

3. Sitzung des Ausschusses „Textilien und Leder“ der BfR-Kommission für Bedarfsgegenstände

Protokoll vom 30. Oktober 2013

Im Zusammenhang mit der 11. Sitzung der BfR-Kommission für Bedarfsgegenstände (BeKo) hat die Kommission den Ausschuss „Textilien und Leder“ zu seiner nunmehr dritten Sitzung einberufen. Als Teil der BeKo erarbeitet der Ausschuss Aussagen über das Gefährdungspotenzial von Farb-, Ausrüstungs- und Hilfsmitteln für Textilien und Lederprodukte.

Hauptschwerpunkte dieser Sitzung am 30. Oktober 2013 in Berlin waren Schadstoffe in Leder, die Vermeidung und Reduktion von Schadstoffen in Bekleidungstextilien sowie Ansätze zur Abschätzung der dermalen Exposition. Weitere Themen waren die neue Biozid-Verordnung (EU) Nr. 525/2012 und Nanosilber in Textilien.

1 Schadstoffe in Leder

Als erstes zentrales Thema wurden in dieser Sitzung Schadstoffe in Leder behandelt. In zwei Vorträgen wurde dargelegt, welche Schadstoffe in Leder in welcher Häufigkeit gefunden werden und wo mögliche Ursachen für deren Vorkommen in Leder liegen. Besondere Bedeutung hat dabei noch immer Chrom(VI), wobei seit 2007 bzw. 2009 ein Rückgang der Häufigkeit von auffälligen Prüfergebnissen bei den Prüfinstituten zu verzeichnen ist. Das Auftreten von Chrom(VI) kann bei konsequenter Anwendung moderner technologischer Produktionsmethoden erheblich minimiert werden.

Innerhalb dieses Themenschwerpunkts wurde die Normmethode DIN EN ISO 17075 vom Februar 2008 [2] zur Bestimmung von Chrom(VI) in Leder - ein photometrisches Prüfverfahren - erläutert und im Hinblick auf relevante Einflussfaktoren diskutiert. Besonderes Augenmerk gilt hierbei u. a. der Art der Probenvorbereitung (Mahlen vs. Schneiden) sowie den Extraktionsbedingungen (pH-Wert, O₂-Ausschluss), die so zu wählen sind, dass einerseits der gesamte Chrom(VI)-Gehalt bestimmt wird und andererseits die Bildung von Chrom(VI) aus vorhandenem Chrom(III) während der Analyse durch oxidative Einflüsse auszuschließen ist. Auch Abweichungen von der festgelegten Dauer der Farbreaktion können das Ergebnis beeinflussen. Als alternative Quantifizierungsmethode wurde die Ionenaustauschchromatografie vorgestellt, welche im Vergleich zur photometrischen Methode eine niedrigere Nachweisgrenze aufweist. Es wurde festgestellt, dass die Durchführung der Chrom(VI)-Bestimmung nach DIN EN ISO 17075 nicht einfach ist, weshalb detailliertere Anmerkungen zu möglichen Störfaktoren in der Norm gegebenenfalls hilfreich wären. Darüber hinaus wurden Ergebnisse von Untersuchungen nach künstlicher Alterung vorgestellt, die eine Bildung von Chrom(VI) aus Chrom(III) während der Lagerung simulieren.

Weiterhin wurde über Arbeiten berichtet, eine Migrationsmethode zu entwickeln, welche die Freisetzung von Chrom(VI) beim Tragen von Lederartikeln auf der Haut simulieren soll, um diese für realistische Expositionsabschätzungen heranziehen zu können. Allerdings könnte die dabei notwendige (realitätsnahe) Anwendung von saurem Schweißsimulanz die Reduktion von Chrom(VI) zu Chrom(III) fördern und damit zu Minderbefunden führen. Eine solche Methode wäre allerdings nur für die Risikobewertung (z.B. im Zusammenhang mit RAPEX-Meldungen), nicht aber für die Überwachung der Einhaltung des gesetzlichen Grenzwertes geeignet.

In diesem Zusammenhang wurde darauf hingewiesen, dass die aktuellen Sensibilisierungsraten in der Bevölkerung dafür sprechen, weitere Maßnahmen einzuleiten, um den Anteil an

Leder mit Chrom(VI) weiter zu reduzieren, da Chrom(VI) als potentes Kontaktallergen für bereits sensibilisierte Verbraucher auch unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes problematisch sein kann. Für diesen Personenkreis sind mögliche gesundheitliche Risiken durch Lederartikel nicht erkennbar, eine mögliche Kennzeichnung der Gerbart des Leders könnte hier Orientierung für gegen Chrom(VI) sensibilisierte Verbraucher geben.

Eine Reihe von Daten und Fakten zum Thema Chrom(VI) in Lederprodukten, die auch Gegenstand der Diskussion in dieser Ausschusssitzung waren, wurden schon in einer Stellungnahme des BfR [3] im Jahr 2007 bewertet. Die damalige Empfehlung des BfR, Chrom(VI) nach dem Stand der Analytik (sicherer Nachweis von Chrom(VI) ab 3 mg/kg) in Bedarfsgegenständen aus bzw. mit Leder zu begrenzen, wurde danach in der Bedarfsgegenständeverordnung umgesetzt.

Positiv hervorgehoben wurde, dass aktuell über REACH der Chrom(VI)-Gehalt in Verbraucherprodukten aus Leder, die mit der Haut in Berührung kommen, auf 3 mg/kg EU-weit begrenzt werden soll [4]. Als Analyseverfahren ist die DIN EN ISO 17075 vorgesehen. Damit ist der vorgesehene Anwendungsbereich der REACH-Verordnung weiter gefasst als der Anwendungsbereich der Bedarfsgegenständeverordnung, der sich auf Bedarfsgegenstände aus Leder beschränkt, die nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Berührung kommen (BedGgstV, Anlage 4) und bei denen Chrom(VI) unter Anwendung des Analyseverfahrens B 82.02-11 [5] aus der amtlichen Methodensammlung nach § 64 des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuchs (LFGB) nicht nachweisbar sein darf. In beiden Regelungen ist der Grenzwert analytisch bedingt - die Nachweisgrenze liegt bei 3 mg/kg.

Weitere Problemstoffe in Leder sind Formaldehyd (heute nur noch selten eingesetzt), Alkylphenoxyethoxylate (APEOs; bewusster Einsatz ist vermeidbar, Spuren aus Verschleppungen sind aber noch für einige Zeit zu erwarten), kurzkettige Chlorparaffine (SCCPs; in der Lederherstellung weitgehend ersetzt), Phthalate (keine typischen Lederchemikalien, Formulierungshilfsmittel - aber ersetzbar, Verschleppung, Spurenverunreinigung), zinnorganische Verbindungen (Einsatz von Dibutylzinn [DBT] für einige Polymere, die auf das Leder aufgetragen werden; Ersatzlösungen sind auf dem Weg) sowie Konservierungsmittel (Pentachlorphenol [PCP] mit unklarer Herkunft, möglicherweise kommt es über das Brauchwasser zu einer Anreicherung im Leder; Dimethylfumarat als Transportkonservierungsmittel). Bei den Konservierungsmitteln muss eine Abwägung zwischen mikrobiellem Risiko und chemischem Risiko erfolgen. Als Konservierungsmittel eingesetzte polychlorierte Phenole oder das inzwischen verbotene Dimethylfumarat sind heute technisch ersetzbar. Bei alternativen Substanzen (sog. „White List“) müssen die vorgeschriebenen Grenzwerte eingehalten werden.

In einem weiteren Vortrag wurde das Auftreten von Dimethylformamid (DMF) in Schutzhandschuhen diskutiert. DMF wird u.a. als Lösungsmittel für die Beschichtung mit Polyurethan (z.B. Schutzhandschuhe aus Leder) eingesetzt. In der EU wird diese Substanz nicht mehr verwendet, sie kann aber in Importprodukten aus Asien vorhanden sein. In 2005/06 wurde im Rahmen der Technischen Regeln für Gefahrstoffe in der TRGS 401 [6] ein maximaler DMF-Gehalt von 10 mg/kg in Schutzhandschuhen festgelegt, dessen toxikologische Begründung jedoch unklar ist. In dem Vortrag wurden zwei verschiedene analytische Methoden diskutiert, deren Ergebnisse jedoch stark divergieren. Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hält daher eine Methodvalidierung für dringend erforderlich. Das Problem dabei: Wenn man diesen maximalen DMF-Gehalt von 10 mg/kg strikt anwenden würde, dürfte das Lösemittel für diesen Zweck nicht mehr verwendet werden bzw. eine Vielzahl von Produkten müsste vom Markt genommen werden. Auch das BfR sieht hier Klärungs- und Handlungsbedarf.

2 Vermeidung und Reduktion von Schadstoffen in Bekleidungstextilien

Unter dem Schwerpunkt „Vermeidung bzw. Reduktion von Schadstoffen in Bekleidungstextilien“ wurden drei Initiativen vorgestellt:

Eine Vertreterin der schwedischen Chemikalienbehörde KEMI hat ein hazard-basiertes Konzept zur Regulation von gefährlichen Chemikalien in Textilien vorgestellt, welches im Auftrag der Schwedischen Regierung im Rahmen eines nationalen Aktionsplans für eine schadstofffreie Umwelt entwickelt wurde [7]. Das von der KEMI erarbeitete Konzept zielt darauf ab, eine harmonisierte EU-weite Regelung für gefährliche Chemikalien in Textilien zu erreichen und deren Gehalt in Textilprodukten für Verbraucher zu beschränken. Hierzu wurde eine nicht-umfassende (*non-exhaustive*) Liste von gefährlichen Chemikalien, die in Textilien vorhanden sein können, erstellt. Zu diesen Stoffen gehören solche mit CMR-Einstufung 1A/B, atemwegs- und hautsensibilisierende Stoffe, umweltgefährdende Stoffe mit langfristiger und hoher toxischer Wirkung auf Wasserorganismen, sowie bestimmte Stoffe der REACH-Kandidatenliste. KEMI favorisiert damit einen hazard-basierten Ansatz, der auf dem intrinsischen Gefährdungspotential der Substanzen beruht. Als primäre Rechtsetzungsoption wurde eine Erweiterung der Textilkennzeichnungsverordnung (EU) Nr. 1007/2011 [8] angesehen, als sekundäre Option eine Regulation über REACH. Eine Berücksichtigung dieser Problematik in der EU-Strategie für eine schadstofffreie Umwelt im Rahmen des 7. Umweltaktionsprogramms wird angestrebt. Die Diskussion des KEMI-Konzepts ergab, dass die meisten Ausschuss-Mitglieder einen risiko-basierten Ansatz als Basis für eine Regulation von gefährlichen Chemikalien in Textilien befürworten.

Weiterhin wurde die ZDHC-Initiative (*Roadmap towards Zero Discharge of Hazardous Chemicals*) [9] der globalen Bekleidungs- und Schuhindustrie vorgestellt. Ziel dieser Initiative ist es, gefährliche Substanzen bis 2020 aus der textilen Wertschöpfungskette zu beseitigen. Zu den aufgrund ihrer intrinsischen Eigenschaften als gefährlich angesehenen Substanzen gehören solche, die unter REACH als *Substances of very high concern* (SVCH) identifiziert worden sind. Die Initiative beinhaltet einen Aktionsplan für 11 Substanzgruppen (Alkylphenole, Phthalate, bromierte und chlorierte Flammschutzmittel, Azofarbstoffe, Organozinnverbindungen, perfluorierte Verbindungen, Chlorbenzole, chlorierte Lösungsmittel, Chlorphenole, kurzkettige Chlorparaffine, Schwermetalle), eine Liste von Substanzen mit geplantem Verwendungsverzicht, eine Positivliste für Textilchemikalien und Farbstoffe, sowie eine Liste eingeschränkt verwendbarer Substanzen (MRSL, *Manufacturing Restricted Substance List*). Dabei ist die Definition von "Zero" in Bezug auf Schadstoff(rest)gehalte in Bekleidung als "Null" im Rahmen der technischen Machbarkeit (*technical Grade*) zu verstehen.

Als drittes Konzept wurde das bluesign® System zur nachhaltigen Textilproduktion vorgestellt, welches vorsieht, in einem weltweiten Netz auf allen Ebenen der textilen Kette den Einsatz von gefährlichen Chemikalien zu überprüfen bzw. nur toxikologisch bewertete Substanzen in die textile Kette einfließen zu lassen. Das Konzept sieht weiterhin vor, Ersatzmöglichkeiten (web-basierte Suchmaschine mit über 4000 geprüften Hilfs- und Farbmitteln) aufzuzeigen und die Firmen in diesem Prozess zu unterstützen [10].

3 Ansätze zur Abschätzung der dermalen Exposition

In einem weiteren Schwerpunkt wurden verschiedene Ansätze zur Abschätzung der dermalen Exposition bei Bekleidungstextilien und Leder behandelt.

Durch eine Vertreterin des Flämischen Instituts für Technologieforschung (VITO) wurden Ergebnisse des Forschungsprojekts „DRESS – DeRmal Exposure aSsessment Strategies“

vorgestellt, welches vom Verband der Europäischen chemischen Industrie (CEFIC) im Rahmen der Long-Range Research Initiative (LRI) gefördert wird [11]. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer verfeinerten Strategie zur Modellierung der dermalen Exposition, ausgehend von einer Betrachtung der dermalen Expositionsprozesse. In dem entwickelten Kategorisierungsschema DEPPAC (Dermal Exposure Process Products and Article Categories) fallen Textilien unter die Kategorie "Erzeugnisse mit unvermeidbarem Hautkontakt". Ausgehend von einer Analyse der dermalen Expositionsfaktoren, die im Zusammenhang mit der Migration von Substanzen aus dem Textilprodukt und dem Transfer auf die Haut stehen, wurden Datenlücken identifiziert und Experimente zur Schließung dieser Datenlücken durchgeführt. In diesen Experimenten wurden Textilien aus Baumwolle und synthetischen Fasern mit einer PVC- bzw. PU-Beschichtung unter Verwendung von Weichmachern (Diethylhexylphthalat, Diisononylphthalat) bzw. organischen Lösungsmitteln (Dimethylformamid, Dimethylacetamid) ausgerüstet und die Migration dieser Substanzen in Methanol sowie in Schweißsimulanz (Migration und Transfer) zeitabhängig gemessen. Die Experimente in Schweißsimulanz zeigten im Falle der beiden Weichmacher keine nachweisbare Freisetzung und im Falle von Dimethylformamid eine nicht-monotone Kinetik, die möglicherweise durch eine Reabsorption durch das Textil bedingt sein könnte. Die Auswertung der Kinetik der Methanolextraktion ergab Schätzwerte für die unmittelbar für den Transfer verfügbare Substanzmenge auf der Oberfläche des Erzeugnisses. Die daraus abgeleiteten Schichtdicken auf der Erzeugnisoberfläche waren um 1–2 Größenordnungen geringer als die im Modellierungstool zur Expositionsabschätzung ECETOC TRA v3 (siehe unten) für Erzeugnisse angenommene Default-Schichtdicke von 0,001 cm. Die Befunde zur Methanolextraktion wurden im Ausschuss kontrovers diskutiert.

Anschließend wurden in zwei Vorträgen das BfR-Modell zur Expositionsabschätzung aus Textilien [12, 13] sowie das REACH-Modell zur Abschätzung der dermalen Exposition gegenüber nichtflüchtigen Substanzen, die aus Produkten freigesetzt werden, erläutert. Im Unterschied zum BfR-Modell, das sowohl die Migration als auch die dermale Aufnahme betrachtet, vollzieht das REACH-Modell nur eine Abschätzung der äußeren Exposition, da die dermale Aufnahme bei der Ableitung des Expositionsgrenzwerts DNEL (Derived No Effect Level) berücksichtigt wird. Die Abschätzung der Verbrauchereexposition im REACH-Verfahren erfolgt in einem mehrstufigen Ansatz (tiered approach) gemäß den Leitlinien zu Informationsanforderungen und Stoffsicherheitsbeurteilung R.15 (Abschätzung der Verbrauchereexposition) [14] und R.17 (Abschätzung der Exposition aus Erzeugnissen) [15]. Für die Abschätzung der dermalen Aufnahme einer nicht-flüchtigen Substanz, die aus einem Produkt während der Zeit des Hautkontakts freigesetzt wird und auf die exponierte Hautfläche gelangt, werden als erster Ansatz (Tier 1) einfache Gleichungen zur Berechnung der externen Flächendosis (dermal load) und der externen Körperdosis (external dermal dose) verwendet. Zur Expositionsabschätzung steht das von der ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) entwickelte Werkzeug ECETOC TRA (Targeted Risk Assessment) zur Verfügung. Migrationsdaten sind zur Abschätzung der dermalen Exposition nicht erforderlich, da das "Thin Layer Model" von ECETOC TRA v3 von der Annahme ausgeht, dass die in einer definierten dünnen Schichtdicke auf der Erzeugnisoberfläche enthaltene Substanzmenge während eines (kurzzeitigen) Kontakts vollständig freigesetzt wird und auf die Haut gelangt. Für Erzeugnisse wird eine Schichtdicke von 0,001 cm angenommen (Expert Judgement). In dem Vortrag vorgestellte Beispielrechnungen für die Verbrauchereexposition aus Bekleidung mit dem ECETOC TRA v3 und den in diesem Tool voreingestellten Standardannahmen lieferten deutlich höhere Werte als das spezifischere BfR-Modell. Schlussendlich wurde in einem weiteren Vortrag das Vorgehen des BfR bei der Abschätzung der dermalen Absorption von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten vorgestellt [16]. Für den Fall, dass keine produktspezifischen experimentellen Daten vorliegen, werden Default-Werte für die dermale Absorption zugrunde gelegt. In Abhängigkeit vom

Oktanoll-Wasser-Verteilungskoeffizient (Log Po/w) und der Molmasse der Substanzen ist ein Refinement der Methodik möglich.

4 Biozide und Konservierungsmittel bei Transport und Lagerung

Im Themenkomplex „Biozide und Konservierungsmittel bei Transport und Lagerung“ wurde über die seit 01.09.2013 anzuwendende Biozid-Verordnung (EU) Nr. 525/2012 [1] informiert und es wurden insbesondere die Konsequenzen erläutert, die sich für den Bereich Textilien und Leder ergeben. Eine mit dieser Verordnung verbundene Veränderung gegenüber der bisherigen Biozidgesetzgebung (Richtlinie 98/8/EG) ist, dass die neuen Regelungen auch für behandelte Waren einschließlich Importprodukte gelten. Die Zulassung der Wirkstoffe erfolgt europaweit, die Genehmigung der Anwendung auf behandelte Waren bzw. Produkte auf nationaler Ebene. Daneben sind die Kennzeichnungs- und Informationspflichten neu geregelt.

5 Nanosilber in Textilien

In dem letzten Schwerpunkt wurde über ein Forschungsprojekt des BfR berichtet, in dem die Möglichkeiten zur Charakterisierung und zum Nachweis von (Nano)Partikeln auf bzw. in Textilien sowie zur Bestimmung der Freisetzung dieser aus den Textilien untersucht werden. Erste Ergebnisse zeigen, dass Silber freigesetzt wird und dass das Ausmaß der Freisetzung von der Art der Ausrüstung abhängt (stärkere Freisetzung bei Textilmaterialien mit Coatings gegenüber solchen mit Nanokompositen). Eine eindeutige Unterscheidung bzw. Identifikation dieser freigesetzten Silberpartikel sowie eine Abgrenzung von freigesetztem ionischen Silber steht noch aus.

In der Diskussion wurde von einer Vertreterin des Verbands der Nordwestdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie berichtet, dass die deutsche Textilindustrie derzeit nur noch ionisches Silber einsetzt und auch bei Importware laut Aussage von Importeuren nur noch ionisches Silber verwendet wird. Ein TEGEWA-Vertreter bestätigte, dass bei der chemischen Industrie Nanosilber für die Ausrüstung von Bekleidungstextilien kaum mehr nachgefragt wird. Teilnehmer bestätigen, dass seit einiger Zeit weniger Produkte auf dem Markt mit einer bioziden Nanosilberausrüstung ausgelobt werden. Ein repräsentativer Überblick zur Verwendung von Nanosilber in Textilien liegt jedoch nicht vor. Diese Entwicklung in der Textilbranche wurde während der Sitzung auch im Kontext mit der kritischen Stellungnahme des BfR zu Nanosilber im Internet [17] gesehen und von den Teilnehmern begrüßt.

6 Literatur / Referenzen

[1] EU, 2012. Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten. Amtsblatt der Europäischen Union, L 167, 1-123

[2] DIN EN ISO 17075:2008-02. Leder – Chemische Prüfungen – Bestimmung des Chrom(VI)-Gehalts (ISO 17075:2007); Deutsche Fassung EN ISO 17075:2007

[3] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2007. BfR empfiehlt, Allergie auslösendes Chrom (VI) in Lederprodukten streng zu begrenzen. Stellungnahme Nr. 017/2007 des BfR vom 15. September 2006, aktualisiert am 24. Mai 2007.
http://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr_empfiehl_allergie_ausloesendes_chrom_in_lederprodukten_streng_zu_begrenzen.pdf (03.02.2014)

- [4] EU, 2013. Draft regulation of the European Commission amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards chromium VI compounds. http://ec.europa.eu/enterprise/tbt/tbt_repository/EU131_EN_1_1.pdf (03.02.2014)
- [5] Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, Band II (B), B82.02-11: Nachweis von Chrom(VI) in Bedarfsgegenständen aus Leder; Photometrisches Verfahren. 2008-10
- [6] TRGS 401, Juni 2008. Gefährdung durch Hautkontakt. Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen. Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS).
- [7] Swedish Chemicals Agency (KEMI), 2013. Hazardous chemicals in textiles – report of a government assignment. Report No 3/13 <http://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Rapporter/Rapport-3-13-textiles.pdf> (03.02.2014)
- [8] EU, 2011. Verordnung (EU) Nr. 1007/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2011 über die Bezeichnungen von Textilfasern und die damit zusammenhängende Etikettierung und Kennzeichnung der Faserzusammensetzung von Textilerzeugnissen und zur Aufhebung der Richtlinie 73/44/EWG des Rates und der Richtlinien 96/73/EG und 2008/121/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union, L 272, 1-64
- [9] Zero Discharge of Hazardous Chemicals (ZDHC), 2014. Roadmap to zero discharge of hazardous chemicals. <http://www.roadmaptozero.com/> (03.02.2014)
- [10] The bluesign® system. <http://www.bluesign.com/> (03.02.2014)
- [11] European Chemical Industry Council (CEFIC) Long-range Research Initiative (LRI), 2012-2014. DRESS - DeRmal Exposure aSsessment Strategies. http://www.cefic-lri.org/projects/27/21/LRI-B9-VITO-DRESS---DeRmal-Exposure-aSsessment-Strategies/?cntnt01template=display_list_test (03.02.2014)
- [12] Krätke R, Platzek T, 2004. Migrationsverfahren und Modelle zur Abschätzung einer möglichen Exposition mit Textilhilfsmitteln und -farbmitteln aus Bekleidungstextilien unter Anwendungsbedingungen. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, 47: 810–813.
- [13] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2012. Einführung in die Problematik der Bekleidungstextilien. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 041/2012 des BfR vom 6. Juli 2012. <http://www.bfr.bund.de/cm/343/einfuehrung-in-die-problematik-der-bekleidungstextilien.pdf> (03.02.2014)
- [14] European Chemicals Agency (ECHA), 2012. Guidance on information requirements and chemical safety assessment - Chapter R.15: Consumer exposure estimation. Version 2.1, October 2012, Helsinki, Finland. http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r15_en.pdf (03.02.2014)

- [15] European Chemicals Agency (ECHA), 2012. Guidance on information requirements and chemical safety assessment - Chapter R.17: Estimation of exposure from articles. Version 1.1, October 2012, Helsinki, Finland.
http://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r17_en.pdf (03.02.2014)
- [16] Niemann L, Martin S, Golle M, Schneider H, Stein B, Pfeil R, Solecki R, 2013. Die Vorgehensweise des Bundesinstitutes für Risikobewertung bei der Abschätzung der dermalen Absorption von Wirkstoffen in Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 8: 381-388.
- [17] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2010. BfR rät von Nanosilber in Lebensmitteln und Produkten des täglichen Bedarfs ab. Stellungnahme Nr. 024/2010 des BfR vom 28. Dezember 2009.
http://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr_raet_von_nanosilber_in_lebensmitteln_und_produkten_des_taeeglichen_bedarfs_ab.pdf (03.02.2014)