

8. Vervollständigen Sie den Satz richtig: Rezidive nach erfolgreicher Induktion ...

- 1) ... treten nicht in den nächsten sechs Monaten auf.
- 2) ... treten bei guter Nierenfunktion deutlich seltener auf.
- 3) ... sind an steigenden ANCA-Titern sechs Monate vorher zu erkennen.
- 4) ... erhöhen die Gefahr schwerer bleibender Organschäden.

9. Welche Aussage bei AAV-Patienten ist richtig

- 1) Steroide tragen nicht zu chronischen Organschäden bei.
- 2) Obwohl die Lebenserwartung niedriger als die der Normalbevölkerung ist, treten kardiovaskuläre Ereignisse seltener auf.
- 3) Eine hohe Gesamtdosis von Cyclophosphamid ist mit einem deutlich erhöhten Blasenkarzinomrisiko assoziiert.
- 4) ACE-Hemmer oder Sartane sollten bei Vaskulitiden vermieden werden.

10. Welcher Satz ist richtig? Laboruntersuchungen sind ein wichtiger Teil der Betreuung der Patienten. Dabei ...

- 1) ... sind regelmäßige Kontrollen mit Differenzialblutbild und Immunglobulinen nach der zweiten RTX-Gabe nicht mehr notwendig, wenn die erste Gabe vertragen wurde.
- 2) ... sind unter Azathioprin nach drei Wochen keine Leukopenien aufgrund der guten Verträglichkeit zu erwarten.
- 3) ... muss die Elimination der B-Zellen eine Woche nach RTX überprüft werden.
- 4) ... sollten unter hoch dosierten Steroiden Blutzuckerkontrollen erfolgen.

Grüne Dialyse: Optionen und Ziele

VNR: 276060205221790005

Dr. med. Simone Cosima Boedecker-Lips, Prof. Dr. med. Julia Weinmann-Menke

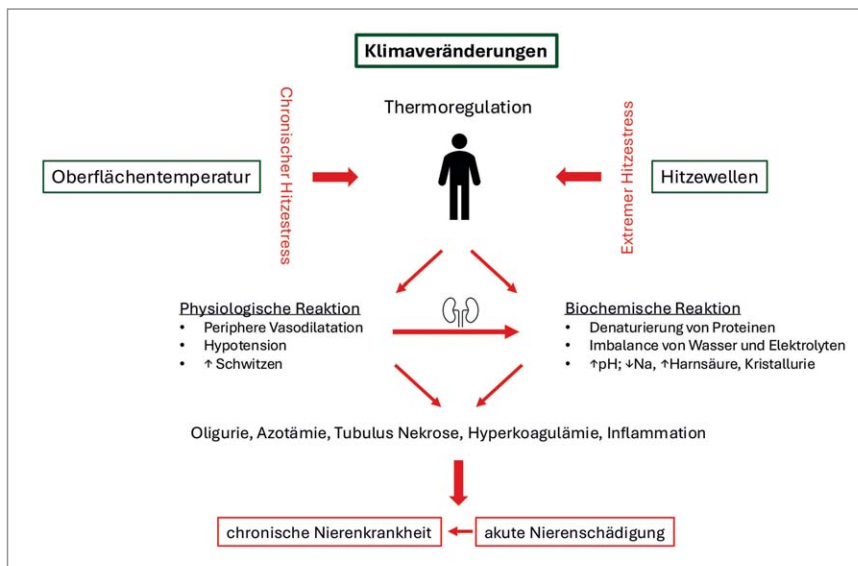


Abb. 1: Auswirkungen von Hitzestress auf die Nieren und Pathogenese von akuten und chronischen Nierenkrankheiten [10].

Der Klimawandel und die hierdurch zunehmende Erderwärmung, die Umweltverschmutzung und die Erschöpfung natürlicher Ressourcen gehören zu den größten Bedrohungen für die Bevölkerung. [1] Eine umweltfreundliche und klimaneutrale Lebensweise in allen Bereichen der Gesellschaft, einschließlich des Gesundheitswesens sollte mit zunehmender Dringlichkeit ein internationales Ziel sein.

Das Gesundheitswesen ist zwar im Vergleich zu anderen Bereichen, wie unter anderem der Industrie, deutlich emissionsärmer, jedoch trägt es dennoch in erheblichem Maße zu den Kohlenstoffdioxidemissionen bei. In Deutschland sind es aktuell 5,2 % (entsprechend 746 Millionen Tonnen CO₂eq) des jährlichen CO₂-Fußabdruckes. (<https://noharm-us.canada.org/ClimateFootprintReport>).

Insbesondere der Fachbereich Nephrologie mit der ressourcenintensiven Nierenersatztherapie zählt zu den kohlenstoffintensivsten medizinischen Fachgebieten. Der CO₂-Fußabdruck ist vor allem auf hohe CO₂-Emissionen zurückzuführen, die mit der Hämodialyse (HD) und der Peritonealdialyse (PD) verbunden sind. [2] Zu nennen sind hier:

- (1) der Wasserverbrauch für die Herstellung des Permeats
 - (2) der hohe Energieverbrauch
 - a. Betreiben der Umkehrosmose
 - b. Erwärmung des Dialysats
 - c. Betreiben der Dialysemaschine
 - (3) hohe Materialverbrauch
 - a. Dialysatoren
 - b. Schlauchsystem
 - c. Nadeln
 - d. Dialysatkonzentrate
 - e. Medikamenten
 - (4) Transport von Personal und Patient*innen in die Dialysezentren
- Dementsprechend wird in den aktuell vorliegenden Daten des CO₂-Fußabdruck einer Dialysebehandlung zwischen 25–65 kg CO₂ pro Dialysebehandlung angegeben. Diese Berechnung beinhaltet unter anderem einen Wasserverbrauch von 300–600 l sowie den Anfall von 10–15 kg Müll pro einzelner Dialysebehandlung.

[3–5] Die große Spanne des CO₂-Fußabdruckes ist auf die unterschiedlichen Nationen zurückzuführen, so sind die entstehenden CO₂-Emissionen in den USA und Australien sehr hoch, hingegen in Großbritannien deutlich niedriger. Dies ist unter anderem z. B. in Australien mit den klimatischen Bedingungen und der flächendeckenden Ausstattung mit Klimaanlage in medizinischen Einrichtungen verbunden.

Weltweit leiden geschätzt ca. 850 Mio. Menschen an einer chronischen Nierenkrankheit, davon sind aktuell ca. 2–3 Millionen Patient*innen auf eine Nierenersatztherapie angewiesen. [6]

Global ist die Tendenz der Patient*innen mit chronischer Nierenkrankheit und Nierenersatztherapie steigend. Ursächlich hierfür sind eine weltweit alternde Gesellschaft und eine zunehmend verbesserte medizinische Versorgung in Entwicklungsländern, welche immer mehr Patient*innen mit chronischer Nierenkrankheit (CKD) den Zugang zu einer Nierenersatztherapie ermöglicht. [7] Zudem wirken sich die Umwelt- und Klimaveränderungen mit zunehmenden Hitzeperioden negativ auf das Auftreten, den Schweregrad und die Verbreitung von Nierenkrankheiten aus. [8] Hitzestress, bei welchem zwischen chronischem und extremem Hitzestress (siehe Abb. 1) unterschieden wird, sowie Dehydrierung können zu wiederholten akuten Nierenschädigungen (AKI) führen und im langfristigen Verlauf zur Entstehung einer chronischen Nierenkrankheit, der Hitzestressnephropathie fortschreiten, vgl. Abb. 1. [9]

Darüber hinaus scheint auch eine zunehmende Umweltverschmutzung, unter anderem der zunehmende Anfall von Mikroplastik, welches über Lebensmittel und Flüssigkeiten in den Körper aufgenommen wird, sich negativ auf die Nierenfunktion auszuwirken. [11]

In der Nephrologie besteht somit aufgrund der klimatischen Veränderungen und der zunehmenden Umweltverschmutzung ein zunehmendes Patient*innenaufkommen, andererseits trägt der Fachbereich selbst in großem Maße zu Entstehung von CO₂-Emissionen bei. Daher sind in der Nephrologie weltweit die Bemühungen um eine nachhaltigere und umweltfreundlichere Gesundheitsversor-

gung und somit hin zu einer „grünen Nephrologie“ und dem Erreichen der Glasgower-Klimaziele maßgebend. [8] Selbstverständlich ist, dass an erster Stelle bei allen Anstrengungen, eine „grüne Nephrologie“ zu erreichen, immer eine uneingeschränkte optimale Patientenversorgung stehen muss.

Ein erster Schritt in Richtung „grüner Nephrologie“ ist es, das Bewusstsein für die verursachten CO₂-Emissionen im Fachbereich Nephrologie zu schärfen. In einem zweiten Schritt wird „grüne Nephrologie“ mit der Notwendigkeit von einer Reduktion von Abfall, Einsparung von Wasser, Strom und Energie und der Förderung von Recycling in Verbindung gebracht. Bereits heute umsetzbare Punkte sind in Tab. 1 aufgeführt.



Darüber werden wahrscheinlich in den nächsten zehn Jahren innovative Weiterentwicklungen der Nierenersatztherapie zunehmend als Alternative zur herkömmlichen Hämodialyse und Peritonealdialyse zur Verfügung stehen, um eine klimaneutrale Patient*innen-Versorgung in der Nephrologie zu erreichen. Bereits heute stehen der Nephrologie neue Gerätegenerationen mit einer Zulassung zur Verfügung. Einerseits Geräte, welche mit Hilfe von Adsorptionsmittelkartuschen oder

Foto: © mailsonpignata – stock.adobe.com

Tab. 1: Mögliche Einsparungen mit Blick auf dem CO₂-Fußabdruck

Einsparung von Energie

- Ausbau des Einsatzes erneuerbarer Energiequellen.
- Installation von Wärmetauschern zur Rückgewinnung der Energie des erwärmten Dialysats.

Reduktion des Wasserverbrauchs

- Verwendung von effizienten Umkehrosmose-Systemen → Reduktion des Frischwasserverbrauchs.
- Recycling von aufbereitetem Wasser
- Individuelle Reduktion des Dialysatflusses → cave: keine ausreichende wissenschaftliche Datenlage.
- Peritonealdialyse → cave: Es liegen keine Daten vor, welche Menge an Wasser verbraucht wird zur Herstellung des Dialysats.

Reduktion des CO₂-Fußabdruckes

- Abfalltrennung, -minimierung und -recycling
- Vegetarische/Pflanzenbasierte Kost
- Heimhämodialyse → Möglichkeit zur Verringerung der durch Transport von Patienten und Personal verbundenen Emissionen?
- Peritonealdialyse → cave: Es liegen keine Daten bzgl. der entstehenden Emissionen durch die Produktion des Dialysats vor.
- Fördern Sie die Diskussion, überdenken Sie Ihre beruflichen Gewohnheiten (z. B. Kongressteilnahmen) und verbessern Sie den CO₂-Fußabdruck des täglichen Lebens

Multiple Choice-Fragen

Die Multiple Choice-Fragen zu dem Artikel „Grüne Dialyse: Optionen und Ziele“ von Dr. med. Simone Cosima Boedecker-Lips und Prof. Dr. med. Julia Weinmann-Menke finden Sie hier abgedruckt und im Mitgliederportal (<https://portal.laekh.de>) sowie auf den Online-Seiten des Hessischen Ärzteblattes (www.laekh.de).

Die Teilnahme zur Erlangung von Fortbildungspunkten ist nur online über das Portal vom 25.06.2025 bis 24.12.2025

möglich. Die Fortbildung ist mit 3 CME zertifiziert. Mit Absenden des Fragebogens bestätigen Sie, dass Sie dieses CME-Modul nicht bereits an anderer Stelle absolviert haben. Der Artikel hat ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen. Nach Angaben der Autorinnen sind die Inhalte des Artikels produkt- und/oder dienstleistungsneutral, es gibt kein Sponsoring und es bestehen keine Interessenkonflikte. (red)

Kryoregeneration eine Regenrationen des Dialysates ermöglichen und damit drastisch den Wasserverbrauch reduzieren auf minimal 5–10 l pro Dialysebehandlung. Alternativ gibt es sogenannte Low-Flow-Geräte, bei denen ein deutlich reduzierter Dialysat- und Blutfluss genutzt wird und Blut und Dialysat hierdurch eine längere Kontaktzeit haben, sodass hier tägliche kurze Dialysen notwendig sind und eine Wassereinsparung von bis zu 80 % erreicht werden kann. Diese Geräte können insbesondere im Bereich der Heimdialyse eingesetzt werden. Bedauerlicherweise stehen diese den Patient*innen in Deutschland aktuell nicht zur Verfügung, aufgrund der hiermit verbundenen Mehrkosten, welche von den Kostenträgern zurzeit nicht übernommen werden. Neben der Ressourceneinsparung durch den Wegfall des Patient*innen-transportes sind deutliche Einsparung des Wasserverbrauches und somit auch der benötigten Energie möglich. Des Weiteren handelt es sich bei den meisten dieser Geräte um portable Dialysegeräte, welche für Patient*innen mit terminaler Nierenkrankheit mit einem deutlichen Gewinn an Lebensqualität verknüpft sind, aufgrund der individuellen örtlichen und zeitlichen Gestaltung der Dialysebehandlungen. [12]

Als weitere Entwicklung gibt es das Bestreben, tragbare Dialysegeräte sowohl

für die Hämodialyse als auch die Peritonealdialyse zu entwerfen. Beispielhaft ist hier ein kleines, tragbares Heimdialysegerät zu nennen, das auf einer neuen Technik der Peritonealdialyse basiert. Das System rezirkuliert und regeneriert das Dialysat kontinuierlich mit Hilfe von Sorbentien und ermöglicht hierdurch eine deutlich verbesserte Dialysequalität.

Darüber hinaus wird mit Hochdruck an Lösungsansätzen für einen realen Organersatz geforscht. Als vielversprechendste sind hier die Xenotransplantation, die Stammzellforschung und die Forschung an „künstlichen“ Niere zu nennen. [13, 14] Nicht unbedeutender wird es zudem zukünftig nötig sein, den medizinischen bzw. nephrologischen Arbeitsalltag mit Blick auf effektivere Arbeitsabläufe, der Vermeidung von wiederholender Diagnostik und die Verschiebung des Stellenwertes von Screening und Prävention chronischer Nierenkrankheit umzugestalten. Die Prävention spielt im aktuellen medizinischen Alltag nur eine untergeordnete Rolle und wird bedauerlicherweise auch abrechnungstechnisch praktisch nicht abgebildet.

Des weiteren hat sich mit aktuell zunehmenden Behandlungsmöglichkeiten, u. a. durch die Zulassung von Natrium-Glucose Cotransporter-2-Inhibitoren (SGLT2i) zur Behandlung der CKD und zunehmenden krankheitsspezifischen Therapieoptionen

für Patient*innen mit Glomerulonephritiden, die Prognose der Patient*innen mit chronischen Nierenkrankheiten deutlich verbessert, indem das Fortschreiten des Nierenfunktionsverlustes reduziert werden kann. Hiermit verbunden ist zudem eine deutliche Reduktion von kardiovaskulären Komplikationen zu erwarten. Dies lässt die Hypothese aufstellen, dass bevölkerungsweite Screeninguntersuchungen möglicherweise bereits heute kostendeckend wären. Hierzu fehlen jedoch aktuell Daten, um ein bevölkerungsweites Screening auf chronische Nierenkrankheiten in Deutschland zu empfehlen.

Abschließend ist zudem das Thema Nierentransplantation zu nennen, welches eine optimale Patientenversorgung und niedrige Kosten für das Gesundheitssystem mit einer geringeren ökologischen Belastung verbindet. Aufgrund dessen sollte sowohl von medizinischer als auch von politischer Seite das Thema Organspende und -transplantation maximal gefördert werden.

**Dr. med.
Simone Cosima
Boedecker-Lips**



Foto: privat

**Prof. Dr. med.
Julia Weinmann-
Menke**



Foto: privat

beide: I. Medizinische Klinik und Poliklinik, Nephrologie, Rheumatologie und Nierentransplantation, Universitätsmedizin Mainz

Die Literaturhinweise finden sich online auf der Website www.laekh.de unter der aktuellen Ausgabe.

Multiple-Choice-Fragen: Grüne Dialyse: Optionen und Ziele

VNR: 2760602025221790005

(eine Antwort ist richtig)

1. Wie hoch ist der prozentuale jährliche CO₂-Fußabdruck des Gesundheitswesens bezogen auf die Gesamt-Emissionen in Deutschland?

- 1) 4,5%
- 2) 4,7%
- 3) 5,2%
- 4) 5,5%
- 5) 5,7%

2. Was ist in der ressourcenintensiven Nierenersatztherapie mit keiner hohen Umweltbelastung verbunden?

- 1) Der Wasserverbrauch für die Herstellung des Dialysats.
- 2) Der Energieverbrauch.
- 3) Der Materialverbrauch.
- 4) Der Transport von Personal und Patient*innen.
- 5) Die digitale Infrastruktur.

3. Erläutern Sie den Begriff Hitzestress-nephropathie:

- 1) Eine akute Nierenschädigung, die durch Dehydratation bei vermehrtem Schwitzen verursacht wird.
- 2) Eine neue Entität der chronischen Nierenkrankheit, welche durch chronischen oder wiederholten extremen Hitzestress und Dehydratation zu rezidierten akuten Nierenschädigungen führt.
- 3) Physiologisch ist unter anderem eine periphere Vasokonstriktion ursächlich.
- 4) Eine akute Nierenschädigung, die durch extreme Hitze verursacht wird.

5) Die Thermoregulation spielt hierbei keine ursächliche Rolle.

4. Welche Reduktionsmaßnahme zur Minimierung des CO₂-Fußabdruckes ist wissenschaftlich aktuell nicht belegt und kann nur patientenindividuell durchgeführt werden?

- 1) Reduktion des Dialysatflusses
- 2) Recycling von medizinisch kontaminiertem Abfall
- 3) Umstellung von Hämodialyse auf Peritonealdialyse
- 4) Vegetarische/Pflanzenbasierte Kost
- 5) Einsatz von erneuerbaren Energiequellen

5. Welche nephroprotektive Maßnahme hat die Prognose der Patient*innen mit chronischer Nierenkrankheit maßgeblich in jüngerer Zeit verbessert?

- 1) ACE-Hemmer
- 2) Sartan
- 3) Aldosteron-Antagonisten
- 4) Calciumkanalblocker
- 5) SGLT2-Inhibitoren

6. Was zählt zu den Hauptquellen des CO₂-Fußabdrucks bei der Hämodialyse?

- 1) Überdosierung von Medikamenten
- 2) Nutzung fossiler Medikamente
- 3) Wasser- und Energieverbrauch sowie Materialaufwand
- 4) Fehlende Hygienevorschriften

7. Was ist ein Ziel der „grünen Nephrologie“?

- 1) Dialysegeräte mit KI-Steuerung zu entwickeln
- 2) CO₂-Ausstoß vollständig auf andere Fachbereiche zu verlagern
- 3) Nachhaltigkeit bei gleichbleibender Versorgungsqualität
- 4) Dialysebehandlungen auf drei Tage pro Woche zu reduzieren

8. Wie viel Wasser wird pro Dialysebehandlung durchschnittlich verbraucht?

- 1) 100–200 Liter
- 2) 200–300 Liter
- 3) 300–600 Liter
- 4) 600–900 Liter

9. Was ist eine potenzielle Einschränkung bei der Reduktion des Dialysatflusses?

- 1) Keine Einsparung von Strom
- 2) Zunahme von Infektionen
- 3) Unzureichende wissenschaftliche Datenlage
- 4) Höherer Materialverbrauch

10. Warum spielt Prävention chronischer Nierenkrankheit derzeit eine untergeordnete Rolle?

- 1) Fehlendes Fachpersonal
- 2) Geringe Akzeptanz bei Patient*innen
- 3) Keine Abbildung im Abrechnungssystem
- 4) Keine medizinische Relevanz

Foto: Werner Hilpert – stock.adobe.com



Schreiben Sie uns!

Die Redaktion freut sich über Anregungen, Kommentare, Lob oder auch Kritik. Leserbriefe geben die Meinung des Autors, nicht die der Redaktion wieder. Grundsätzlich behält sich die Redaktion Kürzungen jedoch vor. E-Mails richten Sie bitte an: haebl@laekh.de; Briefe an das Hessische Ärzteblatt, Hanauer Landstraße 152, 60314 Frankfurt/M.