

Übersicht

Review

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 1438-776X

Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Kobalt bei der BK 5101

E. Weisshaar¹, M. Waitek¹, A. Bauer², R. Brans^{3,4}, D. Becker⁵, H. Dickel⁶, M. Gina⁷, A. Heratizadeh⁸, S. Krohn⁹, S. Nestoris¹⁰, S. Schliemann¹¹, C. Skudlik^{3,4} und V. Mahler^{12*} 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

¹Sektion Berufsdermatologie, Zentrum Hautklinik, Universitätsklinikum Heidelberg, ²Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitäts-AllergieCentrum, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden, ³Institut für interdisziplinäre Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm) an der Universität Osnabrück, ⁴Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, ⁵Hautklinik der Universitätsmedizin Mainz, ⁶Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, St. Josef-Hospital, Universitätsklinikum der Ruhr-Universität Bochum (UK RUB), 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, ¹²Paul-Ehrlich-Institut, Langen (Hessen)

Schlüsselwörter

allergisches Kontaktekzem – Berufsdermatologie – Minderung der Erwerbsfähigkeit – Kobalt

Key words

allergic contact dermatitis – occupational dermatology – reduction of earning capacity – cobalt

Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Kobalt bei der BK 5101

Diese Empfehlung dient zur Beurteilung der Auswirkung einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie gegen Kobalt 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 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung notwendig ist. Bei Kobalt handelt es sich um ein Metall, das in Legierungen (z. B. für Zahnprothesen und Implantate), in der Lederverarbeitung, Keramik- und Glasherstellung (z. B. als Bestandteil von Farben) und in Zement vorkommen kann. Die Typ IV-Sensibilisie-

rung gegen Kobalt(II)-chlorid kann in Kombination mit einer Typ IV-Sensibilisierung gegenüber anderen Metallen, insbesondere Nickel(II)-sulfat und Kaliumdichromat, auftreten. Eine isolierte Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid ist selten und sollte an eine berufliche Sensibilisierung denken lassen. Relevante Expositionen zu Kobalt können in Metallberufen einschließlich der Galvanik, in der Keramik- und Glasindustrie, im Baugewerbe sowie gelegentlich in der Lederverarbeitung und in der Zahntechnik gegeben sein. Die Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Kobalt auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt ist in der Regel als „geringgradig“ einzustufen.

Weisshaar E, Waitek M, Bauer A, Brans R, Becker D, Dickel H, Gina M, Heratizadeh A, Krohn S, Nestoris S, Schliemann S, Skudlik C, Mahler V für die AG „Bewertung der Allergene bei BK 5101“ der ABD und DKG in der DDG. Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Kobalt bei der BK 5101.

Dermatologie in Beruf und Umwelt.

2026; 74: 103-112.
DOI 10.5414/DBX00507

citation

*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.

Manuskripteingang: 22.07.2026; akzeptiert in überarbeiteter Form: 25.08.2026

Korrespondenzadresse: apl. Prof. Dr. med. Elke Weisshaar, Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion Berufsdermatologie, Zentrum Hautklinik, Voßstraße 2, 69115 Heidelberg, Elke.weisshaar@med.uni-heidelberg.de

Impact of occupational contact allergy to cobalt in cases of occupational skin disease

This recommendation serves to assess the impact of an occupationally acquired contact allergy to cobalt. This substance can be found in alloys (e.g. for dental prostheses and implants), leather, ceramics, and glass production (e.g. as a component in colorants), and in cement. The prevalence of cobalt contact allergy in the general population is considered to be low, significantly lower than contact allergy to nickel, for example. It should be noted, that a type IV-sensitization to cobalt(II)-chloride can often occur in combination with a type IV-sensitization to other metals, especially to nickel(II)-sulfate and potassium dichromate. An isolated type IV-sensitization to cobalt(II)-chloride is rare and should always raise suspicion for occupational origin. Relevant occupational exposure to cobalt(II)-chloride may occur in metalworking, in the ceramics and glass industry, in electroplating, the construction industry, and occasionally in leather working and dental technology. The impact of a type IV-sensitization to cobalt(II)-chloride on the earning capacity in the general labor market is usually considered as low grade.

Allgemeines

Diese Empfehlung dient zur Beurteilung der Auswirkung einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie gegen Kobalt 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 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung notwendig ist. Es handelt sich um eine Aktualisierung der 2005 veröffentlichten Sammelpublikation der Arbeitsgruppe „Bewertung der Allergene bei BK 5101“, die damit in Bezug auf die Kobaltsalze (z. B. Kobaltchlorid, Kobaltphosphat, Kobaltsulfat oder Kobaltoxid) ihre Gültigkeit verliert [1].

Das Hapten ist das Kobaltion, das ähnlich wie andere Metallionen (z. B. Nickel) an T-Zellen bindet [2]. Hier liegen sowohl gemeinsame (mit anderen Metallionen) als auch spezifische Rezeptoren vor. Die Aminosäure Histidin ist in diesen Rezeptoren enthalten und erleichtert die Bindung der Kobaltionen an die T-Zell Rezeptoren, wobei die Aktivierung im Vergleich zu Nickel gleich bis etwas

geringer ist [2, 3]. Kobalt aktiviert, analog zu Nickel, zudem TLR4 (Toll-like receptor 4) und stimuliert dendritische Zellen [4]. Beide Metalle binden an das Serum-Protein Albumin [3]. Des Weiteren wird auf die ausführliche Einstufung zu Nickel verwiesen [5].

Vorkommen

Kobalt ist ein Metall, das in Legierungen, z. B. für Edelstahl, Magnete, Maschinenbauteile und für Hart- beziehungsweise Sintermetalle, sowie zusammen mit Wolframcarbid für Schneidplatten eingesetzt werden kann. Es kann in pulverisierter Form in der metallurgischen Produktion und additiven Fertigung verwendet werden, zum Beispiel für die in Flugzeugmotoren verarbeiteten Legierungen und sogenannten Schnellarbeitsstahl, aber auch für Lithium-Ionen-Akkus. Vor allem die Arbeit mit Rohmaterialien kann mit einer hohen Kobaltexposition einhergehen [6]. In der Metallindustrie kann zudem eine Kobaltexposition durch direkten Kontakt zu kobalthaltigen Metallen, Metallstäuben, gebrauchten Schneidölen oder Schmier- und Kühlschmierstoffen bestehen, wenn Edelstahl bearbeitet wird oder Schneidplatten aus Hartmetall verwendet werden. Die Bearbeitung von Legierungen geht jedoch mit einem geringeren Risiko der Kobaltfreisetzung einher als die Arbeit mit metallischem Kobalt, da die Raten der Kobaltfreisetzung von Legierungen 200.000 bis 400.000-mal geringer als beim Rohmetall sein können, inhibiert durch Oxidschichten [7].

Ähnlich wie bei Nickel kann Modeschmuck eine signifikante außerberufliche Exposition gegenüber Kobaltlegierungen darstellen und ist damit in vielen Fällen vermutlich die Ursache einer Kobaltsensibilisierung. In einer 2008 durchgeführten Untersuchung in Deutschland erhältlicher Ohrringe und anderer Piercings setzten 38 der 87 getesteten Gegenstände zumindest in Teilen Kobalt frei [8]. Der Medianwert der Kobaltfreisetzung lag bei 0,013 µg/cm² pro Woche in künstlichem Schweiß. In einer Folgestudie von 2014 hatte sich die Kobaltfreisetzung signifikant verringert, obwohl, anders als bei Nickel, keine Regulation der Kobaltfreisetzung aus derartigen Gegenständen in Kraft ist [9].

Ähnlich wie bei Nickel kann Modeschmuck eine wichtige außerberufliche Expositionsquelle darstellen

Kobalt kann auch in Legierungen für Implantate und (Zahn-)Prothesen vorkommen [10]. Hierbei handelt es sich in der Regel ebenfalls um eine außerberufliche Exposition, jedoch kann eine beruflich relevante Exposition zum Beispiel in der Zahntechnik gegeben sein [11, 12]. Metallgegenstände des täglichen beruflichen Gebrauchs können mögliche Quellen einer Kobaltexposition darstellen. In einer schwedischen Studie setzten 23% der überprüften zahnmedizinischen Werkzeuge Kobalt frei ($0,0047 - 820 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ in künstlichem Schweiß) [11]. In einer 2019 publizierten Studie aus Deutschland wurde bei 10 von 475 (2,1%) untersuchten Metallwerkzeugen aus Friseursalons wie Pinzetten, Haar- und Abteilkammern sowie Rasierern eine Freisetzung von Kobaltionen nachgewiesen [13]. Keine der getesteten Scheren setzte Kobalt frei. Auch bei Werkzeugen aus Barbershops in Deutschland wurde nur sehr selten eine Kobaltfreisetzung festgestellt (3/141; 2,1%) [14]. In einer weiteren Studie setzten 3% der untersuchten, vollständig aus Metall bestehenden, Kosmetikwerkzeuge und 7,2% der Kosmetikwerkzeuge mit metallenen Anteilen Kobalt frei [15].

Leder sollte ebenso als mögliche Exposition in Betracht gezogen werden, da Kobalt in den zur Lederfärbung eingesetzten Substanzen vorkommen kann [16]. So erhöhte sich in einem Epikutantestkollektiv einer dänischen Studie in den letzten Jahren der Anteil der Lederexposition als Ursache eines allergischen Kontaktekzems auf Kobalt von 3,7% (2002 – 2009) auf 8,3% (2010 – 2017) [17]. Eine weitere Studie untersuchte das Kobaltvorkommen in dänischen Lederprodukten des alltäglichen Gebrauchs und konnte Kobalt in 59,7% der getesteten Produkte mit einer durchschnittlichen Konzentration von $0,22 \text{ mg}/\text{kg}$ (Variationsbreite $0,0 - 2,9 \text{ mg}/\text{kg}$) nachweisen [18]. Aufgrund des alltäglichen Kontakts zu Lederprodukten (z. B. Schuhe, Gürtel, Armbänder) – auch bereits im Kindesalter – stellt Leder und Modeschmuck eine wichtige außerberufliche Sensibilisierungsquelle für Kobalt dar [16]. Zement kann ebenfalls Spuren von Kobalt enthalten und dadurch insbesondere im Baugewerbe zu einer beruflich bedingten Typ IV-Sensibilisierung führen [19]. Durch die Ko-Exposition gegenüber Chromaten in Zement finden sich daher bei Beschäftigten im Baugewerbe gehäuft Typ IV-Sensibili-

sierungen sowohl auf Kaliumdichromat als auch auf Kobalt(II)-chlorid [20]. Da in der EU jedoch mittlerweile ausschließlich chromatarmer Zement verwendet werden darf, ist in den letzten Jahren ein Rückgang der Sensibilisierungen gegen Kaliumdichromat im Baugewerbe zu verzeichnen [21]. Interessanterweise kam es parallel auch zu einem Rückgang der Kobaltsensibilisierungen im Baugewerbe, auch wenn dieser nur eingeschränkt durch die Verwendung chromatarmer Zements zu erklären ist, da sich die Kobaltkonzentration im Zement nicht verändert hat. Hier spielen also möglicherweise noch unzureichend erforschte Mechanismen (z. B. immunologische Prozesse) eine Rolle [21].

Kobaltsalze können als Bestandteil von meist blauen oder grünen Farbzusätzen in der Glas-, Porzellan-, Emaille- oder Keramikindustrie eingesetzt sein. Kobalt-naphtenat oder andere Kobaltsalze organischer Säuren werden auch als Sikkative in Farben oder als Trockenstoffe („Beschleuniger“) bei der Härtung von Kunstharzen genutzt.

Die Exposition zu Kobalt über Tattoofarben ist eher zu vernachlässigen, da nur sehr wenige Tattoofarben einen hohen Anteil an Kobalt unter der EU-Regulation (Verordnung 2020/2081 zur Änderung des Anhangs XVII der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006) ($> 0,5 \mu\text{g}/\text{g}$, jedoch unter $25 \mu\text{g}/\text{g}$) aufweisen [22, 23]. Entsprechend war die Bedeutung einer nachgewiesenen Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid zur alleinigen Erklärung unerwünschter Tattooreaktionen in bisherigen Studien häufig unklar [22].

Insgesamt ist das Vorkommen einer Kobaltsensibilisierung deutlich weniger häufig als das von Nickelsensibilisierungen. In den meisten Fällen ist von einer außerberuflichen Exposition zu Kobalt über Modeschmuck, Prothesen oder Lederprodukte und damit von einer außerberuflichen Ursache der Typ IV-Sensibilisierung auszugehen. Eine besondere berufliche Exposition zu Kobalt und seinen Verbindungen kann vor allem in der Metallindustrie (z. B. beim Schleifen, Schweißen), im Baugewerbe (im Umgang mit Zement), in der chemischen Industrie (insbesondere Galvanik), in der Zahntechnik, in der Keramik- und Glasindustrie, aber auch beim Polieren von Diamanten (Kobalt ist Bestandteil der Schleifscheiben) vorliegen.

**Bei Epikutantes-
tionen kann
Kobalt(II)-chlorid
häufiger folliku-
läre und irritative
Testreaktionen
hervorrufen**

Test zum Nachweis von Kobaltionen

Kobaltionen können mit kommerziell erhältlichen kolorimetrischen Tests aus Oberflächen (auch von Werkstücken) und in Lösungen nachgewiesen werden. Hierfür werden zwei Tropfen zum Beispiel von Tüpfelsäure (50 ml Wasserstoffperoxid 3%, 7,5 ml o-Phosphorsäure 85%, 5 ml Salzsäure 37%) auf eine Oberfläche aufgetragen und nach 30 – 60 Sekunden mit dem Testpapier aufgesaugt. Beim Nachweis in Lösungen wird ein Tropfen der zu testenden Lösung auf das Testpapier aufgetragen (Empfindlichkeitsgrenze: 25 mg/l Co^{2+} -Ionen). Eine Kobaltfreisetzung aus Gegenständen mit 8,3 ppm (parts per million) ist normalerweise ausreichend, um eine positive Testreaktion hervorzurufen [24]. Manche Kobalttests können auch direkt auf menschlicher Haut angewandt werden. In einer Studie aus Schweden wurden per Abstrich (d. h. „Säure-Wischproben“ mit Zellulosetüchern und 1%-iger Salpetersäure) Proben von menschlichen Händen entnommen, die bereits bei einer Kobaltkonzentration auf der Haut von 0,125 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ eine Farbveränderung zeigten [25].

Der Nachweis von Kobalt in Lösungen oder einer Kobaltfreisetzung von Gegenständen und anderen Oberflächen bedeutet nicht automatisch, dass die festgestellte Menge ausreichend ist, bei Sensibilisierten ein allergisches Kontaktekzem auszulösen. Die individuelle Auslöseschwelle kann stark variieren. Eine Übersichtsarbeit untersuchte individuelle Auslöseschwellen für ein allergisches Kontaktekzem auf Kobalt anhand fünf verschiedener Studien und berichtete Werte zwischen 0,0663 und 1,95 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (30,8 – 259 ppm) [26]. Auch andere Faktoren müssen zutreffen, um im Einzelfall eine klinische Relevanz konstatieren zu können. So muss unter anderem die Lokalisation der Hautveränderungen den Kontaktbereich der angenommenen Kobaltexposition widerspiegeln, um einen Bezug zu untermauern (z. B. Fingerkuppen der ersten drei Finger der dominanten Hand bei Exposition gegenüber einer kobaltfreisetzenden Pinzette). Auch wenn davon ausgegangen wird, dass in der Regel ein langer und intensiver Hautkontakt mit Kobalt für eine klinische Relevanz erforderlich ist, ergaben sich in einer Studie

mit 5 Personen Hinweise darauf, dass sich Kobalt auch bei nur 30-minütigem Kontakt mit Hartmetallscheiben auf der Haut in potenziell allergologisch relevanten Mengen absetzen kann, sofern wiederholter Kontakt besteht [27].

Epikutantestung

Um eine Typ IV-Sensibilisierung nachzuweisen, empfiehlt sich die Testung von Kobalt(II)-chlorid 1% in Vaseline [28]. Hierbei ist zu beachten, dass Kobalt(II)-chlorid als Metallsalz auch häufig follikuläre und irritative Testreaktionen hervorrufen kann [29]. Um eine berufliche Relevanz einer Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid bei Patienten und Patientinnen, die beruflichen Hautkontakt zu Kobaltanopartikeln haben, festzustellen, könnte ebenso eine Testung dieser Partikel im Sinne einer Berufsstofftestung erfolgen [30].

Sensibilisierungen

Die durchschnittliche kombinierte Prävalenz einer Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid betrug 2010 in der Allgemeinbevölkerung fünf ausgewählter europäischer Länder 2,1%, mit dem größten Vorkommen in den Niederlanden mit 3,8% [31]. Die Prävalenz bei Frauen war mit 3% deutlich höher als bei Männern mit 1,1% [31]. Dies könnte auf die hohe Bedeutung von Modeschmuck, Piercings oder Leder als Ursache für die Entstehung der Kobaltsensibilisierung hinweisen. Eine Auswertung des European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA) der Daten von Patienten und Patientinnen aus 12 europäischen Ländern, bei denen zwischen 2009 und 2012 ein Epikutantest aufgrund von Hautveränderungen durchgeführt worden war, ergab eine durchschnittliche Prävalenz der Typ IV-Sensibilisierung gegenüber Kobalt(II)-chlorid von 6,6% [32]. In der Auswertung des Informationsverbundes Dermatologischer Kliniken (IVDK) ließ sich im Epikutantestkollektiv aus Deutschland, Österreich und der Schweiz von 2007 bis 2018 kein klarer Trend der Ko-

Der Nachweis von Kobalt zum Beispiel auf Oberflächen oder in Lösungen ist mit einem kolorimetrischen Test möglich

baltsensibilisierungen erkennen [33]. Die Sensibilisierungsraten lagen durchschnittlich bei 5,2%.

Isolierte Epikutantestreaktion auf Kobalt(II)-chlorid ohne gleichzeitige positive Testreaktion auf Nickel(II)-sulfat und/oder Kaliumdichromat sind seltener als kombinierte Reaktionen [32, 34, 35, 36]. So fand sich in der ESSCA-Studie aus den Jahren 2009 – 2012 nur bei etwa einem Viertel der nachgewiesenen Typ IV-Sensibilisierungen gegenüber Kobalt(II)-chlorid keine gleichzeitige Typ IV-Sensibilisierung gegenüber Nickel(II)-sulfat und/oder Kaliumdichromat [32]. In einer dänischen Studie zeigten die Daten von dermatologischen Patienten und Patientinnen eine durchschnittliche Prävalenz einer Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid von 3,3%, eine isolierte Kobaltsensibilisierung fand sich hingegen nur bei 1,5% [18]. Eine isolierte Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid sollte an einen beruflichen Erwerb denken lassen, da die Sensibilisierung dann möglicherweise eher nicht über außerberufliche Kontakte wie Modeschmuck, Prothesen oder Lederprodukte erworben wurde.

Sensibilisierungen und Beruf

Bei nachgewiesener Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid bleibt die klinische Relevanz oft unklar [29]. Laut einer Auswertung der ESSCA-Daten von 2002 – 2010 in einem Patientenkollektiv mit Berufsdermatosen fanden sich Typ IV-Sensibilisierungen gegen Kobalt(II)-chlorid am häufigsten im Maurer- und Steinmetzberuf (25,3%), jedoch auch häufig in Berufsgruppen ohne offensichtliche Kobaltexposition wie Kellner und Kellnerinnen (16%), Büroarbeitenden (12,4%), Ärzte und Ärztinnen (11,8%) sowie Physiotherapeuten und Physiotherapeutinnen (10,4%) [37]. Dies spricht für die hohe Bedeutung einer außerberuflichen Sensibilisierung (z. B. durch Modeschmuck), häufig auch im Sinne einer kombinierten Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid und Nickel(II)-sulfat. Bei Maurern und Steinmetzen hingegen stellt der berufliche Umgang mit Zement mit hoher Wahrscheinlichkeit die Hauptexpositionsquelle dar [37, 38].

Auch wenn in der Metallindustrie eine Exposition zu Kobalt bestehen kann, zeigten sich in einer Auswertung der IVDK-Daten von 2010 – 2018 keine signifikant höheren Sensibilisierungsraten auf Metalle, einschließlich Kobalt, bei männlichen Beschäftigten in der Metallverarbeitung mit Berufsdermatose im Vergleich zu Männern, die nie in diesem beruflichen Bereich tätig waren [39]. In einer systematischen Übersichtsarbeit mit Meta-Analyse wurde jedoch bei Metallarbeitenden eine erhöhte Prävalenz einer Typ IV-Sensibilisierung gegenüber Kobalt(II)-chlorid festgestellt. So zeigte sich in den eingeschlossenen Studien bei 4,9% der unselektierten europäischen Metallarbeitenden eine Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid, während diese bei europäischen Metallarbeitenden, bei denen der Epikutantest wegen einer Hauterkrankung durchgeführt worden war, bei 8,2% lag [40]. Bei europäischen Männern mit Hauterkrankungen war die Prävalenz mit 3,9% hingegen deutlich niedriger [40]. In einem Epikutantestkollektiv aus Nordamerika wurde bei 5,9% der untersuchten Produktionsmitarbeitenden (Maschinenbediener, Präzisionsmetallbearbeitung, händisch Arbeitende) eine beruflich relevante Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt(II)-chlorid festgestellt [41].

In der Zahntechnik kann ebenfalls eine berufliche Exposition zu Kobalt vorliegen. Eine koreanische Studie von 2001 berichtete über eine positive Epikutantestreaktion auf Kobalt(II)-chlorid bei 12,2% in einer Stichprobe von 49 Zahntechnikern und Zahnärztinnen (46 Männer), die sich zur jährlichen Vorsorgeuntersuchung vorstellten [42]. Gemäß einer geschlechts- und altersstandardisierten Auswertung von Daten des IVDK wurden hingegen nur 10 von 226 Zahntechnikern und Zahnärztinnen mit Berufsdermatose positiv auf Kobalt(II)-chlorid getestet [43]. Dies war nicht signifikant häufiger als in der Kontrollgruppe von 124 Zahntechnikern und Zahnärztinnen ohne Berufsdermatose.

Es liegen ältere kasuistische Mitteilungen über beruflich bedingte allergische Kontaktekzeme auf Kobalt vor. Dabei wird über Viehfutter, ein Gel in einem Iontophorese-Gerät zur Gesichtsmassage, mit dem die anwendende Kosmetikerin regelmäßig Kontakt hatte, sowie ein aerogenes allergisches Kontaktekzem bei Diamantschleifern berichtet [44, 45, 46]. Beim Schleifen und Polieren von

**Eine isolierte
Typ IV-Sensibili-
sierung gegen
Kobalt(II)-chlorid
sollte an einen
beruflichen
Erwerb denken
lassen**

Diamanten dominieren allerdings normalerweise pulmonale Komplikationen [47, 48]. In einer neueren Kasuistik wurde außerdem über ein allergisches Kontaktekzem an den Händen eines Bäckers berichtet, in dessen Backblechen Kobalt enthalten war [49].

Weitere biologische Wirkungen

Kobalt ist nicht volatil und sondert normalerweise keine Dämpfe ab, kann aber über das Einatmen von bei der Verarbeitung entstehenden Stäuben oder Dämpfen (z. B. beim Schleifen oder Schweißen, Siedepunkt metallischen Kobalts: 2.927 °C), durch Hautkontakt und seltener durch orale Aufnahme in den Körper gelangen. Kobalt und seine Verbindungen sind als krebserzeugende Stoffe der Kategorie 1B eingestuft [50]. In der TRGS 910 sind stoffspezifische Konzentrationswerte festgelegt. Es findet sich jedoch sowohl Evidenz für als auch gegen eine Kanzerogenität von Kobaltverbindungen [51, 52, 53, 54, 55]. In Tierstudien an Ratten und Mäusen sowie in Kohortenstudien zeigte sich kurzfristig eher keine bis geringe Evidenz für eine erhöhte Kanzerogenität. Diese fand sich aber im langfristigen Verlauf (z. B. Follow-up über 60 Jahre in einer Kohortenstudie), ebenso wie eine signifikant erhöhte Prävalenz von Lungenkarzinomen [56, 57, 58]. Prinzipiell scheint Kobalt bei Metallarbeitenden aber vor allem in Kombination mit Wolframcarbid mit einem erhöhten Lungenkrebsrisiko in Verbindung zu stehen [59]. Wolframcarbid trägt hier als Katalysator zu einer erhöhten Aufnahme von Kobaltionen bei, da es die Oxidation inhibiert [60]. Laut einer Studie aus den USA, in der Expositionsmessungen am Arbeitsplatz durchgeführt wurden, besteht die größte Gefahr bei einer Exposition in frühen Verarbeitungsstufen (z. B. Pulvermischung) und weniger bei Exposition zum Beispiel beim Abschleifen fertiger Materialien [61].

Bei dänischen Keramikmalern wurden signifikant erhöhte Konzentrationen von Kobalt in Urin und Blut festgestellt, was sich toxikologisch auswirken kann [62]. Bei einer Kobaltkonzentration im Blut von < 300 µg/l sind allerdings keine negativen gesundheitlichen Effekte zu erwarten [63]. Bei einer höheren chronischen Exposition können

sich vor allem hämatologische und endokrine Dysfunktionen einstellen. Oft erfolgt die Aufnahme in diesen Fällen chronischer Exposition inhalativ oder oral, jedoch sollte auch Kontakt mit geschädigter Haut vermieden werden.

Kobalt kann bei Kontakt durch Inhalation, Einnahme als Nahrungsergänzungsmittel oder als Implantat/Prothese, wenn auch selten, eine systemische Kontaktdermatitis verursachen [11, 64]. Kobalt ist zum Beispiel in Cobalamin (Vitamin B12) enthalten, welches in Ausnahmefällen nach Einnahme ein allergisches Kontaktekzem herbeiführen kann. In einem Einzelfall wurde eine systemische pigmentierte Kontaktdermatitis aufgrund einer Cobalamineinnahme berichtet [64]. Die Absonderung von Kobaltionen durch Implantate kann zudem zu Gewebeschäden, Inflammation und Nekrose führen oder sich in den Komplikationen erhöhter Blutkonzentrationen von Kobalt äußern [65, 66]. Faktoren wie die chirurgische Positionierung und das Mischen der Komponenten können die Freisetzung von Kobaltionen durch Korrosion und Abnutzung beeinflussen, wobei erhöhte Konzentrationen mit gesundheitsschädlichen Auswirkungen verbunden sind [67, 68]. Es empfiehlt sich, Implantatpatienten ab einem Kobaltgehalt im Blut von 100 µg/l zu überwachen [68, 69, 70, 71].

In seltenen Einzelfällen können bei ausreichender Kobaltexposition Soforttyp-Reaktionen der Haut, wie eine Kontakturtikaria, auftreten [72]. Zudem werden Kobalt und Kobaltverbindungen in der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 910 nicht nur als hautsensibilisierend, sondern auch als atemwegssensibilisierend bewertet. Neben einem Asthma bronchiale kann auch die „hard metal lung disease“ als weitere Lungenerkrankung Folge einer chronischen Kobaltinhalation sein [59, 73, 74]. Kobalt-induzierte Atemwegserkrankungen werden unter der BK-Nr. 4301, „Durch allergisierende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen (einschließlich Rhinopathie)“ und der BK-Nr. 4107 „Erkrankungen an Lungenfibrose durch Metallstäube bei der Herstellung oder Verarbeitung von Hartmetallen“ geführt. In Einzelfällen kann auch in Assoziation mit Schweißertätigkeiten die BK-Nr. 4115 „Lungenfibrose durch extreme und langjährige Einwirkung von Schweißrauchen und Schweißgasen (Siderofibrose)“ zutreffend sein. Darüber hinaus zeigen

Eine arbeitsbedingt erworbene Kontaktallergie gegen Kobalt wirkt sich in der Regel nur geringgradig aus

verschiedene Studien bei Beschäftigten in der Hartmetallindustrie ein allgemeines, unspezifisch erhöhtes Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken. Die wissenschaftliche Erkenntnislage reicht insgesamt aber nicht aus, die gesetzlichen Voraussetzungen für eine neue Berufskrankheit zu erfüllen (s. a. Abschlussvermerk des Ärztlichen Sachverständigenbeirats "Berufskrankheiten" beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales zur Thematik „Lungenkrebs durch kobalthaltige Wolframcarbid Hartmetallstäube“) [75].

Präventionsmaßnahmen

Direkter Hautkontakt zu kobalthaltigen Materialien, Legierungen etc. kann präventiv auch bei Vorliegen einer Typ IV-Sensibilisierung durch konsequentes Tragen von Schutzhandschuhen (z. B. Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk) vermieden werden. Auch durch andere Präventionsmaßnahmen, wie zum Beispiel den Austausch von kobaltfreisetzenden Werkzeugen, der Verwendung von Werkzeugen mit Kunststoffgriffen oder Vermeidung von Lederhandschuhen kann eine berufliche Kobaltexposition verhindert werden. Auch Beschichtungen (z. B. mit Titaniumnitrid/Zirkoniumnitrid) können die Freisetzung von Kobalt aus Metalllegierungen verringern [76].

Bei Arbeiten mit Staubentwicklung ist zudem auf eine ausreichende Belüftungsanlage mit zusätzlichem Tragen von Filtermasken zu achten. Zudem sind die weiteren Empfehlungen nach der TRGS 561 zu berücksichtigen [77].

Auswirkung der Allergie: geringgradig, in begründeten Einzelfällen mittelgradig

Zu den zumindest in Teilen verschlossenen Arbeitsplätzen zählen zum Beispiel die Hartmetallherstellung und -bearbeitung, die Galvanik, Arbeiten mit Zement, seltener Arbeiten mit Kontakt zu Kühlschmierstoffen (wenn Kobalt unter Einsatz dieser bearbeitet

wird) und einige Bereiche der Kunststoffherstellung und Porzellanmalerei. Verschlossen sind diese Tätigkeiten, wenn dabei eine Kobaltexposition in allergieauslösender Form gegeben ist und diese nicht durch Austausch oder persönliche Schutzausrüstung vermeidbar ist. Gemessen am Gesamtbereich des Erwerbslebens ist daher die Verbreitung auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt gering und auch im Vergleich zu Nickel ist beruflich relevanter Kontakt zu Kobalt als geringer einzustufen. Die Auswirkung einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie gegen Kobalt ist daher im Hinblick auf die verschlossenen Arbeitsmöglichkeiten in der Regel als geringgradig einzustufen.

Ein hoher Sensibilisierungsgrad kann zu weiteren Einschränkungen auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt führen, wenn bereits eine nachgewiesene geringfügige arbeitsbedingte Exposition zu einem allergischen Kontaktekzem führt. In solchen Einzelfällen ist davon auszugehen, dass mehr Erwerbsmöglichkeiten auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt verschlossen sind. Die Auswirkungen einer arbeitsbedingt erworbenen Kontaktallergie auf Kobalt ist somit in diesen zu begründenden Einzelfällen als mittelgradig einzustufen.

Die gleichzeitige Typ IV-Sensibilisierung gegen Kobalt und andere Metalle (Nickel, Chrom) ist häufig Ausdruck einer parallel erworbenen Sensibilisierung infolge von Expositionskopplung. In diesen Fällen führt die Kobaltallergie nicht zu einer Erhöhung der Auswirkungen der arbeitsbedingten Kontaktallergie, da Allergien gegen Nickel und/oder Kaliumdichromat bedeutend stärkere Auswirkungen haben und sich die verschlossenen Berufsfelder weitgehend überlappen.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass sie in Bezug auf das Thema dieser Arbeit keinen Interessenkonflikt haben.

Literatur

- [1] Diepgen TL, Dickel H, Becker D, Geier J, Mahler V, Schmidt A, Schwanitz HJ, Skudlik C, Wagner E, Wehrmann W, Weisshaar E, Werfel T, Blome O. Evidenzbasierte Beurteilung der Auswirkung von Typ-IV-Allergien bei der Minderung der Erwerbsfähigkeit. Begutachtung berufsbedingter Hautkrankheiten. *Hautarzt*. 2005; 56: 207-223. [CrossRef PubMed](#)
- [2] Riedel F, Aparicio-Soto M, Curato C, Münch L, Abbas A, Thierse HJ, Peitsch WK, Luch A, Siewert K. Unique and common TCR repertoire features of Ni²⁺-, Co²⁺-, and Pd²⁺-specific human CD154 + CD4+ T cells. *Allergy*. 2023; 78: 270-282. [CrossRef PubMed](#)
- [3] Riedel F, Aparicio-Soto M, Curato C, Thierse HJ, Siewert K, Luch A. Immunological mechanisms of metal allergies and the nickel-specific TCR-pMHC interface. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18: 10867. [CrossRef PubMed](#)
- [4] Rachmawati D, Bontkes HJ, Verstege MI, Muris J, von Blomberg BM, Scheper RJ, van Hoogstraten IM. Transition metal sensing by Toll-like receptor-4: next to nickel, cobalt and palladium are potent human dendritic cell stimulators. *Contact Dermatitis*. 2013; 68: 331-338. [CrossRef PubMed](#)
- [5] Weisshaar E, Waitek M, Brans R, Bauer A, Becker D, Dickel H, Gina M, Heratizadeh A, Krohn S, Nestoris S, Schliemann S, Skudlik C, Berufs- VM. Auswirkung einer arbeitsbedingten Kontaktallergie gegen Nickel bei der BK 5101. *Dermatol Beruf Umw*. 2026; 74: 55-64. [CrossRef](#)
- [6] Kettelarij J, Midander K, Lidén C, Julander A. Contamination of skin and surfaces by cobalt in the hard metal industry. *Contact Dermatitis*. 2018; 79: 226-231. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Wang X, Herting G, Wei Z, Odnevall Wallinder I, Hedberg Y. Bioaccessibility of nickel and cobalt in powders and massive forms of stainless steel, nickel- or cobalt-based alloys, and nickel and cobalt metals in artificial sweat. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2019; 106: 15-26. [CrossRef PubMed](#)
- [8] Uter W, Schmid M, Schmidt O, Bock C, Wolter J. Cobalt release from earrings and piercing jewellery – analytical results of a German survey. *Contact Dermatitis*. 2014; 70: 369-375. [CrossRef PubMed](#)
- [9] Uter W, Wolter J. Nickel and cobalt release from earrings and piercing jewellery – analytical results of a German survey in 2014. *Contact Dermatitis*. 2018; 78: 321-328. [CrossRef PubMed](#)
- [10] Pacheco KA, Thyssen JP. Contact dermatitis from biomedical devices, implants, and metals-trouble from within. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2024; 12: 2280-2295. [CrossRef PubMed](#)
- [11] Kettelarij JA, Lidén C, Axén E, Julander A. Cobalt, nickel and chromium release from dental tools and alloys. *Contact Dermatitis*. 2014; 70: 3-10. [CrossRef PubMed](#)
- [12] Kettelarij J, Nilsson S, Midander K, Lidén C, Julander A. Snapshot of cobalt, chromium and nickel exposure in dental technicians. *Contact Dermatitis*. 2016; 75: 370-376. [CrossRef PubMed](#)
- [13] Symanzik C, Skudlik C, John SM. Experimental evaluation of nickel and cobalt release from tools and self-reported prevalence of nickel and cobalt allergy in the German hairdressing trade. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2021; 35: 965-972. [CrossRef PubMed](#)
- [14] Bieck C, Koopmann K, Alberts A, Buder V, Schedlbauer G, Nienhaus A, Skudlik C, John SM. Nickel and cobalt release from hairdressing tools in German barbershops. *Contact Dermatitis*. 2025; 93: 499-506. [CrossRef PubMed](#)
- [15] Symanzik C, Uter W, Becker SM, Skudlik C, John SM. Nickel and cobalt release from beauty tools: A field study in the German cosmetics trade. *Contact Dermatitis*. 2022; 87: 162-169. [CrossRef PubMed](#)
- [16] Bregnbak D, Thyssen JP, Zachariae C, Menné T, Johansen JD. Association between cobalt allergy and dermatitis caused by leather articles – a questionnaire study. *Contact Dermatitis*. 2015; 72: 106-114. [CrossRef PubMed](#)
- [17] Alinaghi F, Zachariae C, Thyssen JP, Johansen JD. Causative exposures and temporal development of cobalt allergy in Denmark between 2002 and 2017. *Contact Dermatitis*. 2019; 81: 242-248. [CrossRef PubMed](#)
- [18] Jensen MB, Alinaghi F, Chen I, Hedberg JF, Hedberg YS, Zachariae C, Johansen JD. Chromium and cobalt in leather: A Danish market survey. *Contact Dermatitis*. 2024; 91: 398-403. [CrossRef PubMed](#)
- [19] Fowler JF Jr. Cobalt. *Dermatitis*. 2016; 27: 3-8. [CrossRef PubMed](#)
- [20] Uter W, Rühl R, Pfahlberg A, Geier J, Schnuch A, Gefeller O. Contact allergy in construction workers: results of a multifactorial analysis. *Ann Occup Hyg*. 2004; 48: 21-27. [CrossRef PubMed](#)
- [21] 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; 1: 127-140. [CrossRef PubMed](#)
- [22] Schubert S, Kluger N, Schreiber I. Hypersensitivity to permanent tattoos: literature summary and comprehensive review of patch tested tattoo patients 1997-2022. *Contact Dermatitis*. 2023; 88: 331-350. [CrossRef PubMed](#)
- [23] Wang X, Josefsson L, Meschnark S, Lind ML, Emmer Å, Goessler W, Hedberg YS. Analytical survey of tattoo inks – a chemical and legal perspective with focus on sensitizing substances. *Contact Dermatitis*. 2021; 85: 340-353. [CrossRef PubMed](#)
- [24] Thyssen JP, Menné T, Johansen JD, Lidén C, Julander A, Møller P, Jellesen MS. A spot test for detection of cobalt release – early experience and findings. *Contact Dermatitis*. 2010; 63: 63-69. [CrossRef PubMed](#)
- [25] Midander K, Julander A, Skare L, Thyssen JP, Lidén C. The cobalt spot test – further insights into its performance and use. *Contact Dermatitis*. 2013; 69: 280-287. [CrossRef PubMed](#)
- [26] Fischer LA, Johansen JD, Voelund A, Lidén C, Julander A, Midander K, Menné T, Thyssen JP. Elicitation threshold of cobalt chloride: analysis of patch test dose-response studies. *Contact Dermatitis*. 2016; 74: 105-109. [CrossRef PubMed](#)
- [27] Midander K, Julander A, Skare L, Lidén C. Cobalt skin dose resulting from short and repetitive contact with hard metals. *Contact Dermatitis*. 2014; 70: 361-368. [CrossRef PubMed](#)
- [28] Lidén C, Andersson N, Julander A, Matura M. Cobalt allergy: suitable test concentration, and con-

- comitant reactivity to nickel and chromium. Contact Dermatitis. 2016; 74: 360-367. [CrossRef PubMed](#)
- [29] Uter W, Gefeller O, Geier J, Schnuch A. Contact sensitization to cobalt – multifactorial analysis of risk factors based on long-term data of the Information Network of Departments of Dermatology. Contact Dermatitis. 2014; 71: 326-337. [CrossRef PubMed](#)
- [30] Midander K, Werner P, Isaksson M, Wisgrill L, Lidén C, Fyhrquist N, Julander A. Cobalt nanoparticles cause allergic contact dermatitis in humans. Br J Dermatol. 2023; 188: 278-287. [CrossRef PubMed](#)
- [31] Schuttelaar MLA, Ofenloch RF, Bruze M, Cazzaniga S, Elsner P, Gonçalo M, Naldi L, Svensson Å, Diepgen TL. Prevalence of contact allergy to metals in the European general population with a focus on nickel and piercings: The EDEN Fragrance Study. Contact Dermatitis. 2018; 79: 1-9. [CrossRef PubMed](#)
- [32] Uter W, Larese Filon F, Rui F, Balato A, Wilkinson M, Kręcis B, Chomiczewska-Skora D, Kieć-Swierczyńska M, Schuttelaar ML, Frösch PJ, Bircher AJ. ESSCA results with nickel, cobalt and chromium, 2009-2012. Contact Dermatitis. 2016; 75: 117-121. [CrossRef PubMed](#)
- [33] 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](#)
- [34] Dickel H, Radulescu M, Weyher I, Diepgen TL. Occupationally-induced “isolated cobalt sensitization”. Contact Dermatitis. 2001; 45: 246-247. [CrossRef PubMed](#)
- [35] Hegewald J, Uter W, Pfahlberg A, Geier J, Schnuch A; IVDK. A multifactorial analysis of concurrent patch-test reactions to nickel, cobalt, and chromate. Allergy. 2005; 60: 372-378. [CrossRef PubMed](#)
- [36] Bordel-Gómez MT, Miranda-Romero A, Castrodaza-Sanz J. Isolated and concurrent prevalence of sensitization to transition metals in a Spanish population. J Eur Acad Dermatol Venereol. 2008; 22: 1452-1457. [CrossRef PubMed](#)
- [37] Pesonen M, Jolanki R, Larese Filon F, Wilkinson M, Kręcis B, Kieć-Swierczyńska 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](#)
- [38] Uter W, Rühl R, Pfahlberg A, Geier J, Schnuch A, Gefeller O. Contact allergy in construction workers: results of a multifactorial analysis. Ann Occup Hyg. 2004; 48: 21-27. [CrossRef PubMed](#)
- [39] Schubert S, Brans R, Reich A, Buhl T, Skudlik C, Schröder-Kraft C, Gina M, Weisshaar E, Mahler V, Dickel H, Schön MP, John SM, Geier J; IVDK. Contact sensitization in metalworkers: Data from the information network of departments of dermatology (IVDK), 2010-2018. Contact Dermatitis. 2020; 83: 487-496. [CrossRef PubMed](#)
- [40] Alinaghi F, Havmose M, Thyssen JP, Zachariae C, Johansen JD. Contact allergy to metals in metalworkers: A systematic review and meta-analysis. Contact Dermatitis. 2023; 88: 1-9. [CrossRef PubMed](#)
- [41] Warshaw EM, Hagen SL, DeKoven JG, Zug KA, Sasseville D, Belsito DV, Zirwas MJ, Fowler JF Jr, Taylor JS, Fransway AF, DeLeo VA, Marks JG Jr, Pratt MD, Maibach HI, Mathias CGT. Occupational contact dermatitis in north american production workers referred for patch testing: retrospective analysis of cross-sectional data from the north american contact dermatitis group 1998 to 2014. Dermatitis. 2017; 28: 183-194. [CrossRef PubMed](#)
- [42] Lee JY, Yoo JM, Cho BK, Kim HO. Contact dermatitis in Korean dental technicians. Contact Dermatitis. 2001; 45: 13-16. [CrossRef PubMed](#)
- [43] Heratizadeh A, Werfel T, Schubert S, Geier J; IVDK. Contact sensitization in dental technicians with occupational contact dermatitis. Data of the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK) 2001 – 2015. Contact Dermatitis. 2018; 78: 266-273. [CrossRef PubMed](#)
- [44] Dooms-Goossens AE, Debusschere KM, Gevers DM, Dupré KM, Degreef HJ, Loncke JP, Snauwaert JE. Contact dermatitis caused by airborne agents. A review and case reports. J Am Acad Dermatol. 1986; 15: 1-10. [CrossRef PubMed](#)
- [45] Ratcliffe J, English JS. Allergic contact dermatitis from cobalt in animal feed. Contact Dermatitis. 1998; 39: 201-202. [CrossRef PubMed](#)
- [46] Chave TA, Warin AP. Allergic contact dermatitis from cobalt in a beauty product. Contact Dermatitis. 1999; 41: 236. [CrossRef PubMed](#)
- [47] Demedts M, Gheysens B, Nagels J, Verbeken E, Lauweryns J, van den Eeckhout A, Lahaye D, Gyselen A. Cobalt lung in diamond polishers. Am Rev Respir Dis. 1984; 130: 130-135. [10.1164/arrd.1984.130.1.130 PubMed](#)
- [48] Nemery B, Casier P, Roosels D, Lahaye D, Demedts M. Survey of cobalt exposure and respiratory health in diamond polishers. Am Rev Respir Dis. 1992; 145: 610-616. [CrossRef PubMed](#)
- [49] Bregnbak D, Zachariae C, Thyssen JP. Occupational exposure to metallic cobalt in a baker. Contact Dermatitis. 2015; 72: 118-119. [CrossRef PubMed](#)
- [50] GMBI. Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen: Begründung zu Cobalt und Verbindungen in TRGS 910. 2014; 258-270. Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2025; 156.
- [51] Lison D, van den Brule S, Van Maele-Fabry G. Cobalt and its compounds: update on genotoxic and carcinogenic activities. Crit Rev Toxicol. 2018; 48: 522-539. [CrossRef PubMed](#)
- [52] Sauni R, Oksa P, Uitti J, Linna A, Kerttula R, Pukkala E. Cancer incidence among Finnish male cobalt production workers in 1969 – 2013: a cohort study. BMC Cancer. 2017; 17: 340. [CrossRef PubMed](#)
- [53] Zhang S, Holy CE, Eichenbaum G, Perkins LE, Hasgall P, Katz LB, Brown JR, Orlandini L, Fessel G, Nasser-Aghbosh B, Egnot NS, Zhou M, Beech R, Marcello SR, Coplan PM. Carcinogenic assessment of cobalt-containing alloys in medical devices or cobalt in occupational settings: a systematic review and meta-analysis of overall cancer risk from published epidemiologic studies. Regul Toxicol Pharmacol. 2021; 125: 104987. [CrossRef PubMed](#)

- [54] Suh M, Thompson CM, Brorby GP, Mittal L, Proctor DM. Inhalation cancer risk assessment of cobalt metal. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016; 79: 74-82. [CrossRef PubMed](#)
- [55] Holy CE, Zhang S, Perkins LE, Hasgall P, Katz LB, Brown JR, Orlandini L, Fessel G, Nasser-Aghbosh B, Eichenbaum G, Egnot NS, Marcello S, Coplan PM. Site-specific cancer risk following cobalt exposure via orthopedic implants or in occupational settings: A systematic review and meta-analysis. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2022; 129: 105096. [CrossRef PubMed](#)
- [56] Bucher JR, Hailey JR, Roycroft JR, Haseman JK, Sills RC, Grumbein SL, Mellick PW, Chou BJ. Inhalation toxicity and carcinogenicity studies of cobalt sulfate. *Toxicol Sci*. 1999; 49: 56-67. [CrossRef PubMed](#)
- [57] Behl M, Stout MD, Herbert RA, Dill JA, Baker GL, Hayden BK, Roycroft JH, Bucher JR, Hooth MJ. Comparative toxicity and carcinogenicity of soluble and insoluble cobalt compounds. *Toxicology*. 2015; 333: 195-205. [CrossRef PubMed](#)
- [58] Westberg H, Bryngelsson IL, Marsh G, Buchanich J, Zimmerman S, Kennedy K, Esmen N, Svartengren M. Mortality among hardmetal production workers: the Swedish cohort. *J Occup Environ Med*. 2017; 59: e263-e274. [CrossRef PubMed](#)
- [59] Armstead AL, Li B. Nanotoxicity: emerging concerns regarding nanomaterial safety and occupational hard metal (WC-Co) nanoparticle exposure. *Int J Nanomedicine*. 2016; 11: 6421-6433. [CrossRef PubMed](#)
- [60] IARC, International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of carcinogenic risks to humans. cobalt in hard metals and cobalt sulfate, gallium arsenide, indium phosphide and vanadium pentoxide WHO, World Health Organization, 2006, 86, Lyon, France.
- [61] Stefaniak AB, Virji MA, Day GA. Characterization of exposures among cemented tungsten carbide workers. Part I: Size-fractionated exposures to airborne cobalt and tungsten particles. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2009; 19: 475-491. [CrossRef PubMed](#)
- [62] Christensen JM, Poulsen OM. A 1982-1992 surveillance programme on Danish pottery painters. Biological levels and health effects following exposure to soluble or insoluble cobalt compounds in cobalt blue dyes. *Sci Total Environ*. 1994; 150: 95-104. [CrossRef PubMed](#)
- [63] Thomas P. Clinical and diagnostic challenges of metal implant allergy using the example of orthopedic surgical implants. *Allergo J Int*. 2014; 23: 179-185. [CrossRef PubMed](#)
- [64] Hafiz U, Marufa R. Cobalt Toxicity and Human Health. In: Bagchi D, und Bagchi M. *Metal toxicology handbook*. First edition. Boca Raton, London, New York: CRC PRESS; 2021. p. 273-283. Online verfügbar unter: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429438004-21/cobalt-toxicity-human-health-md-hafiz-uddin-marufa-rumman>.
- [65] Lhotka C, Szekeres T, Steffan I, Zhuber K, Zweymüller K. Four-year study of cobalt and chromium blood levels in patients managed with two different metal-on-metal total hip replacements. *J Orthop Res*. 2003; 21: 189-195. [CrossRef PubMed](#)
- [66] Lecoanet P, Blangis M, Garcia M, Legallois Y, Fabre T. Chromium-Cobalt Intoxication with intense systemic complications following total hip revision after per-operative ceramic fracture. *Case Rep Orthop*. 2019; 2019: 4209796 [CrossRef PubMed](#)
- [67] Leyssens L, Vinck B, Van Der Straeten C, Wuyts F, Maes L. Cobalt toxicity in humans – a review of the potential sources and systemic health effects. *Toxicology*. 2017; 387: 43-56. [CrossRef PubMed](#)
- [68] Pongcharoensuk T, Thaiwat S. Systemic pigmented contact dermatitis to cobalt following ingestion of cobalamin supplement. *Clin Case Rep*. 2021; 9: e04103 [CrossRef PubMed](#)
- [69] Scharf B, Clement CC, Zolla V, Perino G, Yan B, Elci SG, Purdue E, Goldring S, Macaluso F, Cobelli N, Vachet RW, Santambrogio L. Molecular analysis of chromium and cobalt-related toxicity. *Sci Rep*. 2014; 4: 5729 [CrossRef PubMed](#)
- [70] Burgaz S, Demircigil GC, Yilmazer M, Ertaş N, Kemaloglu Y, Burgaz Y. Assessment of cytogenetic damage in lymphocytes and in exfoliated nasal cells of dental laboratory technicians exposed to chromium, cobalt, and nickel. *Mutat Res*. 2002; 521: 47-56. [CrossRef PubMed](#)
- [71] Paustenbach DJ, Tvermoes BE, Unice KM, Finley BL, Kerger BD. A review of the health hazards posed by cobalt. *Crit Rev Toxicol*. 2013; 43: 316-362. [CrossRef PubMed](#)
- [72] Krecisz B, Kiec-Swierczynska M, Krawczyk P, Chomiczewska D, Palczynski C. Cobalt-induced anaphylaxis, contact urticaria, and delayed allergy in a ceramics decorator. *Contact Dermatitis*. 2009; 60: 173-174. [CrossRef PubMed](#)
- [73] Brown CW, Goldfine CE, Allan-Blitz LT, Erickson TB. Occupational, environmental, and toxicological health risks of mining metals for lithium-ion batteries: a narrative review of the Pubmed database. *J Occup Med Toxicol*. 2024; 19: 35. [CrossRef PubMed](#)
- [74] Wahlqvist F, Bryngelsson IL, Westberg H, Vihlborg P, Andersson L. Dermal and inhalable cobalt exposure – uptake of cobalt for workers at Swedish hard metal plants. *PLoS One*. 2020; 15: e0237100. [CrossRef PubMed](#)
- [75] Ärztlicher Sachverständigenbeirat "Berufskrankheiten". Abschlussvermerk des Ärztlichen Sachverständigenbeirats „Berufskrankheiten“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales zur Thematik „Lungenkrebs durch kobalthaltige Wolframcarbid-Hartmetallstäube“. Online verfügbar unter: Vorprüfung zur Verursachung von Lungenkrebs durch kobalthaltige Hartmetallstäube abgeschlossen – BMAS. Letzter Zugriff: 30.06.2026).
- [76] Thomas P, Weik T, Roeder G, Summer B, Thomsen M. Influence of surface coating on metal ion release: evaluation in patients with metal allergy. *Orthopedics*. 2016; 39 (Suppl): S24-S30. [CrossRef PubMed](#)
- [77] GMBI. TRGS 561 Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen. 2017; 786-812.