



WWF Deutschland

Tel.: 0 69/7 91 44-0

Direkt: -172

Rebstöcker Straße 55
60326 Frankfurt a. M.

Fax: 0 69/61 72 21

bauske@wwf.de

info@wwf.de

www.wwf.de

Hintergrundinformation

Frankfurt, 23.5.2005

Umweltgifte in Computern

Umweltgifte – Gefahr für Mensch und Natur

Umweltschädliche Chemikalien haben in der Vergangenheit zu vielfältigen Schädigungen bei Mensch und Natur geführt. Bestimmte Industriechemikalien und Pestizide reichern sich in der Nahrungskette an, sind in der Umwelt schwer abbaubar und können in das Hormonsystem von Mensch und Tier eingreifen.

Wir sind diesen Substanzen über die Belastung der Raumluft oder durch Hautkontakt ausgesetzt. Viele Schadstoffe nehmen wir auch über die Nahrung (insbesondere Fisch und Fleisch) zu uns, weil auch Tiere diese Substanzen in ihren Körper aufnehmen. Problematisch wird es, wenn sie sich zu immer höheren Konzentrationen anreichern. Außerdem können sich schädliche Effekte ergeben, wenn mehrere Schadstoffe zusammen wirken. Die Folgen dieses weltweiten Experimentes sind ungewiss, denn die Wirkungen der meisten Industriechemikalien auf die menschliche Gesundheit sind bis heute nur unzureichend erforscht. Auch bei der Herstellung von Computern kommen umweltschädliche Chemikalien zum Einsatz.

Viele Bauteile, viele Materialien

Um einen Computer herzustellen, werden bis zu 4.000 verschiedene Kunststoffe, Metalle und andere Stoffe verwendet. Hauptsächliche Bauteile sind Monitore, Gehäuse, Kabel, Leiterplatten und Mikrochips. Problematisch sind bei diesen Bauteilen folgende Inhaltsstoffe:

- Bei der Herstellung von Röhrenmonitoren wird das verwendete Glas mit Blei behan-

delt. LCD-Flachbildschirme enthalten geringe Mengen Quecksilber.

- Zum Teil werden Kunststoffgehäuse mit bromierten Flammschutzmitteln behandelt.
- Die PVC-Ummantelung von Kabeln enthält Weichmacher.
- Leiterplatten sind oft mit bromierten Flammschutzmitteln behandelt. Zudem wird für das Verlöten der elektronischen Bauteile bleihaltiges Lot verwendet;
- Mikrochips und andere elektronische Bauteile enthalten eine Vielzahl von verschiedenen Stoffen.

Neben den genannten Schadstoffen enthalten Elektro- und Elektronikgeräte die Schadstoffe Cadmium, giftige Chromverbindungen, Arsen oder Polychlorierte Biphenyle (PCB). Elektronikgeräte sind daher eine bedeutende Quelle für die Belastung von kommunalen Abfällen mit Schadstoffen. Abhilfe kann nur die Vermeidung von Schadstoffen bei der Herstellung und ein verbessertes Recycling gebrauchter Elektrogeräte schaffen.

Blei

Bei Blei handelt es sich um ein Schwermetall, das weltweit verbreitet ist. Bei Aufnahme kleiner Mengen über einen längeren Zeitraum kann es aufgrund der Anreicherung im Körper zu chronischen Vergiftungen kommen, so dass Blei und seine Verbindungen zu den starken Umweltgiften zählen. Typische Krankheitsbilder einer Bleivergiftung sind zum Beispiel Nierenschäden und Muskelschwäche. Für Blei existiert derzeit ein



Hintergrundinformation

25.05.05 · Umweltgifte in Computern

Trinkwasser-Grenzwert von 25 Mikrogramm pro Liter.

In der Computerindustrie wird Blei für die Herstellung von Röhrenmonitoren und bei der Bestückung der Leiterplatten im PC eingesetzt. Im Röhrenmonitor wird ein Spezialglas verwendet, das acht bis neun Prozent Blei enthält, um den Bildschirmnutzer von der elektromagnetischen Strahlung der Kathodenstrahlröhre abzuschirmen und die optischen Qualitäten zu verbessern.

Bei der Bestückung von Computer-Leiterplatten wird oft noch bleihaltiges Lötzinn verwendet, so dass die Platinen einen hohen Bleigehalt aufweisen.

Probleme bereiten die bleihaltigen Materialien bei der Abfallbeseitigung von Elektroschrott. Etwa 40 Prozent der Bleibelastung in Deponien stammt aus Elektro- und Elektronikgeräten. Experimentelle Auslaugversuche mit bleihaltigen Leiterplatten zeigten, dass zulässige Sickerwassergehalte weit überschritten wurden.

Ein weiteres Problem sind bleihaltige Computerteile beim unregelmäßigen „Recycling“ von Elektroschrott in ärmeren Ländern. Bei der Bearbeitung von Leiterplatten wird bleihaltiges Lötzinn aufgeschmolzen, Arbeiter und Umwelt sind gesundheitsschädlichen Bleiemissionen ausgesetzt. Eine Lösung ist der Einsatz von bleifreien Lötverfahren, wie es bereits heute im großindustriellen Maßstab möglich ist. Dadurch kann beispielsweise der Bleianteil in der Hauptplatine des Computers von 12 auf weniger als drei Gramm pro Stück reduziert werden.

Bildröhren von Computermonitoren und Fernsehgeräte können neuerdings mittels eines Laserverfahrens in bleihaltige und bleifreie Fraktionen zerlegt werden, so dass die Menge des zu deponierenden Sondermülls deutlich reduziert werden kann.

Flammschutzmittel

Mit den Flammschutzmitteln wird eine Gruppe verschiedener organischer Chemikalien umschrieben, die eine flammhemmende Eigenschaft besitzen und in Geräteteilen wie Leiterplatten oder Computergehäuse eingesetzt werden, wo eine flammhemmende Eigenschaft der Materialien erwünscht ist. Vielfach werden chlor- oder bromhaltige Substanzen eingesetzt. In Deutschland werden etwa 14.500 bis 18.500 Tonnen Flammschutzmittel verwendet, die Chlor oder Brom enthalten. In der Computerindustrie kommen häufig polybromierte Diphenylether (PBDE) und Tetrabrombisphenol A (TBBP-A) als Flammschutzmittel zum Einsatz.

PBDE sind langlebig und reichern sich in Geweben lebender Organismen an. Einige dieser Verbindungen weisen auch eine hormonelle Wirksamkeit auf. PBDE wurden vermehrt in der Muttermilch nachgewiesen. TBBP-A wird weltweit am meisten produziert und ist in der Lage, sich aufgrund seiner Langlebigkeit und Anreicherung in der Nahrungskette über große Entfernungen zu verbreiten und damit zu einer weltweiten Belastung zu führen. Es gibt bisher kaum Daten über die Giftigkeit dieser Substanz beim Menschen. In Versuchen mit Mäusen zeigte TBBP-A immun- und nervenschädigende Auswirkungen. Laborstudien zeigten zudem, dass TBBP-A in der Lage ist, Schilddrüsenhormone auf ähnliche Art zu beeinflussen wie die Polychlorierten Biphenyle (PCB) und andere bromierte Flammschutzmittel. Das Einatmen von TBBP-A-haltigem Staub ist ein möglicher Aufnahmepfad für den Menschen, da nachgewiesen wurde, dass TBBP-A aus Produkten mit Leiterplatten entweichen kann und bei einer Studie TBBP-A im Hausstaub gefunden wurde.

Durch Emissionen von bromierten Flammschutzmitteln und Weichmachern sind auch in der Natur Folgen sichtbar geworden. Bromierte Flammschutzmittel konnten in Pottwalen (*Physe-*



Hintergrundinformation

25.05.05 · Umweltgifte in Computern

ter *macrocephalus*) und Ringelrobben (*Phoca hispida*) in der Arktis sowie in Muscheln und verschiedenen Fischarten in norwegischen Gewässern gefunden werden. Laborstudien zeigten, dass einige bromierte Flammschutzmittel stark giftig auf Wasserorganismen wie Krebse wirken.

Die umweltverträgliche Alternative ist der Verzicht auf den Einsatz von bromierten Flammschutzmitteln in der Computerindustrie. Es gibt organische und anorganische alternative chemische Verbindungen wie halogenfreie Systeme auf phosphororganischer Basis oder Ammoniumpolyphosphat, die als Flammschutzmittel eingesetzt werden können.

Mainboards und Leiterplatten, die ohne bromierte Flammschutzmittel hergestellt sind, lassen sich leicht erkennen: Sie haben keine grüne Farbe wie herkömmliche Teile, sondern sind blau gefärbt. Mittlerweile können halogenfreie Hauptplatinen für Computer schon in Serie hergestellt werden.

PVC

PVC (Polyvinylchlorid) ist ein Massenkunststoff, der auch für die Ummantelung von Kabeln verwendet wird. PVC-Kabeln enthalten etwa 20 bis 25 Prozent Weichmacher wie Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP). DEHP ist das am häufigsten verwendete Phthalat und ein Umweltschadstoff, der mittlerweile überall zu finden ist. Bei Phthalaten handelt es sich um Stoffe, die das Hormonsystem stören und die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen können. In der EU werden vom jährlichen DEHP-Marktvolumen (480.000 Tonnen) maximal 6 Prozent in die Umwelt freigesetzt. Es kommen zunehmend alternative Weichmachersubstanzen, mit zum Teil günstigeren Umwelteigenschaften, zum Einsatz.

Beim Verzicht auf PVC entfällt die notwendige Bewältigung der Chlorfracht in der Abfallverbrennung (zum Beispiel die Neutralisierung der entste-

henden Salzsäure bei der Müllverbrennung) und bei Recyclingprozessen.

Für Kabel gibt es Alternativen zum PVC, die Ummantelungen können auch aus Polyethylen (PE) hergestellt werden. Im Vergleich zu PVC sind diese Ersatzmaterialien allerdings brennbarer, so dass gegebenenfalls ein zusätzlicher Flammschutz notwendig ist.

Umweltzeichen und Schadstoffe

Für Computer wird auch das bekannte Umweltzeichen „Blauer Engel“ des Umweltbundesamtes vergeben. Die Vergabekriterien bestimmen auch die Reduzierung und den Verzicht auf bestimmte Schadstoffe. Unter anderem sind folgende Bedingungen in den Richtlinien definiert:

- Für Kunststoffteile von Gehäusen sind Kunststoffe oder Zusätze, die Halogene wie Chlor oder Brom enthalten, nicht zulässig.
- Dem Trägermaterial der Leiterplatten dürfen polybromierte Biphenyle, polybromierter Diphenylether (PBDE) oder Chlorparaffine nicht zugesetzt sein.
- Batterien und Akkus dürfen die Schwermetalle Blei, Cadmium oder Quecksilber nicht enthalten.
- Die Verpackung der Geräte darf nicht aus halogenhaltigen Kunststoffen (wie z.B. PVC) bestehen.

Bisher werden in den Kriterien des Blauen Engel für Leiterplatinen noch nicht Tetrabrombisphenol A (TBBP-A) ausgeschlossen. Ebenfalls ist die Verwendung von PVC-Kabeln weiterhin möglich.

Die Richtlinien RoHS und WEEE

Ab dem 13. August 2005 wird in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union ein einheitlicher Rahmen für die Schadstoffminimierung wirksam werden. Die Richtlinien RoHS (Restrictions of the use of certain Hazardous Substances) und WEEE



Hintergrundinformation

25.05.05 · Umweltgifte in Computern

(Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment) betreffen das Verbot der Verwendung bestimmter Schadstoffe bzw. die umweltgerechte Entsorgung von Elektronikgeräten.

In Deutschland werden diese Richtlinien durch das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektrogeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz – ElektroG) umgesetzt, das seit März 2005 in Kraft ist.

Die Richtlinie RoHS besagt unter anderem, dass ab dem 1. Juli 2006 kein Hersteller Elektro- und Elektronikgeräte auf den Markt bringen darf, die mehr als 0,1 Gewichtsprozent der Schwermetalle Quecksilber, Blei, sechswertiges Chrom (Chrom VI) oder als bromierte Flammschutzmittel polybromierte Biphenyle (PBB) oder polybromierte Diphenylether (PBDE) enthalten. Das Schwermetall Cadmium darf nur bis zu einem Höchstwert von 0,01 Gewichtsprozent enthalten sein. Das bromierte Flammschutzmittel TBBP-A kann dieser Richtlinie zufolge aber weiter eingesetzt werden.

Empfehlungen

Herstellung, und Entsorgung von Elektronikgeräten sind eine bedeutende Quelle von verschiedenen Schadstoffen, die Mensch und Natur gefährden können. Für den Einsatz von bromierten Flammschutzmitteln und PVC gibt es Alternativen, die Verwendung von Blei kann durch bleifreie Lötverfahren drastisch gesenkt werden.

Unternehmen, Behörden und Privatverbraucher können Verantwortung für Natur und Umwelt übernehmen, indem sie bei der Beschaffung von PCs auf folgende Punkte achten:

- Computer, die das Siegel des blauen Engel tragen, erfüllen eine Vielzahl von Umweltkriterien. Kriterien und Anbieter sind unter www.blauer-engel.de aufgelistet.

- Mainboards und Leiterplatten können schon jetzt komplett halogenfrei, also auch ohne Tetrabrombiphenol A (TBBP-A), hergestellt werden. Dies kann ein weiteres zusätzliches Kriterium für eine Ausschreibung sein.
- Bleifreie Lötverfahren sind heute bereits im großtechnischen Maßstab möglich. Auch dieses Kriterium könnte bei der Beschaffung von Computern angewendet werden.
- Die Ausstattung mit PVC-freien Verbindungskabeln ist möglich.

Literatur zum Thema Computer:

- Kuehr, R., Williams, E. (2003): Computers and the Environment. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Umweltbundesamt (2003): Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe. Teil 5: Hinweise zur Substitution gefährlicher Stoffe.

Internet:

- Blauer Engel: www.blauer-engel.de
- <http://www.wwf.de/naturschutz/umweltgifte/>

Weitere Informationen:

Dr. Bernhard Bauske, Strategische Kooperationen, WWF Deutschland, Tel.: 0 69/7 91 44-1 72, bauske@wwf.de

Diese und weitere Hintergrundinformationen finden Sie im Internet unter: www.wwf.de. Hier können Sie sich auch in unseren kostenlosen WWF-News-Verteiler eintragen.