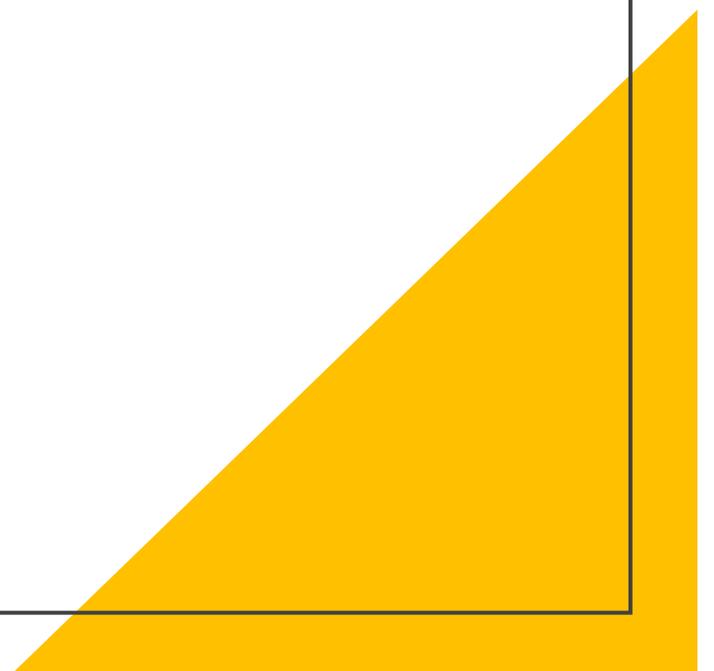


Dialyseeffektivität
Grundwissen und praktische
Umsetzung
mit Blick auf Dialysequalität
Lebensqualität

Adalbert Natterer, Ulm



Stand 2006

Qualitätsindikatoren (Prozessqualität)

- Zahl der Dialysen pro Woche ≥ 3
- Effektive Dialyse-dauer ≥ 240 min
- $KT / V \geq 1,2$
- Hb/Hk ≥ 10 g/dl / 30%

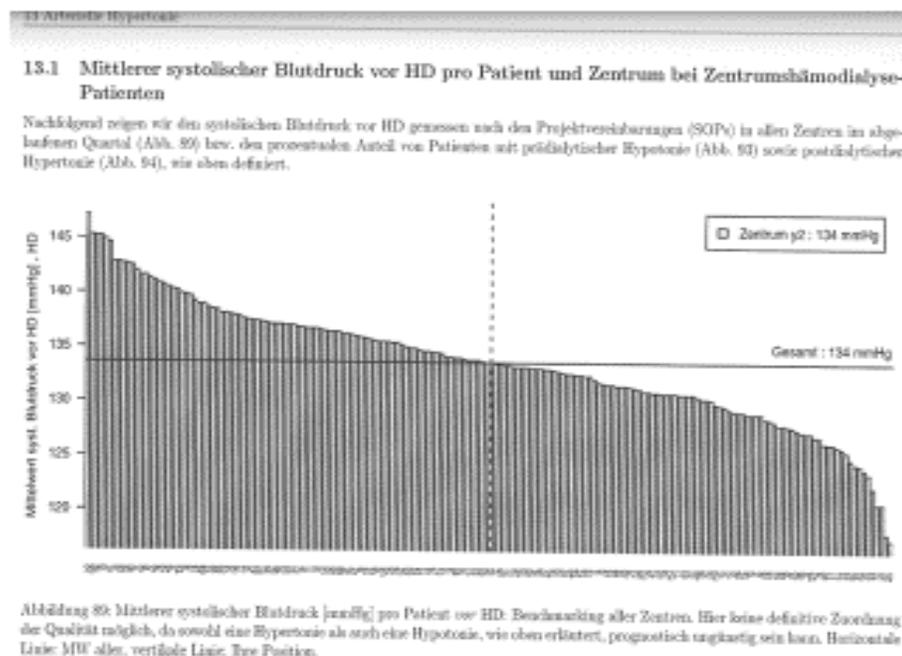
„Auffällig“



mehr als
15% Patienten
unter Zielwert

„Benchmarking“

- **Jede Dialyseeinrichtung muss sich als Abrechnungsvoraussetzung an einem Rückmeldesystem zur Selbstkontrolle, dem sog. „Benchmarking“ beteiligen, z.B. QIN, QuaSi-Niere**
- **Erfasst werden obligatorisch: Komorbidität, Resturin, Blutdruck, Serumalbumin, Calcium, Phosphat, EPO-Wochendosis, HbA1c bei Diabetes**

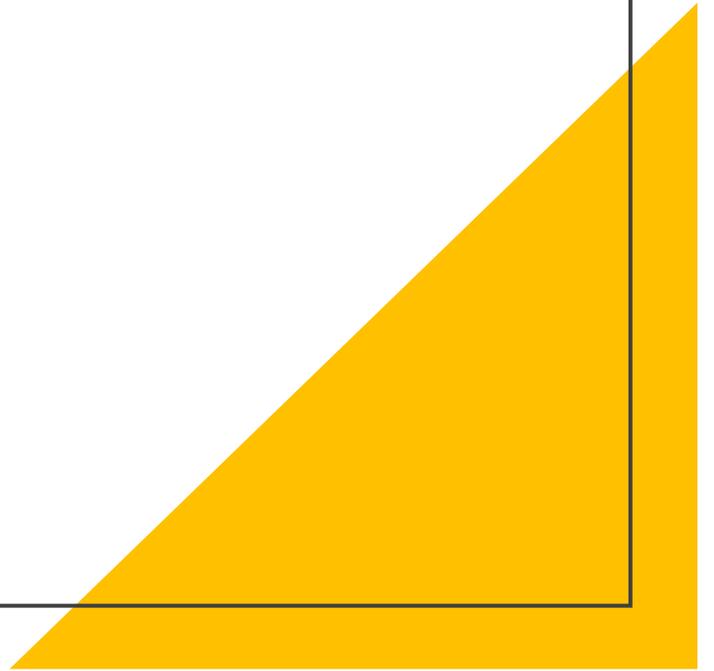


Was geht das die Pflegekräfte an ?

- **Pflegekräfte leisten einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der Zielwerte und damit zur Sicherung der Behandlungsqualität**
- **Die Richtlinie schreibt allerdings quantitativ und qualitativ (Weiterbildung) zur Personalausstattung in der Pflege nichts vor**



Wie schaut`s
heute aus?!



Ziele der Dialysebehandlung (DGfN 2022 Dialysestandard)

Adäquat soll sie sein

→ Behandlungsqualität soll stimmen

"Unseren Patienten soll`s gut gehen!"

Qualitätsbeurteilung erfolgt durch:

Parameter der Prozessqualität und der Ergebnisqualität

Diese Daten sind vierteljährlich an ein zentrales Datensystem zu melden.

Parameter der Prozess- und Ergebnissqualität für die Hämodialyse

- 3 x pro Wo und mindestens effektiv 12 Std
- hoher Anteil von: AV-Fisteln = Native Fisteln = Cimino Shunts
- möglichst wenig Katheter?! Infektionen?!
- Qualität der Dialysierflüssigkeit
- der Blut- und Dialysatfluss an der Dialyse

und

Klinische Parameter einer adäquaten Dialyse sind z.B. Wohlbefinden, Gewichtsverlauf, Appetit, RR-Einstellung, Anämie, Ca-Ph Haushalt

Bei PD → Häufigkeit der Beutelwechsel/ Dialysatvolumen/ Tag u
Behandlungstage /Wo Peritonitiden

Dialyseeffektivität (Dialysestandard 2022)

HD: 3 x Wo 4-5 Std / adäquatem Dialysator / Blutfluss von 200-350 ml/min

und die Empfehlung; Vierteljährliche Kontrolle der Harnstoffkinetik

Kt/V = / > 1,2 und Harnstoffreduktion = / > **65%**

PD: $Kt/V = \text{peritoneale Clearance} + \text{Clearance der Eigenniere} \times \text{Zeit} : \text{Harnstoffverteilungsvolumen (V)}$ sollte gleich/größer/ **Wo 1,7**

PET-Test: regelmäßige Kontrolle, insbesondere
ca.4 – 6 Wochen nach Behandlungsbeginn und
nach Abheilung einer Peritonitis

„Harnstoffkinetik allein ist nicht Alles!“

aber: → Info über Dialyseudosis

→ Kt/V ist ein quantifizierbarer Parameter für die
Dialysequalität

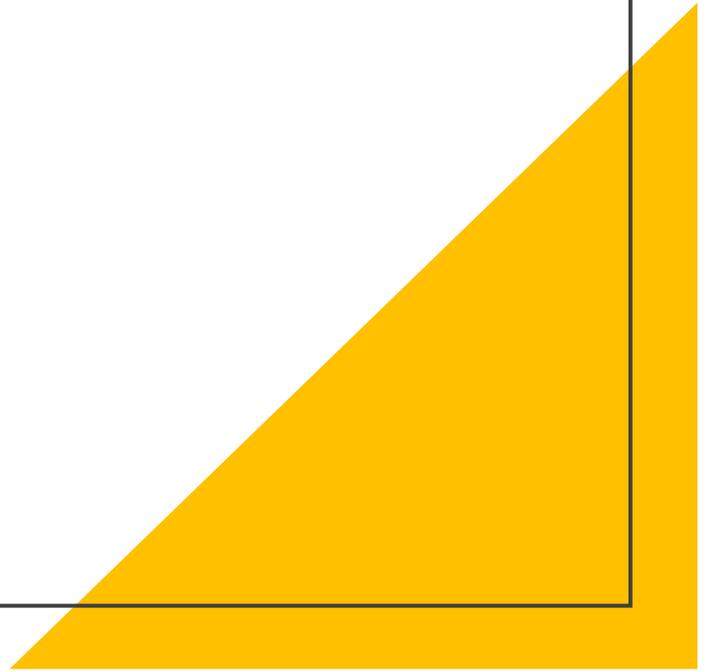
→ gibt Info über die PCR = Protein Catabolic
Rate (Eiweißumsatz)

Kann uns wichtige Information über des Gefäßzugang
geben!

Was benötigen wir also für eine effektive Dialyse?

Wie können wir das Ergebniss überprüfen

Was sollten wir wissen?



Wir benötigen:

- Leistungsfähiger Dialysator
- Ausreichend Dialysezeit
- Passendes Dialyseverfahren

HD/HDF => Diffusion/ Diffusion und Konvektion

und

- **Funktionstüchtiger Gefäßzugang**

**Dazu: regelmäßige und möglichst unkomplizierte
Überprüfung von **Kt/V** u **HRR****

Und dabei immer der Patient im Focus!

Leistungsfähiger Dialysator

Gute Biokompatibilität = gute Verträglichkeit heißt: nur geringe
Aktivierung immunologischer Reaktion

Früher → Zellulose basierte Membranen, sterilisiert mit Ethylenoxid ☹

heute → Syntetische Membranen wie Polysulfon, Polyacrylnitril,
PMMA = Polymethylmethacrylat

Dazu: Dampf- oder β -Strahlen sterilisiert und sehr gut Verträglich

Hohe Permeabilität für Wasser = UF-Faktor ml/mmHG/H

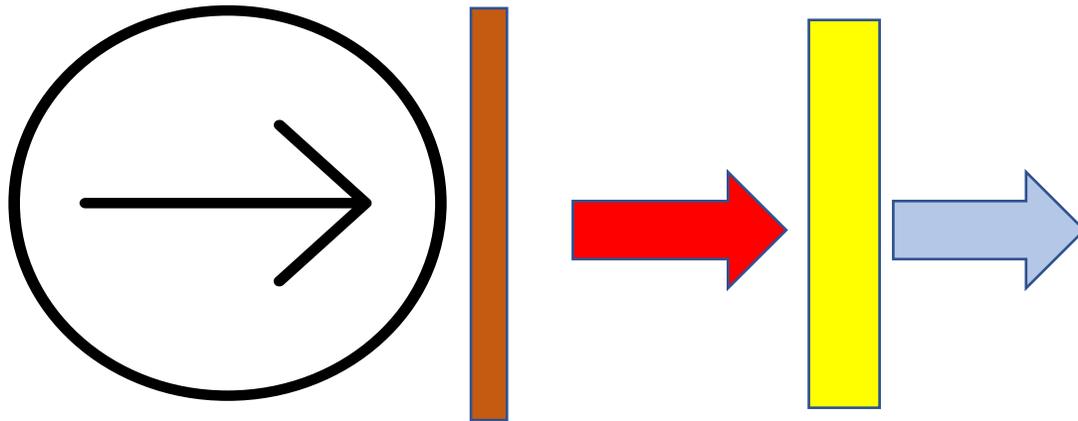
Hohe Clearance Leistung für kleine und Mittelmoleküle

500 – über 20000 Dalton siehe Datenblatt!

Hämodiafiltrationsverfahren tauglich

Dialysezeit

Vom Intrazellulären und interstitiellen Raum nach intravasal →
durch die semipermeable Membran des Dialysators → ab nach
draußen!



**Je größer die Moleküle, desto mehr Zeit ist
notwendig! H`stoff 60 Dalton, β_2
Mikroglobulin 11800 Dalton**

Minimum. 3 x 4 Std und sp K_{xt}/V von 1,2 sollte mindestens erreicht
werden! (Ausnahmen bestätigen sicher auch hier die Regel, zb bei
Patienten mit voller Restausscheidung!)

Dialyseverfahren: HD versus HDF

.....vielleicht eine Glaubensfrage?

es gibt viel zu lesen im Internet z.B.: von der DGfN, Diverse Doktorarbeiten die sich mit diesem Thema beschäftigen.

HD: Clearance überwiegend → Diffusion

= freie Moleküle wandern vom Ort größerer Konzentration zum Ort niedriger Konzentration, ein passiver Vorgang → Prima für kleine Moleküle z.B. Harnstoff

HDF: Clearance über Diffusion und Konvektion

Konvektion: Größere Moleküle können durch eine große Filtration wie bei der HDF durch den Dialysator mitgerissen werden!

Beispiel: HD: $3000\text{ml UF}/4\text{std}=750\text{ml}:60\text{min}=12,5\text{ ml/min UF BP}=\text{eff.300}$

bei HDF post werden ca.20 Liter Substitutionslösung zugeführt und wieder entfernt:

→ $20000\text{ml}:240\text{min}=83\text{ml/min Filtration durch HDF} + 12,5\text{ ml/min wie bei HD}$

S` Bächle wird zum reißenden Strom! = Konvektion

Die Hoffnung bei der HDF besonders größer Urämietoxine durch die große Ultrafiltration zu entfernen!

Funktionsstüchtiger Gefäßzugang

Grundvoraussetzung einer effektiven Dialysebehandlung!

- Katheter müssen laufen! → tgl. Problem= Laufstörungen
Infektionsgefahr ☹
- Shunt: 250 ml/min – 350 ml/min (- 400 ml in unserem Zentrum)

Shuntfluss muss höher sein als der Blutfluss sonst Gefahr →
Rezirkulation! Veränderungen sollten erkannt werden!

native Shunt = av- Shunt = Cimino Shunt = Zugangsweg 1

Prothesen Shunt = Goretex Shunt= ePTFE-Shunt = Zugangsweg 2

Implantierte Vorhofkatheter Zugangsweg 3

Ermittlung der Dialyседosis

Kt/V als quantitativer Parameter!

- Stimmt die Richtung?
- Bei Verschlechterung: Abnahmefehler oder Gefäßzugangproblem?

Ernährungsstatus und Allgemeinzustand dürfen dabei nicht vernachlässigt werden!

KT / V

Frank Gotch u John Sargent

mitte der 80er Jahre

Ziel: 1,2 --> 1,4

K = Harnstoffclearance (ml / min)

T = Dialysezeit (min)

V = Verteilungsvolumen (ml)

(55% KG Frau , 60% KG Mann)

Beispiel: K = 200 ml/min , T = 240 min, V = 36000 ml

KT / V rechnerisch: $200 \times 240 : 36000 = 1,33$

Blutentnahmen für Harnstoffkinetik (HRR oder KT/V)

- Prädialytisch: Unmittelbar vor Dialyse aus arterieller Kanüle vor Kochsalz- / Heparin-gabe. Bei Katheter 10 ml Blut verwerfen
- Postdialytisch: „Slow flow / Stop pump – Methode“
 - >10 – 20 sec vor Ende UF und Dialysatfluss aus
 - >Blutfluss auf 50 – 100 ml/min reduzieren
 - >Nach frühestens 15, spätestens 30 sec Abnahme aus arteriellem Schenkel bei laufender Blutpumpe

oder: Blutpumpe Stop + Abnahme aus arterieller Kanüle
nach 15 – 30 sec (Original KDOQI-Empfehlung)

$$KT/V = -\ln (HRR - 0,008 \times T) + (4 - 3,5 \times HRR) \times UF / TG$$

Einflussfaktoren auf die Dialyседosis

Clearance:

Dialysatormembran

Dialysatoroberfläche

Entlüftung des Dialysators

Antikoagulation

Sekundärmembranbildung

Rezirkulation

Dialysatfluss 1: ! ??

Dialysezeit:

Wird und kann die verordnete
Zeit eingehalten werden?

(Personalausfälle!)

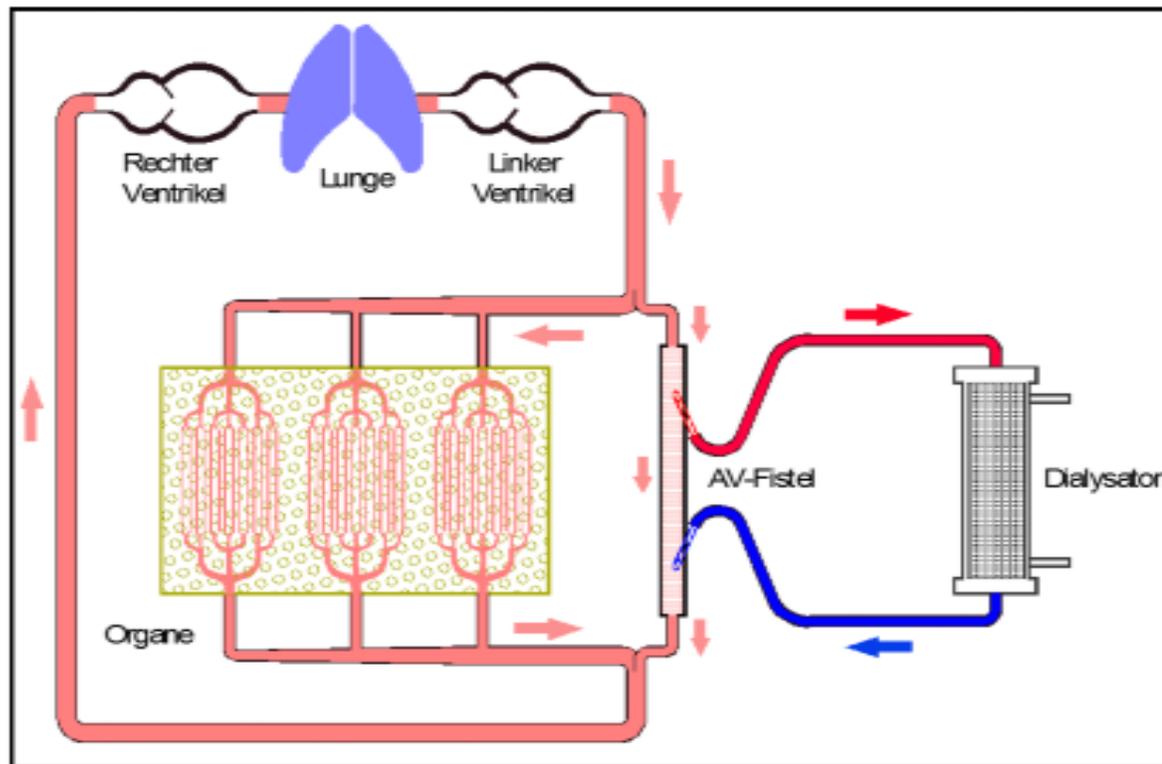
Macht der Patient mit?

Maschinenalarne z.B.
Katheterdysfunktion

Worauf wir keinen Einfluss haben, aber im Blick sollte es sein!

Rezirkulation

Kardiopulmonale Rezirkulation

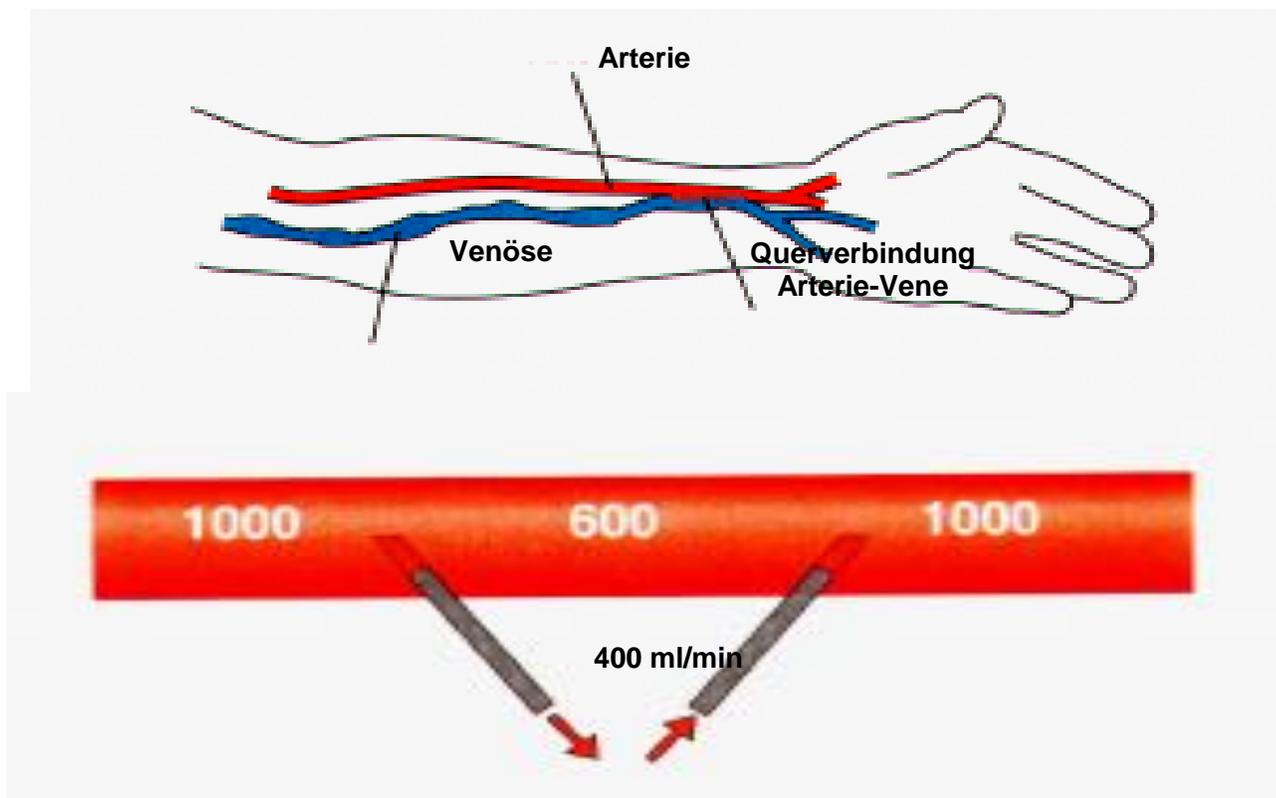


Shuntblut >
Dialysator >
Shunt > Herz >
Lunge > Herz >
ca. 5-15% des
bereits
dialysierten
Blutes > Shunt

Fistelbedingte Rezirkulation

= Rezirkulation im Gefäßzugang  sollten wir erkennen!

Urs.: Shunt Zu- bzw. Abflussstenose



Erkennen einer Shunt-Rezirkulation: Klinische Hinweise

- Anschließen: helles Blut aus art. Kanüle
 - Veränderte Druckwerte
 - Nachdunkeln des Blutes im Dialyseverlauf
 - Verlängerte Nachblutung
 - Bedside-Labor: Kalium ↓ ACT ↑
 - Kompressionstest zwischen art. und venöser Kanüle
- ☛ **Rezirkulationsmessung**

Rezirkulation und Rebound

Rezirkulation +
Kompartimentierungseffekte
(„Urea-Rebound“)

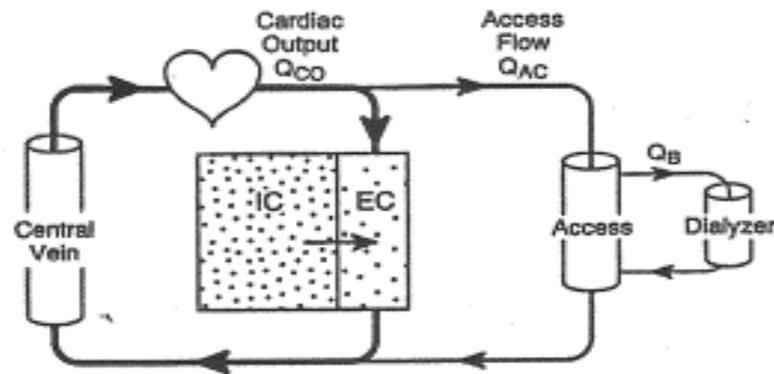


FIG. 6. Figure 3 modified to incorporate the concept of a two-pool systemic compartment for urea removal. Urea in the intracellular compartment (IC) diffuses to the extracellular compartment (EC) with a rate defined by the MTC_{UREA} .

Technische Möglichkeiten um angestrebte Ziele zu erreichen

DDM=Dialysedosismonitor überprüft mittels Lichtquelle am Dialysatausgang die Harnstoff-Stickstoff Elimination= $spKt/V$

OCM=Online-Clearance Messung Mit Hilfe des Na-Moleküls, welches sich wie Harnstoff verhält wird über kurzfristige Na-Bolus Gabe und dessen Ausscheidung auch ein $spKt/V$ ermittelt

Rezirkulationsüberwachung:

BTM = Bluttemperaturmonitor - über Bluttemperatur

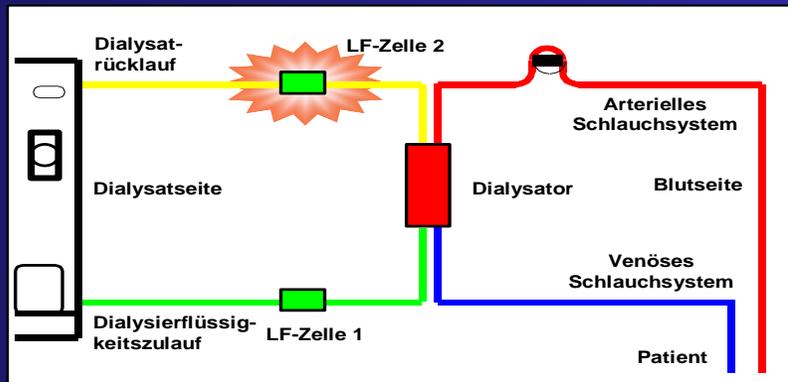
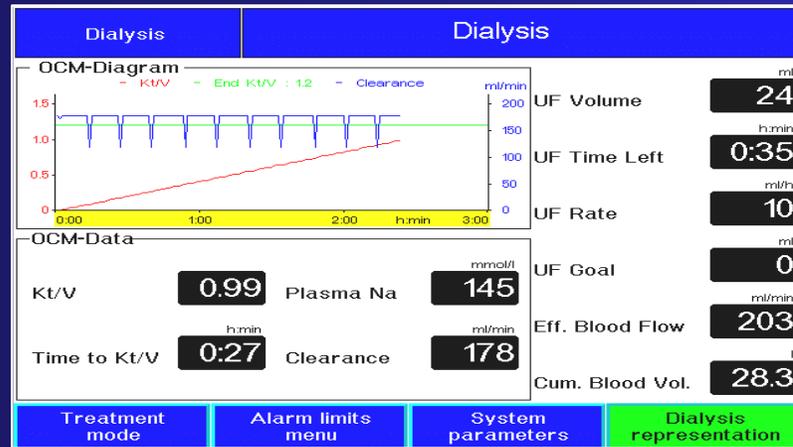
RMS = Rezirkulationsmesssystem – über Blutdichte

Transonic = Shuntfluss und Rezirkulationsmessung

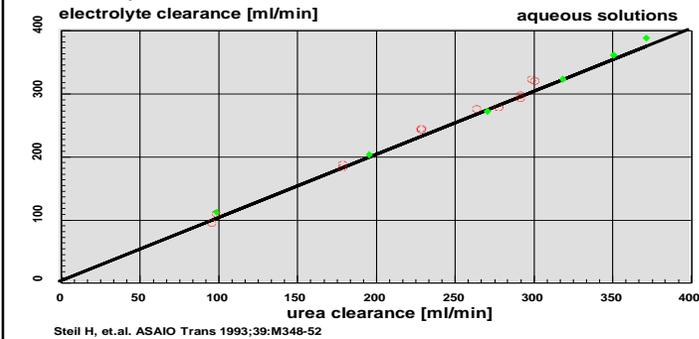
Ultraschall: Shuntfluss kann überprüft und Veränderungen erkannt werden!

OCM-Monitor

Bestimmung der effektiven Dialyседosis Elektrolyt- und Harnstoff-Clearance



Elektrolyte Clearance versus Urea Clearance



Diffusionskoeffizienten bei 37 ° C

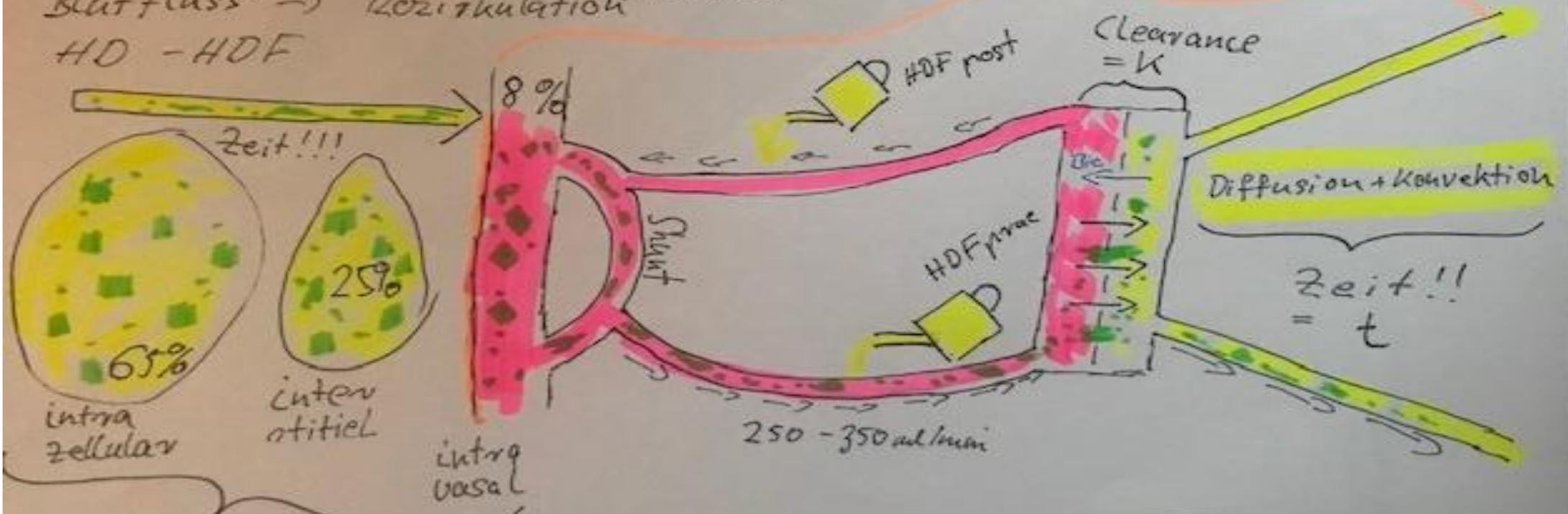
Na ⁺	Harnstoff
$1,94 \cdot 10^{-5}$	$2,20 \cdot 10^{-5}$

Babb AL, Maurer CJ, Fry DL, Popovich RP, McKee RE :
The determination of membrane permeabilities and solute diffusivities
with applications to hemodialysis
Chem. Eng. Progr. Symp. Ser. 84,64 (1968) 59-68

Effektive Dialysebehandlung

Unser Einflussbereich

- Zeit → Stillstandszeit/Alarmer
- Dialysator → Antikoagulation/sekundär Membran
- Blutfluss → Rezirkulation
- HD - HDF



= Wasserverteilungsvolumen

$$\frac{K \times t}{V} = \geq 1,2$$

Zusammenfassung

Effektive Dialysebehandlung benötigt:

Zeit

"Passender" Dialysator

Passendes Dialyseverfahren

Funktionstüchtiger Gefäßzugang

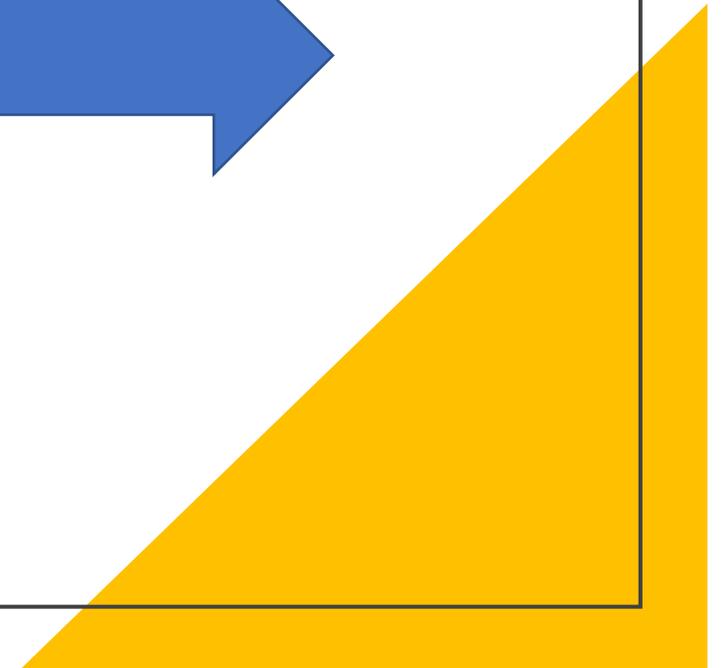
Dazu:

Technik, die optimal eingesetzt wird

wie OCM und DBB zur sp Kt/V-Messung

BTM und RMS zur Rezirkulationsmessung

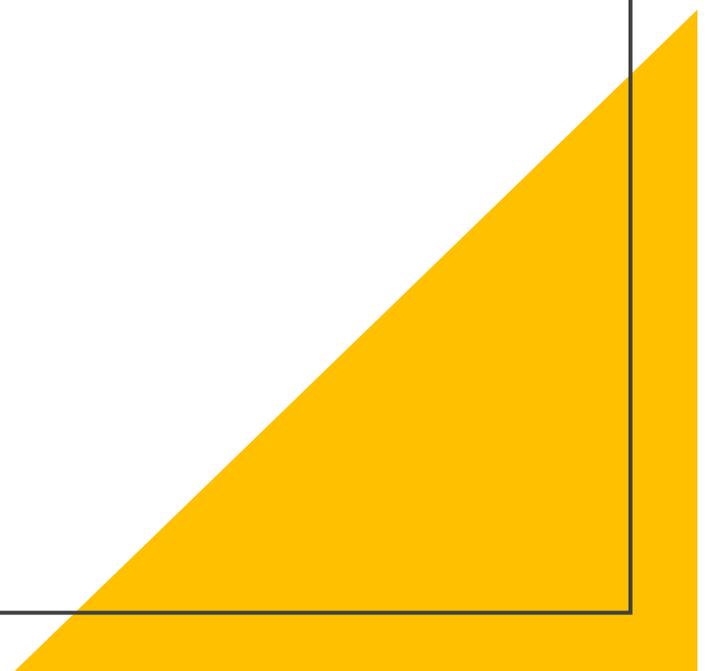
BVM= Blutvolumenüberwachung



Last but not Least:

Ein gut geschultes Dialyseteam, das mit den Stellschrauben einer effektiven Dialysebehandlung vertraut ist, die technischen Möglichkeiten kennt und nach Bedarf einsetzt und dabei den Patient als Mensch im Blick behält!

Vielen Dank! :-)

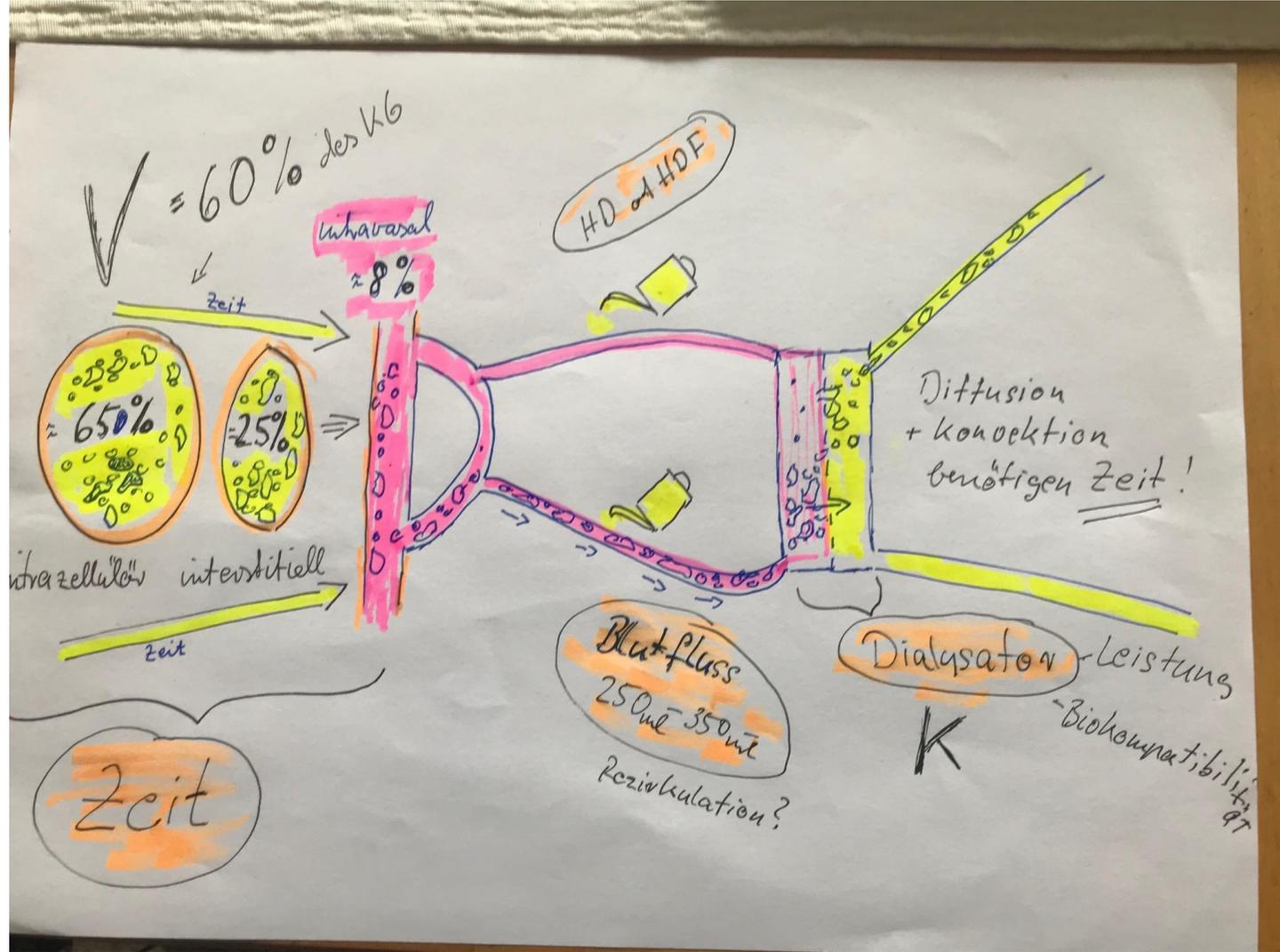


Dialysefrequenz / -dauer : Rationale

- Die **HEMO-Studie** zeigte, dass eine Erhöhung der Dialyседosis von KT/V 1,2 auf 1,6 ohne Veränderung des Dialyseschemas keinen Überlebensvorteil bringt (1)
- Verlängerung der Dialysezeit verbessert dagegen das Patientenüberleben, wahrscheinlich durch bessere Kontrolle des ECV und des Blutdrucks (2,3)
- Tgl. kurze Dialyse verbessert Blutdruck, Ernährungszustand und Wohlbefinden (4,5)

EBPG (EUROPEAN BEST PRACTICE GUIDELINES) :

Minimum 3 x 4 h / Wo, bei alten oder kardial kritischen Patienten länger oder häufiger (6)

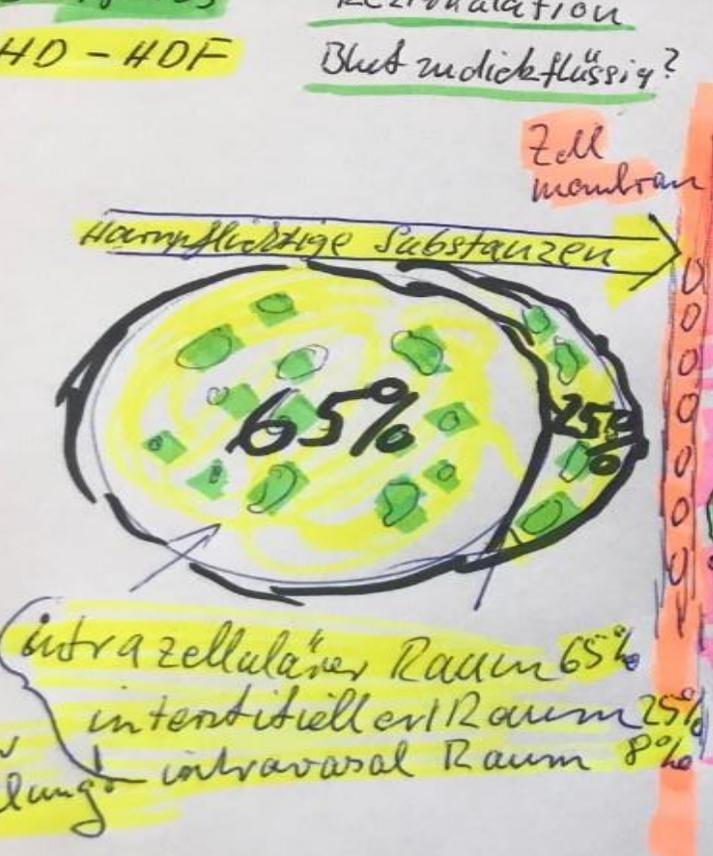


Effektive Dialysebehandlung

- Zeit
- Dialysator
- Blutfluss
- HD - HDF

- Stillstandszeit - Alarme
- Antikoagulation - Clotting
- Rezykulation
- Blut zu dick / flüssig?

Unser Einfluss!



Intravasaler Raum

Shunt

HDF_{pre}

HDF_{post}

Clearance = Reinigung durch

Diffusion + Konvektion

HDF: Hoher Blutfluss → große Filtrationsmenge → große Elimination von größeren Molekülen!

Septicämie + Toxine → Zellmembran → Blutkreislauf → Shunt → Dialysmembran → Dialysierflüssigkeit → Abfluss

Rebound nach Dialyse! ~10-20%?!

Effektive Dialysebehandlung

Zeit

Dialysator

Blutfluss

HD - HDF

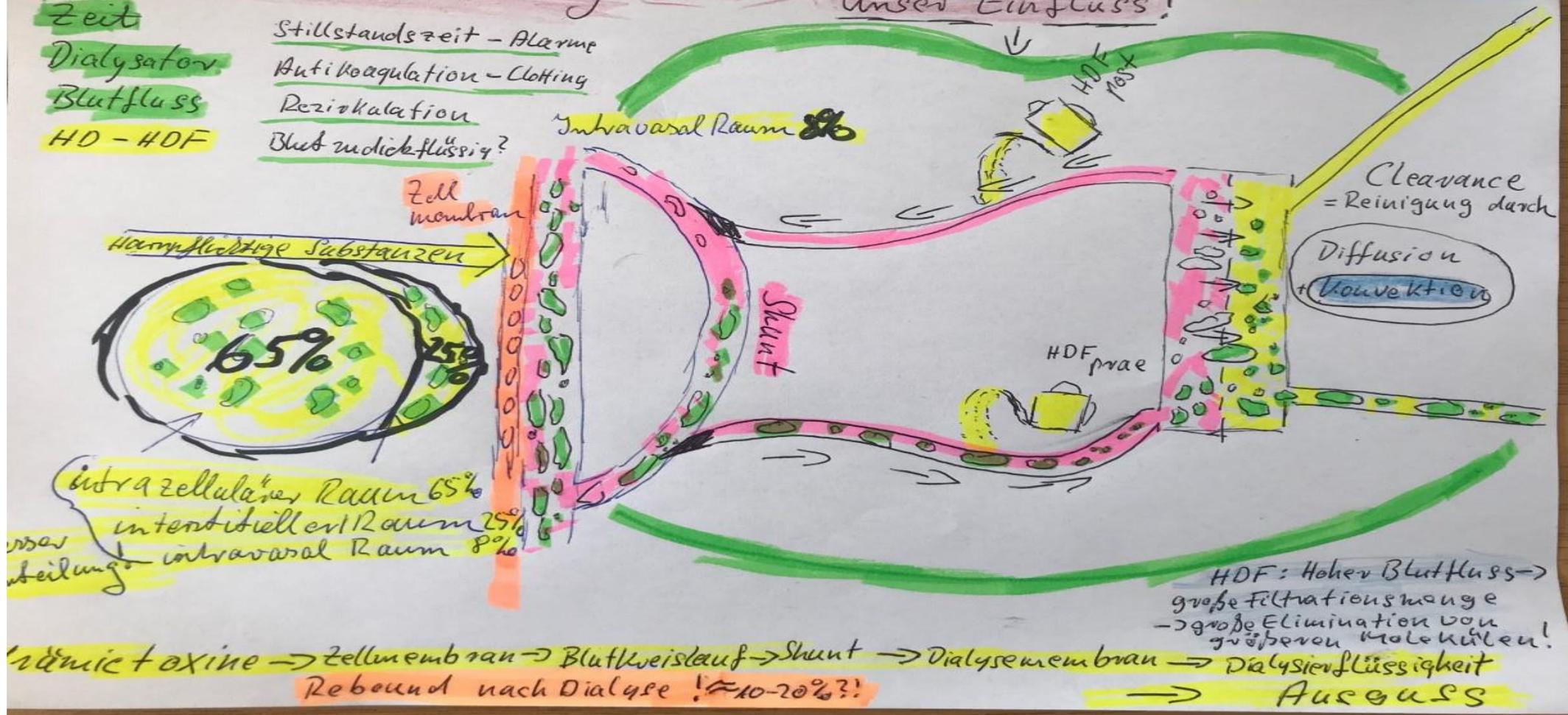
Stillstandszeit - Alarme

Antikoagulation - Clotting

Rezirkulation

Blut nicht-flüssig?

Unser Einfluss!



unser
Abteilung

intra zellulärer Raum 65%
interstitieller Raum 25%
intravasaler Raum 8%

Uraemietoxine → Zellmembran → Blutkreislauf → Shunt → Dialysmembran → Dialysierflüssigkeit → Ausschluss

Rebound nach Dialyse! ~10-20%?!

HDF: Hoher Blutfluss →
große Filtrationsmenge
→ große Elimination von
großen Molekülen!

KT / V: Rationale

- Harnstoff-Reduktions-Ratio und (daraus abgeleitet) KT/V korrelieren als Mass für die Entgiftung kleinmolekularer Urämietoxine bei Unterschreiten von **65% HRR** bzw. **1,2 KT/V** negativ mit dem Patientenüberleben (1,2,3)
- Verordnete und verabreichte Dialysedosis differieren durch (4):
 - falsche Blutpumpenkalibrierung
 - unnötige Blutflussreduktion (Hypotension)
 - Shuntprobleme (Qb, Rezirkulation)
 - Zeitverkürzung (Pat.Intoleranz / -compliance)

(1) OWEN: NEnglJMed 329(1993) 1001

(2) LOWRIE: AmJKidneyDis 24(1994) 255

(3) PARKER: AmJKidneyDis 24(1994) 981

(4) DELMEZ: AmJNephrol 16(1996) 29

Zusammenfassung

- Die **Qualitätsrichtlinie Dialyse** definiert abrechnungs-relevante Qualitätsindikatoren (Dialysefrequenz und –zeit, KT/V, Hb/Hkt), die als Minimalstandard bei mindestens 85% der Patienten erfüllt sein müssen.
- Das vorgesehene Rückmeldesystem zur Selbstkontrolle („**Benchmarking**“) ist ein erster verpflichtender Schritt zur Etablierung eines Qualitätsmanagements in der Dialyseeinrichtung.
- Die **Pflegekräfte** spielen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung dieser Richtlinie und damit bei der Sicher-stellung der Behandlungsqualität.

Dialysefrequenz / -dauer: Aufgaben der Pflege

- Sicherstellen einer Dialyse ohne Ausfallzeiten:
Maschinenvorbereitung
Shunt (Pflege, Punktion)
Heparinisierung
Kreislaufüberwachung
- Motivation der Patienten:
Dialysezeit
Dialysefrequenz



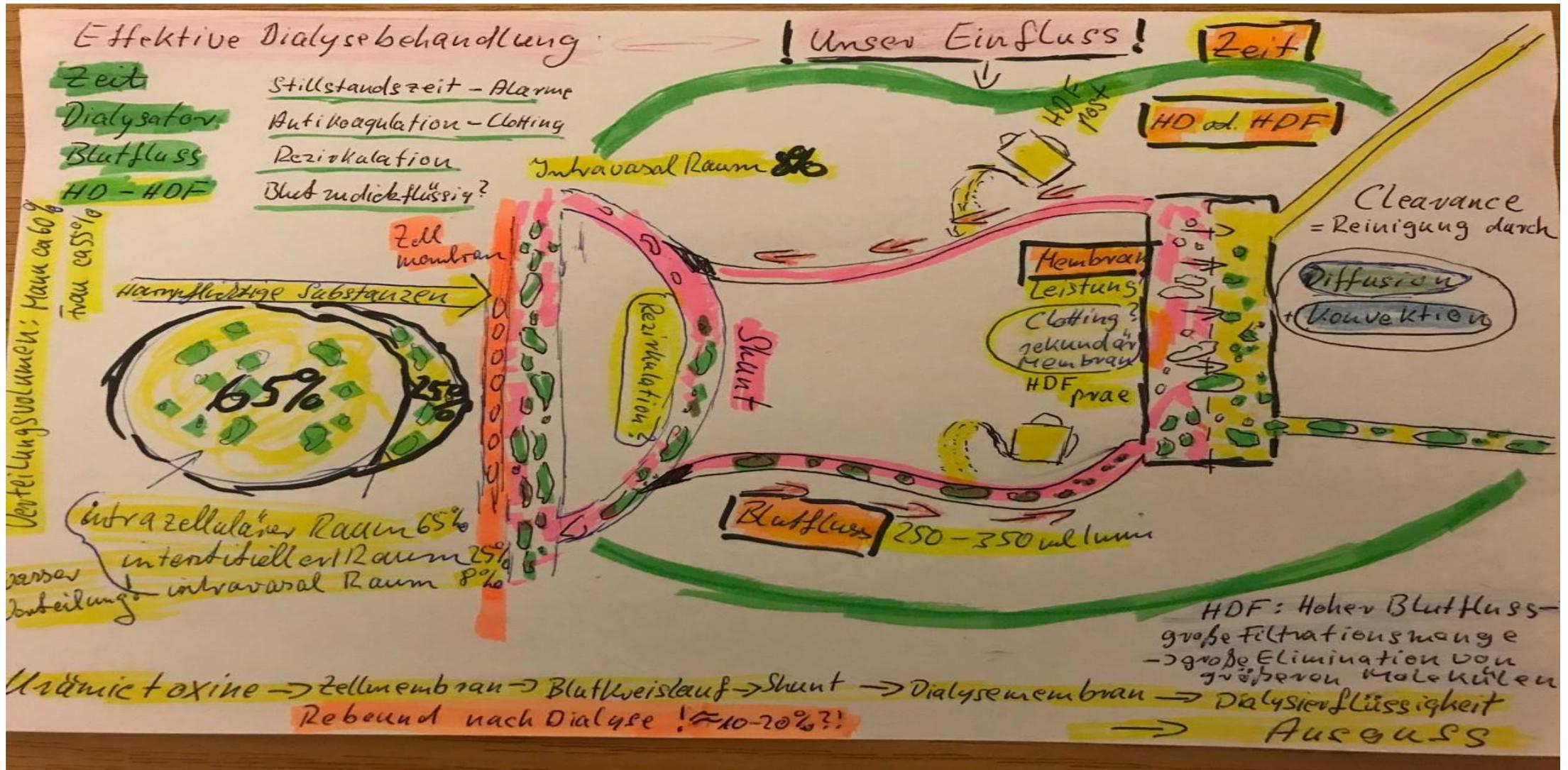
Aufgaben der Pflege

- Die Pflegekräfte spielen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung dieser Richtlinie und damit bei der Sicherstellung der Behandlungsqualität.

- Sicherstellen einer Dialyse ohne Ausfallzeiten:
 - Maschinenvorbereitung
 - Shunt (Pflege, Punktion)
 - Heparinisierung
 - Kreislaufüberwachung
- Motivation der Patienten:
 - Dialysezeit
 - Dialyseort



Effektive Dialysebehandlung --> Wo sind wir gefragt?!



Einflussfaktoren auf die Dialyседosis

Clearance

- Dialysatormembran
- Dialysatoroberfläche
- Entlüftung des Dialysators
- Antikoagulation des EBK
- Effektiver Blutfluss
- Rezirkulationsanteil
- Dialysierflüssigkeitsfluss

$$\frac{K \cdot t}{V}$$

Eff. Dialysezeit

- Verordnete Dialysezeit
- Stillstandszeiten des EBK (z.B. Alarme/Bypass)
- Phasen ohne Dialysatfluss (z.B. „Fluss aus“/Bypass)
- Behandlungsunterbrechung/Abbruch (z.B. Hypotonie)

Leistungsfähiger Dialysator

- Biokompatibilität = gute Verträglichkeit, geringe Aktivierung immunologischer Reaktionen!
Früher-> Zellulose basierte Membranen | heute -> Syntetische Membranen wie Polysulfon,
Polyacrylnitril, PMMA=Polymethylmethacrylat
- Hohe Permeabilität für Wasser und hohe Clearance Leistung für kleine und Mittelmoleküle 500 – über 20000 Dalton = Hämodiafiltrationsverfahren tauglich!

Beispiel: HD: $3000\text{ml UF}/4\text{std}=750\text{ml}:60\text{min}=12,5\text{ ml/min UF BP=eff.300}$

bei HDF post werden ca.20 Liter Substitutionslösung zugeführt und

wieder entfernt: $20000\text{ml}:240\text{min}= 83\text{ml/min}$ zusätzlicher Filtration

....und die Hoffnung, besonders größere Urämietoxine durch die starke Ultrafiltration zu entfernen!

S` Ultrafiltrationsbächele wird quasi zum reißenden Strom! 😊

KT / V: Aufgaben der Pflege



Korrekte Entlüftung + Heparinisierung

Korrekte Blutentnahmen vor und nach Dialyse

Korrekte Gewichtsermittlung vor und nach Dialyse

Bewertung des Gefäßzugangs (Qb) und Erkennen einer
Shunt-Rezirkulation

Ggf. Resturinermittlung ($> 500\text{ml/die}$)

Evt. Listung und Bewertung der HRR- und KT/V-Werte,
z.B. mit EDV-Programm „Efficacy“