

# <sup>DGUV</sup> *forum*



Schwerpunkt

## Gefahr- und Biostoffe

Weichmacherbelastung per Human-Biomonitoring erfassen 2 | Ringversuche am IFA 8 | Sicherer Umgang mit Lithium-Ionen-Akkumulatoren 14 | Gefahrstoffe in der Explosivstoff-Industrie 20 | Biostoffe am Arbeitsplatz 25 | Formaldehyd reduzieren – Biostoff-Risiken im Blick behalten 28 | REACH-Verordnung: aktueller Stand 32 | Psychische Belastung bei Gefahrstofftätigkeiten 35

Weitere Themen Exoskelette 40 | Arbeitsplätze mit UV-Exposition 45 | Online-Stimmabgabe bei den Sozialversicherungswahlen 52 | Rechtskolumne 54

# Überwachung der Belastung mit Weichmachern durch Human-Biomonitoring

Phthalate sind Weichmacher und Additive, von denen einige aufgrund ihrer hormonähnlichen Wirkungen im Verdacht stehen, gesundheitsschädlich zu sein. Am Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV (IPA) wurde eine Human-Biomonitoring-Methode entwickelt, die die Belastung durch alle relevanten Phthalate erfasst.

Weichmacher sind Substanzen, die Kunststoffe flexibel machen. Sie kommen in Kabeln, Bodenbelägen, Folien, in medizinischen Produkten oder im Bau- und Lebensmittelbereich vor. Sie sorgen für maßgeschneiderte Produkteigenschaften von Kunststoffen sowie für deren nötige Elastizität und vielseitige Einsetzbarkeit.

Die bekannteste Gruppe dieser Stoffe ist die der Phthalate, die seit Jahrzehnten in großen Mengen weltweit eingesetzt werden. In Deutschland allein sind es mehr als eine Million Tonnen pro Jahr. Jedoch können Weichmacher aus Produkten „ausbluten“ und so neben Beschäftigten auch der Umwelt und der Allgemeinbevölkerung schaden. Phthalate können über Hautkontakt, Einatmen oder durch Aufnahme über den Mund in den Körper gelangen. Beruflich belastet sind Beschäftigte vor allem in der Kunststoffverarbeitung, bei der Herstellung von Kabeln, Bodenbelägen oder medizinischen Geräten oder auch bei deren weiterer Verarbeitung zum Beispiel im Baugewerbe.

Einige Phthalate stehen im Verdacht, gesundheitsschädlich zu sein, vor allem aufgrund hormonähnlicher Wirkungen (endokrine Disruptoren) und möglicher Auswirkungen auf die Fortpflanzung. Für die gesetzliche Unfallversicherung (UV) ist dies ein zentrales Thema, denn es betrifft den Arbeits- und Gesundheitsschutz in zahlreichen Branchen, bis hin zu Kindergartenkindern, Schülerinnen und Schülern sowie Studierenden.

In der europäischen REACH-Verordnung<sup>1</sup>, die die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe in der Europäischen Union (EU) regelt, sind inzwischen viele Phthalate als „besonders besorgniserregende Stoffe“ (SVHC) gelistet und damit verboten oder streng beschränkt. Der Anhang XIV der REACH-Verordnung, auch bekannt als „Authorisation List“<sup>2</sup>, reguliert aktuell 59 Substanzen, 14 davon sind Phthalate (siehe Tabelle). Weil für keines dieser Phthalate eine Ausnahmegenehmigung eingereicht beziehungsweise

## Key Facts

- Human-Biomonitoring (HBM) erfasst, unabhängig vom Aufnahmeweg, die gesamte Belastung eines Menschen durch einen Gefahrstoff
- Mit dem Human-Biomonitoring kann der Erfolg von ergriffenen Arbeitsschutzmaßnahmen kontrolliert werden
- Die am IPA entwickelte Human-Biomonitoring-Methode konnte unter anderem die Belastung mit einem verbotenen Weichmacher in Sonnenschutzmitteln nachweisen

bewilligt wurde, ist auch keines davon weiter in der EU zugelassen. Die entsprechenden Stichtage für das Verwendungsverbot („sunset-dates“) sind in der Tabelle aufgeführt. Lediglich für DEHP, das in Medizinprodukten wie Blutbeuteln verwendet wird, wurde diese Frist mehrfach verschoben – derzeit gilt ein Sunset-Date ab dem 1. Juli 2030. Drei weitere Phthalate (Diisononylphthalat (DiNP), Diisodecylphthalat (DiDP) und Din-octylphthalat (DnOP)) sind zumindest in Spielzeug und Babyartikeln, die von Kindern in den Mund genommen werden können, verboten (*Anhang XVII*).

### Phthalate im Anhang der REACH-Verordnung

Nr.	Substanzname	Chemikalien-Identifikationsnummer (CAS)	Sunset date	Grund der Aufnahme
04	Bis(2-ethylhexyl) phthalat (DEHP)	117-81-7	21.02.2015*	a) b) c)
05	Benzyl butyl phthalat (BBP)	85-68-7	21.02.2015	a) c)
06	Dibutyl phthalat (DnBP)	84-74-2	21.02.2015	a) c)
07	Diisobutyl phthalat (DIBP)	84-69-5	21.02.2015	a) c)
33	Diisopentylphthalat	605 50 5	04.07.2020	a)
34	1,2-Benzenedicarbonsäure, di-C6-8- verzweigte Alkylester, C7-reich	71888 89 6	04.07.2020	a)
35	1,2-Benzenedicarbonsäure, di-C7-11- verzweigte und lineare Alkylester	68515 42 4	04.07.2020	a)
36	1,2-Benzenedicarbonsäure, dipentylester, verzweigt und linear	84777 06 0	04.07.2020	a)
37	Bis(2-methoxyethyl)phthalat	117 82 8	04.07.2020	a)
38	Dipentylphthalat	131 18 0	04.07.2020	a)
39	n-Pentyl-isopentylphthalat	776297 69 9	04.07.2020	a)
44	1,2-Benzenedicarbonsäure, dihexylester, verzweigt und linear	68515 50 4	27.08.2021	a)
45	Dihexylphthalat	84 75 3	27.08.2021	a)
46	1,2-Benzenedicarbonsäure, di-C6-10- Alkylester oder gemischte Decyl-/Hexyl-/ Octyl-Diester (mit $\geq 0,3\%$ DnHP)	68648 93 1 68515 51 5	27.08.2021	a)

Quelle: © Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Anhang XIV

\* Für Medizinprodukte 1. Juli 2030

- a) Fortpflanzungsgefährdend, Kategorie 1B (Artikel 57c)
- b) Endokrinschädliche Eigenschaften (Artikel 57(f) – Umwelt)
- c) Endokrinschädliche Eigenschaften (Artikel 57(f) – menschliche Gesundheit)

Die Lösung scheint einfach: Man ersetzt bedenkliche Phthalate durch weniger kritische Stoffe. Doch auch Substitute wie DEHTP und DINCH sind nicht völlig frei von möglichen gesundheitlichen Bedenken. Sie können eigene Risiken bergen, etwa durch Migration in Lebensmittel, veränderte Materialeigenschaften oder Belastungen am Arbeitsplatz bei Herstellung, Verarbeitung und Verwendung entsprechend

weichgemachter Kunststoffe. Obwohl inzwischen viele Phthalate verboten sind, sind sie aus unserem Lebensumfeld noch nicht gänzlich verschwunden. Insbesondere beim Kunststoff-Recycling treten sie in relevanten Mengen auf und müssen daher streng überwacht werden. Zudem können eventuell nicht oder nicht mehr zugelassene Weichmacher über den globalen Markt in die EU gelangen und müssen weiterhin streng überwacht werden.

## Nachweis von Weichmachern im Körper

Wenn es um gesundheitlich bedenkliche Stoffe wie Phthalate geht, spielt das Human-Biomonitoring (HBM) eine Schlüsselrolle. Es ist die derzeit beste Methode, um herauszufinden, wie stark Menschen tatsächlich belastet sind, egal ob es sich um Beschäftigte in der Industrie oder um die Allgemeinbevölkerung handelt.

Der große Vorteil liegt darin, dass HBM nicht nur misst, was in der Luft oder am Arbeitsplatz vorhanden ist, sondern die tatsächlich aufgenommene Menge im Körper erfasst. Das HBM ermittelt damit die gesamte Belastung, unabhängig davon, ob die Stoffe eingeatmet, über den Mund oder die Haut aufgenommen wurden.

Wie funktioniert das? Im Urin werden die vom menschlichen Stoffwechsel gebildeten Abbauprodukte der Phthalate, sogenannte Metabolite, analysiert. Deren Konzentrationen geben Aufschluss darüber, wie viel von den Weichmachern im Körper angekommen ist. Anschließend werden die Ergebnisse im Hinblick auf ihre gesundheitliche Bedeutung bewertet (Risikobewertung).

Wird HBM zum Beispiel im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung eingesetzt, kann damit die Wirksamkeit der ergriffenen Schutzmaßnahmen beurteilt werden. Wenn nach Einführung neuer Sicherheitsmaßnahmen die gemessenen Werte sinken, ist das ein Erfolg für den Arbeitsschutz. Außerdem hilft HBM, die zusätzliche berufliche Belastung einzuordnen, indem die ermittelten Werte mit der Hintergrundbelastung durch Alltagsprodukte und die allgemeine Umweltbelastung verglichen werden.

## Entwicklung einer Nachweismethode am IPA

2025 wurde eine neue, vom IPA entwickelte massenspektrometrische Multi-Methode vorgestellt. Mit ihr lässt sich die Belastung durch alle derzeit in der EU als fortpflanzungsgefährdend eingestuften Phthalate zuverlässig erfassen. Insgesamt können damit mehr als 20 Phthalate sowie die zwei Ersatzweichmacher DINCH und DEHTP anhand von 41 spezifischen Biomarkern im Urin überwacht und bewertet werden.<sup>3</sup>

*» Das Human-Biomonitoring ist die derzeit beste Methode, um herauszufinden, wie stark Menschen tatsächlich belastet sind.«*

Die Methode ist so empfindlich, dass sie nicht nur klassische berufliche Expositionen nachweist, sondern auch die Hintergrundbelastung der Allgemeinbevölkerung wie auch die von Kindergartenkindern, Schülerinnen und Schülern sowie Studierenden präzise erfasst. Mit dieser neuen Methode untersucht das IPA deshalb gemeinsam mit dem Umweltbundesamt (UBA) regelmäßig archivierte Urinproben der Deutschen Umweltprobenbank (UPB). Diese Proben werden seit den frühen 1980er-Jahren jährlich von jungen Erwachsenen im Alter von 20 bis 29 Jahren gesammelt. So ist es möglich, Belastungen auch rückwirkend zu analysieren. Die Gesamtuntersuchung zu den Weichmachern deckt inzwischen einen Zeitraum seit 1988 ab. Weltweit ist dies der bisher längste Zeitraum für eine einzelne Gefahrstoffgruppe wie die Phthalate.<sup>3</sup> In der Abbildung sind die aus den gemessenen Metabolit-Konzentrationen berechneten mittleren täglichen Aufnahmemengen in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  Körpergewicht/Tag der wichtigsten Weichmacher unter anderem DEHP sowie deren Ersatzstoffe DINCH und DEHTP dargestellt.

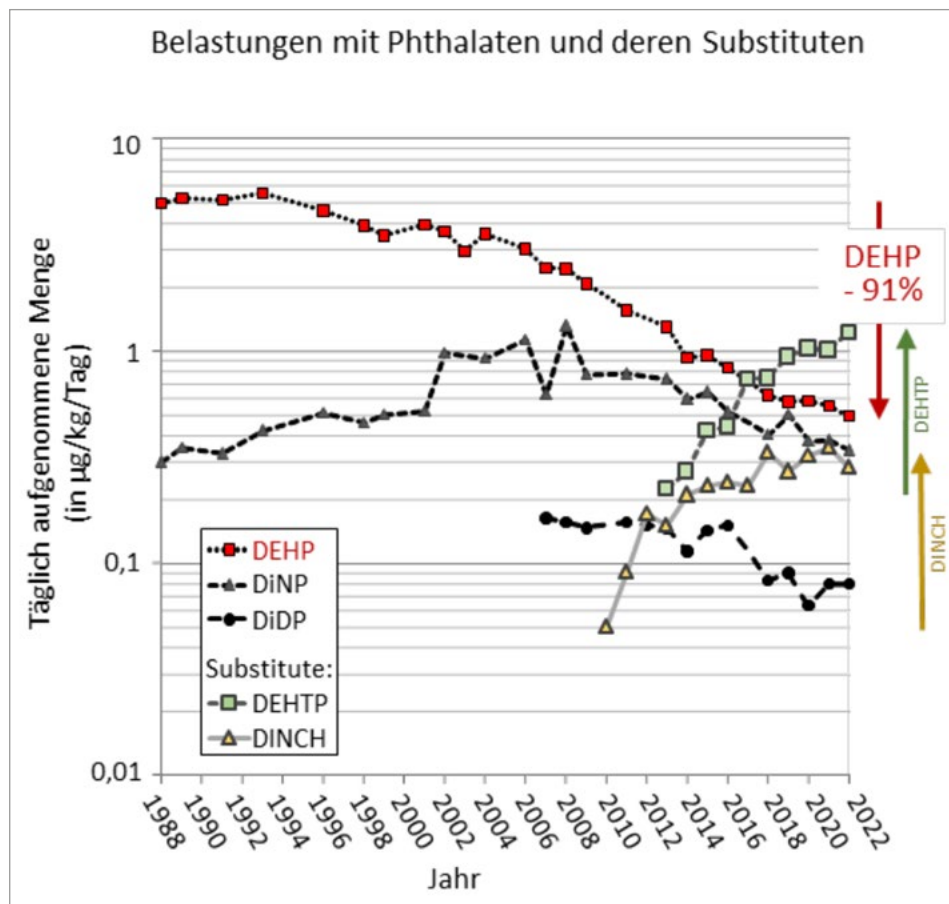


Abbildung: Zeitliche Trends der gemittelten täglichen Aufnahmemengen für Weichmacher-Phthalate sowie für die Ersatzstoffe DINCH und DEHTP, modifiziert übernommen aus <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109190>.

## Weniger Phthalate – mehr Ersatzstoffe

Seit den ersten Messungen in den 1980er-Jahren ist die Belastung mit klassischen Phthalaten deutlich gesunken. Besonders stark zeigt sich der Rückgang bei DEHP mit etwa 91 Prozent. Der Grund dafür ist, dass DEHP zu den ersten Phthalat-Weichmachern gehörte, die streng reguliert wurden. Im Gegensatz dazu steigt die Belastung mit den Ersatzweichmachern DINCH und DEHTP spürbar an. Seit 2018 liegt die tägliche Aufnahme von DEHTP sogar über der von DEHP.

Bislang gilt dieser Anstieg jedoch als unbedenklich, denn die Ersatzstoffe haben ein deutlich günstigeres toxikologisches Profil als die hormonwirksamen Phthalate wie DEHP. Sie unterliegen derzeit keiner speziellen Regulierung, abgesehen von allgemeinen Grenzwerten für Lebensmittelverpackungen. Trotzdem ist es sinnvoll, auch diese Stoffe im Blick zu behalten, denn sie werden inzwischen regelmäßig über Produkte und die Umwelt aufgenommen. Wenn die Mengen weiter steigen, könnte das langfristig kritisch werden.

## Verbotenes Phthalat in Sonnenschutzmitteln

Mit Hilfe der neuen Multi-Methode des IPA kann das gesamte Spektrum verbotener, fortpflanzungsgefährdender Phthalate präzise nachgewiesen werden. Dazu gehören auch solche, die eigentlich nicht hergestellt wurden und werden. Wie wichtig das ist, zeigte sich kürzlich am Beispiel von Di-n-Hexylphthalat (DnHexP). Dieser Stoff gehört zu den 14 in der EU wegen seiner hohen reproduktionstoxischen Wirkung verbotenen Phthalaten (siehe Tabelle, Einträge 44-46). Eine Belastung galt aber bisher als nahezu ausgeschlossen, weil keine relevante Produktion dieses Stoffes und auch keine Verwendung bekannt waren.

Bei der Analyse von Urinproben nordrhein-westfälischer Kindergartenkinder (KiSA-Studie NRW), die das IPA für das Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) untersuchte, wurde MnHexP, das Hauptabbauprodukt des DnHexP, gefunden. In den Jahren 2020 und 2021 lagen die höchsten Belastungen bei 46,2 µg/L. Für die Jahre 2023 bis 2024 wurden sogar Spitzenbelastungen von 76,0 µg/L ermittelt. Auch die bundesweite Umweltstudie GerES VI (2023–2024) bestätigte die Belastung in der Allgemeinbevölkerung mit DnHexP. Bei der Auswertung von dazugehörigen Fragebogendaten konnte der in Sonnenschutzmitteln verwendete UV-Filter DHHB als Ursache ermittelt werden.

Anschließende Labortests zeigten, dass 50 Prozent der DHHB-haltigen Sonnenschutzmittel deutliche DnHexP-Konzentrationen enthielten. Im Gegensatz dazu waren alle DHHB-freien Sonnenschutzmittel unbelastet. Um die Risiken besser einschätzen zu können und die Sicherheit der Verbraucher sicherzustellen, wurde im März 2024 von der Human-Bio-monitoring-Kommission des Umweltbundesamtes (HBM-K)

*» Mit Hilfe der neuen Multi-Methode des IPA kann das gesamte Spektrum verbotener, fortpflanzungsgefährdender Phthalate präzise nachgewiesen werden. «*

ein HBM-I-Wert von 60 µg/L im Urin für den Hauptmetaboliten Mono-n-hexylphthalat (MnHexP) festgelegt. Wird dieser Wert überschritten, können gesundheitliche Effekte nicht mehr mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Zwei Kinder der KiSA-Studie überschritten diesen Wert. Der wissenschaftliche Ausschuss für Verbrauchersicherheit (SCCS) der EU-Kommission stufte am 30. Juni 2025 die Kontamination mit DnHexP inzwischen als technisch vermeidbar ein (SCCS/1678/25). Das macht DnHexP-haltige Sonnenschutzmittel nicht mehr verkehrsfähig und somit ist die Verbrauchersicherheit der Sonnenschutzmittel wieder sichergestellt.

## Breites Methodenrepertoire unverzichtbar

Das Beispiel der Weichmacher und die am IPA entwickelte Multi-Methode zeigen deutlich, dass für den Schutz von Beschäftigten und der Bevölkerung jederzeit ein sensitives, spezifisches und breit aufgestelltes Analyseverfahren zur Verfügung stehen sollte. Dieses muss nicht nur alle aktuellen Stoffe und neue Ersatzstoffe erfassen wie DINCH und DEHTP, sondern auch streng regulierte oder verbotene (Alt-)Chemikalien. Nur so lassen sich Belastungen erkennen, die zum Beispiel durch fehlerhafte Produktionsprozesse oder durch Importe aus weniger regulierten Märkten entstehen.

Ein breites Spektrum an Methoden und Biomarkern erfüllt dabei gleich zwei Aufgaben: Zum einen sichert es die gesetzlich vorgeschriebene Überwachung bekannter Gefahrstoffe. Zum anderen dient es als Frühwarnsystem für neue oder bislang unterschätzte Risiken. Gerade für die Zukunft ist das entscheidend, denn bei sogenannten Mischexpositionen können sich mehrere Stoffe gegenseitig beeinflussen. Je umfassender die Palette an überwachten Stoffen, desto besser lassen sich Risiken bewerten und vorbeugende Maßnahmen treffen. ●

### Autor

Dr. rer. nat. Holger M. Koch,  
Institut für Prävention und  
Arbeitsmedizin der Deutschen  
Gesetzlichen Unfallversicherung (IPA)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/01/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/01/#fussnoten)

# Sicherung der Qualität von Gefahrstoffmessungen durch Ringversuche

Die Messung von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz ist zentraler Bestandteil des Arbeitsschutzes. Die Teilnahme an Ringversuchen dient der Qualitätssicherung von Messverfahren. Die Ringversuche mit eigener Probenahme des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) bieten die Möglichkeit zur Prüfung des gesamten Messverfahrens.

Die Messung von luftgetragenen Gefahrstoffen am Arbeitsplatz ist ein zentraler Bestandteil des Arbeitsschutzes und Gegenstand der Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen. Sie dient dem Nachweis der Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte.

## Herausforderungen bei Gefahrstoffmessungen

Die Messung von Gefahrstoffen muss durch geeignete Laboratorien oder Messstellen erfolgen. Dies kann entweder durch das Unternehmen selbst oder durch einen unabhängigen Messdienst durchgeführt werden. Messstellen und Laboratorien sind dabei mit etlichen Herausforderungen konfrontiert. Die Gefahrstoffkonzentrationen liegen häufig im Spurenbereich<sup>1</sup>, was hohe Anforderungen an die Empfindlichkeit und Präzision der Analytik stellt. Außerdem treten die Gefahrstoffe an Arbeitsplätzen in unterschiedlichsten Kombinationen auf. Dies kann zu Wechselwirkungen oder Störungen führen. Auch wechselnde Bedingungen am Arbeitsplatz, beispielsweise hinsichtlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit, erschweren die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

## Externe Qualitätssicherung durch Ringversuche

Um die Qualität von Arbeitsplatzmessungen sicherzustellen, ist die Teilnahme an Ringversuchen ein bewährtes Mittel. Ringversuche ermöglichen den Vergleich von Messergebnissen verschiedener Messstellen und Laboratorien unter standardisierten Bedingungen und können helfen, systematische Fehler innerhalb des gesamten Messverfahrens aufzudecken und die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Methoden zu überprüfen. Sie sind dabei nicht nur ein wichtiger Bestandteil externer Qualitätssicherung, sondern die regelmäßige Teilnahme an und das Bestehen von Ringversuchen in Form von Eignungsprüfungen sind auch eine Voraussetzung für die Akkreditierung von Messstellen und Laboratorien.<sup>2</sup> Ringversuche können

## Key Facts

- Gefahrstoffmessungen an Arbeitsplätzen sorgen für die Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte und sichere Arbeitsbedingungen
- Ringversuche sichern die Vergleichbarkeit und Zuverlässigkeit von Messungen
- Standardisierte Prüfungen helfen, Fehler bei komplexen Probenahmen früh zu erkennen
- Eine kontinuierliche Teilnahme an Ringversuchen stärkt die Kompetenz von Messstellen und Laboratorien

außerdem genutzt werden, um die eigene Qualität Dritten gegenüber zu belegen.

Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) in Sankt Augustin bietet seit 1989 Ringversuche für Arbeitsplatzmessungen von Gefahrstoffen an und wertet diese nach statistischen Vorgaben aus. Die Ringversuche decken dabei unterschiedliche Gefahrstoffe ab. Aktuell erstreckt sich das Angebot über organische Lösemittel, anorganische Säuren (flüchtig und nichtflüchtig), flüchtige organische Verbindungen (VOC), Metalle und Aldehyde. Ziel ist es, das Angebot der Ringversuche stetig zu erweitern, an aktuelle Fragestellungen im Arbeitsschutz anzupassen sowie innerhalb der einzelnen Ringversuche neue Substanzen und Entwicklungen in der Analytik einzubeziehen. So werden 2026 zwei neue Testringversuche angeboten: für Diisocyanate auf Filtern und für direktanzeigende Messgeräte, die aufgrund ihrer steigenden Qualität immer beliebter werden.

### **Probenahme – entscheidender Einflussfaktor**

Die Ringversuche des IFA werden mit und ohne eigene Probenahme angeboten. Die Ringversuche mit eigener Probenahme finden an der dynamischen Prüfgasstrecke des IFA statt. Bis zu 25 Teilnehmende können dort gleichzeitig die Probenahme mit ihrem eigenen Equipment selbst durchführen und so das gesamte Messverfahren untersuchen. Lediglich die Ringversuche für Metalle auf Filtern, nichtflüchtigen, anorganischen Säuren und Diisocyanaten auf Filtern werden ausschließlich ohne eigene Probenahme angeboten, weil hier die Herstellung der Ringversuchsproben nicht an der Prüfgasstrecke erfolgen kann.

Die Probenahme stellt eine zentrale Herausforderung dar und ist oft der kritischste Schritt einer Gefahrstoffmessung. Fehler bei der Probenahme können die Ergebnisse verfälschen. Die eingesetzten Sammeltechniken bestimmen die Qualität der Probe. Ungeeignete Probenträger oder falsch eingestellte Probenahmepumpen führen zu unvollständiger Erfassung oder Verlust bestimmter Stoffe. Solche Fehler wirken sich direkt auf die gemessene Konzentration aus und können dazu führen, dass Grenzwertüberschreitungen übersehen oder fälschlicherweise angenommen werden. Auch die Dauer der Probenahme spielt eine große Rolle. Ist sie zu kurz, werden Spitzenbelastungen möglicherweise nicht erfasst. Ist sie zu lang, können Verdünnungseffekte auftreten. Besonders in Arbeitsumgebungen mit schwankenden Belastungen ist es schwierig, repräsentative Proben zu gewinnen. Umgebungsbedingungen, insbesondere Luftfeuchtigkeit und Temperatur, sollten stets dokumentiert werden, um ihren Einfluss prüfen zu können. Wird der Messort für die Probenahme nicht sorgfältig gewählt, kann die Probe die tatsächliche Belastung am Arbeitsplatz nicht widerspiegeln. Eine fehlerhafte Probenahme gefährdet nicht nur die Genauigkeit der Messung, sondern auch die Sicherheit

*»Ringversuche ermöglichen den Vergleich von Messergebnissen verschiedener Messstellen und Laboratorien unter standardisierten Bedingungen und können helfen, systematische Fehler innerhalb des gesamten Messverfahrens aufzudecken.«*

der Beschäftigten und die rechtliche Verlässlichkeit der Ergebnisse.

Auch Ringversuche mit eigener Probenahme können nicht alle wichtigen Kriterien der Probenahme abdecken, aber sie bieten die Möglichkeit, die eingesetzten Materialien und den Umgang mit diesen bei der Probenahme vergleichend zu prüfen, wodurch sie ein wichtiges Mittel der Qualitätssicherung darstellen.

Weil die Teilnehmenden an den Ringversuchen des IFA weltweit verteilt sind und auch Laboratorien ohne eigene Messstelle teilnehmen, werden die Ringversuche auch ohne eigene Probenahme angeboten. Hier werden die Proben von den Mitarbeitenden des IFA hergestellt und an die Teilnehmenden verschickt.

## Prüfgasstrecke im IFA

Die dynamische Prüfgasstrecke im IFA (Abbildung 1) ist weltweit eine der wenigen Anlagen ihrer Art. Sie ist insgesamt 30,5 Meter lang und besteht aus drei voneinander abzugrenzenden Einheiten:

- Herstellung und Konditionierung des Prüfgases,
- Messstrecke zur aktiven Probenahme und
- Messtechnik zur Onlineüberwachung des Prüfgases.

In einem abgetrennten Raum findet die Prüfgasherstellung und -konditionierung statt. Das Prüfgas wird aus einem Grundgasstrom und einem Nebengasstrom, der die zu analysierenden Substanzen enthält, hergestellt. Als Grundgas dient Druckluft,

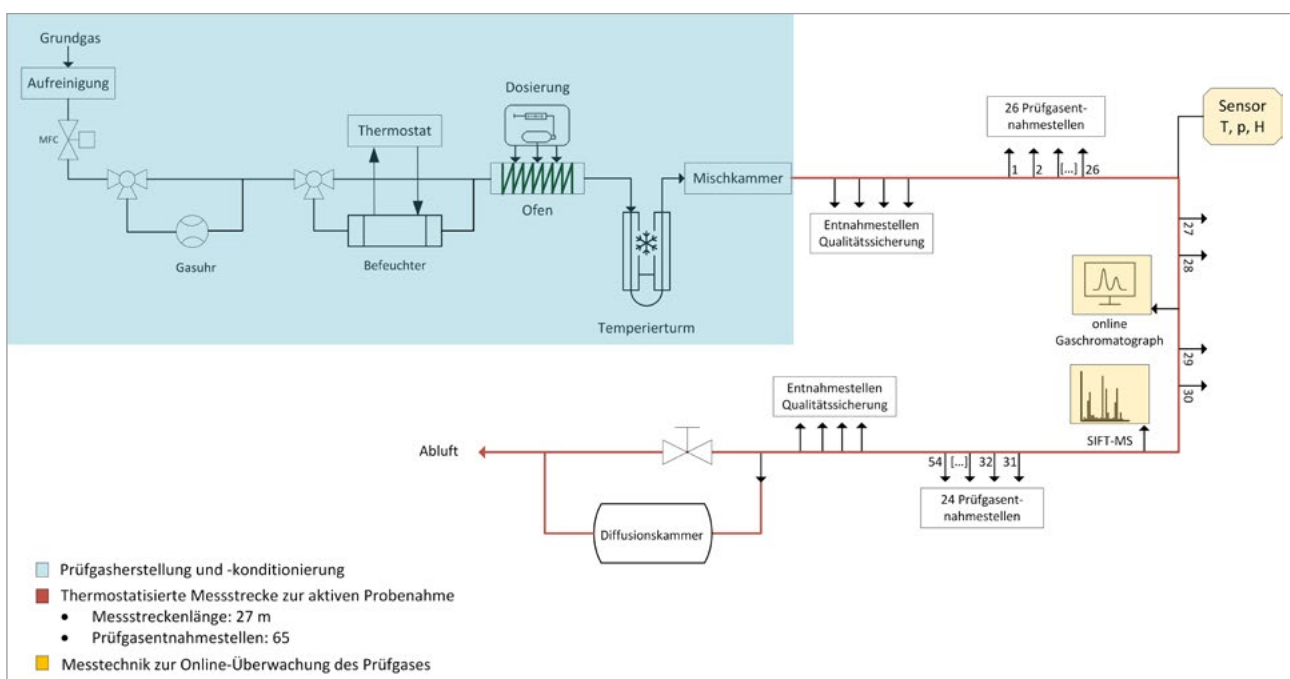


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Prüfgasstrecke des IFA

die über Katalysatoren und Filtermaterialien geleitet wird, um eventuelle Störkomponenten zu entfernen. Nach der Reinigung wird die Luft über eine thermostatisierbare Befeuchtungseinheit geführt. Diese ermöglicht die Einstellung konstanter Luftfeuchten in einem Bereich von ca. 10 bis 80 Prozent relativer Luftfeuchte. Dadurch können verschiedenste Arbeitsplatzkonditionen simuliert werden.

Zur Erzeugung des Nebengasstroms werden verschiedene Dosiersysteme eingesetzt. Die jeweiligen Analyten werden, abhängig von der Dosiermethode, flüssig oder bereits verdampft in den Grundgasstrom der Prüfgasstrecke geleitet. Durch die Einleitung in einen Ofen, der auf bis zu 200 Grad Celsius beheizt werden kann, wird bei flüssigen Substanzen eine vollständige Verdampfung sichergestellt. Bei bereits verdampften Analyten können Kondensationseffekte ausgeschlossen werden.

Der Ofen erwärmt jedoch das gesamte Prüfgas. Um dieses auf typische Arbeitsplatztemperaturen herunterzukühlen, wird es durch einen Temperierturm geleitet. In der Mischkammer werden Grund- und Nebengasstrom abschließend noch einmal durchmischt und homogenisiert. An die Mischkammer schließt sich eine Beruhigungsstrecke zur Laminarisierung des Gasstroms an.

Um sicherzustellen, dass über die gesamte Messstrecke zur aktiven Probenahme vergleichbare Bedingungen vorherrschen, ist die Prüfgasstrecke vollständig thermisch isoliert und wird durch zwei zusätzliche Thermostate temperiert. Die Messstrecke selbst ist 27 Meter lang und verfügt über 65 Probenentnahmestellen, die jeweils mit Y-Verteilern ausgestattet sind. Am Anfang und am Ende der Messstrecke werden stets interne Qualitätskontrollproben entnommen und in den IFA-Laboratorien analysiert.

## Online-Analytik

Die Qualität des Prüfgases wird mithilfe unterschiedlicher Online-Messtechniken schon während des Ringversuchs sichergestellt. Temperatur und Luftfeuchte in der Prüfgasstrecke werden dabei kontinuierlich geregelt und überwacht. Außerdem wird der Luftdruck im Labor aufgezeichnet. Bei allen Ringversuchen an der Prüfgasstrecke wird das Prüfgas mittels eines direktanzeigenden Massenspektrometers, eines sogenannten selected ion flow tube mass spectrometer (SIFT-MS), überwacht. Je nach Einstellung können im SIFT-MS sowohl organische (beispielsweise Lösemittel, Aldehyde) als auch anorganische Stoffe (zum Beispiel flüchtige anorganische Säuren) detektiert werden. Die Stoffkonzentration wird dabei im Sekundentakt kontinuierlich gemessen. Daher eignet sich diese Technik vor allem zur qualitativen Überwachung der Stabilität des Prüfgases und zur Aufzeichnung des Einlaufprozesses. Eine quantitative Analyse ist aufgrund der

*»Auch Ringversuche mit eigener Probenahme können nicht alle wichtigen Kriterien der Probenahme abdecken, aber sie bieten die Möglichkeit, die eingesetzten Materialien und den Umgang mit diesen bei der Probenahme vergleichend zu prüfen.«*

aufwendigen Kalibrierung nicht zielführend. Zur quantitativen Überwachung der Ringversuche für organische Lösemittel und VOC kann ein Online-Gaschromatograph (GC) mit Thermodesorptionseinheit (TD), Flammenionisationsdetektor (FID) und Massenspektrometer (MS) eingesetzt werden. Dabei wird je nach Ringversuch alle sechs bis 15 Minuten ein Chromatogramm erzeugt, bei dem die Stoffkonzentrationen überprüft werden.

## Auswertung und Interpretation der Ergebnisse

Nach der Analyse und Auswertung der Proben übermitteln die Teilnehmenden ihre Ergebnisse dem IFA über ein Online-Portal. Die gesamte statistische Auswertung erfolgt durch die Mitarbeitenden des IFA. Die eingegangenen Daten werden zunächst anonymisiert. Anschließend werden statistische Kennwerte ermittelt und eine Beurteilung der Leistung anhand genormter Vorgaben durchgeführt. Die Teilnehmenden erhalten einen ausführlichen Auswertereport, eine Teilnahmebestätigung sowie ein Zertifikat.

Als Beurteilungskriterium dient der von Ausreißern bereinigte Mittelwert der Teilnehmenden. Für jedes Labor, jede Probe und jeden Analyten werden Leistungskenngrößen in Form von Z-Scores<sup>3</sup> berechnet. Anhand dieser wird bewertet, ob der Teilnehmende zufriedenstellende Ergebnisse geliefert hat. Liegen die Beträge der Scores über einem Wert von zwei, so werden sie als fragwürdig betrachtet und gelten als Warnsignal. Ab Z-Score-Werten von drei und größer sind die Ergebnisse nicht zufriedenstellend und ein Eingriff zur Ursachenfindung und -behebung der Abweichung ist notwendig.<sup>4</sup> Die Einstufung basiert auf einem Konzept, das besagt, dass bei normalverteilten analytischen Messwerten etwa 95 Prozent der Ergebnisse innerhalb von zwei Standardabweichungen vom Mittelwert und 99,7 Prozent, also fast alle Werte, innerhalb von drei Standardabweichungen liegen.

Erhalten Teilnehmende die Information, dass ihre Ergebnisse auffällig sind, sollten diese zunächst prüfen, ob alle Analyten und Proben betroffen sind. Dies ermöglicht bereits einen ersten Rückschluss auf die Entstehungsursache der Abweichung. Bei der weiteren Ursachenforschung können sich Teilnehmende auf drei maßgebliche Gruppen konzentrieren: Fehler bei der Dateneingabe, technische Probleme und Probleme im Zusammenhang mit der Ringversuchsgestaltung.<sup>5</sup>

Zur ersten Gruppe zählen Übertragungs- und Berechnungsfehler. Diese können in der Regel schnell überprüft werden. Gerade Einheitenfehler kommen immer wieder vor. Konnte hier kein Fehler gefunden werden, so sind zum Ausschluss technischer Probleme die einzelnen Schritte des Messverfahrens zu prüfen. Dazu zählen die Probenahme, sofern selbst durchgeführt, die Lagerung der Ringversuchsproben vor und

*»Es ist ratsam, regelmäßig an Ringversuchen teilzunehmen, um eine kontinuierliche, unabhängige Prüfung eines zur Arbeitsplatzüberwachung eingesetzten Messverfahrens zu gewährleisten.«*

nach der Aufarbeitung, die Aufarbeitung, das Analyseverfahren, die eingesetzten Geräte und Materialien/Chemikalien, die interne Qualitätskontrolle, die Umgebungsbedingungen und auch die Datenverarbeitung. Nicht jedes schlechte Abschneiden liegt jedoch am Labor selbst. Möglicherweise sind Matrix und Konzentrationen im Ringversuch abweichend von der Routineanalytik und das eingesetzte Verfahren dadurch nicht geeignet. Ebenso können Fehler bei der Herstellung der Ringversuchsproben auftreten oder der Versand kann unter unpassenden Bedingungen erfolgen. Ein enger Austausch zwischen Ringversuchsanbieter und Teilnehmenden ist hier wichtig.

Das IFA unterstützt den Prozess der Ursachenforschung, indem im Ringversuch zusätzlich Fragen zu den Rahmenbedingungen der Probenahme, sofern zutreffend, sowie zur Analyse und Auswertung an alle Teilnehmenden gestellt werden. Die Teilnehmenden erhalten in der Ringversuchsauswertung eine Übersicht mit den anonymisierten Antworten. Hier können gegebenenfalls Rückschlüsse aus abweichenden Angaben gezogen werden.

Es ist möglich, dass auch nach einer gründlichen Untersuchung die Ursache für die schlechte Leistung nicht identifiziert werden kann. Wenn es sich um eine wiederholte schlechte Leistung handelt, sollte das Gesamtverfahren hinterfragt und geprüft werden. Es ist ratsam, regelmäßig an Ringversuchen teilzunehmen, um eine kontinuierliche, unabhängige Prüfung eines zur Arbeitsplatzüberwachung eingesetzten Messverfahrens zu gewährleisten. So bleiben die Ergebnisse verlässlich und erfüllen dauerhaft die Anforderungen an Qualität und Sicherheit.

## Fazit

Ringversuche sind ein unverzichtbares Mittel, um die Qualität von Gefahrstoffmessungen sicherzustellen. Sie fördern nicht nur die Vergleichbarkeit und Zuverlässigkeit von Analyseergebnissen, sondern tragen auch zur kontinuierlichen Verbesserung von Messverfahren bei. Durch den Erfahrungsaustausch bei Ringversuchen mit eigener Probenahme zwischen den Teilnehmenden selbst und auch mit dem IFA entstehen wertvolle Impulse für die Praxis. Ringversuche sind nicht nur eine Pflicht – sie sind auch eine Chance, um für sichere Arbeitsbedingungen zu sorgen. ●

## Autorin

Franziska Nürnberger,  
Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfall-  
versicherung (IFA)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/02/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/02/#fussnoten)

# Lithium-Ionen-Akkumulatoren und mögliche Gefährdungen für Beschäftigte

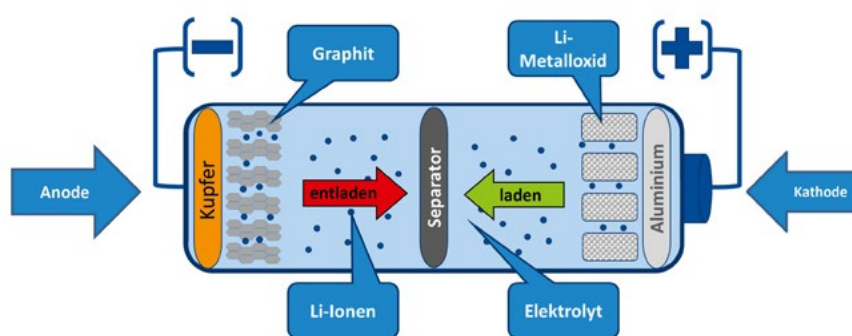
Lithium-Ionen-Akkumulatoren befinden sich mittlerweile nicht nur in Smartphones oder Laptops, sondern begleiten Arbeitnehmende auch vermehrt auf dem Weg zur Arbeit bei der Benutzung von E-Bikes, E-Rollern oder Elektrofahrzeugen. Zudem werden immer mehr Arbeitsmittel elektrifiziert und über einen Akku betrieben.

Mit der stetig steigenden Anzahl an Akkus in Betrieben steigt auch das Risiko eines Unfalls, welcher durch einen Brand oder eine Havarie eines Akkus ausgelöst wird. Hierbei spielt nicht nur das Brandereignis selbst eine zunehmende Rolle, auch die freigesetzten Gefahrstoffe sind zu berücksichtigen.

## Aufbau und Funktionsweise

Ein Lithium-Ionen-Akkumulator besteht im Kern aus sechs Hauptteilen:

- negativ geladene Elektrode (Anode)
- positiv geladene Elektrode (Kathode)
- Separator
- Elektrolyt
- Stromleiter (externer Anschluss)
- Gehäuse (nicht dargestellt in Abb. 1)



Quelle: DGUV

Abbildung 1: grafische Darstellung eines Lithium-Ionen-Akkumulators

Wird der Akkumulator nun geladen, lagert die Anode, basierend auf einer Kohlenstoffverbindung wie zum Beispiel Graphit, Lithium-Ionen ein, während die Kathode, zumeist bestehend aus einem Lithium-Metalloxid, diese abgibt. Innerhalb einer Zelle verhindert ein Separator den direkten Kontakt

## Key Facts

- Akkumulatoren werden mittlerweile in vielen unterschiedlichen Arbeitsmitteln verwendet, dabei sind unterschiedliche Risiken zu beachten
- Bei Havarien und Bränden von Akkumulatoren können gasförmige und partikuläre Gefahrstoffe freigesetzt werden
- Der sichere Umgang mit Akkumulatoren sollte ein fester Bestandteil der wiederkehrenden Unterweisungen des Betreibers sein

zwischen den beiden Elektroden. Die Lithium-Ionen können aber durch den Separator von einer Elektrode zur anderen wandern, weil dieser meist aus einem porösen Polymerfilm wie Polyethylen oder Polypropylen aufgebaut ist. Das Elektrolyt dient als Transportmedium für die Lithium-Ionen, die sich im Elektrolyten frei bewegen können.

Für den Ladevorgang oder den Anschluss eines elektrischen Verbrauchers werden Stromleitungen benötigt, welche die Elektroden mit der externen Peripherie verbinden. In der Regel sind die Anschlusspunkte für die Stromleiter die einzigen elektrisch leitfähigen Verbindungsmöglichkeiten an einem Akkumulator. Um den Akkumulator vor äußeren Einflüssen zu schützen, wird meist jede einzelne Zelle durch ein isolierendes Gehäuse umschlossen.

Der Vorteil bei Akkumulatoren gegenüber normalen Batterien ist nun, dass der elektrochemische Prozess, welcher beim Ent- oder Aufladen stattfindet, reversibel ist und so der Akkumulator mehrfach verwendet werden kann.

## Einsatzgebiete

Lithium-Ionen-Akkus werden mittlerweile in vielen unterschiedlichen Arbeitsmitteln verwendet. Sie zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte in Kombination mit einer hohen Lebensdauer aus. Zudem weisen sie im Vergleich zu anderen Akkumulatoren ein geringes Gewicht auf, was sie für viele, gerade handgehaltene Anwendungen in der Arbeitswelt interessant macht. Hierbei halten Lithium-Ionen-Akkus nicht nur Einzug in fast alle mobilen Endgeräte – wie Tablets, Smartphones und Laptops – sie werden auch vermehrt im Bereich der kabellosen Powertools – wie Akkuschauber, Heckenscheren oder Kettensägen – eingesetzt. Hierbei kommen meist ganze Werkzeugsets eines Herstellers, die mit einem Akkutyp betrieben werden können, zum Einsatz. Gerade bei den handgehaltenen Arbeitsmitteln lassen sich viele Defekte an Akkumulatoren auf einen falschen Umgang zurückführen. Hierbei stehen mechanische Beschädigungen durch Stürze oder einen sehr robusten Umgang an erster Stelle, dicht gefolgt von den elektrischen Gefährdungen beim unsachgemäßen Laden oder dem Laden von vorgeschädigten Zellen.

In der Elektromobilität werden Lithium-Ionen-Akkus in modular aufgebauten Batteriepacks verwendet, die aus mehreren in Reihe und parallel geschalteten Einzelzellen bestehen. Je nach Anwendung kommen unterschiedliche Zellchemien, wie zum Beispiel Lithium-Eisenphosphat (LFP), Nickel-Mangan-Cobalt (NMC) oder Nickel-Cobalt-Aluminium (NCA) zum Einsatz, um Anforderungen an Energiedichte, Leistungsabgabe, Sicherheit und Lebensdauer zu optimieren. Gerade bei E-Bikes und E-Rollern ist der sachgemäße Umgang sehr wichtig, um mechanische Beschädigungen zu vermeiden.

*» Gerade bei den handgehaltenen Arbeitsmitteln lassen sich viele Defekte an Akkumulatoren auf einen falschen Umgang zurückführen.«*

Auch für stationäre Klein- und Großspeicher kommen Lithium-Ionen-Akkus aufgrund ihrer hohen Lebenserwartung und dem guten Kosten-Nutzen-Verhältnis vermehrt zum Einsatz. Hierbei werden die Großspeichersysteme meist für nachhaltig erzeugten grünen Strom genutzt, dienen insbesondere zur Lastverschiebung und Netzstabilisierung und tragen so ihren Teil zur angestrebten Energiewende bei. Die richtige Wahl des Aufstellungsortes anhand der Herstellerspezifikation spielt bei solchen Speichersystemen eine wichtige Rolle, weil Änderungen im Nachhinein kaum mehr möglich sind. Weil viele Prozesse autark ablaufen, ist der Faktor Mensch bei solchen Systemen eher untergeordnet zu betrachten. Er muss aber im Falle des Austausches von Zellen, der Wartung oder des Abbaus als Teil der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.

## Mögliche Risiken

### Überladen

Ein Lithium-Ionen-Akkumulator kann beim Ladeprozess überladen werden, hierbei wird die maximal zulässige Zellspannung überschritten und es laufen unerwünschte elektrochemische Nebenreaktionen ab. Währenddessen wird elementares Lithium an der Anode abgeschieden und es kommt zu einer erhöhten Gasbildung, die meist mit einer exothermen Reaktion, also einem Temperaturanstieg, einhergeht. Ein Überladen des Akkumulators führt somit zu einem oft dauerhaften Kapazitätsverlust und kann zu einem „Aufblähen“ oder sogar zu einem Thermal Runaway (thermisches Durchgehen) der Zelle führen. Hierbei kann es zu einer Havarie der Zelle kommen oder es tritt ein gefahrstoffbelastetes Gasmisch aus, welches sich im schlimmsten Fall entzündet. Ein Überladen kann durch den Einsatz von intelligenten Batteriemanagementsystemen verhindert werden, die mittlerweile in vielen Akkus oder Ladegeräten integriert sind. Zudem empfiehlt es sich, für den Ladeprozess aufeinander abgestimmte Komponenten (originale Akkus und ein Ladegerät) zu verwenden.

### Tiefenentladung

Werden Lithium-Ionen-Akkumulatoren längere Zeit nicht benutzt und ohne jegliche Verwendung gelagert, kann es zu einer Tiefenentladung des Akkus kommen. Dies kann zu einem Zersetzen des Elektrolyten und zu irreversiblen Schäden im Inneren der Zelle führen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass der Separator beschädigt wird, was interne Kurzschlüsse in der Zelle zur Folge hat und beim Wiederaufladen zu einer erhöhten Brandgefahr führen kann.

### Mechanische Beschädigungen

Mechanische Beschädigungen treten zumeist dann auf, wenn der Akkumulator unsachgemäß und nicht nach Angaben des Herstellers verwendet wird. Ein Beispiel hierfür wäre der Einsatz in einer Applikation, wo mit größeren Vibrationen oder Stößen zu rechnen ist (Straßenverkehr, fahrerlose

*» Ein Überladen kann durch den Einsatz von intelligenten Batteriemanagementsystemen verhindert werden, die mittlerweile in vielen Akkus oder Ladegeräten integriert sind.«*

Transportfahrzeuge, etc.), der Akku hierfür aber gar nicht ausgelegt wurde. Zudem können mechanische Beschädigungen durch ein Herabfallen des Akkus oder bei einem Unfall verursacht werden. Hierbei besteht zum einen die Gefahr, dass das Gehäuse beschädigt wird und Elektrolyt austreten kann. Zum anderen kann es zu internen, nicht direkt erkennbaren Beschädigungen kommen, welche sich über einen längeren Zeitraum nicht bemerkbar machen. Wird zum Beispiel der Separator beschädigt, kann es zu einem internen Kurzschluss zwischen Anode und Kathode kommen. Hieraus resultiert dann meist eine starke Eigenerwärmung der Zelle und eine erhöhte Gasbildung, was wiederum zu einem Aufblähen der Zelle und im schlimmsten Fall zu einem Gasaustritt mit Brandfolgen führen kann.

### **Thermische Beanspruchung**

Bei der Verwendung eines Akkumulators müssen die vom Hersteller angegebenen Verwendungsbedingungen eingehalten werden. Gerade der Einsatz bei zu hohen Umgebungstemperaturen kann zu einer thermischen Überlastung der Zelle führen. Gleiches gilt für zu schnelle oder dauerhafte Temperaturwechsel, wenn diese nicht herstellerseitig freigegeben sind. Bereits ab einer Temperatur von 80 Grad Celsius beginnt die Lithium-Ionen-Zelle sich innerlich zu zersetzen. In den genannten Fällen wird die Zelle meist dauerhaft beschädigt, womit die Gefahr einer Havarie oder eines Brandes der Zelle gerade bei Ladevorgängen ansteigt.

### **Batteriemanagementsysteme (BMS)**

In nahezu allen größeren Akkumulatoren oder dazugehörigen Ladesystemen müssen sogenannte intelligente Batteriemagementsysteme (BMS) verbaut sein. Diese überwachen zum einen den sicheren Betrieb des Akkumulators und zum anderen den Ladevorgang. Hierbei werden verschiedene Parameter wie Zelltemperatur, Spannung und Ladezustand erfasst und bei irregulären Zuständen die jeweilige Aktion unterbunden sowie gegebenenfalls eine Warnung ausgegeben. Das BMS trägt somit dazu bei, den Lithium-Ionen-Akkumulator vor dem Über- oder Tiefenentladen sowie vor einer Überhitzung zu schützen und so die Lebensdauer zu erhöhen und die Leistung zu optimieren. Zudem vermindert das BMS die Gefahr eines Akkubrandes oder einer Havarie und reduziert somit das Risiko eines gefährlichen Zustands der Zelle.

### **Expositionen bei Brandereignissen**

Verschiedenste Untersuchungen und Projekte zeigen, dass es bei einer Havarie oder einem Brandereignis mit Akkumulatoren zur Freisetzung von toxischen, korrosiven und teilweise explosionsfähigen Gasen kommt.<sup>1</sup> Für die Zusammensetzung und die freigesetzte Menge des Gasgemisches spielen die verwendete Zellchemie, die Größe der Zelle sowie der

*» Verschiedenste Untersuchungen und Projekte zeigen, dass es bei einer Havarie oder einem Brandereignis mit Akkumulatoren zur Freisetzung von toxischen, korrosiven und teilweise explosionsfähigen Gasen kommt.«*

Ladezustand des Akkumulators eine wichtige Rolle. Je höher der Ladezustand eines Akkus ist, desto größer ist die Menge der austretenden Gasgemische. Für die Lithium-Ionen-Akkumulatoren sind die Hauptbestandteile der freigesetzten Gasgemische in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt.

Stoff	Eigenschaft	Besonderheit
CO (Kohlenmonoxid)	hochtoxisch	
CO <sub>2</sub> (Kohlendioxid)	erstickend	großer Anteil der Gasmenge
Organische Carbonate (Cges)	brennbar, reizend	stammen aus Elektrolytzerfall
HF (Fluorwasserstoff)	stark ätzend, hochtoxisch	
EMC, DEC, DMC	leicht entzündlich	Elektrolytlösemittel

Tabelle 1: Hauptbestandteile der freigesetzten Gase bei einem Brand von Lithium-Ionen-Akkumulatoren<sup>1</sup>

Neben der Freisetzung von gasförmigen Gefahrstoffen werden auch partikuläre Gefahrstoffe freigesetzt, die sich während und nach einer Havarie oder dem Brand eines Akkumulators in der Umgebung verteilen. Hierbei konnten bereits verschiedene Schwermetalle, etwa Kobalt, Nickel und Mangan sowie Graphitpartikel und fluorhaltige Rückstände, nachgewiesen werden.<sup>2</sup> Es zeigt sich also, dass nicht nur das Brandereignis an sich, sondern auch die spätere Entsorgung des Akkumulators und die Reinigung oder Entsorgung der exponierten Gegenstände in der Umgebung eine potenzielle Gefährdung darstellen können.

## Gefährdungsbeurteilung und Unterweisungen

Wird ein Akkumulator als Arbeitsmittel verwendet, muss die Verwendung in der arbeitsplatzbezogenen Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden. Hierbei sind nicht nur der reine Betrieb des Arbeitsmittels, sondern auch das Wechseln, Laden, Lagern, die Außerbetriebnahmen sowie die Entsorgung zu berücksichtigen. Sobald ein Akkumulator beschädigt ist, darf dieser so lange nicht mehr verwendet werden, bis sichergestellt ist, dass keine Gefahr mehr von ihm ausgeht. Eine Klärung dieses Sachverhalts kann oft nur durch den oder zusammen mit dem Hersteller des Akkumulators vorgenommen werden.

Zudem sollte das Thema Akkusicherheit beziehungsweise der sichere Umgang mit Akkumulatoren ein fester Bestandteil der wiederkehrenden Unterweisungen des Betreibers sein. Hierbei sollte der sachgerechte Umgang mit den Akkumulatoren über alle Lebensphasen hinweg beschrieben werden. Weiterhin sollten Betriebe beschreiben, unter welchen Voraussetzungen ein sicheres Laden stattfinden kann und welche Maßnahmen im Falle einer Havarie oder eines Brandes zu treffen sind. Gerade bei einer größeren Anzahl an Akkumulatoren oder Akkumulatoren mit hohen Speicherdichten empfiehlt es sich, diese in ein

Brandschutzkonzept mit einzupflegen und gegebenenfalls Rücksprache mit der örtlichen Feuerwehr zu halten.

## Fazit

Lithium-Ionen-Akkumulatoren werden auch zukünftig vermehrt in der Arbeitswelt eingesetzt werden und helfen dabei, Arbeitsmittel portabler zu gestalten und Arbeitsprozesse zu verbessern. Der Umgang mit solchen Akkumulatoren birgt jedoch einige Herausforderungen, über die der Verwender aufgeklärt werden muss. Der sachgemäße Gebrauch steht dabei an erster Stelle und kann dazu beitragen, viele Gefährdungen gar nicht erst entstehen zu lassen. Ein pfleglicher Umgang mit den akkubetriebenen Arbeitsmitteln und ein sicherer Ladeprozess helfen dabei, das Risiko eines Brandes oder einer Havarie zu reduzieren oder gar gänzlich zu vermeiden. ●

## Autor

Christian Werner,  
Institut für Arbeitsschutz  
der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IFA)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/03/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/03/#fussnoten)

# Eigenschaften von explosionsgefährlichen Stoffen

Seit der ersten Entfaltung des Feuers hat die Menschheit eine Vielzahl von Explosivstoffen entwickelt. Welche Eigenschaften haben sie und wie lässt sich sicher mit ihnen umgehen?

Als erste militärische Anwendung des Feuers gilt der Einsatz einer Brandwaffe – das „Griechische Feuer“ (Bestandteile: Erdöl oder Asphalt, Baumharz und Schwefel, später wurde auch Salpeter beigemischt) (7. Jahrhundert n. Chr.). Das Griechische Feuer war flüssig und wurde mit einer „Siphon“ genannten Vorrichtung, einer Art Flammenwerfer, eingesetzt. Bekannter und heute immer noch als ziviles und militärisches Treibmittel relevant, ist aber das Schwarzpulver – eine Mischung aus Salpeter, Schwefel und Holzkohle. Vielfach wird der Mönch Berthold Schwarz (14. Jahrhundert) als Erfinder des Schwarzpulvers bezeichnet. Das erste bekannte Schwarzpulverrezept stammt jedoch von Roger Bacon aus dem Jahr 1267.

Die Erfindung und industrielle Nutzbarmachung des Glycerintrinitrates (umgangssprachlich Nitroglycerin genannt) ist ein Meilenstein in der Entwicklung der Sprengstoffe. Der italienische Chemiker Ascanio Sobrero synthetisierte das Nitroglycerin 1847 zum ersten Mal. Alfred Nobel machte Nitroglycerin dann industriell nutzbar, unter anderem als Sprenggelatine oder auch in Dynamiten.

Zu dieser Zeit wurde zudem das Trinitrolol (TNT) erstmals hergestellt (1863). Später wurden auch die heute noch im Einsatz befindlichen einheitlichen Sprengstoffe Pentaerythrit-tetranitrat (Nitropenta) (1891), Cyclotrimethylentrinitramin (Hexogen, RDX) (1889) und Cyclotetramethylentetranitramin (Octogen, HMX) (1942) entwickelt. Bei heutigen Neubeziehungsweise Weiterentwicklungen achtet man neben einer hohen Leistung des Sprengstoffes auch auf dessen Handhabungssicherheit (Insensitivität). Als Beispiele seien hier das Hexanitroisowurtzitan (CL-20) oder auch das Dihydroxylammonium-5,5'-bistetrazolyl-1,1'-diolat (TKX-50) genannt.

## Key Facts

- Sprengstoffe werden sowohl zu militärischen Zwecken als auch in zivilen Bereichen, etwa zur Gesteinsgewinnung oder für Abbrucharbeiten, eingesetzt
- Einige Sprengstoffe sind unter anderem ätzend, krebserzeugend, keimzellmutagen oder reproduktionstoxisch
- Tätigkeiten mit explosiven und gesundheitsgefährdenden Stoffen verlangen Schutzmaßnahmen wie für andere gesundheits-schädigende Stoffe

## Welche Eigenschaften haben Sprengstoffe?

Denkt man an die Eigenschaften von explosionsgefährlichen Stoffen, geht der erste Gedanke in Richtung der explosiven Merkmale dieser Stoffe und deren Auswirkungen. Gerade in der heutigen Zeit rücken die explosiven Eigenschaften im militärischen Bereich wieder in den Vordergrund. Hier spielt die zerstörerische Wirkung dieser Stoffe eine wesentliche Rolle und wird sowohl zum Angriffskrieg (zum Beispiel in der Munition) als auch zur Verteidigung (zum Beispiel Flugabwehrraketen) genutzt. Neben den militärischen Einsatzbereichen werden hochenergetische Materialien sowohl in der Wissenschaft (zum Beispiel Treibstoffe für Trägerraketen-Satellitenantriebe) als auch zur Gewinnung von Gesteinen (sowohl über- als auch unterirdisch) sowie für Abbrucharbeiten eingesetzt. Darüber hinaus sind sie uns im Alltag allgegenwärtig (zum Beispiel in Airbags und Gurtstraffer oder der Medizin).

Zu den explosionsgefährlichen Stoffen gehören ebenfalls die pyrotechnischen Sätze, die sowohl in militärischen als auch in zivilen Bereichen eingesetzt werden. Militärisch spielen die Erzeugung von Wärme, Licht, Schall, Gas oder Rauch, die für Signalgebung (Rauch-, Leuchtraketen), Gefechtsfeldbeleuchtung, Tarnung (Rauchgranaten), Leuchtspurnmunition (Verfolgung), Simulationen (Einschläge) oder in Zündern (Verzögerungssätze) eingesetzt werden, eine große Rolle. Auch im zivilen Bereich, unter anderem bei Feuerwerken, ist die Erzeugung von Licht, Schall oder auch Rauch wesentlich. Lebensrettend ist der Einsatz von pyrotechnischen Sätzen beispielsweise im Bereich der Seenotrettung oder in Flugzeugen, wo Rettungsgeräte mittels pyrotechnischer Treibsätze aktiviert werden.

## Woher kommen explosive Eigenschaften?

Die explosiven Eigenschaften sind verknüpft mit dem Vorhandensein von bestimmten chemischen Gruppen im Molekül, die bei einer Reaktion einen sehr raschen Temperatur- oder Druckanstieg bewirken können. Explosionsgefährliche Stoffe enthalten in den Molekülen oder in den jeweiligen Mischungen brennbare und sauerstoffliefernde Bestandteile. Hierbei handelt es sich meist um Stoffe mit Sauerstoff-Stickstoff-Verbindungen, wie Nitrite, Nitrate, Nitro- oder Nitroso-Verbindungen, oder auch um Stoffe mit Sauerstoff-Chlor-Gruppen (Chlorate, Perchlorate). Ausnahmen von der Reaktion mit disponiblen Sauerstoff bilden einige Stoffe wie Azide, bei deren Zersetzung in die Elemente genügend Energie und Gasvolumen (Stickstoff) für den Explosionsprozess frei werden.

Für den Umgang mit diesen Stoffen ist die explosive Eigenschaft unbedingt zu beachten, weil eine unbeabsichtigte Umsetzung tödliche Folgen haben kann. Daher ist es überlebenswichtig, die sprengstofftypischen Parameter – insbesondere die thermischen, mechanischen oder elektrostatischen

*» Pyrotechnische Sätze spielen militärisch eine große Rolle. Lebensrettend ist ihr Einsatz beispielsweise im Bereich der Seenotrettung.«*

Beanspruchungen – zu kennen und zu beachten. Explosionsgefährliche Stoffe reagieren explosionsartig und setzen große Energiemengen frei.

### Welche weiteren Eigenschaften sind bekannt?

Nitroglycerin (Glyceroltrinitrat) ist ein wichtiger pharmazeutischer Wirkstoff, der Blutgefäße erweitert (Vasodilatator), um Angina Pectoris, Herzinsuffizienz und Bluthochdruck zu behandeln. Es setzt Stickstoffmonoxid frei, das glatte Muskeln entspannt und den Blutfluss zum Herzen reduziert. Es wird in verdünnter Form als Spray, Spray unter der Zunge (Sublingual), Pflaster, Creme oder Injektion verabreicht. Die medizinische Form ist nicht explosiv.

Aber eine Reihe von Sprengstoffen haben auch die „klassischen“ Eigenschaften von Gefahrstoffen. Sie sind unter anderem ätzend, krebserzeugend, keimzellmutagen oder reproduktionstoxisch. Und – sofern sie zur Erzeugung einer Explosionswirkung oder pyrotechnischen Wirkung in Verkehr gebracht werden – werden sie gemäß der CLP-Verordnung<sup>1</sup> ausschließlich gemäß den Vorschriften für explosive Stoffe, Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoffen gekennzeichnet. In diesen Fällen findet man die weiteren Einstufungen und damit Hinweise auf die weiteren Gefahren ausschließlich im Sicherheitsdatenblatt.

Bei Tätigkeiten wie der Munitionszerlegung erhält man naturgemäß keine Sicherheitsdatenblätter, sondern muss diese weiteren Eigenschaften anhand der zu erwartenden Sprengstoffe selbst identifizieren und dann entsprechend beurteilen. So ist im Zweiten Weltkrieg für Bomben hauptsächlich 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT) verwendet worden. Auch Dinitrotoluole (DNT) kamen zum Einsatz. Bei diesen Stoffen handelt es sich jeweils um krebserzeugende Gefahrstoffe der Kategorie 1B. Im Zusammenhang mit Patronenmunition kann sowohl im Projektil als auch in Anzündhütchen Blei zum Einsatz kommen. Blei ist als reproduktionstoxisch Kategorie 1A, H360Df eingestuft.

Für alle Tätigkeiten mit TNT, DNT oder Blei sind wie bei allen krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B die besonderen Schutzmaßnahmen nach § 10 der Gefahrstoffverordnung<sup>2</sup> zu beachten.

Tetryl, Hexogen, TNT und DNT sind darüber hinaus als giftig bei Verschlucken, bei Hautkontakt oder bei Einatmen (Akute Toxizität, Kategorie 3) eingestuft. Die vollständige Einstufung und Kennzeichnung kann zum Beispiel in der GESTIS-Stoffdatenbank<sup>3</sup> des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) recherchiert werden (s. Abbildung 1). Darüber hinaus finden sich dort sowohl Arbeitsplatzgrenzwerte als auch Hinweise auf hautresorptive oder hautsensibilisierende Eigenschaften der


Stoffe. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung muss daher auch bei explosionsgefährlichen Stoffen zunächst die Informationsermittlung stehen: Welche weiteren Gefahren gehen von dem Stoff aus? Dabei müssen sowohl die inhalativen als auch die dermalen Gefahren beurteilt werden.<sup>4</sup>

Diese Gefährdungsbeurteilung erfolgt auch bei explosionsgefährlichen Stoffen anhand der entsprechenden Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS).<sup>5</sup> Für die Beurteilung der inhalativen Gefährdung werden Grenzwerte und Konzentrationen herangezogen, bei TNT zum Beispiel der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) in Höhe von 0,1 mg/m<sup>3</sup> nach TRGS 900. Die entsprechenden Tätigkeiten mit möglicher TNT-Freisetzung müssen dabei identifiziert und die Konzentration durch Arbeitsplatzmessungen oder durch nichtmesstechnische Methoden ermittelt werden. Für diese Messungen oder die nichtmesstechnische Ermittlung ist Fachkunde erforderlich.

Neben der inhalativen Gefährdung darf auch die dermale Gefährdung nicht vergessen werden. Stoffe können auch durch die Haut in den Körper gelangen – dies umso mehr, wenn die Stoffe als hautresorptiv eingestuft sind. Diese Einstufung findet sich für TNT ebenfalls in der TRGS 900. Darüber hinaus sind auch Einstufungen in Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt für die Beurteilung der Hautgefährdung heranzuziehen. Wie dies im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung geschieht, zeigt die TRGS 401 („Gefährdung durch Hautkontakt, Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen“).

**GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG NACH CLP (VERORDNUNG (EG) 1272/2008)**

**Einstufung:**  
 Explosive Stoffe, Unterklasse 1.1; H201  
 Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301  
 Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311  
 Akute Toxizität, Kategorie 3, Einatmen; H331  
 Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361d  
 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2; H373  
 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 2; H411



**Signalwort:** Gefahr

**Gefahrenhinweise - H-Sätze:**  
 H201: Explosiv, Gefahr der Massenexplosion.  
 H301+H311+H331: Giftig bei Verschlucken, bei Hautkontakt oder bei Einatmen.  
 H361d: Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.  
 H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.  
 Betroffene Organe: Leber, Augen, Nervensystem, Kreislaufsystem  
 H411: Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Quelle: gestis.dguv.de

Abbildung 1: Einstufung und Kennzeichnung von TNT – GESTIS Stoffdatenbank

## Welche Schutzmaßnahmen sind zu beachten?

Die zu treffenden Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit explosiven und gesundheitsgefährdenden Stoffen unterscheiden sich prinzipiell nicht von den Schutzmaßnahmen für andere gesundheitsschädigende Stoffe. Manche Schutzmaßnahmen sind dabei bereits durch die Maßnahmen zur Verhinderung von Detonationen oder Explosionen getroffen, weitere Schutzmaßnahmen müssen aber abhängig von der Gefährdung und den Tätigkeiten getroffen werden. Nicht vergessen werden sollten auch die entsprechenden zusätzlichen Pflichten bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Stoffen der Kategorie 1A und 1B wie das Führen eines Expositionsverzeichnisses. Dies kann nach der entsprechenden Ermittlung der Expositionshöhen und der betroffenen Beschäftigten durch die Nutzung der Zentralen Expositionsdatenbank (ZED)<sup>6</sup> der DGUV kostenfrei geschehen, sodass Aushändigungs- und Aufbewahrungsfristen durch die DGUV übernommen werden und die Daten im Rahmen möglicher Berufskrankheitenermittlungen zuverlässig zur Verfügung stehen.

Auch wenn zunächst die explosiven Eigenschaften bei der Gefährdungsbeurteilung im Vordergrund stehen, dürfen die weiteren gefährlichen Eigenschaften nicht vergessen werden, um sicher mit „explosionsgefährlichen Stoffen“ zu arbeiten. ●

### Autoren

Dr. Burkhard Eulerling,  
Berufsgenossenschaft  
Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)

Dr. Thomas Martin,  
Berufsgenossenschaft  
Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)



Fußnoten

Sie finden die Endnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/04/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/04/#fussnoten)

# Biostoffe am Arbeitsplatz: das unsichtbare Risiko

Im Beitrag wird erklärt, was Biostoffe sind, wie sie sich von Gefahrstoffen unterscheiden, wo Beschäftigte ihnen begegnen und welche Anforderungen und Maßnahmen die Biostoffverordnung enthält.

Biostoffe sind Mikroorganismen wie Bakterien, Schimmelpilze, Hefen, Einzeller oder auch Viren, Zellkulturen, Endoparasiten und Proteinpartikel wie der Rinderwahnsinn-Erreger. Sie können Beschäftigte durch Infektionen, übertragbare Krankheiten, Toxine oder sensibilisierende Wirkungen gefährden. Abgesehen von Viren und Prionen sind Biostoffe Lebewesen. Sie können sich selbstständig vermehren, genetisches Material weitergeben oder absterben. Der entscheidende Unterschied zu Gefahrstoffen ist: Auch Gefahrstoffe können sich durch Einflüsse von Temperatur, Strahlung oder durch Reaktion mit anderen Gefahrstoffen verändern, aber die Ausgangsmenge vermehrt sich nie. Biostoffe sind mikroskopisch klein und können als Einzelzellen, einzelne Organismen oder Partikel nicht mit bloßem Auge wahrgenommen werden. Optisch erkennbare Ansammlungen von Biostoffen bestehen aus sehr vielen Zellen (Bakterienkolonien, Schimmelpilzwachstum). Viren können in der Umwelt oder auf Oberflächen zeitweise aktiv bleiben. Eine Vermehrung ist jedoch nur in geeigneten Wirtszellen möglich.

Die Biostoff-Verordnung (BioStoffV) regelt in Deutschland Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Biostoffen. Sie gilt sowohl für Tätigkeiten mit natürlich vorkommenden als auch mit gentechnisch veränderten Formen.<sup>1</sup> Die Bezeichnungen „Biostoffe“ und „biologische Arbeitsstoffe“ stammen aus der englischen Fassung der EU-Richtlinie, die der Biostoff-Verordnung zugrunde liegt.<sup>2</sup> Dort ist von „biological agents“ die Rede – also Biostoffen. Um „Stoffe“ im eigentlichen Wortsinn handelt es sich nur bei Stoffwechselprodukten wie Mykotoxinen oder Zellbestandteilen wie Endotoxinen aus Bakterienzellwänden. Diese können nach dem Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt zu Gesundheitsschäden bei Beschäftigten führen.

Biostoffe kommen überall vor. Beschäftigte sind tagtäglich mit ihnen in Kontakt: Bakterien, Schimmelpilze und Hefen sind in Boden, Wasser und Luft enthalten. Sie werden zur Herstellung von Lebensmitteln, Arzneimitteln und Feinchemikalien

## Key Facts

- Biostoffe sind keine Gefahrstoffe
- Es gibt keine Grenzwerte für Biostoffe
- Bei der Gefährdungsbeurteilung von Tätigkeiten am Arbeitsplatz müssen auch Biostoffe berücksichtigt werden
- Biostoffe können am Arbeitsplatz gemessen werden

verwendet und besiedeln Pflanzen und Tiere. Ohne Mikroorganismen kommt weder die Verdauung von Insekten und Würmern noch die von Menschen aus. Auf der Haut und in den Schleimhäuten eines Menschen siedeln etwa  $10^{14}$  Mikroorganismen. Der Mensch selbst besteht dagegen nur aus  $10^{13}$  Körperzellen. Es gibt kein Leben ohne Biostoffe. Darum sind Biostoffe auch an sehr vielen Arbeitsplätzen anzutreffen – von der Abfallwirtschaft über Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion bis hin zu Krankenhäusern, Laboratorien und Friedhöfen.

Die einfachsten Schutzmaßnahmen gegen Gesundheitsgefährdungen durch Biostoffe sind allgemeine Hygienemaßnahmen. Die einzigen, ausschließlich gegen Biostoffe wirksamen Maßnahmen sind Desinfektionsmaßnahmen.<sup>3</sup>

## Gefährdungsbeurteilung für Biostoffe

Beschäftigte können bei der Arbeit gezielt oder nicht gezielt mit Biostoffen in Kontakt kommen. Eine gezielte Tätigkeit mit Biostoffen ist beispielsweise das Überimpfen einer Reinkultur von Bakterien der Art *Legionella pneumophila* von einer Nährbodenplatte auf eine neue im Labor. Der Biostoff, auf den die Tätigkeit ausgerichtet ist – das Überimpfen –, ist bis zur Art bekannt. Weiterhin ist bekannt, dass Bakterien der Art *Legionella pneumophila* beim Einatmen aus feinstverteilten Tröpfchen zu einer Erkrankung führen können. Die Exposition der Person, die die Kultur überimpft, ist somit hinreichend bekannt und sehr gut abschätzbar, weil festgestellt werden kann, ob dabei einatembare Tröpfchen entstehen, die *Legionella pneumophila* enthalten. Damit sind alle Bedingungen nach BioStoffV erfüllt. Bei nicht gezielten Tätigkeiten mit Biostoffen ist dagegen meist unbekannt, welche Arten vorliegen oder die Tätigkeit ist nicht unmittelbar auf die Biostoffe ausgerichtet. Dies gilt insbesondere, wenn Biostoffe Teil des Arbeitsprozesses sind, beispielsweise bei der Abwasserbehandlung mit biologischen Reinigungsstufen oder der Lebensmittelproduktion. Biostoffe können auch mit den Arbeitsmaterialien in den Arbeitsbereich gelangen wie bei der Kompostierung, der Herstellung von Textilien aus Naturmaterialien oder der Verwendung von Altpapier bei der Papierherstellung.<sup>4</sup>

### Bezeichnung von Biostoffen

Bakterien und Pilze werden mit zwei Namen bezeichnet: Der erste Name, hier Legionella, bezeichnet die Bakteriengattung, der zweite Name *L. pneumophila* die Bakterienart.

### Gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit Biostoffen

Ein **gezielter Umgang** mit Biostoffen findet nach BioStoffV statt, wenn drei Bedingungen erfüllt sind: Die Biostoffe sind bis zur biologischen Art bekannt, die Tätigkeiten sind auf einen oder mehrere Biostoffe unmittelbar ausgerichtet und die Exposition der Beschäftigten ist im Normalbetrieb hinreichend bekannt oder abschätzbar. **Nicht gezielte Tätigkeiten** mit Biostoffen liegen vor, wenn mindestens eine dieser Anforderungen nicht erfüllt ist.

## Biostoffe am Arbeitsplatz messen

Mögliche Gefährdungen durch Biostoffe werden oft nicht direkt erkannt und deshalb häufig unterschätzt. Andererseits kann eine unsachgemäße Berichterstattung in den Medien auch zur Überschätzung von Gefährdungen führen. Die Fehleinschätzung nicht nachvollziehbarer Gefährdungen kann eine psychische Belastung der Beschäftigten hervorrufen. Solche Zusammenhänge werden gerade bei der Gefährdungsbeurteilung zum Vorkommen von Biostoffen am Arbeitsplatz häufig beobachtet. Es kann daher sinnvoll sein, Art, Höhe, Dauer und Häufigkeit der Exposition von Beschäftigten gegenüber Biostoffen in der Luft am Arbeitsplatz zu ermitteln. Auch zur Beurteilung der Wirksamkeit technischer oder organisatorischer Schutzmaßnahmen oder im Rahmen der Berufskrankheiten-Ermittlung kann es erforderlich sein, Biostoffmessungen durchzuführen. Wie solche Messungen durchzuführen sind, wird in der Technischen Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 405, Anwendung von Messverfahren und technischen Kontrollwerten für luftgetragene Biostoffe, beschrieben.<sup>5</sup> ●

### Autorin

Dr. Annette Kolk,  
Institut für Arbeitsschutz  
der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IFA)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/05/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/05/#fussnoten)

# Formaldehyd reduzieren – Biostoffe im humananatomischen Praktikum

Im Präparierkurs werden Körperspenden meist mit Formaldehyd fixiert. Maßnahmen zur Reduktion der Formaldehydbelastung können mikrobielles Wachstum begünstigen. Eine Untersuchung zeigt Unterschiede in der mikrobiellen Belastung von Körperspenden bei reduzierter Formaldehydfixierung und dem Einsatz chemischer Neutralisationsverfahren.

Der Präparierkurs ist ein zentraler Bestandteil der medizinischen Ausbildung. Für die anatomische Präparation werden in der Regel mit Formaldehyd fixierte Körperspenden eingesetzt. Formaldehyd ist seit 2014 in der Europäischen Union als krebserzeugender Gefahrstoff der Kategorie 1B eingestuft (erwiesenes Tierkanzerogen mit möglicher Übertragbarkeit auf den Menschen).<sup>1,2</sup> Damit verbunden war die Notwendigkeit, die Exposition von Studierenden, Lehrenden und technischem Personal gegenüber Formaldehyd zu reduzieren. In der Folge wurden an medizinischen Fakultäten Maßnahmen ergriffen, um die Formaldehydkonzentrationen bei der Konservierung von Körperspenden zu minimieren, ohne die anatomische Qualität der Präparate wesentlich zu beeinträchtigen.

Während zahlreiche Untersuchungen die Formaldehydbelastung in anatomischen Einrichtungen erfasst und Empfehlungen für einen sicheren Umgang hinsichtlich der inhalativen Exposition abgeleitet haben, liegen bislang nur wenige Erkenntnisse zu den mikrobiologischen Auswirkungen einer reduzierten Formaldehydfixierung vor.<sup>3,4,5</sup>

## Untersuchungsdesign und Methodik

Deshalb wurde in einem gemeinsamen Messprogramm (9209) der Unfallkasse Hessen und des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) die mikrobiologische Besiedelung von je zwei Körperspenden (männlich/weiblich) in den Anatomien zweier hessischer Universitäten vom Eingang der Körperspenden, der Fixierung und über den gesamten Zeitraum eines Praktikums (circa 1–1,5 Jahre) messtechnisch begleitet.

An beiden Universitäten wurde der Arbeitsplatzgrenzwert für Formaldehyd eingehalten. Dies wurde durch eine Reduzierung der zur Fixierung eingesetzten Formaldehydkonzentration sowie durch die Optimierung der raumluftechnischen Anlagen

## Key Facts

- Chemische Neutralisationsverfahren zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes für Formaldehyd führten im Messprogramm 9209 zu erhöhter bakterieller Besiedelung der Körperspenden
- Insbesondere nach Eröffnung des Abdomens zeigte sich reproduzierbar eine bakterielle Besiedelung
- Nachgewiesen wurden Bakterien der Risikogruppen 1 und 2 sowie vereinzelt Chloramphenicol-resistente Bakterien

erreicht und durch Arbeitsplatzmessungen bestätigt. In einer der beiden anatomischen Einrichtungen war zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes zusätzlich der Einsatz eines chemischen Verfahrens zur Reduzierung des nicht gebundenen Formaldehyds erforderlich.

Die Probenahme erfolgte mittels Abstrichtupfern an vorher definierten Haut-/Organbereichen der Körperspenden (im Maximum zehn Bereiche). Die Proben wurden quantitativ und qualitativ auf Bakterien sowie quantitativ auf Schimmelpilze analysiert. Ergänzend wurden Luftproben während des laufenden Praktikums, zeitgleich während der Beprobung der Körperspenden sowie in der Lüftungsanlage und in der Außenluft genommen. Des Weiteren wurden Materialproben aus Fixier- und Befeuchtungslösungen sowie aus deren Einzelkomponenten, wie dem Ansatzwasser, untersucht, um potenzielle Eintragsquellen für Bakterien und Schimmelpilze zu identifizieren.

Weil das Messprogramm während der Corona-Pandemie durchgeführt wurde, sind zusätzliche hygienische Maßnahmen wie die Händedesinfektion und das Tragen von Atemschutz eingeführt und eine reduzierte Personenzahl im Praktikum sichergestellt worden.

### **Quantitativ und qualitativ**

Die quantitative Analyse ermittelt durch Kultivierung die Anzahl lebensfähiger Mikroorganismen. Die qualitative Analyse bestimmt Gattung oder Art und ermöglicht die Zuordnung zu Risikogruppen sowie auf sensibilisierende oder allergisierende Wirkungen.

## **Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen**

Die untersuchten Körperspenden der beiden anatomischen Einrichtungen zeigten deutliche Unterschiede in ihrer mikrobiellen Besiedelung.

In einer Anatomie wurden insbesondere nach der Eröffnung des Abdomens durchgängig Bakterienkonzentrationen nachgewiesen, die Werte zwischen  $10^6$  und  $10^9$  koloniebildenden Einheiten pro Milliliter erreichten. Ein Teil der isolierten Bakterien wies Resistenzen gegenüber dem Antibiotikum Chloramphenicol auf. Schimmelpilze konnten lediglich vereinzelt nachgewiesen werden.

In der zweiten Anatomie wurden nach dem Öffnen des Bauchraums lediglich vereinzelt Bakterienkonzentrationen im Bereich von  $10^1$  bis  $10^2$  koloniebildenden Einheiten pro Milliliter nachgewiesen. Diese Nachweise waren nicht kontinuierlich und konnten bei nachfolgenden Probenahmen teilweise nicht mehr bestätigt werden. Am Ende des Praktikums zeigte sich bei der männlichen Körperspende lokal begrenzt eine makroskopisch sichtbare Schimmelpilzbesiedelung einzelner Bereiche.

Als mögliche Ursache für die Unterschiede zwischen den beiden Anatomien wird der Einsatz eines chemischen Verfahrens zur Neutralisation von nicht gebundenem Formaldehyd diskutiert, das bei einer Anatomie zwar zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes für Formaldehyd beitrug, jedoch durch die Inhaltsstoffe das bakterielle Wachstum begünstigt haben könnte.

Die qualitative Analyse ergab, dass die nachgewiesenen Bakterien den Risikogruppen 1 und 2 zuzuordnen sind. Während Bakterien der Risikogruppe 1 in der Regel keine Erkrankungen beim Menschen verursachen, können Bakterien der Risikogruppe 2 gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen und somit eine potenzielle Gefährdung für Beschäftigte und Studierende darstellen. Insbesondere bei Stich- und Schnittverletzungen besteht die Möglichkeit einer Wundinfektion. Es ist eher unwahrscheinlich, dass Infektionskrankungen durch eine aerogene Übertragung auftreten.

### **Risikogruppe 1 und 2**

Bakterien und Schimmelpilze der Risikogruppe 1 verursachen beim Menschen in der Regel keine Erkrankungen. Erreger der Risikogruppe 2 können Krankheiten auslösen. Eine Ausbreitung ist jedoch unwahrscheinlich, Vorbeugung oder Behandlung sind meist möglich.

Eine eindeutige Eintragsquelle für die nachgewiesenen Bakterien konnte anhand der ergänzenden Luft- und Materialuntersuchungen nicht identifiziert werden. Inwieweit nach dem Eingang in die Anatomie und nach der Fixierung im Inneren der Körperspende eine Besiedlung vorlag, kann mit dieser Studie nicht beantwortet werden.

Stichprobenartige Untersuchungen von mit Schimmelpilzen bewachsenen Bereichen deuten darauf hin, dass es sich überwiegend um Vertreter der Gattung *Penicillium* handelt. Diese Schimmelpilze sind ubiquitär verbreitet und bilden trockene, leicht luftgetragene Sporen, die bereits bei geringfügigen Bewegungen freigesetzt werden können. Mit zunehmender Sporulation, erkennbar an einer blaugrünen Färbung, steigt das Potenzial für eine Verbreitung über die Luft.

Vor diesem Hintergrund ist eine frühzeitige Erkennung einer mikrobiellen Besiedelung ausschlaggebend, um einer weiteren Verbreitung vorzubeugen. Gegebenenfalls kann eine Ausbreitung durch vorsichtiges Abdecken der betroffenen Stellen mit einem mit 70-prozentigem Ethanol getränkten Tuch sowie durch das Entfernen stark betroffener Bereiche begrenzt werden. Auf eine Sprühdeseinfektion sollte verzichtet werden, weil hierdurch ein zusätzlicher Sporeneintrag in die Luft begünstigt werden kann.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass der Einsatz chemischer Verfahren zur Neutralisation von nicht gebundenem Formaldehyd mit einer bakteriellen Besiedelung der Körperspenden im Verlauf des Praktikums einhergehen kann. Die Untersuchungen legen weiter nahe, dass insbesondere nach der Eröffnung des Abdomens mit einer Besiedelung zu rechnen ist. Vor diesem Hintergrund ist zu empfehlen, stichprobenartig eine Probenahme zur Bewertung der mikrobiellen Situation kurz vor der Eröffnung und danach durchzuführen.

Darüber hinaus ist es im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung generell sinnvoll, Studierende und Beschäftigte gezielt über das mögliche Vorkommen von Biostoffen der Risikogruppe 2 im Präparierkurs zu informieren, insbesondere im Zusammenhang mit Stich- und Schnittverletzungen.

Aus hygienischen Gründen, auch um die Qualität der Körperspenden aufrechtzuerhalten, empfiehlt es sich beim Wechsel von einer Körperspende zur anderen, während des Präparierkurses einen Handschuh- und Klingenwechsel durchzuführen.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei den Mitarbeiterinnen des Referats Biostoffe des IFA sowie bei den Mitarbeitenden der am Messprogramm beteiligten anatomischen Institute für ihre tatkräftige Unterstützung. ●

## Autorinnen

Dr. Katharina Druckenmüller,  
Institut für Arbeitsschutz  
der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IFA)

Dr. Annette Kolk,  
Institut für Arbeitsschutz  
der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IFA)

Dr. Christina Nassenstein,  
Justus-Liebig-Universität  
Gießen

Ingrid Thullner,  
ehemals Unfallkasse Hessen

## Hinweis zu den Ergebnissen

Die dargestellten Ergebnisse basieren auf dem abgeschlossenen Messprogramm 9209.  
Eine weiterführende wissenschaftliche Auswertung und Publikation der Daten ist vorgesehen.



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/06/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/06/#fussnoten)

# Verzögerte Reform, wachsender Druck: die Zukunft von REACH

Die europäische Chemieindustrie sieht sich derzeit großen Herausforderungen gegenüber. Unter anderem die stockende Überarbeitung der REACH-Verordnung sorgt für Unsicherheit. Ob und wann die Europäische Kommission die dringend erwartete Reform vorlegt und wie umfangreich sie sein wird, bleibt offen.

Die Europäische Union (EU) ist nach China der zweitgrößte Chemieproduzent der Welt. Gleichzeitig steht die Branche unter erheblichem Druck. Hohe Energiepreise, steigende regulatorische Anforderungen und ein zunehmend globales Wettbewerbsumfeld führen dazu, dass Produktionsanlagen stillgelegt werden, Investitionen verschoben oder ganz gestrichen werden und Wertschöpfungsketten an Stabilität verlieren.

Der im Juli 2025 vorgestellte Aktionsplan der Europäischen Kommission für die chemische Industrie trägt dieser Entwicklung grundsätzlich Rechnung. Die Europäische Kommission bezeichnet darin die Chemiebranche ausdrücklich als „Industrie der Industrien“ und erkennt ihre zentrale Rolle für Wohlstand, Innovation und Versorgungssicherheit an. Im Aktionsplan vorgesehen sind Maßnahmen zur Sicherung kritischer Produktionskapazitäten, zur Bereitstellung von erschwinglicher Energie für die Dekarbonisierung und zur Schaffung von Leitmärkten. Diese Ansätze sind ein wichtiger Schritt, doch ihre Umsetzung blieb bislang hinter den Erwartungen zurück.

## Große Ankündigung, wenig Fortschritt

Zusätzlich zu hohen Energiepreisen und dem schrittweisen Wegfall kostenloser CO<sub>2</sub>-Zertifikate belastet vor allem die anhaltende Unsicherheit rund um die Überarbeitung der REACH-Verordnung die Branche.<sup>1</sup> REACH regelt seit fast zwanzig Jahren die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien und bildet das Fundament der europäischen Chemikalienpolitik. Die Verordnung sorgt für ein hohes Schutzniveau für Mensch und Umwelt, bewertet die Sicherheit chemischer Stoffe und leistet damit auch einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Beschäftigten, die täglich mit chemischen Stoffen arbeiten. Klare und verlässliche Informationen über Gefährdungen, Expositionen und Schutzmaßnahmen sind eine zentrale Voraussetzung für den Arbeitsschutz und für die Präventionsarbeit der Träger der gesetzlichen

## Key Facts

- Die ausstehende Überarbeitung der REACH-Verordnung sorgt für erhebliche Unsicherheit
- Der Ausschuss für Regulierungskontrolle bewertete den bisherigen Entwurf negativ
- Mitgliedstaaten und Europaabgeordnete fordern eine zügige REACH-Modernisierung
- Die Vorlage des Kommissionsvorschlags ist derzeit für Mitte des Jahres angekündigt

Unfallversicherung. Gleichzeitig ist REACH in der praktischen Anwendung komplex und stellt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen vor große Herausforderungen. Eine Überarbeitung wird deswegen seit langer Zeit als notwendig erachtet, um neue wissenschaftliche Erkenntnisse und digitale Möglichkeiten besser abzubilden. Seit inzwischen vier Jahren wird ihre Überarbeitung jedoch immer wieder verschoben. Hauptgrund ist die Sorge, dass zusätzliche Anforderungen die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Chemieindustrie weiter schwächen könnten.

Noch im Juli 2025 hatte die Europäische Kommission angekündigt, bis Jahresende einen Revisionsvorschlag vorzulegen. Bereits zwei Monate später folgte jedoch ein Rückschlag, als der Ausschuss für Regulierungskontrolle den Entwurf negativ bewertete, insbesondere wegen Defiziten in der Folgenabschätzung zu Risikomanagement und den Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit.

### **Streit um den richtigen Reformweg**

Während die Europäische Kommission nach Lösungsansätzen sucht, mehren sich die Stimmen, die eine umfassende REACH-Revision grundsätzlich infrage stellen. Stattdessen wird vorgeschlagen, REACH mit Hilfe eines Omnibus-Verfahrens<sup>2</sup> zu vereinfachen und zu modernisieren, um administrative Belastungen für die Industrie schnell zu reduzieren, Verfahren zu straffen und Rechtssicherheit zu schaffen, ohne das gesamte Regelwerk erneut zu öffnen. Für viele Unternehmen klingt dieser Ansatz zunächst attraktiv, weil er kurzfristig Entlastung verspricht. Gleichzeitig besteht die Sorge, dass zentrale Schutzmechanismen abgeschwächt werden können.

Details zum aktuellen Stand des Vorschlags sind weiterhin rar. In der zentralen Expertengruppe erhielten nationale Behörden sowie ausgewählte Vertreter aus Industrie und Nichtregierungsorganisationen im April vergangenen Jahres erste Einblicke in mögliche Reformansätze. Diskutiert wurden unter anderem eine Befristung von Registrierungen chemischer Stoffe auf zehn Jahre, die Ausweitung des gefahrenbasierten Ansatzes (GRA), erweiterte Stoffsicherheitsbewertungen, die Einführung des Gemischbewertungsfaktors (Mixture Assessment Factor – MAF), Registrierungspflichten für Polymere, eine umfassende Digitalisierung der Lieferkettenkommunikation sowie eine gestärkte Rolle der EU bei der Durchsetzung. Diese Elemente können auch dazu beitragen, Gesundheitsrisiken für die Beschäftigten früher zu erkennen und präventive Maßnahmen gezielter umzusetzen, erfordern aber zugleich ausreichende Ressourcen.

### **Politischer Druck nimmt zu**

Wie der Revisionsentwurf aussehen könnte, ist offen. Der politische Druck nimmt jedoch spürbar zu. Mehrere

*» Der politische Druck nimmt spürbar zu. Doch noch ist unklar, wie die unterschiedlichen Interessen zusammengeführt werden sollen.«*

Mitgliedstaaten, angeführt von Schweden, forderten im Oktober 2025 erneut einen klaren Zeitplan für die REACH-Reform. Auch Abgeordnete des Europäischen Parlaments, insbesondere im Umweltausschuss, drängen auf eine rasche Vorlage eines Reformvorschlags. Erwartet wird eine umfassende Modernisierung von REACH, die Umwelt- und Gesundheitsschutz, den Schutz der Beschäftigten sowie Wettbewerbsfähigkeit und Innovationsfähigkeit gleichermaßen berücksichtigt.

Umweltkommissarin Jessika Roswall skizzierte zuletzt im Oktober einige Eckpunkte der geplanten Reform. Vorgesehen seien weniger Einzelzulassungen, dafür schnellere Beschränkungen, ein rascherer Ausstieg aus besonders gefährlichen Chemikalien im Verbraucherbereich sowie vereinfachte und digitalisierte Berichtspflichten.

Das erste Quartal 2026 war geprägt von intensiven Gesprächen zwischen politischen Führungspersonlichkeiten im Europäischen Parlament und Kommissarin Roswall. Noch ist unklar, wie die unterschiedlichen Interessen zusammengeführt werden sollen. Der Spagat zwischen einem hohen Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und die Umwelt, einem wirksamen Arbeits- und Gesundheitsschutz, der Förderung alternativer Methoden zur Bewertung von Stoffrisiken, der Gewährleistung des freien Verkehrs von Stoffen im Binnenmarkt und der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit bleibt anspruchsvoll. Ob die erneute Ankündigung, den Vorschlag Mitte des Jahres 2026 vorzulegen, dieses Mal Bestand hat, muss sich noch zeigen. ●

### **Autorin**

Ilka Wölfle,  
Deutsche Sozialversicherung  
Europavertretung (DSV)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/07/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/07/#fussnoten)

# Gefährdungsbeurteilung bei Gefahrstoffen – den Menschen mitdenken

Psychische Belastungen beeinflussen den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen. Der Beitrag zeigt, warum ihre Berücksichtigung in der Gefährdungsbeurteilung bei Gefahrstofftätigkeiten wichtig ist, welche Faktoren eine Rolle spielen und wie Arbeitsbedingungen gestaltet werden können, um Sicherheit und Gesundheit wirksam zu fördern.

Die Berücksichtigung der psychischen Belastungen in der Gefährdungsbeurteilung ist seit 2013 vorgeschrieben. Die Novelle der Gefahrstoffverordnung 2024 hat dies für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nochmals konkretisiert. Psychische Belastungen sind ein Faktor, der – wie physikalische, chemische oder organisatorische Gefährdungen – in der Gefährdungsbeurteilung zu erfassen ist. Für viele Unternehmerinnen und Unternehmer sowie Präventionsfachkräfte ist dieser Faktor noch wenig greifbar. In der Praxis besteht Unsicherheit: Wie kann der Mensch so mitgedacht werden, dass Sicherheit und Gesundheit beim Umgang mit Gefahrstoffen verbessert werden?

In der Praxis wirken meist unterschiedliche Belastungsfaktoren zusammen (zum Beispiel Arbeitsverdichtung, Zeitdruck, überlange Arbeitszeiten, destruktives Führungsverhalten).<sup>1</sup> Somit sind die psychischen Belastungen ein Querschnittsfaktor, der sich über sämtliche Branchen hinweg zeigt, und in Verbindung mit unterschiedlichen Tätigkeiten auftritt. Umso wichtiger ist es, psychische Belastungen und die menschlichen Leistungsvoraussetzungen zu verstehen und systematisch in die Gefährdungsbeurteilung zu integrieren.

Die psychischen Belastungen können zum einen unter Expositionsbedingungen wirken, indem die Eintrittswahrscheinlichkeit für eine Gefährdung steigt (zum Beispiel im Umgang mit Gefahrstoffen), sie können jedoch auch für sich genommen als ein arbeitsbedingender Gefährdungsfaktor wirken, der zu Beeinträchtigungen und Erkrankungen führen kann.

Es besteht Konsens über die Faktoren psychischer Belastungen, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen sind. Diese wurde im Rahmen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) in Form von Empfehlungen veröffentlicht.<sup>2</sup> Sie dienen als Orientierung für die Prüfung von Gefährdungen aufgrund psychischer Belastungen. Gesetzlich ist nicht festgelegt, mit welcher Methode psychische Belastungen in die Gefährdungsbeurteilung einzubeziehen sind. In den

## Key Facts

- Gefährdungen durch psychische Belastungen erhöhen die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Arbeitssituationen
- Die Gefährdungsbeurteilung bei Gefahrstoffen muss psychische Faktoren einbeziehen
- Menschliche Voraussetzungen wie Sinnesorgane, Kognitionen, Emotionen und soziale Bedürfnisse können das Risiko prägen
- Gute Arbeitsgestaltung stärkt sicheres Verhalten beim Umgang mit besonders gefährlichen Stoffen

Empfehlungen der GDA wird vorgeschlagen, die in der Liste genannten Belastungsfaktoren vollständig zu berücksichtigen und diejenigen vertiefend zu bearbeiten, die für die jeweilige Tätigkeit relevant sind – auch bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.

Gefahrstoffe sind in vielen Branchen im Einsatz. Das Tätigkeitsspektrum reicht von der Herstellung und Abfüllung über die Reinigung bis zur Entsorgung. Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und die zugehörigen Regeln beschreiben, welche physikalischen und gesundheitlichen Gefährdungen zu berücksichtigen sind. Bisher stand meist der stoffliche Aspekt im Vordergrund. Psychische Belastungen ergänzen diese Sichtweise und beeinflussen, wie sicher Beschäftigte und Organisationen tatsächlich mit Gefahrstoffen umgehen.

### Individuelle Einflüsse beim Gefahrstoffumgang

Arbeitsbedingungen beeinflussen die Sicherheit sowie das Sicherheitsverhalten von Menschen. Der Mensch bringt grundlegende Voraussetzungen mit, die bei der Gestaltung der Arbeit einen Einflussfaktor darstellen, um Sicherheit und Gesundheit zu gewährleisten. Dazu gehören zum Beispiel:

- **Wahrnehmung und Informationsaufnahme**  
Sinne wie Sehen, Hören und Riechen ermöglichen das Erfassen von Informationen, beispielsweise über Gefahrstoffe und die Arbeitsumgebung. Aufmerksamkeit und Konzentration sind erforderlich, um diese Informationen auf die aktuelle Tätigkeit zu richten und Arbeitsaufgaben gezielt zu steuern. Unter starker Belastung kann die Wahrnehmung eingeengt sein, wichtige Hinweise werden leichter übersehen.
- **Kognitive Verarbeitung von Informationen**  
Im Gehirn werden gespeicherte Informationen und Erfahrungen mit aktuellen Informationen verknüpft. So werden Gefährdungen erkannt und Sicherheitsvorgaben abgerufen. Entscheidungen für sicheres Verhalten bauen darauf auf. Routinen und Heuristiken unterstützen schnelle Entscheidungen, können unter Stress aber auch dazu führen, dass neue Informationen nicht mehr ausreichend berücksichtigt werden.
- **Emotionale Prozesse**  
Emotionale Prozesse bewerten die Arbeitssituation. Stress, Unsicherheit oder Angst können die Aufmerksamkeit verengen, zu vorschnellen Entscheidungen führen oder bewirken, dass Sicherheitsregeln übergangen werden. Umgekehrt kann ein Gefühl von Kontrolle und Sicherheit das Sicherheitsverhalten stärken.

*» Bisher stand meist der stoffliche Aspekt im Vordergrund. Psychische Belastungen ergänzen diese Sichtweise und beeinflussen, wie sicher Beschäftigte und Organisationen tatsächlich mit Gefahrstoffen umgehen.«*

- **Soziale Zugehörigkeit und Sicherheit**  
Der Mensch ist Teil eines sozialen Systems. Ein unterstützendes Team, klare Zuständigkeiten und eine gelebte Sicherheitskultur vermitteln Halt und Sicherheit. Konflikte, hoher sozialer Druck oder fehlende Wertschätzung können dazu führen, dass Beschäftigte Risiken eher in Kauf nehmen oder Probleme nicht ansprechen.
- **Physiologische Voraussetzungen**  
Körperreaktionen bei Stress, Hitze, Kälte oder Lärm beeinflussen die Wahrnehmung, Informationsverarbeitung sowie Emotionen. Starke körperliche Beanspruchung oder gesundheitliche Beeinträchtigung kann zu Ermüdung, Konzentrationsschwierigkeiten und erhöhter Fehleranfälligkeit führen – mit unmittelbaren Auswirkungen auf den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen.

## Gute Arbeitsgestaltung bei Gefahrstoffen

Im Sinne der Prävention sollten Arbeitsbedingungen im Umgang mit Gefahrstoffen – insbesondere bei gefährlichen Tätigkeiten – so gestaltet sein, dass sie diese Voraussetzungen berücksichtigen und das Sicherheitsverhalten unterstützen:

- Beschäftigte können sich bei der Ausführung der Tätigkeiten ausreichend konzentrieren, Störungen sind begrenzt und es gibt realistische Zeitvorgaben.
- Informationen über Gefahrstoffe, Gefährdungen und Schutzmaßnahmen sind verständlich, gut auffindbar und im Alltag nutzbar.
- Technik, Organisation und klare Regeln geben Sicherheit und Orientierung, sodass Beschäftigte ihr Verhalten gezielt steuern können.
- Risiken werden transparent dargestellt und die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen nachvollziehbar erläutert, sodass Beschäftigte keine unnötigen Ängste vor möglichen Expositionsfolgen entwickeln.
- Kritische Ereignisse oder schwere Unfälle werden auch für mittelbar betroffene Beschäftigte aufbereitet, um die Tätigkeit sicher und konzentriert wieder aufnehmen zu können.
- Arbeitszeiten und Pausen ermöglichen es den Beschäftigten, leistungsfähig zu handeln und sich ausreichend zu erholen.
- Beschäftigte werden ernst genommen, um mögliche soziale Konflikte bis hin zu schädigenden Handlungen wie Cyberkriminalität oder Sabotage von Anlagen zu verhindern. Sie können auf Probleme hinweisen und Vorschläge machen, ohne negative Konsequenzen befürchten zu müssen.
- Die Arbeitsumgebung (zum Beispiel Lärm, Beleuchtung, Hitze) ist so gestaltet, dass sie die Leistungsfähigkeit erhält und keine zusätzlichen Belastungen erzeugt.

Im Gefahrstoffrecht bestehen bereits Anforderungen, die auch psychischen Gefährdungen entgegenwirken können, wenn sie konsequent umgesetzt werden. Dazu gehören insbesondere:

- die Kennzeichnungspflicht,
- Betriebsanweisungen,
- Unterweisungen sowie
- Qualifikationsvorgaben.

Eine offene und klare Kommunikation der Gefährdungen, der Schutzmaßnahmen sowie ihrer Sinnhaftigkeit und Notwendigkeit trägt wesentlich dazu bei, dass sich Beschäftigte sicher fühlen und ihre Tätigkeit sicher ausführen können.

Wichtig für jede Gefährdungsbeurteilung ist die fachkundige Durchführung und die aktive Beteiligung der Personen, die die Tätigkeiten ausführen. Sie kennen die Details der Arbeit und können sagen, welche Bedingungen erforderlich sind, um Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sicher zu bewältigen. Die jeweiligen Unfallversicherungsträger bieten hierzu unterschiedliche Informationen, Materialien und Beratung zur Berücksichtigung der psychischen Belastungen in der Gefährdungsbeurteilung an.<sup>3</sup>

### **Beispiel: Arbeitsintensität und Zeitdruck**

Arbeitsintensität ist ein häufiger Belastungsfaktor. Sie entsteht aus dem Zusammenspiel von Arbeitsmenge (quantitative Anforderungen), Komplexität und Schwierigkeit von Aufgaben (qualitative Anforderungen) sowie der zur Verfügung stehenden Zeit. Zwischen diesen drei Aspekten kann ein Spannungs- oder Missverhältnis bestehen.<sup>4</sup>

Bei hohen Arbeitsmengen, hohen Qualitätsanforderungen und knappen Zeitvorgaben kann es zu Stressreaktionen kommen. Stress führt zu einer Einengung der Wahrnehmung und zu einer starken Fokussierung auf die Stressursache. Beschäftigte greifen dann eher auf Routinen und vereinfachende Vermutungen bei der Lösungssuche zurück. Die Verarbeitung neuer Informationen und die Suche nach optimalen Lösungen nehmen ab. In Notsituationen steigt die Gefahr von Fehleinschätzungen und Fehlentscheidungen nochmals, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass Sicherheitsregeln und Eigenschutz übergangen werden. Dies ist insbesondere bei gefährlichen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, wie beispielsweise krebserzeugenden, mutagenen oder reproduktionstoxischen Stoffen (CRM-Stoffe) sowie explosionsfähigen Stoffen, eine zusätzliche Gefahr.

Für die Suche nach geeigneten betriebsspezifischen Gestaltungsmaßnahmen sollten die Ursachen für den Zeitdruck gemeinsam mit den Beschäftigten analysiert werden. Bei Tätigkeiten mit hohem Sicherheits- und Gesundheitsrisiko sollte die Arbeit so gestaltet sein, dass ausreichend Zeit,

*» Für die Suche nach geeigneten betriebsspezifischen Gestaltungsmaßnahmen sollten die Ursachen für den Zeitdruck gemeinsam mit den Beschäftigten analysiert werden.«*

insbesondere für Schutz- und Hygienemaßnahmen zur Verfügung steht. Dazu gehören zum Beispiel:

- Anpassung der Arbeitsmenge an die vorhandenen Personalressourcen und zusätzliche Unterstützung in zeitkritischen Phasen,
- Berücksichtigung des erforderlichen Personalbedarfs bei der Veränderung von Arbeitsabläufen,
- Festlegung von Prioritäten,
- fachlicher Austausch im Team zur Verbesserung der Abläufe und zur Festlegung von Standards in Ergänzung zu den vorgeschriebenen Regeln,
- Festlegung klarer Prioritäten in zeitkritischen Notsituationen – die Sicherheit der Beschäftigten hat Vorrang vor Zeit- oder Produktivitätszielen,
- Erlernen und Sicherstellen eines achtsamen Umgangs bei besonders gefährdenden Tätigkeiten (beispielsweise Störungsbeseitigung, Arbeiten in engen Räumen) und gefährlichen Stoffen (CMR- und explosionsfähige Stoffe).

## Fazit

Die Berücksichtigung individueller Voraussetzungen bei der Gestaltung der Arbeit und die Einhaltung bestehender Regelungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen fördern das Sicherheitswissen und die Sicherheitsmotivation der Beschäftigten. Dies wiederum stärkt das Sicherheitsverhalten und hat langfristig einen positiven Einfluss auf die Sicherheitskultur von Betrieben, Organisationen und Einrichtungen. ●

## Autorinnen und Autoren

Dr. Maximilian Hanke-Roos,  
Berufsgenossenschaft  
Rohstoffe und chemische  
Industrie (BG RCI)

Dr. Sven-Eric Heinz,  
Berufsgenossenschaft  
Rohstoffe und chemische  
Industrie (BG RCI)

Dr. Maxie Hesse,  
Berufsgenossenschaft  
Rohstoffe und chemische  
Industrie (BG RCI)

Betty Willingstorfer,  
Berufsgenossenschaft  
Rohstoffe und chemische  
Industrie (BG RCI)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/08/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/08/#fussnoten)

# Orientierungshilfen bei der Auswahl und dem Einsatz von Exoskeletten

Exoskelette werden zunehmend als ergonomische Unterstützung im Betrieb eingesetzt. Es bestehen noch offene Fragen zu Funktion, Nutzen, Einsatzbereichen und Arbeitsschutz. Die DGUV Information 208-062 bietet eine leicht verständliche, praxisnahe Orientierung und unterstützt Verantwortliche bei der Auswahl geeigneter Exoskelette.

Exoskelette können als personenbezogene Präventionsmaßnahme körperliche Belastungen an Arbeitsplätzen reduzieren und so Muskel-Skelett-Erkrankungen vorbeugen. Ob und welches Exoskelett sinnvoll ist, muss jedoch für jeden Arbeitsplatz individuell geprüft werden. Einheitliche Bewertungsstandards fehlen bislang, was die Auswahl angesichts der großen Produktvielfalt erschwert. Exoskelette unterscheiden sich erheblich, unter anderem in Bauweise, Funktionsprinzip, Einsatzbereich und der unterstützten Körperregion.

Die DGUV Information 208-062 „Auswahl und Einsatz von Exoskeletten“<sup>1</sup> bietet hierfür eine praxisnahe, systematische Bewertungsgrundlage mit Checklisten und Handlungsempfehlungen. Sie richtet sich an Verantwortliche für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, die den Einsatz von Exoskeletten im Betrieb planen oder begleiten. Dabei ist wichtig, dass betroffene Beschäftigte frühzeitig in die Planung und Erprobung einbezogen werden. Grundsätzlich ist der Einsatz von Exoskeletten an gewerblichen Arbeitsplätzen bereits vor der Erprobung in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen und diese entsprechend zu erweitern.

## Key Facts

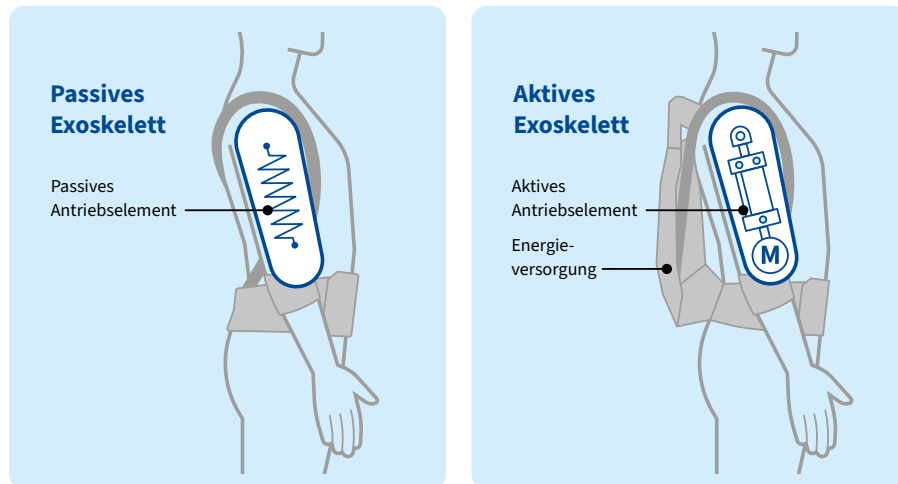
- Die neue DGUV Information 208-062 bietet Orientierung bei der Auswahl und dem Einsatz von Exoskeletten
- Exoskelette gelten als personenbezogene Maßnahmen im TOP-Prinzip und sind nachrangig zu technischen und organisatorischen Maßnahmen
- Exoskelette sind vor der Erprobung in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen und sollten vor dem dauerhaften Einsatz mit den Beschäftigten getestet werden

## Allgemeine Empfehlungen

- Maßnahmenhierarchie nach dem TOP-Prinzip (Technische vor Organisatorischen vor Personenbezogenen Maßnahmen) des Arbeitsschutzes beachten
- Sicherheitsrelevante Aspekte an dem jeweiligen Arbeitsplatz beachten
- Herstellerinformationen zu Einsatzzweck, nutzenden Personen, technischen Eigenschaften etc. beachten
- Vorrangig unterstützte Körperregion beachten
- Unterstützte Tätigkeiten beachten
- Unterstützte Bewegungsbereiche beachten
- Anforderungen an die Dynamik beachten
- Führen von Fahrzeugen vermeiden
- Erste-Hilfe-Maßnahmen sicherstellen
- Arbeitsmedizinische Vorsorge ermöglichen

## Grundlagen zu Exoskeletten

Exoskelette sind technische Systeme, die am Körper getragen werden und durch mechanische Kopplung auf ihn einwirken. Am Arbeitsplatz sollen sie die Funktionen des Muskel-Skelett-Systems bei körperlicher Arbeit unterstützen.



Quelle: DGUV/KonzeptQuartier GmbH

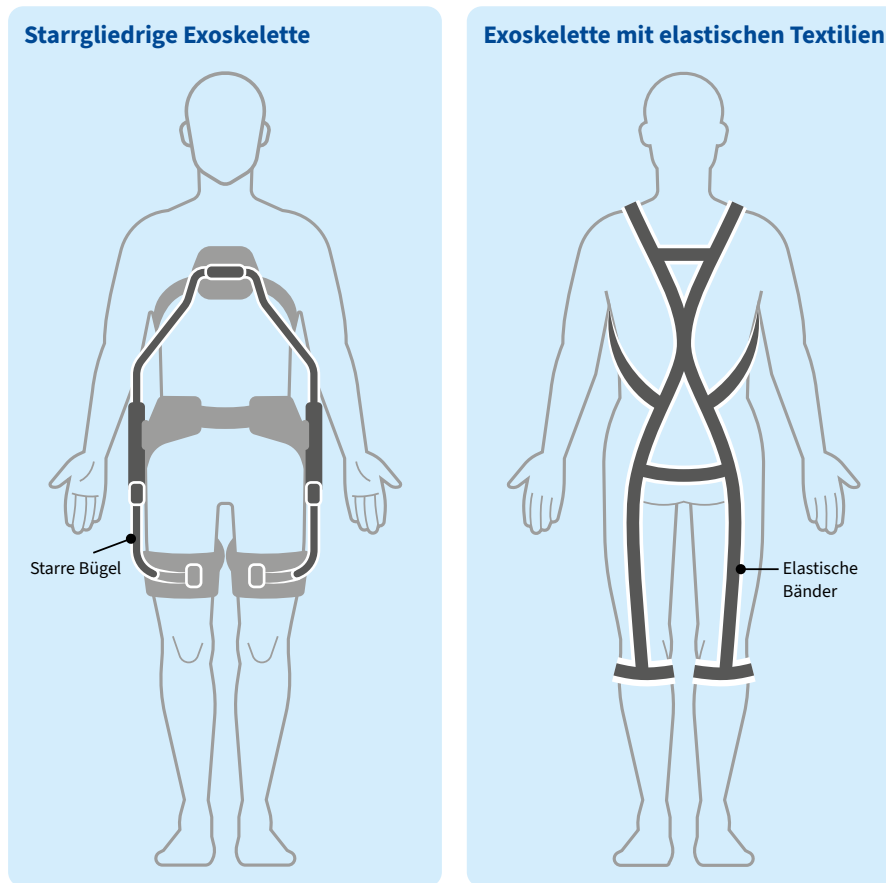
Abbildung 1: Unterscheidung von Exoskeletten nach dem Antriebsprinzip

### Empfehlungen in Bezug auf die Nutzerfreundlichkeit

- Individuelle körperliche Unterschiede der Nutzenden beachten
- Einfluss auf Arbeitsqualität und Zeitvorgaben berücksichtigen
- Gute Passform garantieren
- Unterstützungsleistung des Exoskeletts beachten und an die Tätigkeit anpassen
- Systemeinführung und Testphase unter Einbezug der Beschäftigten planen
- Transparente Kommunikation fördern

Exoskelette lassen sich nach ihrem Antriebsprinzip (aktiv oder passiv), der unterstützten Körperregion, der Bauform, den verwendeten Materialien sowie ihrer mechanischen Wirkungsweise unterscheiden. Passive Systeme nutzen die von der tragenden Person erzeugte Energie, speichern sie beispielsweise in Federn oder elastischen Elementen und geben sie mechanisch wieder ab. Aktive Exoskelette verfügen dagegen über eine externe Energiequelle, etwa elektrische oder pneumatische Antriebe. Für gewerbliche Anwendungen gibt es Exoskelette zur Unterstützung des Rückens sowie der oberen und unteren Extremitäten, wobei Systeme zur Entlastung von Schultern und Rücken am häufigsten eingesetzt werden.

Die Wirkungsweise von Exoskeletten variiert je nach Antrieb, unterstützter Körperregion, Bauform und Material. Durch das Aufnehmen oder Umlenken von Kräften können sie Ermüdung und Überlastung beanspruchter Körperbereiche verringern und die Körperhaltung unterstützen. Die meisten aktuell verfügbaren Exoskelette bieten jedoch nur eine begrenzte Entlastung und können unergonomische Belastungen an



Quelle: DGUV/KonzeptQuartier GmbH

Abbildung 2: Unterscheidung von Exoskeletten nach der Funktionsweise

ungünstigen Arbeitsplätzen nicht vollständig vermeiden, sondern lediglich reduzieren.

In der gewerblichen Praxis können Exoskelette belastende Bewegungen und Zwangshaltungen, etwa Rumpfbeugungen oder Überkopfarbeiten, erleichtern. Aktive Systeme ermöglichen eine anpassbare Unterstützung und eignen sich besonders für wechselnde Bewegungen und Lasten, während passive Exoskelette vor allem bei gleichförmigen Tätigkeiten mit konstanten Gewichten sinnvoll sind.

Rückenexoskelette entlasten vor allem beim starken Vorbeugen, beispielsweise beim Aufnehmen von Lasten, während Schulterexoskelette insbesondere bei Arbeiten mit angehobenen Armen unterstützen, ohne dabei die Kraftleistung wesentlich zu erhöhen. Der Einsatz von Exoskeletten ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn andere ergonomische Maßnahmen oder technische Hilfsmittel nicht möglich oder bereits ausgeschöpft sind.

## Auswahl des richtigen Exoskeletts

Für die Auswahl eines passenden Exoskeletts ist ein strukturiertes Vorgehen erforderlich. Zunächst wird eine Vorbereitungsphase durchgeführt, in der die auszuführenden Tätigkeiten, das Arbeitsumfeld sowie die organisatorischen und kulturellen Rahmenbedingungen des Unternehmens analysiert werden. Dabei werden auch relevante Einflussfaktoren und konkrete Ziele für den Einsatz des Systems festgelegt. Darauf aufbauend folgen begleitete Test- und Erprobungsphasen, in denen die Eignung des Exoskeletts am jeweiligen Arbeitsplatz sowohl aus subjektiver Sicht der Beschäftigten als auch aus objektiver Sicht bewertet wird. In einem letzten Schritt werden die Ergebnisse ausgewertet und als Grundlage für die Auswahl und Einführung des Exoskeletts herangezogen.

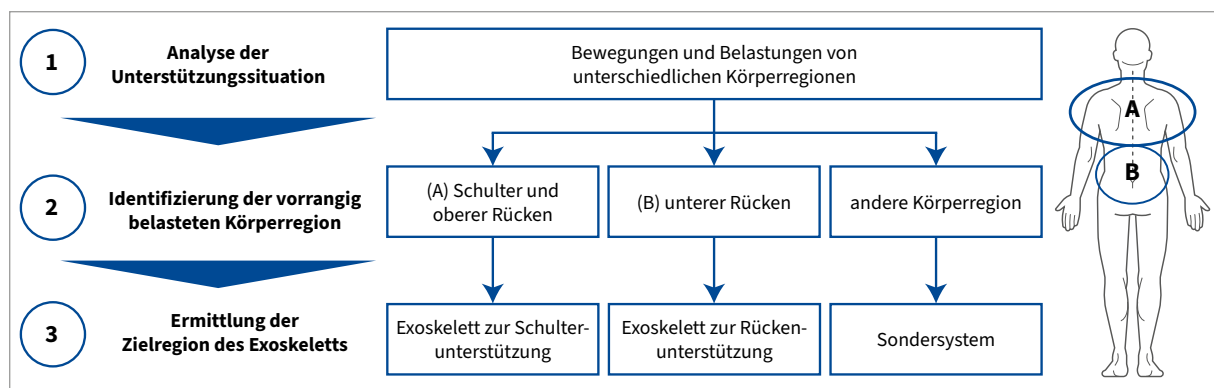


Abbildung 3: Vorgehen bei der Systemauswahl

Im Rahmen der **Vorbereitung** wird zunächst mindestens ein Exoskelett für die spätere Erprobung ausgewählt. Die Systemauswahl basiert auf einer Analyse der Tätigkeiten, bei denen ein Exoskelett aktiv unterstützen soll, sowie jener Aufgaben, die es nicht einschränken darf. Ebenso entscheidend ist die Kompatibilität mit eingesetzten Werkzeugen und Hilfsmitteln. Anhand der zu unterstützenden Tätigkeiten und Bewegungsabläufe ist zu bestimmen, welche Körperregion besonders stark belastet wird und daher gezielt Unterstützung benötigt. Entsprechend sollte das Exoskelett genau für diesen Belastungsschwerpunkt ausgelegt sein, etwa zur Entlastung des unteren Rückens bei überwiegender Beanspruchung dieses Bereichs.

Für die **Erprobung** eines Exoskeletts sollten geeignete Bewertungsmethoden festgelegt werden. Eine Kriterien-Methoden-Matrix unterstützt die Auswahl objektiver Verfahren (zum Beispiel Belastungsmessungen) und subjektiver Methoden (zum Beispiel Befragungen), die idealerweise kombiniert werden. Testphasen mit einem einheitlichen, systematischen Vorgehen – möglichst am realen Arbeitsplatz – ermöglichen belastbare Ergebnisse. Eine arbeitsmedizinische Begleitung hilft, mögliche Beschwerden frühzeitig zu erkennen.

### Empfehlungen für die Erprobung

- Geeignete Messmethoden auswählen
- Messmethoden fachgerecht anwenden
- Qualitative und quantitative Messmethoden kombinieren
- Standardisierte und charakteristische Bewegungsfolgen der zu unterstützenden Tätigkeit beachten
- Einsatz von Exoskeletten in regelmäßigen Abständen überprüfen
- Standardisierte Vorgehensweise zum Effektnachweis beachten

Die **Auswertung** der Test- und Erprobungsphase bildet die Grundlage für die erfolgreiche Auswahl und Einführung eines geeigneten Exoskeletts. Die Ergebnisse einer standardisierten und systematischen Erprobung liefern die erforderlichen Erkenntnisse, um anhand der im Voraus definierten Anforderungen an die Tätigkeit eine fundierte Auswahl eines geeigneten Exoskeletts zu treffen. Neben der Betrachtung der objektiven Eignung eines Exoskeletts sollte die subjektive Einschätzung der Beschäftigten immer miteinbezogen werden. ●

### Autorin und Autor

Ines Schalk,  
Berufsgenossenschaft Handel  
und Warenlogistik (BGHW)

Ralf Schick,  
Berufsgenossenschaft Handel  
und Warenlogistik (BGHW)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/09/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/09/#fussnoten)

# Vom Labor bis zur Werkhalle – Arbeitsplätze mit UV-Exposition im Porträt

Ultraviolette Strahlung ist aus vielen Arbeitsprozessen nicht wegzudenken. Doch UV-Strahlung kann Haut und Augen nachhaltig schädigen. Eine aktuelle Auswertung des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV zeigt, wo die größten Gefährdungen liegen und wie sich Beschäftigte wirksam schützen können.

Ultraviolette (UV-) Strahlung ist ein Teil des optischen Strahlungsspektrums und umfasst Wellenlängen zwischen 100 nm und 400 nm. Sie wird entsprechend ihrer Wellenlänge in UV-A-, UV-B- und UV-C-Strahlung unterteilt. Während UV-A-Strahlung vergleichsweise langwellig ist und tiefer in die Haut eindringen kann, ist UV-B-Strahlung energiereicher und verursacht unter anderem Sonnenbrand. UV-C-Strahlung besitzt die geringste Wellenlänge und somit die höchste Energie und wirkt besonders stark biologisch. Weil sie in der Natur jedoch weitgehend durch die Erdatmosphäre absorbiert wird, kommt UV-C-Strahlung auf der Erdoberfläche nur aus künstlichen Quellen vor.

## Gefährdungen durch UV-Strahlung

Am Arbeitsplatz tritt UV-Strahlung sowohl natürlicher als auch künstlicher Herkunft auf. Die Strahlung der Sonne ist die Quelle der natürlichen UV-Strahlung. Die Gefährdung durch natürliche UV-Strahlung ist insbesondere für Personen relevant, die im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit im Freien arbeiten. UV-Strahlung aus künstlichen Quellen kann in unterschiedlicher Form auftreten. Sie wird entweder gezielt als Prozessmittel eingesetzt, etwa bei der Trocknung von Farben, der Härtung von Klebern oder bei Fluoreszenzprüfungen, oder entsteht als unerwünschtes Nebenprodukt technischer Verfahren, zum Beispiel bei Gasflammen oder beim Lichtbogenschweißen.

Je nach Art der Quelle, spektraler Zusammensetzung, Abstand und Expositionsdauer kann die Belastung für Beschäftigte sehr unterschiedlich ausfallen. Gerade weil UV-Strahlung für das menschliche Auge unsichtbar ist, wird die Gefährdung häufig unterschätzt und Risiken teilweise erst erkannt, wenn akute gesundheitliche Beschwerden auftreten.

Im Hinblick auf die möglichen Gefährdungen unterscheidet sich die Strahlung aus natürlicher oder künstlicher Quelle grundsätzlich nicht. UV-Strahlung kann Augen und Haut

## Key Facts

- UV-Strahlung ist für die menschlichen Sinne nicht wahrnehmbar, daher wird die Gefährdung häufig „übersehen“
- Die Gefährdung kann meist durch einfache Schutzmaßnahmen deutlich verringert werden
- Am Arbeitsplatz verwendete persönliche Schutzausrüstung (PSA) muss immer entsprechend den vorliegenden Gefährdungen ausgewählt werden

schädigen. Die Art und Schwere der gesundheitlichen Auswirkungen hängen von der Wellenlänge, der Intensität und der Dauer der Exposition ab. Grundsätzlich werden akute und chronische Wirkungen unterschieden.

Akute Schädigungen treten meist kurzfristig nach einer intensiven Exposition auf. Dazu zählen schmerzhafte Entzündungen der Horn- und Bindehaut des Auges (Photokeratitis und Photokonjunktivitis) sowie Hautrötungen bis hin zum Sonnenbrand. Diese akuten Effekte sind in der Regel reversibel, da körpereigene Reparaturmechanismen greifen.

### **Grenzwerte zu künstlicher optischer Strahlung am Arbeitsplatz**

Die anzuwendenden Expositionsgrenzwerte sind der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OstrV)<sup>1</sup> zu entnehmen, die die dazugehörige europäische Richtlinie (2006/25/EG)<sup>2</sup> in nationales Recht umsetzt. Für die Praxis besonders relevant sind die Technischen Regeln (TROS IOS)<sup>3</sup> zur optischen Strahlung, die die Texte der Verordnung konkretisieren, verständlich erläutern und mit praktischen Hinweisen und Beispielen ergänzen. Die Expositionsgrenzwerte werden nach Wellenlängenbereich, akuter oder chronischer Wirkung und dem Wirkort (Auge oder Haut) unterschieden und müssen entsprechend der vorliegenden Fragestellung ausgewählt werden. Für die Bewertung werden die erhobenen Messwerte mit den relevanten Expositionsgrenzwerten verglichen. Zudem können daraus maximale Aufenthaltszeiten berechnet werden, die als Anhaltspunkt für die Gestaltung von Arbeitsabläufen dienen können.

Problematisch wird UV-Strahlung insbesondere bei wiederholter, langanhaltender oder intensiver Exposition. Dann kann das Reparatursystem des Körpers überlastet werden, sodass es zu chronischen Schädigungen kommt. Dazu zählen unter anderem die Linsentrübung des Auges (Katarakt) sowie verschiedene Formen von Hautkrebs. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) stuft alle Wellenlängen der UV-Strahlung, unabhängig von natürlichem oder künstlichem Ursprung, als krebserregend für den Menschen ein.<sup>4</sup> Dennoch berücksichtigt die in Deutschland im Jahr 2015 eingeführte Berufskrankheit BK Nr. 5103 „Plattenepithelkarzinome oder multiple aktinische Keratosen der Haut durch natürliche UV-Strahlung“ nur Expositionen durch natürliche UV-Strahlung der Sonne.<sup>5</sup> Ein erhöhtes Erkrankungsrisiko durch Exposition aus künstlichen UV-Strahlungsquellen konnte bisher nicht nachgewiesen werden und ist bis heute Gegenstand der Forschung. Demnach ist diese bisher explizit kein begründeter Risikofaktor für den UV-induzierten Hautkrebs.

Obwohl die schädigenden Wirkungen natürlicher UV-Strahlung auf den menschlichen Körper wissenschaftlich umfassend belegt sind, existieren bislang keine verbindlichen Grenzwerte, die die berufliche Exposition gegenüber natürlicher UV-Strahlung regulieren oder begrenzen würden. Dies bedeutet, dass Beschäftigte, die im Freien arbeiten, potenziell hohen UV-Belastungen ausgesetzt sein können, ohne dass hierfür ein normierter, rechtlich verankerter Schwellenwert zur Orientierung oder Gefährdungsbeurteilung zur Verfügung steht. Die Verantwortung

für Schutzmaßnahmen liegt daher bislang überwiegend bei den Arbeitgebenden, die auf Grundlage allgemeiner arbeitsschutzrechtlicher Vorgaben handeln müssen.

Im Gegensatz dazu ist die Situation bei künstlich erzeugter UV-Strahlung deutlich klarer geregelt. Für technische UV-Quellen existiert ein international abgestimmtes Regelwerk, das in nationales Recht und technische Standards überführt wurde (siehe Infokasten „Grenzwerte“). Diese Vorgaben definieren je nach Art der Strahlungsquelle und zu Grunde liegenden Expositionsbedingungen unterschiedliche Grenzwerte, die sowohl akute als auch chronische Schädigungen von Haut und Augen berücksichtigen. Dadurch lassen sich Risiken systematisch bewerten und geeignete Schutzmaßnahmen ableiten.

### Arbeitsplatzmessungen zu optischer Strahlung

Ein zentraler Aufgabenschwerpunkt des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) ist die Durchführung von Betriebsmessungen im Auftrag der Unfallversicherungsträger, die die Basis für eine Gefährdungsbeurteilung bilden können. Dabei ist der Schwerpunkt der Messungen abhängig von der jeweiligen Fragestellung und somit vom dafür zuständigen Fachbereich. Im Bereich der optischen Strahlung konzentrieren sich Betriebsmessungen auf die systematische Erfassung und Bewertung von Strahlung im UV- und Infrarot-Bereich (100 nm bis 400 nm beziehungsweise 780 nm bis 1 mm). Auch für den Menschen sichtbare Strahlung (400 nm bis 780 nm) kann messtechnisch ermittelt und bewertet werden.

Eine messtechnische Erfassung der Exposition ist immer dann erforderlich, wenn diese nicht auf anderem Wege, etwa durch belastbare Herstellerangaben, zuverlässig bestimmt werden kann und die eingesetzte Technologie keine eindeutige Einschätzung zulässt, ob geltende Grenzwerte sicher unterschritten oder möglicherweise überschritten werden. In solchen Fällen stellt die Messung das zentrale Instrument zur fundierten Bewertung der tatsächlichen Expositionssituation dar. Die erhobenen Messwerte werden anschließend mit den jeweils geltenden Grenzwerten verglichen und mögliche Grenzwertüberschreitungen identifiziert. Ist dies der Fall, werden potenzielle Schutzmaßnahmen benannt; deren konkrete Ausgestaltung und Umsetzung jedoch in der Verantwortung des Betreibers liegt. Um eine arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung zu ermöglichen, werden im Rahmen der Messungen detaillierte Informationen dazu gesammelt, wie die konkreten Arbeitsabläufe am betroffenen Arbeitsplatz gestaltet sind. Hierzu zählen unter anderem die Anzahl der durchgeführten Arbeitsschritte, die Dauer der Exposition und die Nähe zur Strahlungsquelle. Auch bereits vorhandene Schutzeinrichtungen oder genutzte persönliche Schutzausrüstung (PSA) können in die abschließende Bewertung mit einfließen.

*» Um eine arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung zu ermöglichen, werden im Rahmen der Messungen detaillierte Informationen dazu gesammelt, wie die konkreten Arbeitsabläufe am betroffenen Arbeitsplatz gestaltet sind.«*

Im Rahmen eines Rechercheprojekts wurden Messberichte zur Arbeitsplatzexposition gegenüber künstlicher UV-Strahlung aus dem Archiv des IFA systematisch ausgewertet. Die Analyse umfasste Unterlagen aus dem Zeitraum von 1980 bis 2020. Ziel der Auswertung war es, aus den Messdaten zentrale Handlungsschwerpunkte abzuleiten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese nicht zwingend die Bereiche mit dem höchsten Gefährdungspotenzial abbilden. Messungen erfolgen typischerweise dort, wo die Expositionshöhe im Vorfeld unklar ist, sodass die Daten vor allem Situationen mit Unsicherheiten im Hinblick auf die vorliegende Gefährdung widerspiegeln. Zudem sollten die aus den Messdaten gewonnenen Erkenntnisse in einer für die Praxis gut nutzbaren Form aufbereitet werden, die es erlaubt, diese auch auf andere Anwendungen zu übertragen.

Insgesamt ließen sich fünf Anwendungsbereiche identifizieren, die einen Großteil der durchgeführten Messungen darstellen. Im Zuge der Analyse wurden sowohl orts- als auch personenbezogene Messwerte zusammengeführt und grafisch aufbereitet. Für jeden dieser Bereiche wurden die relevanten Gefährdungsschwerpunkte sowie die überwiegend empfohlenen Schutzmaßnahmen herausgearbeitet.

1. Ein zentraler Anwendungsbereich von künstlicher UV-Strahlung ist die Tintenfixierung in Druckereien. Hier werden Farben mittels UV-Strahlung getrocknet. Zwar liegt der prozessrelevante Anteil überwiegend im UV-A-Bereich, dennoch emittieren die eingesetzten Leuchtmittel häufig auch UV-B- und UV-C-Strahlung. Die Messungen zeigten, dass Beschäftigte insbesondere an Lichtaustrittsöffnungen, Lüftungsschlitzen oder durch reflektierende Flächen relevanten Belastungen ausgesetzt sein können.
2. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Einsatz von Gasbrennern in der Glasbearbeitung. Die intensive UV-Strahlung entsteht hier als Nebenprodukt der Flamme. Da Tätigkeiten oft in unmittelbarer Nähe zur Flamme ausgeführt werden, sind vor allem Hände, Unterarme und das Gesicht gefährdet. Da die Gefährdung durch die bei der Arbeit an Gasbrennern entstehende Strahlung bereits ausführlich im Rahmen eines Forschungsprojekts untersucht wurde, wurden im Rahmen der Archivrecherche keine weiterführenden Auswertungen in diesem Bereich gemacht.<sup>6</sup> Gleiches gilt für die UV-Exposition beim Lichtbogenschweißen.<sup>7</sup>
3. Bei der Fluoreszenzprüfung (auch Flux-Prüfung) werden Werkstücke mit fluoreszierenden Substanzen behandelt, die unter UV-A-Strahlung sichtbar werden. Diese Verfahren kommen unter anderem in der Qualitätskontrolle metallischer Bauteile zum Einsatz. Die Exposition betrifft häufig Hände und Unterarme, weil die UV-Leuchten meist unterhalb der Augenhöhe angeordnet sind.

*» Besonders kritisch sind Anwendungen zur Entkeimung mit UV-C-Strahlung, etwa in Krankenhäusern, der Lebensmittelindustrie oder bei der Luftdesinfektion.«*

4. Auch bei der UV-Härtung von Klebern, Lacken und Beschichtungen treten relevante Expositionen auf. Im Unterschied zu vollautomatisierten Druckprozessen erfolgt die Härtung hier oft manuell, wodurch sich die Beschäftigten zeitweise sehr nah an den UV-Quellen aufhalten.
5. Besonders kritisch sind Anwendungen zur Entkeimung mit UV-C-Strahlung, etwa in Krankenhäusern, der Lebensmittelindustrie oder bei der Luftdesinfektion. Die Messungen zeigen, dass bei freistrahrenden Systemen selbst in mehreren Metern Entfernung Expositionsgrenzwerte überschritten werden können, insbesondere durch direkte und reflektierte Strahlung.

## Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip

Ein wichtiger Bestandteil der durchgeführten Betriebsmessungen ist die Ableitung von möglichen Schutzmaßnahmen nach dem im Arbeitsschutz üblichen STOP-Prinzip, sofern Überschreitungen der Expositionsgrenzwerte möglich sind.<sup>8</sup> Zunächst ist die mögliche Substitution der Gefahrenquelle durch Auswahl eines alternativen Verfahrens zu prüfen. Im weiteren Verlauf haben technische und organisatorische Maßnahmen Vorrang vor persönlicher Schutzausrüstung. In den ausgewerteten Messberichten konnten bestimmte Tätigkeitsbereiche identifiziert werden, bei denen die gesetzlich festgelegten Expositionsgrenzwerte bereits nach kurzer Zeit erreicht oder überschritten werden können – teilweise innerhalb weniger Minuten.

### Fachinformation „Künstliche UV-Strahlung am Arbeitsplatz“

Die Ergebnisse der Archivrecherche zu künstlicher UV-Strahlung am Arbeitsplatz wurden in einer Fachinformation<sup>9</sup> veröffentlicht. Das Dokument fasst die wichtigsten Erkenntnisse aus mehreren Jahrzehnten Messpraxis zusammen, ordnet typische Anwendungsbereiche in Hinblick auf die vorliegende Gefährdung ein und zeigt an konkreten Beispielen auf, wie Gefährdungen durch geeignete Schutzmaßnahmen reduziert werden können. Diese Informationen können bereits einen ersten Anhaltspunkt dazu liefern, ob an einem Arbeitsplatz Grenzwertüberschreitungen möglich sind oder nicht. Da bei gleicher Anwendung jedoch der Arbeitsplatz und die assoziierten Tätigkeiten durchaus stark voneinander abweichen können, können die Messwerte und Ergebnisse selbst nicht ohne Weiteres auf andere Arbeitsplätze übertragen werden. Im Zweifel sollte daher immer eine individuelle Bewertung erfolgen.

Die in den Messberichten aufgeführten Schutzempfehlungen sind überwiegend allgemein gehalten und bedürfen einer standortspezifischen Konkretisierung durch den Betreiber. Bei der Auswahl und Umsetzung geeigneter Maßnahmen ist insbesondere darauf zu achten, dass diese nicht nur wirksam, sondern auch praktikabel sind. Maßnahmen, die zwar einen hohen Schutzgrad bieten, jedoch den regulären Arbeitsablauf erheblich beeinträchtigen, werden in der Praxis häufig umgangen und verlieren damit ihre Wirksamkeit. Eine sorgfältige Abwägung zwischen Schutzwirkung und Anwendbarkeit ist daher essenziell.

Technische Schutzmaßnahmen sind besonders wirksam. Dazu zählen geschlossene Systeme, Abschirmungen, Trennwände oder Schutzscheiben zwischen UV-Quelle und Beschäftigten. Lichtaustrittsöffnungen sollten so klein wie möglich gestaltet und unnötige Spalte vermieden werden. Bei Entkeimungssystemen ist darauf zu achten, dass UV-C-Strahler nur dort eingesetzt werden, wo sie zwingend erforderlich sind, und dass direkte sowie reflektierte Strahlung zuverlässig abgeschirmt wird. Zusätzlich können UV-absorbierende Beschichtungen auf reflektierenden Oberflächen oder Raumdecken die Belastung deutlich reduzieren.

Organisatorische Maßnahmen ergänzen den technischen Schutz. Dazu gehören die Begrenzung der Aufenthaltsdauer in der Nähe von UV-Quellen, das Einhalten von Mindestabständen sowie klare Arbeitsanweisungen. Eine regelmäßige Unterweisung der Beschäftigten über Gefährdungen und Schutzmaßnahmen ist unverzichtbar. Warn- und Gebotsschilder machen auf bestehende Risiken aufmerksam und unterstützen die sichere Arbeitsorganisation.

Wenn technische und organisatorische Maßnahmen nicht ausreichen oder nicht vollständig umgesetzt werden können, ist geeignete persönliche Schutzausrüstung erforderlich. Diese muss auf die jeweilige UV-Quelle und die exponierten Körperbereiche abgestimmt sein. Für den Augen- und Gesichtsschutz kommen UV-schutzgeeignete Schutzbrillen oder, bei höherer Belastung, Schutzvisiere zum Einsatz. Visierlösungen bieten einen besseren Schutz der Gesichtshaut und werden insbesondere bei Gasbrennern oder manuellen UV-Härtungsprozessen empfohlen. Zum Schutz der Haut sind langärmelige, dicht gewebte Kleidung, Stulpenärmel sowie UV-beständige Schutzhandschuhe erforderlich. In manchen Anwendungen haben sich Handschuhe ohne Fingerkuppen bewährt, um Schutz und Feinmotorik zu kombinieren. Wichtig ist, dass die PSA konsequent getragen und regelmäßig auf Beschädigungen überprüft wird. Die Auswahl geeigneter PSA muss Teil der Gefährdungsbeurteilung sein. Ebenso wichtig ist die Akzeptanz durch die Beschäftigten, die durch praxisnahe Unterweisungen und nachvollziehbare Schutzkonzepte gefördert werden kann.

## Fazit

Künstliche UV-Strahlung stellt an vielen Arbeitsplätzen eine ernstzunehmende Gefährdung dar. Langjährige Messungen zeigen, dass Expositionsgrenzwerte in verschiedenen Anwendungsbereichen regelmäßig überschritten werden können, teilweise bereits nach sehr kurzer Zeit. Demnach müssen Arbeitsplätze, an denen optische Strahlung auftritt, stets genau in Hinblick auf die Exposition der dort tätigen Beschäftigten geprüft werden.

*» Langjährige Messungen zeigen, dass Expositionsgrenzwerte in verschiedenen Anwendungsbereichen regelmäßig überschritten werden können, teilweise bereits nach sehr kurzer Zeit.«*

Eine wirksame Prävention erfordert ein systematisches Vorgehen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung. Technische Abschirmungen, organisatorische Regelungen und geeignete persönliche Schutzausrüstung müssen sinnvoll kombiniert werden. Nur so lassen sich akute und langfristige Gesundheitsschäden vermeiden und ein sicherer Umgang mit künstlicher UV-Strahlung gewährleisten. ●

### **Autorin**

M.Sc. Claudine Strehl,  
Institut für Arbeitsschutz  
der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IFA)



Fußnoten

Sie finden die Fußnoten zu diesem Artikel online unter [forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/10/#fussnoten](https://forum.dguv.de/ausgabe-2-2026/10/#fussnoten)

# Online-Wahlen als Option bei den Sozialversicherungswahlen

Mit dem Zweiten Betriebsrentenstärkungsgesetz (BRSG II) wird die Möglichkeit der Online-Stimmabgabe bei den Sozialversicherungswahlen dauerhaft eröffnet. Der Beitrag bewertet Chancen und Grenzen aus Sicht der DGUV.

Die in einem Modellprojekt der Krankenkassen im Jahr 2023 erprobte Möglichkeit der Online-Wahlen wird für künftige Sozialversicherungswahlen verstetigt und ausgeweitet. Die DGUV begrüßt diesen Schritt ausdrücklich, denn er erweitert die Wahloptionen, ohne die bisher bewährten Verfahren zu verdrängen.

## Satzungshoheit stärkt Selbstverwaltung

Besonders hervorzuheben an der gesetzlichen Regelung, die am 22. Januar 2026 in Kraft getreten ist, ist aus Sicht der DGUV, dass die Entscheidung über die Einführung von Online-Wahlen vollständig bei den Sozialversicherungsträgern verbleibt. Die Satzungshoheit stellt sicher, dass organisatorische, technische und personelle Voraussetzungen realistisch bewertet werden können.

Für die gesetzliche Unfallversicherung ist dies besonders relevant, weil der Versichertenstatus tätigkeitsbezogen ist. Ein Versichertenkataster würde beträchtlichen Aufwand bedeuten und nur mit erheblichen Unsicherheiten umsetzbar sein.

## Friedenswahlen erhalten

Aus diesen Gründen betont die DGUV den hohen Stellenwert der Friedenswahl nach § 46 Absatz 2 SGB IV. Sie hat sich über Jahrzehnte als effizientes und demokratisch legitimes Verfahren bewährt. Bei einer Friedenswahl erfolgt keine Wahlhandlung, wenn innerhalb der Gruppe der Arbeitgebenden oder der Versicherten entweder nur eine Liste zugelassen ist oder die Zahl der vorgeschlagenen Personen der Zahl der zu wählenden Selbstverwaltungsmitglieder entspricht. Diese Form der Wahl vermeidet unnötige Kosten, reduziert bürokratische Belastungen und stellt in einem umfangreichen Abstimmungsprozess durch die Listenträger im Vorfeld der Wahlen sicher, dass die Selbstverwaltung bei dem jeweiligen

## Key Facts

- Online-Wahlen als freiwillige Ergänzung zur Briefwahl – Entscheidung durch die Selbstverwaltung
- Friedenswahlen bleiben erhalten und sichern bewährte Verfahren in der gesetzlichen Unfallversicherung
- Satzungshoheit der Träger gewährleistet bedarfsgerechte Umsetzung digitaler Wahloptionen

Versicherungsträger ein repräsentatives Spiegelbild der Arbeitgebenden und Versicherten darstellt. Dieses Verfahren bleibt gemäß BRSG II uneingeschränkt möglich, weil das Gesetz keine verpflichtenden Änderungen einführt.

## Chancen und technische Vorgaben

Bei Friedenswahlen bleibt kein Raum für Online-Wahlen. Denn ohne Wahlhandlung bleiben die Online-Wahlen nicht mehr als eine Option. Unabhängig von den Friedenswahlen als zentrales Verfahren in der gesetzlichen Unfallversicherung bieten Online-Wahlen Chancen zur Modernisierung. Sie können die Beteiligung erhöhen, Zugänge erleichtern und insbesondere digitalaffine Wählerinnen und Wähler stärker erreichen. Voraussetzung hierfür sind jedoch hohe Datenschutzstandards, transparente technische Verfahren und robuste Sicherheitsmechanismen.

Die IT-sicherheitstechnischen Vorgaben für Online-Wahlen sind gesetzlich geregelt. Nach § 54 Absatz 5 SGB IV darf die Online-Wahl nur unter Verwendung von Online-Wahlprodukten durchgeführt werden, die nach dem Schutzprofil BSI-CC-PP-0121 des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) in der jeweils geltenden Fassung zertifiziert sind. Bei der Vorbereitung und Durchführung der Online-Wahl sind mindestens die Anforderungen für hohen Schutzbedarf nach der Technischen Richtlinie TR-03169 des BSI in der jeweils geltenden Fassung zu beachten. Das BSI veröffentlicht die jeweils geltende Fassung des Schutzprofils BSI-CC-PP-0121 und der Technischen Richtlinie TR-03169 auf seiner Internetseite und macht einen Verweis auf diese Internetseite im Bundesanzeiger bekannt.

Nach § 54 Absatz 6 SGB IV können Versicherungsträger die Online-Wahl mit anderen Versicherungsträgern gemeinsam vorbereiten und durchführen. Hierfür bilden sie Arbeitsgemeinschaften nach § 94 Absatz 1a Satz 1 SGB X. Auf diese Weise sollen Erfahrungen aus dem Modellprojekt in den Prozess eingebracht und Ressourcen gemeinsam genutzt werden können.

## Fazit

Für den Zeitraum bis zu den nächsten Sozialversicherungswahlen bedeutet dies, dass Träger, die den Einsatz von Online-Wahlen erwägen, nun über klare Rechtsgrundlagen und Planungssicherheit verfügen. Die Kombination aus Briefwahl, optionaler Online-Stimmabgabe und dem Fortbestand der Friedenswahl ermöglicht es, praxistaugliche und zugleich moderne Wahlverfahren einzusetzen. Die DGUV unterstützt daher ausdrücklich den Ansatz des Gesetzes, Wahlmöglichkeiten zu erweitern, ohne funktionierende Verfahren zu beeinträchtigen. ●

*» Die DGUV unterstützt ausdrücklich den Ansatz des Gesetzes, Wahlmöglichkeiten zu erweitern, ohne funktionierende Verfahren zu beeinträchtigen.«*

## Autor

Dr. Nils Teifke,  
Direktionsbüro der DGUV

# Korrektur von Bescheiden der Rentenausschüsse aus formellen Gründen

LSG Darmstadt 2.6.2025 – L 9 U 45/22

Ein entgegen der Kompetenzregel in § 36a Sozialgesetzbuch (SGB) IV erlassener bestandskräftiger Bescheid des Rentenausschusses über die Ablehnung eines Arbeitsunfalls ist nicht im Zugunstenverfahren nach § 44 SGB X aufzuheben, wenn materiell keine andere Entscheidung in der Sache ergehen konnte.

Im vorliegenden Verfahren hatte sich die Klägerin nachträglich gegen die Ablehnung eines Arbeitsunfalls gewehrt, dessen Anerkennung sie bereits im Jahr 2016 begehrt hatte. Sie war am Unfalltag, dem 2. Februar 2016, an ihrem häuslichen Arbeitsplatz tätig. Dem lag eine vertragliche Vereinbarung zur Regelung der Telearbeit bei Einrichtung eines außerbetrieblichen Arbeitsplatzes in der häuslichen Wohnung der Klägerin zugrunde. Als sie nach mehreren Videokonferenzen aufstehen und die Toilette aufsuchen wollte, bemerkte sie nicht, dass ihr linkes Bein durch längeres Sitzen eingeschlafen war. Noch im Arbeitszimmer stürzte sie und zog sich eine pilon-tibiale Fraktur des Unterschenkels zu. Der zuständige Unfallversicherungsträger lehnte mit einem Bescheid des Rentenausschusses vom 21. März 2016 Ansprüche auf Leistungen aus der gesetzlichen Unfallversicherung aus Anlass des Ereignisses vom 2. Februar 2016 ab, weil ein Arbeitsunfall mangels eines von außen wirkenden Ereignisses nicht vorliege. Im Widerspruchsverfahren wurde nach Begutachtung durch einen Facharzt für Chirurgie, Unfallchirurgie und Orthopädie ein mögliches Unfallgeschehen, zurückgehend auf die versicherte Tätigkeit, zwar für möglich erachtet, der Versicherungsschutz beim Gang zur Toilette im Homeoffice aber auf Grundlage der damaligen Rechtslage abgelehnt. Nachdem die Klägerin im Juli 2017 darum bat, ihren Fall erneut zu öffnen und einen Arbeitsunfall anzuerkennen, wurde dies mangels neuer Erkenntnisse durch einen Bescheid des Rentenausschusses nach § 44 SGB X und durch einen erneuten Widerspruchsbescheid abgelehnt.

Im Verfahren vor dem Sozialgericht erhielt die Klägerin mit ihrem Begehren auf Anerkennung des Unfallereignisses Recht. Das Sozialgericht verpflichtete den beklagten Unfallversicherungsträger unter Aufhebung der Bescheide sowohl aus 2017 als auch der ursprünglich ablehnenden Bescheide im Jahr 2016, das Unfallereignis vom 2. Februar 2016 als Arbeitsunfall anzuerkennen, weil sich die Klägerin noch im Arbeitszimmer und damit auf einem versicherten Betriebsweg nach § 8 Abs. 1 SGB VII befunden habe. Diese Rechtsauffassung fußte auf einer

ausführlichen Würdigung der vertraglichen Einzelheiten zur Ausgestaltung des heimischen Tele-Arbeitsplatzes.

Das LSG, das in der Frage nach dem Bestehen des Versicherungsschutzes beim Gang zur Toilette auf der Grundlage des alten Rechts (vor Einfügung des § 8 Abs. 1 S. 3 SGB VII zur Gleichstellung von Tätigkeiten im Homeoffice mit solchen auf der Betriebsstätte im Jahr 2021) in der Sache eine andere Auffassung vertritt, hatte sich zuvor mit der Rechtswidrigkeit der Bescheide der Rentenausschüsse zu befassen. Nach § 36a Abs. 1 S. 1 Nr. 2 SGB IV können Unfallversicherungsträger durch Satzung (§ 34 SGB IV) nur die erstmalige Entscheidung über Renten, Entscheidungen über Rentenerhöhungen, Rentenerabsetzungen und Rentenentziehungen wegen Änderung der gesundheitlichen Verhältnisse (Buchstabe a) sowie Entscheidungen über Abfindungen mit Gesamtvergütungen, Renten als vorläufige Entschädigungen, laufende Beihilfen und Leistungen bei Pflegebedürftigkeit (Buchstabe b) besonderen Ausschüssen übertragen. Der in § 36a Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 SGB IV aufgeführte Kompetenzkatalog umfasse demnach weder die isolierte Ablehnung eines Versicherungsfalls (Arbeitsunfall oder Berufskrankheit) noch Entscheidungen über die Rücknahme von Verwaltungsakten mit einer solchen Feststellung. Allerdings habe der beklagte Unfallversicherungsträger in dem hier gewählten gestuften Verfahren über das Vorliegen eines Versicherungsfalls vorab durch Verwaltungsakt entschieden und damit eine verbindliche Entscheidung über die Leistungsgewährung zunächst zurückgestellt. Auch wenn diese Kompetenzüberschreitung durch den Rentenausschuss nicht zur Nichtigkeit der Verwaltungsakte geführt habe, erwiesen sich beide Bescheide (sowohl der Ausgangsbescheid als auch der Bescheid über dessen Rücknahme nach § 44 SGB X) als rechtswidrig und seien deshalb vom beklagten Unfallversicherungsträger grundsätzlich aufzuheben. Der Verstoß gegen die Kompetenzregel des § 36a SGB IV bedeute auch mit Blick auf die Rechtsprechung des Bundessozialgerichts (BSG) keine Nichtigkeit der Bescheide. Anspruchsgrundlage für die Aufhebung der Bescheide (im gestuften Verfahren) sieht das LSG – anders als das BSG in einer Entscheidung vom 27.9.2023 (B 2 U 13/21 R) – § 44 Abs. 1 SGB X, da der Ablehnungsentscheidung über das Vorliegen eines Versicherungsfalls in der gesetzlichen Unfallversicherung die mittelbare Gewährung einer Sozialleistung immanent ist und damit auch im gestuften Verfahren bereits über die Erbringung von Leistungen mitentschieden werde.

Allerdings reiche dies bei materieller Rechtmäßigkeit der sachlichen Entscheidung nicht aus, die Beklagte zur Rücknahme ihrer Entscheidung zu verpflichten. Denn § 44 SGB X solle ausschließlich materiell-rechtliche Fehler beheben. Sei in der Sache richtig entschieden worden, habe sich die formelle Rechtswidrigkeit materiell-rechtlich nicht nachteilig ausgewirkt, sodass in diesem Fall das Interesse am Fortbestand des Verwaltungsakts und damit das Prinzip der Rechtssicherheit überwiege. In dieser Situation bestehe kein Anspruch darauf,

**» Die Behörde ist nicht verpflichtet, einen bestandskräftigen Bescheid trotz seiner formellen Rechtswidrigkeit aufzuheben, wenn seine materielle Rechtmäßigkeit feststeht.«**

einen bestandskräftigen Verwaltungsakt zurückzunehmen, den die Behörde sogleich wieder erneut erlassen müsste.

Für diese „Kehrtwendung“ konnte sich das LSG auf die bereits zitierte Entscheidung des BSG berufen. Dort hatte das BSG gegen Ende der Urteilsbegründung, in der die materielle Rechtmäßigkeit der Ausgangsentscheidung noch offen geblieben war, ausgeführt: „Ist in der Sache richtig entschieden worden, hat sich die formelle Rechtswidrigkeit materiell-rechtlich nicht nachteilig ausgewirkt, sodass in diesem Fall das Interesse am Fortbestand des Verwaltungsakts und damit das Prinzip der Rechtssicherheit überwiegt. In dieser Situation kann der Betroffene nicht verlangen, dass die Behörde verpflichtet wird, einen bestandskräftigen Verwaltungsakt zurückzunehmen, den sie sogleich wieder erneut erlassen müsste.“ (BSG a.a.O. Rn. 34)

Diese als Kompromiss zwischen dem Interesse an rechtmäßigem Verwaltungshandeln einerseits und Rechtssicherheit beziehungsweise auch Prozessökonomie andererseits gefundene Lösung ist mit der Entscheidung des LSG nochmals deutlich ins Bewusstsein gerückt. Die Behörde ist also nicht verpflichtet, einen bestandskräftigen Bescheid trotz seiner formellen Rechtswidrigkeit aufzuheben, wenn seine materielle Rechtmäßigkeit feststeht. Dies entspricht dem Grundgedanken des (hier nicht einschlägigen) § 42 SGB X. Demnach führen Verfahrens-, Form- oder Zuständigkeitsfehler nicht zur Aufhebung eines Verwaltungsaktes, wenn sie die materielle Richtigkeit der Entscheidung nicht beeinflusst haben.

Das LSG ist wegen des seiner Meinung nach (auf der Grundlage der Rechtsprechung des BSG im Urteil vom 5.7.2016 – B 2 U 5/15 R) nicht gegebenen Versicherungsschutzes auf dem Weg zur Toilette im Homeoffice zur Ablehnung eines Arbeitsunfalls gelangt. Wege innerhalb des Wohngebäudes, die bei einer häuslichen Arbeitsstätte zurückgelegt würden, um einer eigenwirtschaftlichen Tätigkeit nachzugehen, seien von der höchstrichterlichen Rechtsprechung nicht als versicherte Betriebswege anerkannt worden. Es betont ausdrücklich, dass sich dies mit der Gleichstellung von Versicherungsschutz im häuslichen Bereich mit den auf der Betriebsstätte versicherten Tätigkeiten durch den neu eingefügten § 8 Abs. 1 Satz 3 SGB VII durch das Betriebsrätemodernisierungsgesetz vom 14.6.2021 (Bundesgesetzblatt Teil I 2021, Seite 1762) mit Wirkung zum 18.6.2021 geändert habe. Allerdings übersieht das LSG, dass auch das BSG mit seinem damaligen Urteil vor dem Hintergrund des Art. 3 Abs. 1 GG durchaus Kritik erfahren hatte (Köhler, VSSAR 2019, S. 3 ff., 26; Mülheims, SozSich 2017, S. 372 ff., 375 ff.). Außerdem wird dem Umstand, dem das Sozialgericht (SG) Darmstadt mit sehr ausführlicher Begründung erhebliche Bedeutung beigemessen hatte, dass sich der Unfall noch innerhalb des mit Billigung und unter Mitwirkung des Arbeitgebers eingerichteten häuslichen Arbeitszimmers ereignet hatte, keinerlei Bedeutung beigemessen. Auch wird der Toilettengang als auf ausschließlich eigenwirtschaftlicher Motivationslage beruhend eingestuft, gleichwohl zur Aufrechterhaltung der

Arbeitsfähigkeit und damit Fortsetzung der betrieblichen Tätigkeit ebenso erforderlich (vgl. Keller in Hauck/Noftz, SGB VII [Stand: XII/2025], § 8 Rn. 43h). Unter diesen Aspekten hätte sich bei sorgfältiger Analyse des damaligen Urteils des BSG, bei dem der Unfall sich außerhalb des Arbeitszimmers ereignete, auch die vom SG gefundene Lösung rechtfertigen lassen. Soweit ersichtlich, wurde aber keine Nichtzulassungsbeschwerde gegen die Nichtzulassung der Revision durch das LSG mit Hinweis auf die ab 18.6.2021 geänderte Rechtslage eingelegt. ●

### **Autorin**

Prof. Dr. Susanne Peters-Lange

Die Inhalte dieser Rechtskolumne stellen allein die Einschätzungen der Autorin dar.

## Impressum

### **DGUV forum**

Fachzeitschrift für Prävention, Rehabilitation,  
Versicherungsrecht, Forschung  
13. Jahrgang. Erscheint seit dem 01.01.2026  
sechsmal jährlich

### **Herausgeber der Fachzeitschrift DGUV forum und Betreiber der Website**

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)  
Glinkastraße 40, 10117 Berlin  
<https://forum.dguv.de>

vertreten durch die stellvertretende Hauptgeschäftsführerin  
Frau Dr. Edlyn Höller  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-9876  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Vereinsregister-Nr. VR 751 B beim Amtsgericht  
Charlottenburg

### **Verantwortlich für redaktionelle Inhalte der Fachzeitschrift DGUV forum und der Website**

<https://forum.dguv.de>  
Stefan Boltz, DGUV

### **Chefredaktion**

Stefan Boltz (DGUV), Sabine Herbst (DGUV)

### **Redaktion**

Elke Biesel (DGUV), Katharina Braun (DGUV),  
Susan Haustein (DGUV)

### **Technische Erstellung und Betreuung der einzelnen Ausgaben der Fachzeitschrift DGUV forum und der Website DGUV forum inklusive Redaktionsassistenz für die Chefredaktion**

Raufeld Medien GmbH, Paul-Lincke-Ufer 42/43  
10999 Berlin, Telefon: 030 695 665-0  
E-Mail: [info@raufeld.de](mailto:info@raufeld.de)

### **Rechtlicher Hinweis**

Die mit Autorennamen versehenen Beiträge in dieser Zeitschrift geben ausschließlich die Meinungen der jeweiligen Verfasser wieder.

### **Zitierweise der Fachzeitschrift DGUV forum**

DGUV forum, Ausgabe, Jahrgang, Link, Abrufdatum

### **ISSN (Online)**

2699 – 7304

### **OS-Plattform**

Die Plattform der EU-Kommission zur Online-Streitbeilegung kann hier eingesehen werden:  
[consumer-redress.ec.europa.eu/index\\_de](https://consumer-redress.ec.europa.eu/index_de)  
Diese befindet sich jedoch auf dem Weg der Abschaltung und nimmt keine neuen Beschwerden mehr an.

## Alle Autorinnen und Autoren online unter

[forum.dguv.de/  
autorinnen-und-autoren/](https://forum.dguv.de/autorinnen-und-autoren/)

