



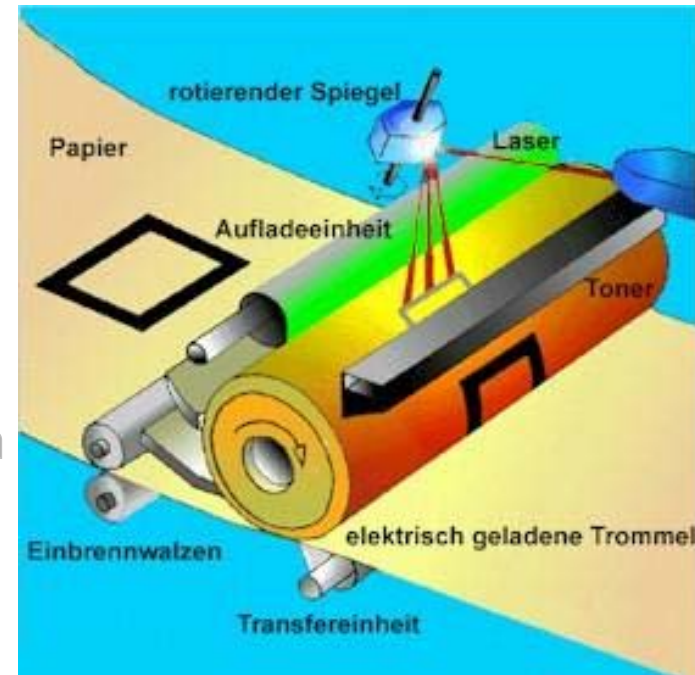
Gesundheitliche Bewertung möglicher Risiken durch Druckeremissionen



**Caroline Herr
Barbara Pawlitzki**

Druckvorgang

1. Datenübertragung
2. Negatives Aufladen der Bildtrommel (Phototrommel) durch Reinigungseinheit
3. Lenkung des Lasers auf die Trommel mittels Spiegel
4. Neutralisieren von Stellen auf der Trommel (→ Abbild entsteht)
5. Negativ geladene Tonerteilchen lagern sich an neutralisierten Stellen auf Trommel an
6. Übertragung auf positiv geladenes Papier
7. Fixierung bei ca. 200°C
8. Entladung der Trommel auf Reinigungseinheit



Toner(pulver)

feinkörniges Gemisch verschiedener Komponenten

- Harzpartikel (Tonerfixation)
- Farbpigmente (z.B. Carbon Black bzw. farbige Pigmente)
- magnetisierbare Metalloxide (elektrostatische Ladevorgänge)
- Trennmittel, z.B. sehr feine Stäube aus amorphem Siliciumdioxid



Biologische Effekte von Toner(-pulver)

Studien

- Zusammensetzung Toner undefiniert
- inhalative Verabreichung unrealistisch hoher Dosen (z.B. Ratten)
- Übertragbarkeit auf Menschen?



Gminski und Mersch-Sundermann, 2006

Emissionen von Laserdruckern und –kopierern

Kammerversuche

Emissionen aus Laserdruckern und –kopierern von 2003/2004

- flüchtige organische Verbindungen (VOC)
 - Tischgeräte < Standgeräte
 - Stand-By-Modus < Druckbetrieb
- am häufigsten: Styrol, Xylole, Ethylbenzol, Toluol und Phenol, Siloxane
- **Benzol bedenklich**
 - umgerechnet: Raumkonzentration: 225-450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- VOC wohl auch aus den in den Geräten verwendeten Materialien
- Ozonemission
 - meist nicht bei Tischgeräten
 - bei einigen Standgeräten beachtlich



Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) Jann und Wilke, 2006

Emissionen von Laserdruckern und –kopierern

In Büroräumen während
Druckbetrieb:

- VOC und Ozon unbedenklich
- vereinzelt Benzol- und Styrolnachweis im Druckbetrieb

Mersch-Sundermann 2007

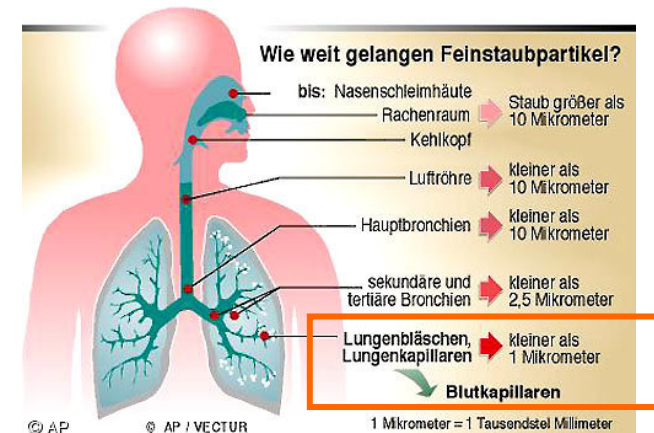
Emissionen von Laserdruckern und –kopierern: Staub

Kammeruntersuchungen

- Staubkonzentrationen bis $90\mu\text{g}/\text{m}^3$
- auch ultrafeine Partikel
- Zusammensetzung unklar, eher nicht vom Toner

Büroräume

- 60-80 μg Staubemissionen/ m^3 Luft
- Anstieg der Staubkonzentration unter Druckbedingungen
 - Tonerstaub?:
Staub 1-10 μm (Tonerfraktion)
kein eindeutiger Anstieg
- Große Variabilität der Messergebnisse:
 - Papiersorte, Trocknungsgrad, Herkunft des Toners
- Zusammensetzung und Herkunft unklar



Gesundheitliche Effekte

von Emissionen aus Laserdruckern und –kopierern

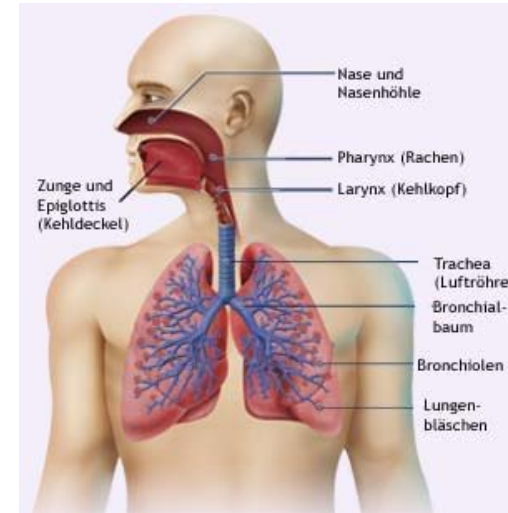
Einzelfallberichte

- Siderosilikose
- Granulomatöse Lungenentzündung
- Einzelfälle geringradiger Störungen

? Kausalität?

Epidemiologie

- Sarkoidoserisiko erhöht
(Nutzung oder Wartung von Fotokopierern) Rybicki 2004
- keine Wirkung auf Atemwege bei 600 Untersuchten
(Tonerproduktion, Wartung, Druckerentwicklung) Nakadate 2006



Gesundheitliche Effekte

von Emissionen aus Laserdruckern und –kopierern

Fallserien (-sammlungen)

n. Mersch-Sundermann et al. 2006

- Symptome der oberen Luftwege
 - Schnupfen, Halsschmerzen, Husten, asthmatische Beschwerden, Entzündungen Augen und Haut
 - Fraglich: positive allergische Reaktion auf Toner, Nickel, Kobalt und Quecksilber

Befragung der Chemikalienbehörden durch BfR 2006

- Edinburgh, Bordeaux Lubljana, Zimbabwe: keine Fälle
- Schweiz, Salt Lake City, Kopenhagen, Spanien: einige leichte Fälle über die Jahre mit Atemwegsreizungen

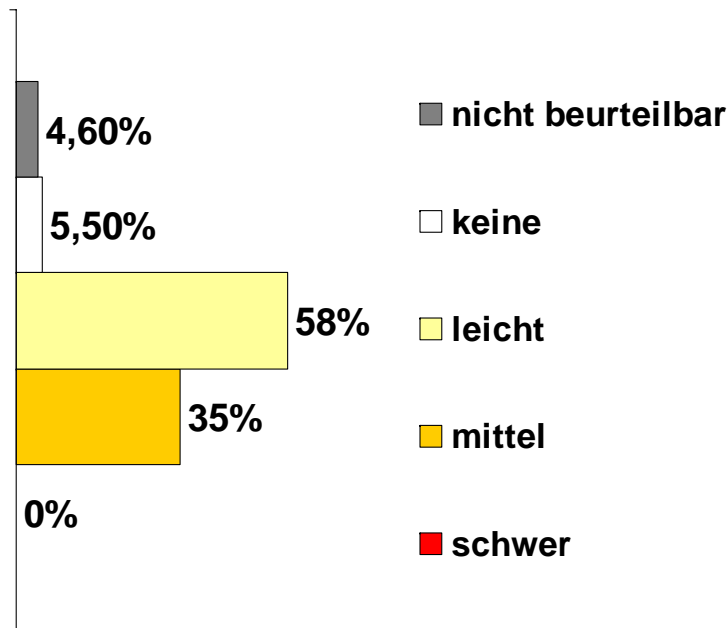
Fallsammlung des BfR

Bundesinstitut für Risikobewertung

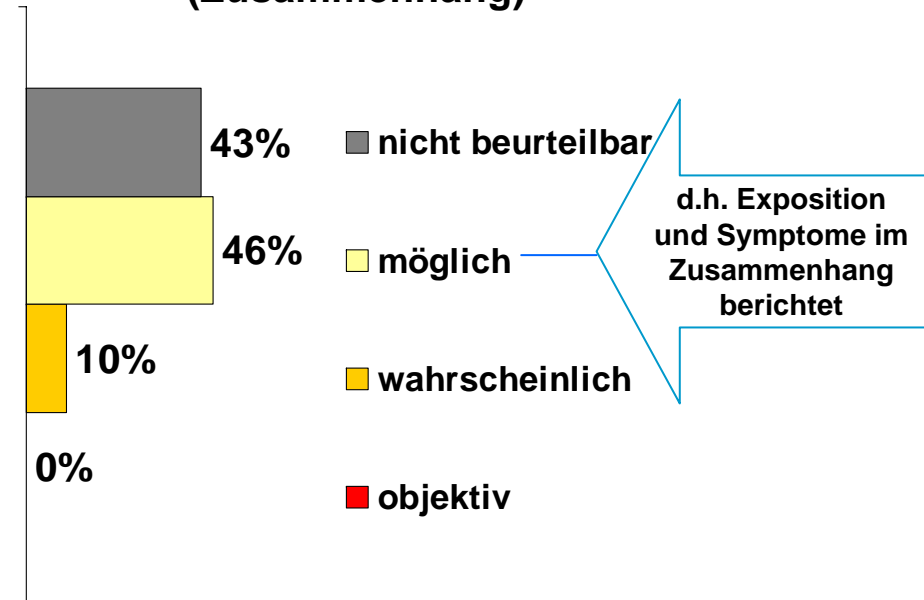
Ärztliche Meldung nach §16 Chemikaliengesetz

2002-2008: 113 Meldungen

Symptome und Beschwerden nach Exposition zu Tonern (Schweregrad)



Symptome und Beschwerden nach Exposition zu Tonern (Zusammenhang)



Gesundheitliche Effekte

von Emissionen aus Laserdruckern und -kopierern

Fallsammlung der Interessengemeinschaft Toner geschädigter (ITG): selbstberichtete Beschwerden

Krank durch Toner
Über 1.800 Verdachtsfälle registriert

Dr. H. Kruse, Toxikologe, Universität Kiel
ggü. Frontal 21: "Besonders gefährlich: Die kleinen Tonerpartikel schädigen Lunge und Atemwege"

[Kurzinfo](#) [Presse](#) [Tipps](#) [Infothek](#) [Kontakte](#) [Fotos](#) [Termine](#) [Intern](#)

Wenn Sie ständig unter Schnupfen, Halsschmerzen, Husten, Asthma, Entzündungen der Augen oder der Haut leiden und nicht wissen warum, dann kann es sein, dass der Toner Ihres Laserdruckers oder Kopierers Sie krank macht. Dann sollten Sie die Sache unbedingt klären! Wir helfen Ihnen weiter. Bitte schicken Sie uns dazu eine Mitteilung!

Letzte Meldungen [Mehr...]:
7.6.2008: Texas, US-Studie: [Schlaganfall durch Feinstaub](#)
29.5.2008: Studie belegt [Nanopartikel und Stäube erzeugen Krebs](#)
21.4.08, Erfurt: [Geschädigte gründen Stiftung nano-Control](#)
18.4.08, Berlin: [BfR schließt gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Emissionen aus Büromaschinen nicht aus](#)
15.4.08, EU: [Strengere Feinstaubregeln angenommen](#)
März 2008, CH: [Metallische Nanopartikel entzünden Lungenzellen](#)
Mainz: Neueste Forschung: [Toner zerstören Lungenzellen](#)
ITG-Umfrage und Auswertung zeigen: [Fatale Folgen](#)
[Polizei diskutiert Gefahren durch Laserdrucker](#)
6.3.08, Cebit: [Feinstaubfilter für Laserdrucker](#)
16.1.08, Bundestag: [Grüne fordern Schutz vor Laserdruckern](#)
[ITG: endlich handeln!](#)
10.1.08: [Tonerstudie](#) veröffentlicht; ITG: [Verdacht erhärtet!](#)
Okt 2007, LGA Bayern: [Emissionen von Toner sind unstrittig](#)

Stand: 20.06.2008
Laserdrucker können Ihre Gesundheit schädigen
[Etiketten zum Download](#)

Tonerpartikel 1000- / 10.000-fach vergrößert; Quelle: IPAS- Uni Gießen

T-online-Umfrage 2007: Glauben Sie an schwere Gesundheits-Schäden durch Drucker?
Ja 75%, Nein 18%, Weiß nicht: 7% (N=3699)

27.11.07, tv-oberfranken: [Krank durch Toner](#) Video

19.6.2007, ARD, Plusminus: [Gefahr aus dem Laserdrucker](#)
Wie Feinstaub Allergien im Büro auslöst
[Video](#)

Wemers Gastkommentar
©www.wemers.de
Mail an ITG
Impressum (inkl. Disclaimer)
Interessengemeinschaft Toner-Geschädigter im BBU e.V.

Tabelle 1: Bei der ITG gemeldete Verdachtsfälle auf Erkrankung durch Tonerstäube

Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Anzahl	19	38	114	115	180	293	128	108



**April
2008:
1800
Fälle**

Gesundheitliche Effekte

von Emissionen aus Laserdruckern und -kopierern

Fallsammlung der Interessengemeinschaft Tonergeschädigter (ITG):

selbstberichtete Beschwerden
und Krankheiten:

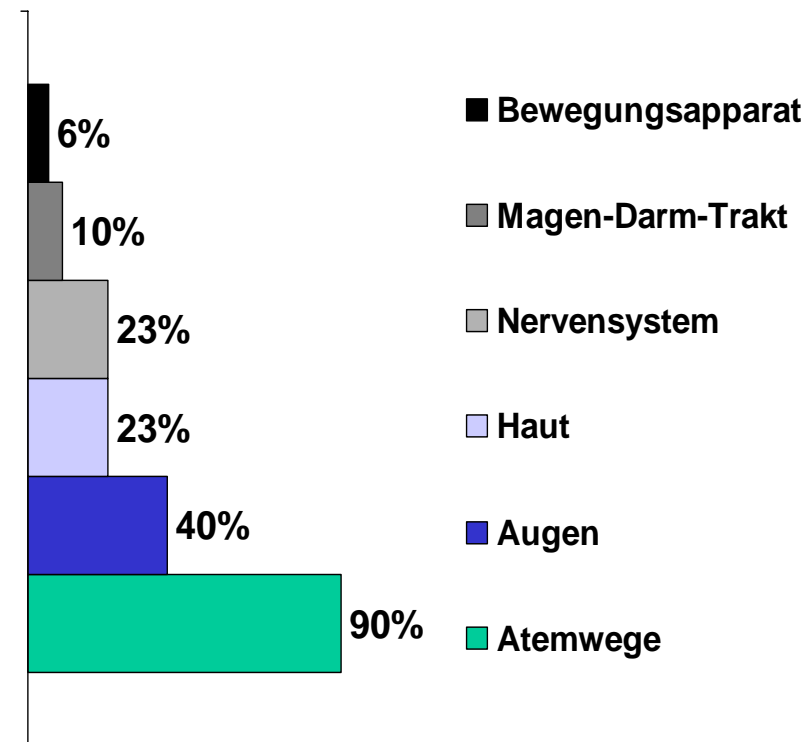
Krebserkrankungen

■ 4% (40 Fälle)

→ Vergleich: 5,7-7,6 %
in der deutschen
Bevölkerung von 45-75
J. (Matysik et al. 2005)

■ 13 unspezifizierte Leukämien

Symptomnennungen



Systematische Untersuchung von Büroangestellten*

Gießen

(N= 18)

- Mai/Juni 2006
- Kfz- Zulassungsstelle

Trier

(N= 32)

- März 2006
- Polizeipräsidium

Tonerstudie
N= 69

Berlin

(N= 9)

- Oktober 2006
- Bundestag

Freiburg

(N= 10)

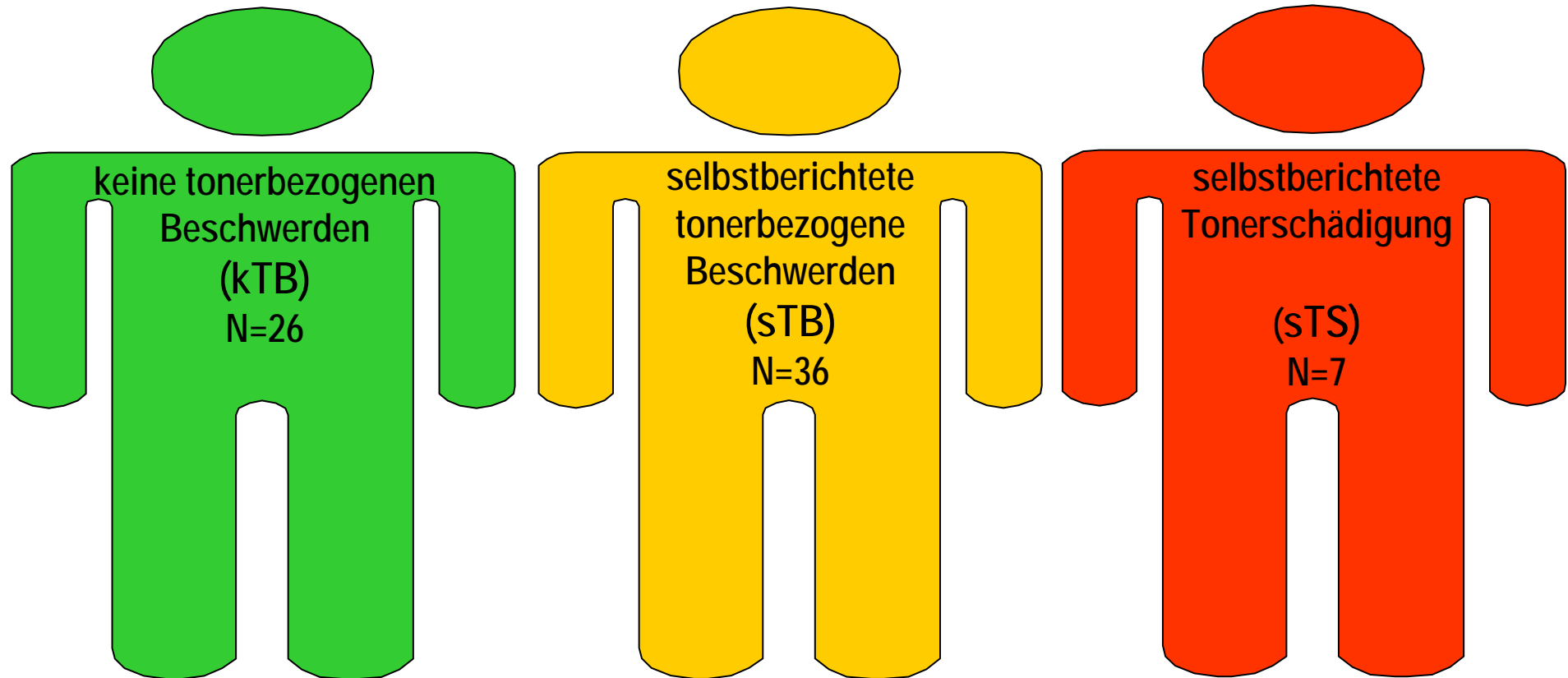
- Januar 2006
- Stadtverwaltung

nichtrandomisierte Rekrutierung durch

- Interessensgemeinschaft Tonergeschädigter (IGT) e.V.
- Institut für Innenraum und Umwelttoxikologie
- Institut für Hygiene und Umweltmedizin

*UFO-Plan FKZ
705 62 449

Einteilung der Probanden

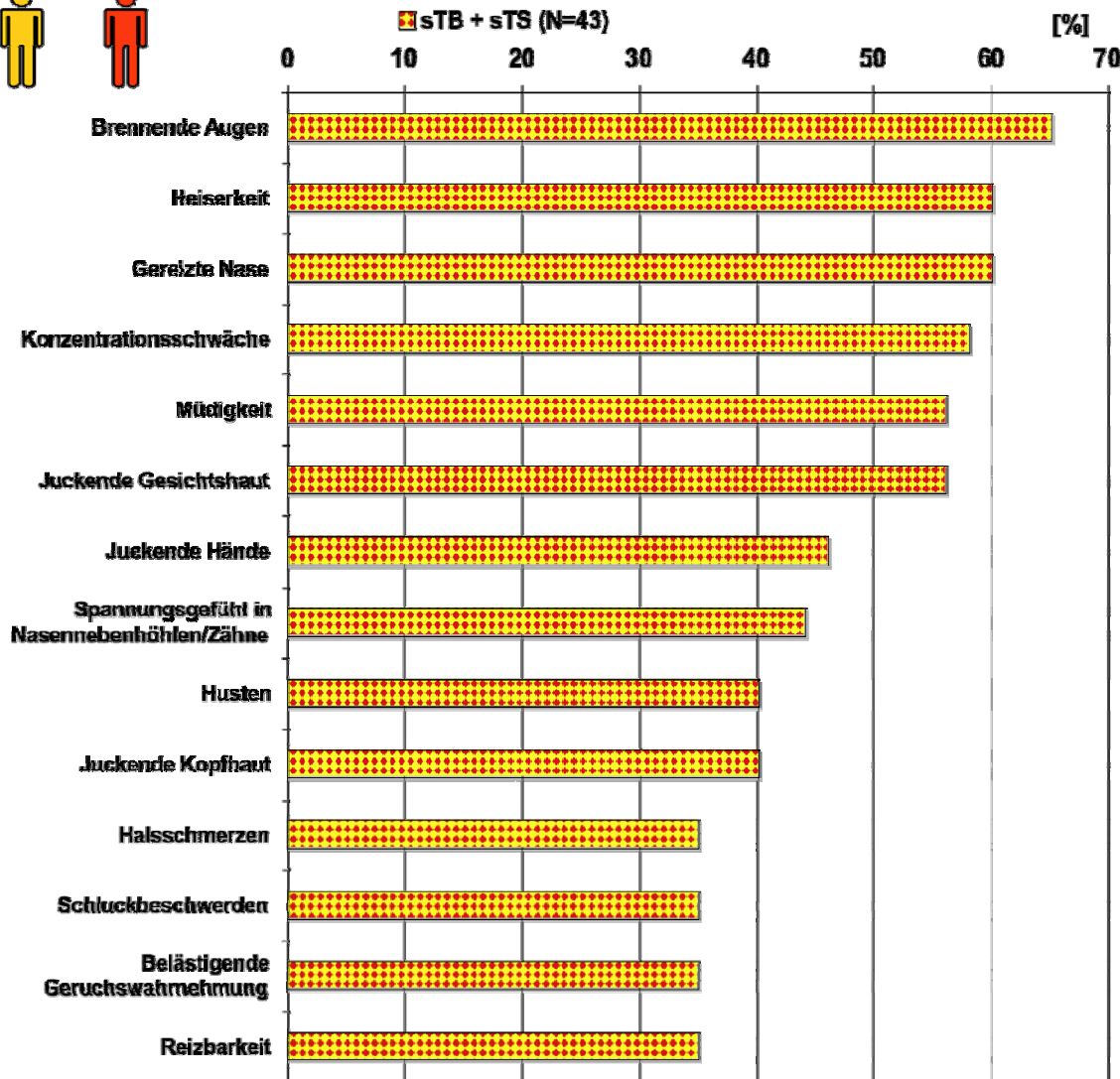


„Bitte geben Sie an, in welchem Maße Sie von folgenden Beschwerden am Arbeitsplatz betroffen sind oder waren, in welchem Maße Sie die aufgeführten Beschwerden hatten und auf Tonergeräte (z.B. Laserdrucker, Kopierer) zurückführen.“

„Sind Sie tonergeschädigt?“

Ergebnisse Büroarbeitsplatz

Tonerbezogenes Beschwerdeprofil

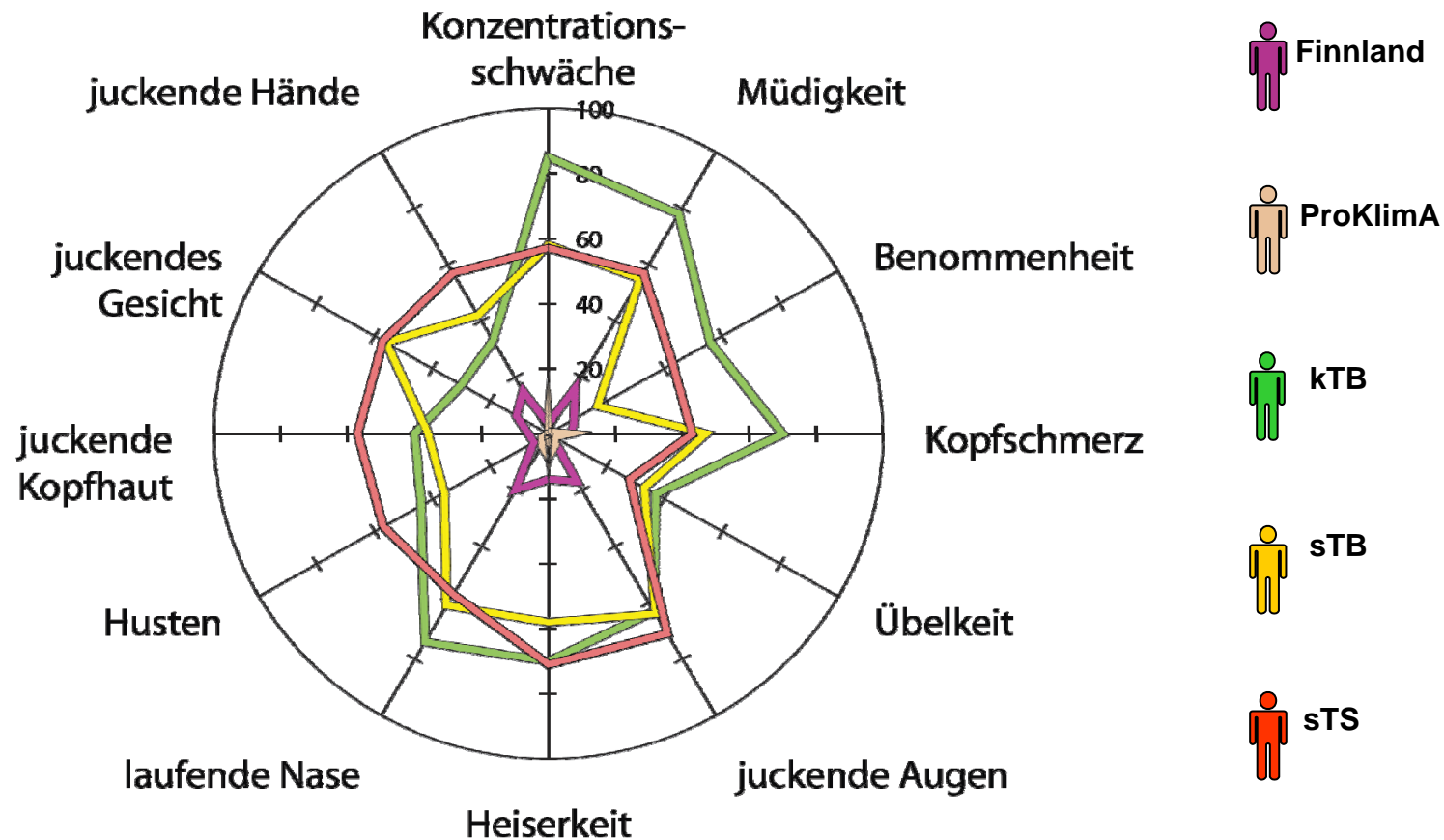


15 häufigste tonerbezogene Beschwerden aus MM- 40 (Ørebro) bei Probanden mit selbstberichteten tonerbezogenen Gesundheitsbeschwerden oder selbstberichteter Tonerschädigung

Ergebnisse Büroarbeitsplatz

Beschwerdeprofil am Büroarbeitsplatz

SBS-typische Beschwerden bezogen auf den Büroarbeitsplatz aus MM- 40 (Ørebro) im Vergleich zur Referenz der ProKlima - Studie (Bischof 2007) und Daten aus Finnland.



Büroarbeitsplatzbezogene Gesundheitsbeschwerden (MM40)

Tendenzen aus der Pilotstudie

Alle Untersuchten

- haben insgesamt höhere Raten an typischen Beschwerden eines Sick-Building-Syndroms als ein finnisches Vergleichskollektiv aus Büroräumen (Responderbias)



keine T-Beschwerden



sT-Beschwerden



sT-Schädigung

Beschwerden

- von allen Teilnehmern sind ähnlich
- typische Symptome eines Sick-Building-Syndroms
- jedoch beziehen Teilnehmer ohne Tonerbeschwerden diese auf den Büroarbeitsplatz insgesamt
- Teilnehmer mit selbstberichteten Tonerbeschwerden/ Tonerschädigung beziehen diese auf eine Exposition gegenüber Tonern (Attribuierung)

Risiko- charakterisierung



Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Exposition gegenüber Emissionen aus Büromaschinen nicht auszuschließen

- *"Aufgrund der vorliegenden Befunde zur gesundheitlichen Beeinträchtigung von Exponierten kann nicht ausgeschlossen werden, dass es durch die Exposition gegenüber Emissionen aus Büromaschinen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen kann. Ein klarer Zusammenhang kann allerdings nicht hergestellt werden, da die Datenlage hierfür nicht ausreicht."* www.bfr.de

Prävalenz für das Auftreten gering

- *"Die gesundheitlichen Beeinträchtigungen in den dokumentierten Fällen sind nicht schwerwiegend. Eine orientierende Schätzung der Prävalenz, die stark von den gemachten Annahmen abhängt und mit hoher Unsicherheit behaftet ist, ergibt 1,1 Verdachtsfälle auf 10.000 Exponierte."* www.bfr.de

keine schwerwiegenden Gesundheitsschäden
(z.B. unspez. Bronch. Hyperreagibilität)

Forschung: Charakterisierung der Staubpartikel anschließend ggfs. kontrollierte humane Exposition

Empfehlung: Blauer Engel Standard bei Anschaffung

Toner im Tumor

Neue Untersuchungen lassen vermuten, dass Druckerstaub Krebs auslösen könnte

Laserdrucker machen krank – davon sind viele Menschen überzeugt, die in Räumen mit der modernen Bürotechnik zu tun haben. Vom Dauerschnupfen bis zum Asthma reichen die Beschwerden, die Büroarbeiter auf Feinstaub aus Druckern und Kopierern zurückführen. Nun mehrten sich die Anzeichen, dass Tonerstaub sogar Krebs verursachen könnte. Ludwig Jonas vom Institut für Pathologie der Universität Rostock entdeckte Tonerpartikel im Tumor eines an Lungenkrebs verstorbenen Patienten. Der Mann war als Servicetechniker täglich mit dem schwarzen Pulver aus Druckern und Kopierern in Berührung gekommen. „Sein Arbeitgeber hatte ihm sogar das Tragen eines Mundschutzes verboten“, sagt Jonas. „Die Firma fürchtete offenbar, dass das die Kunden beunruhigen könnte.“

Nachdem der Lungenkrebs diagnostiziert wurde, hatte der Patient testamentarisch festgelegt, dass der Tumor nach seinem Tod analysiert werden solle. Jonas erhielt die Gewebeprobe aus dem Heimort des Mannes zugesandt und untersuchte sie mit dem Elektronenmikroskop. Die Ergebnisse hält er für so beunruhigend, dass er sich entschlossen hat, sie noch vor der Publikation in einer Fachzeitschrift bekannt zu machen. In den Krebszellen habe er schwarze Teilchen gefunden, berichtet der Biologe. „Sie sahen im Elektronenmikroskop exakt so aus wie Tonerpartikel.“ Das sei zwar kein zwingender Beweis, dass eingeatmete Toner-Teilchen die Krebserkrankung ausgelöst haben, räumt Jonas ein. Auch bei Dieselruß oder Asbestfasern könne man im Einzelfall kaum beweisen, dass sie einen bestimmten Tumor verursacht haben. „Doch der Verdacht liegt bei diesem Befund schon sehr nahe.“

Dabei seien die Teilchen aus Kohlenstoff für sich genommen eher harmlos, sagt Jonas. „Die Partikel sind vor allem gefährlich, wenn auf Ihrer Oberfläche weitere, Krebs-erregende Stoffe haften“, erläutert er. „Und genau solche Stoffe finden sich in Tonerpulvern: Quecksilber beispielsweise oder Organozinnverbindungen.“ Auch das in Tonern enthaltene Styrol steht im Verdacht, beim Menschen Krebs auszulösen. Außerdem finden sich in Tonern verschiedene Schwermetalle, die ebenfalls als Risikofaktoren für Krebs gelten. Bei Analysen durch die Stiftung Nano-Control, die im Frühjahr 2008 von Toner geschädigten gegründet wurde, seien häufig Schwermetalle aus

Tonern im Körper von Betroffenen nachgewiesen worden, berichtet der Vorsitzende der Stiftung, Hans-Joachim Stelling. Messdaten dazu will die Stiftung allerdings nicht öffentlich vorlegen.

Bestärkt wird Ludwig Jonas in seinem Verdacht durch Versuche an Zellkulturen, die seine Doktorandin Susanne Tautz in Zusammenarbeit mit der Umweltmedizinerin Elke Dopp am Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin des Universitätsklinikums Essen unternahm. Die Forscherinnen brachten Mäusezellen mit verschiedenen Staubteilchen zusammen, darunter mehrere Asbestsorten und Toner. „Dabei zeigte sich, dass Tonerstaub von den Zellen aufgenommen wird und giftig wirkt“, sagt Dopp. So beobachteten die Forscherinnen, dass in den Zellen die freien Sauerstoffradikale anstiegen. Das sind Substanzen, die leicht mit anderen Molekülen reagieren und dabei die Erbsubstanz oder körpereigene Eiweiße schädigen können. „Toner-

Forscher raten, nicht auf letzte Beweise zu warten

staub ließ ähnlich viele Sauerstoffradikale in den Zellen entstehen wie einige Asbestsorten“, berichtet Dopp.

„Allerdings lässt sich mit Versuchen an Zellkulturen nicht beweisen, dass Toner Krebs erregend sind“, betont sie. Insbesondere müsse man näher untersuchen, wie Tonerpartikel das Erbgut von Zellen verändern und ob daraus Krebszellen entstehen. Für solche Studien fehle bisher ein Geldgeber. „Doch die Ergebnisse sind alarmierend genug, um vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen“, sagt Dopp. „Vor allem ist es ein unhaltbarer Zustand, dass es für Toner keine Grenzwerte am Arbeitsplatz gibt.“ Als Sachverständige in der Arbeitsgruppe der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die Grenzwerte festlegt, will sie sich dafür einsetzen, dass dem Tonerstaub zumindest solche Schranken gesetzt werden.

Experimente von Forschern der Universität Freiburg weisen ebenfalls darauf hin, dass Toner das Erbgut schädigen. Volker Mersch-Sundermann und seine Mitarbeiter vom Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene untersuchten drei gängige Tonerfabrikate, die Kohlenstoff oder Eisenoxid enthalten.

Nach Angaben der Hersteller sollten sie keine erbgutschädigende Wirkung haben. Dieses war mit dem „Ames-Test“ an Bakterien überprüft worden. „Doch dieser Test ist für Toner nicht geeignet“, sagt Mersch-Sundermann. „Die Bakterien haben, anders als menschliche Zellen, eine dicke Zellwand, die die Teilchen nicht durchdringen können.“ Die Freiburger Forscher nahmen stattdessen menschliche Lungenzellen und stellten fest: Alle drei Toner wandern in die Zellen ein und schädigen die Erbsubstanz, etwa indem sie Brüche in den Chromosomen verursachen (*Toxicology Letters*, Bd. 180, S. 224, 2008). „Das führt nicht zwangsläufig zu Tumoren“, sagt Mersch-Sundermann. „Nur etwa die Hälfte aller mutagenen Substanzen ist auch Krebs erregend.“ Doch der Verdacht sei beunruhigend genug.

Die Arbeitsgruppe um Mersch-Sundermann hatte im vergangenen Jahr eine Toner-Studie für das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) erarbeitet. Gesundheitsschäden durch Druckerstaub seien nicht auszuschließen, aber doch nicht allzu schwerwiegend, folgerte das BfR daraus, hielt allerdings zusätzliche Studien für nötig, um festzustellen, woraus der Feinstaub besteht, den Drucker in die Raumluft pusten. Mersch-Sundermann hält dagegen Studien für vordringlich, die untersuchen, wie giftig Toner sind und wie sie im Körper wirken. Ob überhaupt weitere Untersuchungen in Auftrag gegeben wurden, ist dem BfR nicht bekannt. Auch im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BmELV) weiß man nichts über weiterführende Tonerstudien. Zunächst wird am 11. November auf Antrag der Grünen eine Expertenanhörung zu Tonerrisiken im Umweltausschuss des Bundestages stattfinden.

Die Forscher raten dringend, nicht auf letzte Beweise zu warten, bevor etwas gegen die Gefahren aus Laserdruckern und Kopierern unternommen wird. „Die neuen Befunde unterstreichen die Warnungen, die wir ausgesprochen haben“, sagt Mersch-Sundermann. Er empfiehlt Tintenstrahl- statt Laserdrucker und separate, gut belüftete Räume für Drucker und Kopierer. Das Gleiche befürwortet auch Ludwig Jonas und fügt hinzu: „Kartuschenwechsel sollten nur durch Servicetechniker vorgenommen werden. Und die müssen dabei unbedingt einen Mundschutz tragen.“ WIEBKE RÖGENER



- keine neuen Aspekte
- Problem bleibt: Was „Tonerstaub“?

„Blauer Engel“



Zulässige Höchstwerte der nach Anhang 2 ermittelten Emissionsraten

Stoff	Emissionsrate Druckphase (mg/h)		Emissionsrate Bereitschaftsphase (mg/h)	
	Mehrfarbendruck Summe Bereitschafts- + Druckphase	Schwarzdruck Summe Bereitschafts- + Druckphase	Tischgeräte	Standgeräte (Gerätevolumen > 250 Liter)
TVOC*	18	10	1	2
Benzol	<0,05	<0,05		
Styrol	1,0	1,0		
Ozon	3,0	1,5		
Staub	4,0	4,0		

* Total Volatile Organic Compounds

Vorbeugung: Empfehlung BAuA



Anschaffung neuer Geräte und Toner

■ Geräte

- Umweltzeichen „Blauer Engel“
- „BG-Prüfwert-Zeichen sicher, ergonomisch, emissionsarm für Laserdrucker und Kopiergeräte“



■ Toner

- nur geprüfte (Marken-)Toner verwendet
- soll nicht mutagen sein (AMES-Test)



- Tonernachfüllung möglichst ohne Berühren oder Einatmen

Aufstellungsort

- nicht in unmittelbarer Nähe zu Dauerarbeitsplätzen
- möglichst in einem getrennten Raum
- gute Durchlüftung
- nicht in Räumen, in denen gegessen und getrunken wird

Vorbeugung: Empfehlung BAuA



Normalbetrieb

- staubarmes Papier (z.B. nach DIN EN 12281).
- beim Kopieren ist der Deckel geschlossen (keine schw. Ränder)
- Umblättern mit angefeuchteten Fingern vermeiden

Tonerwechsel und Wartungsarbeiten

- durch eingewiesene / erfahrene Personen
- beim Nachfüllen von Tonerpulver und Tonerflüssigkeit ist das Tragen von Handschuhen sinnvoll (nicht notwendig bei Kartuschenwechsel)
- tonerbeschmutzte Hände mit kaltem Wasser und Seife reinigen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Caroline Herr
Barbara Pawlitzki**

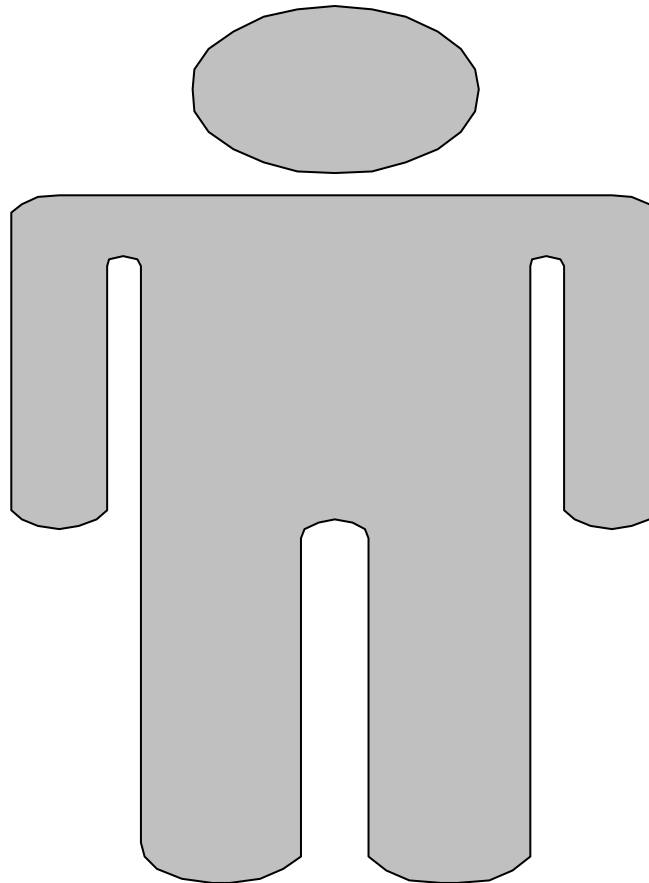
Methoden*

Büroarbeitsplatz Beschwerden (MM40)

- irritativ Schleimhäute/Atemwege
- allgemein
- Umweltsituation

Soziodemographie

- Alter
- Geschlecht
- Bildung
- Rauchen (Cotinin)



Individuelle Charakteristika

- Persönlichkeit (FPI)
- Umweltbesorgnis (UWB)

Gesundheit

Fragebögen:

- Krankheiten (BGS)
- Gesundheitszustand (SF-36)
- unerklärte körperl. Beschwerden (SOMS)
- Arztbesuche

Labor:

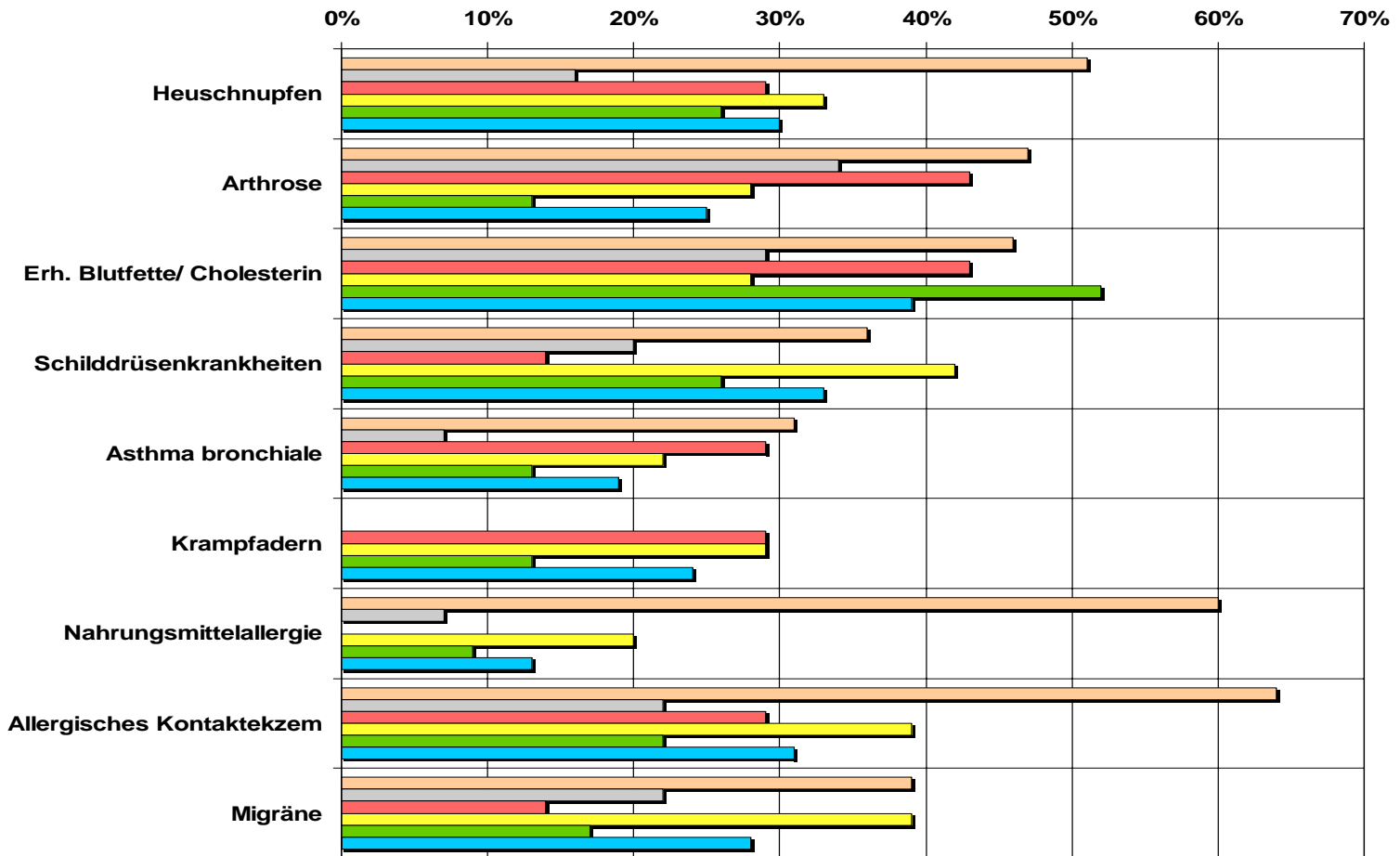
- Entzündung (CRP, Stickoxid Exhalat)
- Allergie (IgE, RAST)
- Lungenfunktion

Ergebnisse Gesundheit

Selbstberichtete Erkrankungen im Vergleich

■ UMA 2002 (N= 234)
 ■ BGS '98 (N= 7124)
 ■ sTS (N= 7)
 ■ sTB (N= 36)
 ■ kTB (N= 23)
 ■

Items aus Bundesgesundheitsurvey 98



Gesundheitliche Effekte

von Emissionen aus Laserdruckern und –kopierern

Systematische Untersuchung

Evaluierung möglicher Beziehungen zwischen Emissionen aus Büromaschinen, insbesondere aus Fotokopierern und Laserdruckern, und Gesundheitsbeeinträchtigungen bzw. Gesundheitsschäden bei exponierten Büroangestellten
Projektnummer: UFO-Plan FKZ 705 62 449

**Abschlussbericht Studienteil B –
Gesundheitliche Erhebung bei Probanden an
Büroarbeitsplätzen**

Caroline Herr, Anja zur Nieden,
Henrik Schumann, Jan-Christoph Selle, Thomas Eikmann
Institut für Hygiene und Umweltmedizin
Justus-Liebig-Universität Gießen

Ergebnisse **Gesundheit**

Ärztlicherseits unerklärte körperliche Beschwerden

Gesamtbeschwerdeindex (SOMS 2): Mittelwerte und SD

