



**ZELIX MEMBRANE.KINETICS®**

integriert wesentliche kolloidchemische  
Eigenschaften natürlicher Membranen.

Es ist angewandtes Design der Natur, und  
stärkt mit Elektrokinetik die ursprüngliche  
Funktionalität von Inhaltsstoffen.

Membranfiltration von MILCH und MOLKE  
PROTEINEN hat große Potentiale.

ZELIX® stärkt die Filtrierbarkeit wie auch  
die Funktionalität von Milchprodukten.

## Following Nature's Design

MEMBRANEN haben viele 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 (Lebensmittel-/Getränke-, Biotech/Chemie/Pharma-, Papier/Zellstoff-, Biogas-/Klär-Prozesse ...) kann die Beständigkeit von Kolloiden gegen Scherkräfte, Druck, Temperatur, Oxidation etc. Probleme bereiten.

## Nature's Design Applied

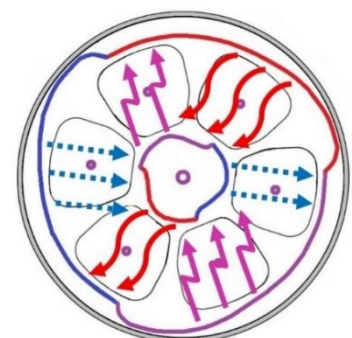
PANTREON hat die ZELIX Technologie konsequent auf den dynamischen Effekt hin entwickelt – bei reduziertem mechanischem Stress und Energieverbrauch.

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

Aufgrund ihrer kolloidalen Natur sind Milch- und Molkeproteine, wie andere Milchprodukte, gut membrangängig und fraktionierbar. Ihre Stabilität ist an ihr evolutionäres Milieu angepasst, das die industrielle Verarbeitung einschränkt.

Temperatur, Druck, Scherkräfte, Luft / Oxidation können zu Denaturierung und veränderten Funktionalitäten führen. Änderungen zu erhöhter Gelbildung, zur Stabilisierung von Schaum, Emulsionen usw. können für nachgelagerte industrielle Prozesse nützlich sein; aber nicht für die Fähigkeit, mit Membranen zu filtrieren und zu fraktionieren.

Darüber hinaus kann z.B. die Oxidation von Molkeproteinen zu beeinträchtigter Bioverfügbarkeit und zum Verlust von Nährwerten führen.

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 Milch/Molke-Molekülen positiv genutzt. z.B.:

## Filtration bis zu 60% Molke-Protein Konzentration

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**:

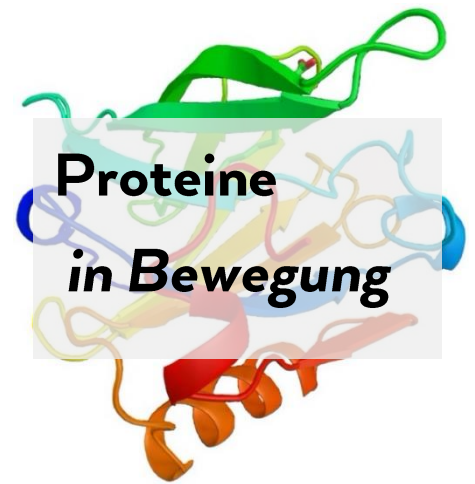
## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

### ELEKTROKINETIK

#### Über 100% Leistungsplus aus Grenzflächen-Aktivierung

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

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

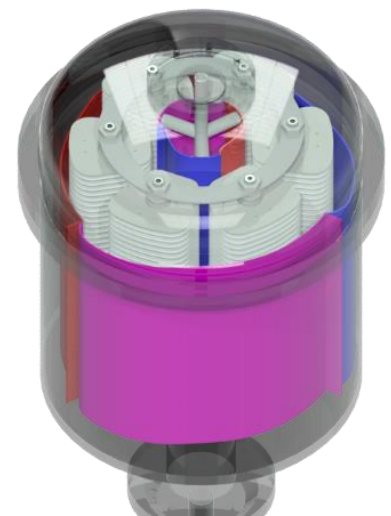


## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

### DIA-INFUSION

#### > 100% Leistungsplus durch exakt dosierte Additive

- Infusion von Wasser und Additiven über die ZELIX Strömungstechnik  
- präzise und effektiv dosiert DIREKT in Membran-aktivierte Grenzflächen.



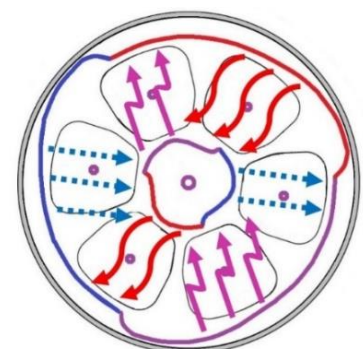
ZELIX 60-10 mit multifunktionaler Strömungstechnik

## ZELIX MEMBRANE.KINETICS

### Δ - TEMP

#### Effizienzplus aus integrierten Wärmetausch-Zonen und Verfahrensdynamik

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



# Die Perspektiven

## Anwendungen

Milchmoleküle sind durch ihre kolloide Natur gut membrangängig und fraktionierbar. V.a. für designte Lebensmittel sind Molkeproteine wichtig geworden. Das braucht fraktionierte Proteine, so natürlich wie möglich. Aber in Lebensmittel-Prozessen werden auch denaturierte Funktionen wie Gel-Bildung, Wasserbindung, Stabilisierung von Schäumen und Emulsionen gefordert. \*)  
ZELIX ist für Beides geeignet:

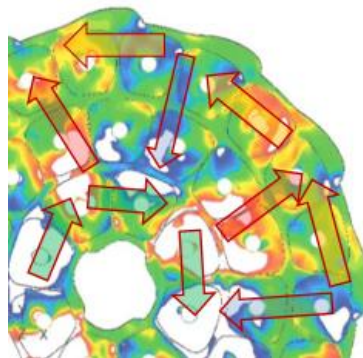
**Vorgefilterte Molke:** Spiralwickel-Module waren eine wichtige Entwicklung für die Verarbeitung von Molke und werden verbreitet eingesetzt. Proteine werden oft durch Eindringen von Luft und Oxidation denaturiert. Damit werden Oberflächenladung und Proteinmobilität reduziert. Die Grenzflächen werden stabilisiert. Das wirkt sich wieder negativ auf Filtration, die Fraktionierung und Konzentration von Milch / Molke aus.  
ZELIX-Strömungstechnik, genutzt als Elektroden für Hochspannungsfelder, bringt einzigartige Aktivierung von Grenzflächen. Elektrische Ladung stärkt die hydrophoben, kolloiden Proteineigenschaften. Und auch die Filtration.

**Ungefilterte Molke:** Das ZELIX-Design ermöglicht die Filtration OHNE Lufteintrag ins Retentat und OHNE oxidative kolloide Schäden. Inhaltsstoffe behalten ihre Filterbarkeit, die natürliche Funktionalität und präzise Fraktionierbarkeit. So werden hohe Ernährungsstandards für Proteine in designten Lebensmitteln erfüllt.

**Solch positive Effekte ermöglichen effiziente Filtration in weiteren Molkereianwendungen, wie Milch, Salzlake, Eiswasser, Abwasser, Waschlauge für Recycling-Flaschen...**

## Fakten

Von Funktion und Konstruktion her hat ZELIX großes 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 Filtertechnik, Strömungstechnik, Rotationstechnik und dem HELIX4D-Konzept bereits außergewöhnlich. Verglichen mit anderen Verfahren hat es noch immer großes Optimierungspotential.

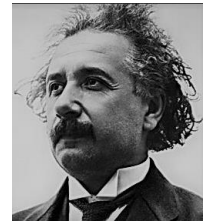


CFD-Berechnungen als Basis für die smarte Dynamik der ZELIX Strömungstechnik.

ZELIX Filtertechnik (links) und Strömungsformen (rechts) als innovative Ergebnisse.



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



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

So wird klar, dass durch Oberflächenladung verursachte Hydrophobie von Proteinen durch Oxidation abgebaut wird - also durch positiv geladene bi-radikale Sauerstoff-Moleküle.  
Die Mobilität und Filtrierbarkeit der Proteine sinken. Stabilisierte Grenzflächen limitieren damit auch den organischen Abbau und die Gasausbeute.

Elektrokinetik kann solch Denaturierung reparieren und Grenzflächen reaktivieren.



\*)Handbook of Food Proteins, S 30-55

Die **Spiralwickel-Technik** dominiert die Milchverarbeitung mit Membranen. In der wissenschaftlichen Literatur wird jedoch über Fouling berichtet, besonders durch Molkenproteine; auch von erhöhten Betriebskosten und -aufwand. Die *Encyclopedia of Food Science and Nutrition* (S. 3844) berichtet über Eindringen von Luft in Retentatströme und gänderter Aktivität der Protein-Grenzflächen.

Grundsätzlich ist Oxidation und Denaturierung von Kolloiden zu erwarten, wenn



Luft in das Medium eintritt. Die Oberflächenladung wird reduziert, die Protein-Mobilität, Filtrierbarkeit, Fraktionierbarkeit und Funktionalität beeinträchtigt.

Das ZELIX DESIGN VERHINDERT das Eindringen von Luft und oxidative Schäden an Kolloiden. Inhaltsstoffe behalten ihre natürliche Filtrierbarkeit, ihre Funktionalität und können präzise fraktioniert werden.

Mit ZELIX behalten Molkeproteinen ihre Bioverfügbarkeit und Nährwerte.

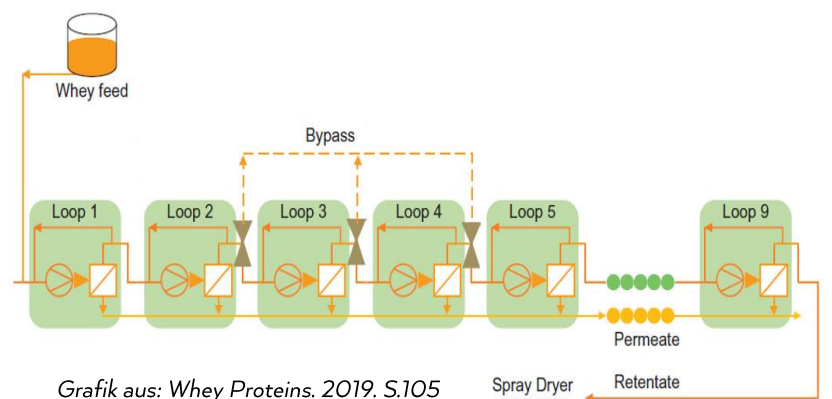
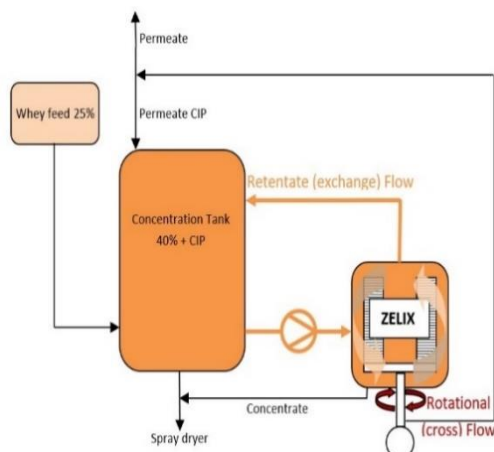


Unbehandelte Molke enthält im Gegensatz zu vorkonzentrierter Molke kaum Luftblasen. ZELIX behält damit gute Filtrierbarkeit bis zu einer Proteinkonzentration von > 60%.

**ZELIX nutzt die Eigenschaften von Milch- und Molkeproteinen.**



Der ZELIX-Retentatstrom dient nur zum Ausgleich zwischen Filter- und Konzentrationstanks. Das erfordert weniger Zirkulation als der Spiralwickel-Querstrom. Der dynamische ZELIX-Effekt wird durch Rotation der Filtermodule im Filterbehälter erzielt. Das verhindert das Eindringen von Luft, da das Retentat nur eine Schleife durchläuft. Aber Spiralwickel brauchen eine stete turbulente Retentatströmung; und haben dazu Feed- und Konzentrationsfunktionen auszugleichen. Bis zu neun Retentatschleifen können das Eindringen von Luft zusätzlich verstärken.



Grafik aus: *Whey Proteins*. 2019. S.105

Spray Dryer WPC/WPI

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

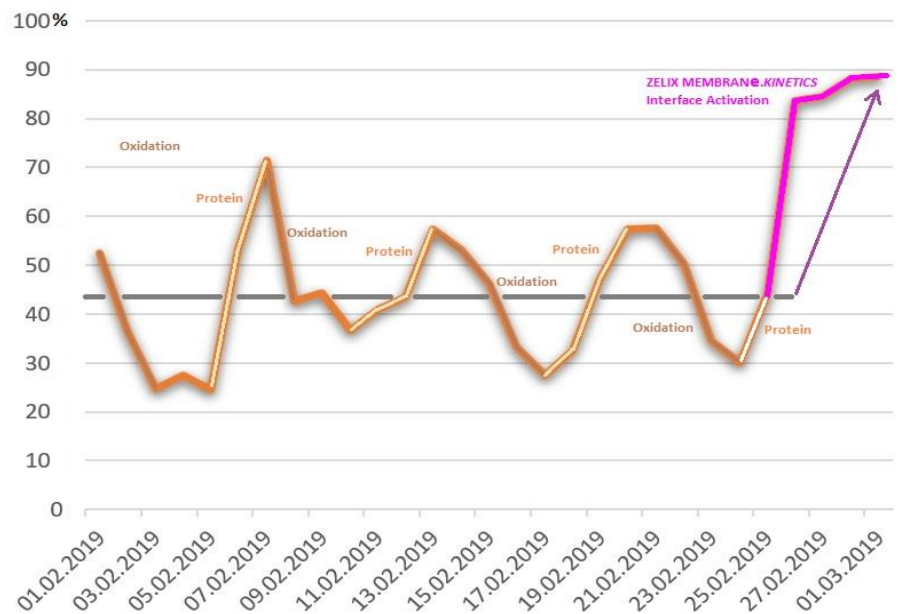
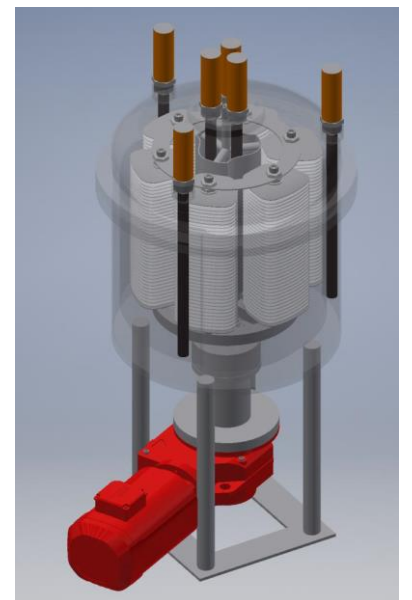
Die **INNOVUM GmbH** entwickelt und produziert patentierte Hightech Elektrokinetik. Über 4.500 Projekte weltweit belegen die breite industrielle Erfahrung des Unternehmens.

Die Elektrokinetik wird seit langem vor Membranen eingesetzt, um die Filtrierbarkeit von Medien zu steigern. Viskosität schränkt jedoch die Effekte ein. Bei Milch ist der Einfluss elektrischer Felder auf die hydrophoben / kolloiden Eigenschaften von Proteinen nachgewiesen. Aber auch dort schränkt Viskosität den Effekt ein und die Perspektiven konventioneller elektrostatischer Prozesse (Milk Proteins, 2020, S. 307, 726).

Tests und Recherche kolloidchemischer Wirkungen von Elektrokinetik und Membranen ließen eine großtechnische ZELIX-Anlage konstruieren, mit integrierten INNOVUM-Modulen.

Biogasanlagen in der Lebensmittel-industrie können ähnliche oxidative Reaktionen zeigen. Z.B. wenn Flotations-schlamm, der Proteine und Luft enthält, in Fermenter eingespeist werden; wonach molekulare Oberflächen oxidieren und Grenzflächen stabilisiert werden. Dies führt weiters zu geringerer mikro-biologischen Aktivität, geringerer Gasproduktion und Gastransport.

Elektrokinetik in Kombination mit ZELIX Membranfiltration erhöht die Grenzflächenaktivität um über 100% im Vergleich zum Durchschnitt davor. Die Wirkung der Prozesskombination ist sofort nach Anlagen-Start offenkundig und ein klarer Beweis für die Integration von ZELIX und INNOVUM. (Grafik unten)



Die meisten Prozessflüssigkeiten in Molkereien enthalten kolloide Stoffe, wie Proteine, Fette, Saccharide ... Der Anteil an Kolloiden wird von WPC-Konzentrationen abweichen, aber kolloidchemische Prinzipien gelten auch in weniger konzentrierten Flüssigkeiten.

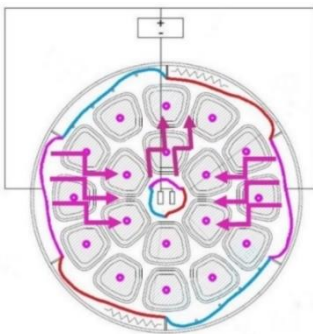
ZELIX zeigt einzigartige Qualitäten auch beim Filtrieren von SALZLAKE in der (Weich/Hart)Käseproduktion. Im Dauerbetrieb mit 0,1µm-Membranen werden ALLE Mikroben vom Permeat getrennt, während Hefe in der Salzlösung verbleibt. Derart werden Vorteile erreicht, wie erhöhte Lebensdauer, Salzeffizienz, Qualitätskontrolle, Produktionsleistung usw.

ZELIX zeigt ähnliche Filterleistungen in ABWASSER- oder BIOGAS-Anwendungen. Emulgierte Molkerei-Medien können für herkömmliche Techniken problematisch sein; deren Additive können *downstream* Störungen verursachen. Im Gegensatz dazu ist ZELIX ein zuverlässiger, leistungsstarker, wartungsarmer und ökonomischer Prozess.

ZELIX eignet sich auch perfekt zur Kontrolle, Erhaltung oder Wiedererlangung der Qualität von Prozessflüssigkeiten wie EISWASSER oder WASCHLAUGE für Recycling-Flaschen.

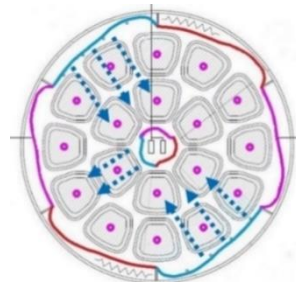


## ZELIX MEMBRANE.KINETICS ELEKTROKINETIK



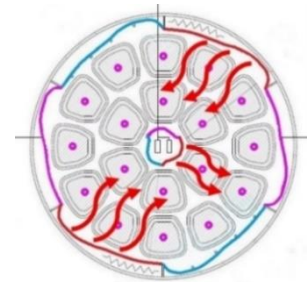
Die ZELIX-Strömungsformen als Elektroden mit rotierenden Filtermodulen als Gegenelektroden schafft mit Hochspannungsfeldern eine einzigartige Aktivierung von Grenzflächen - vor allem einzigartig und innovativ zusammen mit den Trenneffekten von Membranporen direkt an den Phasengrenzen. Mit dem Einfluss elektrischer Ladung auf die hydrophoben und kolloiden Eigenschaften zeigt ZELIX auch mit (z. B. durch Oxidation). denaturierten Molekülen positive Effekte.

## ZELIX MEMBRANE.KINETICS DIA-INFUSION

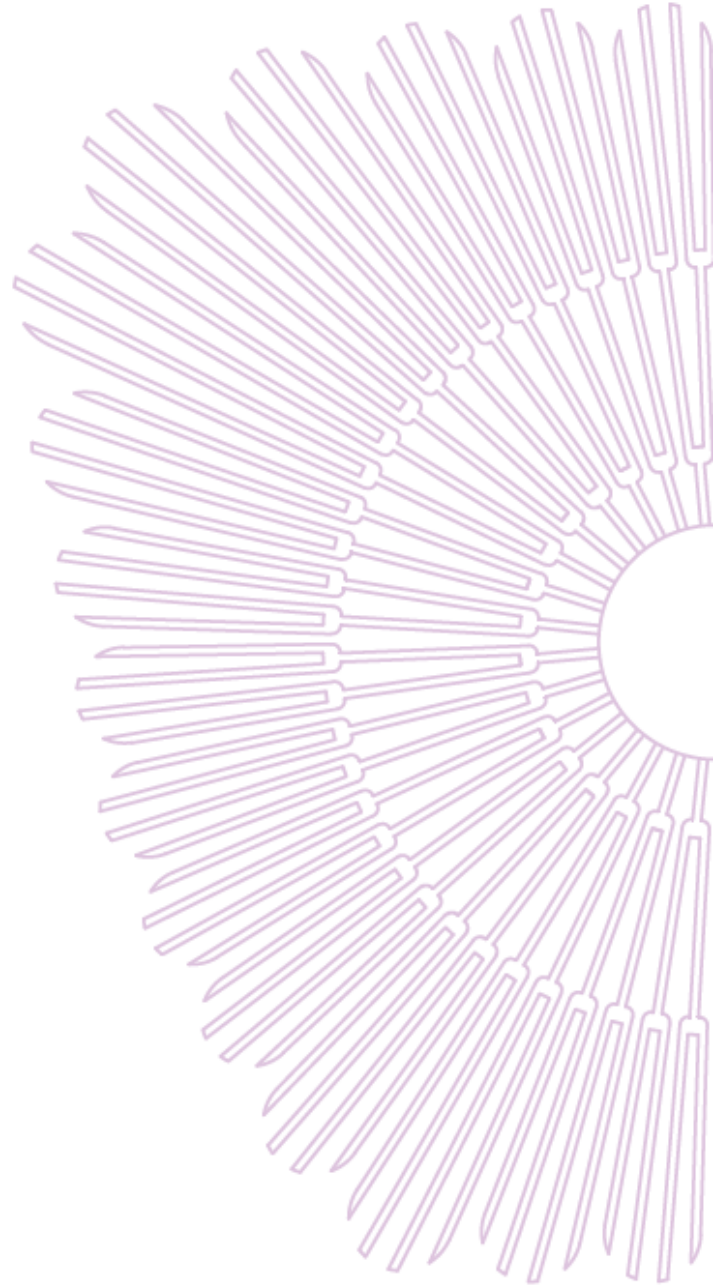


Die ZELIX Strömungstechnik ermöglicht die Infusion von Wasser und Hilfsstoffen in Prozessmedien - präzise und effektiv in die Grenzflächen dosiert, aktiviert durch Filtermodule und Membranen. Hilfsmittel werden gezielt und effizient eingesetzt, z.B. um biologische oder chemische Prozesse zu optimieren.

## ZELIX MEMBRANE.KINETICS Δ - TEMP



Mit der ZELIX-Strömungstechnik können großflächige Wärme-/Kühl-Tauschzonen integriert werden. Dies bietet einen hohen Wirkungsgrad dank des dynamischen und gleichmäßigen Fließens der Prozessmedien über die Tauschflächen - für ein 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  
Austria  
T +43 (0)7612 20820  
F +43 (0)7612 20820 40  
office@pantreon.com  
www.pantreon.com



**Innovum GmbH**

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