



AUS DEM INHALT:

- **NICHT RELEVANT? ABBAUPRODUKTE VON PFLANZENSCHUTZMITTELN ALS RISIKO FÜR DAS GRUNDWASSER**
- LASERPOINTER & CO – BLENDATTACKEN UND AUGENSCHÄDEN
- ZECKEN UND IHRE PATHOGENE IM KLIMAWANDEL (ZEPAK)





● UMWELT + MENSCH INFORMATIONSDIENST

NR. 1/2022



UMID IST EIN BEITRAG ZUM „AKTIONSPROGRAMM UMWELT UND GESUNDHEIT“  
(APUG) UND TEIL DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT.



## IMPRESSUM IMPRINT

UMID – UMWELT + MENSCH  
INFORMATIONSDIENST  
Nr. 1/2022  
März 2022

ISSN 2190-1120 (Print)  
ISSN 2190-1147 (Internet)

### HERAUSGEBER

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)  
Robert Koch-Institut (RKI)  
Umweltbundesamt (UBA)

### REDAKTION

Dr. Monika Asmuß  
Bundesamt für Strahlenschutz  
Ingolstädter Landstraße 1  
85764 Oberschleißheim (Neuherberg)  
E-Mail: [masmuss@bfs.de](mailto:masmuss@bfs.de)

Dr. Suzan Fiack  
Bundesinstitut für Risikobewertung  
Max-Dohrn-Str. 8–10  
10589 Berlin  
E-Mail: [pressestelle@bfr.bund.de](mailto:pressestelle@bfr.bund.de)

Dr. Hildegard Niemann  
Robert Koch-Institut  
General-Pape-Straße 62–66  
12101 Berlin  
E-Mail: [niemannh@rki.de](mailto:niemannh@rki.de)

Kerstin Gebuhr  
Umweltbundesamt  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: [kerstin.gebuhr@uba.de](mailto:kerstin.gebuhr@uba.de)

### GESAMTKOORDINATION

Denise Köhler  
Umweltbundesamt  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: [denise.koehler@uba.de](mailto:denise.koehler@uba.de)

### E-MAIL FÜR UMID

[umid@uba.de](mailto:umid@uba.de)

### UMID IM INTERNET

<https://www.umweltbundesamt.de/umid>

### EDITORIAL DESIGN

IKONUM Marken- und Webagentur  
<https://ikonum.com>

### SATZ UND LAYOUT

Odenthal Design  
<https://www.odenthal-design.de>

### DRUCK

Appel & Klinger Druck und Medien GmbH  
<https://www.ak-druck-medien.de>

### TITELBILD

Željko Radojko / stock.adobe.com

Die Zeitschrift „UMID – UMWELT + MENSCH INFORMATIONSDIENST“ erscheint im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) und kann kostenfrei als Online-Ausgabe abonniert werden unter: <http://www.umweltbundesamt.de/service/newsletter>. Sie dient der Information von Behörden und Institutionen, die im Bereich Umwelt und Gesundheit arbeiten, in der Umweltmedizin tätigen Fachkräften sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern.

Die Zeitschrift sowie die in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Wiedergabe zu gewerblichen Zwecken ist untersagt. Die Verwertung der Beiträge im Rahmen wissenschaftlicher Arbeiten bedarf der Zitierung des Autors in Verbindung mit den bibliografischen Angaben. Die inhaltliche Verantwortung für einen Beitrag trägt ausschließlich der Autor/die Autorin. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen der Herausgeber übereinstimmen. Die am Ende eines Beitrags angegebene Kurzbezeichnung der Institution verweist auf das für die redaktionelle Betreuung zuständige Redaktionsmitglied.



Dieses Druckerzeugnis ist mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.

## INHALT CONTENT

- 5 Nicht relevant? Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln als Risiko für das Grundwasser**  
*Not relevant? Degradation products of pesticides and their risk to groundwater*  
KIRSTEN ADLUNGER, HELENA BANNING, KONSTANTIN KUPPE, ANNE OSTERWALD, MARK RAUCH, DOMINIQUE TÜRKOWSKY
- 17 Der UFI – Schnellere und zuverlässigere Produktidentifikation in der medizinischen Notfallberatung**  
*The UFI – Faster and more reliable product identification in medical emergency advice*  
KATHRIN BEGEMANN, HERBERT DESEL
- 23 Zecken und ihre Pathogene im Klimawandel (ZePaK)**  
*Ticks and their pathogens in climate change (ZePaK)*  
PETER HAGEDORN, GREGOR MATTERT, SUSANNE GOTTWALD, LUZIE VERBEEK
- 29 Laserpointer & Co – Blendattacken und Augenschäden**  
*Laser pointer & Co – Dazzle attacks and eye injuries*  
MONIKA ASMUSS, DANIELA WEISKOPF
- 39 Planetary Health – ein Konzept für Umwelt- und Gesundheitsschutz im Anthropozän**  
*Planetary Health – a Concept for Environmental Health Protection in the Anthropocene*  
TOMKE ZSCHACHLITZ, WOLFGANG STRAFF, HANS-GUIDO MÜCKE

# Nicht relevant? Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln als Risiko für das Grundwasser

## *Not relevant? Degradation products of pesticides and their risk to groundwater*

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Grundwasser in Deutschland genießt einen hohen gesetzlichen Schutz und hat überwiegend eine sehr gute Qualität. Signifikante Einträge von Pflanzenschutzmitteln ins Grundwasser werden nicht geduldet. Jedoch beobachtet das Umweltbundesamt (UBA) Lücken im Zulassungsverfahren und eine Verringerung des Schutzniveaus in der Praxis. Dies betrifft unter anderem bestimmte Abbauprodukte, sogenannte nicht relevante Metaboliten. Hinter dieser vermeintlich harmlosen und kaum beachteten Stoffgruppe verbergen sich oft umweltkritische Eigenschaften. Viele der Stoffe sind mobil und versickern leicht in das Grundwasser. Sie verbleiben teils lange in der Umwelt, können kaum aus dem Wasser entfernt werden und so auch ins Trinkwasser gelangen. Für den Naturhaushalt fehlt häufig das Wissen über langfristige Folgen. Um das Grundwasser dauerhaft zu schützen, braucht es Verbesserungen im Zulassungsverfahren, ambitionierte agrarpolitische Maßnahmen sowie einen Schulterschluss von Behörden, Politik und Zivilgesellschaft.

KIRSTEN ADLUNGER,  
HELENA BANNING,  
KONSTANTIN KUPPE,  
ANNE OSTERWALD,  
MARK RAUCH,  
DOMINIQUE  
TÜRKOWSKY

### ABSTRACT

*Groundwater in Germany is strictly protected by law and is mostly of very good quality. Significant entries of plant protection products into the groundwater are not tolerated. However, according to the German Environment Agency, there are gaps in the authorisation process and a decreasing level of protection. For example, certain degradation products of pesticides, so-called non-relevant metabolites, often have environmentally critical properties. Many of these substances are highly mobile and easily leach into the groundwater. Some non-relevant metabolites remain in the environment for a very long time, can hardly be removed from the water and can thus also contaminate drinking water. There is often a lack of knowledge about long-term consequences for the natural environment. To continuously protect our groundwater, improvements in the authorisation process, an ambitious agricultural policy and an alliance of authorities, politics and civil society are needed.*

### EINLEITUNG

Der Schutz des Grundwassers als Ökosystem und Trinkwasserressource hat in Deutschland einen hohen Stellenwert. Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (Pestiziden) sollen möglichst vermieden werden, was in den Zulassungsverfahren adressiert wird.

Während die Wirkstoffe und ihre als toxikologisch wirksam bekannten Abbauprodukte (Metaboliten) streng und konsistent reguliert sind, fehlen verbindliche Regelungen für alle übrigen Metaboliten. Diese zählen im EU-Pflanzenschutzrecht nicht zu den für die Risikobewertung relevanten Metaboliten, weshalb sie im behördlichen Sprachgebrauch



Quelle: oticki / Thinkstock.

meist als „nicht relevant“ bezeichnet werden. Toxikologisch unauffällig blieb diese Stoffgruppe lange unbeachtet. In den letzten Jahren ist die Aufmerksamkeit jedoch besonders bei Wasserwirtschaft und Wasserbehörden gestiegen, denn an circa 58 Prozent der deutschlandweit untersuchten Grundwassermessstellen werden solche Metaboliten nachgewiesen. Einige von ihnen finden sich in sehr hohen Konzentrationen im Grundwasser und verursachen Probleme bei der Trinkwasseraufbereitung (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser 2019). So sind in den verschiedenen Rechtsbereichen, Ländern und Regionen unterschiedliche Empfehlungen und Schwellenwerte aufgekommen, die nicht immer zueinander passen und teilweise über ihren Regelungsbereich hinaus negative Konsequenzen haben. Der erste Teil des folgenden Beitrags definiert die Gruppe

der nicht relevanten Metaboliten und verdeutlicht deren Probleme für die Umwelt. Im zweiten Teil werden die aktuellen Hürden für eine Regulierung dieser Stoffgruppe ausgeführt. Der dritte Teil gibt einen Ausblick auf notwendige Aktivitäten und Strategien, um die Einträge nicht relevanter Metaboliten effektiv zu reduzieren und Grund- und Trinkwasser nachhaltig zu schützen. In **FALLBEISPIEL A** stellen wir anhand eines der meistverkauften Herbizide, S-Metolachlor, dar, wie die Grundwasserrisikobewertung für nicht relevante Metaboliten erfolgt. **FALLBEISPIEL B** zeigt auf, wie komplex die Regulierung sein kann, denn der dort adressierte Metabolit Trifluoracetat kann aus verschiedenen Pflanzenschutzmitteln und anderen Chemikalien gebildet werden. Beide Fälle illustrieren akute Hindernisse für den Grundwasserschutz in der regulatorischen Praxis.

## ABBAUPRODUKTE (METABOLITEN) VON PFLANZENSCHUTZ- MITTELN UND IHRE GRUNDWASSERRISIKEN

Damit Pflanzenschutzmittel zulassungsfähig sind, dürfen sie keine schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt haben. Dies ist in Artikel 4 der EU-Pflanzenschutzmittelverordnung 1107/2009 geregelt. Das Umweltbundesamt (UBA) bewertet die Auswirkungen für die Genehmigung von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in der EU und für die Zulassung konkreter Produkte in Deutschland. Zur Bewertung von Umweltrisiken zählt auch die Betrachtung möglicher Grundwassereinträge von Wirkstoffen und deren Metaboliten. Diese werden durch Modelle und/oder experimentelle Daten abgeschätzt (FALLBEISPIEL A).

Zur Bewertung der Grundwassereinträge unterscheiden die pflanzenschutzrechtlichen Regelungen zwischen relevanten und

nicht relevanten Metaboliten. Ein Metabolit gilt als relevant, wenn er hinsichtlich seiner pestiziden (biologischen) Aktivität vergleichbare Eigenschaften besitzt wie die Muttersubstanz, er gentoxisch ist und/oder die Ausgangssubstanz beziehungsweise der Metabolit selbst als giftig, sehr giftig, reproduktionstoxisch oder kanzerogen eingestuft ist. **ABBILDUNG 1** fasst die Unterscheidung zwischen relevanten und nicht relevanten Metaboliten zusammen.

Zur Bewertung des Grundwasserrisikos werden relevante Metaboliten wie Wirkstoffe behandelt: Für sie gilt in der Regel ein Grenzwert von 0,1 µg/L pro Anwendungsjahr – für besonders toxische Stoffe kann dieser Wert deutlich geringer sein (EU-Pflanzenschutzmittelverordnung 1107/2009). Im Trinkwasserrecht beträgt der Grenzwert in der Regel ebenfalls 0,1 µg/L (Trinkwasserrichtlinie 2020/2184), während im Umweltrecht eine sogenannte Grundwasserqualitätsnorm Anwendung findet, die ebenfalls bei 0,1 µg/L liegt (Grundwasserrichtlinie 2006/118/EC).

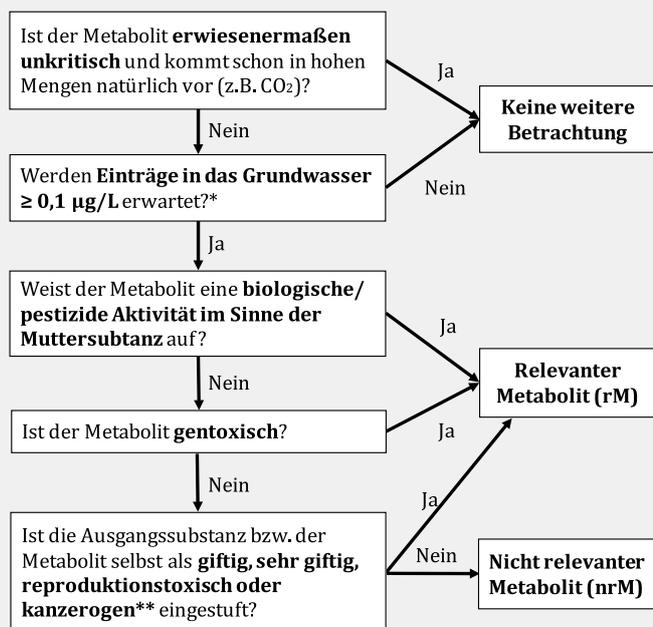


ABBILDUNG 1

Unterscheidung zwischen relevanten und nicht relevanten Metaboliten in der Regulierung von Pflanzenschutzmitteln in Anlehnung an die EU-weit gültige Leitlinie (EC 2003) und Michalski et al. (2004) (eigene Darstellung).

\* Ergebnis aus Modellierung, Lysimeterversuch, Monitoring.

\*\* Mit reproduktionstoxisch und karzinogen sind gemäß EC (2003) Stoffe gemeint, die als R40, R45, R60, R61, R62, R63 und R64 eingestuft sind. Diese R-Sätze beziehen sich auf die inzwischen nicht mehr gültige Richtlinie 67/548/EWG. Diese wurde nun ersetzt durch Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-VO) mit den analogen Einstufungen H350, H351, H360, H361.

Im Gegensatz dazu sind nicht relevante Metaboliten weder zwischen den Rechtsbereichen noch zwischen den einzelnen EU-Staaten harmonisiert und in keinem Bereich verbindlich reguliert. Im Pflanzenschutzrecht gibt es keinen gesetzlichen Grenzwert, sondern lediglich einen Richtwert von 10 µg/L pro Anwendungsjahr, der in der Bewertungsleitlinie EC (2003) benannt wird (FALLBEISPIEL A). Für den Trinkwasserbereich gibt das UBA Empfehlungen in Form von gesundheitlichen Orientierungswerten heraus, auf deren Basis Gesundheitsämter die Qualität des Trinkwassers bewerten. Diese betragen je nach experimentell-toxikologischer Datenlage entweder 1 oder 3 µg/L (UBA 2021b). Dieser Unterschied zwischen der Regulierung an der Quelle (Pflanzenschutzmittelzulassung) und der Regulierung am Ende der Kette (Trinkwassergewinnung) kann in Trinkwassergewinnungsgebieten zu Landnutzungskonflikten zwischen Land- und Wasserwirtschaft führen. Gleichwohl gibt es zahlreiche Beispiele von erfolgreichen Kooperationen zwischen Landwirten und Wasserversorgern vor Ort, die die Interessen beider Seiten berücksichtigen (beispielsweise Landwirtschaftskammer NRW 2017). In der deutschen Grundwasser-

verordnung ist kein Schwellenwert für jene Metaboliten festgelegt, die pflanzenschutzrechtlich als nicht relevant gelten. TABELLE I fasst die Regulierung von relevanten und nicht relevanten Metaboliten in den verschiedenen Rechtsbereichen zusammen.

### KRITISCHE EIGENSCHAFTEN NICHT RELEVANTER METABOLITEN

Der Relevanzstatus eines Metaboliten ist keine Konstante, da sich der Stand des Wissens fortlaufend weiterentwickelt. Werden zum Beispiel im Rahmen einer erneuten Wirkstoffgenehmigung neue Daten zu einem Metaboliten eingereicht, können kritische Eigenschaften sichtbar werden, die vorher unbekannt waren. Ehemals nicht relevante Metaboliten können als „relevant“ bewertet werden und unterliegen dann anderen Grenzwerten. Andererseits können relevante Metaboliten auch als „nicht relevant“ bewertet werden, wenn angenommene Risiken durch neue Erkenntnisse widerlegt werden.

TABELLE I  
 Aktuelle Regelungen zu Grenz- bzw. Höchstwerten relevanter und nicht relevanter Metaboliten in den Bereichen Pflanzenschutz, Grundwasser und Trinkwasser.

	PFLANZENSCHUTZ	GRUNDWASSER	TRINKWASSER
RELEVANTER METABOLIT	Grenzwert für Grundwassereinträge: i. d. R. <b>0,1 µg/L</b> ((EC) No 1107/2009)	Grundwasserqualitätsnorm(en): <b>0,1 µg/L</b> für Einzelstoffe bzw. <b>0,5 µg/L</b> als Summenwert (Grundwasserrichtlinie 2006/118/EC, deutsche Grundwasserverordnung)	Grenzwert(e): <b>0,1 µg/L</b> für Einzelstoffe bzw. <b>0,5 µg/L</b> als Summenwert (Trinkwasserrichtlinie 2020/2184, deutsche Trinkwasserverordnung)
NICHT RELEVANTER METABOLIT	Richtwert für Grundwassereinträge: <b>10 µg/L</b> (EC (2003))	Kein Schwellenwert, aber Verpflichtung zum Monitoring (Novelle der Grundwasserverordnung)	GOW: <b>1</b> oder <b>3 µg/L</b> je nach experimentell-toxikologischer Datenlage (UBA 2021b)

Für einige Metaboliten fehlen toxikologische Daten, sodass der Relevanzstatus über einige Zeit ungeklärt bleibt – sie sind weder eindeutig „relevant“ noch eindeutig „nicht relevant“.

Darüber hinaus können von einigen nicht relevanten Metaboliten Risiken für Umwelt und Mensch ausgehen, die nicht ausreichend berücksichtigt werden:

- Um als nicht relevanter Metabolit zu gelten, muss die pestizide (biologische) Aktivität eines Stoffes bei < 50 Prozent des Wirkstoffs liegen. Einige nicht relevante Metaboliten können somit nicht in Höhe des Wirkstoffs, aber dennoch schädlich auf Ökosysteme einwirken.
- Geprüft wird ein Metabolit vor allem in Bezug auf seine humantoxikologischen Eigenschaften. Ob ein Metabolit über die pestizide Wirksamkeit hinaus gefährlich für die Umwelt ist, wird nicht konsequent berücksichtigt. In Deutschland wird zwar die Wirkung auf Grundwasserorganismen geprüft (Michalski et al. 2004), doch fehlen dazu häufig Daten. In anderen EU-Mitgliedstaaten wird auf diese Prüfung überwiegend verzichtet.
- Nicht relevante Metaboliten können Wirkungen hervorrufen, die zunächst nicht absehbar sind. Beispielsweise wurde aus dem nicht relevanten Metaboliten NN-Dimethylsulfamid des Wirkstoffs Tolyfluanid bei der Trinkwasseraufbereitung mittels Ozonung der für den Menschen wahrscheinlich krebserregende Stoff N-Nitroso-Dimethylamin (NDMA) gebildet (Schmidt, Brauch 2008). Der Einsatz des Wirkstoffs Tolyfluanid wurde daraufhin verboten.

Darüber hinaus sind negative Eigenschaften und Auswirkungen einiger nicht relevanter Metaboliten bereits bekannt, werden aber bei der Überwachung von Gewässern und der Regulierung von Pflanzenschutzmitteln nur unzureichend berücksichtigt:

- Viele Metaboliten sind im Boden sehr mobil. So gelangen sie schnell und in relativ hohen Mengen ins Grundwasser.
- Einige Metaboliten bauen im Boden nur langsam ab, im Wasser kaum. So reichern sie sich bei einem kontinuierlichen Eintrag in Gewässern an.
- Manche Vertreter dieser Stoffgruppe sind nicht mit den herkömmlichen Methoden der Grundwasseraufbereitung zu entfernen. Sie verbleiben entweder im Trinkwasser oder erfordern die Einrichtung weitergehender und kostenintensiver Aufbereitungsmethoden.
- Für einige Metaboliten gibt es keine etablierten Messverfahren. Teils fehlen analytische Standards, teils erfordern sie eine spezifische Messmethode. Da es keine Verpflichtung zur Messung spezieller nicht relevanter Metaboliten gibt, fallen sie oft schon aus praktischen Gründen aus den Messprogrammen. Von den circa 300 aus den Pflanzenschutzmittelzulassungen bekannten Stoffen werden nur circa 50 regelmäßig untersucht.

Das Risiko insbesondere von langlebigen nicht relevanten Metaboliten resultiert vor allem daraus, dass sie langfristig bis dauerhaft in der Umwelt verbleiben – teils in hohen Konzentrationen und teils völlig unbemerkt – und sich mit anderen Stoffen mischen. Wenn bisher nicht erkannte ökologische und gesundheitliche Auswirkungen eintreten, können die Stoffe nicht zurückgeholt werden. Es droht also ein hohes Schadensmaß, dass ein vorsorgeorientiertes Handeln notwendig macht. Doch auch unabhängig von eventuellen Effekten auf die Ökosysteme erfordern das Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung (§ 6 (3)) und das Verschlechterungsverbot der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Art. 7 (3)) die Reduzierung von synthetischen Spurenstoffen im Grund- und Trinkwasser.

## ZULASSUNGSVERFAHREN FÜR PFLANZENSCHUTZ- MITTEL: ANSPRUCH UND PRAXIS

Ein wichtiger Baustein für das Management nicht relevanter Metaboliten an der Eintragsquelle ist das Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel. Nicht relevante Metaboliten werden darin jedoch unzureichend und in der Praxis immer weniger berücksichtigt. Bevor ein Mittel zugelassen werden kann, prüfen die EU-Mitgliedstaaten das Risiko für Mensch und Umwelt. Diese Bewertung soll den aktuellen Wissensstand abbilden und alle verfügbaren Informationen berücksichtigen. In Deutschland hat das UBA die Aufgabe, die Umweltrisiken von Pestiziden zu bewerten. Hierzu gehört auch die Abschätzung von Einträgen nicht relevanter Metaboliten in das Grundwasser. Zur Beurteilung dieses Risikos bezieht das UBA Daten aus Versickerungsmodellen, Feldversuchen, gemessenen Konzentrationen in Grundwasserleitern und deren Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung und Ökosysteme ein (FALLBEISPIEL A). Diese Gesamtschau ermöglicht eine sichere und zugleich realistische Bewertung der Risiken und hat sich über viele Jahre bewährt. Neuere Entwicklungen stellen diese Praxis jedoch in Frage: Für einige Mittel bewertete das UBA kürzlich die Umweltrisiken als so hoch, dass sie nach fachlichen Kriterien nicht oder nur mit strengen Auflagen zulassungsfähig wären. Dennoch konnten die Herstellerfirmen die Zulassungen für Deutschland ohne solche Auflagen vor Gericht durchsetzen (BVL 2021a).

Pflanzenschutzmittel werden prinzipiell in jedem Staat der EU einzeln zugelassen. Allerdings bewertet ein einzelner Staat federführend auch für andere Staaten. Spricht der jeweilige federführende Staat die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels aus, müssen die anderen Staaten das Mittel ebenfalls zulassen, sofern keine landesspezifischen Gründe – wie bestimmte Landschafts- oder Klimabedingungen oder landwirtschaftliche

Besonderheiten – dagegensprechen. Mehrere aktuelle Gerichtsentscheidungen legen den Rahmen dafür allerdings so eng aus, dass kaum eine Abweichung in der Zulassungsentscheidung möglich ist. Deutschland ist somit an die Bewertung anderer Staaten gebunden, selbst wenn neue wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen oder Bewertungsleitlinien nicht berücksichtigt wurden.

Besonders problematisch dabei: Die Herstellerfirmen können selbst auswählen, welcher Staat die Bewertung federführend durchführen soll. Dadurch können sie ihre Zulassungsanträge gezielt in solchen EU-Staaten einreichen, die in ihren Bewertungen einen niedrigeren Schutzstandard haben als Deutschland. Weil alle anderen EU-Staaten an diese Bewertung gebunden sind, setzt sich in Europa nach und nach ein niedriger Standard durch. Die Zahlen zeigen ein klares Bild: Während 2011–2013 noch 46 Prozent aller Pflanzenschutzmittelzulassungen in Deutschland bewertet wurden, waren es in den Jahren 2019/2020 nur noch 9 Prozent. Damit können die deutschen Behörden bei über 90 Prozent aller Zulassungen in Deutschland nicht mehr souverän über Bewertung und Zulassung entscheiden.

Die Arbeitsteilung im Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel zielt darauf ab, gleich hohe Schutzstandards in der gesamten EU zu gewährleisten und den Aufwand für alle Mitgliedstaaten zu reduzieren. Praktisch sind die Behörden der einzelnen Staaten aber sehr unterschiedlich aufgestellt, was Personal und Arbeitsroutinen angeht. So stützen manche Staaten ihre Bewertung auf einen mehrere Jahre alten Wissensstand und setzen diesen auch in anderen Ländern durch – auch wenn zwischenzeitlich neue Erkenntnisse gewonnen wurden, die deutlich höhere Risiken anzeigen (FALLBEISPIEL B). Obwohl laut EU-Pflanzenschutzmittelverordnung 1107/2009 (Artikel 29 Absatz 1 Buchstabe e) der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik für die Bewertung von Pflanzenschutzmitteln angewendet werden soll, ist es dem UBA damit in der Praxis verwehrt, die neuesten Kenntnisse unter anderem zu

Stoffeigenschaften, gebildeten Metaboliten und in der Umwelt gemessenen Pestizidrückständen im Zulassungsverfahren zu berücksichtigen. Die meisten EU-Staaten berücksichtigen nicht relevante Metaboliten gar nicht – und dieser niedrige Standard setzt sich durch, sodass künftig von EU-weit höheren Einträgen dieser Metaboliten in das Grundwasser ausgegangen werden muss. Dies zeigen eindrucksvoll die Fallbeispiele von S-Metolachlor und Trifluoracetat (TFA) (FALLBEISPIELE A UND B).

Aus Sicht des UBA können die dargestellten Problemfelder nur auf EU-Ebene geregelt werden, da die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln weitgehend harmonisiert auf europäischer Ebene stattfindet. Der wissenschaftliche Anspruch der Pflanzenschutzmittelverordnung muss sich in der Zulassungspraxis widerspiegeln. Die Herstellerfirmen sollten nicht allein darüber bestimmen können, welche Staaten die Erstbewertungen ihrer Produkte durchführen. Die Arbeitsteilung sollte stattdessen behördlich organisiert werden – auch um die unterschiedlichen Kapazitäten in den Staaten effektiv zu nutzen. Den Mitgliedstaaten muss es zudem möglich sein, nachgewiesene Belastungen im Grundwasser im eigenen Hoheitsgebiet bei der Zulassung zu berücksichtigen – insbesondere bei nicht relevanten Metaboliten, für die es keine einheitliche Regelung zur Eintragsminderung gibt. Mit der novellierten Trinkwasserrichtlinie gibt es einen Auftrag zur Definition von Leitwerten für nicht relevante Metaboliten auf nationaler Ebene. Dies ist ein guter erster Schritt, jedoch sollte ein einheitlicher Grenzwert EU-weit festgelegt werden und bereits an der Quelle, das heißt der Pflanzenschutzmittelzulassung, ansetzen.

## **EINTRÄGE NACHHALTIG REDUZIEREN – GESAMTGESELLSCHAFT- LICHER SCHULTERSCHLUSS NOTWENDIG**

Eine effektive Regulierung nicht relevanter Metaboliten ist essenziell, jedoch allein nicht ausreichend. Langfristig sollten die Einträge nicht nur einen Grenzwert einhalten, sondern so weit wie möglich reduziert werden. Mit der Farm-to-Fork-Strategie des European Green Deal wird die Verminderung des Pestizideinsatzes erstmals europaweit mit Zielwerten hinterlegt: Bis 2030 sollen die Einsatzmenge und das Risiko von Pestiziden halbiert werden (EC 2020). Dieses Ziel muss auf nationaler Ebene konkretisiert werden. Somit ist es wichtig, dass die neue deutsche Regierung entsprechende agrarpolitische Ziele definiert, kontrolliert und mit konkreten Maßnahmen hinterlegt. Laut Koalitionsvertrag soll der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) gestärkt werden. Dieser Plan kann jedoch nur wirksam werden, wenn er mit ambitionierten Zielvorgaben und konkreten Maßnahmen hinterlegt wird. Eine Überarbeitung des NAP ist somit angezeigt. Zudem sollen laut Koalitionsvertrag der Ökolandbau und der Integrierte Pflanzenschutz gefördert sowie die Zahlungen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) stärker an Umweltschutz ausgerichtet werden. Maßnahmenvorschläge hierzu wurden bereits 2016 vom UBA veröffentlicht (UBA 2016). Darüber hinaus setzt sich das UBA dafür ein, dass bei diesen Prozessen die nicht relevanten Metaboliten und ihre Ausgangssubstanzen adäquat berücksichtigt werden.

Konflikte zwischen Land- und Wasserwirtschaft in Trinkwassergewinnungsgebieten resultieren oftmals aus zu hohen Einträgen nicht relevanter Metaboliten. Um solche Konflikte zu vermeiden und faire Kompromisse in der Landnutzung zu finden, braucht es eine bessere Zusammenarbeit von Behörden, Landwirtschaft und Wasserwirtschaft –

wobei Kosten und Bemühungen gleichermaßen von allen Stakeholdern getragen werden sollten. Das UBA wirkt daran mit, die Fachinformationen bereitzustellen, die etwa Pflanzenschutzberatungen in Trinkwassergewinnungsgebieten benötigen. Einen ersten Anhaltspunkt bietet die Empfehlungsliste für das Monitoring von Pflanzenschutzmittel-Metaboliten in deutschen Grundwässern (UBA 2019). Diese bietet Hilfestellung bei der Identifikation der Metaboliten, die voraus-

sichtlich lokal in das Rohwasser eingetragen werden und somit untersucht werden sollten. Sie gibt zudem Anhaltspunkte, welche Wirkstoffe im Einsatz reduziert werden müssten, falls hohe Belastungen gemessen werden.

Übergeordnet braucht es gute politische, regulatorische und förderrechtliche Rahmenbedingungen und Anreize, damit Landwirtinnen und Landwirte den Einsatz von Wirkstoffen reduzieren können, die hohe Einträge nicht relevanter Metaboliten verursachen.

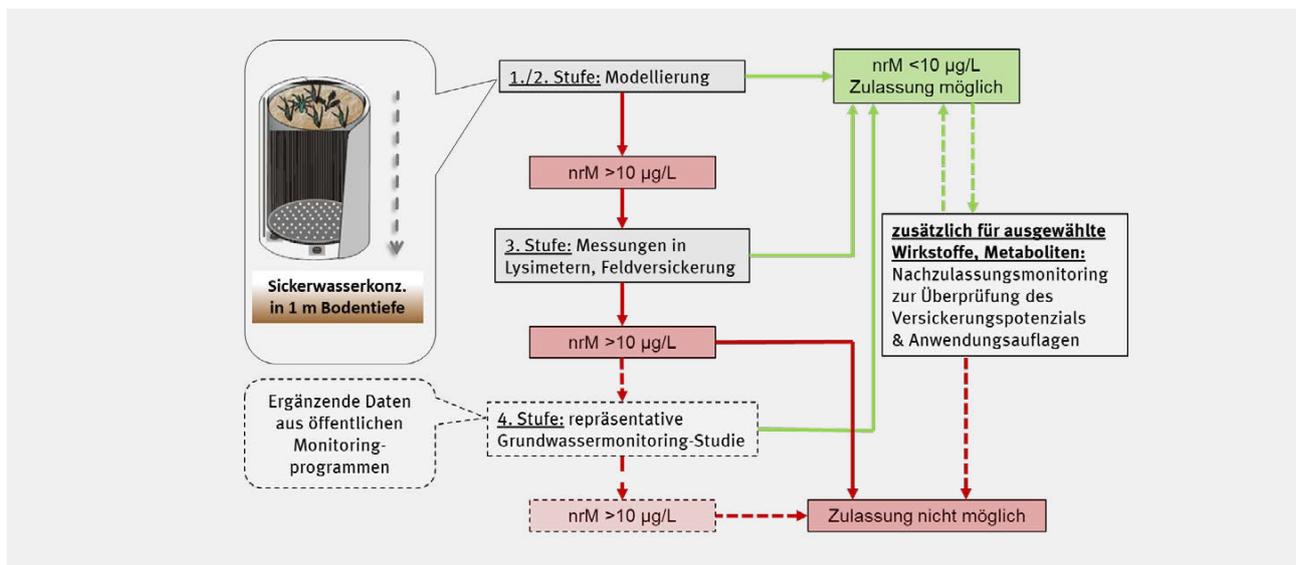
**FALLBEISPIEL A: GESTUFTE BEWERTUNG NICHT RELEVANTER METABOLITEN IN ZULASSUNGSVERFAHREN FÜR S-METOLACHLOR-PRODUKTE**

S-Metolachlor ist das wichtigste Unkrautvernichtungsmittel im Maisanbau; seine Absatzmengen bewegen sich seit Jahren auf hohem Niveau. Zwar wird der Wirkstoff im Boden relativ schnell abgebaut, hierbei entsteht jedoch eine Vielzahl von Abbauprodukten, unter anderem Metolachlor-Ethansulfonsäure (ESA). Die Abbauprodukte gelten derzeit als nicht relevante Metaboliten. Sie überschreiten in

vielen Fällen den Richtwert von 10 µg/L im Grundwasser, wie Monitoringdaten zeigen.

Zum Schutz des Grund- und Trinkwassers hatte das UBA die Zustimmung zur Zulassung dieser Produkte verweigert. Dem ging ein komplexes, mehrstufiges Bewertungsverfahren voraus, das einem EU-weit harmonisierten Konzept folgt (EC 2014) (siehe **ABBILDUNG 2**).

**ABBILDUNG 2**  
 Mehrstufiges Bewertungsverfahren für Einträge von nicht relevanten Metaboliten (nrM) von Pflanzenschutzmitteln in das Grundwasser (EC 2014).



Je höher die Stufe, desto weniger konservativ und realistischer ist das Bewertungsergebnis. Die 4. Stufe, ein repräsentatives Monitoring, ist grundsätzlich im Konzept vorgesehen, jedoch gibt es dafür bisher kein abgestimmtes Studiendesign. Für Grenzfälle kann ein zulassungsbegleitendes Monitoring eingefordert und durchgeführt werden, um eventuelle Einträge zu überwachen und, falls nötig, die Zulassung anpassen zu können. Daten aus öffentlichen Monitoringprogrammen sind nicht Teil des Zulassungsverfahrens, können aber im Einzelfall als zusätzliche Indizien für Einträge herangezogen werden.

Die Bewertung des Grundwasserrisikos erfolgt prospektiv. Mit Hilfe von Modellierungen und/oder Versuchen im kleinen Maßstab werden Vorhersagen getroffen, wie sich die Wirkstoffe und ihre Abbauprodukte in der Umwelt voraussichtlich verhalten werden. Maßgeblich ist hierbei ihre erwartete mittlere Konzentration im Sickerwasser in einem Meter Bodentiefe, die je nach Bewertungsstufe auf unterschiedliche Weise ermittelt wird. Die Bewertungsstufen bauen aufeinander auf: Ein angezeigtes Risiko in einer niedrigen Stufe kann durch Studien einer höheren Stufe widerlegt werden, sofern diese kein Risiko anzeigen.

Stufe 1 entspricht einer Vorhersage der Metabolitenkonzentrationen im Grundwasser mit den europäisch etablierten Versickerungsmodellen (FOCUS-Modelle), in denen unterschiedliche Klima- und Bodenszenarien hinterlegt sind (EC 2014). Der Metabolit ESA von S-Metolachlor erreichte im für Deutschland relevanten Szenario „Hamburg“ eine Konzentration von 30,5 µg/L pro Anwendungsjahr, was den Richtwert von 10 µg/L deutlich übersteigt. Mit Stufe 2 lassen sich die Eingabeparameter für das Modell verfeinern, das heißt mit realitätsnäheren Annahmen mögliche Einträge berechnen. Auch hierzu gab es Ansätze für S-Metolachlor, die jedoch mangels valider Studien und Bewertungsleitlinien nicht weiterverfolgt wurden. Stufe 2 kann somit das angezeigte Risiko in Stufe 1 nicht entlasten.

Die Bewertung von Stufe 3 basiert statt auf Modellen auf kleinskaligen Studien im Feld. Für S-Metolachlor liegen sowohl Lysimeter- als auch Feldversickerungsversuche vor. Analog zu den Ergebnissen der Modellierung in Stufe 1 wurde in diesen Versuchen festgestellt, dass der Metabolit ESA mit über 10 µg/L in das Grundwasser eingetragen wird – im Lysimeter wurden bis zu 29 µg/L gemessen, bei der Feldversickerung bis zu 17 µg/L. Auch die realistischere Stufe 3 belegt demnach das ausgeprägte Grundwasserrisiko.

Für die höchste Stufe 4 ist ein repräsentatives Monitoring an verschiedenen, besonders versickerungsgefährdeten Standorten

vorgesehen. Für S-Metolachlor liegt auch eine solche Studie vor, in der ESA regelmäßig die Konzentration von 10 µg/L überschreitet. Obwohl die Stufe 4 grundsätzlich im Bewertungsverfahren vorgesehen ist, gibt es kein harmonisiertes Bewertungskonzept für Monitoring-Untersuchungen, das festlegt, wie die Ergebnisse der Studien in die Zulassungsentscheidungen einfließen sollen.

Dass der Metabolit ESA in hohen Konzentrationen, teils über 10 µg/L, in das Grundwasser eingetragen wird, ist unter Berücksichtigung aller dem UBA vorliegenden Studien aus den Stufen 1 bis 4 klar belegt. Darüber hinaus unterstreichen regelmäßige Funde im öffentlichen Monitoring das Problem. In mehreren Grundwasserleitern in verschiedenen Bundesländern wurden Konzentrationen von ESA und zwei weiteren S-Metolachlor-Metaboliten über 3 µg/L gemessen, vereinzelt sogar über 10 µg/L (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser 2019). Dies führt aktuell zu einer Einstufung von mehreren Grundwasserkörpern verschiedener Bundesländer in einen schlechten chemischen Zustand, im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000/60/EG).

Trotz der Risiken für das Grundwasser in Deutschland hält die Herstellerfirma aktuell am Widerspruch gegen den ablehnenden Bescheid der Zulassungsbehörde für das beantragte Mittel mit S-Metolachlor fest. Falls die Firma den Fall erneut vor Gericht bringen und so auf formaljuristischem Wege eine Zulassung erwirken sollte, könnten unerwünschte Stoffe über Jahre in zu hohen Konzentrationen ins Grundwasser gelangen. Der Ausgang eines Gerichtsverfahrens kann demnach richtungsweisend für den hiesigen Schutz des Grund- und Trinkwassers in den kommenden Jahren sein.

**FALLBEISPIEL B: TRIFLUORACETAT (TFA) – EIN NICHT RELEVANTER METABOLIT AUS VERSCHIEDENEN QUELLEN**

Ein bekanntes Beispiel für einen nicht relevanten Metaboliten ist Trifluoracetat (TFA). Es wird unter anderem beim Abbau des Herbizids Flufenacet gebildet und laut Modellabschätzung unter ungünstigen Bedingungen mit über 20 µg/L pro Anwendungsjahr in das Grundwasser eingetragen. Zum Schutz des Grundwassers wurde für alle entsprechenden Flufenacet-Produkte eine Auflage vergeben, welche die Anwendungsmengen und -zeitpunkte einschränkt, sodass der Richtwert von 10 µg/L eingehalten werden kann. Durch eine Gerichtsentscheidung wurde diese Auflage für ungültig erklärt, weil ein anderer, federführend bewertender EU-Staat diesen Metaboliten in seiner Bewertung nicht berücksichtigt hatte. Basierend auf dieser einzelnen Entscheidung hatte die deutsche Zulassungsbehörde die Auflage für alle Flufenacet-enthaltenen Produkte zurückgenommen, wodurch hohe Einträge von TFA in das Grundwasser erwartet werden.

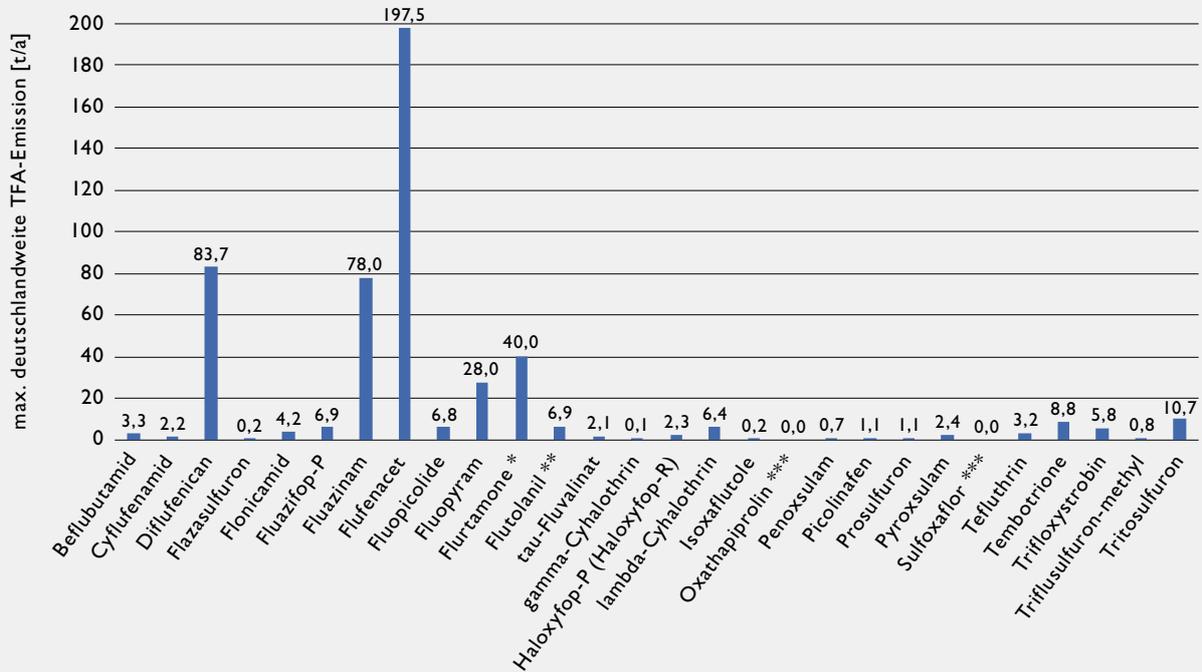
Laut aktueller Studien ist TFA sowohl human- als auch ökotoxikologisch unauffällig, weshalb es als nicht relevanter Metabolit eingestuft ist. TFA stellt für die Umwelt dennoch ein hohes Risiko dar, da das Molekül durch seine Trifluormethylgruppe (CF<sub>3</sub>-Gruppe) sehr stabil ist und unter Umweltbedingungen nicht abgebaut werden kann, also persistent ist. Die vorliegenden Laborstudien zeigen keine gesundheitlichen und ökotoxikologischen Effekte an. Jedoch ist die Risikobewertung nicht auf persistente Stoffe ausgelegt. Langfristige Auswirkungen von TFA auf Mensch und Umwelt – auch in Kombination mit anderen Stoffen – können daher nicht abgeschätzt werden. Fluorchemikalien, aus denen TFA entstehen kann, werden erst seit wenigen Jahrzehnten eingesetzt, sodass Wissen über langfristige Wirkungen bisher nicht existiert. Für einige persistente Chemikalien wurden erst viele Jahre nach ihrem Einsatz erhebliche negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt festgestellt

(UBA 2021a). Es bestehen keine praktikablen Methoden, TFA wieder aus der Umwelt zu entfernen. Dadurch verbleibt der Stoff auf unabsehbare Zeit in der Umwelt. Darüber hinaus zeichnet sich TFA durch eine sehr hohe Mobilität aus. Hierdurch haftet es kaum an Boden und Sediment, wird schnell in Gewässer eingetragen und verteilt sich dann im gesamten Wasserkreislauf. Durch die Kombination der sehr persistenten und sehr mobilen Eigenschaften entsteht über die Zeit eine Anreicherung in Grundwasser, Oberflächengewässern und Ozeanen – mit unabsehbaren Folgen (UBA 2021a).

Entsprechend lässt sich TFA aktuell flächenhaft in Grundwasserkörpern und Oberflächengewässern nachweisen, auch wenn der Stoff noch nicht in allen Monitoringprogrammen der Länder verankert ist. Viele Wasserkörper haben eine hohe TFA-Grundbelastung zwischen 0,1 µg/L und 3 µg/L. An einigen Hotspots konnten Konzentrationen von deutlich über 10 µg/L gemessen werden (UBA 2021a).

TFA kann auch beim Abbau anderer Pflanzenschutzmittelwirkstoffe gebildet werden, wie **ABBILDUNG 3** zeigt. Deutschlandweit betrachtet spielt Flufenacet dabei jedoch die größte Rolle. Die Absatzmenge und die Anzahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel mit Flufenacet (derzeit 31) sind in den letzten Jahren stark gestiegen. Im Zeitraum von 2008–2018 erhöhte sich der Flufenacet-Absatz um rund 80 Prozent, allein von 2019 auf 2020 ist er um 32 Prozent gestiegen (BVL 2021b).

Doch stammen die TFA-Belastungen der Gewässer nicht nur aus Pflanzenschutzmitteln, sondern auch aus anderen fluorierten Chemikalien, wie Kälte- und Treibmitteln, Bioziden, Arzneimitteln und der industriellen Produktion. In keinem dieser Bereiche ist TFA ausreichend reguliert. Ein kürzlich veröffentlichtes UBA-Hintergrundpapier fasst den aktuellen Kenntnisstand zu Quellen,



\* keine Genehmigung auf EU-Ebene (Aufbrauchfrist 2020)  
 \*\* derzeit keine Produktzulassungen in Deutschland (Knollenbehandlung vor Saat)  
 \*\*\* Produkte mit dem Wirkstoff zugelassen, aber kein Absatz

Die Daten basieren auf den mittleren Absatzmengen der jeweiligen Wirkstoffe der Jahre 2016, 2017 und 2018 (UBA 2021a; BVL 2021b) unter der Annahme eines 100%-igen Abbaus zu TFA als ungünstigste (worst-case) Abschätzung.

Eintragungspfad, Belastungen und bisherigen Regulierungs- und Maßnahmenansätzen zusammen (UBA 2021a).

Um die Gewässer nachhaltig zu schützen, braucht es Nachbesserungen im Pflanzenschutzmittel-Zulassungsverfahren zu nicht relevanten Metaboliten, eine konsistente Regulierung von TFA in allen Bereichen des Chemikalien-, Umwelt- und Trinkwasser-

rechts sowie eine gesamtgesellschaftliche Minimierungsstrategie. In einem aktuellen Projekt untersucht das UBA die räumlichen Zusammenhänge von TFA-Belastungen und ihren Quellen mit dem Ziel, einen übergreifenden Dialogprozess zur Eintragsminderung zu initiieren. Die Ergebnisse werden für Ende 2022 erwartet.

**ABBILDUNG 3**  
 Maximal mögliche TFA-Emission aus Pflanzenschutzmitteln in Deutschland, differenziert nach den 28 Wirkstoffen, die theoretisch TFA bilden können.

## LITERATUR

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2019): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel – Berichtszeitraum 2013 bis 2016). <https://www.lawa.de/Publikationen-363-Grundwasser.html> (Zugriff am: 31.01.2022).

BVL – Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2021a): Änderung der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff Flufenacet. BVL setzt Urteil des Verwaltungsgerichts Braunschweig um. Fachmeldung vom 30.03.2021. [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04\\_pflanzenschutzmittel/2021/2021\\_03\\_30\\_Fa\\_Flufenacet\\_AWB\\_NG356\\_Umsetzung\\_Gerichtsurteil.html](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04_pflanzenschutzmittel/2021/2021_03_30_Fa_Flufenacet_AWB_NG356_Umsetzung_Gerichtsurteil.html) (Zugriff am: 13.01.2022).

BVL – Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2021b): Inlandsabsatz und Ausfuhr von Pflanzenschutzmitteln und deren Wirkstoffen. [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04\\_Pflanzenschutzmittel/01\\_Aufgaben/02\\_ZulassungPSM/03\\_PSMInlandsabsatzAusfuhr/psm\\_PSMInlandsabsatzAusfuhr\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/03_PSMInlandsabsatzAusfuhr/psm_PSMInlandsabsatzAusfuhr_node.html) (Zugriff am: 13.01.2022).

EC – European Commission (2020): Farm to Fork Strategy. Farm to Fork strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. [https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy\\_de](https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_de) (Zugriff am: 31.01.2022).

EC – European Commission (2014): Assessing Potential for Movement of Active Substances and their Metabolites to Ground Water in the EU. Report of the FOCUS Ground Water Work Group, EC Document Reference Sanco/13144/2010 version 3, 613 pp.

EC – European Commission (2003): SANCO 221/2000 – rev. 10, Guidance document on the assessment of the relevance of metabolites in groundwater of substances regulated under council directive 91/414/EEC. [https://ec.europa.eu/food/system/files/2021-10/pesticides\\_ppp\\_app-proc\\_guide\\_fate\\_metabolites-groundwtr-rev11.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2021-10/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr-rev11.pdf) (Zugriff am: 07.02.2022).

Landwirtschaftskammer NRW (2017): Sauberes Wasser für alle. Kooperation Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Stever. <https://www.landwirtschaftskammer.de/coesfeld/steverkooperation/index.htm> (Zugriff am: 13.01.2022).

Michalski B, Stein B, Niemann L et al. (2004): Beurteilung der Relevanz von Metaboliten in Grundwasser im Rahmen des nationalen Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 56 (3): 53–59. [https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00031992/2004-847.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00031992/2004-847.pdf).

Schmidt CK, Brauch HJ (2008): N,N-Dimethylsulfamide as Precursor for N-Nitrosodimethylamine (NDMA) Formation upon Ozonation and its Fate During Drinking Water Treatment. Environ. Sci. Technol. 42: 6340–6343.

UBA – Umweltbundesamt (2021a): Chemikalieneintrag in Gewässer vermindern – Trifluoracetat (TFA) als persistente und mobile Substanz mit vielen Quellen. Quellen, Eintragspfade, Umweltkonzentrationen von TFA und regulatorische Ansätze. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/chemikalieneintrag-in-gewaesser-vermindern> (Zugriff am: 13.01.2022).

UBA – Umweltbundesamt (2021b): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOV) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM). Fortschreibungsstand November 2021. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers/gesundheitslicher-orientierungswert-gow> (Zugriff am: 31.01.2022).

UBA – Umweltbundesamt (2019): Empfehlungsliste für das Monitoring von Pflanzenschutzmittel-Metaboliten in deutschen Grundwässern. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/362/dokumente/uba\\_empfehlungsliste\\_psm-metaboliten\\_apr2019.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/362/dokumente/uba_empfehlungsliste_psm-metaboliten_apr2019.pdf) (Zugriff am: 31.01.2022).

UBA – Umweltbundesamt (2016): 5-Punkte-Programm für einen nachhaltigen Pflanzenschutz. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/5-punkte-programm-fuer-einen-nachhaltigen-0> (Zugriff am: 31.01.2022).

## KONTAKT

Helena Banning  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet IV 1.3-2 „Umweltexposition und Grundwasserrisiken Pflanzenschutzmittel“  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
E-Mail: [helena.banning@uba.de](mailto:helena.banning@uba.de)

[UBA]

# Der UFI – Schnellere und zuverlässigere Produktidentifikation in der medizinischen Notfallberatung

## *The UFI – Faster and more reliable product identification in medical emergency advice*

### ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1. Januar 2021 findet sich auf dem Etikett von vielen gesundheitlich oder physikalisch als gefährlich eingestuftem Produkten ein neues Identifikationselement – der UFI. UFI steht für Unique Formula Identifier. Es ist ein 16-stelliger alphanumerischer Code, der durch die 3 Buchstaben UFI eingeleitet wird. Er soll helfen, im Falle einer Vergiftung oder eines Verdachtsfalles einer Vergiftung im Giftinformationszentrum (GIZ) die Rezeptur eines Produktes schnell und eindeutig zu identifizieren. Aufgrund neuer gesetzlicher Vorschriften der CLP-Verordnung sind europaweit Firmen verpflichtet, detaillierte Produktinformationen, einschließlich UFI, für die medizinische Notfallberatung bereitzustellen. Verbraucherinnen und Verbraucher sollten sich über den UFI informieren, beim Kauf der Produkte auf das Etikett achten und dieses beim Anruf in einem GIZ oder beim Arztbesuch bereithalten.

KATHRIN BEGEMANN,  
HERBERT DESEL

### ABSTRACT

*Since January 1, 2021, there has been a new identification element on the label of many products placed on the market and classified as hazardous on the basis of their health or physical effects - the UFI. UFI stands for Unique Formula Identifier. It is a 16-digit alphanumeric code that begins with the 3 letters UFI. In the case of poisoning or a suspected case of poisoning, it should help to quickly and clearly identify the formulation of a product at the poison center. Due to the new legal provisions of the CLP regulation, companies across Europe are obliged to provide detailed product information, including UFI, for emergency medical advice. Consumers should inform themselves about the UFI, pay attention to the label when buying the products and have this ready when calling a poison center or visiting a doctor.*

### EINLEITUNG

Der umfassende Zugriff auf detaillierte Produktinformationen unterstützt die Arbeit der Giftinformationszentren (GIZ) der Länder. Die GIZ sind wichtige Akteure der modernen Notfallmedizin und erste medizinische Ansprechpartner in fast allen Vergiftungsfällen. Sie arbeiten telemedizinisch, vorwiegend unterstützen sie medizinisches Fachpersonal bei der Versorgung vergifteter Patienten durch medizinischen Rat zur spezifischen Di-

agnostik und Therapie. Sie beraten aber auch Bürgerinnen und Bürger direkt, insbesondere bei Vergiftungsverdachtsfällen.

Nur bei sicherer Identifizierung des aufgenommenen Produktes und detaillierter Kenntnis der Rezeptur kann eine verlässliche klinisch-toxikologische Bewertung des individuellen Vergiftungsrisikos und damit eine genaue medizinische (Verdachts-)Diagnose und Vorhersage des erwarteten Vergiftungsverlaufes erfolgen. Von weiterer medizinischer Versorgung und gegebenenfalls sogar



## MACHEN SIE SICH MIT DEM UFI-CODE VERTRAUT!



Quelle: ECHA.

intensivmedizinischer Überwachung kann in der Mehrzahl der Verdachtsfälle ohne Nachteil für den Betroffenen abgesehen werden, wenn das GIZ schnell auf ausreichende Informationen über das aufgenommene Produkt zugreifen kann.

### GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Mit dem Artikel 45 und dem 2017 geschaffenen Anhang VIII „Harmonisierte Informationen für die gesundheitliche Notversorgung und für vorbeugende Maßnahmen“ der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 wurde für Importeure und nachgeschaltete Anwender eine Mitteilungsverpflichtung von als physikalisch oder gesundheitlich gefährlich eingestuftem Gemischen (nachfolgend „Produkte“) an national zuständige Stellen festgelegt. Als gefährlich eingestufte Produkte weisen auf dem Etikett in der Regel

ein oder mehrere Gefahrenpiktogramme auf (ABBILDUNG 1).

Mit dem Chemikaliengesetz §16e Abs. 1 wird das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) als verantwortliche Stelle benannt, die die Produktmitteilungen entgegenzunehmen und an die sieben deutschen GIZ weiterzuleiten hat.

In dem bereits erwähnten Anhang VIII der CLP-Verordnung werden detaillierte Regelungen zu Inhalt und Format der Produktmitteilungen getroffen. Mitteilungspflichtig sind neben umfassenden Angaben zu Rezepturbestandteilen und deren Gehalt auch Angaben zur Einstufung (Gefahrenklasse und -kategorie, Gefahrenhinweise) und Kennzeichnung des Produktes, vor allem auch Angaben zur Produktidentifikation wie der genaue Name des Produktes und der neu eingeführte eindeutige Rezepturidentifikator: der UFI. Alle Angaben werden in einem europäisch harmonisierten elektronischen Mitteilungsformat



ABBILDUNG 1  
Gefahren-Piktogramme  
für gesundheitlich und  
physikalisch gefährlich  
eingestufte Produkte.  
Quelle: BAuA.

(Poison Centres Notification Format, Teilmenge des IUCLID6-Formates) von der Industrie an die zuständigen Behörden übermittelt.

Seit 1. Januar 2021 ist die Industrie verpflichtet, auch auf den Etiketten der meisten Produkte, die als gesundheitlich oder physikalisch gefährlich eingestuft sind und an private Verbraucher und Verbraucherinnen oder für professionelle Anwendungen abgegeben werden, diesen neu eingeführten eindeutigen Rezepturidentifikator anzugeben. Dies wird durch Überwachungsbehörden bereits heute überprüft.

## WAS IST DER UFI?

UFI steht für **U**nique **F**ormula **I**dentifier, die englischsprachige Bezeichnung für den eindeutigen Rezepturidentifikator. Für alle europäischen Länder ist, unabhängig von ihrer Landessprache, festgelegt, dass das Akronym „UFI“ zu verwenden ist. Dabei handelt es sich um einen 16-stelligen alphanumerischen Code, der für die eindeutige Zusammensetzung der Rezeptur eines Produktes steht:

**UFI: H200-U0CW-500N-QHYK.**

Der UFI wird in den meisten Fällen auf das Etikett gedruckt, in einigen Fällen kann er aber auch auf der inneren Verpackung (z. B. Flasche, Dose, Tube) angebracht sein. Diesen UFI muss die Industrie, zusammen mit allen anderen Produktinformationen, dem BfR mitteilen. Das BfR gibt den UFI zusammen mit den anderen Informationen zum Produkt an die sieben GIZ der Bundesländer weiter.

Produkte, die den gleichen UFI haben, müssen die gleiche Rezeptur aufweisen. Produkte mit gleicher Rezeptur können aber verschiedene UFIs haben.

Der UFI ist ein eindeutiger Link vom Produkt zur Rezeptur. Er enthält selbst keine Rezepturinformationen. Es ist daher auch nicht möglich vom UFI auf die Rezepturinformationen zu schließen.

Sämtliche Daten, insbesondere die detaillierten Produktinformationen, stehen in Deutschland ausschließlich dem BfR und den GIZ zur Verfügung. Alle Richtlinien und Vorschriften zur Datensicherheit werden gemäß CLP-Verordnung und Chemikaliengesetz von den Beteiligten eingehalten. Die Einhaltung wird regelmäßig von unabhängiger Stelle überprüft.

## WOHER BEKOMMT MAN EINEN UFI?

Der UFI wird von der für das Produkt verantwortlichen Firma generiert und mit der Produktmitteilung im europäisch harmonisierten elektronischen Mitteilungsformat, zusammen mit allen anderen Produktinformationen, an die zuständigen Stellen (in Deutschland das BfR) übermittelt.

Neben der Industrie, den benannten Stellen der Mitgliedstaaten und den GIZ ist die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) ein weiterer bedeutsamer Akteur des Mitteilungsverfahrens. Die ECHA hat mit aktiver Unterstützung von Expertinnen und Experten der beteiligten Behörden, der GIZ und der Industrie die technisch-konzeptionellen Grundlagen und auch die technischen Lösungen für alle Aspekte des elektronischen Mitteilungsverfahrens entwickelt. Dazu gehört auch, dass die ECHA ein allen Beteiligten unentgeltlich zugängliches Programm zur Erzeugung der UFI, den UFI-Generator, entwickelt hat und auf ihrer Webseite zur

Verfügung stellt (<https://poisoncentres.echa.europa.eu/de/ufi-generator>).

Eine Firma verwendet ihre Umsatzsteuer-Identifikationsnummer (oder in bestimmten Fällen auch einen vom UFI-Generator erzeugten „Unternehmensschlüssel“) und eine Formulierungsnummer, die die Firma für jede Rezeptur selbst frei wählen kann. Beide Angaben werden in den UFI-Generator eingegeben und es wird unmittelbar ein UFI erzeugt.

## WANN IST EIN NEUER UFI NOTWENDIG?

Da der UFI ein Identifikator für eine Rezeptur ist, muss bei (fast) jeder Rezepturänderung ein neuer UFI kreiert und auf dem Etikett oder der inneren Verpackung verwendet werden. Das ist der Fall, wenn ein Rezepturbestandteil hinzugefügt, entfernt oder durch einen anderen Bestandteil ersetzt wird. Eine Rezepturänderung findet auch statt, wenn sich die Konzentration eines oder mehrerer Bestandteile der Rezeptur über eine Toleranzgrenze der zulässigen Abweichungen hinaus verändert. Die Rezepturänderung und der neue UFI sind dem BfR von der verantwortlichen Firma durch eine neue Produktmitteilung vor Beginn der Vermarktung zur Verfügung zu stellen.

Ändern sich andere Informationen zum Produkt, die nicht die Rezeptur betreffen (z. B. neuer Produktname, Packungsart oder -größe, Verwendungszweck), kann der bisherige UFI weiterhin verwendet werden.

## BEDEUTUNG DES UFI IN DER VERGIFTUNGSBERATUNG

Die GIZ der Länder beraten medizinisches Personal, aber auch Bürgerinnen und Bürger im Falle einer akuten Vergiftung oder eines Vergiftungsverdachts. Die schnelle und eindeutige Identifikation des Produktes, dem ein Patient oder eine Patientin ausgesetzt

war, ist der Kern jeder toxikologischen Diagnostik. Eine Ungenauigkeit an dieser Stelle kann die nachfolgenden Therapieentscheidungen erschweren und zu vermeidbarer Übertherapie führen. Nach Identifizierung des Produktes stellt sich in den meisten Fällen die Frage nach den chemisch definierten Inhaltsstoffen – also der Rezeptur.

In der Regel wird ein Produkt über seinen Produktnamen identifiziert, was in vielen Fällen aber ungenau ist und keinen eindeutigen Rückschluss auf Rezeptur und gesundheitlich gefährliche Rezepturbestandteile zulässt, zum Beispiel aufgrund ungenauer Übermittlung des registrierten Produktnamens oder dem Vorhandensein zweier unterschiedlicher Rezepturen bei gleichem Produktnamen. Der UFI unterstützt die Beratenden im GIZ bei der eindeutigen und schnellen Identifikation der Rezeptur und ist damit ein zusätzliches wertvolles Instrument für die klinische Risikobewertung und die abzuleitenden therapeutischen Maßnahmen im Rahmen der medizinischen Notfallberatung.

## NUTZEN FÜR VERBRAUCHER UND VERBRAUCHERINNEN

Unfälle mit chemischen Produkten, die im Haushalt, im Keller, in der Garage oder auch im Garten zu finden sind, können jederzeit und überall passieren. Häufig sind kleine Kinder betroffen. Verbraucherinnen und Verbraucher sollten dann im Falle einer Vergiftung oder eines Verdachtes sofort ein GIZ kontaktieren. Dort wird das Vergiftungsrisiko bewertet und es werden Handlungsempfehlungen gegeben. In der Mehrzahl der Fälle können die beratenden Ärztinnen und Ärzte Entwarnung geben, sodass medizinische Maßnahmen nicht erforderlich sind. In anderen Fällen geben sie Verbraucherinnen und Verbrauchern Hinweise zur Ersten Hilfe und raten gegebenenfalls zum Aufsuchen einer Klinik oder zum Notruf.

Für diese medizinische Beratung ist die genaue Kenntnis der Rezeptur des Produktes,

dem der Patient oder die Patientin exponiert war, unerlässlich. Deshalb sollte im Falle einer Vergiftung oder bei dem Verdacht einer Vergiftung immer das Gefäß mit dem Etikett aufgehoben und beim Anruf im GIZ bereitgehalten oder zur Klinik oder Praxis mitgenommen werden. Mit Hilfe des Produktnamens und des UFI kann der Arzt oder die Ärztin eine schnelle und sichere Rezepturidentifikation vornehmen. Der UFI ist bereits heute

auf den Etiketten vieler Produkte zu finden, zum Beispiel auf Reinigungsmitteln, Farben, Klebstoffen und Düngemitteln.

Verbraucherinnen und Verbraucher sollten sich daher frühzeitig mit dem UFI vertraut machen und sich informieren, wo er auf dem Etikett zu finden ist (ABBILDUNG 2). Dann kann der UFI im Notfall, zusammen mit dem Produktnamen, schnell angegeben werden.



ABBILDUNG 2  
Der UFI auf dem Etikett von Verbraucherprodukten. Quelle: ECHA.

## DIE UFI-KAMPAGNE DER ECHA

Die Europäische Chemikalienbehörde (ECHA) hat im Internet umfangreiches Informationsmaterial in deutscher Sprache für Verbraucherinnen und Verbraucher bereitgestellt. Auf der Webseite <https://poisoncentres.echa.europa.eu/de/why-the-ufi-matters-for-everybody> erfahren Verbraucherinnen und Verbraucher detailliert, warum es den UFI auf gesundheitlich oder physikalisch gefährlich eingestuften Produkten gibt, weshalb sie darüber Bescheid wissen sollten, welche Produktgruppen einen UFI tragen, wo der UFI steht und wie er aussieht.

Darüber hinaus hat die ECHA eine Social-Media-Kampagne gestartet, um den UFI bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern bekannt zu machen: <https://poisoncentres.echa.europa.eu/de/ufi-matters-social-media-campaign>. Viele Mitgliedstaaten der Europäischen Union, darunter auch Deutschland mit dem BfR, beteiligen sich an dieser Kampagne. Es werden Materialien und Bilder zum UFI angeboten, aber auch Informationen, wie Unfälle, gerade auch in Haushalten mit kleinen Kindern, durch vorausschauendes Handeln vermieden werden können. ●

## WEITERFÜHRENDE LINKS

Poison Centres Website der Europäischen Chemikalienagentur: <https://poisoncentres.echa.europa.eu/> (Zugriff am: 06.02.2022).

Nationaler Helpdesk REACH – CLP – BIOZID für Deutschland - Mitteilungen für die Informationszentren für Vergiftungen: [https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/DE/CLP/Giftinformationszentren/Giftinformationszentren\\_node.html](https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/DE/CLP/Giftinformationszentren/Giftinformationszentren_node.html) (Zugriff am: 06.02.2022).

Technischer Helpdesk zu Produktmitteilungen am Bundesinstitut für Risikobewertung: [https://www.bfr.bund.de/de/mitteilung\\_von\\_produkten-9375.html](https://www.bfr.bund.de/de/mitteilung_von_produkten-9375.html) (Zugriff am: 06.02.2022).

## LITERATUR

ChemG – Gesetz zur Änderung des Chemikaliengesetzes und zur Änderung weiterer chemikalienrechtlicher Vorschriften Vom 18. Juli 2017, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 52, <https://www.gesetze-im-internet.de/chemg/> (Zugriff am: 06.02.2022).

CLP – VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:02008R1272-20211001&from=DE> (Zugriff am: 06.02.2022).

ECHA – Poison Centres, <https://poisoncentres.echa.europa.eu/de/> (Zugriff am: 06.02.2022).

## KONTAKT

Kathrin Begemann  
Bundesinstitut für Risikobewertung  
Fachgruppe Expositionsbewertung gefährlicher Produkte  
Abteilung Exposition  
Max-Dohrn-Straße 8–10  
15089 Berlin  
E-Mail: [kathrin.begemann@bfr.bund.de](mailto:kathrin.begemann@bfr.bund.de)

[BfR]

# Zecken und ihre Pathogene im Klimawandel (ZePaK)

## Ticks and their pathogens in climate change (ZePaK)

### ZUSAMMENFASSUNG

Die in Deutschland üblicherweise vorkommenden Zecken stellen bereits eine Gefahr für die Gesundheit der Menschen dar. Dies gilt insbesondere für exponierte Personen, zum Beispiel durch häufige Aufenthalte im Freien. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) und Borreliose sind hierbei die bekanntesten, aber nicht einzigen durch Zecken übertragenen Krankheiten. Vermutlich aufgrund der warmen Temperaturen und der Trockenheit der letzten Jahre hat sich die Zeckenfauna regional teils deutlich verändert. Einige Arten traten neu oder vermehrt auf, andere wurden in ihrer Anzahl beziehungsweise ihrer Aktivität sehr eingeschränkt. Ein genaues Bild des Vorkommens verschiedener Zeckenarten in Deutschland, ihrer Betriebsamkeit und der von ihnen übertragenen Krankheiten, ist nicht vorhanden. Um die neuesten Informationen über die Veränderungen innerhalb der Zeckenfauna zu erlangen, wurde ein Citizen Science-Projekt konzipiert, das das Sammeln von Zecken, Aufklärung und eine Präventionsverbesserung zum Ziel hat. Ergebnisse werden auf einer Webseite in Form eines deutschlandweiten Zecken-Atlas einer möglichst breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

### ABSTRACT

*Ticks, which have always been present in Germany, already pose a health risk. This applies in particular to exposed people, for example due to frequent stays outdoors. Tick-borne encephalitis and Lyme disease are the best-known tick-borne diseases, however not the only ones. Probably due to the warmer temperatures and the drought of the last years, the tick fauna has changed regionally, partly significantly. Some tick species appeared newly or their number and/or activity increased, other tick species were strongly restricted in their occurrence or activity. An exact picture of the occurrence of different tick species in Germany, their activity and the diseases they transmit is not available. In order to get the latest information about the changes within the tick fauna, a Citizen Science project was conceived, which aims at education, collection of ticks and disease-prevention improvement. Results of this project will be made available to the widest possible public on a web site in the form of a German-wide tick atlas.*

### HINTERGRUND

Die meisten Menschen haben intuitiv eine deutliche, mit Ekel verbundene Abneigung gegen Zecken. Der Zeckenstich selbst stellt dabei im Regelfall kaum ein gesundheitliches

Problem dar. Es geht jedoch von den potenziell durch Zecken übertragenen Krankheitserregern eine Gefahr aus. Die grundsätzlich impfpräventable Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) tritt jährlich 300 bis 600 Mal auf, während es bei Borreliose

PETER HAGEDORN<sup>1</sup>,  
GREGOR MATTERT<sup>1</sup>,  
SUSANNE GOTTWALD<sup>1</sup>,  
LUZIE VERBEEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Robert Koch-Institut  
<sup>2</sup> Bundesministerium  
für Gesundheit



*Hyalomma marginatum*. Zecken dieser Gattung sind mit dem Krim-Kongo Hämorrhagischen Fieber assoziiert. Sie sind Vektor und Reservoir für das diese Krankheit hervorrufende Virus (CCHFV). Quelle: RKI.

mindestens 214.000 neue Fälle sind (Enkelmann et al. 2018). Noch nicht berücksichtigt sind dabei weitere Krankheiten, die in der Öffentlichkeit und zum Teil auch in der Ärzteschaft noch wenig Beachtung finden. Dazu gehören Rickettsiosen, Ehrlichiosen, Neoehrlichiosen, Tularämie, Q-Fieber, Babesiose und die Humane Granulozytäre Anaplasmose. Es ist zu erwarten, dass sich die Zeckenfauna mit dem Fortschreiten des Klimawandels weiter verändern wird. Hierdurch kann es quantitativ und qualitativ zu einer Veränderung der von Zecken übertragenen Krankheiten kommen. Die Entwicklung des Auftretens einzelner Pathogene ist schwer vorauszu- sehen. Nicht zuletzt besteht die Möglichkeit, dass sich nicht nur die Zeckenfauna, sondern auch die Übertragbarkeit der Pathogene verändert und man mit unerwartet wachsenden Inzidenzen unterschiedlicher Erkrankungen konfrontiert wird.

## AUSGANGSLAGE

Der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*) stellt derzeit die vorherrschende Zeckenart in Deutschland dar. Die Zecke zeigt in allen Stadien eine geringe Wirtsspezifität. Der Gemeine Holzbock ist ein idealer Vektor und ideales Reservoir zahlreicher durch Zecken übertragener Krankheiten. Trotz Bemühungen, wie zum Beispiel Impfprogrammen gegen FSME, stellen die vom Gemeinen Holzbock übertragenen Krankheiten eine immer größere Gefahr für die Gesundheit dar und spielen eine zunehmend größere Rolle im Gesundheitssystem. Einerseits sind nicht alle durch *Ixodes ricinus* übertragenen Krankheiten umfassend erforscht und bekannt und werden deswegen unter Umständen vernachlässigt. Andererseits ergibt sich schlicht durch die große Anzahl von Zeckenstichen sowie die Anzahl infizierter Zecken ein Problem.

Zusätzlich ist die Zusammenarbeit mit den Patienten und Patientinnen, auch wegen ungenauer Informationen im Internet, mitunter herausfordernd. Darüber hinaus können Zecken zu weiteren behandlungsbedürftigen Erkrankungen führen (z. B. Rickettsiosen), die in Deutschland noch wenig bekannt sind und gegebenenfalls übersehen, nicht oder sogar falsch behandelt werden.

Es ist zu erwarten, dass sich sowohl die Zeckenfauna als auch die durch Zecken übertragenen Erkrankungen im Rahmen des Klimawandels verändern. Dementsprechend sollten die vorhandenen Präventionsmaßnahmen angepasst werden. Im Vordergrund sollten dabei die Interaktionen zwischen Umwelt, Mensch und Tier stehen. Bisher wird die Zeckenproblematik jedoch nicht ausreichend in einem One Health-Ansatz betrachtet.

## VERÄNDERTE ZECKENFAUNA

In den letzten Jahren wurden in Deutschland neu vorkommende Zeckenarten wie Auwaldzecken (*Dermaacentor reticulatus*), Reliktzecken (*Haemaphysalis concinna*), Braune Hundezecken (*Rhipicephalus sanguineus*) und Zecken der Gattung Hyalomma beobachtet (PETNEY et al. 2012; Chitimia-Dobler et al. 2019; Hagedorn 2019; Hagedorn 2013). Speziell Reliktzecken und Zecken der Gattung Hyalomma sind Vektoren und Reservoir für gefährlicher Krankheiten. Die Reliktzecke gilt in ihrem Hauptverbreitungsgebiet in Asien als Reservoir und Vektor des Severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) (Tian et al. 2017). Zecken der Gattung Hyalomma übertragen das Krim-Kongo Hämorrhagische Fieber (Kautman et al. 2016). Auwaldzecken übertragen das Omsk-Hämorrhagische Fieber (Groß 2009; Földvári et al. 2016; Jones et al. 2019). In Deutschland wurden diese Pathogene bisher noch nicht in Zecken nachgewiesen und es gab bisher keine autochthonen Fälle, bei denen die Ansteckung in Deutschland stattgefunden hat.

Diese in Deutschland neu vorkommenden Zeckenarten zeigen unterschiedliche und vom Holzbock abweichende ökologische Bedürfnisse und Verhaltensweisen. Während der heimische Holzbock Mindesttemperaturen von 7 bis 10° Celsius benötigt, ist die Auwaldzecke vor allem in der kühleren Zeit aktiv. Die Gefahr, von einer Zecke gestochen zu werden, beschränkt sich damit nicht mehr nur auf Frühling und Sommer, sondern Zeckenstiche treten auch im Winter auf.

Der Holzbock nutzt für das Auffinden der Wirte eine Hinterhalts-Strategie und wartet, bis er von seinen Wirten abgestreift wird. Auwald-, Relikt- und Hyalommazecken hingegen sind Laufzecken, die aktiv nach Wirten suchen und sich zu diesem Zweck mitunter schnell auf ihre Wirte zubewegen können. Deswegen müssen auch andere Verhaltensweisen im Hinblick auf die Prophylaxe gegen Zeckenstiche definiert werden.

Die Auwaldzecke breitet sich stark aus. Bei der aus der gleichen Gattung stammenden Winterzecke (*Dermaacentor albipictus*) konnte man in Kanada beobachten, dass auch große Tiere wie beispielsweise Elche stark unter der Zeckenlast leiden. Durch den Blutverlust sterben bis zu 70 Prozent der Kälber, wodurch diese Elch-Art sogar in ihrem Bestand bedroht wird (Jones et al. 2019). Derartig wesentliche Veränderungen, die das ökologische Gleichgewicht stören können, sind durch eine Ausbreitung der Zecken auch in Deutschland nicht ausgeschlossen.

## PROJEKT

Das ZePaK-Projekt (Zecken und ihre Pathogene im Klimawandel) baut auf verschiedenen Pfeilern auf. Ein wichtiger Teil ist die aktive Zeckensurveillance. Die Zeckenabundanz und -aktivität wurde in 14 Gebieten in Berlin und Brandenburg unter standardisierten Bedingungen bestimmt. Mittels eines Next Generation Sequencing (NGS)-Ansatzes wurden die gefundenen Zecken auf Pathogene (Bakterien und Viren) untersucht. Dabei stand in diesem Pilotprojekt noch nicht die

Inzidenz der einzelnen Pathogene im Vordergrund, sondern die Evaluation der Methode des Sammelns von Zecken zur Durchführung solcher Untersuchungen. Für eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Orte sind zum Beispiel ähnliche Wetterbedingungen anzustreben beziehungsweise müssen diese als Ursache von gegebenenfalls nur kurzfristigen Unterschieden – im Gegensatz zu klimatischen Veränderungen – mit in Erwägung gezogen werden.

Die Ergebnisse konnten unmittelbar in den deutschlandweiten Zecken-Atlas integriert werden, der laufend aktualisiert wird. Die Webseite hat das Ziel, einen Beitrag zur Transparenz über das Vorkommen von Zecken, zur Prävention von durch Zecken übertragbaren Infektionskrankheiten und zur Aufklärung zu leisten.

#### ZEPAK – ZECKEN-ATLAS VOM RKI

Die Webseite ist aber auch essenziell, um benötigtes Probenmaterial zu gewinnen. Die Bevölkerung wird in einem Citizen Science-Ansatz hierzu sensibilisiert und erhält die Möglichkeit, die Art der selbstgefundenen Zecke zu erfahren. Zusätzlich wird in priorisierten, das heißt bei medizinisch indizierten Fällen, untersucht, ob die Zecke mit Krankheitserregern infiziert gewesen sein kann. Diese Art von Beteiligung weckt ein weitgehendes Interesse an dem Thema und erforderliche Maßnahmen wie Impfungen (gegen FSME möglich) und Behandlungen werden verständlicher. Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Patient und/oder Patientin verbessert sich. In dieser Plattform fließen die verschiedenen Daten zu Zecken und Krankheiten zusammen. Es werden nach Möglichkeit Vor-Ort-Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt, um die Faszination für den Wald, das Verständnis für die Komplexität des Themas und möglichst praktische Tipps zum Umgang mit Zecken zu vermitteln.

In der Pandemie wurden viele Veranstaltungen als Online-Version abgehalten. Praktische Einschätzungen, zum Beispiel zum

Vorkommen von Zecken vor Ort, konnten dann nicht gegeben werden. Gleichzeitig wurden durch dieses Format mehr Interessierte erreicht. Hierzu gehörten zum Beispiel Fachpersonal aus den Bereichen Forsterei, Waldarbeiten, Ranger und Waldpädagogik. Neben einem Twitter-Aufruf und einem Fernsehauftritt führten diese Aufklärungsveranstaltungen zur Einsendung zahlreicher Zecken.

#### BISHERIGE ERGEBNISSE ZU ZECKEN

Durch das Citizen Science-Projekt wurden 2021 insgesamt 580 Zecken aus dem gesamten Bundesgebiet gesammelt. Darunter waren fünf Zeckenarten (Holzbock, Auwaldzecke, Braune Hundezecke, *Hyalomma marginatum* und Reliktzecke) vertreten, die teilweise in Gebieten gefunden wurden, in denen sie vorher noch nicht beschrieben wurden. Die aktive Zeckensurveillance in Berlin, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen lieferte im selben Zeitraum 752 Zecken. Unter diesen Zecken waren vier Zeckenarten vertreten (Holzbock, Auwaldzecke, Braune Hundezecke und Reliktzecke).

Insgesamt 396 Gemeine Holzböcke, Auwald- und Reliktzecken wurden mittels Nanopore Sequencing auf Pathogene untersucht. Dabei wurde Erbsubstanz von fünf verschiedenen Pathogenen gefunden (TABELLE 1).

Die Proben wurden auch auf Viren untersucht, wobei kein Vorkommen des FSME-Virus (FSMEV) festgestellt werden konnte. Dieser Befund ist nicht verwunderlich, da FSMEV in Zecken, auch in Risikogebieten, nur im Promillebereich vorkommt. Bei einer Probengröße von n=396 wäre ein Virusfund ein Zufallsfund gewesen (Ott et al. 2020).

PATHOGEN	HOLZBOCK n=97	AUWALDZECKE n=298	GESAMTPROZENTSATZ
ANAPLASMA	1 (1,1%)	-	0,3 %
BORRELIA	2 (2,1%)	1(0,3 %)	0,8 %
COXIELLA	-	2(0,7 %)	0,5 %
FRANCISELLA	16 (16,5%)	172(57,7 %)	47,5 %
RICKETTSIA	18 (18,6%)	103(34,6 %)	30,6 %

TABELLE I  
 Zeckenarten und gefundene Pathogen DNA aus dem Jahr 2021.

## AUSBLICK UND DISKUSSION

Die bisherige Arbeit hat gezeigt, dass die durch den Citizen Science-Ansatz erhaltenen Ergebnisse eine wertvolle Ergänzung zu den Daten aus bisher in Deutschland gefundenen Zeckenarten geben können. Vor allem seltene Zeckenarten werden mit diesem Ansatz erfasst und eine gezielte Nachuntersuchung der Gebiete kann die im Citizen Science-Ansatz enthaltenen Unsicherheiten, wie etwa die falsche Bestimmung der gefundenen Proben, ausräumen.

Die verschiedenen Labormethoden zur Untersuchung der Pathogene in den Zecken haben teilweise zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt. Diese könnten gegebenenfalls in Zukunft durch eine Kombination von Methoden verhindert werden (Kohl et al. 2021).

Zeckendichte und Pathogeninzidenzen lassen sich grundsätzlich effektiver mit dem klassischen Ansatz des Zeckensuchens mittels „Flagging“ bestimmen, da Zecken so standardisiert erfasst, transportiert und untersucht werden. Beim „Flagging“ wird über ein definiertes Stück Boden eine weiße Flagge gezogen. Zecken, die auf der Suche nach einem Wirt sind, bleiben an der Flagge haften und können anschließend mit einer Pinzette abgesammelt werden.

Dies gilt nicht für die Laufzecken. Für diese Zecken sind die Definition und Anwendung anderer Sammelmethode zu etablieren.

Unsere Arbeit im vom Bundesministerium für Gesundheit geförderten Projekt berührt Fragestellungen, die aus verschiedenen Arbeitsfeldern stammen und perspektivisch mit den Ergebnissen des Projektes beantwortet werden können.

Wir hoffen, dass zukünftig Kooperationen möglich werden, deren Resultate ebenfalls im bundesweiten Zecken-Atlas dargestellt werden können. ●

## LITERATUR

Chitimia-Dobler L, Schaper S, Rieß R et al. (2019): Imported Hyalomma ticks in Germany in 2018. *Parasites & vectors* 12(1): 134. DOI: 10.1186/s13071-019-3380-4.

Enkelmann J, Böhmer M, Fingerle V et al. (2018): Incidence of notified Lyme borreliosis in Germany, 2013-2017. *Scientific reports* 8(1): 14976. DOI: 10.1038/s41598-018-33136-0.

Földvári G, Široký P, Szekeres S et al. (2016): Dermacentor reticulatus: a vector on the rise. *Parasites & vectors* 9(1): 314. DOI: 10.1186/s13071-016-1599-x.

Groß U (2009): Kurzlehrbuch Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie [MEDI-LEARN-Gütesiegel]. 2. Aufl. Thieme. Stuttgart.

Hagedorn P (2019): Fund von Zecken der Gattung Hyalomma in Deutschland. DOI: 10.25646/5893.

Hagedorn P (2013): Untersuchung von Zecken als Marker für die Gefährdung durch von ihnen übertragene Krankheiten. Unter Mitarbeit von Universitätsbibliothek der FU Berlin.

Jones H, Pekins P, Kantar L et al. (2019): Mortality assessment of moose (*Alces alces*) calves during successive years of winter tick (*Dermacentor albipictus*) epizootics in New Hampshire and Maine (USA). *Can. J. Zool.* 97(1): 22–30. DOI: 10.1139/cjz-2018-0140.

Kautman M, Tiar G, Papa A et al. (2016): AP92-like Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus in Hyalomma aegyptium Ticks, Algeria. *Emerging infectious diseases* 22(2): 354–356. DOI: 10.3201/eid2202.151528.

Kohl C, Brinkmann A, Radonić A et al. (2021): The virome of German bats: comparing virus discovery approaches. *Scientific reports* 11(1): 7430. DOI: 10.1038/s41598-021-86435-4.

Ott D, Ulrich K, Ginsbach P et al. (2020): Tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalence in field-collected ticks (*Ixodes ricinus*) and phylogenetic, structural and virulence analysis in a TBE high-risk endemic area in southwestern Germany. *Parasites & vectors* 13(1): 303. DOI: 10.1186/s13071-020-04146-7.

Petney TN, Pfäffle MP, Skuballa JD (2012): An annotated checklist of the ticks (Acari: Ixodida) of Germany. *Systematic and Applied Acarology* 17(2): 115–170. DOI: 10.11158/saa.17.2.2.

Tian H, Yu P, Chowell G et al. (2017): Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome Virus in Humans, Domesticated Animals, Ticks, and Mosquitoes, Shaanxi Province, China. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 96(6): 1346–1349. DOI: 10.4269/ajtmh.16-0333.

ZePaK – Zecken-Atlas vom RKI (2022): ZePaK – Zecken-Atlas vom RKI. Online verfügbar unter <http://www.zepak-rki.de/> (Zugriff am: 18.01.2022).

## KONTAKT

Peter Hagedorn  
Robert Koch-Institut  
Zentrum für Biologische Gefahren &  
Spezielle Pathogene  
Seestraße 10  
13353 Berlin  
E-Mail: [hagedornp@rki.de](mailto:hagedornp@rki.de)

[RKI]

# Laserpointer & Co – Blendattaken und Augenschäden

## Laser pointer & Co – Dazzle attacks and eye injuries

### ZUSAMMENFASSUNG

Immer wieder werden starke optische Strahlungsquellen, vor allem Laserpointer, missbräuchlich verwendet – beispielsweise um Flugzeug- und Fahrzeugführende zu blenden. Durch die Einschränkung der Handlungsfähigkeit der Betroffenen wird das Risiko für Unfälle erhöht. Während Blendattaken im Flugverkehr vergleichsweise gut dokumentiert sind, fehlt für Vorfälle im Straßen-, Bahn- und Schiffsverkehr eine systematische Erfassung. Gleiches gilt für Vorfälle, die Fußgänger betreffen. Im Rahmen des Ressortforschungsprojekts „Blendattaken und Augenschädigungen durch Laser und andere starke optische Strahlungsquellen“ wurden mittels Abfragen bei zuständigen Behörden Laser-Vorfälle in einem Fünf-Jahres-Zeitraum (2015–2019, anteilig auch 2020) quantifiziert. Augenschäden aufgrund von Laser-Vorfällen wurden ebenfalls betrachtet. Häufig sind davon Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene betroffen, wie Daten aus Augenkliniken belegen. Sowohl bei den Blendattaken als auch bei den Augenschäden ist von erheblichen Dunkelziffern auszugehen.

MONIKA ASMUSS,  
DANIELA WEISKOPF

### ABSTRACT

*Again and again, strong optical radiation sources, especially laser pointers, are misused - for example to dazzle aircraft and vehicle pilots. By restricting the ability of affected persons to act, the risk of accidents is increased. While dazzle attacks in air traffic are comparatively well documented, there is no systematic recording of incidents in road, rail and shipping traffic. The same applies to incidents involving pedestrians. As part of the departmental research project "Dazzle attacks and eye damage caused by laser and other strong optical radiation sources", laser incidents were quantified over a five-year period (2015–2019, proportionately 2020) by means of queries to the responsible authorities. Eye damage due to laser incidents was also considered. Children, adolescents and young adults are frequently affected, as data from eye clinics show. Considerable numbers of unreported cases can be assumed for both dazzle attacks and eye damage.*

### EINLEITUNG

Handgeführte Lasergeräte wie Laserpointer finden sich in vielen Haushalten. Sie sind leicht zu beschaffen und für die breite Bevölkerung erschwinglich. Gerade im Internet werden immer wieder Produkte angeboten, deren Leistung deutlich höher ist als in

Deutschland erlaubt. Regelmäßig finden die zuständigen Marktüberwachungsbehörden Laserpointer, die gar nicht oder falsch deklariert sind und die auf dem deutschen Markt nicht bereitgestellt werden dürften. Damit verbundene Risiken werden häufig unterschätzt.



Quelle: M. Asmuß, BfS.

Trifft ein Laserstrahl ins Auge, können Schäden in der Netzhaut und unter Umständen bleibende Beeinträchtigungen des Sehvermögens die Folge sein. Blendattacken, beispielsweise auf Flugzeuge oder fahrende Autos, können zu Unfällen führen und stellen ein Risiko für die Allgemeinheit dar. Wie häufig sind Augenschäden und Blendattacken? Wer ist betroffen? Wie ist die rechtliche Situation in Deutschland und was empfiehlt das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)? Mit diesen Fragen befasst sich der folgende Beitrag.

## WAS SIND LASERPOINTER?

Laserpointer sind Geräte etwa in der Größe eines Kugelschreibers oder einer kleinen Taschenlampe. Typischerweise wird mit Hilfe einer Laserdiode ein Lichtstrahl erzeugt, der über einen Kollimator gebündelt und gerich-

tet wird. Der Laserstrahl trifft dadurch mit sehr hoher Intensität auf eine sehr kleine Fläche. Abgegeben wird Licht einer bestimmten Farbe. Am häufigsten sind Grün, Rot oder Blau. Auch Orange und Gelb kommen vor.

Da das menschliche Auge für die Farbe Grün am empfindlichsten ist, wird das Licht grüner Laserpointer am hellsten wahrgenommen. Bei anderen Farben muss die Leistung der Strahlungsquelle höher sein, um den gleichen Helligkeitseindruck zu erreichen. Grüne Laserpointer können zusätzlich zur typischen Wellenlänge von 532 Nanometern (nm) Infrarotstrahlung der Wellenlänge 1.064 nm (Infrarot-A) abgeben. Infrarot-A erreicht wie sichtbares Licht die Netzhaut. Bei guten Produkten werden diese Infrarot-Anteile herausgefiltert. Leider können Verbraucherinnen und Verbraucher beim Kauf nicht erkennen, ob dies der Fall ist.

## LASERSTRAHLUNG, LASERKLASSEN

„LASER“ steht für „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“ – Lichtverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission. Mit dieser Abkürzung wird das Prinzip der Erzeugung von Laserstrahlung umrissen. Laserstrahlung kann in einem großen Bereich des optischen Spektrums (ultraviolette Strahlung, sichtbares Licht, Infrarot) erzeugt werden. Sie hat besondere Eigenschaften:

- sehr hohe Einfarbigkeit (Strahlung besteht aus **einer** Wellenlänge),
- Kohärenz (die Eigenschaft von Wellen, sowohl zeitlich als auch räumlich „in Phase“ zu sein, das heißt, bildlich gesprochen, parallel im gleichen Takt zu schwingen),
- starke Bündelung der Strahlung,
- hohe Strahlungsdichte.

Lasergeräte werden in die Klassen 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B und 4 eingeteilt. Die Klasse 1C ist ein Sonderfall und betrifft Lasergeräte, die im direkten Körperkontakt angewendet werden. Maßgebend für die Klasseneinteilung ist die Norm DIN EN 60825-1. Je höher die Laserklasse, desto größer in der Regel das Potential der Gefährdung. Mit zunehmender Klassenzahl sind umfangreichere Schutzmaßnahmen erforderlich.

Weitere Informationen: [https://www.bfs.de/DE/themen/opt/anwendung-alltag-technik/laser/laser\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/themen/opt/anwendung-alltag-technik/laser/laser_node.html).

Eingesetzt werden Laserpointer bestimmungsgemäß als optische Zeigestäbe bei Vorträgen. Wer ein wenig im Internet surft, findet jedoch Beispiele für eine Vielzahl deutlich weniger sinnvoller und oft auch sehr gefährlicher Anwendungen. Augenärztinnen und -ärzte müssen sich oft genug mit den Folgen ahnungsloser, leichtsinniger oder missbräuchlicher Verwendung von Laserstrahlung befassen.

## BLENDATTACKEN

Werden Flugzeug- oder Fahrzeugführende von einem Laserstrahl getroffen, steht die Beeinträchtigung der Sicherheit durch die akute Einschränkung der Handlungsfähigkeit (Blendung, Abwend- und Schutzreflexe, Ablenkung/Irritation) im Vordergrund. Besonders kritisch ist derartige Missbrauch optischer Strahlungsquellen im Luft- und Straßenverkehr. Zwar sind bei diesen Vorfällen auch Augenschäden möglich, das größere Risiko besteht jedoch in der Verursachung von Unfällen.

Im Ressortforschungs-Projekt „Blendattaken und Augenschädigungen durch Laser und andere starke optische Strahlungsquellen“ – FKZ 3620 S72410 – wurden Laser-

attacken auf Teilnehmende am Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Luftverkehr sowie im Fußverkehr quantifiziert. Unter anderem wurden 357 polizeiliche Pressemeldungen ausgewertet. In 149 Meldungen fanden sich Hinweise auf das Alter der Tatverdächtigen. Dabei war der Anteil der Kinder (bis 14 Jahre) und Jugendlichen (14–18 Jahre) bei Blendattacken im Straßenverkehr (50 %) und Schienenverkehr (67 %) vergleichsweise hoch. Bei Attacken im Luftverkehr hingegen waren nur 18 Prozent der Tatverdächtigen minderjährig, 82 Prozent jedoch volljährig.

Vergleichsweise gut erfasst werden Laser-Vorfälle im Luftverkehr, wobei sich die Zahlen des Luftfahrtbundesamtes (LBA) und der Deutschen Flugsicherung (DFS) unterscheiden. Die Angaben für den Zeitraum 2015–2020 liegen bei der DFS mit 2.460 Fällen über denen des LBA mit 1.705 Fällen. Der Grund dürfte sein, dass die DFS Direktmeldungen der startenden und landenden Luftfahrzeuge registriert, das LBA hingegen nur schriftliche Ereignismeldungen. Da vermutlich nicht alle Direktmeldungen am Ende zu schriftlichen Meldungen führen, dürfte die höhere Zahl der DFS zutreffender sein, sodass für Deutschland im Zeitraum 2015–2020 von mindestens 2.460 Blendattacken im Luftverkehr auszugehen ist.

Für die übrigen Verkehrsbereiche (Straßen-, Schienen-, Schiffsverkehr) sowie für Blendattacken auf Personen, beispielsweise bei Sportveranstaltungen, Konzerten oder Demonstrationen liegen keine mit dem Luftverkehr vergleichbaren Register vor. Hier mussten die zuständigen Landes- und Bundesbehörden kontaktiert und um Mithilfe gebeten werden. Die Art der Erfassung von Laser-Vorfällen ist in den Bundesländern unterschiedlich. In einigen Bundesländern können die Vorfälle nach Verkehrsart getrennt ausgewertet werden, in anderen erfolgt die Erfassung nach Deliktgruppen. Aus drei Bundesländern wurden keine Daten übermittelt. Basierend auf den erfassten Laser-Vorfällen aus 13 Bundesländern ist im Zeitraum von 2015–2019 insgesamt von mindestens 2.944 Laser-Vorfällen auszugehen, wobei es sich jedoch lediglich um eine Abschätzung der Größenordnung unter Berücksichtigung der Zahl der Einwohner der jeweiligen Bundesländer handelt. Hinzu kommt eine nicht abzuschätzende, aber vermutlich erhebliche Dunkelziffer nicht gemeldeter/erfasster Vorfälle. Insbesondere im Straßenverkehr oder bei anderen Ereignissen dürften Blendattacken, die letztlich folgenlos bleiben, mehrheitlich nicht angezeigt werden.

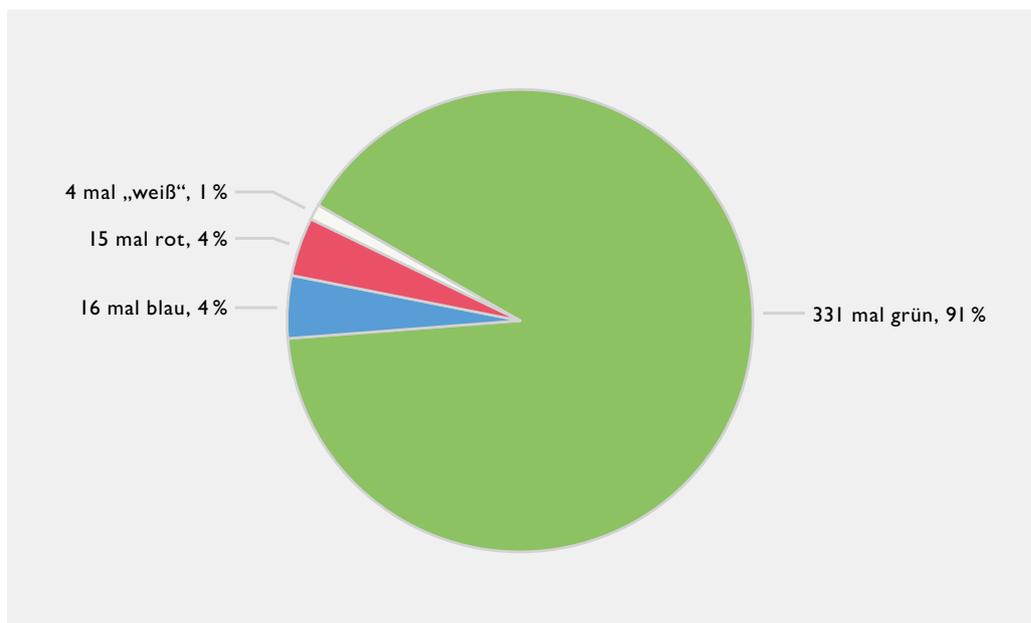
Legt man die Gesamtzahlen der Bundesländer, aus denen nach Jahren aufgeschlüsselte Daten von 2015–2019 vorliegen, zugrunde, nimmt die Zahl der Laser-Vorfälle im betrachteten Zeitraum ab. Das gilt auch für die Zahlen der Deutschen Flugsicherheit – bezogen auf die Flugbewegungen in den von der DFS kontrollierten Sektoren. Für 2020 gilt das jedoch nicht. Hier liegt die Zahl der Blendattacken auf Luftfahrzeuge – wiederum bezogen auf die coronabedingt deutlich geringere Zahl der Flugbewegungen – über denen der Jahre 2017, 2018 und 2019.

Detaillierte Ergebnisse können dem Abschlussbericht unter <http://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2021121530236> (Henrichsen et al. 2021) entnommen werden.

## STRAHLUNGSQUELLEN

Zu den verwendeten Strahlungsquellen ließen sich im Projekt nur wenige Informationen erheben. Eindeutig stellen bei den Fällen, in denen Angaben zur Farbe des Laserstrahls vorlagen, grüne Laserpointer den mit Abstand größten Anteil (ABBILDUNG 1).

ABBILDUNG 1  
Erfasste Laser-Vorfälle nach Anzahl angegebener Strahlfarbe.  
Quelle: BfS, Abschlussbericht Projekt FKZ 3620 S72410 (Henrichsen et al. 2021).



Informationen zu Leistung oder Laserklasse standen nicht zur Verfügung. Zumindest bei den Blendattacken im Luftverkehr, bei der die Blendung auf vergleichsweise große Entfernung erfolgt, dürften vorwiegend Laserpointer der Klassen 3R und höher verwendet werden.

## AUGENSCHÄDEN DURCH LASERSTRAHLUNG

Trifft ein Laserstrahl ins Auge, wird der ohnehin stark gebündelte Strahl von den vorderen Augenmedien (Hornhaut und Linse) zusätzlich fokussiert. Sowohl das vom Lasergerät abgegebene sichtbare Licht als auch gegebenenfalls vorhandene Infrarot-A-Strahlung erreichen die Netzhaut. Die Sinneszellen der Netzhaut können geschädigt oder zerstört werden. Zu den Symptomen einer Schädigung können eine plötzliche Reduktion der Sehschärfe, Ausfälle im Gesichtsfeld und – bei Verletzung der Hornhaut – Schmerzen gehören. Es können jedoch auch Schäden gesetzt werden, die unbemerkt bleiben. Die Folgen für die Sehfähigkeit hängen nicht nur von Art und Umfang des Schadens ab, sondern wesentlich auch von seiner Lokalisation.

Besonders schwerwiegend sind die Folgen, wenn der Sehnervenkopf, das heißt die in der Netzhaut gelegene Austrittsstelle des Sehnervs oder die Makula (der gelbe Fleck) und hier vor allem die Fovea (Sehgrube) betroffen sind. Dort befinden sich die meisten Rezeptoren für das Farbsehen, die Zapfen. Der Bereich ist essentiell für das scharfe Sehen. Schäden in diesen Bereichen können zu schweren, unter Umständen dauerhaften Beeinträchtigungen des Sehvermögens führen. Umso wichtiger ist es, NICHT in einen Laserstrahl zu blicken. Hier etwas möglichst genau sehen zu wollen, birgt die Gefahr, dass gerade die Fovea vom Laserstrahl getroffen wird.

Besonders tragisch ist es, wenn Kinder und Jugendliche betroffen sind, die im schlimmsten Fall mit schweren Beeinträchtigungen der Sehfähigkeit leben müssen. Fallbeschreibungen finden sich beispielsweise in einem systematischen Review der Universitäts-Augenklinik Bonn (Birtel et al. 2017). Einen Überblick über Fälle laserinduzierter Retinopathien geben Neffendorf et al. 2019 und Linton et al. 2019. Eine Fallserie aus Dänemark von elf Jungen zwischen 9–15 Jahren und zwei Mädchen im Alter von 7 und 12 Jahren wurde von Torp-Pedersen et al. publiziert (Torp-Pedersen et al. 2018).

### TYPISCHE FALLBEISPIELE AUS DER INTERNATIONALEN LITERATUR

**13-jähriger Junge** mit Visusminderung auf dem linken Auge („zentral ein grauer Fleck“), Läsionen im Bereich der Foveola, Diagnose: laserinduzierte Makulopathie. Er hatte 5 Tage vor der Untersuchung in den in einer Fensterscheibe gespiegelten Strahl eines Laserpointers geblickt (Hohberger, Bergua 2017).

**9-jähriger Junge**, Läsionen in der Makula des linken Auges. Er hatte zu Weihnachten von der Familie „Spielzeug“-Laserpointer geschenkt bekommen. Wie sich herausstellte, lag die – viel zu hohe – Leistung der Pointer bei 57 mW (blauer Pointer), 42 mW (grüner Pointer) und 72 mW (roter Pointer) (Fallbeispiel aus Raouf et al. 2014).

**15-jähriger Junge**, verschwommene Sicht, Läsion in der Fovea. Spiel mit Freunden und einem grünen Laserpointer (Vukicevic et al. 2014).

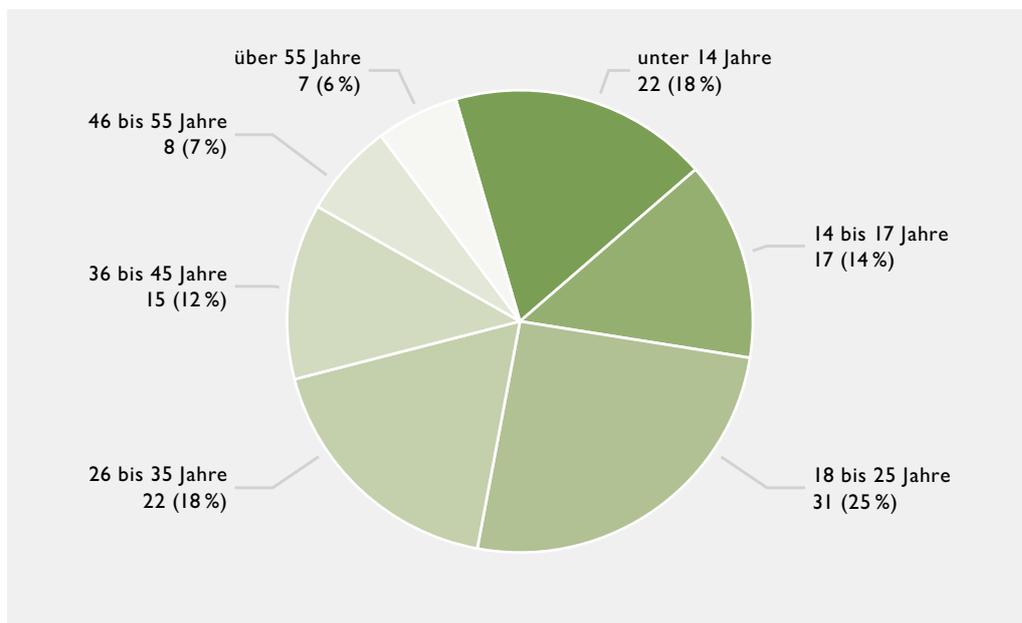
**13-jähriger Junge**, Sehstörungen (Doppeltsehen), Läsion in der Fovea. Klassenkamerad trifft mit Laserstrahl aus Laserpointer (Laserklasse 3B) aus circa 10 cm Abstand ins linke Auge des Jungen (Ueda et al. 2011).

**44-jähriger Busfahrer**, verschwommene Sicht auf dem rechten Auge, Läsionen in der Makula des rechten Auges. Der Busfahrer wurde laut Fallbeschreibung während der Fahrt von einem Jungen über den Innenspiegel mit einem Laserpointer angestrahlt. Der Fahrer blickte mehrfach in den Spiegel und wurde daher mehrfach vom reflektierten Laserstrahl im rechten Auge getroffen (Thanos et al. 2015).

INFOBOX

ABBILDUNG 2

Anzahl der in den berichteten Fällen genannten Patienten nach Alter.  
Quelle: BfS, Abschlussbericht Projekt FKZ 3620 S72410 (Henrichsen et al. 2021).



Im Rahmen des genannten Ressortforschungsprojekts wurden Rückmeldungen aus 25 deutschen Augenkliniken ausgewertet. Auch in den Kliniken werden Laser-Vorfälle nicht separat erfasst, sondern mussten händisch zusammengetragen werden. Letztlich wurden 122 Fälle berichtet, von denen 110 in den Zeitraum 2015–2020 fallen. In mehr als der Hälfte der Fälle waren die Betroffenen Kinder, Jugendliche oder junge Erwachsene bis 25 Jahre (ABBILDUNG 2).

79 Prozent der Betroffenen waren männlich, nur 21 Prozent weiblich. Bei den Schädigungslokalisationen der genannten Fälle ist mit Abstand am häufigsten die Makula betroffen.

Leider lässt sich recht wenig zu den genauen Umständen sagen, die zu den in Augenkliniken behandelten 122 Fällen geführt haben. Bei 17 Fällen wurde explizit „Spiel mit Laserpointer“ als Ursache genannt, bei 7 Fällen „selbst induziert“. In 23 Fällen wurde „Unfall bei Arbeit mit Lasern“ angegeben. Am häufigsten, das heißt bei 35 Fällen, wurde als Umstand „im öffentlichen Raum“ angegeben. Was sich dahinter verbirgt, kann nicht aufgelöst werden.

Dem einen oder anderen mag die hier betrachtete Fallzahl gering erscheinen. Dabei ist jedoch zu bedenken: Die genannten Zahlen stammen aus nur 25 Augenkliniken und stellen die absolute Spitze des Eisbergs dar. Laserbedingte Augenschäden werden nicht systematisch erfasst, weder in den Augenkliniken noch von den laut Bundesärztekammer circa 6.500 ambulant tätigen Augenärztinnen und Augenärzten. Eine Abschätzung der tatsächlichen Zahlen ist mithin nicht möglich.

## LASERPOINTER IN DEUTSCHLAND – WAS IST ERLAUBT?

In Deutschland gilt die „Technische Spezifikation zu Lasern in oder als Verbraucherprodukte“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA 2013). Sie richtet sich an Hersteller, Bevollmächtigte, Einführer und Händler und konkretisiert Anforderungen an Laser als beziehungsweise in Verbraucherprodukte(n), damit bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährdet wird. Die technische

Spezifikation besagt, dass frei im Raum beweglich betriebene Lasereinrichtungen wie Laserpointer, Entfernungsmesser oder Nivellierlaser, die lediglich zur Lichtprojektion eingesetzt werden, in Deutschland nur auf dem Markt bereitgestellt werden dürfen, wenn sie nach der DIN EN 60825-1:2008-05 klassifiziert sind und den Laserklassen 1, 1M, 2 oder 2M zugeordnet sind.

Oft sind insbesondere im Internet erworbene Laserpointer jedoch nicht oder nicht korrekt ausgezeichnet. Die für die Marktüberwachung zuständigen Landesbehörden finden bei Kontrollen immer wieder Lasergeräte, deren Leistungsstärke zu hoch ist. Dies bestätigte sich auch in dem vom BfS initiierten Projekt „Messung und Bewertung für die Allgemeinbevölkerung relevanter optischer Strahlenquellen – Abschätzung von Risiken für das Auge, insbesondere Blaulichtgefahr und Blendung“ (Pepler et al. 2019), in dem unter anderem Laserpointer, Fahrradlampen und Taschenlampen untersucht und fachgerecht vermessen wurden. Drei von zehn geprüften Laserpointern gehörten der Klasse 3B an – der zweithöchsten Laserklasse, die gefährlich für das Auge und im oberen Leistungsbereich auch gefährlich für die Haut ist (ABBILDUNG 3).

## MARKTÜBERWACHUNG UND NORMUNG

Die Marktüberwachungsbehörden in Deutschland sind sich der Problematik falscher Kennzeichnung von Laserpointern und der damit verbundenen zu hohen Leistungsintensitäten der Produkte bewusst. Laserpointer, wie auch jedes andere in Deutschland und Europa auf dem Markt bereitgestellte Produkt, fallen in den Anwendungsbereich des Produktsicherheitsgesetzes. Allerdings stehen die Behörden hier vor der großen Herausforderung, unsichere Produkte, die nicht die sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllen, vom Markt zu nehmen oder den Verkauf zu beschränken. Diese Herausforderung wird durch den wachsenden Onlinehandel, der aufgrund seiner Flexibilität, der örtlichen Ungebundenheit und der Vielzahl der angebotenen Produkte seit Jahren an Bedeutung gewinnt, weiter befeuert. Bislang standen den Marktüberwachungsbehörden kaum Möglichkeiten offen, die häufig nicht-europäischen Wirtschaftsakteure, die an den Onlineverkäufen beteiligt sind, in gleicher Weise zu behandeln, wie dies bislang in der klassischen Marktüberwachung der Fall war.



ABBILDUNG 3

3 von 10 im Projekt FKZ 3617S8244 geprüften Laserpointern gehören der Klasse 3B an und dürften auf dem deutschen Markt nicht verfügbar sein.

Quelle: BfS, Abschlussbericht Vorhaben 3617S82441 (Pepler et al. 2019).

Um die Marktüberwachung in Europa zu stärken, hat daher die Europäische Union (EU) eine neue Verordnung verabschiedet: die EU-Marktüberwachungsverordnung 2019/1020. Diese wurde in Deutschland mit dem Gesetz zur Marktüberwachung und zur Sicherstellung der Konformität von Produkten (MüG) umgesetzt. Die EU-Verordnung und das MüG sind beide in 2021 in Kraft getreten. Mit der EU-Verordnung und dem Marktüberwachungsgesetz wird zum ersten Mal der Online-Handel im Bereich der Marktüberwachung geregelt. Zu den Wirtschaftsakteuren zählen künftig neben Herstellern, Händlern und Einführern/Importeuren auch sogenannte „Fulfillment-Dienstleister“, die die logistischen Einzel- oder Verbundarbeiten übernehmen. Hiermit soll auch der Produktverkehr nach Europa beziehungsweise in die einzelnen europäischen Mitgliedstaaten aus dem außereuropäischen Ausland hinsichtlich sicherer Produkte besser kontrolliert werden. Zudem besteht eine Verpflichtung zur Zusammenarbeit der Wirtschaftsakteure mit den Marktüberwachungsbehörden. Der Informationsaustausch zwischen den Marktüberwachungsbehörden auf europäischer Ebene erfolgt über ein internetgestütztes Informations- und Kommunikationssystem, kurz ICSMS („internet-supported information and communication system for the pan-European market surveillance of technical products“). Diese neuen Instrumente der Marktüberwachung ermöglichen, dass zukünftig sowohl „online“ als auch „offline“ auf dem Markt bereitgestellte Produkte gleichermaßen von der Marktüberwachung berücksichtigt werden können. Dies betrifft auch das Produkt Laserpointer.

Auch die Normung hat sich in den letzten Jahren mit Laser-Produkten für Verbraucherinnen und Verbraucher befasst. So wurde Ende 2021 die EN 50689 (Safety of laser products – Particular Requirements for Consumer Laser Products) veröffentlicht, die besondere Anforderungen an Verbraucher-Laser-Produkte definiert. Diese Norm wurde vor dem Hintergrund erstellt, dass insbesondere Verbraucherinnen und Verbraucher

nicht für den Umgang mit Laserquellen geschult und sich daher möglicher Gefahren nicht bewusst sind. Nicht enthalten sind hier Laser-Produkte für den professionellen Bereich, elektronisches Spielzeug sowie Verbraucher-Laser-Produkte der Laserklasse 1C. Laserpointer werden in dieser Verbrauchernorm als Laser-Produkte definiert, die handgehalten sind und zu Unterhaltungszwecken beziehungsweise als Zeigeinstrumente verwendet werden. Für Laserpointer gilt nach der Norm, dass diese nur der Laserklasse 1 oder Laserklasse 2 angehören dürfen. Zudem darf der Laserpointer, wenn es sich um ein Produkt handelt, das auf Kinder ansprechend („child appealing“) wirkt, die Laserklasse 1 nicht überschreiten. Als „child appealing“ werden in der Norm allerdings nur Verbraucher-Laser-Produkte angesehen, die aufgrund ihrer Eigenschaft wie Funktion, beweglicher Teile, Licht, Farbe, Sound, Größe, Geruch et cetera auf Kinder attraktiv wirken können. Die Norm geht nicht davon aus, dass schon der sichtbare Laserstrahl allein den Laserpointer anziehend für Kinder macht. Unserer Ansicht nach sprechen die Erfahrungen im Alltag jedoch dafür, dass dies sehr wohl der Fall ist. Daher ist aus der Sicht des Strahlenschutzes besonders darauf zu achten, dass Laserpointer nicht in Kinderhand kommen.

## MISSBRAUCH IST VERBOTEN

Missbräuchliche Handlungen wie Blendattacken mit Lasergeräten und anderen optischen Strahlungsquellen sind strafbar. In Frage kommen insbesondere die §§ 315 StGB (Gefährliche Eingriffe in den Bahn-,Schiffs- und Luftverkehr) und § 315 b StGB (Gefährliche Eingriffe in den Straßenverkehr) oder die §§ 223 ff (Körperverletzung). Mögliche zivilrechtliche Folgen wie Schadensersatzansprüche sind ebenfalls zu bedenken. Solche „Spiele“ sind nicht nur gefährlich und verboten – sie können auch teuer werden.

## FAZIT

Das Thema Augenschäden und Blendattacken durch Laserstrahlung muss weiter verfolgt werden.

Welche rechtlichen Möglichkeiten über die technische Spezifikation hinaus bestehen, um beispielsweise den leichten Erwerb, die leichte Einfuhr, den Besitz, den Missbrauch von starken optischen Strahlungsquellen wie Laserpointern zu minimieren, ist Gegenstand der Diskussion. Die Schweiz hat ihre gesetzlichen Regelungen zu Laserpointern und anderen Lasergeräten deutlich verschärft. Verboten sind die Ein- und Ausfuhr, die Durchfuhr, das Anbieten und die Abgabe sowie der Besitz von Laserpointern oberhalb von Klasse 1 sowie von Laserpointern, die nicht oder falsch klassifiziert sind (BAG 2021).

Mit der EU-Verordnung zur Marktüberwachung und dem Gesetz zur Neuordnung der

Marktüberwachung, die 2021 in Kraft getreten sind, sollen die Marktüberwachungsbehörden insbesondere im Hinblick auf den zunehmenden Onlinehandel gestärkt werden. Eine Einschätzung der Wirksamkeit kann noch nicht gegeben werden.

In jedem Fall jedoch müssen Risikobewusstsein und Eigenverantwortung der Verbraucherinnen und Verbraucher verbessert werden. Zu oft werden Laserpointer als harmlos, manchmal sogar als Kinderspielzeug betrachtet. Sie sind jedoch weder das eine noch das andere. Hier steht die zielgruppenspezifische Information von Eltern und anderen Betreuungspersonen im Vordergrund. Im medialen Umgang mit Blendattacken ist jedoch Umsicht geboten. Es sollen keinesfalls Trittbrettfahrer animiert werden. ●

## EMPFEHLUNGEN

- Verwenden Sie – wenn überhaupt – möglichst nur Laserpointer der Klasse 1.
- Richten Sie nie einen Laserstrahl – egal welcher Klasse das Lasergerät angehört – auf Personen. Blicken Sie nie absichtlich in einen Laserstrahl. Falls Laserstrahlung ins Auge trifft, die Augen bewusst schließen und den Kopf abwenden.
- Achten Sie auf Kennzeichnungen und Warnhinweise. Kaufen Sie keine Laserpointer, bei denen Informationen beispielsweise zur Leistung fehlen. Letzte Sicherheit gibt es hier jedoch nicht. Angaben können falsch sein.
- Wenn Sie einen Laserpointer besitzen, gehen Sie verantwortungsvoll damit um. Achten Sie darauf, dass im Haushalt vorhandene Laserpointer nicht für Kinder zugänglich sind.
- Bitte bedenken Sie: Laser sind kein Spielzeug. Sie gehören nicht in Kinderhand!

## LITERATUR

BAG – Bundesamt für Gesundheit (2021): Vollzugshilfe zum Verbot und zur zulässigen Verwendung von Laserpointern auf Grund der Verordnung zum Bundesgesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall (V-NISSG). <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/nissg.html> (Zugriff am: 27.12.2021).

BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2013): Technische Spezifikation zu Lasern als bzw. in Verbraucherprodukte(n). <https://www.baua.de/DE/Themen/Anwendungssichere-Chemikalien-und-Produkte/Produktsicherheit/Laserprodukte/pdf/Technische-Spezifikation-Laser.html> (Zugriff am: 27.12.2021).

Birtel J, Harmening WM, Krohne TU et al. (2017): Retinal injury following laser pointer exposure—a systematic review and case series. *Dtsch Arztebl Int.* 114: 831–837. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0831.

EU – Europäische Union (2019): Verordnung (EU) 2019/1020 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über Marktüberwachung und die Konformität von Produkten sowie zur Änderung der Richtlinie 2004/42/EG und der Verordnungen (EG) Nr. 765/2008 und (EU) Nr. 305/2011.

Hohberger B, Bergua A (2017): Selbst verursachte laserinduzierte Makulopathie im Jugendalter. *Ophthalmologe* 114: 259–261. DOI: 10.1007/s00347-016-0293-x.

Linton E, Walkden A, Steeples LR et al. (2019): Retinal burns from laser pointers: a risk in children with behavioural problems. *Eye* 33: 492–504. DOI: 10.1038/s41433-018-0276-z.

Henrichsen M, Stutz S, Eberle B et al. (2021): Blendattacken und Augenschädigungen durch Laser und andere starke optische Strahlungsquellen. Vorhaben 3620 S72 410. Im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz. Ressortforschungsbericht zum Strahlenschutz. BfS-RESFOR-187/21. <http://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2021121530236>.

MüG – Gesetz zur Marktüberwachung und zur Sicherstellung der Konformität von Produkten (Marktüberwachungsgesetz) vom 09. Juni 2021 (BGBl. I S. 1723).

Neffendorf JE, Hildebrand GD, Downes SM (2019): Handheld laser devices and laser-induced retinopathy (LIR) in children: an overview of the literature. *Eye* 33: 1203–1214. DOI: 10.1038/s41433-019-0395-1.

Pepler W, Collath T, Reidenbach HD (2019): Messung und Bewertung für die Allgemeinbevölkerung relevanter optischer Strahlenquellen – Abschätzung von Risiken für das Auge, insbesondere Blaulichtgefahr und Blendung. Vorhaben 3617 S82 441. Im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz. Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz. BfS-RESFOR-146/19. <http://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2019032717803>.

Raouf N, Chan TKJ, Rogers NK et al. (2014): “Toy” laser macular burns in children. *Eye* 28: 231–234. DOI: 10.1038/eye.2013.315.

Thanos S, Böhm MRR, Meyer zu Hörste M et al. (2015): Retinal damage induced by mirror-reflected light from a laser pointer. *BMJ Case Rep* 2015. DOI: 10.1136/bcr-2015-210311.

Torp-Pedersen T, Welinder L, Justesen B et al. (2018): Laser pointer maculopathy – on the rise? *Acta Ophthalmol.* 96: 749–754. DOI: 10.1111/aos.13856.

Ueda T, Kurihara I, Koide R (2011): A case of retinal light damage by green laser pointer (Class 3b). *Jpn J Ophthalmol* (2011) 55: 428–430. DOI: 10.1007/s10384-011-0031-5.

Vukicevic M, Gin T, Keel S (2014): Laser Pointer Retinal Injury: A Case Report. *Aust Orthopt J* 46. <https://www.aojournal.com.au/archive/2014/volume-46/laser-pointer-retinal-injury-a-case-report> (Zugriff am: 18.11.2021).

## KONTAKT

Dr. Monika Asmuß  
Bundesamt für Strahlenschutz  
Fachgebiet WR 4 – Optische Strahlung  
Ingolstädter Landstraße 1  
85764 Oberschleißheim  
E-Mail: [masmuss@bfs.de](mailto:masmuss@bfs.de)

[BfS]

# Planetary Health – ein Konzept für Umwelt- und Gesundheitsschutz im Anthropozän

## *Planetary Health – a Concept for Environmental Health Protection in the Anthropocene*

### ZUSAMMENFASSUNG

Umweltveränderungen wie der Klimawandel und Umweltverschmutzungen haben zahlreiche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Aus diesem Grund stellte die Rockefeller Foundation – Lancet Commission on Planetary Health 2015 das Konzept „Planetary Health“ vor. Dieses definiert gesunde und intakte Ökosysteme als Grundvoraussetzung für Gesundheit und Wohlbefinden der Weltbevölkerung. Planetary Health umfasst ein breites Spektrum an Themengebieten und bietet einen Rahmen für ökologische, gesundheitsbezogene und sozialpolitische Zielsetzungen wie die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen sowie den European Green Deal. In Deutschland können existierende regulatorische Ansätze, wie die Nachhaltigkeitsstrategie, das Klimaschutzgesetz sowie die Klimaanpassungsstrategie inklusive deren Maßnahmen, als Teil von Planetary Health gesehen werden.

TOMKE  
ZSCHACHLITZ,  
WOLFGANG STRAFF,  
HANS-GUIDO MÜCKE

### ABSTRACT

*Environmental changes like climate change and pollution have various impacts on human health. Therefore, a report was launched by the Rockefeller Foundation – Lancet Commission on Planetary Health in 2015 introducing the concept of Planetary Health. The concept defines healthy and intact ecosystems as a prerequisite for good health and well-being of the world's population. Planetary Health offers a broad spectrum of topics embedding political health- and environment-related and social objectives such as the Sustainable Development Goals of the United Nations and the European Green Deal. In Germany current approaches and measures such as the Sustainable Development Strategy, the Climate Change Act and the Climate Adaptation Strategy can be seen under the aspect of Planetary Health.*

### EINLEITUNG

Die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf abiotische und biotische Natur und die Ökosysteme der Erde sind deutlich wahrnehmbar. Seit der Industrialisierung im frühen 19. Jahrhundert hat sich durch die Nutzung fossiler Energieträger die Konzentration von Treibhausgasen, wie Kohlenstoffdioxid, Methan und Distickstoffmonoxid, in der Atmosphäre signifikant erhöht. Die daraus resultierende Erderwärmung gilt

laut IPCC als bewiesen. Der globale Temperaturanstieg im Zeitraum von 2000–2020 betrug ungefähr 1 °C im Vergleich zu den Jahren 1850–1900, die Hälfte davon vollzog sich in den letzten 30 Jahren (IPCC 2021). Die erwärmte, energiereiche Atmosphäre ist darüber hinaus die Basis für Extremwetterereignisse wie Hitze- und Dürreperioden, Stürme sowie Starkregen mit Überschwemmungen. Diese treten seit einigen Jahren häufiger, intensiver und länger andauernd auf – mit teils dramatischen negativen Auswirkungen auf



Quelle: Beboy/Fotolia.com.

Menschen und Umwelt – in Städten ebenso wie auf dem Land.

Die mittlere Jahrestemperatur ist in Deutschland seit Beginn der Aufzeichnung meteorologischer Daten im Jahr 1881 bereits um 1,6°C gestiegen. Dieser Anstieg fällt in Deutschland damit stärker aus als der weltweite Temperaturanstieg. Klimaprojektionen zeigen, dass bei einer weiteren Zunahme der Treibhausgasemissionen bis zum Ende dieses Jahrhunderts die mittlere Lufttemperatur hierzulande im Vergleich zur vorindustriellen Zeit um 3,1 bis 4,7°C ansteigen würde (Kahlenborn et al. 2021).

Der Verbrauch natürlicher Ressourcen durch den Menschen hat einen Einfluss auf die Ökosysteme der Erde, besonders vor dem Hintergrund des starken Wachstums der Weltbevölkerung seit der Mitte des 20. Jahr-

hunderts. Im Jahr 2000 wurde der Begriff des „Anthropozän“ als neue geochronologische Epoche nach dem Holozän durch den Meteorologen und Atmosphärenchemiker Paul Crutzen vorgeschlagen. Im Anthropozän ist der Mensch die dominierende Kraft und verändert die Biologie und Geologie unseres Planeten (Steffen et al. 2007). Artensterben, Umweltverschmutzungen und Störungen des Gleichgewichts von natürlichen Systemen sind die negativen Folgen.

Auswirkungen durch Umweltveränderungen auf die menschliche Gesundheit jetziger und künftiger Generationen sind vielfältig und bereits heute sichtbar. Aus diesem Grund wurde 2015 das Konzept Planetary Health von der Rockefeller Foundation und der Fachzeitschrift „The Lancet“ im Rahmen eines Berichts mit dem Titel

“Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health” vorgestellt (Whitmee et al. 2015). Die Rockefeller Foundation, Universitäten, Forschungs- und Regierungseinrichtungen, NGOs und die Zeitschrift The Lancet – Planetary Health gründeten 2016 die Planetary Health Alliance, in der heute mehr als 250 Institutionen weltweit Mitglied sind (Planetary Health Alliance 2022).

## WAS BEDEUTET PLANETARY HEALTH?

Basierend auf der Ursprungsdefinition von Whitmee et al. 2015 wird unter Planetary Health das Erreichen von Gerechtigkeit, Wohlbefinden und der bestmöglichen Gesundheit durch einen besonnenen Umgang mit menschlichen – politischen, ökonomischen und sozialen – Systemen verstanden, welche die Zukunft der Menschheit und der natürlichen Systeme der Erde formen. Durch sie werden die Umweltbedingungen bestimmt, welche den sicheren Rahmen definieren, in dem die Menschheit existieren kann. Kurz formuliert beschreibt Planetary Health den Zustand der natürlichen Systeme der Erde und die von diesem Zustand abhängige Gesundheit der menschlichen Zivilisation.

Menschliche Gesundheit benötigt intakte Ökosysteme, die stabil und resilient sind. Viele Erfolge menschlicher Zivilisation des letzten Jahrhunderts, die zu einer verbesserten Gesamtgesundheit der Weltbevölkerung führten, korrelieren allerdings mit einem intensiven Verbrauch natürlicher Ressourcen. So wuchs die globale Bevölkerung seit 1950 stark an, bei einem parallelen Anstieg der Lebenserwartung. Weltweit nahmen daher auch der Wasser- und Energieverbrauch zu. Die gleichzeitige Zunahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist im Rahmen dieser Veränderungen die Ursache für den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur. Im selben Zeitraum nahmen, ausgelöst durch einen verstärkten Flächenverbrauch für Siedlungs-

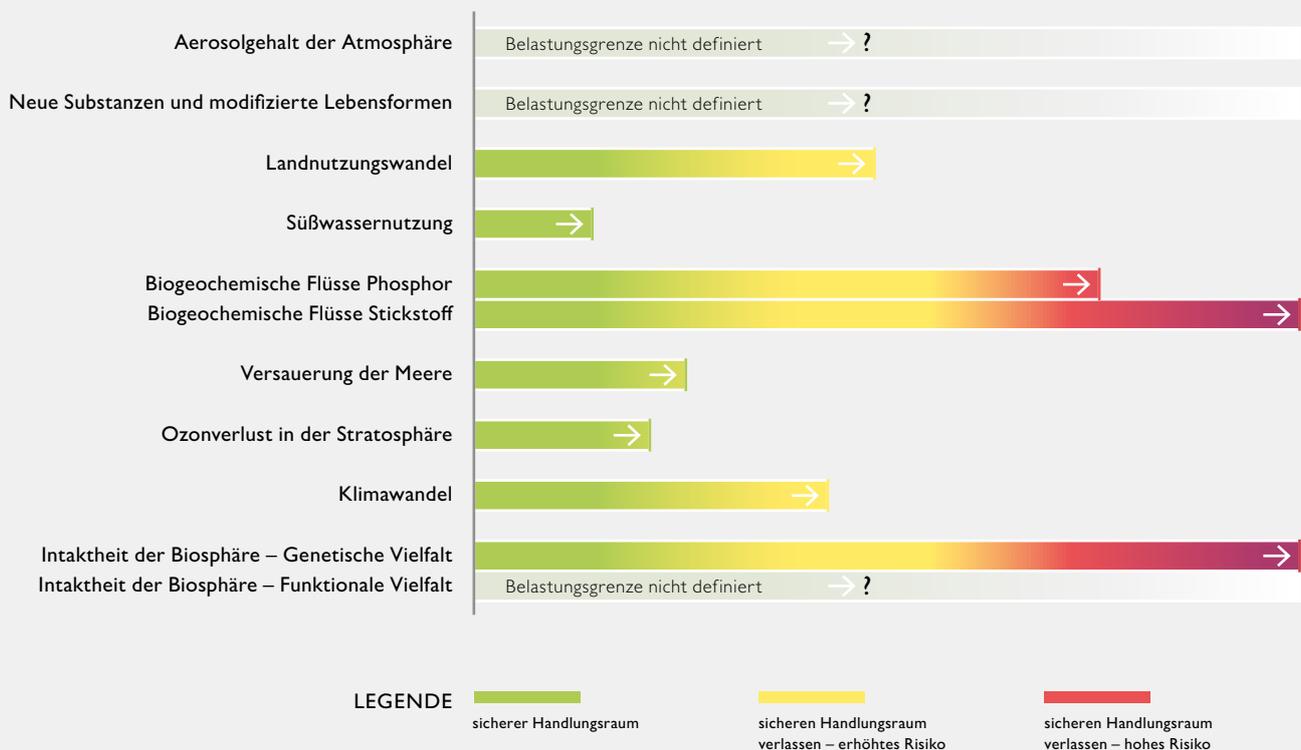
und Wirtschaftsflächen, die ursprünglichen Naturwälder und die Biodiversität stetig ab (Whitmee et al. 2015).

Rockström et al. stellten 2009 das Konzept der planetaren Belastungsgrenzen vor, welches 2015 von Steffen et al. überarbeitet und erweitert wurde (ABBILDUNG 1). Danach schlagen die Autoren und Autorinnen neun Sektoren vor, in denen der Mensch Einfluss auf biophysikalische Prozesse nimmt, welche die Stabilität des Systems Erde gewährleisten. Unterhalb definierter globaler Schwellenwerte existiert ein sicherer Handlungsspielraum für menschliche Aktivitäten, wohingegen eine Überschreitung zu einer Destabilisierung von Ökosystemen mit dem Risiko teils unvorhersehbarer, gegebenenfalls katastrophaler und irreversibler Folgen führen kann. Die Sektoren beeinflussen sich gegenseitig. Steffen et al. (2015) benennen „Klimawandel“ und „Integrität der Biosphäre“ als Kernbereiche für die Stabilität aller Systeme der Erde. Für fast alle Sektoren existieren Kontrollvariablen, mit denen sich die Schwellenwerte und das Ausmaß der anthropogenen Aktivitäten messen lassen. Im Sektor „Klimawandel“ sind dies der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Gehalt und der Strahlungsantrieb, der die Energiebilanz der Erde und damit ihre Erwärmung anzeigt. Die Spannen der Werte, in der Abbildung dargestellt als gelber Bereich, beziehen sich auf mögliche Schwankungen durch Unsicherheiten und Lücken der verwendeten wissenschaftlichen Methoden. Je stärker Schwellenwerte überschritten werden, desto höher ist das Risiko gravierender Folgen durch die Destabilisierung von Ökosystemen (Rockström et al. 2009). ABBILDUNG 1 zeigt, dass die Risiken in den Bereichen „Genetische Vielfalt“ und „Biogeochemische Flüsse“ als „hoch“ und in den Sektoren „Klimawandel“ und „Landnutzungswandel“ als mittel einzustufen sind. In den genannten Feldern wurden die Schwellenwerte bereits überschritten. Das Modell verdeutlicht die Auswirkungen menschlichen Handelns auf natürliche Systeme und impliziert die Notwendigkeit eines schonenderen Umgangs mit den natürlichen Ressourcen der Erde.

Das Konzept Planetary Health bezieht sich auf die begrenzte Belastbarkeit der Ökosysteme und die Folgen menschlicher Aktivitäten auf unserem Planeten. Indem menschliche Gesundheit und der Schutz der natürlichen Ökosysteme zusammengedacht und miteinander in Verbindung gebracht werden, ergeben sich Synergieeffekte, die sowohl die Anpassung an bereits erfolgte als auch die Prävention vor weiteren Umweltveränderungen ermöglichen. Inter- und Transdisziplinarität spielen bei Planetary Health eine große Rolle, da neben ökologischen und gesundheitlichen Fragestellungen weitere anthropogene Systeme (z. B. politische oder soziale) beachtet werden. Hierfür werden Werte wie Empathie, Gegenseitigkeit, Verantwortung und die Fähigkeit zur kritischen Selbstreflexion vorausgesetzt (Schulz, Herrmann 2021).

Das verwandte Konzept „One Health“ unterscheidet sich von „Planetary Health“ durch seine Fokussierung auf Querschnittsgebiete zwischen der Human- und Veterinärmedizin (wobei aber auch Umweltthemen Teil von One Health sein können). Wichtige Themengebiete von One Health sind beispielsweise Zoonosen, antimikrobielle Resistenzen und Lebensmittelsicherheit, während Nachhaltigkeit, Klima und Umwelt und ihre Wechselwirkungen mit der menschlichen Gesundheit eher Planetary Health zugeordnet werden (Doyle et al. 2020). Um die Ziele von Planetary Health zu erreichen, muss sich der Umgang des Menschen mit den natürlichen Ressourcen der Erde in den kommenden Jahrzehnten grundlegend ändern.

ABBILDUNG I  
 Die planetaren Belastbarkeitsgrenzen  
 (mod. nach Steffen et al. 2015).



## BEDEUTUNG VON PLANETARY HEALTH FÜR UMWELTMEDIZIN UND UMWELTHYGIENE

Als interdisziplinäres Fachgebiet befasst sich die Umweltmedizin mit der Erforschung, Prävention und Behandlung umweltbedingter Gesundheitsrisiken und Gesundheitsstörungen (siehe auch RKI 2016). Dabei steht die präventive Umweltmedizin mit umwelthygienischen, epidemiologischen und präventivmedizinischen Schwerpunkten im Vordergrund der politisch/behördlichen Betrachtung.

Planetary Health erweitert den Blickwinkel auf die Krankheits-auslösenden Mechanismen und nimmt zudem den Menschen als **Verursacher** der Schädigung von funktionierenden Ökosystemen in den Fokus. Häufig gibt es Co-Benefits bei der Bewältigung von und der Prävention vor schädlichen Umwelteinflüssen und Krankheiten. Da sich Planetary Health als Konzept stetig weiterentwickelt, lässt sich noch nicht eindeutig vorhersagen, inwiefern sich die Umweltmedizin als Fach in der Zukunft verändern wird. Es ist davon auszugehen, dass die Bedeutung des Faches Umweltmedizin und der Beratungsbedarf in diesem Bereich in den nächsten Jahren auch aufgrund von Planetary Health stark zunehmen werden. Dies zeigt sich schon jetzt im Zusammenhang mit den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels. Dabei wird es aller Voraussicht nach zukünftig darauf ankommen, ein multikausales Wirkungsmodell zu entwickeln und fachlich abzustimmen. Dieses sollte deutlich vor einer Exposition gegenüber einer Umweltveränderung oder einer beginnenden gesundheitlichen Belastung ansetzen und schon bei der Entwicklung neuer Technologien und anderer Veränderungs- oder Transformationsprozesse Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung antizipieren und integrativ bewerten.

Zentrale Aufgabe der Umwelthygiene ist es, sich mit der Prävention von Gesundheitsschäden zu befassen, die durch Stres-

soren, wie beispielsweise Krankheitserreger, Schadstoffe und Staub in der Umwelt (insbesondere in Wasser, Boden und Luft), verursacht werden. Hierzu zählen unter anderem der analytische Nachweis beziehungsweise die Messung dieser Noxen in der Umwelt wie auch im menschlichen Körper, die Erforschung ihrer Wirkung auf die menschliche Gesundheit und die Formulierung von Referenz-, Richt-, Ziel- und Grenzwerten. Auch sozialwissenschaftliche Aspekte sowie Fragen der spezifischen Empfindlichkeit bestimmter Bevölkerungsgruppen, die Indikatoren-Entwicklung für Expositionsbeurteilungen und Public Health gehören mit in den Bereich der Umwelthygiene. Daher kommt diesen Themenfeldern für die Umwelt-Mensch-Gesundheit-Interaktion im Rahmen von Planetary Health eine besondere Bedeutung zu.

## PLANETARY HEALTH ALS RAHMEN DER AKTUELLEN INTERNATIONALEN POLITIK

Die globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs) der Agenda 2030, der im Jahr 2015 alle 194 Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen zustimmten, gelten als politischer Meilenstein, der soziale, ökologische und ökonomische Ziele miteinander vereint (Martens, Obenland 2017). Der Bericht der Rockefeller Foundation – Lancet Commission on Planetary Health nimmt in der Präsentation des Konzepts Planetary Health an zahlreichen Stellen Bezug auf die 17 SDGs.

Whitmee et al. (2015) bezeichnen die SDGs als Möglichkeit, soziale, gesundheitliche und umweltbezogene Themen zusammenhängend zu adressieren. Viele der Indikatoren, die der Überprüfung der SDGs dienen, sind auch auf Aspekte von Planetary Health anwendbar. Sie ermöglichen durch das Sammeln geeigneter Daten die Erstellung von Trends und eine Messung des Fortschritts der Staaten, auch im Vergleich untereinander. Somit

lässt sich die Agenda 2030 in das Konzept von Planetary Health einbetten.

Das Erreichen der SDGs erfordert geeignete Maßnahmen zur Umsetzung und eine strenge Kontrolle, damit bestimmte Ziele nicht auf Kosten anderer Ziele – beispielsweise Infrastrukturverbesserungen auf Kosten von Umweltzielen – erreicht werden (Whitmee et al. 2015).

Regierungen haben durch eine Kombination verschiedener Maßnahmen – beispielsweise regulatorischer oder informativer Art – Lenkungsmöglichkeiten auf die Umsetzung von Umwelt- und Gesundheitszielen. Hierzu zählen beispielsweise die Besteuerung von gesundheits- und umweltschädlichen Produkten (Clark 2015), Medienkampagnen in verschiedensten Formaten, Interventionen zur individuellen Verhaltensänderung, die

Entwicklung resilienter Gesundheitssysteme oder die Förderung eines öffentlichen Diskurses zu Planetary Health (Whitmee et al. 2015). Laut des aktuellen Sustainable Development Reports aus dem Jahr 2021 ist der globale Durchschnittswert des SDG-Index, der ein Maß für das quantitative Erreichen der SDGs ist, durch die COVID-19-Pandemie zum ersten Mal im Vergleich zum Vorjahr gesunken, was für eine Abweichung von den Zielen spricht. Die SDGs und damit auch Ziele von Planetary Health sind und waren auch vor der Pandemie noch nicht erreicht (Sustainable Development Report 2021).

Auf Ebene der Europäischen Union (EU) wurde 2019 der European Green Deal beschlossen, mit dem sich die EU-Staaten verpflichten, ihre Netto-Treibhausgasemissionen bis 2050 auf null zu reduzieren und der eine weitere wichtige Entwicklung ist, die das Konzept von Planetary Health unterstützt. Ohne die Verschärfung von Klimaschutzmaßnahmen würde die EU (Stand 2020) im Jahr 2050 nur eine Reduktion von Treibhausgasen um 60 Prozent im Vergleich zu 1990 erreichen. Durch Ergreifen der nötigen Maßnahmen zum Erreichen der Netto-Treibhausgasneutralität würden die EU-Staaten weltweit eine Vorreiterrolle im Klima- und Gesundheitsschutz einnehmen (Haines, Scheelbeek 2020).

Im Jahr 2019 versammelte die internationale Konferenz “Europe that protects: Safeguarding our Planet, Safeguarding our Health” (dt. „Ein Europa, das beschützt: Unseren Planeten und unsere Gesundheit wahren“) Angehörige aus Wissenschaft und Politik in Helsinki, Finnland, um über die Implementierung von Planetary Health in Regierungen, Institutionen, akademischen Zentren und der Volksgesundheit zu diskutieren. Dabei wurde die enge Verbindung zwischen Planetary Health und den SDGs sowie zum European Green Deal hervorgehoben. Teilnehmende der Konferenz verfassten die Helsinki-Deklaration, die in acht Punkten die Dringlichkeit schnellen Handelns betont, um die menschliche und planetare Gesundheit zu schützen (INFOBOX) (Halonen et al. 2020).

#### INFOBOX

##### **ARTIKEL DER HELSINKI-DEKLARATION 2019 ZUM SCHUTZ DER MENSCHLICHEN UND PLANETAREN GESUNDHEIT (PLANETARY HEALTH)**

- Menschliche Gesundheit hängt von unserer Fähigkeit ab, die Gesundheit der Erde zu erhalten. Das Bewusstsein für die Verbindung zwischen menschlicher und planetarer Gesundheit muss verstärkt werden.
- Soziale Balance ist die Voraussetzung für jedes erfolgreiche Handeln. Soziale Gerechtigkeit ist unabdingbar, um Natur zu erhalten und wiederaufzubauen.
- Langfristige Ziele sollten Priorität gegenüber kurzfristigem politischem oder ökonomischem Erfolg haben.
- Kurzfristige Handlungen, wie die Reduktion von Luftverschmutzung, Verunreinigungen durch Chemikalien oder die Entwöhnung vom Rauchen, haben schnellen und großen Einfluss auf die Gesundheit und sollten aktiv beworben werden, da sie auch die planetare Gesundheit fördern.
- Interventionen, die in Gemeinschaften, Bürgern und Bürgerinnen geplant und durchgeführt werden, haben relevanten Einfluss auf die Politik und können als Vorbild für gesellschaftliches Lernen dienen.
- Natur gehört zu uns und wir gehören zur Natur. Natur existiert in uns und um uns herum, und artenreiche Natur ist essenziell für menschliche Gesundheit und menschliches Überleben.
- Wissen entsteht durch wissenschaftliche Erkenntnisse und Innovationen werden nur dann ins Handeln umgesetzt, wenn sie durch Wissenschaft, Bürger und politische Entscheidungsträger gemeinsam erschaffen werden.
- Wirkungsorientiertes Handeln für planetare Gesundheit muss kontinuierlich evaluiert und verbessert werden.

Quelle: übersetzt nach Halonen et al. 2021.

Um lokale, regionale, nationale und globale Organisationen bei der Integration eines Planetary Health-Konzepts zu unterstützen, schlägt die Autorengruppe der Helsinki-Deklaration ein Rahmenwerk für einen Aktionsplan vor (Halonen et al. 2021).

## PLANETARY HEALTH UND AKTUELLE NATIONALE POLITIK

Die Bundesregierung orientiert sich mit der zuletzt im März 2021 aktualisierten Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) an den SDGs der Vereinten Nationen. In der DNS sind 75 Indikatoren aus 39 Bereichen enthalten, die thematisch den SDGs zugeordnet sind. Alle zwei Jahre berichtet das Statistische Bundesamt über die Entwicklung. In ihrem Leitprinzip Nachhaltigkeit berücksichtigt die DNS heutige und zukünftige Generationen und bekennt sich zu den oben beschriebenen planetaren Grenzen, um eine Zukunft zu schaffen, in der Menschen weniger Not leiden, die Gesellschaft zusammenhält und die Natur und das Klima geschützt werden (DNS 2021).

Maßnahmen zur Energiewende und zum Klimaschutz unterstützen die weiterentwickelte DNS hin zu einer zügigeren Umsetzung des 13. globalen Nachhaltigkeitsziels („Maßnahmen zum Klimaschutz“). Deutschland hat dazu 2019 ein Klimaschutzgesetz verabschiedet und dieses 2021 novelliert. Demnach soll national Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 durch kontinuierlich sinkende Emissionsmengen erreicht werden.

Bezogen auf die Folgen des Klimawandels verabschiedete die Bundesregierung 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS 2008). 2021 publizierte die DAS nach 2015 in einer zweiten Auflage die Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA), die mit der Klimaveränderung verbundene zukünftige Risiken für Deutschland untersucht und bewertet. Sie identifiziert übergeordnet fünf betroffene Systeme:

- natürliche Systeme und Ressourcen, wie Boden, Wasser, Tier- und Pflanzenarten und Ökosysteme,
- naturnutzende Wirtschaftssysteme, wie Fischerei, Land- und Forstwirtschaft,
- Infrastrukturen und Gebäude, wie Anlagen und Verkehrswege,
- naturferne Wirtschaftssysteme, wie Produktion, Handel und Dienstleistungen,
- Menschen und soziale Systeme, zu denen Gesundheit und Leistungsfähigkeit zählen.

Die Risiken der verschiedenen KWRA-Klimaszenarien verdeutlichen die Entwicklungen der Auswirkungen des Klimawandels über das Jahrhundert. Analysiert werden die Risiken in einzelnen Systemen und die Wechselwirkungen der Systeme. Schäden wirken sich wie bei einem Dominoeffekt von bereits heute stark belasteten Ökosystemen, wie Böden, Wäldern und Gewässern, hin zum Menschen und zu seiner Gesundheit aus (Kahlenborn et al. 2021).

Ein Beispiel dafür ist die zunehmende Klimawandel-bedingte Belastung durch Hitze und Trockenheit. Trockene Böden werden leichter vom Wind abgetragen. Die Fruchtbarkeit der Böden sinkt, was in der Folge zu geringeren landwirtschaftlichen Erträgen führt. Die Forstwirtschaft registriert als Effekt nachlassender Niederschläge bereits einen stärkeren Schädlingsbefall und eine ansteigende Waldbrandgefahr. Folglich steht zukünftig weniger Holz als Baumaterial zur Verfügung. Letztlich leidet auch die Gesundheit der Bevölkerung unter den zunehmenden Hitzeextremereignissen, wie die letzten zwei Dekaden deutlich zeigten.

Darüber hinaus sind außergewöhnliche Starkregenereignisse mit Bodenerosion, Sturzfluten und Hochwässern zu nennen. Sie verursachen in der Landwirtschaft Ertrags- und Ernteauffälle, zerstören Gebäude und Infrastrukturen, wodurch auch die Produktion, der Handel und die Versorgung teils erheblich beeinträchtigt werden. Menschen können ihr Hab und Gut verlieren und im schlimmsten Fall sogar ihr Leben. Diese Folgen wurden

zuletzt durch die Starkregenkatastrophe des Sommers 2021 in Deutschland offensichtlich.

In Abhängigkeit von geographischer Lage und lokal-spezifischen Gegebenheiten sind bisher relativ wenige Regionen in Deutschland sehr stark von Hitze, Dürre oder Starkregen betroffen. Dies könnte sich bei einer weiteren Klimaerwärmung jedoch ändern, wodurch ihre Folgen zukünftig in weit mehr Regionen spürbar wären.

Für die höchsten Klimarisiken wurden zudem unter Berücksichtigung einer nachhaltigen Entwicklung Anpassungsmöglichkeiten analysiert und dahingehend bewertet, wie stark sie das zukünftige Klimarisiko senken können. In allen Systemen sind Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels dringend erforderlich, um die Herausforderungen und Risiken durch sofortiges Handeln reduzieren zu können. Der größte und wichtigste Handlungsbedarf besteht für die natürlichen Systeme. Klimabedingte Veränderungen können hier oft nur schwer oder gar nicht rückgängig gemacht werden. Gleichzeitig sind Anpassungsmaßnahmen nur begrenzt, schwierig oder gar nicht möglich.

## SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Die durch menschliches Handeln bereits eingetretenen Veränderungen in Umwelt, Ökosystemen, bei Ressourcen und menschlicher Gesundheit erhöhen den Handlungsdruck für konsequenten Klimaschutz und für eine Verringerung des wirtschaftlichen Nutzungsdrucks auf die natürlichen Systeme. Nur so kann es gelingen, die Belastbarkeit der Erde nicht noch weiter auszudehnen beziehungsweise zu überschreiten. Das Konzept Planetary Health bietet durch sein umfangreiches Themenspektrum einen Rahmen für zahlreiche internationale und nationale politische Entwicklungen vor allem seit Beginn der 2000er Jahre im Bereich des Umwelt- und Gesundheitsschutzes. Wegen seines holistisch-interdisziplinären Ansatzes hat das noch junge Konzept bereits heute globale

Aufmerksamkeit erlangt und findet bereits Eingang in die Prozesse der internationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Auch in Deutschland beinhalten erste politische Aktivitäten im Bereich Umwelt und Gesundheit Aspekte von Planetary Health, so zum Beispiel realisiert über die vom Bundesumweltministerium (BMUV) und Umweltbundesamt (UBA) geförderte ‚Planetary Health Academy‘ der Deutschen Allianz Klimawandel und Gesundheit (KLUg e.V.). Der Weltgesundheitstag der Weltgesundheitsorganisation am 7. April 2022 trägt für dieses Jahr das Motto „Unsere Erde, unsere Gesundheit“ (Our planet, our health“) und rückt damit das Thema der Planetaren Gesundheit weiter in den öffentlichen Fokus.

Inwieweit sich das Planetary Health-Konzept in Deutschland sowie weltweit durchsetzen und nachhaltig etablieren wird und sich damit Erfolge bei der Einhaltung planetarer Grenzen und im Gesundheitsschutz erzielen lassen, bleibt abzuwarten. In jedem Fall ist es vor dem Hintergrund des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sinnvoll, sich bei der Ausrichtung des individuellen und gemeinschaftlichen Handelns und der politischen Entscheidungsfindung der planetaren Grenzen, welche Umwelt- und Gesundheitszustand determinieren, bewusst zu werden und danach zu handeln. ●

## LITERATUR

Clark H (2015): Governance for planetary health and sustainable development. *The Lancet* 386(10007): E39–E41. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)61205-3.

DAS – Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (2008): [https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_gesamt\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf) (Zugriff am: 15.02.2022).

DNS – Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (2021): <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998006/1873516/3d3b15cd92d0261e7a0bcd-c8f43b7839/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-nicht-barrierefrei-data.pdf?download=1> (Zugriff am: 10.02.2022).

Doyle U, Schröder P, Schönfeld J et al. (2020): Was ist der One Health-Ansatz und wie ist er umzusetzen? *UMID* 2: 65–72.

Haines A, Scheelbeek P (2020): European Green Deal: a major opportunity for health improvement. *The Lancet* 395(10233): 1327–1329. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30109-4.

Halonen J, Erhola M, Furman E et al. (2021): A call for urgent action to safeguard our planet and our health in line with the helsinki declaration. *Environmental Research* (193): 110600. DOI: 10.1016/j.envres.2020.110600.

Halonen J, Erhola M, Furman E et al. (2020): Comment: The Helsinki Declaration 2020: Europe that protects. *The Lancet* 4(11): E503–E505. DOI: 10.1016/S2542-5196(20)30242-4.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2021): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf) (Zugriff am: 08.02.2022).

Kahlenborn W, Porst L, Voß M et al. (2021): *Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland.* Umweltbundesamt (Hrsg.). Reihe CLIMATE CHANGE 20.

Martens J, Obenland W (2017): *Die Agenda 2030. Globale Zukunftsziele für nachhaltige Entwicklung.* Bonn/Osnabrück. Global Policy Forum, terre des hommes (Hrsg.). [https://www.globalpolicy.org/sites/default/files/Agenda\\_2030\\_online.pdf](https://www.globalpolicy.org/sites/default/files/Agenda_2030_online.pdf) (Zugriff am: 16.02.2022).

Planetary Health Alliance (2022): *Webseite.* <https://www.planetaryhealthalliance.org/mission-vision> (Zugriff am: 11.02.2022).

RKI – Robert Koch-Institut, Kommission Umweltmedizin und Environmental Public Health (2016): *Definition Umweltmedizin.* [https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/UmweltKommission/Definition/definition\\_node.html](https://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/UmweltKommission/Definition/definition_node.html) (Zugriff am: 15.02.2022).

Rockström J, Steffen W, Noone K et al. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32.

Schulz C, Herrmann M (2021): Planetary Health. In: Traidl-Hoffmann C, Schulz M, Herrmann M et al. (Hrsg.): *Planetary Health: Klima, Umwelt und Gesundheit im Anthropozän.* Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft: 2–6.

Steffen W, Crutzen P, McNeill J (2007): The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36(8): 614–621. DOI: 10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAHNO]2.0.CO;2.

Steffen W, Richardson K, Rockström J et al. (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347(6223). DOI: 10.1126/science.1259855.

Sustainable Development Report 2021: <https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment-report/2021/2021-sustainable-development-report.pdf> (Zugriff am: 10.02.2022).

Whitmee S, Haines A, Beyrer C et al. (2015): Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *The Lancet* 386(10007): 1973–2028. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60901-1.

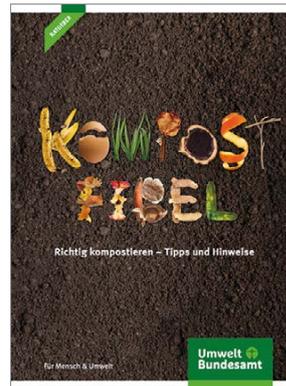
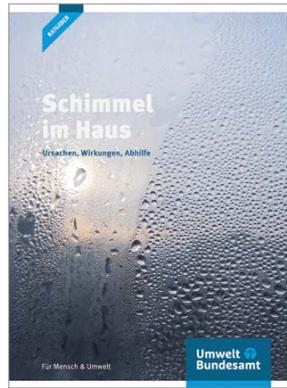
## KONTAKT

Tomke Zschachlitz  
Umweltbundesamt  
Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
E-Mail: [tomke.zschachlitz@uba.de](mailto:tomke.zschachlitz@uba.de)

[UBA]







DIESE PUBLIKATIONEN KÖNNEN SIE AUF DER INTERNETSEITE DES UMWELTBUNDESAMTES [WWW.UMWELTBUNDESAMT.DE](http://WWW.UMWELTBUNDESAMT.DE) KOSTENFREI LESEN UND HERUNTERLADEN.