

---

Messinger Engineering  
David-Hess-Weg 34  
CH-8038 Zürich

✉ info@membranfiltration.ch

📞 +41 79 390 60 48

---



Membrantechnik - Konzepte und Anwendungen

# Membranmodule

|  |          |
|--|----------|
| <b>1 Membranmodul-Geometrien</b>                             | <b>2</b> |
| 1.1 Übersicht der gängigen Modul-Geometrien . . . . .        | 2        |
| 1.2 Warum verschiedene Modul-Geometrien existieren . . . . . | 2        |

## 1 Membranmodul-Geometrien

Für Membranprozesse stehen unterschiedliche Modul-Geometrien zur Verfügung, die sich in Aufbau, Anwendung und Betriebseigenschaften deutlich unterscheiden. Die Wahl der geeigneten Geometrie hat grossen Einfluss auf Leistung, Foulingverhalten, Reinigbarkeit, Energiebedarf und Wirtschaftlichkeit eines Membranprozesses.

## 1.1 Übersicht der gängigen Modul-Geometrien

| Modul-Geometrie     | Beschreibung und Eigenschaften   |
|---------------------|--|
| Folie (Flat Sheet)  | Kreisförmige oder quadratische Membranausschnitte, die vorwiegend in der Laborfiltration eingesetzt werden. Diese Membranen werden häufig nur einmal verwendet, weshalb die Reinigbarkeit keine wesentliche Rolle spielt. Sie eignen sich besonders für Screening- und Vergleichsversuche.   |
| Hohlfaser           | Bündel feiner, röhrenförmiger Membranen, durch die oder um die das Medium strömt. Der typische Innendurchmesser liegt zwischen 0.5 und 3 mm. Diese Geometrie wird häufig in der Biotechnologie sowie bei der Mikro- und Ultrafiltration eingesetzt. Hohlfasermembranen eignen sich gut für die Rückspülung.  |
| Platte und Rahmen   | Flachmembranelemente, die in Platten- und Rahmensystemen mit Dichtungen montiert werden. Diese Konstruktionen werden vor allem bei Mikro- und Ultrafiltration eingesetzt. Vorteile sind der sehr gute Zugang zur Membranfläche, eine hohe Reinigbarkeit sowie vergleichsweise günstige Ersatzkosten. Nachteile sind eine geringe Packungsdichte und ein erhöhter Platzbedarf.  |
| Spiralwickелеlement | Flachmembranen, die mit Abstandshaltern aufgerollt und um ein zentrales Permeatsammelrohr gewickelt sind. Der typische Fliesskanalabstand beträgt etwa 0.25 bis 1.2 mm. Diese Geometrie ist empfindlich gegenüber Fouling und weniger geeignet für hohe Feststoffgehalte, bietet jedoch eine kompakte Bauform, eine grosse Membranfläche pro Volumen und ist besonders für druckgetriebene Prozesse wie die Umkehrosmose geeignet. |
| Röhrenmodul         | Membranen, die auf der Innenseite stabiler Rohre aufgebracht sind. Der Innendurchmesser liegt typischerweise zwischen 3 und 25 mm. Röhrenmodule werden vor allem bei Mikro- und Ultrafiltration eingesetzt und eignen sich gut für Medien mit hohem Feststoffanteil. Vorteile sind die einfache Reinigung und hohe Robustheit, Nachteile sind die geringe Membranfläche pro Volumen und ein vergleichsweise hoher Energiebedarf.   |

**Tabelle 1.** Typische Membranmodul-Geometrien und deren Eigenschaften

## 1.2 Warum verschiedene Modul-Geometrien existieren

Die Vielfalt der Membranmodul-Geometrien ist das Ergebnis unterschiedlicher technischer Entwicklungen, Fertigungsmethoden und anwendungsspezifischer Anforderungen. Her-

steller haben im Laufe der Zeit modulare Konzepte entwickelt, um unterschiedlichen Medien, Betriebsbedingungen und Prozesszielen gerecht zu werden.

Die am Markt verfügbaren Geometrien, darunter Hohlfaser-, Spiralwickel-, Platten- und Rahmen- sowie Rohrmodule, unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihres Foulingverhaltens, der Reinigbarkeit, des Energieverbrauchs sowie der Membranersatzkosten. Diese Unterschiede wirken sich direkt auf die Betriebsstabilität und Wirtschaftlichkeit einer Anlage aus.

Je nach Anwendung kann eine bestimmte Modul-Geometrie klare Vorteile bieten. Spiralwickelmodule zeichnen sich durch eine hohe Packungsdichte und gute Energieeffizienz aus, während Hohlfasermodule aufgrund ihrer Selbststützstruktur oft kompakt gebaut und gut rückspülbar sind. Platten- und Rahmensysteme ermöglichen einen besonders guten Zugang zur Membranfläche und erleichtern Wartung sowie mechanische Reinigung, sind jedoch weniger raumeffizient.

Die Wahl der geeigneten Modul-Geometrie hängt daher massgeblich von den Prozesszielen, dem zu filtrierenden Medium sowie den betrieblichen Rahmenbedingungen ab. Wesentliche Auswahlkriterien sind dabei:

- Art und Belastung des zu filtrierenden Mediums
- Anforderungen an Reinigung und Wartung, beispielsweise CIP-Fähigkeit oder Rückspülung
- Platzverhältnisse und Skalierbarkeit der Anlage
- Druckanforderungen und mechanische Belastbarkeit

Keine einzelne Modul-Geometrie kann allen betrieblichen Anforderungen gleichzeitig gerecht werden. Ein erfolgreiches Anlagendesign in der Membranfiltration erfordert daher immer eine anwendungsspezifische Abwägung der jeweiligen Vor- und Nachteile. Eine allgemeingültige, universell optimale Lösung existiert nicht.