

Allergie & BK 5101

Allergy & BK 5101

©2025 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 1438-776X

Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Epoxidharz sowie Reaktivverdünner und Härter in Epoxidharzsystemen bei der BK 5101

A. Bauer¹, D. Reißig¹, D. Becker², R. Brans^{3,4}, H. Dickel⁵, J. Geier⁶, M. Gina⁷, A. Heratizadeh⁸, S. Krohn⁹, S. Nestoris¹⁰, S. Schliemann¹¹, C. Skudlik^{3,4}, E. Weisshaar¹² und V. Mahler¹³ für die Arbeitsgruppe „Bewertung der Allergene bei BK 5101“ der Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie und der Deutschen Kontaktallergie-Gruppe in der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft

¹Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitäts AllergieCentrum, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden, ²Hautklinik der Universitätsmedizin Mainz, ³Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, ⁴Institut für interdisziplinäre Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm) an der Universität Osnabrück, ⁵Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, St. Josef-Hospital, Universitätsklinikum der Ruhr-Universität Bochum (UK RUB), Bochum, ⁶Hautarzt, Göttingen, ⁷Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IPA), Referat Berufsdermatologie, Ruhr-Universität Bochum, ⁸Klinik für Dermatologie, Allergologie und Venerologie, Medizinische Hochschule Hannover, ⁹Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin, ¹⁰Dermatologische Klinik, Klinikum Lippe-Detmold, ¹¹Privatpraxis, Hautklinik SRH Klinikum Gera, ¹²Sektion Berufsdermatologie, Zentrum Hautklinik, Universitätsklinikum Heidelberg, ¹³Abteilung Allergologie, Paul-Ehrlich-Institut, Langen (Hessen)

Schlüsselwörter

Allergisches Kontaktekzem
– Berufsdermatologie – BK 5101 – Minderung der Erwerbsfähigkeit – Epoxidharz – Härter – Reaktivverdünner – Baugewerbe – Maler und Lackierer – Kunststoffverarbeitung

Key words

allergic contact dermatitis
– occupational dermatology – reduction of earning capacity – epoxy resin – reactive diluents – hardeners – construction industry – painting and varnishing trade – plastics industry

Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Epoxidharz sowie Reaktivverdünner und Härter in Epoxidharzsystemen bei der BK 5101

Diese Empfehlung dient zur Beurteilung der Auswirkung einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie gegen Epoxidharz sowie Reaktivverdünner und Härter in Epoxidharzsystemen (ES) im Hinblick auf die dadurch verschlossenen Arbeitsmöglichkeiten, wie sie für die Einschätzung der Minderung der Erwerbsfähigkeit bei der BK 5101 notwendig ist. Epoxidharze sind vielseitig einsetzbar und finden in immer mehr Branchen Anwendung. Sie werden im Baugewerbe

be zum Beispiel für Bodenbeschichtungen, als Klebstoffe und Korrosionsschutz, als Zuschlagstoffe zu verschiedenen Baustoffen und wegen ihrer elektrisch isolierenden Eigenschaften in der Elektroindustrie verwendet. Während der Umgang mit ausgehärteten Epoxidharzen allergologisch weitgehend unbedenklich ist, besteht bei der Verarbeitung nicht ausgehärteter ES die Gefahr der Typ IV-Sensibilisierung und der Auslösung allergischer Kontaktekzeme bei Sensibilisierten gegen das Harz, die Reaktivverdünner und/oder die Härter. Relevante Expositionen sind vor allem im Baugewerbe, im Maler- und Lackierer-Handwerk, in der Flug-

*V. Mahler gibt an, dass die in dieser Stellungnahme geäußerten Inhalte und Positionen die persönliche Expertenmeinung der Autorin wiedergeben und diese nicht so ausgelegt oder zitiert werden dürfen, als wären sie im Auftrag der zuständigen nationalen Bundesoberbehörde, der Europäischen Arzneimittel-Agentur oder eines ihrer Ausschüsse oder Arbeitsgruppen abgegeben worden oder gebe deren Position wieder.

Bauer A, Reißig D, Becker D et al. Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Epoxidharz sowie Reaktivverdünner und Härter in Epoxidharzsystemen bei der BK 5101. Dermatologie in Beruf und Umwelt. 2025; 73: 113-122. DOI 10.5414/DBX00490

citation

Manuskripteingang: 05.09.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 11.09.2025

Korrespondenzadresse: Univ.-Prof. Dr. med. habil. Andrea Bauer, Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitäts AllergieCentrum (UAC), Fetscherstraße 74, 01307 Dresden, andrea.bauer@ukdd.de



Epoxidharze werden wegen ihrer besonderen Eigenschaften in zahlreichen industriellen und handwerklichen Bereichen eingesetzt

zeugindustrie, bei der Herstellung von Rotorblättern für Windkraftanlagen sowie in der Kunststoff- und Elektronikindustrie gegeben. Bei Vorliegen einer Kontaktallergie gegen Bestandteile von ES sind nicht automatisch alle Tätigkeitsbereiche verschlossen, in denen ES verwendet werden, denn oft kann die Exposition gegenüber dem Allergen in seiner krankheitsauslösenden Form durch Präventionsmaßnahmen (insbesondere technische Maßnahmen oder persönliche Schutzausrüstung) vermieden werden. Betroffenen mit schwerwiegender Sensibilisierung und aerogenem allergischen Kontaktekzem sind in der Regel jedoch alle epoxidharzverarbeitenden Berufe und andere Tätigkeiten in Bereichen, in denen ES verarbeitet werden, verschlossen. Die Auswirkung einer Kontaktallergie gegen Epoxidharz und/oder gegen weitere Bestandteile von ES ist in der Regel geringgradig, in Ausnahmefällen mittelgradig bis schwerwiegend.

Impact of occupational contact allergy to epoxy resin, reactive diluents, and hardeners in epoxy resin systems in cases of occupational skin disease according to No. 5101 of the German list of occupational diseases

This recommendation serves to assess the impact of an occupationally acquired contact allergy to epoxy resin, reactive diluents and hardeners in epoxy resin systems (ERS) with regard to the reduction of the earning capacity in cases of occupational skin disease according to No. 5101 of the German list of occupational diseases. Epoxy resins are versatile and are being used in more and more industries. They are used in the construction industry, for example, for floor coatings, as adhesives and corrosion protection, as additives to various building materials, and in the electrical industry due to their electrical insulating properties. While the handling cured epoxy resins is largely unproblematic from an allergological point of view, processing uncured ES poses a risk of type IV sensitization and the triggering of allergic contact dermatitis in individuals who are sensitized to the resin, the reactive diluents, and/or the hardeners. Relevant exposures are mainly found in the construction industry, in the painting and varnishing trade, in the aircraft industry, in the manufacture of rotor blades for wind turbines, and in the plastics and electronics industry. In case of a contact allergy to components of ERS, not all areas of activity in which ERS are used are automatically closed, as exposure to the allergen in its disease-causing form can often be avoided by preventive measures (in particular technical measures or personal protective equipment). However,

all relevant occupational fields are usually closed to patients with severe sensitization and airborne allergic contact dermatitis. The impact of a contact allergy to epoxy resin and/or other components of ERS is usually mild, but in exceptional cases can be moderate to severe.

Allgemeines

Diese Empfehlung dient zur Beurteilung der Auswirkung einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie gegen Epoxidharz sowie Reaktivverdünner und Härter in Epoxidharzsystemen (ES) im Hinblick auf die dadurch verschlossenen Arbeitsmöglichkeiten, wie sie für die Einschätzung der Minderung der Erwerbsfähigkeit bei arbeitsbedingten Hauterkrankungen nach der BK Nr. 5101 der Anlage zur Berufskrankheitenverordnung notwendig ist. Es handelt sich um eine Aktualisierung der 2002 veröffentlichten Publikationen der Arbeitsgruppe „Bewertung der Allergene bei BK 5101“ zu diesem Thema [1], die damit ihre Gültigkeit verliert.

Vorkommen

Epoxidharz-Systeme (ES) werden aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften, wie hohe mechanische und thermische Beständigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Wasser und viele Chemikalien, Korrosionsfestigkeit und elektrisch isolierende Eigenschaften, in zahlreichen industriellen und handwerklichen Bereichen eingesetzt. Sie finden Verwendung als Kleber, Zweikomponentenfarben, Formmassen, Fugenfüller, Epoxidharz verstärkte Glas-, Nylon-, Karbonfaserplatten, für Bodenbeläge, in der Rotorblattherstellung für Windkraftanlagen, als Oberflächenbeschichtungen und Zuschlagstoffe zu verschiedenen Baustoffen. In der Elektroindustrie werden Epoxidharze zur elektrischen Isolierung eingesetzt. Ebenso können sie Bestandteile von Gemischen aus verschiedenen Kunstharzen sein, zum Beispiel in Epoxiacrylaten.

ES bestehen in der Regel aus zwei Komponenten: (1) Harz und Reaktivverdünner, (2) Härter. In den meisten ES werden Bisphe-

**„Epoxidharz“
(DGEBA 1% in
Vaseline) ist als
„ES-Leitallergen“
in der Standard-
reihe der DKG
enthalten**

nol-A-Diglycidylether (DGEBA) mit variablen Anteilen von Bisphenol-F-Diglycidylether (DGEBF), in Form von Oligomeren als Grundstoffe verwendet. Reaktivverdünner sind in der Regel Glycidylether (1,4-Butandiol diglycidylether (1,4-BDDGE), 1,6-Hexandiol diglycidylether (1,6-HDDGE), Phenylglycidylether (PGE) (historisch), Cresylglycidylether (CGE), Butylglycidylether (BGE) und Trimethylolpropan-triglycidylether (TMPTGE)).

Bei den Härtern wird unterschieden zwischen aliphatischen, cycloaliphatischen und aromatischen Di- und Polyaminen, zum Beispiel Isophorondiamin, m-Xylylendiamin (Kalthärtung) und Hydrophthalsäureanhydriden (Heißhärtung). Beispiele für Hydrophthalsäureanhydride sind Hexahydrophthalsäureanhydrid (HHPA), Tetrahydrophthalsäureanhydrid (THPA), 4-Methyltetrahydrophthalsäureanhydrid (MTHPA) und 4-Methylhexahydrophthalsäureanhydrid (MHHPA). Nach Angaben der Hersteller in den Sicherheitsdatenblättern enthalten die Härter einen Anteil von 5 – 100% dieser Stoffe [2].

In einigen Produkten werden zusätzlich Lösemittel verwendet. Üblicherweise handelt es sich dabei um Aromaten, Alkohole und Ketone. Weitere Zusätze in Epoxidharzsystemen können je nach technischen Anforderungen zum Beispiel Füllstoffe, Farbpigmente, Zuschlagstoffe, Weichmacher, Reaktivverdünner oder Reaktionsbeschleuniger sein [2]. In kalthärtenden ES können zudem Beschleuniger wie 2,4,6 Tris (dimethylaminomethyl)phenol (tris-DMP) enthalten sein.

Bei der Verarbeitung nicht ausgehärteter ES besteht die Gefahr der Sensibilisierung gegen das Harz, die Reaktivverdünner und/oder Härter. Der Umgang mit ausgehärteten Epoxidharzen ist hingegen allergologisch weitgehend unbedenklich [3]. Sensibilisierungen werden daher überwiegend bei Personen beobachtet, die mit ungehärtetem Epoxidharz umgehen. Es wurden aber auch Fälle von allergischen Kontaktekzemen durch freiwerdende Stäube beim Sägen oder Schleifen von Epoxidharzprodukten beschrieben, da auch bei ausgehärteten Produkten mit einem gewissen Restgehalt an Monomeren oder Oligomeren zu rechnen ist. Darüber hinaus konnten neue Methoden zur Charakterisierung und Quantifizierung der individuellen Exposition zu volatilen, nicht ausgehärteten Epoxidharzbestand-

teilen eine hohe inhalative Belastung und potentielle Hautkontaminationen bei Beschäftigten in der Metallbeschichtung nachweisen [4].

Sensibilisierungshäufigkeit

Epoxidharz

„Epoxidharz“ (DGEBA 1% in Vaseline) ist als „ES-Leitallergen“ in der Standardreihe der Deutschen Kontaktallergie-Gruppe (DKG) enthalten. Die IVDK-Daten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zu Epikutantestungen mit der Standardreihe aus den Jahren 2007 – 2018 zeigen, dass unverändert über die Jahre hinweg ca. 1,5% der getesteten Personen eine Epoxidharzsensibilisierung aufweisen [5]. Auch die 2019/2020 in den verschiedenen europäischen Zentren des European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA) erhobenen Epikutantestdaten belegen eine Sensibilisierungsrate von 1,3% bei Testung von Epoxidharz in der Standardreihe [6]. In einer Analyse der von 1996 – 2006 erhobenen Epikutantestdaten der North American Contact Dermatitis Group (NACDG) fanden sich bei 1,8% der mit der Standardreihe getesteten Personen Epoxidharzsensibilisierungen [3]. In den Folgejahren bis 2020 lagen die Sensibilisierungsraten zwischen 1,5% und 1,8%. In den Jahren 2021 und 2022 zeigte sich eine unrealistische niedrige Sensibilisierungsrate gegen DGEBA von nur 0,1% der Getesteten [7].

Eine NACDG-Analyse der von 2001 bis 2016 erhobenen Epikutantestdaten ergab eine deutlich höhere Sensibilisierungsrate gegen Epoxidharz von 5,6% bei Personen mit Berufsdermatosen [8].

In einer Auswertung der IVDK-Daten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz von berufstätigen Patienten und Patientinnen im Alter von 16 bis 68 Jahren aus den Jahren 2003 bis 2013 waren 2,71% der Personen mit Berufsdermatose und 1,03% der Personen ohne Berufsdermatose gegen Epoxidharz sensibilisiert [9]. In der Auswertung der von 2011 – 2020 in den verschiedenen europäischen ESSCA-Zentren erhobenen Epikutantestdaten von Patienten und Patientinnen im Alter von 16 – 68 Jahren fanden sich Epoxidharzsensibilisierungen bei

Epoxidharzsensibilisierungen treten deutlich häufiger im beruflichen im Vergleich zum außerberuflichen Kontext auf

3,5% der Personen mit Berufsdermatose und 0,9% der Personen ohne Berufsdermatose [10]. Im Vergleich zur Voranalyse der ESSCA-Daten von 2002 – 2010 wurden keine wesentlichen Veränderungen der Sensibilisierungsraten festgestellt [11]. In der aktuellen Auswertung der Epikutantestdaten des IVDK von 23.969 zwischen 2008 und 2022 mit Epoxidharz getesteten Personen lag die Sensibilisierungsrate bei Verdacht auf das Vorliegen einer Berufsdermatose ebenfalls bei 3,5%. Die Analyse des Zeittrends von 2009 – 2022 zeigte eine signifikante Abnahme der Sensibilisierungsraten von 4,2% (2008 – 2010) auf 2,9% (2020 – 2022). Personen mit Sensibilisierung gegen Epoxidharz/DGEBA wiesen zusätzlich Sensibilisierungsraten von 61,8% (95%-KI: 43,6 – 77,8) für Bisphenol-F-Epoxidharz (DGEBF) und 19,4% (16,2 – 22,9) für Bisphenol-A-Glycidylmethacrylat (BIS-GMA) auf. In der Vergleichsgruppe ohne Sensibilisierung gegen Epoxidharz/DGEBA waren positive Reaktionen auf diese Substanzen selten (DGEBF: 0,6%; 0,0 – 3,4; BIS-GMA: 0,4%; 0,3 – 0,7) [12]. Allen Publikationen ist gemeinsam, dass Epoxidharzsensibilisierungen deutlich häufiger im beruflichen im Vergleich zum außerberuflichen Kontext auftreten.

Reaktivverdünner

Die Reaktivverdünner werden in Spezialreihen der DKG (Kunsthharze/Kleber und Bauhauptgewerbe) getestet. Eine Auswertung von IVDK-Daten der Jahre 2012 – 2015 ergab, dass unter den Personen mit Epoxidharz/DGEBA-Sensibilisierung 49% der Getesteten auch auf 1,6-Hexandiol diglycidylether und 35% auf 1,4-Butandiol diglycidylether reagierten, mit einem sehr hohen Anteil von Reaktionen auf beide dieser aliphatischen Glycidylether, vermutlich bedingt durch immunologische Kreuzreaktionen. Außerdem reagierten 30% der getesteten DGEBA-Harzpositiven Personen auf Phenylglycidylether, was nur durch immunologische Kreuzreaktionen (die im Tierversuch nachgewiesen wurden) zu erklären ist, da Phenylglycidylether seit Jahren nicht mehr als Reaktivverdünner für ES verwendet wird [13]. Seltener finden sich Reaktionen auf Cresylglycidylether und p-tert-Butylphenylglycidylether (aktuell nicht mehr in Testreihen enthalten). Diese werden weiterhin in ES eingesetzt, worüber

sie zu Sensibilisierungen führen können. Allergische Reaktionen auf Reaktivverdünner treten zwar meist in Kombination mit einer Sensibilisierung gegen das DGEBA-Harz auf, eigenständige Sensibilisierungen sind jedoch ebenfalls möglich. In einer Auswertung der IVDK-Daten von 2002 – 2011 konnte bei circa 20% der Personen mit Sensibilisierung gegen die genannten Glycidylether keine Sensibilisierung gegen das Harz nachgewiesen werden [14].

Die aktuelle Auswertung der IVDK-Daten (2008 – 2022) zeigt bei Personen mit dokumentierter Epoxidharzsensibilisierung und gezielter Testung der Spezialreihen hohe Prävalenzen positiver Epikutantestreaktionen auf verschiedene Reaktivverdünner. Unter den Reaktivverdünnern wiesen 1,6-Hexandiol diglycidylether mit 43,6% (95%-KI: 39,6 – 47,6) und 1,4-Butandiol diglycidylether mit 35,7% (31,9 – 39,6) die höchsten Sensibilisierungsraten auf. Auch Phenylglycidylether (30,8%; 27,2 – 34,5) und p-tert-Butylphenylglycidylether (28,6%; 24,7 – 32,8) wiesen hohe Sensibilisierungsraten auf. Seltener wurden positive Reaktionen auf Cresylglycidylether (15,3%; 12,5 – 18,3), Butylglycidylether (11,8%; 9,4 – 14,6) sowie Trimethylolpropan-triglycidylether (8,0%; 5,9 – 10,5) beobachtet. In der Vergleichsgruppe ohne Epoxidharzsensibilisierung lagen die Raten jeweils unter 1,2% [12].

Härter

Auch die Härter werden in Spezialreihen der DKG (Kunsthharze/Kleber und Bauhauptgewerbe) getestet. Unter den mit den Aminen getesteten, gegen DGEBA-Harz sensibilisierten Personen wurden im IVDK (2012 – 2015) in 20% der Fälle auch Sensibilisierungen gegen m-Xylylendiamin (MXDA), in 8% gegen Isophorondiamin (IPDA) und in 6% gegen Trimethylhexan-1,6-diamin festgestellt. Damit ist MXDA das bedeutendste Allergen unter den Aminhärtern. IPDA ist in ES (zumindest im Baugewerbe) weiterverbreitet als MXDA, führt aber weniger häufig zu allergischen Reaktionen. Zudem ist ein Teil der Reaktionen auf IPDA möglicherweise nicht auf die Exposition gegenüber IPDA in einem ES zurückzuführen, sondern durch eine primäre Sensibilisierung gegen Isophorondiisocyanat bedingt. Bei den Aminhärtern sind Sensibilisierungen ohne gleich-

Ein besonders hohes Sensibilisierungsrisiko besteht beim Umgang mit nicht ausgehärteten Bestandteilen von Epoxidharzsystemen

zeitige Sensibilisierung gegen DGEBA-Harz weiterverbreitet als bei den Reaktivverdünnern. In einer Auswertung der IVDK-Daten aus den Jahren 2002 – 2011 hatten 24% der Personen mit positiver Epikutantestreaktion auf MXDA, 33% der gegen IPDA Sensibilisierten und sogar 57% der Personen mit Reaktion auf Trimethylhexan-1,6-diamin keine Sensibilisierung gegen DGEBA-Harz [14].

Die aktuelle Auswertung der IVDK-Daten (2008 – 2022) zeigt bei Personen mit dokumentierter DGEBA-Harz-Sensibilisierung hohe Prävalenzen positiver Reaktionen auf verschiedene Härter. Die höchste Sensibilisierungsrate unter den getesteten Aminhärttern wies m-Xylylendiamin mit 22,7% (95%-KI: 19,4 – 26,4) auf, gefolgt von dem heutzutage kaum noch eingesetzten 4,4'-Diaminodiphenylmethan mit 14,1% (11,5 – 17,1) [15], Isophorondiamin mit 9,0% (6,9 – 11,5) und 2,4,6-Tris(dimethylaminomethyl)phenol mit 7,9% (4,4 – 12,8). Weitere Härter mit niedrigeren Sensibilisierungsraten waren Trimethylhexan-1,6-diamin (6,4%; 4,6 – 8,7), Diethylentriamin (4,3%; 2,8 – 6,2), Triethylentetramin (3,0%; 0,8 – 7,5) sowie Ethylendiamin-di-HCl (0,8%; 0,2 – 1,9). In der Vergleichsgruppe ohne Sensibilisierung gegenüber DGEBA-Harz lagen die entsprechenden Raten zwischen 0,1% und 2,8% [12].

Präpolymere

Vorreagierte Epoxid-Amin-Mischungen, die zunehmend in Bauberufen eingesetzt werden, haben ein höheres Molekulargewicht und könnten dadurch eine geringere Sensibilisierungspotenz aufweisen [16].

Sensibilisierung und Beruf

Besonders betroffene Berufsgruppen

Ein besonders hohes Sensibilisierungsrisiko besteht beim Umgang mit nicht ausgehärteten Bestandteilen von Epoxidharzsystemen. Typ IV-Sensibilisierungen treten im Umgang mit Klebern, Zweikomponentenfarben, Formmassen, Fugenfüller, Epoxidharz verstärkten Glas-, Nylon- und Karbonfaserplatten, beim Aufbringen von epoxidharzhaltigen Bodenbelägen und Oberflächen-

beschichtungen sowie Isolierungen auf. Epoxidharze werden als Zuschlagstoffe zu verschiedenen Baustoffen zugesetzt und können Bestandteile von Gemischen aus verschiedenen Kunstharzen sein.

Dementsprechend sind Personen besonders exponiert, deren berufliche Tätigkeit Maler-/Lackierarbeiten, Kunststoffverarbeitung, Maurerarbeiten und das Verlegen von Fliesen umfasst, ebenso wie Personen in vielen weiteren Bauberufen sowie Berufen in der Elektroindustrie [9, 10, 17, 18]. Hohe Sensibilisierungsraten werden insbesondere auch aus der Herstellung von Windkraftanlagen und aus der Rohrsanierung berichtet [19, 20, 21].

Hierzu passt, wie bereits dargelegt, dass Epoxidharzsensibilisierungen deutlich häufiger im beruflichen im Vergleich zum außerberuflichen Kontext auftreten [8, 9, 10, 11]. Eine multivariable Analyse der IVDK-Daten von 1992 – 2000 zeigte, dass Beschäftigte in der Kunststoffverarbeitung, in Maler-, Lackierer- sowie Maurerberufen und in verwandten Berufen ein deutlich erhöhtes Risiko einer Epoxidharz-Sensibilisierung hatten [18]. Bei Beschäftigten im Baugewerbe mit Berufsdermatose konnte beim Vergleich der IVDK-Daten aus den Jahren 1994 – 1996 und 2009 – 2011 ein Anstieg der Sensibilisierungen gegenüber Epoxidharz von 8,4% auf 13,7% festgestellt werden [22].

Aus den ESSCA-Epikutantestdaten von Personen mit Berufsdermatosen aus den Jahren 2011 bis 2020 geht hervor, dass Epoxidharzsensibilisierungen besonders häufig bei Bauarbeitern (34,1%), Fliesenlegern (27,2%) und Installateuren (26,2%) festgestellt wurden [10]. In einer Auswertung der IVDK-Daten von berufstätigen Personen im Alter von 16 – 68 Jahren aus den Jahren 2003 – 2013 fanden sich die höchsten Prävalenzen von Sensibilisierungen gegen Epoxidharz bei Malern und Lackierern (18,0%), Fliesenlegern (16,4%), Kunststoffverarbeitern (13,5%) und Maurern (11,8%) [9]. In der aktuellen Auswertung der Epikutantestdaten des IVDK von 2008 und 2022 führten die am häufigsten von einer Sensibilisierung gegen Epoxidharz betroffenen Beschäftigten Maurer- und verwandte Tätigkeiten oder Tätigkeiten in der Baustoffherstellung (15,6%), Maler- und Lackierertätigkeiten (9,9%), Kunststoffverarbeitung (5,7%) sowie Tätigkeiten im Straßen- und Tiefbau (2,4%) aus [12].

Epoxidharze, Härter und Reaktivverdünner können aero-gene Kontaktekzeme auslösen

Betroffene Hautareale

Betroffene Hautareale sind in der Regel die Hände und Handgelenke. Weitere Hautareale (vor allem Unterarme, Gesicht, Hals) können durch Kontamination über die (behandschuhten) Hände oder kontaminierte Kleidung/Oberflächen und durch Stäube, die nicht ausgehärtetes Material enthalten, oder aerogen durch volatile Substanzen betroffen sein [23]. Nach einer Auswertung der IVDK-Daten aus den Jahren 2001 – 2010 waren aerogene Kontaktekzeme signifikant häufiger mit einer Epoxidharzsensibilisierung (8.1%; 95%CI 6.4 – 9.8 versus 1.3%; 95%CI 1.3 – 1.4) assoziiert [24]. In einer finnischen Untersuchung zu Personen mit Berufsdermatose durch Epoxidharze lag die Prävalenz der Gesichtsbeteiligung bei 60%; bei Sensibilisierungen auf Härter bei 91% und bei Sensibilisierungen auf Reaktivverdünner bei 67% [17]. In der aktuellen Auswertung der IVDK-Daten von 2008 – 2022 hatten Personen mit Berufsdermatose und Epoxidharzsensibilisierung in 18,8% der Fälle eine Gesichtsbeteiligung, während dies bei Personen mit Berufsdermatose ohne Epoxidharzsensibilisierung lediglich in 5,0% der Fälle beobachtet wurde [12]. Bei hochgradigen Sensibilisierungen können zudem streuende allergische Kontaktekzeme am ganzen Körper auftreten.

Weitere biologische Wirkungen

Die Harze in ES können Hautreizungen hervorrufen, die Härterkomponenten können ätzend oder reizend wirken. ES-induzierte Hautreizungen können den sensibilisierenden Effekt verstärken [2]. Neben irritativen und allergischen Kontaktekzemen kann die berufsbedingte Exposition gegenüber ES ein berufsbedingtes Asthma bronchiale und eine Hypersensitivitätspneumonie (Epoxidharzlunge) verursachen, die mit einer Verschlechterung der Lungenfunktion einhergehen können [25, 26, 27, 28].

Präventionsmaßnahmen

Im Jahr 2007 wurde der branchenübergreifende, europäische „Arbeitskreis Epoxidharze“ gegründet, um Strategien zu

definieren und zu entwickeln, die das Erkrankungsrisiko verringern können [29]. Neben der Verbesserung von Herstellerinformationsmaterialien und der Sicherheitsdatenblätter [30] wurden Prüfverfahren zur Chemikalienbeständigkeit von Schutzhandschuhen [31] etabliert. Darüber hinaus wurde die allergene Potenz der verschiedenen Komponenten in ES untersucht und nach Sensibilisierungsstärke klassifiziert (Kategorie HS – hohe Sensibilisierungsstärke, Kategorie GMS – mäßige bis geringe Sensibilisierungsstärke; U – ungenügende Daten), um gegebenenfalls ES mit hoher gegen solche mit geringerer oder mäßiger Sensibilisierungspotenz austauschen zu können [13, 32]. Eine Auflistung vieler relevanter Inhaltsstoffe von ES und deren sensibilisierender Wirkstärke findet sich in der branchenübergreifenden „Epoxidharz-Inhaltsstoffe-(EIS)-Liste“ [33].

In Deutschland wurden Schulungskonzepte und umfangreiche Schulungsmaterialien für Auszubildende zum sicheren Umgang mit ES entwickelt [34]. Eine Fall-Kontroll-Studie bei deutschen Epoxidharz Anwendenden zeigte, dass langärmelige Oberbekleidung und lange Hosen, das sorgfältige Arbeiten ohne großflächige Kontamination der Umgebung und das Tragen adäquater persönlicher Schutzausrüstung (PSA) das Sensibilisierungsrisiko deutlich verringern [35]. Auch eine finnische Studie konnte belegen, dass der Hautkontakt zu ES durch Schulungen, Motivation, gute Arbeitsbedingungen und die adäquate Anwendung von geeigneter PSA verhindert werden kann [36].

Substitution

Die Möglichkeit der Substitution muss bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen wie ES nach Gefahrstoffverordnung § 6 grundsätzlich geprüft werden [<https://www.baua.de/DE/Themen/Chemikalien-Biostoffe/Gefahrstoffe/Taetigkeiten-mit-Gefahrstoffen/Gefahrstoffverordnung>]. Die Substitution von ES ist aber aus technischen Gründen oft nicht möglich. Geprüft werden muss aber, ob weniger sensibilisierende Inhaltstoffe zum Einsatz kommen können [37]. Neben den sensibilisierenden Eigenschaften von ES müssen weitere gefährliche Eigenschaften (Lösungsmittelgehalt; Giftigkeit; krebserzeugende,

Die Persönliche Schutzausrüstung dient dazu, den Hautkontakt mit Epoxidharzen zu vermeiden

keimzellmutagene, reproduktionstoxische (CMR)-Eigenschaften) berücksichtigt werden. Die Kategorisierung in 11 Produktgruppen erfolgte anhand der genannten Kriterien mittels Gefahrstoff-Informationssystem Codes (GISCODE) [29]. Die BG Bau stellt für die jeweiligen Produktgruppen Informationen und Betriebsanweisungsentwürfe für die Anwender zur Verfügung [38].

Technische und organisatorische Maßnahmen

Die DGUV Information 213-116, Tätigkeiten mit Epoxidharzsystemen, beschreibt verschiedene Möglichkeiten, Kontakt zu ES zu vermeiden oder zu reduzieren: „Die Arbeitsverfahren sind so zu gestalten, dass Hautkontakt mit Gefahrstoffen, welche bei der Herstellung oder Verwendung von Epoxidharzsystemen zum Einsatz kommen, vermieden wird. Epoxidharzsysteme sollten in einer möglichst emissionsarmen Form verwendet werden. Anstatt manuell anzusetzender Mischungen können automatische Misch- und Dosiersysteme, Vakuuminjektionsverfahren, Infusionsverfahren (RTM), Prepreg-Verfahren, Kartuschensysteme, vorgefertigte Arbeitspackungen, vorkonfektionierte Gebinde oder Doppelkammerbeutel verwendet werden. Statt staubförmiger Stoffe sollten Lösungen, Suspensionen, Pasten oder staubarme Granulate eingesetzt werden“ [2]. Das Anmischen und die Verarbeitung von ES sollte möglichst in geschlossenen Systemen zum Beispiel in Handschuhkästen (Glove Boxen) durchgeführt werden. Wenn möglich, sollten die Arbeiten unter dem Abzug oder halboffen mit Absaugung erfolgen. Die geschilderten Maßnahmen sind in der Praxis in vielen Bereichen nicht oder nicht umfassend umsetzbar. Aussagekräftige Herstellerinformationen, regelmäßige Schulungen, eine geeignete Schutzausrüstung und ein konsequenter Hautschutz sind daher essenziell.

Persönliche Schutzausrüstung

Die Persönliche Schutzausrüstung dient dazu, den Hautkontakt mit ES und verschmutzten/kontaminierten Oberflächen oder Werkzeugen zu vermeiden. Zum Haut-

kontakt und nachfolgender Sensibilisierung kommt es, wenn keine oder falsche Schutzausrüstung getragen wird [39].

Das Tragen persönlicher Schutzausrüstung kann das Sensibilisierungsrisiko deutlich verringern [35]. Unterweisungen müssen vor Aufnahme der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich arbeitsplatzbezogen durchgeführt werden.

- **1. Schutzhandschuhe:** Für lösemittelfreie ES wurden verschiedene, eine gesamte Schicht beständige oder nur als Spritzschutz geeignete Schutzhandschuhe aus Butylkautschuk (Schichtdicke von mindestens 0,5 mm) und mit Einschränkungen auch aus Nitrilkautschuk identifiziert und auf der Homepage der BG Bau publiziert [31]. Spritzschutzhandschuhe müssen nach Kontamination zeitnah, spätestens aber nach 20 Minuten, gewechselt werden. Der Einsatz von Spritzschutzhandschuhen ist nur zulässig, wenn die Handschuhe ausreichend lange Stulpen besitzen und in ausreichender Anzahl zum Wechseln am Arbeitsplatz vorhanden sind. Diese Handschuhe dürfen nach dem Ausziehen nicht wiederverwendet werden, auch wenn sie nicht mit Chemikalien benetzt wurden [31]. Für lösemittelhaltige Epoxidharzprodukte hängt die Schutzwirkung des Handschuhs stark von den im Produkt enthaltenen Lösemitteln ab. Die Handschuhe müssen entsprechend den Angaben im Sicherheitsdatenblatt des Produktherstellers ausgewählt werden. Lederhandschuhe oder nitrilgetränkte Baumwollhandschuhe bieten keinen Schutz gegenüber Epoxidharzbestandteilen. Die sachgerechte Verwendung von Chemikalienschutzhandschuhen, vor allem das Ausziehen kontaminierter Schutzhandschuhe, muss vor der ersten Benutzung und anschließend nach Bedarf, mindestens jedoch einmal jährlich, unterwiesen und geübt werden.
- **2. Hautschutzmittel:** Hautschutzmittel bieten keinen Schutz vor ES und sind kein Ersatz für geeignete Schutzhandschuhe.
- **3. Schutzkleidung:** Die DGUV Information 213-116 Tätigkeiten mit Epoxidharzsystemen empfiehlt bei Tätigkeiten mit ES langärmelige Arbeitskleidung zu tragen. Darüber hinaus müssen je nach Art der

**Auswirkungen
der Allergie:
in der Regel
geringgradig,
in begründeten
Einzelfällen
mittelgradig bis
schwerwiegend**

Tätigkeit und dem Ausmaß der zu erwartenden Kontamination oder Gefährdung (gemäß Gefährdungsbeurteilung) zusätzlich zur Arbeitskleidung eine Schutzkleidung, wie Overall, Ärmelschoner, Überzieher, Schürzen, Stulpen, Gamaschen, Einwegüberschuhe, Stiefel oder Schutzanzüge, getragen werden. Für die Fußbodenbeschichtung werden Schutzhosen empfohlen.

- 4. *Hautschutzschulungen:* Von zentraler Bedeutung sind Schulungen und Informationen für Beschäftigte im Umgang mit ES. Im DGUV Projekt EpoxySafe@School (FF-FB 0401) wurden Unterrichtsmaterialien entwickelt, die in Berufsschulen für Ausbildungsberufe mit Epoxidharzkontakt zur Anwendung kommen können [34]. Informationen zum

sicheren Umgang mit ES sowie technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen und weiterführende Links finden sich auf den Seiten der DGUV (Tab. 1) [2].

**Auswirkungen der Allergie:
in der Regel geringgradig, in
begründeten Einzelfällen mit-
telgradig bis schwerwiegend**

Bei Personen mit Sensibilisierungen gegen das Harz, die Reaktivverdünner und/oder Härter kann der Umgang mit nicht ausgehärteten ES zu allergischen Kontaktekzemen führen. Die Bearbeitung vollständig ausgehärteter Epoxidharze bereitet in allergologische Hinsicht in der Regel keine Probleme, wenn keine reaktiven Mono- oder Oligomere im Endprodukt enthalten sind.

Welche Arbeitsplätze bei entsprechender Sensibilisierung verschlossen sind, hängt davon ab, inwieweit geeignete Schutzmaßnahmen zur Verfügung stehen oder durch organisatorische Maßnahmen Betroffene vor gefährdenden Allergenkontakten geschützt werden können. D. h. für die Bewertung der Auswirkung bei einer BK 5101 ist zu berücksichtigen, ob der Kontakt mit dem Allergen in seiner krankheitsauslösenden Form meidbar ist oder nicht. Daher sind nicht automatisch und grundsätzlich alle in Tabelle 2 aufgeführten Berufsfelder verschlossen. Oft können Expositionen gegenüber ES durch technische Maßnahmen oder eine persönliche Schutzausrüstung vermieden werden. Daher kann die Auswirkung einer Kontaktallergie gegen ES geringer sein, als die Auflistung der Berufsfelder in der Tabelle zunächst vermuten lässt.

ES werden in ca. 8% aller Berufe auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt verwendet. Die hieraus resultierenden Auswirkungen der Allergie sind in der Regel „geringgradig“. Mit Ausnahme von IPDA kommen die Inhaltsstoffe von ES (Harze, Verdünner, Härter) allesamt fast nur in Epoxidharz-Systemen vor, so dass eine Sensibilisierung gegen die Härter und/oder Verdünner die Auswirkungen einer Allergie nicht erhöht, wenn bereits eine Harzallergie vorliegt, da dadurch keine zusätzlichen Arbeitsmöglichkeiten auf

Tab. 1. Wichtige Präventionsmaßnahmen für den sicheren Umgang mit ES. Modifiziert nach [29].

Präventionsmaßnahmen
Regelmäßige Schulung zum richtigen Umgang mit den jeweiligen ES
Hautkontakt zu ES unbedingt vermeiden
Arbeitskleidung mit langen Ärmeln und Hosenbeinen tragen Kontaminierte/durchnässte Kleidung/Schuhe sofort wechseln
Chemikalienschutzhandschuhe tragen Schutzhandschuhe regelmäßig und kontaminationsfrei wechseln
Schutzbrille tragen
Nach akzidentiellem Hautkontakt, Haut sofort mit einem milden Reinigungsmittel reinigen
Hygiene
Regelmäßige Hände waschen
Verschmutzte Kleidung nach der Arbeit wechseln
Regelmäßige Anwendung von Hautschutz- und Hautpflegemitteln

Tab. 2. Berufsfelder, in denen potenziell ein nicht meidbarer, allergologisch relevanter Kontakt mit ES gegeben sein kann.

Berufsfeld
Bau- und Handwerksberufe insbesondere Maler-/Lackiererarbeiten, Fußboden-/Fliesenlegerarbeiten, Beton-/Rohrsaniererarbeiten, Isolierung, Abdichtung, Tischler und Schreinerarbeiten, Fahrzeugbau und Karosseriebau. Kunsthandwerk
Kunststoffherstellung und -verarbeitung, 3D-Druck, Laminieren, Kleben
Oberflächenbeschichtung und -nachbearbeitung
Gieß-, Imprägnier- und Verbundharzverarbeitung, Modell- und Formenbau
Herstellung von Rotorblättern, Medizinprodukten, Brillen, Bootsbau und -reparatur, etc.
Umgang mit epoxidharzhaltigen Klebern
Herstellung von epoxidharzverstärkten Glas-, Nylon-, Karbonfasermatten
Herstellung von epoxidharzhaltigen Isoliermaterialien für die Elektroindustrie, Elektriker
Einbettung von Proben für die Elektronenmikroskopie
Werkstoffkunde

Ein hoher Sensibilisierungsgrad kann zu weitreichenden Einschränkungen auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt führen

dem allgemeinen Arbeitsmarkt verschlossen sind. Sensibilisierungen gegen Härter und/oder Verdüner ohne begleitende Sensibilisierung gegen das „ES-Leitallergen“ in der DKG-Standardreihe DGEBA sind selten. Die Auswirkungen einer isolierten Allergie gegen Härter und/oder Verdüner entsprechen der gegen das Harz. Aktuell steht nur eine begrenzte Anzahl kommerziell verfügbarer Epikutantestsubstanzen für die Testung von Härtern und Reaktivverdünnern zur Verfügung. Deshalb kann im Rahmen der Begutachtung die Testung von patienteneignen Materialien, unter Beachtung der Sicherheitsdatenblätter und der adäquaten Verdünnung der Substanzen, für die Diagnosesicherung erforderlich sein [40].

Ein hoher Sensibilisierungsgrad kann zu weitreichenden Einschränkungen auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt führen und eine mittelgradige bis schwerwiegende Auswirkung begründen. Eine stark positive Epikutantestreaktion allein bedeutet allerdings nicht automatisch, dass ein hoher Sensibilisierungsgrad vorliegt; sie kann allenfalls darauf hinweisen. Auch ein aeroogenes allergisches Kontaktekzem kann auf einen höheren Sensibilisierungsgrad hinweisen, ist aber ebenfalls kein Beweis. Zusammenfassend ist entscheidend, ob bereits eine geringfügige arbeitsbedingte Exposition zu einem (aeroogenen) allergischen Kontaktekzem führt. In solchen Einzelfällen muss man davon ausgehen, dass alle Arbeitsplätze mit Epoxidharzexposition auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt verschlossen sind.

Literatur

- [1] Diepgen TL, Dickel H, Becker D, Blome O, Geier J, Schmidt A, Schwanitz HJ, Skudlik C. Wagner E für die Arbeitsgruppe „Bewertung der Allergene bei BK 5101“ der Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie in der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft. *Dermatol Beruf Umwelt*. 2002; 50: 139-154.
- [2] DGVU Information 213-116; Tätigkeit mit Epoxidharzsystemen; <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/4724/taetigkeiten-mit-epoxidharzsystemen>. Zuletzt besucht 05.09.2025.
- [3] Amado A, Taylor JS. Contact allergy to epoxy resins. *Contact Dermatitis*. 2008; 58: 186-187. [CrossRef PubMed](#)
- [4] Xue Y, Bello A, Bello D. Characterization and Quantitation of Personal Exposures to Epoxy Paints in Construction Using a Combination of Novel Personal Samplers and Analytical Techniques: CIP-10MI, Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry and Ion Chromatography. *Ann Work Expo Health*. 2021; 65: 539-553. [CrossRef PubMed](#)
- [5] Uter W, Gefeller O, Mahler V, Geier J. Trends and current spectrum of contact allergy in Central Europe: results of the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK) 2007-2018. *Br J Dermatol*. 2020; 183: 857-865. [CrossRef PubMed](#)
- [6] Uter W, Wilkinson SM, Aerts O, Bauer A, Borrego L, Brans R, Buhl T, Dickel H, Dugonik A, Filon FL, Garcia PM, Giménez-Arnau A, Patrino C, Pesonen M, Pónyai G, Rustemeyer T, Schubert S, Schuttelaar MA, Simon D, Stingeni L, et al; ESSCA and EBS ESCD working groups, and the GEIDAC. Patch test results with the European baseline series, 2019/20-Joint European results of the ESSCA and the EBS working groups of the ESCD, and the GEIDAC. *Contact Dermatitis*. 2022; 87: 343-355. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Houle MC, DeKoven JG, Atwater AR, Reeder MJ, Warshaw EM, Pratt MD, Belsito DV, Adler BL, Silverberg J, Yu J, Botto N, Mowad CM, Dunnick CA, Taylor JS. North American Contact Dermatitis Group Patch Test Results: 2021 – 2022. *Dermatitis*. 2025; DOI 10.1089/derm.2024.0474. [CrossRef PubMed](#)
- [8] DeKoven JG, DeKoven BM, Warshaw EM, Mathias CGT, Taylor JS, Sasseville D, Belsito DV, Fowler JF Jr, Pratt MD, Zug KA, Maibach HI, DeLeo VA, Silverberg JI, Atwater AR, Reeder MJ, Holness DL. Occupational contact dermatitis: Retrospective analysis of North American Contact Dermatitis Group Data, 2001 to 2016. *J Am Acad Dermatol*. 2022; 86: 782-790. [CrossRef PubMed](#)
- [9] Bauer A, Geier J, Mahler V, Uter W. Kontaktallergien bei Erwerbstätigen in Deutschland : Ergebnisse des IVDK-Netzwerkes 2003-2013. [Contact allergies in the German workforce: Data of the IVDK network from 2003-2013]. *Hautarzt*. 2015; 66: 652-664. [CrossRef PubMed](#)
- [10] Bauer A, Pesonen M, Brans R, Caroppo F, Dickel H, Dugonik A, Larese Filon F, Geier J, Gimenez-Arnau AM, Napolitano M, Patrino C, Rustemeyer T, Simon D, Schuttelaar MLA, Spiewak R, Stingeni L, Vok M, Weisshaar E, Wilkinson M, Valiukeviciene S, et al. Occupational contact allergy: The European perspective-Analysis of patch test data from ESSCA between 2011 and 2020. *Contact Dermatitis*. 2023; 88: 263-274. [CrossRef PubMed](#)
- [11] Pesonen M, Jolanki R, Larese Filon F, Wilkinson M, Kręćisz B, Kieć-Świerczyńska M, Bauer A, Mahler V, John SM, Schnuch A, Uter W; ESSCA network. Patch test results of the European baseline series among patients with occupational contact dermatitis across Europe – analyses of the European Surveillance System on Contact Allergy network, 2002-2010. *Contact Dermatitis*. 2015; 72: 154-163. [CrossRef PubMed](#)
- [12] Reißig D, Heymann K, Schubert S, Geier J, Brans R, Kränke B, Oppel E, Panzer R, Simon D, Bauer A. Occupational Contact Allergy to Components of Epoxy Resin Systems: IVDK Data 2008 – 2022. In Vorbereitung.
- [13] Heine K, Kalberlah F, Hassauer M, et al. Ranking von Stoffen in Epoxidharzsystemen aufgrund ihrer sensibilisierenden Wirkstärken (FP-0324). Final report on the research project FP-0324 pub-

- lished online in German language, December 2012. Available at: <https://www.bgbau.de/fileadmin/Gisbau/Gesamtbericht.pdf>. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
- [14] Geier J, Lessmann H, Hillen U, Skudlik C, Jappe U. Sensitization to reactive diluents and hardeners in epoxy resin systems. IVDK data 2002-2011. Part I: reaction frequencies. Contact Dermatitis. 2016; 74: 83-93. [CrossRef PubMed](#)
 - [15] Geier J, Lessmann H. Wie ist eine positive Epikutantestreaktion auf 4,4'-Diaminodiphenylmethan zu beurteilen? Daten des Informationsverbundes Dermatologischer Kliniken und Literaturübersicht. Dermatol Beruf Umw. 2017; 65: 146-157. [CrossRef](#)
 - [16] In-vitro-Testung der hautsensibilisierenden Wirkstärke von Inhaltsstoffen aus Epoxidharzsystemen mit Schwerpunkt der Testung sogenannter Präpolymere (FP-451) https://www.bgbau.de/fileadmin/Gisbau/DGUV-FP451_BERICHT_FoBiG.pdf. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [17] Aalto-Korte K, Pesonen M, Suuronen K. Occupational allergic contact dermatitis caused by epoxy chemicals: occupations, sensitizing products, and diagnosis. Contact Dermatitis. 2015; 73: 336-342. [CrossRef PubMed](#)
 - [18] Uter W, Gefeller O, Geier J, et al. Epidemiologische Untersuchungen zur Abhängigkeit der Kontaktsensibilisierungen gegen wichtige „ubiquitäre“ Allergene von arbeitsbedingten sowie individuellen Faktoren (Forschungsbericht Nr. F 5156). Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW; 2001.
 - [19] Christiansen AG, Carstensen O, Sommerlund M, Clausen PA, Bønløkke JH, Schlünssen V, Isaksson M, Schmidt SAJ, Kolstad HA. Prevalence of skin sensitization and dermatitis among epoxy-exposed workers in the wind turbine industry. Br J Dermatol. 2022; 187: 988-996. [CrossRef PubMed](#)
 - [20] Christiansen AG, Kinnerup MB, Carstensen O, Sommerlund M, Clausen PA, Bønløkke JH, Schlünssen V, Isaksson M, Schmidt SAJ, Kolstad HA. Occupational exposure to epoxy components and risk of dermatitis: A registry-based follow-up study of the wind turbine industry. Contact Dermatitis. 2024; 90: 32-40. [CrossRef PubMed](#)
 - [21] Anveden Berglind I, Lind ML, Lidén C. Epoxy pipe relining - an emerging contact allergy risk for workers. Contact Dermatitis. 2012; 67: 59-65. [CrossRef PubMed](#)
 - [22] Geier J, Lessmann H, Skudlik C, Ballmer-Weber BK, Weisshaar E, Uter W, Schnuch A. Occupational contact allergy in bricklayers, tile setters etc. - Current spectrum of sensitization and recent time trends. Allergol Select. 2017 4;1:127-140. doi: [CrossRef](#).
 - [23] Machado S, Silva E, Sanches M, Massa A. Occupational airborne contact dermatitis. Am J Contact Dermat. 2003; 14: 31-32. [PubMed](#)
 - [24] Breuer K, Uter W, Geier J. Epidemiological data on airborne contact dermatitis - results of the IVDK. Contact Dermatitis. 2015; 73: 239-247. [CrossRef PubMed](#)
 - [25] Jolanki R. Occupational skin diseases from epoxy compounds. Epoxy resin compounds, epoxy acrylates and 2,3-epoxypropyl trimethyl ammonium chloride. Acta Derm Venereol Suppl (Stockh). 1991; 159: 1-80. [PubMed](#)
 - [26] Nielsen J, Welinder H, Skerfving S. Allergic airway disease caused by methyl tetrahydrophthalic anhydride in epoxy resin. Scand J Work Environ Health. 1989; 15: 154-155. [CrossRef PubMed](#)
 - [27] Drexler H, Weber A, Letzel S, Kraus G, Schaller KH, Lenhart G. Detection and clinical relevance of a type I allergy with occupational exposure to hexahydrophthalic anhydride and methyltetrahydrophthalic anhydride. Int Arch Occup Environ Health. 1994; 65: 279-283. [CrossRef PubMed](#)
 - [28] Hannu T, Frilander H, Kauppi P, Kuuliala O, Alanko K. IgE-mediated occupational asthma from epoxy resin. Int Arch Allergy Immunol. 2009; 148: 41-44. [CrossRef PubMed](#)
 - [29] Kersting K, Geier J, Hansen A, Heine K, Steinhäusen M, Wilke A. Der Arbeitskreis Epoxidharze - eine branchenübergreifende Initiative. Gefährst Reinhalt Luft. 2021; 81: 61-68. [CrossRef](#)
 - [30] Kersting K, Rühl R, Heine K, Kalberlah F, Geier J. Ein Bündel von Maßnahmen zur Absenkung des Allergierisikos durch Epoxidharze. Gefährst Reinhalt Luft. 2013; 73: 203-208.
 - [31] Handschuhe für den Umgang mit lösemittelfreien Epoxidharzen, <https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/gefahrstoffe/gefahrstoffe-beim-bauen-renovieren-und-reinigen/epoxidharze/handschuhe>. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [32] FB 0384 <https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ff-fp0384.jsp>. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [33] „Epoxidharz-Inhaltsstoffe (EIS)-Liste“ www.dguv.de/medien/ifa/de/ptra/gefahrstoffe/epoxidharze/pdf/eis-liste.pdf. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [34] DGUV Projekt EpoxSafe@School 1.0; FF-FB 0401; <https://www.dguv.de/ifa/forschung/projektverzeichnis/ff-fp0401.jsp>. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [35] Spee T, Timmerman JG, Rühl R, Kersting K, Heederik DJ, Smit LA. Determinants of epoxy allergy in the construction industry: a case-control study. Contact Dermatitis. 2016; 74: 259-266. [CrossRef PubMed](#)
 - [36] Suuronen K, Bäck B, Aalto-Korte K, Pesonen M, Jungewelter S, Henriks-Eckerman ML, Mäkelä E. Skin exposure to epoxy chemicals in construction coating, assessed by observation, interviews, and measurements. Contact Dermatitis. 2019; 80: 18-25. [CrossRef PubMed](#)
 - [37] E I S. Bewertung von Epoxidharz-Inhaltsstoffen, <https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/epoxidharze/bewertung-der-inhaltsstoffe-e-i-s/index.jsp>. In-vitro-Testung der hautsensibilisierenden Wirkstärke von Inhaltsstoffen aus Epoxidharzsystemen mit Schwerpunkt der Testung sogenannter Präpolymere (FP-0451) https://www.bgbau.de/fileadmin/Gisbau/DGUV-FP451_BERICHT_FoBiG.pdf. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [38] www.wingisonline.de. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [39] <https://bauportal.bgbau.de/bauportal-12025/branchenuebergreifend/neue-kennzeichnung-epoxidharzen-gesundheitsgefahr>. Zuletzt besucht am 05.09.2025.
 - [40] https://dkg.ivdk.org/dok/Arbeitsanweisung_Epikutantestung_pateigenes_Material_2019-02-20.pdf. Zuletzt besucht am 05.09.2025.