

11.23

In Kooperation mit:



74. Jahrgang
November 2023
ISSN 2199-7330
1424

sicher ist sicher

www.SISdigital.de

Hybrid-Veranstaltung

14. März 2024, 9-16:30 Uhr, Berlin und online

Sonderpreis für
Abonnent/innen von
sicher ist sicher!

Arbeitsschutzverantwortung auf Baustellen und im Industrieanlagenbau

Health, Safety &
Environment (HSE)-Anforderungen



Weitere Informationen und Anmeldung:

www.ESV-Akademie.de/ArbeitsschutzBau

ESV AKADEMIE

Partner:



Q 2 VDSI-PUNKTE
Arbeitsschutz

CO-Grenzwert in der EU 481
Schutz vor den Risiken
von Asbest in der EU 487

Anwendungssicherheit und
nachhaltige Entwicklung 493
Die Staublunge der Ruhrbergleute 507

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG



ROLF PACKROFF · MICHAELA CLEVER · JULIA REESE

Anwendungssichere Chemikalien, Materialien und Prozesse als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung

Der folgende Beitrag erläutert das Prinzip der Anwendungssicherheit zum Schutz vor arbeitsbedingten Sicherheits- und Gesundheitsrisiken durch Gefahrstoffe. Damit unterstützt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) die Einführung eines europäischen Bewertungsrahmens für inhärent sichere und nachhaltige Chemikalien und Materialien gemäß der Empfehlung 2022/2510 der Europäischen Kommission. Anwendungssichere Chemikalien, Materialien und Prozesse sind wichtige Bausteine einer nachhaltigen Entwicklung – auch um die aktuellen Herausforderungen der Klimakrise zu meistern.

1. Einleitung: Nachhaltigkeit und Arbeitsschutz

Der Begriff Nachhaltigkeit wurde erstmalig im Zusammenhang mit der Forstwirtschaft geprägt. Der Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz beschrieb 1713 das Prinzip der nachhaltigen Bewirtschaftung von Wäldern. Es sollte nur so viel Holz geschlagen werden, wie durch Aufforstung nachgepflanzt werden konnte [1]. Heutzutage fließen unter Nachhaltigkeit weitere Aspekte der ökologischen Verträglichkeit, wirtschaftlichen Tragfähigkeit und der sozialen Gerechtigkeit mit ein. Mit dem Verständnis, dass heutiges Handeln Auswirkungen auf die Entwicklungsmöglichkei-

ten von zukünftigen Generationen hat, wird im Zusammenhang von Nachhaltigkeit auch von generationengerechtem Handeln gesprochen. Diese Prinzipien sind längst in der Politik angekommen. Die Vereinten Nationen verabschiedeten im Jahr 2015 die Agenda 2030, worin sich die Weltgemeinschaft zu 17 Nachhaltigkeitszielen für eine bessere Zukunft verpflichtet hat¹. Ziel ist es, weltweit ein menschenwürdiges Leben zu ermöglichen und die natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft zu bewahren.

¹ www.bundesregierung.de/breg-de/weitere-themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-erklart-232174

DIE AUTOR*INNEN



**Dipl.-Chem.
Dr. Rolf Packroff**

ist Wissenschaftlicher Leiter des Fachbereichs „Gefahrstoffe und Biostoffe“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Er koordiniert Forschungsaktivitäten, die den Schutz vor Gefahr- und Biostoffen bei der Arbeit verbessern sollen.



Dr. Michaela Clever

ist wissenschaftliche Rätin in der Fachgruppe „Gefahrstoffe im Arbeitsschutz, Koordination CLP“. Sie befasst sich mit der Substitution von Gefahrstoffen und dem sicheren Umgang mit krebserzeugenden Stoffen.



Julia Reese

ist Studentin der chemischen Biologie an der TU Dortmund. Sie hat an der BAuA eine Bachelorarbeit zur Gefährdung durch Kobalt beim Batterierecycling erstellt.

Das Ziel 8 „Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum“ beschreibt das zentrale Anliegen des Arbeitsschutzes. Aber auch Ziel 3 „Gesundheit und Wohlergehen“, Ziel 9 „Industrie, Innovation und Infrastruktur“, Ziel 12 „Nachhaltige/r Konsum und Produktion“ und einige weitere Ziele stehen ebenfalls im Einklang mit sicherer und gesunder Arbeit (Abb. 1). Einen direkten Fokus auf chemische Produkte und Materialien hat die 2020 von der Europäischen Kommission veröffentlichte und seitdem mit hohem Engagement verfolgte Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit [2]. Obwohl in der öffentlichen Wahrnehmung vornehmlich Fragen des Umwelt- und des Verbraucherschutzes im Blickpunkt stehen, ist es sicherlich kaum zu bestreiten, dass bei der Arbeit häufig hohe Belastungen durch Einatmen und Hautkontakt mit Gefahrstoffen auftreten – teilweise auch mit Stoffen, die für den/die Verbraucher*innen gar nicht (mehr) zugänglich sind. Daher muss der Arbeitsschutz einen signifikanten Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung mit sicheren und gesunden Arbeitsbedingungen leisten.

Den Arbeitsschutz fordert auch die zum Schutz vor den Folgen des Klimawandels auf dem G7-Gipfel von 2015 beschlossene Dekarbonisierung bis zum Jahr 2100 heraus. Derzeit bilden fossile Rohstoffe zu mehr als 90% die Basis für die organische Chemieproduktion in Deutschland. Die angestrebte Umstellung auf nachwachsende Ressourcen bedeutet somit einen tiefgreifenden Umbruch für die Chemieindustrie. Es wäre jedoch ein Fehlschluss anzunehmen, dass diese Umstellung auf „naturnahe Methoden“ auch alle Gefahrstoffe vom Arbeitsplatz verbannt. Darüber hinaus gibt es, wie im Beitrag „Klimaschutz und Arbeitsschutz und was Metalle damit zu tun haben“ von Romy Marx, Sergio Ciccari und Martin

Wieske dargestellt [3], Zielkonflikte zwischen der von der EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit angestrebten „schadstofffreien Umwelt“ und der notwendigen Nutzung gefährlicher Stoffe für CO₂-arme Technologien wie z.B. in Batterien für die E-Mobilität. Auch die Bedeutung von Reparatur und Recycling wird in einer Kreislaufwirtschaft zunehmen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Rückgewinnung und Verarbeitung von kritischen Rohstoffen für eine höhere strategische Autonomie der EU [4]. Etliche dieser Rohstoffe und ihre chemischen Verbindungen gehören jedoch aufgrund ihrer Gefahreneigenschaften zu den Stoffen mit besonderer Besorgnis! (Abb. 2)

Es ist zu erwarten, dass die genannten Entwicklungen zu mehr Arbeitsplätzen und Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in der Europäischen Union führen. Dies gilt auch für biologische Arbeitsstoffe, deren Bedeutung in den kommenden Jahrzehnten aufgrund der aus Klimaschutzgründen notwendigen Tendenz zu niedrigenergetischen biologischen Verfahren in der Chemikalienproduktion weiter zunehmen wird. Daher müssen neue Produktionswege und Tätigkeiten hinsichtlich ihrer Risiken durch Gefahr- und Biostoffe sorgfältig bewertet und von vorne herein mit den notwendigen Schutzmaßnahmen geplant werden. Eine spätere „Nachjustierung“ des Arbeitsschutzes hat sich häufig als unwirtschaftlich und wenig effizient erwiesen.

2. Das Prinzip der Anwendungssicherheit

Bereits um die Jahrtausendwende hat die BAuA mit breiter Beteiligung im Rahmen der Initiative „Neue Qualität der Arbeit“ des Bundesministeriums ein Konzept für die Anwendungssicherheit von Chemikalien als Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung formuliert [5]. Dieses geht über das übliche Bild einer „grünen Chemie“



Abb. 1: Vier der 17 UN-Nachhaltigkeitsziele stehen im direkten Bezug zum Arbeitsschutz.

© Autor*innen

Kritische Rohstoffe	Repräsentativer Stoff mit CAS-Nummer	CMR-Einstufung
Aluminium/ Bauxit		
Antimon	Antimon(III)sulfid (1345-04-6)	Reproduktionstoxisch
Arsen	Arsenrichlorid (7784-34-1)	Kanzerogen
Baryt		
Bauxit		
Beryllium	Berylliumsulfat (13510-49-1)	Kanzerogen
Bismut		
Borat	Borsäure (10043-35-3)	Reproduktionstoxisch
Feldspat		
Flussspat		
Gallium	Galliumarsenid (1303-00-0)	Reproduktionstoxisch
Germanium	Germaniumdioxid (1310-53-8)	Reproduktionstoxisch
Hafnium		
Helium		
Kobalt	Kobalt(II)carbonat (513-79-1)	Kanzerogen, Reproduktionstoxisch
Kokskohle		
Kupfer		
Leichte Seltene Erden		
Lithium	Lithiumcarbonat (554-13-2)	Reproduktionstoxisch (in Diskussion)
Magnesium		
Mangan		
Metalle der Platingruppe		
Natürlicher Graphit		
Nickel	Nickelsulfat (7786-81-4)	Kanzerogen, Mutagen, Reproduktionstoxisch
Niob		
Phosphatstein		
Phosphor		
Scandium		
Siliziummetall		
Strontium		
Tantal		
Titan	Titandioxid (13463-67-7)	Kanzerogen (Gerichtsverfahren)
Vanadium	Vanadiumpentoxid (1314-62-1)	Mutagen, Kanzerogen
Wolfram		

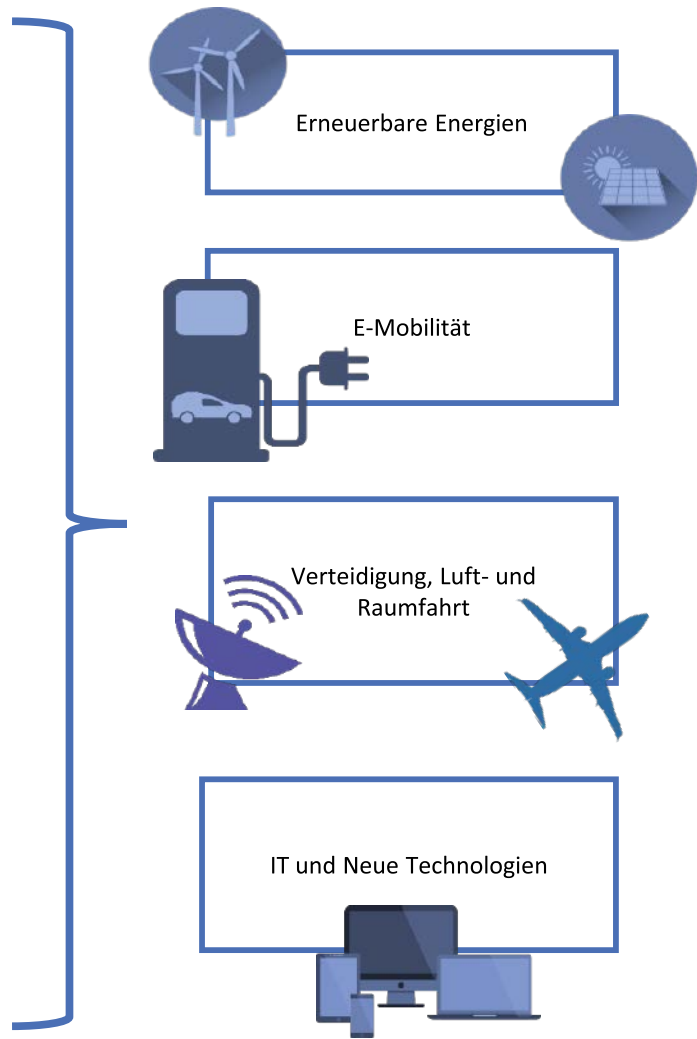


Abb. 2: Wichtige chemische Verbindungen von strategischen Rohstoffen [4], die für grüne Technologien benötigt werden, sind in der EU als krebserzeugend, mutagen oder reproduktionstoxisch (KMR) eingestuft.

© Autor*innen

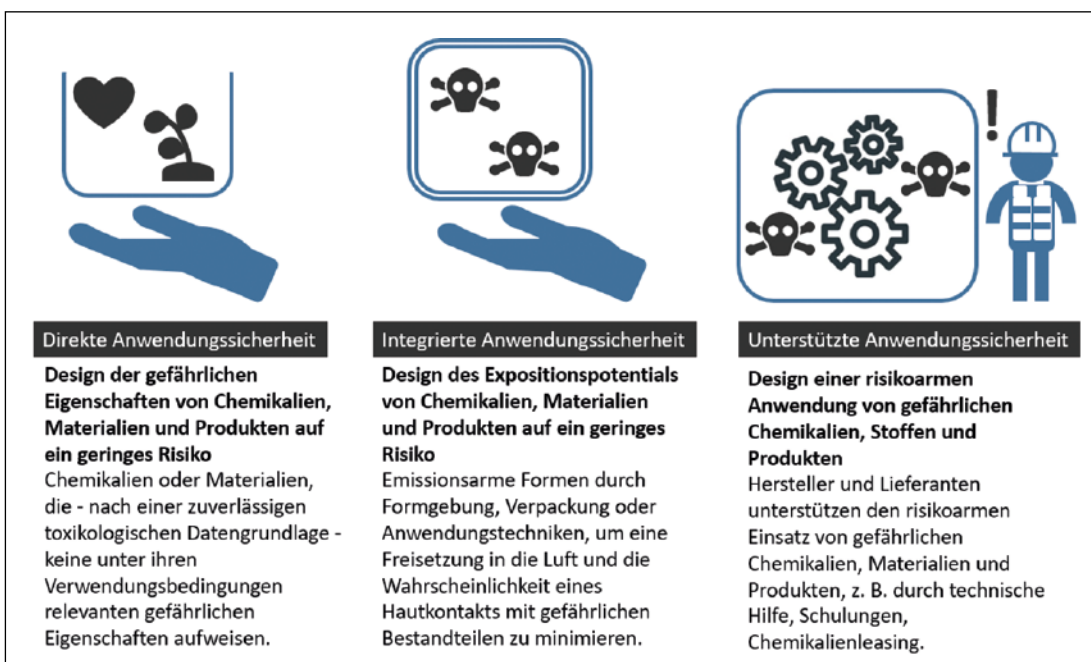


Abb. 3: Das Prinzip der Anwendungssicherheit beschreibt drei Wege zur Verknüpfung der Gestaltung von Chemikalien, Materialien und Produkten mit Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten.

© Autor*innen

hinaus, das vor allem auf ausreichend geprüfte, aber ungefährliche Stoffe abzielt. Diese „direkte Anwendungssicherheit“ (Abb. 3) lässt sich jedoch häufig nicht realisieren, weil z. B. für die Desinfektion oder als reaktive Zwischenprodukte Stoffe mit Gefahreneigenschaften zwingend benötigt werden. Derzeit gibt es im Zusammenhang mit der EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit eine Diskussion zu „essenziellen Verwendungen“ für Stoffe mit besonderer Besorgnis, die deren weitere Verwendung ermöglichen sollen. Hier kann mit der „integrierten Anwendungssicherheit“ ein weiterer Pfad für die sichere Produktgestaltung gewählt werden. Dabei soll die Freisetzung von Partikeln oder Dämpfen und ggf. auch ein gefährdender Hautkontakt durch konstruktive Maßnahmen verhindert oder zumindest auf ein Maß zu reduziert werden (emissionsarme Verwendungsformen, siehe Abschnitt 3), dass zusätzliche technische oder personenbezogene Schutzmaßnahmen bei der Anwendung nicht mehr erforderlich macht. Direkte oder integrierte Anwendungssicherheit entlasten Arbeitgeber*innen allerdings nicht vollständig von ihren Sorgfaltspflichten. Sie müssen weiterhin für die Umsetzung der Mindeststandards einer guten Arbeitshygiene sorgen, wie sie z. B. in den Schutzleitfäden der Maßnahmenstufe 1 des Einfachen Maßnahmenkonzepts Gefahrstoffe (EMKG)² der BAuA beschrieben sind. Denn „kein Ding ist ohne Gift“, wie schon Paracelsus festgestellt hat! Doch die größten Anforderungen richten sich hier an die Hersteller*innen und die Akteure*innen in den Lieferketten.

Dieses ändert sich bei der „unterstützten Anwendungssicherheit“ als weitere Möglichkeit. Wenn Stoffe mit Gefahreneigenschaften „essenziell“, aber emissionsarme Verwendungsformen nicht möglich sind, ist ein zusätzlicher technischer und organisatorischer Aufwand am Arbeitsplatz unabdingbar. Hersteller*innen und Akteure*innen in der Lieferkette unterstützen die Umsetzung des Arbeitsschutzes mit Mitteln, die über die gesetzlichen Mindestanforderungen zur Gefahrenkennzeichnung und zur Lieferung eines Sicherheitsblattes deutlich hinausgehen. Diese Mittel können z. B. Schulungen zur sicheren Verwendung sein. Belastende persönliche Schutzausrüstungen, wie z. B. filtrierende Atemschutzmasken, dürfen an stationären Arbeitsplätzen nur das letzte und temporäre Mittel sein – auch wenn dies häufig als guter Arbeitsschutz dargestellt wird.

Doch was ist der Unterschied der Anwendungssicherheit zur Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung? Grundsätzlich ist fest-

zuhalten, dass das Konzept der Anwendungssicherheit nicht die Substitutionsprüfung ersetzt. Es unterstützt aber Betriebe bei ihren Arbeitgeberpflichten zum Arbeitsschutz und kann die Substitutionsprüfung vereinfachen, wenn Lösungen mit geringem Risiko vom herstellenden Unternehmen bereits mitgeliefert werden. Dazu nutzt die Anwendungssicherheit Kenntnisse und Möglichkeiten, den Arbeitsschutz bereits in einer frühen Entwicklungsphase in ein Produkt zu integrieren. Gerade bei Chemikalien und Materialien mit einem breiten Anwendungsprofil erleichtert so ein Herstellungsunternehmen mit seiner Expertise ggf. Tausenden von mittelständischen Betrieben, die das Produkt anwenden, die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben des Arbeitsschutzes. Die Anwendungssicherheit kann hierbei durch freiwillige Initiativen („weiche Regulierung“), aber auch durch gesetzliche Auflagen für das Inverkehrbringen („harte Regulierung“) erreicht werden. Dies soll anhand der nachfolgenden Beispiele erläutert werden.

3. Drei Wege zur anwendungssicheren Gestaltung

Ein herausragendes Beispiel für „direkte Anwendungssicherheit“ ist die Entwicklung biolösllicher Mineralwollen, die in Deutschland seit 2000 im Baubereich die älteren krebserzeugenden Dämmmaterialien ersetzen. Dies ist inzwischen auch gesetzlich geregelt, aber auch ein Idealfall, in dem ein technisch gleichwertiges Produkt mit unverändertem Anwendungsmuster einen kanzerogenen Gefahrstoff ersetzt. Die freiwillige Kennzeichnung mit einem RAL-Gütesiegel unterstützt die Substitution. Ein weiteres Beispiel sind chromatarmer Zemente, die durch Zusätze von Eisensulfat erreicht werden. Auch diese Substitutionslösung wird durch gesetzliche Regelungen, hier durch eine Beschränkung unter der REACH-Chemikalienverordnung (EU) Nr. 1907/2006, unterstützt. Zurzeit gibt es allerdings Lieferengpässe für das Eisensulfat, was zu Zielkonflikten bei der Umsetzung dieser Vorschriften führt und auch die Grenzen der direkten Anwendungssicherheit deutlich macht. Wichtig ist auch, dass ein gut geprüfter Gefahrstoff nicht durch einen weniger untersuchten Stoff ersetzt wird, der sich später als problematisch herausstellt!

Die Möglichkeiten der „integrierten Anwendungssicherheit“ durch emissionsarme Gestaltung von Formulierungen, Verpackung und Prozessen werden derzeit im Forschungsprojekt EMIS (F 2484, Verpackungen, Formulierungen und Systeme zur Expositionsminderung gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz)³ der BAuA unter-

² www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/EMKG/Einfaches-Massnahmenkonzept-EMKG_node.html

³ www.baua.de/DE/Aufgaben/Forschung/Forschungsprojekte/f2484.html

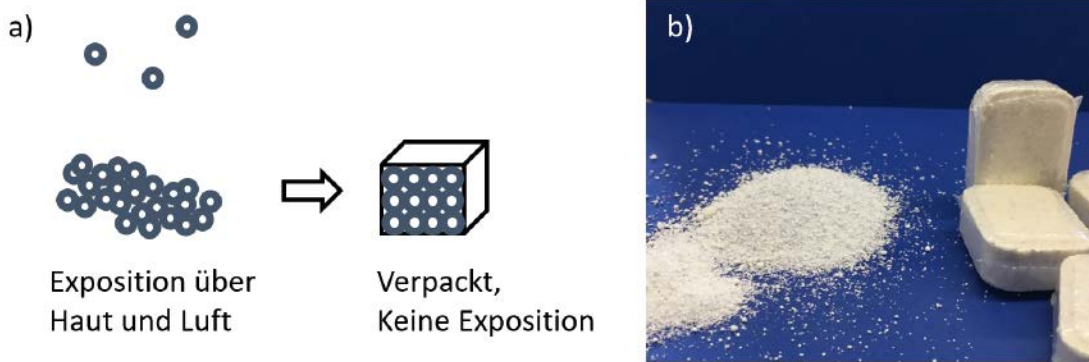


Abb. 4: Emissionsarme Formulierungen, Verpackungen und Verfahren können die Exposition gegenüber einem Gefahrstoff über die Luft oder durch Hautkontakt verringern oder vermeiden. a) Illustration der Expositionsminde- rung einer Verpackung b) Beispiel der Verwendung einer „verlorenen“, d.h. sich selbstauflösenden, Verpackung von Spülmaschinen- Tabs.

Illustration: Autor*innen, Foto: Bettina Büttner, BAuA

sucht. Zum Schutz von Verbraucher*innen sind hierzu schon viele Beispiele realisiert: „verlorene Verpackungen“ für hautreizende Waschmittel (Beispiel: wasserlösliche Verpackungen für Spülmaschinen- oder Waschmaschinentabs, Abb. 4) oder Dosierhilfen für Klebstoffe. Die gleichen Produkte werden für gewerbliche Anwendungen häufig ohne diese Hilfestellungen vermarktet, was zu den Problemen eines „offenen Umgangs“ führt. Bei staubenden Materialien kann auch ein einfacher Staubungstest hilfreich sein, um emissionsarme Formen zu ermitteln. So unterschied sich in Forschungsprojekten der BAuA die gemessene Tendenz zur Staubbefreiung von Kohlenstoffnanoröhrchen bei verschiedenen Produkten um bis zu sechs Größenordnungen. Rigidie Formen von Kohlenstoffnanoröhrchen werden inzwischen als kanzerogene bewertet, hierdurch kommt dem Staubbefreiungsverhalten eine große Bedeutung für den Arbeitsschutz zu.

Auch für die „unterstützte Anwendungssicherheit“ gibt es inzwischen gute Beispiele. Beispielsweise befassen sich unterschiedliche Branchen und Sozialpartner mit der Unterstützung der Anwender*innen beim sicheren Umgang mit Stoffen und Materialien. Oftmals werden so gute Praxis-Empfehlungen, sogenannte Best Practices, maßgeschneidert für Tätigkeiten mit einem bestimmten Stoff oder Material angeboten und mit Schulungsangeboten oder gar freiwilligen Messkampagnen kombiniert, um den Erfolg der Umsetzung zu prüfen. Der Industrieverband der Europäischen Keramikfaserindustrie (ECFIA) unterstützt seit vielen Jahren mit einem „CARE (Controlled and Reduced Exposure)“- Programm⁴ die in einigen Fällen nicht substituierbare Anwendung kanzerogener Hochtemperatur-Dämmstoffe durch Schulungen, Messprogramme und Empfehlungen zur guten Praxis für die Anwender*innen. Damit konnte ein kontinuierlicher

cher Rückgang der Belastungen erreicht werden, der allerdings nicht ausreicht, um den Einsatz von Atemschutzmaßnahmen gänzlich überflüssig zu machen. Es gibt aber weiterhin Bemühungen zur Entwicklung unkritischer Fasermaterialien, die auch für Hochtemperaturanwendungen geeignet sind. Ein weiteres Beispiel, hier durch gesetzliche Anforderungen einer Beschränkung unter REACH unterstützt, ist die Verpflichtung für Inverkehrbringer*innen von Diisocyanaten, die ein Berufsasthma auslösen können, Schulungen zu sicheren industriellen Anwendungen zu gewährleisten (Eintrag Nr. 74, Anhang XVII⁵). Diese gesetzliche Maßnahme wird durch ein epidemiologisches Forschungsvorhaben des Instituts für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) begleitet, welches durch die BAuA, Berufsgenossenschaften und Industrieverbände unterstützt wird (F2544: Kohortenstudie bei Diisocyanat-exponierten Beschäftigten zur Begleitung neuer chemikalienrechtlicher Regelungen für Diisocyanate)⁶.

4. Unterstützte Anwendungssicherheit für einen sicheren Lebenszyklus von chemischen Stoffen

Die Europäische Union (EU) hat zur Umsetzung des Green Deals eine Strategie vorgelegt, damit Europa der erste klimaneutrale Kontinent werden kann⁷. Der Vorschlag der EU-Kommission, dass neue PKW bis 2035 keine CO₂-Emissionen mehr verursachen dürfen, ist ein Klimaziel, das auch von deutscher Seite unterstützt wird [6]. Um dieses Ziel zu erreichen, verlagert die Automobilindustrie ihren Fokus in Richtung Elektro-

⁵ <https://echa.europa.eu/documents/10162/503ac424-3bcb-137b-9247-09e41eb6dd5a>

⁶ www.baua.de/DE/Aufgaben/Forschung/Forschungsprojekte/f2544.html

⁷ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_de

⁴ www.ecfia.eu/support-exposure-control/

mobilität. Für die Produktion von Batterien für Elektrofahrzeuge werden derzeit jedoch Materialien benötigt, die einerseits zu den kritischen Rohstoffen, andererseits zu den Stoffen mit besonderer Besorgnis zählen (Abb. 2). Für letztere strebt die EU-Chemikalienstrategie ein (langfristiges) Ausschleusen aus Produktkreisläufen an. Hingegen sollen kritische Rohstoffe in der EU aus Altbatterien zurückgewonnen und möglichst im Wirtschaftskreislauf geführt, werden um Abhängigkeiten von anderen Weltregionen zu vermindern. Beide Zielsetzungen sollen die nachhaltige Entwicklung fördern.

Zum aktuellen Zeitpunkt sind in Deutschland nur wenige Firmen mit dem Recycling von Batterien aus der Elektromobilität beschäftigt. Dieser Industriezweig muss jedoch in den nächsten Jahren deutlich ausgebaut werden, um den gesetzlichen Recyclingquoten gerecht zu werden. Denn mit der Zunahme der Elektromobilität wird auch die Zahl der rückläufigen Batteriezellen ansteigen. Daher ist es wichtig, die Arbeitsplätze schon in der Planung so zu gestalten, dass keine Gefährdungen für die Beschäftigten an diesen Arbeitsplätzen entstehen.

Dieses soll am Beispiel des Recyclings von Kobalt aus Altbatterien verdeutlicht werden. Kobalt und viele seiner Verbindungen sind hochpotente Kanzerogene, mehrere Kilogramm davon sind derzeit in jeder E-Autobatterie enthalten. Nach Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sind daher zum Schutz der Beschäftigten technische Maßnahmen erforderlich, die eine Freisetzung von Stäuben weitgehend ausschließen. Dies können z.B. geschlossene Anlagen oder hochwirksame Absaugeinrichtungen an der Emissionsquelle sein. Diese müssen durch organisatorische Maßnahmen flankiert werden, wie zum Beispiel regelmäßige Unterweisungen der Beschäftigten mit einer arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung. Nur als letztes Mittel, z.B. bei temporären Wartungsarbeiten, sollte persönliche Schutzausrüstung zum Einsatz kommen, wenn vorher alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft wurden.

Eine im Rahmen einer Bachelorarbeit [7] an der TU Dortmund durchgeführte Recherche in der internationalen Literatur und in öffentlich zugänglichen Informationen von Recyclingfirmen in Deutschland macht deutlich, dass der Arbeitsschutz bei einigen Tätigkeiten in Batterierecyclinganlagen unzureichend ist und einer Überprüfung bedarf. Dabei sind in einer Studie von Hanser et al. (2022) zum Batterierecycling in Frankreich besonders die thermalen Aufarbeitungsschritte und Instandhaltungsaufgaben aufgefallen, für die eine erhöhte Exposition von Beschäftigten gegenüber Kobalt nachgewiesen wurden [8]. Anhand der Informationen aus Deutschland wurden vor allem die Umfüllaktivi-

täten sowie der innerbetriebliche Transport offener Chemikalienfässer mit der „Schwarzen Masse“ als expositionsrelevante Tätigkeiten identifiziert. Die „Schwarze Masse“ ist ein Zwischenprodukt des Recyclingprozesses, das neben Kobalt auch weitere als gefährlich eingestufte Stoffe enthält. Für derartige Zwischenprodukte gibt es jedoch keine Gefahrenkennzeichnung und kein Sicherheitsdatenblatt eines/einer Inverkehrbringer*in. Hier ist der/die Arbeitgeber*in selbst gefordert und in vielen Fällen überfordert, eine Einstufung für die Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen. Wie also kann die Kommunikation über Gefahren und Schutzmaßnahmen verbessert werden?

Die unterstützte Anwendungssicherheit kann in diesem Fall dazu beitragen, zukünftige Arbeitsplätze mit Gefahrstoffen von vornherein sicher und gesund zu gestalten. Voraussetzung ist eine belastbare Risiko- und Maßnahmenkommunikation über den gesamten Lebenszyklus von der Batterieherstellung über die Nutzungsphase bis zum Recycling. Ein erster Schritt könnte der im Rahmen einer neuen EU-Verordnung vorgesehene Batteriepass sein [9], um den Wissenstransfer aus der Herstellung bis zum Recycling zu initiieren. Angaben zu Inhaltsstoffen und ihren Einstufungen erleichtern die Bewertung der „schwarzen Masse“. Geschlossene oder emissionsarme Tätigkeitsgestaltungen können ggf. aus dem Herstellungsprozess auf das Recycling übertragen werden. Durch gezielte Berücksichtigung des Arbeits- und Umweltschutzes in der universitären Lehre, insbesondere zur Technologieforschung, sollte der Wissenstransfer ebenfalls weiter gefördert werden.

5. Ausblick: Safe and Sustainable by Design – auch für den Arbeitsschutz

Die Ansätze für eine anwendungssichere Gestaltung von Chemikalien, Materialien und Prozessen richten sich vornehmlich an Verantwortliche für Herstellung, Produktion, Lieferkette und Anlagenbau. Sie werden daher häufig gar nicht mit dem Begriff „Arbeitsschutz“ in der Verbindung gebracht. Dieser fokussiert sich vor allem in Klein- und Mittelunternehmen auf die Bestellung von Sicherheitsfachkräften, Gefährdungsbeurteilung und Unterweisung. Es ist aber gerade der „vorgelagerte“ Arbeitsschutz, welcher bei der Entwicklung von Produkten und Verfahren mitgedacht wird und die größten Erfolgsaussichten für eine sichere und gesunde Arbeit bietet.

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) kommt in ihrem „Konzept für sichere Innovationen“ für eine nachhaltige Entwicklung zu folgender Schlussfolgerung: Das sichere und nachhaltige Design von Chemikalien, Materialien und Prozessen muss flankiert werden durch eine

(staatliche) Regulierung, die mit der Innovati-on Schritt hält (*regulatory preparedness*) [10]. Dies ist eine große Herausforderung sowohl für Produktentwickler*innen und Hersteller*innen als auch für Regulierungsbehörden und Politik. Hierzu hat die gemeinsame Forschungsstelle (*Joint Research Council, JRC*) im Dezember 2022 eine Empfehlung veröffentlicht [11], die auf ein erstes Konzept für eine „richtungssichere“ Bewertung der Sicherheit und Nachhaltigkeit von Chemikalien und Materialien (*Safe and sustainable by design*) verweist. Hier spielt auch der Arbeitsschutz eine zentrale Rolle! Die Europäische Kommission fordert die Mitgliedsstaaten auf, dieses Konzept an konkreten Beispielen zu erproben und weiterzuentwickeln. Gleichzeitig ist der Bewertungsrahmen Forschungsgegenstand von Projekten im Wissenschafts- und Innovationsprogramm der EU (*Horizon Europe*⁸), so dass in den nächsten Jahren eine starke Auseinandersetzung mit diesem Bewertungsrahmen in Industrie, Forschung und Behörden zu erwarten ist. Das beschriebene Konzept zur anwendungssicheren Gestaltung kann eine mögliche Grundlage darstellen, den Arbeitsschutz in die Bewertung von sicheren und nachhaltigen Chemikalien und Materialien zu integrieren. Es bleibt also abzuwarten, wie die Entwicklung und Umsetzung des Bewertungsrahmens für Sicherheit und Nachhaltigkeit von Chemikalien und Materialien gelingen wird.

In der Vergangenheit kam der Arbeitsschutz häufig zu spät, wie es z. B. an den Spätfolgen der Asbestverwendung mit immer noch fast 10.000 jährlichen Anzeigen von neuen Berufskrankheiten in Deutschland sehr deutlich wird [12]. Der durch Klimawandel und Dekarbonisierung ausgelöste Wandel bietet nun die Chance, Arbeitsbedingungen von vornherein sicher zu gestalten und insbesondere schwer substituierbare Gefahrstoffe wie z. B. strategische Rohstoffe sicher wiederzugewinnen und zu verarbeiten. Nach Mei-

nung der Autor*innen leisten sicher gestaltete Stoffkreisläufe und Produktlebenszyklen einen wichtigen Beitrag zur notwendigen nachhaltigen Entwicklung, die auch zukünftigen Generationen gute Lebens- und Arbeitsbedingungen ermöglichen. ■

LITERATUR

- [1] H. C. v. Carlowitz, *Sylvicultura oeconomica*. Reprint der Erstauflage von 1713, Leipzig, Remagen: Norbert Kessel Verlag, 2012, p. 525.
- [2] Europäische Kommission, „Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit – für eine schadstofffreie Umwelt,“ Nr. COM(2020) 667 final, 14. 10. 2020.
- [3] R. Marx, S. Ciccari und M. Wieske, „Klimaschutz und Arbeitsschutz und was Metalle damit zu tun haben,“ *sicher ist sicher*, 02 2023.
- [4] Europäische Kommission, „Vorschlag für eine Verordnung des europäischen Parlaments und Rates zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen,“ COM(2023) 160 final, 2023.
- [5] R. Packroff, „Anwendungssichere Chemikalien, Materialien und Produkte gewährleisten – Ein Beitrag des Arbeitsschutzes zu „Safe and sustainable by design“,“ *baua: Fokus*, 05 2022.
- [6] Gemeinsame Pressemitteilung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUV), „EU-Umweltrat: Deutschland unterstützt Verbrenner-Aus ab 2035,“ 17. 03. 2022.
- [7] J. Reese, Bachelor Thesis – A Scoping Study of Cobalt and Cobalt Compounds in the Focus of Occupational Safety and Health in the Battery Recycling Sector, TU Dortmund, unveröffentlicht, 2022.
- [8] O. Hanser, M. Melczer, A. M. Remy und S. Ndaw, „Occupational exposure to metals among battery recyclers in France: Biomonitoring and external dose measurements,“ *Waste Management*, pp. 122-130, 01. 08. 2022.
- [9] Europäische Kommission, Verordnung (EU)2023/1542 des europäischen Parlaments und des Rates über Batterien und Altbatterien.
- [10] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Moving Towards a Safe(r) Innovation Approach (SIA) for More Sustainable*, ENV/JM/MONO(2020)36/REV1, OECD, 2020.
- [11] C. Caldeira, R. Farcal, I. Garmendia Aguirre, L. Mancini, D. Tosches, A. Amelio, K. Rasmussen, H. Rauscher, J. Riego Sintes und S. Sala, *Safe and sustainable by design chemicals and materials – Framework for the definition of criteria and evaluation procedure for chemicals and materials*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.
- [12] *Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit*, Dortmund:baua, 2023.

⁸ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en