



MICRODYN  
NADIR

ADVANCED SEPARATION TECHNOLOGIES

## Bedienungsanleitung MICRODYN-Module mit PP-Membranen



Das Standardprogramm von MICRODYN-NADIR für die Mikrofiltration

---

MICRODYN-NADIR GmbH  
Rheingastr. 190-196 D-65203 Wiesbaden  
Tel. + 49 (0) 611 962-6001 Fax: + 49 (0) 611 962-9237  
info@MICRODYN-NADIR.de  
www.MICRODYN-NADIR.de



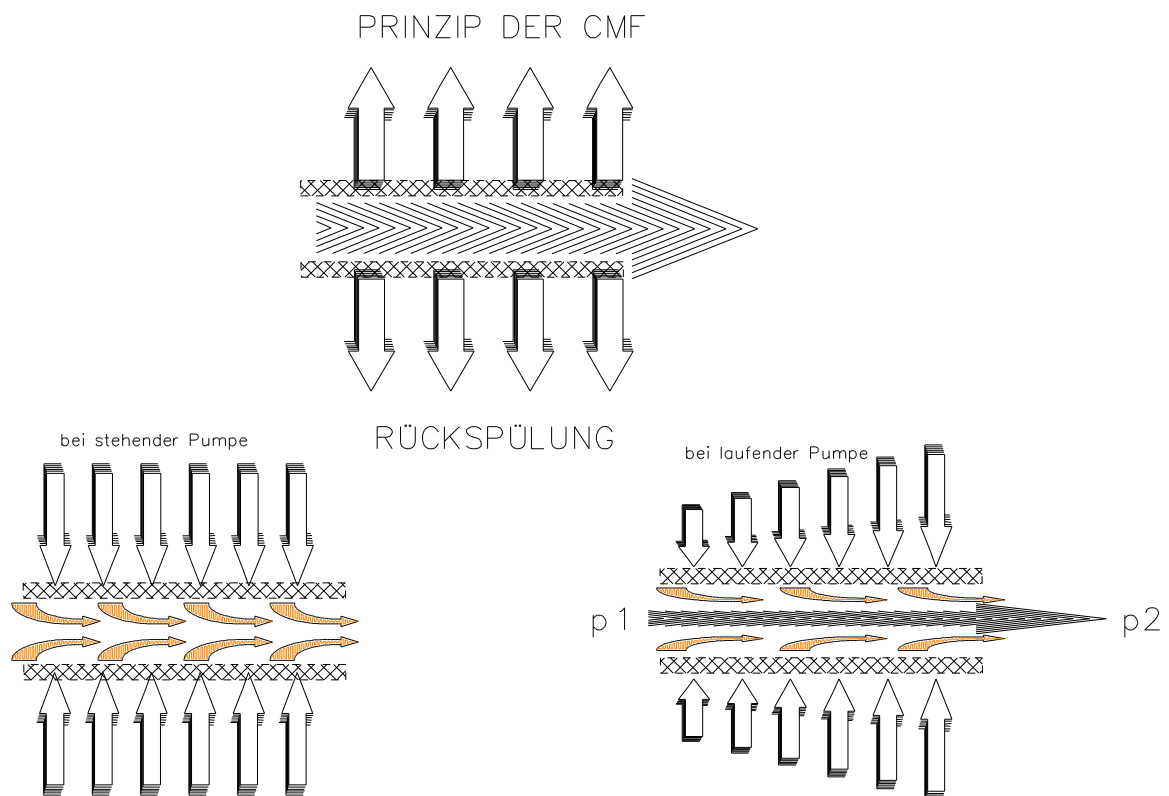
## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Crossflow-Mikrofiltration – Technische Informationen</b>	<b>3</b>
<b>2. Verwendete Materialien für MICRODYN-Module</b>	<b>4</b>
<b>3. Porengröße</b>	<b>5</b>
<b>4. Einbau und Aktivierung der MICRODYN-Module</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Druckaktivierung der Module mit PP-Membranen</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Aktivierung mit benetzten Flüssigkeiten</b>	<b>6</b>
<b>5. Stillsetzen einer Anlage (gültig für alle Membrantypen)</b>	<b>7</b>
<b>6. Betriebs- und Rückspüldrücke</b>	<b>7</b>
<b>7. Strömungsgeschwindigkeit und Druckabfall</b>	<b>8</b>
<b>8. Der Druckabfall in den MICRODYN-Modulen</b>	<b>9</b>
<b>9. Chemikalienbeständigkeit</b>	<b>12</b>
<b>10. Chemische Membranreinigung</b>	<b>15</b>
<b>10.1 Chemische Membranreinigung</b>	<b>16</b>
<b>10.2 Reinigungschemikalien</b>	<b>16</b>
<b>10.3 Reinigung von Modulen in Anlagen</b>	<b>17</b>
<b>10.4 Modulreinigung im ausgebauten Zustand</b>	<b>19</b>



## 1. Crossflow-Mikrofiltration - Technische Informationen

### Hinweise zum Einsatz von MICRODYN Filtermodulen



#### Abbildung 1: Prinzip der CMF und der PRS

MICRODYN Filtermodule wurden vor allem für die Crossflow-Mikrofiltration (Abbildung 1) entwickelt. Es handelt sich hierbei um ein modernes Filtrationsverfahren zur Abtrennung von suspendierten Teilchen oder emulgierten Flüssigkeiten. Die sich bei der Filtration bildende Deckschicht aus abgetrennten Teilchen wird

- durch Erzeugung von Scherkräften an der Membranoberfläche (Crossflow-Mikrofiltration - CMF)
- durch periodische Rückspülung (PRS) entgegengesetzt zur Filtrationsrichtung auf eine sehr geringe Dicke limitiert.

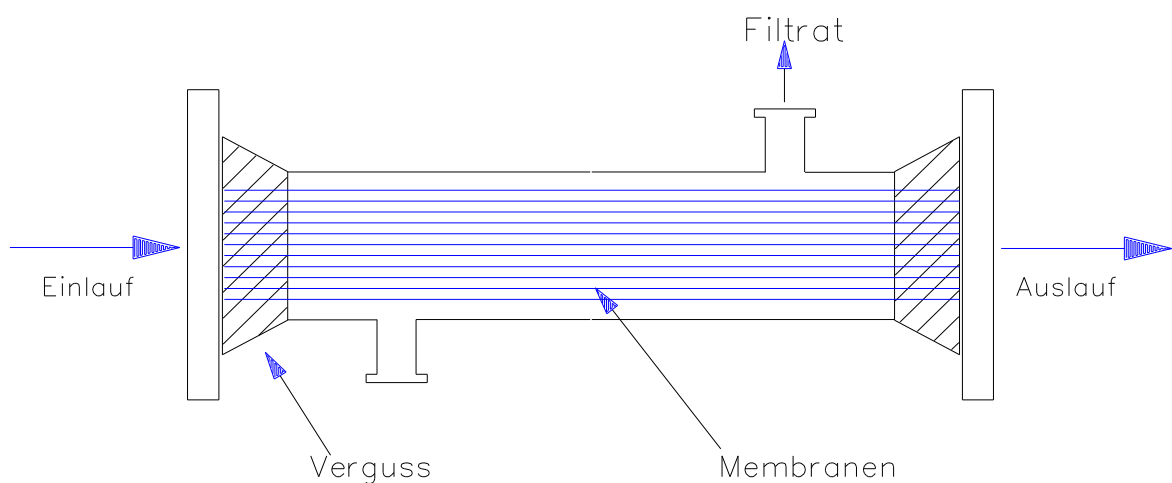
Beide Maßnahmen bewirken eine hohe und weitgehend stabile Leistung.

Die mikroporösen Membranen sind selbsttragend und weisen eine sehr enge Porenverteilung auf. Alle Modultypen können mit der periodischen Rückspülung (PRS) gereinigt werden.



## 2. Verwendete Materialien für MICRODYN - Module

Die MICRODYN-Module enthalten Kapillar- bzw. Rohrmembranen aus Polypropylen (PP)  
Alle Membranen sind an beiden Enden mit einem Hüllrohr wahlweise aus PP, Polysulfon oder Edelstahl dicht verbunden (Abbildung 2). Es entsteht ein Raum für das saubere Filtrat und das Retentat.



Schematischer Modulaufbau

### Abbildung 2

Die Rohrmembranen aus PP sind mit einem Polypropylengehäuse verschweißt, so dass dieser Modultyp komplett aus PP besteht.

Die Kapillarmembranen aus PP sind mit einem zugelassenen Polyurethan (FDA) in das jeweilige Gehäuse vergossen.

Die wichtigsten geometrischen Größen bzw. Anschlussmaße sind aus den einzelnen Datenblättern (verfügbar unter [www.microdyn-nadir.de](http://www.microdyn-nadir.de)) ersichtlich. Zusätzlich verwendete Materialien, z. B. O-Ringe, sind dort aufgeführt.

O-Ringe mit Zertifikat sind gesondert anzufordern.



### 3. Porengröße

MICRODYN-Filtermodule enthalten in der Standardausführung Membranen aus PP mit einer nominalen Porengröße von  $0,2\ \mu\text{m}$ . Diese Membranen sind symmetrisch aufgebaut. Die Abscheidung von Stoffen erfolgt nur an der Membranoberfläche.

Die Porengröße vom  $0,2\ \mu\text{m}$  hat sich für die allermeisten Trennaufgaben Fest-Flüssig bzw. Flüssig-Flüssig als die optimale Porengröße erwiesen.

Für spezielle Anwendungen gibt es eine weitere Porengröße mit  $0,1\ \mu\text{m}$ .

### 4. Einbau und Aktivierung der MICRODYN-Module

MICRODYN-Module können in der Regel sowohl senkrecht als auch waagrecht in eine Anlage eingebaut werden (Abbildung 3). Eine waagerechte Anordnung empfiehlt sich vor allem bei Suspensionen mit hohem Anteil an sedimentierenden Stoffen. Bei waagerechtem Einbau muss der Filtratabgang immer nach oben zeigen, damit eine vollständige Entlüftung des Moduls gewährleistet ist. Bei senkrechtem Einbau ist der Filtratabgang immer oben, damit ebenfalls alle Luftblasen aus dem Modul entweichen können.

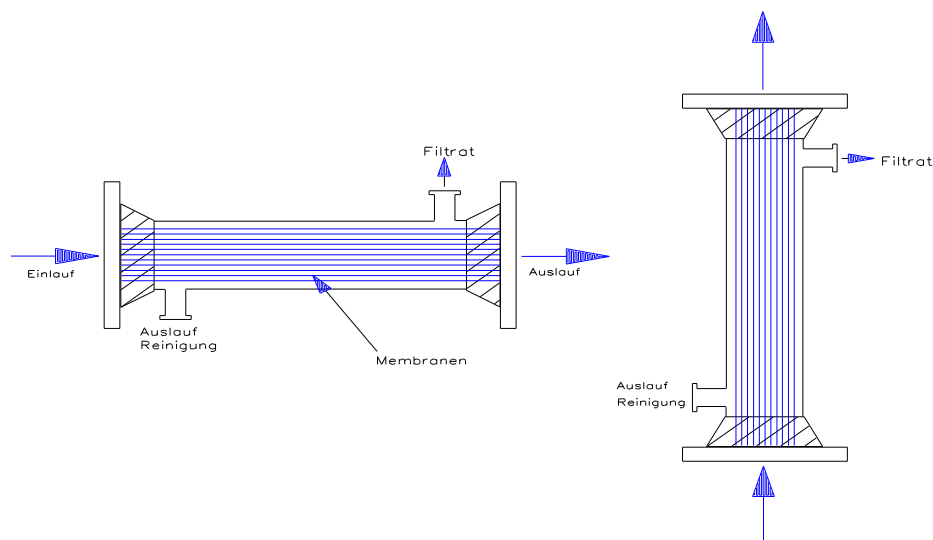


Abbildung 3: Position der Module und der Filtrat- bzw. Permeatausgänge



## 4.1. Druckaktivierung der Module mit PP-Membranen

Die PP-Membran ist von Natur aus hydrophob, d. h. Flüssigkeiten wie z. B. Wasser mit einer hohen Oberflächenspannung von 0,072 N/m benetzen die Membran bei Normaldruck nicht. MICRODYN-Module werden standardmäßig trocken ausgeliefert und sind daher vor dem erstmaligen Gebrauch zu aktivieren.

Die einfachste und sauberste Methode die Membranen zu aktivieren, besteht in der Druckhydrophilierung. Dazu wird das Modul separat oder in der Anlage beidseitig mit Wasser blasenfrei gefüllt.

Danach wird das Modul für ca. 1 Minute unter ca. 6 bar Überdruck bei 20°C gesetzt. (Bitte beachten Sie die Abweichung vom maximalen Betriebsdruck, der auf den Datenblättern angegeben ist). Normalerweise entspricht dies dem Leitungsdruck im Wasserleitungsnetz. Das Wasser wird durch frisches Wasser ersetzt und die Prozedur noch 4 - 6 Mal wiederholt. Danach ist das Modul aktiviert. Ein Nachspülen ist nicht erforderlich.

## 4.2. Aktivierung mit benetzenden Flüssigkeiten

Für die Anwendungen in der pharmazeutischen Industrie oder überall dort, wo ein Blaspunkttest aus Sicherheitsgründen durchgeführt werden muss, empfiehlt sich eine Benetzung mit Flüssigkeiten geringerer Oberflächenspannung.

Eine Benetzung ist mit wasserlöslichen Flüssigkeiten mit einer Oberflächenspannung kleiner als 0,035 N/m möglich.

Geeignete Flüssigkeiten sind z. B.,

- ein Gemisch aus Wasser und mind. 50 Vol.% Isopropanol oder
- ein Gemisch aus Wasser und mind. 25 Vol.% T-Butanol. Dieses Gemisch ist nicht brennbar.
- Tenside

Bei dieser Methode sollen die Module ca. 60 Minuten crossflow in der Anlage betrieben werden, bis eine ausreichende Filtratleistung erreicht wird.

Nach der Benetzung spült man den Modul mit Wasser oder der zu filtrierenden Lösung von dem Benetzungsmittel frei.

Solange die PP - Membran in der Flüssigkeit bleibt, ist die Membran aktiviert. Sollte die Membran austrocknen, muss erneut nach einem der beschriebenen Verfahren aktiviert werden. Die Trenneigenschaften der Membran ändern sich durch Trocknen nicht.

Bei stark gasenden Flüssigkeiten (z. Bsp. kohlenensäurehaltigen Getränken) muss permeatseitig ein Gegendruck aufgebaut werden, bei dem eine Entgasung der Flüssigkeit verhindert wird.

Wird bei der Rückspülung ein Teil des Permeates aus dem Vorratsbehälter mit einem Druckgas (z. B. Luft) zurückgedrückt, so ist darauf zu achten, dass durch die Membran kein Gas gedrückt wird.



## 5. Stillsetzen einer Anlage

Bei Stillstand einer Anlage über längere Zeit ist die Anlage von allen Feststoffen gut zu reinigen (Spülen mit Wasser) und mit z. B. einer 1%igen NaOH-Lösung zu füllen.

Bei flüssigen Nahrungsmitteln z. B. Fruchtsäfte, Wein etc. ist die Anlage sehr gut zu spülen, damit möglichst wenig organisches Material in der Anlage verbleibt. Eine 2%ige NaOH-Lösung verhindert in der Regel die Bildung von Schimmelpilzen.

In der geschlossenen Anlage können die Membranen nicht austrocknen. Sollten PP - Module bei anderer Lagerung z. B. Ausbau austrocknen, so müssen sie bei erneuter Inbetriebnahme hydrophiliert werden.

Eine Veränderung der Membran durch Austrocknen findet nicht statt.

## 6. Betriebs- und Rückspüldrücke

Bei der CMF durchströmt die zu filtrierende Flüssigkeit die Membranrohre, wobei der statische Druck infolge der Strömung von dem Eintrittswert  $p_1$  auf einen Wert  $p_2$  (Ausgangsdruck) am Austritt abfällt. Zur Filtration ist es notwendig, dass der Filtratdruck  $p_F$  über die gesamte Länge des Moduls kleiner als  $p$  ist.

Crossflow Mikrofiltration

Periodische Rückspülung

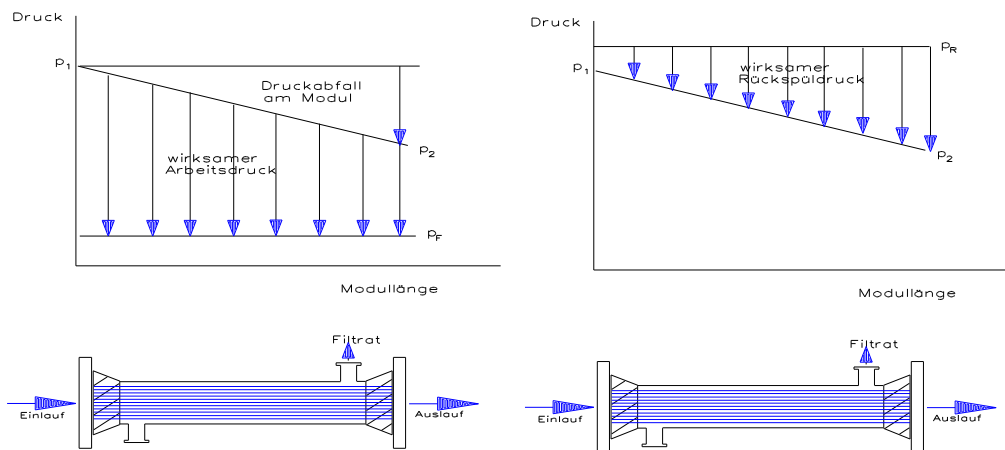


Abb. 4: Druckverhältnisse im Modul

Der zulässige transmembrane Druck ist von der Membran und der Temperatur abhängig. In den Datenblättern der einzelnen Module sind die entsprechenden Betriebswerte angegeben.

Zur periodischen Rückspülung von der Filtratseite wird der Filtratdruck kurzzeitig auf den Wert  $p_R$  angehoben. Dabei ist es notwendig, dass  $p_R$  größer als  $p_1$  ist. Die Membran wird dann von außen nach innen durchströmt.



Bei den auf den Datenblättern angegebenen zulässigen transmembranen Rückspüldrücken (Druck über Modulausgangsdruck bei laufender Pumpe) wird ein Kollabieren der Membranen verhindert. Bei Reihenschaltung von Modulen bitten wir Rücksprache zu nehmen.

## 7. Strömungsgeschwindigkeit und Druckabfall

In vielen Fällen liegt die günstige Strömungsgeschwindigkeit für Membranrohre im Bereich von 1-3 m/s, für Kapillarmembranen zwischen 1-2 m/s.

Je nach Produktbeschaffenheit sind Rückspülintervalle zwischen 1 min und 30 min sinnvoll. Die zurückgespülte Filtratmenge ist in der Regel kleiner als 5 % der Gesamtiltratmenge, und liegt zwischen 0,5 und 1 l pro m<sup>2</sup> Filterfläche. Die Rückspüldauer liegt zwischen 2 und 5 s.



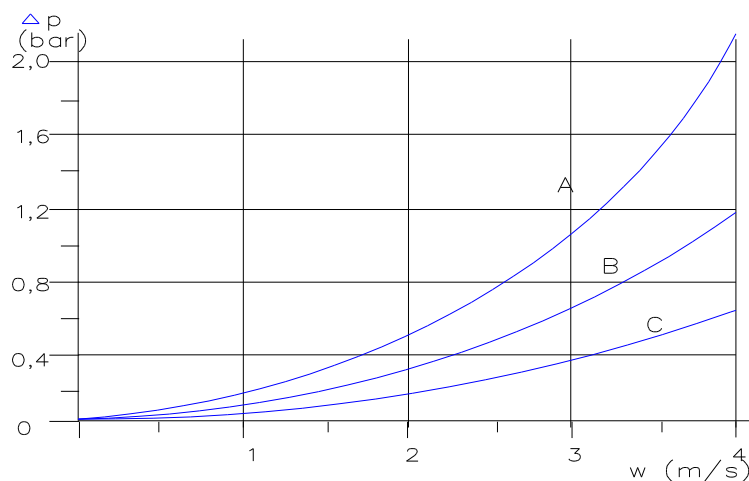


## 8. Der Druckabfall in den MICRODYN-Modulen

Der Energiebedarf einer Crossflow-Mikrofiltrationsanlage wird überwiegend von dem Druckabfall  $\Delta p$  und dem Volumen der zirkulierenden Flüssigkeit bestimmt. Der Druckabfall wird beeinflusst von

- den Eigenschaften des umgepumpten Mediums (z. B. rheologisches Verhalten, Viskosität sowie der Konzentration der suspendierten Teilchen)
- den Strömungswiderständen im Kreislauf (Module, Armaturen, Rohrleitungen)
- den Betriebsbedingungen (Strömungsgeschwindigkeit).

Den in der Regel größten Strömungswiderstand im Kreislauf stellen die parallel oder in Reihe geschalteten Filtrationsmodule dar. In der nachfolgenden Abbildung sind die Druckabfallskurven für die verschiedenen Modultypen in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit dargestellt. Diese Kurven gelten für Wasser bei 20 °C.



**Figure 5: Pressure drop vs. speed of feed**

Kurve A: Module mit Kapillarmembranen  $d_i = 1,8$  mm und 1 m Länge

MD 150 CP 2N

Kurve B: Module mit Rohrmembranen mit  $d_i = 5,5$  mm und 3 m Länge

MD 150 TP 2L

Kurve C: Module mit Rohrmembranen mit  $d_i = 5,5$  mm und 1,5 m Länge

MD 090 TP 2N und MD 150 TP 2N



Der beim Durchströmen eines Moduls auftretende Druckabfall kann für Medien mit anderen Viskositäten näherungsweise mit der folgenden Beziehung berechnet werden:

$$P_M = \left( k + \lambda \frac{l}{d_i} \right) \frac{\rho}{2} w^2 \quad (\text{Gleichung 1})$$

- $P_M$  = beim Durchströmen eines Moduls in (N/m<sup>2</sup>)  
 $k$  = modulspezifische Konstante (Kenngröße für Ein- und Ausströmverluste)  
 $k$  = 2 für Rohrmembranen mit  $d_i = 5,5 \times 10^{-3}$  m  
 $k$  = 4 für Kapillarmembranen mit  $d_i = 1,8 \times 10^{-3}$  m  
 $\lambda$  = Reibungsbeiwert (Berechnung siehe unten)  
 $l$  = Länge der Membranrohre bzw. der Kapillaren (m)  
 $d_i$  = Innendurchmesser der Membranröhre resp. -kapillar (m)  
 $\rho$  = Dichte der Flüssigkeit (kg/m<sup>3</sup>)  
 $w$  = mittlere Strömungsgeschwindigkeit in den Membranrohren bzw. Membrankapillaren in (m/sec)

Der Reibungsbeiwert  $\lambda$  ist vom Strömungszustand im Membranrohr (laminar oder turbulent) und bei einer turbulenten Strömung der Wandrauigkeit abhängig. Aus experimentellen Ergebnissen wurde der in der nachfolgenden Abb.5 aufgetragene Zusammenhang  $\lambda = f(\text{Re})$  ermittelt. Die Reynoldszahl  $\text{Re}$  lässt sich wie folgt berechnen:

$$\text{Re} = \frac{w d_i \rho}{\eta} \quad (\text{Gleichung 2})$$

$\eta$  = dynamische Viskosität der Flüssigkeit (Pa·s) Für Wasser gilt z. B.  $\eta = 0,001$  Pa·s.

Für Reynoldszahlen unter 2300 (laminarer Strömungsbereich) gilt für den Reibungswert die Gleichung 3:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} \quad (\text{Gleichung 3})$$

Für Reynoldszahlen größer als 2300 entnehmen Sie bitte die entsprechenden Werte von  $\lambda$  aus dem Diagramm in Abb. 6:

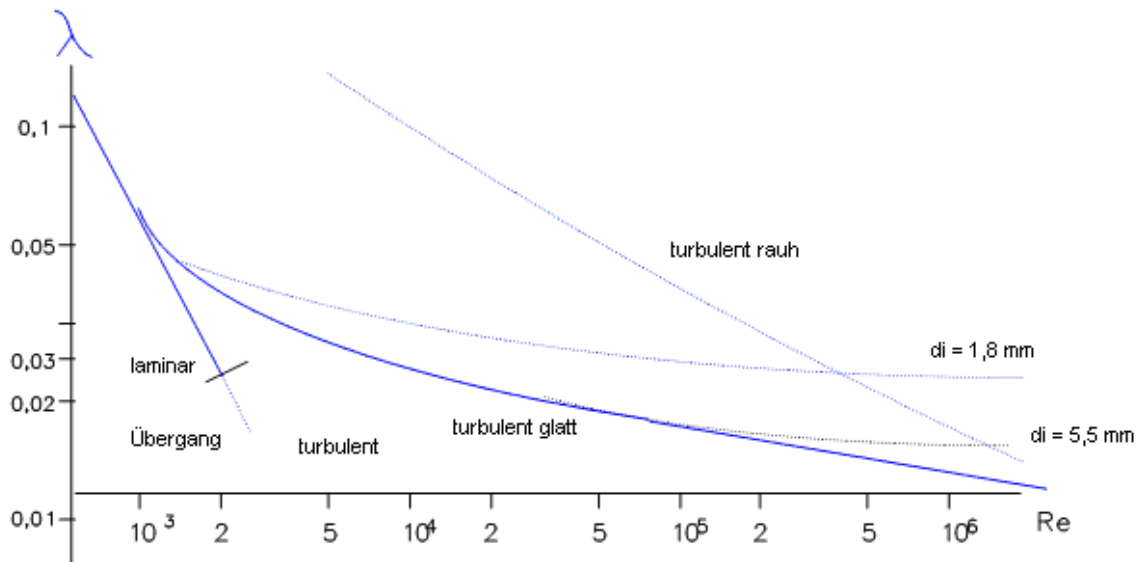


Abb.6: Reibungsbeiwert  $\lambda$  als Funktion der Reynoldszahl  $Re$



## 9. Chemikalienbeständigkeit

### Generelles zu PP

Module mit PP - Rohrmembranen und PP - Gehäuse bestehen ausschließlich aus Polypropylen.

Module mit Kapillarmembranen werden mit Polyurethan an beiden Enden vergossen.

Beide Polymere sind gegenüber wässrigen Salzlösungen, verdünnten anorganischen Säuren sowie konzentrierten Laugen beständig. Beide Polymere sind gegenüber Hypochlorit und oxydierenden Stoffen nicht beständig.

Aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe mit niedrigem Siedepunkt wie Benzin, Benzol und Tetrachlorkohlenstoff diffundieren in das Membranmaterial und verursachen eine Quellung sowie eine Abnahme der Festigkeit.

Für die Filtration solcher Flüssigkeiten ist vorher mit MICRODYN-NADIR Rücksprache zu nehmen.

Eine Ausnahme bilden schwer flüchtige Substanzen wie Fette, Öle und Wachse. Sie verursachen nur eine geringfügige Quellung und Festigkeitsreduzierung.

Peroxyde können für Reinigungsversuche kurzzeitig in geringen Mengen eingesetzt werden. Über die Konzentration muss im Einzelfall gesprochen werden.

In der folgenden Tabelle 1 wird die Beständigkeit von MICRODYN Filtermodulen mit PP-Rohrmembranen (TP-Module) und mit PP-Kapillarmembranen mit Polyurethanverguss (CP-Module) angegeben. Die Beständigkeit ist von vielen Faktoren wie z. B. Temperatur, Konzentration und Intensität der mechanischen Beanspruchung abhängig. Die Angaben der Tabelle sollen zur ersten Orientierung dienen.



Tabelle 1: Beständigkeit von MICRODYN-Modulen

SYMBOLE

- + beständig (Betriebsbedingungen laut Datenblatt)
- / bedingt beständig, Quellung (eingeschränkte Betriebsbedingungen)
- nicht beständig

MEDIUM	TP-Module		CP-Module	O-Ringe	
	20°C	60°C	40°C	EPDM	NBR
Aceton	+	/	/	+	-
Äthanol, 96%ig	+	+	+	+	+
Äthylacetat	/	-	-	-	-
Äthyläther	+	+	-	/	-
Äthylenglykol	+	+	+	+	+
Ameisensäure (verd.)	+	+	+	/	-
Amylalkohol	+	+	-	+	/
Anilin	+	+	-	-	-
Benzin, Kp 100-140 °C	/	-	/	-	-
Benzol	/	-	-	-	-
Bernsteinsäure (verd.)	+	+	+	-	+
Bier	+	+	+	+	+
Bromwasser, kalt ges.	-	-	-	-	-
Butanol	+	/	/	+	+
Butylacetat	/	-	/	/	-
Butylglykol	+	+	+	+	+
Calciumchloridlösung wässrig	+	+	+	+	+
Chlorbenzol	+		+	-	-
Chloroform	+	-	-	-	-
Chlorsulfonsäure	-	-	-	-	-
Chlorwasser	+	/	-	+	-
Cyclohexan	+	+	/	-	+
Cyclohexanol	+	/	/	-	+
Cyclohexanon	/	+	/	-	-
Diäthanolamin	+	+	+	-	/
Dichloräthan	/	+	/	-	-
Dichlorbenzol, kalt ges.	/		/	-	/
Dimethylamin	/	-	/	+	/
Eisen(-III)-chlorid, gesätt.	+	+	+	+	+
Essig	+	+	+	+	+
Essigsäure, 10%ig	+	/	+	+	-
Flußsäure, 10%ig	+	+	/	+	+
Formaldehyd, 30%ig	+	+	+	+	+
Fruchtsäfte	+	+	+	+	+
Fructose, wässrig, kalt ges.	+	+	+	+	+
Galvanisierbäder	+	/	+	+	+
Gelatine	+	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+	+
Glycerin	+	+	+	+	+



MEDIUM	TP-Module		CP-Module	O-Ringe	
	20°C	60°C	40°C	EPDM	NBR
Glykol	+	+	+	+	+
Hexan	+	/	/	-	+
Isopropanol	+	+	+	+	+
Kaliumhydroxid, wässrig	+	+	+	+	-
Kaliumpermanganatlösung (2n)	-	-	-	+	-
Kochsalzlösung, ges.	+	+	+	+	+
Leinöl	+	+	+	-	+
Maschinenöl	+	/	/	-	+
Meerwasser	+	+	+	+	+
Methanol	+	+	+	+	/
Methylenchlorid	+	-	-	-	-
Melasse	+	+	+	+	+
Milch	+	+	+	+	+
Milchsäure 10%ig	+	+	+	+	+
Mineralöle	+	/	+	-	+
Mineralwasser (handelsüblich)	+	+	+	+	+
Natriumsulfid, 40%ig	+	+	+	+	+
Natronlauge (2n)	+	+	+	+	+
Natronlauge, 52%ig	+	+	+	/	+
Nitrobenzol	/	/	-	-	-
Obstsäfte	+	+	+	+	+
Oleum	-	-	-	-	-
Olivenöl	+	+	+	/	+
Petroläther	+	+	+	/	+
Peressigsäure, 0,2%ig	-	-	-	+	-
Pflanzenöle	+	/	+	-	/
Pyridin	/	-	-	/	-
Salpetersäure (2n)	/	-	/	+	-
Salzsäure, 30%ig	+	/	+	+	+
Schwefelsäure (2n)	+	/	+	+	+
Seifenlösung	+	+	+	+	+
Siliconöl	+	+	+	/	+
Sodalösung, kalt ges.	+	+	+	+	+
Sojaöl	+	+	+	/	+
Stärke­lösung	+	+	+	+	+
Terpentinöl	-	-	-	-	/
Tetrachlorkohlenstoff	-	-	-	-	-
Toluol	/	-	-	-	-
Trichloräthylen	+	+	-	-	-
Trichloressigsäure	+	/	/	/	/
Wasser	+	+	+	+	+
Weinsäure, 10%ig	+	+	+	+	+
Whisky	+	+	+	+	+
Xylol	-	-	-	-	-
Zitronensäure, 10%ig	+	+	+	+	+



## 10. Chemische Membranreinigung

Sollte die Filtrateleistung unter einen vorgegebenen Wert absinken, dann empfiehlt sich eine chemische Reinigung der Module. Als Chemikalien können u.a. nicht oxidierende Säuren oder Laugen im pH-Bereich von 1—14 verwendet werden. Speziell für die Membranreinigung entwickelte Mittel enthalten meist noch andere reinigungswirksame Stoffe wie Komplexbildner, Tenside oder aktive Enzyme.

### **Hypochloritlösungen dürfen bei PP-Membranen nicht verwendet werden.**

In vielen Fällen ist mit der filtratseitigen Beaufschlagung der Membran mit der Reinigungslösung eine gute Reinigungswirkung verbunden.

Die Reinigung von der Filtratseite spart Reinigungschemikalien und wirkt besonders intensiv. Unverbrauchte Chemikalien können wieder abgepumpt werden für den nächsten Einsatz. Bei dieser empfohlenen Reinigungsform wird der Modul zunächst über die unteren Modulstützen entleert. Anschließend wird die Reinigungslösung mittels einer Pumpe eingefüllt und durch die Membranen gedrückt. Danach lässt man die Reinigungslösung ca. 30 Minuten bis 1 Stunde einwirken. Anschließend wird für wenige Sekunden weitere Reinigungslösung durch die Membran gepumpt, bis die verschmutzte Lösung aus dem Modul vollständig ersetzt ist. Nach diesem Vorgang erfolgt eine gute Wasserspülung. Bei Kombinationsreinigungen z. B. alkalisch - sauer wiederholt sich dieser Reinigungsschritt mit der neuen Reinigungslösung. Mit einer guten Wasserspülung werden alle Reinigungsreste vollständig entfernt.

Eine Reinigung mit Chemikalien in Filtrationsrichtung ist zwar möglich, jedoch besteht hier die Gefahr, dass angelöste Stoffe in die Membranstruktur eindringen. Damit kann ein gegenteiliger Effekt erzielt werden. Außerdem muss mit größeren Chemikalienmengen gearbeitet werden.

Bei der Reinigung dürfen die auf den Datenblättern angegebenen Temperaturen nicht überschritten werden.

Detaillierte Reinigungsanleitungen lassen sich nur vor Ort und produktabhängig ausarbeiten.

Generell lässt sich folgendes sagen:

Organische Verschmutzungen auf der Membran lassen sich vorwiegend mit alkalischen Reinigern beseitigen. Hierbei hat sich als Lauge hauptsächlich NaOH im Konzentrationsbereich von 1—5% und bei Temperaturen im Bereich von 20—60 °C bewährt.

Alkohole können bei öl- und fetthaltigen Verschmutzungen eine gute Wirkung erzielen und der Lauge zugegeben werden.

Bei anorganischen Verschmutzungen, z. B. Härtebildner, eisenhaltige Verbindungen etc. werden vor allem Säuren eingesetzt. Dabei haben sich organische Säuren z. B. Zitronensäure, Oxalsäure, Gemische aus Salzsäure und Oxalsäure wegen ihrer komplexierenden Wirkung als vorteilhaft erwiesen.

Wir empfehlen Ihnen, bei schwierigeren Reinigungsproblemen Rücksprache mit MICRODYN-NADIR zu nehmen.



## 10.1. Chemische Membranreinigung

Auch bei überströmten Membranen und den Einsatz der periodischen Rückspülung kommt es bei den meisten Filtrationsaufgaben über die Zeit zu Ablagerungen von Inhaltsstoffen an der Membran und somit zu einer Leistungsminderung. Die Membran muss daher in bestimmten Zeitabständen - abhängig von Art und Menge der Ablagerungen - einer Reinigung unter Chemikalieneinsatz unterzogen werden.

Die chemische Reinigung kann sowohl in Filtrationsrichtung als auch gegen die Arbeitsrichtung von der Filtratseite aus durchgeführt werden. Basierend auf langjährigen Erfahrungen ist die Reinigung von der Filtratseite aus mehreren Gründen vorteilhaft:

- Die abgelösten Verunreinigungen werden auf der Konzentratseite von der Membranoberfläche weggedrückt und ausgespült.
- Es können keine Zersetzungsprodukte in die Membranstruktur eindringen.
- Die Menge der eingesetzten Reinigungschemikalien wird deutlich reduziert.

## 10.2. Reinigungschemikalien

Polypropylen ist gegen Säuren und Laugen im pH-Bereich von 0,5 - 14 beständig. Eine Ausnahme bilden stark oxidativ wirkende Substanzen. So darf z. B. **Hypochlorit nicht** eingesetzt werden.

Bei bestimmten Verunreinigungen können oxidative Reinigungsmittel kurzzeitig und in geringen Konzentrationen eingesetzt werden (z. B. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> max. 0,2 %ig in salzfreier Lösung bei ca. pH 7).

In sehr vielen Einsatzfällen genügt zur effektiven Reinigung der Membran der Einsatz von Natronlauge (NaOH) im Konzentrationsbereich zwischen 3 % und 10 %. Bei fett-/öhlhaltigen Verunreinigungen kann der Natronlauge noch Alkohol (z. B. Isopropanol ca. 30 %) zugegeben werden.

Für saure Reinigungen wird vorwiegend Salzsäure oder Zitronensäure im Konzentrationsbereich zwischen 2 % und 5 % eingesetzt.

In Fällen, wo sich die Verschmutzung aus organischem Material (z. B. Biomasse) und anorganischen Bestandteilen (z. B. Ablagerungen von Härtebildnern) zusammensetzen, empfiehlt sich eine zweistufige Reinigung, bei der im ersten Schritt die organischen Bestandteile durch Lauge und im zweiten Schritt die anorganischen Anteile mit Säure abgereinigt werden.

Die Reinigungswirkung kann durch Temperaturerhöhung verstärkt werden. Die für die jeweiligen Module zulässigen Maximalwerte sind in den entsprechenden Moduldatenblättern angegeben.

Für spezielle Reinigungsaufgaben werden von einschlägigen Herstellern speziell entwickelte Membranreiniger mit Tensiden, Komplexbildnern oder Enzymen angeboten.

Zum Ansatz der Reinigungsmittel sowie zum Ausspülen der Membran sollte, wenn möglich, VE-Wasser verwendet werden. Steht kein VE-Wasser zur Verfügung, kann in vielen Fällen Filtrat der Mikrofiltration eingesetzt werden.

Bei Verwendung von Stadt- oder Brunnenwasser müssen die Wasserinhaltsstoffe geprüft werden, ggf. z. B. bei hohen Härtegraden müssen Komplexbildner zugegeben werden, um Ausfällungen im alkalischen Bereich zu verhindern.

Desinfektionsmittel auf Basis Peressigsäure oder quaternäre Ammoniumverbindungen können in den üblichen Konzentrationen eingesetzt werden. Andere mit Polypropylen verträgliche Desinfektionsmittel sind in den von den Herstellern genannten Konzentrationen einzusetzen.

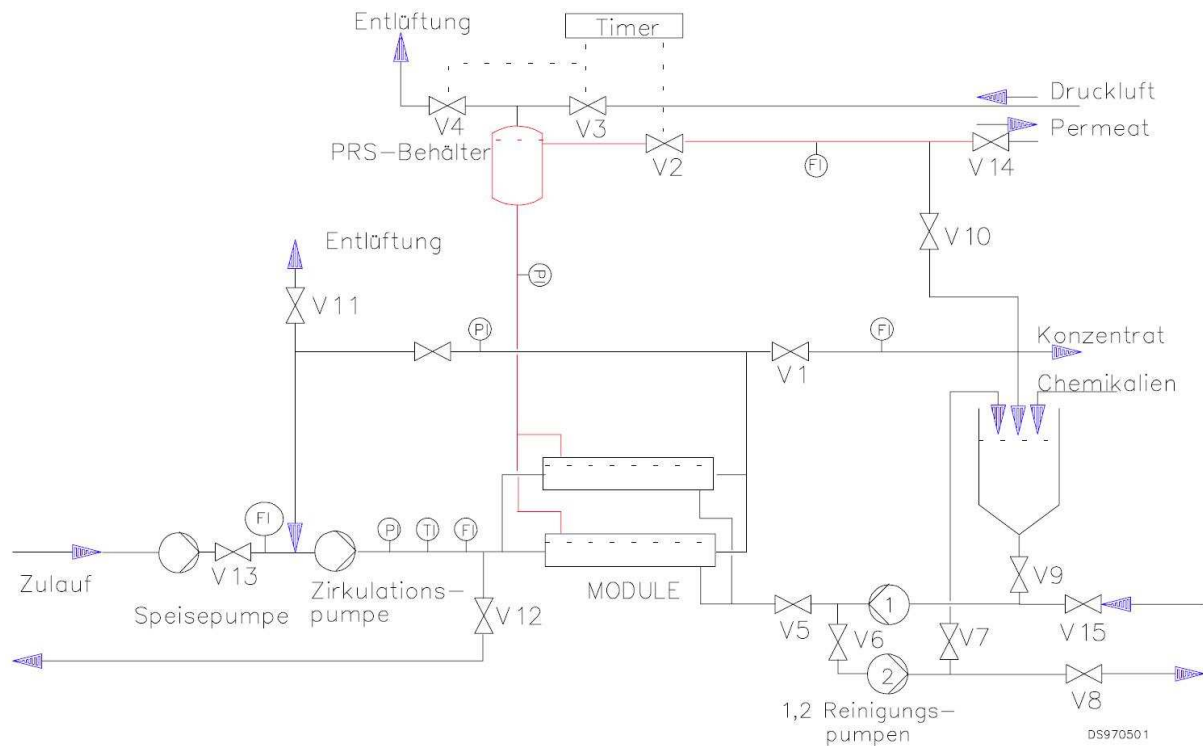
In Zweifelsfällen bitten wir Rücksprache mit MICRODYN-NADIR zu halten.





### 10.3. Reinigung von Modulen in Anlagen

Die Modulreinigung kann in eingebautem Zustand (CIP) durchgeführt werden. Das nachfolgende Fließschema zeigt ein Anlagenbeispiel mit automatischer Reinigung.



**Abb.7: Arbeitsweise**

Ventilstellung während des Betriebes:

V1 offen	V4 geschlossen	V7 geschlossen	V10 geschlossen	V13 offen
V2 offen	V5 geschlossen	V8 geschlossen	V11 geschlossen	V14 offen
V3 geschlossen	V6 geschlossen	V9 geschlossen	V12 geschlossen	V15 geschlossen



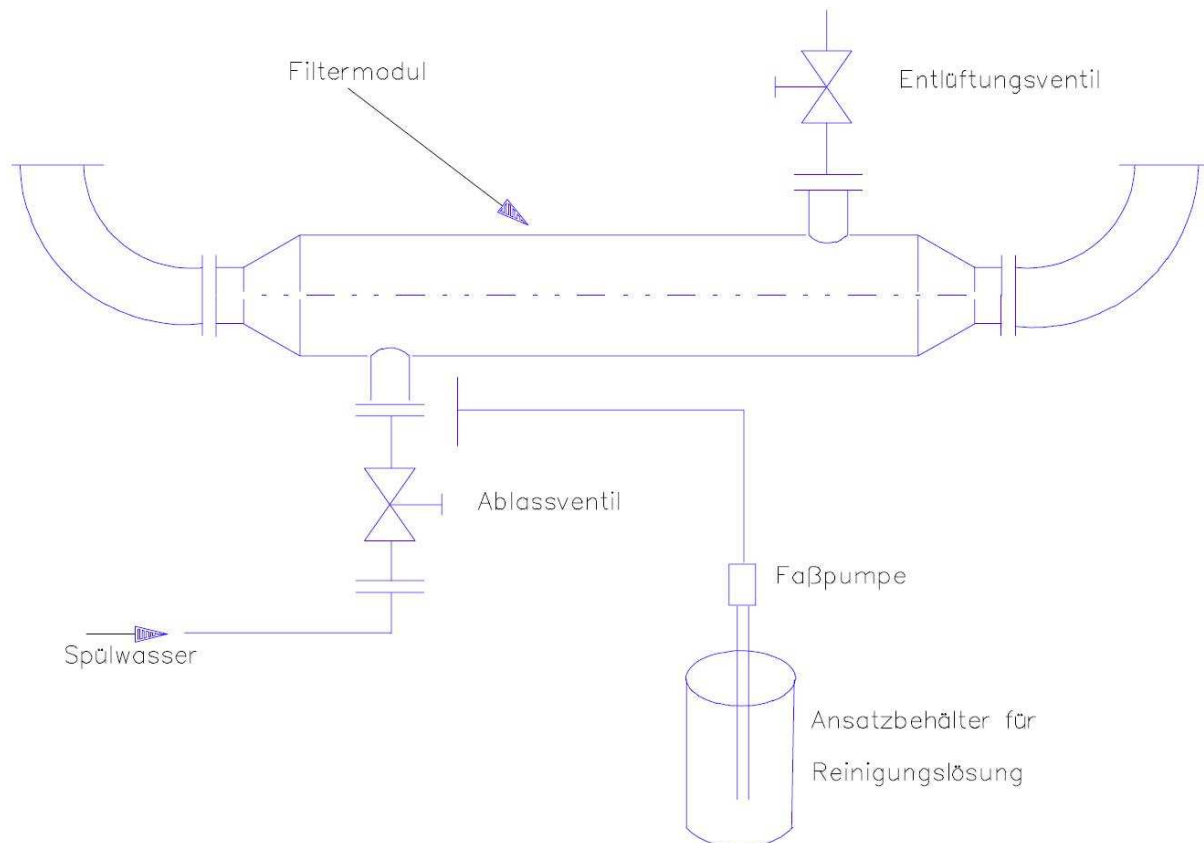
## Reinigung

- I. Produkt- und Zirkulationspumpe ausschalten; Produktzulauf V13, Konzentratablauf V1, Filtratablauf V14 schließen.  
Entleeren der Produktseite durch Öffnen V12 und Be- und Entlüftung V11.
- II. Entleeren der Permeatseite durch Öffnen V5, V6, V8 und Be- und Entlüftung V4; evtl. Abpumpen über P2.
- III. Wenn nötig, vorspülen mit vollentsalztem oder enthärtetem Wasser über V15. Wenn Wasser in Rückspülbehälter sichtbar wird, V4 schließen, Spülwasseraustrag über V12 bis zum Klarlauf.
- IV. Spülwasserablass wie unter II. und III.
- V. V6 schließen und über Reinigungspumpe 1 Reinigungslösung filtratseitig in die Anlage pumpen; wenn Lösung im Rückspülbehälter sichtbar wird, Pumpe 1 abschalten und V5 schließen.
- VI. Die Reinigungslösung diffundiert durch die Membran; evtl. durch kurzzeitiges Starten von Pumpe 1 und Öffnen von V5 Reinigungslösung nachfüllen, bis sichergestellt ist, dass alle Module komplett gefüllt sind.
- VII. Nach Ende der Verweilzeit (ca. 20 - 60 min je nach Verschmutzung) V9 schließen.
- VIII. Die verschmutzte Reinigungslösung über V12 ablassen. Reinigungslösung aus dem Permeatraum kann evtl. über Pumpe 2 und V6/V7 in den Vorlagebehälter zurückgeführt werden. Anschließend V6/V7 schließen.
- IX. Spülen mit VE-Wasser wie unter IV. bis austretendes Spülwasser pH-neutral. Entleeren wie unter II. und III.; V5, V6 und V12 schließen.
- X. Durch Öffnen V13 und Starten der Produktpumpe wird die Anlage wieder mit Produkt befüllt; V11 schließen, Zirkulationspumpe starten.
- XI. Wenn die Permeatseite vollständig gefüllt ist, V4 schließen, V1 und V14 öffnen.



## 10.4. Modulreinigung im ausgebauten Zustand

### Anschlussschema



**Abb.8: Anschlussschema**

### Empfehlung

Bei starken Verschmutzungen oder Ablagerungen sollten Kapillar-/Rohrmembranen vor der chemischen Reinigung mit Wasser von der Konzentratseite her durchgespült werden. Die Filtratventile sind hierbei zu schließen.

Vor Beginn einer Reinigung sollte der Filtratfluss mit VE-Wasser bestimmt werden. Nach jedem Reinigungsschritt empfiehlt es sich, die Filtratleistung zu bestimmen, um den Fortschritt der Reinigung messen zu können.



## Arbeitsweise

- I. Bei normal verschmutzten Membranen Modul gemäß Skizze anschließen, filtratseitig füllen, Entlüftungsventil schließen und unter Netz- oder Pumpendruck spülen (max. 2 bar bei Rohrmembranen, 1,4 bar bei Kapillarmembranen). Druckangaben der Datenblätter beachten.
- II. Modul sowohl konzentrat- als auch permeatseitig entleeren.
- III. Einfüllen der Reinigungslösung von der Filtratseite je nach Möglichkeit vom oben oder unten liegenden Filtratstutzen bis die Lösung konzentratseitig einen unveränderten Flüssigkeitsstand erreicht (bei kleineren Modulen von Hand mittels Eimer, bei größeren Modulen, z. B. mit einer Fasspumpe). Es empfiehlt sich durch Nachfüllen von frischer Reinigungslösung verbrauchte Lösung aus dem Porensystem auszuspülen.

### **VORSICHT: SPRITZGEFAHR AM ENTLÜFTUNGSVENTIL !!!**

- IV. Einwirkungszeit je nach Art und Grad der Verschmutzung ca. 20 - 60 min. Längere Einwirkzeiten z. B. über Nacht oder über das Wochenende sind möglich.
- V. Modul permeat- und konzentratseitig entleeren.
- VI. Ausspülen der verbleibenden Reinigungslösung entweder mit vollentsalztem Wasser von der Filtratseite oder mit Produkt. Hierbei ist die alkalische oder saure Einstellung der Produktlösung zu beachten.

## Empfehlung zur Reinigung von Mikrofiltrationsanlagen mit Microdyn Modulen im Lebensmittelbereich

Die Membran in einer Filtrationsanlage ist üblicherweise der am stärksten belastete Bereich, weil sich an ihrer Oberfläche während des Filtrationsvorganges die abzufiltrierenden Stoffe verstärkt ablagern (Membranfouling).

- Filtrationsanlagen müssen in bestimmten Zeitabständen gereinigt werden, um die Leistungsfähigkeit der Filtermembran zu erhalten;
- bei Produktwechsel Geschmacksveränderungen zu vermeiden;
- vor Stillstandsperioden das unkontrollierte Wachstum von Mikroorganismen zu verhindern.

Wichtig bei der Reinigung ist, dass sowohl die Membran als auch die Rohrleitungen, Armaturen und Pumpen nach den im Lebensmittelbereich gültigen Standards gereinigt werden.

Die Reinigung sollte daher in zwei Schritten erfolgen: Im ersten Schritt wird die Membran gegen die Arbeitsrichtung, d. h. von der Filtratseite aus mit Reinigungslösung beaufschlagt. Nachdem der Hauptanteil der Verschmutzungen entfernt ist, wird die Gesamtanlage durch Umpumpen der Reinigungslösung gereinigt.

Im Einzelnen läuft die Reinigung in folgenden Schritten ab:

- Entleeren der Anlage durch Ablassen oder Verdrängen des zu filtrierenden Produktes;
- Vorspülen möglichst mit warmem Wasser; in Arbeitsrichtung von innen bei geschlossenem Filtratventil;
- Vollständige Entleerung der Anlage durch Ablassen des Spülwassers;
- Befüllen der Module von der Filtratseite mit Reinigungslösung und Nachfüllen bis Reinigungslösung konzentratseitig austritt;



- Wenn die konzentratseitig austretende Reinigungslösung sauber, ohne Verfärbung und erkennbare Verschmutzungen ist, Anlage vollständig mit Reinigungslösung in Arbeitsrichtung befüllen;
- Reinigungslösung umpumpen; Filtratausgänge der Module dabei geschlossen halten;
- Reinigungslösung ablassen, Anlage spülen, neutralisieren, ggf. desinfizieren.

Die genannten Reinigungsschritte sind als Basisschritte zu verstehen, die je nach Anlagentyp und Konstruktion entsprechend angepasst werden müssen.

Als Reinigungslösung kommen in erster Linie alkalische Produkte wie NaOH bis 5 %, evtl. mit Reinigungsverstärkerzusätzen oder handelsübliche Produkte zum Einsatz.

Die Reinigungswirkung nimmt allgemein mit steigender Temperatur zu. Die maximale Temperatur ist dabei abhängig von dem eingesetzten Modultyp.

Die einzusetzenden Reinigungsmittel und Reinigungszeiten sind abhängig von der Art und der Zusammensetzung der Verschmutzungen; die optimale Verfahrensweise muss im Einzelfall durch Versuche ermittelt werden.

Nach der alkalischen Reinigung wird üblicherweise mit schwachen Säuren, wie z. B. Zitronensäure, neutralisiert. Eine evtl. Desinfektion kann mit handelsüblichen Desinfektionsmitteln auf Basis Peroxid 0,2 %ig oder Peressigsäure 0,1 %ig durchgeführt werden.

**Alle Angaben in diesem Schreiben entsprechen MICRODYN-NADIR's derzeitigen Kenntnissen. Sie erfolgen ohne Gewähr für ihre Vollständigkeit. MICRODYN-NADIR übernimmt durch sie keine, über den Umfang der Gewährleistung nach den Allgemeinen Verkaufsbedingungen von MICRODYN-NADIR hinausgehende Haftung.**

**MICRODYN-NADIR erneuert die Unterlagen von Zeit zu Zeit. Die neuesten Unterlagen finden Sie unter [www.microdyn-nadir.de](http://www.microdyn-nadir.de).**