

Trendkategorie: Neue Technologien

Neuartige Akkus und Batterien

Eine Batterie speichert elektrische Energie auf elektrochemischer Basis, ein Akkumulator (Akku) ist eine wiederaufladbare Batterie. Im engeren Sinne spricht man auch von (nicht wiederaufladbaren) Primärbatterien und bezeichnet aufladbare Batterien bzw. Akkus als Sekundärbatterie. Im Gegensatz zur Batterie speichert ein Kondensator elektrische Energie in einem elektrischen Feld, wodurch er wesentlich schneller aufgeladen und entladen werden kann, aber nicht in der Lage ist, die Spannung während der Entladung konstant zu halten¹.



Festkörperakkumulatoren, auch Feststoffbatterien genannt, stellen eine spezielle Bauform von Akkulatoren dar, bei der beide Elektroden und auch der Elektrolyt aus festem Material bestehen². Kurzzeitspeicher – wie die üblichen Lithium-Ionen-Speicher – haben eine Speicherdauer von vier bis maximal sechs Stunden. Ab einer Speicherdauer von mindestens acht Stunden spricht man bereits von Langzeitspeichern (Long Duration Energy Storage – LDES)³. Brennstoffzellen sind dagegen keine Energiespeicher, sondern Energiewandler⁴.

Lithium-Ionen-Akkus – oft als Lithium-Ionen-Batterien bezeichnet – gelten nach wie vor als bevorzugter Batterietyp für zahlreiche Anwendungen vom Smartphone über Solarspeicher bis hin zum Elektroauto. Inzwischen ergänzen die günstigeren, aber weniger leistungsfähigen Lithium-Eisenphosphat-Batterien (LFP-Batterien) die Nickel-Mangan-Kobalt-Batterien (NMC-Batterien). Derzeit werden aber auch neuartige Lithium-Metall-Batterien entwickelt⁵. Bei diesem Batterietyp fungiert metallisches Lithium als Anode, die Batterien sind weniger sicher und instabiler. Eine neuartige Lithium-Metall-Batterie soll über 2200 Ladezyklen bei kurzen Laderaten erreicht haben, wobei die Kapazität bei über 80 % gehalten wurde⁶. Bei Pouch-Zellen, einer verbreiteten Bauform der Lithium-Ionen-Akkus, die vielfach auch in Elektroautos zum Einsatz kommt, will man mithilfe mechanischer Kompression die Lebensdauer der Batterie um bis zu 10 % verlängern⁷.

Weitere neue Batterietypen und Entwicklungen sind folgende:

Feststoffbatterien: All-Solid-State-Batterien (ASSB) weisen eine längere Lebensdauer auf, erlauben neue platz- und gewichtsparende Zellkonzepte und bieten Vorteile bei der Betriebssicherheit, da das Risiko von Leckagen und Bränden minimiert ist. Die Auswahl an festen Materialien als Elektrolyte ist groß: Polymere bzw. organische Elektrolyte, Sulfide bzw. Thiophosphate und Oxide⁸.

Metall-Luft-Batterien: Besonders Lithium-Sauerstoff-Akkus (LiO_2) wird ein großes Potenzial zugeschrieben, da sie enorme Mengen Energie speichern können und ein relativ niedriges Gesamtgewicht aufweisen. Das Salz 1,3-Dimethylimidazolium-Iodid (DMI) als Additiv kann sowohl die Leistung als auch die Lebensdauer von Lithium-Luft-Akkus verbessern⁹.

Lithium-Schwefel-Batterien: Forschende konnten 2025 einen Durchbruch erzielen und einen Lithium-Schwefel-Akku herstellen, der – zumindest im Labor – rund 25.000 Ladezyklen übersteht. Dazu entwickelten sie einen festen Elektrolyten aus einer glasartigen Mischung aus Bor,



Schwefel, Lithium, Phosphor und Jod, der offenbar die Reaktionsgeschwindigkeit an den Elektroden erhöht¹⁰.

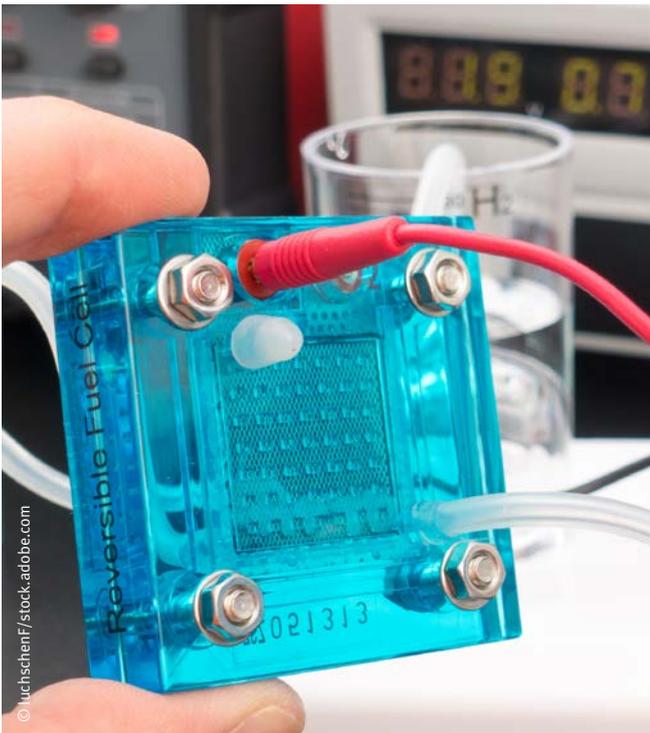
Aluminium-Ionen-Batterien: Eine im Jahr 2024 neu entwickelte Batterie mit zugesetztem Aluminiumfluorid und Fluorethylencarbonat hat in über 10.000 Ladezyklen weniger als 1 % ihrer Ladeleistung verloren¹¹.

Natrium-Ionen-Batterie: Mit einem neuartigen Kathodenmaterial (Natrium-Vanadium-Phosphat ($\text{Na}_x\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$), soll sich die theoretische Energiedichte dieser Batterien um mehr als 15 % erhöhen und damit die Effizienz enorm verbessern¹².

Redox-Flow-Batterien (Flussbatterien): Sie eignen sich, um Strom aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen zu speichern und so den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung auszubauen. Sie sind sicher im Betrieb, nicht brennbar und haben eine Lebensdauer von bis zu 20 Jahren. Bei der Suche nach neuen Elektrolytmaterialien als Ersatz für den umweltschädlichen und kritischen Rohstoff Vanadium kommen auch Methoden des maschinellen Lernens und der generativen künstlichen Intelligenz zum Einsatz¹³.

Hybrid-Flow-Systeme: Im Jahr 2024 wurde ein Demonstrator entwickelt, bei dem eine leistungsfähige Vanadium-Redox-Flow-Batterie mit einem Superkondensator mit wässrigen Elektrolyten kombiniert wird. Großverbraucher sollen damit kritische Netzzustände flexibel ausgleichen können¹⁴.

Ultra- bzw. Superkondensatoren: Sie liefern einen sofortigen Energieschub und sind gute Energiespeicher für alle Anwendungen, bei denen eine hohe Leistung und große Zyklenzahl gefordert sind. Zudem sind sie leicht zu recyceln und können bei Unfällen nicht explodieren. Bei der sogenannten Superbattery als Hybridlösung kombiniert man die Speichermechanismen von Lithium-Ionen-Batterien und Superkondensatoren innerhalb der Batteriezelle, um Schnellladefähigkeit und hohe Energiedichte zu kombinieren¹⁵.



Organic-SolidFlow-Batterien: Sie basieren auf verfügbarem, recycelbarem organischem Material, sind nicht brennbar und gewährleisten einen sicheren Betrieb. Sie sind für diverse Anwendungen geeignet und stellen eine Alternative zur Lithium-Ionen-Technologie dar^{16; 17}.

Protonenbatterien: Eine neue organische Batterie mit einer Kathode aus Tetraamino-benzochinon (TABQ) zeigt eine gute Leistung und eine lange Lebensdauer und ist im Gegensatz zu Lithium-Batterien nicht entflammbar. Da sie als Elektrolyt eine Wasserlösung nutzt, ist sie leicht und kostengünstig und stellt eine nachhaltige Alternative zum derzeitigen Lithium-Standard dar¹⁸.

Kohlenstoff als Batteriekathode: Standard-Leitruß lässt sich durch Acetylenruß ersetzen, der sich mit geringeren CO₂-Emissionen herstellen lässt. Darüber hinaus werden die bereits kommerzialisierten Standard-Kohlenstoff-Nanoröhren (Carbon Nanotubes – CNT) durch neue, deutlich dünnere CNT ersetzt. Dies führt zu einer reduzierten Menge an Kohlenstoffmaterialien und somit zu einer verbesserten Energieeffizienz¹⁹.



Was beschleunigt, was bremst den Trend?

Technologische Fortschritte, neue Materialien und verbesserte Herstellungsverfahren beschleunigen die Batterieentwicklung und führen zu leistungsfähigeren und anglebigeren Batterien. Beispielsweise ermöglichen Erfolge in der Feststoffbatterietechnologie höhere Energiedichten und sicherere Batterien. Natrium-Ionen-basierte Batteriespeicher erlangen seit 2024 zunehmend die Marktreife. Ihr Einsatz wird künftig weiter steigen, auch wenn diese Entwicklung zunächst in China stattfindet²⁰.

Bei Elektrofahrzeugen kann die Nutzung von Leichtbaumaterialien die Batterieentwicklung fördern. Durch Faser-Kunststoff-Verbunde im Akkugehäuse von Lithium-Ionen-Akkus werden die Batterien leichter und der Batteriekern bei Unfällen besser geschützt²¹. Auch können künftig E-Autos ein integraler Teil der Strom- und Energienetze werden und helfen, das Stromnetz etwa bei Lastspitzen zu stabilisieren. Bidirektionale Lade- und Antriebsmodule sorgen dafür, dass der Akku nicht nur zügig aufgeladen wird, sondern auch überschüssige Energie in das Stromnetz zurückgibt²².

Neue mathematische Modelle können helfen, die Prozesse im Inneren von Batterien besser zu verstehen und sie zu verbessern. Man nutzt Näherungsverfahren, computer-gestützte Simulationen und maschinelles Lernen, um alle Vorgänge auf mikroskopischer und makroskopischer Ebene zu beschreiben und möglichst präzise Modelle von Batterien zu entwickeln. So lassen sich Herstellungsprozesse verbessern und die Lebenszeit der Geräte verlängern²³.

Der politische Wille, umweltfreundlichere und nachhaltigere Energiespeicherlösungen zu entwickeln und die Notwendigkeit, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern und die Energiesicherheit zu erhöhen, treiben die Forschung und Entwicklung im Batterie-sektor voran. Für Solar- und Windenergie sind effiziente (Langzeit-)Speicher unerlässlich, ebenso zur Stabilisierung von Stromnetzen und für die dezentrale Energiespeicherung für Privathaushalte. Förderprogramme und staatliche Unterstützung für die Entwicklung und Produktion neuer Batterietechnologien können die Markteinführung

fördern²⁴. Andersherum wirkt der Wegfall von Finanzmitteln bremsend auf das Innovationsgeschehen.

Auch wirtschaftspolitische Faktoren beeinflussen die Batterieentwicklung. So ist man bestrebt, die Abhängigkeit von seltenen, importierten Rohstoffen und kritischen Materialien zu reduzieren. Lithium-Ionen-Akkus enthalten verschiedene Metalle (Lithium, Kobalt, Nickel, Mangan), die als kritisch gelten. Deren begrenzte Verfügbarkeit in wenigen Ländern und die geopolitische Kontrolle über diese Rohstoffe machen die Batterieproduktion anfällig für Marktverwerfungen und Versorgungsengpässe.

Der hohe Bedarf an leistungsfähigen Batterien für die Elektromobilität und im Transportsektor fördert Innovationen und Investitionen in die Batterietechnologie. Im Fokus stehen schnellere Ladezeiten und eine größere Energiedichte zur Erhöhung der Reichweite und eine günstigere Produktion zur Senkung der Fahrzeugkosten. Eine ähnlich wichtige Rolle spielt die Nachfrage nach effizienteren und kostengünstigeren Batterien bei Smartphones, Laptops, Wearables, Drohnen, Medizintechnik und vielen weiteren Anwendungen.

Viele neue Batterietechnologien befinden sich in der Entwicklungsphase und müssen noch zahlreiche technische Hürden überwinden, bevor sie marktreif sind. Forschung und Entwicklung sind anspruchsvoll und können durch den verbreiteten Fachkräftemangel – besonders im MINT-Sektor – ausgebremst werden. Sowohl die Materialkosten als auch die Kosten der Produktionsprozesse sind hoch und der Markt für Batterien stark umkämpft. Zudem können ungünstige Marktbedingungen, hohe Zölle, eine schlechte Verfügbarkeit von Rohstoffen und hohe Rohstoffpreise die Investitionsbereitschaft verringern.

Umwelt- und Nachhaltigkeitsanforderungen²⁶ und strenge Sicherheitsstandards²⁷ können die Entwicklung und Markteinführung neuer Batterien verzögern, denn Vorschriften zur CO₂-Bilanz und Materialverwendung erfordern aufwendige Tests und Zertifizierungen. Die Entwicklung von geeigneten und umweltschonenden Recyclingmethoden ist ebenfalls eine wichtige Herausforderung. Derzeit sind die Recyclingprozesse oft noch ineffizient und teuer.



Wer ist betroffen?

Energiewirtschaft, Handwerk, elektrotechnische Industrie, Roh- und Baustoffindustrie, Tiefbau, Abfallwirtschaft, chemische Industrie, Fahrzeuginstandhaltung, Verkehr,

Landwirtschaft, Feuerwehr, Rettungsdienste, Forschungseinrichtungen



Beispiele

Beispiel 1

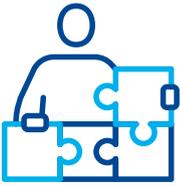
[↗ Prototyp für grüne Batterien ohne seltene Rohstoffe und Metalle](#)

Beispiel 2

[↗ Bessere Metalltextur für leistungsfähigere Batterien](#)

Beispiel 3

[↗ Geschäftsmodell sichere Lithium-Ionen-Batterie](#)



Welche Veränderungen ergeben sich für die Sicherheit und Gesundheit?

Die Gefährdungen durch Entwicklung, Herstellung, Verwendung, Entsorgung und Recycling von Lithium-Ionen-Akkus sind gut bekannt. Dazu gehört besonders der Umgang mit Hochvoltspeichern in Elektrofahrzeugen, auch bei Unfällen. Durch mechanische Beschädigungen, elektrische oder thermische Belastungen kann es zu Verätzungen durch auslaufende Elektrolytflüssigkeit kommen. Die Hauptgefahr besteht aber durch Brände oder sogar Explosionen infolge einer unkontrollierten Überhitzung (Thermal Runaway). Brände bei Lithium-Akkus sind besonders gefährlich und schwer zu löschen, da die Akkus eine hohe Energiedichte aufweisen und den zum Brand benötigten Sauerstoff selbst erzeugen.

Die Elektrolyte von Lithium-Akkus sind oft reizend oder giftig und es können gefährliche Gase austreten, wie z. B. Fluorwasserstoff (HF) entstehen. Aktive Materialien werden oft in Pulverform verarbeitet und erfordern Atemschutz bei Abfüll-, Umfüll- und Mischarbeiten und beim Recycling. Da Prozessschritte oft aufgrund der Brandgefahr in einer sauerstoffreduzierten Umgebung stattfinden, spielt auch die Sauerstoffüberwachung eine zentrale Rolle für die Sicherheit.

Neue Forschung will Lithium-Ionen-Akkus sicherer machen. So lässt sich etwa mithilfe von Crashtests ermitteln, unter welchen Bedingungen ein „Thermal Runaway“ entsteht, bei dem die Zellen in einer chemischen Kettenreaktion unter starker Hitze und Gasentwicklung versagen und es zu Flambildung oder gar Explosionen kommen kann⁷. Ein innovatives, ventilgesteuertes Gas- und Thermomanagement soll die Temperatur und Konzentration der ausströmenden Gase unter die Grenzwerte senken, bei denen eine Selbstentzündung oder eine spontane Gasexplosion erfolgen kann²⁸.

Auch die Kontamination der Umgebung bei Bränden von Lithium-Ionen-Batterien wird genauer untersucht. Bei Abbrandversuchen zeigten sich hohe Metallkonzentrationen in abgelagerten Stäuben, insbesondere von Metallen, die Bestandteil der Batterie waren. Dazu gehören z. B. die krebserzeugenden Metalle Nickel und Cobalt sowie Mangan. Die Verhältnisse der Metallgehalte in den Batterien spiegeln sich in den Rückständen der Brandtests wider²⁹. Schließlich steht die sicherheitstechnische Bewertung von Schränken für die Lagerung von Lithium-Akkus als Gefahrstoff im Fokus der Forschung: Es soll ein detailliertes Prüfverfahren zur Qualifizierung der Sicherheits-schranke bei Bränden im Inneren entwickelt werden³⁰. Durch alle diese Weiterentwicklungen können die Risiken



für Beschäftigte entlang der Wertschöpfungskette der Akkus verringert werden, d. h. in der Produktion, der Logistik/Transport, der Wartung, Recycling, Entsorgung und im Notfalleinsatz.

Neuartige Batterien mit einer komplexeren oder veränderten Materialzusammensetzung können Auswirkungen auf die Entsorgungs- und Recyclingbranche haben, wenn Beschäftigte mit alten oder beschädigten Batterien in Kontakt kommen. Besondere Aufmerksamkeit erfordert die sogenannte schwarze Masse. Bei dieser handelt es sich um ein feines, dunkles Pulver, das besonders beim Recycling von Lithium-Ionen-Akkus entsteht und wiedergewinnbare Metalle enthält. Schwarze Masse birgt Risiken wie etwa eine erhöhte Krebsgefahr, eine ätzende Wirkung, eine hohe Staubbelastung, Brände oder Explosionen und sollte in geschlossenen Systemen gehandhabt werden³³. Auch die Brandschutzmaßnahmen entlang des kompletten Lebenszyklus müssen möglicherweise angepasst werden, da neue Batterien eine höhere Wahrscheinlichkeit für Überhitzung und Feuergefahr aufweisen können. Umgekehrt stellen neue, verbesserte Materialien und innovative Batteriekonzepte auch eine Chance zur Risikominimierung bei der Herstellung, bei der Nutzung und beim Recycling dar.

Auch die Nanotechnologie kann eine Rolle in der Batterietechnik spielen. Durch den Einsatz von nanostrukturierten Materialien (CNT) können Batterien effizienter und leistungsfähiger werden³¹⁻³³. Daher besteht bei der Fertigung, bei Unfällen, beim Recycling und der Entsorgung das Risiko einer Exposition gegenüber Nanomaterialien, die in die Luft gelangen und möglicherweise gesundheits-schädlich wirken, wenn sie eingeatmet oder in den Körper aufgenommen werden.

Technologische Veränderungen bei der Herstellung von Batterien können neue Maschinen und Verfahren erfordern, die potenziell neue Gefährdungen mit sich bringen. Dazu gehören höhere Temperaturen oder Reaktionen bei hohem Druck, spezielle Werkzeuge, Maschinen oder Anlagen. Die Einführung neuer automatisierter Systeme und Fertigungsprozesse zur Herstellung von Batterien erfordert zumindest in der Implementierungsphase eine verstärkte Überwachung und abgestimmte Sicherheitsvorkehrungen, um mechanische Gefährdungen zu vermeiden. So kann es beispielsweise nicht nur zu Quetsch- und Stich- und Schnittverletzungen kommen, sondern auch zu Kurzschlüssen und anschließendem Brand oder Explosion, wenn Batteriezellen durchbohrt, verformt oder gequetscht werden.

Zudem können die Produktion und der Umgang mit neuen Batterien Änderungen in den Arbeitsabläufen erfordern. Größere oder schwerere Batterien stellen eine höhere körperliche Belastung beim Transport oder bei der Montage dar und können somit Muskel-Skelett-Belastungen Vorschub leisten.

Neuartige Batterien mit einer komplexeren oder veränderten Materialzusammensetzung können Auswirkungen auf die Entsorgungs- und Recyclingbranche haben, wenn Beschäftigte mit alten oder beschädigten Batterien in Kontakt kommen. Auch die Brandschutzmaßnahmen entlang des kompletten Lebenszyklus müssen möglicherweise angepasst werden, da neue Batterien eine höhere Wahrscheinlichkeit für Überhitzung und Feuergefahr aufweisen können. Umgekehrt stellen neue, verbesserte Materialien und innovative Batteriekonzepte auch eine

Chance zur Risikominimierung bei der Herstellung, bei der Nutzung und beim Recycling dar.

Neben Lithium ist auch Flussspat (CaF_2) essenziell für Lithium-Akkus und eine ebenso kritische Ressource. Um von Importen für dieses Mineral unabhängiger zu werden und eine Batterieproduktion auf Basis einer heimischen Wertschöpfungskette zu errichten, ist man bestrebt, die Förderung dieser Stoffe in Deutschland wiederaufzunehmen^{34; 35}. Die Rohstoffgewinnung im Bergbau hat nicht nur massive ökologische Auswirkungen, sondern bringt auch erhebliche Risiken für die Beschäftigten und Herausforderungen für den Arbeitsschutz, zumal Kenntnisse, Sicherheits- und Präventionsmaßnahmen in neuen Abbaustätten (re)etabliert werden müssen.

Der sogenannte Batteriepass ist ein wichtiger Bestandteil der seit 2024 geltenden EU-Batterieverordnung. Der Batteriepass ist ein digitales Dokument, das detaillierte Informationen über eine Batterie enthält und den gesamten Lebenszyklus einer Batterie dokumentiert – von der Produktion über die Nutzung bis hin zum Recycling, um mehr Transparenz in der Wertschöpfungskette zu schaffen, die Kreislaufwirtschaft zu fördern und Batterien besser vergleichen zu können³⁶. So kann auch der Umgang mit Batterien sicherer werden, da sicherheitsrelevante Daten insbesondere im Fall von Unfällen oder bei der Entsorgung sofort zur Verfügung stehen. Ab dem 1. Januar 2026 ist die Bereitstellung des Batteriepasses Hersteller und Inverkehrbringer von Industriebatterien und Antriebsbatterien Pflicht, ab Februar 2027 wird der digitale Batteriepass EU-weit verpflichtend³⁷.





Was sind Erkenntnisse und Perspektiven für den Arbeitsschutz?

- ❖ Die Risiken im Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus – auch als Hochvoltspeicher im Bereich der Elektromobilität – sind prinzipiell gut bekannt und Präventionsmaßnahmen etabliert. Trotzdem besteht weiter ein hoher Informations- und Schulungsbedarf, auch aufgrund der zunehmenden Verbreitung der Technologie in verschiedenen Arbeitsbereichen, auch etwa zur Integration in Stromnetze durch Vehicle-to-Grid (V2G)-Technologien, Notstromversorgung durch Elektrofahrzeuge³⁸ oder Mikromobilität.
- ❖ Batterien und Akkus sind ein unverzichtbarer Bestandteil der Bemühungen zur Dekarbonisierung und zur Schaffung einer nachhaltigeren Zukunft. Gleichzeitig ist bei den erforderlichen kritischen Rohstoffen wie Lithium und Kobalt Europas Abhängigkeit groß. Verstärkte Bemühungen, v.a. Lithium in Deutschland zu gewinnen – ob über Geothermie oder im klassischen Bergbau – schafft neue Arbeitsplätze mit eigenen Herausforderungen für den Arbeitsschutz.
- ❖ Mit dem Zuwachs an neuartigen Batterien und Akkus verknüpfen sich vor allem Anforderungen an den Arbeitsschutz in der Recycling- und Entsorgungsindustrie. Aber auch Produktion, Nutzung und Lagerung bergen potenziell neue Risiken, können allerdings auch bestehende Risiken reduzieren (z. B. eine Reduzierung der Brand- und Explosionsgefahr bei Feststoffbatterien oder ein besserer Schutz vor Kurzschluss und Überladung bei LFP-Batterien) sowie die Abhängigkeit von kritischen Materialien eindämmen.
- ❖ Die Zusammenarbeit von gesetzlicher Unfallversicherung, Industrie, Forschung und staatlichen Gremien kann helfen, schon am Beginn der Entwicklung neuer Prozesse und Materialien ein Bewusstsein für die Gefahren zu entwickeln und Sicherheitsaspekte frühzeitig zu berücksichtigen.

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.
(DGUV)
Glinkastraße 40 · 10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Risikoobservatorium der DGUV

Verfasst von: Dr. Ruth Klüser

Ausgabe:

August 2025

Satz & Layout:

Atelier Hauer + Dörfler, Berlin

Copyright:

Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: www.dguv.de/publikationen

Die **Literaturliste** ist in der Online-Fassung der Trendbeschreibung verfügbar.

❖ www.dguv.de/ifa
🔍 risikoobservatorium

