



**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

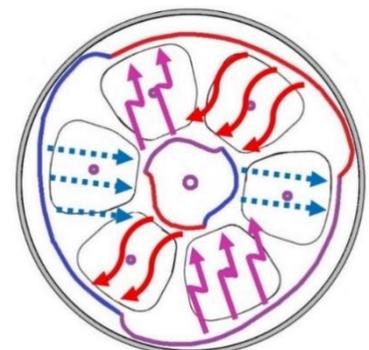
PANTREON hat die ZELIX Technologie konsequent auf den dynamischen Effekt hin entwickelt - bei reduziertem mechanischem Stress und Energieverbrauch.

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 MEMBRANE.KINETICS -  
Angewandtes Design der Natur -  
für Aktivierte Grenzflächen und  
für Natürliche Funktionalitäten**



# 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 kolloiden 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 kolloiden Eigenschaften von EPS sowie der darin enthaltenen Nährstoffe, wie Proteine, Fette, Saccharide etc., nicht geschädigt, sondern positiv genutzt.

Entsprechend der *Einstein-Relation* sind die Mobilitäts- und Permeations-Eigenschaften von Kolloiden vor allem durch elektrische Ladung und elektrische Mobilität bestimmt (sowie Partikelgröße und Viskosität). Diese Eigenschaften mit integrierter Elektrokinetik zu stärken, schafft einen **neuen Standard in Membrantechnik**:

## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

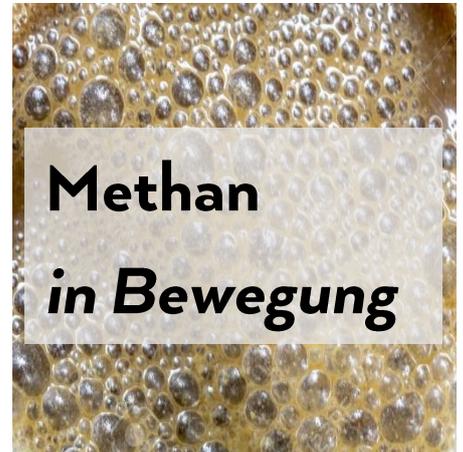
### ELEKTROKINETIK



### Über 100% Leistungsplus aus Grenzflächen-Aktivierung

ZELIX-Strömungstechnik als Elektroden erzeugen Hochspannungsfelder + Filtermodule als Gegenelektroden + mechanische Aktivierung durch Membranporen.

Kooperation mit INNOVUM GmbH Erfahrung aus mehr als 4.500 Elektrokinetik-Projekten weltweit.



## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

### DIA-INFUSION



### Leistungsplus durch exakt dosierte Additive

- Infusion von Additiven und Spurenelementen via ZELIX Strömungstechnik  
- präzise und effektiv dosiert DIREKT in Membran-aktivierte Grenzflächen.



ZELIX 60-10 mit multifunktionaler Strömungstechnik

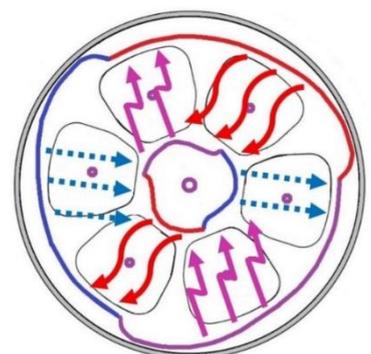
## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

### Δ TEMP



### Effizienzplus aus integrierten Wärmetausch-Zonen und Verfahrensdynamik

- ZELIX Strömungsgeometrien als großflächige Tauschzonen für Wärme/Kühle und für optimiertes  $\Delta T$ .



## Anwendungen

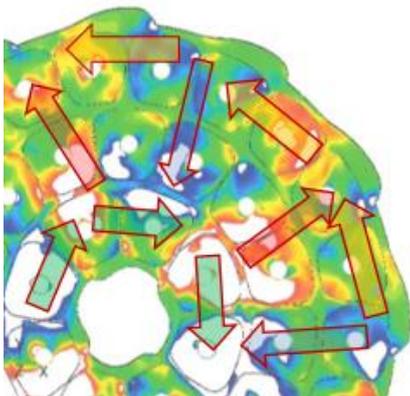
EPS sind von ihrer kolloiden Natur her recht gut membrangängig, und so wären die prozesstechnischen Vorteile auch gut nutzbar. Allerdings schädigen manche Methoden zur Schlamm-Behandlung ursprüngliche kolloide Eigenschaften der EPS, z.B. durch Luftzufuhr.

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



CFD-Berechnungen als Basis für die smarte Dynamik der ZELIX Strömungstechnik.



## 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.

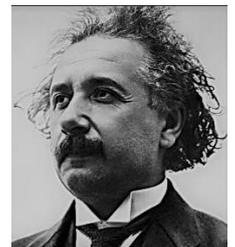
Auch ZELIX braucht zur Permeatleistung Querströmung. Doch werden, konsequent nach den Reynolds Prinzipien, über neue Strömungsgeometrien die Geschwindigkeiten reduziert und fokussiert; derart wird die Filtration effizient, aber auch schonend für die Inhaltsstoffe gestaltet. Die Leistungen von ZELIX sind 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 Molekülmobilität 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.

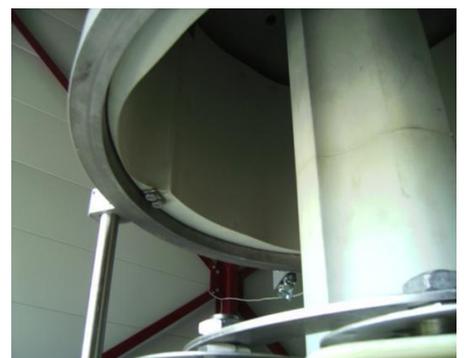
EPS-Moleküle als Kolloide ermöglichen mit Ladungspotential und elektrokinetischer Grenzflächen-Aktivierung erhöhte Filtrierbarkeit. Das gilt auch für darin enthaltene Nährstoffe (Proteine, Fette, Saccharide, ...). Die **Einstein-Relation** definiert die entscheidenden Faktoren für die Mobilität / Diffusion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



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

So wird klar, dass durch Oberflächen-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 INNOVUM GmbH entwickelt und produziert patentierte Hightech Elektrokinetik - etabliert mit 4.500 Anlagen weltweit in vielen Industriebranchen. Insbesondere hat INNOVUM Erfahrung bei Biogas-Anlagen. 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, mit integrierten INNOVUM-Modulen.

*Bilder links unten*

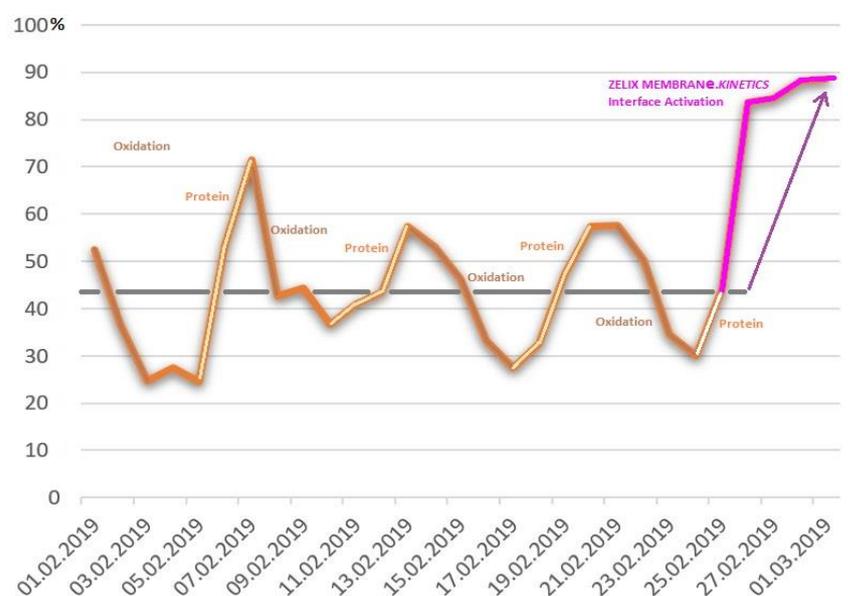
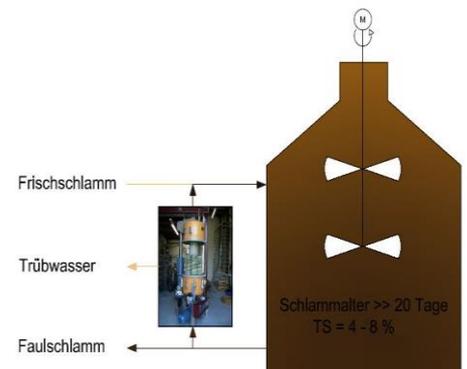
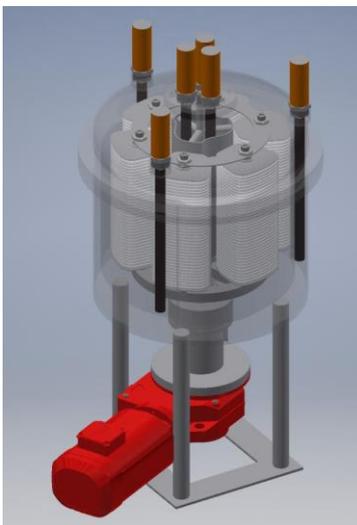
Besonders in Biogas-Prozessen mit Lebensmittel-Substraten gibt es z.T. Konzentrationen desintegrierter EPS und Nährstoffe, wie Proteine, Lipide etc. - verursacht durch Oxidation der Moleküloberflächen. Auch überdosierte Hilfsstoffe können zu stabilisierten Grenzflächen führen, was die Filtrierbarkeit, 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, mit mehr Gasproduktion (+60%), mehr organischen Abbau (+65%), mit weniger Gärrest (-65%) und folglich gesteigerter 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 intensiverer 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 Ausfaltung verlängert, weiters dem Trübwasser Stickstoff entzogen.



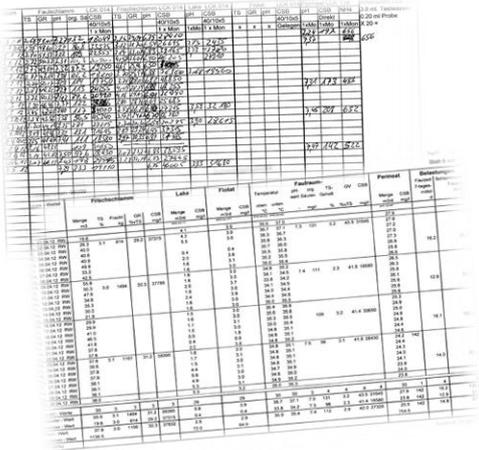
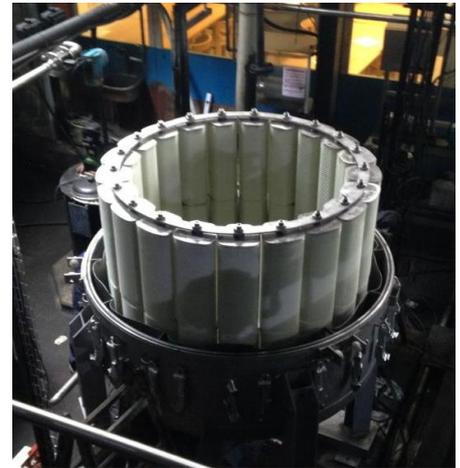
**ZELIX Praxis:** Die Konzentration des Schlammes mit einer ZELIX Type 60-15 erhöht bei 15 m<sup>2</sup> Membranfläche und ca. 1000 L/h Permeatleistung die Verweilzeit massiv und damit die Gas-Ausbeute:

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

### 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 Schlammes mit ZELIX reduziert die CSB-Fracht sowie um 45% die Energiekosten gegenüber zuvor installierter Keramik-CrossFlow-Anlage - bei viel niedrigeren Service- / Wartungskosten.

*Bioreaktor - Bild unten - und ZELIX 110-70 - Bilder rechts*

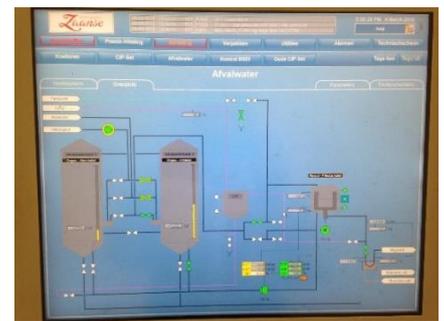



Weitere Anwendungen mit biogenen Schlammern: **VOR** dem Faulturm zur Voreindickung (z.B. Klärschlamm, ...), **IM** Faulturm zur Konzentration im Bypass und Stickstoff-Abtrennung, **NACH** dem Faulturm zur Konzentration von Gärrest. *Bilder unten*



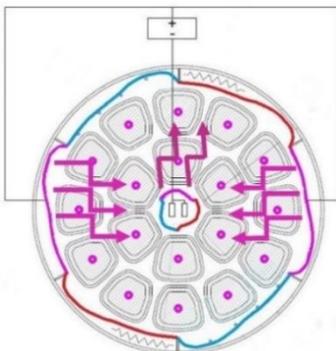
## Weniger Abwasserbelastung

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.



## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

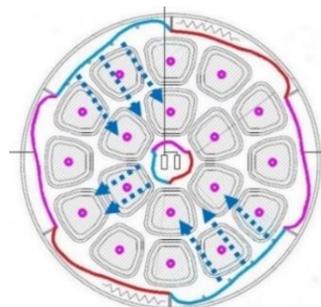
### ELEKTROKINETIK



Die ZELIX-Strömungstechnik, genutzt als Elektroden für den Aufbau von Hochspannungsfeldern, schafft mit rotierenden Filtermodulen als Gegenelektroden einzigartige Aktivierung von Grenzflächen – einzigartig und innovativ besonders in Kombination mit den Trenneffekten der Membranen direkt an Phasengrenzen. ZELIX zeigt mit verstärkendem Einfluss elektrischer Ladung auf hydrophobe und kolloide Eigenschaften positive Effekte selbst NACH Prozessen mit (z.B. durch Oxidation) denaturierten Molekülen.

## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

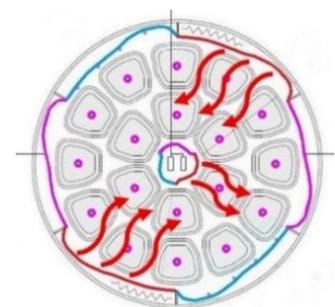
### DIA-INFUSION



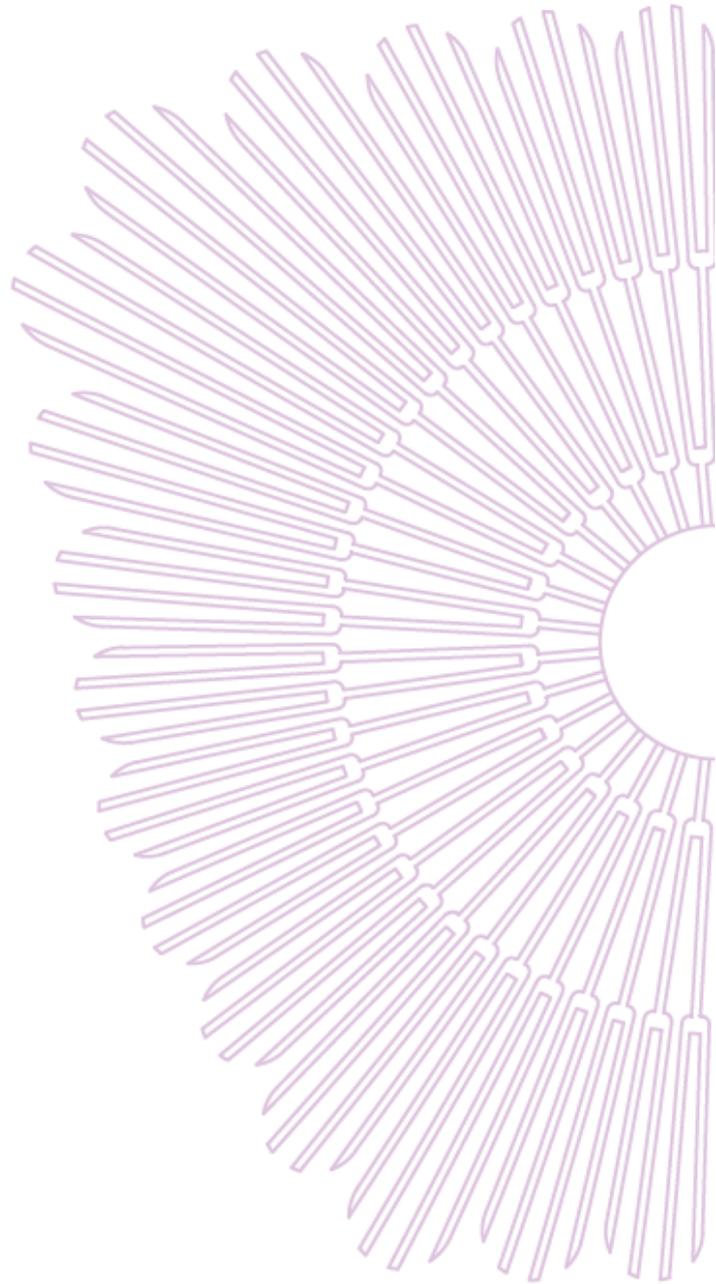
Die ZELIX-Strömungstechnik ermöglicht die Infusion von Hilfs- und Wirkstoffen in Prozessmedien – präzise und höchst effektiv direkt dosiert in durch Filtermodule und Membranen aktivierte Grenzflächen. So werden gezielt und effizient Wirkstoffe eingesetzt, etwa zur Optimierung von mikrobiologischen Prozessen.

## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

### $\Delta$ - TEMP



Die ZELIX-Strömungstechnik lässt großflächig Tauschzonen für Wärme und Kühlung integrieren. Das bietet Effizienz durch dynamisch und gleichmäßig an den Tauschflächen überströmende Prozessmedien und dadurch optimiertes  $\Delta T$ .



*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



**Innovum GmbH**

Förstergasse 17a  
A-6973 Höchst  
Österreich  
T +43 (0)5578 74538  
T +43 (0)5578 74538 16  
info@innovum.at  
www.innovum.at