



Unsere Projektseite:
<http://groengasproject.eu>

Möglichkeiten und Grenzen beim Einsatz von Membranverfahren zur Aufbereitung von Gülle und Gärprodukten aus Biogas-Anlagen

Dr. Thomas Peters

Unterstützt durch / Mede mogelijk
gemaakt door:



INTERREG - Grenzregionen gestalten Europa
Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung der Europäischen Union

INTERREG - Grensregio's bouwen aan Europa
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling van de Europese Unie



Gliederung

- 1. Probleme durch Gülle und Gärprodukte**
- 2. Problemlösungen durch Verfahrenstechnik**
- 3. Membranverfahren und Modul-Technik**
- 4. Reinigung von Deponie-Sickerwasser**
- 5. Aufbereitung von Gülle mit Membranverfahren**
- 6. Aufbereitung von Gärprodukt mit Membranverfahren**
- 7. Aufbereitung von Gülle und Gärprodukten mit M.**
- 8. Ausblick**

Probleme durch Gülle und Gärprodukte aus Biogas-Anlagen

- ▶ örtlich begrenzte **hohe Bestandsdichten**
- ▶ zunehmender **Mangel an Ausbringflächen** führt zu höheren **Kosten (Lagerung)** und anspruchsvoller **Logistik**
- ▶ Anfall zusätzlicher **Nährstoff-haltiger Flüssigkeitsmengen** wenn Landwirtschaftsbetriebe zur **Absicherung der Wirtschaftlichkeit** Ställe vergrößern oder eine **Biogas-Anlage** installieren (wollen)

⇒ **Fehlender Flächennachweis**

Aufgabenstellungen bei der Aufbereitung von Gülle und Gärprodukt

Volumenreduzierung ?

Abtrennung der ungelösten Inhaltsstoffe ?

Abtrennung der gelösten Inhaltsstoffe ?

Selektive Abtrennung einzelner Fraktionen ?

Verwertung der Inhaltsstoffe ?

Problemlösungen durch Verfahrenstechnik

Einsatz anderweitig bewährter Aufbereitungs-Verfahren

Ziel:
Verwertung der Komponenten von Gülle und Gärprodukte
statt

Ausbringung (bei mangelnden Ausbringflächen
zunehmend als Entsorgung eingestuft)

Lösungs: "technologischer Flächennachweis"

Problemlösungen durch Verfahrenstechnik

| Verfahren | Inhaltstoffe | abfiltrierbare Feststoffe | CSB | Ammonium | AOX | Schwermetalle | Eisen, Mangan | Salze | PAK | LHKW | Bakterien | Viren | bleibende Reststoffe |
|-----------|---------------------|---------------------------|-----|----------|-----|---------------|---------------|-------|-----|------|-----------|-------|----------------------|
| 1.1 | Biologischer Abbau | 0 | 0 | + | 0 | - | 0 | - | - | 0 | - | - | Schlamm |
| 1.2 | Chemische Oxidation | - | + | 0 | + | - | 0 | - | + | + | + | + | Abluft |
| 2.1 | Adsorption | 0 | 0 | - | + | 0 | - | - | + | + | - | - | Beladene A-Kohle |
| 2.2 | Eindampfung | + | + | +(1) | 0 | + | + | + | 0 | - | - | - | Reststoffe, Abluft |
| 2.3 | Elektrodialyse | - | - | 0 | - | + | + | + | - | - | - | - | Restwasser |
| 2.4 | Flockung/Fällung | 0 | 0 | +(3) | 0 | + | + | - (4) | - | - | - | - | Schlamm |
| 2.5 | Flotation (MBF) | + | 0 | - | + | +(5) | + | - | + | - | 0 | 0 | Schlamm |
| 2.6 | Ionen-Austausch | - | - | 0 | 0 | + | + | + | - | - | - | - | Konzentrat |
| 2.7 | Strippung | - | - | +(2) | 0 | - | - | - | 0 | + | - | - | Abluft |
| 2.8 | Filtration | + | - | - | - | 0 | + | - | - | - | - | - | Schlamm |
| 2.9 | Mikrofiltration | + | - | - | - | 0 | + | - | - | - | + | 0 | Restwasser |
| 2.10 | Ultrafiltration | + | 0 | - | - | 0 | + | - | - | - | + | + | Restwasser |
| 2.11 | Nanofiltration | + | + | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | - | + | + | Restwasser |
| 2.12 | Umkehrosmose | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | Restwasser |

Verfahren

Inhaltstoffe

Reststoffe

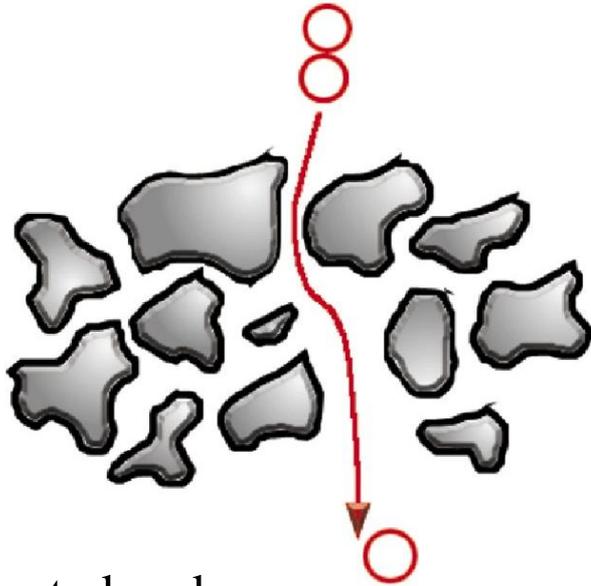
+ = geeignet **-** = ungeeignet **0** = teilweise geeignet

1.1 - 1.2 = Zerstörung der Inhaltstoffe 2.1 - 2.11 = Konzentration oder selektive Trennung von Inhaltstoffen

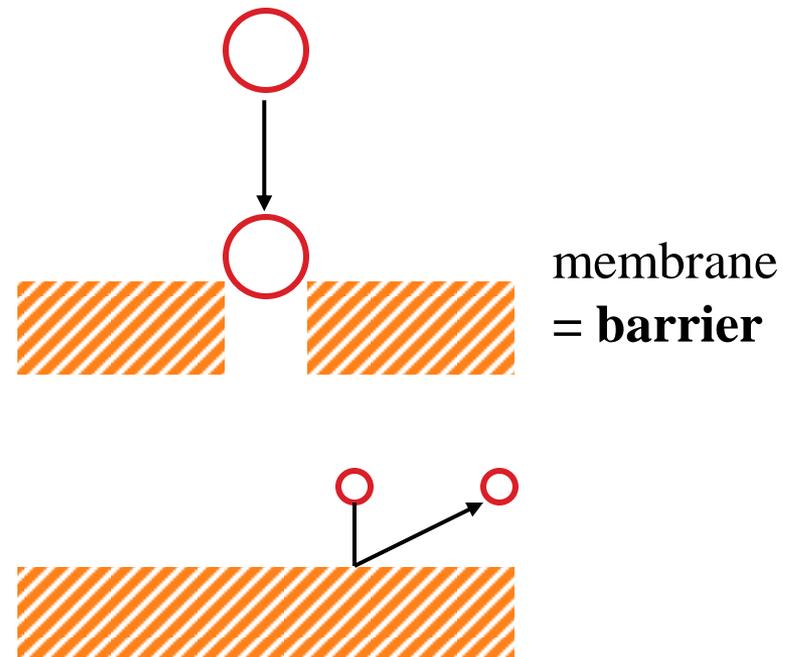
(1) bei alkalischer Fahrweise
 (2) bei saurer Fahrweise
 (3) MAP-Fällung, sonst "-"

(4) für Sulfat "+"
 (5) nach Fällung/Flockung

Unterschied zwischen konventionellen Prozessen und Membran-Prozessen



- activated carbon
 - filtration
 - precipitation/flocculation
 - biology
- = **porous**



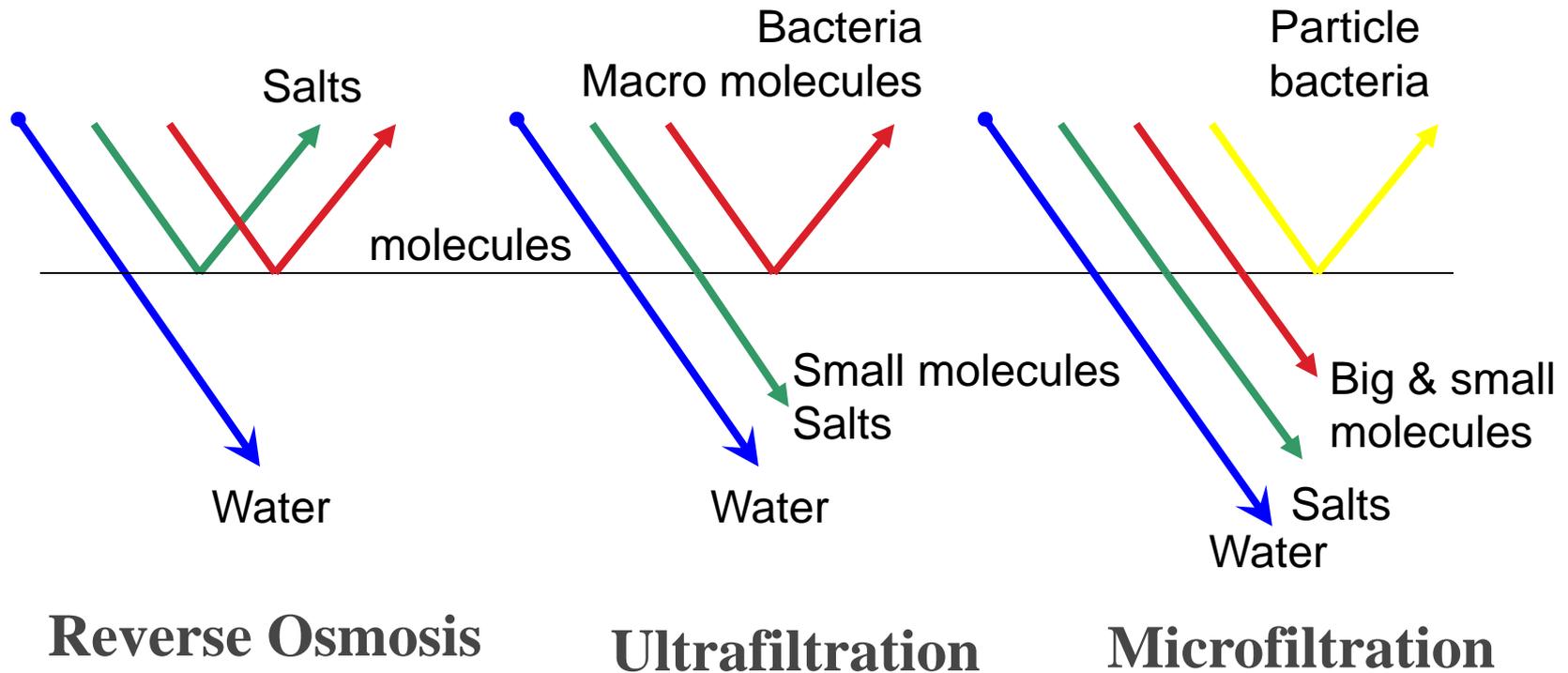
operating safety
=> process control
with parameters like electric conductivity,
turbidity

Membranverfahren und Modul-Technik

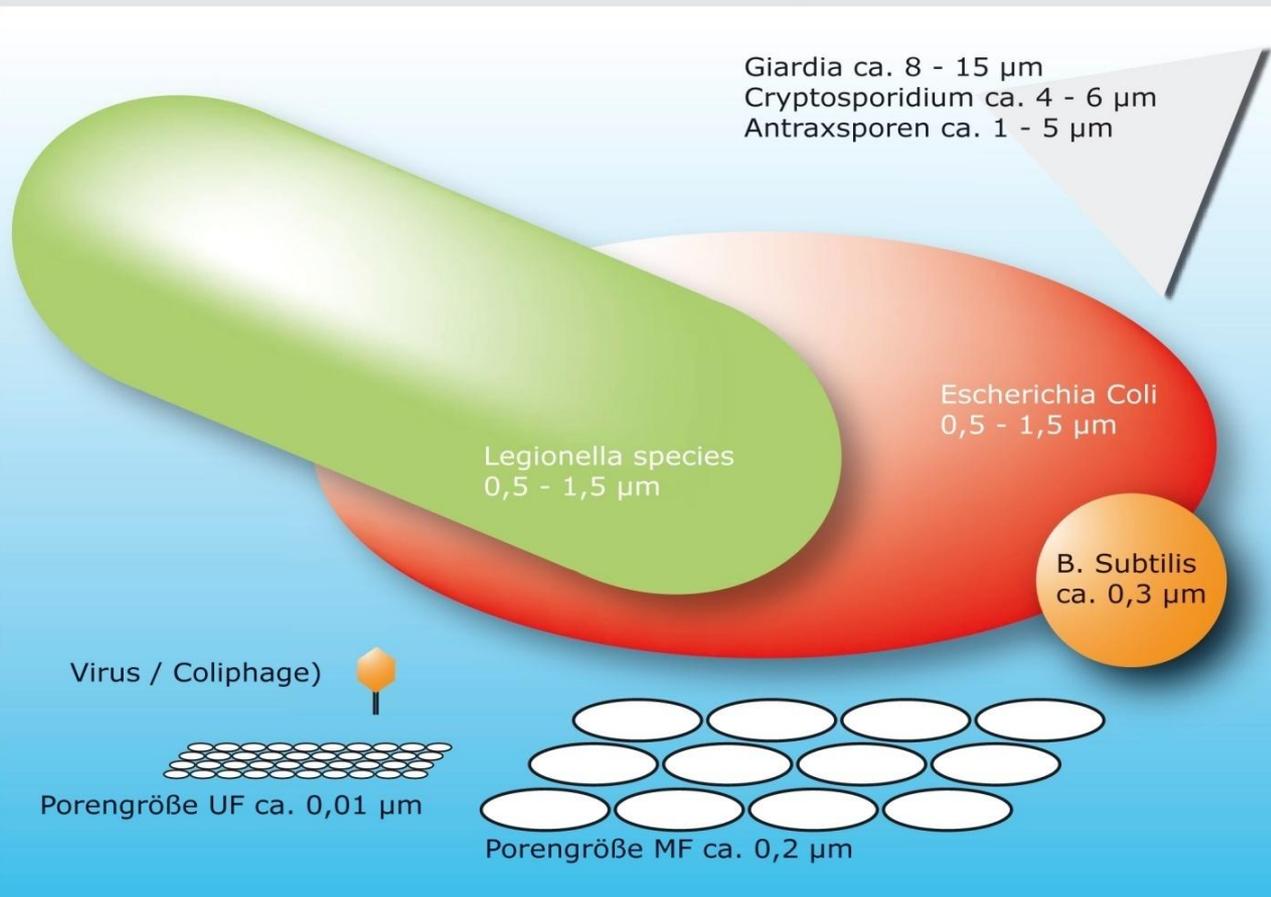
Membranverfahren und deren Einsatzbereiche

| Abtrennbare Wasserinhaltsstoffe | Trenngrenze | Verfahren [Membran-Typ] | Betriebsdruck kPa [bar] |
|--|--|---|---|
| Partikel < 1µm | 0,1 - 1 µm | Mikrofiltration (MF) [Poren-Membranen] | 50- 300 [0,5 - 3] |
| Kolloide, Makromoleküle Molmasse > 2.000 g/mol | 2.000 - 200.000 g/mol | Ultrafiltration (UF) [Poren-Membranen] | 50 - 100 [0,5 - 10] |
| gelöste organische Moleküle, mehrwertige anorganische Ionen | > 200 g/mol Rückhaltung für MgSO ₄ > 90 % | Nanofiltration (NF) [Lösungs-Diffusions-Membranen mit eingebauten ionogenen Gruppen] | 500 - 4.000 [5 - 40] |
| organische Moleküle und alle Ionen | < 200 g/mol Rückhaltung für NaCl > 95 % | Umkehrosmose (RO) (Hochdruck-RO (HD-RO) [Lösungs-Diffusions-Membranen] | 500 - 7.000 [5 - 70] (bis 12.000) [bis 120] |

membrane processes

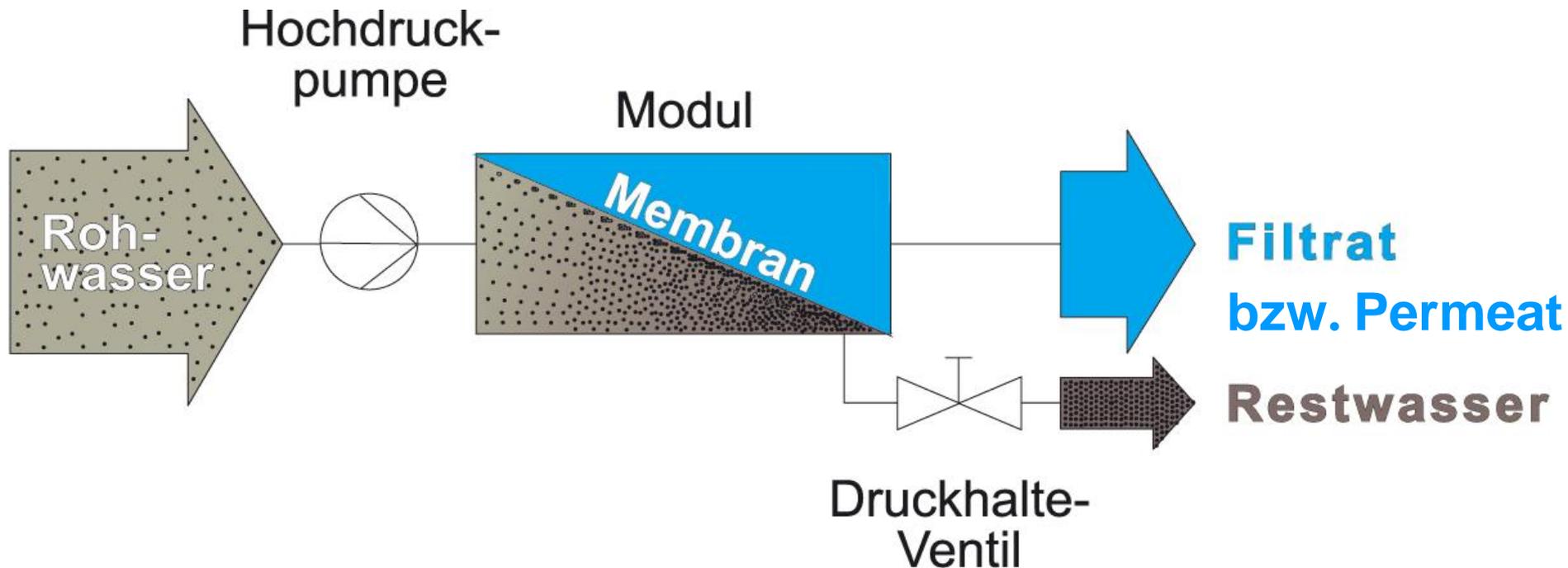


Ultrafiltration (UF) und Microfiltration (MF) im Größenvergleich mit bekannten Wasserkeimen



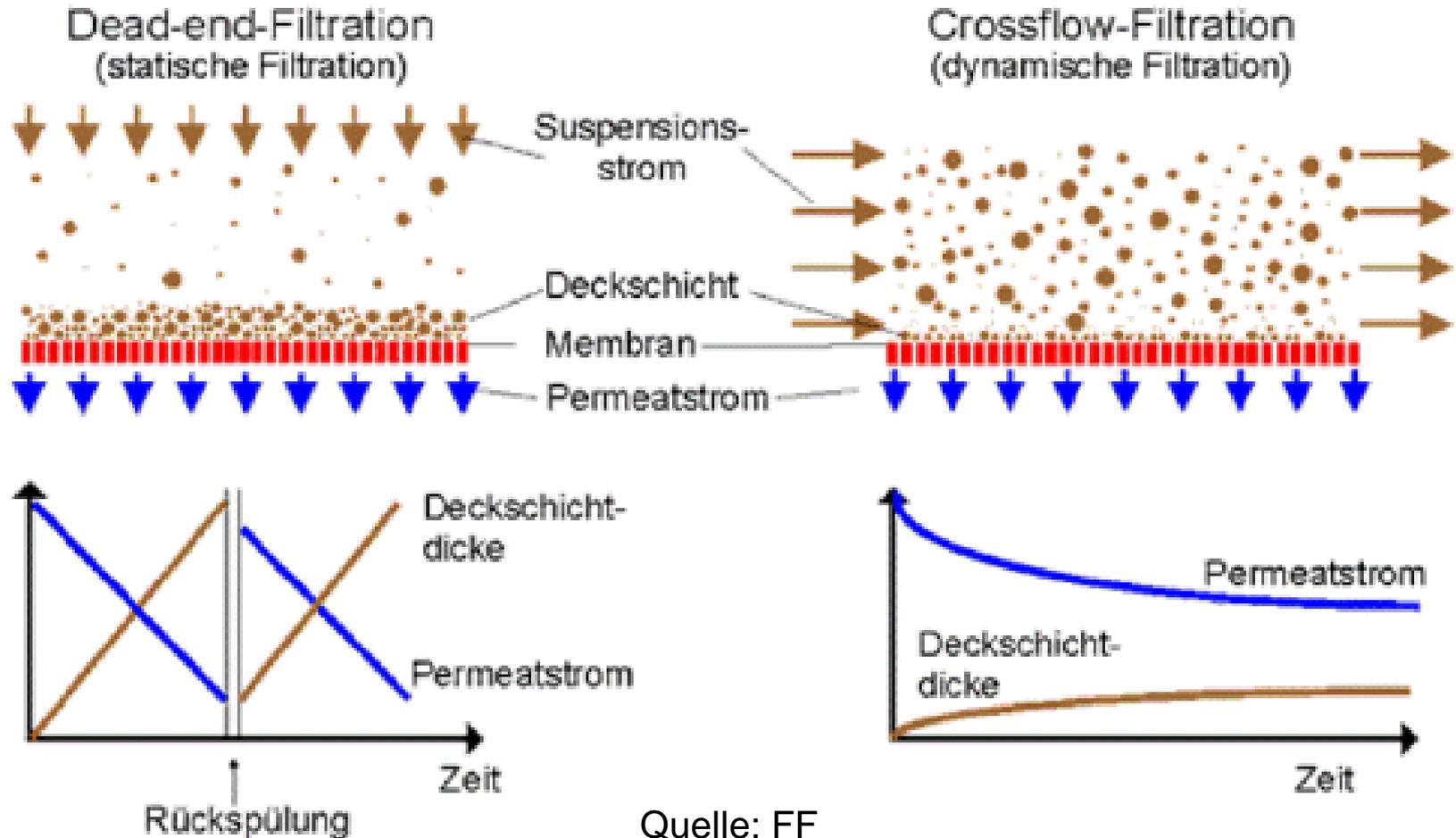
Quelle:
W.E.T.

Wasser-Management mit Membranverfahren



Schematische Darstellung des Grundprinzips von Membranverfahren

Dead-End und Crossflow-Betrieb



Quelle: FF

Hochdruck-Pumpen und Modul-Racks der RO-Anlage für Meerwasser-Entsalzung in Al Jubail / Saudi Arabien Permeat-Produktion ca. 98.000 m³/d (20 MIGD), 15-straßig



Fakten + Erfolge als Basis für Vertrauen in die Membran-Technik

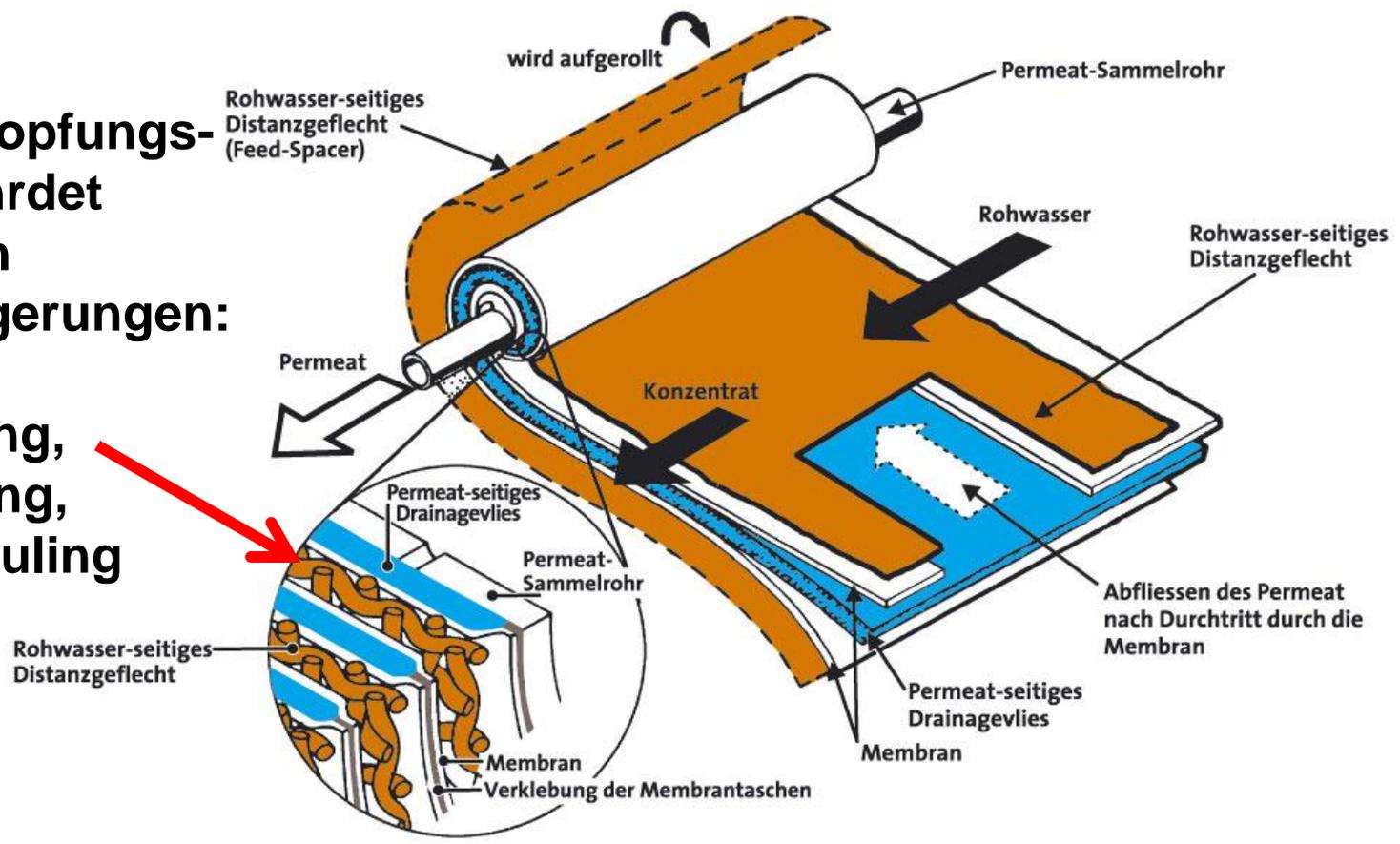
!

Quelle: Image-Broschüre PREUSSAG/Thiel bei Inbetriebnahme 2000

konventionelles Spiralwickel-Element

**Verstopfungs-
gefährdet
durch
Ablagerungen:**

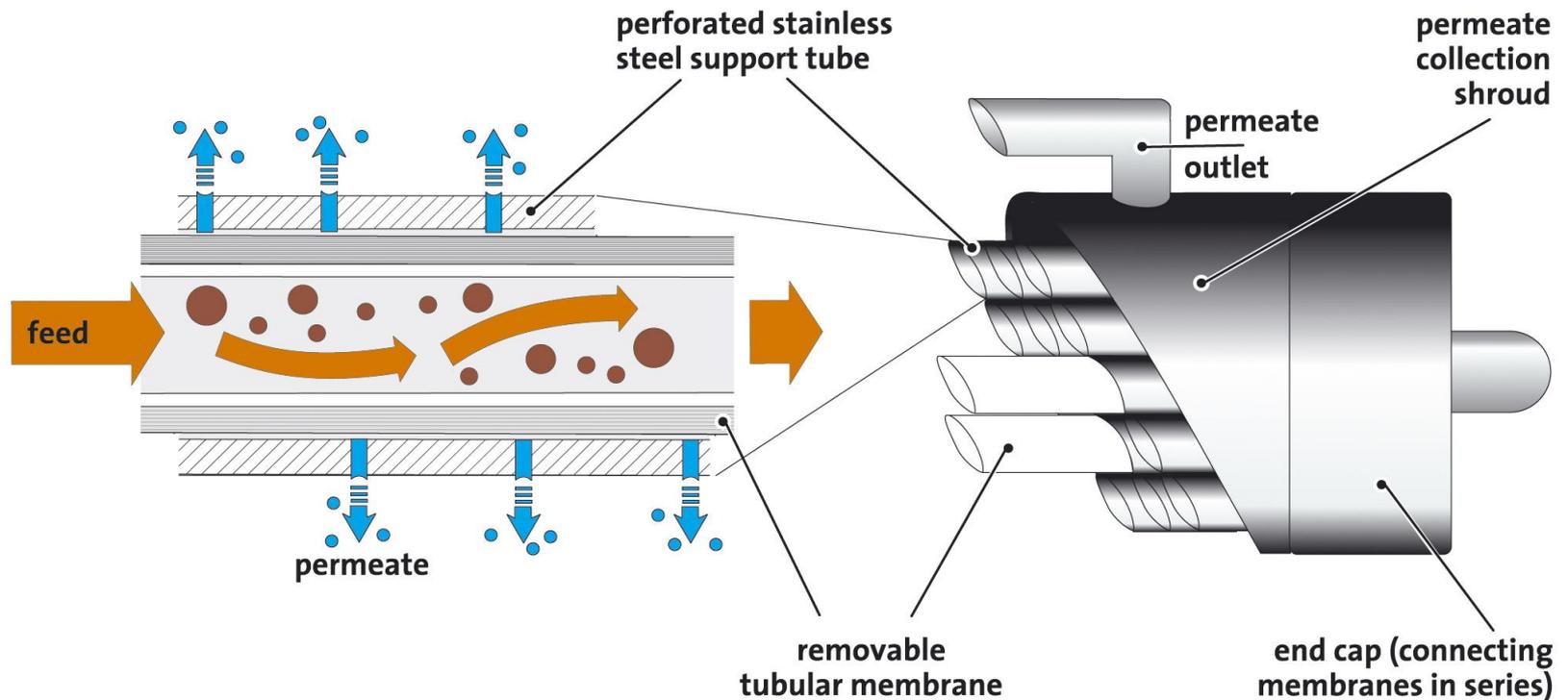
**Scaling,
Fouling,
Biofouling**



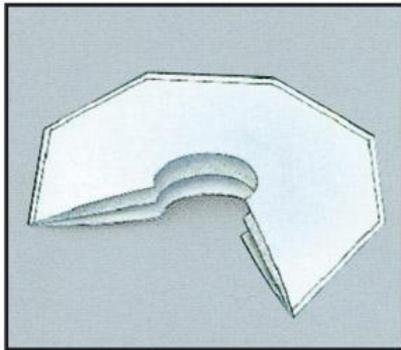
Reinigung von Deponie-Sickerwasser mit Offenkanal-Modul

- Beispiel für belastete Flüssigkeit

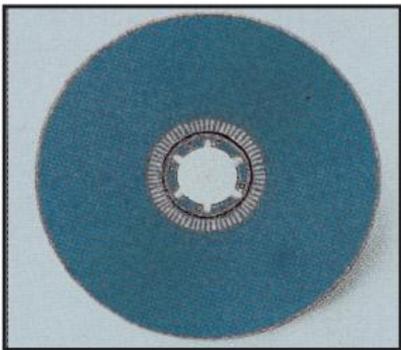
Rohr-Modul



Scheiben-Rohr-Modul DT (Disc-Tube) mit Offenkanal-Technik



membrane cushion

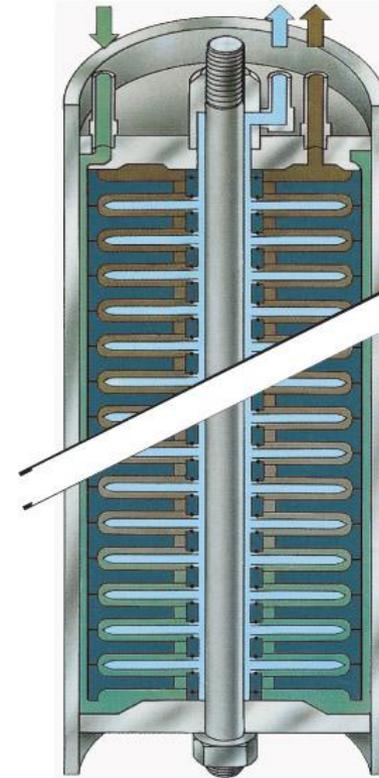


hydraulic disc



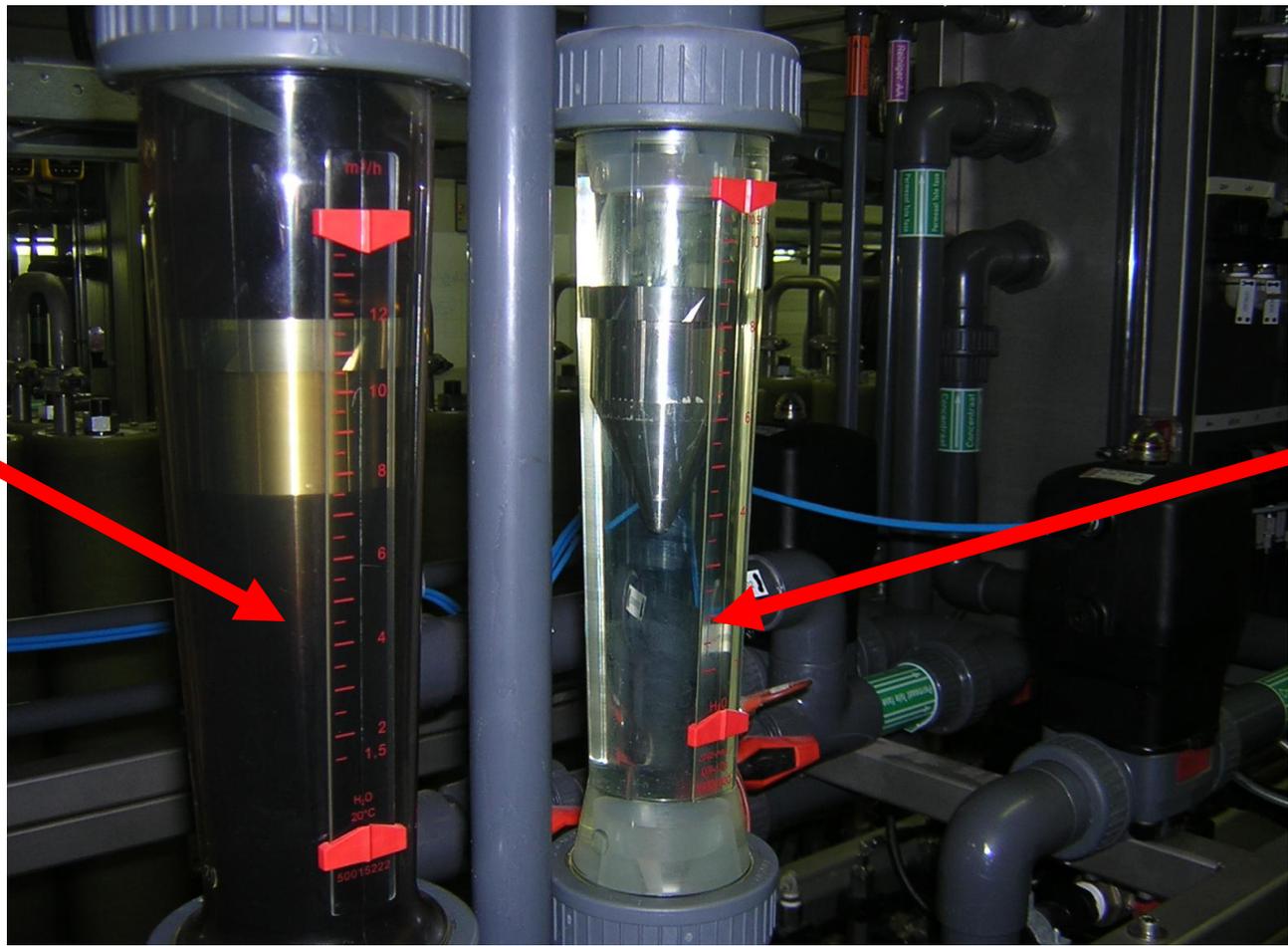
membrane element stack

raw water permeate retentate



Quelle: Archiv DPC

„vor“ - „nach“ der Reinigung mit Umkehrosmose-Membranen



**Deponie-
Sicker-
wasser**

Permeat

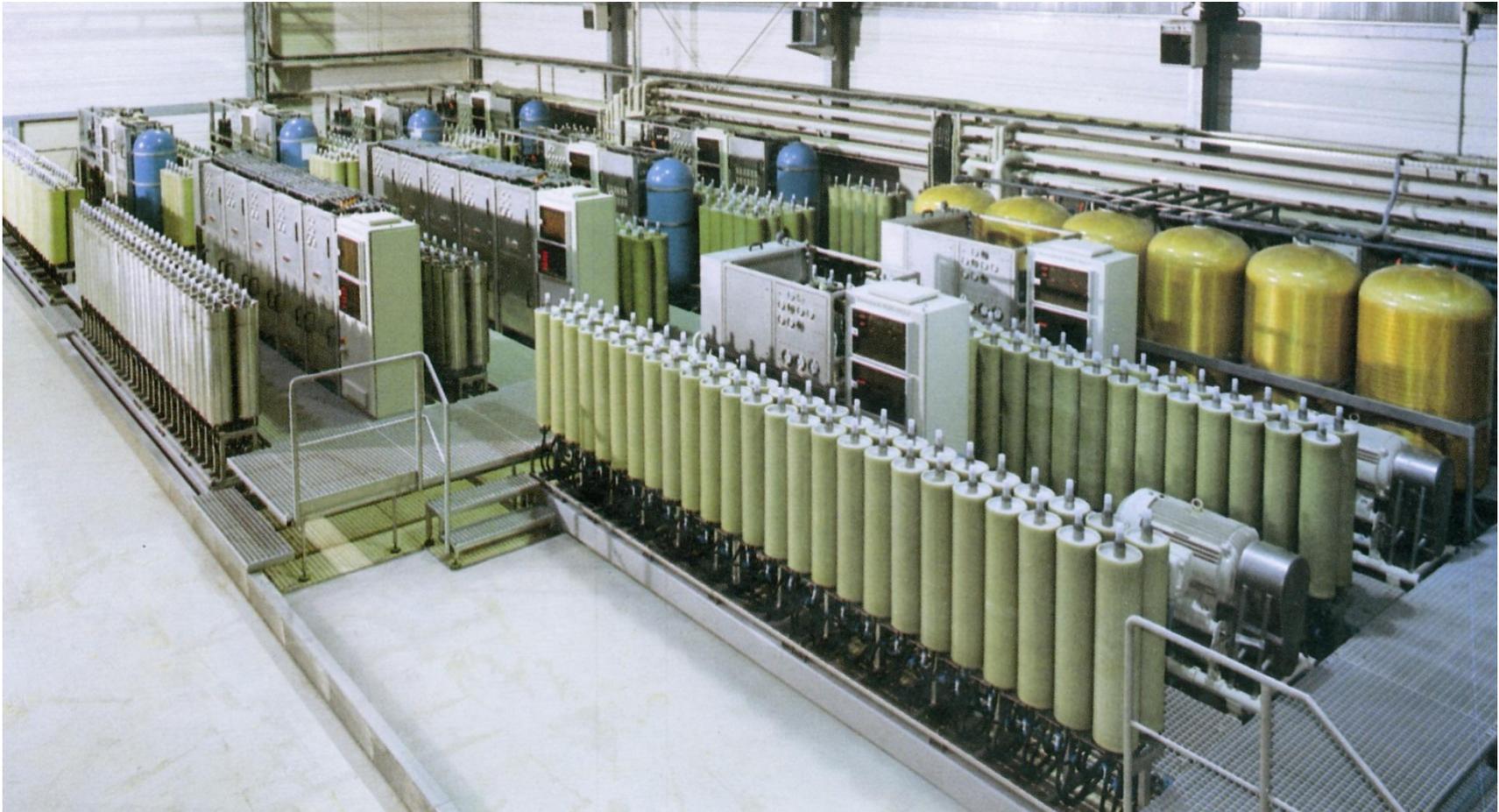
Beispiel für die Reinigung von Deponie-Sickerwasse mit Umkehrosmose

| PARAMETER | leachate | permeate I | permeate II | rejection in% |
|----------------------------|----------|------------|-------------|---------------|
| pH-value | 7.7 | 6.8 | 6.6 | |
| el. conduct.* | 17,250 | 382 | 20 | 99.9 |
| COD in mgO ₂ /l | 1,797 | < 15 | < 15 | > 99.2 |
| ammonium mg/l | 366 | 9.8 | 0.66 | 99.9 |
| chloride mg/l | 2,830 | 48.4 | 1.9 | 99.9 |
| sodium mg/l | 4,180 | 55.9 | 2.5 | 99.9 |
| heavy metals # | 0.25 | < 0.005 | < 0.005 | > 98 |

← z. B.:
 Trinkwasser
 500 bis
 1.000 µS/cm

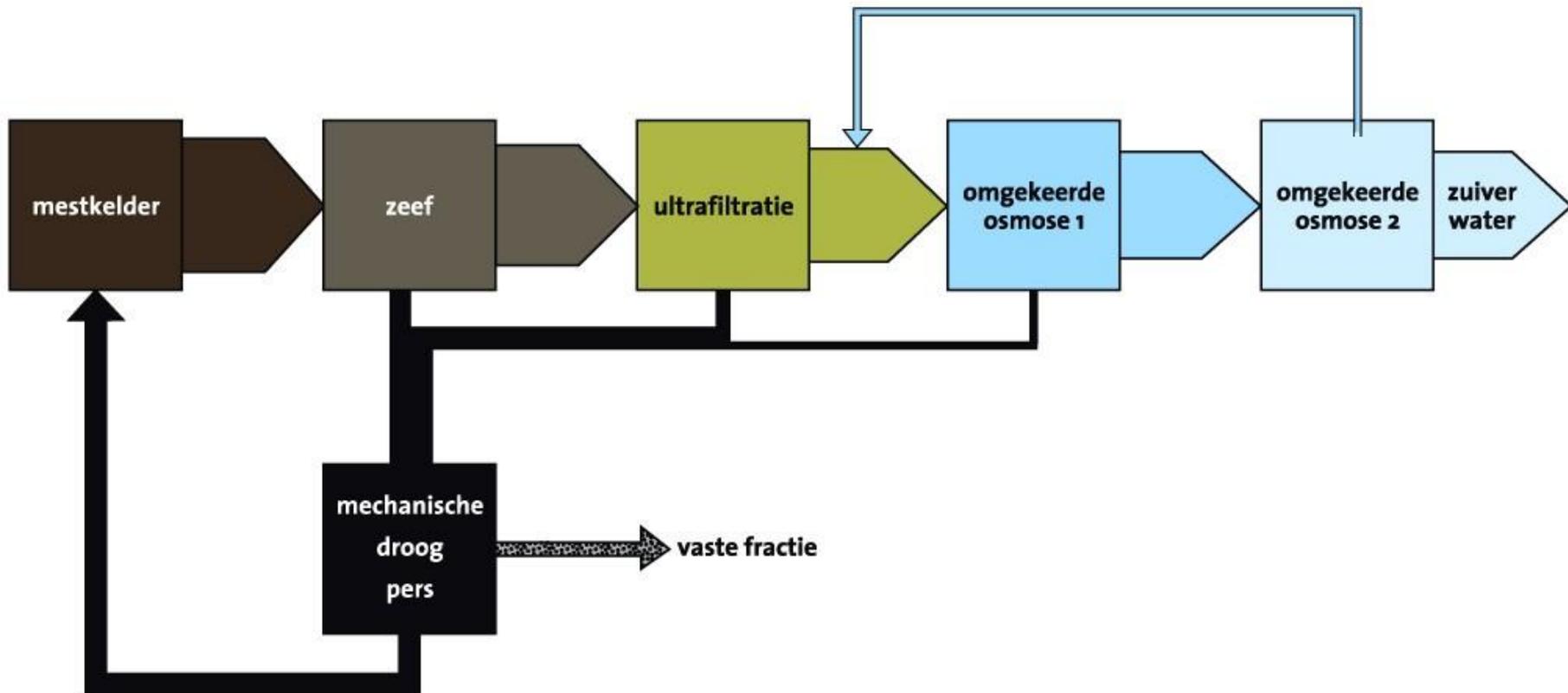
* = µS/cm # = mg/l

**Mehrstufige Anlage zur Reinigung von Deponie-Sickerwasser
auf der Deponie Ihlenberg (ehemals Schönberg)
Reinigungsleistung 1.200 m³/d, Inbetriebnahme 1993**



Aufbereitung von Gülle mit Membranverfahren

Verfahrensfließbild einer Anlage zur Aufbereitung von Gülle Anlagen-Realisierung in 2000

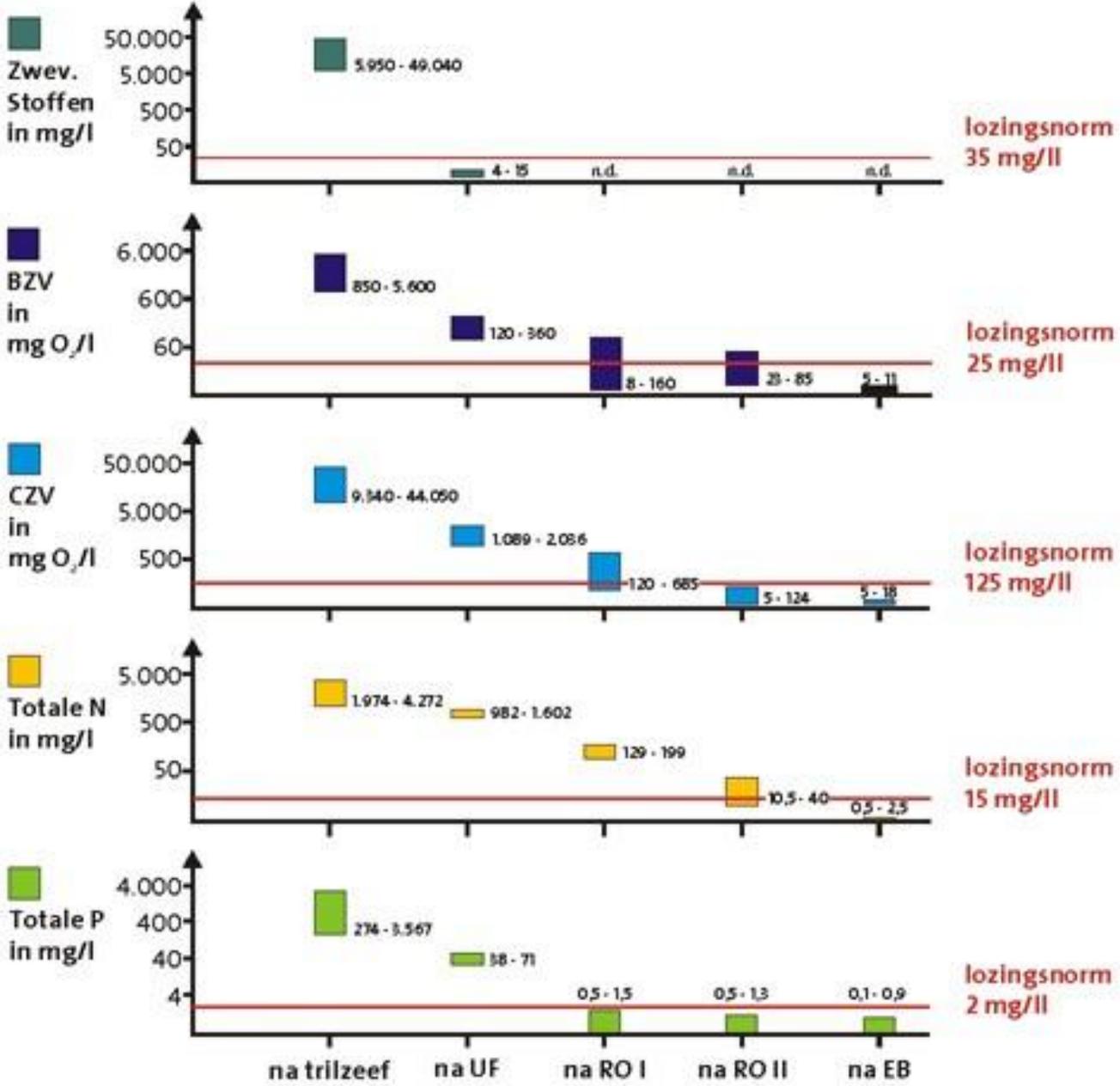


Quelle: Peters / GEMA-PUR 2000



= Grenzwert

Analysen-
Ergebnisse
in logarith-
mischer
Darstellung



UF = ultrafiltratie EB = eindbehandeling
RO = omgekeerde osmose n.d. = niet detecteerbaar

Quelle:
GEMA-PUR

Aufbereitung

von

Gärprodukt mit Membranverfahren

Analysenergebnisse aus orientierendem Grundsatzversuch AREM (Auszüge aus Prüfberichten des LUFA/Bonn von September 2002)

| Probentyp: | Restnährlösung aus Biomasse | Restnährlösung aus Gülle |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Parameter: | CSB | CSB |
| Einheit: | mg O ₂ /L | mg O ₂ /L |
| Restnährlösung unbehandelt: | 7.801 | 64.474 |
| Klarlauf MBF: | 1.812 | 13.468 |
| Filtrat UF: | 762 | 2.386 |
| Permeat RO: | 76 | 70 |

Quelle:
IG HLW

| Parameter | Einheit | Feed | Klarlauf MBF | Filtrat UF | Permeat RO |
|------------------------------|----------------------|--------|-----------------|---------------|---------------|
| CSB | mg O ₂ /L | 58.523 | 13.468 | 2.736 | 70 |
| BSB₅ | mg O ₂ /L | 12.000 | 2.842 | 1.750 | < 50 |
| elektr. Leitf. | μS/cm | 51.400 | 14.800 | 15.600 | 1.510 |
| PH-Wert | | 7,99 | 8,19 | 8,31 | 9,37 |
| Phosphor P | mg/L | 800 | 200 | 45 | 0,28 |
| Calcium Ca | mg/L | 1.100 | 300 | 27 | 0,29 |
| Magnesium Mg | mg/L | 500 | 100 | 6,4 | 0,04 |
| Kalium K | mg/L | 4.100 | 1.500 | 13,8 | 126 |
| Natrium Na | mg/L | 900 | 300 | 320 | 26,9 |
| Ammonium-N | mg/L | 45.786 | 9.607 | 10.524 | 1.944 |
| Nitrat-N | mg/L | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Chlorid Cl | mg/L | 945 | 263 | 293 | 29,4 |
| Sulfat So₄ | mg/L | 1.050 | 237 | 72,1 | < 10 |

Gärprodukt aus der Fermentation von Gülle

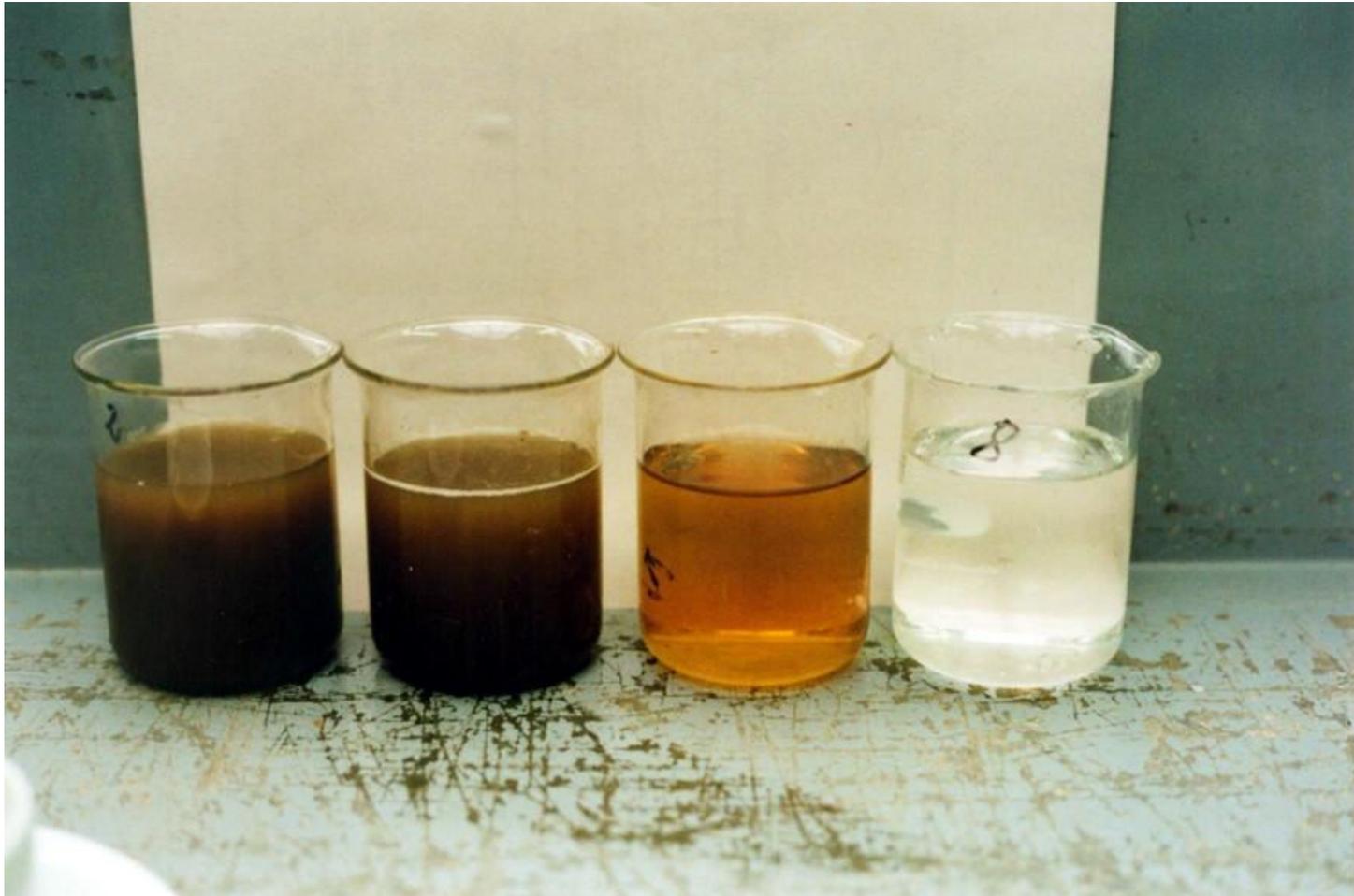
- > Klarlauf der MBF
- > Filtrat der Ultrafiltration
- > Permeat der Umkehrosmose



Quelle;
IG HLW

Gärprodukt aus der Fermentation von Getreide

- > Klarlauf der MBF > Filtrat der Ultrafiltration
- > Permeat der Umkehrosmose

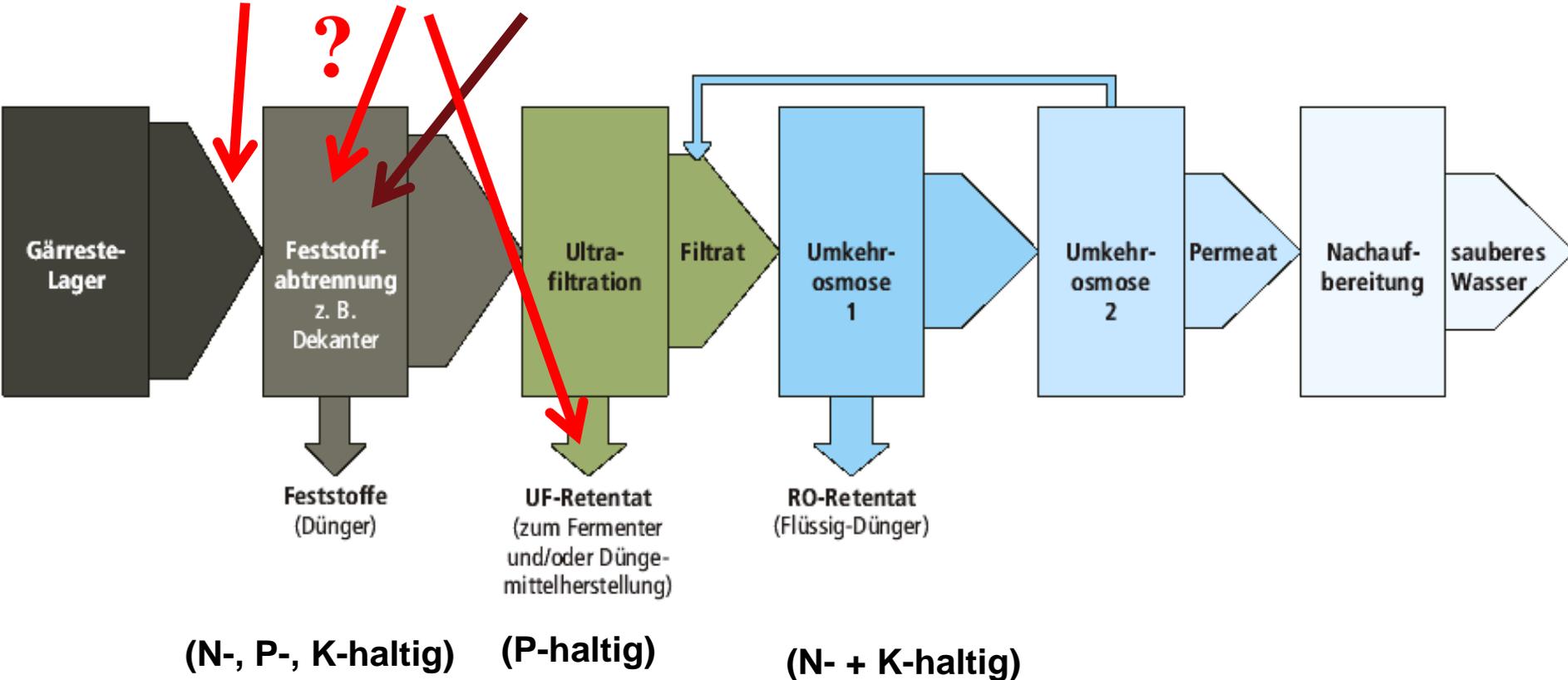


Quelle:
IG HLW

Aufbereitung von Gülle und Gärprodukt mit Membranverfahren

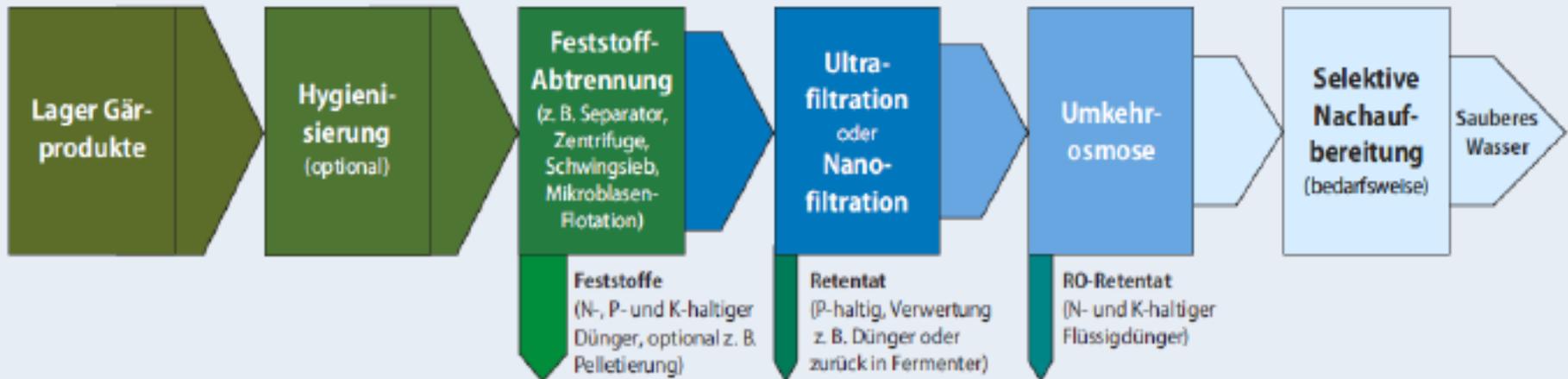
Komplett-Verwertung von Gärprodukten

Hygienisierung **Mikroblasen-Flotation**



Quelle: Peters/WAT-membratec

Zukunfts-Aufgaben für Auvegg GmbH



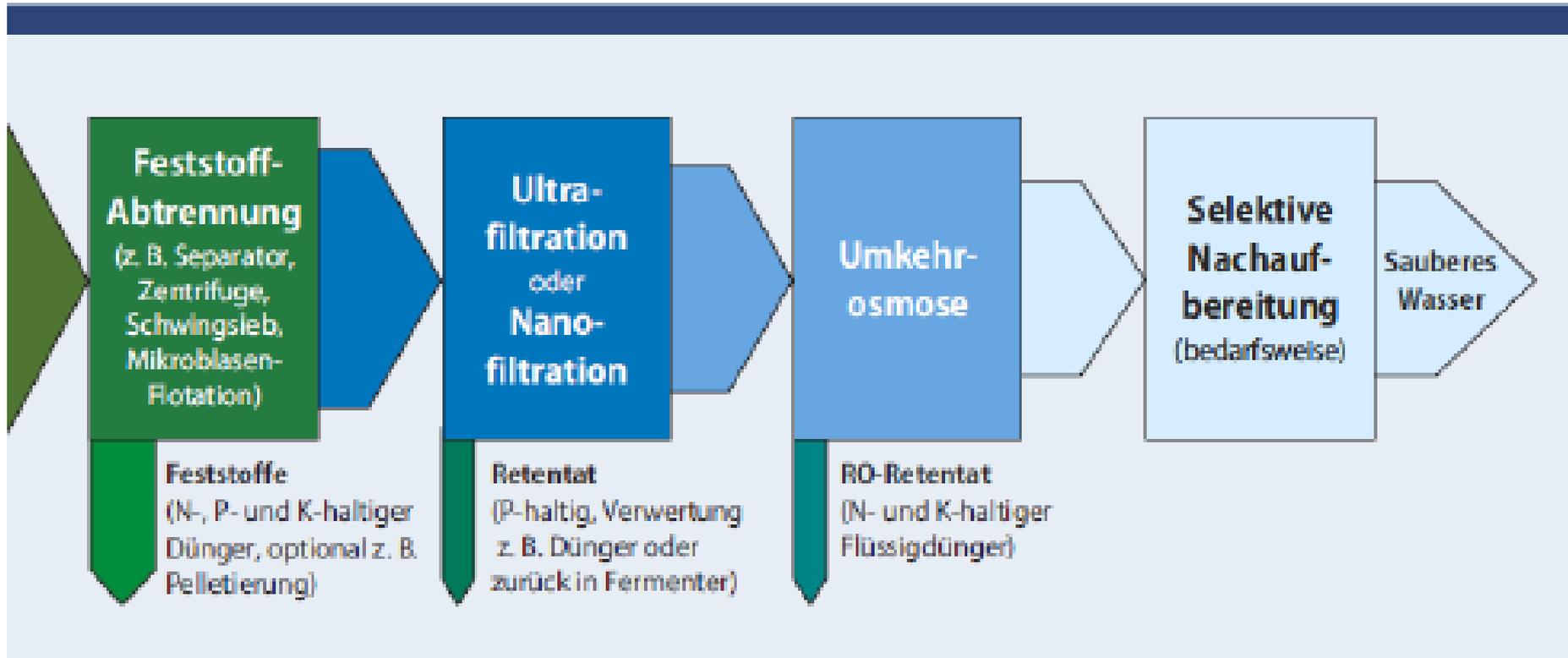
Trocknung ?

Eindampfung ?

Gefrierverfahren ?

Quelle: Peters, Wilmes 2013

Beispiel: Auvegg GmbH

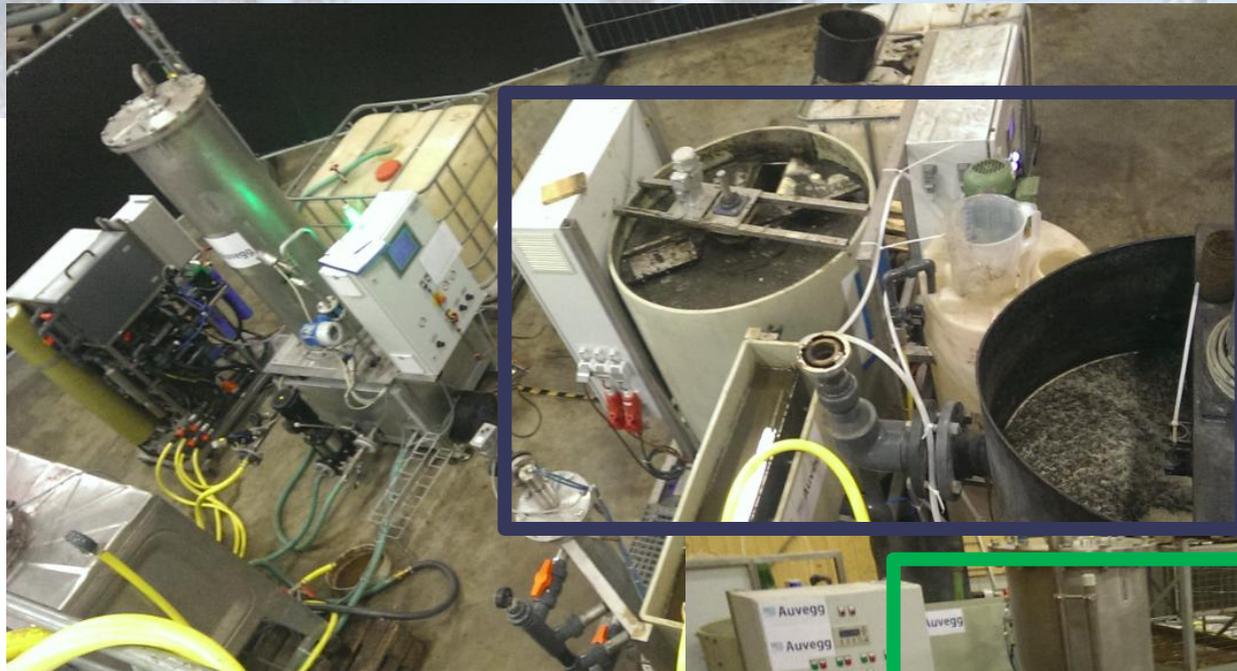


Quelle: Peters, Wilmes 2013

Technik von Auvegg - Demonstrations-Anlage in Reken



Auvegg-Demonstrationsanlage Reken - Gesamtaufbau



Mikroblasenflotation

Ultrafiltration

Umkehrosmose



Auvegg-Demonstrationsanlage Reken - Trenn-Ergebnisse



Zusammenfassung

Durch die Aufbereitung von Gülle und Gärprodukt mit bewährten Trennverfahren, z. B.:

Abtrennung der Grobstoffe durch z. B.

Dekanter

Abtrennung von Schwebstoffen optional durch z. B.

Micro-Blasen-Flotation

Abtrennung von Feinststoffen, Kolloiden durch

Ultrafiltration

Abtrennung von gelösten Stoffe durch

Umkehrosmose

Aufbereitung der Reststoffe durch

Eindampfung, HTC

ist eine Reduzierung des Volumens möglich durch

Auftrennung in: Wasser (einleitfähig, wiederverwendbar) +

nährstoffhaltige Flüssigkeiten (Flüssig-Dünger) +

nährstoffhaltige Feststoffe (Dünger), Biokohle

Ausblick

Die Aufteilung von Gülle und Gärprodukt in Teilströme

- ▶ mit unterschiedlichen Konzentrationen für die Inhaltsstoffe (Fraktionierung)

führt zu: > flüssigen und > festen Nährstoffen

für eine unterschiedliche Nutzung in der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen

Wertschöpfungskette

!!! Wertstoff-Produktion statt "Entsorgung" !!!

Neu: Prozess-Sicherheit bei der Reinigung von Flüssigkeiten
Analogie zum Deponie-Sickerwasser > **Oberflächenwasser**

absolute Funktions-Sicherheit
durch Zwei-Barrieren-System:

1. Umkehrosmose-Membrane als definierte Barriere
2. Messung der elektrischen Leitfähigkeit zur verlässlichen, robusten Überwachung der Einhaltung der Grenzwerte im einzuleitendem gereinigtem Wasser

Fazit

**Membranverfahren sind eine verlässliche
und nachhaltige Lösung
für die Aufbereitung der von Feststoffen
weitestgehend befreiten Flüssigkeit bei
Gärprodukten, Gülle und Oberflächenwasser**

**Voraussetzung: Einsatz Problem-adaptierter
Membran-Elemente und Membran-Module**



Unsere Projektseite:
<http://groengasproject.eu>

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Unterstützt durch / Mede mogelijk gemaakt door:

