

Marktkontrolle Schwermetalle in Elektro- und Elektronikgeräten I "Hair- and Beauty Equipment"

Auftraggeber

Chemsuisse, Kantonale Fachstellen für Chemikalien
www.chemsuisse.ch

Unterstützung

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Abfall, Stoffe, Biotechnologie
3003 Bern

Autoren

Daniel Heid, Kantonales Labor Zürich
Renato Figi, Empa Dübendorf

Projektgruppe

Max Wey, Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Veterinärwesen DILV, Luzern
Daniel Heid, Kantonales Labor Zürich
Eva Bantelmann, Amt für Verbraucherschutz, Unterabteilung Chemiesicherheit, Aarau
François Zosso, Service du pharmaciens cantonal Genève
Peter Krähenbühl, Bundesamt für Gesundheit
Urs von Arx, Bundesamt für Umwelt
Renato Figi, Empa, Dübendorf

Dank

Die Projektgruppe bedankt sich bei den Vertretern der beteiligten Chemikalien Fachstellen für deren Beteiligung und Umsetzung der Marktkontrolle.

Zusammenfassung

Nach Anhang 2.16 Ziffer 6.2 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81) dürfen Elektro- und Elektronikgeräte grundsätzlich nicht in Verkehr gebracht werden, wenn sie mehr als 0.1 % Blei, Quecksilber, sechswertiges Chrom oder mehr als 0.01 % Cadmium je homogenen Werkstoff enthalten. Ebenso betroffen sind gewisse bromierte Flammschutzmittel, wenn damit behandelte Teile mehr als 0.1 % der Stoffe enthalten (Anh. 1.9 ChemRRV).

Diese Beschränkungen sind identisch mit jenen, die in der EU in der Richtlinie 2002/95/EG (RoHS-RL) festgelegt sind. Für Verwendungen, in denen ein Ersatz für die geregelten Stoffe nach dem Stand der Technik noch fehlt, sind Ausnahmen festgelegt. Dabei wird in der ChemRRV auf den Anhang der RoHS-RL verwiesen. Er enthält rund 40 Einträge.

Im Rahmen einer gesamtschweizerisch koordinierten Marktkontrolle wurden 45 Elektro- und Elektronikgeräte im Kantonalen Labor Zürich auf die Einhaltung der Vorschriften überprüft.

Nach der Grobzerlegung der Geräte wurden die Bauteile mittels XRF-Messtechnik (Röntgenfluoreszenz) auf das Vorkommen der Schwermetalle überprüft. Bei positiver XRF-Messung wurde das betreffende Bauteil weiterzerlegt, um die Schwermetalle quantitativ im homogenen Werkstoff zu bestimmen. In einigen Fällen wurden in den Laboratorien der EMPA ergänzend nasschemische Analysen durchgeführt.

Rund ein Viertel der 45 untersuchten Geräte erfüllte die Anforderungen der ChemRRV nicht: In 13 Losen wurde Blei deutlich über dem Grenzwert von 0.1 % und teilweise auch Cadmium knapp über dem Grenzwert von 0.01 % gefunden. In 8 der 13 Lose wurden Blei-Gehalte < 5 % gemessen, was untypisch für bleihaltige Lose ist.

Bei sämtlichen Geräten wurden blei- oder cadmiumhaltige Lose nur an einigen Stellen verwendet. In keinem der Geräte wurden durchgehend solche Lose gefunden. Trotz der hohen Beanstandungsquote darf deshalb gefolgert werden, dass die Hersteller bemüht sind, die Beschränkungen einzuhalten. Die Hersteller der



beanstandeten Geräte verpflichteten sich, die Produktionsabläufe zu überprüfen, sodass ihre Geräte in Zukunft die gesetzlichen Anforderungen erfüllen. Die Marktkontrolle hat zu dem gezeigt, dass die im Anhang der RoHS-RL festgelegten Ausnahmen beansprucht werden. In 29 Geräten (65 %) wurde in 37 Fällen Blei und in einem Fall Cadmium in Bauteilen gefunden, welche die Metalle noch enthalten dürfen.

Résumé :

Selon l'annexe 2.16, chiffre 6.2 de l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim ; RS 814.81), les appareils électriques et électroniques ne peuvent en principe pas être mis sur le marché s'ils contiennent, par matériau homogène, plus de 0,1 % de plomb, de mercure ou de chrome (VI) ou plus de 0,01 % de cadmium. En outre, les objets dont les parties traitées avec des agents ignifuges ont une teneur supérieure à 0,1 % de ces substances ne peuvent pas non plus être mis sur le marché (annexe 1.9 ORRChim).

Ces restrictions correspondent à celles fixées, au sein de l'UE, dans la directive 2002/95/CE (directive RoHS). Des exceptions sont prévues pour certains emplois lorsque, selon l'état de la technique, aucun substitut n'est connu pour les substances réglementées. Dans ces cas, au nombre de 40 environ, l'ORRChim renvoie à l'annexe de la directive RoHS.

Dans le cadre d'un contrôle du commerce coordonné à l'échelle nationale, 45 appareils électriques et électroniques ont été examinés dans le laboratoire cantonal zurichois pour vérifier s'ils respectaient les dispositions en vigueur.

Après un démontage sommaire, les différents éléments des appareils ont été mesurés au moyen d'un spectromètre de fluorescence X (XRF). Quand la mesure XRF était positive, la partie en question a été démontée plus minutieusement afin de quantifier la présence des métaux lourds par matériau homogène. Dans certains cas, des analyses chimiques complémentaires par voie humide ont été effectuées dans les laboratoires de LEMPA / LFEM.

Près d'un quart des 45 appareils examinés ne satisfont pas aux exigences de l'ORR-Chim : dans treize soudures, la limite de 0,1 % est clairement dépassée pour le plomb et, dans certains cas, celle de 0,01 % légèrement dépassée concernant le cadmium. Dans huit des treize soudures, des teneurs en plomb de < 5 % ont été mesurées, situation atypique.



Dans tous les appareils, les soudures contenant du plomb et du cadmium n'ont été employées que dans certaines parties. Leur présence systématique n'a été constatée dans aucun des appareils examinés. Cela permet de déduire, malgré le taux de réclamation élevé, que les fabricants s'emploient à respecter les restrictions légales et s'efforcent, en cas de contestation, à contrôler les processus de production afin que leurs appareils satisfassent aux réglementations en vigueur. Le contrôle du commerce a également montré que les exceptions citées dans l'annexe de la directive RoHS sont requises. En effet, dans 29 appareils (65 %), du plomb a été trouvé à 37 reprises et du cadmium à une reprise dans des éléments où la présence de ces métaux est encore autorisée pour l'instant.

Riassunto

Secondo l'allegato 2.16 numero 6.2 dell'ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici (ORRPChim; RS 814.81), gli apparecchi elettrici ed elettronici e i pezzi di ricambio nuovi per apparecchi elettrici ed elettronici per principio non possono essere immessi sul mercato se hanno un contenuto in massa di piombo, mercurio o cromo superiore allo 0,1 per cento, oppure un contenuto in massa di cadmio superiore allo 0,01 per cento per ogni materiale omogeneo. Il divieto concerne anche determinate sostanze ignifughe bromate, se le parti trattate hanno un contenuto delle sostanze superiore allo 0,1 per cento (allegato 1.9 ORRPChim).

Le suddette restrizioni sono identiche a quelle sancite nella direttiva UE 2002/95/CE (direttiva RoHS). Sono previste eccezioni per utilizzi per i quali, secondo lo stato della tecnica, non esiste una sostanza alternativa a quelle disciplinate. Su questo punto la ORRPChim rinvia all'allegato della direttiva RoHS che prevede circa 40 iscrizioni.

Nel quadro di un controllo del mercato coordinato a livello svizzero, nel laboratorio cantonale di Zurigo sono stati esaminati 45 apparecchi elettrici ed elettronici per verificare la loro conformità alle pertinenti prescrizioni.

Dopo uno smontaggio sommario degli apparecchi, le singole componenti sono state sottoposte a un esame secondo il metodo della fluorescenza a raggi X (XRF) per verificare la presenza di metalli pesanti. In caso di esito positivo, si è proceduto ad affinare lo smontaggio della parte in questione al fine di determinare la quantità di metalli pesanti presenti nel materiale omogeneo. In alcuni casi l'esame è stato completato con analisi eseguite secondo il metodo della digestione chimica nei laboratori dell'Empa.

Circa un quarto dei 45 apparecchi esaminati non era conforme ai requisiti della ORRPChim: in 13 saldature è stato riscontrato piombo in quantità nettamente superiore al valore limite dello 0,1 per cento e, in alcuni casi, anche il cadmio era appena superiore al valore limite dello 0,01 per cento. In 8 delle 13 saldature, è stato misurato un contenuto di piombo inferiore al 5 per cento, il che è atipico per saldature contenenti piombo.



In tutti gli apparecchi le saldature contenenti piombo e cadmio sono state eseguite solo su alcune parti; in nessuno di essi è stata rilevata la presenza generalizzata di questo tipo di saldatura. Nonostante la quota elevata di contestazioni, si può concludere che i fabbricanti si sforzano di attenersi alle restrizioni. Quelli degli apparecchi contestati si sono impegnati a verificare il processo di produzione per garantire il rispetto dei requisiti legali. Il controllo del mercato ha altresì dimostrato che si ricorre alle eccezioni previste nell'allegato della direttiva RoHS. In 29 apparecchi (65 %) sono stati riscontrati 37 casi di piombo e un caso di cadmio in componenti nei quali l'utilizzo di metalli è ancora consentito.

Summary:

Under the terms of Annex 2.16 No. 6.2 of the Ordinance on Chemical Risk Reduction (ChemRRV, SR 814.81), electrical and electronic equipment may only be brought onto the market as a matter of principle if it does not contain more than 0.1% lead, mercury or hexavalent chromium and not more than 0.01% cadmium per homogeneous substance. Certain brominated flame retardants are similarly affected, if parts treated with them contain more than 0.1% of the substances (Annex 1.9 ChemRRV).

These limits are identical with those laid down in EU Directive 2002/95/EC (RoHS Directive). Exceptions are specified for those applications in which there is no substitute for the substances subject to restrictions according to the current state-of-the-art. ChemRRV makes reference to the Annex of the RoHS Directive to this end. This Annex contains around 40 entries.

In the context of a coordinated check on the market throughout Switzerland, 45 items of electrical and electronic equipment were inspected in the Zurich Cantonal Laboratory for compliance with the regulations.

After basic dismantling of the equipment, components were checked for the presence of the heavy metals by means of the XRF measurement technique (X-ray fluorescence). In cases where the XRF measurement proved to be positive, the equipment in question was taken apart still further to allow quantitative determination of the heavy metals in the homogeneous material. In a number of cases, supplementary wet chemical analyses were conducted in the EMPA laboratories.

Approximately a quarter of the 45 items of equipment studied did not fulfil the requirements of ChemRRV: in 13 items of equipment, solder was found that contained a quantity of lead clearly in excess of the limit of 0.1% and, in some of these cases, it also contained a quantity of cadmium that was just above the limit of 0.01%. In 8 of the 13 solders, lead contents of < 5% were measured, which is untypical of lead solders.



On all the items of equipment, solder containing lead or cadmium was only used at a number of points. In none of the items of equipment was sol-

der of this type used throughout. Despite the high level of objections, it would thus seem possible to conclude that the manufacturers are making an effort to comply with the restrictions. The manufacturers of the equipment that was objected to undertook to check their production processes and ensure that their equipment complied with the statutory requirements in future. The market check additionally showed that use was being made of the exceptions specified in the Annex of the RoHS Directive. In 29 items of equipment (65%), lead was found in 37 cases and cadmium in one case in components which are still permitted to contain these metals.

1. Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	2
2. Inhaltsverzeichnis	5
3. Ausgangslage/Problemstellung	5
4. Gesetzliche Regelungen	6
5. Konzept, Zielsetzung und Durchführung der Marktkontrolle	6
6. Analytik	6
Screening/Gewinnung der Proben	6
Nasschemische Verfahren	6
7. Teilnehmende Kantone	7
8. Resultate	7
Überschreitungen	7
Massnahmen	7
Ausnahmen	9
9. Folgerungen und Erkenntnisse	10
10. Literatur	10

2. Ausgangslage/Problemstellung

Elektro- und Elektronikgeräte gelangen in grosser Anzahl auf den Schweizer Markt. Die Geräte müssen nach Ende ihrer Gebrauchsdauer umweltgerecht entsorgt werden. So fielen im Jahre 2009 rund 100'000 Tonnen separat gesammelte Elektro- und Elektronikaltgeräte zur Entsorgung an. Um diesen Abfallstrom mit Schadstoffen zu entlasten, hat der Gesetzgeber im Einklang mit dem EU-Recht in der Chemikalien-Risiko-Reduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81) Massnahmen an der Quelle erlassen. Seit dem Jahr 2006 dürfen Geräte grundsätzlich nicht mehr in Verkehr gebracht werden, wenn sie bestimmte Schwermetalle und bromhaltige Flammschutzmittel enthalten.

Für die Überprüfung der Vorschriften der ChemRRV sind in der Regel die Kantone zuständig. Im Falle der Elektro- und Elektronikgeräte ergeben sich für die Marktüberwachungs-

behörden nun spezielle Anforderungen an das Fachwissen: Einerseits über mögliche Anwendungsgebiete der geregelten Stoffe in den vielen Bauteilen der Geräte, andererseits über die anzuwendenden Untersuchungsmethoden an den komplex zusammengesetzten und oft sehr kleinen Bauteilen. Auf Anfrage des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) hat sich das Kantonale Labor Zürich bereit erklärt, sich dieser Thematik anzunehmen. Die Resultate der Abklärungen wurden in einer Studie zur Durchführung der Marktüberwachung der RoHS-Vorschriften in der Schweiz zusammengefasst. Neben dem Konzept wurde bereits eine Anleitung zur analytischen Überprüfung der Geräte verfasst.

Als geeignete Gerätegruppe für eine erste Marktkontrolle wurde in der Studie unter anderen sogenanntes „Hair- and Beauty-Equipment“ identifiziert.

3. Gesetzliche Regelungen

Geräte, welche die folgenden Konzentrationsgrenzwerte in einem oder mehreren homogenen Werkstoffen überschreiten (z.B. in Lot, Gehäuse oder Drähten), dürfen grundsätzlich nicht in Verkehr gebracht werden:

- 0,1 % Blei (Pb), Quecksilber (Hg), sechswertiges Chrom (Cr(VI))
- 0,01 % Cadmium (Cd)
- 0.1 % polybromierte Biphenyle (PBB), polybromierte Diphenylether (PBDE)

Dies legen die Anhänge 1.9 und 2.16 Ziffer 6 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) fest. Entsprechende Vorschriften in der EU finden sich in der Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

4. Konzept, Zielsetzung und Durchführung der Marktkontrolle

Die beteiligten Chemikalienfachstellen erhoben insgesamt 45 Geräte, welche in der Schweiz vertrieben werden (18 davon aus dem Kanton Zürich). Diese Marktkontrolle umfasste Geräte, welche im weitesten Sinne im Badezimmer gebraucht werden („Hair and Beauty Equipment“). Die Kontrolle wurde im Jahre 2011 durchgeführt und abgeschlossen.

Die Geräte wurden auf den Gehalt der Schwermetalle Blei, Quecksilber und Chrom (VI) in deren homogenen Werkstoffen überprüft.

Bromierte Flammenschutzmittel wurden im Rahmen dieser Marktkontrolle nicht untersucht.

Das Kantonale Labor Zürich stellte die Analysenergebnisse den beteiligten Chemikalienfachstellen – gegebenenfalls auch zur Beantwortung bei den verantwortlichen Herstellern oder Importeuren – zur Verfügung.



Abb.1: Zu den überprüften Elektrogeräten gehören auch Haartrockner (Föhne)

5. Analytik

Screening/Gewinnung der Proben

Nach der Demontage wurden sämtliche Geräte mittels XRF-Messtechnik (Röntgenfluoreszenz) durch das Kantonale Labor Zürich auf den Gehalt der Schwermetalle Blei, Quecksilber und Chrom überprüft.

Bei positiver XRF-Messung konnte in den meisten Fällen der homogene Werkstoff isoliert und die Schwermetalle quantitativ gemessen werden. Schwer zu beurteilende Bauteile wurden der Empa zur weiteren Untersuchung überlassen. Ins-

besondere Chrom (VI) kann mit der XRF-Messtechnik nicht erfasst werden.

Als Messgerät diente ein Nyton XL3t 700 Gerät von Thermo Fisher Scientific. „Plastic“ and „Metal“ Messmodi wurden verwendet. Bei kleinen Bauteilen wurden „Small Spot“ Messungen durchgeführt (Durchmesser Messung 3 mm).

Nasschemische Verfahren

Die Empa führte bei 4 Geräten 9 weiterführende Bestätigungsanalysen von Blei, Cadmium und Chrom(VI) durch.

Die Quantifizierung von Cr(VI) erfolgte nach der Empa V-SOP 4247. Dabei wird das Cr(VI) nach einer alkalischen Heiss-Extraktion bei 90-95 °C selektiv mittels Photometrie bestimmt. Die quantitative Bestimmung von Cadmium und Blei in Lotzinn wurde nach einem offenen Königswasseraufschluss mittels Plasma-spektrometrie (ICP-OES) bestimmt.

6. Teilnehmende Kantone

Die Chemikalienfachstellen der Kantone Aargau, Bern, Basel-Stadt, Genf, Luzern, St. Gallen, Schaffhausen, Thurgau, Tessin und Zürich nahmen an der Marktkontrolle teil. Die Federführung oblag dem Kantonalen Labor Zürich. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) leitete in

Wahrnehmung seiner Koordinations-aufgabe die Treffen der Projektgruppe.

7. Resultate

Überschreitungen

Rund ein Viertel der 45 untersuchten Geräte wiesen Mengen der beschränkten Schwermetalle über den Grenzwerten auf (Tab. 1, Fig. 1, Fig. 2). In 13 Lötmaterialien wurden über 0.1 % Blei gefunden. Davon enthielten 6 auch Cadmium leicht über dem Grenzwert von 0.01 %. In 8 der 13 Lote wurden Pb-Gehalte < 5 % gemessen, was untypisch für bleihaltige Lote ist.

Bei sämtlichen Geräten wurde der blei- oder cadmiumhaltige Lotzinn nur an einigen Stellen verwendet. In keinem der Geräte wurde durchgehend blei- oder cadmiumhaltiges Lot eingesetzt. Die 9 weiterführenden Bestätigungsanalysen von Blei, Cadmium und Chrom(VI) konnten die XRF-Messungen mit schwer interpretierbaren Resultaten nicht bestätigen. Das heisst, die nasschemi-

schen Untersuchungen wiesen keine Resultate über den Grenzwerten auf.

Neben den Loten enthielten keine Bauteile unerlaubterweise die gesuchten Schwermetalle über den Grenzwerten. Keines der Schwermetalle wurde in Kunststoffteilen gemessen. Chrom bzw. Chrom(VI) wurde ebenfalls nicht nachgewiesen.

Massnahmen

Den für das Inverkehrbringen in der Schweiz rechtlich verantwortlichen Firmen (Herstellerinnen im Sinne von Art. 2 Bst. a ChemRRV) wurden die analytischen Befunde mitgeteilt. Die Hersteller der beanstandeten Geräte verpflichteten sich, die Produktionsabläufe zu überprüfen resp. überprüfen zu lassen, sodass ihre Geräte in Zukunft den gesetzlichen Anforderungen genügen.

Tab. 1.: Festgestellte Überschreitungen, Beanstandungsgründe

Gerätetyp	Proben		Blei oder Cadmium in Lot	
	total	beanstandet	als Verunreinigung oder untypisches Bleilot	Als typisches Bleilot
Haartrockner	11	3	1	2
Haarglätter	8	5	3	3
Haarstyler/Wickler	4	1	1	-
Haarschneider	4	1	1	-
Rasierapparate	5	-	-	-
Zahnbürsten	4	-	-	-
Personenwaagen	4	2	2	-
Übrige	5	-	-	-
Total	45	12	8*	5*

* Mehrfache Beanstandungsgründe pro Gerät möglich.

Fig. 1.: Geräte, festgestellte Überschreitungen

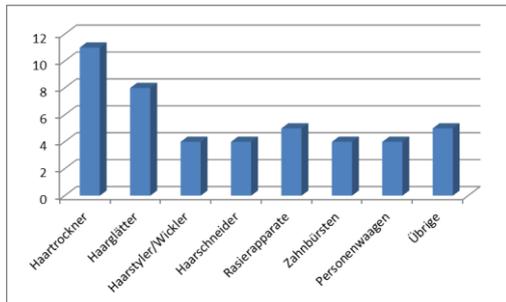
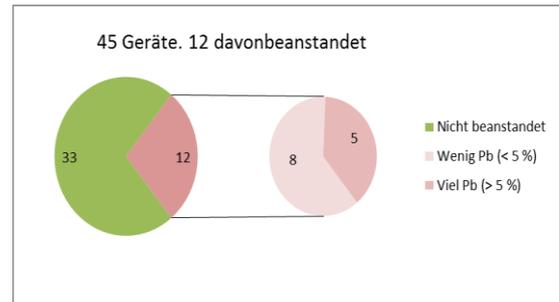


Fig. 2.: Anteil beanstandete Geräte



Ausnahmen

In 29 Geräten wurde in 37 Fällen Blei und in einem Fall Cadmium in Bauteilen gemessen, für welche Ausnahmen geltend gemacht werden können (Tab. 2).

Es handelt sich fast ausnahmslos um passive, kleine elektronische Bauteile. Häufig enthielten aber auch Bauteile aus Kupfer wie z.B. Wellenlager Blei. Zu berücksichtigen ist, dass der Gehalt an Blei und Cadmium im Bauteil relativ tief ist. Auch sind die betroffenen Bauteile sehr klein. Daher dürften auch die absoluten Blei- und Cadmium-Mengen, die mit der untersuchten Gerätegruppe in Verkehr gebracht werden, klein sein.

Trotzdem sind diese Ausnahmen nicht „unbefristet“ gültig. Wenn nämlich im Rahmen des in der RoHS-RL verankerten Review-Prozesses festgestellt wird, dass ein Ersatz ohne Blei und Cadmium

vorhanden ist, wird der Anhang der RoHS-RL entsprechend angepasst.

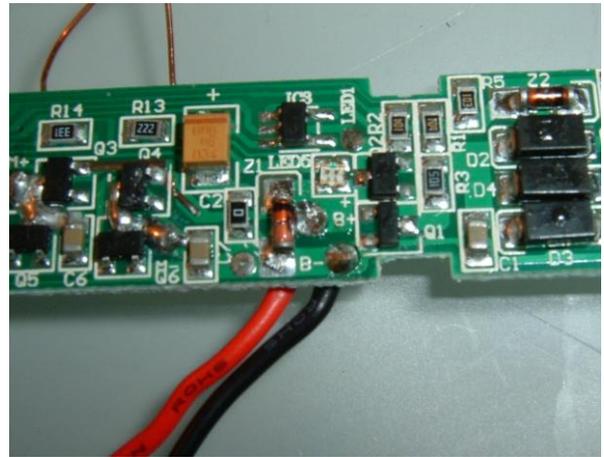


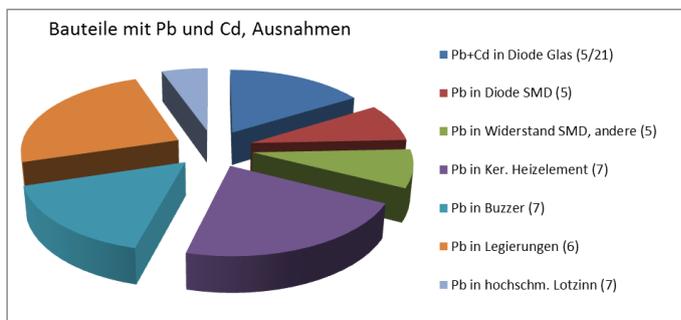
Abb.2: Leiterplatte mit SMD Glasdioden und SMD Widerständen

Tab. 2: Gebrauch der Ausnahmen gemäss Anhang der RoHS-RL

Bauteil	Eintrag- Nummer im Anhang	Anzahl Bauteile nach Typ
Pb+Cd in Diode Glas	5/21	6
Pb in Diode SMD	5	3
Pb in Widerstand SMD, andere	5	3
Pb in keramischen Heizelement	7	8
Pb in Buzzer	7	6
Pb in Legierungen	6	9
Pb in hochschmelzendem Lotzinn	7	2
Total	-	37

Bemerkungen: Mehrfache Ausnahmen pro Gerät möglich. Nur Nennung der Typen, nicht der Anzahl pro Gerät (z.B. kommen SMD-Glasdioden und –Widerstände in Geräten oft mehrfach vor, sind in der Tabelle aber nur einmal aufgeführt).

Fig. 3.: Gebrauch der Ausnahmen



8. Folgerungen und Erkenntnisse

In etwa einem Viertel der Geräte wurden Bauteile gefunden, welche die Schwermetallgrenzwerte überschreiten. Bei den Überschreitungen handelt es sich ausnahmslos um Lotzinn. Die Lote, bei welchen zu hohe Anteile an Blei oder Cadmium festgestellt wurden, wurden nicht durchgehend, sondern nur für einige Lotstellen verwendet. Bei mehr als der Hälfte der Überschreitungen war der Gehalt an Blei für ein Lot untypisch tief oder der Gehalt an Cadmium geringfügig über dem Grenzwert.

Die Ursache der Grenzwertüberschreitungen kann zwei Gründe haben: Entweder wurde bei der Beschaffung der Lote zu wenig auf ihre RoHS-Konformität geachtet oder die Lote wurden von den Lieferanten fälschlicherweise als RoHS konform deklariert.

Von den Ausnahmen wird vor allem bei bleihaltigen Bauteilen Gebrauch gemacht. Offensichtlich ist aus technischen Gründen ein Ersatz ohne Blei zurzeit nicht verfügbar.

Die Importeure/Hersteller erklärten, die Resultate bei der künftigen Beschaffung der Bauteile einfließen zu lassen.

Die gewonnenen Erfahrungen sind nun in eine dauerhafte Umsetzung des Schweizer Vollzugs zu überführen. Dazu dient auch der gemeinsam durchgeführte Ringversuch zwischen den Fachstellen und das Training zum Thema XRF-Messtechnik.

9. Literatur

- Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ABl. L37 vom 13.2.2003, S. 19).
- Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81).
- Website des BAFU: www.bafu.admin.ch.
- Merkblatt D10 'Beschränkung einiger gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten'.
- Weitere Merkblätter zu verschiedenen Themen des Chemikalienrechts unter www.chemsuisse.ch.
- Empa Abteilung analytische Chemie; Verfahrens-Standard Operating Procedure V-4247 „Total-Cr, Cr(VI), Cr(III) in Korrosionsschutzanstrichen“, 5. Ausgabe 2010.