

# **SANIRESCH – Behandlung & Verwertung von Urin, Braun- und Grauwasser am Beispiel des GIZ Gebäudes in Eschborn**

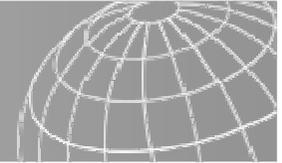
**Dr.-Ing. Martina Winker**

**Dr.-Ing. Stefania Paris, Dr.-Ing. David Montag,  
Dipl.-Ing. (FH) Johanna Heynemann**



## Projekthintergrund

- Schließung lokaler Stoffkreisläufe:
  - Verringerter Trinkwasserverbrauch
  - Geringerer Behandlungsaufwand
  - Wiederverwendung
- Demonstrations- und Forschungsobjekt
- Beispiel für Umsetzung solcher Ansätze in Partnerländern/EZ

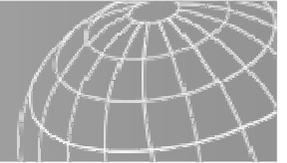


## Zahlen, Daten, Fakten



- SANitärRecycling ESCHborn = SANIRESCH
- Zeitraum: Juli 2009 – Juni 2012
- Anlagenstandort: Eschborn
- Finanzieller Rahmen: 1,2 Mio €
- 6 Partner
  - 3 Universitäten
  - 2 + 1 Unternehmen
  - Projektkoordination durch GIZ





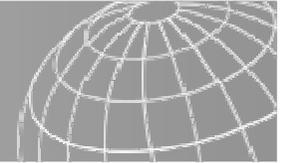
## Projektpartner der GIZ

- Huber SE
- Roediger Vacuum GmbH
- Technische Hochschule Mittelhessen
- RWTH Aachen
  - Institut für Siedlungswasserwirtschaft
  - Institut für Soziologie
- Universität Bonn

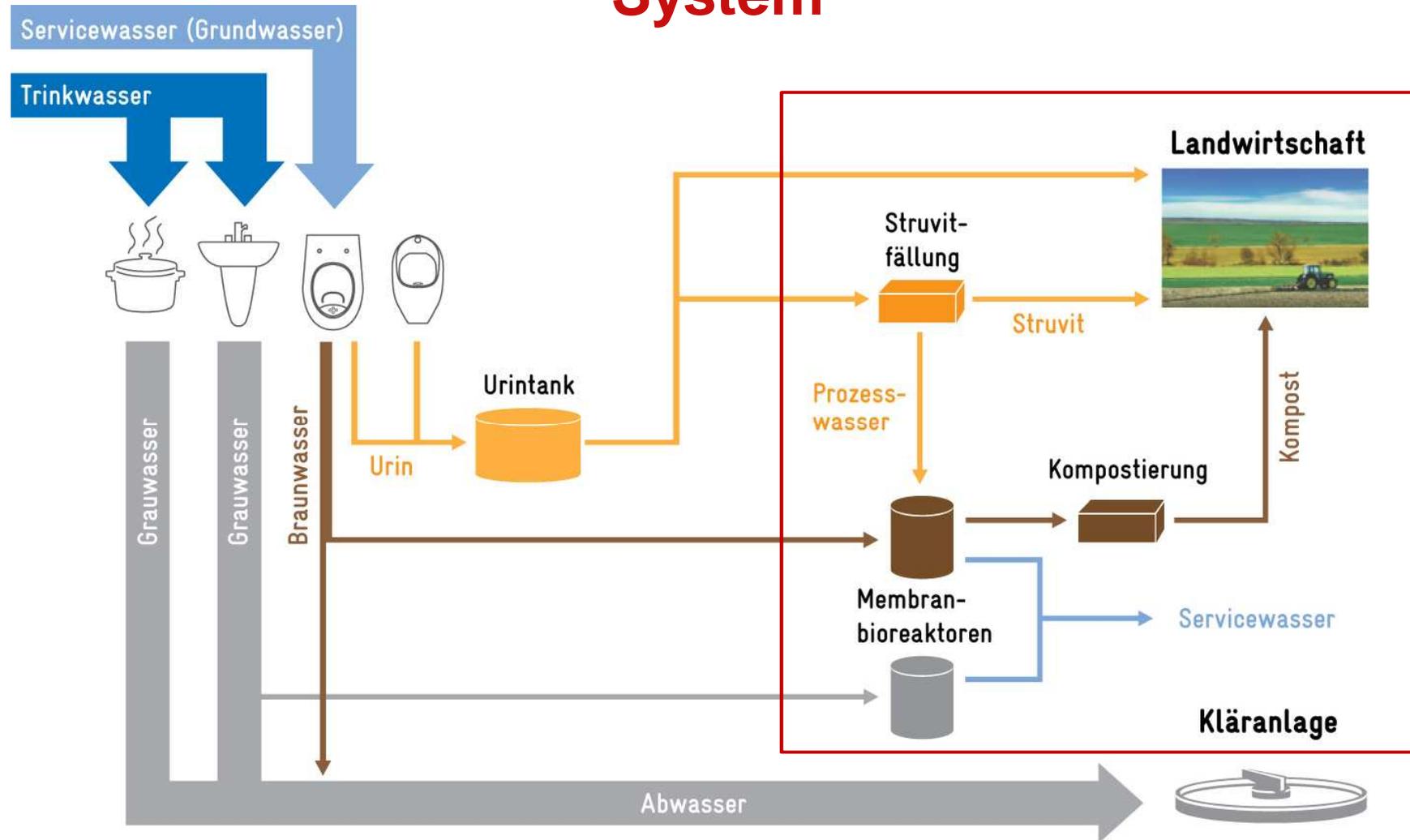


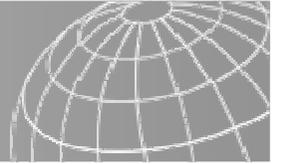
ROEDIGER VACUUM





# System





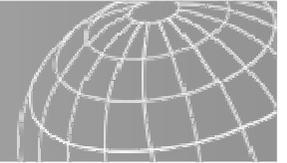
## Urin: Erfassung



Roediger Trenntoilette



Wasserloses Urinal  
(Keramag)



# Urin: Erfassung – Änderungen im Projektverlauf



1.



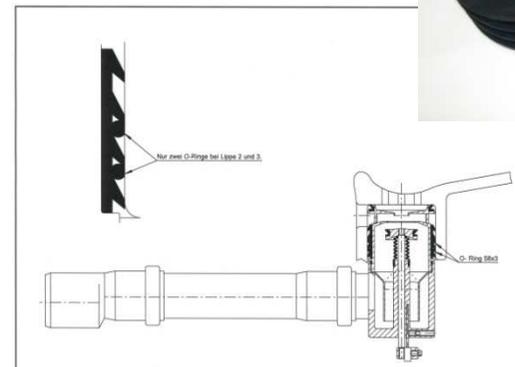
Bowdenzug

2.

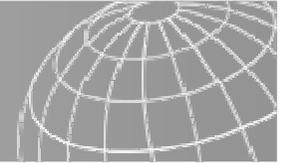


Abgerundeter  
Becherboden

3.



Dichtungsring

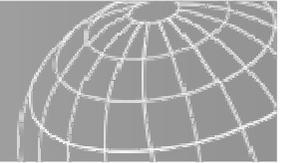


## Urin: Erfassung

- 150 l Urin pro Tag (ca. 400 Nutzer)
- Geringe N-Konzentration (nur 1/3 der erwarteten Konz.)

Organismen	Salmonellen	Clostridium perfringens	Escherichia coli (n /100 ml)	Coliforme Bakterien	Pseudomonas aeruginosa
Datum					
10.11.2009	<30	0	>2419,6	>2419,6	0
25.8.2010	-	-	<100	<100	-
7.11.2010	-	-	<100	<100	-
Testverfahren	DIN 38414-13	mCP TVO 2001	Colilert-18	Colilert-18	DIN EN ISO 16266:2008

- Pharmazeutische Rückstände
- Sehr geringe Schwermetallkonzentrationen



# Urin: Behandlung im MAP-Fällungsreaktor



Photo: Huber

Innenansicht



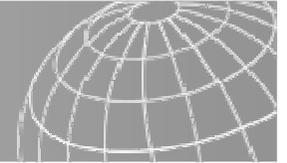
MgO-Förderband

Filtertüten



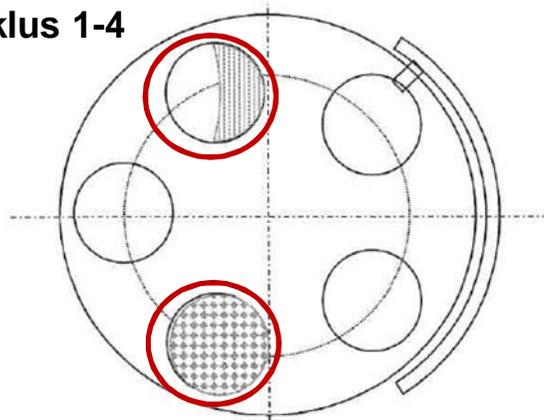
Trocknungsbox



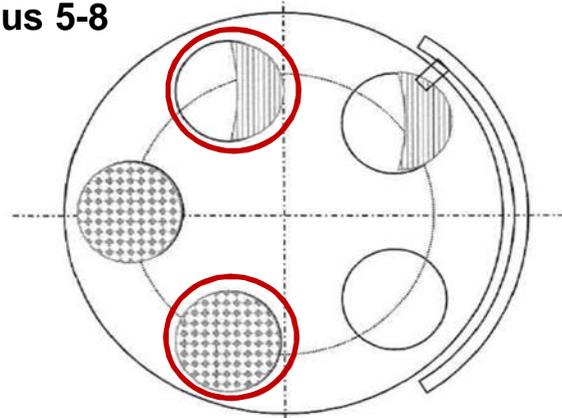


# Urin: Ablauf im MAP-Fällungsreaktor

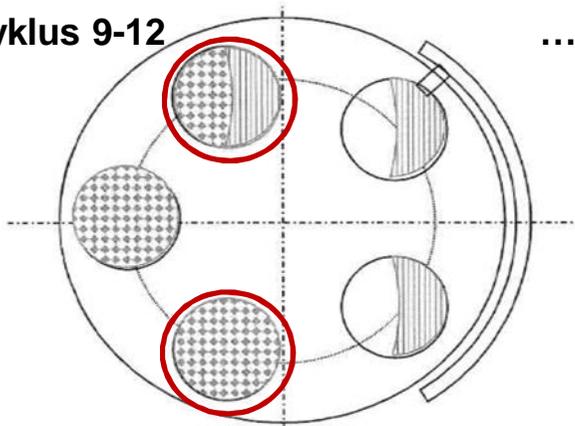
Zyklus 1-4



Zyklus 5-8

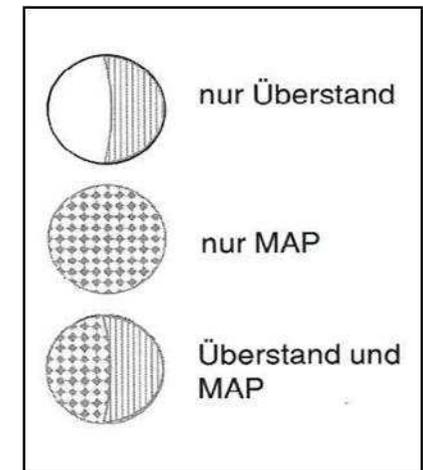
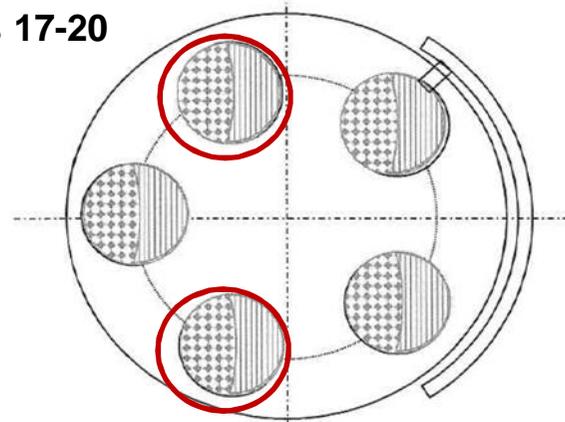


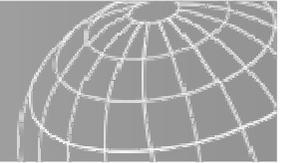
Zyklus 9-12



...

Zyklus 17-20



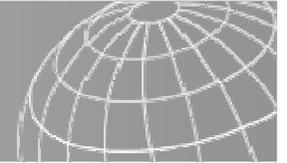


## Urin: Behandlung – MAP-Fällungsreaktor

- Seit 06.2010 behandelt: ca. 20 m<sup>3</sup>
- Phosphatgehalt: 500-650 mg P/l
- P-Rückgewinnung:  $\geq 95\%$
- N-Rückhalt: max. 5%
- MAP-Zusammensetzung:
  - 115 g P/kg
  - 70 g N/kg
  - 96 g Mg/kg
- Stöchiometrisches Verhältnis (Mittelwert mehrerer Messungen): 1,00 : 1,35 : 1,05

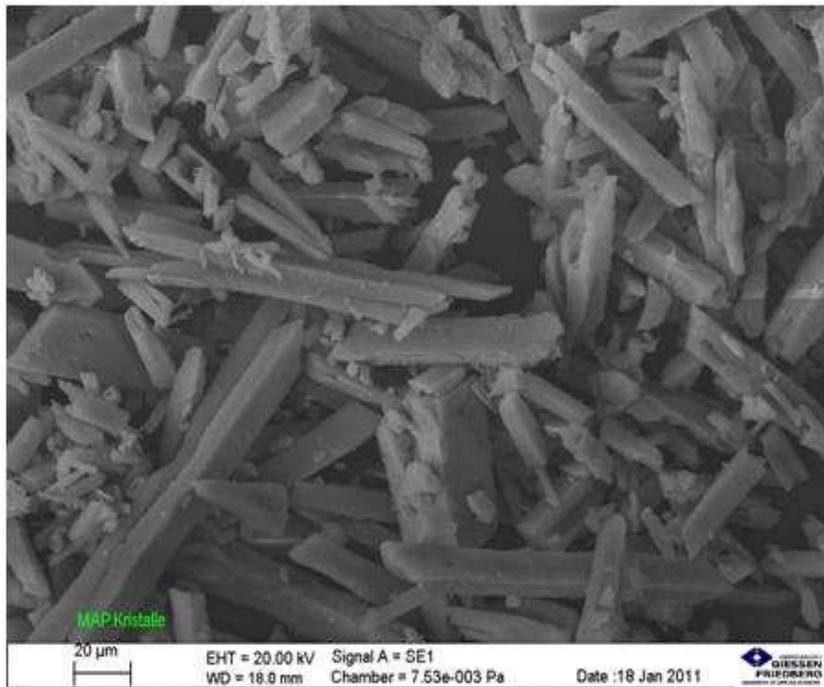


Huber SE



# Urin: Behandlung – MAP

## REM-Aufnahme des MAP



TH Mittelhessen

MAP-Ausbeute:  
Feucht: 4 g/l Urin



Trocken: 0,8 g/l Urin



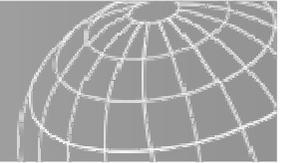
GIZ



## Urin: Schwierigkeiten bei der Behandlung

- Nistfliegen (*Milichiidae*)
- Batchverfahren / viele manuelle Schritte:
  - Schweißen der MgO-Säckchen
  - Handling der Filtersäcke
  - Trocknung/Entleerung des MAP
- Kosten in € um 1 ha Sommerweizen für 1 Jahr ausreichend zu versorgen (Braum, 2011):
  - Urin: 560
  - MAP: 112,000
  - NPK: 120



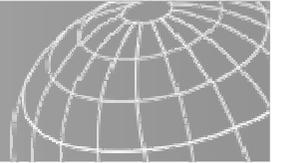


## Urin: Verwertung in Düngeversuchen bei Bonn

- Urin: Düngung nach Saataufgang
- MAP (Frühjahr 2011)
- Feldfrüchte:  
Sommerweizen, Sommergerste,  
Miscanthus,  
Ackerbohne



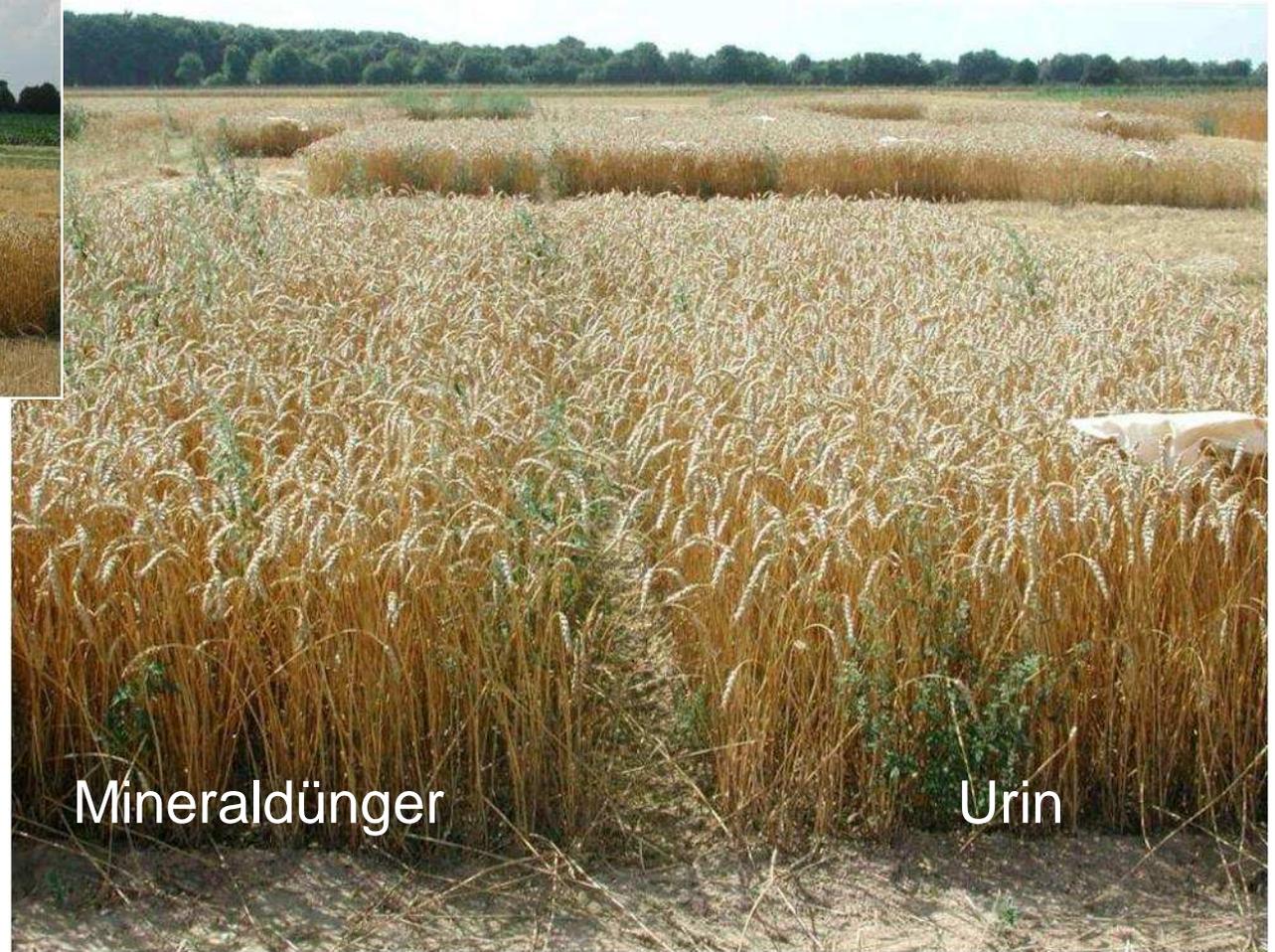
Uni Bonn



## Ernte (Juli 2010)

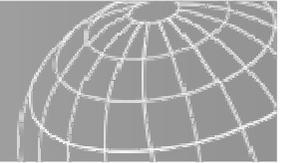


Uni Bonn

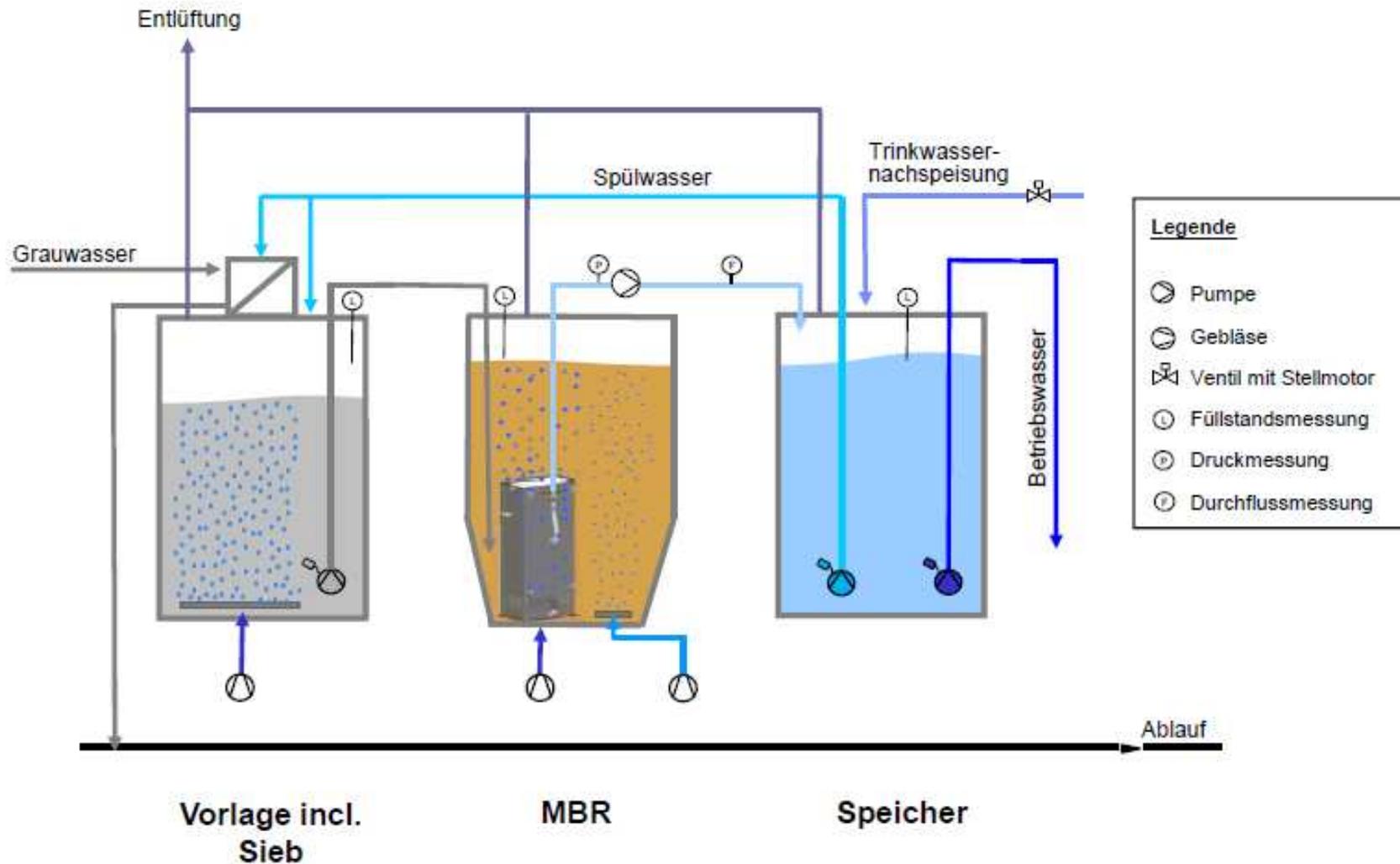


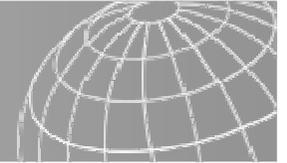
Mineraldünger

Urin



# Grauwasser: Behandlung





# Grauwasser: Behandlung



Turny:  
Feststoffabtrennung

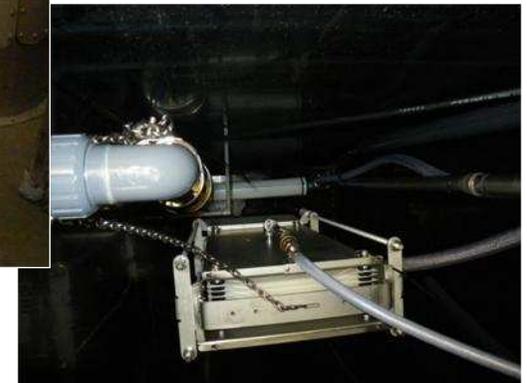


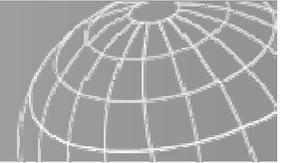
Belüfter



Belebungs-einheit

MembranClearBox  
MCB 1





## Grauwasser: Behandlung

### Speichervolumen der Tanks

Vorlagebehälter: 480 l

Membranbelebungsreaktor: 500 l

Betriebswasserbehälter: 480 l

**Zufluss Grauwasser:** ca. 450 l/d

**Aktueller Flux:** 4 l/h\*m<sup>2</sup>

### Membranfiltrationsmodul:

Ultrafiltrationsmembran: Fläche 3,5 m<sup>2</sup>

Permeatabzug: 14 l/h = 280 l/d, da 4 h Pause

Transmembrandruck  $p_{\max} = -350$  mbar

Porengrösse: 38 nm

Schnitt durch die  
Membran

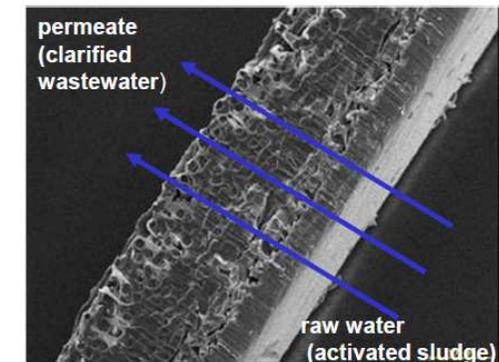


Photo: Huber

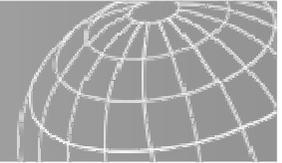


Permeat : soll die Badegewässerqualität nach EU-RL erfüllen

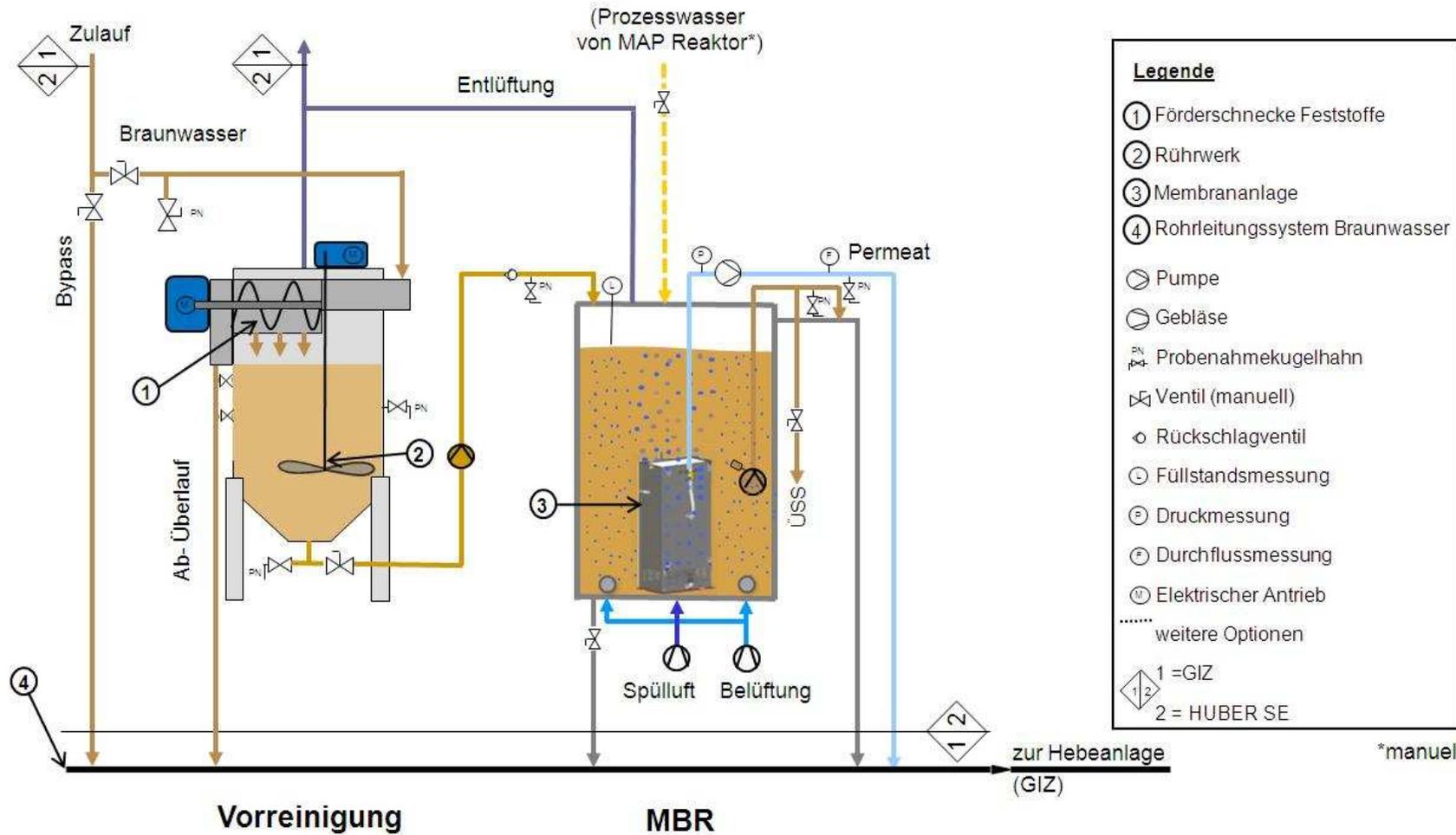


## Braun- & Grauwasser: Erfassung

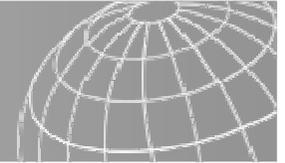
	BSB <sub>5</sub>	CSB	TOC	P <sub>GES</sub>	P <sub>ORTHO</sub>	TN	Nitrit	Nitrat	Ammonium	Volumen
<b>vorgereinigtes Braunwasser</b>	mg l <sup>-1</sup>	l								
<b>Mittelwert</b>	134	290	30	21	14	64	0,8	1,8	45	1904
<b>Standardabweichung</b>	54	63	10	5	4	32	0,6	1,3	21	239
<b>Anzahl der Braunwasserproben</b>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5
<b>rohes Grauwasser</b>	mg l <sup>-1</sup>	l								
<b>Mittelwert</b>	260	511	48	25	12	13	0,1	2,4	4	318
<b>Standardabweichung</b>	138	107	10	16	8	4	0,1	4,2	6	77
<b>Anzahl der Grauwasserproben</b>	6	6	6	7	7	6	7	7	7	7



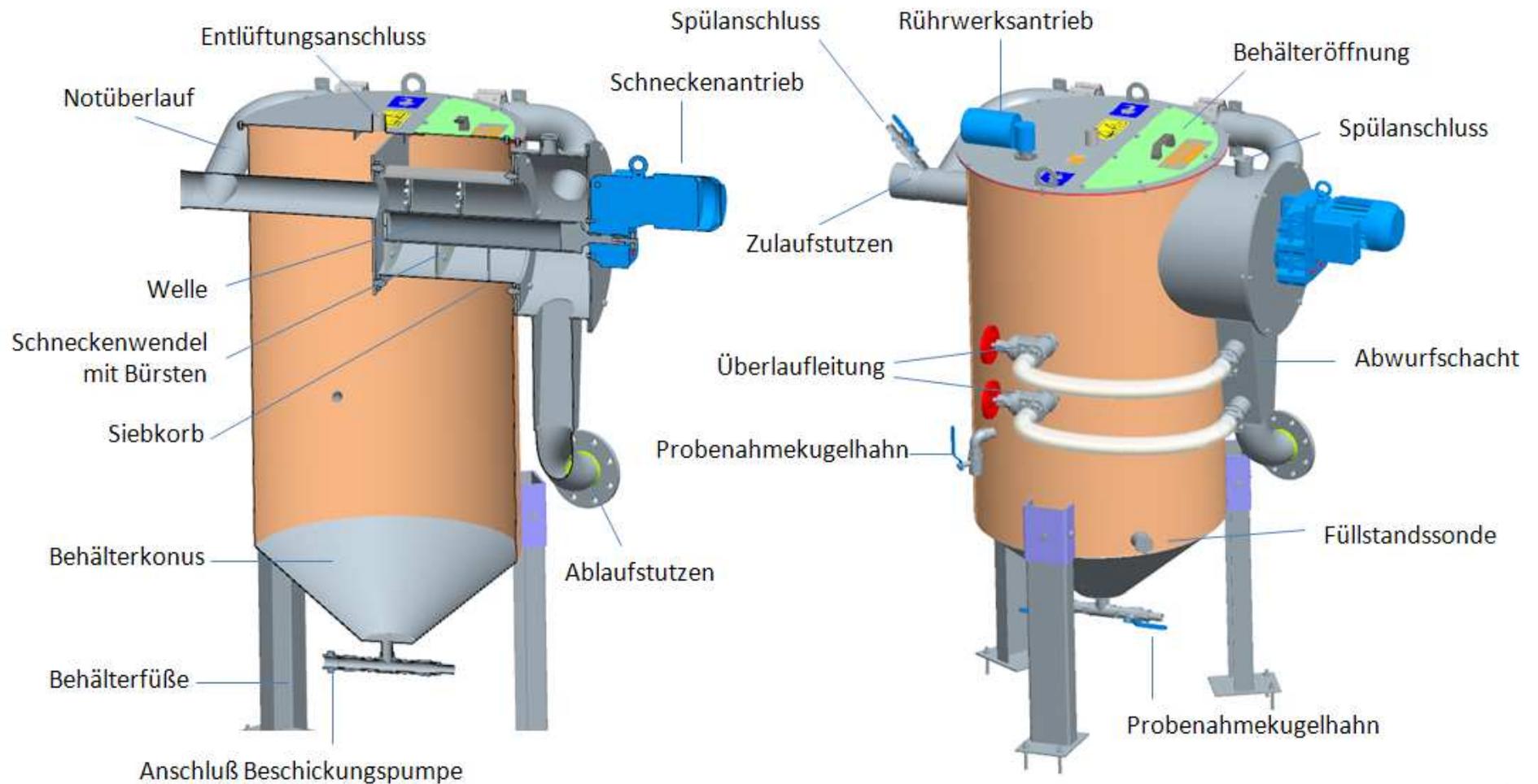
# Braunwasser: Behandlung



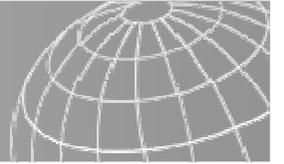
Huber SE



# Braunwasser: Vorreinigung



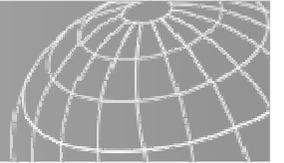
Huber SE



## Braunwasser: Vorreinigung



GIZ



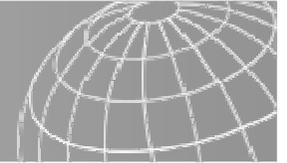
## Zusammenfassung

- NoMix-Toiletten so nicht im großen Stil einsetzbar
- MAP-Fällung:
  - funktioniert erfolgreich (P-Rückgewinnungsrate)
  - sehr viel Handarbeit nötig
- Grauwasserreinigung:
  - gut angelaufen
  - hohe P-, sehr niedrige N-Konzentrationen
- Braunwasserreinigung:
  - Vorreinigung funktioniert (mehrtägiger Testlauf)
  - Einbau Ende Juni / Anfang Juli 2011



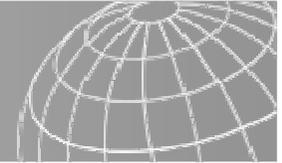
# DANKE!

[www.saniresch.de](http://www.saniresch.de)



## Urin: MAP-Zusammensetzung

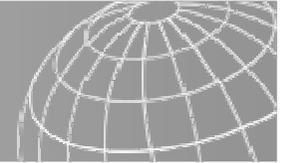
<b>Probe vom 8.11.</b>	<b>TR</b>	<b>GV</b>	<b>o-TR</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>K</b>	<b>Gd</b>
	g/kg	% des TR	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg
30°C	493	44	217	69,9	115,0	96,0	8,4	1,7	0,6
<b>Probe vom 25.8.</b>	<b>TR</b>	<b>GV</b>	<b>o-TR</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>K</b>	
	g/kg	% des TR	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	
30°C	603	45	272	42,2	109	98,3	5,46	1,86	



## Urin: MAP-Behandlung – Kosten

- Magnesiumoxid: 17,5 €/kg
- Nylonfiltersack: 37,5 €    Nadelfilzfiltersack: 2,5 €

MAP Rain Barrel > Vehicle > Field Costs (€)		IK	LK	IKR
GIZ's new truck		47.357	492.335	65.883
GIZ's used truck		39.944	492.335	36.926
Renting a truck		34.749	488.797	16.634
Forwarding company		34.749	487.261	16.634
Farmer		34.749	486.629	16.634



## Urin: Design der Feldversuche

### Sommerweizen:

1. Kontrolle
2. KAS - 3 Gaben ( 140 kg N)
3. Urin - 3 Gaben ( 130 kg N)
6. Urin - 2 Gaben ( 90 kg N)

### Sommergerste

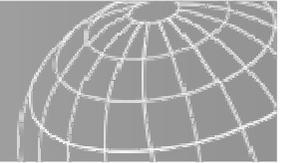
4. KAS - 2 Gaben (100 kg N)
5. Urin - 2 Gaben (100 kg N)

### Ackerbohnen

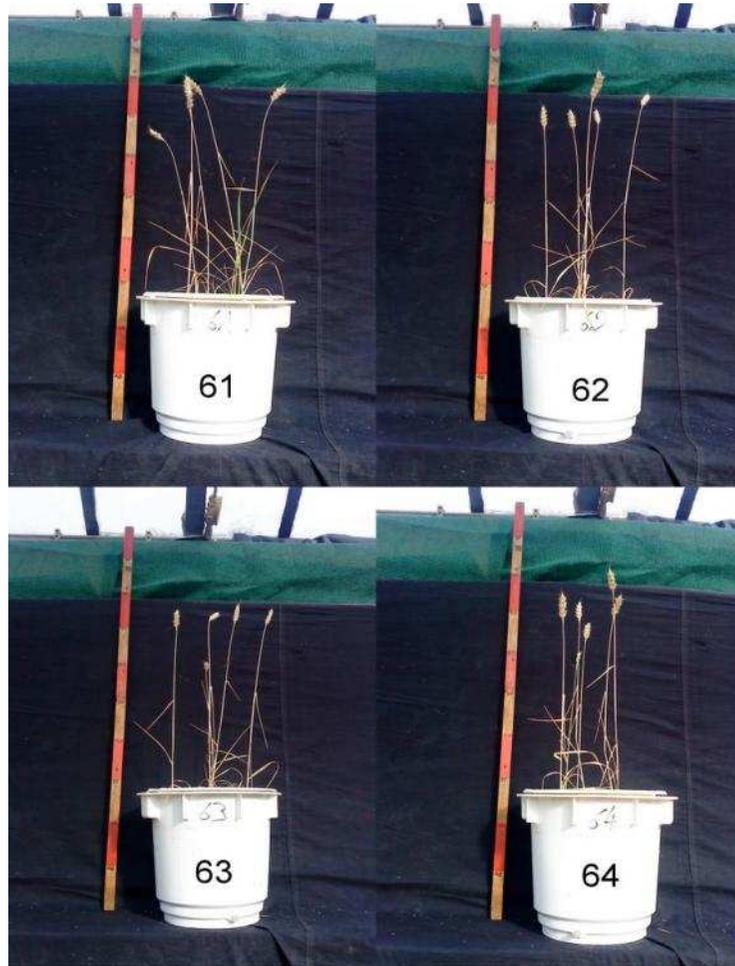
1. Kontrolle
2. KAS (50 kg N)
3. Gelbwasser (50 kg N)

### Miscanthus

1. Kontrolle
2. KAS (40 kg N)
3. Gelbwasser (40 kg N)



## Gewächshausversuche



**nicht gedüngt**



**Urin gedüngt**

Photos: Uni Bonn