

Hemodialyse hardware: Extra corporeel circuit Kunstnier Toestel



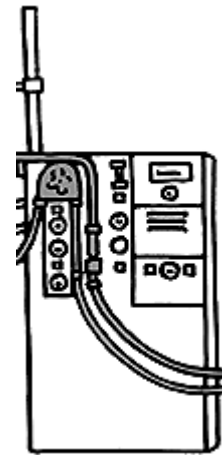
Luc Vonckx



Universitair Ziekenhuis Brussel

Dialyse hardware

- Extra corporeel circuit
- Kunstnier
- Dialysetoestel



Extra corporeel circuit

- Functie
 - Bloed transport ⇔ kunstnier
- Bloed inhoud 125 tot 250 ml
- # onderdelen?
 - Klassieke set in delen
 - Arteriëel / Veneus / HDF
 - Cassette één deel



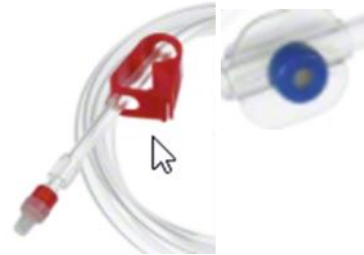
Extra corporeel circuit

- Medische PVC
 - Stevig (geen knikken)
- Intern zeer glad
 - Geen bloed beschadiging
 - Geen achterblijvende lucht
- Patiënt connectie
 - Luer lock connector op naald of katheter
- Kunstnier connectie
 - Vrouwelijke DIN connector



Extra corporeel circuit

- Klemmen en injectiepoort



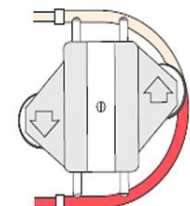
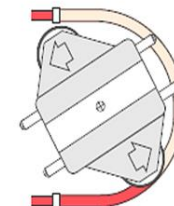
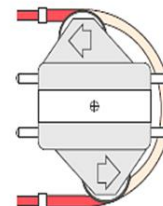
- Druppelkamer

- Luchtvangerv
- Drukcontrole via filterlijntje



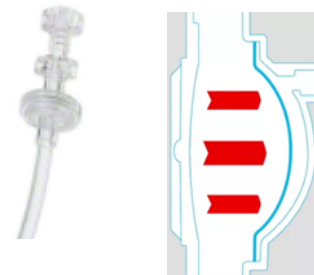
- Bloedpomp segment

- Sterk, veerkrachtig
- Grotere diameter
- Draait in bloedpomp



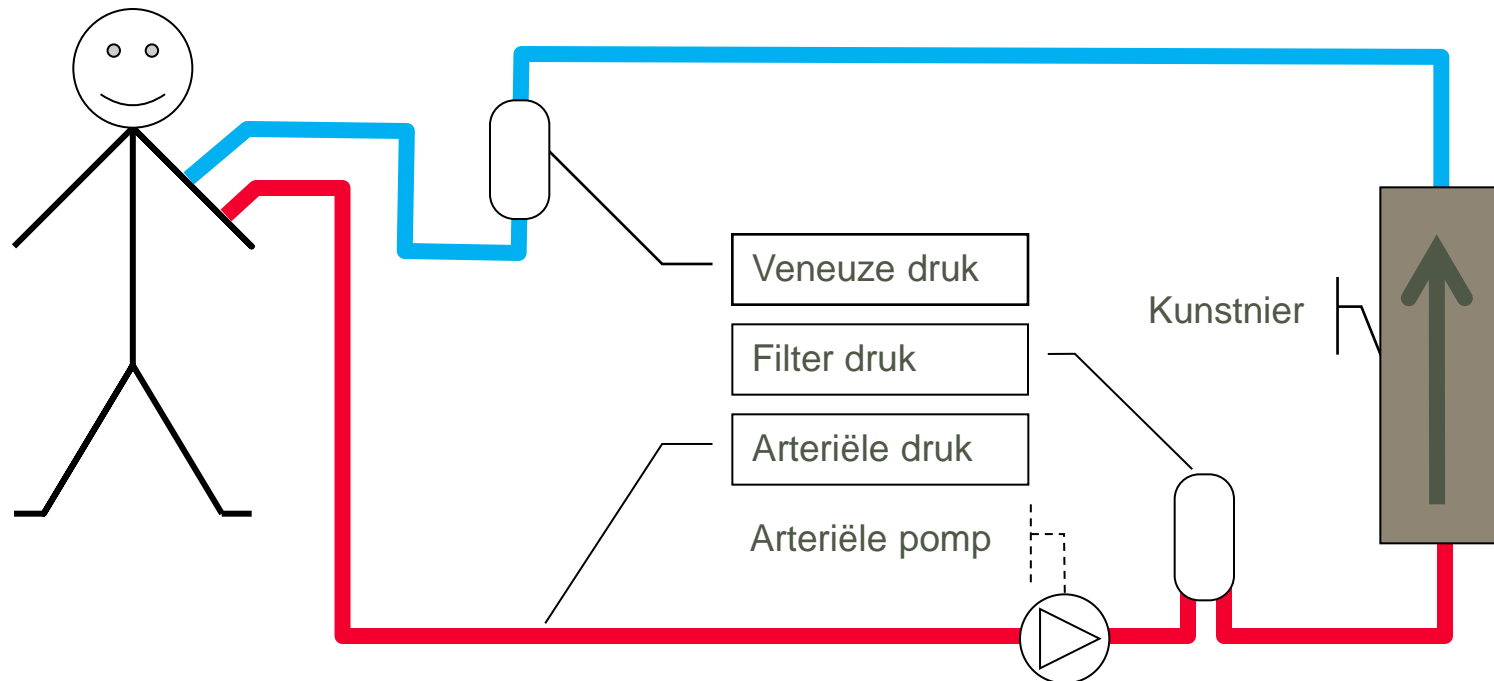
Extra corporeel circuit

- Heparine (medicatie)
 - Op arteriële lijndeel
- Perfusie aansluiting
 - Toedienen bolus of medicatie
- Drukfilters
 - Tussen druklijn en toestel sensor
 - Moet droog blijven



Extra corporeel Bloedcircuit

- Arteriële / veneuze naald / katheter
- Arteriële pomp levert bloeddebiet
- drukmetingen



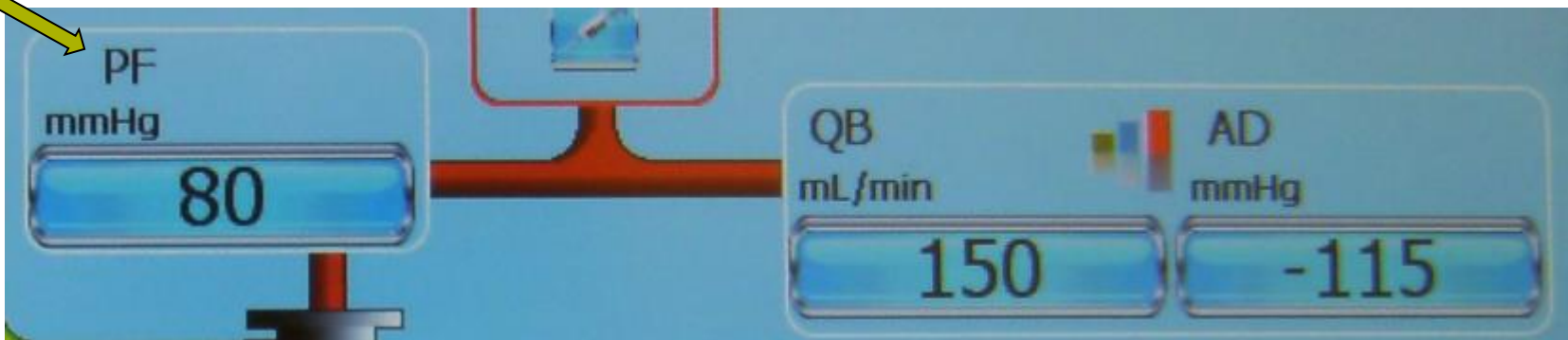
Drukalarmen

- Alarm arteriële druk
 - Vaat toegang
 - Knik in arteriële bloedlijn
 - Naald positie (fistel)
 - Te hoog ingesteld bloeddebiet
 - Katheter probleem
 - Bloeddrukval



Drukalarmen

- Alarm (pre-)filter druk
 - Stolling
 - Plotse stijging veneuze druk
 - Te hoog ingesteld debiet Q_b
 - Knik bloedlijnen kunstnier



Drukalarmen

- Alarm veneuze druk

- Plots te laag

- Veneuze disconnectie
- Belangrijke stolling kunstnier

- Te hoog

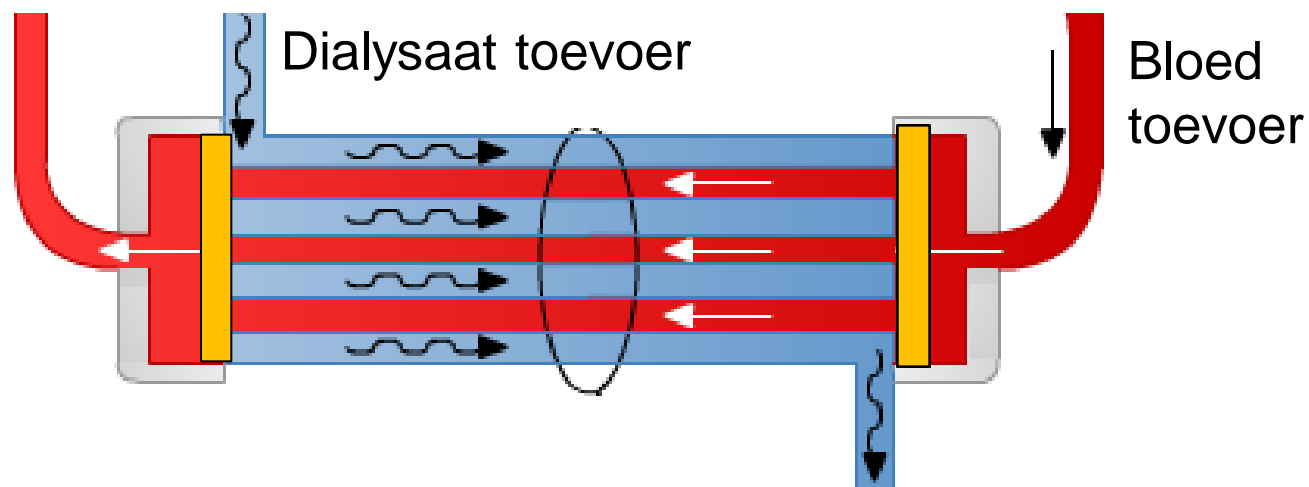
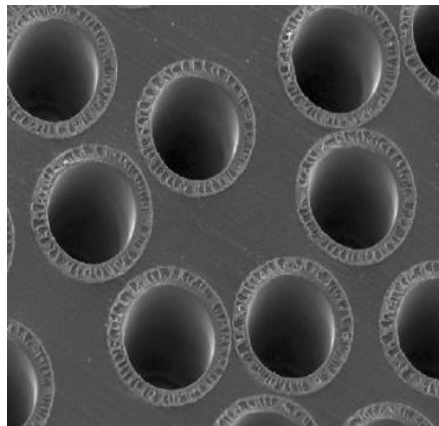
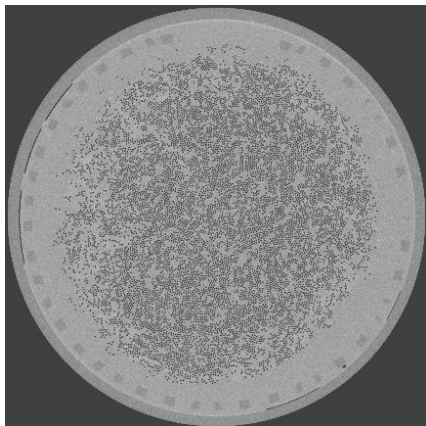
- Katheter obstructie
- Stolling druppelkamer
- Positie veneuze naald
- Knik veneuze lijn
- Stenose



Drukalarmen tips

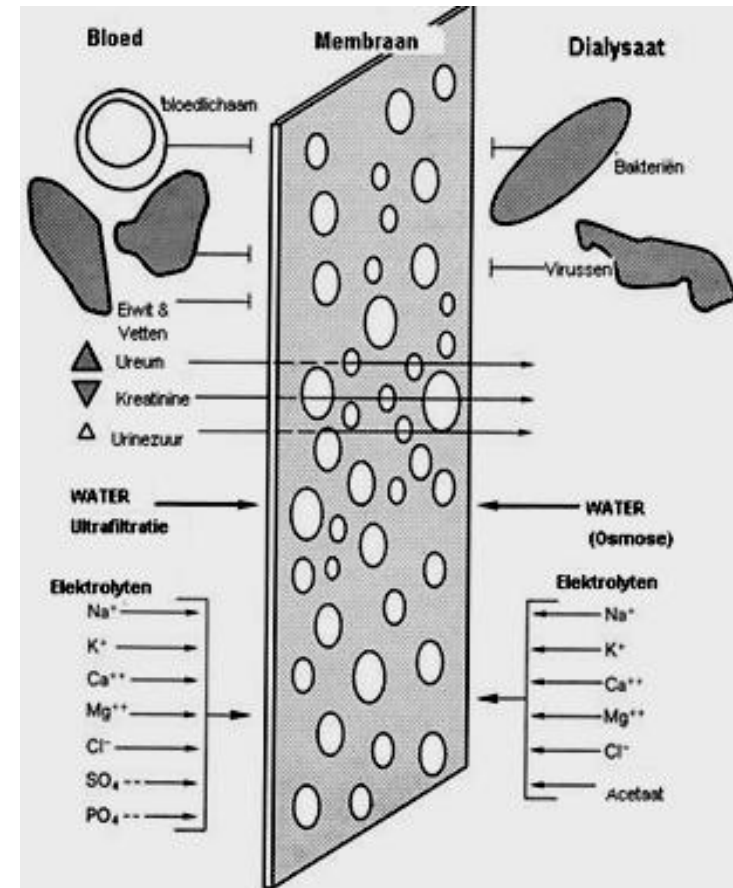
- **Controleer eerst de patiënt:**
 - Bloeddruk te laag
 - Naalden en katheter (connectie & positie)
 - Veel patiënt agitatie geeft veel alarmen
- Druk eenmalig op “**doorgaan**”(reset alarm)
- Bij blijvend alarm :
 - Controleer het circuit
 - Stolling kunstnier of druppelkamer
 - Geknikte PVC lijnen
 - Druklijnen en filters droog
 - Snelheid bloedpomp te hoog

Kunstnier



Kunstnier (membraan)

- Tot 12000 holle vezels (capillairen)
- Ca 60 tot 100 mL bloed intern.
- Tot 2,5 m² membraanoppervlakte
- Bloedzijde en dialysaat compartiment
 - Deels doorlaatbaar membraan
- Doorlaten afvalstoffen, ionen en water
- Tegenhouden virussen, bacteriën



Kunstnier karakteristieken

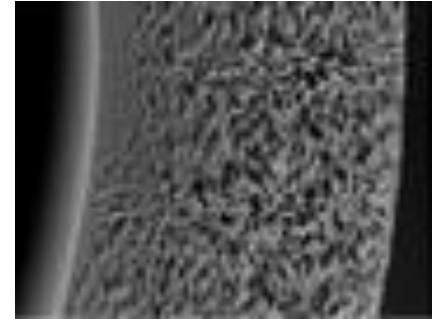


- Kuf ultrafiltratie coëfficiënt = water permeabiliteit
 - Low flux KN (<15 ml/u/mmHg)
 - Minder complexe apparatuur en waterbehandeling
 - High flux KN (>40 ml/u/mmHg)
 - Nauwkeurige ultrafiltratie controle (vochtbalans)
 - Strengere eisen voor water & dialysaat
 - Extra filters & desinfectie
- KoA maximale theoretische klaring (ml/min)
- Ureumklaring (Qb 200 en Qd 500 ml/min)
- Adsorptie eigenschappen
- Sterilisatiemethode (gas / straling / stoom)

Kunstnier materialen

Natuurlijke en synthetische polymeren

- CTA
 - Cellulose triacetaat
- PEAS
 - Polyarylethersulfone
- PAN
 - Polyacrylonitril
- PS
 - Polysulfon
- PES
 - Polyethersulfon
- PMMA
 - Polymethylacrylaat



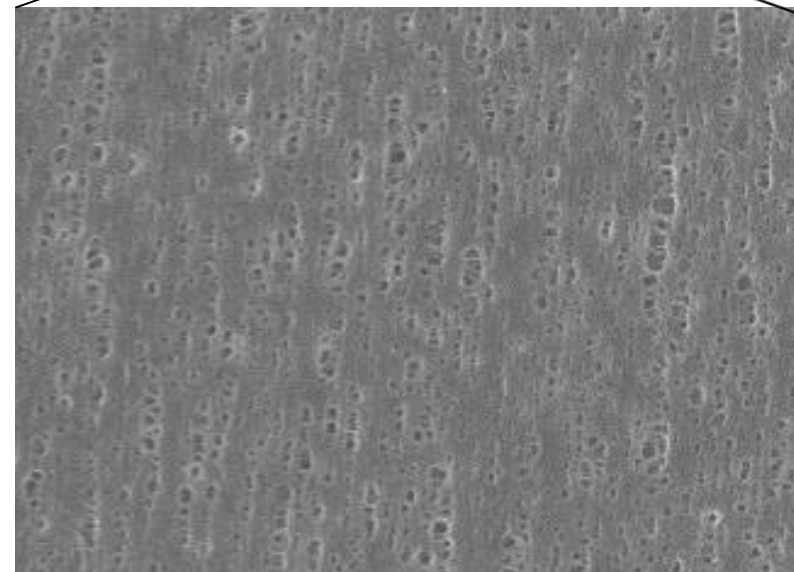
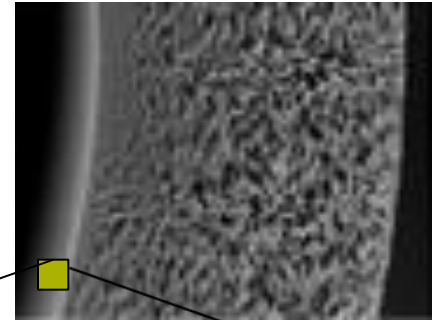
Kunstnier holle vezel

- Pore diameter ↔ membraan dikte

- Boterham?
- Gruyère kaas?
- Vliegenraam?
- Spons?

- Werkelijke afmetingen:

- Dikte 40 micron
 - 40×10^{-6} m
- Pore diameter 100 Ångström
 - 10×10^{-9} m
- Membraan 4000 x dikker
 - Fijne spons

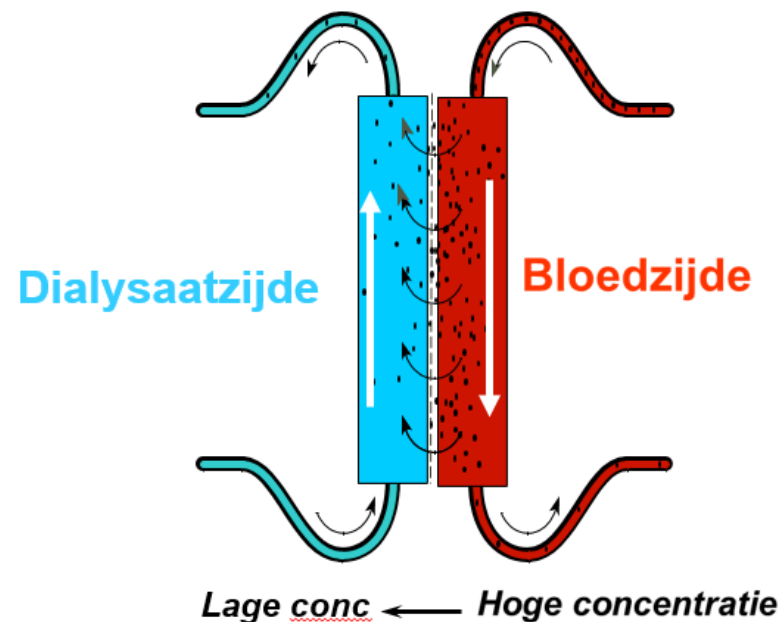
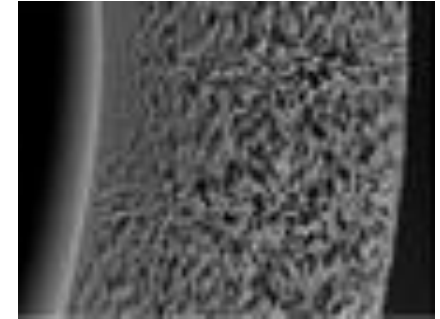


Kunstnier principes

Diffusie

Transport opgeloste stoffen doorheen een membraan van een hoge naar een lage concentratie.

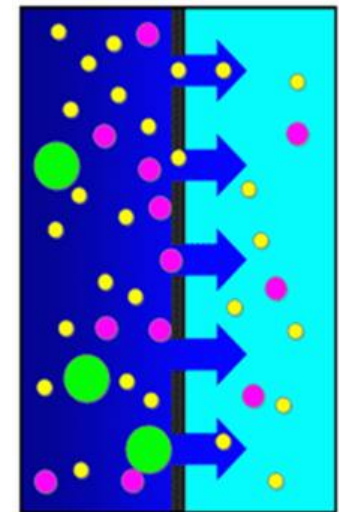
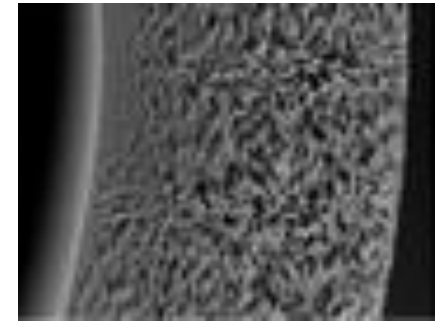
- Voornamelijk ter verwijdering kleine moleculen (Ureum)



Kunstnier principes

Convectie

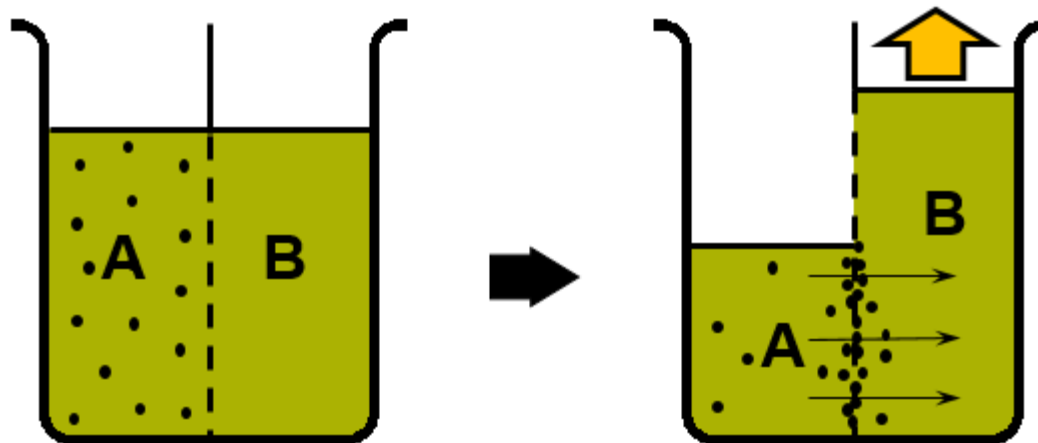
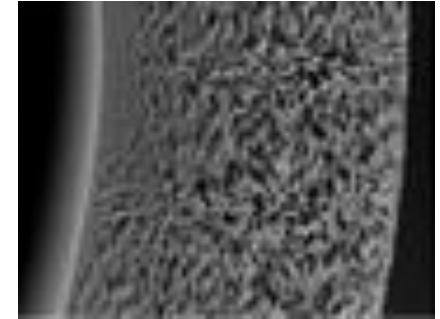
- Transport van opgeloste stoffen samen met vloeistof doorheen het membraan.
- Hoeveelheid afhankelijk van
 - Vloeistof flux door membraan
 - Membraan porie
 - Moleculair gewicht molecule
 - Vorm (radius) molecule



Kunstnier principes

Adsorptie

- Moleculaire hechting aan het oppervlak of in de poriën van het membraan.



Hemodialysetoestel



universitair ziekenhuis brussel

Bloed circuit

- PVC lijnenset eenmalig gebruik
- Bloed van patiënt naar kunstnier
- Toediening anticoagulantia
- Meten en bewaken parameters
- Bloed veilig terug naar patiënt

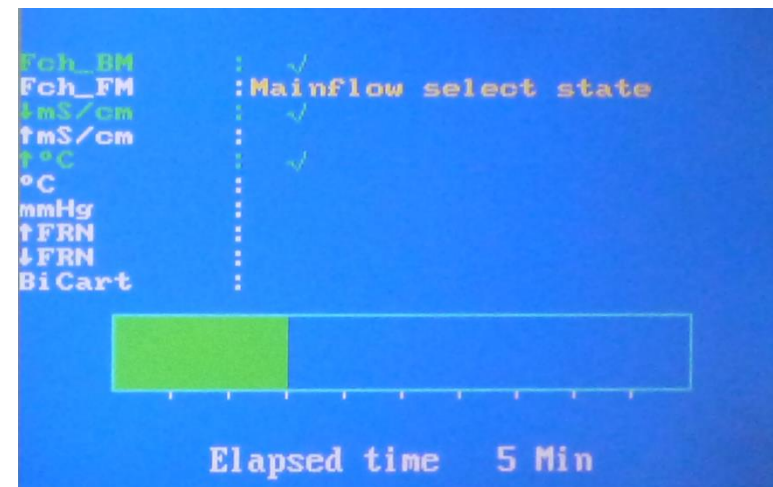
Dialysaat circuit

- Productie en distributie van dialysaat met correcte temperatuur, druk en samenstelling
- Regelen van de ultrafiltratie (vochtverlies)
- Meten/bewaken alle parameters (temperatuur, druk, samenstelling)

Functionele test « T1 »

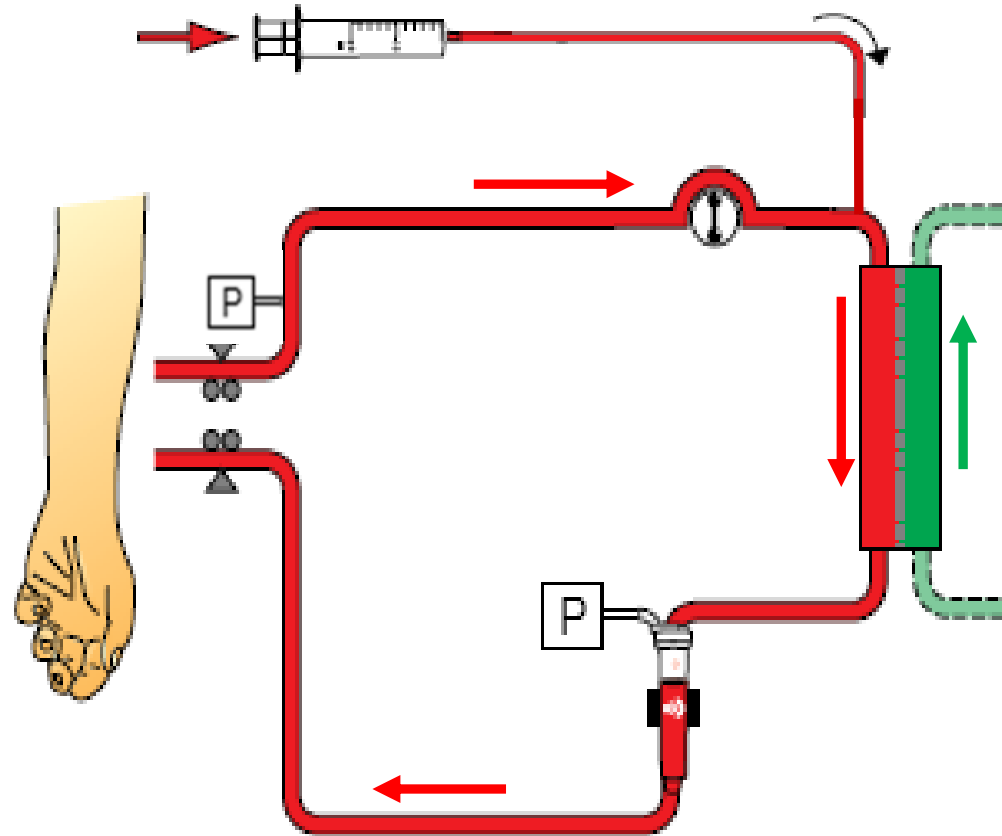
- **Automatisch** voor elke dialyse (+/- 12 min)
- Test vitale onderdelen
 - Bloed systemen
 - Optische detectie
 - Hydraulica....

T1 Test					
Test Steps					
	OK	Error		OK	Error
Bypass	✓		Battery	✓	
Opt. Detector	✓		Blood Leak	✓	
Blood Systems		1	Temperature	✓	
Venous	✓		Negative Pressure	✓	
Level Detector	✓		Positive Pressure	■	■
Display	✓		UF Function		
Arterial	✓		Conductivity		

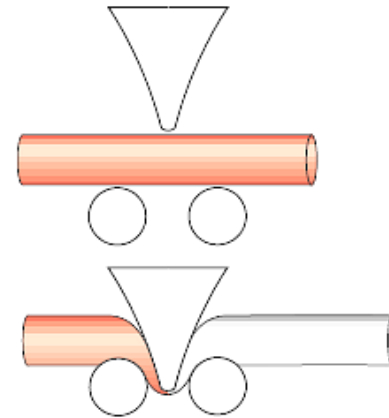
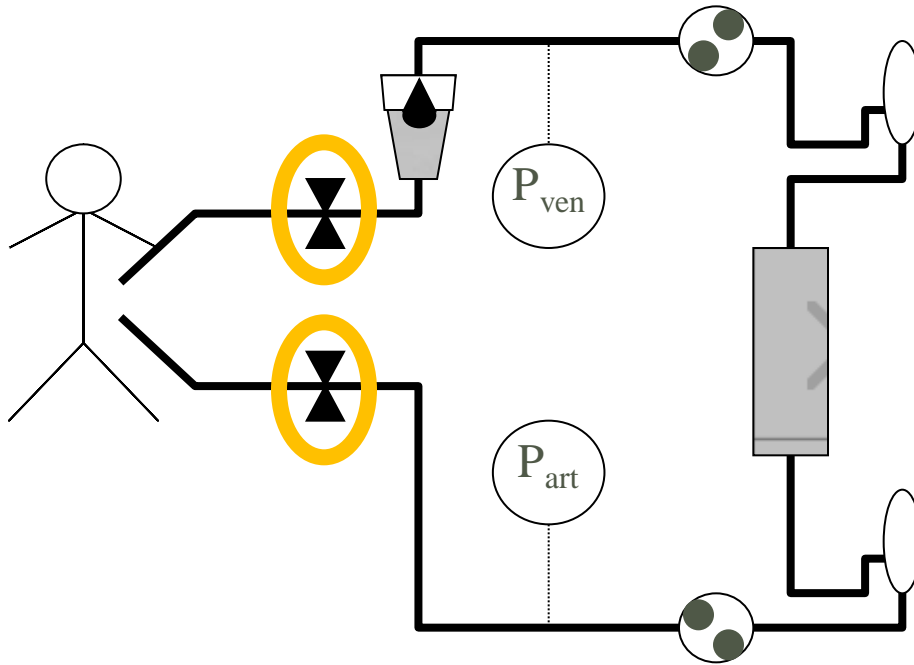


Bloedcircuit componenten

- Arteriële klem
- Arteriële druk
- Bloedpomp
- Spuitpomp
- Veneuze druk
- Lucht detector
- Veneuze klem



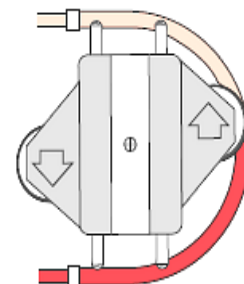
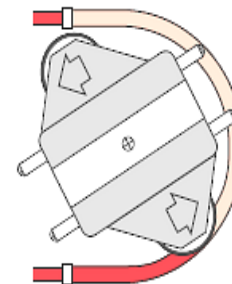
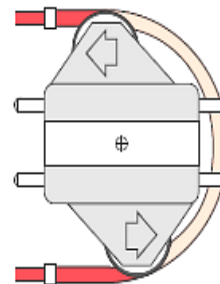
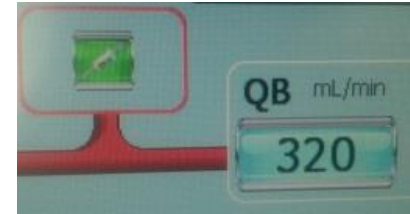
Arteriële / veneuze klem / éénnaald



Enkel naald HD:
2 bloedpompen
Expansiekamer(s)
Cyclus volume

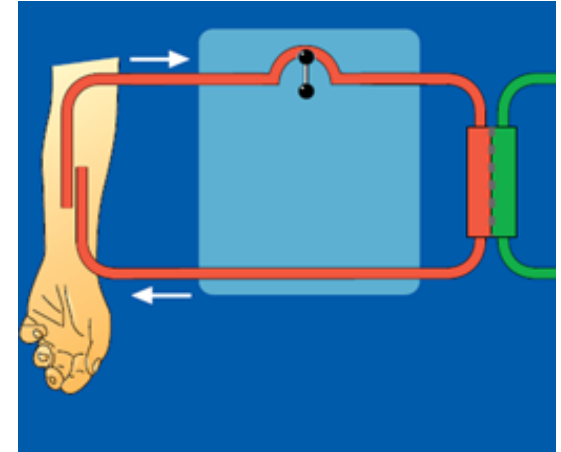
Bloedpomp

- Verpompt bloed door bloedlijnen en kunstnier
- Snelheden 50 tot 500 ml/min.
- Ook manueel te bedienen
→ Toestel defect
(Draairichting)



Bloed debiet Q_b

- Debiet = volume per tijdseenheid
- Eenheid in dialyse = **ml/min**

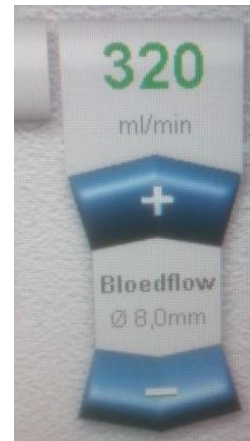


- Bloed debiet **Q_b**
 - Rond 350 ml/min.
 - Peristaltische pomp
 - Machine telt pomprotaties
 - Scherm toont berekening
 - Display \leftrightarrow reëel debiet

[EDTNA ERCA J.](#) 1996 Jan-Mar;22(1):3-6.

Blood flow displayed by dialysis machines: is it accurate?

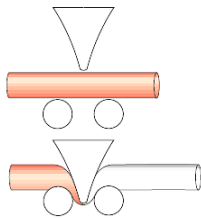
[Straqier A¹](#), [Wenderickx D.](#), [Jadoul M.](#)



- **Grootste effect op de efficiëntie**
 - Hoe meer Q_b , hoe beter de klaring

Luchtdetector en veneuze klem

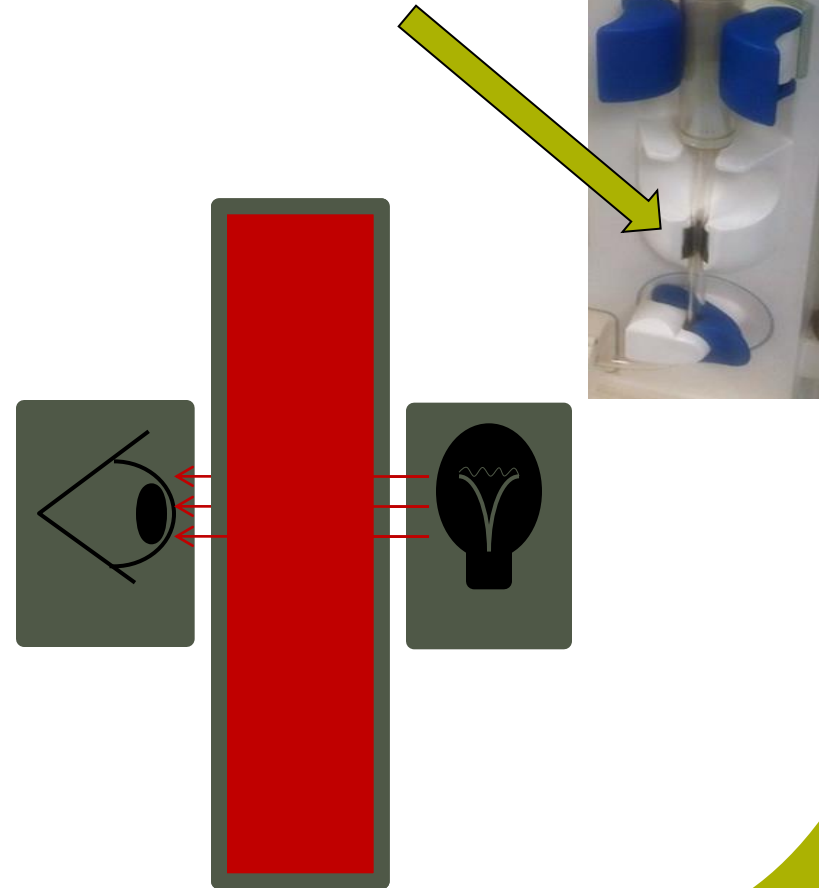
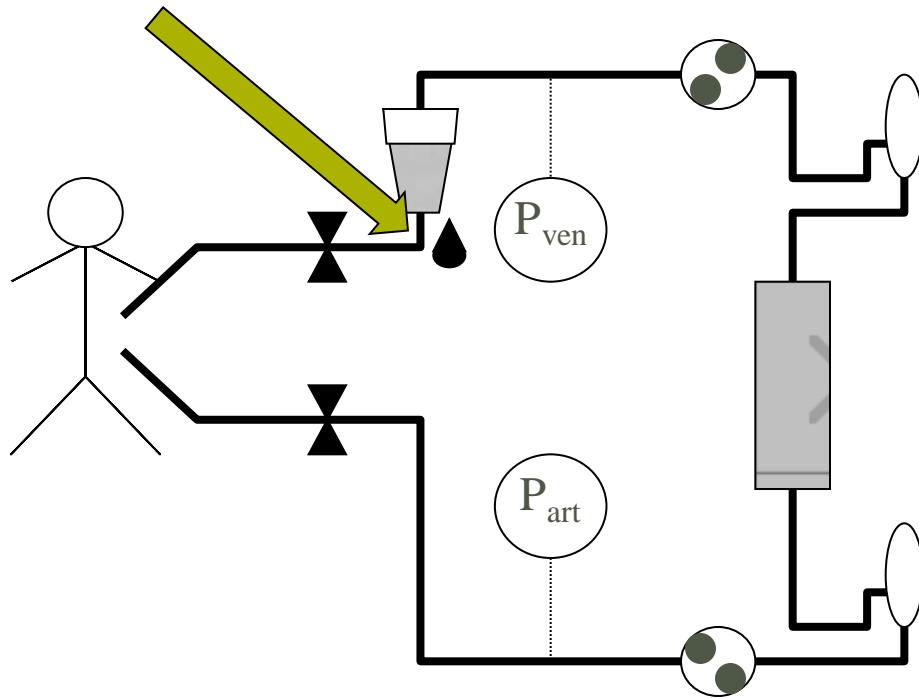
- Detecteert luchtbellen (microliter)
- Bij dit alarm sluit de veneuze klem en stopt de bloedpomp.
- Eerst lucht verwijderen, dan resetten!



Veneuze klem



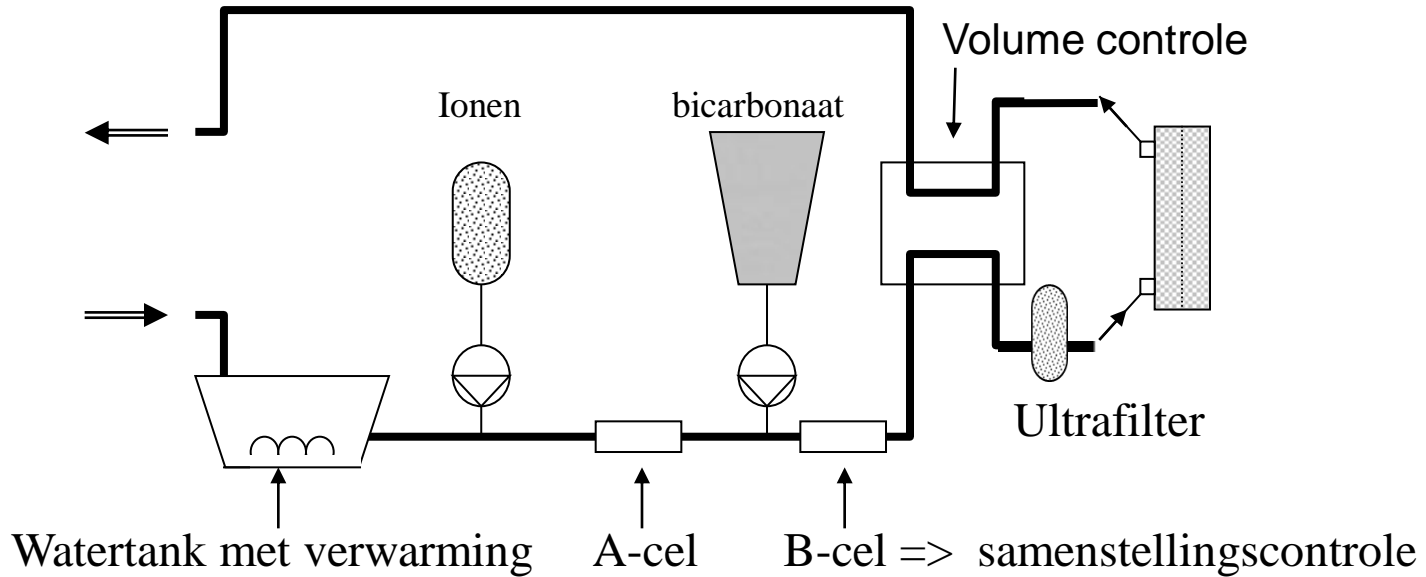
Primingdetector



Optimale instellingen

- Dialyse efficiëntie
 - Vooral afhankelijk van bloedsnelheid « Q_b »
- Drukken
 - Aanvoer, terugvoer
 - Veiligheidsgrenzen (P_a , P_f en P_v)
- Totaal liters bloed optimaliseren
 - Beter iets lager en stabiel bloeddebiet dan regelmatig alarmen en bloedpomp stop.

Dialysaat circuit componenten



- **Bereiding:**
 - Verwarmen, ontluchten, mengen, controleren
- **Distributie & bewaking:**
 - Elektronische dialysaat meting (geleidbaarheid)
 - Volume controle (vochtbalans)
 - Ultrafilter (kwaliteit)

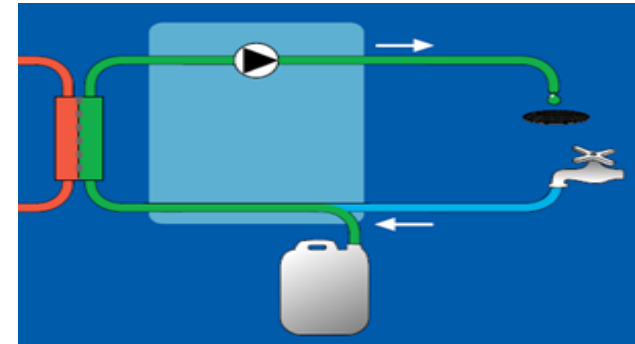
Dialysaat eisen

- **Correcte samenstelling**
 - Geleidbaarheid (conductiviteit) mS/cm
 - Concentraat selectie
- **Ontlucht**
 - waar lucht is, is geen dialysaat
- **Temperatuur**
 - meestal 36°C
- **Pyrogeenvrij**
 - Online vullen
 - HDF gebruik

Dialysaat debiet Q_d

- Dialysaat debiet Q_d

- Standaard 500 ml/min.
- Instelbaar 300 tot 1000



- Ratio Q_d/Q_b automatisch ingesteld (“ autoflow ” optie)
 - Water en concentraat sparen
 - HD meestal 1,5
 - HDF meestal 1,2
- Bij lange dialyse sessies (nacht) Q_d 300 ml/min
- $Q_d > 600$ ml/min levert geen belangrijke verbetering klaring

Dialysate Flow Rate and Delivered Kt/V with Dialyzers with Enhanced Dialysate Flow Distribution. Richard A. Ward, Clin J Am Soc Nephrol. 2011 Sep; 6(9): 2235-2239.

Bloedlek detectie

- Lekdetectie lijnenset

- Druktest bloedpomp
- Optische lekdetector

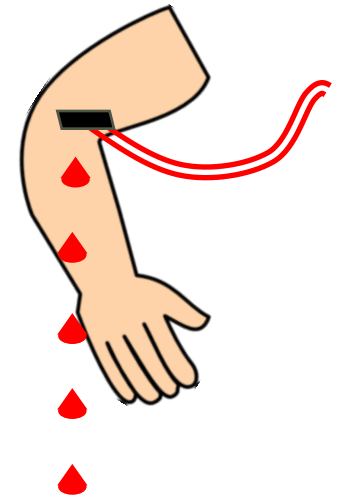


- Bloed in dialysaat

Lek membraan in kunstnier
Sensor gevoelig (0,35ml/min)

- Bij vaataccess

- Visueel controleren
- Extra sensor beschikbaar



Ultrafiltratie in dialyse

- **Ultrafiltratie (UF)**

- Startgewicht – streefgewicht = UF volume
= netto vochtextractie bij de patiënt

- UF snelheid best < 1 L/h

- UF volume > 4 liter :

- Langere dialyse
- Sequentiële UF (Tijdelijk verhoogd UF debiet)
- UF snelheid (automatisch) aanpassen aan bloedvolume

Extra dialysaat filters

- Dialysaat gebruikt voor:

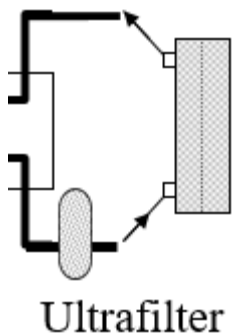
- Bloed circuit vullen voor de start

- Hemodiafiltratie

- Bolus geven

- Fabrikant valideert # aantal dialyses of uren
- Toestel verwittigd gebruiker voor vervanging

- Verplichte integriteitstest voor elke dialyse
 - Lektest gefaald => geen dialysaat vullen /bolus



Machine info		Resterende tijd tot aan filterwissel	
Calibratie status		Filter 1	Filter 2
Netwerkstatus	Looptijd	68 dagen	68 dagen
	Behandelingen	92	92
	Ontvetten	10	10

Desinfectie dialysetoestel

- Wanneer?
 - Na dialyse
 - Na lange stilstand
- Hoe?
 - Chemisch
 - Perazijnzuur
 - Hypochloriet
 - Thermisch
 - Heet water
 - Thermo-chemisch
 - Citroenzuur



The screenshot shows a maintenance log with columns for date, time, and status. A vertical bar on the right indicates the current level of the log.

	Datum	Tijd	Status
✓	2012-09-21	12:25	✓
✓	2012-09-18	13:07	✓
✗	2012-09-17	16:41	✗
✓	2012-09-15	13:28	✓
✓	2012-09-14	17:22	✓
✓	2012-09-13	12:58	✓
✓	2012-09-12	17:21	✓



Dialyse hardware

- **Functioneert**
 - Veilig
 - Betrouwbaar
 - Voorspelbaar
 - Repetitief

- **Draag er zorg voor**