



**ZELIX MEMBRANE.KINETICS®**

integriert wesentliche kolloidchemische Eigenschaften natürlicher Membranen. Es ist angewandtes Design der Natur, stärkt mit Elektrokinetik ursprüngliche Funktionalität von Inhaltsstoffen.

Membranfiltration von BIOGAS- und KLÄRSCHLAMM hat viele prozess-technische Potentiale. ZELIX® fördert die Filtrierbarkeit von Stoffen und die Effizienz mikrobiologischer Prozesse.

## Following Nature's Design

MEMBRANEN haben vielfältige Funktionen in organischen Strukturen. Sie transportieren, sie selektieren. Sie generieren und übertragen elektrische Signale. Sie aktivieren Boten-, Wirkstoffe ...

Diese Organik ist in kolloiden, mikroskopisch kleinen Partikeln strukturiert. Deren elektrische Ladung bewirkt die Reaktion mit anderen Kolloiden, mit umgebender Flüssigkeit - und mit Membranen. So war auch die Entwicklung erster künstlicher Membranen eng mit der Erforschung kolloidchemischer Prinzipien verbunden.

Allerdings, der industrielle Durchbruch der Membranfiltration folgte mit der CrossFlow-Technik. Die ist nicht multifunktional, sondern auf Wirkung von Scherkräften und Druck fokussiert. Gerade bei Filtration organischer Stoffe (Biogas-/Klärschlämme, Lebensmittel-, Chemie/ Pharma-, Papier/Zellstoff-Prozesse ...) kann die Beständigkeit von Kolloiden gegen Scherkräfte, Druck, Temperatur, Oxidation etc. Probleme bereiten.

## Nature's Design Applied

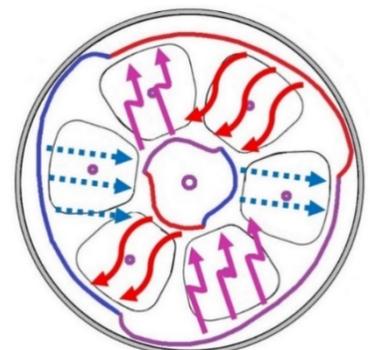
PANTREON hat die ZELIX Technologie konsequent auf den dynamischen Effekt hin entwickelt - bei reduziertem mechanischem Stress und Energieverbrauch.

Das hat die Leistungen verglichen mit konventionellen Verfahren erhöht. Aber wie steht es im Vergleich mit den multifunktionalen Eigenschaften von natürlichen Membranen?

Die patentierte Strömungstechnik von ZELIX eröffnet noch mehr Potentiale - nämlich essenzielle kolloidchemische Funktionen natürlicher Membranen, wie z.B. kinetische Aktivierung, in ZELIX zu integrieren

- für Stärkung der Membranleistung mit aktivierten Molekül-Grenzflächen
- für Erhaltung und Stärkung natürlicher Funktionalitäten.

**ZELIX MEMBRAN.E.KINETICS** -  
**Angewandtes Design der Natur -  
für Aktivierte Grenzflächen und  
für Natürliche Funktionalitäten**

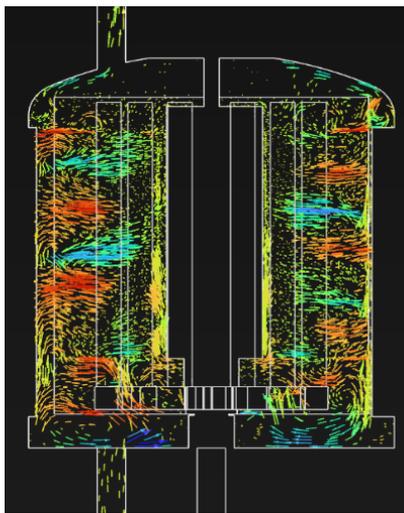


## Die Herausforderung

Kläranlagen und die Reinigung von Abwässern allgemein stehen vor enormen Herausforderungen.

Nicht nur, dass der Abbau von Inhalten wie PFAS, Mikro- und Nano-Plastik, Pharmazeutika, Allergene in den öffentlichen Fokus rückt und über biologische Verfahren allein nicht zu bewältigen ist. Sondern es werden auch weitere Verfahrenseffekte konventioneller Kläranlagen, wie CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Widerspruch von aktuellem Energieverbrauch, einerseits, und brachliegenden Energiepotentialen, andererseits, in Frage gestellt, wie große F+E-Förderprojekte (Bsp. *Powerstep*) zeigen.

Innovative Membrantechnologie wie ZELIX MEMBRANe.KINETICS wird abseits konventioneller aerober MBR-Verfahren stark an Bedeutung gewinnen.



3D Simulation der ZELIX Strömungstechnik zeigt konstruktive Potentiale.

## Der Weg

Klär- oder Biogas-Schlämme bestehen v.a. aus EPS (*Extrazelluläre Polymere Substanzen*), die Mikroorganismen an die Umgebung abgeben. In diese mikrobiellen Agglomerate sind die Mikroorganismen eingebettet.

Hydrophobe Wechselwirkung und elektrische Ladung erhalten diese EPS-Matrix. Das wirkt weiter auf die Grenzflächen-Aktivität der kolloidalen Strukturen.

In anaerober Vergärung beeinflusst das schließlich den biologischen Abbau und die Biogasmenge.

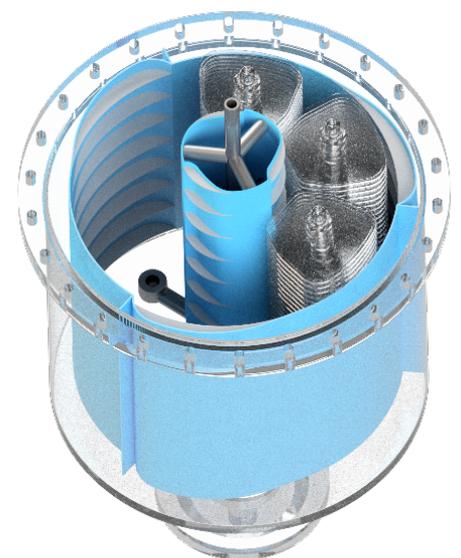
Membran-Filtration dieser Schlämme hat viele verfahrenstechnische Vorteile. Aber mechanischer Stress kann die EPS-Struktur schädigen, oxidierender Einfluss von Luft kann molekulare Grenzflächen deaktivieren.

Die Filter- und Strömungstechnik von ZELIX ist konsequent zu **effizienter, smarterer Dynamik** entwickelt worden – besonders für viskose Flüssigkeiten, für höhere Konzentrationen, für biologisch und chemisch sensible Inhaltsstoffe. Daher werden die natürlichen kolloidalen Eigenschaften von EPS sowie der darin enthaltenen Nährstoffe, wie Proteine, Fette, Saccharide etc., nicht geschädigt, sondern genutzt.

Gerade in der Filtration von Faulschlämmen aus anaerober Vergärung spielen Phasendifferenzen zwischen Biogas, Flüssigkeit und kolloidalen Feststoffen eine Rolle. ZELIX hat hier mit dem Helix 4D-Konzept und mit dessen vierter, vertikaler Strömungsrichtung außergewöhnliche Eigenschaften. Auf Basis von CFD-Berechnungen der JKU Linz konnte die dynamische ZELIX-Strömungstechnik speziell auf diese Anforderungen hin konstruktiv weiterentwickelt werden.



**Methan  
in Bewegung**



ZELIX 60-10 mit multidirektionaler Strömungstechnik

# Die Perspektiven

## Anwendungen

EPS sind von ihrer kolloiden Natur her recht gut filtrierbar, und so wären die prozesstechnischen Vorteile auch gut nutzbar. Allerdings schädigen manche Methoden zur Schlamm-Behandlung ursprüngliche kolloide Eigenschaften der EPS, z.B. durch Luftzufuhr.

Auch bei derart erschwerten Anforderungen an die Membrantechnik ist

ZELIX MEMBRANE.KINETICS

für vielfältige Anwendungen sehr gut geeignet, z.B. für:

- Optimierung Biogasprozess
- Konzentration Gärrest
- Abtrennung Stickstoff
- MBR Anwendungen



## Fakten

Von Funktion und Konstruktion her hat ZELIX viel Potential, das System konsequent weiter zu entwickeln - für neue Anwendungen und für effiziente, dynamische Membranleistung, bei geringer Belastung der Inhaltsstoffe.

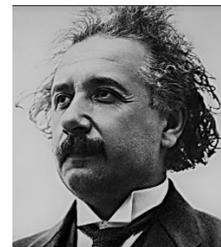
Auch ZELIX braucht zur Permeatleistung Querströmung. Doch werden, konsequent nach den Reynolds Prinzipien, über neue Strömungsgeometrien die Geschwindigkeiten reduziert und fokussiert; derart wird die Filtration effizient, aber auch schonend für die Inhaltsstoffe gestaltet. Die Leistungen von ZELIX sind mit innovativer Filbertechnik, Strömungstechnik, Rotationstechnik und dem HELIX4D-Konzept bereits außergewöhnlich. Verglichen mit anderen Verfahren hat es noch immer großes Optimierungspotential.

Für MBR Anwendungen in Kläranlagen sind zumeist Hohlfaser- oder *Plate + Frame*-Systeme installiert - mit einiger Fouling-Neigung. Dies gilt noch mehr für Spiralwickel- bei Filtration von Biogas-Faulschlamm. **Eintrag von Luft**, sowohl in den Belebtschlamm wie in den Retentatstrom, verändert die **Grenzflächen**.

Luft eintrag kann bei EPS zur Oxidation der Oberflächen führen, weiter die kolloide Struktur schädigen. Die Ladung der Oberflächen- wird reduziert, die Molekül-Mobilität und die Filtrierbarkeit beeinträchtigt. Derart über die Grenzflächen immobilisierte EPS stören den Gas-Transport und die Gas-Ausbeute.

*ZELIX Filbertechnik (links) und Strömungsformen (rechts) als innovative Ergebnisse.*

EPS-Moleküle als Kolloide ermöglichen mit Ladungspotential und elektrokinetischer Grenzflächen-Aktivierung erhöhte Filtrierbarkeit. Das gilt auch für darin enthaltene Nährstoffe (Proteine, Fette, Saccharide, ...). Die **Einstein-Relation** definiert die entscheidenden Faktoren für die Mobilität / Diffusion geladener Teilchen. Es sind deren elektrische Ladung und die elektrische Mobilität; weiters sind es Viskosität der Flüssigkeit und Radien der Partikel.



So wird klar, dass durch Oberflächen-

$$D = \frac{\mu_q k_B T}{q}$$

Ladung verursachte

Hydrophobie von EPS und anderer Moleküle, wie Proteine, durch Oxidation abgebaut wird - also durch positiv geladenen bi-radikalen Sauerstoff. Die Mobilität und Filtrierbarkeit der EPS sinken. Die stabilisierten Grenzflächen limitieren damit auch den organischen Abbau und die Gasausbeute.

Elektrokinetik kann solch Denaturierung reparieren und Grenzflächen reaktivieren.



Das patentierte **ZELIX-Design** lässt **Verfahrenskombinationen** im Filterraum integrieren, direkt an Membran-aktivierten Grenzflächen. Damit öffnen sich weitere Leistungspotentiale.

Die Wirkung elektrischer Feldstärke auf die hydrophoben, kolloiden Eigenschaften von EPS und die enthaltenen Nährstoffe ist wissenschaftlich nachgewiesen.

Tests und Recherche kolloidchemischer Wirkungen von Elektrokinetik und Membranen ließen eine großtechnische ZELIX-Anlage konstruieren, in der die ZELIX-Strömungstechnik als Elektroden zum Aufbau eines (Hoch-)Spannungsfelds genutzt werden, die ZELIX-Filtermodule als Gegenelektroden.

Das System ist international patentiert.

*Bilder links unten*



Besonders in Biogas-Prozessen mit Lebensmittel-Substraten gibt es z.T. Konzentrationen **desintegrierter** EPS und Nährstoffe, wie Proteine, Lipide etc. – verursacht durch Oxidation der Molekül-Oberflächen. Auch überdosierte Hilfsstoffe können zu stabilisierten Grenzflächen führen, was die Filtrierbarkeit, aber auch den Abbau von Organik und die Gasproduktion beeinträchtigt.

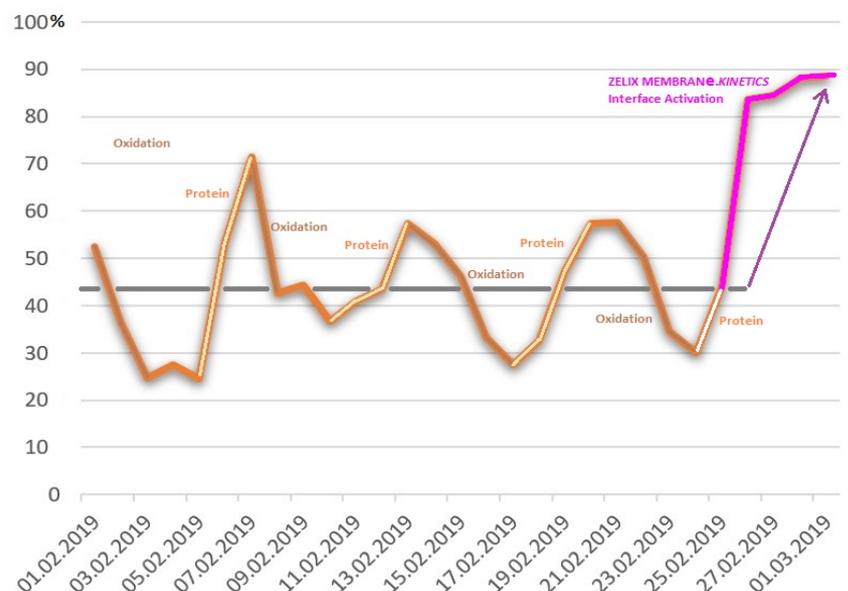
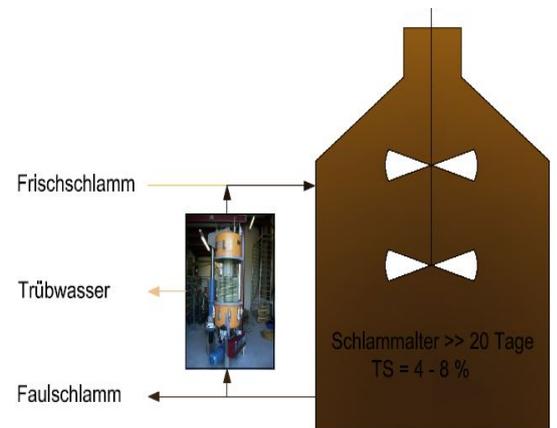
ZELIX Membrantechnik mit Elektrokinetik brachten sofort nach Inbetriebnahme den Leistungsnachweis der Verfahrenskombination. Diese steigert die **Grenzflächen-Aktivität um über 100%**.

Die wirtschaftlichen Effekte sind vielfältig: mehr Gasproduktion (+60%), mehr organischer Abbau (+65%), weniger Gärrest (-65%) und folglich höhere Wirtschaftlichkeit (€ 100.000/a).

*Grafik rechts unten*

## Steigerung Biogas-Ausbeute

ZELIX hat auch bei energieärmeren Substraten Vorteile, etwa bei kommunalem Klärschlamm. Doch selbst dieses Energie-Potential kann mit intensivierter Vergärung durch Konzentration des Faulschlammes genutzt werden. Dabei muss man vom Verfahren nach Prinzip eines Thermostaten abgehen – durch Trennung von Schlamm und Trübwasser im Faulturm. Das Trübwasser wird kontinuierlich im Bypass Membran-getrennt und der Schlamm aufkonzentriert. So wird die Ausfäulung verlängert, weiters dem Trübwasser Stickstoff entzogen.



**ZELIX Praxis:** Die Konzentration des Schlamms mit einer ZELIX Type 60-15 erhöht bei 15 m<sup>2</sup> Membranfläche und ca. 1000 L/h Permeatleistung die Verweilzeit massiv und damit die Gas-Ausbeute:

2010 - vor ZELIX	300 m <sup>3</sup> /d
2010 - mit ZELIX	550 m <sup>3</sup> /d
2011	> 600 m <sup>3</sup> /d
ab 2012	Ø 800 m <sup>3</sup> /d
Verweilzeit	2,5 -> 5 Wo
CSB-Schlamm	29.000 mg/l
CSB-Permeat	180 mg/l

## Gülle Vergärung

Labor- und Pilottests mit Faulschlamm von Schweine-, Kälber- und Hühnergülle haben eine deutlich bessere Permeatleistung mit kleineren UF Membranporen (< 20 kD) gezeigt als mit MF.

Membranfiltration des Gärrest-Zentrats (Dekanter) reduziert CSB, Phosphor + Stickstoff im Restwasser.

Pilottests mit Faulschlamm von Schweinegülle im Emsland zeigten eine kontinuierliche Filtration mit ZELIX und UF Membranen (< 20kD), eine Reduktion der organischen Belastung vom Trübwasser aus Schneckenpresse zum ZELIX Permeat von 4,09% auf 0,38%.

Mit Aufbau eines Spannungsfelds von 30 kV im ZELIX Filterbehälter wurde eine eKin-Aktivierung und Rückführung von 71 L/kg TS zusätzlichem Gas-Potential über das ZELIX Retentat in der Nachgärung erreicht.



Weitere Anwendungen mit biogenen Schlammern: **VOR** dem Faulturm zur Voreindickung (z.B. Klärschlamm, ...), **IM** Faulturm zur Konzentration im Bypass und Stickstoff-Abtrennung, **NACH** dem Faulturm zur Konzentration von Gärrest. *Bilder unten*

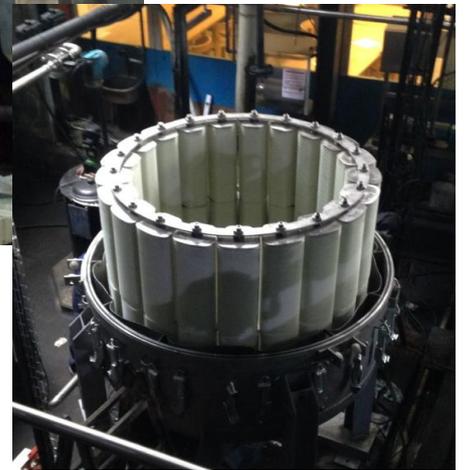
	Schneckenpresse-Trübwasser %	ZELIX MeK-Permeat in %
Trockensubstanz	5,65	1,15
Organische Substanz	4,09	0,38
Mineralische Substanz	1,56	0,77
Stickstoff	0,48	0,22
Phosphor	0,15	0,01
Kalium	0,55	0,51



## MBR Anwendungen

Die Vorteile von ZELIX bei MBR (Membran-Bio-Reaktoren) zeigen sich bei einer schweizerischen Großwäscherei. Die Anlage der Type 110-70 trennt im Bypass Permeat aus dem Reaktor-Schlamm.

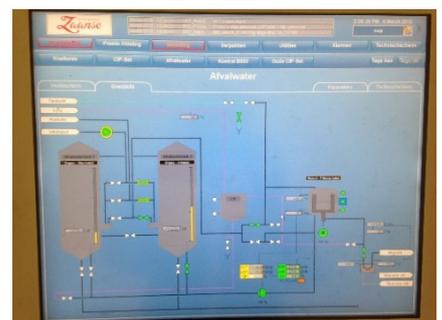
Kontinuierliche Filtration des Schlamms mit ZELIX reduziert die CSB-Fracht sowie die Energiekosten um 45% gegenüber der zuvor installierter Keramik-CrossFlow-Anlage - bei viel niedrigeren Service- und Wartungskosten.

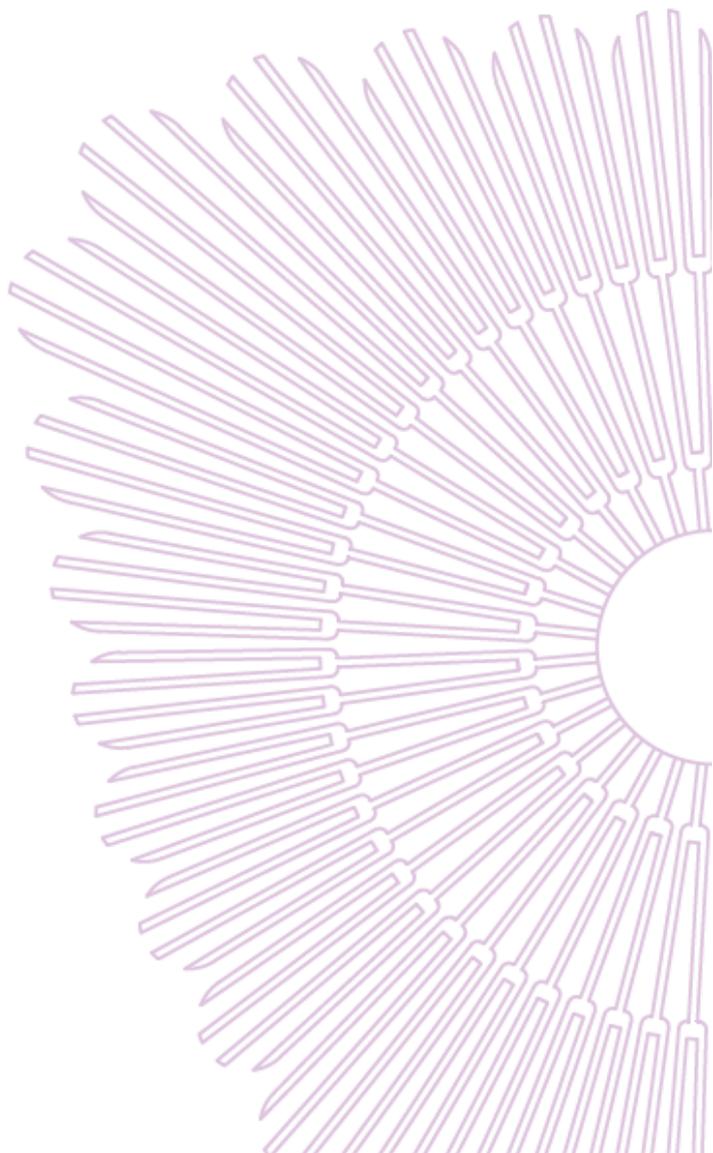


*Bioreaktor - Bild links - und  
ZELIX 110-70 - Bilder oben und rechts*

## Abwasserbelastung reduzieren

Abwasser-Entsorgung über externe Kläranlagen ist für Unternehmen ein beträchtlicher Kostenfaktor. Doch lassen sich Frachten und verrechnete Kosten mit Membrantrennung stark senken. Emulgierte Inhaltsstoffe, z.B. aus der Lebensmittelproduktion können für konventionelle Verfahren problematisch sein; dabei eingesetzte Hilfsstoffe können *downstream* Störungen verursachen. ZELIX dagegen hat sich als leistungsstarkes, verlässliches, wartungsarmes und wirtschaftliches Verfahren bewährt.





*Angewandtes Vorbild der Natur auch  
beim Design der ZELIX-Filtermodule:  
Die höchststabile Struktur von Kieselalgen*



**Pantreon GmbH**

Krottenseestraße 47

A-4810 Gmunden

Österreich

T +43 (0)7612 20820

F +43 (0)7612 20820 40

office@pantreon.com

www.pantreon.com



**neuson**  
**hydrotec**

**Neuson Hydrotec GmbH**

Gaisbergerstraße 52

A-4030 Linz

Austria

T +43 (0)732 90 400

F +43 (0)732 90 400 200

office@neuson-hydrotec.com

www.neuson-hydrotec.com