

GRÜNE DIALYSE – CHANCE FÜR DIE ZUKUNFT



Dr.
Hans Peter Barth
GreenTec Dialysis GmbH
Heidelberg

Abstract: Die Dialysetherapie hat erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt. Die Behandlung fordert einen enormen Verbrauch an Ressourcen. Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist daher ein Umdenken zu einer nachhaltigen Verhaltensweise notwendig. Daher sollte eine kontinuierliche Erfassung von Strom- und Wasserverbrauch einer Dialyseeinrichtung als Grundlage zur Einsparung von Strom und Wasser erfolgen. Sinnvoll sind ebenso die Nutzung regenerativer Energien, ein intelligentes Beförderungsmanagement für die Fahrten der Patientinnen und Patienten zur Dialysebehandlung, eine nachhaltige Materialbeschaffung, Recycling, um den Abfall zu reduzieren, sowie eine konsequente Cradle-to-Cradle-Strategie. – Grüne Dialyse kombiniert in idealer Weise medizinischen Fortschritt mit Nachhaltigkeit und betriebswirtschaftlichem Gewinn.

Abstract: Dialysis therapy has a significant impact on the environment, as the treatment requires an enormous consumption of resources. For ecological and economic reasons, a rethinking towards sustainable behaviour is therefore necessary. Hence, a continuous recording of electricity and water consumption of a dialysis device should be carried out as a basis for saving electricity and water. The use of renewable energies, intelligent transport management for patients' journey to dialysis treatment, sustainable material procurement, recycling to reduce waste, and a consistent cradle-to-cradle strategy are also useful. – Green

Dialysis ideally combines medical progress with sustainability and economic benefit.

Einleitung

Ein Bericht aus dem Jahre 2019 schätzt, dass im Durchschnitt 4,4 % des globalen CO₂-Fußabdrucks vom Gesundheitssektor produziert werden, was etwa zwei Gigatonnen Kohlendioxidäquivalent pro Jahr ausmacht. Dieser globale Kohlenstoffabdruck des Gesundheitswesens entspricht den jährlichen Treibhausgasemissionen von 514 Kohlekraftwerken. Wenn der Gesundheitssektor ein Land wäre, wäre er der fünftgrößte CO₂-Emittent auf dem Planeten [1]. Der Gesundheitssektor muss sich daher in Richtung einer nachhaltigen, „grünen“ Gesundheitsversorgung bewegen [2].

Nachhaltigkeit bedeutet mit Blick auf die Gesellschaft: jede Generation muss ihre Aufgaben lösen und darf sie nicht den nachkommen Generationen aufbürden. Es geht um übergreifende Verantwortung für eine ökonomisch, ökologisch und sozial tragfähige Entwicklung für alle Generationen [3]. Auf allen Ebenen der Gesellschaft und in allen Sektoren, einschließlich des Gesundheitswesens, sind neue Denk- und Handlungsweisen erforderlich [4].

Im Vergleich zu den meisten anderen medizinischen Therapien haben Hämodialyse-Programme mit ihrem wiederkehrenden Pro-Kopf-Ressourcenverbrauchs- und Abfallerzeugungsprofil einen besonders großen CO₂-Fußabdruck [5, 6, 7]. Eine Dialysebehandlung verbraucht im Schnitt 400 Liter

HANS PETER BARTH

Trinkwasser und 12 kWh Strom. Dialysepatientinnen/-patienten benötigen etwa ein bis drei Behandlungen pro Woche. Dennoch findet ein Umdenken in der Nierenersatztherapie hin zu mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit kaum statt. Auch sind Studien zu diesem Thema selten.

Im Folgenden wird ein Überblick zu möglichen Maßnahmen für eine „grüne Dialyse“ skizziert.

Öko-Bilanz verbessern – mögliche Maßnahmen für die Dialyse

Mit RO-Systemen Wasser sparen

Ein genaues Umkehrosmose-Systemdesign (Reverse Osmosis = RO), die Auswahl der Membran und die richtige Wasservorbehandlung sind entscheidend, damit ein Wasseraufbereitungssystem strom- und wassersparend arbeitet bei gleichbleibend hoher mikrobiologischer und chemischer Qualität.

Die Menge an verschwendetem Wasser variiert mit der Konfiguration des Systems. Eine übergroße RO benötigt eine hohe elektrische Leistung und hat einen entsprechend hohen Abwasseranteil [8]. Diese Faktoren müssen bei der Installation von Wasseraufbereitungsanlagen berücksichtigt werden.

Verbesserungen in modernen Systemen können den Wasserverbrauch deutlich reduzieren. Viele RO-Systeme sind heute in der Lage, den Wasserfluss automatisch an den tatsächlichen Verbrauch anzupassen [8]. Die Durchflussrate wird reduziert, sobald nur wenige Patientinnen/Patienten dialysieren und sich die

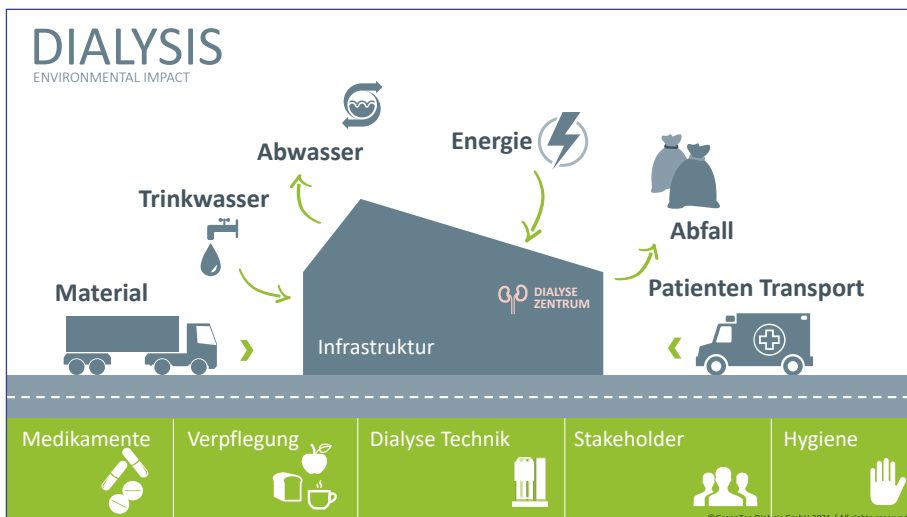


Abb. 1: Der CO₂-Fußabdruck einer Dialysebehandlung als Summe vieler unterschiedlicher Faktoren

Maschinen im Standby-Modus oder in der Desinfektion befinden. Dies führt zu einer geringeren Produktion von Permeat für die Herstellung von Dialysierflüssigkeit und damit zu einem geringeren Wasserverbrauch. Darüber hinaus können moderne RO-Systeme ungenutztes Permeat und Teile des Konzentrats (Reject Water) zurückleiten, um erneut über die RO-Membran geleitet zu werden.

Die effizientesten Systeme sind inzwischen technisch in der Lage, 80 % des Zulaufwassers zu verwerten [9]. Bevor das Leitungswasser (übrigens kostbares Trinkwasser) die RO erreicht, hat es bereits je nach Region und örtlichen Gegebenheiten ein mehrstufiges Filtrationsverfahren mit Aktivkohlefilter, Mikrofiltration und Enthärtung durchlaufen, um organische Stoffe und andere Chemikalien sowie gelöste Partikel bis 50 µm zu entfernen. Bei dem Abwasser einer RO handelt es sich daher um sauberes Wasser, das weder mit den Dialysemaschinen noch mit den Patientinnen/Patienten in Kontakt

war. Es stellt kein höheres infektiöses oder anderes Risiko dar als Leitungswasser [10].

Eine australische Gruppe entwickelte 2015 ein Konzept, RO-Abwasser zu sammeln und wieder zu verwerten. Dafür wurde das RO-Abwasser direkt in einen nahegelegenen Speichertank geleitet und anschließend für die zentrale Sterilisationsabteilung (Dampferzeugung), Toiletenspülung, Hausmeisterstationen und Gärten benutzt [10].

Ein britischer Dialysebetreiber beschrieb bereits 2010, wie sich die Implementierungskosten von Anlagen zum Wassersparen innerhalb weniger Monate amortisierten und in der Folge zu regelmäßigen Einsparungen von bis zu 4.492.000 Liter Wasser und 10.558 £ pro Jahr führte [11]. Auch bei der häuslichen Hämodialyse konnte das RO-Abwasser in hauseigenen Tanks gesammelt und für die Waschmaschine, Toiletenspülung, zum Duschen oder zur Nutztier- und Gartenpflege verwendet werden [8].

Vorteil der zentralen Konzentratversorgung

Jede Dialysebehandlung benötigt Dialysierflüssigkeit. Das für ihre Herstellung benötigte Dialysekonzentrat wird entweder über eine zentrale Konzentratversorgung verteilt oder aber die Dialysierflüssigkeit wird direkt am Behandlungsplatz hergestellt, wobei das Konzentrat in einem Kunststoffkanister oder als Pulver in Kartuschenform bereit steht [12].

Der Einsatz einer zentralen Konzentratversorgung ist klar überlegen. Sie führt zu einer Einsparung an Konzentrat, da die einzelnen Dialysegeräte exakt nur so viel Konzentrat anfordern, wie sie zur Herstellung der Dialysierflüssigkeit benötigen. Es bleiben keine Restmengen wie bei Kanistern oder Kartuschen übrig.

Weitere Einsparungen sind möglich, wenn das Säurekonzentrat in einer Konzentration von 1:44 (dem Maximum, das die meisten Maschinen proportionieren können) angeliefert

wird. Hierdurch werden die durch den Transport bedingten Emissionen deutlich reduziert.

Der größte Spareffekt wird erzielt, wenn die Konzentratkomponenten als Pulver (beispielsweise in Fässern) geliefert, vor Ort rekonstituiert und über die zentrale Konzentratversorgung zur Verfügung gestellt werden [13]. Hierdurch lassen sich die transportbedingten CO₂-Emissionen deutlich reduzieren.

Hämodialyseabwasser nachhaltig nutzen

Verbrauchte Dialysierflüssigkeit wird weltweit in den Abfluss entsorgt. Eine bislang einzige Studie von 2008 aus Marokko hat das Potenzial dieses Wassers für Bewässerung, Landschaftsgestaltung und Landwirtschaft untersucht. Die Ergebnisse sind bemerkenswert: Die Anzahl von organischen Substanzen und Keimen liegen innerhalb der Grenzwerte, die von der Weltgesundheitsorganisation wie der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen für landwirtschaftliche Zwecke festgelegt sind [14].

Angesichts dieser Erkenntnisse werden neue Möglichkeiten ausgelotet, wie sich das Abwasser in Dialysezentren recyceln und wiederverwenden lässt, wodurch der Gesamtwasserverbrauch deutlich reduziert würde [15].

Reduzierte Dialysat-Flussraten

Seit den 1960er Jahren werden die Dialysat-Durchflussraten (Qd) routinemäßig bei 500 ml/min gehalten, was für die damals verwendeten

Dialysatoren als optimal angesehen wurde. Verbesserungen bei modernen Dialysatoren ermöglichen eine bessere Verteilung des Dialysatflusses im Dialysat-Kompartiment und verringern theoretisch die Notwendigkeit eines hohen Qd, um ausreichende Clearances zu erhalten, bei gleichzeitiger Einsparung von Wasser [4].

Daher haben mehrere Studien untersucht, welchen Effekt die Begrenzung des Dialysatflusses auf die Dialysebehandlung hat. Es stellte sich heraus, dass die Wirksamkeit der Behandlung vergleichsweise nur wenig abnahm in Relation zum Dialysatfluss. Langzeitdaten dazu wurden zuletzt 2021 von einer Gruppe aus Kolumbien gemeldet. Sie konnten nachweisen, dass die Reduzierung des Dialysatflusses von 500 auf 400 ml/min über zwei Jahre nicht nur keinen signifikanten Einfluss auf klinische Parameter und Kt/V, sondern auch nicht auf die Mortalität hatte [12].

Eine weitere, 2018 vorgelegte, randomisierte Crossover-Studie bei Patientinnen und Patienten mit einem Körpergewicht < 65 kg zeigte, dass die Reduzierung der Qd von 500 ml/min auf 400 ml/min keinen Einfluss auf Kt/V, interdialytische Gewichtszunahme, Blutdruck oder Elektrolyte hatte, aber den Wasserverbrauch pro Behandlung von 120 auf 96 Liter senkte [16].

Low-Flow-Systeme reduzieren Wasserverbrauch

Weitere Möglichkeiten, um die Dialyse künftig nachhaltiger zu machen, könnten portable künstliche Nieren (PAK), automatisierte

tragbare künstliche Nieren (AWAK), tragbare künstliche Nieren (WAK) und implantierbare künstliche Nieren (IAK) sein. Sie sind für die Anwendung zuhause und für den mobilen Einsatz gedacht. Derzeit gibt es vier einsatzfähige Geräte auf dem Markt, davon drei sogenannte Low-Flow-Systeme.

Low-Flow-Systeme senken den Wasserverbrauch um bis zu 80 %. Nachteil könnte die Notwendigkeit einer täglichen kurzen Dialyse (4–6/Woche) sein. Tragbare (wearable) Geräte (WAK, AWAK) befinden sich in der Entwicklung. Die durch Adsorption oder Kryoregeneration erreichte Dialysataufbereitung soll die notwendige Dialysatmenge dann auf 300 bis 3.000 ml reduzieren [17]. Daten über Kosten, Abfallmenge und ggf. Regenerierbarkeit sind bisher nicht bekannt.

Wirtschaftlicher Nutzen dank erneuerbaren Energien

Die weltweite Nutzung erneuerbarer Energiequellen weist eine außerordentliche Dynamik auf. Auch für die Hämodialyse werden sie eine immer größere Rolle spielen.

Mit lokalen Solaranlagen könnte jede Dialyseeinrichtung in nur kurzer Zeit ihren Stromverbrauch bei der Hämodialyse und die damit verursachte CO₂-Belastung reduzieren und am Ende erheblich Betriebskosten sparen.

In der Literatur existiert bislang nur eine Studie, die den Einsatz von Solarenergie in Ergänzung zur konventionellen Stromerzeugung beschreibt. Im Jahr 2012 konnten Agar et al. [18] zeigen, dass eine

Solaranlage auf dem Dach einer Hämodialyseeinrichtung in Australien den Netzstromverbrauch um 91 % und die Kosten des Stromverbrauchs um 76,5 % senken konnte.

Die Zeit bis zum Return on Investment wurde damals auf sieben bis acht Jahre geschätzt [4]. Seit Veröffentlichung der Studie haben sich die Kosten für Solaranlagen jedoch fast halbiert, was für eine deutlich verbesserte Rentabilität sprechen dürfte. Von hohem Nutzen wäre eine solare Stromerzeugung besonders für Dialyseeinrichtungen in Regionen der Welt, wo Strom oft nur unregelmäßig verfügbar ist. Damit ließe sich der Zugang zu einer Dialysebehandlung auch in ärmeren Ländern vereinfachen.

Auch im Dialyseprozess selbst besteht Einsparpotenzial. Immerhin wird dabei viel Energie in Form von Wärme an das Dialyseabwasser und an die Raumluft abgegeben. Die Rückgewinnung dieser Wärme sollte im Design zukünftiger Zentren eine Rolle spielen.

Ebenso wird im Bereich der Haustechnik eine alternative Energiegewinnung beispielsweise durch Wärmepumpen, Solarthermie oder Fernwärme immer bedeutsamer. In der Dialyse können diese genutzt werden, um das zur Dialysebehandlung benötigte Wasser zu erwärmen. Hierdurch würde elektrische Energie am Dialysegerät eingespart.

Abfall: Trennung, Recycling, Minimierung

Der Abfallkreislauf allgemein läuft auf unterschiedlichen Wegen [19]. Die Wiederverwendung oder das

Recycling der gesamten Abfallprodukte oder einiger Teile kann in den Kreislauf einbezogen werden; der Recyclingprozess ist jedoch oft ein Downcyclingprozess, der die Lebensdauer des Produkts oder seiner Bestandteile verlängert, aber nicht verhindert, dass es am Ende zu Müll reduziert wird. Wir schleusen wertvolle Rohstoffe durch ein lineares Wirtschaftssystem, das nach dem Durchlaufprinzip „take, make, waste“ („produzieren, konsumieren, wegwerfen“) funktioniert.

Das Ziel muss ein Systemwandel sein: die Umstellung unseres linearen Wirtschaftssystems auf ein Kreislaufwirtschaftssystem, das eingesetzte Ressourcen möglichst lange nutzt, also wortwörtlich im Kreis führt (Closed-Loop-Recycling) [20, 21]. Das Cradle-to-Cradle-Konzept ist ein Ansatz für eine durchgängige und konsequente Kreislaufwirtschaft. Cradle-to-Cradle-Produkte sind demnach solche, die entweder als biologische Nährstoffe in biologische Kreisläufe zurückgeführt oder als „technische Nährstoffe“ kontinuierlich in technischen Kreisläufen gehalten werden können [22]. Cradle-to-Cradle-Produkte müssen daher zerlegbar oder vollständig recycelbar sein und dürfen keine schädlichen Rohstoffe enthalten [19].

Für Dialyseeinrichtungen ist eine effektive Abfalltrennung ein wichtiger erster Schritt zur Verringerung der ökologischen und finanziellen Belastung durch Hämodialyseabfälle. Ein australisches Techniker-Team arbeitet beispielsweise mit Nephrologinnen/Nephrologen zusammen, um zerkleinerte Plastikabfälle aus Dialyseeinheiten als

Inkorporationsprodukt in Beton zu verwenden. Erste Studien deuten sogar darauf hin, dass daraus ein Beton mit größerer Wasserdichte und längerer Haltbarkeit entstehen könnte [23].

Es besteht zweifelsohne der Bedarf an der Entwicklung und Herstellung umweltfreundlicher Dialyse-Mehrwegprodukte. Solche Bemühungen werden häufig durch weitreichende Gesetzesvorgaben beschleunigt. So schreibt die EU beispielsweise vor, dass alle Kunststoffverpackungen auf dem EU-Markt bis 2030 entweder wiederverwendbar oder leicht und kostengünstig recycelt werden müssen [24].

Im Dialysebereich wird die Wiederverwendung von Materialien oft mit einer negativen Konnotation wahrgenommen, was an die umstrittene Praxis der Wiederverwendung von Dialysatoren erinnert. Es existiert jedoch ein großes Potenzial für die Wiederverwendung einiger Dialyse-Einwegartikel, die nicht mit Blut in Berührung kommen, wie Bicarbonatkartuschen.

Mehr Effizienz auch bei der Peritonealdialyse

Auch für die Peritonealdialyse (PD) gelten die oben beschriebenen Ansätze zur Verbesserung des Energieverbrauchs, des Abfall- und Gerätemanagements. Es besteht der dringende Bedarf an umweltfreundlicheren Verpackungsmaterialien, insbesondere auch angesichts des hohen Kunststoffvolumens, das für die Verpackung der PD-Lösungen eingesetzt wird. Zu berücksichtigen ist zudem der Transport vom Herstellungsort zur Dialyseeinrichtung

oder zur Patientin/zum Patienten nach Hause, der in die CO₂-Bilanz eingerechnet werden muss.

Eine Möglichkeit wäre die Herstellung des Dialysats direkt am Einsatzort [4]. Die australische Firma Ellen Medical Devices entwickelt aktuell das „Ellen Medical Affordable Dialysis System“, das sich auch zur sterilen Befüllung von leeren PD-Dialysatbeuteln eignen soll. Steriles Wasser soll dann mit vorher festgelegtem Konzentrat gemischt werden, um damit eine fertige PD-Lösung am Verbrauchsort herzustellen. Klinische Studien sind geplant [25]. Inwieweit sich das System tatsächlich bewährt, ist noch offen.

Umsetzung in der Praxis

Damit Dialyseeinrichtungen eine Vorstellung ihres CO₂-Fußabdrucks bekommen, hat das Unternehmen GreenTec Dialysis aus Heidelberg [15] in Zusammenarbeit mit der gemeinnützigen Stiftung Wilderness-International einen CO₂-Rechner speziell für Dialysepraxen konzipiert. Damit ist es erstmals möglich, den Jahres-CO₂-Fußabdruck einer Dialysepraxis zu berechnen, Einsparmöglichkeiten zu identifizieren und die produzierte CO₂-Menge sinnvoll zu kompensieren.

Ein erster Schritt hin zu einer grünen Dialyse besteht darin, präzise Daten und Informationen zu sammeln. Jedoch gibt es weltweit nur wenige Zentren, in denen der Strom-, Wasser- oder auch Wärmeverbrauch kontinuierlich und detailliert erfasst werden. Doch nur anhand präziser Daten lassen sich Maßnahmenpläne für eine umweltschonendere Dialysetherapie entwickeln [26].

Mit Smart Dialysis® [15] steht ein Werkzeug zur Energiedatenerfassung und zum zentralen Energiemanagement zur Verfügung. Smart Dialysis beruht auf der Digitalisierung und der Optimierung von Prozessen und Verfahren mit dem Ziel, die Betriebskosten von Dialysezentren signifikant zu senken und eine Verringerung des Ressourcenverbrauchs um 50 % zu erreichen.

Regenerative Energieformen wie die Solarenergie sollten in Dialyseeinrichtungen stärker Verbreitung

finden. Durch die verbesserte Technik sind auch in sonnenärmeren Gegenden solare Erträge möglich, die bis zu 60 % der benötigten Energie bereitstellen können. Der Einsatz von Wärmepumpen sollte geprüft werden. Hiermit kann sowohl das Gebäude beheizt als auch das benötigte Prozesswasser der Dialyse erwärmt werden, was eine weitere Einsparung von elektrischer Energie bedeutet.

Durch ein intelligentes Beförderungsmanagement lassen sich die

Praktische Maßnahmen

- ▶ Berechnung des Jahres-CO₂-Fußabdrucks mit dem speziell für Dialysepraxen konzipierten CO₂-Rechner [15].
- ▶ Kontinuierliche Erfassung u. a. von Strom- und Wasserverbrauch einer Dialyseeinrichtung, z. B. mit Smart Dialysis® [15].
- ▶ Zentrales Ressourcen- und Energiemanagement [15].
- ▶ Einsatz von regenerativen Energieformen, wie z. B. Solarenergie und Wärmepumpe.
- ▶ Einführung nachhaltiger Kriterien bei der Materialbeschaffung, wie z. B. größere Gebinde.
- ▶ Konsequente Mülltrennung als Voraussetzung für ein effektives Recycling.
- ▶ Intelligentes Beförderungsmanagement für die Fahrten zur Dialysebehandlung.
- ▶ Konsequente Umstellung auf LED-Beleuchtung.
- ▶ Ausbau der papierlosen Dokumentation, Verringerung von Fotokopien und Druckerzeugnissen, elektronische Patientenbriefe.
- ▶ Einsatz von elektronischen Heizkörperventilen.
- ▶ Ausschalten von Klimaanlage und Beleuchtung bei Nichtgebrauch.

Weiterführende Links: www.greentecdialysis.com, www.wilderness-international.org, www.qrago.com

Kurzzusammenfassung für die Praxis

Anzahl der Fahrten zur Dialysebehandlung verringern und damit Gesamtkosten sowie der CO₂-Fußabdruck reduzieren.

Weitere Energieeinsparmöglichkeiten sind die konsequente Umstellung auf LED-Beleuchtung, der Einsatz von elektronischen Heizkörperventilen, das Ausschalten von Klimaanlage und Beleuchtung bei Nichtgebrauch oder der Ausbau der papierlosen Dokumentation und damit die Verringerung von Fotokopien und Druckerzeugnissen [4].

Fazit

Die Nierenersatztherapie in ihrer jetzigen Form ist eine ökologisch und ökonomisch belastende Therapieform. Es müssen daher Verfahren entwickelt werden, die den Strom- und Wasserverbrauch sowie die Abfallmenge drastisch reduzieren, regenerative Energien zunehmend einsetzen und eine konsequente Cradle-to-Cradle-Strategie umsetzen.

Die Erhebung von Daten über den Strom- und Wasserverbrauch sowie die Abfallerzeugung sollte die Grundlage bilden, um Verbesserungsziele festzulegen. Wenn möglich sollte jede nephrologische Abteilung eine Umweltbeauftragte/einen Umweltbeauftragten benennen, der für die Ausarbeitung und Umsetzung „grüner Projekte“ unter Berücksichtigung der Besonderheiten der einzelnen Abteilungen verantwortlich ist. Alle Mitarbeitenden einer Dialyseeinrichtung sollten in die grünen Projekte eingebunden werden [27].

Zudem ist es wichtig, dass ökologische Kriterien berücksichtigt

werden, wenn Dialyseeinrichtungen Verträge mit der Industrie abschließen. Auch sollten neue Dialysestationen und nephrologische Abteilungen grundsätzlich nach umweltfreundlichen Prinzipien konzipiert werden.

Es darf aber nicht in Vergessenheit geraten, dass die Nierenersatztherapie nur ein Bereich der nephrologischen Therapiemöglichkeiten ist. Der Klimawandel und die damit verbundenen ökologischen und ökonomischen Veränderungen stellen auch die gesamte Nephrologie vor große Herausforderungen und Veränderungen. Hier gilt es Konzepte, insbesondere auch in der Prävention von Nierenerkrankungen, zu entwickeln.

Die „grüne Nephrologie“ weist ein hohes Innovationspotenzial auf. Die Forschung und Entwicklungen auf diesem Gebiet können den klinischen Nutzen mit einer deutlichen Verringerung der Umweltbelastung und der Kosten verbinden. Dafür sind kreatives Denken und Handeln notwendig – oder wie Albert Einstein es formulierte [28]:

„The world as we have created it is a process of our thinking. It cannot be changed without changing our thinking.“

Kontakt

Dr. Hans Peter Barth
GreenTec Dialysis GmbH
Langer Anger 7–9
69115 Heidelberg
hp.barth@greentecdialysis.com

Literatur

- [1] Health Care Without Harm. Health Care Climate Footprint Report 2019
- [2] Blankestijn PJ et al. ERA-EDTA invests in transformation to greener

health care. *Nephrol. Dial. Transplant* 2018; 33: 901-903

[3] Watts N. et al. The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come. *Lancet* 2018; 392: 2479–2514

[4] Barraclough KA, Agar JWM. Green nephrology. *Nature Reviews Nephrology* 2020; 16: 257–268

[5] Lim AEK, Perkins A, Agar JWM. The carbon footprint of an Australian satellite haemodialysis unit. *Aust. Health Rev.* 2013; 37: 369-374

[6] Connor A, Lillywhite R, Cooke MW. The carbon footprints of home and in-center maintenance hemodialysis in the United Kingdom. *Hemodial. Int.* 2011; 15: 39-51

[7] Brown LH, Buettner PG, Canyon DV. The energy burden and environmental impact of health services. *Am. J. Public Health* 2012; 102: e76-e82

[8] Tarras F, Benjelloun M, Benjelloun O et al. Water Conservation: An Emerging but Vital Issue in Hemodialysis Therapy. *Blood Purif* 2010;30: 181–185

[9] BCS BioClinical Services. Baxter GAMBRO Water purification units, Accessed 2019.

[10] Agar JWM. Reusing and recycling dialysis reverse osmosis system reject water. *Kidney Int.* 2015; 88: 653-657

[11] Connor A. et al. Toward greener dialysis: a case study to illustrate and encourage the salvage of reject water. *J. Ren. Care* 2010; 36: 68-72

[12] Gauly N, Fleck N, Kircelli F. Advanced hemodialysis equipment for more eco friendly dialysis. *International Urology and Nephrology.* 2021. <https://doi.org/10.1007/s11255-021-02981-w>

[13] Connor A, Mortimer F, Tomson C. Clinical Transformation: The Key to Green Nephrology. *Nephron Clin Pract* 2010; 116: c200–c206



FISCHLAND-SYMPOSIUM

Nephrologisches Diskussionsforum



13.–14. Mai 2022

Rotunde der HanseMesse
Zur Hansemesse 1, 18106 Rostock



[14] Tarrass F, Benjelloun M, Benjelloun O. Recycling wastewater after hemodialysis: an environmental analysis for alternative water sources in arid regions. *Am J Kidney Dis* 2008; 52: 154-158

[15] GreenTec Dialysis, www.greentecdialysis.com, [Online]. Available: www.greentecdialysis.com.

[16] Molano-Triviño A. et al. Effects of decreasing dialysis fluid flow rate on dialysis efficacy and interdialytic weight gain in chronic

hemodialysis – FLUGAIN Study. *Nephrol. Dial. Transplant* 2018; 33: 514-515

[17] Kitsche B, Bach D. Heimhämodialyse. *Der Nephrologe* 2021;16: 292–298

[18] Agar JWM, Perkins A, Tjipto A. Solar-assisted hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2012; 7: 10-314

[19] Piccoli GB et al. Eco-dialysis: the financial and ecological costs of dialysis waste products: is a „cradle-to-cradle“ model feasible for planet-friendly

haemodialysis waste management? *Nephrol Dial Transplant* 2015; 30: 1018–1027

[20] Dittrich J. Kreislaufwirtschaft lohnt sich – packen wir an! *Umwelt & Energie* 2018; 03: 26-27

[21] Günther E. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/cradle-cradle-52301/version-275441> 2018.

[22] McDonough W, Braungart M. *Cradle to cradle: remaking the way we make things*, Vintage, 2009.

[23] Yau A, Barraclough K. <https://ajkdblog.org/2020/03/13/nephmadness-2020-green-nephrology-region-AJKD-Blog> – Official Blog of the American Journal of Kidney Diseases, 2020.

[24] European Parliament. Circular economy package. Four legislative proposals on waste. 2016. [Online]. Available: <http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-573936-Circular-economy-package-FINAL.pdf>

[25] Ellen Medical Devices. Press release 07.10.2021: New hope for kidney patients around the world with investment into Australian dialysis device manufacture. <https://www.ellenmedical.com/new-hope-for-kidney-patients-around-the-world-with-investment-into-australian-dialysis-device-manufacture>

[26] Bendine G et al. Haemodialysis therapy and sustainable growth: a corporate experience in France. *Nephrol Dial Transplant* 2020; 35 (12): 2154-2160

[27] Francisco D, Laranjinha I. Portuguese Nephrology: We can be greener. *Port J Nephrol Hypert* 2021; 35 (1): 6-10

[28] www.Berühmte-Zitate.de, <https://beruhmte-zitate.de/zitate/1998031-albert-einstein-die-welt-wie-wir-sie-geschaffen-haben-ist-ein-pr/>