

Tonerstäube am Arbeitsplatz

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Fachbereich 4 – Sicherheit und Gesundheit bei chemischen und biologischen Arbeitsstoffen

In Untersuchungen an der Ratte hat Tonerstaub eine krebserzeugende Wirkung gezeigt. Ob die Atemwege des Menschen geschädigt werden, kann noch nicht abschließend bewertet werden.

Die Belastungsdaten an Büroarbeitsplätzen weisen darauf hin, dass das mögliche Krebsrisiko im derzeit akzeptablen Bereich liegt und zusätzliche Schutzmaßnahmen in der Regel nicht ergriffen werden müssen. Durch Maßnahmen lässt sich auch für Servicetechniker und Recyclingbetriebe die Belastung auf das derzeit akzeptable Niveau reduzieren.

1. Wirkpotenzial

Wie andere granuläre biobeständige Stäube (z.B. Industrieruß) hat auch ein Tonerstaub in tierexperimentellen Untersuchungen an der Ratte nach intratrachealer Instillation dosisabhängig Lungentumoren verursacht (1; 2).

In chronischen Inhalationsstudien mit Ratten haben Tonerstäube zu Lungenfibrosen, aber nur zu einer geringfügigen Erhöhung der Lungentumorhäufigkeit geführt oder keine Lungentumore induziert (3; 4). Dies steht nicht im Widerspruch zu den Tumorbefunden in Experimenten mit intratrachealer Verabreichung, da in den Inhalationsstudien niedrige Expositionskonzentrationen vorlagen, die Inzidenzen an Lungentumoren teilweise grenzwertig statistisch signifikant waren, die Versuchsgruppen zu kleine Tierzahlen hatten oder eine zu kurze Beobachtungszeit gewählt wurde. Insgesamt ist alveolengängigem Tonerstaub somit ein krebserzeugendes Potenzial zuzuordnen, auch wenn Tonerstäube heute formal noch nicht als krebserzeugend eingestuft sind.

Tierversuche zeigen, dass Tonerstäube ein krebserzeugendes Potenzial aufweisen. Sie sind aber formal noch nicht eingestuft.

Zur Wirkung von Tonerstäuben auf den Menschen liegen nur wenige Untersuchungen vor. In Einzelfällen wurde von Überempfindlichkeitsreaktionen auf Tonerstaub in Provokationstests berichtet (16, 17). In zwei Fällen von granulomatösen Erkrankungen nach Tonerstaubexpositionen (18, 19) wurde röntgenspektrometrisch Eisen oder Kupfer in Granulomen nachgewiesen, was aber für den Verdacht eines Kausalzusammenhangs nicht als ausreichend

angesehen werden kann. In einer Fall-Kontroll-Studie (20) konnte die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen langzeitiger Tonerexposition und Sarkoidose gestützt werden. Die Lebenszeitexposition konnte bei dieser retrospektiven Studie allerdings nur auf der Basis eines Fragebogens abgeschätzt werden. Eine Querschnittsstudie mit tonerexponierten Industriearbeitern und Servicetechnikern ergab keine Zusammenhänge zwischen Tonerexposition und Lungenveränderungen (11).

Erfahrungen am Menschen erlauben noch keine eindeutige Aussage.

In einer Pilotstudie wurde eine nicht repräsentative Gruppe von Büroangestellten, die über Beschwerden in Zusammenhang mit Tonerstaubexposition klagten, im Vergleich zu beschwerdefreien Büroangestellten untersucht. Für den Lungenfunktionsparameter FEV₁ ergab sich kein Unterschied zwischen den Gruppen. In einer Untergruppe von 11 Beschwerdeträgern wurden weitere Lungenfunktionstests durchgeführt. Der bronchiale Reaktivitätstest zeigte positive Ergebnisse bei sieben der elf Personen. Die Frage des Zusammenhangs mit der Exposition gegen Tonerstäube konnte aber im Rahmen dieser orientierenden Studie nicht beantwortet werden (8).

Insgesamt gesehen reichen die Daten aus den epidemiologischen Studien und Fallberichten für eine abschließende Bewertung der Wirkung von Tonerstäuben auf den Menschen am Arbeitsplatz nicht aus.

2. Expositions-Risiko-Beziehung

Es wird davon ausgegangen, dass es derzeit nicht möglich ist, mit ausreichender Sicherheit einen Schwellenwert für die kanzerogene Wirkung von Tonerstäuben abzuleiten. Der Verlauf der Expositions-Risiko-Beziehung unterhalb des experimentell beobachtbaren Bereichs ist letztlich unbekannt.

Für Tonerstäube ist eine Risikoabschätzung auch für niedrige Expositionen publiziert worden (6). Unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips wurde ein als geeignet eingeschätztes mathematisches Expositions-Risiko-Modell an die tierexperimentellen Daten zur intratrachealen Instillation von Tonerstäuben angepasst. Unter Berücksichtigung der Potenzunterschiede nach Inhalation und intratrachealer Instillation und der Dichte der Tonerpartikel wurde ein spezifisches Arbeitsplatzrisiko (Exposition ca. 40 Jahre; 40 Stunden pro Woche) von 7 : 1.000.000 pro $\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Es bezieht sich auf Tonerpartikel der alveolengängigen Fraktion (A-Staub-Fraktion; aerodynamischer Durchmesser $D_{50} < 4 \mu\text{m}$). Bei dieser Abschätzung wurde angenommen, dass sich die Expositions-Risiko-Beziehung für Ratte und Mensch nicht wesentlich unterscheiden.

Die abgeschätzte Risikohöhe kann mit dem neuen Konzept des Ausschusses für Gefahrstoffe zu Risiken durch krebserzeugende Stoffe bewertet werden.

Für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen hat der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales folgende stoffübergreifenden Risikogrenzen beschlossen (5): ein Akzeptanzrisiko übergangsweise von 4 : 10.000 (spätestens ab 2018 von 4 : 100.000) unterhalb dessen ein Risiko akzeptiert und oberhalb dessen ein Risiko unter Einhaltung der im Maßnahmenkatalog spezifizierten Maßnahmen toleriert wird, sowie ein Toleranzrisiko von 4 : 1.000 oberhalb dessen ein Risiko nicht tolerabel ist. Die Risiken beziehen sich auf eine Arbeitslebenszeit von 40 Jahren bei einer kontinuierlichen arbeitstäglichen Exposition.

Akzeptanzrisiko 4 : 10.000 bedeutet, dass von 10.000 während des gesamten Arbeitslebens exponierten Personen möglicherweise vier erkranken.

Für alveolengängigen Tonerstaub ergeben sich durch lineare Umrechnung des spezifischen Arbeitsplatzrisikos entsprechend dem AGS-Konzept folgende Konzentrationswerte: Toleranzrisiko bei $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Akzeptanzrisiko derzeit bei $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und ab 2018 bei $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Akzeptanzrisiko bei einer Belastung von 60 Mikrogramm lungengängiger Tonerstaub pro Kubikmeter Raumluft, in 2018 abgesenkt auf 6 Mikrogramm.

3. Exposition an Arbeitsplätzen

3.1 Büroarbeitsplätze

In Prüfkammeruntersuchungen und an Büroarbeitsplätzen konnte gezeigt werden, dass beim Betrieb von Laserdruckern feine und ultrafeine Aerosole freigesetzt werden können. Die gravimetrische E-Staubkonzentration (einatembare Staub; aerodynamischer Durchmesser $D_{50} < 100 \mu\text{m}$) in den Büroräumen lagen zwischen $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Medianwert von $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ während der Ruhephase stieg während des Druckbetriebes auf einen Medianwert von $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Während des normalen Arbeitsbetriebes wurde eine mediane E-Staubkonzentration von $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bestimmt. Eine klare Unterscheidung, ob der Anstieg auf Tonerstaubpartikel oder auf andere Quellen zurückgeht, ist aufgrund dieser Untersuchungen nicht möglich (7, 8). Diese Daten bestätigen Messergebnisse des Landesamtes für Arbeitsschutz Thüringen (9), die von einer E-Staubkonzentration in Büroräumen von ca. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgehen.

Zuverlässige Messdaten zur A-Staubkonzentrationen liegen zurzeit nicht vor. Eine erste Abschätzung der A-Staubkonzentrationen aus den Messungen von E-Staub ist auf der Grundlage der BfR-Tonerstaubstudie (8) bedingt möglich. Dabei ergibt sich ein mittlerer Anteil des A-Staubes am E-Staub in einem Büro von ca. 40 %. Wird eine E-Staubkonzentration während des normalen Bürobetriebes von ca. $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angenommen, ergibt sich daraus eine A-Staubkonzentration von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hervorgehoben werden muss, dass es sich dabei nicht um reinen Tonerstaub handelt, sondern um einen Mischstaub, der unter anderem Papierstaub enthält.

Büroarbeitsplätze:
Weniger als 30 Mikrogramm lungengängiger Tonerstaub pro Kubikmeter Raumluft.

3.2 Servicetechniker

In zwei Einzelmessungen wurden Schichtmittelwerte für E-Staub von $440 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für A-Staub von unter $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beschrieben. Höhere Expositionswerte für A-Staub von bis zu $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ traten nur für wenige Minuten durch Anwendung von Druckluft auf (10). In einer weiteren, nur schlecht dokumentierten Studie wurden personenbezogene Messwerte für den A-Staub zwischen 80 und $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) genannt (11). Die Studien sind nicht repräsentativ und liefern nur eine ungefähre Vorstellung der Expositionsverhältnisse.

Servicetechniker:
50 Mikrogramm lungengängiger Tonerstaub pro Kubikmeter Raumluft.

3.3 Tonerkartuschen-Recycling

Beim Tonerkartuschen-Recycling muss gegenüber den oben genannten Expositionen davon ausgegangen werden, dass die gesamte Belastung eine Tonerstaubbelastung ist. Aufgrund der vorliegenden Messdaten wird für das „Tonerkartuschen-Recycling“ ein E-Staub-Schichtmittelwert von $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und ein A-Staub-Schichtmittelwert von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeschätzt (12, 13).

Recycling:
60 Mikrogramm lungengängiger Tonerstaub pro Kubikmeter Raumluft.

4. Schutzmaßnahmen

Nach dem Risikokzept des AGS liegen die A-Staub-Konzentrationen von Tonerstäuben an Büroarbeitsplätzen, beim Recycling von Tonerkartuschen und in der Regel auch bei Servicetätigkeiten, im derzeit akzeptablen Bereich. Ob dies auch langfristig (nach Senkung des Akzeptanzrisikos im Jahr 2018, siehe Abschnitt 2) für Büroarbeitsplätze und Servicetätigkeiten zutrifft, sollte durch weitere Messungen geklärt werden. Für das Recycling von Tonerkartuschen ist davon auszugehen, dass die Belastungen langfristig nur tolerabel sind. Aufgrund dieser Bewertung ergeben sich unter Anwendung des gestuften Maßnahmenkonzeptes (5) derzeit folgende Schutzmaßnahmen:

Bekannte Belastungen liegen im derzeit akzeptablen Bereich.

4.1 Büroarbeitsplätze

Die in den BAuA-Merkblättern genannten Maßnahmen stellen den Stand der Technik dar (14, 15) und sind aus Vorsorgegründen weiterhin zu beachten. Sollte in größerem Umfang gedruckt werden (z. B. Gruppendrucker) empfiehlt sich die Aufstellung in einem getrennten, gut belüfteten Raum (entsprechend den Herstellerangaben). Im Zweifelsfall kann die Exposition durch die Messung der A-Staubkonzentration ermittelt werden. Soweit Beschäftigte Tätigkeiten durchführen, bei denen sie mit Toner in Kontakt kommen können, wie das Wechseln von Toner oder die Störungsbeseitigung, sind sie über die notwendigen Schutzmaßnahmen (14,15) zu unterweisen. Weitere Maßnahmen, wie der Austausch von Laserdruckern gegen andere Druckertechnologien oder eine Absaugung, sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erforderlich.

Allgemeine Maßnahmen in den BAuA-Merkblättern weiter aktuell.
www.baua.de -> Suche: Toner

4.2 Servicetechniker

Die Schutzmaßnahmen sind nach Tätigkeiten unterschiedlich. Der Stand der Technik wird durch das BAuA-Merkblatt beschrieben (15). Zur Expositionsminde rung und um die Verschleppung von Tonerpartikeln zu verringern, ist vor bzw. nach bestimmten Tätigkeiten eine Reinigung durch Absaugen mit Staubsaugern der Staubkategorie H und Bauart B1 sowie mit einem feuchten Tuch durchzuführen. Im Einzelfall wird bei Tätigkeiten mit stark staubender Exposition auch das Tragen von Staubmasken (z. B. FFP2) erforderlich. Langfristig ist eine weitere Reduzierung der Exposition, z. B. durch wartungsfreundlichere Geräte, Vermeidung offener Tonerwendungen, anzustreben.

Bei einzelnen Servicearbeiten zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

4.3 Tonerkartuschen-Recycling

Da die Belastung beim Recycling von Tonerkartuschen höher ist als an anderen Arbeitsplätzen, sind hier langfristig weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung erforderlich. Dies erfordert in der Regel ein individuelles Konzept. Grundsätzlich ist eine Absaugung der Arbeitsplätze als technische Maßnahme anzustreben.

Recycling erfordert individuelles Schutzmaßnahmenkonzept.

Literatur

1. Pott F.; Roller M. (2005): Carcinogenicity study with nineteen granular dusts in Rats.
Eur. J. Oncol. 10(4), 249-281
2. Roller M. (2008): Untersuchungen zur krebserzeugenden Wirkung von Nanopartikeln und anderen Stäuben.
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; Dortmund;
Projektnummer: F 2083; ISBN: 978-3-88261-069-7
3. Muhle H. et al. (1991): Pulmonary response to toner upon chronic inhalation exposure in rats.
Fund. Appl. Toxicol. 17, 280-299
4. Morimoto Y. et al. (2005): Negative effect of long-term inhalation of toner on formation of 8-hydroxydeoxyguanosine in DNA in the lungs of rats in vivo.
Inhal. Toxicol. 17, 749-753
5. Bekanntmachung zu Gefahrstoffen (2008): Risikowerte und Expositions-Risiko-Beziehungen für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen; Bekanntmachung 910
www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/AGS/pdf/Bekanntmachung-910.pdf
6. Roller M. (2006): Quantitative Risikoabschätzung für die Exposition gegenüber Toneremissionen aus Kopiergeräten.
Gefahrstoffe- Reinhaltung der Luft, Ausgabe 5, 211-216
7. Bake D.; Moriske H.-J. (2006): Untersuchungen zur Freisetzung feiner und ultrafeiner Partikel beim Betrieb von Laserdruck-Geräten..
www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/partikel-laserdrucker
8. Mersch-Sundermann V. (2007): Evaluierung möglicher Beziehungen zwischen Emissionen aus Büromaschinen, insbesondere aus Fotokopierern und Laserdruckern, und

- Gesundheitsbeeinträchtigungen bzw. Gesundheitsschäden bei exponierten Büroangestellten.
Pilotstudie
www.bfr.bund.de/cm/252/pilotstudie_evaluierung_moeglicher_beziehungen_zwischen_emissionen_aus_bueromaschinen_abschlussbericht.pdf
9. LASF – Freistaat Thüringen, Landesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2001); Merkblatt Tonerstaub „Asthma- bronchiale durch Tonerstaub?“,
 10. Snippe R. J. (2002): Worker exposure scenarios in the reprographic industry.
TNO Report V 3815
 11. Nakadate T. et al. (2006): A cross sectional study of the respiratory health of workers handling printing toner dust. *Occup. Environ. Med.* 63 244-249
 12. NIOSH; Health Hazard Evaluation reports
No. HETA-94-0293-2559, Fanelli Boys and Associates, 1996, and No. HETA-97-0107-2700, ADI System Inc., 1998
 13. Hanke M. (1997): Erhebung der Belastungssituation beim Recycling von Elektronikschrott.
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Projekt F 1390, Dortmund
 14. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2005): Sicherer Umgang mit Tonerstäuben,
www.baua.de/de/Publikationen/Faltblaetter/F43,xv=vt.pdf
 15. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2005): Kopiergeräte und Drucker im Büro,
www.baua.de/de/Publikationen/Faltblaetter/F44,xv=vt.pdf
 16. Wittczak T. et al. (2003): Occupational asthma and allergic rhinitis due to xerographic toner. *Allergy* 58, 957
 17. Zina A.M. et al. (2000): Allergic contact dermatitis from formaldehyde and quaternium-15 in photocopier toner. *Contact Dermatitis* 43, 241-242
 18. Gallardo M. et al. (1994): Siderosilicosis due to photocopier toner dust. *Lancet* 344, 412-413
 19. Armbruster C. et al. (1996): Granulomatous pneumonitis and mediastinal lymphadenopathy due to photocopier toner dust. *Lancet* 348, 690
 20. Rybicki B. A. et al. (2004): Photocopier exposure and risk of sarcoidosis in African-American sibs. *Sarcoidosis. Vasc Diffuse. Lung Dis.* 21, 49-55

Kontakt:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Fachbereich 4 – Sicherheit und Gesundheit bei chemischen und biologischen Arbeitsstoffen
Friedrich-Henkel-Weg 1-25
44149 Dortmund

Quelle: <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/artikel17,xv=vt.pdf>

Stand: 04.12.2008

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25
44149 Dortmund

Telefon 0231 9071-2070 **Telefax:** 0231 9071-2071
E-Mail info-zentrum@baua.bund.de
Internet www.baua.de