

# **FRAport – die dominierende Feinstaubpartikelquelle im Rhein-Main-Gebiet**

ein Bericht von

Joachim Alt und Wolfgang Schwämmlein

Arbeitsgruppe FEINSTAUB im Bündnis der Bürgerinitiativen im Rhein-Main-Gebiet

Oktober 2015



# **FRAport – die dominierende Feinstaubpartikelquelle im Rhein-Main-Gebiet**

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Im Rahmen der Beschäftigung mit der Lärmproblematik des Flugbetriebes kamen immer mehr Fragen hinsichtlich des damit verbundenen Schadstoffausstoßes auf. Während die Umweltbehörden stets die gute Luft und die Einhaltung der Grenzwerte bekunden, wurde die Sorge um einen etwaig fatalen Systemfehler immer größer. Sollte die tagtägliche Verbrennung von rund 1 Mio. Liter Kerosin rund um FRAport tatsächlich keine Auswirkungen auf die Umwelt haben? Hat die Festlegung von Grenzwerten und die Schadstoffbestimmung vielleicht nicht mit der Entwicklung leistungsfähiger Triebwerke mitgehalten?

Hat der jahrzehntelange Umgang mit den durch Gewichtsbestimmung ermittelten Feinstaubkennwerten PM10 (und seit neuerer Zeit auch PM2,5) in den zuständigen Behörden zu einer wirklichkeitsfremden Bewertung der realen Gefahrenpotentiale geführt? Wird die Gefährlichkeit der einzelnen Bereiche zurzeit ausschließlich nach der emittierten Feinstaubtonnage beurteilt? 0,7 Prozent Anteil an den PM10-Feinstaubemissionen aus dem Flugverkehr in Deutschland erscheinen gegenüber den restlichen Verursachern nahezu lächerlich.

Dabei wird gänzlich übersehen, dass sich die Emissionen durch die technische Entwicklung in den feineren Bereich verschoben haben und diese ultraleichten Ultrafeinstaubpartikel bei relativ niedriger Feinstaub-Tonnage große gesundheitliche Schäden anrichten können. Denn für die schädigende Wirkung ist die spezifische Oberfläche und die Zusammensetzung des Staubes wesentlich, nicht dessen Gewicht. Die spezifische Oberfläche korreliert mit der Partikelanzahl bzw. der Partikelkonzentration. Die bei Fraport tagtäglich in Triebwerken verbrannte Kerosinmenge reicht aus, um FRAport zum dominierenden Partikel-Emittenten im Rhein-Main-Gebiet zu machen. Selbst in Mainz konnten wir bei Überflug und Vorbeiflug einen Anteil des Flugverkehrs von bis zu 75% an der Partikelanzahlkonzentration zweifelsfrei feststellen. Damit sind die bislang angeführten Argumente, es handle sich bei den Schadstoffemissionen aus dem Flugverkehr um lokal begrenzte Emissionen, die nur die unmittelbare Flughafenumgebung betreffen, widerlegt.

Wir fordern eine flächendeckende kontinuierliche Messung (Zählung) des Ultrafeinstaubes, der die Belastung der Bevölkerung insbesondere in den durch Überflug und Vorbeiflug betroffenen Gebieten dokumentiert. Gleichzeitig halten wir es für unabdingbar, dass Umweltzonen nicht mehr nur auf den innerstädtischen Verkehr begrenzt bleiben. Der Flugbetrieb darf nicht länger außen vor bleiben, gerade wenn es bei starker Belastung um notwendige Betriebsbeschränkungen geht. Die Umweltbehörden der betroffenen Länder sind damit aufgefordert, im Sinne einer Gesundheitsvorsorge für die betroffenen Menschen unsere Forderungen unmittelbar aufzugreifen und umzusetzen.

Des Weiteren fordern wir, dass die Untätigkeit auf dem Ultrafeinstaubsektor überwunden wird und notwendige Forschungsaufträge erteilt werden. Es macht nicht länger Sinn, fehlende Erkenntnisse zu beklagen und nicht selbst zu einem Engagement auf diesem Sektor bereit zu sein.

Eines ist heute auch ganz klar, an einer Ultrafeinstaub-Verordnung führt kein Weg vorbei.

Die Charakterisierung des Ultrafeinstaubes sollte dabei durch ein Zählverfahren erfolgen. Der in letzter Zeit kommunizierte Ersatz durch die Ermittlung des EC (Elementar Carbon) ist keine Lösung. Auch dieser Kennwert basiert auf Wägung und lässt somit den Einfluss von „High-Tech-Verbrennungen“, die ausschließlich ultrafeine Partikel emittieren, nicht erkennen.

(siehe hierzu auch: [http://climpol.iass-potsdam.de/sites/climpol/files/wysiwyg/files/russpapier-teil1\\_iass\\_duh\\_ausdruck3.pdf](http://climpol.iass-potsdam.de/sites/climpol/files/wysiwyg/files/russpapier-teil1_iass_duh_ausdruck3.pdf) )

**Aber genau hierin liegt das Problem der Zukunft!**

**Wer die Zukunft gestalten will, muss hier aktiv werden.**

## Ausgangspunkt - Motivation

Wir konnten nicht glauben, dass selbst bei Verbrennung von ca. 1 Million Liter Kerosin am Tag keine Belastung der Außenluft feststellbar sein sollte! Es hatte den Anschein, dass die gesetzlichen Mess- und Grenzwerte (PM10 und PM 2,5) nicht geeignet sind, die exorbitant hohe Anzahl von ultrafeinen Partikeln, die bei der Verbrennung von Kerosin im Flugzeugtriebwerk entstehen, messtechnisch nachzuweisen.

Eine schöne Bestätigung für die Unbrauchbarkeit der herkömmlichen Kennwerte PM10 und PM2,5 waren und sind nicht zuletzt die Messungen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) in Frankfurt Lerchesberg und in Flörsheim, die dies überdeutlich zeigen. Hier die Ergebnisse im Spiegel der Presse.



**Wie man sieht, hat die Presse die falschen Schlüsse aus den Ergebnissen gezogen. Trifft dies auch auf das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie zu?**

Die Ergebnisse waren allerdings auch gar nicht anders zu erwarten, denn die derzeit gültigen Feinstaubkennwerte (PM10 und PM2,5), ermittelt durch Gewichtsbestimmung, erlauben nur den Nachweis der „groben“ Feinstaubpartikel. Den Flugzeugtriebwerken entströmen aber unglaubliche Mengen ultrafeiner, ultraleichter Partikel (beim Start eines Airbus 330: Billionen Partikel pro Sekunde). Werden diese Ultrafeinstaubpartikel gemeinsam mit deutlich größerem und schwererem Feinstaub gewogen (wie dies bei der PM10/PM2,5-Bestimmung geschieht), kommen sie aufgrund ihres geringen Gewichtes nicht zur Geltung.

Seit langem ist in der Fachwelt bekannt, dass ganz besonders stark forcierte Verbrennungen, wie sie in Motoren und ganz extrem im Flugzeugtriebwerk anzutreffen sind, ausschließlich ultrafeine, ultraleichte Partikel erzeugen, die dann bei der PM10- und PM2,5-Wägung sehr niedrige Werte ergeben. Derartige „High-Tech“-Verbrennungen erscheinen deshalb bei PM10 und PM 2,5 als sauber und ausgesprochen umweltfreundlich.

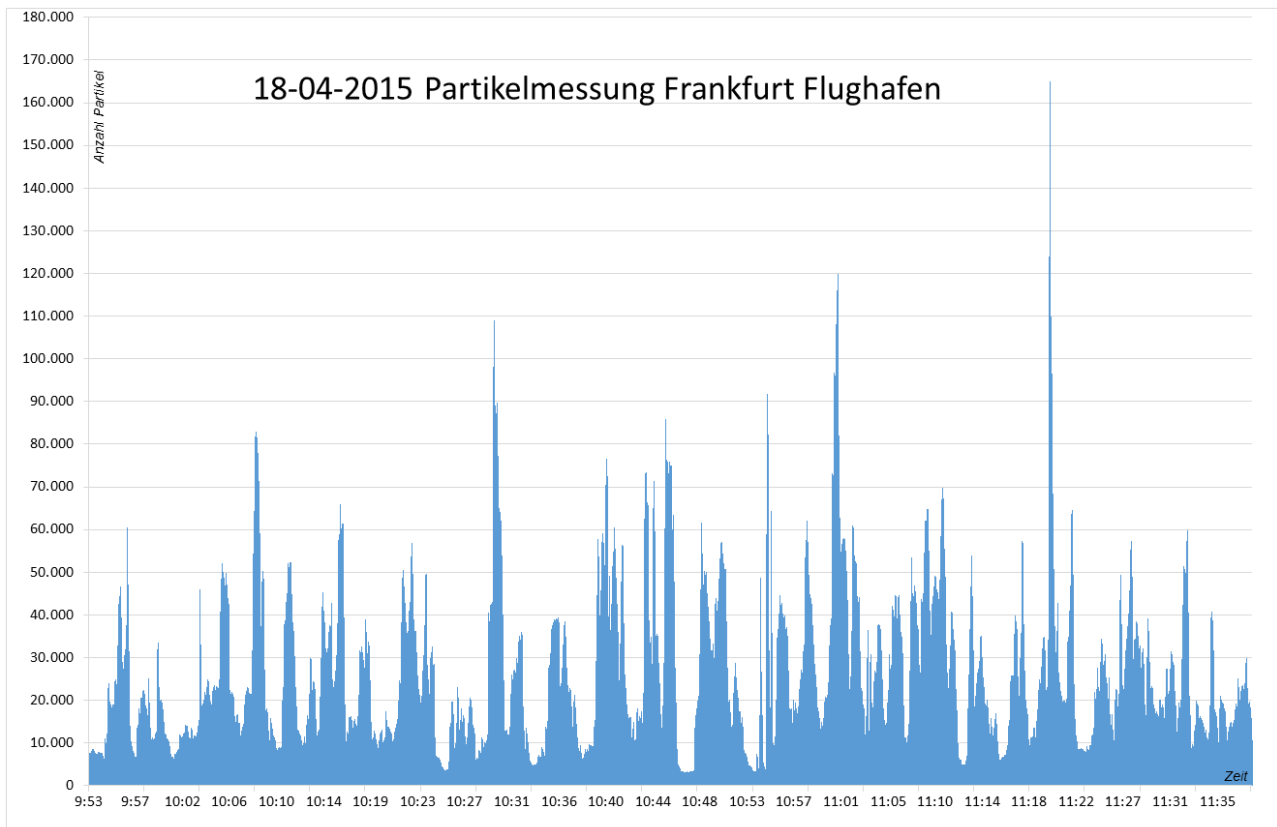
### Das Gegenteil ist aber der Fall!

Die ultrafeinen Verbrennungspartikel, die das Triebwerk verlassen, liegen zum größten Teil zwischen 10 und 20 Nanometer und können so in der Lunge nicht mehr zurückgehalten werden. Sie gelangen direkt in die Blutbahn und von da in praktisch alle Organe. Die extrem hohe spezifische Oberfläche der UFPs sorgt für eine große Kontaktfläche und dadurch zu einer hohen Reaktivität.

## Unsere Vorgehensweise

Die hohe Ultrafeinstaubbelastung an Flughäfen selbst war durch die Kopenhagen-Studie bereits bekannt. <http://www.project-cleanair.eu/materials/>

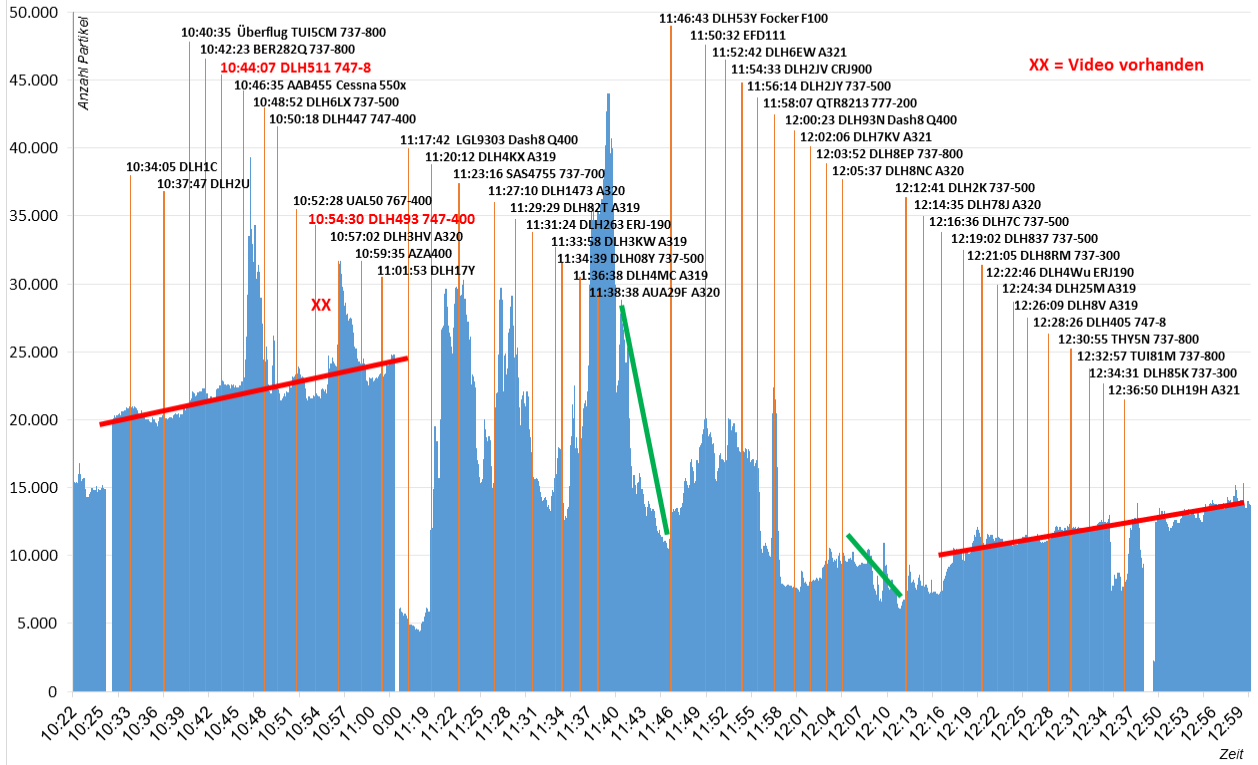
Daran wollten wir anknüpfen und führten deshalb zunächst Messungen in unmittelbarer Flughafennähe durch, am Airport Ring, direkt unter den landenden Flugzeugen.



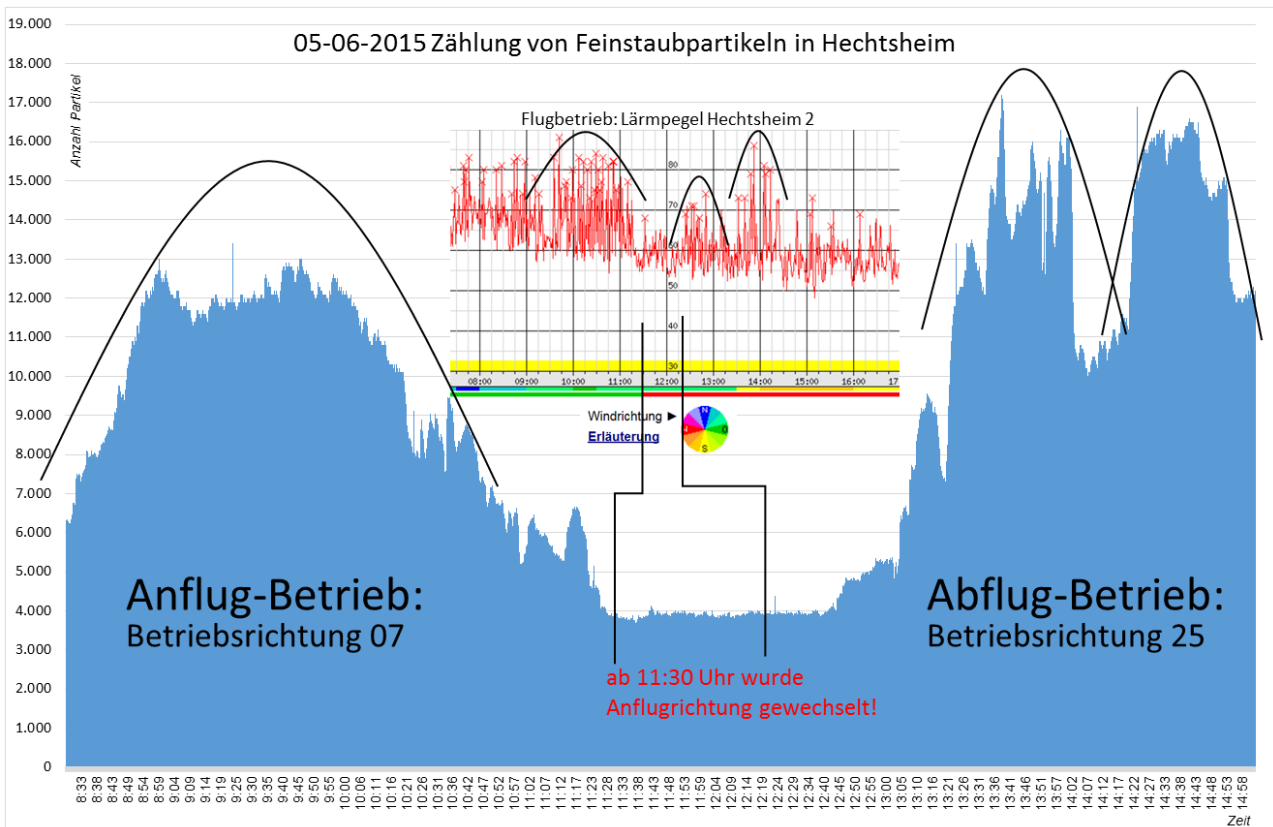
Hier zeigt sich ein Bild mit vielen markanten Peaks, die meist auch einem Flugzeug zugeordnet werden können. Aufgrund der Vielzahl an Ultrafeinstaubquellen auf dem Flughafenvorfeld und häufig auftretenden Windböen aus unterschiedlichen Richtungen war eine direkte Zuordnung nicht immer möglich. In Flughafennähe hat mittlerweile auch das UBA Stichprobenmessungen durchgeführt und dabei bis zu 1 Million Partikel/cm<sup>3</sup> unter einer landenden B747 gemessen.

In einem Abstand von ca. 7km (Raunheim) sind die Peaks der einzelnen Flugzeuge nicht mehr so ausgeprägt, aber noch deutlich erkennbar. Anders als am Flughafen, bei dem insbesondere durch den Wind nach jedem Peak wieder die relativ niedrige Grundbelastung von ca. 6.000 erreicht wurde, haben wir hier im Wohngebiet eine deutlich angehobene Grundbelastung, z.B. 24.000 registrieren können, die mit jedem Überflug weiter anstieg. Wurde der Flugbetrieb geringer oder gar für eine bestimmte Zeit ausgesetzt, nahm die Grundbelastung deutlich ab, wie das nachfolgende Chart zeigt.

## 23-04-2015 Zählung von Feinstaubpartikeln in Raunheim



Schließlich wurden Messungen in Mainz-Hechtsheim bei Betriebsrichtung 07 und 25 durchgeführt.



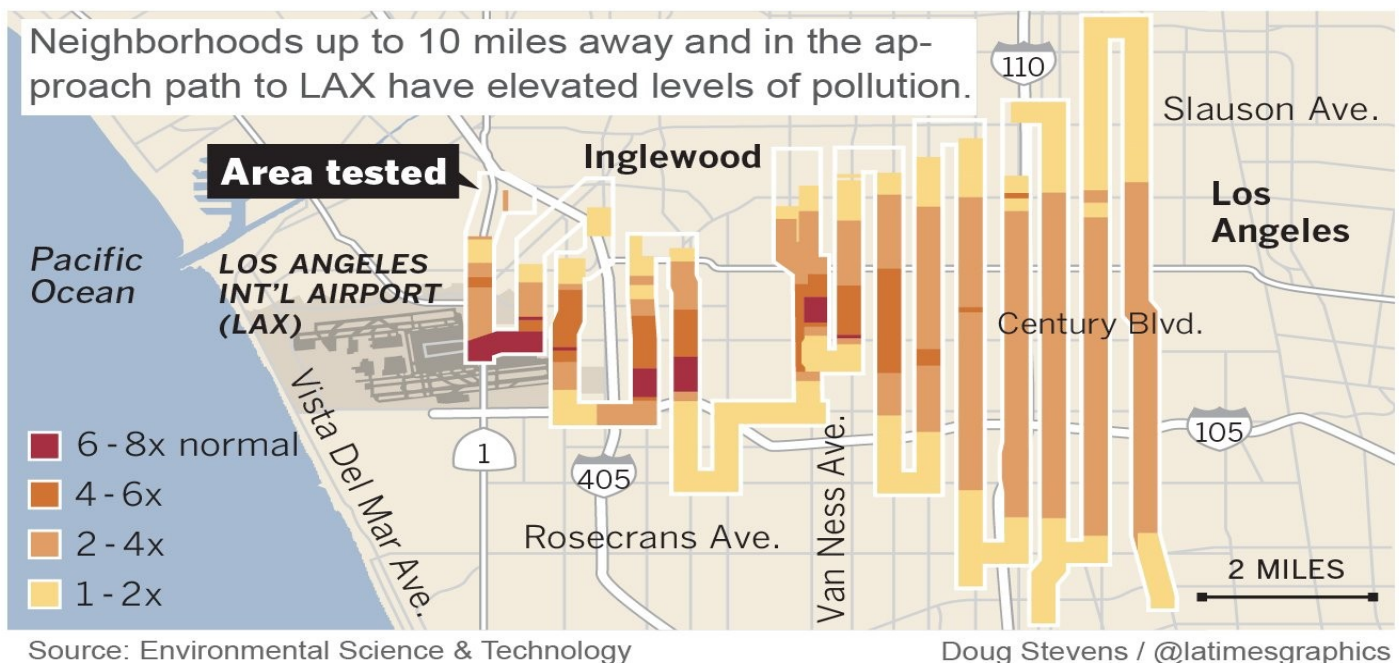
Gegen 11:30 wurde die Betriebsrichtung umgestellt, obwohl der Wind weiter gleichmäßig aus Osten wehte. Ohne den Flugbetrieb sank die Partikelkonzentration deutlich ab, wir registrierten eine vom Flugbetrieb unbelastete Luft mit ca. 4.000 Partikel/cm<sup>3</sup>. Gut eine Stunde nach Betriebsaufnahme der Südumfliegung hat der Wind dann die Abgaswolke von der jetzt 2,8 km entfernten Route (TABUM-M / BR25) nach Hechtsheim getragen! Die beim Steigflug höhere Triebwerksleistung erklärt die nun noch höhere Belastung mit mehr als 17.000 Partikel/cm<sup>3</sup>, was einer **Steigerung auf das 4-fache** entspricht!

Unsere Ergebnisse befinden sich im Einklang mit sehr viel umfangreicheren Untersuchungen an den Flughäfen in Los Angeles (LAX) und in Amsterdam Schiphol (AMD).

LAX: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es5001566>

AMD: <http://cleanair.london/wp-content/uploads/CAL-307-Keuken-et-al-PNC-near-Schiphol-airport-AE2015.pdf>

In beiden Fällen konnte auch nachgewiesen werden, dass die Flugzeugemissionen, anders als Emissionen von Straßen, noch in relativ großer Entfernung vom Flughafen zu einer Vervielfachung der Partikelkonzentration führt.

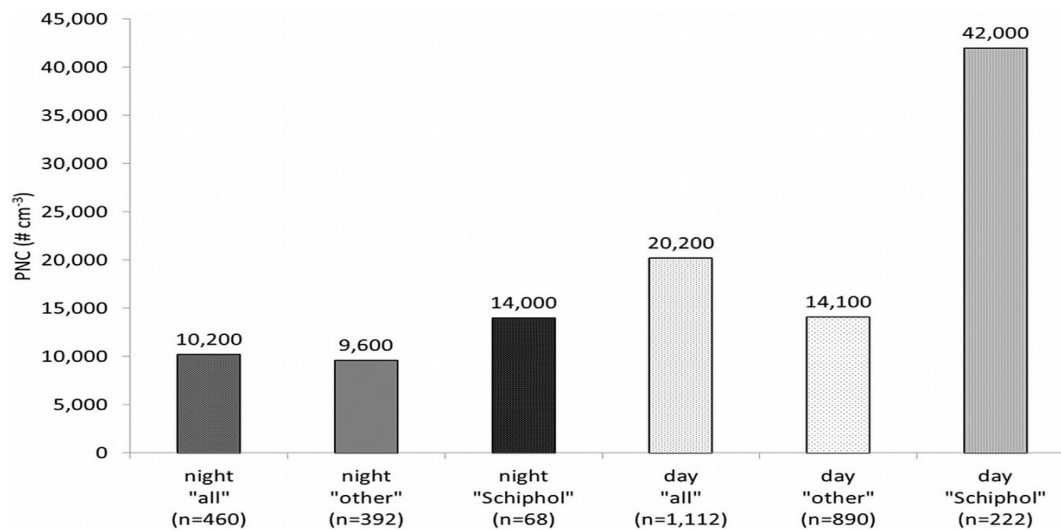


In direkter Umgebung des Airports (LAX) entsprach die LAX-Emission der Emission von 790 (amerikanischen) Autobahnkilometern und noch in 16 Kilometern Entfernung war die LAX-Emission mit der Emission von 280 amerikanischen Autobahnkilometern vergleichbar.

(Anzahl Flugbewegungen: LAX 615.000, FRA 469.026 – amerikanische Autobahnen oft 8-spurig & Fahrzeuge spritdurstiger)

Auch in Los Angeles fanden die Forscher heraus, dass der Flughafen LAX eine der größten Feinstaubpartikelquellen in Los Angeles ist.

Ähnlich waren die Ergebnisse in Amsterdam. Hier konnte man zeigen, dass noch in sieben Kilometern Entfernung die Partikelgrößenverteilung von den ultrafeinen Partikeln im Bereich 10-20 Nanometer dominiert wurde, genauso wie auf dem Flughafen.



Kam der Wind vom Flughafen Schiphol, waren die Partikelkonzentrationen deutlich höher. In Amsterdam hat man auch die Auswirkung auf die Gesundheit untersucht. Pro Erhöhung der Durchschnittskonzentration um 10.000 Partikel/cm<sup>3</sup> rechnet man danach mit einer Erhöhung der Sterblichkeit um 3%.

## SCHLUSSFOLGERUNG

Unser Ziel, nachzuweisen, dass der Flugbetrieb auch im weiten Umfeld zu einer deutlichen Erhöhung der Partikelbelastung in Wohngebieten führt, ist zweifelsfrei gelungen. Darüber hinaus finden sich unsere Ergebnisse im Einklang mit den beiden anderen Studien, die im Flughafenumfeld von Los Angeles und Schiphol (Amsterdam) durchgeführt wurden.

Man muss demnach von einer erheblichen gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung im Umfeld von FRAport ausgehen. Für die weitere Klärung dieser Frage sind nun entsprechende Untersuchungen der durchschnittlichen Belastung der Bevölkerung durch ultrafeine Partikel durchzuführen. Zuständig dafür sind die jeweiligen Landesregierungen.

Geeignete Methoden sind hier wohl die Ermittlung der Partikelanzahlkonzentration und der Partikeloberflächenkonzentration.

Weiterhin erscheint es notwendig, die Erfassung der Erkrankungen (Krebs, Lungen- und Atemwegserkrankungen) auf einen Stand zu bringen, der es erlaubt, daraus Schlüsse für die Gesundheitsvorsorge der Bevölkerung abzuleiten und eine Verknüpfung zu den Schadstoffbelastungen im Umfeld des Flughafens bzw. der Flugrouten herzustellen!

Bislang hat man den Flughafen wohl nicht als Schadstoff- und damit als Gefahrenquelle für die Gesundheit der Bevölkerung angesehen, die gesundheitsschädliche Lärmbelastung stand im Vordergrund. Mittlerweile wird klar, dass der Flughafen im weiten Umfeld nicht nur Lärm, sondern in hohem Ausmaß auch Schadstoffe verbreitet. Schnelles, verantwortliches Handeln der Verantwortlichen ist nunmehr gefragt.



## ANMERKUNG

Unsere Messungen wurden alle mit einem P-Trak 8525 ULTRAFINE PARTICLE COUNTER der Firma TSI durchgeführt. Es hat einen Messbereich von 20-1000 Nanometer. In der erwähnten Studie am Flughafen Schiphol wurde ermittelt, dass ein relativ großer Anteil der Partikel zwischen 10 und 20 Nanometer groß ist. Dieser Bereich kann von unserem Messgerät gar nicht erfasst werden, d.h. wir messen eher „die Spitze des Eisbergs“, die reale Partikelanzahl liegt vermutlich Größenordnungen höher.

Joachim Alt ([Alt-Mainz@t-online.de](mailto:Alt-Mainz@t-online.de))

Wolfgang Schwämmlein ([woscmz@web.de](mailto:woscmz@web.de))

Mainz, 16.10.2015

### Was Experten zu dem Thema sagen

#### UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 203 43 257/05 UBA-FB 000942

- Konkret bedeutet dies, dass von einer Partikelmassenbestimmung keinesfalls auf eine Partikelanzahlkonzentration geschlossen werden darf.
- Methoden zur langfristigen Überwachung ultrafeiner Partikel: Die Masse ultrafeiner Partikel < 100 nm macht hingegen im vorliegenden Beispiel nur einen verschwindenden Teil der Gesamtmasse aus. Alleine aus dieser Darstellung wird deutlich, dass eine Charakterisierung ultrafeiner Partikel über eine Anzahlmessung am vielversprechendsten - da statistisch am signifikantesten - ist.

#### **Wo sehen Sie Defizite bei aktuellen Messverfahren für Feinstaub? Antwort : Dr. Kuhlbusch:**

<http://www.netzwerk-landenergie.de/mediaroom/52/18/Es-ist-Zeit-zum-Durchatmen-aber-nicht-zum-Ausruhen-Interview-mit-Dr-Thomas-Kuhlbusch>

- Zwei Bereiche werden meiner Meinung nach zurzeit vernachlässigt. Der eine ist, dass Staub nicht gleich Staub ist und wir trotzdem im Wesentlichen nur eine Messeinheit für luftgetragene Stäube betrachten, die Massenkonzentrationen an PM10 und PM2,5. Andere Messgrößen, wie die Summe der Partikeloberfläche oder die Partikelanzahl pro Volumeneinheit wären eventuell viel aussagekräftiger in Hinblick auf bestimmte Gesundheitseffekte

#### **Die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) stellt im neuesten Bericht (Feinstaub in der Schweiz 2013, S.38 ) fest:**

[http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/themen/Feinstaub\\_in\\_der\\_Schweiz\\_2013.pdf](http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/themen/Feinstaub_in_der_Schweiz_2013.pdf)

- Es gibt gute Gründe, um zusätzlich zu PM10 auch ultrafeine Partikel zu messen, da diese wegen ihrer sehr geringen Masse durch Massenkonzentrationsmessungen nicht adäquat erfasst werden können. Dies gilt insbesondere auch für frische Verbrennungs-partikel, die vorwiegend in der ultrafeinen Fraktion auftreten. Ein guter Indikator für die ultrafeinen Partikel ist die Anzahlkonzentration, die vorwiegend durch die Teilchen <100 nm dominiert wird.

...

### **Medizinische Aspekte / Quellen:**

Die lufthygienischen Verhältnisse und damit die Qualität unserer Atemluft haben sich in den letzten Jahren merklich verbessert (Umweltbundesamt, 2003b). Größere Partikel werden im oberen Bereich der Atemwege abgeschieden und durch die Selbstreinigungsmechanismen der Lunge weitgehend wieder aus der Lunge entfernt (Heyder, 1982a; Heyder, 1982b).

Moderne Filtertechniken haben den Anteil an gröberen Partikeln und damit den Massenausstoß an Schwebstaub in den letzten Jahrzehnten drastisch reduziert. Jedoch gibt die Messung der Massenkonzentration keine Angabe über die Anzahl und die Lungengängigkeit der freigesetzten Staubpartikel an (Osunsanya *et al.*, 2001).

Partikel mit einem Durchmesser kleiner als 1 µm bilden stabile Aerosole, die mit dem Wind über große Entfernungen getragen werden. Dagegen setzen sich Partikel mit einem Durchmesser über 2,5 µm durch Regen und Sedimentation innerhalb von Stunden ab, so dass sich für PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und ultrafeine Partikel unterschiedliche Verteilungen in unserer Atemluft ergeben (Wiedensohler *et al.*, 2002).

Die moderne Messtechnik ermöglicht jedoch schon heute eine differenziertere Betrachtungsweise von partikelförmigen Luftverunreinigungen, so dass die Überwachung und gesetzliche Regulation in Zukunft grundlegend überdacht werden sollte. (Ibald-Mulli *et al.*, 2002).

Hohe Konzentrationen von Partikeln in der Atemluft wirken sich speziell auf Menschen mit einer Vorschädigung des respiratorischen Systems aus wie chronische Bronchitis oder Asthma. So verschlechtert sich die Gesundheit von asthmaerkrankten Kindern durch erhöhte Partikelkonzentrationen in der Atemluft (Hoek *et al.*, 1998; Roemer *et al.*, 1993; Schwartz *et al.*, 1994).

Insgesamt kann eine gesteigerte Einlieferungsrate von schweren Asthmafällen in den Notaufnahmen der Krankenhäuser festgestellt werden (Pope, III, 1991; Schwartz *et al.*, 1993). Steigende Konzentrationen von feinen und ultrafeinen Partikeln in der Atemluft erhöhen das Risiko für einen myocardialen Infarkt (Atkinson *et al.*, 1999; Dockery, 2001; Peters *et al.*, 2001). Dabei wird ein Einfluss auf die autonome Regulation bzw. Variabilität der Herzschlagfrequenz beobachtet, der vor allem bei älteren und vorgeschädigten Menschen zum Herzinfarkt führen kann (Dockery, 2001; Gold *et al.*, 2000; Liao *et al.*, 1999; Pope, III *et al.*, 1999).

In Erfurt wurde im Winter 1991/92 die Größenverteilung der Partikel über ein halbes Jahr hinweg parallel zu einer Kohortenstudie bestimmt. Bei erwachsenen Asthmatikern wurde dabei eine höhere Beeinträchtigung der Lungenfunktion in Assoziation mit der Anzahl ultrafeiner Partikel als in Assoziation mit der Masse der feinen Partikel ermittelt. Die Häufigkeit von Atemwegssymptomen war deutlich stärker mit der Anzahl der ultrafeinen Partikel als mit PM<sub>10</sub> assoziiert (Penttinen *et al.*, 2001; Peters *et al.*, 1997).

Die Maßnahmen zur Luftreinhaltung führten zu einer deutlichen Abnahme der Massenkonzentration von Schwebstaub, gleichzeitig jedoch nahm die Anzahl ultrafeiner Partikel in der Atemluft zu. Die Reduktion der Massenkonzentration führte jedoch nicht zu einem Rückgang der Atemwegserkrankungen, während sogar eine Zunahme der Häufigkeit von Allergien bei Schulkindern festzustellen war (Ebelt *et al.*, 2001; Heinrich *et al.*, 2002; Ibald-Mulli *et al.*, 2002; Wichmann *et al.*, 2000). In einfacheren Worten ausgedrückt: Je kleiner die Partikel, desto größer die gesundheitlichen Auswirkungen. Diese Hypothese wurde durch Tierversuche untermauert (Oberdörster *et al.*, 1992).