

Final Report

- Abstract -

**„Measurement and characterization of UFP emissions from
hardcopy devices in operation”**

Customer

**BITKOM Servicegesellschaft mbH,
Albrechtstraße 10, 10117 Berlin**

WKI Project number: 122 270

Report number: MAIC 1985-2010

Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Institute (WKI)
Dep. Material Analysis and Indoor Chemistry
Bienroderweg 54E
38108 Braunschweig, Germany

Director

Prof. Dr. Bohumil Kasal

Project manager

Dr. Michael Wensing

January 2011

Measurement and characterization of UFP emissions from hardcopy devices in operation

Wensing, M. ^{1*)}, Delius W. ¹⁾, Fauck C. ¹⁾, Omelan A. ¹⁾, Petersen J. ²⁾, Schripp, T. ¹⁾,
Uhde E. ¹⁾, Salthammer T. ¹⁾

¹⁾ Fraunhofer Wilhelm Klaudivitz Institute (WKI), Bienroder Weg 54E, 38108 Braunschweig, Germany

²⁾ Fraunhofer Institute for Surface Technology (IST), Bienroder Weg 54E, 38108 Braunschweig, Germany

*) Project manager

Dr. Michael Wensing
Fraunhofer Wilhelm-Klaudivitz-Institut (WKI)
Material Analysis and Indoor Chemistry (MAIC)
Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig
Germany
Phone: ++49(0)531 2155 331
Mail: michael.wensing@wki.fraunhofer.de
Web: www.wki.fraunhofer.de

Das Fraunhofer WKI hat im Auftrag von BITKOM ein zweijähriges Forschungsvorhaben bearbeitet, bei dem mögliche Partikelfreisetzung von Laserdruckern und Kopierern untersucht wurden. Die wesentlichen Projektinhalte und Ergebnisse sind nachfolgend zusammengefasst.

Im Rahmen des Vorhabens wurden drei Arbeitspakete bearbeitet:

- Entwicklung eines standardisierten Messverfahrens für die Bestimmung von Fein- und Ultrafeinpartikeln
- Untersuchung einer größeren Anzahl von Tisch- und Standgeräten auf eine Freisetzung von Fein- und Ultrafeinpartikel
- Charakterisierung und Identifizierung der beim Betrieb von Laserdruckern freigesetzten Fein- und Ultrafeinpartikel

Als erster Schritt wurde eine Messmethode entwickelt und erprobt, mit der Ultrafein- und Feinstaubkonzentrationen während des Betriebs von Laserdruckern und Kopierern bei Prüfkammeruntersuchungen standardisiert gemessen werden können. Die Messmethode basiert auf der Zählung von Partikeln und kann auch Partikel erfassen, die aufgrund ihrer verschwindend geringen Masse allein durch eine Wägung nicht erfasst würden. Weiterhin können mit Hilfe von zwei verschiedenen Messgeräten Partikelgrößen von 5,6 nm bis 20 µm differenziert werden. Die Messmethode wurde zwischenzeitlich von ECMA in eine internationale messtechnische Norm übernommen und ist so ausgelegt, dass zukünftig auch im Rahmen der Vergabe des Gütezeichens „Blauer Engel“ Messungen von Ultrafein- und Feinpartikeln möglich sind.

Mit der entwickelten Messmethode wurden insgesamt 26 Laserdrucker (Tisch- und Standgeräte) derzeit gebräuchlicher Technologien von 13 verschiedenen namhaften Herstellern untersucht. Dabei zeigten sich für einzelne Geräte bzgl. der Ultrafeinpartikel charakteristische Unterschiede: So kann z. B. zwischen sogenannten „Initial Burst-“ und „Konstant-Emittern“ unterschieden werden. Auch die Anzahl und Größenverteilung der freigesetzten Ultrafeinpartikel unterscheidet sich bei den einzelnen Geräten charakteristisch.

Die gefundenen Unterschiede sind aber weder herstellerepezifisch noch an eine bestimmte Technologie gebunden.

Im Rahmen des Projektes wurde keine Quellen- und Ursachenforschung bzgl. des Auftretens der Ultrafeinpartikel vorgenommen. Im Kontext mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen des WKI ist aber davon auszugehen, dass die Ultrafeinpartikel mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit erst während des Druckens durch Temperatureinwirkung und so genannte homogene Nukleation von SVOC gebildet werden. Ähnliche Phänomene der Bildung von ultrafeinen Partikeln unter Wärmeeinwirkung sind auch im Zusammenhang mit Haushaltstätigkeiten wie Kochen, Backen und Toasten beobachtet worden.

Weiterhin zeigte sich, dass die Entstehung der Ultrafeinpartikel ein sehr komplexer Prozess ist. Beispielsweise scheinen sowohl die Temperatursteuerung als auch chemische Eigenschaften (Oberflächenmaterial, Schmiermittel, etc.) der Fusereinheit – dort wird der Toner unter Temperatureinwirkung auf dem Papier fixiert - eine wichtige Rolle zu spielen. Eine UFP-Reduktion wäre demnach nicht allein durch Veränderung nur eines Faktors zu erreichen. So wäre zum Beispiel ein bloßes Absenken der Fusertemperatur nicht ausreichend, da hierdurch gleichzeitig wesentliche Eigenschaften des Druckers - wie zum Beispiel die Druckqualität - mit beeinflusst werden können.

Außerdem ergaben erste Untersuchungen zu angebotenen Zusatzfiltern, dass deren Effektivität deutlich variiert. Eine nachträgliche Anbringung eines Filters bedeutet möglicherweise auch einen Eingriff in die Betriebssicherheit des Gerätes. Sofern eine Reduktion der Ultrafeinpartikel überhaupt notwendig sein sollte, wären – unter Berücksichtigung der vorstehend beschriebenen Komplexität - technische und konstruktive Änderungen des Druckers und nicht externe Zusatzfilter das Mittel der Wahl.

Als wesentliche Eigenschaft der Ultrafeinpartikel wurde festgestellt, dass diese bei höheren Temperaturen verdampfbar sind. Weiterhin sind diese Partikel wasserunlöslich. Es wurden keine Hinweise dafür gefunden, dass es sich bei den Ultrafeinpartikeln um „feste“ Bestandteile handelt, die z. B. Carbon Black, Eisen oder andere Metalle enthalten. Bei den

Ultrafeinpartikeln handelt es sich vielmehr im Wesentlichen um schwererflüchtige organisch-chemische Verbindungen (SVOC) wie wachsartige Paraffinkohlenwasserstoffe und cyclische/offenkettige siliciumorganische Verbindungen. Letztere Verbindungen werden beispielsweise als Schmiermittel in technischen Geräten eingesetzt.

Allen untersuchten Geräten ist gemeinsam, dass jeweils nur sehr geringe Emissionen an Feinstaubpartikeln größer $0,3\ \mu\text{m}$ feststellbar waren. Tonerpartikel, die eine Größe zwischen ca. $2\ \mu\text{m}$ und ca. $10\ \mu\text{m}$ haben, wurden in keinem Fall in den Geräteemissionen nachgewiesen. Ein deutlicher Anstieg der Feinstaubpartikel einer Größe von $0,3\ \mu\text{m}$ – $10\ \mu\text{m}$ konnte bei Realraumversuchen nur festgestellt werden, sobald ein Fenster geöffnet wurde. Dies zeigt, dass Luftkonzentrationen in dieser Partikelgröße in Innenräumen/Bürräumen maßgeblich durch Partikel in der Außenluft beeinflusst werden.