

Persönliche PDF-Datei für Gienapp A, Wilhelmi A-C, David V, Siegert A, Kielstein J, Au B.

Mit den besten Grüßen von Thieme

www.thieme.com

**Dialysatfluss: Wie viel ist
wirklich sinnvoll?**

Nephrologie aktuell

2026

180–185

10.1055/a-2801-8478

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kolleginnen und Kollegen oder zur Verwendung auf der privaten Homepage der Autorin/des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Copyright & Ownership
© 2026. Thieme. All rights reserved.

Die Zeitschrift *Nephrologie aktuell* ist Eigentum von Thieme.

Georg Thieme Verlag KG,
Oswald-Hesse-Straße 50,
50, 70469 Stuttgart, Germany
ISSN 2751-9120



Thieme

Dialysatfluss: Wie viel ist wirklich sinnvoll?

Was unterscheidet die Hämodialyse von der Feuerwehr?

Amelie Gienapp, Ann-Cathrin Wilhelmi, Vanessa David, Alina Siegert, Jan T. Kielstein, Bastian Au
Medizinische Klinik V – Nephrologie, Rheumatologie, Blutreinigungsverfahren, Städtisches Klinikum Braunschweig, Braunschweig

Bibliografie

Nephrologie aktuell 2026; 30: 180–185

DOI 10.1055/a-2801-8478

ISSN 2751-9120

© 2026. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

ZUSAMMENFASSUNG

Die chronische Zentrumshämodialyse gehört zu den Dialyseverfahren mit dem schlechtesten ökologischen Fußabdruck unter allen Nierenersatztherapien. Der weltweite Wasserverbrauch für die Hämodialyse wird auf 265 Millionen m³/Jahr berechnet. Neben der Anschaffung neuer Umkehrosmoseanlagen mit einem höheren Wirkungsgrad und einer Reduktion des „reject water“ Anteiles, ist die Reduktion des Dialysatflusses eine einfache Maßnahme, Wasser und damit auch Strom zu sparen,

da die Herstellung des Dialysates ein stromkonsumierender Prozess ist. Damit die Reduktion des Dialysatflusses (Q_D) nicht zu einem Verlust an Dialyseeffektivität führt, sind folgende Punkte zu beachten. Theoretisch führt eine Reduktion von Q_D unterhalb des Bereichs, in dem die Dialysator-Dialysat-Seite gesättigt ist, nur zu geringen Verlusten an Clearance, weil die Diffusion primär durch Membraneigenschaften limitiert wird. Praktisch zeigen viele Untersuchungen (besonders bei „High-Flux“-Dialysatoren und ausreichendem Blutfluss Q_B (≥ 250 – 300 ml/min), dass eine moderate Reduktion von Q_D (z. B. von 500–800 auf 300–500 ml/min) keinen relevanten Einfluss auf das „Single-Pool-Kt/V“ (K = Harnstoff-Clearance, t = Zeit, V = Verteilungsvolumen) und die Harnstoffreduktionsrate (URR) hat, solange Behandlungsdauer und Blutfluss konstant gehalten oder adäquat angepasst werden. Automatisierte Konzepte in modernen Dialysegeräten wie „Autoflow“-Funktion, die Q_D an den Q_B koppelt, demonstrieren bereits in der Praxis, dass sich Material- und Energiekosten senken lassen, ohne die Behandlungsergebnisse zu verschlechtern. Extreme Reduktionen von Q_D ohne Anpassung von Q_B und Dialysedauer, oder ohne Überwachung von Kt/V und mittelmolekularer Clearance, sind potenziell riskant und sollten nur im Rahmen kontrollierter Protokolle bzw. Studien erfolgen.

Dialyse – das nephrologische CO₂-Äquivalent zum Transatlantikflug

Im Jahr 2016 trug das Gesundheitswesen in den USA 10 % zu den nationalen CO₂-Emissionen bei [1]. Betrachtet man es global, ist das Gesundheitswesen selbst für etwa 5 % der jährlichen Kohlenstoffemissionen verantwortlich [2]. Das ist doppelt so viel wie die Belastung durch den gesamten Luftverkehr des Jahres 2023, der für 2,5 % der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich war. Gesundheit ist also umweltschädlicher als das Fliegen? Momentan ja. Daher ist es auch notwendig, dass der Gesundheitssektor Anstrengungen unternimmt, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren.

Die Nephrologie ist eines der führenden Teilgebiete der Medizin, die zu diesem CO₂-Fußabdruck beitragen. Insbesondere die Dialyse muss Anstrengungen unternehmen, um Abfall, Energie- und Wasserverbrauch zu reduzieren. Das Nierenersatzverfahren mit dem schlimmsten CO₂-Fußabdruck ist die Zentrumshämodialyse [3]. Umkehrosmose und Elektrizität zum Betrieb der Dialysemaschinen sind für 10,3 bzw. 6,5 % der CO₂-Emission der Zentrumsdialyse verantwortlich [3]. Eine andere viel in Anspruch genommene Ressource ist Wasser.

Wasser marsch?!

„Wasser marsch!“ ist ein Befehl bei der Feuerwehr, der den Beginn des Wasserflusses aus einer Leitung freigibt. Bei Überflurhydranten, also den klassischen Hydranten, die wir aus dem Stadtbild kennen, sind das dann 1200 l/min bis maximal 1500 l/min (► **Abb. 1**). Die gegenwärtig in Europa genutzte Dialysatmenge von 0,5 l/min mutet dagegen gering an. Während jedoch ein Hydrant nur alle 20 Jahre 1500 l/min für maximal 2 h zur Brandlöschung bereitstellen muss (9000 l/Jahr), sind es bei der Hämodialyse (4 h Dialyse an 3 Tagen/Woche) gut 18 000 l/Jahr – also so viel wie bei 2 Hydranten. Wird das „reject water“ der Umkehrosmose mitgerechnet (20–50 %), steigt die durch Hämodialyse verbrauchte Trinkwassermenge nochmals an. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass der weltweite Wasserverbrauch für die Hämodialyse 265 Millionen m³/Jahr beträgt [4]. Dies ist mehr als die Wassermenge des Bleilochstausees in Thüringen, der „nur“ 213 Millionen m³ Wasser fasst. Es gibt viele Möglichkeiten, den Wasserverbrauch der Hämodialyse zu reduzieren, wie das Recycling von Rückstandswasser aus der Umkehrosmose oder die Verwendung von modernen Umkehrosmosen mit einem höheren Wirkungsgrad. Eine der am einfachsten erscheinenden, jedoch hitzig diskutierten Maßnahmen ist die Reduktion des Dialysatflusses (Q_D) [5].

Von Kolff lernen heißt nachhaltig dialysieren

Die erste Hämdialysemaschine von Willem Johan Kolff hatte eine Emaillewanne, die 100 l Dialysat fasste [6]. Bei einer Behandlungszeit von 11,5 h stand somit eine Dialysatmenge von ca. 140 ml/min zur Verfügung, also knapp 20 % mehr als der Blutfluss von 116 ml/min. Diese Maschine war jedoch ein „Single-Batch“-Gerät, d. h. das Dialysat wurde also nicht immer wieder neu produziert und nach dem Gebrauch verworfen, sondern befand sich für die Dauer der Dialyse in der Emaillewanne und reichert sich während der Behandlung mit Urämietoxinen an. Mit fortschreitender Dialysezeit wurde damit der Konzentrationsgradient der Urämietoxine zwischen dem Blut und dem (gebrauchten) Dialysat immer niedriger und die Dialyseeffektivität (Kt/V) geringer. Trotzdem betrug die Harnstoffreduktionsrate 69 % und Kt/V 1,40. Was wir von dieser ersten erfolgreichen Dialyse beim Menschen lernen können ist also, dass die Dialysatmenge nicht viel höher als die Blutmenge sein muss, wenn die Therapie nur lang genug dauert.

Spätere Dialysegeräte, wie die „Rhodial 75“, verfügten nur noch über 75 l Dialysat, auch hier als „Single-Batch“-System [7]. Das durch die „Rhodial“ inspirierte „Single-Pass-Batch“-Dialysesystem, die Genius-Dialyse, nutzte ebenfalls nur 75 l Dialysat, wobei dieses nur einmalig verwendet wurde und immer genauso hoch wie der Dialysatfluss ($Q_B = Q_D$) war. Hunderttausende ambulante Dialysen wurden mit diesem System durchgeführt und der „niedrige“ Dialysatfluss, der stets so hoch war wie der Blutfluss, war nie ein kontroverses Thema [8]. Nicht unerwähnt bleiben soll jedoch die Tatsache, dass das Gegenstromprinzip (Blut und Dialysat fließen in entgegengesetzter Richtung durch den Dialysator) die Clearance kleiner Moleküle, wie Harnstoff und Kreatinin, im Mittel um etwa 20 %, gegenüber dem Gleichstrom (Blut und Dialysat in gleicher Richtung durch den Dialysator), erhöht.

Im Jahre 2008 zeigten Eloit et al., dass ein 75 l-Dialysat mit einem Q_B/Q_D -Verhältnis von 1:1 ausreicht, um ein adäquates Kt/V zu erreichen [9]. Wurde der Dialysatfluss reduziert $350 \rightarrow 250 \rightarrow 180$ ml und gleichzeitig die Dialysezeit von 4 $\rightarrow 6 \rightarrow 8$ h erhöht, blieb nicht nur das Kt/V gleich, sondern es stieg sogar noch die Menge der eliminierten Urämietoxine (Harnstoff, Kreatinin, Phosphat und β_2 -Mikroglobulin) im gesammelten gebrauchten Dialysat an. Auch hier konnte bestätigt werden, dass die Dialysezeit ein wichtiger Parameter der Dialyseeffizienz ist. Ist die Dialysatmenge nicht mehr so gut sichtbar und „erfahrbar“ wie bei der Genius-Dialyse, verliert man schnell das Verständnis für sinnvolle Dialysatflüsse – genauso wie bei den PS-Zahlen der Automobile, darf es dann immer noch etwas mehr sein. Moderne Portionierungsmaschinen sind in der Lage, aus Konzentrat und Osmosewasser bis zu 1000 ml Dialysat/min herzustellen. Aber ist dieser hohe Dialysatfluss sinn-



► **Abb. 1** Was verbraucht mehr Wasser – ein Hydrant oder die chronische Hämodialyse? Wie gut die Anpassung des Blutflusses an den Dialysatfluss funktioniert, stellt die abgebildete Maschine unter Beweis, bei der Blut und Dialysatfluss im Verhältnis 1:1 aneinander gekoppelt sind.

voll? Nein. Genauso wie wir uns keine Badewanne einlassen, um uns die Hände zu waschen, sollte auch der Dialysatfluss an den Blutfluss angepasst werden.

Kein Wasserfall an Studien, aber auch keine Studienwüste zur Dialysatmenge

In einer Studie von Kirchner et al. vor über 40 Jahren wurden 20 stabile Hämodialysepatient*innen für 24 Monate von einem Dialysatfluss von 500 ml/min auf einen Dialysatfluss von 300 ml/min umgestellt (► **Tab. 1**) [10]. Die Autoren dieser Studie beobachteten weder eine Veränderung des Gewichts, des Blutdrucks, des Harnstoffs oder des Hämatokrits, noch des Kreatinins, des Bikarbonats, des Kaliums, des Cholesterins oder des Kalziums. Allein die Serumphosphatkonzentration zwischen dem 13. und 17. Monat stieg an [10].

Solomon et al. untersuchten 30 Patient*innen, die 1 Monat lang mit 3 verschiedenen Hämodialyseprotokollen dialysiert wurden: 1) Q_D von 500 ml/min, Dialysattemperatur 37°C 2) Q_D von 500 ml/min, Dialysattemperatur $38,5^\circ\text{C}$ und 3) Q_D von 300 ml/min, Dialysattemperatur $38,5^\circ\text{C}$ [11]. Die zugrunde liegende Idee war, dass eine Erhöhung der Dialysattemperatur die urämische Clearance durch Mechanismen erhöhen würde, die eine verstärkte Brownsche Bewegung der urämischen Toxine und eine Er-

► Tab. 1 Publikationen zur Reduktion des Dialysatflusses.

Erstautor* in (Referenz)	Setting/Design	Patientenzahl/ Population	Dialyseverfahren	Q _D -Strategie	Vergleichs-Q _D (ml/min)	primäre Effizienz Endpunkte	Ressourceneinsparung/ Ökologie	zentrale Ergebnisse zur Dialyseeffektivität
Kirchner et al. [10]	Langzeitbeobachtung 24 Monate	20 stabile HD-Patient*innen	konventionelle HD	fix niedriger Q _D	300 (langfristig)	Harnstoff, Kreatinin, Bikarbonat, Kalium, klinische Stabilität	zeigt, dass sehr niedriger Q _D langfristig möglich ist, aber ohne formale Kt/V-Bewertung	langfristige Behandlung mit Q _D 300 ml/min ohne Verschlechterung von Laborparametern Kt/V nicht berichtet
Hauk et al. [18]	prospektiv, sequenzieller Wechsel	23 HD-Patient*innen	HD	gestufte Erhöhung von Q _D	300 → 500 → 800	Kt/V, Anteil Patienten mit Kt/V-Ziel	zu starker Q _D -Abfall ohne sonstige Anpassung (z. B. Zeit) kann Unterdialyse verursachen	höheres Q _D senkt Anteil inadäquater Kt/V (56 % bei 300, 30 % bei 500, 13 % bei 800) einzige klar „negative“ Studie für niedrigen Q _D
Milutinovic et al. [19]	1 Langzeitfall	1 Patient > 1 Jahr	HD	extrem niedriger Q _D	100	klinische Parameter	extremes „proof of concept“ für sehr niedrige Flüsse, aber nicht generalisierbar	erfolgreiche Langzeitdialyse mit Q _D 100 ml/min keine aktuellen Kt/V-Daten
Elloot et al. [9]	experimentell/ klinisch, mit 75 l Genius-System	9 Patient*innen	HD (Genius-System)	Q _D = Q ₈ („Batch“, 75 l)	Reduktion von 350 → 250 → 180 gleichzeitig Dialysezeit 4 → 6 → 8 h	Kt/V, Entfernung zahlreicher Urämetoxine	geringe Q _D bei verlängerter Zeit hocheffizient	auch mit Q _D ≈ Q ₈ und nur 75 l Dialysat wird adäquates Kt/V erreicht Verlängerung der Behandlungszeit steigert Toxinentfernung stärker als höheres Q _D
Kashiwagi et al. [20]	prospektiv Crossover	12 chronische HD-Patient*innen	HD	Reduktion Q _D mit ggf. Anpassung Q ₈	Q _D 500 vs. 400 Q ₈ 150 bzw. 200 zusätzlich Q ₈ 210 bei Q _D 400	Clearance, Reduktionsrate, „Removal Amount“, „Clear Space“, Albuminverlust	Q _D -Reduktion von 500 auf 400 ml/min ist bei Erhalt eines Q ₈ :Q _D -Verhältnisses ≥ 1:2 möglich und finanziell/ökologisch sinnvoll	bei Q ₈ 150 kein Effekt der Q _D -Reduktion auf Clearance bei Q ₈ 200 gering reduzierte Clearance für Harnstoff/Harnsäure bei Q _D 400, welche durch moderaten Q ₈ -Anstieg (auf 210) komplett kompensiert werden konnte
Maduell et al. [21]	prospektiv, intraindividueller Vergleich in Postdilutions-Online-HDF	59 Patient*innen	Online-HDF (5008, Autosubstitution)	5 feste Q _D -Stufen	300, 400, 500, 600, 700	Kt (ionische Dialysanz), Reduktion von Harnstoff, Kreatinin, β ₂ -M, Myoglobin, α1-M	Autoren empfehlen Q _D auf das Minimum zu optimieren (z. B. 400 ml/min), das eine adäquate Dosis erlaubt, um Wasser und Konzentrat zu sparen	Steigerung von Q _D 300 → 700 erhöht Q _D -Volumen stark, aber Konvektionsvolumen bleibt unverändert Kt steigt nur moderat, URR bei Q _D 300 geringfügig niedriger, keine Unterschiede bei mittelgroßen/ großen Molekülen
Mesic et al. [14]	HD vs. Online-HDF mit Autoflow über 6 Wochen	54 Patient*innen	HD/Online-HDF	Autoflow (Q _D = f(Q ₈))	individualisiert vs. fix	Kt/V, Dialysatverbrauch	zeigt Potenzial automatischer Q _D -Reduktion bei konstant guter Effektivität	Autoflow senkt Dialysatverbrauch deutlich bei vergleichbarer Kt/V im Vergleich zu Standard-HD

► Tab. 1 Fortsetzung

Erstautor*in (Referenz)	Setting/Design	Patientenzahl/Population	Dialyseverfahren	Q _D -Strategie	Vergleichs-Q _D (ml/min)	primäre Effizienz Endpunkte	Ressourceneinsparung/Ökologie	zentrale Ergebnisse zur Dialyseeffektivität
Rydzewska Rosolowska et al. [12]	retrospektive Vor-/Nachanalyse („real world“) in Satellitenzentrum	24 HD-Patient*innen	konventionelle HD	temporäre Reduktion Q _D	500 → 300 → 500 (je Zeitabschnitt)	URR, spKt/V, Serumkalium	Q _D -Reduktion von 500 auf 300 ml/min spart mind. ca. 48 l Dialysat pro Sitzung; in der kleinen Einheit ~195 000 l/Jahr weniger Wasser bei unveränderter Dialysequalität	kein signifikanter Unterschied in URR oder spKt/V zwischen Q _D 500 und 300 ml/min; mittlere prädialytische Kaliumwerte steigen bei 300 ml/min um ca. 0,28 mmol/l, bleiben aber im klinisch beherrschbaren Bereich
Solomon et al. [11]	prospektive Pilot-Crossover	30 stabile HD-Patient*innen	HD	Kombination aus Q _D - und Temperaturänderung	(1) Q _D 500, 37 °C (2) Q _D 500, 38,5 °C (3) Q _D 300, 38,5 °C	URR, spKt/V	Kombination aus reduziertem Q _D und angepasster Temperatur kann Ressourcen sparen, ist in selektionierter Kohorte sicher	kein signifikanter Unterschied in URR oder spKt/V zwischen den 3 Protokollen; niedriges Q _D 300 bei höherer Temperatur liefert adäquate Dialyse
David et al. [17]	retrospektiv/„change of practice“	30 teilstationäre Dialysepatient*innen	„high dose“ Postdilutions-Online-HDF	Autoflow 1,2 × Q _B statt fix 500	fix 500 vs. Autoflow (median Q _D 500 → 360, IQR 240–383)	spKt/V, Kalium, Phosphat	Einsparung ~36 l Dialysat pro Sitzung, Nettowasserverbrauch trotz 23 l Konvektionsvolumen reduziert; belegt „Green-HDF“-Konzept	median Q _D sank von 500 auf 360 ml/min, Kt/V, Kalium und Phosphat blieben über 4 Quartale unverändert; keine Zunahme der Phosphatbinderdosis nötig
Parikh et al. [22]	multizentrisch, retrospektiv	433 hospitalisierte Patient*innen 1195 Behandl. (AKI-D + ESKD)	intermittierende HD (Tablo System vs. konventionell)	„midrange“ Q _D vs. hohe Q _D	Q _D 300 (Tablo System vs. konventionell) Q _D ≈ 500 (tatsächlich mittl. 687 ± 88)	TACurea, ΔBUN, ΔKalium, Bikarbonat	geschätzte Wassereinsparung ~25 000 l/Patient/Jahr; „Green-HD“-Arm verbrauchte bei üblicher chronischen Dialyse > 50 % weniger Wasser als konventionelle Systeme	trotz signifikant niedrigerem Q _D (300 vs. 687 ml/min), etwas kürzerer Dialysezeit und niedrigerem Q _B zeigten sich vergleichbare Reduktionen von Harnstoff und Kalium; keine Verschlechterung der Effizienz

AKI-D = akutes dialysepflichtiges Nierenversagen; α1-M = α1-Mikroglobulin; β2-M = β2-Mikroglobulin; ΔBUN = prozentuale Änderung des Harnstoff-Stickstoffwertes; ESKD = terminales Nierenversagen; HD = Hämodialyse; HDF = Hämodiafiltration; IQR = Interquartilsabstand; Q_B = Blutfluss; Q_D = f(Q_B) = Dialysatfluss; spKt/V = Single-Pool Kt/V; TACurea = time-averaged concentration of blood urea nitrogen; URR = Harnstoffreduktionsrate

höhung des Hautblutflusses beinhalten, wodurch die Clearance gesteigert würde. Das wichtigste Ergebnis war, dass eine Erhöhung der Dialysattemperatur, bei gleichzeitiger Reduzierung der Q_D auf 300 ml/min, ohne Beeinträchtigung der Adäquanz und Sicherheit der Dialyse bei jungen und hämodynamisch stabilen Patienten eingesetzt werden kann [11].

Rydzewska-Rosolowska et al. reduzierten den Dialysatfluss in einem Satellitendialysezentrum für 1 Monat von Q_D 500 auf Q_D 300 ml, ohne dass sich dies negativ auf die Parameter der Dialyseeffektivität auswirkte [12] (► Tab. 1).

Eine indirekte Unterstützung für einen geringeren Dialysatfluss liefert auch eine aktuelle Metaanalyse, in der gezeigt wurde, dass die Dialysatflussrate von 800 ml/min den „Single-Pool“-Kt/V-Wert im Vergleich zu einer Dialysatflussrate von 500 ml/min nur um 0,08 erhöhte [13].

Trotz der ermutigenden Effektivitätsdaten mit dem Genius-Dialysesystem bei $Q_B = Q_D$, birgt eine generelle Reduktion des Dialysatflusses immer die Gefahr, dass Patient*innen mit einem hohen Blutfluss dann nicht optimal dialysiert werden. Daher erscheint das Konzept der automatisierten Kopplung von $Q_B = Q_D$ sehr sinnvoll [14]. Hierbei kann auch festgelegt werden, um wieviel Prozent der Dialysatfluss über dem Blutfluss liegen soll. Der automatisch an den Blutfluss angepasste Dialysatfluss, mit einem Faktor von 1,3 (d. h. 30 % höher als der Blutfluss), erwies sich hinsichtlich Kt/V als nicht unterlegen gegenüber festen Dialysatflussraten von 500 und 700 ml/min [15]. Dies wird unserer Ansicht nach auch dem Bestreben nach einer individuellen Dialyse gerecht.

Dialysatfluss reduzieren und in Konvektionsvolumen bei Online-HDF investieren?

Eine aktuelle Metaanalyse randomisierter kontrollierter Studien zum Vergleich von Hämodiafiltration (HDF) und Hämodialyse ergab, dass Online-HDF bei einem Konvektionsvolumen von > 23 l pro Sitzung das Risiko für Gesamtmortalität, kardiovaskuläre Mortalität und kardiale Mortalität senkt [16]. Um eine mögliche Lösung für dieses Dilemma zwischen Wassereinsparung und Wasserzugabe zur Verbesserung der konvektiven Clearance zu finden, haben wir Daten von chronischen Hämodialysepatient*innen analysiert, die von einer Online-HDF mit fixen Dialysatfluss (500 ml/min) auf eine Online-HDF mit individualisiertem Dialysatfluss (das 1,2-Fache des Blutflusses) umgestellt wurden, wobei der Dialysatfluss immer 20 % höher war als der Blutfluss [17]. Diese Umstellung führte zu einer Einsparung von 35,7 l (5,4–42,0 l) Dialysat pro Dialysesitzung. Da jedoch nur um die 25 l dieser eingesparten Dialysatmenge in Konvektionsvolumen reinvestiert wurden,

konnten unter dem Strich noch ca. 10 l Dialysat pro Online-HDF eingespart werden.

Fakten – „Eau de raison“

Bei der Reduktion des Q_D wurden in den verfügbaren Studien typischerweise keine Zunahmen akuter Komplikationen wie intradialytische Hypotonie, Krämpfe oder Dialyseunverträglichkeit berichtet, sofern die Standardqualitätsparameter (Kt/V-Ziele, URR-Ziele) eingehalten wurden (► Tab. 1). Für harte Endpunkte wie Mortalität, kardiovaskuläre Ereignisse und Hospitalisation liegt nur begrenzte Evidenz vor, da die meisten Arbeiten kurz- bis mittelfristig und/oder nicht primär auf diese Outcomes gewichtet waren. Indirekt erscheint eine moderate Reduktion bei unveränderter Kt/V-Zielerreichung jedoch sicher, da kein mechanistischer Hinweis auf spezifische zusätzliche Risiken vorliegt. Was sollten diejenigen machen, die den Dialysatfluss reduzieren möchten? Wichtig sind klare Qualitätskontrollen: regelmäßige Kt/V-Bestimmung, ggf. mittelmolekulare Marker, Monitoring von Phosphat sowie patientenzentrierte Endpunkte (Symptome, Leistungsfähigkeit).

Fazit – „L’eau des sense“

Pro Behandlung werden bei konventioneller Hämodialyse große Volumina Dialysat (z. B. 120–150 l und mehr) eingesetzt; der weitaus größte Anteil besteht aus aufbereitetem Wasser, das energieintensiv produziert und erhitzt wird. Eine Reduktion des Q_D um 20–40 % bei gleichbleibender Dialyseeffektivität kann deshalb zu beträchtlichen Einsparungen an Wasser, Dialysatkonzentrat und Energie führen und damit den CO₂-Fußabdruck eines Dialysezentrums spürbar senken und gleichzeitig auch „Green“-Online-HDF ermöglichen. Für eine belastbare gesundheits- und umweltpolitische Empfehlung wären größere, prospektive Studien mit definierten ökologischen Endpunkten (Wasser-, Energie- und CO₂-Bilanz) und klinisch sinnvollen Outcome-Parametern wünschenswert. Es bleibt zu befürchten, dass der Forschungshydrant, über den Unmengen von Geldern in Richtung Dialyseforschung gelangen, auch die nächsten Jahrzehnte geschlossen bleibt. So lang haben wir aber nicht mehr Zeit den ökologischen Fußabdruck der Dialyse zu reduzieren. Kleben wir also unsere Finger nicht aus Protest auf die Landebahnen und Kreuzungen, sondern ändern damit lieber die Dialysatflussrate unserer Dialysegeräte – im Idealfall individualisiert und automatisiert an den Blutfluss angepasst.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse



MUDr. Amelie Gienapp

Medizinische Klinik V – Nephrologie,
Rheumatologie, Blutreinigungsverfahren
Städtisches Klinikum Braunschweig
Fichtengrund 1
38126 Braunschweig
Deutschland
a.gienapp@skbs.de

Literatur

- [1] Eckelman MJ, Sherman J. Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health. *PLoS One* 2016; 11: e0157014
- [2] Romanello M, Napoli CD, Green C et al: The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet* 2023; 402: 2346–2394
- [3] Barraclough KA, Talbot B, Knight J et al. Carbon Emissions From Different Dialysis Modalities: A Life Cycle Assessment. *Am J Kidney Dis* 2025; 86: 465–474
- [4] Ben Hmida M, Mechichi T, Piccoli GB et al. Water implications in dialysis therapy, threats and opportunities to reduce water consumption: a call for the planet. *Kidney Int* 2023; 104: 46–52
- [5] Zawierucha J, Marcinkowski W, Prystacki T et al. Green Dialysis: Let Us Talk about Dialysis Fluid. *Kidney Blood Press Res* 2023; 48: 385–391
- [6] Kolff WJ. Lasker Clinical Medical Research Award. The artificial kidney and its effect on the development of other artificial organs. *Nat Med* 2002; 8: 1063–1065
- [7] Jones EO, Ward MK, Hoenich NA et al. Separation of dialysis and ultrafiltration-does it really help? *Proc Eur Dial Transplant Assoc* 1977; 14: 160–166
- [8] Fassbinder W. Experience with the GENIUS hemodialysis system. *Kidney Blood Press Res* 2003; 26: 96–99
- [9] Eloot S, Van Biesen W, Dhondt A et al. Impact of hemodialysis duration on the removal of uremic retention solutes. *Kidney Int* 2008; 73: 765–770
- [10] Kirchner KA, White AR, Kiley JE et al. Long-term hemodialysis at reduced dialysate flow rates. *Am J Nephrol* 1984; 4: 7–12
- [11] Solomon D, Arumugam V, Sakthirajan R et al. A Pilot Study on the Safety and Adequacy of a Novel Ecofriendly Hemodialysis Prescription-Green Nephrology. *Kidney Int Rep* 2024; 9: 1496–1503
- [12] Rydzewska-Rosolowska A, Glowinska I, Kakareko K et al. How low can we go with the dialysate flow? A retrospective study on the safety and adequacy of a water-saving dialysis prescription. *Clin Kidney J* 2024; 17: sfae238
- [13] Iman Y, Bamforth R, Ewruhjakpor R et al. The impact of dialysate flow rate on haemodialysis adequacy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Kidney J* 2024; 17: sfae163
- [14] Mesic E, Bock A, Major L et al. Dialysate saving by automated control of flow rates: comparison between individualized on-line hemodiafiltration and standard hemodialysis. *Hemodial Int* 2011; 15: 522–529
- [15] Alayoud A, Benyahia M, Montassir D et al: A model to predict optimal dialysate flow. *Ther Apher Dial* 2012; 16: 152–158
- [16] Vernooij RWM, Hockham C, Strippoli G et al: Haemodiafiltration versus haemodialysis for kidney failure: an individual patient data meta-analysis of randomised controlled trials. *The Lancet* 2024; 404: 1742–1749
- [17] David V, Au B, Meyer TM et al. Smart, Individualized Green Hemodiafiltration – Effects of Individualized Dialysate Flow Through AutoFlow on Dialysate Consumption and Parameters of Dialysis Adequacy in the Setting of Online Hemodiafiltration. *Ther Apher Dial* 2025; 29: 885–889
- [18] Hauk M, Kuhlmann MK, Riegel W et al. In vivo effects of dialysate flow rate on Kt/V in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2000; 35: 105–111
- [19] Milutinovic J, Halar EM, Harker LA et al. Further experience with hemodialysis at 100 ml/min dialysate flow rate. *Proc Clin Dial Transplant Forum* 1971; 1: 48–52
- [20] Kashiwagi T, Sato K, Kawakami S et al. Effects of reduced dialysis fluid flow in hemodialysis. *J Nippon Med Sch* 2013; 80: 119–130
- [21] Maduell F, Ojeda R, Arias-Guillen M et al: Optimization of dialysate flow in on-line hemodiafiltration. *Nefrologia* 2015; 35: 473–478
- [22] Parikh A, Drake K, Woda C et al. Utility of a water-sparing approach for reducing dialysate flow rates in hospitalized patients with kidney failure. *Int J Artif Organs* 2025; 48: 356–361