

# Untersuchungen zur Hygienisierung von Fäkalien durch Kompostierung - Laborrotteversuche

im Auftrag der ö-Klo GmbH

Erwin Binner, Christian Zafiu, Peter Behnisch <sup>1)</sup>

Universität für Bodenkultur  
Department für Wasser - Atmosphäre – Umwelt  
Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft

<sup>1)</sup> BioDetection Systems, Amsterdam

# Hygienisierung von Fäkalien

## Problemstellung

- die ö-Klo GmbH verkauft/vermietet Trockentoiletten (zB. Veranstaltungen, Festivals)
- Problem stellt die Entsorgung dar, weil Fäkalien nicht in der Liste kompostierbarer Abfälle der Kompostverordnung enthalten sind
  - ➔ Fäkalien dürfen daher in Kompostanlagen nicht verwertet werden
- Begründung: Hygienisierung ist nicht gesichert (Wissensstand 2001)
- für Kläranlagen wegen „Einstreu“ nicht geeignet
  - ➔ Verbrennung?

# Hygienisierung von Fäkalien

## Fragestellungen

- 1. Kann im Rahmen der technischen Kompostierung eine ausreichende Hygienisierung der öKlo-Toiletteninhalte garantiert werden?**
- 2. Werden endokrine Substanzen, Medikamenten- und Suchtmittelreste während des Rotteprozesses abgebaut?**

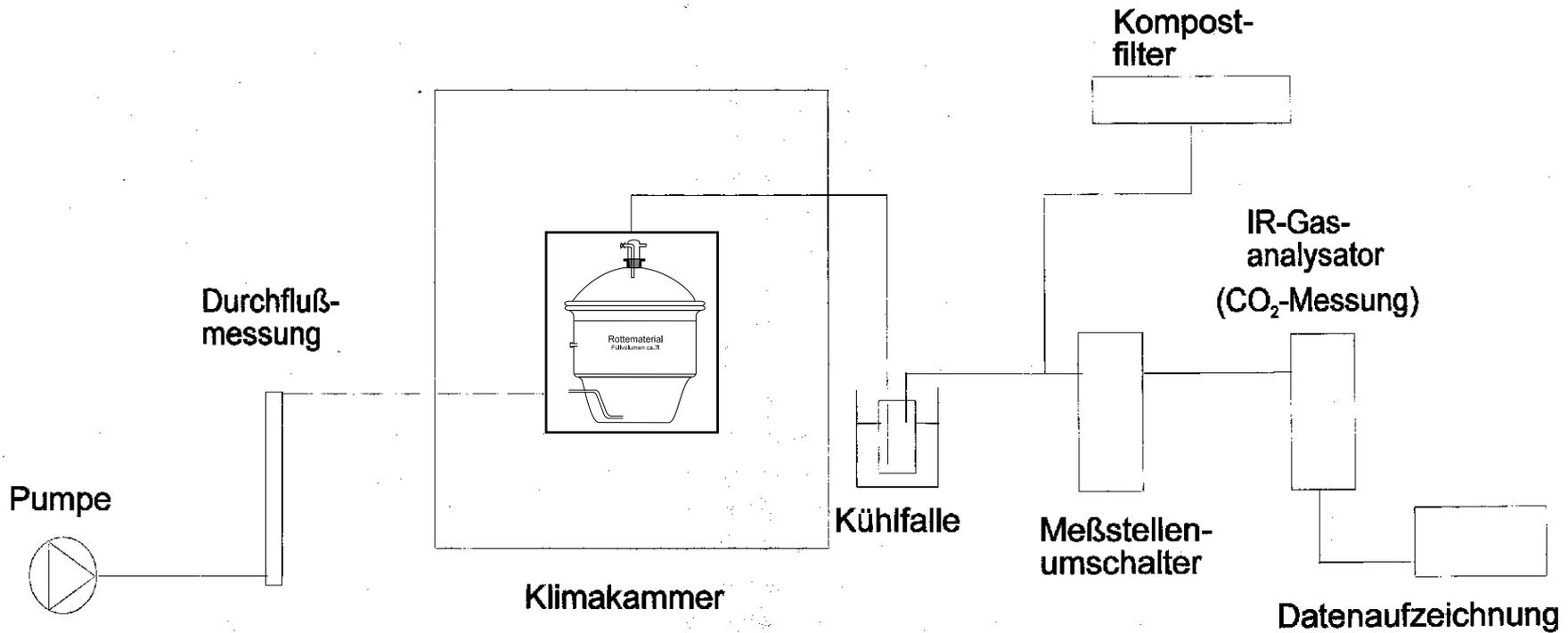
# Hygienisierung von Fäkalien

## Versuchsdesign - Laborrotteversuche

- durch Laborrotteversuche in der Anlage des ABF-BOKU können die **Rottebedingungen in einer realen Kompostanlage** „nachgestellt“ werden (sowohl günstige als auch ungünstige Bedingungen)
- es wurden die Bedingungen einer Kompostierungsanlage nach **Stand der Technik** simuliert
- vergleichende Versuche mit und ohne Fäkalien in jeweils 3 Wiederholungen

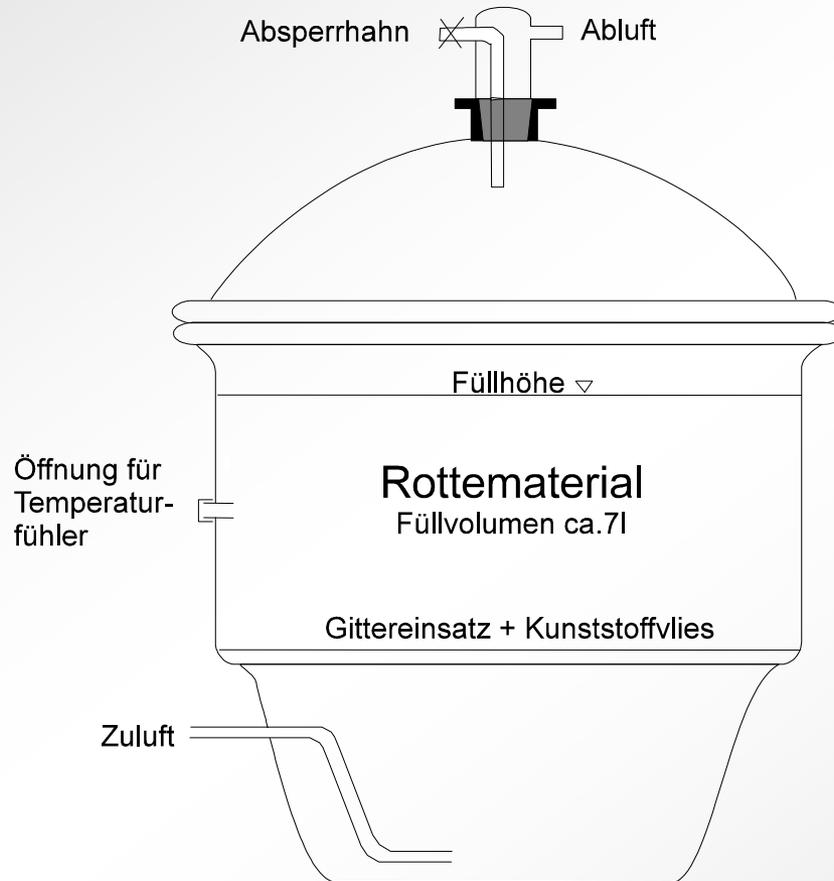
# Hygienisierung von Fäkalien

## Versuchsanordnung - Laborversuchsanlage



# Hygienisierung von Fäkalien

## Versuchsanordnung - Rotterektoren



# Hygienisierung von Fäkalien

## Versuchsanordnung

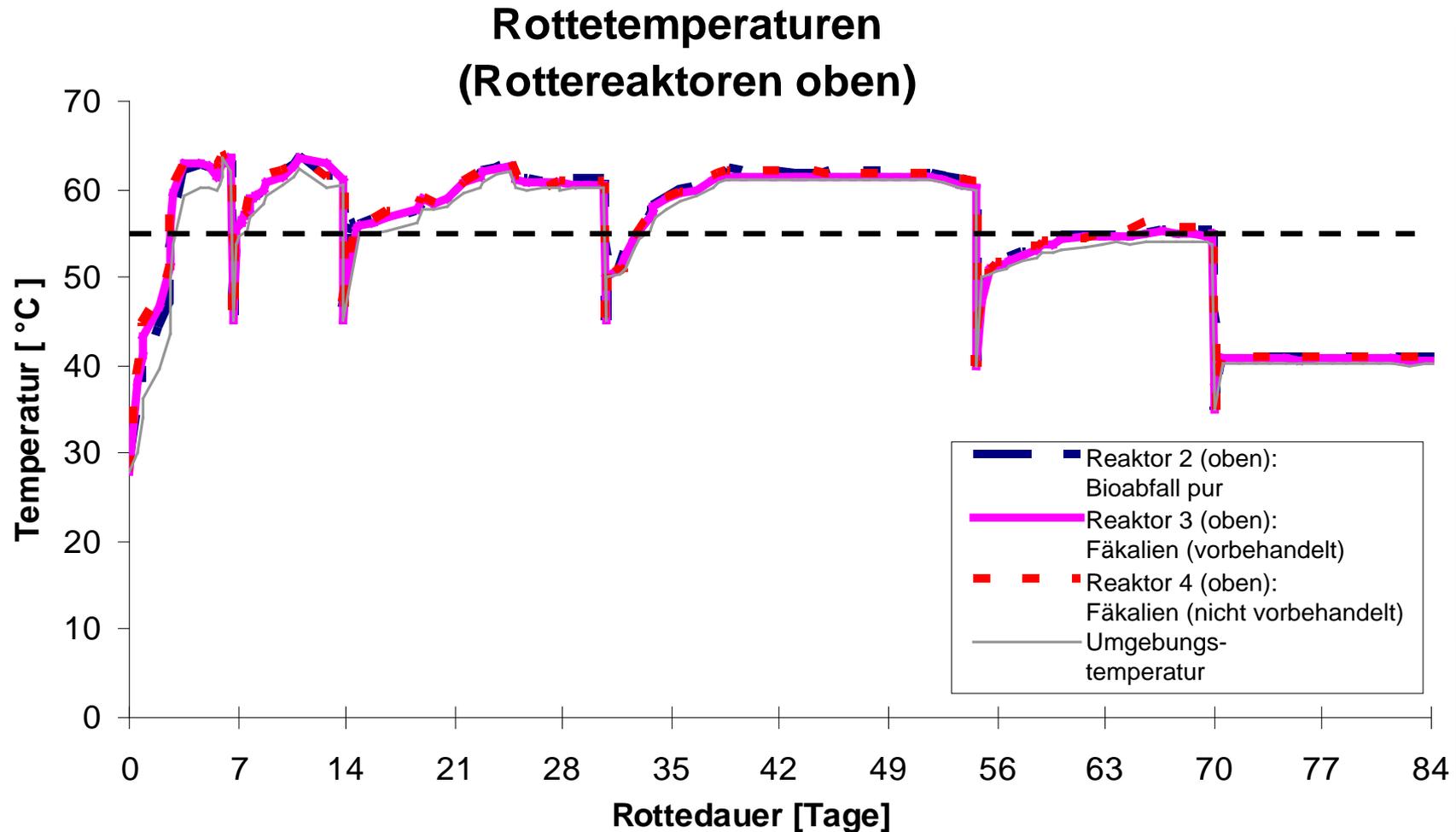
Fäkalienanteil ca. 36 % FM

ohne      mit      mit  
             „unbeh.“    „vorbeh.“



# Hygienisierung von Fäkalien

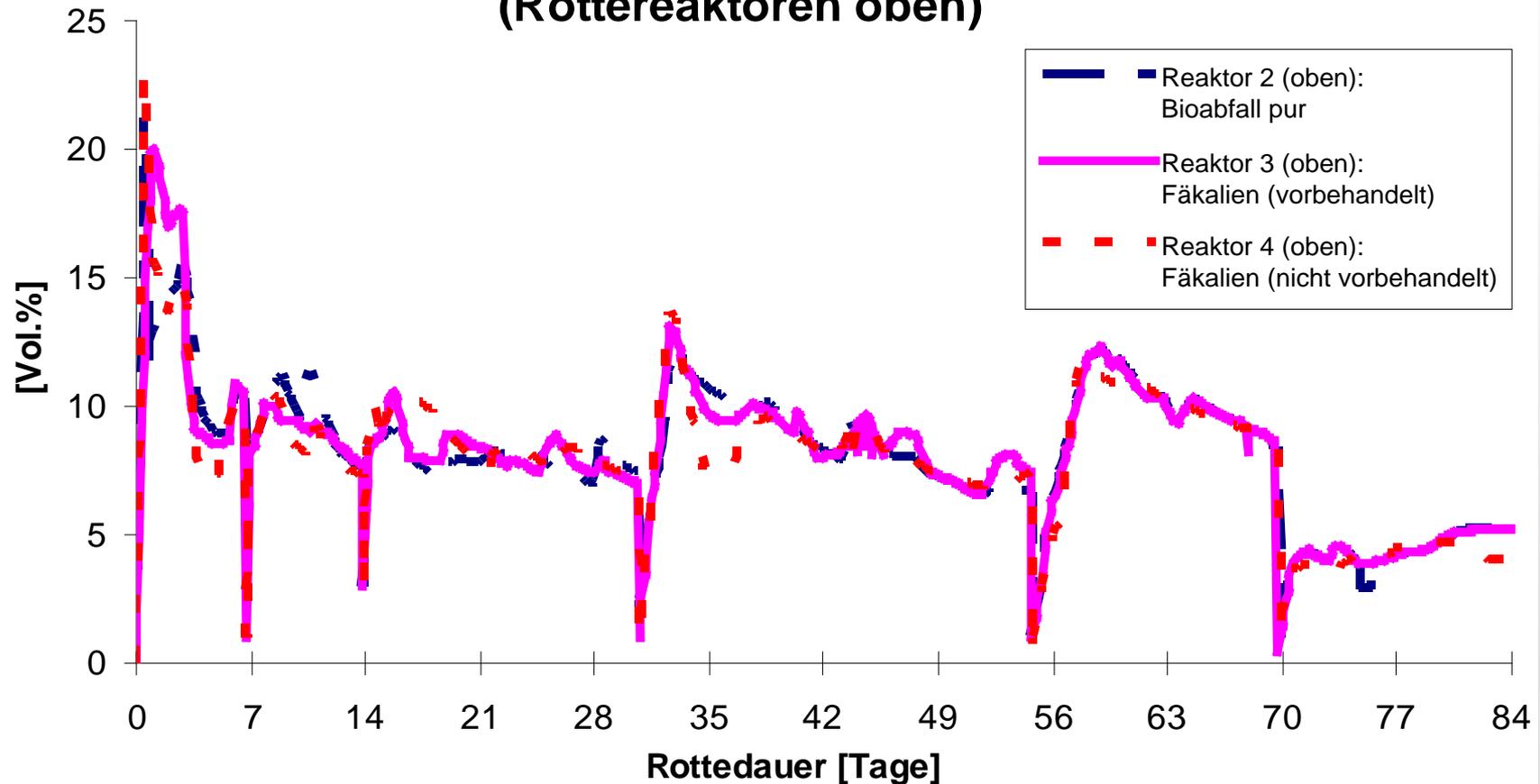
## Ergebnisse - Rottetemperaturen



# Hygienisierung von Fäkalien

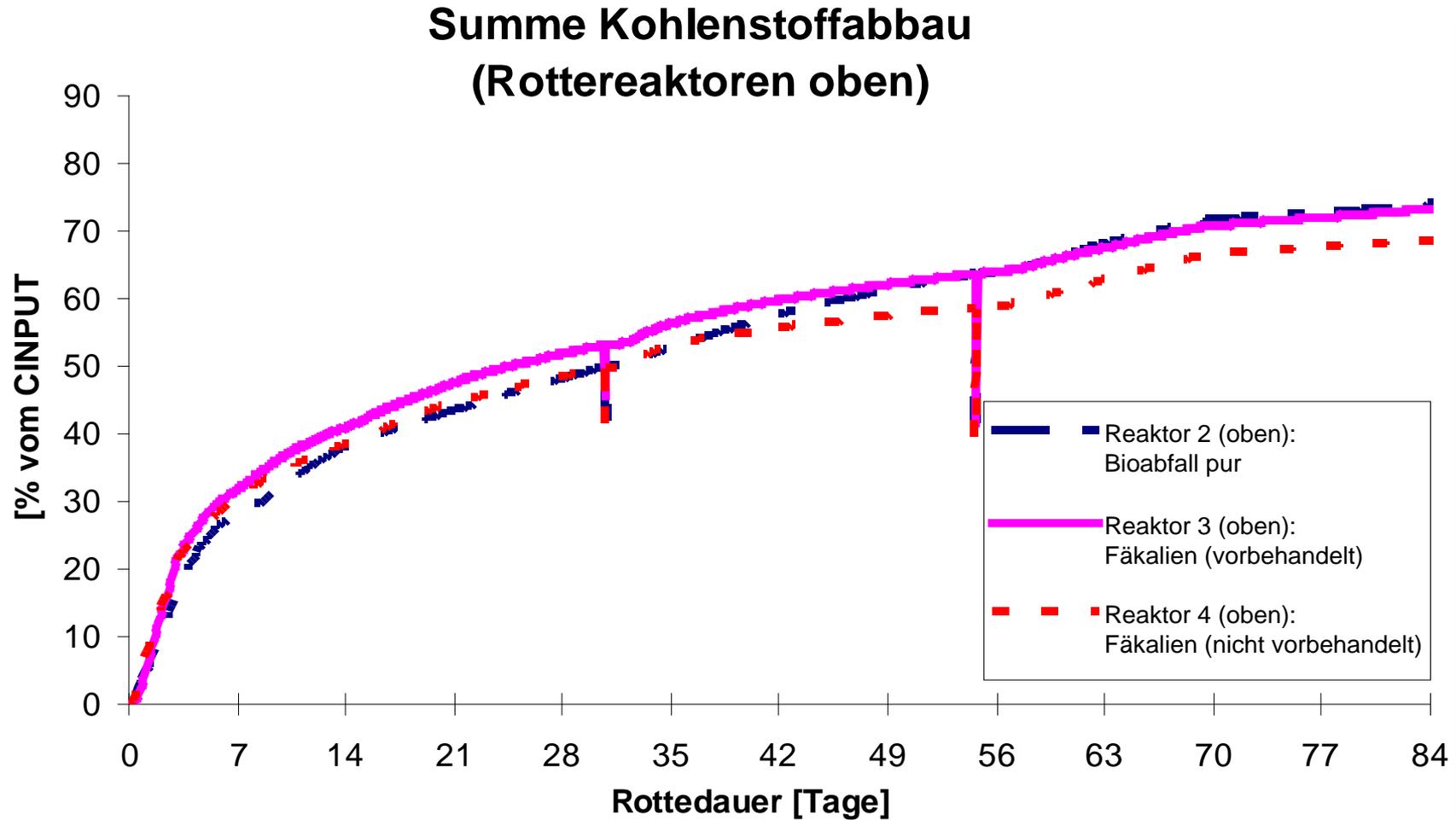
## Ergebnisse - Kohlendioxidkonzentrationen

**CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Abluft  
(Rottereaktoren oben)**



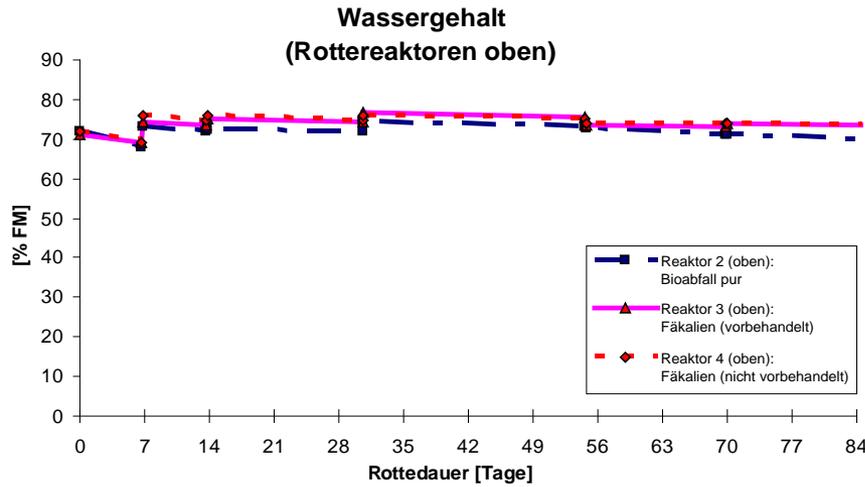
# Hygienisierung von Fäkalien

## Ergebnisse - Kohlenstoffabbau

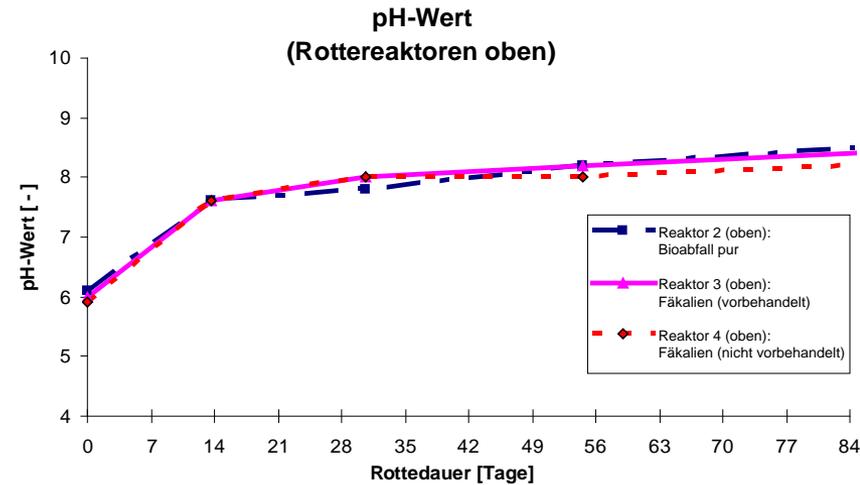


# Hygienisierung von Fäkalien

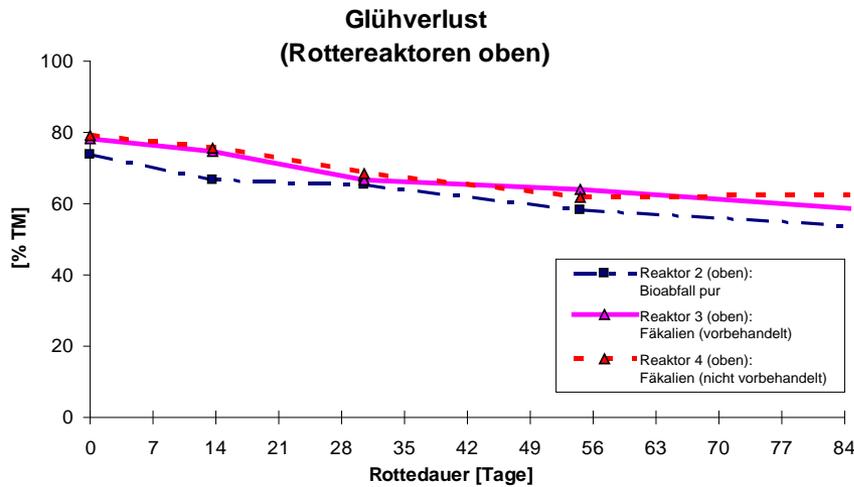
## Ergebnisse – weitere Rotteparameter



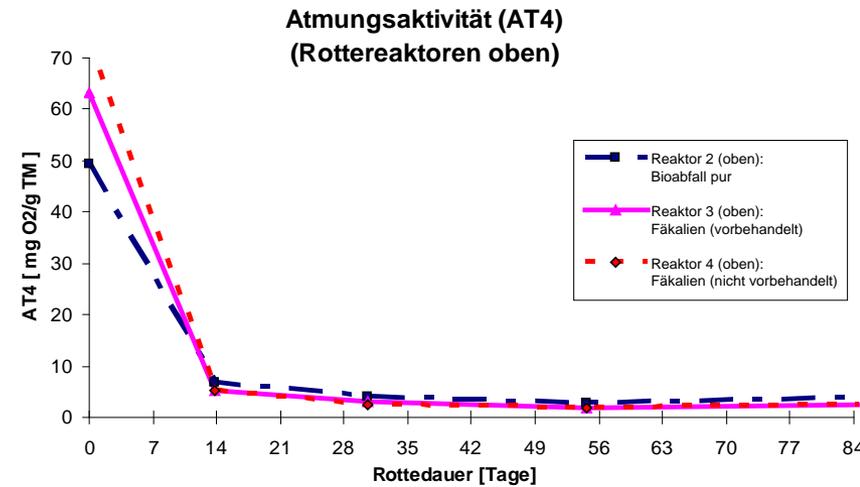
Serie 1



Serie 1



Serie 1



Serie 1

# Hygienisierung von Fäkalien

## Ergebnisse - Pflanzenverträglichkeit

Parameter	Dimension	ohne Fäkalien	Fäkalien vorbehandelt	Fäkalien nicht vorbehandelt	Anford. <sup>1)</sup> Kompostverordnung
<b>15 % Substratzumischung</b>					
Keimverzögerung	Tage	0	0	0	0
Keimrate	% Vgl.	100	100	100	≥95
Pflanzenfrischsubstanz	% Vgl.	101	140	105	≥100
<b>30 % Substratzumischung</b>					
Keimverzögerung	Tage	0	0	0	0
Keimrate	% Vgl.	100	100	100	≥90
Pflanzenfrischsubstanz	% Vgl.	100	145	130	≥90

Anforderung der Kompostverordnung für Sackware, Hobbygartenbau, Pflanzungen und Mischkomponente zur Erdenherstellung

# Hygienisierung von Fäkalien

## Ergebnisse - Hygieneparameter

Parameter	Dimension	ohne Fäkalien	Fäkalien vorbehandelt	Fäkalien nicht vorbehandelt	Anford. Kompost-VO
<b>nach 4 Wochen Rottedauer</b>		<b>R2/ R6/ R10</b>	<b>R3/ R7/ R11</b>	<b>R4/ R8/ R12</b>	
Coliforme 37 °C	KBE/g	<10	<100	<100	k.A.
Coliforme 44 °C <sup>1)</sup>	KBE/g	<10	<100	<100	k.A.
e.coli 37 °C	KBE/g	<10	<100	<100	n.n. in 50 g
e.coli 44 °C <sup>1)</sup>	KBE/g	<10	<100	<100	k.A.
Enterokokken	KBE/g	<10	<10	<10	k.A.
Salmonellen	in 50 g	negativ	negativ	negativ	n.n. in 50 g
<b>nach 12 Wochen Rottedauer</b>		<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	
Coliforme 37 °C	KBE/g	n.n.	n.n.	n.n.	k.A.
Coliforme 44 °C <sup>1)</sup>	KBE/g	n.n.	n.n.	n.n.	k.A.
e.coli 37 °C	KBE/g	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. in 50 g
e.coli 44 °C <sup>1)</sup>	KBE/g	n.n.	n.n.	n.n.	k.A.
Enterokokken	KBE/g	n.n.	n.n.	n.n.	k.A.
Salmonellen	in 50 g	negativ	negativ	negativ	n.n. in 50 g

<sup>1)</sup> thermotolerante Coliforme, n.n. = nicht nachweisbar, k.A. = keine Anforderung

# Hygienisierung von Fäkalien

## Ergebnisse – „Endokrine“ Substanzen

technique	parameter	comparative substance	dimension	356/5-0	356/6-0	356/5-12 (R3)	356/6-12 (R4)	356/4-12 (R2)
				input with faeces pretreated	input with faeces not pretreated	compost (input with faeces pretreated)	compost (input with faeces not pretreated)	compost (input without faeces)
Cytotox CALUX	Celldeath	Tributyltin acetate eq.	ug /g dm	27	22	6.1	3.1	2.5
AR CALUX	Anti-androgens	Flutamide eq	ug /g dm	110	140	23	29	38
ERa CALUX	Estrogens	17b Estradiol eq.	ng /g dm	1.0	1.0	LOQ (<0.042)	LOQ (<0.15)	LOQ (<0.13)
TRb CALUX	Anti-thyroids	Deoxynivalenol eq.	ug /g dm	290	260	49	99	83
P53 CALUX	P53 transcriptional activators	Actinomycin D eq.	ug /g dm	LOQ (<0.1)	LOQ (<0.1)	LOQ (<0.03)	LOQ (<0.09)	LOQ (<0,07)
PAH CALUX	Polycyclic aromatic hydrocarbons	Benzo[a]pyrene eq.	ng /g dm	1.200	2.100	2.400	2.200	3.200
Nrf2 CALUX	Nrf2	Curcumine eq.	ug /g dm	2.600	2.500	370	430	1.100
PXR CALUX	Xenobiotic sensin	Nicardipine eq.	ug /g dm	420	420	300	330	300
PPARg2 CALUX	Peroxisomen proliferator	Rosiglitazone eq.	ng /g dm	2.300	1.700	LOQ (<320)	LOQ (<970)	LOQ (<990)
GR CALUX	Glucocorticoids	Dexamethasone eq.	ng /g dm	LOQ (<37)	LOQ (<35)	LOQ (<9.4)	LOQ (<39)	LOQ (<29)

LOQ = limit of quantification

worse than compost without faeces

pretreatment of faeces seems positive

# Hygienisierung von Fäkalien

## Ergebnisse – „Endokrine“ Substanzen

### Methoden:

For the method Cytotox CALUX and the sum parameter Celldeath the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The Cytotox CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against Tributyltin acetate.

For the method AR CALUX and the sum parameter Anti-androgens the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The AR CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against Flutamide. The AR CALUX analysis is done according to p-bds-080

For the method ERa CALUX and the sum parameter Estrogens the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The ERa CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against 17-beta oestradiol. The ERa CALUX analysis is done according to p-bds-052

For the method TRb CALUX and the sum parameter Anti-thyroids the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The TRb CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against reference compound.

For the method P53 CALUX and the sum parameter P53 transcriptional activators the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The P53 CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against Actinomycin D. The P53 CALUX analysis is performed according to p-bds-080

For the method PAH CALUX and the sum parameter Polycyclic aromatic hydrocarbons the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The PAH CALUX activity is determined (4h exposure) and benchmarked against Benzo[a]pyrene.

For the method Nrf2 CALUX and the sum parameter Nrf2 the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The Nrf2 CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against Curcumin.

For the method PXR CALUX and the sum parameter Xenobiotic sensing the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The PXR CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against Nicardipine.

For the method PPARg2 CALUX and the sum parameter Peroxisomen proliferator the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The PPARg2 CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against Rosiglitazone.

For the method GR CALUX and the sum parameter Glucocorticoids the used method is Extracts are dissolved in DMSO. The GR CALUX activity is determined (24h exposure) and benchmarked against dexamethasone. The GR CALUX analysis is done according to p-bds-079

# Hygienisierung von Fäkalien

## Ergebnisse – endokrine Substanzen

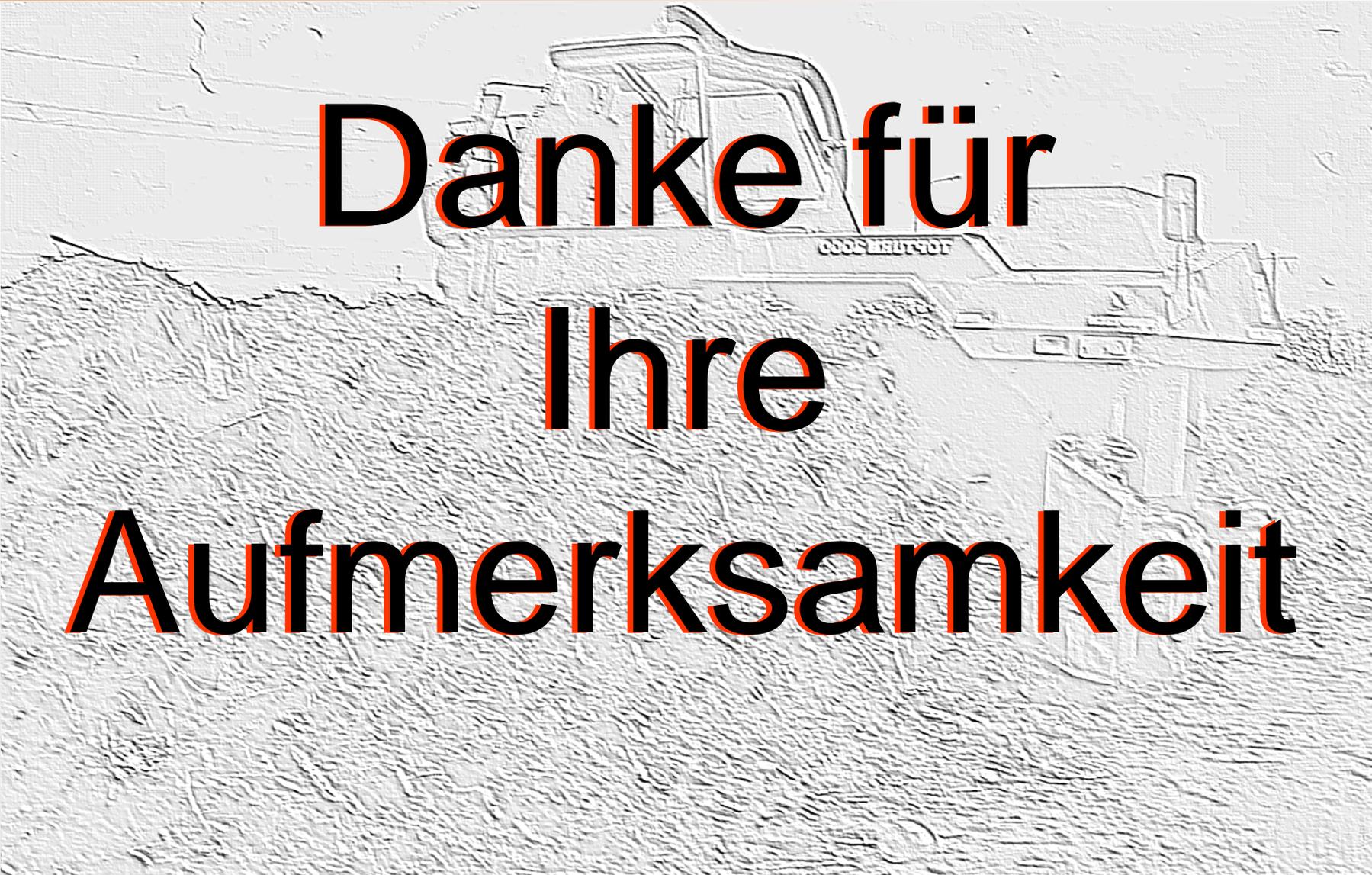
- **„endokrinen“ Substanzen**  
= Medikamentenreste, Hormone, Drogenreste
- **CALUX-Tests** (= Wirkungstests) am Institut für BioDetection Systems in Amsterdam
- untersucht wurde (in Ausgangs- und Endproben) die Wirkungen auf menschliche Zelllinien im Vergleich zu **10 Standardsubstanzen**
- während der Kompostierung kommt es zu einer **deutlichen Abnahme** der Wirkungen der 10 untersuchten Substanzen
- nur bei 3 der 10 Wirkungstests wurden **geringfügig höhere Belastungen** in den Fäkalkomposten gefunden (Belastungen in gleicher Größenordnung)

# Hygienisierung von Fäkalien

## Zusammenfassung

- in der ABF-Laboranlage wurden vergleichende Rotteversuche mit und ohne Fäkalienzumischung durchgeführt (Fäkalienanteil ca. 36%FM)
- das Monitoring der Versuche (Rottetemperaturen, CO<sub>2</sub>-Entwicklung, Rotteparameter) zeigte idente Rottebedingungen in allen Versuchsvarianten
- es konnte gezeigt werden, dass in nach dem Stand der Technik betriebenen Kompostanlagen die Hygienisierung gewährleistet werden kann
- Coliforme, e-Coli, Enterokokken und Salmonellen werden abgetötet
- die Wirkung endokriner Substanzen nimmt während der Kompostierung ab → praktisch kein Unterschied in Komposten mit und ohne Fäkalien

e.binner@boku.ac.at



**Danke für  
Ihre  
Aufmerksamkeit**