

Tonerstäube aus Druckern und Kopiergeräten: Gesundheitsgefahren bisher nicht bewiesen

Mehrere Zeitungsberichte haben in den vergangenen Wochen die Diskussion über Emissionen aus Laserdruckern und Kopiergeräten neu belebt. Danach lassen eine kürzlich durchgeführte Obduktion und Zellversuche vermuten, dass Tonerstäube Krebs auslösen könnten. Allerdings konnte der direkte Zusammenhang zwischen Tonerstäuben und Gesundheitsgefahren bisher nicht wissenschaftlich bestätigt werden. Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin weist in einer aktuellen Stellungnahme darauf hin, dass das mögliche Krebsrisiko für Büroangestellte im derzeit akzeptablen Bereich liegt.

Was sind Toner?

Hauptbestandteile von Tonern, zirka 90 Prozent, sind Harze, v. a. Styrol-acrylatpolymere. Je nachdem, ob Farb- oder Schwarzweiß-Drucker, kommen noch fünf Prozent farbgebende Pigmente bzw. gereinigte Ruße dazu. Der verbleibende Anteil setzt sich größtenteils zusammen aus Wachsen und Eisenoxid. Zur Steuerung der elektromagnetischen Eigenschaften beim Druckvorgang werden spezielle Metallsalze zugesetzt. Nachweisbar sind auch Spuren von Titan, Cobalt, Nickel, Zink, Strontium, Zirkonium, Cadmium, Zinn, Tellur, Wolfram, Tantal und Blei. Tonerpartikel werden durch ein Schmelzverfahren hergestellt, bei dem die Inhaltsstoffe erst gemischt, dann miteinander verschmolzen und anschließend mechanisch zerkleinert und gesiebt werden. Alternativ werden Toner auch mit chemischen Verfahren hergestellt. Man erhält die sehr runden Tonerpartikel durch schichtweise Anlagerung von monomeren Molekülschichten in einer Emulsion. In Abhängigkeit vom Herstellungsprozess beträgt der Durchmesser der Endprodukte zwischen zwei und sieben Mikrometern. Tonerstäube können potentiell toxische flüchtige Verbindungen wie z. B. organische Kohlenwasserstoffe (VOC = „volatile organic compounds“), Styrol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol, Phenole, Aldehyde und Ketone enthalten oder während des Kopiervorgangs freisetzen. Auch Benzol wurde nachgewiesen. Durch Aufschmelzen der Harze werden Toner auf dem Papier verankert. Dabei entstehen Temperaturen bis bis zu 180 °C und es kann zu einer Freisetzung der in Tonern enthaltenen Stoffe und zur Entstehung von Ozon kommen.

Sonderfall Tintenstrahldrucker

Bei den hier verwendeten Tintenflüssigkeiten ist der überwiegende Anteil Wasser (60-80 Prozent). Darüber hinaus sind zu zehn bis 30 Prozent organische Lösungsmittel wie Ethanol, Methylethylketon, 2-Pyrrolidon, Isopropanol oder Ethylenglycol enthalten. Eine vom Umweltbundesamt (UBA) durchgeführte Studie zeigte geringere Staub- aber größere VOC-Emissionen bei Tintenstrahldruckern im Vergleich zu Laserdruckern.



Foto: Pixelquelle



Foto: Pixelquelle

Wie entstehen Tonerstäube?

Der eigentliche Tonerstaub entsteht beim Druck- bzw. Kopiervorgang durch Auftragen und Entfernen des Toners sowie bei der Fixierung. Im Vordergrund steht jedoch Papierstaub, der durch Abrieb beim Transport des Papiers im Gerät während des Druckvorganges und bei dessen Erwärmung entsteht. Ein im Gerät zu Kühlzwecken installierter Ventilator kann dann dafür sorgen, dass der Staub in die umgebende Raumluft abgegeben wird. Auch bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten gelangen im Gerät vorhandene Stäube nach außen in die Umgebungsluft.



Foto: SXC

Welche Gesundheitsrisiken bestehen?

Laut Aussagen der „Interessengemeinschaft Tonergeschädigter“ (ITG) klagen Tonerstaubexponierte häufig über eine Reihe unspezifischer Symptome wie Bindehaut- und Rachenschleimhautentzündung, Hautreizung, Husten, Atemnot, laufende Nase, Kopfschmerzen und allergische Reaktionen.

Eine Studie der Universität Gießen im Auftrag des Bundesinstituts für

Risikobewertung (BfR) bewertete zusammenfassend Untersuchungen zur gesundheitlichen Bedeutung der Exposition gegenüber Tonerstäuben und anderer Emissionen, wie VOC und Ozon, während des Druck- bzw. Kopierbetriebes. Dazu wurden Daten zur Höhe der Exposition, In-vitro-Studien (an Bakterien und Zellkulturen), In-vivo-Studien (mittels Tierversuchen), humane Expositionsstudien, Studien zum Bioeffektmonitoring, populationsbezogene und arbeitsmedizinische Studien ausgewertet. Die jeweiligen Emissionswerte wurden in Beziehung zu ihren toxikologischen Wirkschwellen gesetzt.

Zusammenfassend lässt sich die Frage nach einem Zusammenhang zwischen Expositionen gegenüber Drucker spezifischen Emissionen und Gesundheitsgefahren derzeit aus wissenschaftlicher Sicht nicht befriedigend beantworten. Zwar liegen zur Frage direkter tonerstaubinduzierter Wirkungen bereits zahlreiche Studien vor, aber bzgl. der Bewertung von Expositionen gegenüber Emissionen während des Druckerbetriebes ist die Datenlage sehr lückenhaft.

Nach der Gießener Untersuchung haben Tierversuchs- und Zellkulturstudien bei direkter Tonerstaubexposition in realitätsnahen Konzentrationen weder eine akute noch eine chronische Toxizität ergeben. Dies gilt sowohl bei oraler, wie auch dermalen und inhalativer Aufnahme der Tonerstäube. Humanstudien hingegen zeigten signifikante Effekte irritativer und gentoxischer Natur bei Exposition gegenüber den beim eigentlichen Betrieb der Geräte entstehenden Emissionen. Die Studie der Universität Gießen kommt zu dem Schluss, dass für eine belastbare Risikobewertung ein erheblicher Bedarf nach weiteren Studien besteht. Dieser Bedarf wird vor dem Hintergrund einer zunehmenden Verwendung der in Rede stehenden Geräte auch im privaten Bereich umso dringender.

Zwischen 2004 und 2006 hat das BfR insgesamt 98 gemeldete Verdachtsfälle auf Schädigung durch Toner untersucht. Dabei konnte in keinem der untersuchten Fälle eine schwere gesundheitliche Schädigung festgestellt werden. Mehr als die Hälfte der Fälle (48) ließ die Beurteilung eines Zusammenhangs mit der Tonerstaubexposition nicht zu. Ein wahrscheinlicher bzw. möglicher Zusammenhang wur-



Foto: SXC

de bei 40 Fällen gefunden. Aber auch hier war eine abschließende Risikobewertung aufgrund der Komplexität der Symptome und der möglichen Auslöser nicht möglich.

Aktuelle Zellversuche, die kürzlich unter anderem in der Süddeutschen Zeitung und in der Ärztlichen Praxis beschrieben wurden, zeigen, dass Tonerstäube zellschädigend wirken. Nach einer Teilstudie aus einer bisher nicht veröffentlichten Promotionsarbeit ruft Tonerstaub an isolierten Zellen Schäden hervor und führt zur Bildung freier Sauerstoffradikale. Für die Studie wurden Mäusezellen mit Tonerstaub und verschiedenen anderen Stäuben wie Asbest und Titandioxid behandelt. Eine weitere Studie, durchgeführt von einem Forscherteam um den Freiburger Umweltmediziner Prof. Volker Mersch-Sundermann, belegt, dass Tonerstäube Zellschädigungen und DNA-Schäden in menschlichen Lungenepithelzellen, die in einer Petrischale gezüchtet wurden, verursachen können. An die Öffentlichkeit gelangte kürzlich außerdem ein Fall von Lungenkrebs, der mit einer erhöhten Tonerstaubexposition in Zusammenhang stehen könnte. Mediziner vom Institut für Pathologie der Universität Rostock hatten die Lunge eines an Lungenkrebs gestorbenen Servicetechnikers von Drucker- und Kopierherstellern mikroskopisch untersucht. In der Lunge befand sich eine hohe Anzahl an potenziell toxischen Kohlenstoffpartikeln.

Jedoch können nach Aussage der Umweltmedizinerin Dr. Elke Dopp vom Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin der Universität Duisburg-Essen weder die bisher durchgeführten Zellstudien noch einzelne Obduktionen belegen, dass Tonerstäube tatsächlich Krebs erregend sind. Wie das BfR hält auch Dopp weitere Studien für notwendig, um die mögliche Gesundheitsgefährdung von Tonern zu belegen.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) hat kürzlich eine Riskobewertung von Tonerstäuben am Arbeitsplatz vorgenommen. Demnach reichen die Daten aus epidemiologischen Studien und Fallberichten nicht aus, um die Wirkung von Tonerstäuben auf den Menschen am Arbeitsplatz abschließend zu bewerten. Belastungsdaten an Büroarbeitsplätzen weisen darauf hin, dass das mögliche Krebsrisiko im derzeit akzeptablen Bereich liegt und keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen ergriffen werden müssen. Aus Vorsorgegründen sollten jedoch die von der BAuA empfohlenen Maßnahmen ergriffen werden. So sollten etwa Gruppendrucker in einem getrennten Raum stehen. Erst bei einer Belastung von 60 Mikrogramm lungenlängiger Tonerstaub pro Kubikmeter Raumluft wird das kürzlich vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales beschlossene Akzeptanzrisiko für krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz überschritten.

Wie werden Toner und Geräte geprüft?

Zum einen wird das Tonerpulver selbst geprüft. Der Fachausschuss „Verwaltung“ der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft hat dafür 2006 „Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Tonerpulver schwarz und farbig für Laserdrucker und Kopiergeräte“ herausgegeben. Geprüft werden die Toner auf ihren Gehalt an Schwermetallen und flüchtigen organischen Verbindungen. Die Messwerte müssen unterhalb der für die einzelnen Substanzen aufgeführten Grenzwerte liegen. Die Hersteller und Lieferanten von Tonern oder die



Foto: Pixelquelle

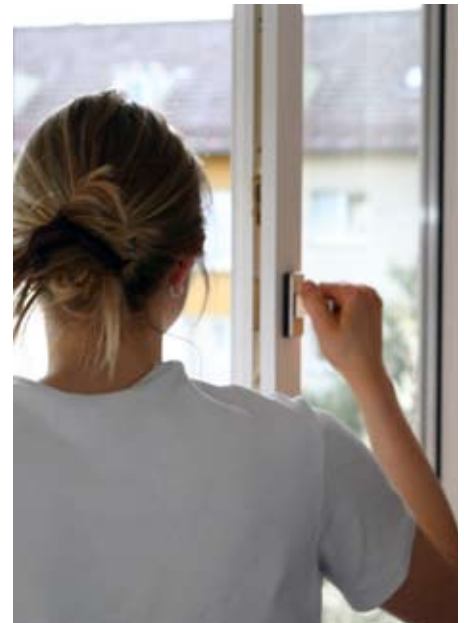


Foto: mvdh

Recycler von Tonermodulen müssen erklären, dass die verwendeten Toner keine Azofarbstoffe oder Pigmente enthalten, die krebserzeugende Amine freisetzen können. Außerdem müssen die Hersteller erklären, dass die Toner keine anderen krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Stoffe nach TRGS 905 (Technische Regel für Gefahrstoffe) enthalten. Geprüfte Toner erhalten z.B. das BG-Prüfzeichen oder ein entsprechendes Prüfzeichen der Landesgewerbeanstalt Bayern.

Zum anderen werden die Emissionen der Geräte beim Betrieb untersucht und geprüft. Eine auf Veranlassung der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft 2003 vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz (BGIA) durchgeführte Untersuchung von drei Farbkopierern und drei Farbdruckern ergab, dass bei vorschriftsmäßiger Behandlung und Wartung der Geräte während des Betriebs freigesetzte Tonerstäube und damit verbundene Emissionen im Bereich der Nachweisgrenze und unterhalb der zulässigen Grenzwerte lagen. In dieser Studie wurden neben den bekannten klassischen Analyseverfahren auch erstmals biologische Testverfahren angewandt. So wurden zum Beispiel Makrophagen, die eingeatmete Partikel aus der Lunge heraustransportieren, mit Tonerstäuben konfrontiert. Die Zellreaktionen, darunter die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies, dienten als Maß für eine potentielle Gesundheitsrelevanz der Tonerstäube. Auch diese Untersuchungen gaben keinen Hinweis auf zu erwartende Gesundheitsschäden bei arbeitsplatzüblichen Tonerkonzentrationen. Vom BGIA oder anderen akkreditierten Prüfstellen geprüfte besonders emissionsarme Geräte, die auch strengeren Umweltkriterien genügen, erhalten das Umweltzeichen „Blauer Engel“ des Umweltbundesamtes.

Vorbeugende Maßnahmen

Da die Frage einer möglichen Gesundheitsgefährdung durch die Exposition gegenüber Tonerstäuben nach wie vor nicht abschließend geklärt ist, kann durch Einhaltung gewisser Verhaltensregeln im Umgang mit den Geräten ein mögliches Risiko vorbeugend minimiert werden. Die Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung empfiehlt insbesondere

- > die Nutzungs- und Wartungsvorschriften der Hersteller einzuhalten
- > eine sachgerechte Aufstellung der Geräte, das heißt vor allem auf eine ausreichende Belüftung zu achten. Die Gebläseöffnung sollte vom Nutzer abgewandt sein, und besonders intensiv genutzte Geräte sollten in gut durchlüfteten Räumen, möglichst ohne direkte Nähe zu Büroarbeitsplätzen, aufgestellt werden.
- > Die Berufsgenossenschaftliche Information „Laserdrucker sicher betreiben“ (BGI 820) gibt zahlreiche praktische Hinweise zum Umgang mit Laserdruckern.
- > Merblätter zum sicheren Umgang mit Tonerstäuben gibt es von der BAuA (www.baua.de).
- > Das Bundesinstitut für Risikobewertung empfiehlt darüber hinaus, Geräte zu verwenden, die mit dem „Blauen Engel“ gekennzeichnet sind.

Weiterführende Informationen

Bake D. und Moriske H.-J.: „Untersuchungen zur Freisetzung feiner und ultrafeiner Partikel beim Betrieb von Laserdruck-Geräten“, UBA, Februar 2006

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3016.pdf>

BGIA - Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung: Laserdrucker und Kopierer

<http://www.dguv.de/bgia/de/pra/laserdrucker/index.jsp>

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA):

Sicherer Umgang mit Tonerstäuben

http://www.baua.de/nn_5858/de/Publikationen/Faltblaetter/F43.html?__nnn=true

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA):

Tonerstäube am Arbeitsplatz

http://www.baua.de/nn_5858/de/Publikationen/Fachbeitraege/artikel17.html?__nnn=true

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA):

Kopiergeräte und Drucker im Büro

http://www.baua.de/nn_5858/de/Publikationen/Faltblaetter/F44.html?__nnn=true

Bundesinstitut für Risikobewertung: „BfR schließt gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Emissionen aus Büromaschinen nicht aus“, Pressemeldung vom 18.04.2008

<http://www.bfr.bund.de/cd/11029>

Bundesinstitut für Risikobewertung: „BfR schließt Arbeiten zur „Toner“-Problematik mit einer gesundheitlichen Bewertung möglicher Risiken durch Druckeremissionen ab“, Stellungnahme vom 31.03.2008

http://www.bfr.bund.de/cm/252/bfr_schliesst_arbeiten_zur_toner_problematik_ab.pdf

Ewers U und Nowak M: „Gesundheitsgefährdungen durch Emissionen aus Laserdruckern und Kopiergeräten“ in: Konietzko et al. „Handbuch der Arbeitsmedizin“ – 43. Erg. Lfg. 9/06, 1-9.

„Gesundheitsgefahren durch Tonerstäube“, BGFA (Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin an der Ruhr-Universität Bochum), Sept. 2006

<http://www.bgfa.ruhr-uni-bochum.de/pdf/Stellungnahmetoner.pdf>

„Gesundheitsgefährdung durch Toner“, Ergänzte Stellungnahme des BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), März 2005

http://www.bfr.bund.de/cm/252/gesundheitsgefaehrdung_durch_toner.pdf

Gminski R, Decker K, Heinz C, Mersch-Sundermann V.: Toner particles and their DMSO extracts caused mutagenicity and genotoxicity in human alveolar epithelial cells“. In: Toxicology Letters, Band 180, Supplement 1, 2008. S. S224

Handlungsanweisung der Universität Tübingen: „Laserdrucker sicher betreiben“, Schriftenreihe Prävention SP 2.3 (Berufsgenossenschaftliche Information 820), Oktober 2001
<http://www.uni-tuebingen.de/asi/download/laserdrucker.pdf>

Interessengemeinschaft Tonergeschädigter (ITG) im Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V.
<http://www.krank-durch-toner.de>

Landesgewerbeanstalt Bayern, Prüfzeichen „LGA-schadstoffgeprüft“
http://www.lga.de/tuv/de/pdb/index_pdb.shtml

Laserdrucker sicher betreiben, BGI 820, Verwaltungsberufsgenossenschaft,
<http://www.vbg.de/imperia/md/content/produkte/downloads/laserdrucker.pdf>

Mersch-Sundermann, Volker: „Evaluierung möglicher Beziehungen zwischen Emissionen aus Büromaschinen, insbesondere aus Fotokopierern und Laserdruckern, und Gesundheitsbeeinträchtigungen bzw. Gesundheitsschäden bei exponierten Büroangestellten“, Abschlussbericht zur Pilotstudie der Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Innenraum- und Umwelttoxikologie im Auftrag des Bundesinstitutes für Risikobewertung
http://www.bfr.bund.de/cm/252/pilotstudie_evaluierung_moeglicher_beziehungen_zwischen_emissionen_aus_bueromaschinen_abschlussbericht.pdf

Möller, A.; et al.: „Untersuchung von Emissionen aus Bürogeräten“, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63, März 2003, Nr. 3, S. 71-77
http://www.hvbg.de/d/bia/pub/grl/006_2003.pdf

Siegmann, S.; Jansing, P.-J.: „Innenraumbelastung durch Laserdrucker und Fotokopiergeräte“, Bundesverband selbstständiger Arbeitsmediziner und freiberuflicher Betriebsärzte e.V., Praktische Arbeitsmedizin, Nr. 2, 2005, S. 6-11
http://www.bsafb.de/fileadmin/downloads/pa_2_12_2005/pa_2_12_2005_innenraumbelastung_durch_laserdrucker.pdf

„Schwerpunktthema Toneremissionen“ in „Umweltmedizin in Forschung und Praxis“, Band 11 Nr. 5, 2006, Organ der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin GHUP, ISSN1430-8681

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 905: „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“,
<http://www.baua.de/prax/ags/trgs905.htm>

Umweltbundesamt, Umweltzeichen „Blauer Engel“, Liste „Produkte und Zeichenanwender, Grundlage für Umweltzeichenvergabe Bürogeräte mit Druckfunktion (Drucker, Kopierer, Multifunktionsgeräte) RAL-UZ 122
<http://www.blauer-engel.de>

Universität Rostock: „Rostocker Promotion belegt: Tonerstaub kann Krebs verursachen“, Pressemeldung vom 22.10.2008
<http://www.uni-rostock.de/presse/31/Tonerstaub.html>

Autoren:

Claudia Bär, Oliver Fraaß,
Helmholtz Zentrum München

Wissenschaftliche Beratung:

Prof. Dr. Helmut Blome, Direktor
des Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz - BGIA
der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung
PD Dr. Elke Dopp, Institut für
Hygiene und Arbeitsmedizin der
Universität Duisburg-Essen

Stand:

Dezember 2008