

Orpadt-Vlaams vzw

Basisopleiding hemodialyse



Danny Maes

Biomedisch-technische dienst

AZ Delta Roeselare

Ondervoorzitter Dialyse Technici Vereniging

Agenda

Hemodialyse

Drinkwater

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

Opties

Hemodialyse

Drinkwater

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

Opties

Hemodialyse

- Hemodialyse is een therapie om het bloed te zuiveren en de vochtbalans te herstellen.
- Het bloed wordt daarom via een deels doorlaatbaar membraan in contact gebracht met het dialysaat.
- Een waterbehandeling gaat in verschillende stappen drinkbaar water zuiveren om dialysaat te produceren.
- Het dialysetoestel maakt het dialysaat aan door menging van concentraten en gezuiverd water volgens voorschrift.

Hemodialyse

Drinkwater

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

Opties

Drinkwater

■ = H_2O + ...

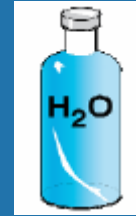
- Mineralen
- Chloor
- Bacteriën en endotoxines
- Residu:
 - » Partikels
 - » Metalen
 - » Nitraten
 - » Pesticiden

Verskil blootstelling aan drinkwater bij een gezonde persoon en bij een hemodialyse patiënt.

Per week

Gezonde persoon:

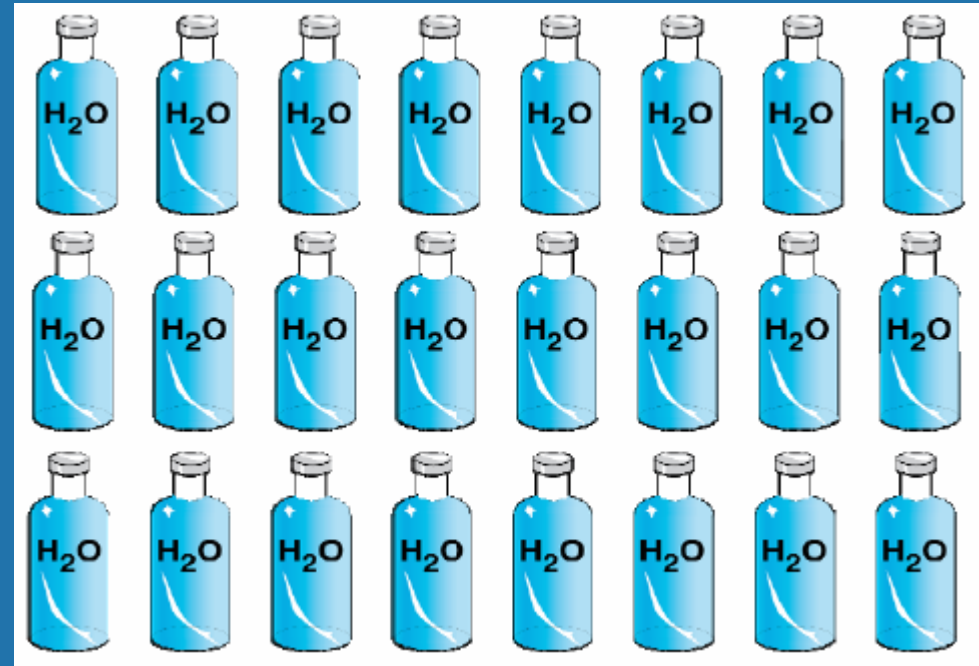
14 liter (2 l/dag)



Dialysepatiënt:

360 liter: 3 x 4u HD
Nóg meer met HDF

Of op 3 jaar evenveel als
een gezonde persoon in
zijn hele leven!



Mogelijke chemische contaminanten

Aluminium	0,06	Toegevoegd door de distributeur
Chloor	0,25	
Fluor	1,0	
Koper	0,49	buizen materiaal
Zink	0,2	
Nitraat	21	Aanwezig in het winningswater
Calcium/Magnesium	88	
Natrium	300	
mg/l		

Hemodialyse

Drinkwater

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

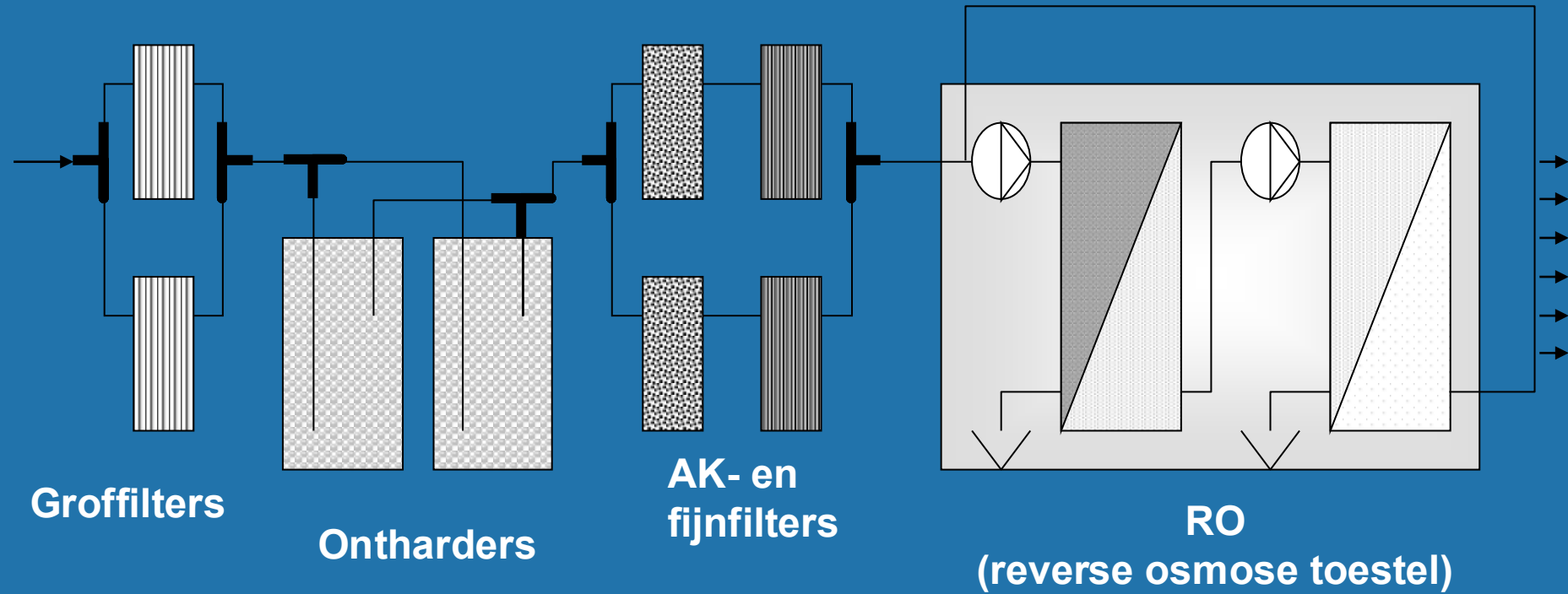
Kunstnier membranen

Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

Opties

Opbouw

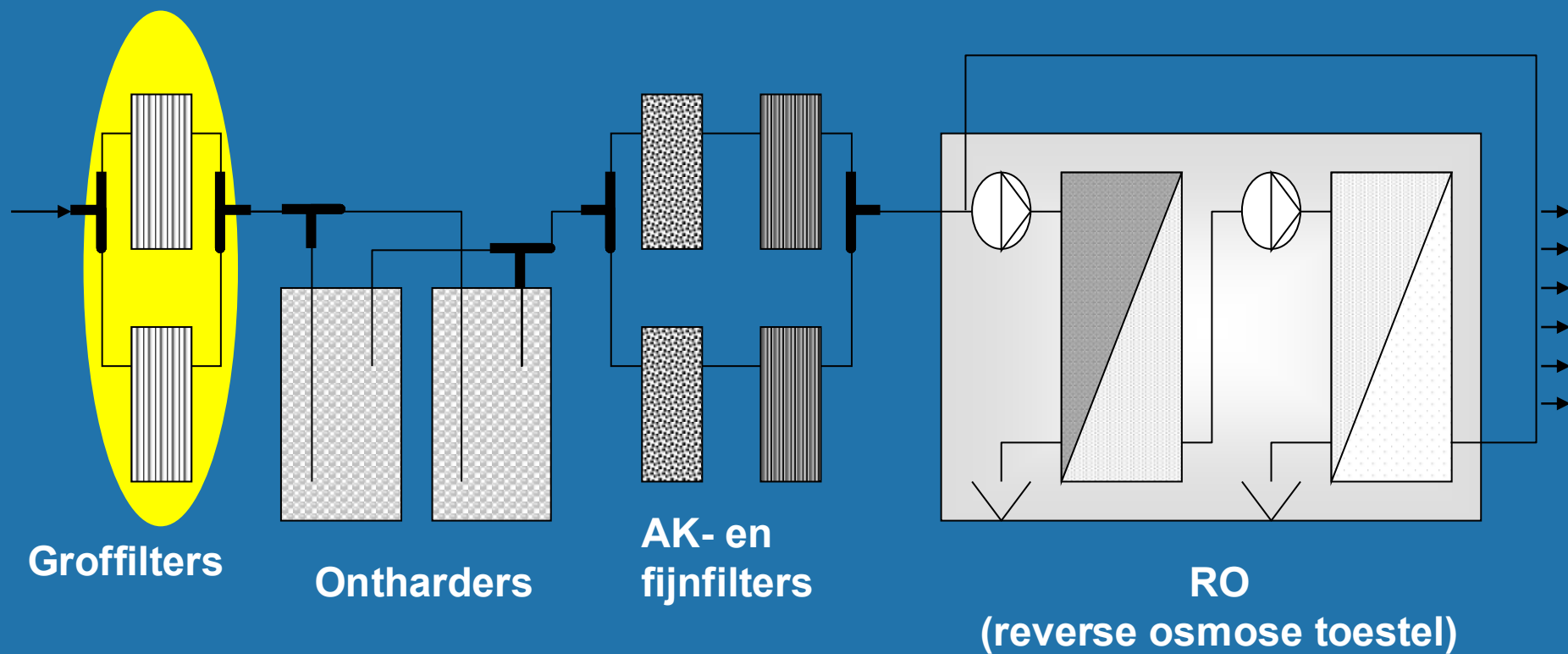


Drinkwater

■ = H_2O + ...

- “kalk” (Ca^{++} & Mg^{++})
- Chloor
- Bacteriën, algen, endotoxines
- Aluminium
- Residu:
 - » Grove partikels
 - » Metalen
 - » Nitraten
 - » Halogenen / Pesticiden (Round-up)

Opbouw



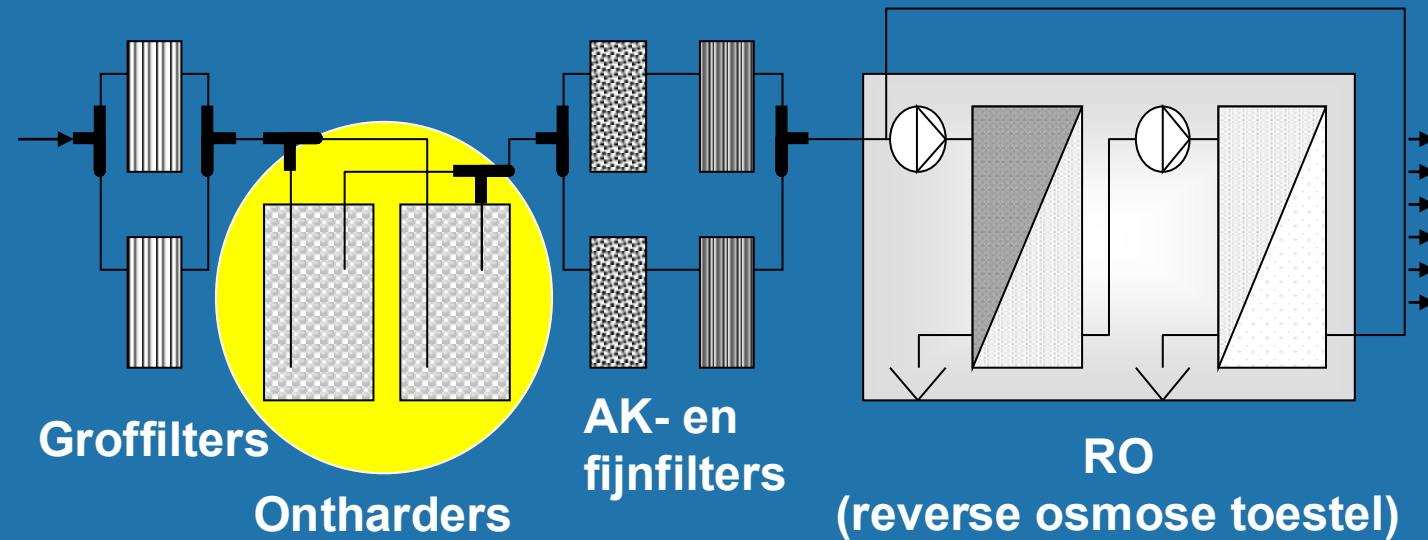


Na Filtratie

■ = H_2O + ...

- “kalk” (Ca^{++} & Mg^{++})
- Chloor
- Bacteriën, algen, endotoxines
- Aluminium
- Residu:
 - » ~~Grove partikels~~
 - » Metalen
 - » Nitraten
 - » Halogenen / Pesticiden (Round-up)

Waterontharder



- Waterontharder verwijdt kalk
- Regeneratie met zout water (pekel)

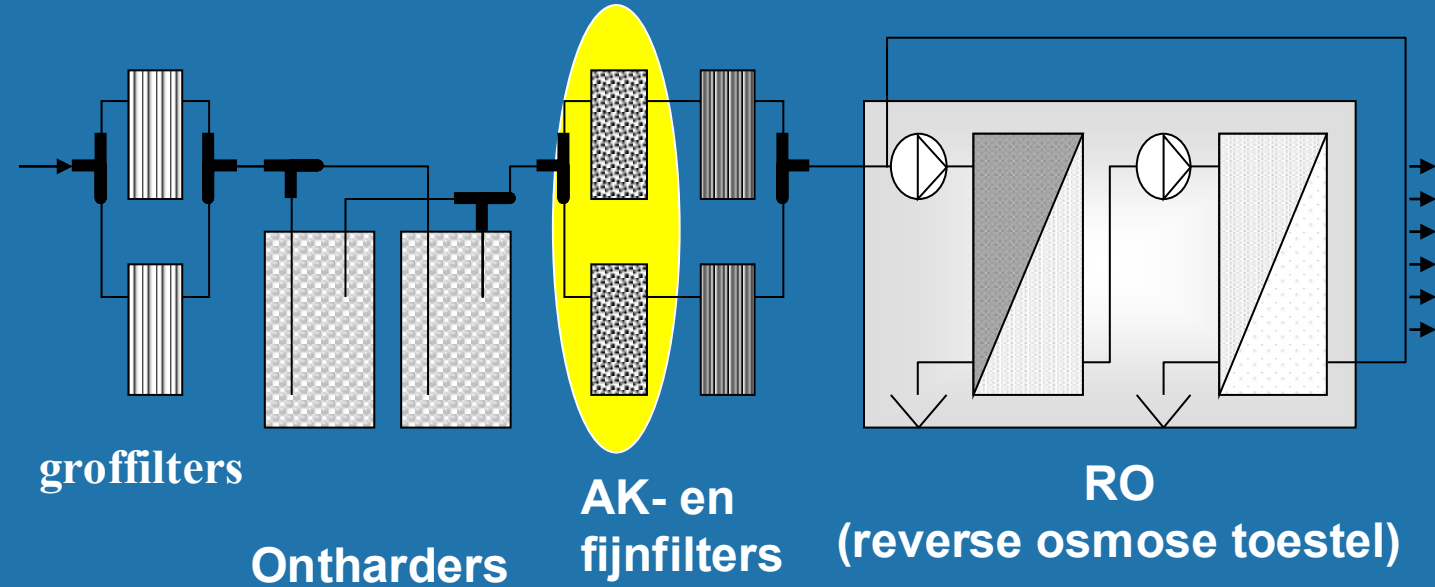


Na waterontharder

■ = H_2O + ...

- ~~“kalk” (Ca^{++} & Mg^{++})~~
- Chloor
- Bacteriën, algen, endotoxines
- Aluminium
- Residu:
 - » ~~Grove partikels~~
 - » Metalen
 - » Nitraten
 - » Halogenen / Pesticiden (Round-up)

Actieve Koolfilter



- Adsorptie = aanhechting (Absorptie = opslorping).
- Spoeling van actief koolbed
- Periodieke vervanging actieve kool

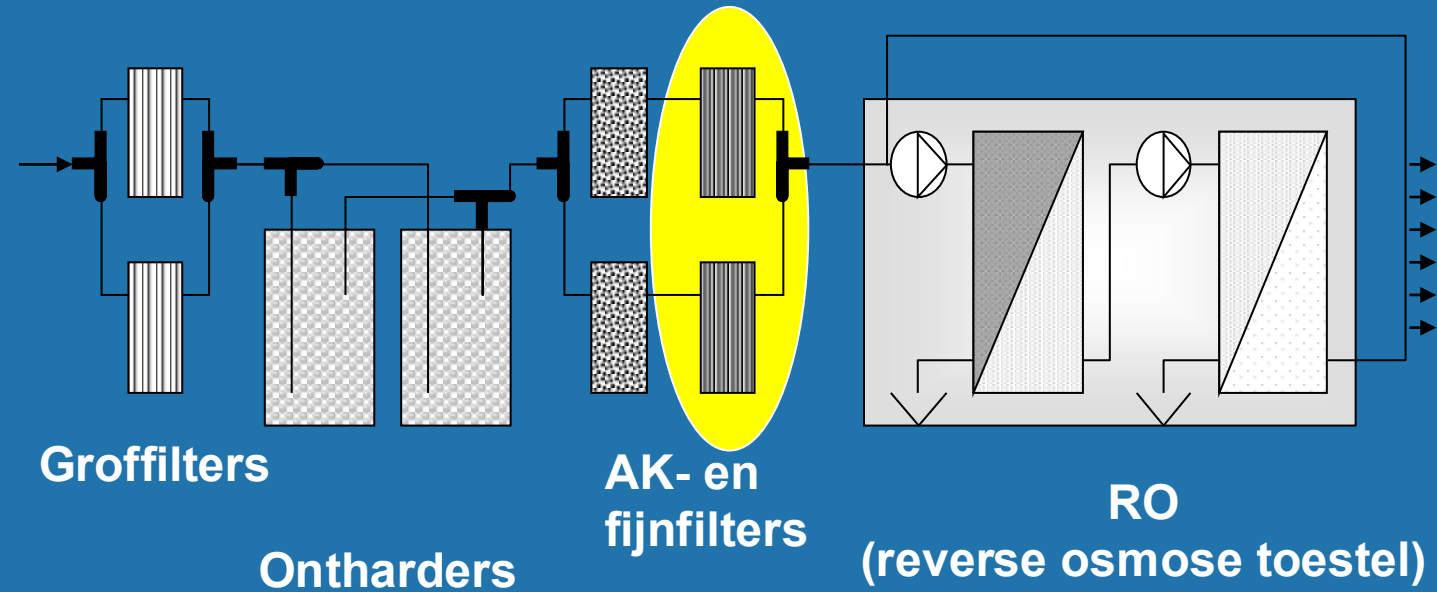


Na Aktief Kool

■ = H_2O + ...

- ~~“kalk” (Ca^{++} & Mg^{++})~~
- ~~Chloor~~
- Bacteriën, algen, endotoxines
- Aluminium
- Residu:
 - » ~~Grove partikels~~
 - » Metalen
 - » Nitraten
 - » Halogenen / Pesticiden (Round-up)

Micro-filtratie



- Restrictie voor partikels
- Periodieke vervanging

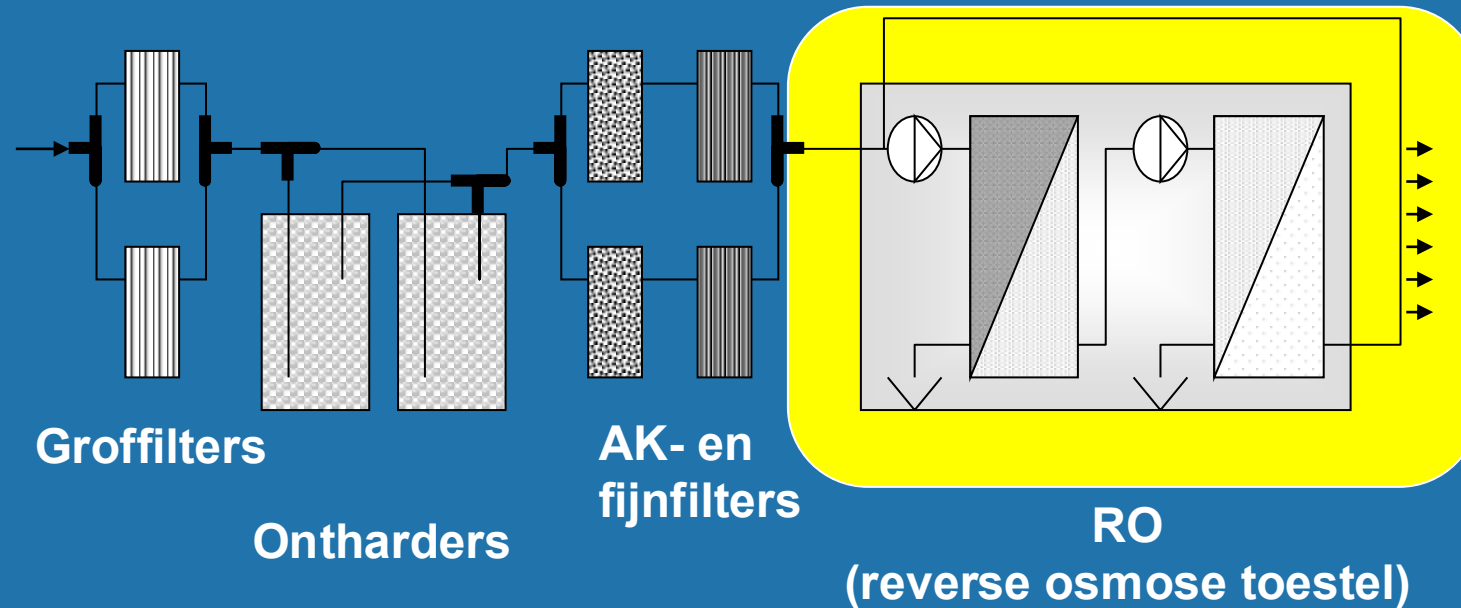


Na Filtratie

■ = H_2O + ...

- ~~“kalk” (Ca^{++} & Mg^{++})~~
- ~~Chloor~~
- Bacteriën, algen, endotoxines
- Aluminium
- Residu:
 - » ~~Grove & fijne partikels~~
 - » Metalen
 - » Nitraten
 - » Halogenen / Pesticiden (Round-up)

Omgekeerde osmose



- Filteren resterende deeltjes
- Verwijderen bacteriën en endotoxines
- Voorbehandeling noodzakelijk
- Zeer hoge kwaliteit

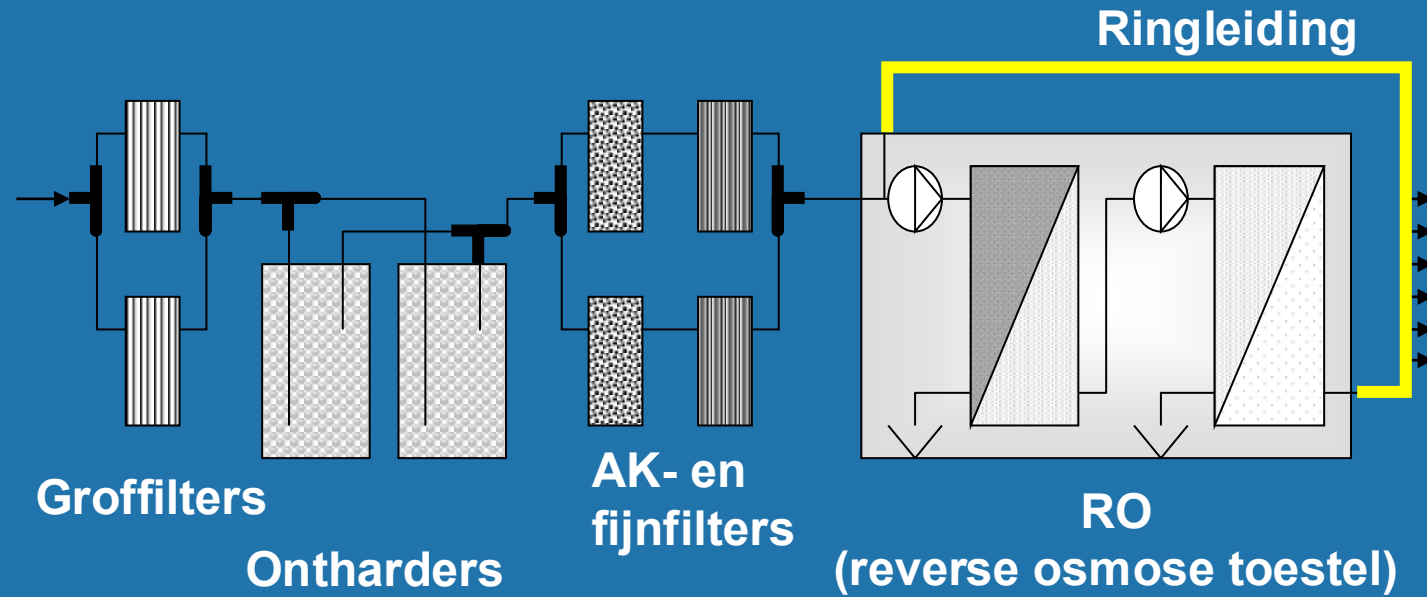


Na RO

■ = H₂O + ...

- ~~“kalk” (Ca⁺⁺ & Mg⁺⁺)~~
- ~~Chloor~~
- ~~Bacteriën, algen, endotoxines~~
- ~~Aluminium~~
- Residu:
 - » ~~Grove & fijne partikels~~
 - » ~~Metalen~~
 - » ~~Nitraten~~
 - » ~~Halogenen / Pesticiden (Round-up)~~

Ringleiding



- Transporteren RO productwater naar alle dialysetoestellen



Kwaliteitscontrole

- Chemisch
 - Jaarlijkse analyse
- Bacteriologisch
 - Maandelijkse analyse
 - Bacteriën
 - Endotoxines

Microbiologische analyses

	Micro-organismen CFU/ml	Endotoxines IU/ml
■ Drinkwater	gemiddeld 100	-
■ Gezuiverd water	<100	<0,25
■ Extra gezuiverd water (HF, HDF)	<0,1	<0,05
■ Extra gezuiverde dialysevloeistof (HDF)	<0,1	<0,05
■ Substitutievloeistof	<0,000001	<0,03

NEN-ISO 23500

Hemodialyse

Drinkwater

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Bloedcircuit

Dialysaatcircuit

Fysische metingen

Kunstnier membranen

Hemodiafiltratie

Opties

Het Hemodialysetoestel

■ Bloed circuit

- Bloed van patiënt naar kunstnier transporteren
- Toediening anticoagulantia
- Meten en bewaken alle parameters
- Bloed veilig terug naar patiënt

■ Dialysaat circuit

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



Functionele test

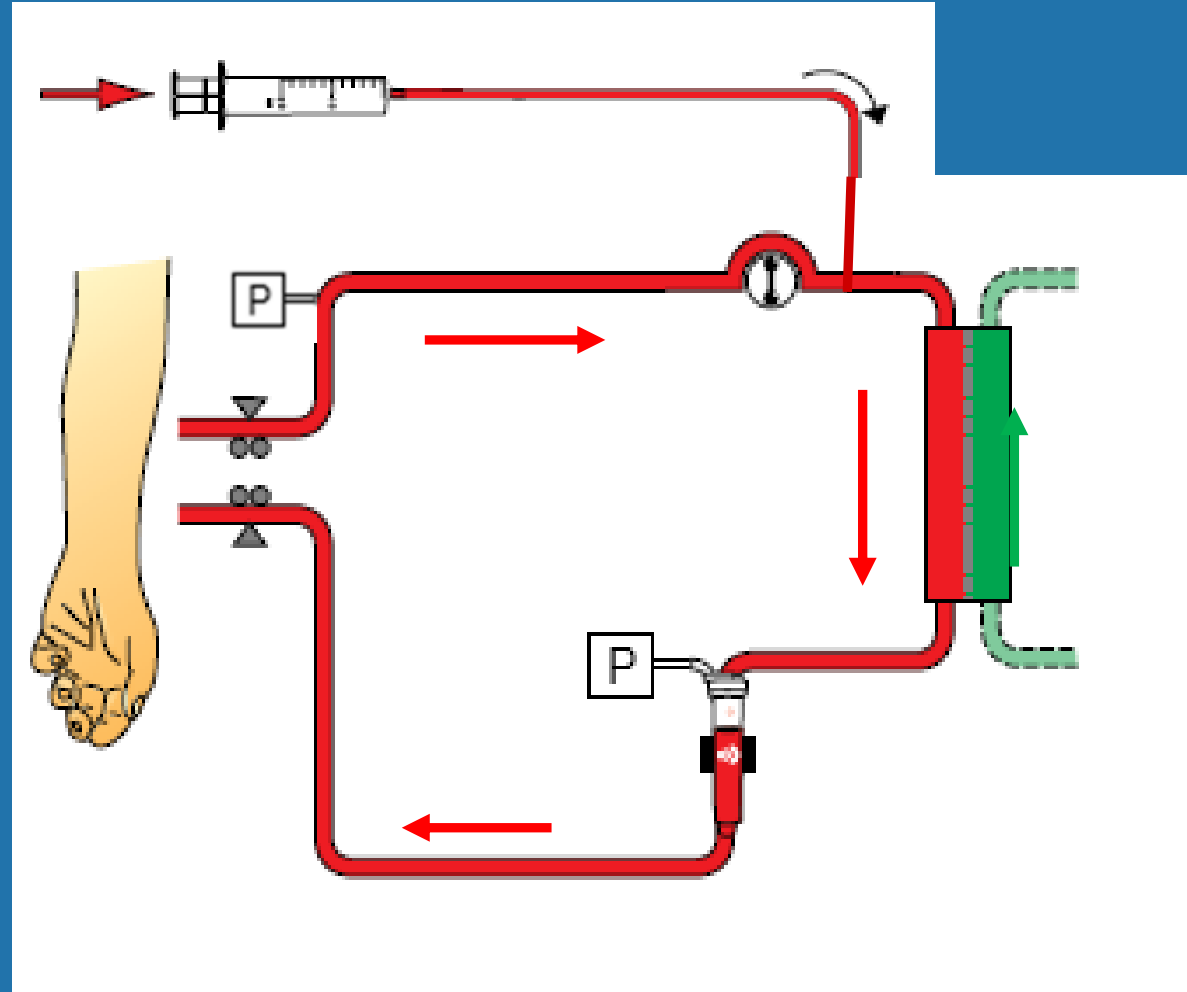
- **Automatisch** voor elke dialyse
- **Functionele test van alle parameters**
 - » Ontgassing
 - » Debiet
 - » Geleidbaarheid
 - » Lektest
 - » Ultrafiltratie controle
 - » Veneuze en arteriele druk
 - » Bloedlek detector
 - » ...

Het bloedcircuit

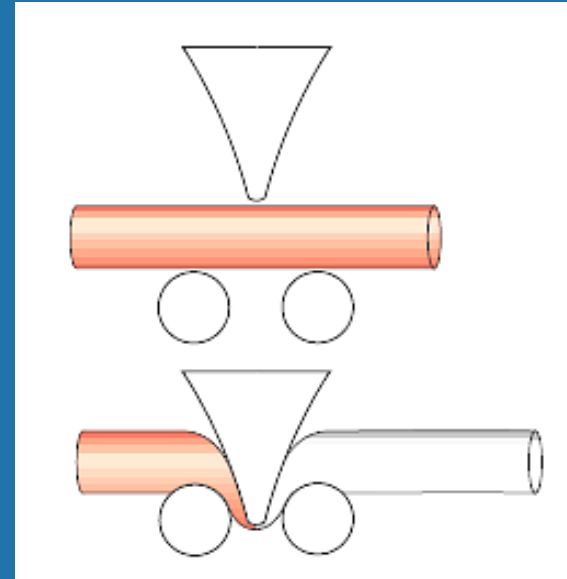
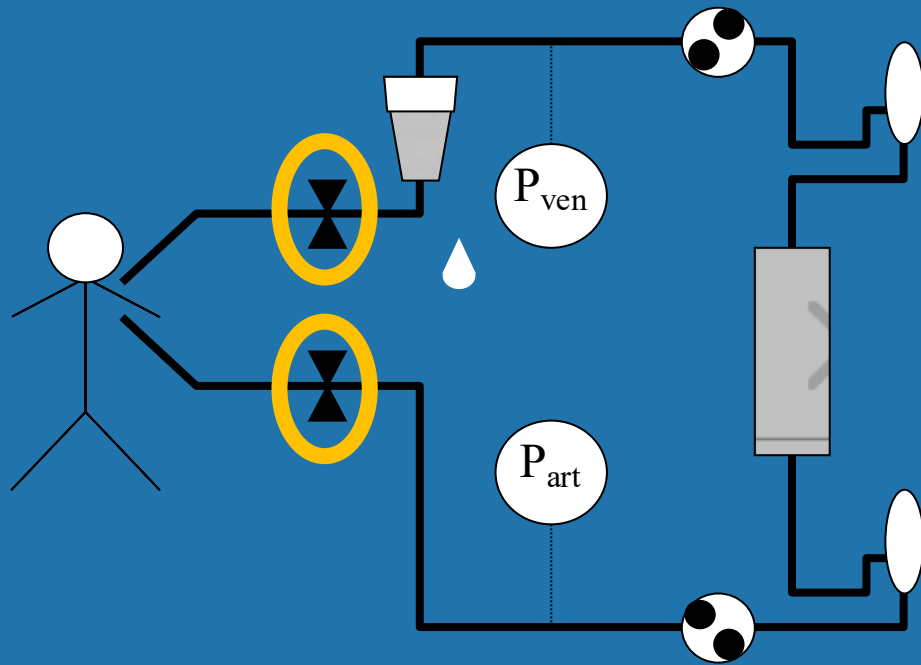
- Extracorporeel Circuit (ECC)
 - Patiënttoegang: twee- of éénnaald dialyse
 - Kleppen: bloeddoorstroming onderbreken
 - Pompsegment: drukverhoging en bloeddebiet
 - Drukmetingen (P_{art} , P_{ven} , P_{SN} , P_{SYS})
 - Expansie kamers: bloedvolume per cyclus
 - Kunstnier

Bloedgedeelte componenten

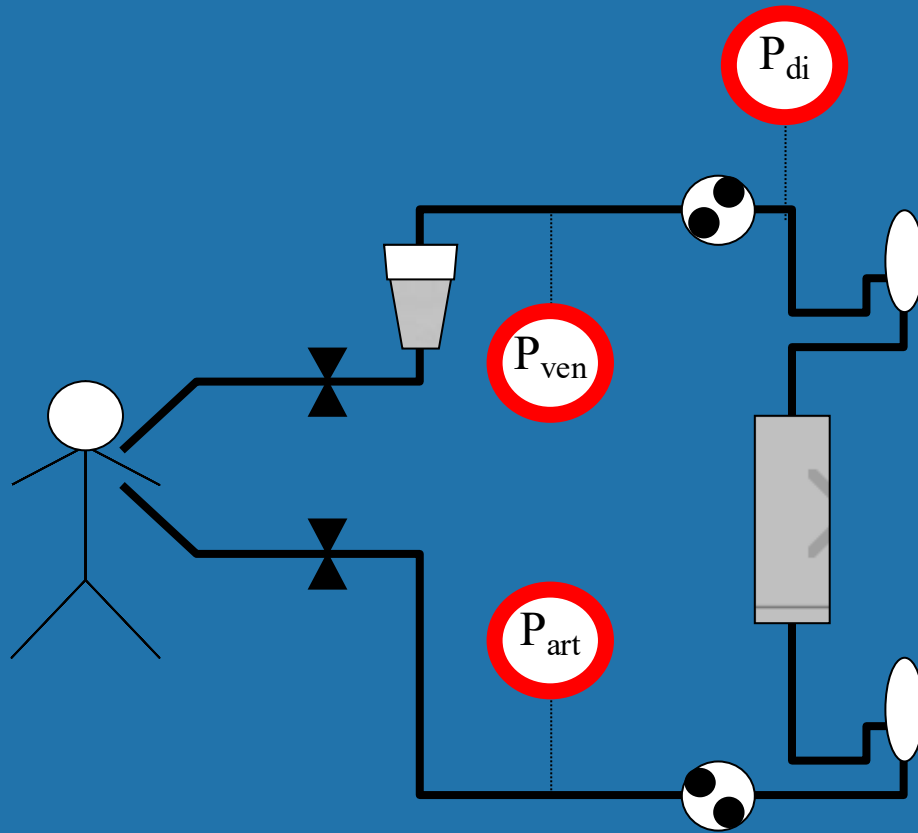
- Arteriële klem
- Arteriële druk
- Bloedpomp
- Heparine spuitpomp
- Veneuze druk
- Lucht detector
- Veneuze klem



Arteriële- en veneuze klem



Drukken



→ Stolling

→ Hemolyse

→ Acces bewaking

→ Lekcontrole ECC

Bloedpomp(-en)

- Rollerpomp (verwijderbaar)
- Manueel of automatisch laden en verwijderen van pompslang
- Verpompt bloed door bloedlijnen
Snelheden 50 tot 500 ml/min.



Luchtdetector / veneuze klem

- Detecteert luchtbel
- Bij dit alarm sluit de veneuze klem en stopt de bloedpomp.
- Eerst de lucht verwijderen, dan pas alarm resetten



Veneuze klem

Niet invasieve metingen

Primingdetector (detecteert bloed in ECC)

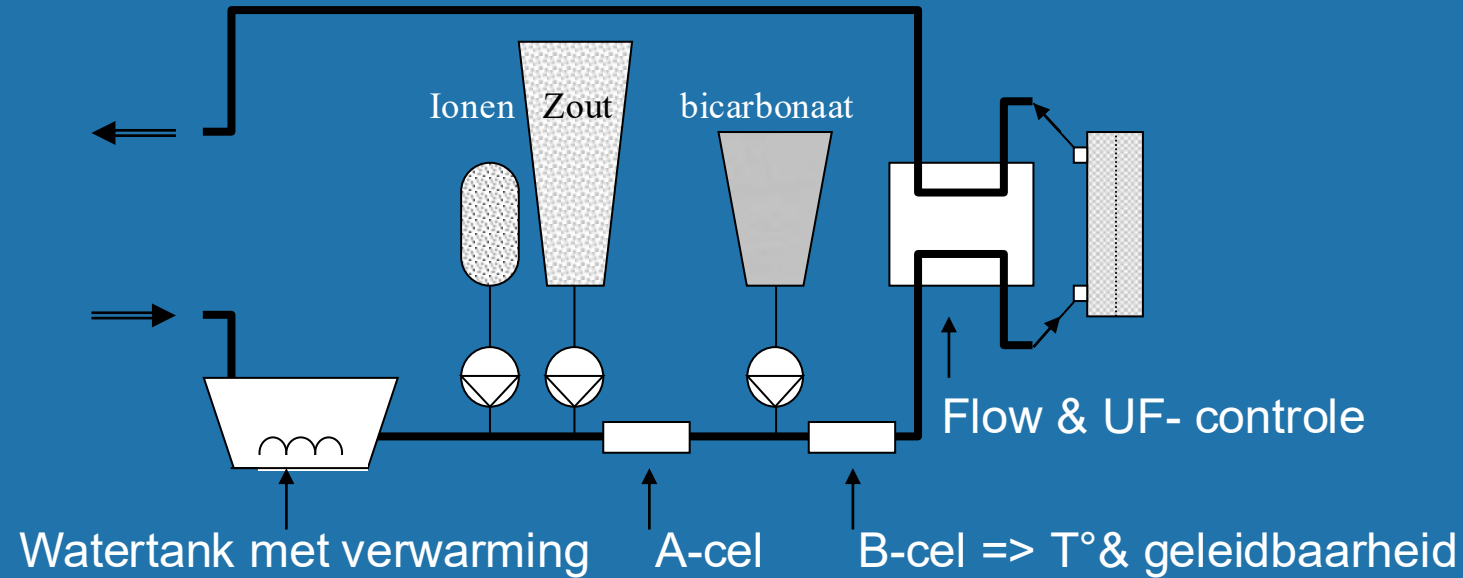
Bloedlekdetector (bloed in dialysaat)

Ureum detector (ureum in dialysaat)

Dialysaat circuit

- Mengen van zuiver water met een voorgeschreven elektrolyten concentraat
- In contact met het bloed via het kunstnier membraan.
- Regelt de vochtbalans en elektrolyten van de patiënt.
- Elektrolyten samenstelling is gelijkaardig aan die van het plasma van een gezond persoon.

Dialysaatgedeelte



- Bereidt en bewaakt het voorgeschreven dialysaat
 - Verwarmen, ontgassen, mengen, controleren, ultrafiltreren, afvoeren
- Regelt de voorgeschreven correctie van het plasma

De 2 dialyse concentraten

- A-concentraat;
 - Zak / bus / centrale distributie / vloeibaar / poeder
 - Alle ionen Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , ..
- B-concentraat
 - NaHCO_3 poeder



Geleidbaarheidsmeting

- Geleidbaarheid is omgekeerde van weerstand:

$$\sigma = 1 / R$$

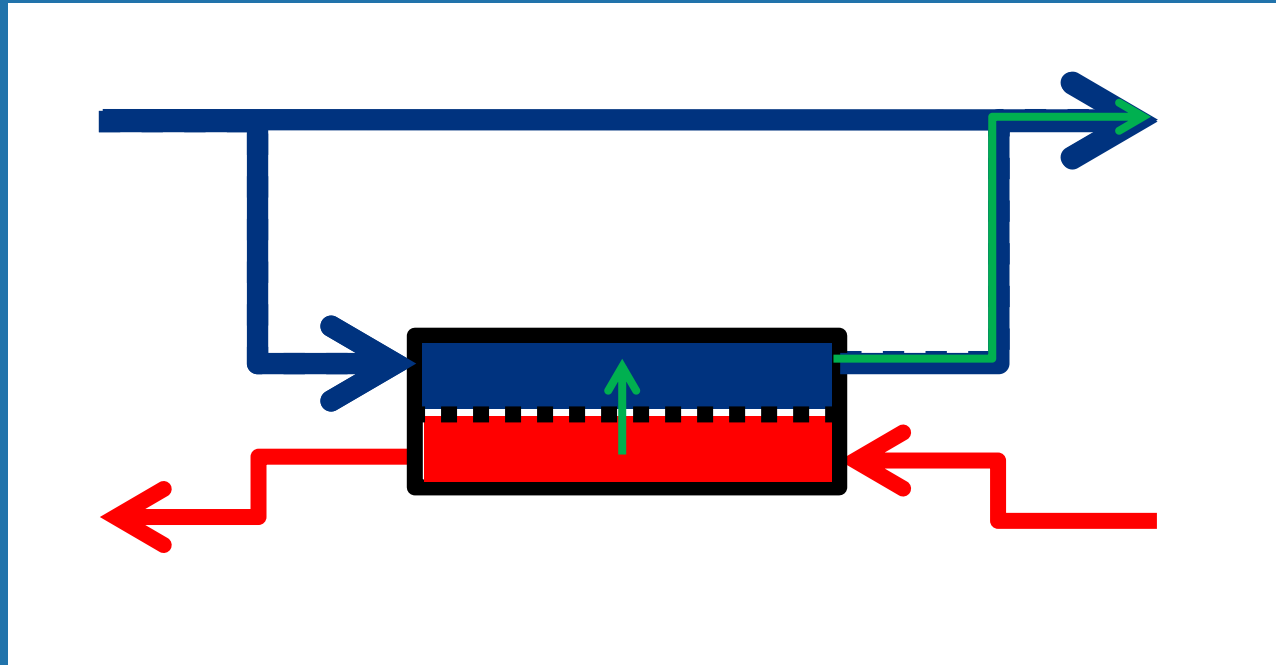
- Geleidbaarheid = mogelijkheid om stroom te geleiden

- Uitgedrukt in Siemens (S)

– Reverse Osmose water	4,0 μ S	(0,000004 Siemens)
– Dialysaat water	14,0 mS	(0,014 Siemens)

Dialysaat bewaking

- Geleidbaarheidsmeting
 - Temperatuursmeting
 - Ultrafiltratiemeting
 - Bloedlekdetector
- Dialysaat in bypass**



Hemodialyse

Drinkwater

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

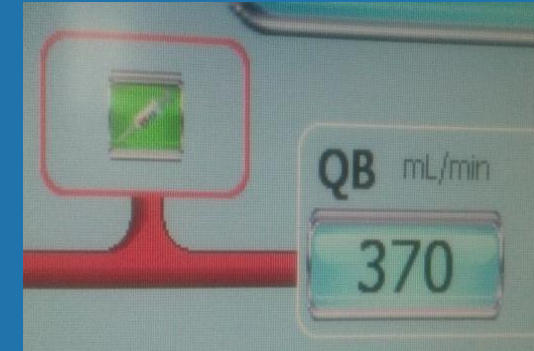
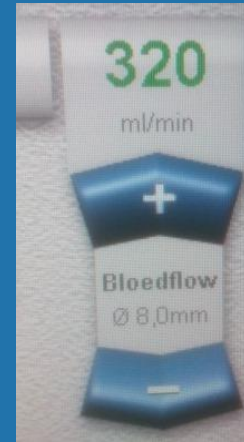
Opties

TransMembraanDruk (TMP)

- verschil tussen
 - Druk aan de bloedzijde
 - Druk aan de vloeistofzijde van het dialysemembraan.
 - Deze drukken worden niet in de kunstnier gemeten
 $P_{b\ in}$ is veel hoger dan $P_{b\ out}$ (Q_b , stolling, vezeldiameter)
- Stijgende TMP
 - Stolling in de kunstnier
 - Stolling in de veneuze kamer
 - Knik in bloedlijn

Bloeddebiet

- = volume per tijdseenheid
- Eenheid in dialyse = ml/min
- Bloeddebiet (Qb)
 - Rond 350 ml/min.
 - Machine telt pomprotaties
 - Display = berekening (rotaties + Pa)

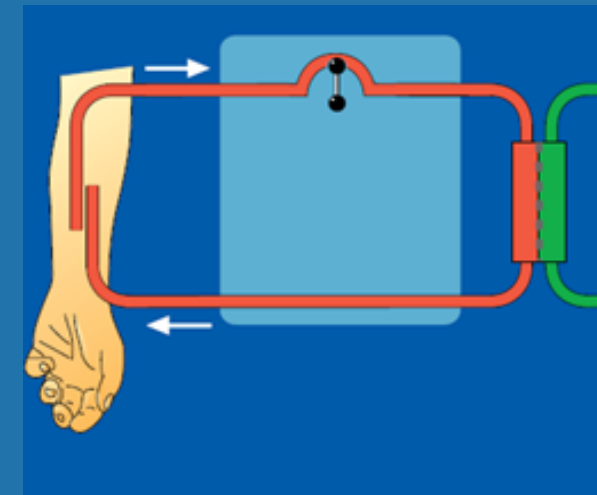


EDTNA ERCA J. 1996 Jan-Mar;22(1):3-6.

Blood flow displayed by dialysis machines: is it accurate?

Stragier A¹, Wenderickx D, Jadoul M.

- Grootste effect op de efficiëntie (klaring)
 - » Hoe hoger, hoe beter de klaring
 - » Beperkt door aanvoerdruk
 - » Cardial en vasculair belastend

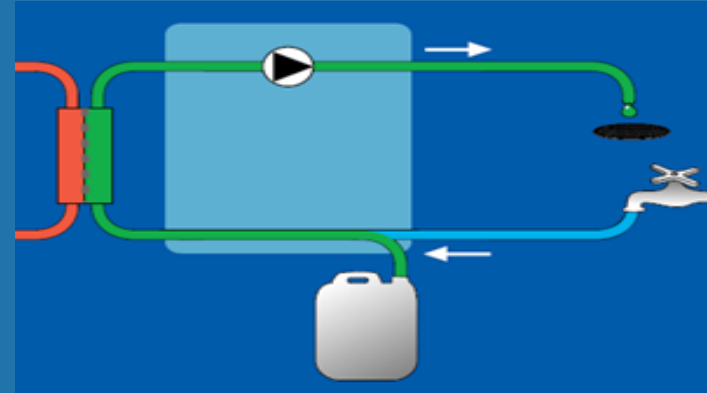


Kidney Int. 2000 Apr;57(4):1668-74.

Multistate outbreak of hemolysis in hemodialysis patients traced to faulty blood tubing sets.

Dialysaatdebiet

- Dialysaat debiet (Q_d)
 - Standaard 500 ml/min.
 - Instelbaar van 300 tot 1000
 - Ratio Q_d/Q_b kan automatisch ingesteld worden om water en concentraat te sparen. (= autoflow)
 - » Bij HD meestal 1,5
 - » Bij HDF meestal 1,2
 - $Q_d > 600\text{ml/min}$ geen significante verbetering ureum klaring. ($< 4\%$ bij Q_b 400)



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.

Hemodialyse

Over water

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

Opties

Kunstnier membran



Hemodialyse

Over water

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

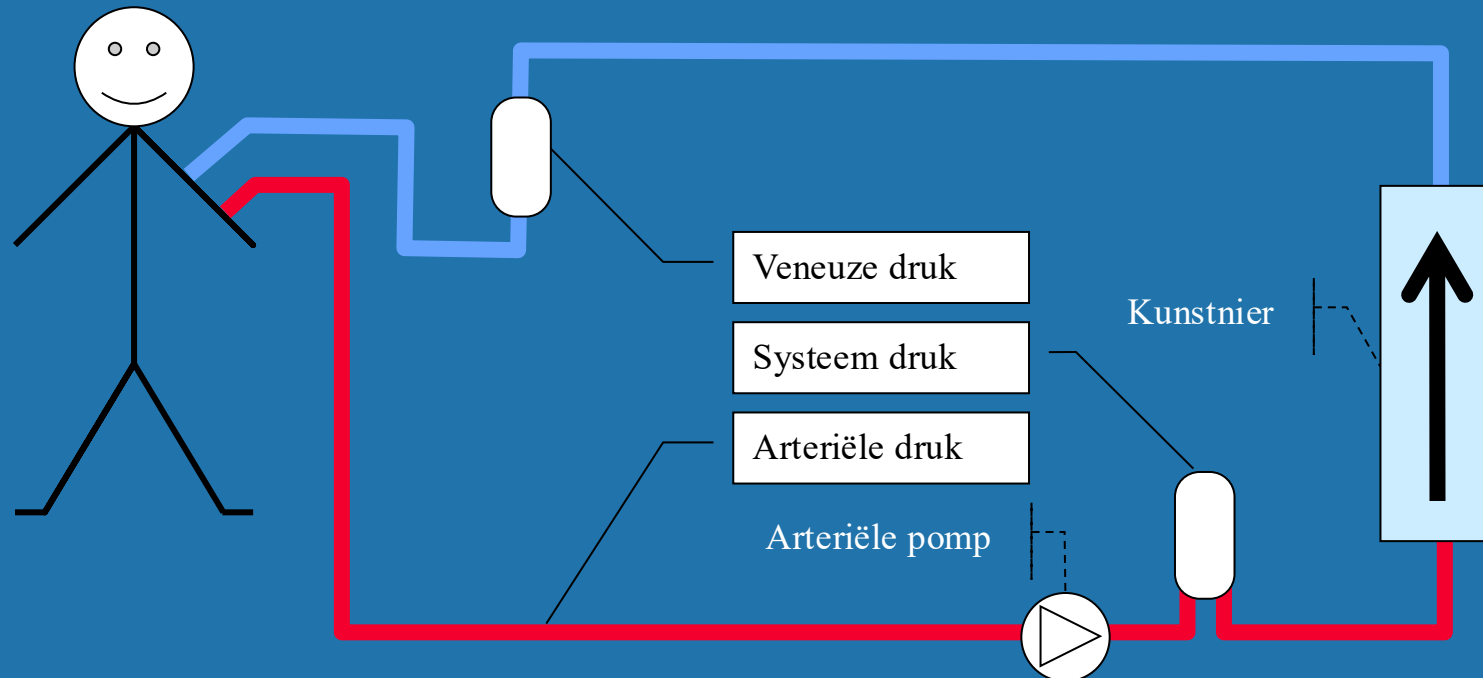
Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

Opties

Tweenaald dialyse

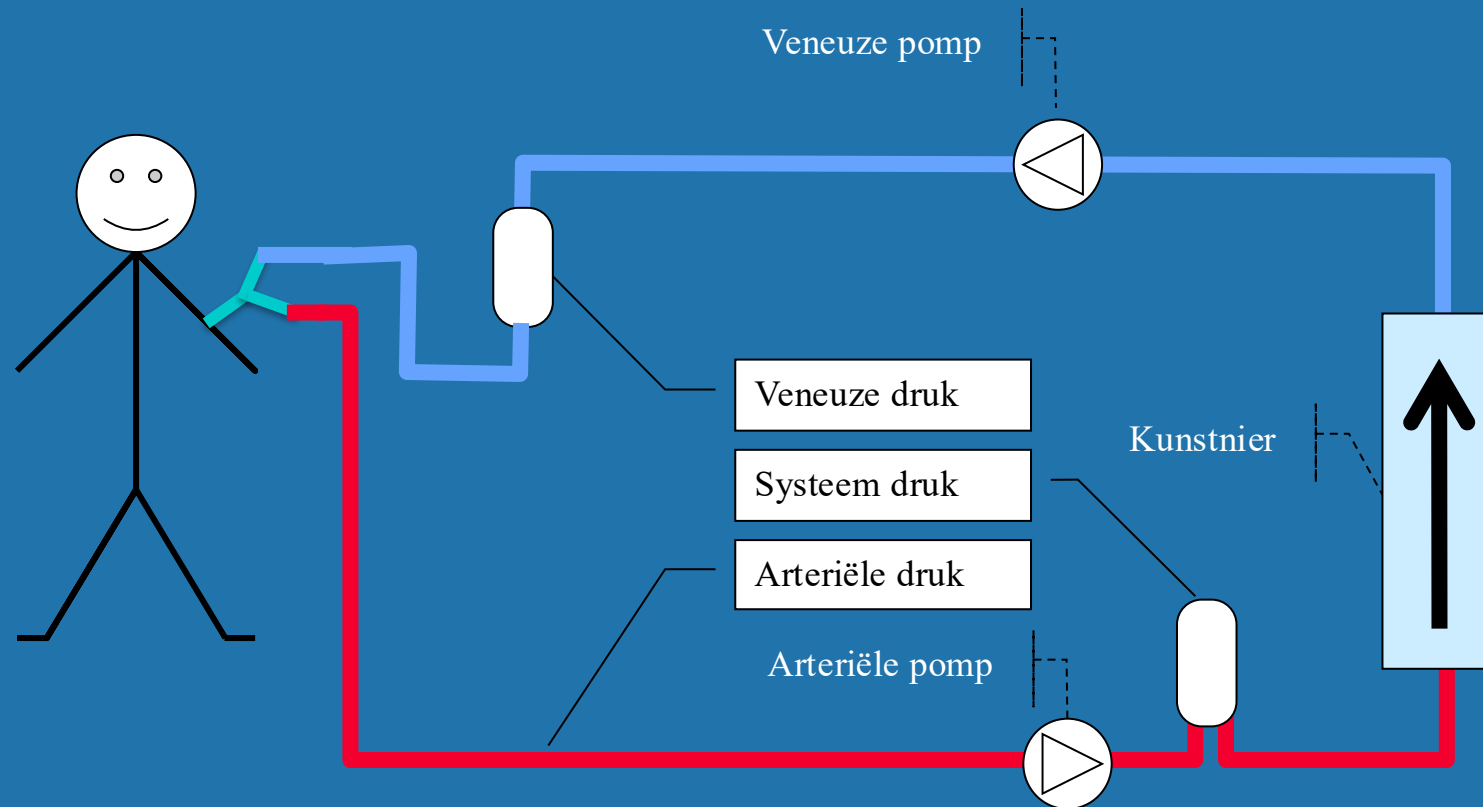
- Arteriële en veneuze naald of toegangsweg
- Arteriële bloedpomp levert bloeddebiet
- Continu debiet, kleppen werken enkel bij alarmen



Tweenaald instellingen

- Efficiëntie is vooral afhankelijk van bloedflow Q_b
- Drukken binnen veiligheidsgrenzen (P_a , P_{di} en P_v)
- Behandelt bloedvolume (ingesteld $\leftrightarrow$ gemeten)
- Beter een lager maar stabiel debiet dan regelmatig alarmen

Eénnaald dialyse (SN)

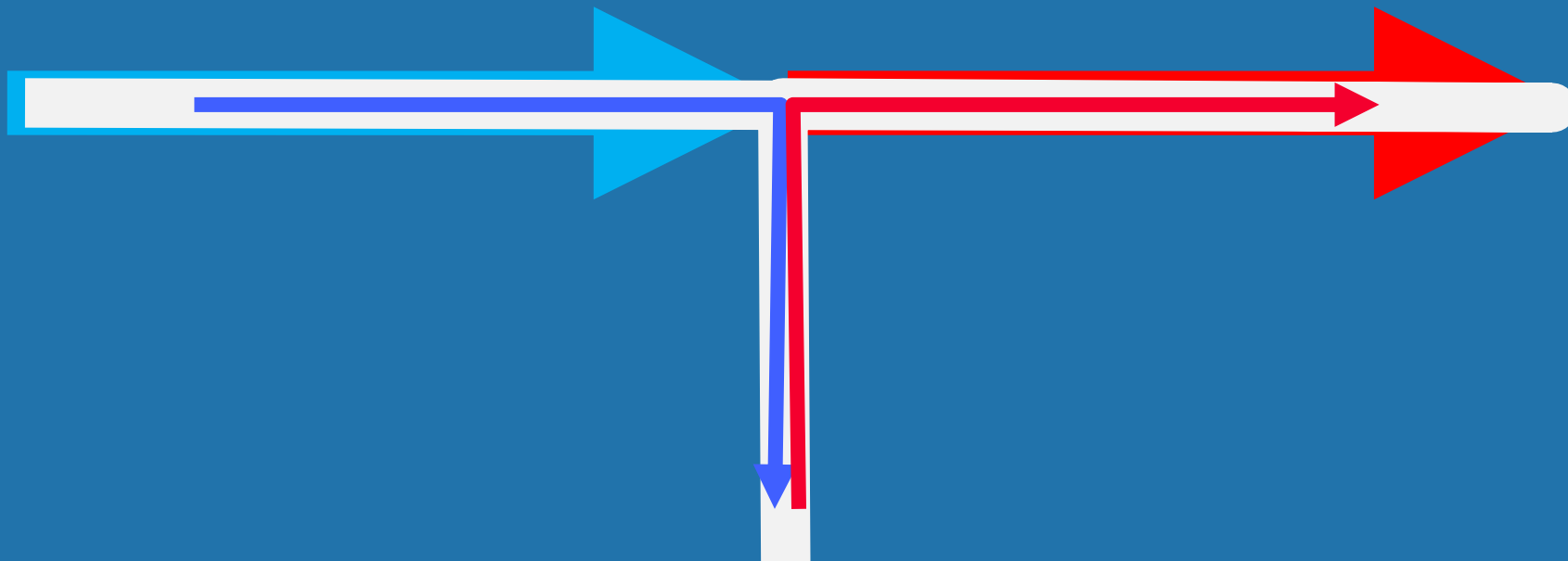


Eénnaald dialyse

- Arteriëel en veneus bloed door 1 naald/lumen met Y-stuk
- Arteriële en veneuze cyclus <> continu bloedflow

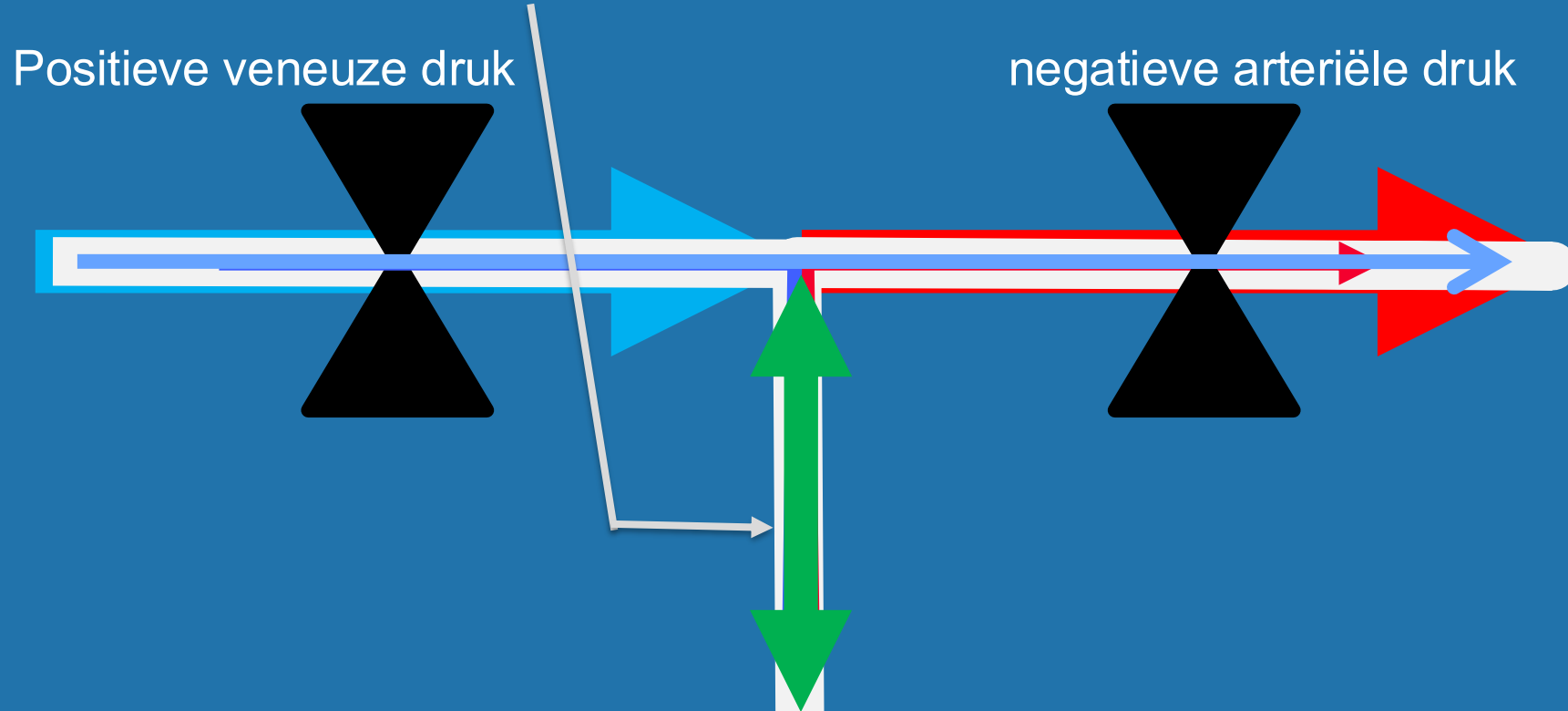
Veneuze fase

Arteriële fase



Recirculatie

- Arteriële en veneuze kleppen voorkomen veel recirculatie
- Slechts een klein volume recirculatie per cyclus

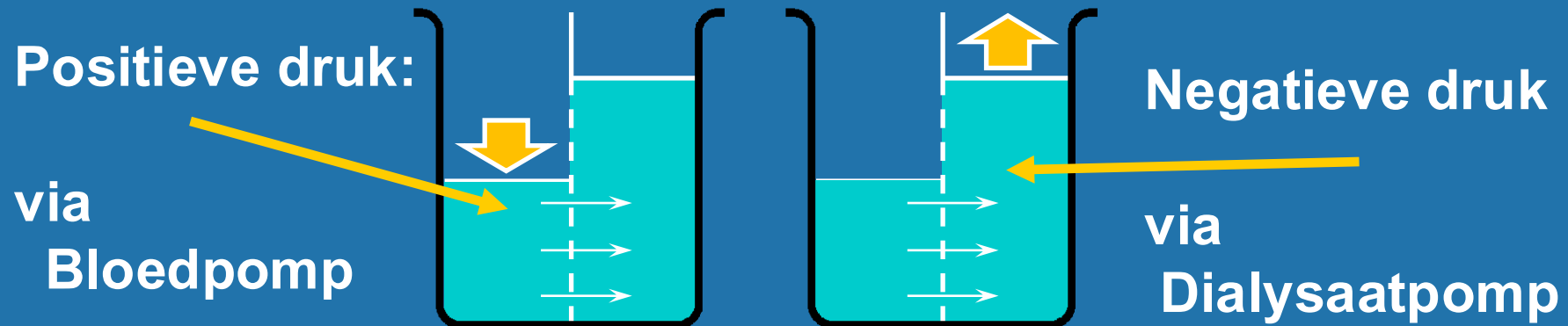


Efficiëntie van éénnaaldtherapie

- Gemiddelde bloedflow = $\frac{\text{maximale bloedflow}}{2}$
- Vast volume recirculatie per art/ven fase:
 - Hoger slagvolume → minder fases → minder recirculatie
 - Hoger slagvolume → meer kans op stilstand (alarm P_{art} en P_{ven})

Ultrafiltratie

- Transport van vloeistof door een membraan via een drukverschil
- Afhankelijk van membraan permeabiliteit

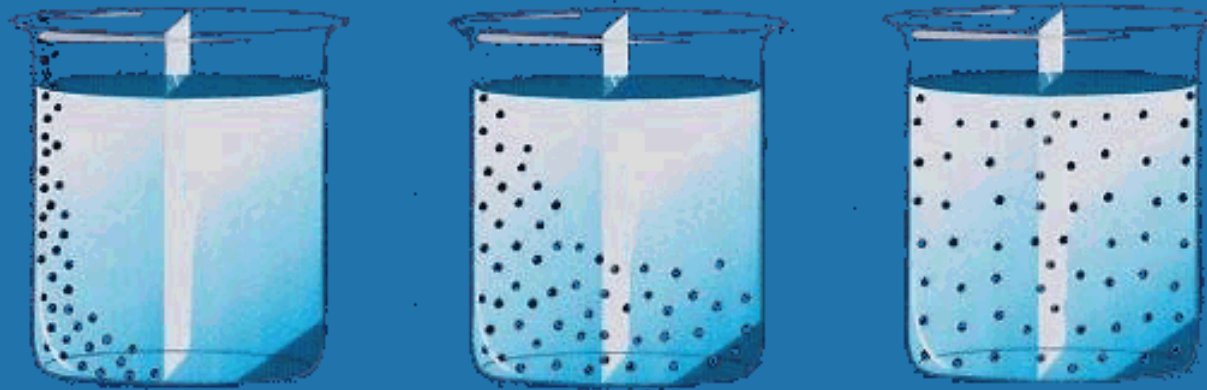


Fysica in hemodialyse

- In de kunstnier staan 2 vloeistoffen met elkaar in contact via een half doorlaatbaar membraan
- Door het verschil in samenstelling is er uitwisseling doorheen het membraan = diffusie
- Afhankelijk van de drukverschil (TMP) is er vochttransport door het membraan = convectie

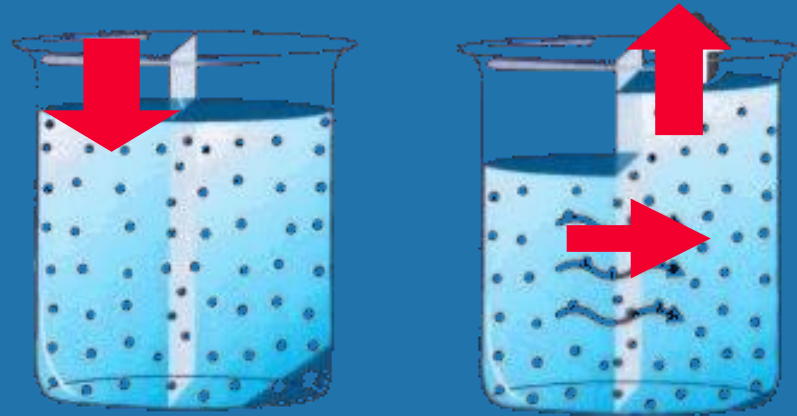
Diffusie

- Transport van opgeloste stoffen van hogere naar lagere concentratie,



Convectie

- Transport van opgeloste stoffen samen een vloeistofstroom door het membraan



Ultrafiltratie coëfficiënt

UFc = water doorlaatbaarheid membraan
(**ml /h/mmHg**)

ml: Hoeveelheid vloeistof die

h: per uur door het membraan vloeit

mmHg: per mmHg over membraan (TMP)

Hemodialyse

Drinkwater

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

Opties

Hemodiafiltratie

- Hemodialyse (HD)
 - Dialyse = diffusie
- Hemofiltratie (HF)
 - Filtratie = convectie
- Enkel ultrafiltratie (sequentiële UF)
 - Ultrafiltratie = vocht onttrekken
- Hemodiafiltratie of HDF
 - HD + HF + UF

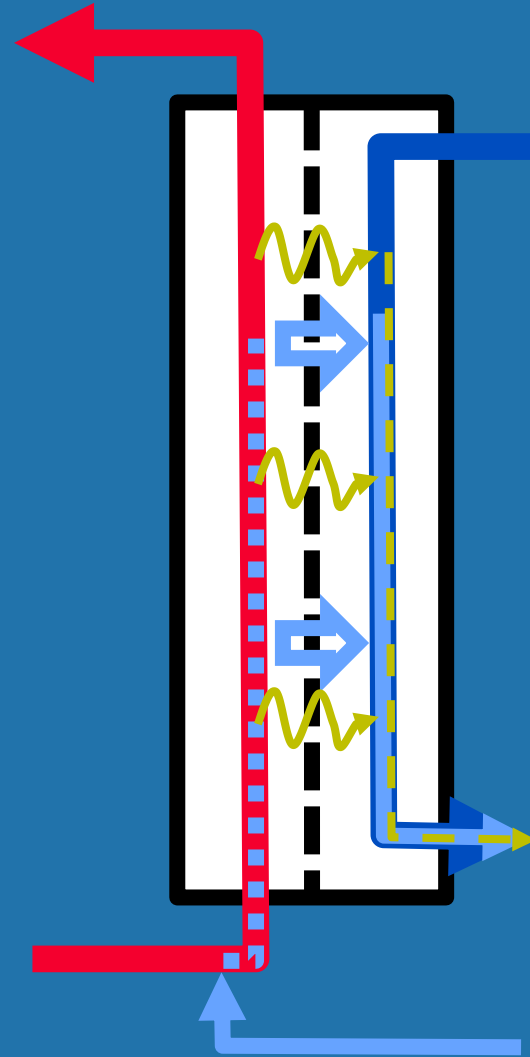
HDF praktisch

- HDF met steriele vloeistof in zakken (weinig gebruikt)
 - + Infuus is steriel en samenstelling vrij te kiezen;
 - Afwijking tussen pompsnelheid en ultrafiltratiecontrole
- HDF met online dialysaat (ONLHDF)
 - + Veel vloeistof beschikbaar
 - Ultrafilters nodig
 - + Ultrafiltratiecontrole waarborgt vochtbalans

HDF pre-dilutie

Substitutie wordt **VOOR** de kunstnier toegevoegd:

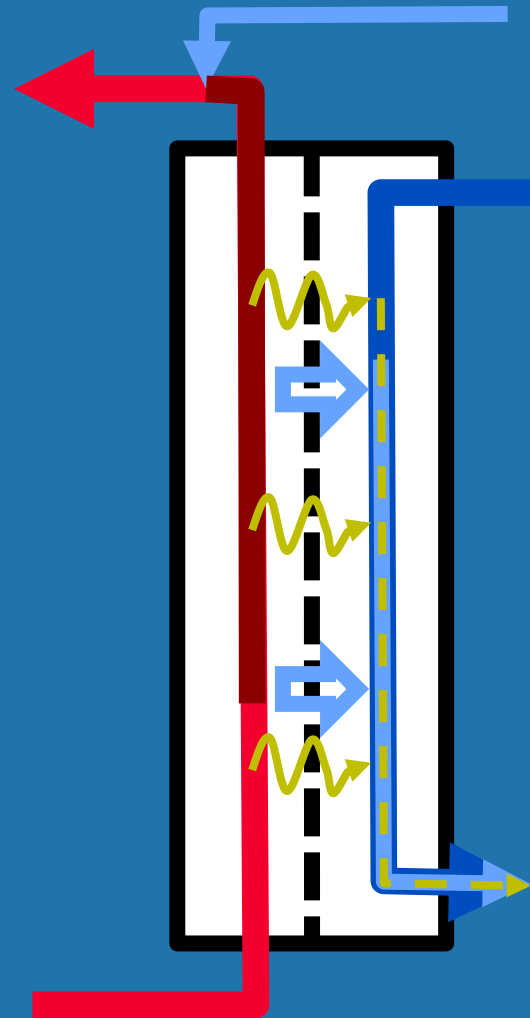
- + Te filtreren volume is groot (tot 20 l/h)
- Sterke 'verwatering' van het bloed => minder diffusie



HDF post-dilutie

Infuus wordt **NA** de kunstnier toegevoegd

- + Diffusie wordt weinig benadeeld;
- 'Indikking' in de kunstnier beperkt het filtratievolume (7 l/h);



Hemodialyse

Over water

Waterbehandeling

Hemodialyse toestel

Fysische metingen

Kunstnier membranen

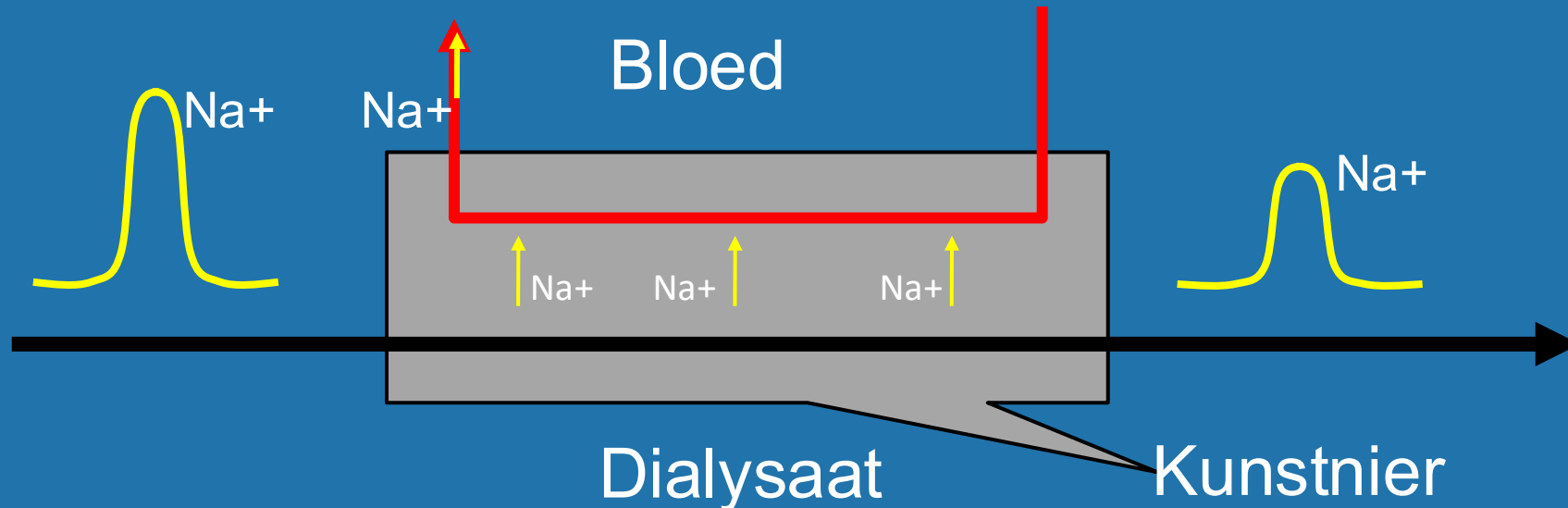
Dialyse 'de basis'

Hemodiafiltratie

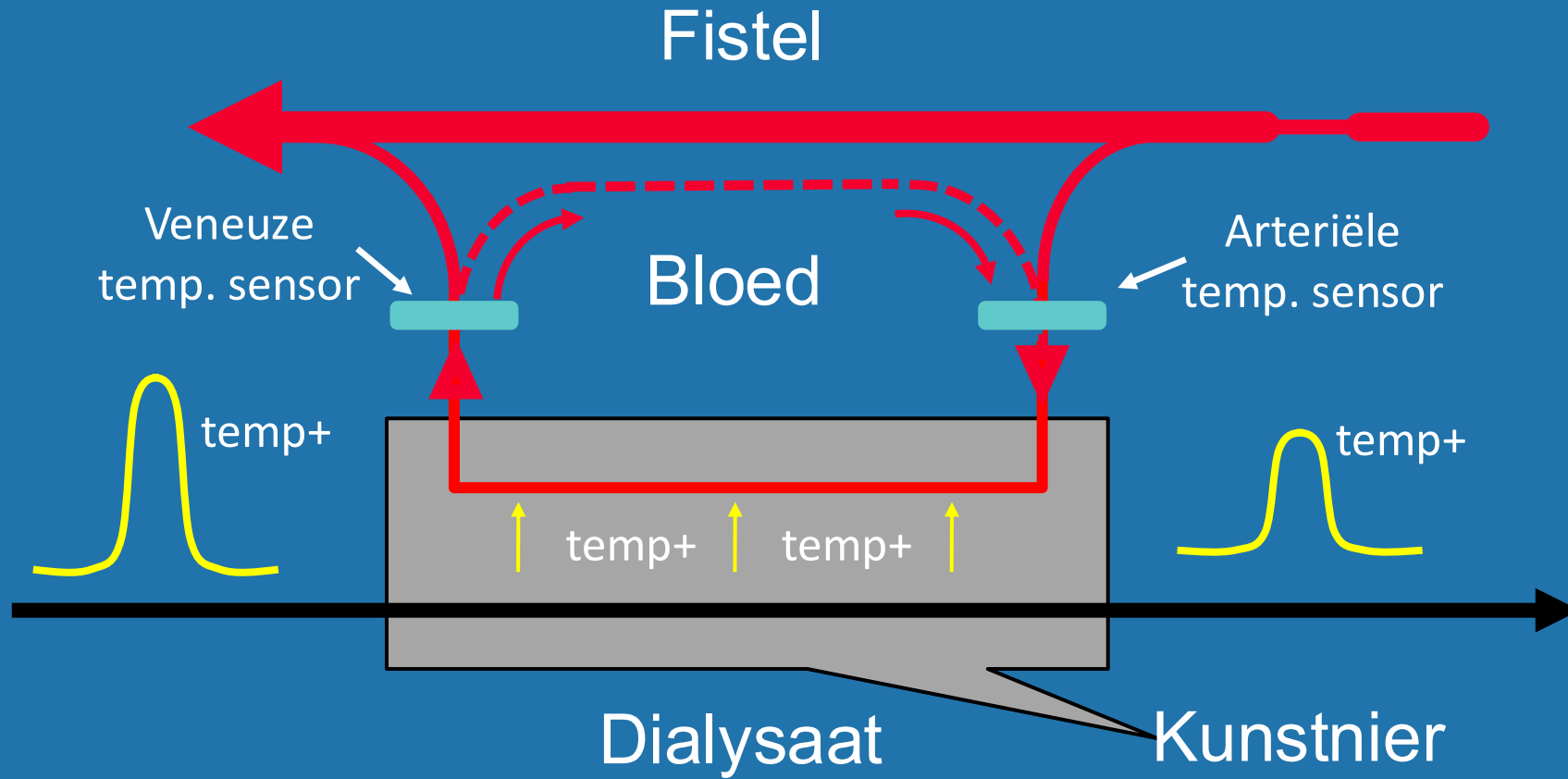
Opties

Klaringsmeting op toestel

- Meet intradialytisch (elke 30') :
 - Klaring , plasma natrium, geklaard volume Kt (liters)
 - Berekent $spKt/V$ (na ingave distributievolume V)
 - MG NaCl = 58 MG ureum = 60 (diffusie coëfficiënt gelijk)
Diffuseerbaarheid evenwaardig, klaring ook



Recirculatie meting:



Dank u

voor uw aandacht