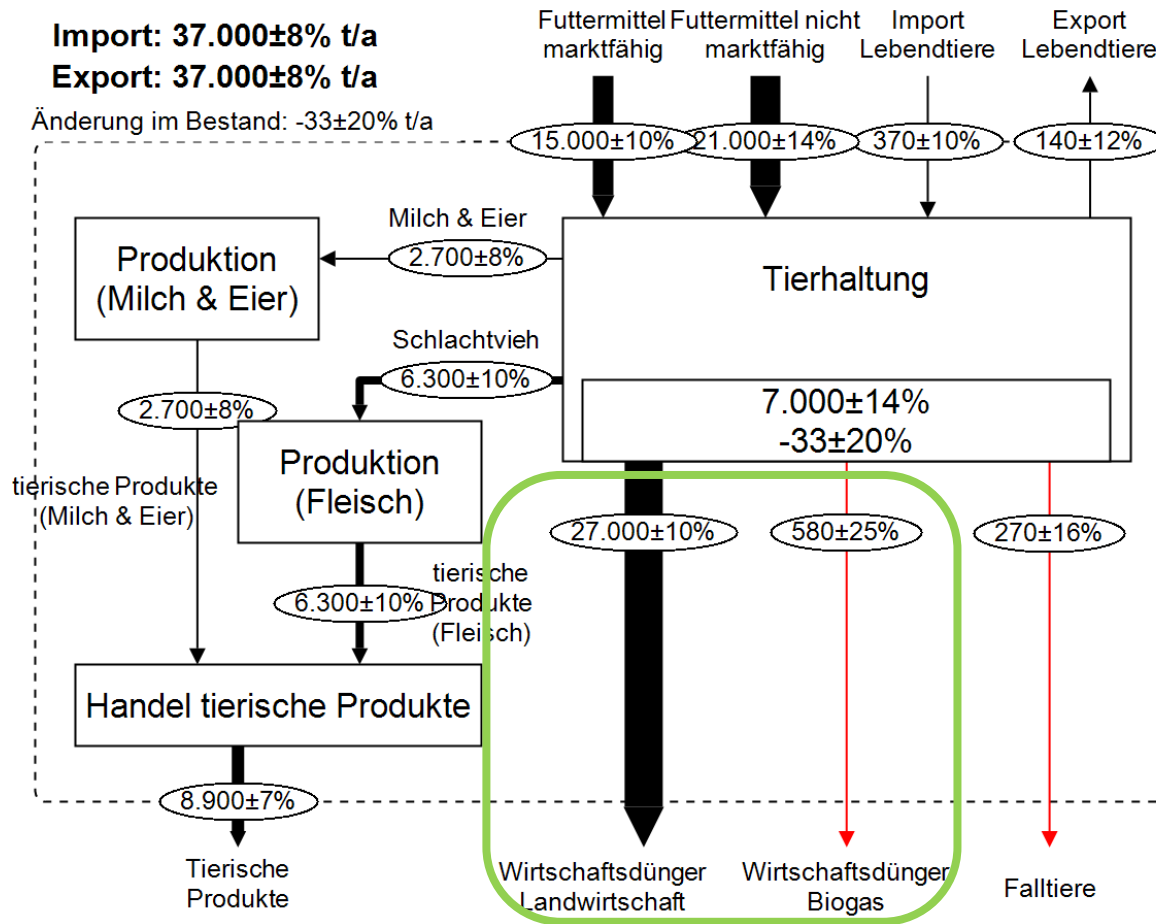
## Substitutionspotential

Relevante Flüsse P-Recycling	P-Fracht [t P/a]	Substitutionspotential [%]
Kommunales Abwasser	7.800	~49%
Kommunaler Klärschlamm	6.600	~41%
Tiermehl	4.500	~28%
Getrennt gesammelte biogene Abfälle	2.800	~18%
<b>Gesamt in Abfällen</b>	<b>13.900</b>	<b>~87%</b>



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences  
[Egle et al. \(2014\)](#)

# Agro-municipal wastes



# Agro-municipal wastes



## Konversions- & Distributionspotential

Egle et al. (2014)



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

Tierart	kg P/Stallplatz/Jahr	Tierart	kg P/Stallplatz/Jahr
<b>Pferde (Einhufer) insgesamt</b>		<b>Schweine insgesamt</b>	
Kleinpferde		Ferkel bis 20 kg	0,9
0.5-3 Jahre	2,0	Jungschweine 20 - 50 kg	1,9
> 3 Jahre plus Fohlen bis 0.5 Jahre	2,3	Mastschweine 50 - 80 kg	1,9
<b>Kleinpferde über 300 kg - Haflinger</b>		Mastschweine 80 - 110 kg	1,9
0.5-3 Jahre	3,8	Mastschweine größer als 110 kg	1,9
>3 Jahre	4,5	Zuchtschweine 50 kg und mehr	
<b>Pferde</b>		Jungsauen, noch nie gedeckt	4,6
0.5-3 Jahre	6,8	Jungsauen, erstmals gedeckt	4,6
> 3 Jahre	8,0	Ältere Sauen, gedeckt	4,6
<b>Rinder insgesamt</b>		Ältere Sauen, nicht gedeckt	4,6
Jungvieh bis unter 1 Jahr		Zuchteber	5,4
Schlachtkälber bis 300 kg	3,1	<b>Schafe insgesamt</b>	
andere Kälber und Junggrinder, männlich	5,9	Mutterschafe und gedeckte Lämmer	1,7
andere Kälber und Junggrinder, weiblich	5,9	andere Schafe	0,9
<b>Jungvieh 1 bis unter 2 Jahre</b>		<b>Ziegen insgesamt</b>	
Stiere und Ochsen	8,6	Ziegen, die bereits gezickelt haben	
Schlachtkalbinnen	8,6	und gedeckte Ziegen	2,0
Nutz- und Zuchtkalbinnen	8,6	andere Ziegen	1,0
<b>Rinder 2 Jahre und älter</b>		<b>Hühner insgesamt</b>	
Stiere und Ochsen	10,8	Küken für Legezwecke, Legehennen, H:	0,1
Schlachtkalbinnen	11,1	Masthähnchen und -hühnchen	0,1
Nutz- und Zuchtkalbinnen	11,1	<b>Truthühner</b>	0,3
Milchkühe	15,2	sonstiges Geflügel	0,1
andere Kühe	9,3	Zuchtwild	2,1

- Rinder 2 Mio.
- Schweine 3 Mio.
- Hühner 15 Mio.

Statistik Austria

Aus Richtlinie zur sachgerechten Düngung (BMLFUW, 2006b)

# Agro-municipal wastes



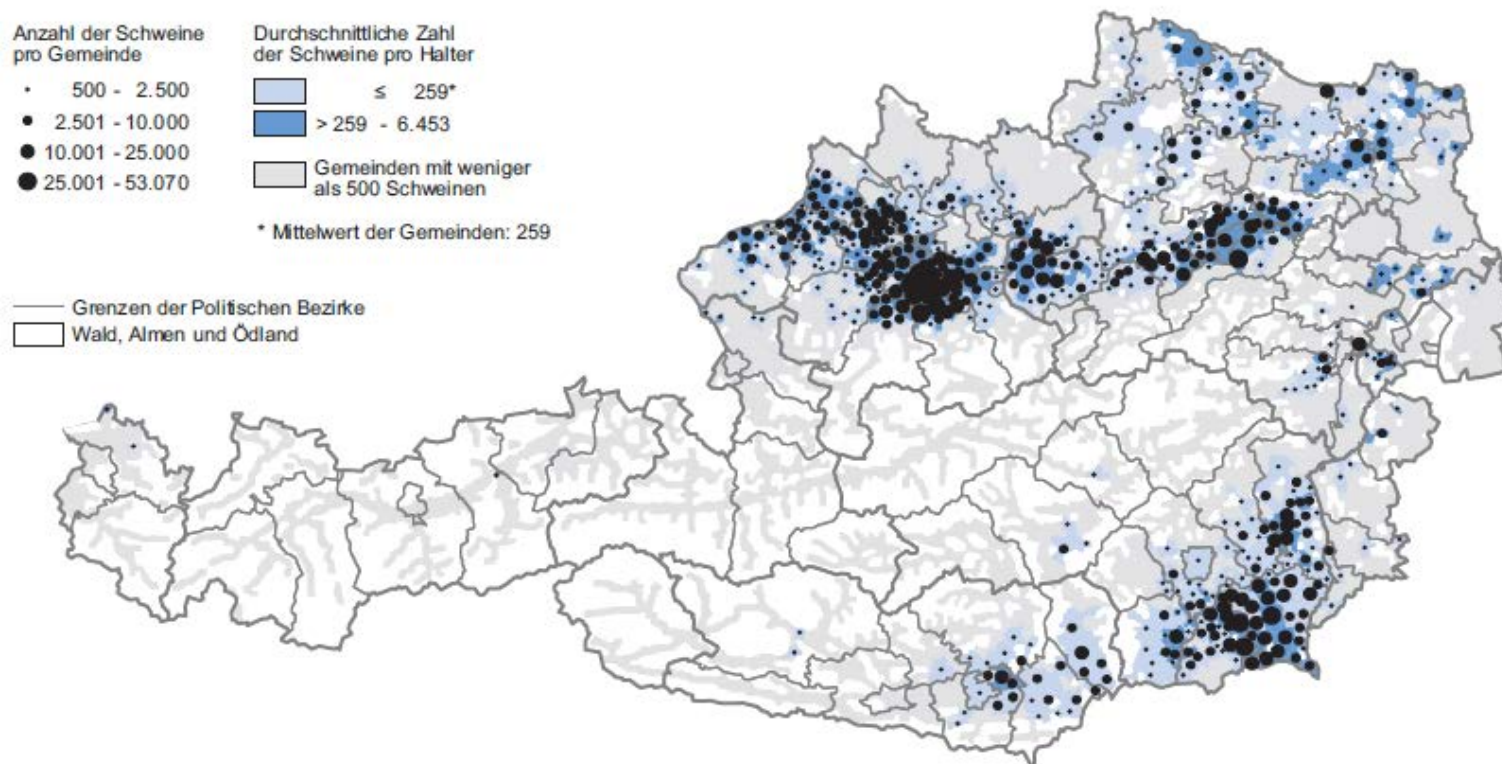
## Konversions- & Distributionspotential



University of Natural Resources  
and Life Sciences

Department of Forest and Soil Sciences

Egle et al. (2014)



Q: STATISTIK AUSTRIA

# Agro-municipal wastes



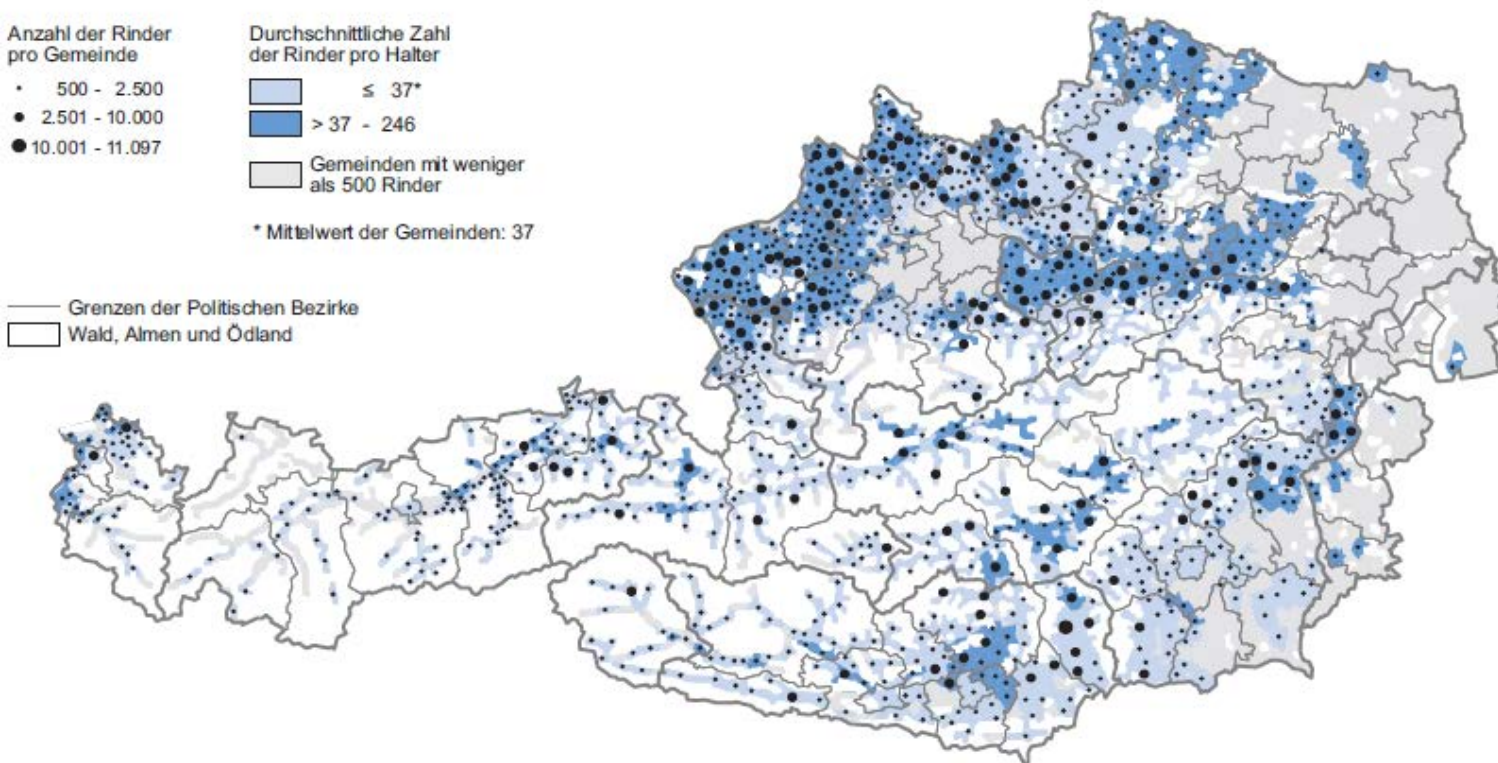
## Konversions- & Distributionspotential



University of Natural Resources  
and Life Sciences

Department of Forest and Soil Sciences

Egle et al. (2014)



Q: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft.

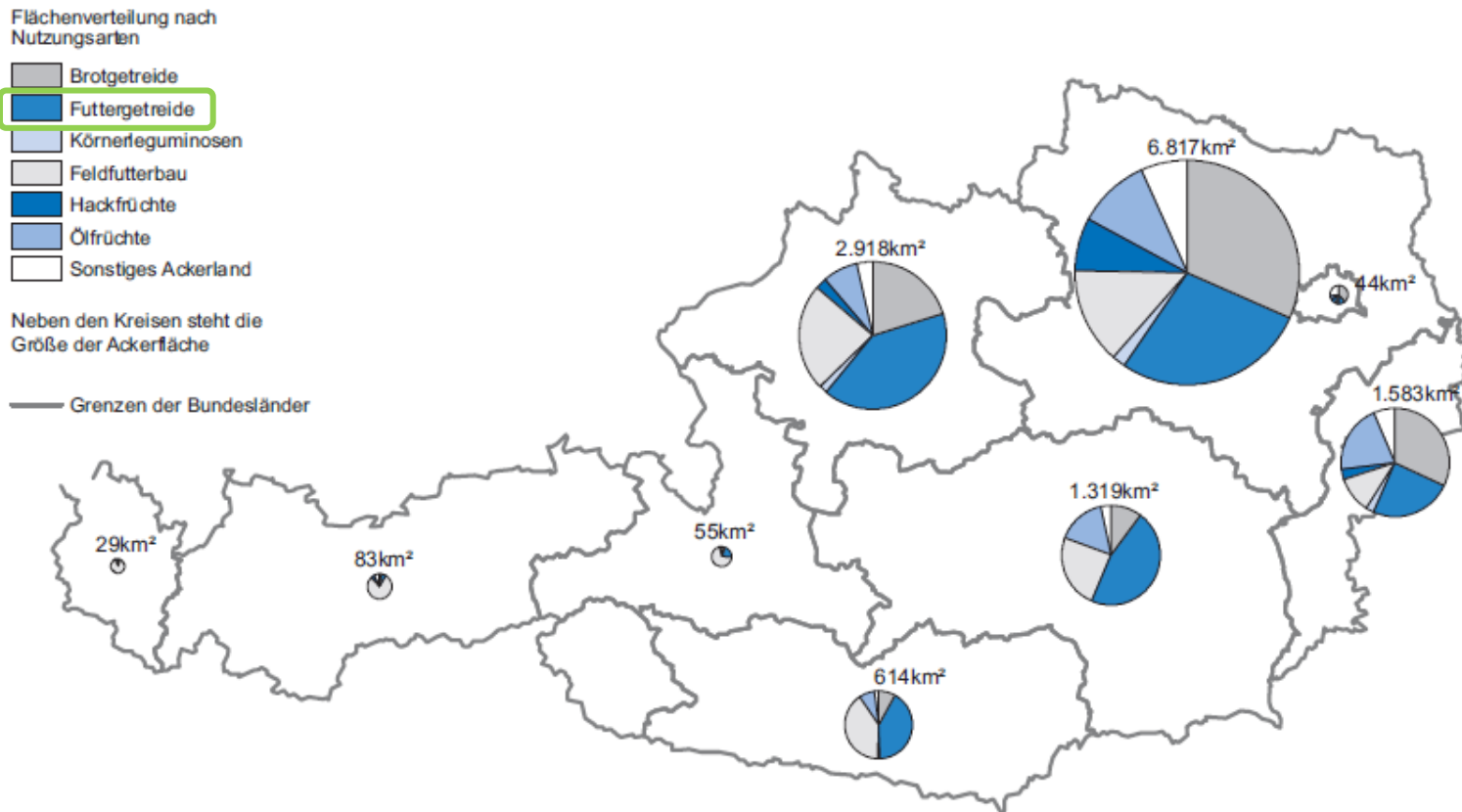
# Agro-municipal wastes



## Konversions- & Distributionspotential



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences  
Egle et al. (2014)



Q: STATISTIK AUSTRIA

# Agro-municipal wastes



## Konversions- & Distributionspotential



**University of Natural Resources  
and Life Sciences**

Department of Forest and Soil Sciences



- EU Nitratrichtlinie
- Aktionsprogramm Nitrat (Ö)
- Ausbringungsverbot im Winterhalbjahr
- ÖPUL 2015 Maßnahme "Bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und Biogasgülle,"
- ÖPUL 2015 Maßnahme "Vorbeugender Grundwasserschutz auf Ackerflächen
- Verschärfungen durch Novellierung des Düngemittelrechts in Deutschland

<http://www.spiegel.de/wirtschaft/service/nitrat-im-grundwasser-durch-ueberduengung-und-guelle-a-1027279.html>



# Case Study FERTI-MINE



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

Mining nutrients  
From waste to fertilizer

Phosphorus and carbon recycling through  
thermo-chemical treatment of biowaste



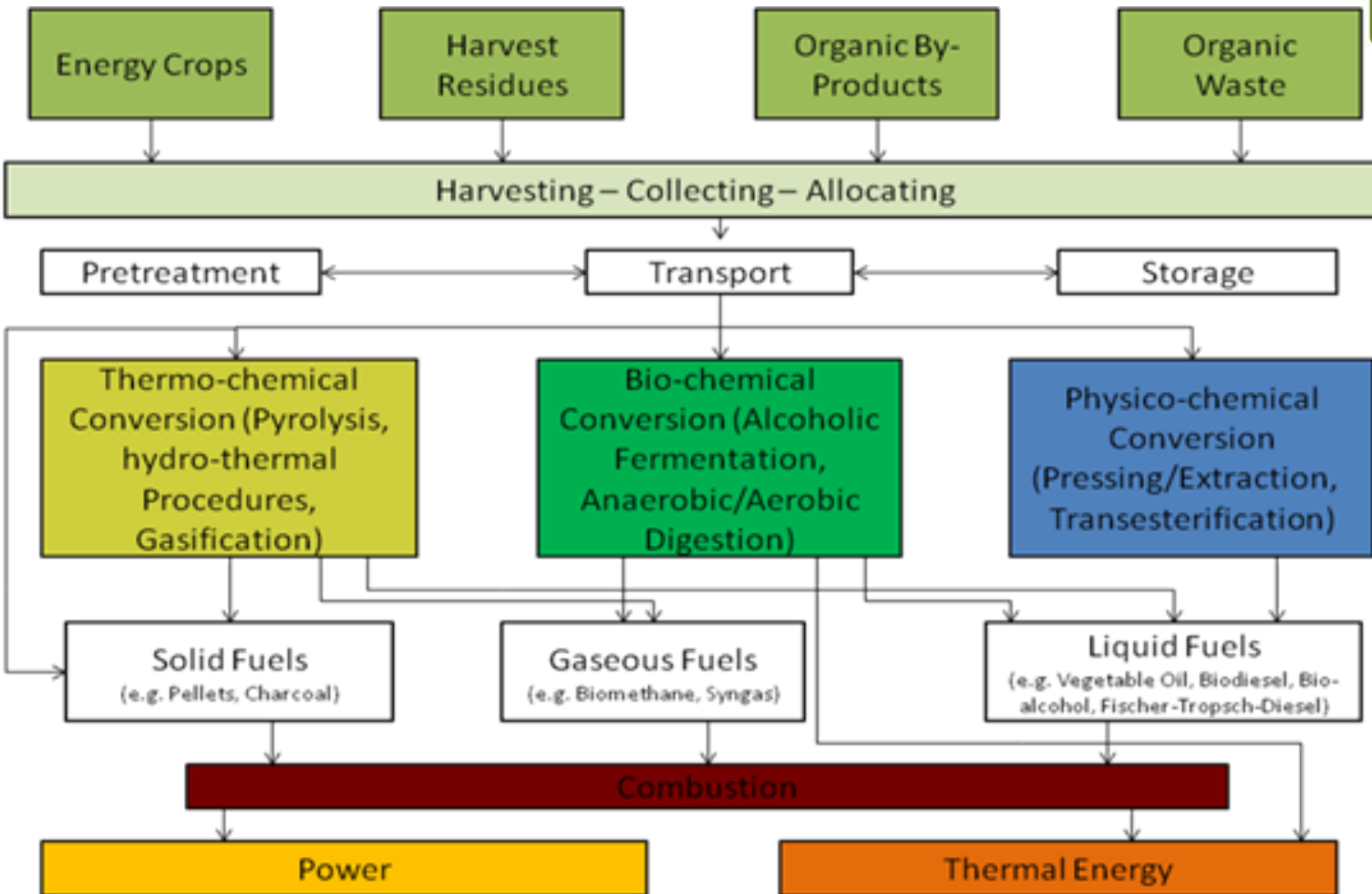
wpa Beratende Ingenieure



# Verwertungsstrategien



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences



# Case Study FERTI-MINE



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

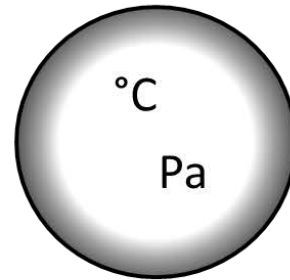


## WASTE - FEEDSTOCK

- Municipal Sewage Sludge
- Meat & Bone Meal
- Animal Manures & Slurry
- Biogas slurry

## PROCESS

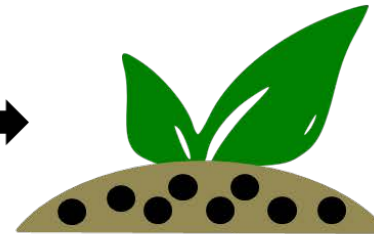
- Pyrolysis
- Gasification
- HTC



Testing/  
Feedback loops

## PRODUCT

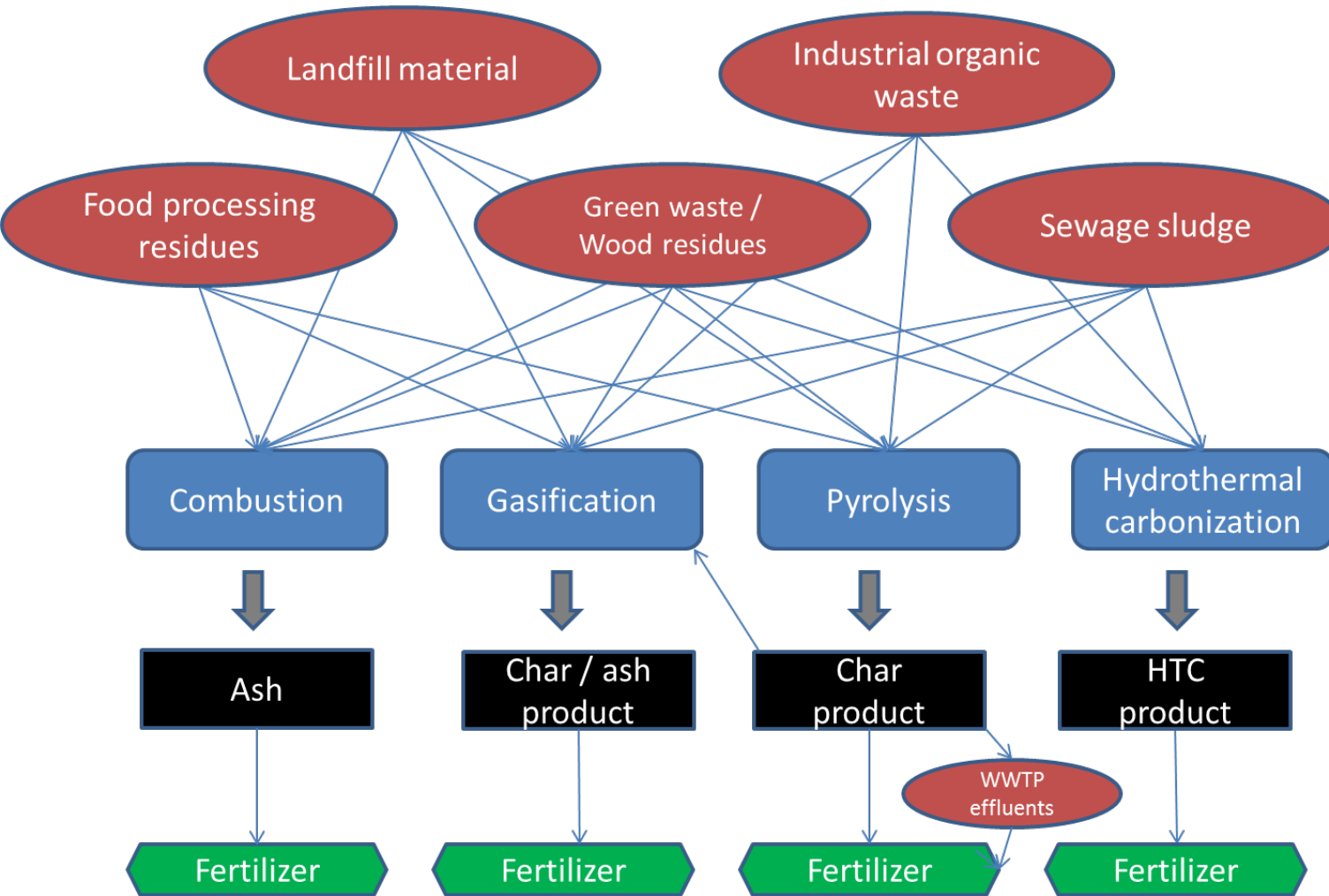
- Fertilizer
- Soil conditioner
- C-Sequestration



# Case Study FERTI-MINE



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences



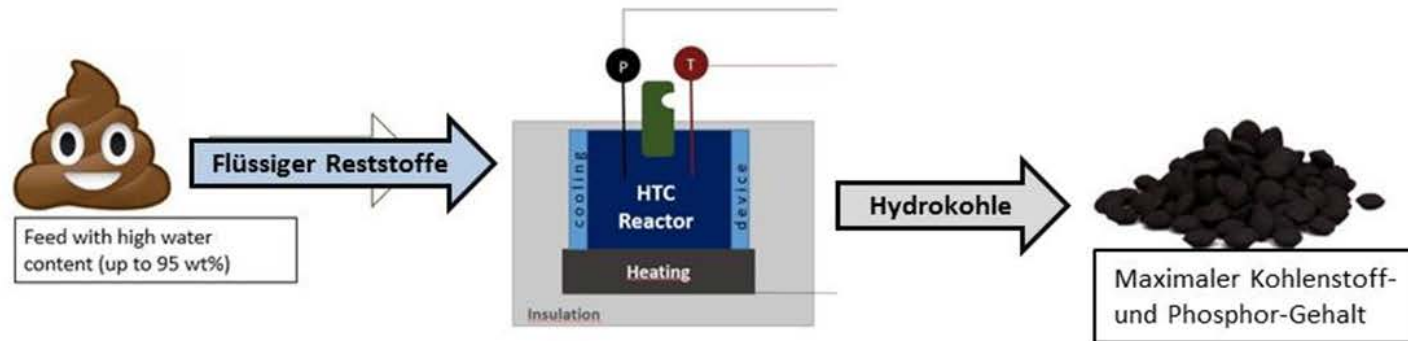
- Nährstoffrecycling
- Wasserentzug
- Hygiene
- Geruchsminderung
- Lagerfähigkeit
- Transportierbarkeit
- Verteilungslogistik
- Vermarktbarkeit
- Produktdiversifizierung
- Nährstoffverfügbarkeit
- Zusätzliche Funktionen

# Case Study FERTI-MINE

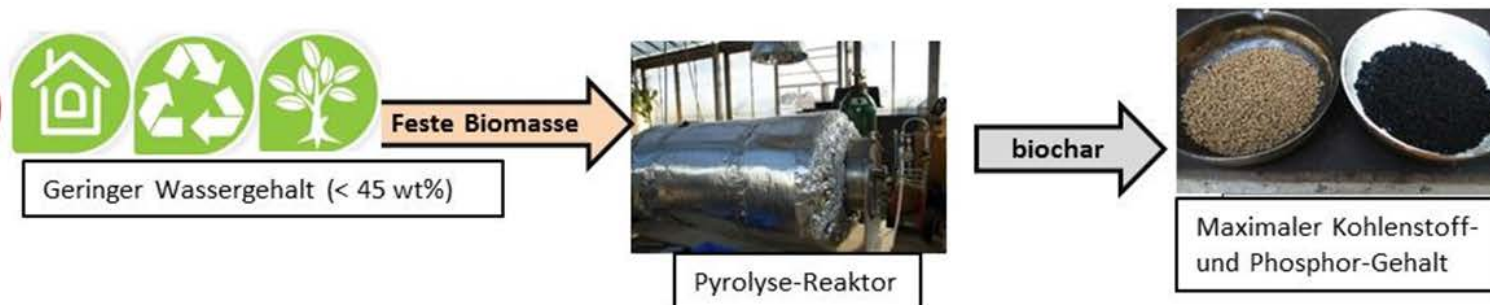


University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

## Entwicklung HTC- Verfahren



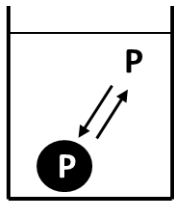
## Entwicklung Pyrolyse- Verfahren



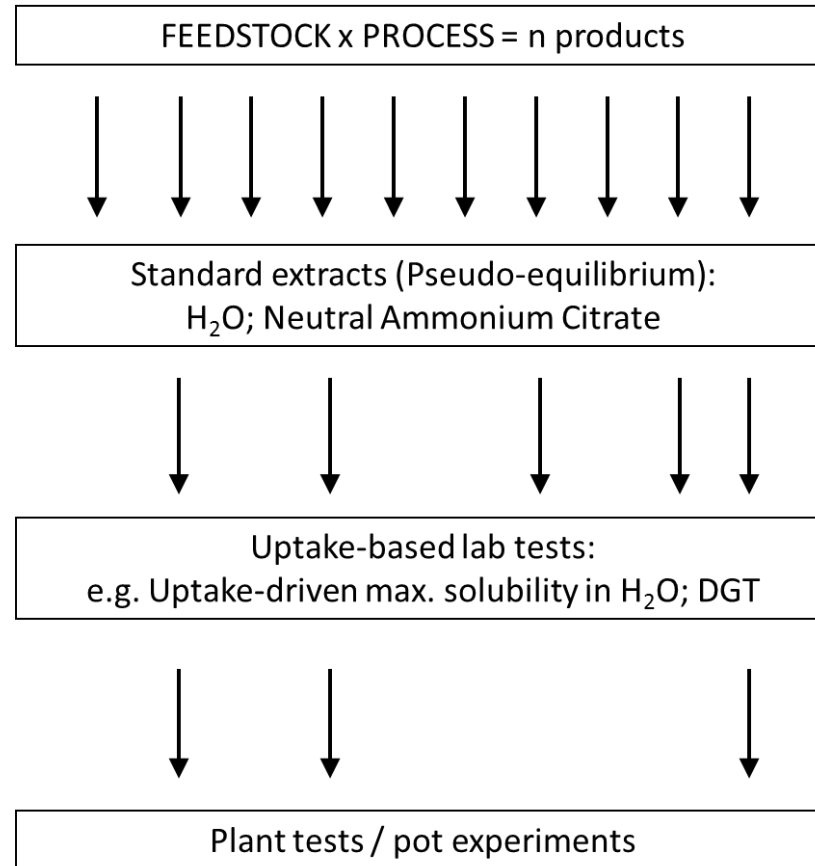
# Case Study FERTI-MINE



## Fertilizer test battery



Without & with soil



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

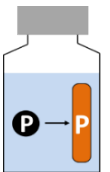
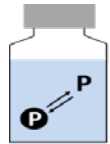
# Case Study FERTI-MINE



## P-Verfügbarkeitstests



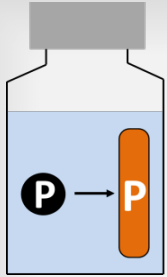
University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences



	"Düngertests"	"Bodentests"
H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	
Organische Säuren	2% Ameisensäure 2% Zitronensäure Neutrales Ammoniumzitat	Calcium acetate - calcium lactate (CAL)
NaHCO <sub>3</sub>		Olsen
P-Aufnahme basiert Desorption, Diffusion	"Iron bag": P-Desorption in H <sub>2</sub> O	Diffusive gradient in thin film (DGT)

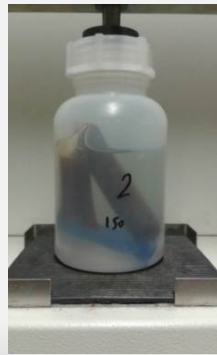


Chemical imaging	Fe-oxide coated papers
------------------	------------------------

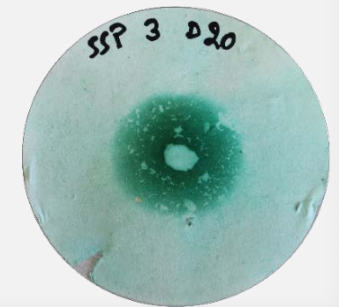


## Quantifizierung von H<sub>2</sub>O-löslichem P

30 Tage in H<sub>2</sub>O (pH = 6.8)  
 P Aufnahme durch Eisenoxid in Membrane -> treibt Desorption weiter



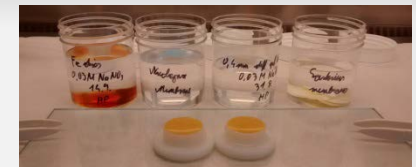
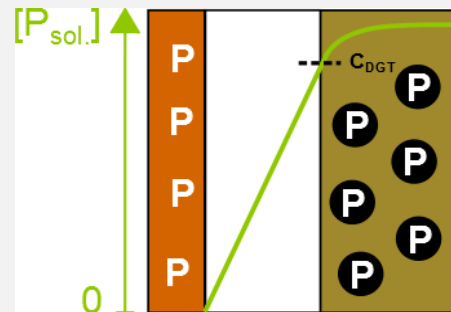
## Imaging: Evaluierung der P-Diffusion in den Boden



## Diffusive Gradient in Thinfilms

Simulation von P-Aufnahme durch die Pflanze

Passiver Sampler: Diffusion und Nachlieferung aus dem gedüngten Boden

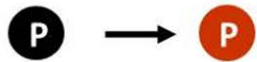




# Case Study FERTI-MINE



## Phosphor-Freisetzung durch Verarmungs-induzierte Löslichkeit



- Pflanzenaufnahme-Simulation
- Ohne Boden

Methode: Laborversuch in Schüttelflaschen, 3-4 Wochen, Aufnahme des düngereffektiven Phosphors durch Eisenoxid

Ziel: Quantifizierung der Kinetik der Freisetzung des wasserlöslichen Düngers



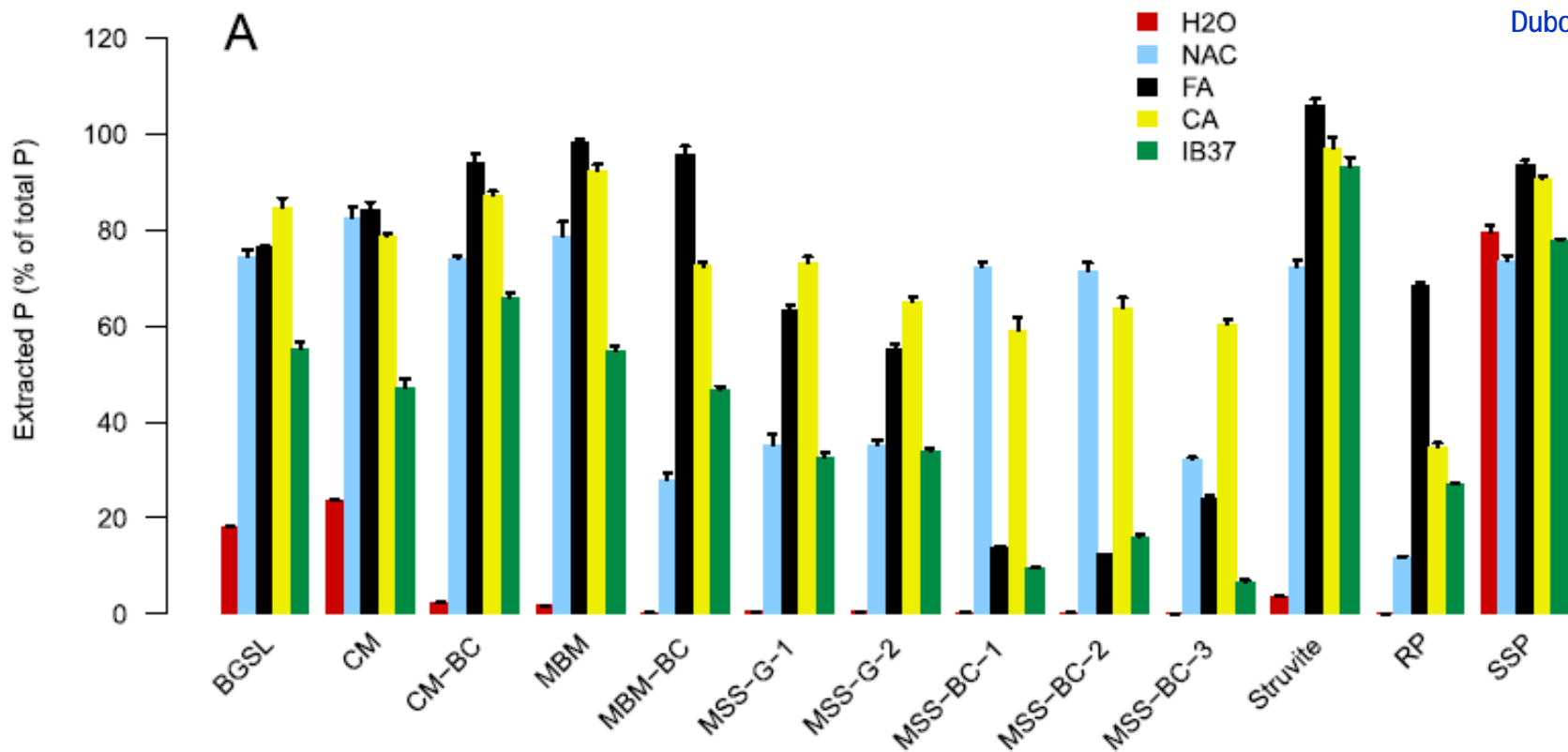
University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

# Case Study FERTI-MINE



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

[Duboc et al. \(2017\)](#)

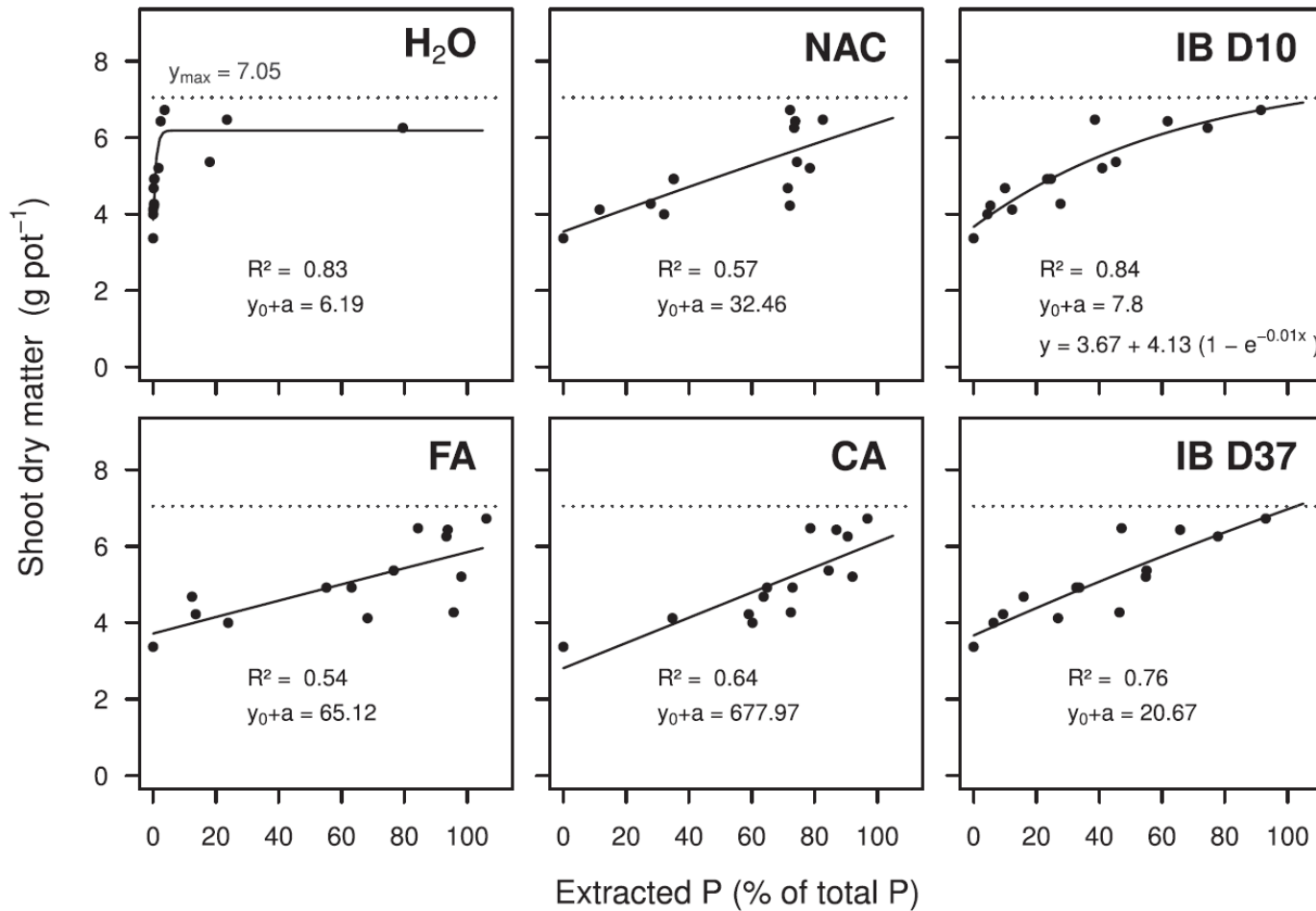


# Case Study FERTI-MINE

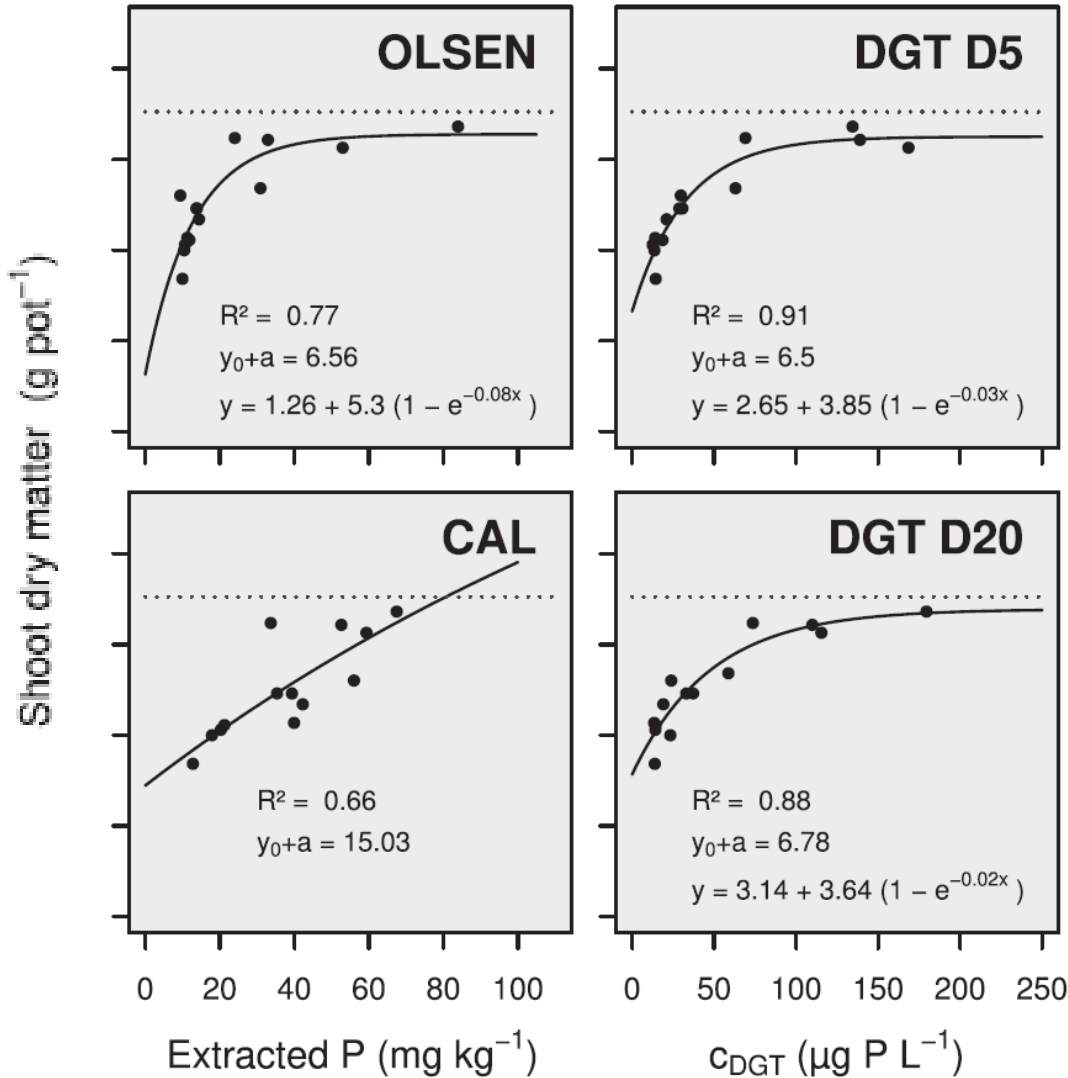


University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

[Duboc et al. \(2017\)](#)



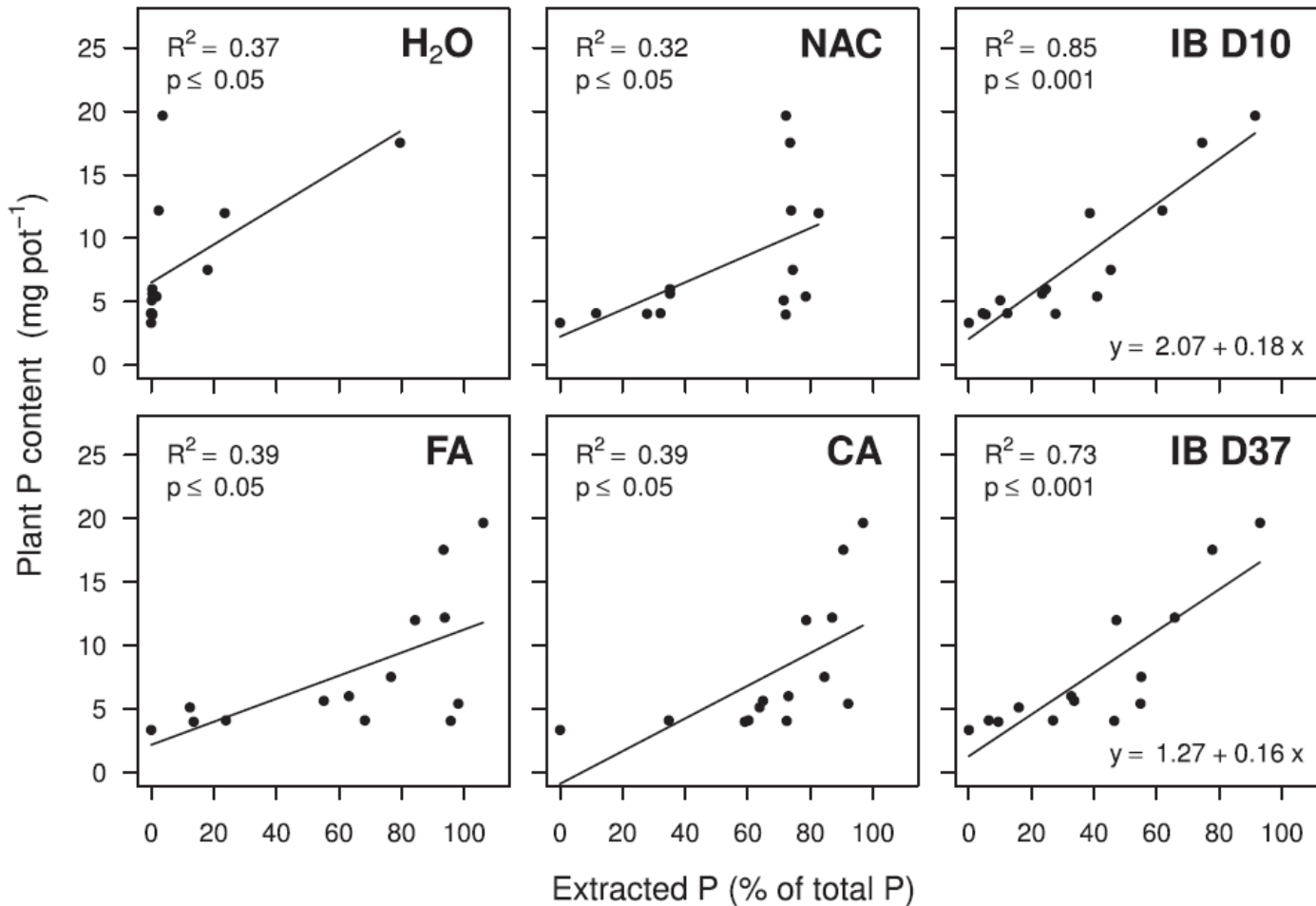
# Case Study FERTI-MINE



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

[Duboc et al. \(2017\)](#)

# Case Study FERTI-MINE



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

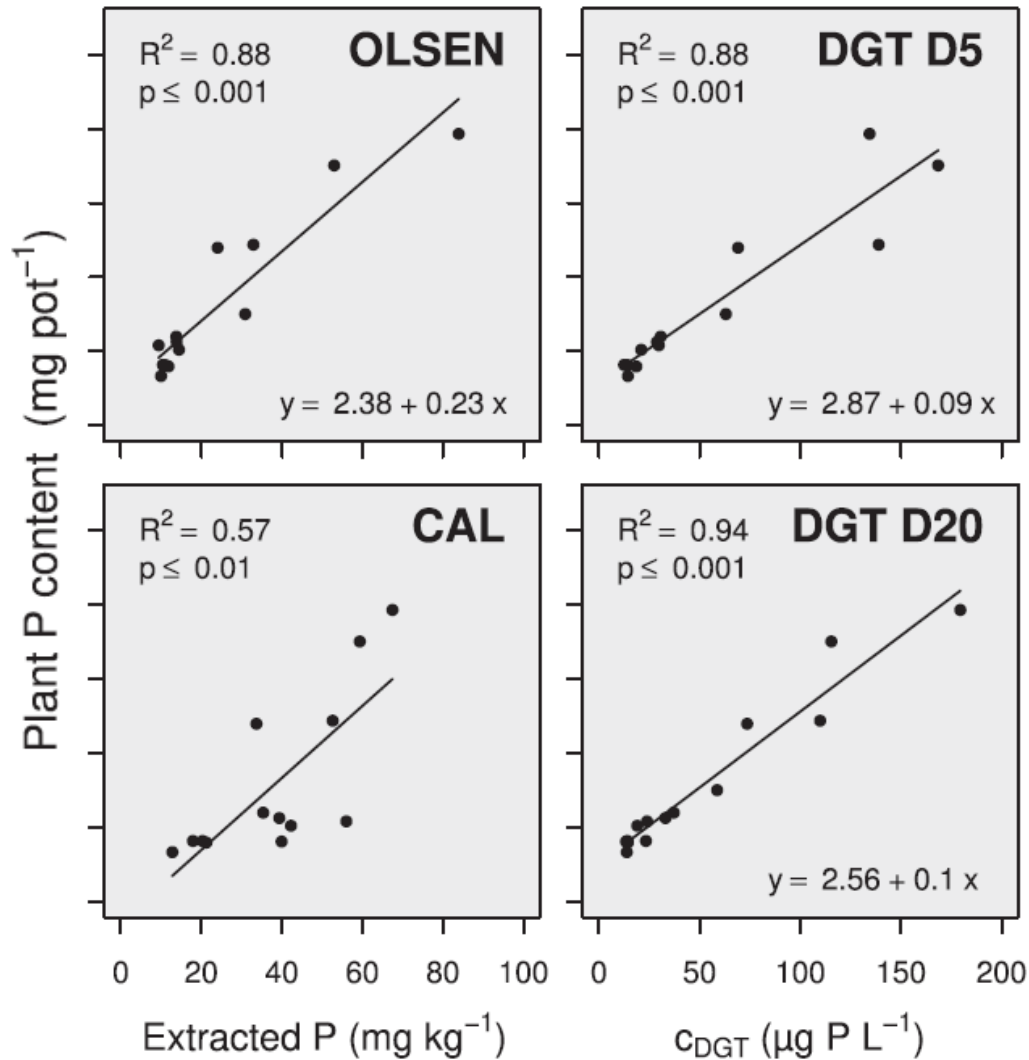
Duboc et al. (2017)

# Case Study FERTI-MINE



University of Natural Resources  
and Life Sciences  
Department of Forest and Soil Sciences

[Duboc et al. \(2017\)](#)



# Schlussbemerkungen

- Alternativen zu Rohphosphat
- Kreislaufschließung
- Nutzung von Abfällen / Sekundärrohstoffen
- Elimination von Problemen wie Geruch, Wasseranteil
- Homogenisierung
- Modifikation der Nährstoffverfügbarkeit
- Logistik der Verteilung, Lagerung, Verkauf
- Spezielle Anforderungen (z.B. Biolandbau)
- Innovative Systeme durch Koppelung von Prozessen
- Diversifizierung der Produkte und Märkte
- Beitrag zu einer nachhaltigen Bioökonomie



**University of Natural Resources  
and Life Sciences**  
Department of Forest and Soil Sciences