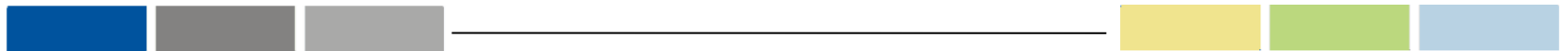




Anlagenbetrieb und -optimierung des MAP-Fällungsreaktors und der Membranbioreaktoren

Dipl.-Ing. (FH) Johanna Heynemann
Prof. Dr.-Ing. Markus Röhricht
Technische Hochschule Mittelhessen



Verbundstruktur SANIRESCH

Projektkoordination: GIZ

Sanitär- und Hausinstallationen: Roediger Vacuum / GIZ

Anlagentechnik: Huber SE

Betrieb und Überwachung: THM / RWTH Aachen

Qualität der Produkte / Urinlagerung: RWTH Aachen / Universität Bonn

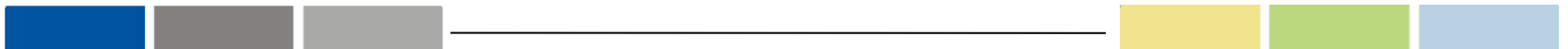
Landwirtschaftliche Produktion: Universität Bonn

Akzeptanz: RWTH Aachen / Universität Bonn

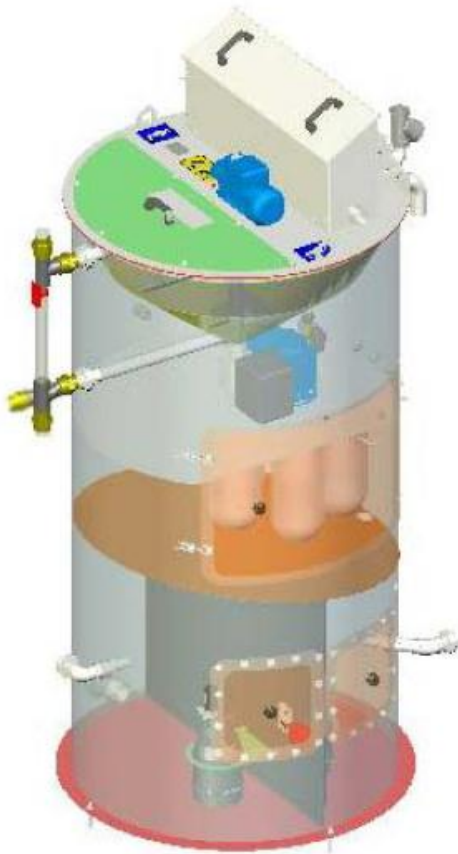
Wirtschaftlichkeit: GIZ / Universität Bonn

Internationale Übertragbarkeit: GIZ

Öffentlichkeitsarbeit: GIZ

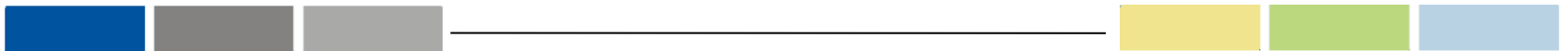
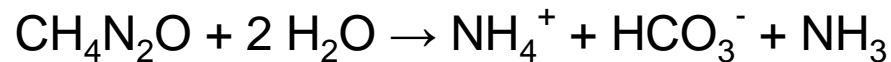


MAP-Fällungsreaktor



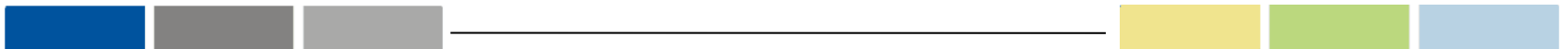
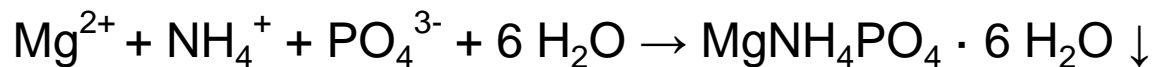
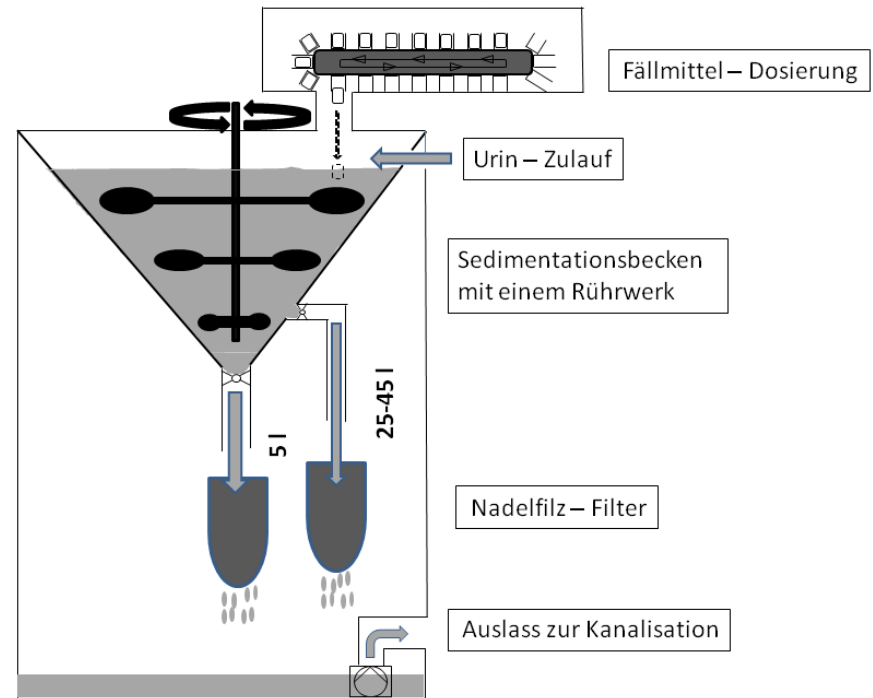
MAP-Fällungsreaktor

- durch wasserlose Urinale und Trenntoiletten gesammelter Urin wird zunächst in einem von vier Sammel tanks (je 2000 l) gespeichert
- durch Hydrolyse des Harnstoffs steigen der pH-Wert und die Ammonium-Konzentration

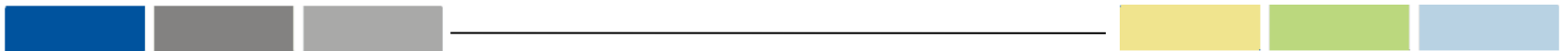
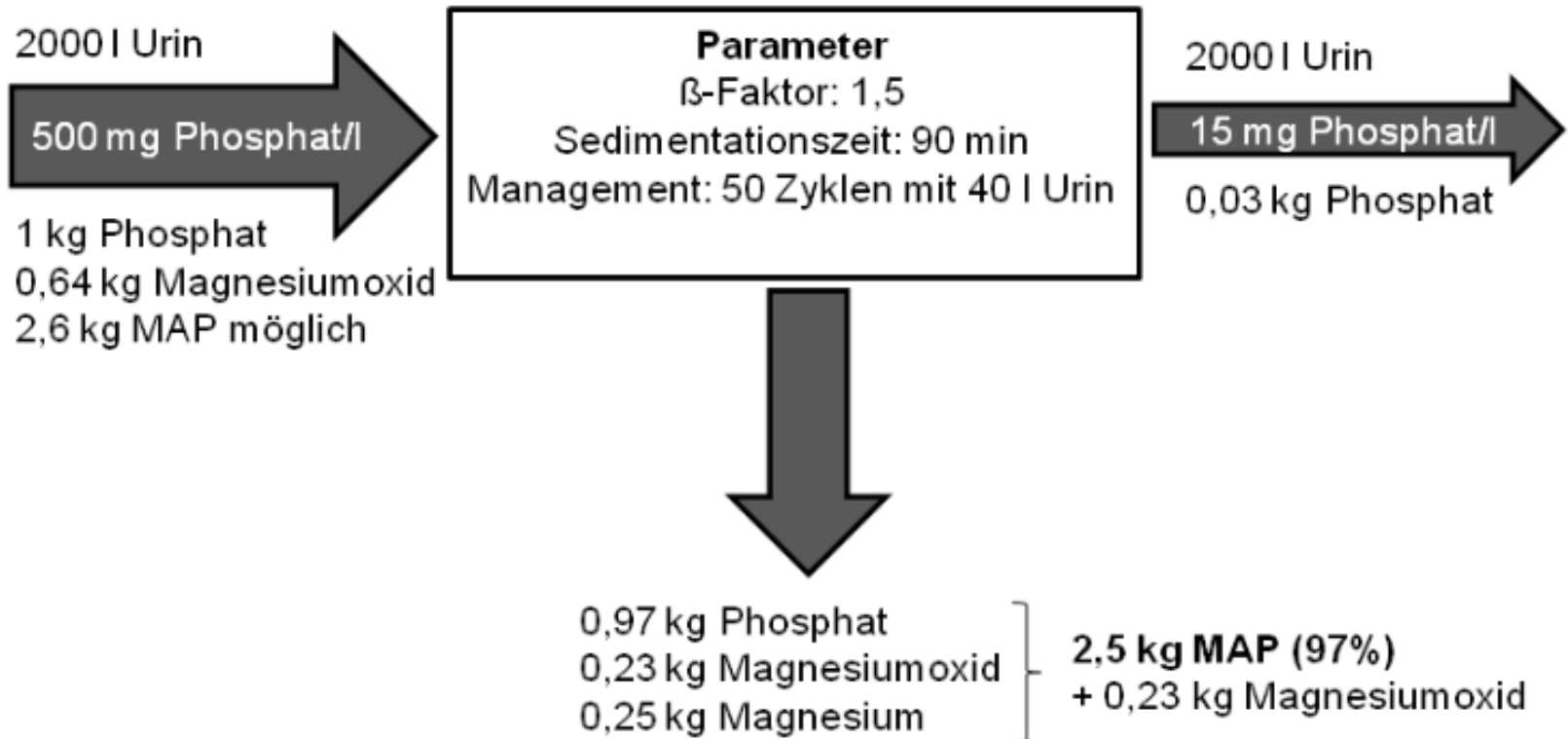


MAP-Fällungsreaktor

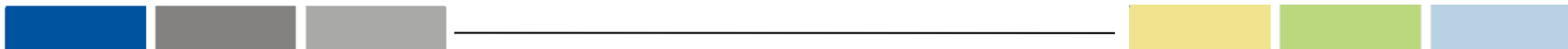
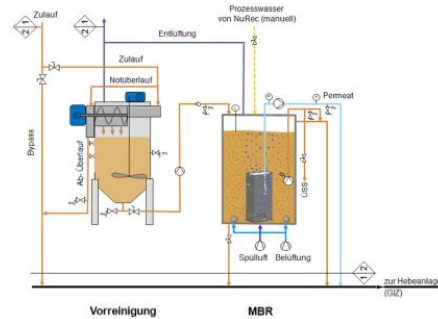
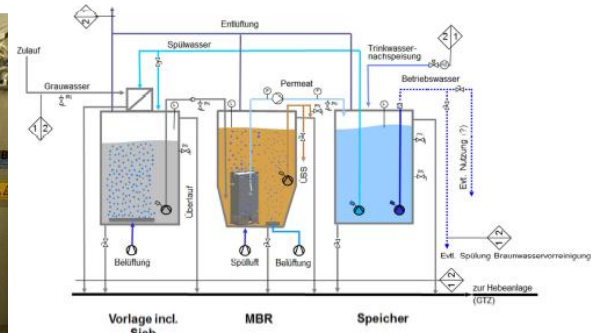
- bis zu 50 l Urin pro Fällungszyklus
- Technisches Magnesiumoxid mit einem Stöchiometriefaktor von 1,5 als Fällmittel
- Rührphase, Sedimentation und Filtration durch 10 µm-Polypropylen-Filter



Bilanzierung des Fällungsverfahrens



Membranbioreaktoren

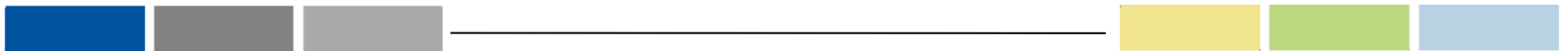


Betriebsweise der Membranbioreaktoren

- Betrieb der MBR mit gleichbleibend niedriger Schlammbelastung von 0,1 kg CSB / (kg TS · d)
- Einstellung des benötigten Permeatvolumens auf Grundlage des CSB im Zulauf und der TS-Konzentration im Belebungsbecken

$$V_{\text{Permeat}} = \frac{BTS \cdot TS_{\text{BB}} \cdot V_{\text{BB}}}{\text{CSB}_{\text{Zulauf}}}$$

- Ziel: störungsfreier, stabiler Betrieb bei stark schwankenden Zuläufen
- sehr geringe Belastung der Membranen

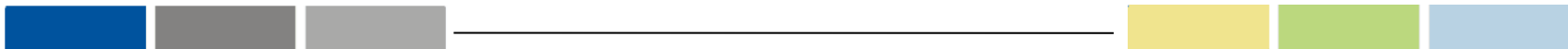
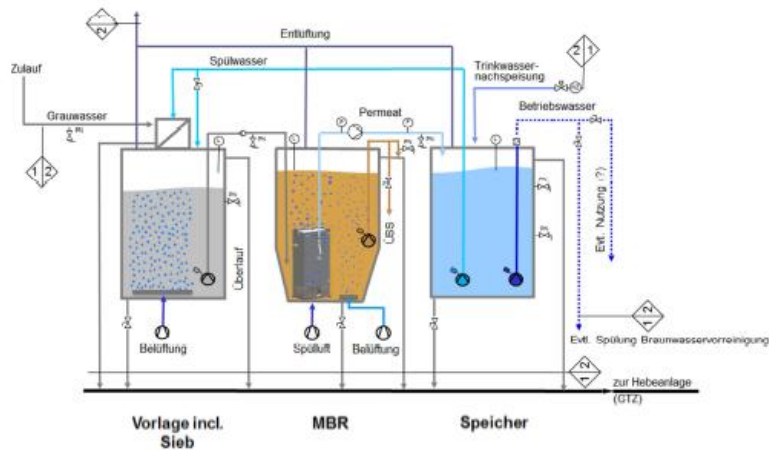


Grauwasser-MBR

Inbetriebnahme

13.05.2011

	Ø	min.	max.
Tagesdurchsatz [l/d]	327	107	652
Flux [l/(m ² ·h)]	6,6	1,6	11,2
Permeabilität [l/(m ² ·h·bar)]	114	34	189
Transmembrandruck [mbar]	57	45	72



Analytik des Grauwassers

		Zulauf	Permeat
CSB [mg/l]	Ø	647	28,5
	min	329	17,2
	max	1455	39,5
TN _b [mg/l]	Ø	15,6	12,5
	min	5,36	5,4
	max	35,8	25,7
P _{ges} [mg/l]	Ø	21,5	15,6
	min	2,84	3,4
	max	60,4	29,2

Nährstoffverhältnis:

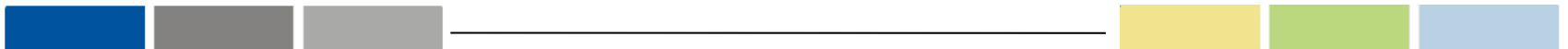
C : N : P = 100 : 2 : 1

CSB-Abbaugrad:

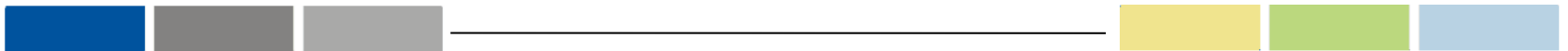
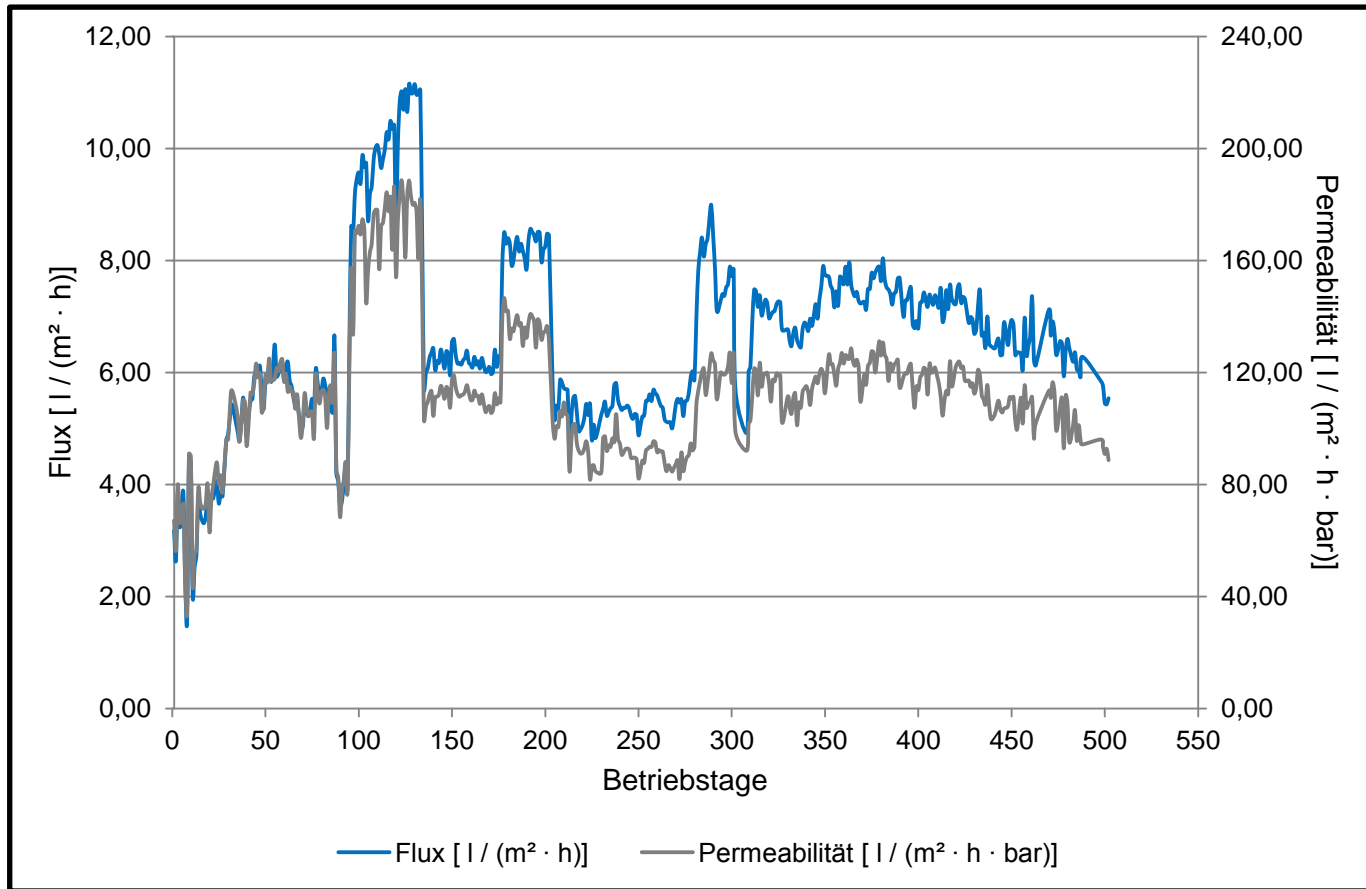
96 %

TS-Konzentration:

Ø 5,3 g/l



Flux und Permeabilität des Grauwasser-MBR

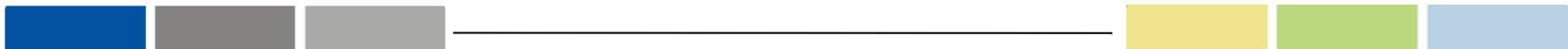
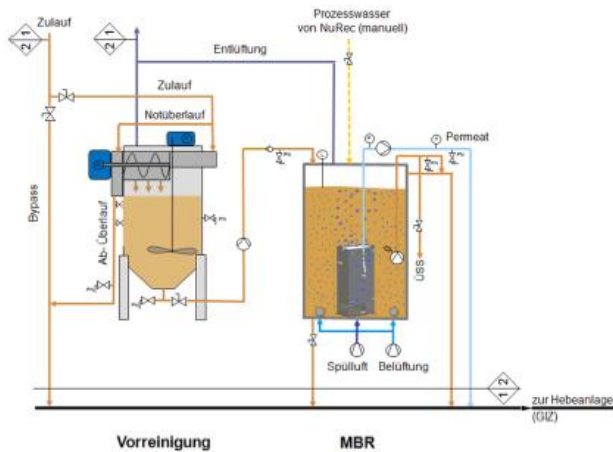


Braunwasser-MBR

Inbetriebnahme

27.06.2011

	Ø	min.	max.
Tagesdurchsatz [l/d]	541	121	1045
Flux [l/(m ² ·h)]	10,0	4,1	18,7
Permeabilität [l/(m ² ·h·bar)]	202	106	337
Transmembrandruck [mbar]	48	38	65



Analytik des Braunwassers

		Zulauf	Permeat
CSB [mg/l]	Ø	803	23,0
	min	238	13,8
	max	1439	39,8
TN _b [mg/l]	Ø	69,8	72,9
	min	13,4	24,9
	max	190	170
P _{ges} [mg/l]	Ø	24,2	22,0
	min	6,93	3,82
	max	48,5	59,4

Nährstoffverhältnis:

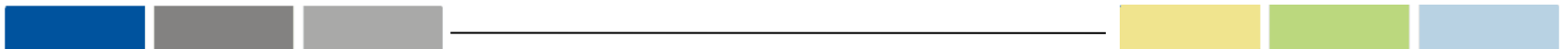
C : N : P = 100 : 9 : 1

CSB-Abbaugrad:

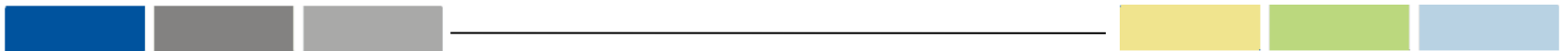
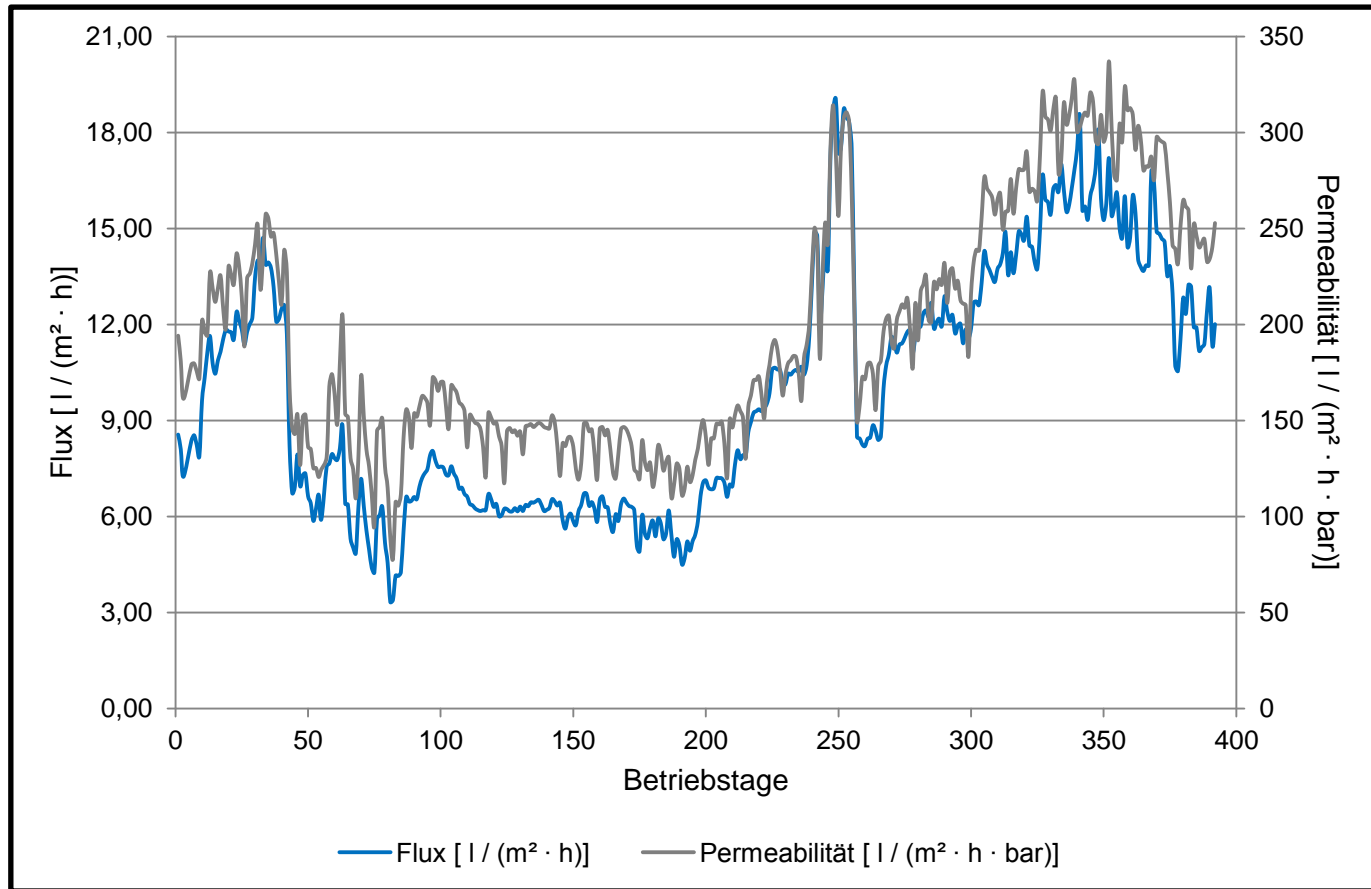
97 %

TS-Konzentration:

Ø 8,4 g/l



Flux und Permeabilität des Braunwasser-MBR



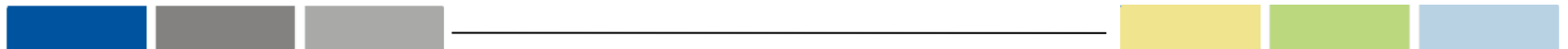
Qualität der Permeate

	fbr H 201	DIN 19650	TrinkwV	Grauwasser ³⁾	Braunwasser ³⁾
CSB [mg/l]	-	< 60	-	28,5	23,0
BSB ₇ [mg/l]	< 5	< 10 (BSB ₅)	-	1,5	1,6
O ₂ -Gehalt [mg/l]	> 50%	-	> 5	8,8	8,3
Trübung [NTU]	-	-	< 1	0,4	0,5
Gesamtcoliforme	< 100/ml	-	0/100 ml	1,1/ml	2/ml
E.coli	< 10/ml ¹⁾	0-2000/ 100 ml ²⁾	0/100 ml	0,4/ml	0/ml

¹⁾ gilt für fäkalcoliforme Bakterien

²⁾ je nach Eignungsklasse

³⁾ Durchschnittswerte



Danksagung

Diese Arbeit wurde durch das BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung), Fördernummer 02WD0950 unterstützt.
Die Autoren danken dem BMBF für diese Förderung.

