

Modulare Abwasserreinigungsverfahren zur Wiederverwendung von Wasser, Nährstoffen und Energie als Chance für kleine und mittlere Unternehmen im regionalen Strukturwandel – Projekt AWAREGIO

Julius Kieseler M.Sc. , LINEG



Inhalt

- Projektpartner
- Eingliederung in die Thematik „Strukturwandel“
- Fachliche Problemstellung
- Ziele
- Lösungskonzept
- Ebene Primärreinigung
- Ebene Sekundärreinigung
- Nutzungsebene
- Ausblick

Projektpartner

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Forschungsinstitut für
Wasser- und Abfallwirtschaft
an der RWTH Aachen (FiW) e.V.



UNIVERSITÄT LEIPZIG



INSTITUT FÜR
INFRASTRUKTUR UND
RESSOURCENMANAGEMENT



INSTITUT
FÜR
UMWELT-
FORSCHUNG



RWTHAACHEN
UNIVERSITY



Karlsruher Institut für Technologie

Pilotmaßnahme: „innovationsbasierter Strukturwandel“

- Intention: Unterstützung von Unternehmen in Regionen die von wirtschaftlichem Strukturwandel betroffen sind durch aufzeigen neuer Erwerbsstrukturen und innovativer Felder
- Nicht nur in den neuen Bundesländern, auch Ruhrgebiet, Saarland und Eifel sind betroffen
- Einbindung von Unternehmen und Projektpartnern die in solchen Regionen ansässig sind:
 - A3 Water Solutions, nordwestliches NRW
 - EVU, Nordsachsen
 - Terra Urbana, Brandenburg
 - LINEG, (Ruhrgebiet)

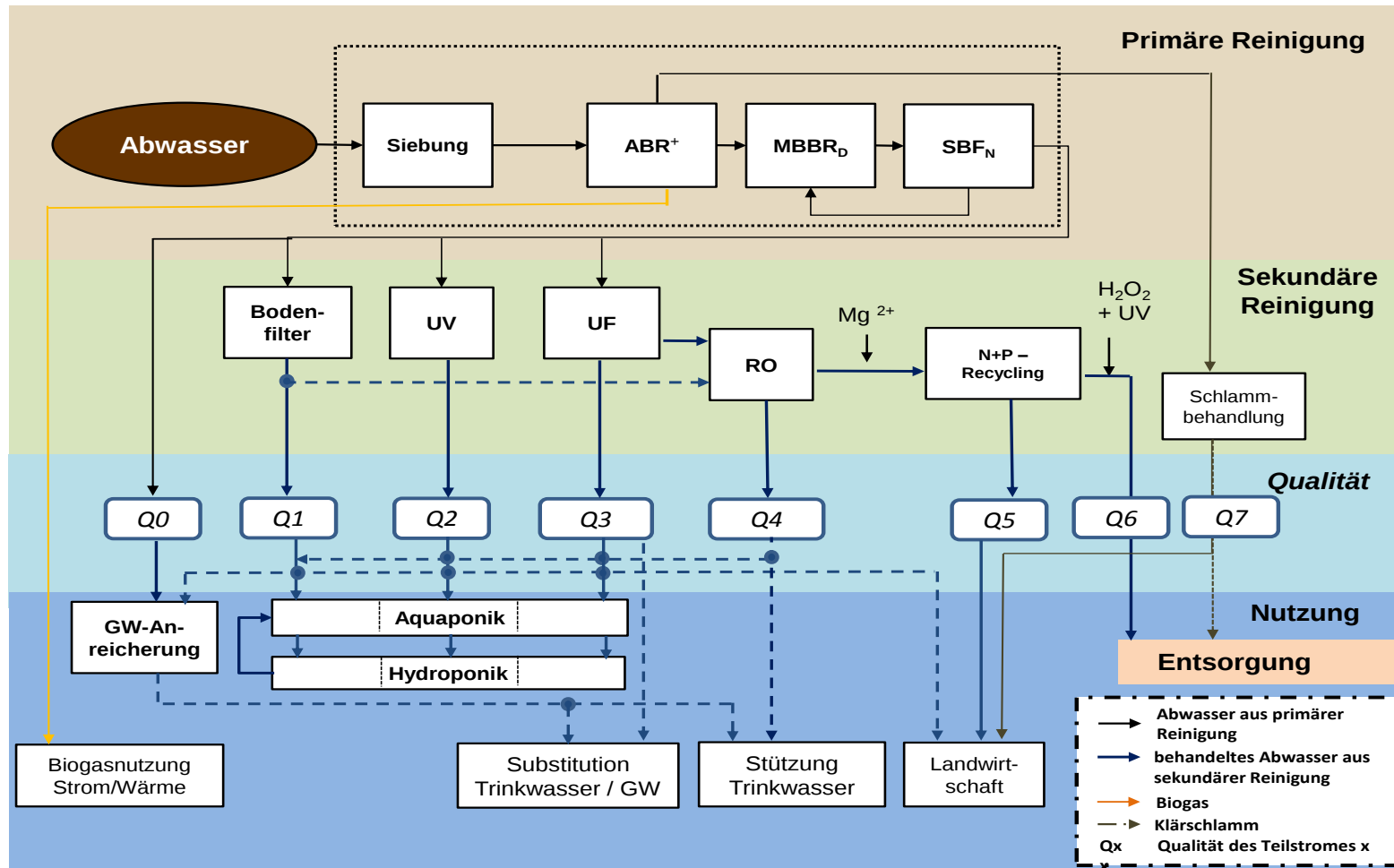
Fachliche Problemstellung

- Die Menge und Qualität von Wasser ist entscheidend für die nachhaltige Entwicklungsfähigkeit einer Region und einer intakten Umwelt
- Sauberes Wasser ist in vielen Ländern ein knappes Gut
- Faktoren für Wasserverknappung:
 - Bevölkerungsmigration in die Städte
 - Schnelles Wachstum von Ballungsräumen ohne adäquate Infrastruktur
 - Ansiedlung von Industriebetrieben mit wasserintensiven Produktionsprozessen
 - Auswirkung des Klimawandels
- Betroffene Regionen sind in erster Linie: MENA, Subsahara, mittlere Osten; aber auch Tendenzen in Mitteleuropa

Ziele

- **Gesamtziel: Entwicklung und Erprobung eines flexibel adaptierbaren, energiesparsamen und wartungsarmen Systems zum Recycling von Wasser**
- Recycling von abwasserbürtigen Nährstoffen und Energie aus dem Abwasser → Magnesium-Ammonium-Phosphat-Fällung (MAP) und Schlammuntersuchungen
- Nachnutzung des Wassers in der Fisch- und Pflanzenzucht → Aquaponik
- Stützung der Trinkwasserversorgung und Grundwasseranreicherung

Anlagenschema



Anlagenaufbau

Ultrafiltration mit nachgeschalteter
Umkehrosmose und UV-
Desinfektion

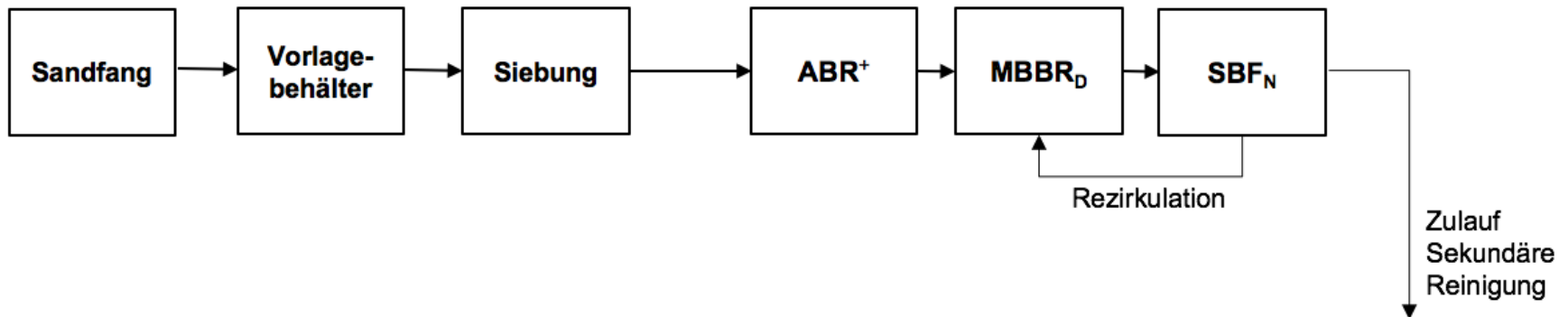


Bodenfilter

Biofilmstufe aus
Wirbelbettreaktor (MBBR)
und weiterentwickeltem
Schüttbettfilter (SBF)

Anaerober
Leitblech-
reaktor
(ABR)

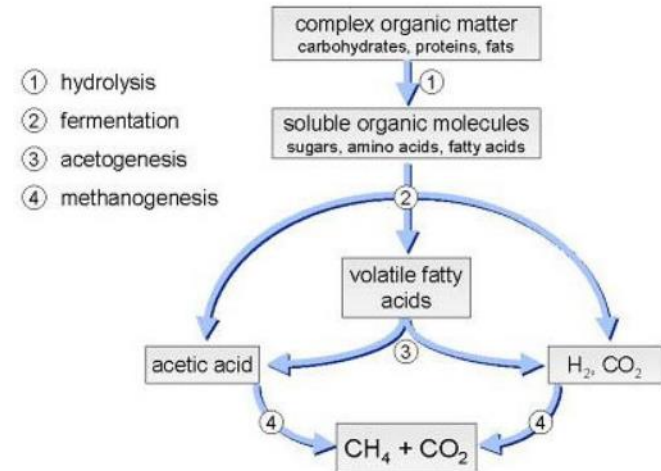
Primäre Reinigung



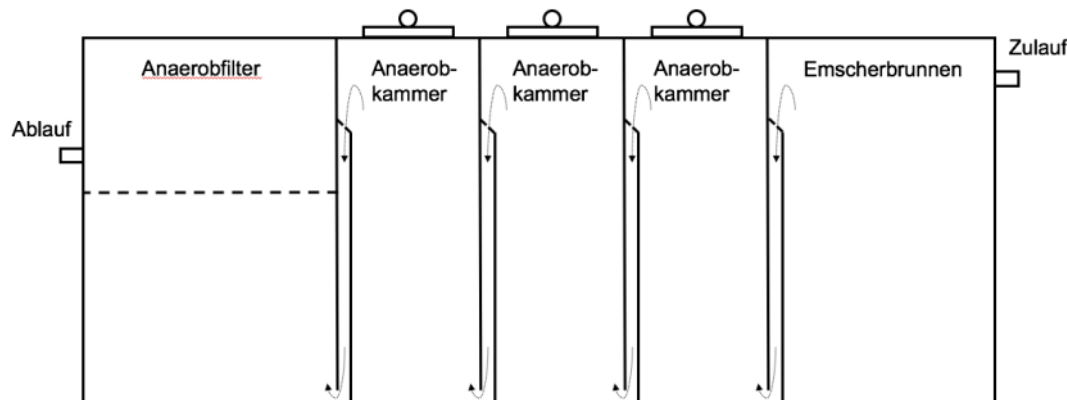
- Angeschlossen an den Ablauf des Sand- und Fettfangs der LINEG-Kläranlage Moers-Gerdt
- Weiterentwickelter Anaerobreaktor (ABR⁺)
- Wirbelbettbiofilmreator (MBBR_D)
- Schüttbettfilter (SBF_N)

Weiterentwickelter Anaerobreaktor (ABR⁺)

- Kombination aus einer Absetzstufe, einem anaeroben Tauchwandreaktor und einem Anaerobfilter
- Das Abwasser durchströmt in den Anaerobkammern eine schwebende Schicht aus anaeroben Mikroorganismen
- Im Anaerobfilter ist die Biomasse auf Trägermaterial fixiert

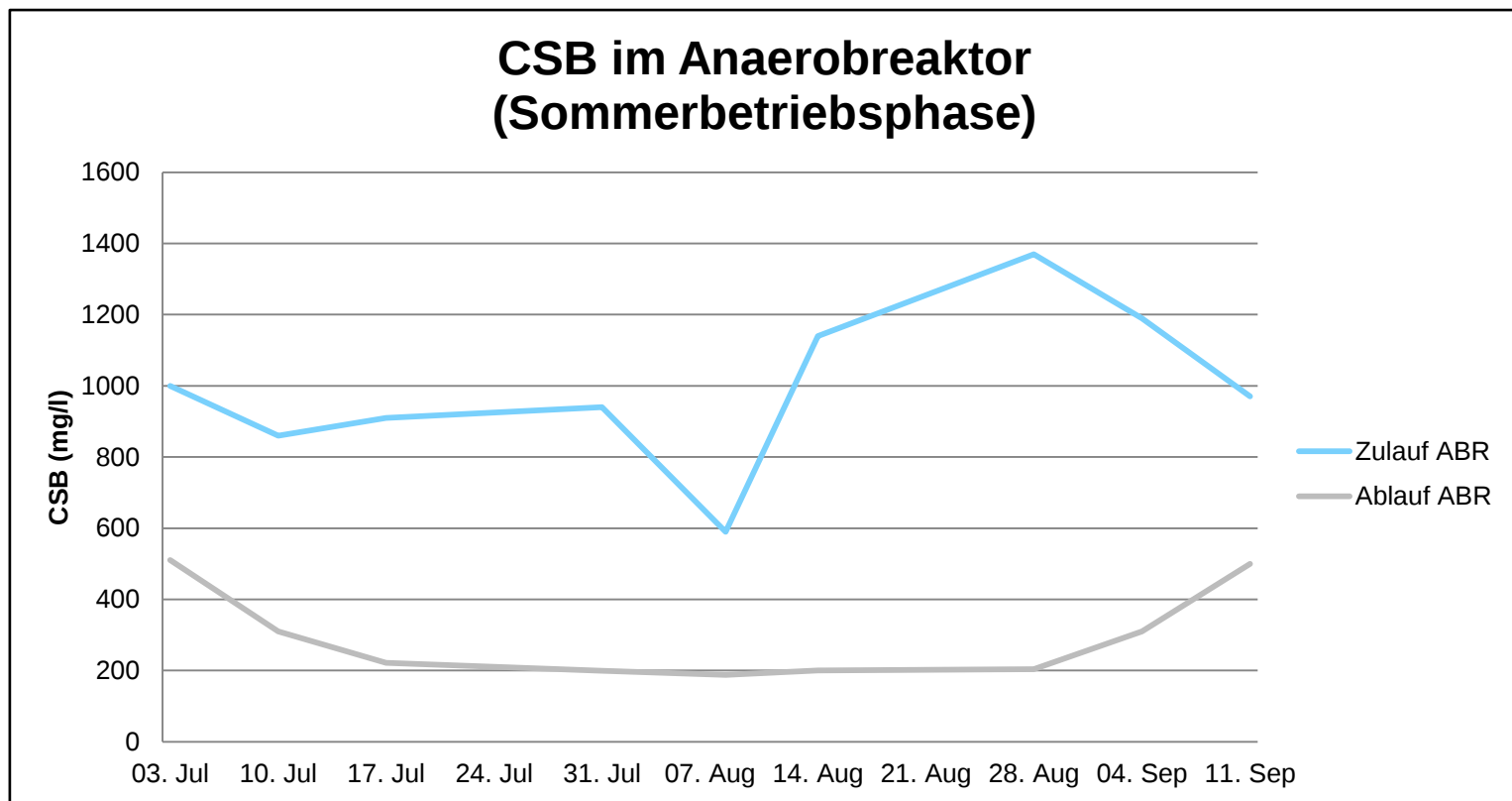


http://www.appropedia.org/Der_Biokonverter_der_Arcata-Marsch



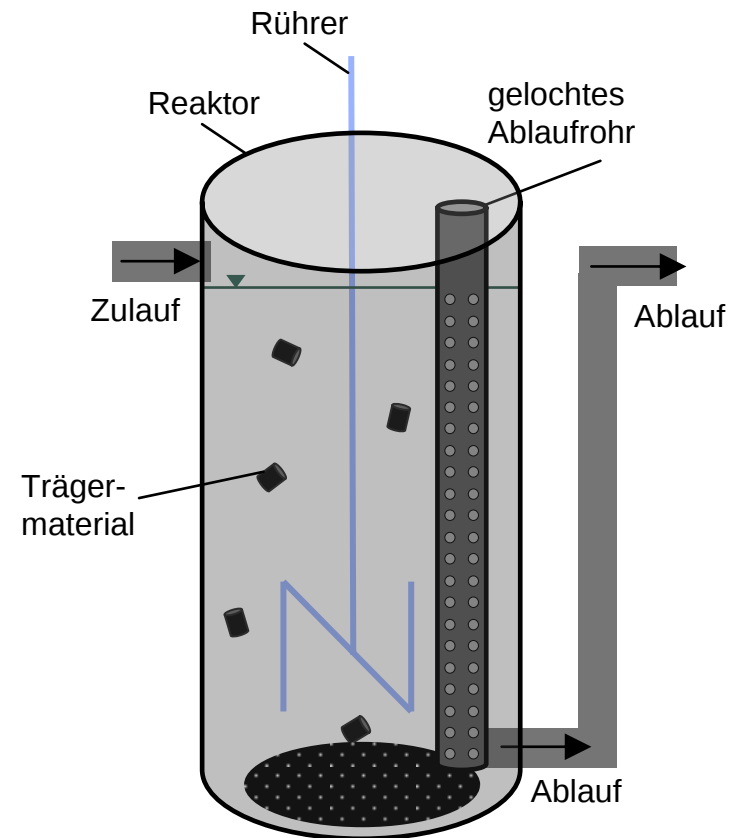
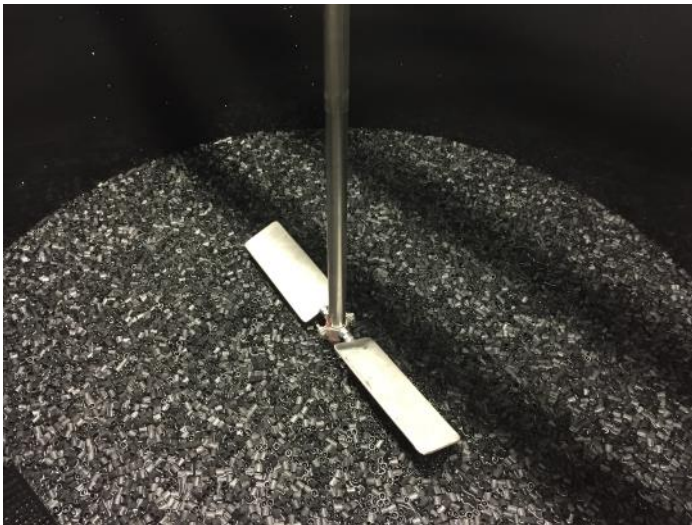
Anaerobreaktor:

- CSB-Elimination im Sommer bis 75%
- CSB-Elimination im Winter (Abwassertemp. $<10^{\circ}\text{C}$) minimal 40%

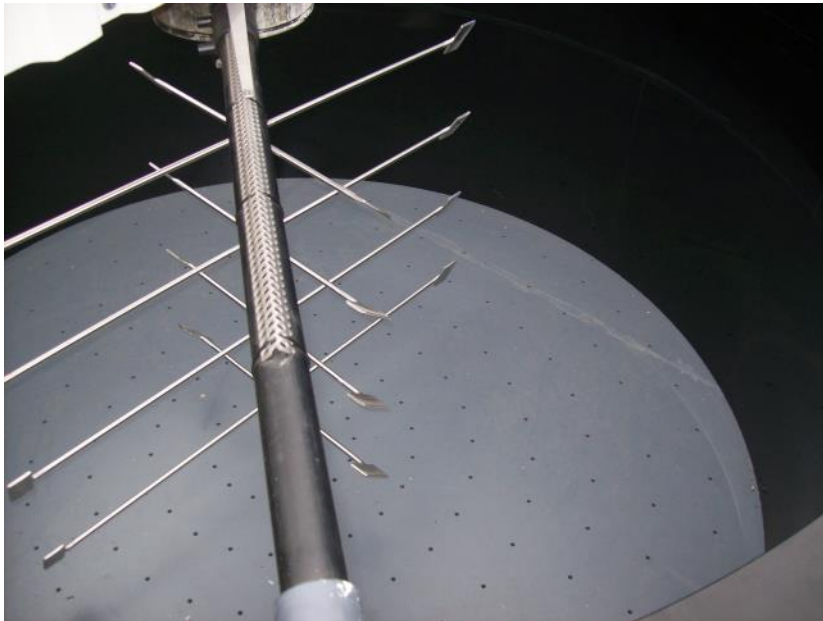


Wirbelbettbiofilmreaktor (MBBR_D)

- Anoxischer Biofilmreaktor
- Zufluss im Freigefälle
- Nitrathaltiger Strom wird durch Rezirkulationsleitung zugeführt
- Keine Schlammrückführung notwendig



Schüttbettfilter (SBF_N)

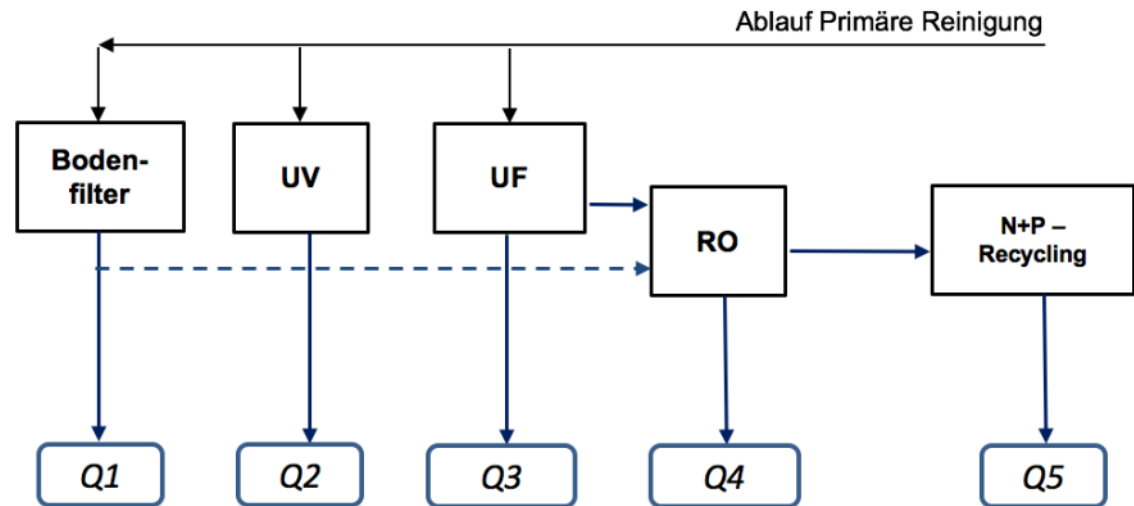


- Weiterentwickelter Tropfkörper zur Nitrifikation
- Hohe Aufwuchsfläche durch EVU-Pearl (400m²/m³)
- Keine künstliche Belüftung notwendig
- Homogene Verteilung der Biomasse über regelmäßiges Durchmischen des Trägermaterials



Sekundäre Reinigung

- Bodenfilter
- UV-Desinfektion
- Ultrafiltration mit nachgeschalteter Umkehrosmose und N+P Recycling
- Liefern verschiedene Wasserqualitäten für unterschiedliche Anforderungen



Bodenfilter

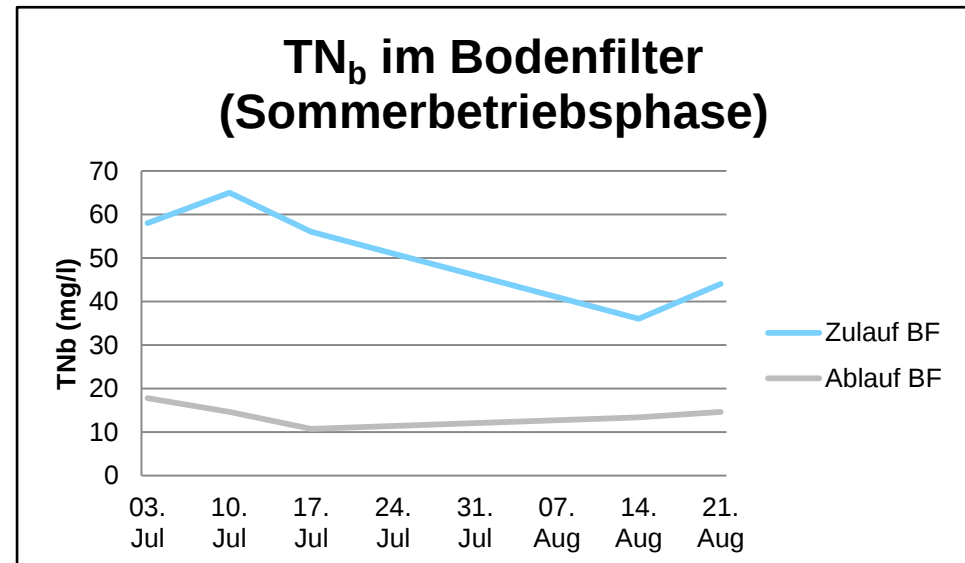
- Verschiedene Korngrößenschichten
- Drainagesystem in unterster Kiesschicht
- Abwasserreinigung erfolgt durch Filterwirkung, aeroben und anaeroben Abbau durch Bakterien, Fällung und Adsorption
- Schilfrohr dient als Lebensraum der Mikroorganismen, Senke von Nährstoffen und als Eintragsquelle von Luftsauerstoff



Erste Ergebnisse Bodenfilter

	Hygieneparameter					
	Koloniezahl 20°C	Koloniezahl 36°C	Coliforme Bakterien	Escherichia coli	Pseudomonas aeruginosa	Clostridium perfringens
Zulauf BF	230.000	120.000	690.000	130.000	1.000	3.000
Ablauf BF	15.000	13.000	52.000	12.000	90	10
Elimination	93,5%	89,2%	92,5%	90,8%	91,0%	99,7%

- Rückhalt von Bakterien (ca. 90%)
- Stickstoffelimination und weiterer CSB-Abbau durch anaerobe und aerobe Milieubedingungen



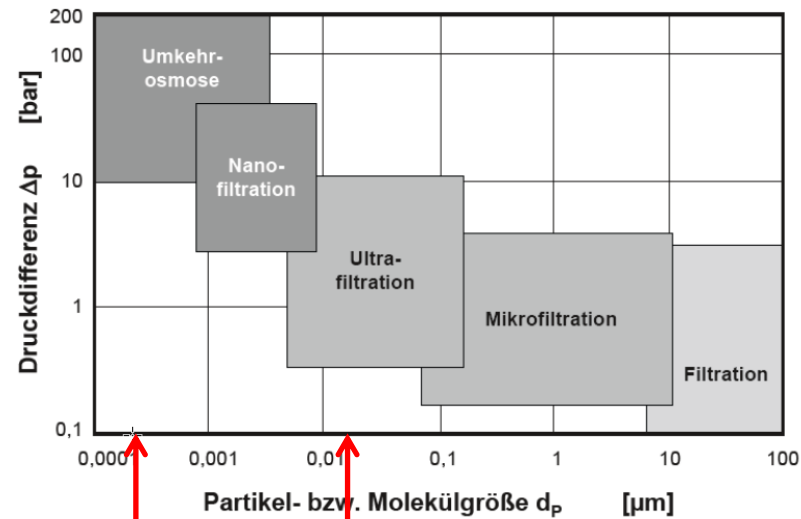
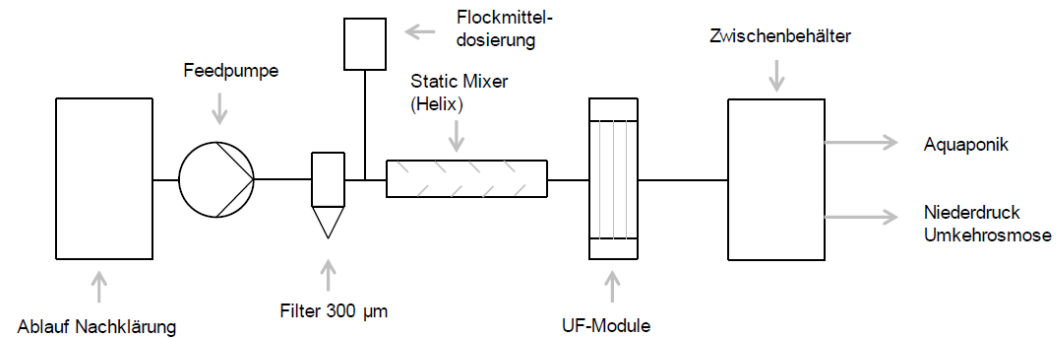
Ultrafiltration (UF) und UV-Desinfektion (UV)

- UF:

- 2 druckbetriebene INGE-Module (Multibore®) im Dead-End Betrieb
- Kapillardurchmesser: 0,9 cm
- Porenweite: 0,02 μm
Liefern Feedstrom für die Umkehrosmose
- Flockung vor der UF

- UV:

- Konventionelle UV-Desinfektion



Melin und Rautebach, 2007

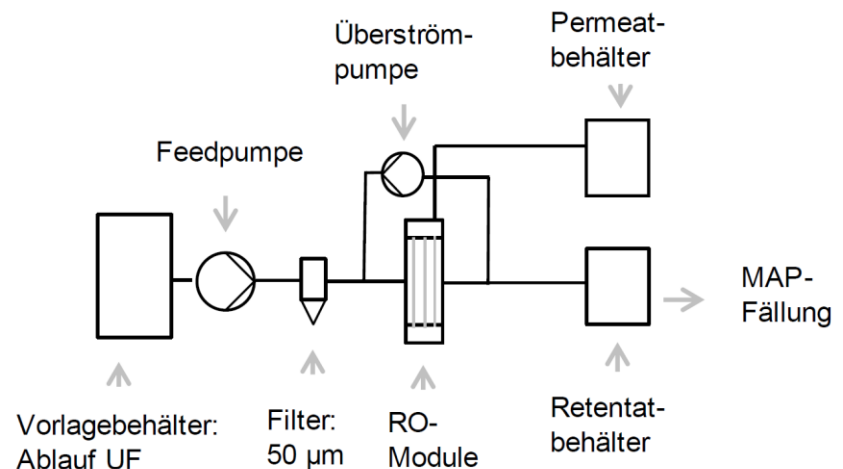
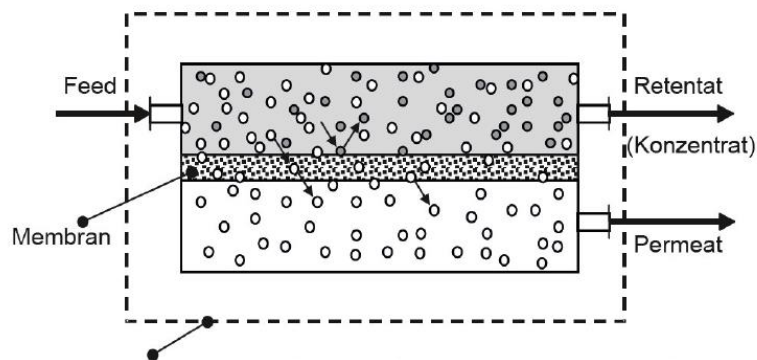
Erste Ergebnisse Ultrafiltration

Bakteriologische Rückhalte (%)

Datum	Coliforme Keime	E-Coli	Pseudomonas	Clostridium
05.06.	100	100	100	100
03.07	100	100	100	100
31.07	97,7	100	98,4	100
18.09	99,8	100	-	96,0

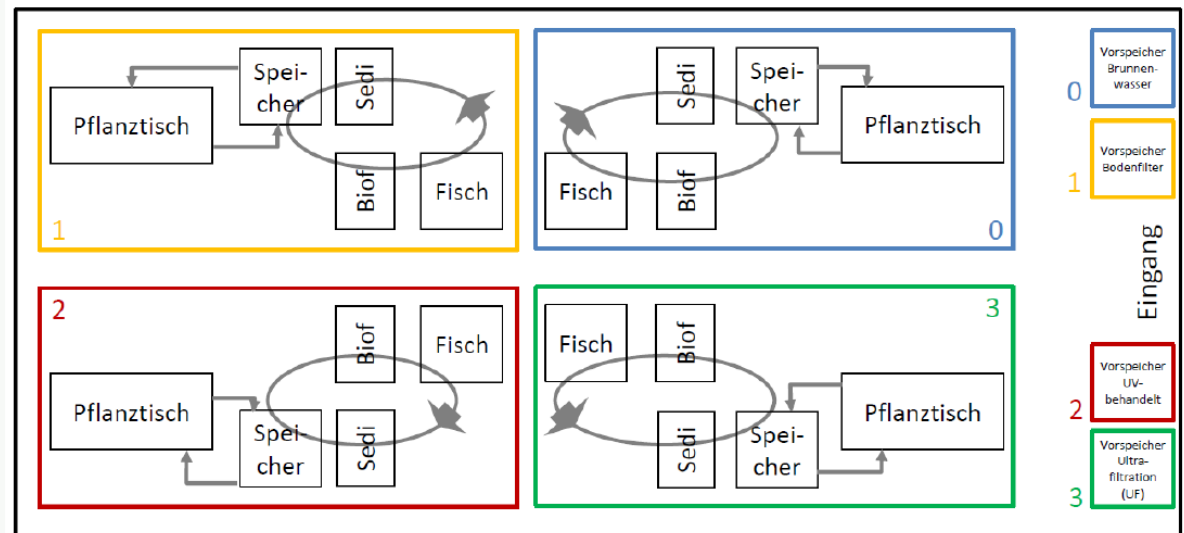
Niederdruck-Umkehrosmose (RO)

- 2 LANXESS- Module (Lewabrane® B085LE) im Crossflow Betrieb
- Parallel- und Reihenschaltung möglich
- RO-Permeat als Trinkwassersubstituent oder zur Grundwasseranreicherung
- N+P- Recycling aus RO- Konzentrat mittels Magnesium-Ammonium-Phosphatfällung



Nutzungsebene

- Geschlossenes Kreislaufsystem in dem nährstoffreiches Wasser aus einer Aquakultur (Fisch) in eine Hydroponik (Pflanze) geleitet wird → Aquaponik
- 4 unabhängige Kreisläufe: Brunnenwasser, Bodenfilterablauf, Ultrafiltrationsfiltrat und UV-Behandeltes Abwasser
- Die Aquakultur ist mit dem Afrikanischem Wels bestückt
- In der Hydrokultur kommen verschiedene Gemüse, Kräuter und Blumen zum Einsatz



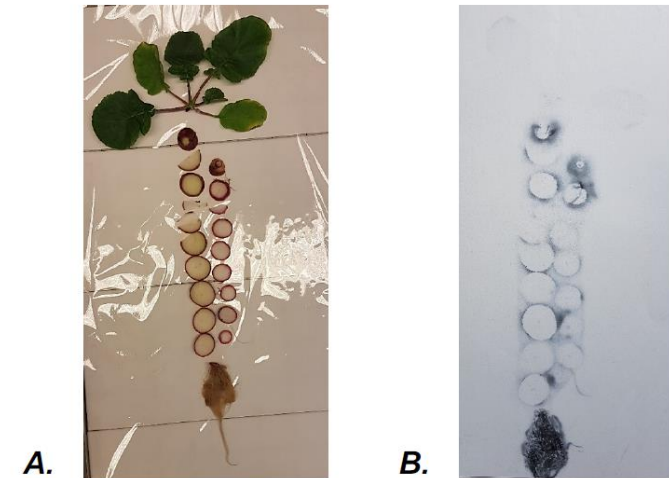
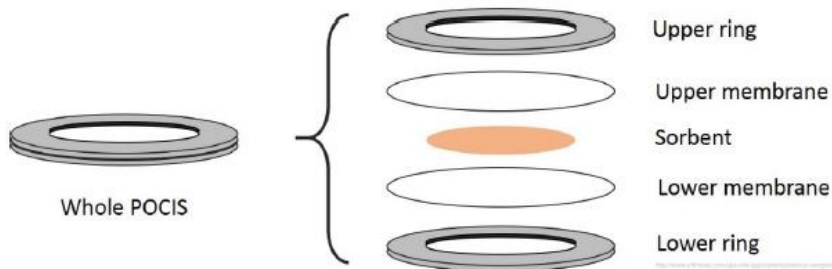
Nutzungsebene

- Geschlossenes Kreislaufsystem in dem nährstoffreiches Wasser aus einer Aquakultur (Fisch) in eine Hydroponik (Pflanze) geleitet wird → Aquaponik
- 4 unabhängige Kreisläufe: Brunnenwasser, Bodenfilterablauf, Ultrafiltrationsfiltrat und UV-Behandeltes Abwasser
- Die Aquakultur ist mit dem Afrikanischem Wels bestückt
- In der Hydrokultur kommen verschiedene Gemüse, Kräuter und Blumen zum Einsatz



Arbeiten Projektpartner

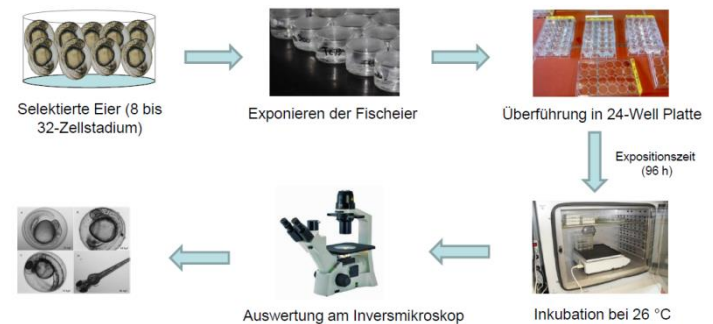
- Polar organic chemical integrative sampler (POCIS)



Dissected radish (A) for the imaging of the β -radiation (B) of the accumulated ^{14}C .

- Ökotoxikologische Bewertung:
 - Fischembryo-Toxizitätstest
 - Daphnien-Immobilisationstest
 - Algenwachstums-Hemmtest

- Untersuchung letaler und subletaler Effekte auf Embryonen des Zebrafischs



Fazit/Ausblick

- Optimierung des Betriebs weitestgehend abgeschlossen
→ seit Frühsommer 2018 stabiler Anlagenbetrieb
- Mehrere abgeschlossene Bachelorarbeiten über die Primärreinigung (ABR, SBF)
- Wertvolle Erfahrungen des Betriebs bei sehr niedrigen Wassertemperaturen (0-5°C), Biogaserfassung seit März 2019 möglich
- Zweite Aquaponikkampagne gestartet (April 2019)
- Erforschen neuer Modulanordnungen (u.a. BF als Substituent der UF)
- Offizielles Projektende September 2019 → Fortsetzung ist angedacht