

Digitale Tools unterstützen die fünfstufige Gefährdungsbeurteilung

M. Arnone

ZUSAMMENFASSUNG Nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) muss das Unternehmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eine Gefährdungsbeurteilung durchführen. Hierbei sollen Gefährdungen ermittelt und bewertet werden, um geeignete Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten festzulegen. Zusätzlich verpflichtet die GefStoffV auch zur Führung eines Gefahrstoffverzeichnisses und eines Expositionsverzeichnisses von Beschäftigten, die gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Stoffen exponiert sind. Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung müssen dokumentiert und die Beschäftigten über die Ergebnisse unterwiesen werden. Detaillierte Informationen zur Umsetzung der Pflichten bei der Gefährdungsbeurteilung finden sich in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe. Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), einzelne Unfallversicherungsträger sowie die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) bieten Unternehmen unterschiedliche digitale Tools als Hilfestellungen für die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen an. Im ersten Themenheft „Digitale Tools“ der Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 7-8/2021 wurden bereits einige Instrumente ausführlicher vorgestellt [1]. Weitere, in diesem Artikel genannte Tools zur Unterstützung bei der Gefährdungsbeurteilung werden in dieser Ausgabe präsentiert.

1 Gefährdungsbeurteilung in fünf Stufen

Die Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach § 6 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [2] kann in einem fünfstufigen Prozess erfolgen (**Bild 1**). Zur Unterstützung auf allen Stufen der Gefährdungsbeurteilung bieten das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), einzelne Unfallversicherungsträger (UVT) sowie die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Unternehmen unterschiedliche digitale Tools als Hilfestellungen für Unternehmen an. Die Unterstützung reicht von Werkzeugen mit Informationen über Gefahrstoffe und zur Substitutionsprüfung über Praxishilfen zur Ermittlung der Gefährdungen und der inhalativen Exposition bis hin zu Hilfsmitteln für die Auswahl von Schutzmaßnahmen sowie zur Dokumentation und Unterweisung der Beschäftigten.

Um insbesondere kleineren und mittleren Unternehmen bei den besonders zu beachtenden krebserzeugenden Gefahrstoffen Unterstützung beim Einstieg in die fünf Stufen der Gefährdungsbeurteilung zu bieten, haben Bund, Länder und UVT im Rahmen des Arbeitsprogrammes „Sicherer Umgang mit krebserzeugenden

Digital tools support the five-stage risk assessment

ABSTRACT In accordance with the Hazardous Substances Ordinance (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), companies must perform a risk assessment for work involving hazardous substances. During this risk assessment, risks should be identified and assessed in order to define suitable protective measures. The Hazardous Substances Ordinance also states that companies must maintain a list of hazardous substances used and a list of employees exposed to carcinogenic or mutagenic substances, including the level and duration of exposure. The results of the risk assessment must be documented and employees must be informed about the results. Detailed information about how to ensure that the obligations for the risk assessment are implemented appropriately can be found in the Technical Rules for Hazardous Substances. The Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA), individual German social accident insurance institutions and the Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA) provide companies with digital tools to support the risk assessment process for work involving hazardous substances. Some of these tools are described in greater detail in the first special issue of the “Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft” expert journal on the topic of “Digital Tools” (7-8/2021) [1]. Other tools mentioned in this article that can support the risk assessment process are presented in this issue.

Gefahrstoffen“ den Gefahrstoff-Check des Bündnisses Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie (GDA) erarbeitet [3]. Hiermit können Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe am Arbeitsplatz erkannt und wirkungsvolle Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Anhand von neun Bausteinen kann die Gefährdungsbeurteilung schrittweise durchgeführt, vervollständigt, verbessert oder aktualisiert werden. Die neun Bausteine des GDA Gefahrstoff-Checks orientieren sich an den in diesem Artikel vorgestellten fünf Stufen zur Gefährdungsbeurteilung. Sie wurden speziell an die Verhältnisse bei der Beurteilung krebserzeugender Gefahrstoffe angepasst und differenzieren die Stufen „Bewusstsein schaffen für Gefahrstoffe“ und „Dokumentation und Information der Beschäftigten“ stärker. Die Fragen des GDA Gefahrstoff-Checks werden anhand eines Ampelmodells beantwortet, wodurch die Selbsteinschätzung der einzelnen Punkte ermöglicht wird. Der GDA Gefahrstoff-Check vermittelt leicht verständlich und kompakt mithilfe von konkreten Hinweisen die besonderen Pflichten und Maßnahmen im Zusammenhang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen und bietet eine Übersicht branchenspezifischer Praxishilfen. Hierzu zählen auch alle Instrumente, die in den Themenheften „Digitale Tools“ vorgestellt werden [1; 4].



Bild 1 Gefährdungsbeurteilung in fünf Stufen und die Unterstützung durch die digitalen Tools des IFA, der UVT und der BAuA. Grafik: Autor

2 Bewusstsein schaffen für Gefahrstoffe

Im ersten Schritt der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV muss festgestellt werden, ob Gefahrstoffe im Unternehmen vorhanden sind oder ob Gefahrstoffe bei Tätigkeiten, die im Unternehmen durchgeführt werden, freigesetzt werden können. Dies geschieht zum einen durch eine Erfassung aller im Betrieb vorhandenen chemischen Produkte. Durch das Gefahrstoffetikett mit den entsprechenden Kennzeichnungselementen (Piktogramme, Signalwort, H-Sätze) sowie durch das vom Lieferanten mitgelieferte Sicherheitsdatenblatt (SDB) lassen sich chemische Produkte als Gefahrstoffe identifizieren. Zum anderen müssen, neben den vorhandenen chemischen Produkten, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung auch die im Betrieb durchgeführten Tätigkeiten daraufhin überprüft werden, ob bei ihrer Durchführung Gefahrstoffe wie zum Beispiel Schweißrauche oder andere Stäube entstehen und freigesetzt werden können.

Weitergehende Informationen zu Gefahrstoffen und anderen chemischen Stoffen am Arbeitsplatz, wie deren Wirkungen auf den Menschen, erforderliche Schutzmaßnahmen für den sicheren Umgang und notwendige Maßnahmen im Gefahrenfall inklusive Erster Hilfe, kann man im „Gefahrstoffinformationssystem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger“ (GESTIS) aus der GESTIS-Stoffdatenbank [5] erhalten. Sie liefert auch Informationen zur Einstufung und Kennzeichnung der Chemikalien. Diese können bei der Gefährdungsbeurteilung zur Überprüfung der Plausibilität der SDB genutzt werden. Auch die Portale WINGIS [6] der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau) und GisChem [7] der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) und der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) bieten branchenspezifische Infor-

mationen zu einzelnen Gefahrstoffen, Gefahrstoffgruppen oder chemischen Produkten, die entweder in der Bauwirtschaft eingesetzt bzw. freigesetzt werden oder in der Holz- und Metallbranche, der chemischen Industrie und bei der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung vorkommen können. Das Portal WINGIS online wird auf S. 411 und GisChem auf S. 414 in diesem Heft näher vorgestellt.

Die in diesem Schritt der Gefährdungsbeurteilung im Betrieb ermittelten Gefahrstoffe müssen zur Dokumentation in ein Gefahrstoffverzeichnis aufgenommen werden. Dies gilt sowohl für chemische Produkte als auch für die Gefahrstoffe, die bei Tätigkeiten im Betrieb freigesetzt werden. Dieses Gefahrstoffverzeichnis muss neben Angaben zur Bezeichnung und Einstufung des Gefahrstoffs auch Angaben zu den im Betrieb verwendeten Mengenbereichen sowie den Arbeitsbereichen, in denen Beschäftigte dem Gefahrstoff ausgesetzt sein können, enthalten. Eine digitale Unterstützung bei der Erstellung und Führung eines Gefahrstoffverzeichnisses erhalten Unternehmen im GESTIS-Stoffenmanager® [8] oder bei der Nutzung von WINGIS online. Diese Tools ermöglichen die Erstellung und Führung eines Online-Gefahrstoffverzeichnisses aus den im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung im Tool erfassten Produkten. Auch die Softwareanwendung des „Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe“ (EMKG) [9] der BAuA bietet die Möglichkeit einer digitalen Führung eines Gefahrstoffverzeichnisses im Betrieb (siehe auch S. 412).

3 Ermittlung der Gefahren und Gefährdungspriorisierung

Wurden die Gefahrstoffe im Betrieb identifiziert, müssen im nächsten Schritt mögliche Gefahren, die für die Beschäftigten bei

Tätigkeiten mit diesen Stoffen auftreten können, ermittelt und identifiziert werden. Die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ [10] beschreibt dazu Vorgehensweisen zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung. Neben Gefährdungen bei inhalativer oder dermaler Exposition sind auch Brand- und Explosionsgefahren zu berücksichtigen.

Das Onlinetool GESTIS-Stoffenmanager® unterstützt bei der Ermittlung der Gefahren, die von eingesetzten chemischen Produkten ausgehen, durch die Kategorisierung der Gefährdungen mithilfe eines Control-Banding-Ansatzes (siehe Themenheft der Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 7-8/2021). Hierbei werden die den Produkten zugewiesenen H-Sätze nach der Schwere der zugrunde liegenden Gesundheitsgefährdung in Gefährlichkeitskategorien eingeteilt. Der Vergleich dieser Kategorien für unterschiedliche Produkte ermöglicht eine Festlegung und Priorisierung der Arbeitsplätze mit besonders bedenklichen gefährlichen Produkten. Zusätzlich gleicht GESTIS-Stoffenmanager® die H-Sätze der Produkte sowie die CAS-Nummern der Inhaltsstoffe mit Listen bekannter krebserzeugender, keimzellmutagener und reproduktionstoxischer (KMR) Stoffe ab. Dies ermöglicht eine schnelle Identifizierung besonders zu berücksichtigender Gefahrstoffe.

Stoffe, vor allem KMR-Substanzen, die besonders gefährlich für die Beschäftigten sind, sollten am besten gar nicht eingesetzt werden, sondern möglichst durch ungefährlichere Stoffe substituiert werden (Substitutionsgebot). Details zur Vorgehensweise bei der Substitution sind in der TRGS 600 „Substitution“ [11] beschrieben. Hilfestellungen sind im Onlineportal SUBSPORTplus [12] der BAuA hinterlegt (siehe auch S. 409). Auf diesem Portal finden sich unter anderem eine strukturierte Präsentation der rechtlichen Bestimmungen zum Thema Substitution innerhalb der Europäischen Union ebenso wie auf nationaler und internationaler Ebene, eine Datenbank mit besorgniserregenden Stoffen, deren Gebrauch gesetzlich oder durch freiwillige Verpflichtungen eingeschränkt ist, und eine Beschreibung von Substitutionshilfen zum Vergleich und zur Beurteilung von alternativen Substanzen. Eine Datenbank mit Fallbeispielen und -studien zur erfolgreichen Substitution besonders besorgniserregender Stoffe sowie Hilfestellungen anhand von Best-Practise-Beispielen zum sicheren Umgang mit nicht substituierbaren Stoffen runden das digitale Angebot im SUBSPORTplus-Portal ab.

4 Quantitative Expositionsermittlung

Zur Beurteilung einer inhalativen Gefährdung der Beschäftigten muss neben der Ermittlung der Gefahren, die von den Gefahrstoffen ausgehen, auch die mögliche Expositionshöhe für die Beschäftigten gegenüber diesen Stoffen ermittelt werden. Vorgehensweisen für die Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen bei einer inhalativen Exposition liefert die TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ [13]. In ihr werden neben Gefahrstoffmessungen nichtmesstechnische Expositionsermittlungsmethoden als bevorzugte Methode zur quantitativen Bestimmung der inhalativen Exposition gefordert.

Das Tool GESTIS-Stoffenmanager® stellt validierte Expositionsmodelle für die nichtmesstechnische Ermittlung der Exposition in mg/m^3 gegenüber Dämpfen leicht- und schwerflüchtiger Flüssigkeiten, der einatembaren Staubfraktion beim Umgang mit

staubigen Produkten oder der spanenden Holzbearbeitung sowie für die Exposition gegenüber E- und A-Staubfraktion bei der Steinbearbeitung zur Verfügung. Die Expositionsmodelle wurden mehrfach validiert und werden auch von der Europäischen Chemikalienagentur ECHA zur Erstellung von REACH-Expositionsszenarien empfohlen [14]. Die internationale ETEAM-Studie der BAuA bescheinigt dem Modell eine hinreichende Konservativität sowie eine ausgewogene Leistung im Hinblick auf das Schutzniveau und die Vorhersagekraft für flüchtige Flüssigkeiten und Stäube [15].

Zur Beurteilung einer ermittelten Expositionshöhe in mg/m^3 wird der Vergleich mit einem Grenzwert für die Konzentration des Gefahrstoffs in der Luft am Arbeitsplatz herangezogen. Die in Deutschland gesetzlich vorgesehenen Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sind in der TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ dokumentiert. Falls kein AGW vorliegt, können auch andere Beurteilungsmaßstäbe, wie internationale Grenzwerte oder die Derived No Effect Levels (DNELs) aus der REACH-Verordnung, herangezogen werden. Hierzu bietet die Datenbank „GESTIS – Internationale Grenzwerte für chemische Substanzen“ (GESTIS-ILV) [16] einen schnellen und übersichtlichen Vergleich von Grenzwerten für die berufsbedingte Exposition in Europa und Übersee (siehe Themenheft der Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 7-8/2021). Sie enthält aktuell eine Zusammenstellung von 33 Grenzwertlisten aus 28 Ländern mit insgesamt fast 39 000 Grenzwerteinträgen zu mehreren hundert Gefahrstoffen.

5 Ableitung von Schutzmaßnahmen

Hat die Gefährdungsbeurteilung z. B. durch den Vergleich der am Arbeitsplatz ermittelten Expositionshöhen mit einem Grenzwert ergeben, dass die Schutzmaßnahmen am Arbeitsplatz die Beschäftigten nicht ausreichend vor einer Gefährdung schützen, müssen weitere Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip (Substitution, Technische Maßnahmen, Organisatorische Maßnahmen, Persönliche Schutzausrüstung) installiert werden. Ist hierbei eine Substitution des gefährlichen Stoffs durch ein für den Beschäftigten ungefährlicheres Produkt nicht möglich, geben die technischen Regeln der 500er-Reihe „Schutzmaßnahmen“ [17] weitere Hinweise zur Anwendung technischer, organisatorischer oder personenbezogener Maßnahmen.

Zur Ermittlung geeigneter Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit festen oder flüssigen chemischen Produkten kann das EMKG der BAuA eingesetzt werden. Es ermittelt über die H-Sätze oder Größenordnung von AGW die Gefährlichkeit der eingesetzten Produkte. Die Kombination aus der ermittelten Gefährlichkeit mit einer aus der Flüchtigkeit (Flüssigkeiten) bzw. Staubigkeit (Feststoffe) und der Verwendungsmenge abgeleiteten Freisetzungskategorie ergibt die erforderliche Maßnahmenstufe zum Schutz der Beschäftigten für die beurteilte Tätigkeit. An diese Maßnahmenstufen sind beim EMKG Schutzleitfäden gekoppelt. Sie beschreiben in einer kompakten zweiseitigen Darstellung die Einrichtung sicherer Arbeitsplätze für verschiedene Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (z. B. Umfüllen, Mischen) mit unterschiedlichen Schutzniveaus für die Beschäftigten (Bild 2). Je nach Gefährdung werden arbeitshygienische Mindeststandards (Maßnahmenstufe 100), technische Schutzmaßnahmen (Maßnahmenstufe 200) oder die Einrichtung angepasster geschlossener Systeme (Maßnahmenstufe 300) beschrieben. Beurteilungen

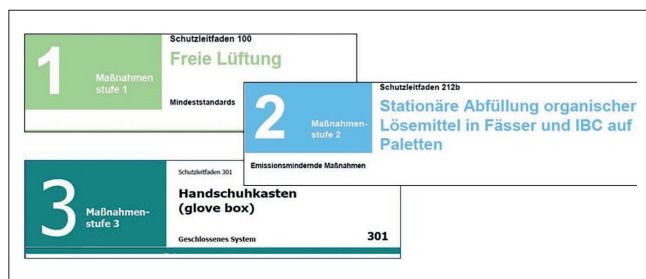


Bild 2 Beispiele für Schutzleitfäden der Maßnahmenstufe 100, 200 und 300 zur Umsetzung der mit dem EMKG ermittelten Schutzmaßnahmen.

Grafik: Autor

mit dem EMKG sind für die inhalative Exposition und den Hautkontakt möglich. Ein weiteres Modul des EMKG ermöglicht es außerdem, Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen sowie Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung in Abhängigkeit von den eingesetzten Gefahrstoffen und Mengen zu ermitteln.

Im Onlinetool GESTIS-Stoffenmanager® ist es ebenfalls möglich, die Wirksamkeit zusätzlicher Schutzmaßnahmen vor ihrer Einführung am Arbeitsplatz zu überprüfen. Aus ausgewählten Schutzmaßnahmen kann, nach ihrer Überprüfung, im GESTIS-Stoffenmanager® ein Maßnahmenkatalog zur Umsetzung in der betrieblichen Praxis erstellt werden.

6 Dokumentation und Information der Beschäftigten

Zusätzlich zur Verpflichtung, eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, haben Unternehmen nach GefStoffV auch Dokumentationspflichten. Dies gilt insbesondere für die Gefährdung von Beschäftigten durch KMR-Stoffe der Kategorien 1A oder 1B. Diese Gefährdungen müssen nach GefStoffV und TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“ [18] in einem Expositionsverzeichnis über 40 Jahre dokumentiert und aufbewahrt werden. Zusätzlich müssen dem Beschäftigten beim Ausscheiden aus dem Betrieb die betreffenden Auszüge aus dem Verzeichnis ausgehändigt werden. Dieses Expositionsverzeichnis muss Angaben zur Art, Höhe und Dauer der Exposition enthalten.

Um den Verpflichtungen zur Führung eines Expositionsverzeichnisses nach Gefahrstoffverordnung nachzukommen, bietet die DGUV eine Onlinedatenbank zur zentralen Erfassung gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen exponierter Beschäftigter, die sogenannte „Zentrale Expositionsdatenbank“ (ZED) [19], (siehe Themenheft der Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 7-8/2021). Unternehmen können ihr Verzeichnis gefährdeter Beschäftigter in der ZED mithilfe eines Webportals datenschutzgerecht erfassen und verwalten. Die DGUV übernimmt die Archivierungsverpflichtung von 40 Jahren und händigt die Daten bei Bedarf an die entsprechenden Beschäftigten aus.

Damit die Beschäftigten effektiv vor den ermittelten Gefährdungen geschützt werden, ist es notwendig, sie über die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen am Arbeitsplatz zu informieren. Dies erfolgt über tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen. Details zum Aufbau und zu den Inhalten der Betriebsanweisungen regelt die TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“ [20].

Bei der Erstellung von Betriebsanweisungen können Unternehmen ebenfalls Hilfe durch die digitalen Tools des IFA und der UVT erhalten. GESTIS-Stoffenmanager® kann aus den Eingaben zu den Produkten und den Angaben zur Arbeitsplatzsituation für die Expositionsermittlung tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen erstellen. Das kostenpflichtige Zusatzangebot „Stoffenmanager® SHARE“ ermöglicht es außerdem, die aktuellsten Betriebsanweisungen einfach über einen Internetlink oder QR-Code digital an die betroffenen Beschäftigten zu übermitteln. Das Tool WINGIS online bietet mit dem Modul „myBetran“ für Unternehmen der Baubranche die Möglichkeit, eigene Betriebsanweisungen zu erstellen. Hierbei werden die in der Anwendung hinterlegten Gefahrstoffinformationen und Standardsätze genutzt, um Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen auf Baustellen in vielen Sprachen zu erzeugen. Unternehmen aus den Bereichen Holz, Metall oder der chemischen Industrie können online mit dem Modul GisChem-Interaktiv mithilfe eines Frage-Antwort-Dialogs durch das Sicherheitsdatenblatt ebenfalls branchenspezifische Betriebsanweisung für den Umgang mit ihren Produkten generieren.

7 Fazit

Die GefStoffV verpflichtet Unternehmen, sichere Arbeitsbedingungen für ihre Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu garantieren. Die TRGS spezifizieren die hierzu notwendigen Vorgehensweisen bei der Gefährdungsbeurteilung und die Möglichkeiten, die sich zum Schutz der Beschäftigten bei Gefährdungen durch Gefahrstoffe bieten. Mithilfe digitaler Lösungen und Online-Angebote unterstützten IFA, UVT und BAuA Unternehmen bei der Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung sowie bei der Information und dem Schutz der Beschäftigten durch Betriebsanweisungen und angepasste Schutzmaßnahmen. ■

Literatur

- [1] Sonderheft: Digitale Tools 1. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 07/08 (2021), S. 241-254.
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) Ausg. 29. März 2017. (BGBl. I S. 1643, 1644), zul. geänd. durch Artikel 2 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115).
- [3] Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie (GDA): Der GDA Gefahrstoff-Check. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI). www.gda-gefahrstoff-check.de/
- [4] Sonderheft: Digitale Tools 2. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 11/12 (2021).
- [5] GESTIS-Stoffdatenbank. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank/
- [6] WINGIS online. Hrsg.: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau). www.wingisonline.de/
- [7] GisChem. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM). www.gischem.de/
- [8] GESTIS-Stoffenmanager®. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). www.dguv.de/ifa/gestis-stoffenmanager
- [9] Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG). Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/EMKG/Einfaches-Massnahmenkonzept-EMKG_node.html
- [10] Technische Regel für Gefahrstoffe: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400). GMBI. (2017) Nr. 36, S. 638.
- [11] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Substitution (TRGS 600). GMBI. (2017) Nr. 36, S. 638.

- [12] SUBSPORTplus! Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). www.subsportplus.eu/
- [13] Technische Regel für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). GMBI. (2010) Nr. 12, S. 231; zul. geänd. GMBI. (2016) Nr. 43, S. 843-846.
- [14] Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter R.14: Occupational exposure estimation Version 3. 0 – August 2016. Aufl. European Chemicals Agency, Helsinki, Finnland 2016.
- [15] *Lamb, J.; Hesse, S.; Miller, B. G.; MacCalman, L.; Schroeder, K.; Cherie, J.* et al.: Evaluation of Tier 1 Exposure Assessment Models under REACH (eteam) Project – Final Overall Project Summary Report. Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA), Dortmund/Berlin/Dresden 2015.
- [16] „GESTIS – Internationale Grenzwerte für chemische Substanzen“ (GESTIS-ILV). Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). www.limitvalue.ifa.dguv.de/
- [17] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen (TRGS 500). GMBI. (2019) Nr. 66/67, S. 1330; ber. GMBI. (2020) Nr. 4, S. 88.
- [18] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B (TRGS 410). GMBI. (2015) Nr. 30, S. 587; zul. geänd. GMBI. (2021) Nr. 1, S. 23; ber. GMBI. (2021) Nr. 6, S. 127.
- [19] Zentrale Expositionsdatenbank (ZED), Datenbank zur zentralen Erfassung gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen exponierter Beschäftigter. Hrsg.: Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV). www.zed.dguv.de
- [20] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten (TRGS 555). GMBI. (2013) Nr. 15, S. 275.

Dr. rer. nat. Mario Arnone

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.