

Polymermembranen

Sebastian Brehm, 12.01.2015

Gliederung

- Membrane
 - Aufbau und Funktion
 - Phaseninversion
- Membranmaterialien
 - Polysulfon
 - Polyethylensulfon
 - Polyetherimid
 - Weitere
- Membranherstellung
 - TIPS-Verfahren
 - NIPS-Verfahren
- Anwendungsgebiete
 - Dialyse
 - Umkehrosmose
- Quellen

Membran

- lat. Membrana = die Haut
- Zwischenphase zwischen zwei benachbarten Phasen
- Ermöglicht Stoffaustausch zwischen den Phasen:
 - Permeabilität
 - Semipermeabilität
- Selektive Barriere (Selektivität)
- Einsatz in Natur und Technik (Filtration)

Aufbau und Funktion

- 2 Modelle des Stofftransports:
 - Lösungs-Diffusions-Modell (dichte Membran)
 - Hydrodynamisches Modell (Porosität)
- Einteilung:

Filtration	Mikrofiltration	Ultrafiltration	Nanofiltration	Umkehrosiose
Größenordnung	> 0.1 μm	1000 ... 2 nm	< 2 nm	< 100 g/mol
	Porenfluss			Diffusion

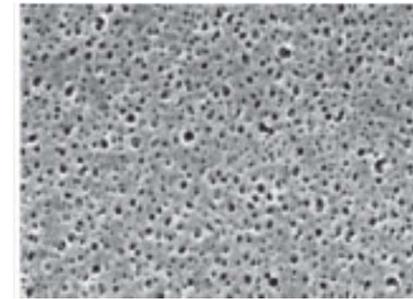
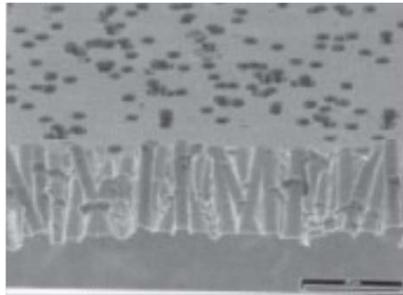
- Triebkraft: Druck, Konzentrationsunterschied, (E-Feld)

Folie 4

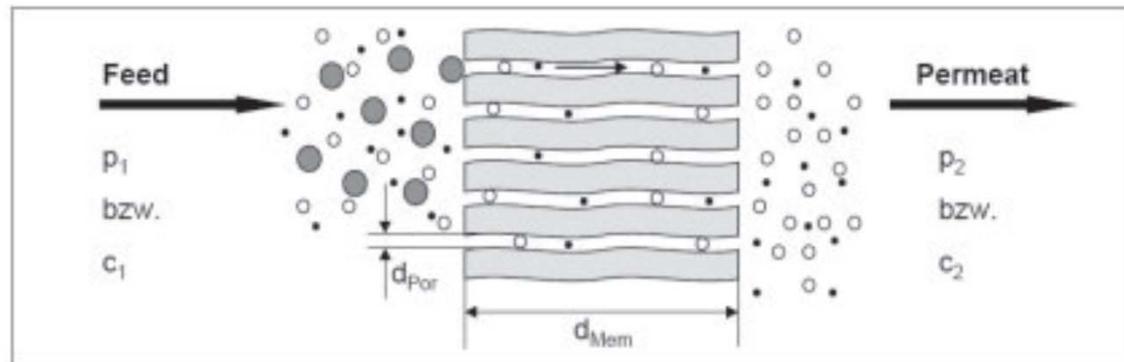
- S1** **homogene membran**
Sebse; 11.01.2015
- S2** **dichte membran**
Sebse; 11.01.2015

Aufbau und Funktion

- Kontinuierliche/diskontinuierliche Poren



- Schema:



Aufbau und Funktion

- Integral asymmetrische Porenverteilung



- Integral asymmetrisch \Leftrightarrow isoporös

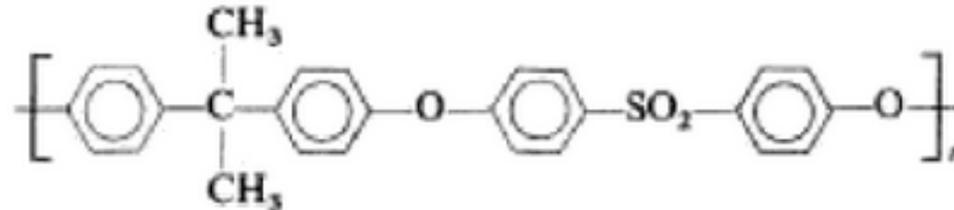
Phaseninversion

- Umkehr der Phasenlage
- Phasenseparation:
räumliche Entmischung einer Emulsion oder Suspension in 2 nicht mischbare Phasen

=> Wichtiger Prozess für Membranherstellung

Membranmaterialien

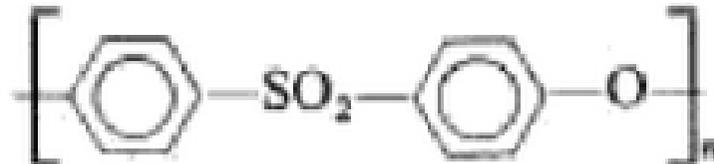
Polysulfon (PSU)



Wilhelm Keim - Kunststoffe: Synthese
Herstellungsverfahren ...

- Darstellung aus Bisphenol A Salz und Sulfonylchloriden
- Amorpher Kunststoff: starr, hochfest und sehr transparent
- Gute Chemikalienbeständigkeit: aber löslich in organischen Lösungsmitteln
- Hochleistungskunststoff: Spritzgießen, Extrudieren und Warmumformen

Polyethersulfon (PES)

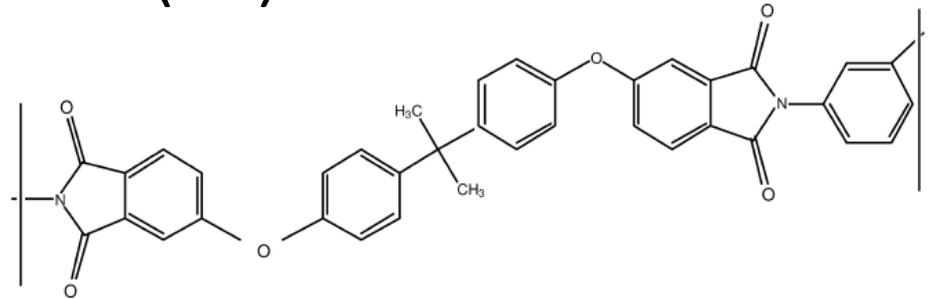


Wilhelm Keim - Kunststoffe: Synthese
Herstellungsverfahren ...

- Darstellung: Polykondensation von Sulfonen mit Phenolaten (Ethergruppen)
- Noch fester, steifer als PSU
- Günstiges Brandverhalten, Hochtemperaturbeständig
- Ausgezeichnet Kriechbeständig

S4 höchste Temperatur für Kunststoff
Sebse; 12.01.2015

Polyetherimid (PI)



http://www.wiley-vch.de/books/sample/3527309799_c01.pdf

- Darstellung durch Polykondensation von Bisphthalsäureanhydrid und 1,3-Diaminobenzol
- Große mechanische Festigkeit
- Hohe Thermobeständigkeit
- Gutes Filmbildungsvermögen
- Relativ kostengünstig

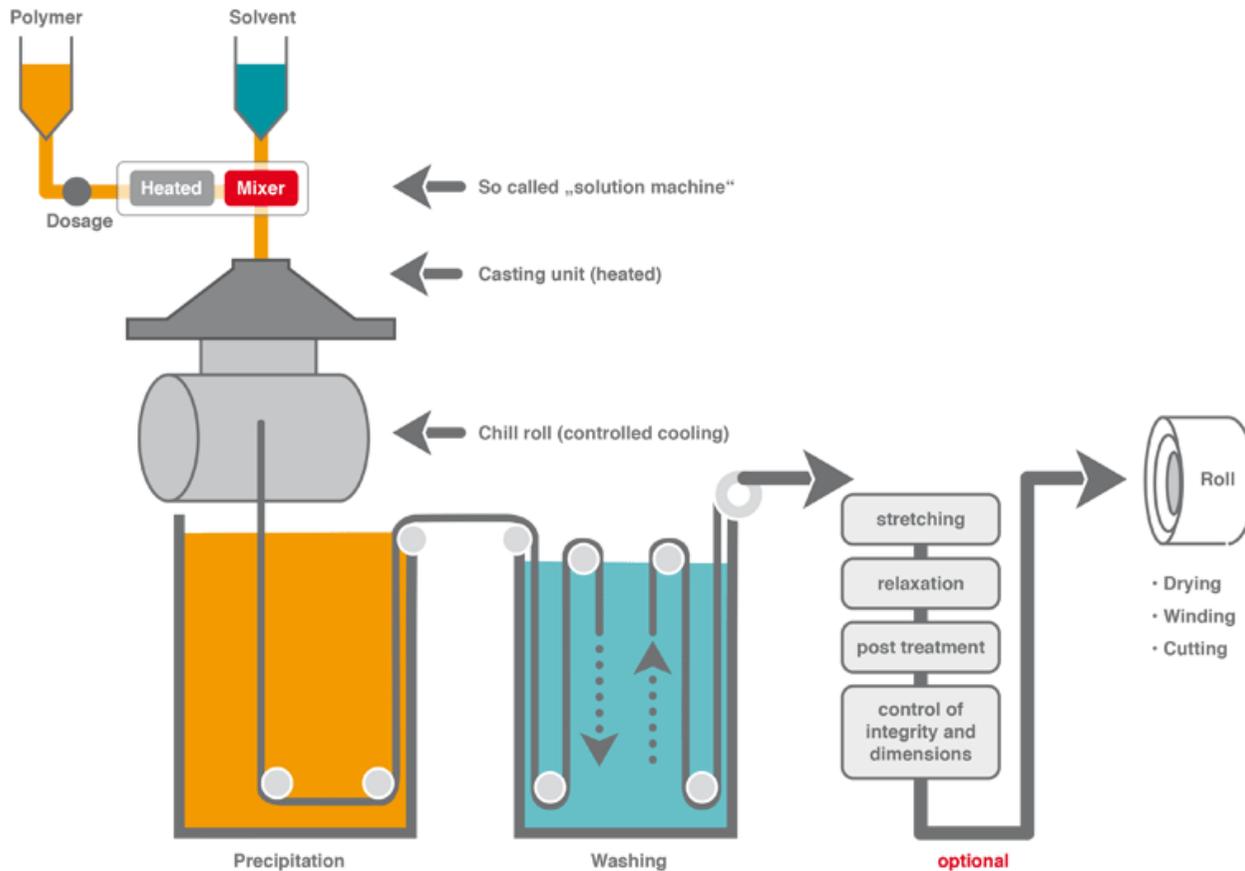
Weitere Materialien

- Cellulose
- Polytetrafluorethylen (PTFE)
- Polyamid (PA)

Membranherstellung

- 2 Arten der Herstellung von Membranen:
 - Flachmembran
 - Hohlfaser
 - (Wickelmodul)

Thermisch induzierte Phasenseparation (TIPS)



- Polymer + Lösemittel mit oberer kritischer Lösungstemperatur
- Lösung wird bei hoher Temperatur gegossen
- Abkühlen führt zum Entmischen

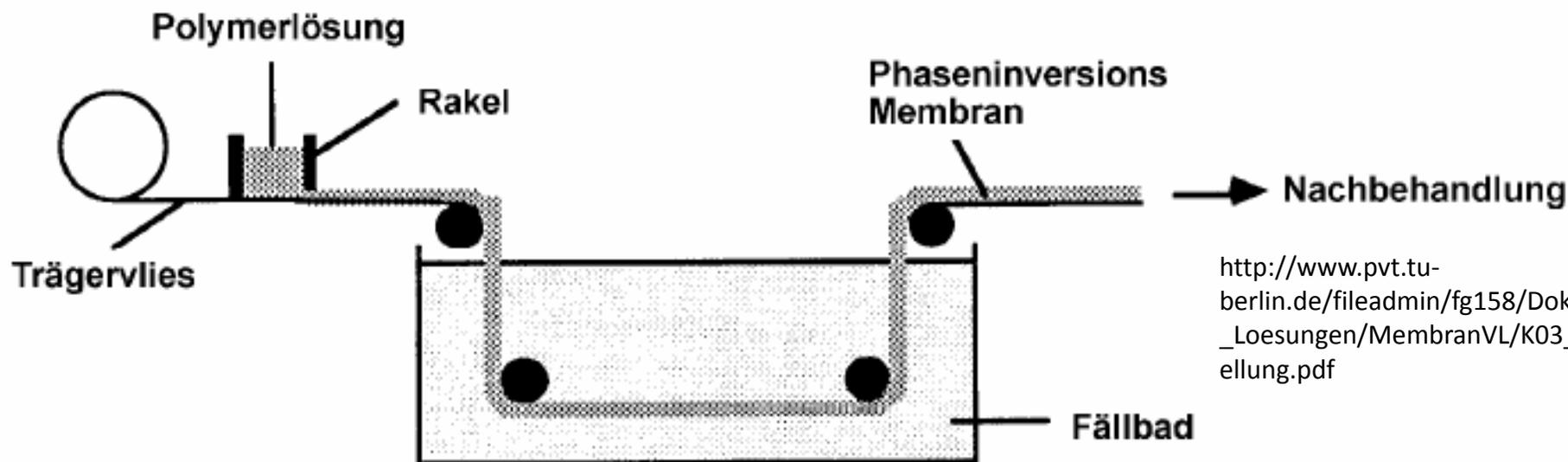
TIPS Processes for Flat Sheet Membranes

Folie 14

- S5** Lösemittel bspw. Dimethylacetamid
 Sebse; 12.01.2015

- S6** interessant für schwerlösliche (Polypropylen)
 Sebse; 12.01.2015

Nicht-Lösungsmittel induzierte Phasenseparation (NIPS)



http://www.pvt.tu-berlin.de/fileadmin/fg158/Dokumente/Skript_Loesungen/MembranVL/K03_Membranherstellung.pdf

- Industriell am häufigsten eingesetztes Verfahren
- Isotherme Phaseninversion
- Phasenseparation durch ein Fällmittel/Nicht-Lösungsmittel (Wasser)
- Austausch des Lösungsmittels gegen Fällungsmittel
- Bildung einer anisotropen Porenstruktur

S7 Prod.geschw. zwischen 2 und 50 m/min
Sebse; 12.01.2015

Einflussfaktoren

- Zeit
- Polymerkonzentration
- Lösungsmittel
- Additive
- Temperatur
- Variation des Fällungsbades

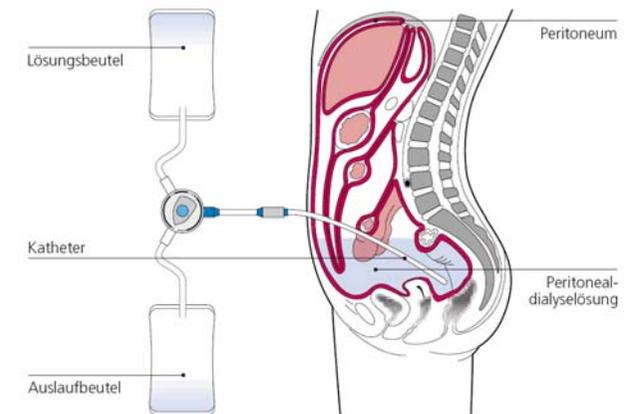
Weitere Methoden

- Verdampfungsinduzierte Phasenseparation (EIPS)
- Dampfinduzierte Phasenseparation (VIPS)

Anwendungsgebiete

Dialyse

- Niere entgiftet Körper (bildet Urin)
- Niereninsuffizienz bspw. Aufgrund von Diabetes
⇒ Mögliche Blutvergiftung, die zum Tod führen kann
- Dialyse „ersetzt“ Funktion der Niere
- Möglichkeiten der Nierenersatzbehandlung:
 - Peritonealdialyse (PD) (Bauchfell als natürliches Filterorgan)
 - Blutwäsche über eine Membran: Hämodialyse (HD)

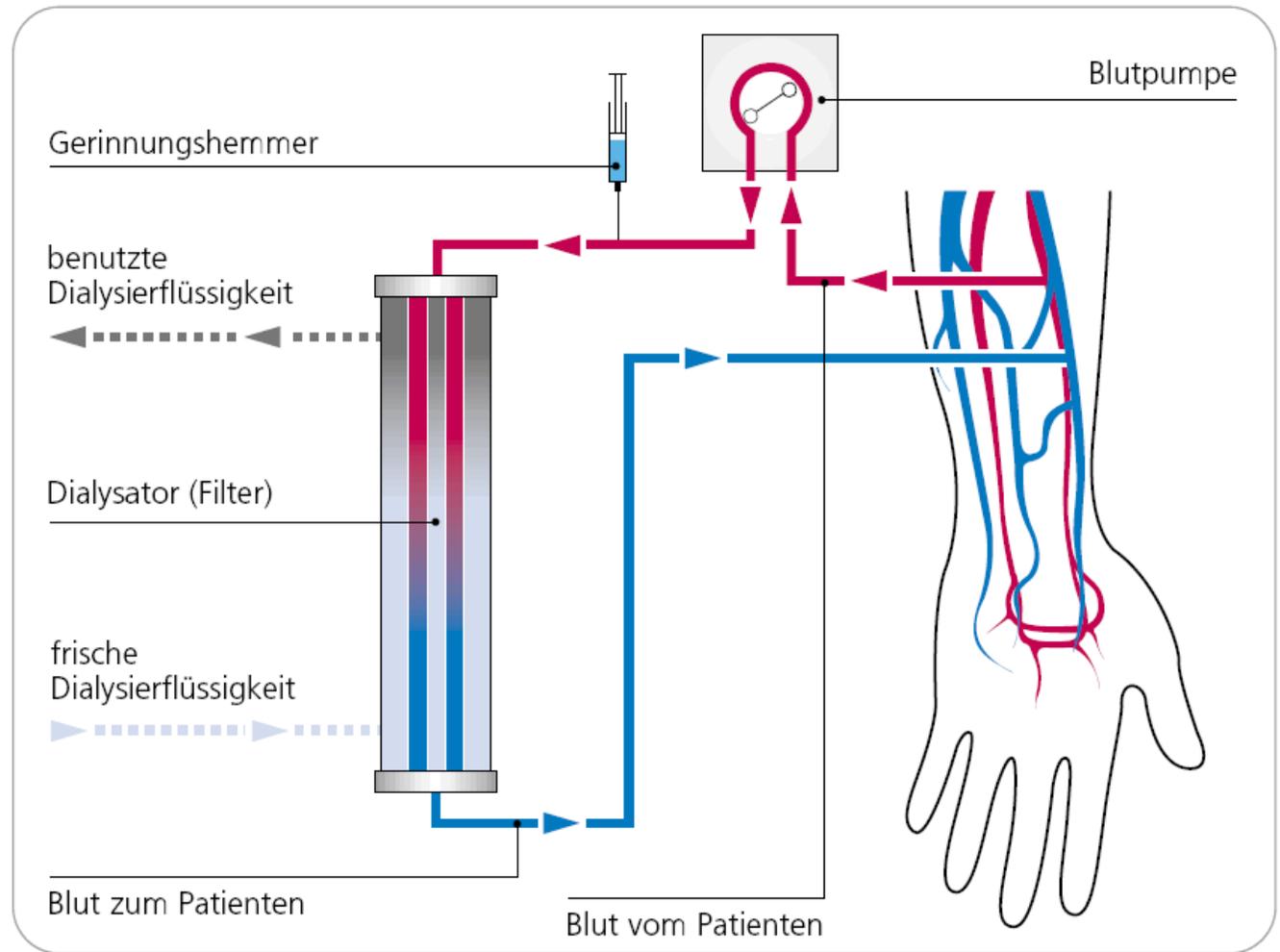


Vortrag Fresenius
Med. Care

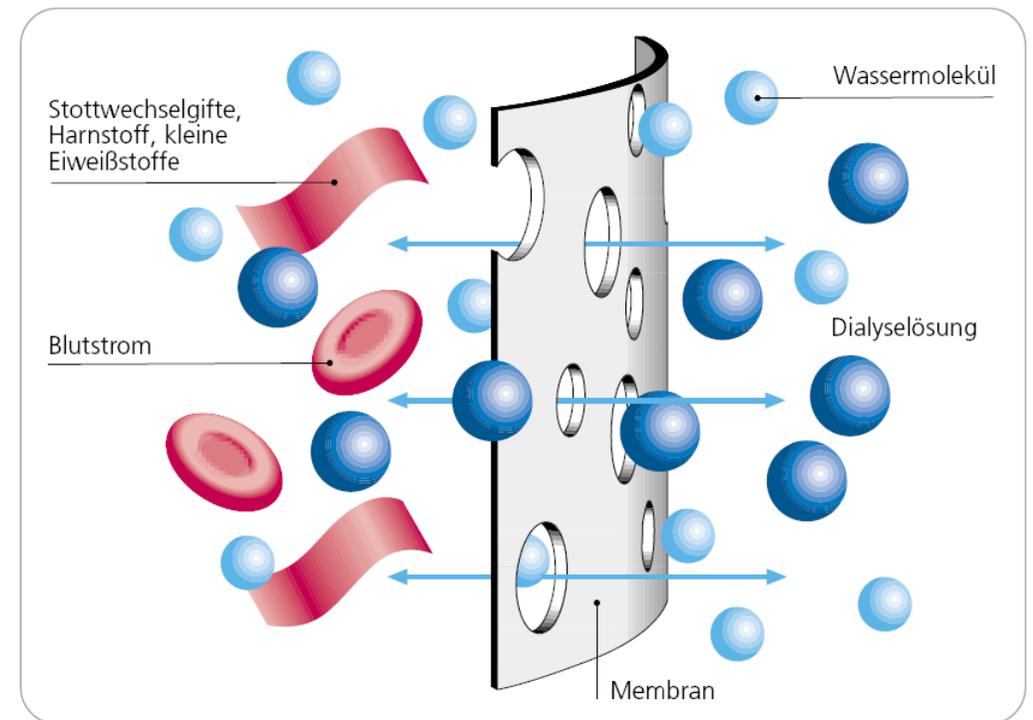
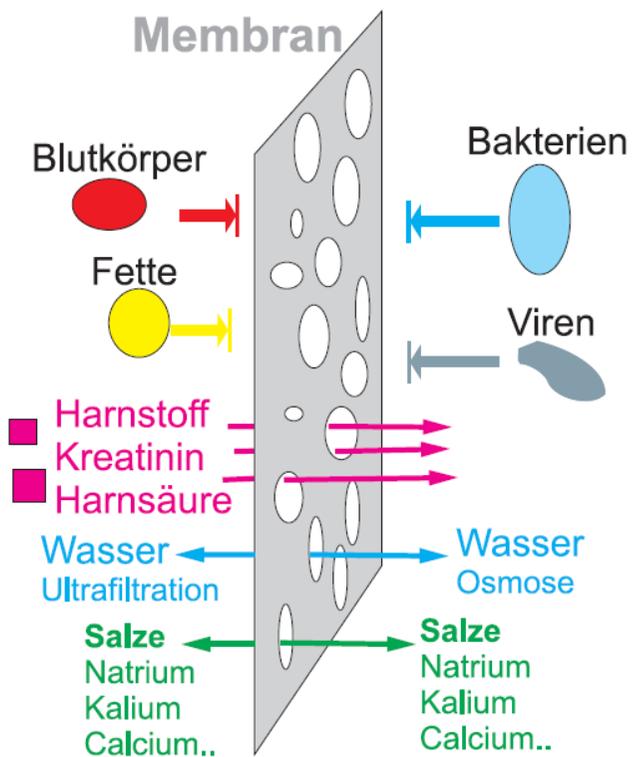
Hämodialyse



Vortrag Fresenius
Med. Care

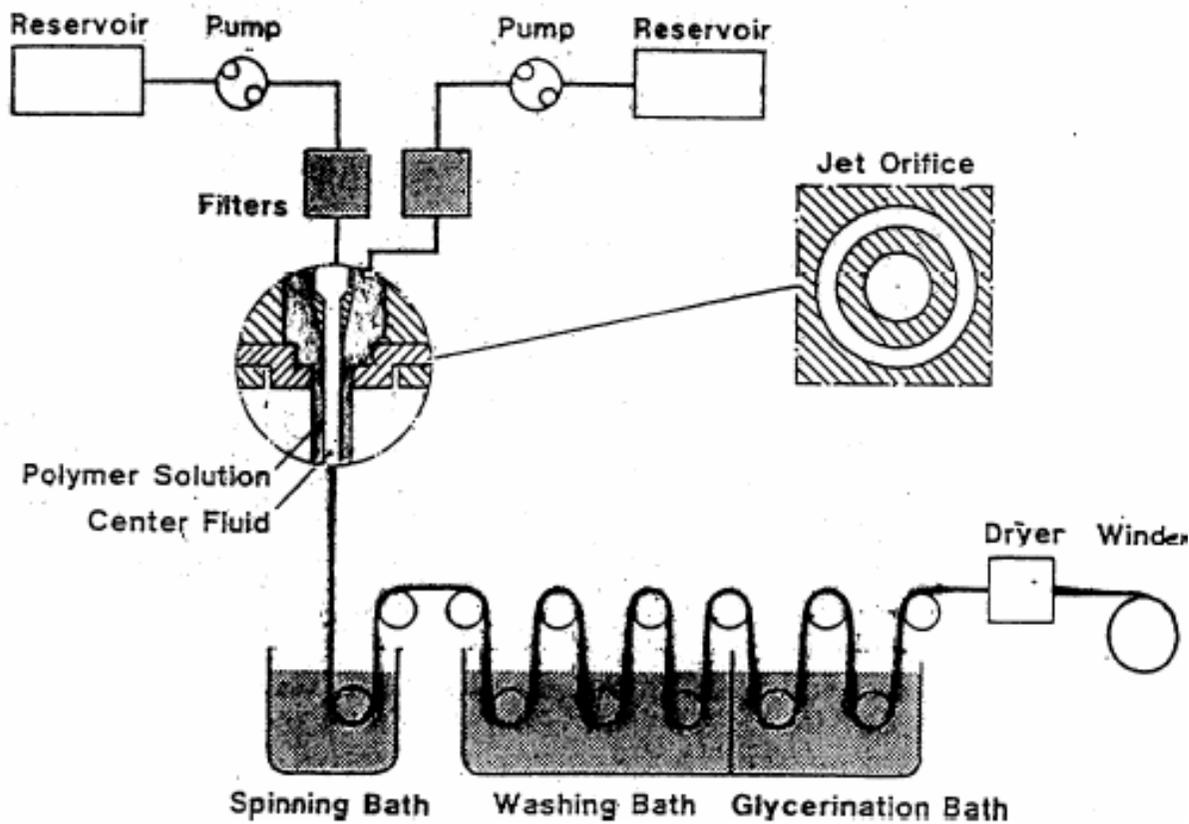


Dialysatormembran



Vortrag Fresenius
Med. Care

Membranhohlfasern



http://www.pvt.tu-berlin.de/fileadmin/fg158/Dokumente/Skripte_Loesungen/MembranVL/K03_Membranherstellung.pdf

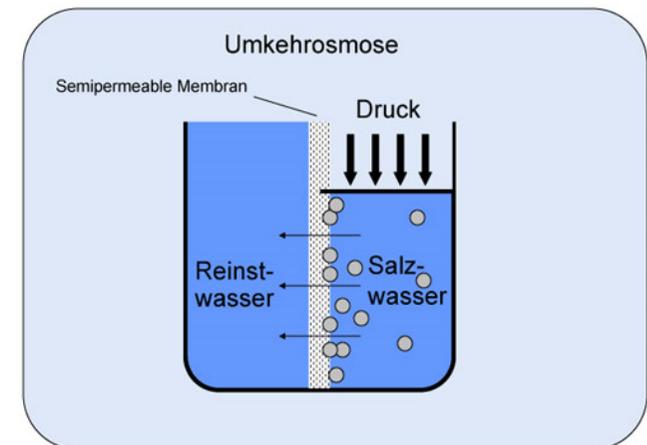
Video Herstellung Membranhohlfasern



Fresenius Med. Care
<https://www.youtube.com/watch?v=leDdwz7uEwI>

Umkehrosmose

- Verwendung dichter Membranen (häufig Cellulose -> PSU)
- Natürlicher Osmose-Prozess wird umgekehrt
- Aufbringen eines Drucks
- Aufkonzentrieren von in Flüssigkeiten gelösten Stoffen durch eine semipermeable Membran
- Nutzung zur Aufbereitung von Trinkwasser:
 - Abwasser
 - Meerentsalzung



<http://www.fumatech.com/NR/rdonlyres/DBFD618E-EDC6-4B2E-9F1E-925C210639A5/13122/umkehrosmose1.jpg>

Gore-Tex Membranen

- Membranen aus Polytetrafluorethylen (PTFE)
- Die Poren lassen Dampf durch
- Wassermoleküle sind jedoch größer
- Anwendung bspw. für Outdoor-Textilien

Quellen

- https://cuvillier.de/uploads/preview/public_file/1640/9783869553665.pdf
- http://duepublico.uni-duisburgssen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-37857/Dissertation_Yavuz.pdf
- https://books.google.de/books?id=9x2ievWKBzWC&pg=PT128&lpg=PT128&dq=polyethersulfone+herstellung&source=bl&ots=nS4ooXDkYC&sig=YppPQP2x_EFVeIbqKZx8RV7yPqE&hl=de&sa=X&ei=fL6yVPKQLdDwaLLzgpAM&ved=0CE8Q6AEwCA#v=onepage&q=polyethersulfone%20herstellung&f=false
- https://books.google.de/books?id=8SwGh1XnovQC&pg=PT15&lpg=PT15&dq=membranf%C3%A4llung&source=bl&ots=NwzJ44oK_Y&sig=BN55n0_b7V-wVwoWe8nyky1YNBE&hl=de&sa=X&ei=5nuyVOG9KYjnaLHZgdAF&ved=0CCQQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false
- http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-33192/Dissertation_Stahra.pdf
- http://www.pvt.tu-berlin.de/fileadmin/fg158/Dokumente/Skripte_Loesungen/MembranVL/K03_Membranherstellung.pdf