

5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Pilotstudie war es zu untersuchen, ob und gegebenenfalls in welchem Maße der Betrieb von Laserdruckern und Fotokopiergeräten in Büroräumen Einfluss auf die Innenraumluftqualität besitzt und ob es sich bei von Büroangestellten geäußerten Gesundheitsbeschwerden um ein definierbares Beschwerde- bzw. Symptommuster handelt, das mit Büroarbeitsplätzen, Drucker- und/oder Fotokopiererbetrieb assoziiert sein könnte.

Die Studie wurde dabei als Pilotstudie angelegt, die primär zur Aufgabe hatte, Erhebungsinstrumente auszuwählen und auf ihre Einsetzbarkeit zu überprüfen. Es war nicht Gegenstand der Untersuchung, durch die Ergebnisse zu einer abschließenden Risikobewertung der Exposition gegenüber Emissionen aus Laserdruckern und Fotokopierern zu kommen.

Zu diesem Zwecke wurden zwischen Januar und Oktober 2006 in Kooperation mit der Interessensgemeinschaft der Tonergeschädigten (ITG e.V.) 63 Büroräume in 9 Bürogebäuden an 4 Standorten (A-D) in Deutschland ausgewählt (A-1 bis D-63). Von diesen Bürogebäuden war zum Teil bekannt, dass dortige Mitarbeiter gesundheitliche Beschwerden auf den Betrieb von Druckern oder Fotokopierern zurückführten. Parallel zu den Innenraumuntersuchungen wurden aus den gleichen Bürogebäuden 69 freiwillige Probanden (Büromitarbeiter) für die Studie gewonnen und im Verlauf eines Arbeitstages betreut und untersucht.

Im innenraumanalytischen Teil der Studie (Studienteil A) wurde die Luftqualität in den Büroräumen im Ruhebetrieb (RB, nach der nächtlichen Ruhephase), im Druckbetrieb (DB, während standardisierter Druckvorgänge der im Raum vorhandenen Laserdrucker oder Kopierer) und im Arbeitsbetrieb (AB, während des normalen Bürobetriebs) untersucht. Hierzu wurde die Temperatur, Luftfeuchte, die Konzentrationen anorganischer Gase (O₃, CO₂, CO, NO₂) und von Formaldehyd sowie der Summe flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC) und flüchtiger organischer Einzelstoffe (VOC) gemessen. Zudem wurden die Teilchenanzahlen aus 16 Größenfraktionen im Größenbereich >0,23 bis >20µm mit einem Aerosolspektrometer gemessen und hieraus die massenbezogenen Partikelkonzentrationen der unterschiedlichen Staubfraktionen (PM₁₀, PM_{2,5} u.a.) berechnet. Feine und ultrafeine Partikel im Größenbereich 0,01 – 1 µm wurden mit einem Kondensationspartikelzähler (CPC 3007) bestimmt. Elektronenmikroskopische Analysen (TEM und REM) zur vergleichenden Spezifikation von Tonerstaub aus Tonerkartuschen und aus der Büroraumluft gesammelter Stäube schlossen sich an. Als möglicher, die Gesundheit beeinflussender Faktor (Confounder) wurde die Konzentration luftgetragener Schimmelpilze bestimmt.

Die Innenraumanalyse ergab im Mittel einen leichten Anstieg der Raumlufttemperaturen um 0,9 °C und der Luftfeuchte um 0,9 Vol% während des Druckbetriebs. Die Ergebnisse der Messungen von Ozon (O₃) und anderen anorganischen Gasen (CO, CO₂, NO₂) sowie von 190 Formaldehyd waren aufgrund der kritisch zu wertenden hohen Bestimmungsgrenzen der Messmethoden - die in der Pilotstudie primär aufgrund logistischer Vorgaben (Begrenzung des „Gerät parks“) eingesetzt wurden - nicht verwertbar.

Die TVOC- Konzentrationen betragen in den untersuchten Büroräumen im Maximum etwa 330 µg/m³. Ein signifikanter Unterschied der mittleren TVOC- Konzentrationen zwischen RB und DB konnte nicht erkannt werden; gegenüber der DB- und RB-Phase waren die mittleren und medianen TVOC -Konzentrationen in der AB-Phase signifikant niedriger.

Differenziert man nach Räumen mit Zunahme oder Abnahme der TVOC Konzentrationen, so konnte für 22 Büroräume ein Anstieg der TVOC Konzentrationen von den RB- zu DB-Phasen von im Mittel $44,5 \pm 56,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) auf $73,1 \pm 76,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $47,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) festgestellt werden, während es in 25 Büroräumen zu einem Abfall der mittleren TVOC Konzentrationen von $78,6 \pm 64,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zu $60,3 \pm 57,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $40,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kam.

Bei keinem der analysierten VOC-Einzelstoffe Methylcyclohexan, Benzol, Toluol, Ethylbenzol, n-Propylbenzol, m-Xylol, p-Xylol, 1,3,5-Trimethylbenzol, Styrol, α -Pinen, Δ 3-Caren, Limonen, Benzaldehyd und Acetophenon kam es im Mittel zu konsistenten Veränderungen während der verschiedenen Messphasen, allerdings konnten für Benzol und Styrol in Einzelfällen, d.h. für einzelne Büroräume Erhöhungen der Innenraumluftkonzentrationen in der DB-Phase festgestellt werden. Über die VOC-Quellen kann dabei keine Aussage gemacht werden.

Die auf der Basis der Anzahlkonzentrationen im Aerosolspektrometer errechneten massenbezogenen Partikelkonzentrationen ($>0,23 - >20 \mu\text{m}$) in der Raumluft betragen im Mittel zwischen etwa $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die mittleren Partikelkonzentrationen aller Räume lagen für die RB-Phase bei $59,5 \pm 23,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $57,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), für die DB-Phase bei $70,7 \pm 28,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $68,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und für die AB-Phase bei $81,7 \pm 38,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Median: $74,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Insgesamt konnte ein signifikanter Anstieg der mittleren Partikelkonzentrationen von der RB-Phase zur DB-Phase und von der RB-Phase zur AB-Phase, nicht aber von der DB Phase zur AB-Phase festgestellt werden. In der Tendenz erkennt man auch bei den PM10- und PM2,5-Partikelfractionen einen Konzentrationsanstieg von der RB-Phase zur DB-Phase.

Die mittels Kondensationspartikelzähler gemessenen Anzahlkonzentrationen der feinen und ultrafeinen Partikel ($0,01 - 1 \mu\text{m}$) lagen im Mittel aller Büroräume für die RB-Phase bei 11.057 ± 14.050 (Median: 6.503) Partikeln/cm³, für die DB-Phase bei 23.647 ± 18.444 (Median: 18.060) Partikeln/ cm³ und für die AB-Phase bei 18.923 ± 10.565 (Median: 15.539) Partikel/ cm³. Insgesamt konnte im Mittel ein signifikanter Anstieg der Konzentrationen feiner und ultrafeiner Partikel mit einem Durchmesser zwischen $0,01 \mu\text{m}$ und $1 \mu\text{m}$ von der RBPhase zur DB-Phase und von der RB-Phase zur AB-Phase festgestellt werden. Von der DB-191 Phase zur AB-Phase nahmen die mittleren Partikelkonzentrationen wieder ab.

In 64,5% der untersuchten Büroräume wurde zudem eine Konzentrationsspitze bei Beginn des Standarddruckvorgangs gefunden (Initialer Burst). Der initiale Burst führte zum Teil zu einer Vervielfachung der Partikelkonzentrationen in der Büroraumluft.

Die elektronenmikroskopische Auszählung von 5 Staubproben aus der Büroraumluft ergab zwischen 300 und 2376 A+A/ml (Teichen als Aggregate und Agglomerate pro Milliliter). Da mit dem Kondensationspartikelzähler um mindestens den Faktor 10 höhere Teilchenkonzentrationen der Größe $0,01 - 1 \mu\text{m}$ gemessen wurden, ist anzunehmen, dass $>90\%$ dieser Partikel nicht aus elektronenmikroskopisch messbaren Partikelkomponenten bestehen. Es kann sich vielmehr um (bisher unbekannte) flüchtige Substanzen oder Mikroaggregate aus verschiedenen Stoffen einschließlich der Silikonöle handeln. Bei den elektronenmikroskopisch messbaren Teilchen zeigten sich vereinzelt auch so genannte Hüllen bzw. „bubbles“, die als laserdruckerspezifische Komponenten interpretiert werden können.

Solche Hüllen konnten allerdings nur sehr selten nachgewiesen werden, so dass diese Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind. Validierende Untersuchungen sind hier abzuwarten.

Die elektronenmikroskopischen Elementanalysen der gefundenen Teilchen deuten bei einigen auf Dieselruß, bei anderen auf Tonerkomponenten hin.

Die Schimmelpilzkonzentrationen in der Innenraumluft (DG18-Agar, 20°C) lagen im Mittel für die RB-Phase bei $84,2 \pm 181,7$ KBE/m³, für die DB-Phase bei $81,9 \pm 173,2$ KBE/ m³ und für die AB-Phase bei 148 ± 250 KBE/ m³ (Außenluft: 200 ± 302 KBE/ m³). Auch unter Berücksichtigung der Malzextraktagar (MEA)- und 37°C-Kulturen konnten in den untersuchten Räumen keine Quellen für Schimmelpilze festgestellt werden.

Im Rahmen des gesundheitsbezogenen Teils der vorliegenden Pilotstudie (Studienteil B) wurden gegenüber tonerbasierten Bürogeräten exponierte Angestellte bezüglich ihrer Beschwerden und relevanten Gesundheitsdaten charakterisiert. Kernpunkte des epidemiologischen Ansatzes waren zum einen, den Einsatz des spezifisch für die Fragestellung zusammengestellten Instrumentariums auf Durchführbarkeit im Feld zu überprüfen, und zum anderen, Hinweise zu erhalten, inwiefern die von den Betroffenen berichteten, tonerbezogenen Beschwerden für ein bisher nicht beschriebenes, neuartiges oder auch bereits bekanntes Beschwerde- bzw. Krankheitsbild hindeuten können.

Die Auswahl der Methoden und Parameter basierte auf Angaben in der Literatur, die am Büroarbeitsplatz primär Auswirkungen auf Haut, Schleimhaut, Atemwege, körperliche Missempfindungen, Müdigkeit und Allgemeinbeschwerden sowie Konzentrationsstörungen beschrieben. Eine entsprechende Auswahl von etablierten Befragungsinstrumenten und klinischlaborchemischer Parameter wurde daher in die Studie - zum Teil modifiziert - eingesetzt.

Die freiwilligen Studienteilnehmer wurden unter Angestellten an Büroarbeitsplätzen der Standorte A-D rekrutiert, von denen bekannt war, dass ein Teil der dort Beschäftigten Gesundheitsbeschwerden auf Toner-Exposition zurückführte. Die Teilnehmer wurden im Rahmen der Erhebung von geschulten Mitarbeitern des Institutes für Hygiene und Umweltmedizin, Gießen, während arbeitsbegleitenden Untersuchungen an einem Tag betreut und untersucht.

Von den Probanden wurden Fragebögen ausgefüllt (u.a. Teile des BGS 98, MM-40, SOMS 2, SF-36, FLZ, FPI-R) sowie von den Untersuchern eine ärztliche Anamnese, Blutentnahme zur Bestimmung von Blutbild, CrP, IgE, RAST und ein Konzentrationstest (d2) durchgeführt. Anleitungen zur Sammlung von 24h-Urin (Bestimmung von Cotinin, Metallen) wurde gegeben sowie Atemwegparameter (NO im Exhalat, FEV1, VC) vor, während und am Ende der Arbeitszeit gemessen. Deskriptive Auswertungen der gesundheitlichen Parameter wurden für das Gesamtkollektiv und anhand von Kollektivstratifizierungen basierend auf der Selbstangabe der Büroangestellten zum Vorliegen von tonerbezogener Beschwerden im Fragebogen vorgenommen (Subkollektive: selbstberichtete Tonerbeschwerden [sTB], selbstberichtete Tonerschädigung [sTS], keine Tonerbeschwerden [kTB]).

Der epidemiologische Untersuchungsplan erwies sich in seiner Durchführung weitgehend als praktikabel. Aufgrund des Pilotcharakters der Studie und der damit verbundenen Limitierung von Probandenzahl und -auswahlmethode sind bewertenden Interpretationen

jedoch sehr enge Grenzen gesetzt. Die nachfolgenden Beobachtungen sind daher rein deskriptiv zu verstehen. Dies gilt insbesondere für Vergleiche zwischen den Subkollektiven und Vergleiche mit Kollektiven aus anderen Studien, da sich die Kollektive in wesentlichen Rahmendaten unterscheiden. Die gefundenen Tendenzen wurden vor diesem Hintergrund auch nicht statistisch auf ihre Signifikanz getestet.

Strukturell wurde erwartungsgemäß der Charakter eines Berufstätigenkollektivs deutlich (Gesamtkollektiv N=69 Probanden). Tonerbezogene Beschwerden (sTB) gaben N=36 Personen an, eine tonerbezogene Schädigung (sTS) N=7. Im Vergleich zu Daten des BGS 98 (adaptierte Stichprobe zur MCS-Studie) fanden sich im Gesamtkollektiv keine hohen Raten an Vorerkrankungen. Im Kollektiv sTB lagen die Raten niedriger als in bisherigen Studien an umweltmedizinischen Patienten. Die körperliche und seelische Gesundheit anhand des SF-36 wies insgesamt eine große Streuung um die Normwerte auf. Beim Vergleich von sTB mit denjenigen ohne tonerbezogene Beschwerden (kTB, N=23) zeigten sich im Median deskriptiv schlechtere Werte der gesundheitlichen Lebensqualität bei Probanden mit selbst berichteten tonerbezogenen Beschwerden, die möglicherweise in dem höheren Alter dieses Kollektivs gründen.

Die Raten ärztlicherseits unerklärter körperlicher Beschwerden (SOMS 2) waren im Gesamtkollektiv höher als in Referenzpopulationen. Bei Personen mit tonerbezogenen Beschwerden wurden im SOMS 2 häufiger mit diesen unerklärten körperlichen Beschwerden verbundene Arztbesuche berichtet. Im Persönlichkeitsprofil (FPI-R, d2) zeigten sich für alle Studienteilnehmer Verteilungen im Bereich der Normwerte, dies gilt auch für die Skala „berufliche Beanspruchung“ des FPI-R. Im Gesamtkollektiv lagen die Werte der allgemeinen und individuellen Umweltbesorgnis niedriger als in Referenzpopulationen.

Hingegen fanden sich höhere Summenscores der Umweltbesorgnis im Kollektiv mit tonerbezogenen Beschwerden.

Die untersuchten Parameter zur allergischen Sensibilisierung (IgE, RAST) wiesen in der deskriptiven Ratenverteilung ein erwartetes Ranking der Allergengruppen auf: Inhalation (37%) > Nahrungsmittel (7%) > Schimmelpilz (2%). Personen mit selbstberichteter Tonerbeschädigung (sTS, N=7) hatten deskriptiv die geringsten Raten an Sensibilisierungen. Beide Parameter führten zu sinnvollen, sich ergänzenden Ergebnissen bei dem untersuchten Kollektiv. Hinweise auf Entzündungsprozesse, z.B. der Atemwege, konnten anhand der Laborergebnisse (Blutbild, CrP) bei keinem der Probanden gefunden werden. Konzentrationen an Stickoxid (NO) im Exhalat zeigten deskriptiv weder Unterschiede zwischen den Kollektiven sTB und kTB noch zwischen den morgendlichen Leerwerten und Konzentrationen nach Arbeitsplatzexposition am Mittag. Bei Personen mit Allergien, Asthma oder Infektion jedoch war im Mittel die Konzentration von NO deskriptiv höher als bei Personen ohne eine solche Erkrankung. Bei einigen Probanden, die in den Fragebögen angegeben hatten, Nichtraucher zu sein, ließ dieser Parameter durch zu hohe Werte Hinweise auf „reporting error“ vermuten. Da bei der Spirometrie technische Probleme auftraten, wurden die Spirometriedaten wegen unplausibler Ergebnisse nicht verwertet. Von den Gesundheitsbeschwerden, die sich auf den Büroarbeitsplatz bezogen, wurden insgesamt höhere Raten an irritativen Beschwerden von Atemwegen und Schleimhäuten berichtet als in einem finnischen und deutschen Vergleichskollektiv aus Büroräumen (ProKlimAStudie). Probanden mit selbstberichteten Tonerbeschwerden oder -schädigung bezogen diese irritativen Beschwerden auf die Tonerexposition (Attribuierung) und Probanden ohne Tonerbeschwerden auf den Arbeitsplatz insgesamt.

Bei der Beurteilung der Büroarbeitsplatzumwelt wurden von allen häufiger trockene bzw. verbrauchte Luft, Staub, hohe Temperatur und Lärm beklagt als in den Vergleichskollektiven der ProKlimA-Studie.

Personen mit tonerbezogenen Beschwerden beklagen sich in höherem Maß über ihre Büroarbeitsplatzumwelt als diejenigen ohne Tonerbeschwerden. Prinzipiell glichen die in dieser Pilotstudie im Zusammenhang mit Tonern berichteten Beschwerden jenen, die auch beim „Sick-Building-Syndrom“ (SBS) beobachtet werden.

Die Untersuchung von Metallen (Cadmium, Chrom, Nickel) im 24-Std.-Urin der Probanden (Studienteil C) ergab unter Berücksichtigung der herangezogenen Referenz- und Literaturwerte keine Hinweise auf eine erhöhte Exposition gegenüber diesen Schwermetallen. Von den 20 angeschriebenen sTB- und sTS-Probanden erklärten sich 11 Personen, die alle über Atemnot am Arbeitsplatz klagten, zu einer Ganzkörperplethysmographie mit Methacholin - Provokation bereit. Davon wurde bei 7 (64%) eine unspezifische bronchiale Hyperreagibilität (UBH) festgestellt. Dies ist im Vergleich zur europäischen Allgemeinbevölkerung, von der für Probanden zwischen 22 und 44 Jahren UBH-Häufigkeiten zwischen 3,4 und 27,9 % berichtet werden, ein deutlich erhöhter Anteil, wobei unklar bleibt, ob dies mit einem Selektionsbias („Atemnot am Arbeitsplatz“) in Zusammenhang steht.

Bei der vorliegenden Studie handelte es sich um eine Pilotstudie. Verallgemeinernde oder statistisch belastbare Aussagen im Hinblick auf Expositionshöhen und gesundheitliche Effekte sind daher nicht möglich, sondern allenfalls in ihrer Tendenz abschätzbar, was als Grundlage zur Generierung von Arbeitshypothesen für weiterführende, Beziehungswahrscheinlichkeiten oder Kausalitäten aufklärende Untersuchungen dienen sollte.

Deutlich wurde die hohe Variabilität der Parameter realer Büroräume sowie die ebenso hohe Variabilität des Einflusses beim Betrieb von Laserdruckern und Fotokopierern auf die Luftqualität in den Büroräumen, was für eine Expositionsabschätzung prinzipiell immer die detaillierte Betrachtung des jeweils einzelnen Raumes notwendig macht. Mittelungen von Messergebnissen – wie auch in vorliegender Studie für die statistischen Bewertungen durchgeführt – können wegen der Nicht-Standardisierbarkeit des Realraums nicht zu einer Abschätzung der individuell zu erwartenden Expositionen und damit auch nicht von Risiken verwendet werden.

Dennoch lassen sich aus der durchgeführten Studie einige Schlussfolgerungen ableiten.

So kann aus den Ergebnissen der Pilotstudie geschlossen werden, dass sich sowohl im innenraumanalytischen wie auch im probandenbezogenen Studienteil die eingesetzten Instrumente sowie das Studiendesign weitgehend als geeignet erwiesen haben und somit - zum Teil nach Modifikation - auch in weiterführenden Studien eingesetzt werden können.

Für die innenraumhygienisch wichtigen Parameter Ozon und Formaldehyd sollten in diesem Zusammenhang selektivere und sensitivere Methoden eingesetzt werden, was sicherlich neue Fragen an die Messlogistik (Umfang des „Geräteparks“) stellen wird.

Neben den gewonnenen, methodischen und instrumentellen Erkenntnissen wurden zudem deutliche Hinweise auf eine mögliche Beeinflussung der Innenraumluftqualität durch den Betrieb von Druckern und Kopieren gefunden.

Als Befund ist die beobachtete Staub- und Feinstaubbelastung der Büroraumluft hervorzuheben, die beim Betrieb von Laserdruckern oder Kopiergeräten häufig deutlich zunimmt und die schon unter quantitativen Aspekten als hygienisch, wenn nicht gar gesundheitlich bedenklich zu werten ist.

In diesem Kontext ist auch der initiale Burst der Emission feiner und ultrafeiner Partikel beim Druckprozess zu sehen, dessen gesundheitliche Bedeutung derzeit ebenfalls nicht abschätzbar ist.

Welche chemische und physikalische Partikeleigenschaften hier eine Rolle spielen, bleibt ebenso offen wie die Frage, welche Komponenten des Druckgerätes für diese Emissionen überhaupt verantwortlich sind.

Darüber hinaus ergaben sich Hinweise auf Muster an Gesundheitsbeschwerden bei den untersuchten Personen. So glichen die von den Probanden im Zusammenhang mit Tonern berichteten Beschwerden denen des „Sick-Building-Syndroms“ (SBS) und bestanden im Wesentlichen aus irritativen Schleimhautbeschwerden im Sinne einer „Mucous Membrane Irritation“ (MMI). Beim SBS-Syndrom wird eine multifaktorielle Genese angenommen, das Syndrom ist in seiner Ätiologie bisher ungeklärt.

Somit stellen die hier bei Probanden mit tonerbezogenen Gesundheitsbeschwerden beobachteten Symptome zwar kein neues Syndrom dar, es gilt jedoch herauszufinden, welche Bedeutung eine Exposition gegenüber laserdruckerspezifischen Emissionen an dieser wiederholt und in unterschiedlichen Fragestellungen beobachteten SBS/MMI-Symptomatik zukommt.

Das Auftreten einer unspezifischen bronchialen Hyperreagibilität (UBH) bei 7 von 11 für die Zusatzuntersuchungen (Ganzkörperplethysmographie) gewonnenen Probanden wirft zudem die Frage auf, ob Expositionen gegenüber Stäuben oder laserdruckerspezifischen Emissionen und die beobachtete individuelle Suszeptibilität im Sinne eines synergistischen Effektes zu werten sind oder ursächlich mit einer UBH in Verbindung gebracht werden können.

Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass sich aus den in dieser Studie gewonnenen Erkenntnissen über Innenraumlufbelastungen und dem Spektrum der beobachteten Gesundheitsbeeinträchtigungen Fragestellungen generieren, die vor einer belastbaren Gefährdungs- bzw. Risikoanalyse einer Exposition gegenüber den Emissionen aus Laserdruckern oder Fotokopiergeräten zu beantworten sind. Dies wird durch Publikationen in der aktuellen und internationalen Literatur untermauert.

Untersuchungen zur genaueren analytischen Charakterisierung und Quantifizierung der Emissionen aus Laserdruckern und Kopierern, Untersuchungen zellbiologischer Effektparameter, humane Interventionsstudien, epidemiologische Erhebungen und Kasuistikstudien werden vorgeschlagen, um die Frage zu beantworten, welche gesundheitlichen Effekte gegebenenfalls bei einer Exposition gegenüber laserdrucker- bzw. fotokopiererspezifischen Emissionen zu erwarten sind.

Darüber hinaus erscheinen unter Vorsorgeaspekten schon auf der Basis des derzeitigen Erkenntnisstandes präventive Maßnahmen zum Gesundheitsschutz (Expositionsminimierung) angezeigt.

6 Danksagung

Ich danke dem **Bundesinstitut für Risikobewertung** (BfR) für die Bereitstellung der finanziellen Mittel zur Durchführung der Pilotstudie sowie der später geplanten Zusatzuntersuchungen zur Analyse ultrafeiner Partikel und der Lungenfunktionsuntersuchungen

Besonderer Dank gebührt dabei Herrn **Prof. Dr. W. Lingk** und Frau **Prof. Dr. U. Gundert-Remy** vom BfR, die die Studie mit ihrem Sachverstand initiierten und begleiteten sowie stets als Ansprechpartner für die Diskussion zur Verfügung standen

Dank gebührt auch Herrn **H.-J. Stelting** von der Interessengemeinschaft Toner geschädigter (ITG) im Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz, der maßgeblich auf das Thema aufmerksam machte und somit nicht unerheblich an der Initiierung des Projektes beteiligt war. Zudem war seine Hilfe bei der Auswahl der Gebäude/Kollektive sehr hilfreich

Ich danke insbesondere den verantwortlichen **Ansprechpartnern** der in die Studie einbezogenen Bürogebäude; ohne sie wäre aus organisatorischer und logistischer Sicht die Durchführung der Studie nicht möglich gewesen. Ich bitte zu akzeptieren, dass an dieser Stelle aus Gründen der Anonymisierung insbesondere der Probandenkollektive die Namen der Verantwortlichen vor Ort nicht genannt werden.

Außerdem und in besonderer Weise danke ich den **Beschäftigten bzw. Angestellten** in den Büros der untersuchten Büro- bzw. Verwaltungsgebäude, die sich als Probanden bereit erklärten an der Studie teilzunehmen und somit die Prozedur der nicht immer angenehmen klinischen Untersuchungen wie Blutentnahmen und Lungenfunktionstests sowie die zeitaufwendigen Fragebogenerhebungen mit großer Ernsthaftigkeit auf sich zu nehmen.

Freiburg, den 21.12.2007
Prof. Dr. Volker H. Mersch-Sundermann
Studienleiter