



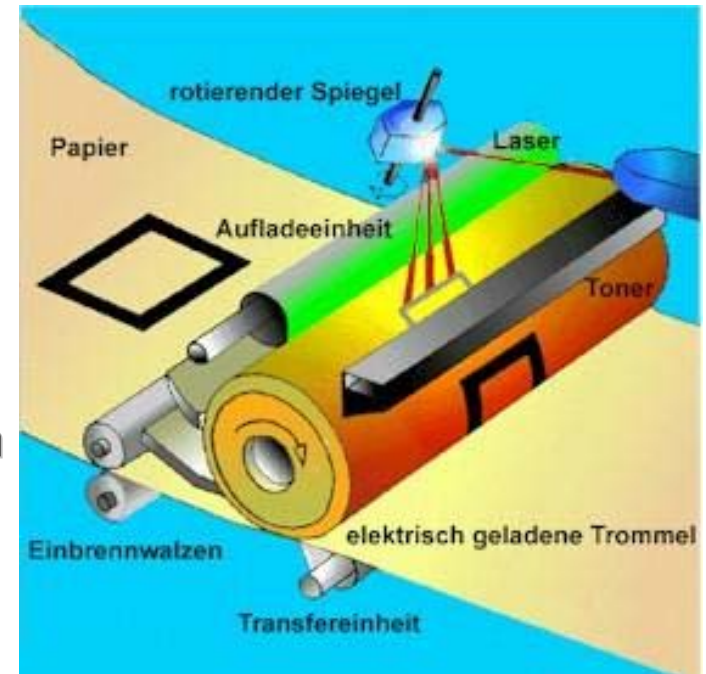
# **Gesundheitliche Bewertung möglicher Risiken durch Druckeremissionen**



**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, Xylol, 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



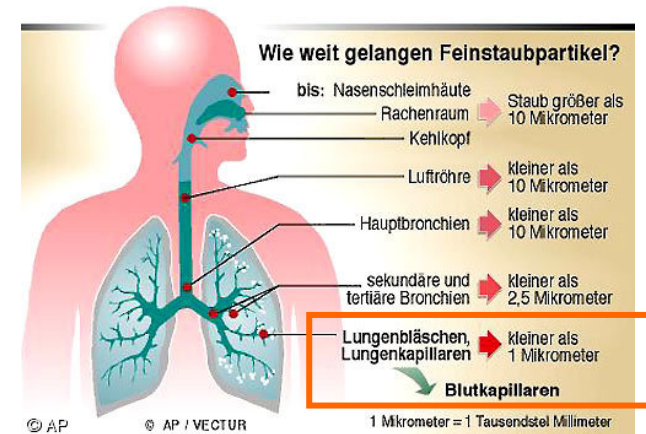
# Emissionen von Laserdruckern und –kopierern: Staub

## Kammeruntersuchungen

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

## Büroräume

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



# Gesundheitliche Effekte

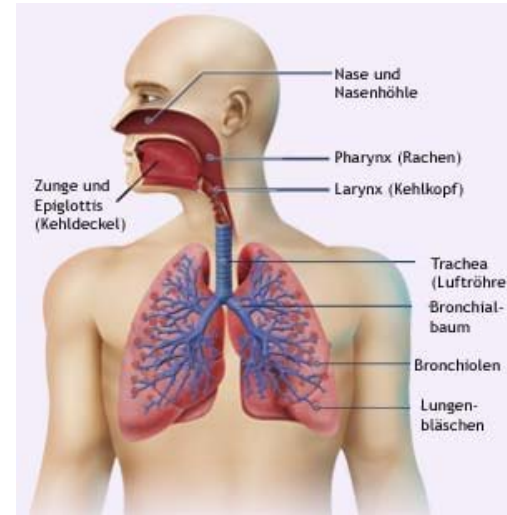
## von Emissionen aus Laserdruckern und –kopierern

### 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

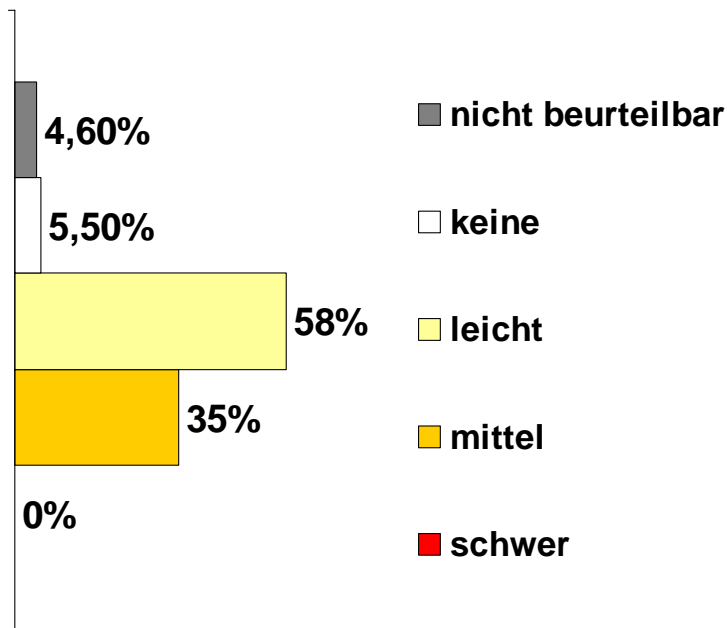
# Fallsammlung des BfR

Bundesinstitut für Risikobewertung

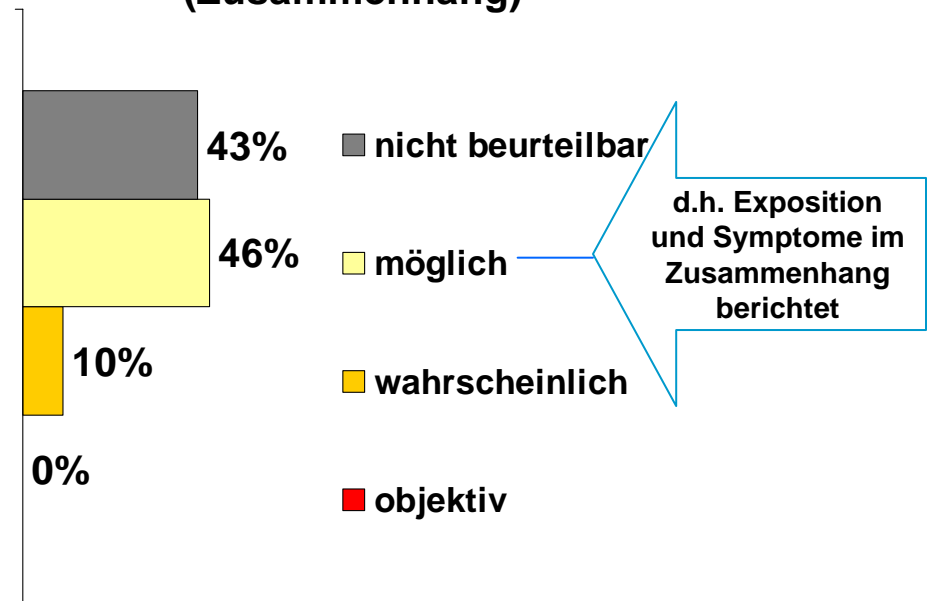
Ärztliche Meldung nach §16 Chemikaliengesetz

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 Tonergeschädigter (ITG): selbstberichtete Beschwerden

The screenshot shows the website 'Krank durch Toner' with the following content:

- Header:** 'Krank durch Toner', 'Über 1.800 Verdachtsfälle registriert', 'Stand: 20.06.2008', 'Laserdrucker können Ihre Gesundheit schädigen', 'Enketten zum Download'.
- Navigation:** Kurzinfo, Presse, Tipps, Infothek, Kontakte, Fotos, Termine, Intern.
- Main Text:** '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!'.
- Left Sidebar:** 'Wemers Gastkommentar', '©www.werner.de', 'Mail an ITG', 'Impressum (inkl. Disclaimer)', 'Interessengemeinschaft Toner-Geschädigter im BBU e.V.'.
- Right Sidebar:** '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'.
- Main Content Area (Bottom):** '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'.

**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:

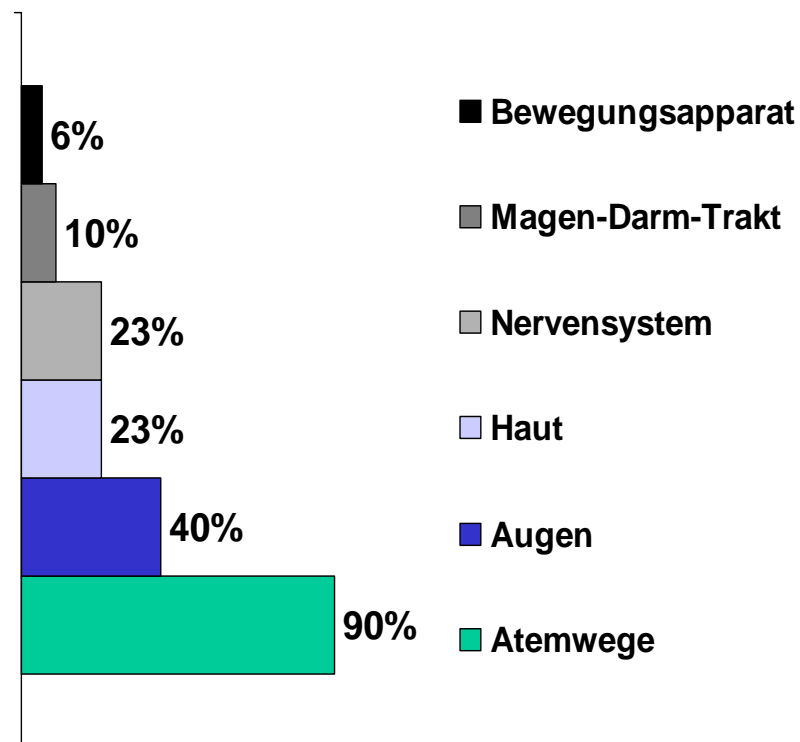
Krebserkrankungen

■ 4% (40 Fälle)

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

■ 13 unspezifizierte Leukämien

### Symptommennungen



# Systematische Untersuchung von Büroangestellten\*

## Gießen

(N= 18)

• Mai/Juni 2006

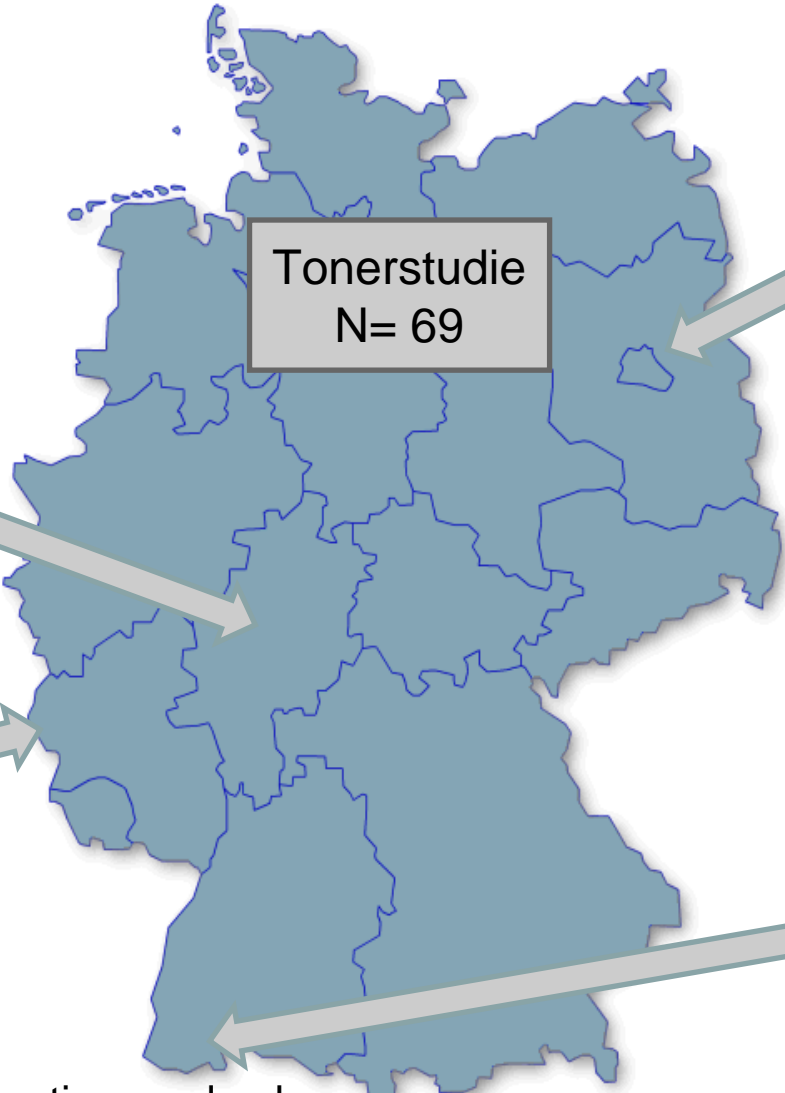
• Kfz- Zulassungsstelle

## Trier

(N= 32)

• März 2006

• Polizeipräsidium



Tonerstudie  
N= 69

## Berlin

(N= 9)

- Oktober 2006
- Bundestag

## Freiburg

(N= 10)

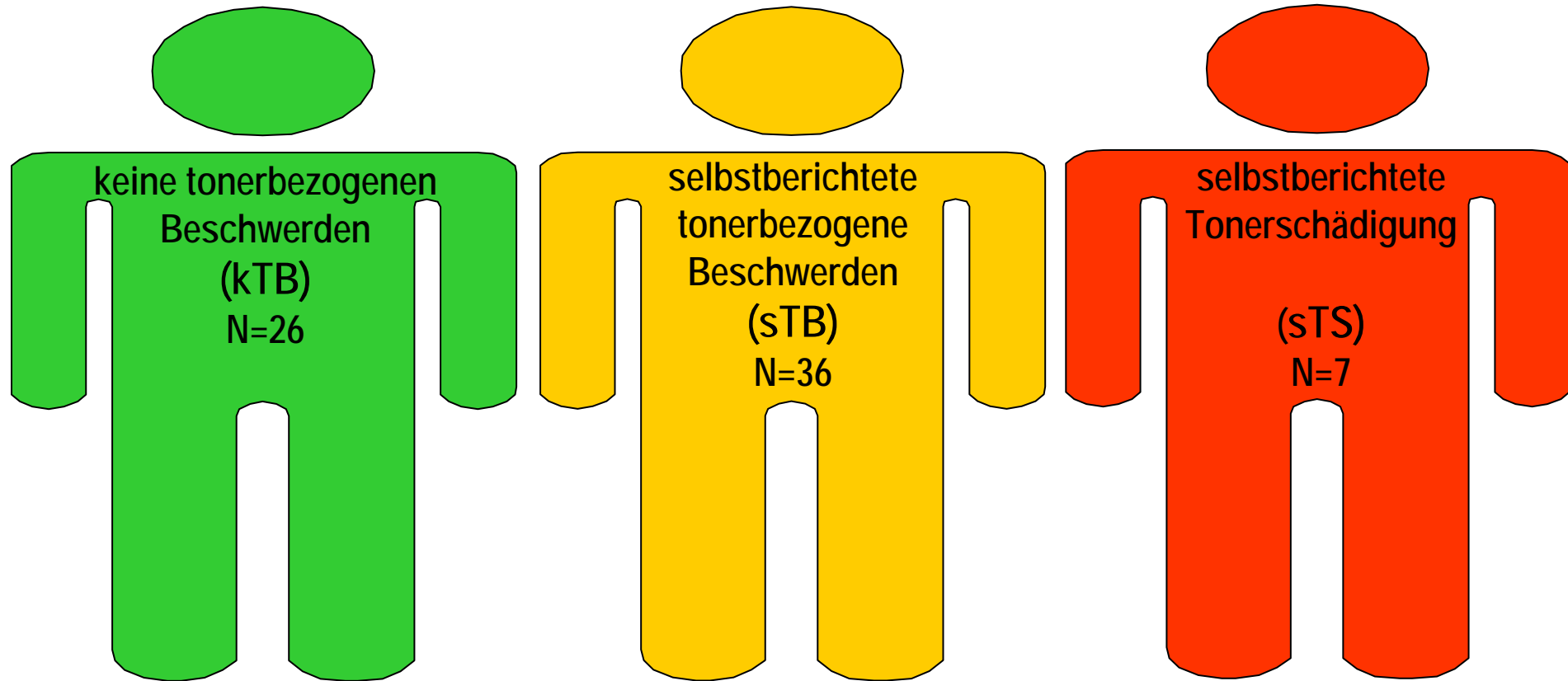
- Januar 2006
- Stadtverwaltung

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



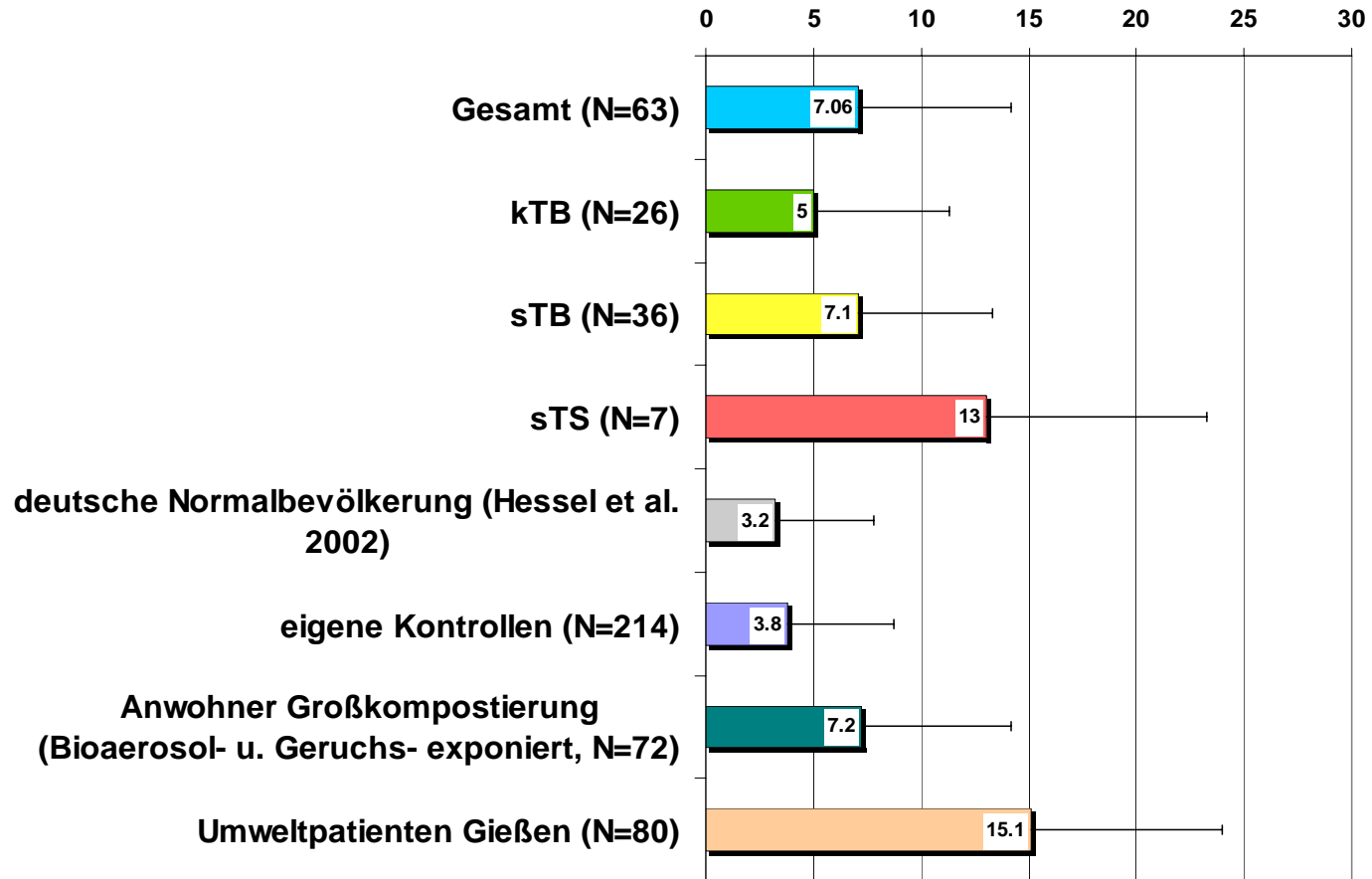
*„Bitte geben Sie an, in welchem Maße Sie von folgenden Beschwerden am Arbeitsplatz betroffen sind oder waren, in welchem Maße Sie die aufgeführten Beschwerden hatten und auf Tonergeräte ( z.B. Laserdrucker, Kopierer) zurückführen.“*

*„Sind Sie tonergeschädigt?“*

# Ergebnisse **Gesundheit**

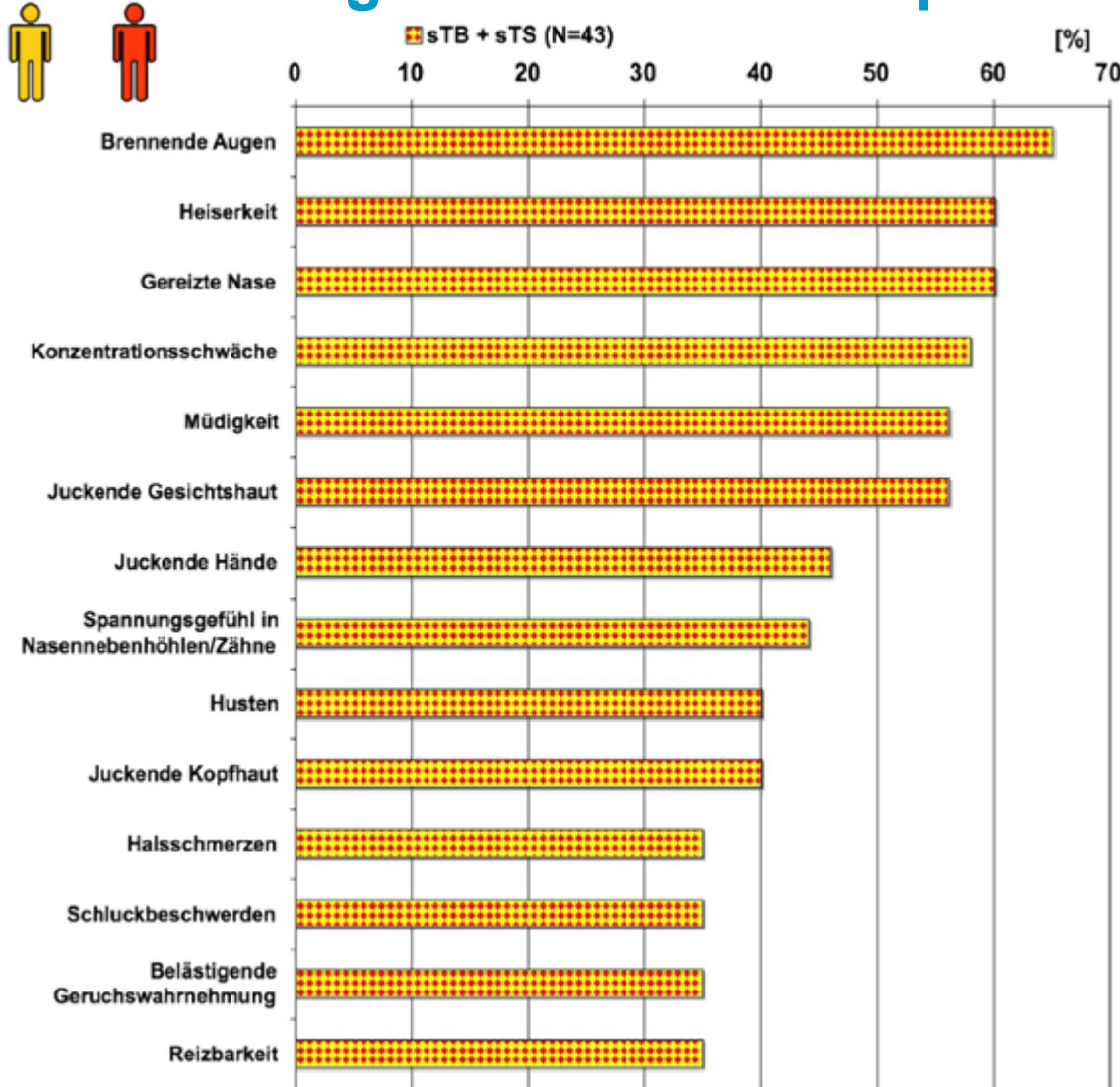
## Ärztlicherseits unerklärte körperliche Beschwerden

### Gesamtbeschwerdeindex (SOMS 2): Mittelwerte und SD



# Ergebnisse Büroarbeitsplatz

## Tonerbezogenes Beschwerdeprofil



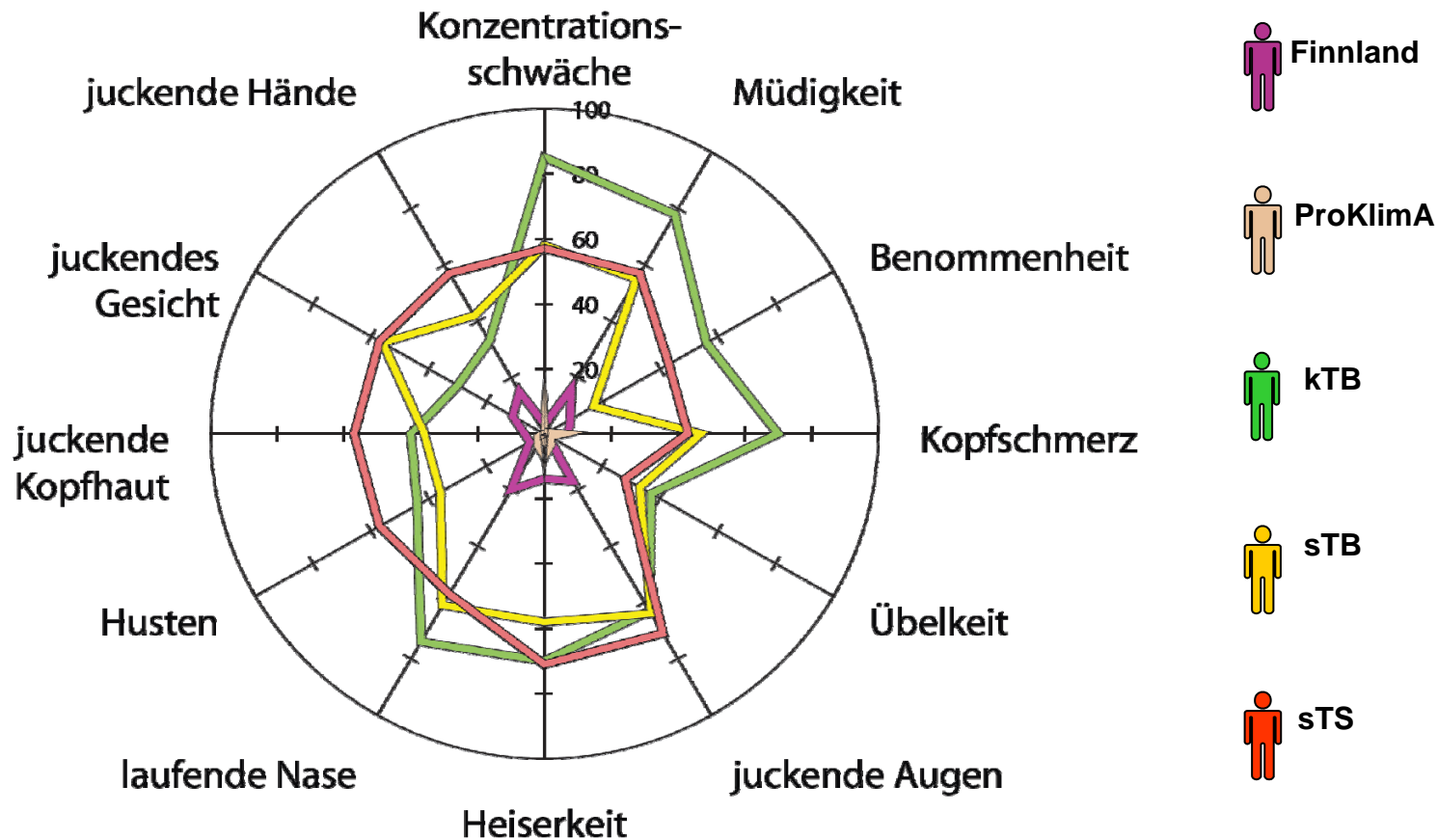
15 häufigste tonerbezogene Beschwerden aus MM- 40 (Ørebro) bei Probanden mit selbstberichteten tonerbezogenen Gesundheitsbeschwerden oder selbstberichteter Tonerschädigung



# 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](http://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](http://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

# „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	1,8	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 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