

MEGA: Von der Datenbank zur Beschreibung von Expositionen

R. Van Gelder

Die im Messsystem Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (MGU) ermittelten Mess- und Betriebsdaten zu Gefahr- und Biostoffen [1] werden in der IFA-Expositionsdatenbank „Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz“ (MEGA) [2] (IFA: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung) gespeichert. MEGA stellt die zentrale Datenbank dar, auf der das IFA unfallversicherungsübergreifend Auswertungen vornehmen und somit die Unfallversicherungsträger (UV-Träger) in ihren vielfältigen Aufgaben unterstützen kann.

1 Historie

MEGA wird für Gefahrstoffe seit 1972 [3] geführt. Durch Nacherfassung archivierter Daten liegen in einigen Bereichen Messwerte seit 1961 vor. Seit 1995 werden auch Daten zu biologischen Arbeitsstoffen [4] dokumentiert. Von 2006 bis 2018 wurden zusätzlich Klimamessungen mit der OMEGA-Software Gefahrstoffe erfasst und in MEGA gespeichert [5].

1.1 Vergangenheit

Die ersten Auswertungen der IFA-Expositionsdatenbank MEGA – damals „BIA-Dokumentation MEGA“ genannt – erfolgten auf einer relationalen Datenbank die auf einem DOFOS III / WANG MVPC-System [6] lief. Seinerzeit enthielt die BIA-Dokumentation MEGA ca. 230 000 Datensätze mit bis zu „49 Einzelinformationen, die zum Verständnis des Meßwertes (...) erforderlich sind“ [6]. Die zweite Programmoberfläche PC-MEGA (**Bild 1**) für statistische Auswertungen der MEGA-Daten wurde auf dem Großrechner MX500 der Fa. Siemens mit Unix zur Verfügung gestellt und in den 1990er-Jahren entwickelt. Schon in dieser Software standen den Nutzenden die wichtigsten Funktionen, die bis heute vorhanden sind, zur Verfügung. Dazu gehören Übersichtslisten, die Messserienübersicht und die Statistik.

Im Jahr 2006 wurde dann die dritte Programmoberfläche, die Auswertesoftware MEGA^{Pro}, entwickelt. Dabei wurde die Datenbank auf das Datenbanksystem InterBase/Firebird umgestellt und die Software mit Delphi programmiert. Ein wesentlicher Unterschied zur Vorgängerversion besteht darin, dass die Kollektive nicht mehr aus dem kompletten Datenbestand erstellt werden. Stattdessen besteht die Möglichkeit, Teilbestände zu erstellen, in denen dann die vielen Kollektive für die Statistikberechnung definiert werden.

Die Auswertesoftware MEGA^{Pro} konnte erstmals einem größeren Kreis von Nutzenden zur Verfügung gestellt werden. Dazu erhalten alle UV-Träger ihre Messdaten aus MEGA und können somit auch eigene Auswertungen für ihre Zwecke erstellen. Hier-

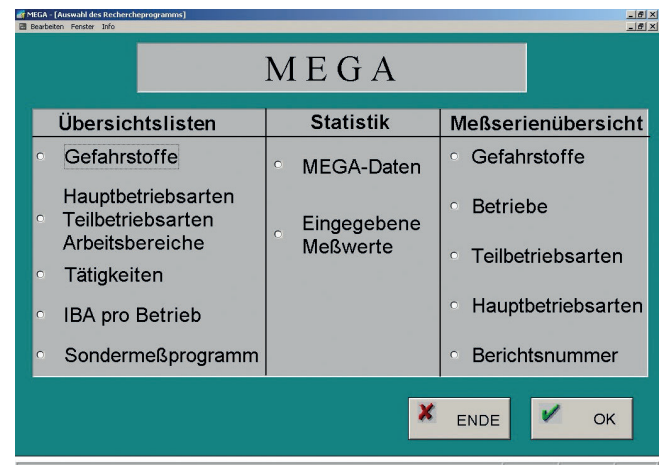


Bild 1 PC-MEGA 1998 Programmoberfläche. Foto: IFA

für hat das Sachgebiet MEGA des IFA mittlerweile ca. 270 Personen der UV-Träger in der Nutzung der Auswertesoftware MEGA^{Pro} geschult.

1.2 Gegenwart

Heute nutzen ca. 70 Personen aus dem Bereich der UV-Träger und des IFA den Datenbestand der IFA-Expositionsdatenbank MEGA, die im Januar 2023 folgenden Umfang hatte:

- Anzahl der Datensätze: 3,76 Millionen aus über 1,21 Millionen Proben;
- Anzahl der analysierten Stoffe: ca. 930 Gefahrstoffe und ca. 880 Biostoffe;
- Anzahl der dokumentierten Betriebe: ca. 76 200, aus ca. 870 Branchen mit Messungen zu ca. 5 170 Arbeitsbereichen.

Mit diesen Daten sind sowohl von den UV-Trägern als auch vom IFA sehr viele Produkte erstellt worden, von denen einige im Abschnitt 3 aufgeführt werden.

Eine besondere Herausforderung der Gegenwart war die Weiterentwicklung der statistischen Methode, um Perzentile für die Summenhäufigkeitsverteilung zu errechnen. Bereits 1986 beschrieb Coenen [7], dass die Nachweisgrenze (wie auch die Bestimmungsgrenze) die bisher verwendete interpolierte Berechnung der Perzentile beeinflusst. Weiterhin spielt der Stichprobenumfang bei der Verwendung der statistischen Ergebnisse eine erhebliche Rolle. Es werden mindestens 72 Messwerte benötigt, um aus der bisher verwendeten Methode des aufsteigenden Sortierens der Messwerte Perzentile abzuleiten, die für eine zu beschreibende Grundgesamtheit (z. B. Toluolexposition in der Maler- und Lackiererei durch Pinseln und Rollen) herangezogen

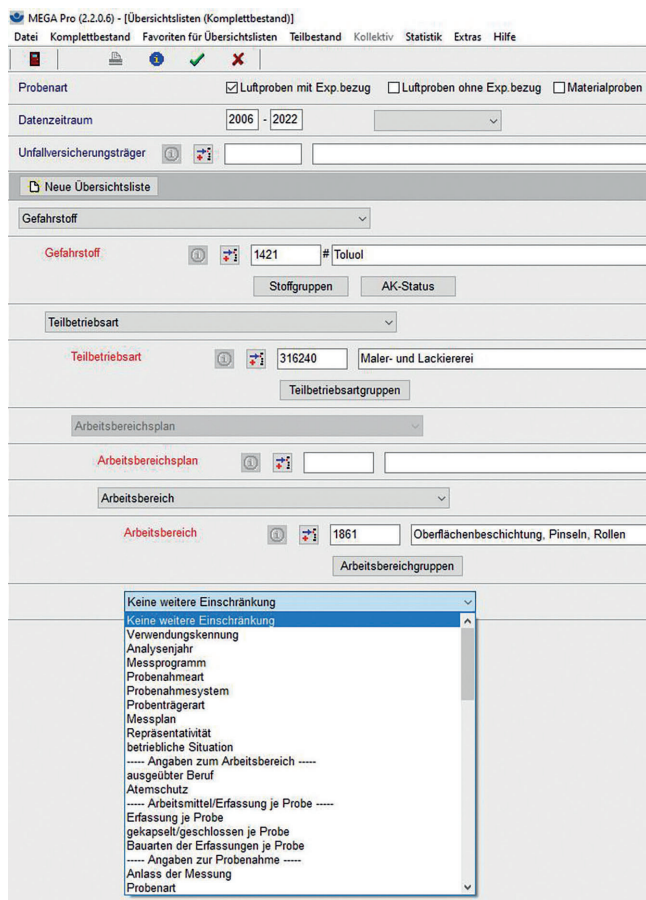


Bild 2 MEGA^{Pro} 2021 Übersichtslisten. Foto: IFA

werden können. Da in den meisten Fällen nicht so viele Messwerte zur Verfügung stehen, wird die statistische Berechnung aktuell auf die Methode der Maximum-Likelihood-Schätzer [8] umgestellt.

1.3 Zukunft

In den nächsten Jahren wird eine vierte Programmoberfläche für die Auswertungen der IFA-Expositionsdatenbank MEGA entwickelt. Die Modernisierung der OMEGA-Software Gefahrstoffe [9] wird zum einen eine völlig neue Datenstruktur liefern und zum anderen für eine wesentliche Verbesserung der Nutzung der Daten sorgen. So wird auch die Auswertesoftware MEGA-innovativ eine zentrale Webanwendung mit den für OMEGA genannten Vorteilen werden.

Eine besondere Aufgabe dieser Weiterentwicklung wird es sein, zu ermöglichen, dass die alten und neuen Daten in einer Software gemeinsam ausgewertet werden können. Dies wird für viele Variablen kein großes Problem sein, da sie in beiden OMEGA-Versionen gleich dokumentiert werden. Tiefgreifende Veränderungen der Datenstruktur werden das MEGA-Team hierbei vor die Aufgabe stellen, das alte Datensystem und das neue Datensystem zu harmonisieren, wie z. B.

- die Einführung der Variable Tätigkeit,
- die Veränderung der Bedeutung der Variable Arbeitsbereich,
- die Einführung der Variablen Messgröße und Partikelfraktion,

- die Zusammenführung der vier Variablen zu den analytischen Parametern zu zwei Variablen sowie
- die Einführung der Variablen Art des <-Wertes.

Neben diesem MGU-internen Projekt kommen weitere interessante Aufgaben auf das Sachgebiet MEGA im IFA zu. So hat sich z. B. die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) das strategische Ziel gesetzt, Ergebnisse von Auswertungen der UV-Träger und des IFA über einen neuen Zugangsweg, der im Moment unter dem Arbeitstitel „MEGA publik“ firmiert, einer breiteren interessierten nationalen Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Einen Schritt weiter geht eine zukünftige Zusammenarbeit mit der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA). Hier ist geplant, das Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission beim Aufbau eines Arbeitsplatzmoduls der Information Platform for Chemical Monitoring (IPCHEM) zu unterstützen. Dabei wird das MGU nicht nur durch die Datenlieferung gefordert sein, sondern auch seine Expertise aus 50 Jahren Expositionsdatenermittlung und Dokumentation einbringen können.

2 Funktionen der Softwareprodukte zur Auswertung von MEGA

In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Funktionen der Softwareprodukte zur Auswertung von MEGA beschrieben.

2.1 Übersichtslisten

Übersichtslisten bieten den Nutzenden die Möglichkeit, eine Übersicht über die Anzahl der vorhandenen Messdaten zu bestimmten relevanten Randbedingungen zu erhalten, die die Exposition am Arbeitsplatz beschreiben. „Relevante Randbedingungen sind alle Einflussparameter, die das Ausmaß der zu beurteilenden inhalativen Exposition beeinflussen. Hierzu gehören u. a. Dauer der Exposition, Tätigkeiten, Arbeitsschwere, Temperatur etc.“ [10]. Wie aus Bild 1 zu erkennen ist, lieferte die damalige Version der Auswertesoftware PC-MEGA dazu nur rudimentäre Möglichkeiten. Mit den Weiterentwicklungen der OMEGA-Software Gefahrstoffe ist der Umfang digital dokumentierter, relevanter Randbedingungen über die Jahre deutlich gewachsen. So wurden erst ab Anfang der 1980er-Jahre Probenahmedauern und Expositionsauern digital dokumentiert. Ende der 1980er-Jahre konnten Angaben zum ausgeübten Beruf, Produkten und Produktionsanlagen digital erfasst werden. Mitte der 1990er-Jahre wurde die digitale Dokumentation zu Produkten über Produktgruppenschlüssel strukturiert und umfangreiche Möglichkeiten zur Erfassung von Zusatzangaben zum Schweißen geschaffen. Viele der bis zu 400 Einzelinformationen sind in der Auswertesoftware MEGA^{Pro} seit 2006 in Übersichtslisten verfügbar. Seitdem können detailliertere Kombinationsmöglichkeiten von Variablen für Übersichtslisten genutzt werden (Bild 2).

2.2 Messserienübersichten

Messserienübersichten unterstützen die Nutzenden darin, entsprechend der präventiven Aufgaben aus dem Siebten Buch Sozialgesetzbuch (SGB VII) §14ff [11] arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren abzuwenden. So lassen sich im Falle von Grenzwertablenkungen zu Gefahrstoffen die Betriebe recherchieren, die aufgrund der dokumentierten Expositionsdaten ggf. einen abgesenk-

ten Grenzwert nicht mehr einhalten. Weiterhin können Messserienübersichten der Vorbereitung neuer Messungen dienen, indem sie es ermöglichen, die bisher für einen Betrieb dokumentierten Daten zu sichten.

2.3 Statistik

Der Menüpunkt Statistik ermöglicht die Selektion von Daten zur Beschreibung der Exposition zu bestimmten Fragestellungen. So können Expositionen gegenüber einem Gefahrstoff (z. B. Toluol) in einer Betriebsart/Branchen (z. B. Maler- und Lackiererei) bei bestimmten Tätigkeiten (z. B. Pinseln, Rollen) selektiert werden. Mit der Funktion Statistik aus PC-MEGA konnten über die Einzelauswahl Messwerte aus der Statistik ausgeschlossen werden, die nicht zur Fragestellung passten. Somit wurden nur plausible Daten für statistische Auswertungen herangezogen. Die Darstellung der statistischen Ergebnisse erfolgte in PC-MEGA über drei verschiedene Bildschirme. Die statistischen Parameter wurden wie die Liste der einzelnen Messwerte der ausgewählten Daten tabellarisch dargestellt. Für die Perzentilverteilung wurde eine grafische Darstellung angeboten (Bild 3).

Mit der Weiterentwicklung 2006 zu MEGA^{Pro} wurden die Möglichkeiten zur Datenselektion für statistische Auswertungen deutlich erweitert, aber die Einzelauswahl von Messwerten abgeschafft. Es wurden zusätzlich weitere grafische Darstellungen wie eine kumulierte Häufigkeitsverteilung, kombiniert mit einem Boxplot (Bild 4), oder Histogramme (Bild 5) in die Auswertungssoftware MEGA^{Pro} integriert.

3 Produkte unter Nutzung der Daten aus der IFA-Expositionsdatenbank MEGA

Wie schon im Teil 1 der Serie „Das MGU stellt sich vor“ erläutert, werden die Daten vielfältig genutzt. Die Bereiche Prävention und Berufskrankheiten-Ermittlung (BK-Ermittlung) stellen diesbezüglich sicher die herausragenden Verwendungen dar. Daneben werden die Daten aber auch international oder zur Erfüllung rechtlicher Anforderungen genutzt. Stoffbezogen können viele Produkte auf den Internetseiten des IFA [12] gesucht und heruntergeladen werden.

3.1 Prävention

Das Durchführen von Messprogrammen im MGU [13] ist ein wichtiges Instrument für die Prävention. Dadurch werden strukturierte und systematische Informationen dokumentiert, die dann entsprechend statistisch ausgewertet werden können und in Publikationen wie zum Beispiel zum Messprogramm „Abgase von Dieselmotoren“ [14] veröffentlicht werden.

Die UV-Träger liefern nicht nur auf Basis von Messprogrammen, sondern auch im Rahmen von Messungen auf Grundlage des SGB VII mit ihren Internetauftritten viele Hilfen für die Unternehmerinnen und Unternehmer. Hier sind z. B. die Expositionsbeschreibungen der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) und der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) zu nennen [15, 16]. Bei der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) sind die Expositionsbeschreibungen als Fachinformationen bei den Fachthemen zu Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen zu finden [17].

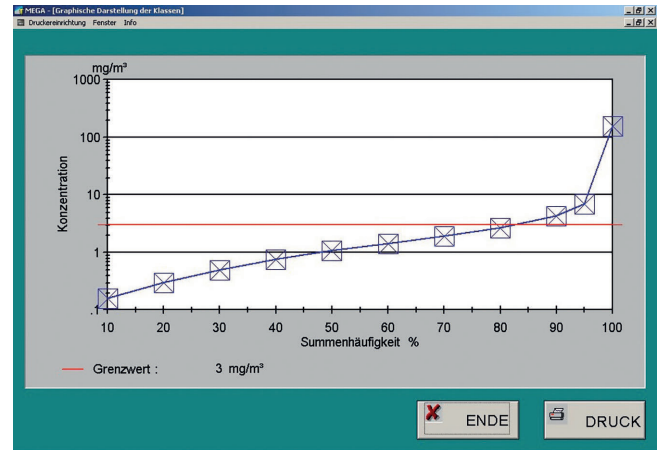


Bild 3 PC-MEGA 1998 Statistische Ergebnisse Grafik. Grafik: IFA

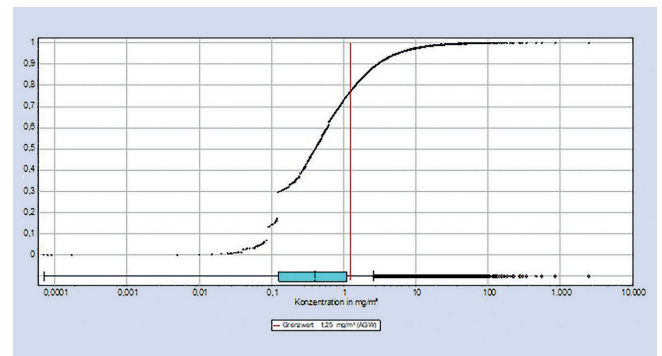


Bild 4 MEGA^{Pro} 2021 kumulierte Häufigkeitsverteilung. Grafik: IFA

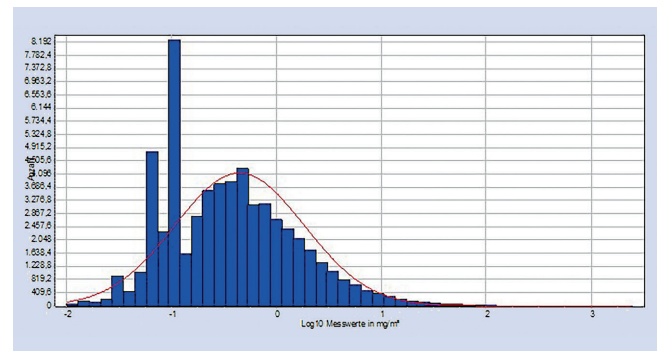


Bild 5 MEGA^{Pro} 2021 Histogramm. Grafik: IFA

Weitere Produkte zur Prävention sind die Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) [18], die auch teilweise in Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 420 [19] einfließen. Neben diesen sehr spezifischen Produkten werden von den UV-Trägern in Zusammenarbeit mit dem IFA auch Reporte [20] erstellt. Sie liefern einen umfangreichen Überblick zu Themen wie der arbeitsbedingten Exposition gegenüber Staub [21] oder Quarz [22].

Das IFA stellt im Internet zusätzlich Fachinfos und Praxishilfen zur Verfügung. Eines der neuesten online verfügbaren IFA Themenportale sind die Praxishilfen zu Tätigkeiten mit krebser-

zeugenden Gefahrstoffen [23]. Hier werden die Expositionsdaten zu einzelnen Stoffen in Relation zu den Bereichen der Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB) gesetzt.

3.2 Berufskrankheiten

Im Rahmen der BK-Ermittlung können die UV-Träger in ihren Datenbeständen oder das IFA im Gesamtdatenbestand nach Expositionen gegenüber Gefahrstoffen suchen, denen die Auslösung einer BK vorgeworfen wird. Falls bei diesen Recherchen keine spezifischen Expositionen ermittelt werden können, ist es möglich, vergleichbare Expositionen, z. B. aus BK-Reporten für die Beurteilung der individuellen Exposition im BK-Verfahren, heranzuziehen.

Dafür werden BK-Reporte wie zuletzt der BK-Report 1/2021 „Nickel und seine Verbindungen“ [24] neu erstellt oder wie der BK-Report 1/2022 „Ermittlung der Benzo[a]pyren-Dosis (BaP-Jahre)“ [25] aktualisiert und neu aufgelegt. Damit erfüllen die UV-Träger, unterstützt von der DGUV und dem IFA, auch die Forderung des SGB VII, § 9 Berufskrankheit (3a), tätigkeitsbezogene Expositions-kataster zu erstellen. Um diese Expositions-kataster zu Bündeln und digital zur Verfügung zu stellen, hat das IFA eine Anamnesesoftware programmiert, deren Grundlage auch weitere BK-Reporte wie der BK-Report 1/2013 „Faserjahre“ [26] sind.

3.3 Internationale Nutzung

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des IFA und der Unfallversicherungen beteiligen sich seit Jahren an internationalen Veranstaltungen zum Informationsaustausch. Hier können beispielsweise die „X2009 Sixth International Conference on Innovations in Exposure Assessment“ im Jahr 2009 in Boston, das „Annual Meeting der International Society of Exposure Science ISES“ 2022 in Lissabon oder das „10th International Symposium on modern principles of air monitoring and bio-monitoring Airmon“ 2022 in Bristol genannt werden. Auf diesen Veranstaltungen werden Produkte und Ergebnisse des MGU vorgestellt und international verbreitet.

Darüber hinaus werden Expositionsdaten des MGU verwendet, um die Unternehmen, die bei den UV-Trägern versichert sind, bei der Erfüllung des EU-Chemikalienrechts zu unterstützen. REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals – Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe) ist die grundlegende Verordnung zum Chemikalienrecht der EU. Zur Unterstützung im REACH-Prozess hat das IFA viele Expositionsbeschreibungen erstellt und öffentlich zur Verfügung gestellt [27].

Neben der in diesem Artikel erwähnten angehenden Zusammenarbeit mit dem JRC und der EU-OSHA arbeitet das IFA seit Jahren auf internationaler Ebene mit dem Institut national de recherche et de sécurité (INRS) in Frankreich zusammen. In dem Zusammenhang ist beispielsweise ein Vergleich von Expositionsdaten zu Formaldehyd aus Frankreich und Deutschland entstanden [28]. Eine weitere sehr erfolgreiche Zusammenarbeit betreibt das IFA auf dem Gebiet der Abschätzung der inhalativen Exposition unter Nutzung des GESTIS-Stoffenmanager® mit der niederländischen Fa. Cosanta BV. Dabei wurden z. B. Expositionsdaten aus MEGA für die Validierung des GESTIS-Stoffenmanager® Modells verwendet [29]. ■

Literatur

- [1] Gabriel, S.; Schneider, G.: 50 Jahre MGU – gestern, heute, morgen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft, 82 (2022) Nr. 3-4, S. 90-91.
- [2] Gabriel, S.; Koch, U.; Koppisch, D.; Stamm, R.; Steinhausen, M.: Neue Herausforderungen an die Ermittlung, Dokumentation und Auswertung von Expositionsdaten zu Gefahrstoffen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft, 72, (2012) Nr. 1-2, S. 12-20.
- [3] Mattenklott, M.: 50 Jahre MGU – Von der Staubbekämpfungsstelle (1934) bis zum BGMG (1972). Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 82 (2022) Nr. 9-10, S. 273-275.
- [4] Kolk, A.: 30 Jahre Biostoffe im IFA. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 82 (2022) Nr. 7-8, S. 220-221.
- [5] Peters, S.: Klimamessungen im MGU. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 82 (2022). Nr. 7-8, S. 222.
- [6] Coenen, W.: Berufsgenossenschaftliches System der meßtechnischen Überwachung. Staub – Reinhaltung der Luft 48 (1988), S. 51-56.
- [7] Coenen, W.: Konzentration krebserzeugender Stoffe am Arbeitsplatz – Eine Analyse von Ergebnissen aus der BIA-Meßdatenbank. Die BG – Sonderdruck (1986). S. 1-6.
- [8] Hewett, P.; Ganser, G. H.: A Comparison of Several Methods for Analyzing Censored Data. Ann. Occup. Hyg. 51 (2007), S. 611-632.
- [9] Kühn, M.: Datenerfassung im MGU. Gefahrstoffe- Reinhalt. Luft 82 (2022) Nr. 9-10, S. 271-272.
- [10] 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. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-402.html>
- [11] Siebtes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung. Hrsg.: Bundesministerium der Justiz. Bonn, 1996. https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_7/SGB_7.pdf
- [12] Expositionsdaten nach Stoffen. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). <https://www.dguv.de/ifa/gestis/expositionsdatenbank-mega/expositionsdaten-aus-mega-in-publikationen/publikationen-nach-stoffen/index.jsp>
- [13] Kühn, M.; Wegscheider, W.; Poppe, M.: Messprogramme im MGU. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 82 (2022) Nr. 5-6, S. 142-145.
- [14] Koch, U.; Willer, E.; Radtke, R.: MGU-Messprogramm 9178 „Abgase von Dieselmotoren“ am Arbeitsplatz, Teil 2: Ergebnisse. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft, 80 (2020) Nr. 3, S. 100-108.
- [15] GISBAU Expositionsbeschreibungen. Hrsg.: Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU). <https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/gefahrstoffe/gisbau/expositionsbeschreibungen>
- [16] Expositionsbeschreibungen. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM). <https://www.bgetem.de/re-daktion/arbeits-sicherheit-gesundheitsschutz/dokumente-und-dateien/themen-von-a-z/gefahrstoffe/expositionsbeschreibungen>
- [17] Fach-Themen Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM). <https://www.bghm.de/arbeits-schuetzer/fach-themen/gefahrstoffe-und-biologische-arbeitsstoffe>
- [18] Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU). Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung. [https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/empfehlungen-gefaehrderungsermittlung-der-unfallversicherungstraeger-\(egu\)/index.jsp](https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/empfehlungen-gefaehrderungsermittlung-der-unfallversicherungstraeger-(egu)/index.jsp)
- [19] Technische Regel für Gefahrstoffe: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition (TRGS 420). GMBI. (2014) Nr. 48, S. 997; zul. geänd. GMBI. (2020) Nr. 9-10, S. 199. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-420.html>
- [20] [20] Reports des Instituts und Reports der Unfallversicherungsträger. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung. <https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/index.jsp>
- [21] Arbeitsbedingte Exposition gegenüber der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion. IFA Report 6/2020. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2020. <https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2020/ifa-report-6-2020/index.jsp>
- [22] Quarzexpositionen am Arbeitsplatz – Arbeitsbedingte Exposition gegenüber Quarz (Siliziumdioxid kristallin) in der alveolengängigen Staubfraktion. IFA Report 3/2022. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2022. <https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2022/ifa-report-3-2022/index.jsp>
- [23] Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). <https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/krebsportal/index.jsp>

- [24] Nickel und seine Verbindungen. DGUV. BK-Report 1/2021. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2021. <https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2021/bk-report-1-2021/index.jsp>
- [25] Ermittlung der Benzo[a]pyren-Dosis (BaP-Jahre). BK-Report 1/2022. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2022. <https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2022/bk-report-1-2022/index.jsp>
- [26] Faserjahre. BK-Report 1/2013. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2013. <https://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/reports-2013/bk-report-1-2013/index.jsp>
- [27] REACH – Expositionsdaten für Expositionsbeschreibungen. Hrsg.: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/reach/expositionsdaten-fuer-expositionsbeschreibungen/index.jsp>
- [28] Clerc, F.; Steinhausen, M.; Bertrand, N.; Raymond, V.; Gabriel, S.; van Gelder, R.: Comparison of formaldehyde exposure measurements stored in French and German databases. *Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft*, 75 (2015) Nr. 4, S. 119-126.
- [29] Koppisch, D.; Schinkel, J.; Gabriel, S.; Fransman, W.; Tielemans, E.: Use of the MEGA Exposure Database for the Validation of the Stoffenmanager Model. *The Annals of Occupational Hygiene*, 56 (2012) Nr. 4, S. 426-439.



Rainer Van Gelder
 Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
 Unfallversicherung (IFA), Sankt. Augustin.
 Foto: Autor