



**MICRODYN  
NADIR**

ADVANCED SEPARATION TECHNOLOGIES

## **Bedienungsanleitung SEPRODYN<sup>®</sup>-Module mit PE-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



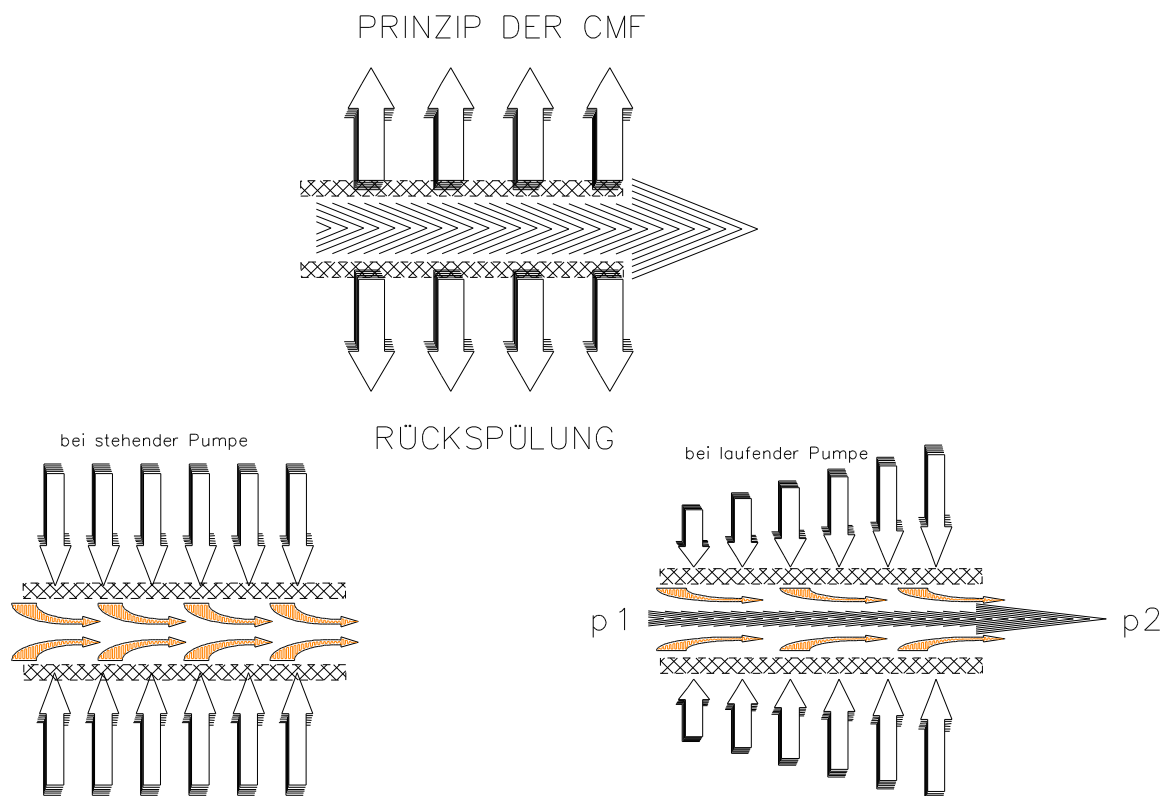
## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Crossflow-Mikrofiltration - Technische Informationen</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Verwendete Materialien für SEPRODYN®-Module</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Porengröße</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>Einbau und Aktivierung der SEPRODYN®-Module</b>	<b>5</b>
<b>5.</b>	<b>Stillsetzen einer Anlage</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>Betriebs- und Rückspüldrücke</b>	<b>6</b>
<b>7.</b>	<b>Strömungsgeschwindigkeit</b>	<b>7</b>
<b>8.</b>	<b>Der Druckabfall in den SEPRODYN®-Modulen</b>	<b>8</b>
<b>9.</b>	<b>Chemikalienbeständigkeit</b>	<b>9</b>
<b>10.</b>	<b>Chemische Membranreinigung</b>	<b>13</b>



## 1. Crossflow-Mikrofiltration - Technische Informationen

### Hinweise zum Einsatz von SEPRODYN® Filtermodulen



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

SEPRODYN® 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.

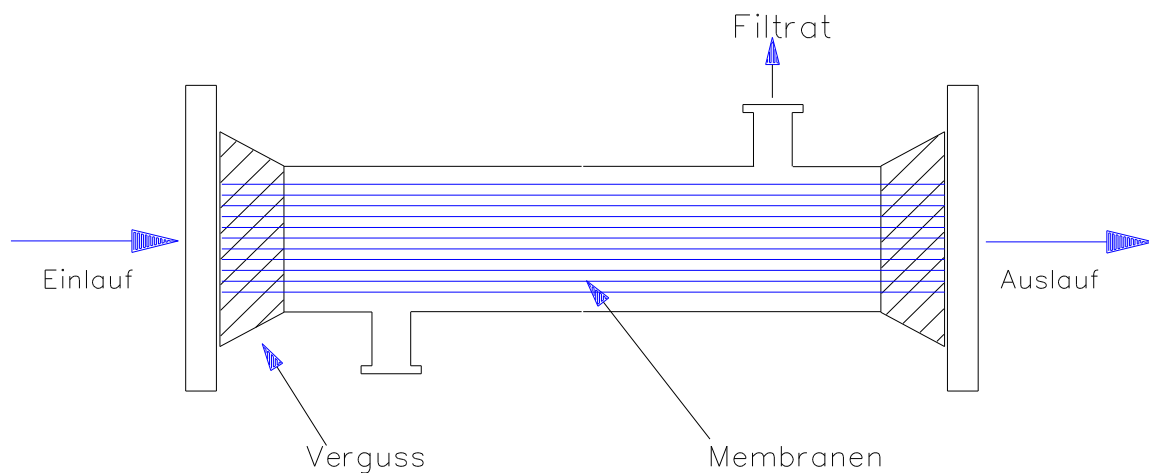
Die mikroporösen Membranen sind selbsttragend und weisen eine sehr enge Porenverteilung auf. Alle Modultypen können mit der periodischen Rückspülung (PRS) gereinigt werden.



## 2. Verwendete Materialien für SEPRODYN® - Module

Die SEPRODYN®-Module enthalten Rohrmembranen aus Polyethylen (PE).

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 Unfiltrat.



Schematischer Modulaufbau

### Abbildung 2

Die Rohrmembranen aus PE sind mit einer Endkappe aus PE verschweißt, die in das Gehäuse hermetisch dicht eingepresst ist.

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.

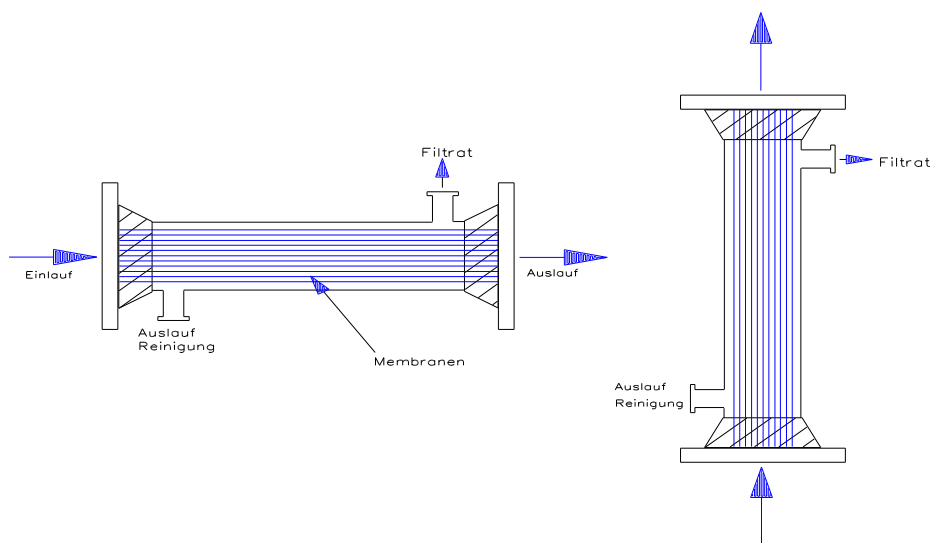


### 3. Porengröße

SEPRODYN® SE-Filtermodule enthalten Membranen aus Polyethylen (PE) mit einer Porengröße von ca. 1,0 µm. Diese Membranen sind symmetrisch aufgebaut. Die Abscheidung von Stoffen erfolgt an der Membranoberfläche.

### 4. Einbau und Aktivierung der SEPRODYN® - Module

SEPRODYN® Module können 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 Permeatausgänge**

Die Module werden mit Druck (Wasserdruck 2 bar) für ca. 10 sec. beaufschlagt. Dadurch ist die Membran vollständig benetzt. Anschließend kann auf den gewünschten Filtrationsdruck eingestellt werden.



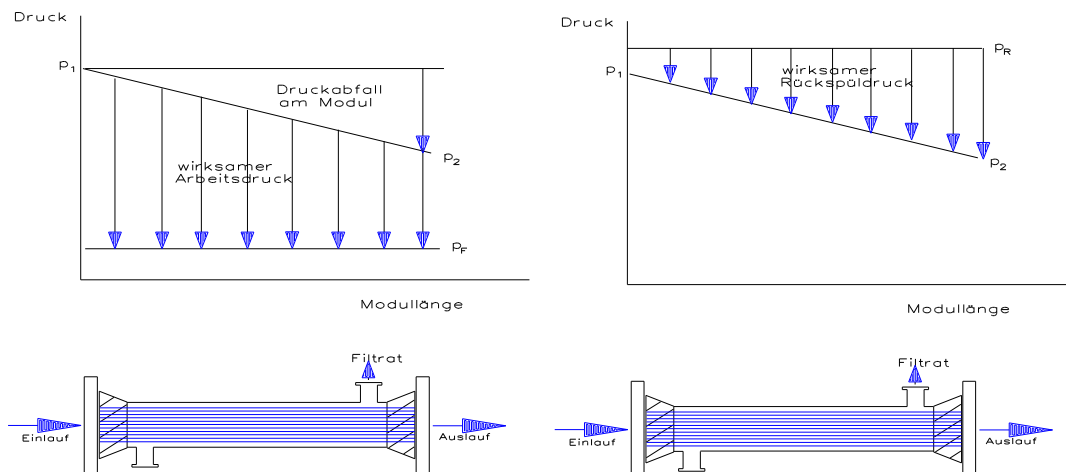
## 5. Stillsetzen einer Anlage

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

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 Gewinnung von Filtrat ist es notwendig, dass der Filtratdruck  $P_F$  mindestens kleiner als  $P_1$  ist. Um möglichst langzeitstabile Filtratflüsse zu erhalten, empfehlen wir am Beginn der Filtration mit niedrigem Druck zu beginnen und diesen im Lauf der Filtration zu erhöhen.



**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.

Luftblasen im Modul beeinträchtigen immer die Wirksamkeit der Rückspülung. Generell empfehlen wir den Filtratablauf an der Abströmseite des Moduls anzuordnen. Bei Modulen mit senkrechter Anordnung ist der Filtratabgang jedoch immer oben.

## 7. Strömungsgeschwindigkeit

In vielen Fällen liegt die günstige Strömungsgeschwindigkeit für Membranrohre im Bereich von 2 - 4 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 Gesamtfiltratmenge.

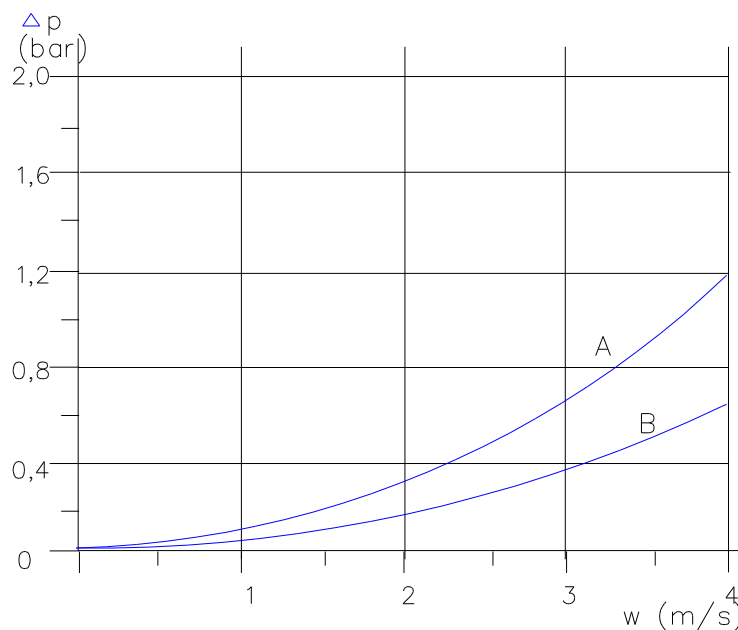


## 8. Der Druckabfall in den SEPRODYN® - Modulen

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.



**Abb. 5: Druckabfall von SEPRODYN®-Modulen mit PE-Membranen als Funktion der Strömungsgeschwindigkeit.**

Kurve A: Module mit Rohrmembranen  $d_i = 5,0$  mm und 3 m Länge  
SE 150 TP 1L

Kurve B: Module mit Rohrmembranen mit  $d_i = 5,0$  mm und 1,5 m Länge  
SE 090 TP 1N  
SE 150 TP 1N





## 9. Chemikalienbeständigkeit

### Generelles zu PE

Die Module bestehen aus PE-Rohrmembranen und einem PP-Gehäuse.

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

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 SEPRODYN® Filtermodulen mit PE-Rohrmembranen 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 SEPRODYN® - Modulen**

SYMBOLE

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

MEDIUM	PE-Module		O-Ringe
	20°C	60°C	Viton
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 kurzzeitig	+	/	+
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	+	+	+



MEDIUM	PE-Module		O-Ringe
	20°C	60°C	Viton
Gelatine	+	+	+
Glucose	+	+	+
Glycerin	+	+	+
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	+	/	+



MEDIUM	PE-Module		O-Ringe
	20°C	60°C	Viton
Wasser	+	+	+
Weinsäure, 10%ig	+	+	+
Whisky	+	+	+
Xylol	-	-	/
Zitronensäure, 10%ig	+	+	+



## 10. Chemische Membranreinigung

Sollte die Filtratleistung 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 0,5 - 14 verwendet werden.

PE ist auch beständig gegen Wasserstoffperoxyd (80 000 ppmh) und Hypochlorit (80 000 ppm bei 25°C).

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 für den nächsten Einsatz wieder abgepumpt werden. 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 weitere Reinigungslösung für wenige Sekunden 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 aufgelöste Stoffe in die Membranstruktur eindringen. Damit kann ein gegenteiliger Effekt erzielt werden, wenn diese Stoffe nicht vollständig aufgelöst werden. Außerdem muss mit größeren Chemikalienmengen gearbeitet werden. Eine Überströmung der Membran bei niedrigem Druckniveau wirkt sich günstig auf den Reinigungsvorgang aus.

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.

Reinigungsverstärker (Tenside) beschleunigen das Auf- und Ablösen von Schmutz sowie von öligen und fetthaltigen Substanzen.

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.



MICRODYN  
NADIR

ADVANCED SEPARATION TECHNOLOGIES

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 Versionen finden Sie unter [www.microdyn-nadir.de](http://www.microdyn-nadir.de). Alle früheren Unterlagen verlieren ihre Gültigkeit.

---

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