



Hier können Sie zwei
CME-Punkte erwerben

Zertifizierte Fortbildung

Folge: 748

Teilnahme unter
www.springermedizin.de/kurse-mmw



Pharmakotherapie in der Klimakrise

Implikationen für die Versorgungspraxis -- Autoren: E. Luhmann, J. Mezger, G. Maack, A. Hein, M. Albrecht, M. Jungesblut, N. Mezger



**Dr. rer. medic.
Nikolaus Mezger**
Arbeitsgruppe
Globale und
Planetare Gesund-
heit, Martin-Luther-
Universität Halle-
Wittenberg

Arzneimittel belasten die Umwelt von der Produktion bis zur Entsorgung durch Ressourcenverbrauch, Treibhausgase, Schadstoffe und Abfall. Dieser Beitrag beleuchtet Klima- und Umweltaspekte im Lebenszyklus eines Arzneimittels, beschreibt Grundsätze eines rationalen Medikationsmanagements, diskutiert beispielhaft einige problematische Medikamente und gibt Tipps, wie eine nachhaltige Pharmakotherapie in der Hausarztpraxis umgesetzt werden kann.

Medikamente können nicht nur den Patientinnen und Patienten schaden, sondern auch der Umwelt und dem Klima. In England sind Arzneimittel und Narkosegase für 60% der Treibhausgasemissionen in der Primärversorgung verantwortlich [1]. In Deutschland werden in der Humanmedizin über 2.500 Wirkstoffe eingesetzt mit einem jährlichen Verbrauch von mehr als 35.000t [2]. Durch den demografischen Wandel und die zunehmende Medikalisierung der Gesellschaft dürfte der Bedarf an Medikamenten und deren Umweltbelastung weiter steigen (**Abb. 1**) [2]. Dies zeigt, welches Potenzial, aber auch welche Herausforderungen darin liegen, das Gesundheitswesen durch ein rationales Ordnungsverhalten nachhaltiger zu

gestalten. Ökologie, Ökonomie und Soziales bilden das Dreieck der Nachhaltigkeit. Ärztinnen und Ärzte sowie Apothekerinnen und Apotheker sollten darauf hinarbeiten, diese Aspekte im Umgang mit Arzneimitteln zu berücksichtigen, was unter dem Begriff „sustainable pharmacy“ zusammengefasst wird. Dies erfordert einen reflektierten Medikamenteneinsatz, die kritische Auseinandersetzung mit der Pharmaindustrie und eine kontinuierliche Weiterbildung.

Klimaspekte im Lebenszyklus eines Arzneimittels

Ein Verständnis der ökologischen Auswirkungen der einzelnen Phasen der Medikamentenentwicklung



und -nutzung ist Grundlage für eine rationale Arzneimitteltherapie.

Eine der neun planetaren Belastungsgrenzen ist die Einbringung neuartiger Chemikalien („novel entities“) in die Umwelt. Auch Arzneimittel zählen hierzu. Ein Ziel muss sein, den Eintrag solcher Stoffe zu beschränken sowie die ökologischen Auswirkungen zu erforschen und in die Entwicklung einzubeziehen. Nach dem Konzept „Benign by Design“ sollten die Arzneimittel chemisch so aufgebaut sein, dass sie leicht biologisch abbaubar sind. Seit 2006 muss für die Zulassung eines Medikaments auch das Umweltrisiko bewertet werden. Wird ein Risiko festgestellt, kommt es aktuell dennoch zur Zulassung, da die Versorgung der Patientinnen und Patienten über das Umweltrisiko gestellt wird. Der Antragsteller kann jedoch z. B. zu Hinweisen in der Packungsbeilage verpflichtet werden.

Herstellung: Die Herstellung von Arzneimitteln ist ein globaler und komplexer Prozess. Die Wirkstoffe kommen zum größten Teil aus Indien und China, wo u. a. aufgrund geringeren Lohns kostengünstiger produziert werden kann. Zudem gelten die dortigen Auflagen an den Umweltschutz als intransparent und weniger strikt. So wurden an Standorten der indischen Pharmaindustrie massive Umweltschäden sowie hohe Konzentrationen von Antibiotika und Antimykotika und als Folge multiresistente Keime gefunden [3].

Verpackung: An die Verpackung von Medikamenten werden hohe Ansprüche gestellt, um Hygiene und Stabilität zu gewährleisten. Weniger berücksichtigt werden nachhaltige Aspekte, z. B. die Recyclingfähigkeit. Blister bestehen meist aus einem Verbund verschiedener Plastisorten, z. T. mit Aluminium, der nur verbrannt werden kann. Eine neue Verpackungsverordnung der EU sieht vor, dass Verpackungen von Arzneimitteln bis 2035 zu 70% recyclingfähig sein sollen.

Nachhaltigere Ansätze werden bereits erprobt, dazu gehören u. a. Blister bzw. Tuben aus Monomaterialien, Röhrchen für Tabletten und Blister aus biobasierten Materialien sowie Sekundärverpackungen (Falt-schachteln) basierend auf Papier aus verantwortungsvoller Forstwirtschaft. Diese Ansätze sind oft aber noch nicht marktreif und verursachen zusätzliche Kosten. Zudem sind derzeit die Einflussmöglichkeiten der Verschreibenden gering, wenn preisgünstigere Präparate mit herkömmlichen Verpackungen aufgrund von Rabattverträgen berücksichtigt werden müssen.

Distribution: Die Distribution ist ressourcen- und emissionsintensiv, da Wirk- und Hilfsstoffe, die Verpackungen und die Beipackzettel oft aus verschie-

denen Ländern stammen, die Konfektionierung unter Umständen an einem nochmals anderen Ort erfolgt und die Medikamente anschließend noch über Großhändler an Apotheken geliefert werden müssen.

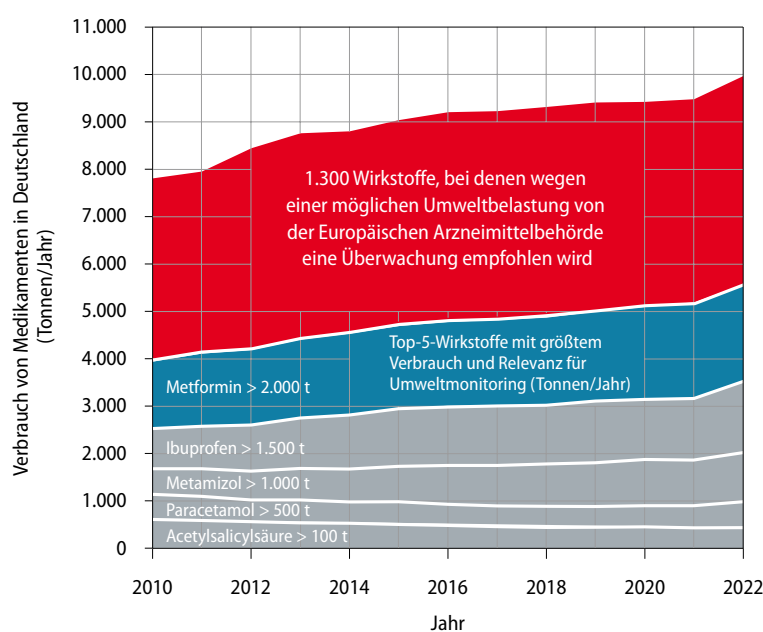
Lagerung: Für den Erhalt der Qualität der Medikamente ist eine ordnungsgemäße Lagerung notwendig. Die meisten Arzneimittel können zwar bei bis zu 25 °C gelagert werden, was allerdings durch die mit der Klimakrise einhergehenden höheren Temperaturen aufwendiger werden wird. Die fachgerechte Lagerungstemperatur von Arzneimitteln ist im Qualitätsmanagementsystem (QMS) zu dokumentieren. Bei Verordnung bzw. Abgabe temperatur-empfindlicher Arzneimittel wie manchen Antibiotika und Insulinen, sollten die Anwendenden auf die korrekte Aufbewahrung hingewiesen werden.

Marketing: Das Marketing der Pharmaindustrie beeinflusst den Absatz von verschreibungspflichtigen und von apothekenpflichtigen Arzneimitteln. Ärztinnen und Ärzte sollten diesem durch ein kritisches Verschreibungsverhalten entgegenstehen und Patientinnen und Patienten aufklären. So sollte die „werbeinduzierte Selbstmedikation“, die oftmals nicht medizinisch indiziert ist, auch unter ökologischen Aspekten vermieden werden. Ärztinnen und Ärzte, die von Patientinnen und Patienten nach einem Medikament aus der Werbung gefragt werden, sollten die Sinnhaftigkeit sorgfältig prüfen und im Ge-

> 2.500

Wirkstoffe werden in Deutschland in der Humanmedizin eingesetzt mit einem jährlichen Verbrauch von > 35.000 t.

Abb. 1 Verbrauch von Medikamenten in Deutschland, für deren Wirkstoffe die Europäische Arzneimittelbehörde ein Umweltmonitoring empfiehlt (mod. nach [2])





Deutschlandweit landen pro Jahr etwa 10.000 t Altmedikamente im Müll.

sprach eine gemeinsame evidenzbasierte Entscheidung suchen.

Daneben sponsert die Pharmaindustrie medizinische Forschung, Vortragende und Fortbildungsveranstaltungen, Selbsthilfegruppen und Aufklärungskampagnen. Zweifelsohne kann all dies hilfreich sein. Ärztinnen und Ärzte sowie Apothekerinnen und Apotheker müssen sich aber immer bewusst machen, dass Ziel all dieser Maßnahmen, ungeachtet einer klimabewussten, rationalen Pharmakotherapie, die Umsatzsteigerung ist und somit alle Aussagen kritisch hinterfragt werden müssen.

Anwendung: Die korrekte Anwendung eines Arzneimittels ist essenziell, zum einen um den therapeutischen Effekt zu erzielen und unerwünschte Arzneimittelwirkungen zu vermeiden. Zum anderen gilt es zu verhindern, dass durch fehlerhafte Anwendung Arzneimittel in die Umwelt gelangen (s. u. Beispiele zu Inhalativa und Diclofenac). Daher sollte v. a. bei Erstverordnungen und besonderen Darreichungsformen die korrekte Handhabung des Arzneimittels erklärt werden.

Entsorgung: Pro Einwohner und Jahr landen etwa 120 g Altmedikamente im Müll, deutschlandweit pro Jahr etwa 10.000 t [4]. Dabei berücksichtigen diese Werte nur Siedlungsabfälle und lassen Müll aus Krankenhäusern, Apotheken und pharmazeutischen Unternehmen außen vor. Ursache dieser hohen Menge können z. B. ein Anwendungsabbruch aufgrund von Genesung oder Nebenwirkungen, eine ungenutzte Bedarfsmedikation, Doppelverordnungen, für Urlaubsreisen bevorratete Medikamente oder ungeeignete Packungsgrößen sein. Möglich ist auch, dass Patientinnen und Patienten zwar in der Praxis die Verordnung akzeptiert haben, sich aber nach Lesen der Packungsbeilage gegen die Anwendung entscheiden.

Die korrekte, umweltbewusste Entsorgung von Arzneimitteln dürfte vielen Menschen nicht bekannt sein. Besonders problematisch ist die Entsorgung von Medikamenten über Toilette oder Spüle. Zudem

sollte im Idealfall bereits bei der Verschreibung über die Entsorgung informiert werden, z. B. durch entsprechende Informationen im Wartezimmer (auf der Webseite des Umweltbundesamtes unter www.uba.de/ham/infomaterialien abrufbar und bestellbar). Diese Aufklärungsarbeit hat eine Multiplikator- und Vorbildfunktion und stärkt das Ansehen der Praxis. Eine Gefahr geht von Arzneimittelrückständen in der Umwelt aus. Ein großer Teil der eingenommenen Wirkstoffe gelangt unverändert oder nach teilweiser Metabolisierung über Urin oder Fäzes in die Kläranlagen, ebenso wie Altmedikamente, die fälschlicherweise in die Toilette oder Spüle entleert werden. In den Klärwerken wird ein Großteil nicht vollständig eliminiert und gelangt z. T. unverändert in die Umwelt. Sowohl in Böden als auch im Oberflächen- und Grundwasser und in sehr geringen Konzentrationen sogar im Trinkwasser wurden Arzneimittelrückstände nachgewiesen. Aktuell sind zwar noch keine Risiken für die menschliche Gesundheit durch diese Rückstände nachgewiesen [5]. Allerdings fehlen Daten zu Langzeitwirkungen. Belegt sind hingegen Auswirkungen auf Tiere, z. B. durch Diclofenac.

Rationales Medikationsmanagement

Ein im QMS festgelegtes Medikationsmanagement hilft, Pharmakotherapie rational und nachhaltig zu gestalten. Am Beginn des Medikationsprozesses sollte stets die Frage stehen, ob es überhaupt zu einer Medikalisierung kommen muss oder ob nicht-medikamentöse Maßnahmen geeigneter sind, z. B. bei Bagatellerkrankungen mit harmlosem Spontanverlauf. Ziel sollte sein, Arzneimittelverordnungen auf das therapeutisch notwendige Mindestmaß zu reduzieren, nicht nur aus ökologischen, sondern ebenso aus medizinischen und ökonomischen Gründen. Dazu gehören eine sorgfältige Indikationsstellung, die Verordnung der geringsten effektiven Dosis und die Therapiedauer. Soweit therapeutisch möglich sollte ein umweltfreundlicher Wirkstoff gewählt werden. Die schwedische „Kluge Liste“ empfohlener Medikamente zu häufigen Krankheiten berücksichtigt Umweltaspekte und kann als Vorbild dienen [6]. Bei Neuverordnungen empfiehlt sich zunächst eine kleine Packungsgröße (z. B. N1), um festzustellen, ob das Medikament gut vertragen wird. Orientierung bei Multimorbidität und Polypharmazie gibt die S3-Leitlinie „Multimedikation“ der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM) [7]. So sollte mindestens einmal jährlich die Gesamtmedikation einschließlich Dauertherapien hinterfragt werden [7], z. B. auf das Fortbestehen der Indikation, Nebenwirkungen oder neue Kontraindikationen. Ggf. kann über einen strukturierten Prozess die Dosis reduziert oder ein Medikament abgesetzt werden („Deprescribing“).

Infobox 1 Tipps zur Verordnung und Anwendung von Inhalativa

- Für die richtige Anwendung von Inhalativa sind Lernvideos der Deutschen Atemwegsliga z. B. auf YouTube oder unter www.atemwegsliga.de verfügbar.
- Apotheken können im Rahmen der Dienstleistung „Erweiterte Einweisung in die korrekte Arzneimittelanwendung mit Üben der Inhalationstechnik“ unterstützen.
- Für die klimabewusste Verordnung von Inhalativa hilft die S2k-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DGAM) [11].

Dabei können von Hausärzterverbänden organisierte „Strukturierte Qualitätszirkel zur Arzneimitteltherapie“ helfen. Patientinnen und Patienten, die mindestens drei Medikamente gleichzeitig und dauerhaft erhalten, haben Anspruch auf einen Medikationsplan, in dem Wirkstoffe, Handelsnamen, Dosis, Stärke, Darreichungsform, Einnahmehinweise und Indikation verständlich dargestellt werden. Verordnungen von verschiedenen Ärztinnen und Ärzten bei Multimorbidität, Doktor-Hopping sowie Selbstmedikation können eine inadäquate Pharmakotherapie begünstigen. Eine regelmäßige Aktualisierung des Medikationsplans sowie ein „Brown-Bag-Review“, bei dem Personen ihre Medikamente in die Praxis oder eine Apotheke bringen, können Arzneimittelrisiken und -verbrauch durch Überprüfung auf Indikation, Interaktion, Nebenwirkungen und Doppelverordnungen reduzieren.

Einschätzung der Umweltbelastung durch einzelne Medikamente

Von den in Deutschland verfügbaren Wirkstoffen stuft das Umweltbundesamt etwa die Hälfte als umweltrelevant ein [8]. Englischsprachige Informationen über einzelne Arzneistoffe zu Ökotoxizität und umweltfreundlicheren Alternativen gibt die Datenbank „Pharmaceuticals and Environment“ [9]. Im Folgenden sollen einige besonders problematische oder umweltschädliche Arzneimittel im klinischen Kontext besprochen werden:

Protonenpumpeninhibitoren (PPI) gehören zu den am häufigsten verschriebenen Arzneimitteln: 2021 wurden in Deutschland insgesamt 3,7 Milliarden Tagesdosen verordnet. Im Vergleich zu 2006 ist dies mehr als das Dreifache. Hinzu kommt eine unbekannte Menge an Over-the-Counter(OTC)-PPI. Da die zugrunde liegenden Indikationen den Anstieg des Verbrauchs schwerlich erklären, dürfte dieser maßgeblich auf einer unkritischen Verschreibungspraxis beruhen. Obwohl PPI als nebenwirkungsarm gelten, wird die Langzeiteinnahme auch mit schwerwiegenden Komplikationen in Verbindung gebracht, z. B. einem erhöhtem Frakturrisiko. Eine Therapiedauer von mehr als acht Wochen wird als potenziell inadäquate Medikation für ältere Menschen angesehen [10]. Eine sorgfältige Indikationsstellung und eine Begrenzung der Einnahmedauer, z. B. durch das Vermeiden von Großpackungen, unkritischen Folge Rezepten sowie die Aufklärung von Patientinnen und Patienten erscheinen dringend erforderlich. Nach längerfristiger Einnahme von PPI sollten diese strukturiert abgesetzt werden.

Inhalativa bieten ein großes Potenzial für eine nachhaltigere Verordnungsweise. Die meisten sind als Do-

Tab. 1 PFAS-Arzneimittel und umweltfreundlichere Alternativen

Arzneistoffgruppe	Mit PFAS	Ohne PFAS
Antidepressiva	Fluoxetin	Citalopram, Paroxetin, Sertralin
Protonenpumpenhibitoren	Lansoprazol	Omeprazol
Analgetika	Celecoxib	Etoricoxib
Antidiabetika	Sitagliptin	Vildagliptin, Saxagliptin
Ophthalmika	Perfluorhexyloctan	Hyaluronsäure

PFAS = per- und polyfluorierte Alkylverbindungen

sieraerosole und Pulverinhalatoren verfügbar. Diese Darreichungsformen unterscheiden sich erheblich hinsichtlich ihrer Klimabilanz. Dosieraerosole enthalten im Gegensatz zu Pulverinhalatoren ein Treibgas, v. a. Norfluran, mit einem Global-Warming-Potenzial (GWP) von 1.430, etwas seltener Apafluran mit einem GWP von 3.600; beide sind um ein vielfaches klimaschädlicher als CO₂ mit einem GWP von 1. Während in Schweden Dosieraerosole bereits vor einem Jahrzehnt lediglich 10% der Inhalativa ausmachten, wurden 2020 in Deutschland ungefähr gleich viele Dosieraerosole und Pulverinhalatoren verschrieben. Eine häufigere Verschreibung von Pulverinhalatoren ist wünschenswert und dürfte oftmals therapeutisch möglich sein. Nur wenigen Gruppen, z. B. Kindern unter fünf Jahren, Personen mit akuten Exazerbationen oder einem zu geringen Vermögen zügig einzuatmen, werden Pulverinhalatoren nicht empfohlen [11]. Tipps zur Unterstützung gibt **Infobox 1**.

Diclofenac hat bereits in den 1990er-Jahren durch ein Geistersterben in Indien traurige Bekanntheit erlangt. Mittlerweile wird der Wirkstoff auch in deutschen Gewässern ein Problem, denn Kläranlagen können Diclofenac nicht ausreichend beseitigen. Auch Fische reagieren empfindlich auf Rückstände im Wasser. Im Gegensatz zu den anderen nicht steroidalen Antirheumatika (NSAR) sowie Paracetamol wird Diclofenac in der Umwelt nur langsam abgebaut. Diclofenac wird aus topischen Darreichungsformen (z. B. Gel) nur zu etwa 6% resorbiert, ein Großteil wird unverändert beim Händewaschen oder Duschen abgespült. Um diesen Eintrag in das Abwasser zu minimieren, empfiehlt sich neben einer zurückhaltenden Anwendung v. a. „Wischen statt waschen“.

Eine kritische Indikationsstellung sollte auch den Patientinnen und Patienten erklärt werden. Diclofenac als Gel ist eine Alternative zu enteralen Formulierungen bei Gonarthrose. Bei Coxarthrose gibt es keine belegte Wirkung [12]. Eine prophylaktische Anwendung vor Sport ist abzulehnen.

Beim „Brown-Bag-Review“ werden von Patienten mitgebrachte Medikamente in der Praxis oder Apotheke auf Indikation, Interaktion, Nebenwirkungen und Doppelverordnungen überprüft.



Reste von Schmerzgel an Händen sollten mit einem Papiertuch abgewischt und nicht mit Wasser abgewaschen werden. Das Tuch sollte dann über den Restmüll entsorgt werden.

Ethinylestradiol steht auf einer EU-Beobachtungsliste, da aufgrund hoher Konzentrationen in Gewässern Fortpflanzungs- und Entwicklungsschäden bei Fischen beobachtet wurden. Auch wenn hierzulande die Anwendung östrogenhaltiger Kontrazeptiva seit Jahren abnimmt, sollten Ärztinnen und Ärzte bei der Wahl der Verhütungsmethode auch über die ökologischen Auswirkungen hormoneller Kontrazeptiva informieren.

Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) weisen mindestens ein vollständig fluoriertes Methyl- oder Methylen-Kohlenstoffatom auf. Sie werden als „Ewigkeitschemikalien“ bezeichnet, weil sie sehr reaktionsträge sind und daher eine extrem hohe Umweltpersistenz aufweisen [2]. Die Auswirkungen sind bislang wenig erforscht. PFAS befinden sich z. B. in Zahnseide, Teflon und Kettenöl sowie in vielen Arzneistoffklassen. Die Fluorierung schützt die Wirkstoffe vor Metabolisierung, sodass sie weitgehend unverändert ausgeschieden werden. In Kläranlagen können sie nicht ausreichend gefiltert werden und reichern sich entsprechend in der Umwelt an. Für viele fluorierte Wirkstoffe gibt es innerhalb der gleichen Klasse therapeutische Alternativen (Tab. 1).

Metformin ist eines der am häufigsten verschriebenen Arzneimittel mit Umweltrelevanz. Die Dosierung im Grammbereich führt zu einer hohen Belastung der Abwässer. Metformin wird in der Umwelt nur langsam abgebaut. Sein Metabolit Guanylharnstoff gehört zu den Medikamentenderivaten mit den höchsten Konzentrationen im Oberflächenwasser [2, 8]. Die Nationale VersorgungsLeitlinie zu Typ-2-Diabetes empfiehlt, gemeinsam mit den Patientinnen und Patienten zu prüfen, ob bei Therapiebeginn ein Versuch mit nicht medikamentösen Maßnahmen (Ernährungsumstellung, mehr Bewegung) sinnvoll ist. Zudem sollte abhängig von patientenindividuellen Kriterien ein HbA_{1c} -Wert von 6,5–8,5% angestrebt werden, da ein niedrigerer Zielwert keinen Nutzen bringt. Außerdem sollte regelmäßig eine Therapieeideskalation geprüft werden [13].

Antibiotika: In Deutschland wurden 2022 etwa 272 t Antibiotika in der Human- und etwa 540 t in der Veterinärmedizin eingesetzt. Die damit verbundene Entwicklung von antimikrobiellen Resistenzen (AMR) gehört zu den zehn größten globalen Bedrohungen für Public Health. Die Konzepte zur Eindämmung von AMR wie die Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie haben gemeinsam, dass unter der Grundidee „One Health“ die Gesundheit von Mensch und Tier sowie der Schutz der Umwelt zusammen gedacht werden [14]. Ein Eckpfeiler ist die Prävention durch Vermeidung von Infektionen durch Hygiene-

maßnahmen, Aufklärung über Infektionsrisiken und Impfungen, bessere Haltungsbedingungen für Nutztiere und die Überwachung der Lebensmittelkette. Weiterhin werden AMR und Antibiotikaeinsatz in globaler Zusammenarbeit regelmäßig überwacht. Unter dem Begriff „Antibiotic Stewardship“ (ABS) werden Empfehlungen zusammengefasst. Gesundheitseinrichtungen können durch Hygienemaßnahmen, Impfungen, Aufklärung und einen rationalen Einsatz von Antibiotika einen großen Beitrag leisten. Wenn Patientinnen und Patienten in der Annahme, dass sie ein Antibiotikum benötigen, dies regelrecht verlangen, ist eine geduldige Aufklärung über die Unterschiede zwischen viralen und bakteriellen Infekten sowie die Möglichkeiten, aber auch Grenzen und Nebenwirkungen von Antibiotika erforderlich. Dazu können Informationsmaterialien beitragen, z. B. das „Praxisplakat zum verantwortungsvollen Gebrauch von Antibiotika“ der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, was unter www.bit.ly/3wxEvQ5 erhältlich ist.

Volatile Anästhetika sind hochpotente Treibhausgase. V. a. Desfluran sticht mit einem sehr hohen GWP heraus. Auch das in der Geburtshilfe häufig verwendete Lachgas übt aufgrund seiner extrem langen atmosphärischen Lebensdauer (114 Jahre) und seiner zusätzlichen ozondepletierenden Wirkung einen großen Klimaeffekt aus [15]. Einen geringeren Klimaeinfluss haben Sevofluran oder sowie die totale intravenöse Anästhesie oder Regionalanästhesieverfahren.

Unterstützung zur nachhaltigen Verordnung

Für ambulante Einrichtungen mit Interesse, wirtschaftliche, soziale und umweltbezogene Aspekte stärker in Einklang zu bringen, stehen Angebote, wie das Qualitätssiegel Nachhaltige Praxis zur Verfügung. Dieses umfasst u. a. E-Learning-Kurse zu Themen wie nachhaltige Pharmakotherapie [16]. Weiterhin bietet das Umweltbundesamt für Patientinnen und Patienten, Apothekerinnen und Apotheker sowie Ärztinnen und Ärzte aktuelle und wissenschaftlich fundierte Informationen über Umweltaspekte von Humanarzneimitteln (unter <https://bit.ly/3PIG5EZ>) sowie Lehrmaterialien [2].

Medikamente und Hitze

Die mit der Klimakrise zunehmenden Hitzewellen erfordern ein angepasstes Medikamentenmanagement. Arzneimittel können die Adaptation an Hitze erheblich beeinträchtigen durch Wirkungen auf die zentrale Temperaturregulation, die kutane Vasodilatation, die Vigilanz, die Verminderung von Schwitzen und Durst sowie durch Dehydrierung und Hyponatriämie. Hitze ändert bei bestimmten Medikamenten die Pharmakokinetik durch gesteigerte



Hautdurchblutung (z. B. schnellere Anflutung bei transdermalen Systemen und Insulin) oder durch verzögerte renale Elimination.

Vor oder während Hitzewellen kann deshalb ein Pausieren, eine Dosisreduktion oder ein Substanzwechsel erforderlich sein oder ein Monitoring von Gewicht und Blutzucker sowie Elektrolyt- und Flüssigkeitszufuhr. Als besonders vulnerabel für Hitze gelten Menschen über 75 Jahre, Kleinkinder, Schwangere, Wohnsitzlose und ältere oder kranke Alleinlebende, Sportlerinnen und Sportler sowie Berufstätige, die sich überwiegend im Freien aufhalten. Insbesondere Menschen mit Diabetes mellitus sowie Herz- und Lungenerkrankungen müssen informiert und eine Anpassung ihrer Medikation für Hitzeperioden muss vorbereitet werden. Entsprechende Hinweise sollten auf Medikationsplänen, in der Praxissoftware und, sofern vorhanden, in einem Arzneimitteltherapiesicherheitsmodul vermerkt sein. Die Heidelberger Hitzetabelle [17] und die Seite www.hitze.info der Deutschen Allianz Klimawandel und Gesundheit (KLUG) informieren online über hitzerelevante Wirkstoffe sowie mögliche Maßnahmen. Die kostenlose „WarnWetter“-App alarmiert vor bevorstehenden Hitzewellen, sodass Medikamente umgestellt werden können. ■

Hinweis: Der vorliegende Beitrag basiert auf dem Kapitel „Rationale Pharmakotherapie“ im Fachbuch „Die grüne Arztpraxis“ [18].

Literatur

- Tennison I et al. Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England. *Lancet Planetary Health*. 2021;5:e84-e92
- Umweltbundesamt. Umweltaspekte von Humanarzneimitteln in der pharmazeutischen Praxis. Basisfoliensatz mit freien Materialien für die medizinische Lehre. 2025. <https://bit.ly/40GxN75> (abgerufen am 20.1.2025)
- Lübbert C. Antibiotikaresistenzen durch mit Medikamenten verseuchte Gewässer in Indien. 2017. <https://bit.ly/3XTMUH9> (abgerufen am 16.11.2024)
- Umweltbundesamt. Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien. 2020. <https://bit.ly/4euytAT> (abgerufen am 16.11.2024)
- Umweltbundesamt. Arzneimittel und Umwelt. 2024. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel/die-uba-datenbank-arzneimittel-in-der-umwelt#hintergrund> (abgerufen am 10.06.2025)
- Janusinfo. The Wise list 2015 in English. 2015. <https://bit.ly/48CcGmY> (abgerufen am 16.11.2024)
- DEGAM. S3-Leitlinie Multimedikation; Langfassung (AWMF-Registernummer: 053 – 043. 2. Auflage 2021). <https://bit.ly/4h8QqXB> (abgerufen am 16.11.2024)
- Umweltbundesamt. Arzneimittelrückstände in der Umwelt. 2023. <https://bit.ly/3XTisNW> (abgerufen am 16.11.2024)
- Janusinfo. Pharmaceuticals and Environment. 2024. <https://bit.ly/3CgUSUO> (abgerufen am 16.11.24)
- Mann NK et al. Potenziell inadäquate Medikation für ältere Menschen: PRISCUS 2.0. Erste Aktualisierung der PRISCUS-Liste. *Dtsch Arztebl Int*. 2023;120:3-10
- DEGAM. Klimabewusste Verordnung von Inhalativa. 2024. <https://bit.ly/38xTUTb> (abgerufen am 16.11.24)
- IQWiG. Hüftarthrose (Coxarthrose) Welche Schmerzmittel können bei Hüftarthrose helfen? 2021. <https://bit.ly/3zR3u2N> (abgerufen am 16.11.2024)
- Nationale VersorgungsLeitlinie Typ 2 Diabetes. 2023; Version 3.0 AWMF-Register-Nr. nvl-001. <https://www.leitlinien.de/themen/diabetes> (abgerufen am 16.11.24)
- Bundesministerium für Gesundheit. DART 2030 – Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie. 2023. <https://bit.ly/3U2gpWv> (abgerufen am 16.11.2024)
- Koch S et al. Neue Herausforderungen für die Anästhesie durch den Klimawandel. *Anaesthesist*. 2020;69:453-62
- aQua Institut. Qualitätssiegel Nachhaltige Praxis. <https://www.aqua-institut.de/produkte-dienstleistungen/qualitaetssiegel-nachhaltige-praxis/nachhaltige-praxis> (abgerufen am 18.11.2024)
- Haefeli WE. Heidelberger Hitze-Tabelle. Arzneistoffe mit potenziellem Einfluss auf die Temperaturregulation und den Volumenstatus in Hitzewellen. 2020. https://www.dosing.de/Hitze/Medikamentenmanagement_bei_Hitzewellen.pdf (abgerufen am 16.11.24)
- Luhmann E et al. Rationale Pharmakotherapie. In: von Gierke F, Keller G, Mezger N. (Hrsg.) *Die Grüne Arztpraxis*. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. Berlin. 2024;107-20

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

- Strukturieren Sie in Ihrem QMS eine rationale und nachhaltige Verordnungspraxis.
- Stellen Sie Indikationen kritisch, treffen Sie Entscheidungen evidenzbasiert, begrenzen Sie die Anwendungsdauer, vermeiden Sie Doppelverordnungen, achten Sie auf ein Medikationsmanagement bei Polypharmazie und Multimorbidität und klären Sie sorgfältig auf.
- Wenn es therapeutisch möglich ist, setzen Sie Arzneimittel strukturiert ab oder reduzieren Sie die Dosis (Deprescribing).
- Vermeiden Sie sofern möglich umweltbelastende Darreichungsformen (z. B. Dosieraerosole). Falls sich Dosieraerosole nicht vermeiden lassen, wählen Sie solche mit dem weniger klimaschädlichen Norfluran gemäß der DEGAM-Leitlinie zur klimabewussten Verordnung von Inhalativa [12]. Informieren Sie sich über die richtige Inhalationstechnik.
- Verzichten Sie auf besonders umweltbelastende Wirkstoffe, sofern therapeutisch möglich. Ersetzen Sie die zehn am häufigsten verschriebenen Arzneimittel wenn möglich durch umweltfreundlichere Alternativen.
- Bedenken die Entwicklung von Antibiotikaresistenzen. Etablieren Sie die Maßnahmen der Antibiotic Stewardship in Ihrer Praxis.
- Identifizieren Sie vulnerable Patientinnen und Patienten und passen Sie bei diesen vor Hitzeperioden die Medikation an. Installieren sie die „WarnWetter“-App des Deutschen Wetterdiensts, die vor Hitzeperioden warnt.
- Klären Sie Ihre Patientinnen und Patienten über umweltbelastende Arzneistoffe auf. Entsorgen Sie nicht mehr benötigte oder verfallene Arzneimittel fachgerecht.
- Informieren Sie sich auf www.arzneimittelentsorgung.de und beraten Sie auch Ihre Patientinnen und Patienten entsprechend. Legen Sie z. B. Informationsblätter aus.
- Pflegen Sie einen kritischen Umgang mit der Pharmaindustrie. Fragen Sie nach Nachhaltigkeitsstrategien der Firmen. Nehmen Sie Muster und Broschüren nur bedingt an. Streben Sie Online-Kontakte statt Besuche vor Ort an. Fragen Sie die Pharmavertreterinnen und -vertreter nach den Umweltwirkungen ihrer Arzneimittel und tragen Sie so die Idee der nachhaltigen Pharmazie in die Industrie.

INTERESSENKONFLIKT

Die Autorin und die Autoren erklären, dass sie sich bei der Erstellung des Beitrages von keinen wirtschaftlichen Interessen leiten ließen. Sie legen folgende potenzielle Interessenkonflikte offen: keine. Der Verlag erklärt, dass die inhaltliche Qualität des Beitrags durch zwei unabhängige Gutachten bestätigt wurde. Werbung in dieser Zeitschriftenausgabe hat keinen Bezug zur CME-Fortbildung. Der Verlag garantiert, dass die CME-Fortbildung sowie die CME-Fragen frei sind von werblichen Aussagen und keinerlei Produktempfehlungen enthalten. Dies gilt insbesondere für Präparate, die zur Therapie des dargestellten Krankheitsbildes geeignet sind.

Title:

Pharmacotherapy in the climate crisis: Practical implications for patient care

Keywords:

Pharmacotherapy, potentially inappropriate medications, sustainability, climate change and health, environmental toxicology

Autorin und Autoren: Esther Luhmann

Verein demokratischer Pharmazeutinnen und Pharmazeuten (VdPP) e. V.; Pharmacists for Future (Ph4F)

Prof. Dr. med. Jörg Mezger

Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit (KLUG) e. V.; Health for Future

Dr. rer. nat. Gerd Maack

Umweltbundesamt

Dr. rer. nat. Arne Hein

Umweltbundesamt

Dr. med.

Matthias Albrecht

Kompetenzzentrum für klima-resiliente Medizin und Gesundheitseinrichtungen (KliMeG), Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit (KLUG) e. V.

Marvin Jungesblut

aQua-Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH

Dr. rer. medic.

Nikolaus Mezger

Arbeitsgruppe Globale und Planetare Gesundheit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet, Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit (KLUG) e. V., Magdeburger Str. 8, D-06112 Halle (Saale), nikolaus.mezger@uk-halle.de

Pharmakotherapie in der Klimakrise

FIN gültig bis 06.08.2025:

MM2512eY

Teilnehmen und Punkte sammeln können Sie

- als e.Med-Abonnent*in von SpringerMedizin.de
- als registrierte*r Abonnent*in dieser Fachzeitschrift
- zeitlich begrenzt unter Verwendung der abgedruckten FIN.



Dieser CME-Kurs ist auf [SpringerMedizin.de/CME](https://www.springermedizin.de/CME) zwölf Monate verfügbar. Sie finden ihn, wenn Sie die FIN oder den Titel in das Suchfeld eingeben. Alternativ können Sie auch mit der Option „Kurse nach Zeitschriften“ zum Ziel navigieren oder den QR-Code links scannen.

? Welche Maßnahme kann die Umweltbelastung durch Medikamente **nicht** reduzieren?

- ☐ Einsatz eines perfluorierten Wirkstoffs (PFAS)
- ☐ Desprescribing
- ☐ Aufklärung über Möglichkeiten und Grenzen einer Antibiotikatherapie
- ☐ Physiotherapie und Ernährungs-umstellung
- ☐ Verzicht auf diclofenachaltige Externa

? Wie sollten nicht benötigte Medikamente **nicht** entsorgt werden?

- ☐ Über Schadstoffmobile
- ☐ Über Schadstoffsammelstellen
- ☐ Über Apotheken
- ☐ Über den Hausmüll
- ☐ Über die Toilette

? Welchen Vorteil bieten Pulverinhalatoren im Vergleich zu Dosieraerosolen?

- ☐ Pulverinhalatoren sind wirksamer.
- ☐ Pulverinhalatoren enthalten keine Treibhausgase.
- ☐ Pulverinhalatoren sind grundsätzlich einfacher in der Handhabung.
- ☐ Pulverinhalatoren sind v. a. für Kinder unter 5 Jahren geeignet.
- ☐ Pulverinhalatoren enthalten andere Substanzen.

? Welche Gruppe von Menschen ist bei Hitzewellen besonders gefährdet?

- ☐ Jugendliche
- ☐ Menschen mit degenerativen Gelenkerkrankungen
- ☐ Hellhäutige Menschen
- ☐ Menschen mit einem gesunden Herz-Kreislauf-System
- ☐ Schwangere

? Welche Maßnahmen sind bei Hitzewellen **nicht** sinnvoll?

- ☐ Dosisreduktion oder Pausieren bestimmter Medikamente
- ☐ Substanzwechsel
- ☐ Monitoring von Gewicht und Blutdruck
- ☐ Zufuhr von Flüssigkeit
- ☐ Steigerung der Harnausscheidung durch Diuretika

? Welche Gemeinsamkeit haben Sevofluran, Desfluran, Aflurane, Norfluran und Lachgas?

- ☐ Sie belasten das Abwasser.
- ☐ Sie sind Treibhausgase.
- ☐ Durch ihre renale Elimination sind sie gefährlich bei Hitzewellen.
- ☐ Es handelt sich um perfluorierte Stoffe (PFAS).
- ☐ Sie werden in der Umwelt rasch abgebaut.

? Was ist ein Bestandteil des Brown-Bag-Verfahrens?

- ☐ Die Patientinnen und Patienten bringen alle ihre Medikamente in einer verschlossenen Tüte zur Entsorgung in die Arztpraxis oder Apotheke.
- ☐ Die Medikamente werden auf Doppelverordnungen überprüft.
- ☐ Die verordneten Medikamente werden von der Apothekerin/dem Apotheker in einer braunen Tüte abgegeben.
- ☐ Die Medikamente werden je nach Indikation in verschiedene braune Tüten verpackt.
- ☐ Die Patientinnen und Patienten erhalten bei jedem Arztbesuch eine braune Tüte, mit der sie Medikamente entsorgen können.

? Nach der S3-Leitlinie „Multimedikation“ sollen Patientinnen und Patienten, die mindestens drei Medikamente erhalten, einen Medikationsplan erhalten. Was wird auf diesem Medikationsplan **nicht** vermerkt?

- ☐ Mindesthaltbarkeit
- ☐ Dosis
- ☐ Wirkstoff
- ☐ Darreichungsform
- ☐ Anwendungshinweise

Dieser CME-Kurs wurde von der Bayerischen Landesärztekammer mit zwei Punkten in der Kategorie I (tutoriellement unterstützte Online-Maßnahme) zur zertifizierten Fortbildung freigegeben und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70 % der Fragen richtig beantwortet werden. Pro Frage ist jeweils nur eine Antwortmöglichkeit zutreffend. Bitte beachten Sie, dass Fragen wie auch Antwortoptionen online abweichend vom Heft in zufälliger Reihenfolge ausgespielt werden.

Bei inhaltlichen Fragen erhalten Sie beim Kurs auf SpringerMedizin.de/CME tutorielle Unterstützung. Bei technischen Problemen erreichen Sie unseren Kundenservice kostenfrei unter der Nummer 0800 7780777 oder per Mail unter kundenservice@springermedizin.de.

? Welche Aussage zur Umweltbelastung trifft zu?

- Arzneistoffe, die zu einer hohen Umweltbelastung führen, dürfen nicht zugelassen werden.
- Blister müssen grundsätzlich aus recyclingfähigen Monomaterialien bestehen.
- Metformin wird in Kläranlagen rasch abgebaut.
- Der Medikamentenverbrauch in Deutschland nimmt in den letzten Jahren stetig ab.
- Ethinylestradiol im Abwasser kann Tiere in der Umwelt schädigen.

? Welche Aussage zu Protonenpumpeninhibitoren (PPI) trifft zu?

- PPI sollten nur bei Bedarf eingenommen werden.
- Die PPI-Verordnungen nehmen seit 2006 ab.
- Eine PPI-Therapie über mehr als vier Wochen wird bei älteren Menschen als potenziell inadäquate Medikation bezeichnet.
- Es sollte grundsätzlich direkt die größte Packungsgröße verordnet werden, um Folgeverordnungen zu vermeiden.
- Nach längerfristiger Einnahme sollten PPI strukturiert abgesetzt werden.



Aktuelle CME-Kurse aus der Allgemeinmedizin

► **Progression der chronischen Nierenerkrankung bremsen**
aus: MMW - Fortschritte der Medizin | Ausgabe 11/2025
von: Dr. med. Louise Füeßl
Zertifiziert bis: 17.06.2026
CME-Punkte: 2

► **Chronische Wunden in der Hausarztpraxis versorgen**
aus: CME | Ausgabe 6/2025
von: Dr. med. Klaus Friedrich Becher
Zertifiziert bis: 11.06.2026
CME-Punkte: 2

► **Hypothyreose – Hausärztliche Diagnostik und Therapie**
aus: CME | Ausgabe 6/2025
von: Dr. med. Jeannine Schübel
Zertifiziert bis: 11.06.2026
CME-Punkte: 4

► **Rehabilitationssport als Teil der Rehabilitationskette**
aus: Zeitschrift für Allgemeinmedizin | Ausgabe 4/2025
von: Dr. med. Vera Jaron, Anja Hirschmüller, Kerstin Aschenbroich
Zertifiziert bis: 02.06.2026
CME-Punkte: 3

Diese Fortbildungskurse finden Sie, indem Sie den Titel in das Suchfeld auf [SpringerMedizin.de/CME](https://www.springermedizin.de/CME) eingeben. Zur Teilnahme benötigen Sie ein Zeitschriften- oder ein e.Med-Abo.

Effizient fortbilden, gezielt recherchieren sowie schnell und aktuell informieren – ein e.Med-Abo bietet Ihnen alles, was Sie für Ihren Praxis- oder Klinikalltag brauchen: Sie erhalten Zugriff auf die Premiuminhalte von SpringerMedizin.de, darunter die Archive von 99 deutschen Fachzeitschriften. Außerdem ist im Abo eine Springer-Medizin-Fachzeitschrift Ihrer Wahl enthalten, die Ihnen regelmäßig per Post zugesandt wird.

Darüber hinaus steht Ihnen das komplette CME-Kursangebot des Portals SpringerMedizin.de zur Verfügung: Hier finden Sie aktuell rund 600 CME-zertifizierte Fortbildungskurse aus allen medizinischen Fachrichtungen!

Buchen Sie ein e.Med-Abo Ihrer Wahl unter www.springermedizin.de/



emed-abos und testen Sie unser CME-Angebot 14 Tage lang kostenlos und unverbindlich.