

BfR empfiehlt, Allergie auslösendes Chrom (VI) in Lederprodukten streng zu begrenzen

Stellungnahme Nr. 017/2007 des BfR vom 15. September 2006*

Chromate unterscheiden sich je nach Oxidationsstufe des Chroms in ihrer Wirkung auf den Organismus. Sechswertiges Chrom (Chrom (VI)) kann bei Hautkontakt allergische Reaktionen auslösen sowie durch Einatmen Krebs verursachen. Beim Gerben von Leder wird Chrom (III)-Sulfat eingesetzt, welches Chrom (VI) als Verunreinigung enthält oder beim Verarbeitungsprozess zu Chrom (VI) oxidiert werden kann. Dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) liegen Daten zum Chrom (VI)-Gehalt in Lederprodukten vor. Die höchsten Belastungen wurden in Handschuhen, Schuhen und in Lederbekleidung gemessen. In mehr als der Hälfte der geprüften Produkte wurde Chrom (VI) in teilweise gesundheitlich relevanten Mengen nachgewiesen, obwohl durch geeignete Verfahren der Chrom (VI)-Gehalt wesentlich vermindert werden kann und auch Alternativen zum Einsatz von Chrom (III), zum Beispiel durch pflanzliche Gerbstoffe, bei der Lederherstellung bestehen. So gab es in allen geprüften Ledersortimenten Produkte, in denen kein oder nur wenig Chrom (VI) nachgewiesen wurde. Das BfR hat die Daten aus gesundheitlicher Sicht und hinsichtlich der Festsetzung eines möglichen Grenzwertes bewertet.

Gemessen an der Häufigkeit des Auftretens von Sensibilisierungen zählt Chrom (VI) zu den wichtigsten Allergenen. Seine Allergie auslösende Wirkung bei Kontakt mit der Haut ist seit langem bekannt. Für die Betroffenen hilft dann nur, jeden Kontakt mit dem Allergie auslösenden Stoff zu vermeiden. Allerdings ist dies nicht immer möglich, da Verbraucher Chrom (VI)-Rückstände nicht erkennen können. Chrom (VI) ist in vielen Gegenständen des täglichen Bedarfs enthalten: in Farbmitteln für Textilien, Farben und Lacken, Holzschutzmitteln und Lederwaren. Letztere stellen eine der wesentlichen Ursachen für die Sensibilisierung gegenüber Chrom (VI) und der Erkrankung an allergischen Hauterkrankungen dar. Verbraucher können vor allem durch das Tragen von Lederbändern für Armbanduhren, das Barfußtragen von Lederschuhen oder über Lederhandschuhe mit Chrom (VI) in Kontakt kommen. Eine Kennzeichnungspflicht für Chrom (VI)-haltige Lederwaren besteht nicht. 2004 waren in Deutschland rund fünf Prozent der Patienten, bei denen ein Verdacht auf allergische Erkrankung bestand, gegen Chrom (VI) sensibilisiert.

Die wichtigste Maßnahme gegen Allergien ist die Prävention. Das BfR empfiehlt deshalb ein Verbot nach dem Stand der Analytik (sicherer Nachweis von Chrom (VI) ab 3 Milligramm pro Kilogramm) für den Einsatz von Chrom (VI) in Lederprodukten des täglichen Bedarfs.

1 Gegenstand der Bewertung

In Hinblick auf eine mögliche Grenzwertfestsetzung für Chrom (VI) in Bekleidung aus Leder hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) eine gesundheitliche Bewertung zum Gehalt von Chrom (VI) in Lederwaren, mit denen der Mensch nicht nur vorübergehend in Kontakt kommt, vorgenommen. Dem Gebrauch der Produkte entsprechend wird nachfolgend nur die dermale Exposition berücksichtigt.

Die Bewertung basiert auf Daten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, dem Untersuchungsergebnisse der Bundesländer zum Gehalt an Chrom (VI) in Lederwaren, insbesondere Bekleidung, vorliegen. Dabei handelt es sich um Ergebnisse von 847 Proben aus den Jahren 2000-2006. In 485 Proben (57 %) wurde Chrom (VI) nachgewiesen; in 140 Proben (16,5 %) wurde ein Chrom (VI)-Gehalt von 10 mg/kg Leder überschritten. Im Mittel lagen die Chrom (VI)-Werte bei etwa 13 mg/kg Leder.

Die Ursachen der Chrom (VI)-Belastung von Leder liegen im Herstellungsprozess. Bei der Herstellung von Leder werden die Tierhäute nach vorbereitenden Prozessen (Entfleischen, Entfetten, Enthaaren) einer Behandlung mit Gerbstoffen unterzogen, um das Leder gegen Verrottung zu schützen und zu festigen. Durch die Gerbstoffe werden die Kollagenfasern der Haut vernetzt (cross-linking), die dadurch weitestgehend resistent gegen mikrobielle Zerstörung werden. Gegenwärtig werden Lederwaren zu mehr als 80 % mit Chrom (III)-Sulfat als Gerbstoff hergestellt. Das in diesen Produkten oft vorhandene Chrom (VI) beruht auf entsprechenden Verunreinigungen des eingesetzten Chrom (III)-Sulfats und/oder auf einer Oxidation von Chrom (III) zu Chrom (VI) während des weiteren Verarbeitungsprozesses in wässrigem Medium (Neutralisation, Färben, Fetten, Nachgerben).

Alternativen zur Chromgerbung sind durch anorganische und organische Chemikalien, z. B. Aluminiumsalze, Glutaraldehyd oder pflanzliche Gerbstoffe, gegeben. Allerdings werden durch die alternativen Gerbstoffe die für einige Verwendungszwecke (z. B. Schuhleder) erforderlichen Qualitäten oft nicht erreicht. Es bestehen jedoch auch verfahrenstechnische Möglichkeiten, bei der Gerbung mit Chrom (III) den Chrom (VI)-Gehalt wesentlich zu vermindern.

Zum Stand der rechtlichen und normativen Vorschriften für Lederwaren mit Körperkontakt gilt, dass nach der Bedarfsgegenstände-Verordnung Chrom (VI) in Bekleidung keinen Grenzwertfestsetzungen unterliegt; jedoch sind die allgemeinen Vorgaben des Produktsicherheitsgesetzes sowie die Vorgaben gemäß § 30 des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) zu befolgen.

Seit 1994 liegt die Norm DIN EN 420 für Arbeitshandschuhe als persönliche Schutzausrüstung (PSA) vor, nach der Chrom (VI) unter der Nachweisgrenze, die mit etwa 2 mg Chrom (VI)/kg Leder angeführt wird, liegen muss. Im Rahmen einer Überarbeitung der Norm wurde mit der vorläufigen Norm prEN 420 „Schutzhandschuhe – Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren“ (1998) ein Entwurf vorgelegt, nach dem der Gehalt an Chrom (VI) niedriger als 10 mg/kg sein sollte. Eine neuerliche Überarbeitung führte zur Norm DIN EN 420 (2003), die als maximale Belastung einen Wert von 3 mg/kg nahe der Nachweisgrenze setzt. Diese Aussage wird jedoch gleichzeitig relativiert, da die Norm ebenso beinhaltet, dass ein Chrom IV-Gehalt unter 10 mg geduldet wird. Mit dieser Regelung soll die Konformität mit dem Europäischen Umweltzeichen für Schuhe [1], in dem ein Grenzwert von 10 mg Chrom (VI) pro kg Leder festgelegt ist, gewahrt werden. Im Amtsblatt der EU wurde die Norm im Jahr 2006 mit dem Vorbehalt veröffentlicht, dass ein Prüfverfahren mit einer Nachweisgrenze für Chrom (VI) von 3 mg/kg oder weniger verwendet wird.

2 Ergebnis

Lederwaren, mit denen der Mensch nicht nur vorübergehend in Kontakt kommt, sind den Bedarfsgegenständen im Sinne des § 2 Abs.6 Satz 1 Nr. 6 LFGB zuzurechnen. Dies gilt insbesondere für Bekleidungsgegenstände wie Unterbekleidung, Oberbekleidung (Schutz- und Sportbekleidung), Schuhe, Handschuhe, Kopfbedeckungen, Uhrarmbänder, Gürtel, Accessoires u. ä.

Die Daten des BVL setzen sich aus 775 Planproben, 7 Beschwerdeproben, 14 Verdachtsproben und 50 sonstigen Proben zusammen. Der hohe Anteil der Planproben gewährleistet, dass die Ergebnisse repräsentativ für die am Markt vorhandenen Bedarfsgegenstände aus Leder sind. In mehr als der Hälfte der insgesamt geprüften Produkte wurde Chrom (VI) nachgewiesen. Etwa 16,5 % der Produkte wiesen Chrom (VI)-Gehalte von mehr als 10

mg/kg Leder auf, etwa 2,25 % überschritten 50 mg Chrom (VI)/kg Leder. Extrem hohe Belastungen durch Chrom (VI) wurden in Handschuhen mit 183,9 mg/kg (Beschwerdeprobe), 134,65 mg/kg (Planprobe), 128 mg/kg (Verdachtsprobe) und 105,7 mg/kg (Planprobe), in Schuhen mit 111,4 mg/kg (Planprobe) und in Bekleidung mit 120,4 mg/kg (Planprobe) und 112,78 mg/kg (Planprobe) festgestellt.

Die Zusammenstellung der Daten zeigt auch, dass in allen geprüften Ledersortimenten Produkte verfügbar sind, in denen kein oder nur wenig (unter 3 mg/kg) Chrom (VI) nachweisbar ist. Die Herstellung Chrom (VI)-freier bzw. -armer Produkte ist generell möglich, wenn ein fortschrittlicher Stand der Technik bei der Lederherstellung eingehalten wird. Mit hoher Wahrscheinlichkeit gilt dies auch für Produkte, die mit Chrom (III) gegerbt wurden. In 43 % der Proben wurde kein Chrom (VI) nachgewiesen.

Die Allergie auslösende Wirkung des Chrom (VI) bei dermalen Exposition ist seit langem bekannt. Vom „Informationsverbund Dermatologischer Kliniken zur Erfassung und wissenschaftlichen Auswertung der Kontaktallergien“ (IVDK) wurden anhand von Epikutantests bei Verdachtsfällen Daten zu Sensibilisierungen durch bekannte Allergene erhoben. Danach lag die Quote der Sensibilisierungen bei den Patienten aus Hautkliniken für Chrom (VI), eingesetzt als Kaliumdichromat, im Jahr 2001 bei etwa 4,5 % und im Jahr 2004 bei 5,3 % [2]. In der Rangfolge der häufigsten Allergene nahm Chrom (VI) den sechsten bzw. fünften Platz ein.

In einer Hochrechnung für die Gesamtbevölkerung Deutschlands mit best-case-, medium-case- und worst-case-Annahmen wurde unter Zugrundelegung eines „medium case scenario“ die Quote der Sensibilisierungen für Chrom (VI) (Kaliumdichromat) mit 0,6 % veranschlagt [3]. Bei einer Bevölkerungszahl von 82 Millionen entspricht dies etwa 514.000 Fällen.

Allergische, durch Chrom (VI) ausgelöste Kontaktekzeme sind nach der Klassifikation von Coombs und Gell [4] Reaktionen des Typs IV. Für Chrom (VI) liegen für die Anzahl der Inzidenzfälle (manifeste Erkrankung durch allergische Kontaktekzeme) keine Daten vor. Die Häufigkeit der manifesten Erkrankungen („medium case scenario“) an allergischen Kontaktekzemen insgesamt wurde auf 3 Fälle pro 1.000 Einwohner pro Jahr geschätzt, was 246.000 Fällen pro Jahr für Deutschland entspricht [3].

Sensibilisierungen gegenüber Chrom (VI) und daraus resultierende Kontaktekzeme sind sowohl bei beruflicher Exposition durch Chrom (VI)-haltige Materialien, Werkzeuge und Hilfsmittel als auch im privaten Bereich durch den Kontakt mit einer Reihe von Produkten des täglichen Bedarfs bekannt. Unter den beruflich bedingten Kontaktekzemen war die durch Chrom (VI)-haltigen Zement ausgelöste „Zementkrätze“ weit verbreitet und führte deshalb zu einer Beschränkung des zulässigen Chromat-Gehalts auf 2 mg/kg Zement (RL 2003/53/EC).

Zu den Chrom (VI)-haltigen Gegenständen des täglichen Bedarfs zählen u. a. Lederwaren, einige Farbstoffe für Textilien, Zündköpfe mancher Streichholzarten, Farben/Lacke und Holzschutzmittel. Nach allgemeiner Lebenserfahrung kommt der Mensch mit Lederwaren, insbesondere denjenigen, die Bedarfsgegenstände im Sinne des § 2 Abs.6 Satz 1 Nr. 6 LFGB sind, häufig in Kontakt. Sie stellen deshalb eine der wesentlichen Ursachen für die Sensibilisierungen gegenüber Chrom (VI) und der manifesten Erkrankungen an Hautekzemen dar. Insbesondere die Sensibilisierung von Frauen wird auf Kontakt mit chromathaltigem Leder zurückgeführt [3, 5].

In mehreren Untersuchungen wurde mit Hilfe von Epikutan-Titrationstests (Patch-Tests) die Konzentration an Chrom (VI) bestimmt, die bei 10 % der gegen Chrom (VI) sensibilisierten Testpersonen eine Reaktion auslöst. Dabei ergaben sich Konzentrationen von 0,001 % entsprechend 10 ppm bzw. 10 mg/l oder 10 mg/kg [6]. In einer neueren Untersuchung, in der kalkulatorisch die Grenzkonzentration, bezeichnet als „Minimal Eliciting Threshold Concentration (MET)_{10 %}“, an 18 sensibilisierten Patienten ermittelt wurde, ergab sich ein Wert von 1 ppm; bei 50 % der Patienten (MET_{50 %}) wurde eine Reaktion mit 5 ppm ausgelöst [7]. Im Rahmen einer Auswertung weiterer in der Literatur verfügbarer Dosis-Wirkungs-Untersuchungen wurden MET_{10 %}-Werte von 7-45 ppm ermittelt [8]. Die Unterschiede wurden auf verschiedene Testsysteme sowie eine unterschiedliche Sensibilität der Testpersonen zurückgeführt. Es liegen zudem Hinweise vor, dass die Ausprägung der Reaktionen auf Chrom (VI) zeitabhängig ist und die üblicherweise in den Tests verwendete Inkubationszeit von 48 Stunden zum Erfassen der Reaktion nicht ausreichend ist.

Es ist zu beachten, dass neben den allergischen Kontaktekzemen durch Chrom (VI) auch atopische Ekzeme durch eine Irritation der Haut auftreten können. Chrom (VI) kann bei Kontakt mit Haut und Schleimhäuten, insbesondere durch Stäube und Dämpfe, Geschwüre erzeugen, die äußerst schwer zu behandeln sind und die zu so genannten „chrome holes“ führen können [3, 9].

Ergänzend wird angemerkt, dass Chrom (VI)-Salze in Anhang 1 der RL 67/548/EWG, Liste der gefährlichen Stoffe, als kanzerogene Verbindungen der Kategorie 2 mit dem Hinweis R 49 „Kann Krebs erzeugen beim Einatmen“ aufgeführt sind. Die Kategorie 2 beinhaltet Stoffe, die als krebserregend für den Menschen angesehen werden sollten.

3 Begründung

3.1 Agens

Unter den Chromsalzen, bei denen das Chrom in den Oxidationsstufen +2 bis -6 vorliegen kann, sind insbesondere Chrom (III)- und Chrom (VI)-Verbindungen bei dermalen, inhalativen und oraler Aufnahme gesundheitlich relevant [9]. Die in der Umwelt stabilere Form stellt das Chrom (III) dar. Chrom (VI) ist, insbesondere im sauren Milieu, ein Oxidationsmittel und wird in den Zellen u. a. durch schwefelhaltige Aminosäuren reduziert [3]. Im alkalischen Bereich kann aus Chrom (III) durch Oxidation Chrom (VI) gebildet werden.

Bei dermalen Exposition, die in der Regel gleichzeitig sowohl mit Chrom (III) als auch mit Chrom (VI) erfolgt, erwies sich Chrom beider Oxidationsstufen als allergen, wenngleich Unterschiede in der für eine Sensibilisierung bzw. Auslösung einer Dermatitis erforderlichen Konzentration festgestellt werden können [7, 10]. Die Ursache liegt in der unterschiedlichen Hautpenetration der Ionen: Chrom (VI)-Salze sind im Vergleich zu Chrom (III)-Salzen besser wasserlöslich und das Chrom (VI)-Ion durchdringt die Haut leichter [6]. Das eigentliche, die Sensibilisierung auslösende Prohaptan ist jedoch Chrom (III), das durch Reduktion des in die Zellen eingedrungenen Chrom (VI) entsteht und dort mit Proteinen Komplexe eingeht [5].

3.2 Gefährdungspotenzial

Bei dermalen Exposition kann Chrom (VI) sowohl irritativ/toxisch als auch allergisch verursachte Ekzeme hervorrufen. Chrom (VI) ist ein wichtiges Allergen, wie die Häufigkeitsrangfolge der Sensibilisierungen zeigt [3]. Wie bei allen Allergien bleibt die Sensibilisierung und damit die Gefahr einer manifesten Erkrankung ein Leben lang erhalten. Langfristige Untersuchungen an amerikanischen Industrie- und japanischen Bauarbeitern, die beruflich einer

dermalen und inhalativen Exposition ausgesetzt waren, ergaben vielfältige schwere gesundheitliche Schäden bis hin zu tödlichen Verläufen [9]. Sowohl bei irritativ/toxischer als auch bei allergischer Dermatitis besteht zudem die Gefahr von Folgeschäden durch mikrobielle Infektionen.

Eine Prävention gegen manifeste Hauterkrankungen bei bestehender Sensibilisierung ist nur durch Vermeidung jeglichen Kontakts mit Chrom (VI)-haltigen Produkten möglich.

3.3 Exposition

Die vorgelegten Ergebnisse zeigen, dass Bedarfsgegenstände aus Leder gesundheitlich relevante Mengen Chrom (VI) enthalten können (im Mittel etwa 13 mg/kg; gemessenes Maximum 184 mg/kg). Die Vielfalt der möglichen Lederprodukte sowie die unterschiedliche Art des individuellen Gebrauchs erlaubt es nicht, fundierte und allgemein gültige Berechnungen der Exposition anzustellen.

Beispielsweise werden Lederbänder für Armbanduhren häufig permanent in direktem Hautkontakt getragen. Bei Schuhen stellt sich das Bild differenzierter dar: Sie werden in der Regel mit Strümpfen getragen, doch zeigt die allgemeine Lebenserfahrung, dass insbesondere Frauen das Schuhwerk häufig ohne Strümpfe tragen und damit täglich ein mehrstündiger direkter Kontakt mit der Haut gegeben ist. Ähnliches gilt für das Tragen von Sandalen.

Bei Epikutantests mit 8.543 Probanden, von denen 1.168 eine Vorgeschichte mit „Fuß-Dermatitis“ aufwiesen, zeigten 5,5 % eine Hautreaktion gegen verschiedene, in Schuhen vermutete Chemikalien. In der Gruppe der Probanden mit Vorgeschichte betrug der Anteil 41 %, von denen wiederum 70 % weiblich und 30 % männlich waren [5]. Bei 253 dieser insgesamt 1.168 Probanden wurde eine positive Hautreaktion durch Chrom (VI) ausgelöst, entsprechend einer Rate von 21,6 %. Chrom (VI) war das mit Abstand am häufigsten positiv getestete Allergen.

Bei Oberbekleidung aus Leder, die in der Regel mit Textilien gefüttert ist, kommt der Träger nur zeitweise in begrenzten Körperregionen mit Bündchen und Kragen in Kontakt, während bei lederner Unterwäsche mehrstündiger großflächiger Hautkontakt besteht. Für Lederhandschuhe sind die Kontaktzeiten ebenfalls sehr unterschiedlich. Die angeführten Beispiele belegen jedoch, dass beim üblichen Gebrauch einiger Bedarfsgegenstände, insbesondere von Schuhen, Expositionszeiten angenommen werden müssen, die denen von Arbeitshandschuhen aus Leder (vgl. Anmerkungen zur Norm DIN EN 420 (2003)) ähnlich sind oder diese gar überschreiten.

Für eine Expositionsrechnung wäre neben der Expositionszeit zudem das Flächengewicht des Leders und damit die für eine Migration zur Verfügung stehende Menge an Chrom (VI) zu berücksichtigen. Zur Quantifizierung der äußeren Exposition wäre die Angabe der Menge an Agens pro Fläche pro Zeiteinheit erforderlich. Daten hierzu sind jedoch nicht verfügbar.

Dass Chrom (VI)-haltiges Leder ursächlich für das Auftreten von Hautreaktionen sein kann, wurde in einem Patch-Test mit Leder nachgewiesen [7]: 15 Patienten, die eine Vorgeschichte mit Erkrankungen an allergischer Kontaktdermatitis (Fuß-Ekzeme) aufwiesen und gegen Chrom (VI) sensibilisiert waren, wurden gegenüber 14 verschiedenen, mit Chrom gegerbten oder einer chromfrei gegerbten Lederprobe exponiert. Insgesamt fünf der Lederproben riefen bei Patienten während der üblichen Expositionszeit von 48 Stunden eine Hautreaktion hervor. Bemerkenswert ist, dass zwei weitere von zwölf Testpersonen erst bei einer Expositi-

onszeit von 14 Tagen Hautsymptome aufwiesen. Eine direkte Korrelation der Hautreaktionen mit dem Chrom (VI)-Gehalt des Leders ergab sich aber nicht.

3.4 Risikocharakterisierung

Wie bereits oben dargestellt, ergibt sich anhand von Hochrechnungen, dass in Deutschland bei etwa 0,3 % der Bevölkerung, das entspricht etwa 246.000 Fällen, manifeste allergische Kontaktekzeme auftreten. Ein erheblicher Teil davon kann mit großer Wahrscheinlichkeit auf Chrom (VI) zurückgeführt werden, da die Substanz, gemessen an der Häufigkeit des Auftretens von Sensibilisierungen, zu den wichtigsten Allergenen zählt [3]. Von den Patienten, die sich im Jahr 2004 aufgrund des Verdachts einer allergischen Erkrankung einem Epikutantest unterzogen, waren etwa 5,3 % gegen Chrom (VI) sensibilisiert [2]. Chrom (VI) in Leder ist als wesentliche Ursache für diese Sensibilisierungen anzusehen [3]. Die in den Patch-Tests experimentell ermittelten Konzentrationen (MET), die bei sensibilisierten Probanden eine Hautreaktion auslösen, geben zwar einen Anhaltspunkt für den Bereich wirksamer Konzentrationen wieder, es ist jedoch realistisch anzunehmen, dass diese Schwellen in der Praxis durch Hautverletzungen, Scheuerstellen u. ä. deutlich unterschritten werden können.

4 Maßnahmen/Handlungsrahmen

Die entscheidende Intervention bei Allergien und insbesondere bei Kontaktekzemen ist die Prävention, das heißt die Vermeidung jeglichen Kontakts mit allergenhaltigen Produkten [3]. Eine Heilung ist dagegen kaum möglich. Dies gilt auch für Chrom (VI)-induzierte Dermatitis. Andererseits ist der Verbraucher jedoch gegenwärtig nicht in der Lage, Chrom (VI)-haltige Lederwaren zu meiden, da keine Kennzeichnungspflicht für erhöhte Gehalte besteht, Lederwaren aber zu den Produkten des täglichen Gebrauchs gehören.

Zudem ist es den Betroffenen im konkreten Einzelfall retrospektiv oft nicht möglich, eine Sensibilisierung, die Jahre vor einer manifesten Erkrankung erfolgt sein kann, ursächlich auf Chrom (VI) in Lederwaren zurückzuführen.

Nach [3] sollten Stoffe, die häufig Sensibilisierungen hervorrufen, Gegenstand der Prävention und Intervention sein. Dabei werden Sensibilisierungsquoten bis 1 % als noch akzeptabel erachtet, ab etwa 2 % bestehe Grund zur Besorgnis, bei über 3 % ein ernsthaftes Problem [11]. Die Sensibilisierungsrate für Chrom (VI) von Patienten aus Hautkliniken liegt in Deutschland bei 5,3 %.

Aus Sicht der Risikobewertung des BfR ist es im Rahmen eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes erforderlich, für Lederwaren, die Bedarfsgegenstände im Sinne des §2 Abs.6 Satz 1 Nr.6 LFGB sind und Chrom (VI) enthalten, ein Verbot nach dem Stand der Analytik einzuführen. Nach DIN 53314 ist für Chrom (VI) ein sicherer Nachweis ab 3 mg Chrom (VI)/kg Leder möglich.

5 Referenzen

[1] Entscheidung der Kommission vom 18. März 2002 zur Festlegung überarbeiteter Umweltkriterien für die Vergabe des Umweltzeichens Gemeinschaft für Schuhe und zur Änderung der Entscheidung 1999/179/EG

[2] Oppel T und Schnuch A (2006) Häufigste Auslöser allergischer Kontaktekzeme Dtsch Med Wochenschr 131: 1584-1589

- [3] Schnuch A, Geier J, Lesssmann H, Uter W, Arnold R, Mackiewicz M (2004). Untersuchungen zur Verbreitung umweltbedingter Kontaktallergien mit Schwerpunkt im privaten Bereich, WaBoLu-Heft 01/04, Forschungsbericht 299 61 219, UBA-FB 000574
- [4] Coombs RRA, Gell PGH (1975). The classification of the allergic reactions underlying disease. In: PGH Gell, RRA Coombs (Eds), *Clinical aspects of immunology*, 3rd ed, Blackwell Scientific, Oxford (2006) pp 761-781
- [5] Nardelli A, Taveirne M, Drieghe J, Carbonez A, Degreef H, Goossens, A (2005) The relation between the localization of foot dermatitis and the causative allergens in shoes: a 13-year retrospective study, *Contact Dermatitis* 53: 201-206
- [6] Bagdon RE, Hazen RE (1991) Skin permeation and cutaneous hypersensitivity as a basis for making risk assessment of chromium as a soil contaminant. *Environ Health Perspect*; 92:111-119.
- [7] Hansen MB, Johansen JD, Menne T. (2003) Chromium allergy: significance of both Cr(III) and Cr(VI). *Contact Dermatitis* 49:206-212
- [8] Hansen MB, Rydin S, Menne T, Duus Johansen J (2002) Quantitative aspects of contact allergy to chromium and exposure to chrome-tanned leather. *Contact Dermatitis* 47:127-134
- [9] Toxicological Profile for Chromium, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 2000
- [10] Hansen MB, Menne T, Johansen JD (2006) Cr(III) reactivity and foot dermatitis in Cr(VI) positive patients. *Contact Dermatitis* 54:140-144
- [11] Wilkinson JD, Shaw S, Andersen KE, Brandao FM, Bruynzeel DP, Bruze M, Camarasa JM, Diepgen TL, Ducombs G, Frosch PJ, Goossens A, Lachappelle JM, Lahti A, Menne T, Seidenari S, Tosti A, Wahlberg JE (2002). Monitoring levels of preservative sensitivity in Europe. *Contact Dermatitis* 46:207-210