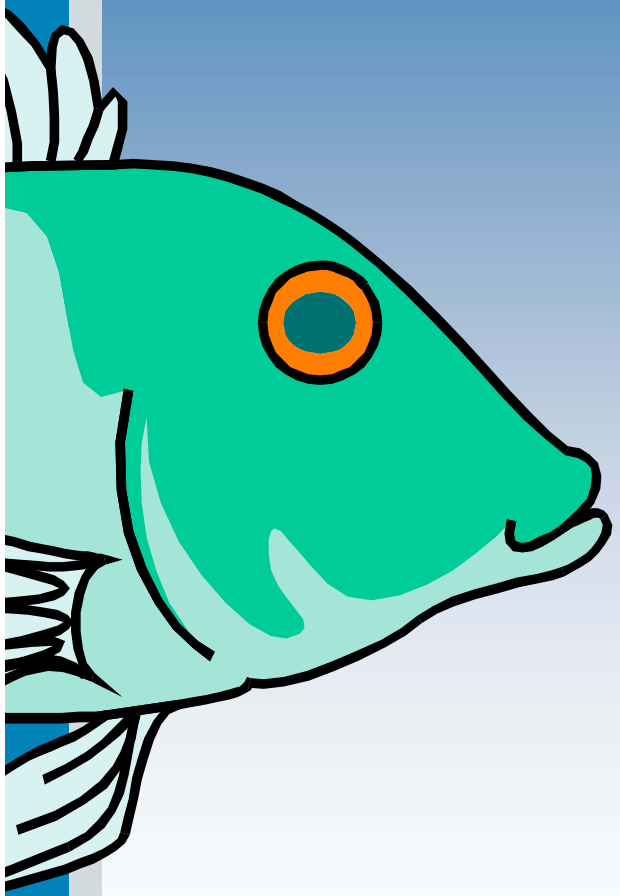


Sanitärkonzepte für die Separation von Grauwasser, Urin und Fäkalien
Erfahrungen aus einem EU-Projekt

Technical Project Manager:

Anton Peter-Fröhlich **(Berliner Wasserbetriebe)**

Administrative Project Manager:

Ludwig Pawlowski **(Kompetenzzentrum Wasser Berlin)**

Regina Gnirß **(Berliner Wasserbetriebe)**
Rolf-Jürgen Schwarz **(Berliner Wasserbetriebe)**
Carsten Buchholz **(Berliner Wasserbetriebe)**
Alexandre Bonhomme **(Kompetenzzentrum Wasser Berlin)**
Boris Lesjean **(Kompetenzzentrum Wasser Berlin)**
Jens Meinhold **(Veolia Water)**

Kooperation **mit** ***OtterWasser GmbH, TUHH, TUB und HUB***

(Laufzeit: ***Jan. 2003 bis Dez. 2006*****)**

Dieses Demonstrationsprojekt wurde über das Finanzierungsinstrument LIFE der Europäischen Gemeinschaft unterstützt

Inhalt

- Ziele
- Motivation
- Material und Methoden
- Ergebnisse
- Kooperationen
- Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ziele

Die *neuen Sanitärkonzepte* sollen eine bedeutende Lösung darstellen für:

- entfernt liegende Siedlungen, wo der Abwasseranschluss an ein zentrales System technisch und ökonomisch ungünstig ist
- schnell zusammenwachsende Stadtgebiete, vor allem in Entwicklungsländern
- Länder mit knappen Wasserressourcen
- Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung mit Wasser- und Nährstoff-Recycling

Motivation

- weltweiter Wasser- und Nahrungsmangel
- endliche Phosphorressourcen
- Art der Abwasserzusammensetzung

Motivation

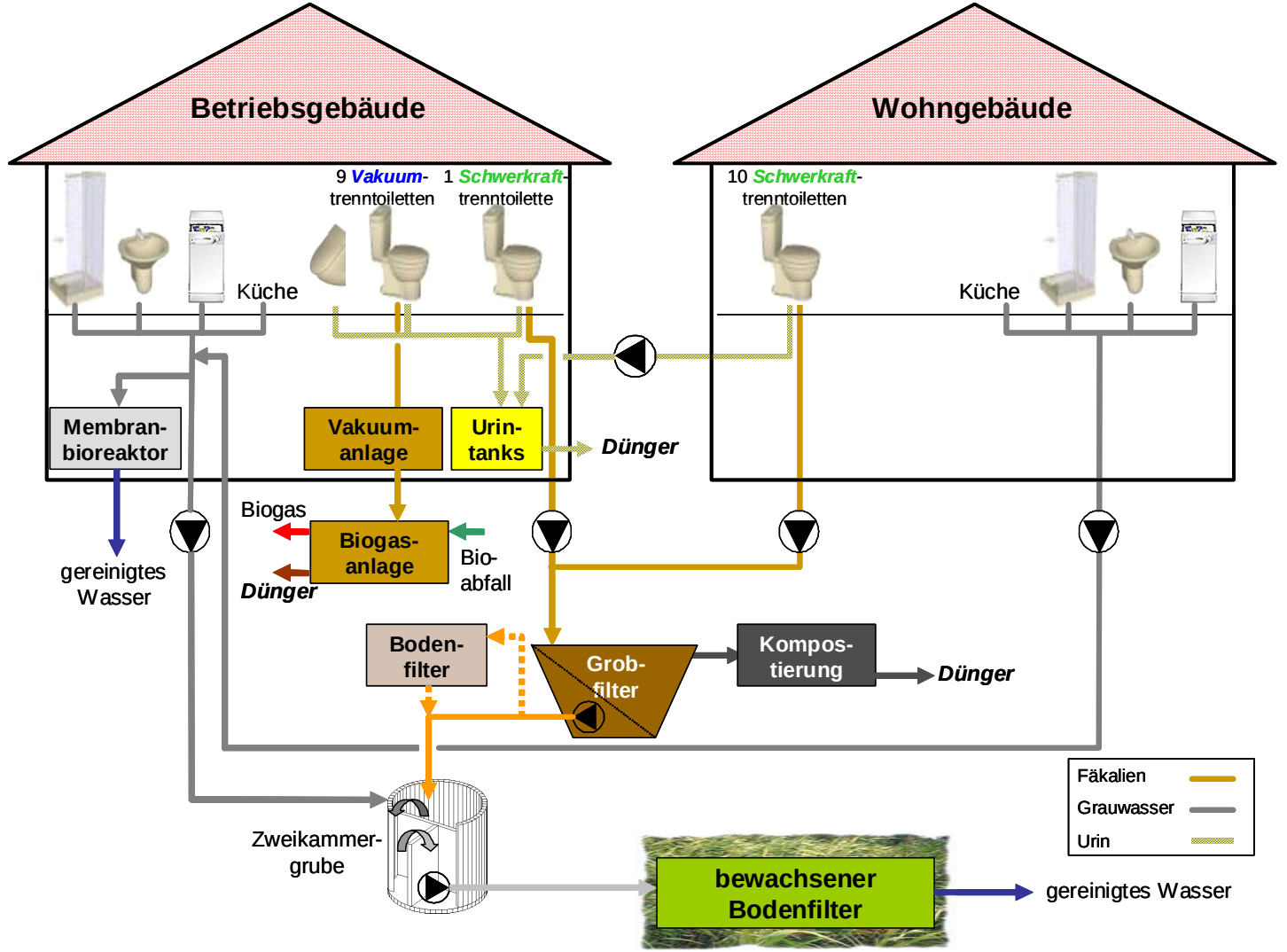
Qualität der verschiedenen Abwasser-Teilströme

		Grauwasser	Urin	Fäkalien
spezifischer Volumenstrom →		25.000-100.000 l/(E·a)	≈ 500 l/(E·a)	≈ 50 l/(E·a)
N-Fracht	≈ 14 g/(E·d)	≈ 3 %	≈ 87 %	≈ 10 %
P-Fracht	≈ 2 g/(E·d)	≈ 10 %	≈ 50 %	≈ 40 %
K-Fracht	≈ 5 g/(E·d)	≈ 34 %	≈ 54 %	≈ 12 %
CSB-Fracht	≈ 85 g/(E·d)	≈ 41 %	≈ 12 %	≈ 47 %
pathogene Keime		++	+	+++++++
Arzneimittelrückstände		+	+++++++	++
		↓ behandeln ↓ Wasser-kreislauf	↓ Produktion von Düngemittel vergären/kompostieren ↓ Nahrungskreislauf/Energiegewinnung	

Quelle: Otterpohl (wwt awt 2/2000, verändert)

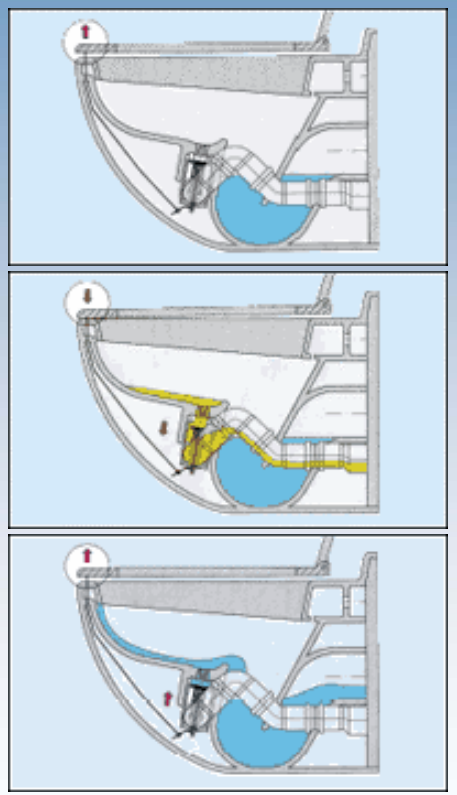
Material und Methoden

Vakuum-Trenntoiletten *Schwerkraft*-Trenntoiletten



Material und Methoden

Roediger *Schwerkraft*-Trenntoilette



wasserfreie
***Gelb*wasser(Urin)-**
Sammlung

6 – 10 L/Spülung

Material und Methoden

Roediger
***Vakuum*-Trenntoilette**
im Klärwerk Stahnsdorf

0,7 – 2 L/Spülung

Material und Methoden

Vakuumanlage für *Vakuumtrenntoiletten*

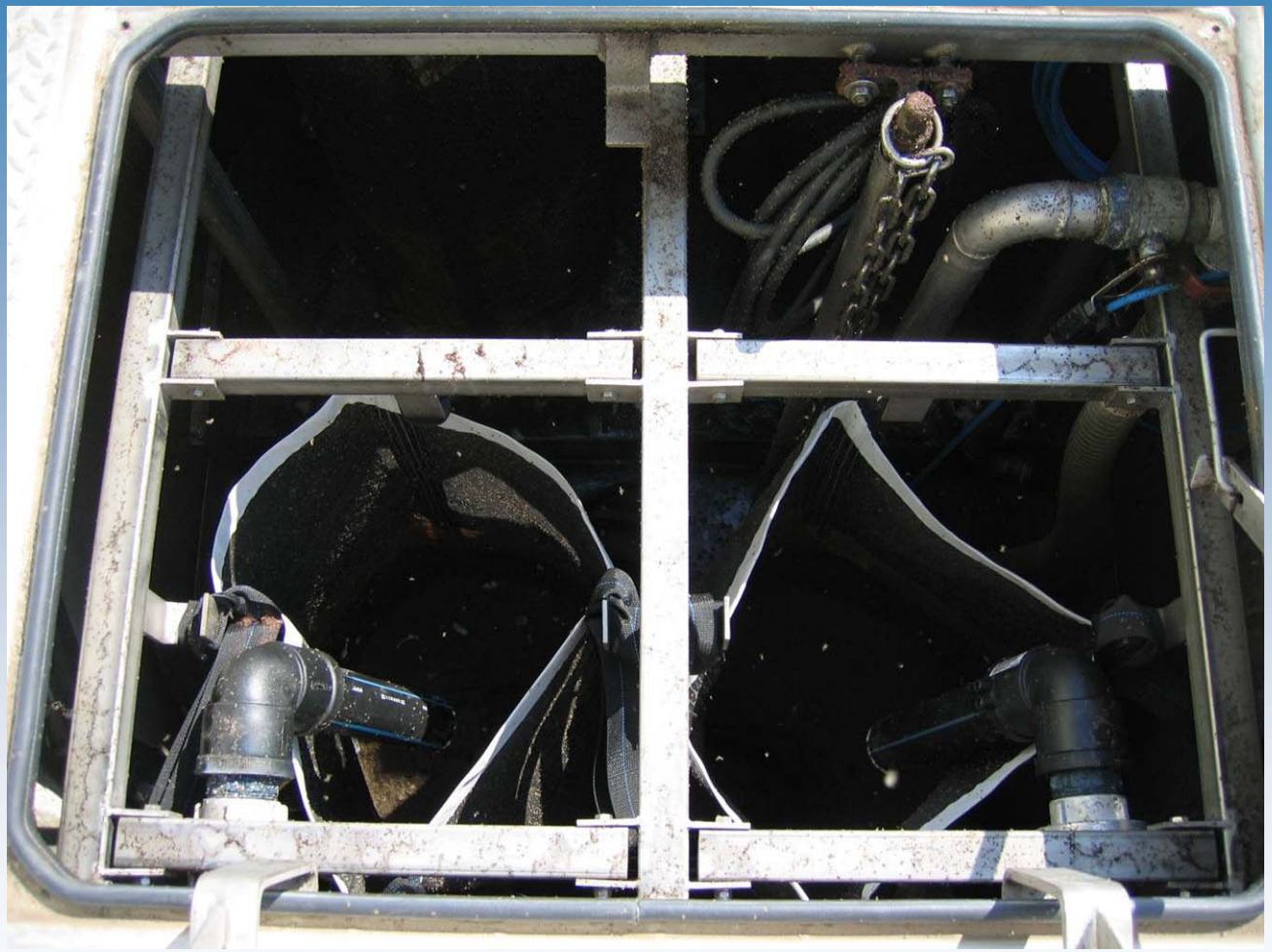
im Klärwerk Stahnsdorf

Material und Methoden

Biogasanlage

Material und Methoden

Material und Methoden



Grobfilter für Fäkalienentwässerung/-eindickung

Material und Methoden

bepflanzter Bodenfilter **im Klärwerk Stahnsdorf**

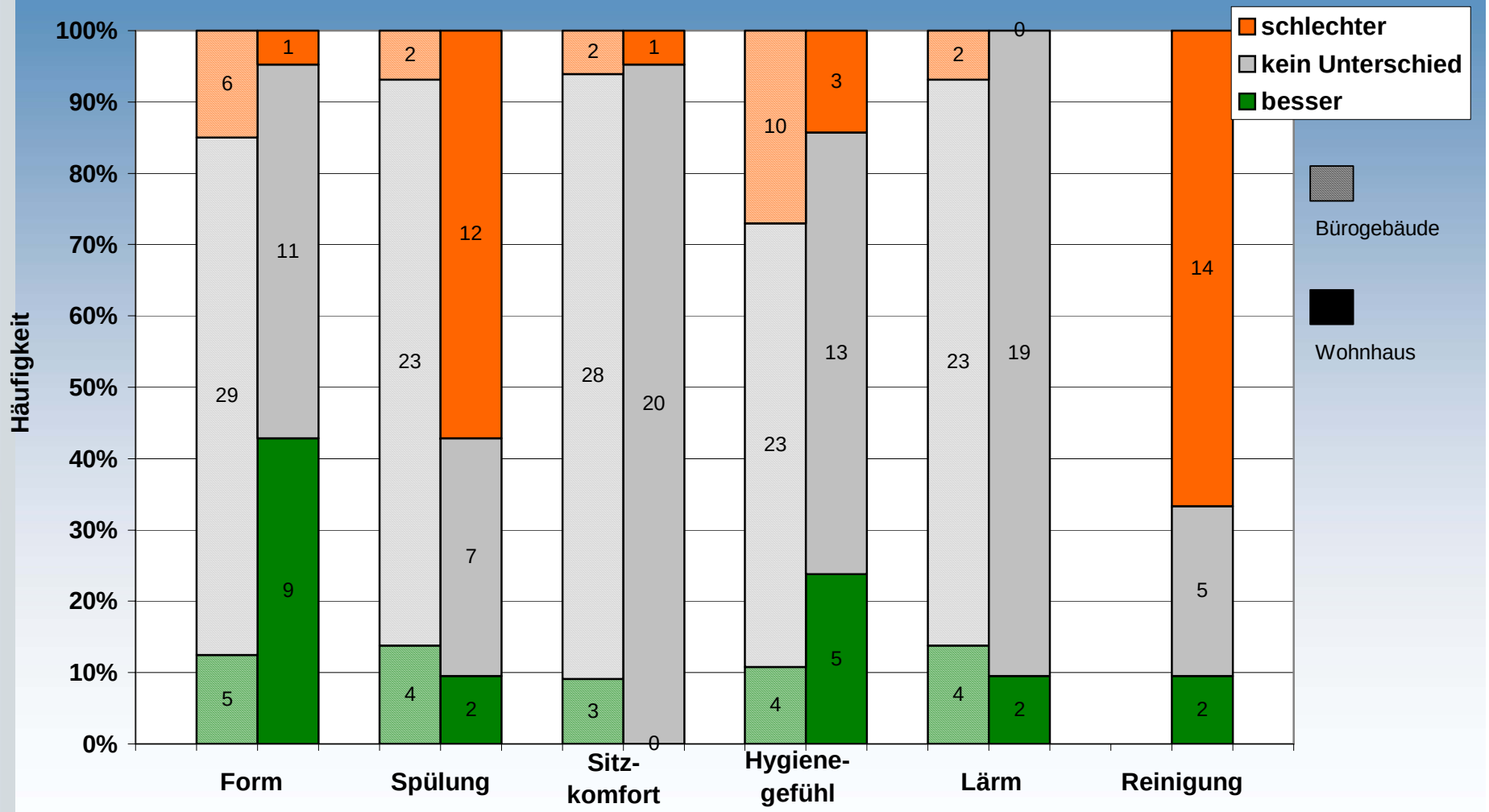
Material und Methoden

Material und Methoden

Ergebnisse

Schwerkraft-Trenntoilette

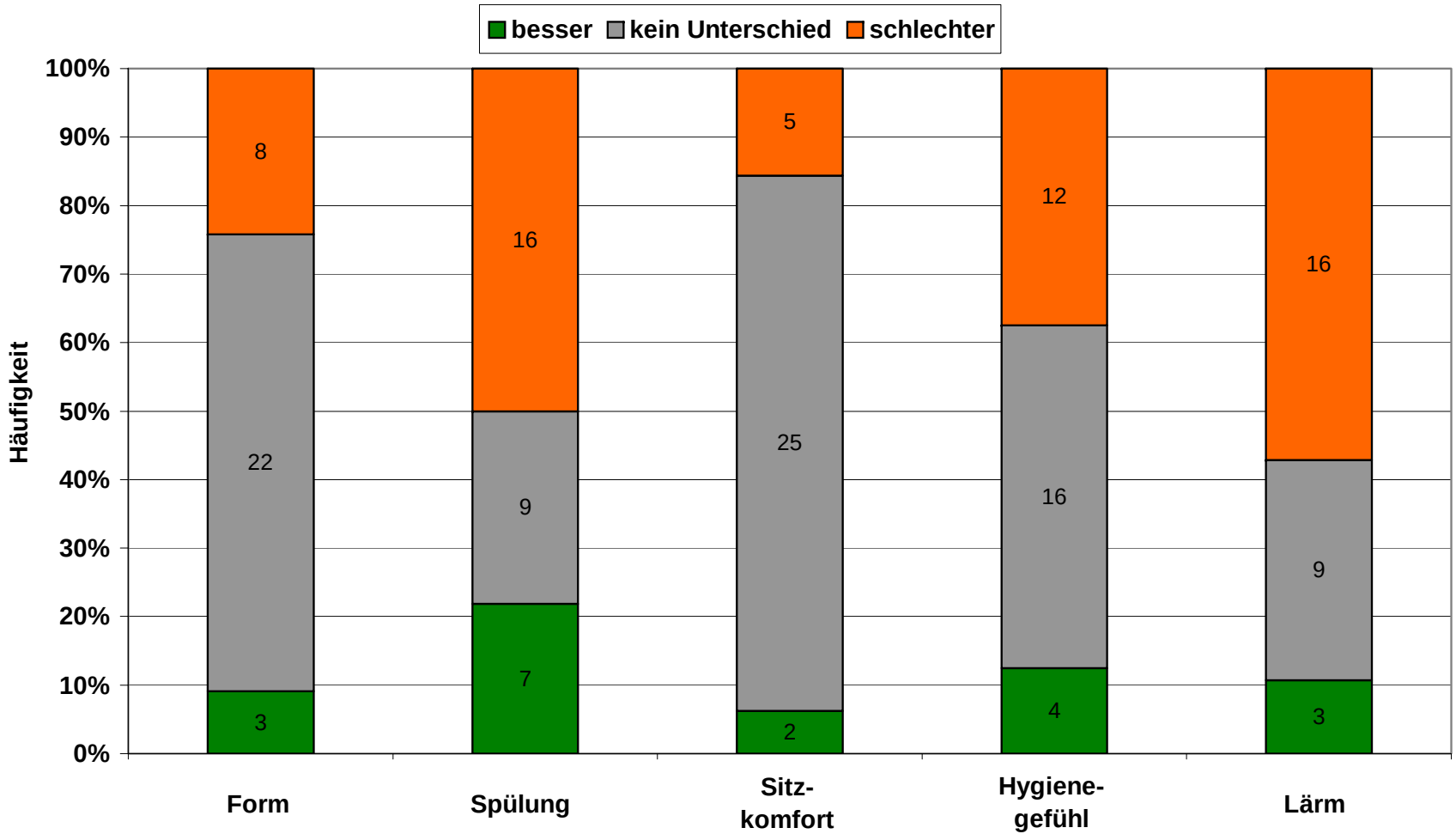
Ergebnisse Befragungen Betriebs- und Wohngebäude



Ergebnisse

Vakuum-Trenntoilette

Ergebnisse Befragungen Betriebsgebäude



Ergebnisse

Zu- und Ablaufwerte (Mittelwerte) des Grobfilters für Fäkalienentwässerung/-eindickung

Parameter	Einheit	Braunwasser vom Wohngebäude 29.6.2005 - 1.7.2006 (V7)		
		Zulauf	Ablauf	Rückhalt [%]
Q	L/d	945	943	
abf. St	mg/L	1.151	246	79
CSB	$mg0_2/L$	2.036	1.023	50
N_{ges}	mgN/L	174	141	19
NH_4-N	mgN/L	106	110	-4
P_{ges}	mgP/L	31	16	50

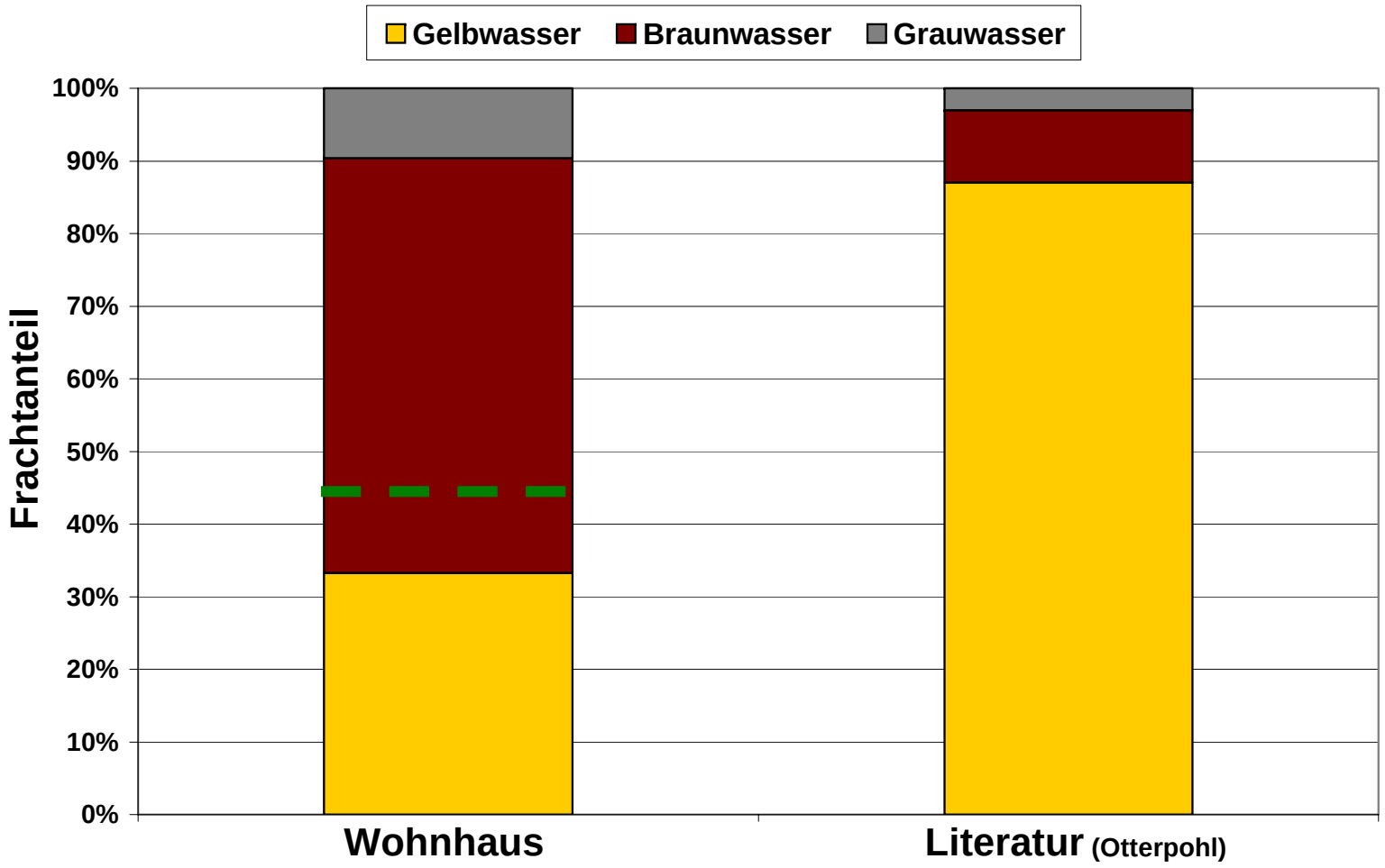
Ergebnisse

Zu- und Ablaufwerte (Mittelwerte) des bepflanzten Bodenfilters

Parameter	Einheit	Grauwasser vom Betriebs- und Wohngebäude			
		mit Fäkalienfiltrat		ohne Fäkalienfiltrat	
		29.6.2005 - 1.7.2006		1.9. - 16.11.2006	
		Zulauf	Ablauf	Zulauf	Ablauf
Q	L/d	5.191		4.334	
CSB	$mg0_2/L$	402	27,6	318	18,6
Pges	mgP/L	6,7	1,7	4,7	0,5
Nges	mgN/L	33,4	19,6	11,0	3,5
NH_4-N	mgN/L	20,4	2,6	5,8	0,1

Ergebnisse

Vergleich der Frachtanteile von Nges mit Literaturwerten (Wohngebäude)



Ergebnisse

Inkrustiertes Ventil im Urinablauf einer Schwerkrafttrenntoilette im Wohngebäude

Kooperationen

- TUHH (Urinaufbereitung)
- HUB (Düngerverwendung)
- TUB (Ökobilanz)
- Otterwasser GmbH
  (Beratung, Kostenvergleichsrechnung)

Kooperation

Urinaufbereitung (TUHH)

- **Vakuumverdampfung**
- **Dampfstrippung**
- **Kombinationen**

  a) ***Verbesserung der Ressourcen-Produktion***
  - **MAP-Fällung**
  - **Kristallisation**

  b) ***Elimination von pharmazeutischen Rückständen***
  - **UVC-Bestrahlung**
  - **Ozon-Behandlung**
  - **Kristallisation**

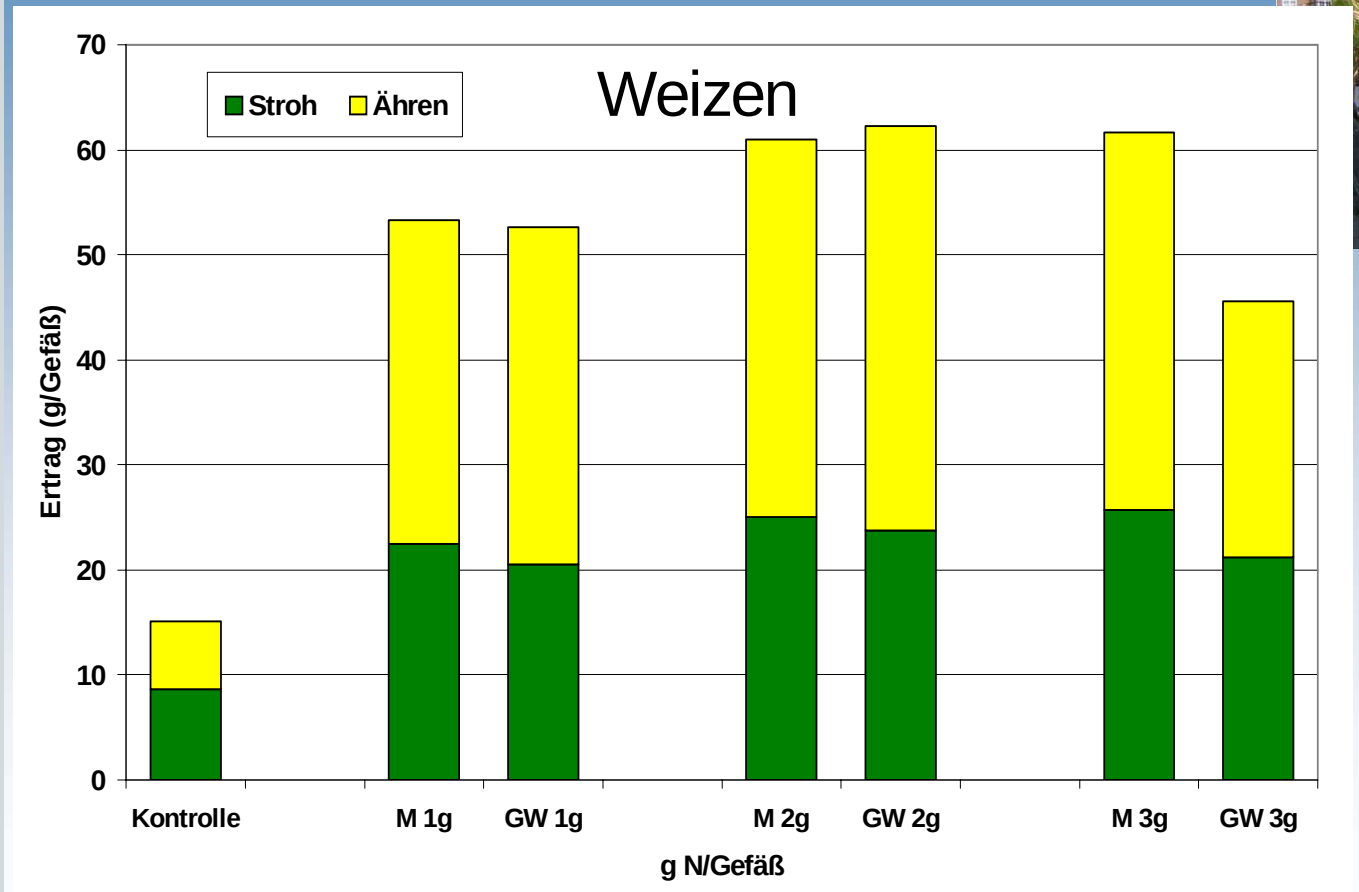
Kooperation

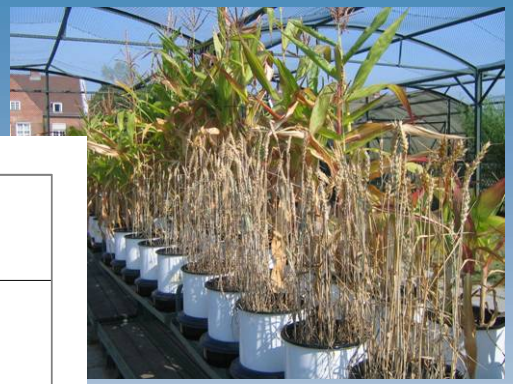
Urinaufbereitung (TUHH): Ergebnisse

- **Dampfstrippung:**
  Produkt: 12 % Ammoniakwasser (25 L / m^3 Urin)
- **Vakuumverdampfung:**
  Produkt: Aufkonzentrierungsraten über 50x
  (20 L Konzentrat / m^3 Urin)
  Ansäuerung für N-Rückhalt !
- **Entfernung von Mikroschadstoffen (PhaR)**
  Durch Ozon-Behandlung vollständige Entfernung aller PhaR
- **Dampfstrippung + MAP-Fällung: günstigste Kombination**

Kooperation

Düngerverwendung (HUB)





Urin Berlin und Brandenburg:

40 % N und 75 % P des Mineraldüngers für Brandenburg!

Kooperation

Ökobilanz (TU Berlin)

- ***Beispielgebiet in Berlin:***

  5.000 Einwohner, 1.000 Gebäude

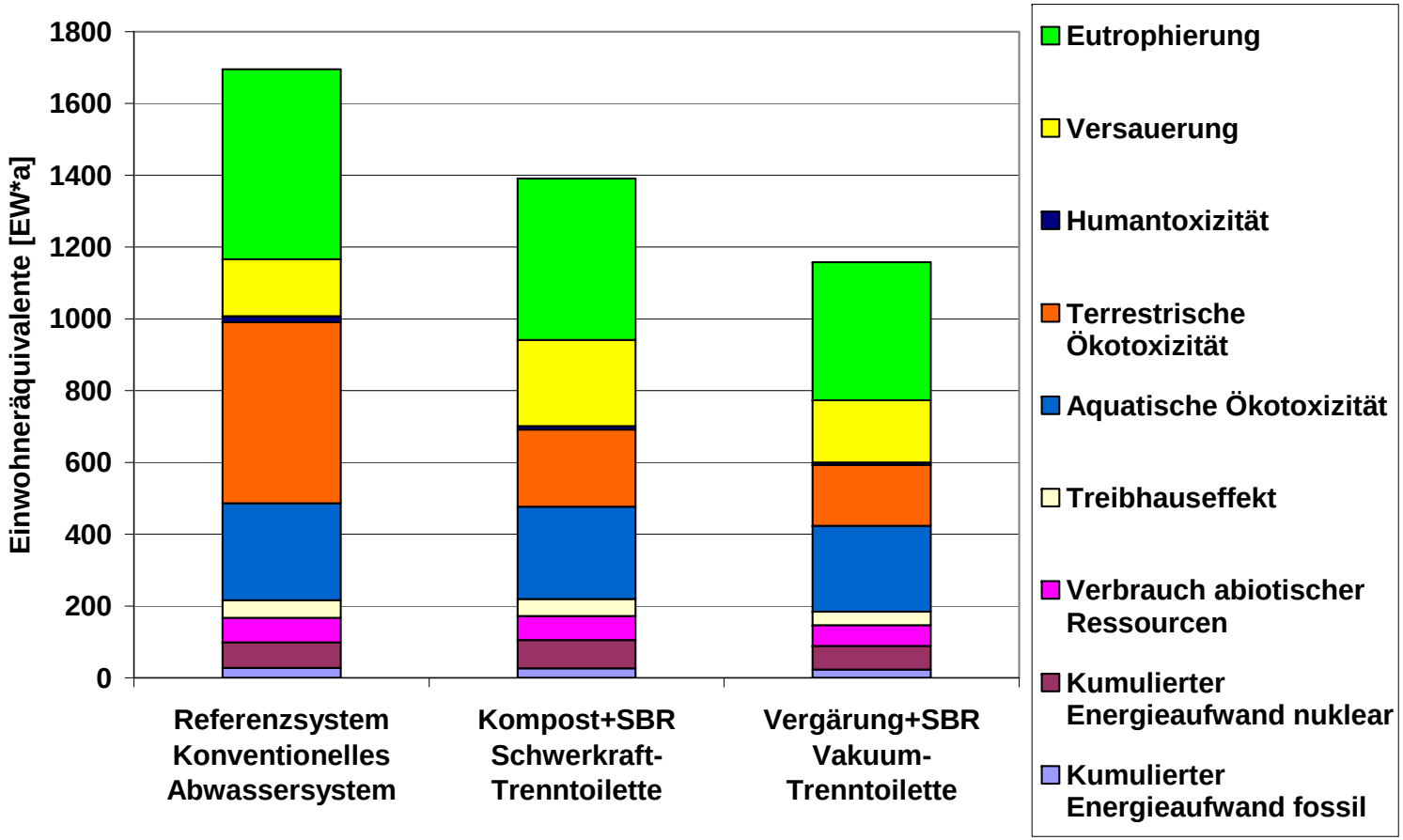
Vergleich von

- ***Konventionellem Sanitärsystem* mit**
- **Neuartigem Sanitärsystem**
  a) *Schwerkraft*-Trenntoiletten
  b) *Vakuum*-Trenntoiletten

Kooperation

Ökobilanz (TUB)

Ökologische Profile nach Normierung als Einwohner-Äquivalent (Umweltbelastung)



Kooperation

Dynamische Kostenvergleichsrechnung (Otterwasser GmbH)

- ***Beispielgebiet in Berlin:***
  5.000 Einwohner, 1.000 Gebäude
- **Kostenvergleich für einen Zeitraum von 50 Jahren**
- **Ermittlung von Projektkostenbarwerten**

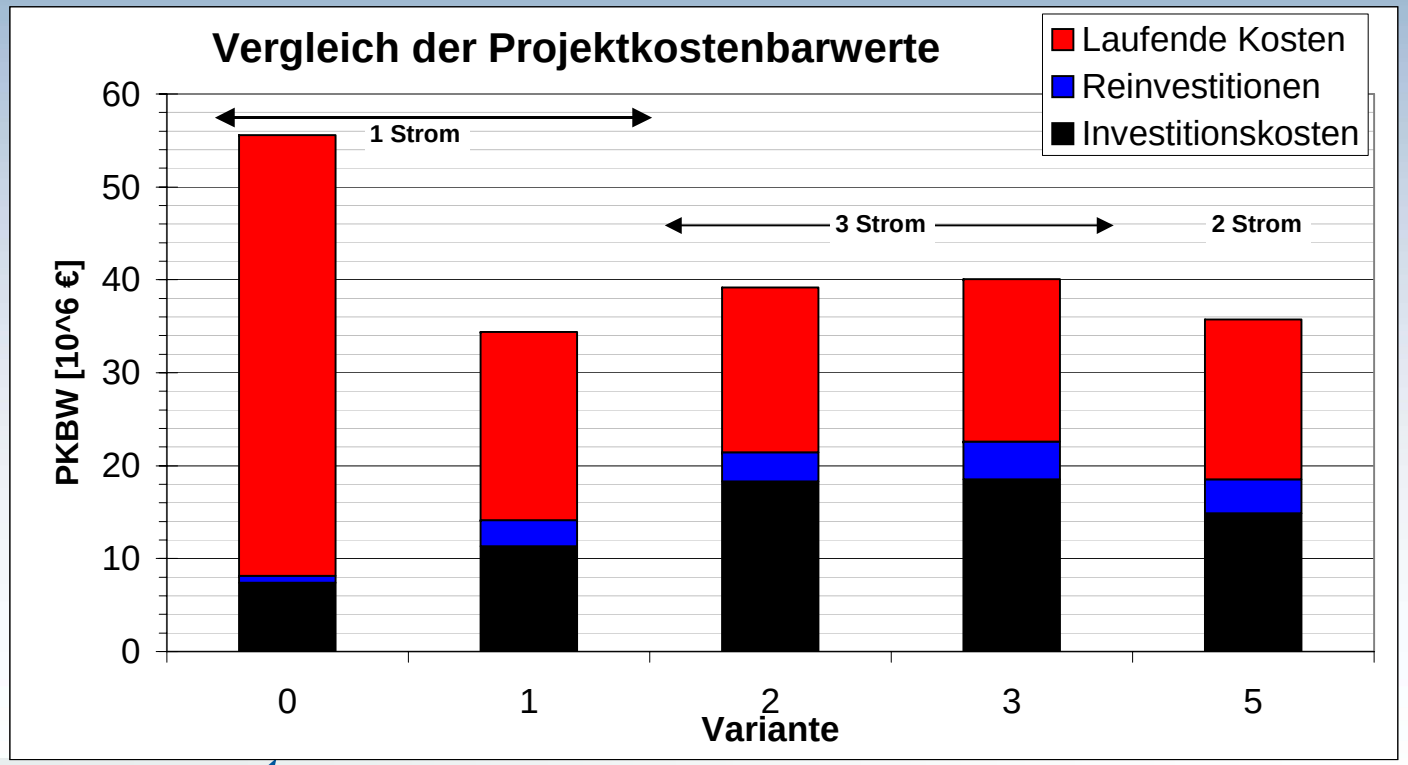
Vergleich von

- ***Konventionellem Sanitärsystem* mit**
- **Neuartigem Sanitärsystem**
  a) *Schwerkraft*-Trenntoiletten
  b) *Vakuum*-Trenntoiletten
  c) zusätzliche Varianten

Kooperation

Kostenvergleichsrechnung (Otterwasser GmbH)

Variante	0	1	2	3	5
Gelbwasser	Abwasser, Gefälle, SBR, **Schwante**	Abwasser, Gefälle, SBR, **Berlin (BWB)**	Gefälle, Drückleitung, Sammlung	Gefälle, Drückleitung, Sammlung	Vakuum, Biogas
Braunwasser			Gefälle, Druckleitung, Kompost	Vakuum, Biogas	
Grauwasser			Gefälle, SBR	Gefälle, SBR	Gefälle, SBR

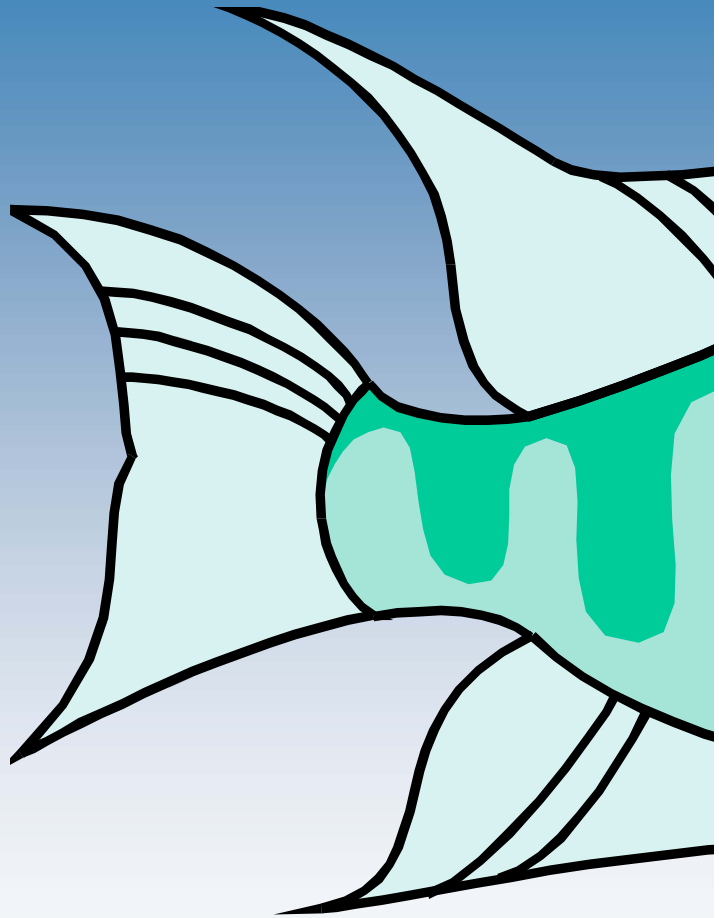


Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Trenntoiletten grundsätzlich akzeptiert, aber Verbesserungen erforderlich (Spülung, Reinigung)
- Inkrustierungen in Toilettenventilen
- Trenngrad der Toiletten für Urin nicht hinreichend
- Erprobte Fäkalieneindickung nur für kleine Siedlungen geeignet
- Reinigungsleistung der Pflanzenkläranlage entspricht Erwartungen

Forts. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Ergebnisse der Düngeversuche und der Umfragen bei Verbrauchern und Landwirten sind positiv
- Verwendung der Produkte als Dünger gesetzlich nicht gelöst
- Erprobte Verfahren zur Urinaufbereitung sind machbar
- Neue Sanitärkonzepte sind ökologisch günstiger
- Kosten für Neue Sanitärkonzepte stark abhängig von Randbedingungen

Forts. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Ergebnisse zeigen insgesamt, dass Entwicklungs-potential vorhanden ist, insbesondere in der Sanitärtechnik
- Wasser- und Nährstoffrecycling sowie Energie immer bedeutsamer, deshalb für breite Anwendung weitere Entwicklungen erforderlich
- Nationale und internationale Aktivitäten nehmen zu (DWA, GTZ, EAWAG, IWA etc.)
- Abschlussbericht unter www.kompetenz-wasser.de