

# HEXAMEM 80

Rührzelle Membrantechnik

Dokumenten-Nr.	Datenblatt HEXAMEM 80
Revision	10. April 2026



## Kurzbeschreibung

Die Rührzelle HEXAMEM 80 ist ein Laborgerät zur Untersuchung von Membranen und Membranprozessen. Sie dient der Bestimmung von Transport- und Trenneigenschaften unter definierten Betriebsbedingungen.

Der Aufbau ermöglicht die Durchführung von Filtrations- und Trennversuchen bei variablen Betriebsparametern, insbesondere Druck, Temperatur und Rührgeschwindigkeit. Die Konstruktion ist auf reproduzierbare Versuchsbedingungen ausgelegt und unterstützt eine systematische Variation der Einflussgrößen.

Die Ausführung berücksichtigt Anforderungen an Betriebssicherheit, Dichtheit und eine sichere Handhabung.

## Eigenschaften

Das Prinzip der Rührzelle wurde massgeblich durch frühe Laborsysteme der Firma Amicon geprägt, die sich als Standard in der Membranfiltration etablierten. Amicon gilt als Pionier der druckgetriebenen Membranverfahren im Labormassstab.

Weitere weltweit etablierte Hersteller von Rührzellen für Membranuntersuchungen sind neben Amicon (Merck Group) unter anderem Sterlitech Corporation, Advantec (Toyo Roshi Kaisha) sowie Sartorius AG. Diese Unternehmen bieten standardisierte und spezialisierte Systeme für Forschung und Entwicklung an.

Rührzellen eignen sich insbesondere für systematische Parameterstudien im Labormassstab. Für ein Upscaling auf technische Anwendungen müssen jedoch Unterschiede in Strömungsführung und Modulgeometrie berücksichtigt werden.

HEXAMEM unterscheidet sich von konventionellen Rührzellen durch mehrere konstruktive und funktionale Merkmale. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist der hexagonale, hygienisch ausgeführte Innen-

raum, der die Mitrotation der Flüssigkeit reduziert. Darüber hinaus erlaubt HEXAMEM eine kundenspezifische Ausführung der Anschlüsse. Im Gegensatz zu vielen Standardsystemen ist die Zelle für verschiedene Membrandurchmesser im Bereich von 50 bis 100 mm ausgelegt. Die Rotationsgeschwindigkeit wird über einen Schrittmotor mit Mikroprozessorsteuerung präzise und reproduzierbar eingestellt, wodurch definierte Betriebszustände realisiert werden können. Zusätzlich stehen unterschiedliche, mittels 3D-Druck gefertigte Rotorgeometrien zur Verfügung, die eine Anpassung an spezifische Anwendungen ermöglichen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Rührzelle unabhängig von der Einbaulage betrieben werden kann.

## Prinzip

Die zu filtrierende Lösung befindet sich oberhalb der Membran. Ein rotierender, 3D-gedruckter Turbulenzpromotor induziert eine definierte Scherströmung entlang der Membranoberfläche und reduziert dadurch Konzentrationspolarisation. Die Filtration erfolgt durch Anlegen eines Transmembrandrucks. Der Transmembrandruck ergibt sich aus der Druckdifferenz zwischen Feed- und Permeatseite. Die Druckbeaufschlagung kann entweder mittels einer Pumpe oder durch ein Inertgas erfolgen. In der Praxis wird häufig Stickstoff oder Argon zur Druckerzeugung verwendet. Argon (Symbol Ar, Ordnungszahl 18) ist ein farbloses, geruchloses Edelgas mit extremer Reaktionsträgheit (inertes Gas).

Ein wesentlicher Vorteil der Rührzelle ist die unabhängige Einstellung von Druck und Rührgeschwindigkeit. Somit können hydraulische und hydrodynamische Effekte getrennt untersucht werden. Die Rührgeschwindigkeit beeinflusst die Turbulenz sowie die Dicke der Grenzschicht. Eine erhöhte Turbulenz reduziert in der Regel die Stofftransportlimitierung. Dies führt zu einer Erhöhung des beobachteten Permeatflusses.

Die Membran ist nach dem Versuch leicht zugänglich und kann direkt analysiert werden. Dadurch lassen sich Foulingmechanismen detailliert untersuchen.

## Hauptmerkmale

- Kompakte Laborzelle aus Edelstahl zur Durchführung von Membranversuchen
- Hexagonaler Kopfraum als Strömungsbrecher zur Vermeidung von Mitrotation der Flüssigkeit
- Rotor (Turbulenzpromotor) aus 3D-gedrucktem Material mit integrierten Magneten zur kontaktlosen Drehmomentübertragung
- Schrittmotor zur präzisen und programmierbaren Einstellung der Rotationsgeschwindigkeit (Profile, Muster, Rampen)
- Reproduzierbare Druck- und Strömungsbedingungen
- Einfache Reinigung und schneller Austausch der Membran
- Konfigurierbare Anschlüsse
- Einsatz für unterschiedliche Membrantypen und -formate, Keramik, Polymer
- Druckfeste Auslegung (40 bar) für den Laborbetrieb
- Integrationsmöglichkeit für Sensorik (z. B. Druck, Temperatur)
- Geringer Bedarf an Probe und Betriebsmedium (50 ml Leervolumen)

## Typische Anwendungen

- Membrancharakterisierung
- Filtrations- und Permeationsmessungen
- Prozessentwicklung im Labor
- Material- und Medienverträglichkeitstests
- Qualitätskontrolle und Vergleichsmessungen
- Untersuchung von Fouling- und Scaling-Phänomenen
- Analyse der Konzentrationspolarisation
- Bestimmung von Rückhaltevermögen und Selektivität
- Untersuchung von Reinigungs- und Regenerationsverfahren (Cleaning-in-Place)
- Parameterstudien zu Druck, Temperatur und Strömungsbedingungen
- Aufbereitung von Wasser und Abwasser im Labormassstab
- Trennung von Makromolekülen, Partikeln und kolloidalen Systemen
- Untersuchung von Modelllösungen und realen Prozessmedien
- Validierung von Membranprozessen vor Scale-up
- Einsatz in Lehre und studentischen Praktika

## Bauteile

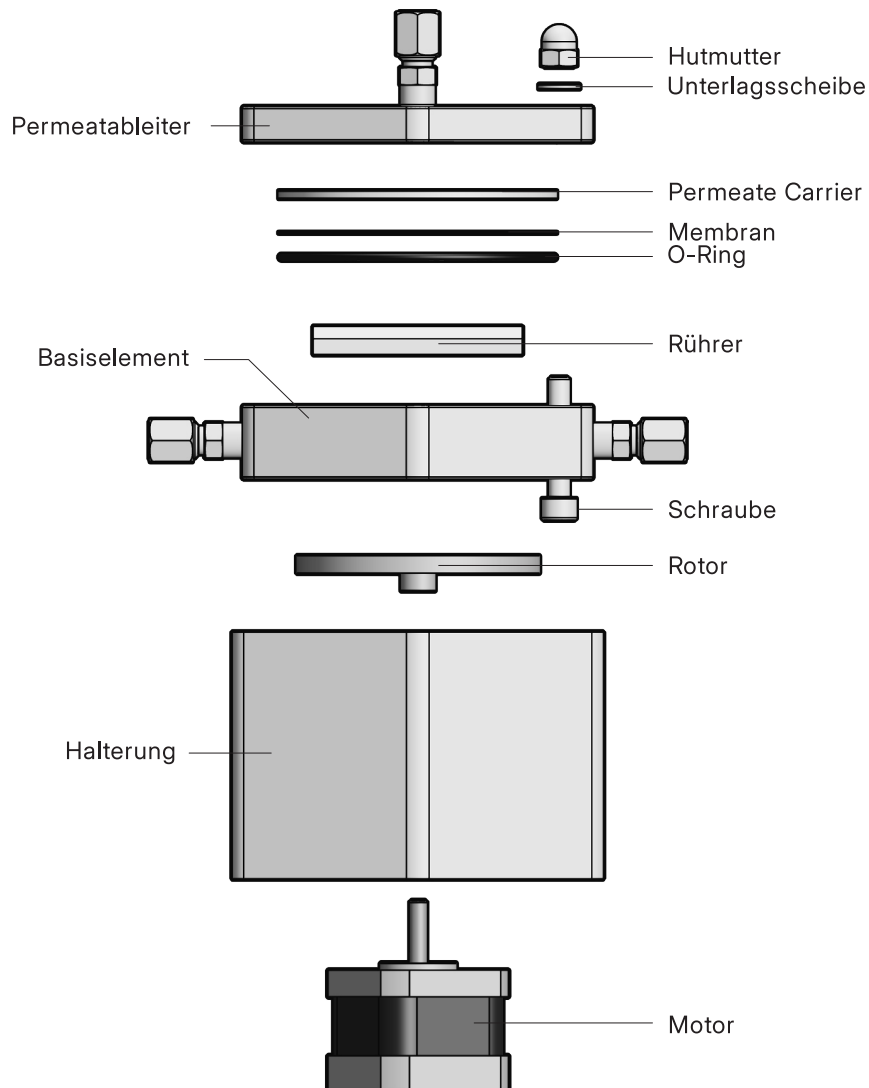


Abbildung 1: Zusammenstellung Hexamem, Halterung mit Motor

Für den Betrieb der montierten HEXAMEM stehen verschiedene Optionen zur Verfügung. Die einfachste Konfiguration besteht in der Platzierung auf einem Standard-Magnetrührer.

Im Lieferumfang ist zusätzlich eine Halterung enthalten, die mit einem integrierten Schrittmotor sowie einer Magnetscheibe zur mechanischen Kraftübertragung ausgestattet ist. Das ersetzt den Magnetrührer.

## Technische Spezifikation

---

### Technische Daten

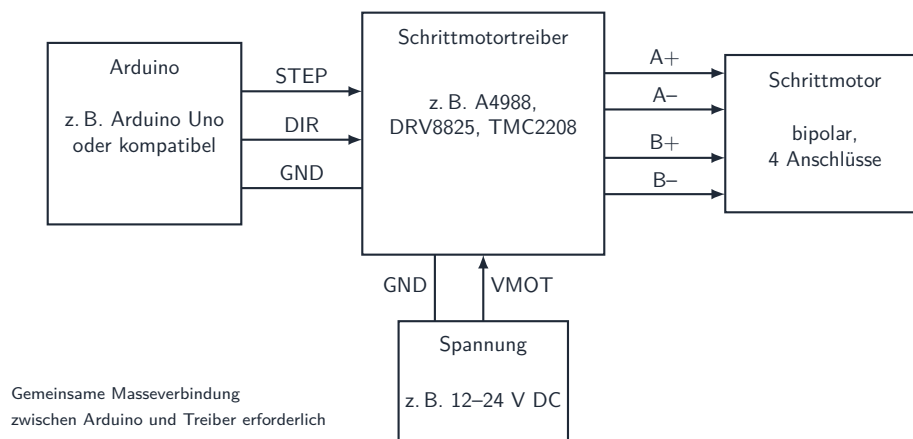
Gehäuseabmessungen (L × B × H)	100 × 100 × 30 mm
Gehäusegewicht	1600 g
Leervolumen (ohne Rührer)	50 ml
Durchmesser der Membranrondelle	80 mm
Aktive Membranfläche	50 cm <sup>2</sup>
Max. Betriebsdruck	40 bar bei 25 °C
Temperaturbereich	0 bis 100 °C
Werkstoffe der medienberührten Teile	AISI 304
Dichtung	1 x O-Ring 75×2 (oder ähnlich) aus EPDM, Viton oder Silikon
Einbaulage	beliebig
Schraubverbindungen	6 × Innensechskantschrauben M6 aus Edelstahl, Norm DIN 912 / ISO 4762, Werkstoff AISI 304.
Schrittmotor	42×42×23mm Schrittmotor Nema 17
Halterung	Halterung für HEXAMEM-80, 3D Druck, ABS, mit Halterung für Schrittmotor

---

## Schrittmotorsteuerung mit Arduino, Raspberry Pi und M5Stack

Der eingesetzte Schrittmotor kann mit gängigen Mikrocontroller- und Embedded-Plattformen wie Arduino, Raspberry Pi oder M5Stack betrieben werden. Diese Systeme ermöglichen eine flexible und anwendungsnahe Umsetzung der Motorsteuerung. Die Ansteuerung erfolgt typischerweise über standardisierte Step- und Dir-Signale. Hierbei gibt der Mikrocontroller Impulse vor, welche die Schrittbewegung des Motors definieren. Ein geeigneter Motortreiber ist erforderlich, um die notwendige Leistung bereitzustellen. Der Treiber übernimmt die Stromregelung und schützt die Steuerelektronik. Die Verbindung zwischen Steuerung und Treiber erfolgt über digitale Ein- und Ausgänge. Je nach Plattform stehen hierfür unterschiedliche Schnittstellen und Bibliotheken zur Verfügung.

Die Programmierung kann beispielsweise in Arduino (C/C++), Python oder MicroPython erfolgen. Dadurch lassen sich Drehzahl, Drehrichtung und Beschleunigungsprofile gezielt einstellen. Auch komplexe Bewegungsabläufe können softwareseitig realisiert werden. Die Integration in bestehende Mess- oder Automatisierungssysteme ist problemlos möglich. Insbesondere der Raspberry Pi eignet sich für die Einbindung in netzwerkbasierende Anwendungen. Arduino-basierte Systeme bieten eine robuste und einfache Echtzeitsteuerung. M5Stack-Systeme kombinieren kompakte Hardware mit integrierten Schnittstellen und Displayfunktionen. Die Parametrierung kann somit lokal oder remote erfolgen.



Für den Betrieb ist in der Regel eine externe Stromversorgung für den Motor erforderlich. Die Versorgungsspannung richtet sich nach den Spezifikationen des eingesetzten Treibers und Motors. Durch die modulare Struktur lassen sich unterschiedliche Leistungsanforderungen abdecken. Insgesamt ermöglicht dieser Ansatz eine präzise, reproduzierbare und flexibel anpassbare Steuerung des Schrittmotors.

[arduino.cc](https://arduino.cc)

[raspberrypi.com](https://raspberrypi.com)

[m5stack.com](https://m5stack.com)

## Performance-Daten

## Permeatfluss

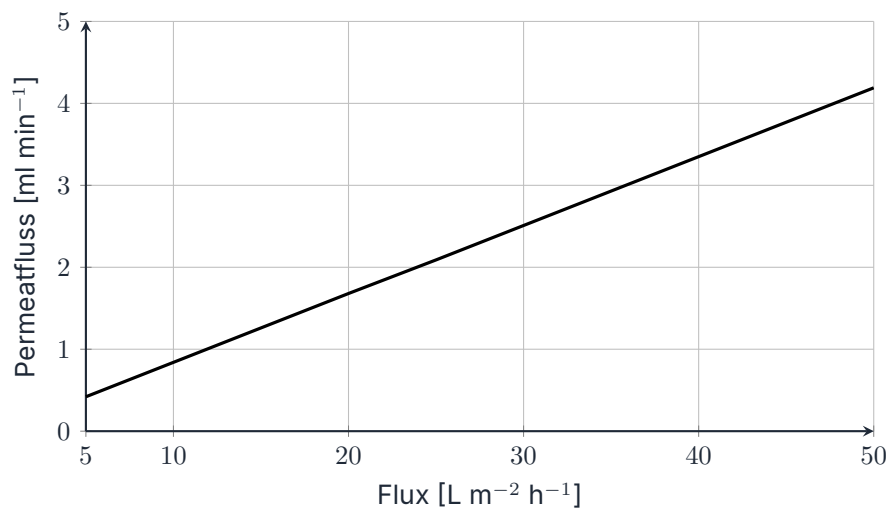


Abbildung 2: Permeatfluss in Abhängigkeit vom Flux für eine Membranrondelle mit einem Durchmesser von 80 mm.

## Rotationsgeschwindigkeit

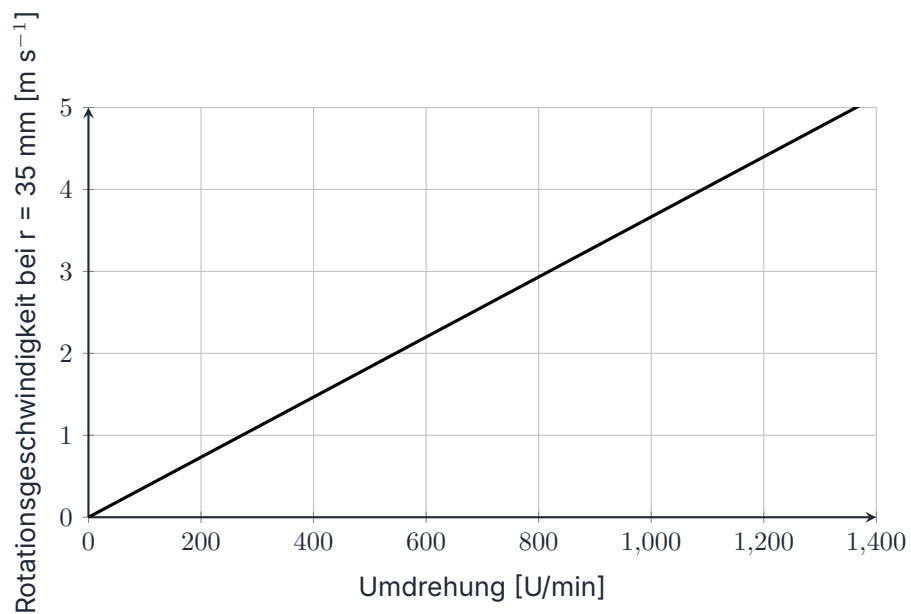


Abbildung 3: Rotationsgeschwindigkeit am Radius von 35 mm in Abhängigkeit von der Drehzahl (bis 5 m/s).

## Betriebsarten

### Betrieb mit Pumpe

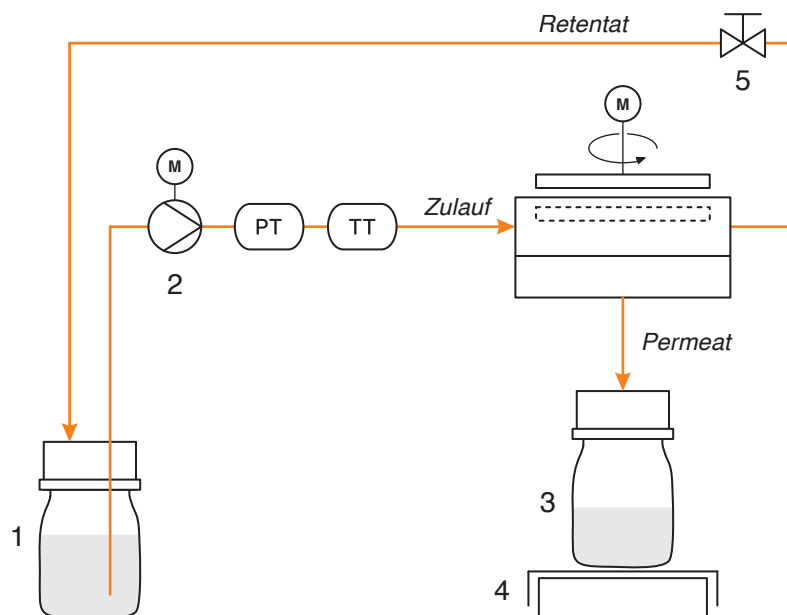


Abbildung 4: Betrieb mit Pumpe

Die Flüssigkeit wird aus einem Vorratsbehälter (1) (z. B. SCHOTT-DURAN) mittels einer Pumpe (2) angesaugt und druckregelt in die Messzelle gefördert.

Der Gegendruck wird über ein Feinreguliertventil (5) eingestellt. Die Überströmung in der Messzelle wird unabhängig vom Pumpendruck durch die Drehzahl des Rotors geregelt.

Das Permeat wird in einem Sammelbehälter (3) (z. B. SCHOTT-DURAN) aufgefangen, der auf einer Waage (4) positioniert ist. Der Wägewert wird über eine Schnittstelle kontinuierlich erfasst und mittels Software aufgezeichnet.

Auf Basis dieser Daten werden in Echtzeit der Flux sowie der Konzentrierfaktor und – abhängig von der Anwendung – weitere Kenngrößen berechnet.

Messinger Engineering bietet Unterstützung beim Aufbau entsprechender Messsysteme unter Verwendung frei verfügbarer Sensoren und Aktoren an.

## Betrieb mit Inertgas & Druckbehälter

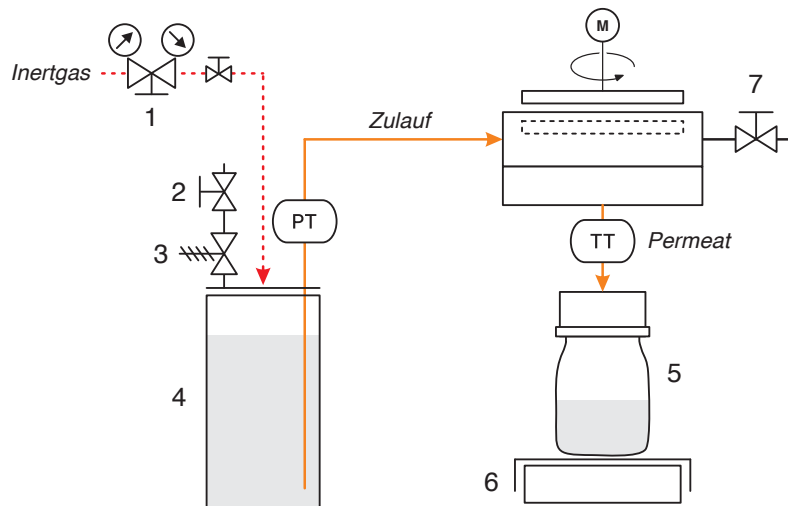


Abbildung 5: Betrieb mit Inertgas & Druckbehälter

Anstelle einer Pumpe kann Inertgas zur Druckerzeugung eingesetzt werden. Der erforderliche Betriebsdruck wird über ein Druckreduzierventil (1) (in der Regel zwei in Reihe geschaltete Ventile) eingestellt, das direkt an der Gasflasche angeschlossen ist. Entsprechende rein mechanische Druckreduzierventile werden von den Gaslieferanten als schlüsselfertige Lösungen angeboten.

Der Druckschlauch wird mit einem druckfesten Behälter (4) (Edelstahl, Volumen ca. 1L, ausgestattet mit Sicherheitsventil) verbunden, der die zu filtrierende Flüssigkeit enthält. Der Behälter verfügt über ein Sicherheitsventil (3) sowie ein Entlastungsventil (2).

Der Absperrhahn (7) am Ausgang der Messzelle bleibt während des Filtrationsprozesses geschlossen (Batch-Betrieb). Das Permeat (5) wird in einem Auffangbehälter gesammelt, der auf einer Waage (6) positioniert ist.

Auch für diese Versuchsanordnung bietet Messinger Engineering Unterstützung beim Aufbau von Messsystemen an.

## Betrieb und Wartung

- Messzelle wenn möglich nach jedem Versuch reinigen
- O-Ring Dichtung regelmässig auf Verschleiss prüfen
- Schrauben und Muttern regelmässig auf Verschleiss und Beschädigungen prüfen

## Anwendungen

### Membranscreening

Die Rührzelle dient der reproduzierbaren Untersuchung und dem Vergleich unterschiedlicher Membranen unter definierten Betriebsbedingungen. Durch die gezielte Durchmischung der Feedlösung wird die Konzentrationspolarisation reduziert und ein stationärer Filtrationszustand begünstigt. Die hexagonale Geometrie der Zelle verhindert eine Mitrotation der Flüssigkeit und führt zu einer verbesserten Anströmung der Membranoberfläche. Die Rührzelle ist für die systematische Untersuchung von Membraneigenschaften sowie von prozessrelevanten Einflussgrößen geeignet.

### Kleinstmengen

Die Rührzelle ermöglicht die Verarbeitung kleiner Flüssigkeitsvolumina unter kontrollierten Filtrationsbedingungen. Auch bei geringen Probenvolumina werden durch definierte Betriebsparameter reproduzierbare und vergleichbare Ergebnisse erzielt.

Zur Erreichung hoher Konzentrationsfaktoren kann der Ablauf geschlossen werden, sodass das zugeführte Volumen in der Messzelle aufkonzentriert

wird (Batch-Betrieb). Der Volumenkonzentrationsfaktor VKF ergibt sich aus dem Verhältnis des zugeführten Volumens zum verbleibenden Retentatvolumen.

Bei einem maximalen Arbeitsvolumen von 50 ml ist zur Erreichung eines Konzentrationsfaktors von  $VKF = 10$  ein Gesamtzufluss von 500 ml erforderlich.

#### Reinigungsversuche (CIP)

Nach Abschluss des Reinigungsprozesses kann die Membran entnommen, analysiert und anschliessend erneut in die Messzelle eingesetzt werden. Dies ermöglicht die wiederholte Untersuchung derselben Membran unter definierten Bedingungen. Veränderungen der Membranleistung sowie Ablagerungen und strukturelle Veränderungen können dadurch systematisch erfasst werden.

#### Mikrofiltration

Durch den Einsatz keramischer Mikrofiltration in Kombination mit einem Rückspülsystem (Messinger Engineering) können Versuche zur Enzymanwendung und Proteinreinigung mit keramischen MF- und UF-Membranen durchgeführt werden.

## Bestellung, Zubehör

### Bestellinformationen

Hexamem 80-304	Membrandurchmesser 80 mm, AISI 304
Anschlüsse	Bitte spezifizieren: F = Feed, R = Retentat, P = Permeat

### Technischer Vergleich SERTO vs. Swagelok 6 mm

Bei Swagelok sind Dicht- und Haltefunktion auf Vorder- und Hinterring aufgeteilt (Zweiringsystem), während bei SERTO die Funktion im Vergleich dazu kompakter über Klemmring, Mutter und Körper umgesetzt wird (Einringsystem).

Kriterium	SERTO 6 mm	Swagelok 6 mm
Systemtyp	Klemmringverschraubung (einring / zweiring je nach Serie)	Doppelklemmring-System (Front- und Backring)
Dichtprinzip	Metallisch dichtend, teilweise mit elastischer Unterstützung	Rein metallisch dichtend durch Verformung der Klemmrings
Montage	Einfach, weniger Drehmoment erforderlich	Präzise Montage mit definierten Umdrehungen
Wiederverwendbarkeit	Eingeschränkt, abhängig von Ausführung	Hoch, mehrfach lösbar bei korrekter Montage
Druckbereich	Mittel bis hoch (typisch bis ca. 400 bar, abhängig von Serie)	Hoch (bis über 600 bar möglich, abhängig von Material und Ausführung)
Temperaturbereich	Breit, materialabhängig (z. B. Edelstahl bis ca. 400 °C)	Sehr breit, materialabhängig (ähnlich oder höher je nach Legierung)
Werkstoffe	Messing, Stahl, Edelstahl	Breites Spektrum inkl. hochlegierter Stähle und Sonderwerkstoffe
Normen / Standards	Teilweise DIN / ISO orientiert	Starke eigene Standards, global etabliert
Leckrate	Niedrig, jedoch abhängig von Montagequalität	Sehr niedrig, für Hochrein- und Vakuumanwendungen geeignet
Vibrationsbeständigkeit	Gut	Sehr gut durch Doppelklemmring-System
Typische Anwendungen	Maschinenbau, Pneumatik, Hydraulik	Prozessindustrie, Chemie, Öl und Gas, Halbleitertechnik
Verfügbarkeit	Stark in Europa / Schweiz verbreitet	Weltweit sehr stark verbreitet
Kosten	Tendenziell günstiger	Tendenziell höherpreisig
Verfügbarkeit (Deutschland / Europa ohne Schweiz)	Gut verfügbar, jedoch stärker regional geprägt	Sehr gut verfügbar, breit etabliertes Vertriebs- und Service-netz in Europa

Tabelle 1: Technischer Vergleich SERTO vs. Swagelok 6 mm Verschraubungen

 Montage Serto, Video: <https://www.youtube.com/watch?v=v1bTAsQGd-0>

## Bewertung für Argon-Reinstgas und Hygieneanforderungen

Kriterium	SERTO 6 mm	Swagelok 6 mm
Eignung für Reinstgas (Argon)	Bedingt geeignet, abhängig von Serie und Oberflächenqualität	Sehr gut geeignet, speziell für High-Purity Anwendungen ausgelegt
Totvolumen	Moderat, konstruktionsbedingt etwas höher möglich	Gering, optimiert für minimale Toträume
Oberflächenqualität innen	Standard industriell, optionale Verbesserungen möglich	Sehr hohe Oberflächenqualität (elektropoliert verfügbar)
Partikelgenerierung bei Montage	Möglich bei unsachgemässer Montage	Sehr gering bei korrekter Montage (kontrollierte Verformung)
Leckdichtheit (He-Lecktest)	Gut erreichbar, jedoch abhängig von Ausführung	Sehr hoch, typisch für Vakuum- und Reinstgasanwendungen geeignet
Reinigbarkeit	Gut, jedoch konstruktiv begrenzt bei hohen Anforderungen	Sehr gut, für Cleanroom- und High-Purity-Systeme geeignet
Hygienisches Design	Besser geeignet, da die Ausführung innen bündig ist und Toträume minimiert werden	Standard-Klemmringverschraubung wenig hygienegerecht; für hohe Anforderungen eher dedizierte Sanitary-Systeme
Zertifizierungen / Standards	Weniger spezifische Reinstgasfreigaben	Umfangreiche Spezifikationen für High-Purity und UHP-Anwendungen
Montagesicherheit (kontaminationsarm)	Gut, jedoch stärker abhängig vom Monteur	Sehr hoch durch klar definierte Montageprozeduren
Langzeitstabilität (Reinstgas)	Gut in Standardanwendungen	Sehr hoch, auch bei kritischen Medien und Bedingungen
Typische Einsatzempfehlung	Industrie-Gase mit moderaten Reinheitsanforderungen	Reinstgasversorgung, Halbleitertechnik, Analytik

Tabelle 2: Bewertung SERTO vs. Swagelok 6 mm für Argon-Reinstgas und Hygieneanforderungen

### Zubehör (separat zu bestellen)

Dichtungen	Ersatzdichtungen und O-Ringe (Viton, EPDM, Silikon)
Permeat Carrier	Gesinterte Rondelle (Kunststoff oder Edelstahl)
Anschlüsse	Adapter und Anschlusssets (z. B. Serto, Swagelok, Tri-Clover)
Mess- und Labortechnik	Sensoren, Messaufnehmer, Waagen, Probensammler und Pumpen (Messinger Engineering)
Rotoren	Rotoren mit integrierten Magneten, hergestellt im 3D-Druck
Reinigungsmittel	Reinigungslösungen (Halag Chemie AG, Schweiz)

### UF Flachmembranen Alfa-Laval (separat zu bestellen)

Die UF-Membranen der Alfa-Laval GRxxPP-Serie zeichnen sich durch ihre hohe chemische Beständigkeit sowie ihre robuste mechanische Stabilität aus, was sie besonders für anspruchsvolle Filtrationsprozesse prädestiniert. Durch die definierte Molekulargewichtsgrenze (MWCO) ermöglichen sie eine präzise Trennung von Makromolekülen bei gleichzeitig hoher Permeabilität. Zudem gewährleistet die Polypropylenbasis (PP) eine gute Fouling-Resistenz und eine lange Lebensdauer im Betrieb.

Typ	Modell	Grösse	MWCO (kD)
Flat sheet UF membrane	GR40PP	20 × 20 cm	100
Flat sheet UF membrane	GR60PP	20 × 20 cm	20
Flat sheet UF membrane	GR61PP	20 × 20 cm	14
Flat sheet UF membrane	GR80PE	20 × 20 cm	10
Flat sheet UF membrane	GR80PP	20 × 20 cm	10
Flat sheet UF membrane	GR90PE	20 × 20 cm	5
Flat sheet UF membrane	GR90PP	20 × 20 cm	5
Flat sheet UF membrane	GR95PP	20 × 20 cm	2

Tabelle 3: Übersicht UF-Flachmembranen Fa. Alfa-Laval, PP = Polypropylen Backing, PE = Polyester Backing, je 4 Blatt pro Packung

Aus einem quadratischen Membranblatt mit den Abmessungen 20 × 20 cm können maximal vier Rondellen mit einem Durchmesser von 80 mm ausgestanzt werden.

## UF Flachmembranen Unisol (separat zu bestellen)

[Website Unisol Deutschland](#)

Typ	Modell	Grösse	MWCO (kD)
Flat sheet UF membrane	UPS005-P	20 × 30 cm	5
Flat sheet UF membrane	UPS010-P	20 × 30 cm	10
Flat sheet UF membrane	UPS020	20 × 30 cm	20
Flat sheet UF membrane	UPS100	20 × 30 cm	100
Flat sheet UF membrane	UPS150-P	20 × 30 cm	150

Tabelle 4: Übersicht UF-Flachmembranen Fa. Unisol, je 4 Blatt pro Packung

Aus einem Membranblatt mit den Abmessungen 20 × 30 cm können maximal sechs Rondellen mit einem Durchmesser von 80 mm ausgestanzt werden.

## Versuchsaufbauten

Messinger Engineering stellt ein breites Portfolio an Aktoren (Pumpen, Ventile) und Sensorik (u.,a. für Durchfluss-, Massen- und Temperaturmessung) bereit. Alternativ werden geeignete Komponenten qualifizierter Fremdhersteller empfohlen, deren Beschaffung durch den Kunden erfolgt.

## Dokumentation

Die Dokumentation HEXAMEM umfasst eine Betriebsanleitung, ein Sicherheitsdatenblatt sowie eine Gefahrenanalyse; Stand März 2026 befinden sich diese Unterlagen in Ausarbeitung.

## Sicherheitshinweise

- Maximal zulässigen Betriebsdruck nicht überschreiten
- Chemische Beständigkeit aller medienberührten Materialien vor Einsatz prüfen
- Nur geschultes Fachpersonal einsetzen
- Vor Öffnen der Messzelle System drucklos machen
- Beschädigte Dichtungen oder Bauteile umgehend austauschen

## Hersteller / Kontakt

Hersteller: Messinger Engineering  
 Adresse: David-Hess-Weg 34, CH-8038 Zürich  
 Telefon: +41 79 390 60 48  
 E-Mail: info@membranfiltration.ch

Besonderer Wert wird auf eine europäische Lieferkette gelegt. Die Messzellen werden in Europa in einem spezialisierten Fachbetrieb auf modernen CNC-Maschinen gefertigt.