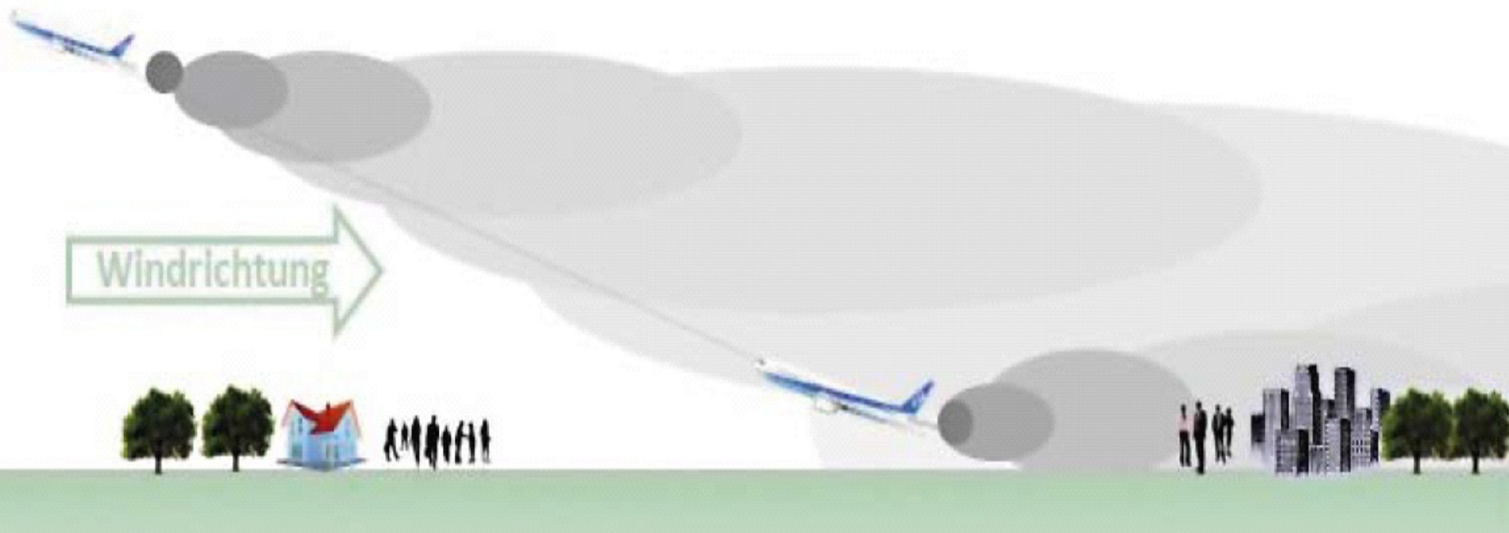


# ULTRAFEINSTAUB

## Belastung durch den Flugverkehr

Vortrag



Quelle: FRAPORT – Lufthygienischer Jahresbericht 2011

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

Version 2.0 - 1.12.2013

# Einleitung

Durch Schlagzeilen wie „Luftverkehr trägt nicht zur Schadstoffbelastung bei“ kam ich zu dem Thema. Einige Mitstreiter in meiner BI hatten gerade ein Faltblatt „Flugverkehr & Gesundheit“ in Arbeit. Man hatte errechnet, dass fast 500 Tonnen Kerosin am Tag alleine beim Start auf den ersten 20 Kilometern verbrannt werden. Entsprechend unglaublich kam mir da die Schlagzeile vor.

Wenn wir uns dem Thema Feinstaub zuwenden, so haben wir es mit einem riesigen Zahlenraum zu tun. Hat die Finanzwirtschaft unsere Zahlenwelt schon gewaltig ausgeweitet, so eröffnet uns der Feinstaub nochmals neue Dimensionen, sowohl nach oben, als auch nach unten.

Die Feinstaubpartikel kommen einerseits in einer unvorstellbar gewaltigen Anzahl vor und sie sind andererseits so winzig, dass wir uns auch dies nicht vorstellen können.

Vielleicht ganz kurz zu den Dimensionen und zum Zusammenhang zu der für uns noch vorstellbaren Welt:

- 1 Tausendstel Millimeter ist ein Mikrometer und

- 1 Tausendstel Mikrometer ist ein Nanometer

Für den „gröberen“ Bereich des Feinstaubes sind Mikrometer die richtige Einheit, auch die gesetzlichen Verordnungen tragen sie im Namen. Für den ultrafeinen Bereich sind Nanometer sinnvoll.

Betrachtet man den gesamten Bereich, sollte man dies sinnvollerweise in Nanometern tun.

Bevor wir auf den ULTRAFeinstaub-Verursacher Flugverkehr zu sprechen kommen, müssen wir uns zunächst mit einigen grundlegenden Fragen auseinandersetzen.

## Feinstaub: Entstehung und Verhalten in der Atmosphäre

Als erstes geht es um die Frage:

**Woher kommen die Feinstaub-Partikel und wie verhalten sie sich in der Atmosphäre?**

Wir wenden uns zunächst den großen, den **g r o b e n Partikeln** zu.

Für die Feinstaub-Betrachtung sind nur Partikel kleiner 10.000 Nanometer interessant.

Große Partikel stammen aus mechanischem **A b r i e b** z.B. von Reifen, Bremsen, Kupplung, Straßenbelag, Schiene und aus **A u f w i r b e l u n g e n** vom Straßenrand, Staub, der bei der Feldebearbeitung oder bei Bauarbeiten entsteht.

Diese Partikel haben recht unterschiedliche Formen und sind bis hinab zu ca. 1.000 Nanometer ausreichend schwer, um durch ihr Eigengewicht zu Boden zu sinken, zu sedimentieren.

Dies geschieht in einem Zeitraum von etwa einem Tag.

Betrachten wir nun die Allerfeinsten, die **u l t r a f e i n e n Partikel** im Bereich unterhalb von 100 Nanometer. Sie entstehen praktisch ausschließlich bei Verbrennungsprozessen. Also in Heizungsanlagen, in Benzin- und Dieselmotoren, im Düsentriebwerk.

Die Partikel entstehen dabei beim Abkühlen (**N u k l e a t i o n s m o d u s**) der Verbrennungsgase und haben zunächst noch Eigenschaften, die denen der Gase noch sehr ähnlich sind. Ihre Reaktivität und ihre Beweglichkeit ist sehr hoch. Dadurch kommt es relativ schnell zu Zusammenstößen und Vereinigung (**A g g l o m e r a t i o n**) mit anderen Partikeln. Daneben **k o n d e n s i e r e n flüchtige organische Bestandteile** auf den Partikeln. Die Partikel werden so größer.

Die ultrafeinen Partikel bleiben dabei einige Minuten bis wenige Stunden in der Atmosphäre.

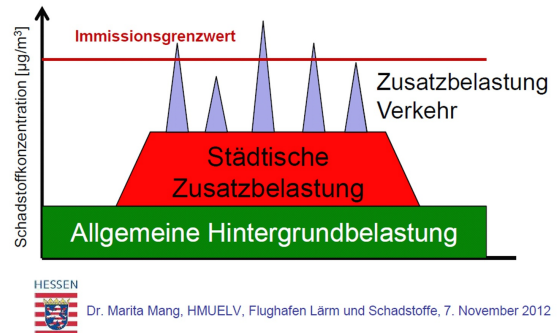
Ein 1 Nanometer-Partikel ist wenige Minuten in der Luft, ein 10 Nanopartikel bereits 60 Minuten.

Bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3 m/s können ultrafeine Partikel in drei Stunden ca. 30km zurücklegen. Ultrafeine Partikel werden also größer, werden aber anders als die groben Partikel zunächst nicht aus der Atmosphäre entfernt.

Betrachten wir nun den **mittleren Bereich von 100 bis 1000 Nanometer**, den Bereich des **Akkumulationsmodus**. Hier finden wir die zu größeren Partikeln angewachsenen ultrafeinen Partikel und **Sekundärpartikel**, die sich aus gasförmigen Schadstoffen (Schwefeldioxid, Stickoxide, Methan, flüchtige Kohlenwasserstoffe) gebildet haben. In diesem mittleren Bereich von 100-1.000 Nanometer gibt es keinen Mechanismus, der zu größeren Partikeln führt. Andererseits sind die Partikel noch nicht schwer genug, um zu sedimentieren, sie bleiben deshalb lange in der Schwebegrößenordnung: Etwa eine Woche.

Bei einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit (3 m/s) können sie so fast 2000 km zurücklegen. Durch dieses Verhalten kommt es zu einer großflächigen Verteilung und Mischung der Partikel.

Diese Partikel-Fraktion von 100-1.000 Nanometer wird durch Zusammenstoß (**Impaktion**) mit einem Hindernis (z.B. Fensterscheibe) oder durch **Regen**, bzw. Feuchtigkeit niedergeschlagen und verschwindet so aus der Atmosphäre.

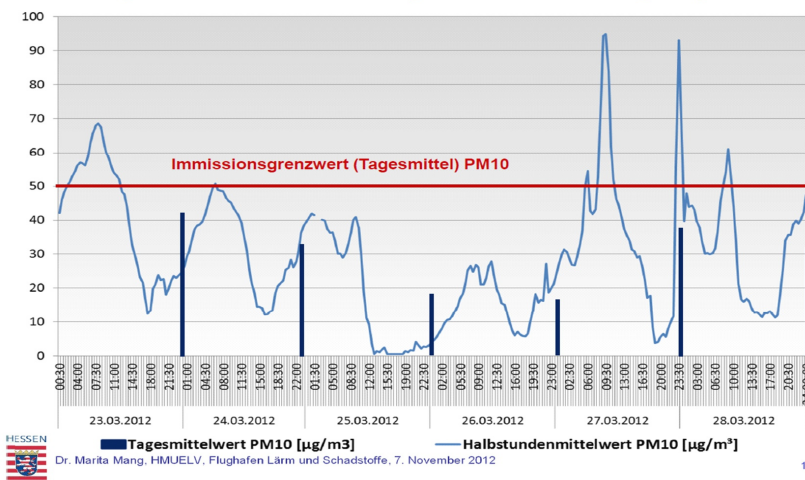


## Messnetzwerk zur Luftschadstoffüberwachung

Als nächstes wollen wir einen Blick auf das **Messnetzwerk zur Luftschadstoffüberwachung** werfen.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

### Messergebnisse Raunheim (Betriebsrichtung 07)



Man hat die Stationen gezielt in bestimmten Umgebungen angesiedelt, die exemplarisch für bestimmte Belastungsfälle stehen.

Es gibt Stationen, die liegen in der Natur und sollen den typischen **natürlichen Hintergrund** (Pollen, etc.) abbilden. Dann gibt es Messstationen im **städtischen Hintergrund** sie liegen in einiger Entfernung von Feinstaubquellen, also z.B. von stark befahrenen Straßen.

Weiterhin gibt es Stationen an **belasteten Orten**, z.B. an stark befahrenen Straßen oder in Straßenschluchten mit wenig Luftaustausch.

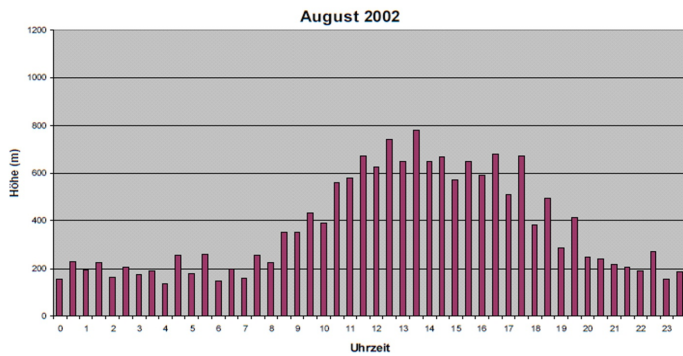
Je näher die Station an einer Feinstaubquelle steht, umso deutlicher zeigen die Messwerte einen charakteristischen Tages- und Wochenverlauf.

Morgens gegen 8:00 verzeichnet man ein Maximum, dann einen Abfall und einen Wiederanstieg ab etwa 16:00, mit einem zweiten Maximum gegen 19:00.

Der morgendliche Anstieg gegen 8:00 erklärt sich mit dem morgendlichen Berufsverkehr.

Der anschließende Abfall ist durch meteorologische Einflüsse zu erklären, vor allem durch die Ausweitung der Luftschicht, in der sich die Schadstoffe mischen. So hat diese Mischungsschicht am Morgen und am Abend (und in der Nacht) eine geringe Dicke. Im Beispiel auf der nächsten Seite sind dies ca. 200 Meter, in der Mittagszeit erreicht die Mischungsschicht dann ihre größte Ausdehnung im Beispiel ca. 800 m. (Die Mischungsschicht kann aber auch bis 1500m Höhe reichen.) Das heißt, wir haben es mit einer gewaltigen Volumenzunahme zu tun, wodurch die Schadstoffkonzentration sinkt.

Dieser Effekt ist sehr stark und deshalb für den Kurvenverlauf prägend. Er überlagert alle anderen Effekte, z.B. die Anzahl der Überflüge.



Ab 16:00 haben wir wieder einsetzenden Feierabendverkehr und gleichzeitig eine geringer werdende Mischungsschicht, die Schadstoffkonzentration steigt wieder an.

Am Samstag findet alles etwa zwei Stunden später statt. Am Sonntag ist der Verlauf durch den geringen LKW-Verkehr viel weniger ausgeprägt.

Gegenüber Messstationen an belasteten Standorten zeigen Stationen, die den Hintergrund messen, einen eher gleichförmigen Verlauf.

## Auswirkung des Feinstaubes auf die Gesundheit

### FEINSTAUB KOSTET LEBENSQUALITÄT & LEBENSZEIT!

Feinstaub ist die Luftverunreinigung mit der größten Auswirkung auf unsere Gesundheit.

Es gibt einen direkten Zusammenhang: Je mehr Feinstaub ein Mensch einatmet, umso schädlicher, umso geringer die Lebenserwartung. Nach Untersuchungen der WHO, haben die Menschen in Deutschland durch den Einfluss des Feinstaubes eine um 10,8 Monate verkürzte Lebenserwartung im Durchschnitt.

Im Rhein-Main-Gebiet wird dies sicher noch gravierender sein.

Eine Konzentrationsschwelle, unterhalb derer keine schädigende Wirkung zu erwarten ist, gibt es für Feinstaub nicht. Feinstaub unterscheidet sich somit von allen anderen Schadstoffen – wie Schwefeldioxid oder Stickstoffdioxid – grundlegend. Für letztere lassen sich Werte angeben, unter denen keine nachteiligen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit zu erwarten sind.

Feinstaub hingegen ist immer schädlich.....

### JE FEINER DIE PARTIKEL - UMSO SCHÄDLICHER!

Das Gesundheitsrisiko inhalierten Staubpartikel hängt vor allem davon ab, wie tief die Teilchen in den Körper eindringen und wie lange sie am Wirkungsort verbleiben. Die Partikelgröße beeinflusst also nicht nur den Ort der Ablagerung, sondern damit auch die Art der Schädigung. Die Amerikaner, die die Feinstaubproblematik zuerst aufgegriffen haben, legten deshalb die Kennwerte nach der **E i n d r i n g t i e f e** der Feinstaub-Partikel in den menschlichen Körper fest.

**Grobe** Partikel (10.000 - 2.500 Nanometer) bleiben bereits in den oberen Atemwegen „stecken“.

**Mittlere** Partikel (2.500 - 100 Nanometer) dringen tiefer in die Atemwege ein als größere und können bis in das Alveolargewebe der Lunge vordringen.

**Ultrafeine** Partikel (< 100 Nanometer Durchmesser) werden auch in den Lungenbläschen nicht vollständig zurückgehalten. Teilweise durchdringen sie die Membran, durch die unser Blut mit Sauerstoff versorgt wird. Im Blut selbst regen sie das Immunsystem an, verdicken das Blut und verursachen damit ein erhöhtes Risiko für Herzinfarkte und Schlaganfälle. Mit dem Blutstrom erreichen sie jedes Organ, auch das Gehirn.

### Die Partikel haben aber noch einen anderen gesundheitsgefährdenden Effekt:

An ihrer Oberfläche können sich Schwermetalle oder Krebs erzeugende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) anlagern. Je kleiner die Partikel sind, an denen die Schadstoffe haften, desto tiefer gelangen auch diese Schadstoffe in den menschlichen Körper.

### DIE UNSICHTBARE GEFAHR FÜR IHRE GESUNDHEIT

Zirka 15.000 Liter Luft atmen wir täglich ein. Mit jedem Liter Luft kommen auch Feinstaubpartikel in unseren Körper. Stadtluft enthält ca. 10 Millionen Partikel in einem Liter. Viele der Partikel sind für das bloße Auge unsichtbar. Verbleiben sie aber in unserer Lunge oder dringen gar in den Blutkreislauf ein, können sie für unsere weitere Gesundheit große Bedeutung haben.

# Gesetzliche Regelungen

**Die EU hat die bereits erwähnte Klassifizierung der USA übernommen.** Es war von Anfang an geplant, die Feinstaub-Verordnungen von " **g r o b n a c h f e i n** " zu entwickeln.

2005 wurde so der erste Feinstaubkennwert für die „groben“ Partikel, der Kennwert **PM10** in Deutschland eingeführt. Hiermit werden alle Partikel **kleiner 10.000 Nanometer** gewichtsmäßig erfasst.

Der nächste Kennwert für die „mittleren“ Partikel wird bereits an einigen Messstationen bestimmt. Für diesen Kennwert **PM2.5** wird es 2015 einen verbindlichen Grenzwert geben. Der Wert erfasst alle lungengängigen Partikel. Auch bei diesem Kennwert wird das **Gewicht des Feinstaubes** bestimmt.

Erst in 5-8 Jahren soll es auch einen Grenzwert für die **ultrafeinen Partikel** geben. Die Vorbereitungen laufen bereits unter Federführung des Umweltbundesamtes.

Bei diesem Kennwert wird die **Anzahl der Partikel** bestimmt werden.

## **Zur Orientierung Beispiele für Partikelanzahlkonzentrationen an verschiedenen Orten.**

Am saubersten ist es im Gebirge, hier hat man ca. 1.000 Partikel pro Kubikzentimeter.

In ländlichen Regionen liegt die Partikelanzahlkonzentration bei ca. 2.000 bis 3.000.

In städtischen Wohngebieten findet man um 10.000 bis 12.000, an verkehrsreichen Straßen etwa 20.000 bis 30.000 Partikel/cm<sup>3</sup>, an sehr stark befahrenen Straßen bis 45.000.

Für die Erscheinung "Smog", ist eine Partikelanzahlkonzentration von mindestens 1 Million pro Kubikzentimeter notwendig.

*Hinweis:*

*Bei den Zahlen handelt es sich um Durchschnittswerte über einen längeren Zeitraum. Stundendurchschnitte können diese Zahlen z.T. erheblich überschreiten.*

## **Ein erster Blick auf die FEINSTAUBMESSUNGEN IN LERCHESBERG UND FLÖRSHEIM**

Zu Beginn hatten wir gehört, Partikel aus Verbrennungsprozessen sind sehr sehr fein, ultrafein. Partikel aus Düsentriebwerken sind im Mittel z.B. um die 20 Nanometer.

Gerade haben wir gehört, der Kennwert PM10 ist für die „groben“ Partikel gedacht, PM2,5 für die mittleren, lungengängigen Partikel. Bei beiden Kennwerten wird der Feinstaub gewogen.

Die Frage ist:

Kann man mit PM10 und PM2,5 auch ultrafeine Partikel kennzeichnen, obwohl die Kennwerte gar nicht dafür gedacht sind?

Warum hat man vor, ultrafeine Partikel zu zählen und nicht zu wiegen?

## **Wo liegt nun der Unterschied zwischen Wiegen und Zählen?**

Betrachten wir nun die beiden **prinzipiellen Möglichkeiten zur Feinstaubcharakterisierung**, die Ermittlung der **Partikelanzahl** pro Kubikzentimeter und die **Bestimmung des Gewichtes** des Feinstaubes in Mikrogramm pro Kubikmeter.

Einen Satz sollten wir uns in diesem Zusammenhang merken:

**WIEGT MAN, BESTIMMEN DIE GROßEN PARTIKEL DAS ERGEBNIS,  
ZÄHLT MAN, BESTIMMEN DIE ULTRAFEINEN PARTIKEL DAS BILD.**

Da diese Aussage für das Verständnis der ganzen Feinstaub-Problematik elementar wichtig ist, wollen wir uns den Zusammenhang noch einmal ganz genau betrachten.

Unsere Vorstellungskraft ist mit den winzigen Dimensionen überfordert. Wir wollen uns deshalb Klarheit verschaffen, indem wir das PM10-Spektrum in unsere Erfahrungswelt überführen, d.h. wir lassen einfach die Vorsilbe "Nano" weg und betrachten uns die Dimensionen in Metern. Dies ist erlaubt, denn es geht hier nur um Größenverhältnisse, nicht um absolute Größen.

Somit haben wir einen "großen" Partikel von 10.000 Metern neben einem "kleinen" 1 Meter-Durchmesser-Partikel. 10.000 Meter, d.h. 10 Kilometer hat "unser Großer", sein Durchmesser reicht damit von Rüsselsheim bis zur Mainspitz. Die Kugel reicht natürlich auch 10.000 Meter in die Höhe!

Schnell wird klar, dass bei Gewichtsbestimmung "der Kleine" nicht zur Geltung kommt, also im wahrsten Sinne des Wortes: **DER KLEINE FÄLLT NICHT INS GEWICHT!** Es müssen schon sehr sehr viele kleine Partikel da sein, um einen "Großen" aufzuwiegen. In einem breiten Partikelspektrum fallen also die kleinen, ultrafeinen und damit auch ultraleichten Partikel bei einer Gewichtsbestimmung nicht auf.

Umgekehrt ist es bei einer Zählung der Partikel, hier erregt "der Große" die gleiche Aufmerksamkeit wie die kleine 1-Meter-Kugel. Zählt man, fallen die großen Partikel in einem breiten Partikelspektrum nicht mehr auf, sie gehen in der meist großen Anzahl ultrafeiner Partikel völlig unter. Man kann sagen:

**IN EINEM BREITEN PARTIKELSPEKTRUM LASSEN SICH „GROBE“ PARTIKEL NICHT DURCH ZÄHLEN & ULTRAFEINE PARTIKEL NICHT DURCH WIEGEN ERMITTELN!**

Weiterhin macht uns die Betrachtung deutlich, hinter einem PM10-Messwert können sehr unterschiedliche Partikelspektren verborgen sein. Wenige "Große" oder unzählig viele "Kleine" können gleiche PM10-Werte ergeben.

**Hierzu ein schönes Beispiel:**

## **"Überraschungs-Ei" PM10**

**Seit mehreren Jahren beobachtet man mit dem Kennwert PM10 abnehmende Feinstaubmesswerte. Wie ergänzende, detailliertere Untersuchungen gezeigt haben, nahm aber nur der "grobe" Feinstaub ab, die Anzahl der besonders gesundheitsschädlichen ultrafeinen Partikel verzeichnete im gleichen Zeitraum eine signifikante Zunahme.**

**PM10 Messwerte lassen dies nicht erkennen!**

## **Der Staub wird immer feiner – ultrafein!**



*DC 8 beim Start (um 1970)*

Durch vielerlei Maßnahmen (Diesel-Partikelfilter, Filter in Industrieanlagen, Abwanderung „schmutziger“ Industrie, etc.) nahm der "grobe" Feinstaub in den letzten Jahren stetig ab, die Anzahl der ultrafeinen Partikel ist hingegen signifikant gestiegen. Diese Entwicklung - grober Feinstaub nimmt ab, ultrafeiner Anteil nimmt signifikant zu - hat auch bei den Flugzeugtriebwerken stattgefunden. Bei alten Triebwerken konnte man noch dunkle, schwarze Rußfahnen sehen, d.h. die ausgestoßenen Partikel waren größer als die Wellenlänge des Lichtes (300 Nanometer).

Moderne Triebwerke stoßen aufgrund verbesserter Aufbereitung des Brennstoff-Luft-Gemisches durch Luftzerstäuberdüsen weniger "grobe" Partikel und damit weniger Masse aus. Dafür emittieren die Triebwerke heute aber eine gewaltige Anzahl unsichtbarer, ultrafeiner, ultraleichter Partikel.

Zur Zeit werden keine aussagefähigen Feinstaubmessungen (Immissionsmessungen) am Flughafen Frankfurt und in der Umgebung gemacht, die diese Entwicklung aufzeigen könnten. Geeignet hierfür wären ausschließlich Messungen, die die ultrafeinen Partikel zählen.

Mangels Messergebnissen möchte ich deshalb auf Basis anerkannter Untersuchungen eine Belastungsabschätzung (Emissionsabschätzung) geben.

## Beispiel Start und Steigflug - Die ersten 20 Flugkilometer

Beim Start eines Airbus A320c werden auf den ersten 20 Flugkilometern ca. 750 Liter Kerosin verbrannt. Rechnet man das obige Beispiel auf die derzeitige Situation hoch, so werden auf den ersten 20 Flugkilometern ca. 620.000 Liter oder 434 Tonnen Kerosin pro Tag verbrannt.

Je kg verbranntem Kerosin entstehen:

- ca.  $10^{15}$  Rußpartikel (0-100 Nanometer)
  - ca.  $10^{17}$  volatile (leicht flüchtige) Partikel <10nm, induziert durch Chemionen und kondensierbare Gase.
- (DLR - DEZ 1999 -Partikel aus Flugzeugtriebwerken und ihr .....)

Insgesamt entstehen damit täglich alleine durch die Startvorgänge ca. 500 Trillionen ganz besonders gesundheitsgefährdende ultrafeine Partikel.

Die Fluglärm-BI Liesing (<http://liesing.fluglaerm.at/>) - Liesing = Stadtteil von Wien - hat eine Emissionsabschätzung für den Straßenverkehr und den Flugverkehr im Großraum Wien durchgeführt.

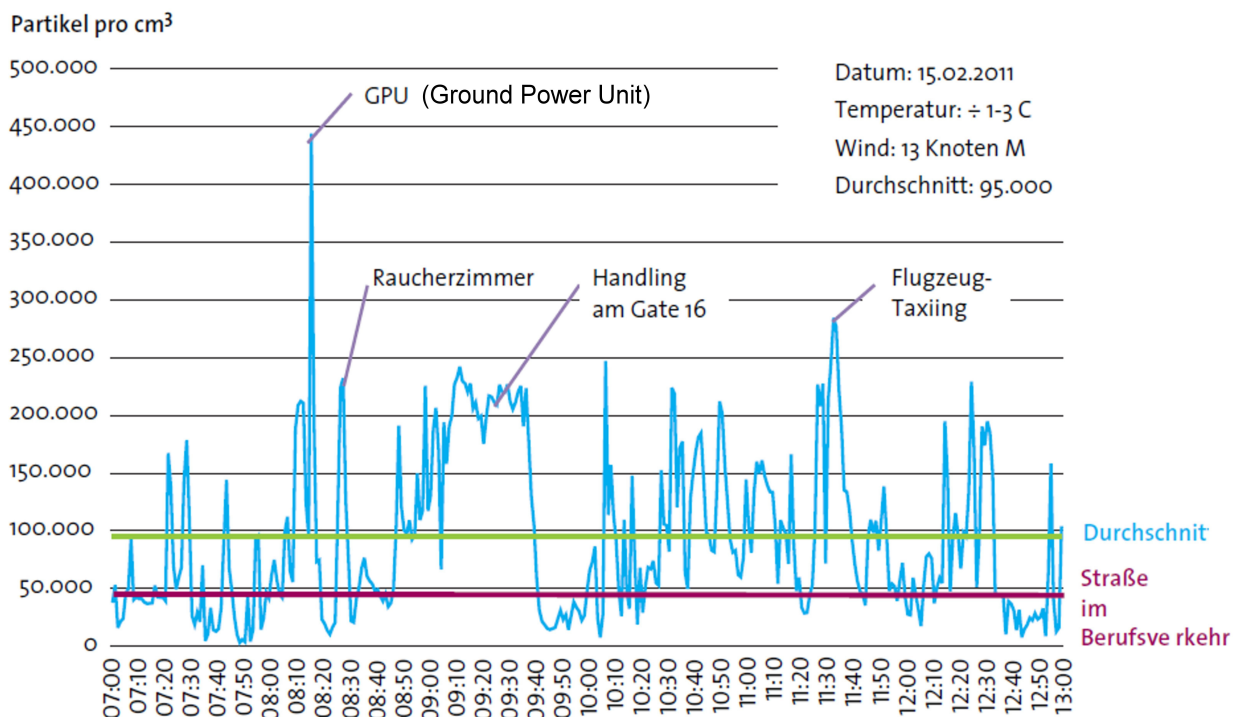
Man kam dabei zum Ergebnis, dass der Flugverkehr für etwa die Hälfte der Partikelanzahl verantwortlich ist. Frankfurt hat etwa die doppelte Anzahl Flugbewegungen (2012: Wien 245.000, Frankfurt 482.000), damit dürfte im Rhein-Main-Gebiet auch der Anteil der ultrafeinen Partikel aus dem Flugverkehr deutlich über 50% liegen.

Punktuelle Partikel-Anzahl-Messungen bei Fraport, die die Berufsgenossenschaft für Handel und Waren-distribution (BGHW) und das Institut für Arbeitsschutz (IFA) auf dem Flughafen-Vorfeld durchgeführt hat, bestätigen die Belastung durch den Flugbetrieb.

Gemessen wurden Werte zwischen 38.000 und 700.000 Partikel/cm<sup>3</sup>.

## Ausschließlich Partikel-Anzahl Messungen verschaffen Klarheit über die Ultrafeinstaub-Belastung durch den Flugbetrieb

Seriöse Einrichtungen messen die Belastung durch den Flugverkehr ausschließlich mit Zählverfahren. Eine derartige Studie wurde am Flughafen Kopenhagen (etwa halbe Kapazität von FRA) gemacht. Anhand eines Diagramms aus dieser Studie begleiten wir nun einen Vorfeld-Mitarbeiter durch seine Schicht.



Die Durchschnittsbelastung mit ultrafeinen Partikeln liegt am Flughafen etwa doppelt so hoch, wie an einer sehr stark befahrenen Straße. Auch die Belastung im Raucherzimmer verdient Beachtung. Erhöhte Ultrafeinstaubkonzentrationen wird es nicht nur auf dem Flughafengelände und den umgebenen Gebieten geben, sondern u.U. auch in den Regionen unter den Anflugrouten und Abflugrouten von Flughäfen.



Die „Wurbelschleppen-Problematik“ zeigt, dass es deutliche Luftströmungen in Richtung Boden gibt, die natürlich auch den Ultrafeinstaub direkt in die überflogenen Wohngebiete eintragen können.

Ein erster Hinweis könnten die Messungen in Flörsheim vom Verein „für Flörsheim“ sein. Hier wurde festgestellt, dass 97% der Partikel des Kennwertes PM10 kleiner 1000 Nanometer sind.

In der Schweiz macht man seit Jahren vergleichbare Messungen an unterschiedlichen Standorten (hohe Belastung, ländlicher/städtischer Hintergrund).

In der Schweiz liegt der Anteil kleiner 1000 Nanometer am PM10 Kennwert nur zwischen 50-60%. Anders als in der Schweiz, sind in Flörsheim also kaum Partikel aus Abriebvorgängen oder Aufwirbelung in der Luft vorhanden. Man findet fast ausschließlich sehr feine Partikel, die wohl aus Verbrennungsprozessen stammen.

## Zusammenfassung

Wir haben gesehen, von der Behauptung "Flugverkehr trägt nicht zur Verschlechterung der Luftqualität bei" bleibt bei genauer Betrachtung nichts übrig. Die Aussage ist im doppelten Sinne des Wortes "vermessen"!

Die zugrunde liegenden PM10-Messungen<sup>1)</sup> erlauben keine seriöse Aussage zur gesundheitlichen Gefährdung der Bevölkerung durch den Flugverkehr, **denn der Anteil ultrafeiner Stäube wird damit nicht deutlich. Gerade aber diese ultrafeinen Stäube wirken sehr weitreichend auf unsere Gesundheit ein.** Wir müssen davon ausgehen, dass deutlich über die Hälfte dieser wohl besonders gesundheitsgefährdenden ultrafeinen Partikel im Rhein-Main-Gebiet aus dem Flugverkehr stammen.

Belastbare Aussagen zur gesundheitlichen Gefährdung der Bevölkerung durch den Flugverkehr erhält man ausschließlich durch Messungen der Partikelanzahlkonzentration. Es ist an der Zeit, entsprechende Messungen durchzuführen und die Bevölkerung über die Gefahren zu informieren.

Gegen den gesunden Menschenverstand hat Fraport mitten in einem Ballungsraum ein internationales Luftdrehkreuz gebaut, das weiträumig Lärm und in nicht unerheblichem Maße Schadstoffe, z.B. Ultrafeinstaub verbreitet.

Da für die Vermeidung der Ruß-, Feinstaub- und Schadstoffemissionen von Flugzeugturbinen bisher keine technischen Möglichkeiten bestehen und zur Zeit auch keine absehbar sind, bleibt zum Schutz der Bevölkerung nur die Deckelung der Anzahl der Flugbewegungen.

**Nicht Ausbau, sondern Rückbau des Frankfurter Flughafens auf ein für die Region erträgliches Maß, ist deshalb das Gebot der Stunde!**

<sup>1)</sup> Auch das HLOG ist sich sicher darüber im Klaren, dass PM10 nicht zum Nachweis ultrafeiner Partikel gedacht und auch nicht dafür geeignet ist. Diese ultrafeinen und damit auch ultraleichten Partikel treten in ungeheurer Anzahl aus Düsentriebwerken aus. Aus einem Liter Treibstoff werden im Düsentriebwerk 1000mal mehr Partikel, als im PKW-Motor.







Vortrag

# ULTRAFEINSTAUB-BELASTUNG UND FLUGVERKEHR

## Zeitungsartikel zum Thema

FAZ: **Warum sprechen alle nur vom Lärm?** (kostenpflichtig!)

[http://fazarchiv.faz.net/document/showSingleDoc/FAZ\\_FNUWD1201111303299557?DT](http://fazarchiv.faz.net/document/showSingleDoc/FAZ_FNUWD1201111303299557?DT)

Süddeutsche: **Tödliche Flugzeugabgase**

<http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/schadstoffe-auf-weltreise-toedliche-flugzeugabgase-1.1006241>

ZEIT ONLINE: **Ignoranz vom Allerfeinsten**

[http://www.zeit.de/2005/19/Feinst\\_8aube](http://www.zeit.de/2005/19/Feinst_8aube)

ZEIT ONLINE: **Feinstaub im Hirn**

<http://www.zeit.de/2009/09/Feinstaeube>

Süddeutsche: **Gefährliche Eindringlinge**

Deutsche Gesundheits Nachrichten: **Feinstaubalarm für Gehirnzellen**

<http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/auswirkung-von-feinstaub-auf-die-gesundheit-gefaehrliche-eindringlinge-1.1470250>

DIE WELT: **Feinstaub erhöht offenbar Risiko für Autismus**

<http://www.welt.de/gesundheit/article111517561/Feinstaub-erhoeht-offenbar-Risiko-fuer-Autismus.html>

DER SPIEGEL: **Feinstaub-Studie zeigt Nutzen von Umweltzonen**

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/neue-studie-aus-leipzig-zur-effizienz-von-umweltzonen-a-897473-druck.html>

## Literatur

**Luftverschmutzung an Flughäfen, THE ECOLOGICAL COUNCIL** (deutsche Ausgabe auf Emailanfrage)

**Nanopartikel in der Atmosphäre DLR**

**Statuspapier Feinstaub, DECHEMA**

**Luftschadstoffe durch Flugbetrieb FBI – Teil1 und Teil 2**

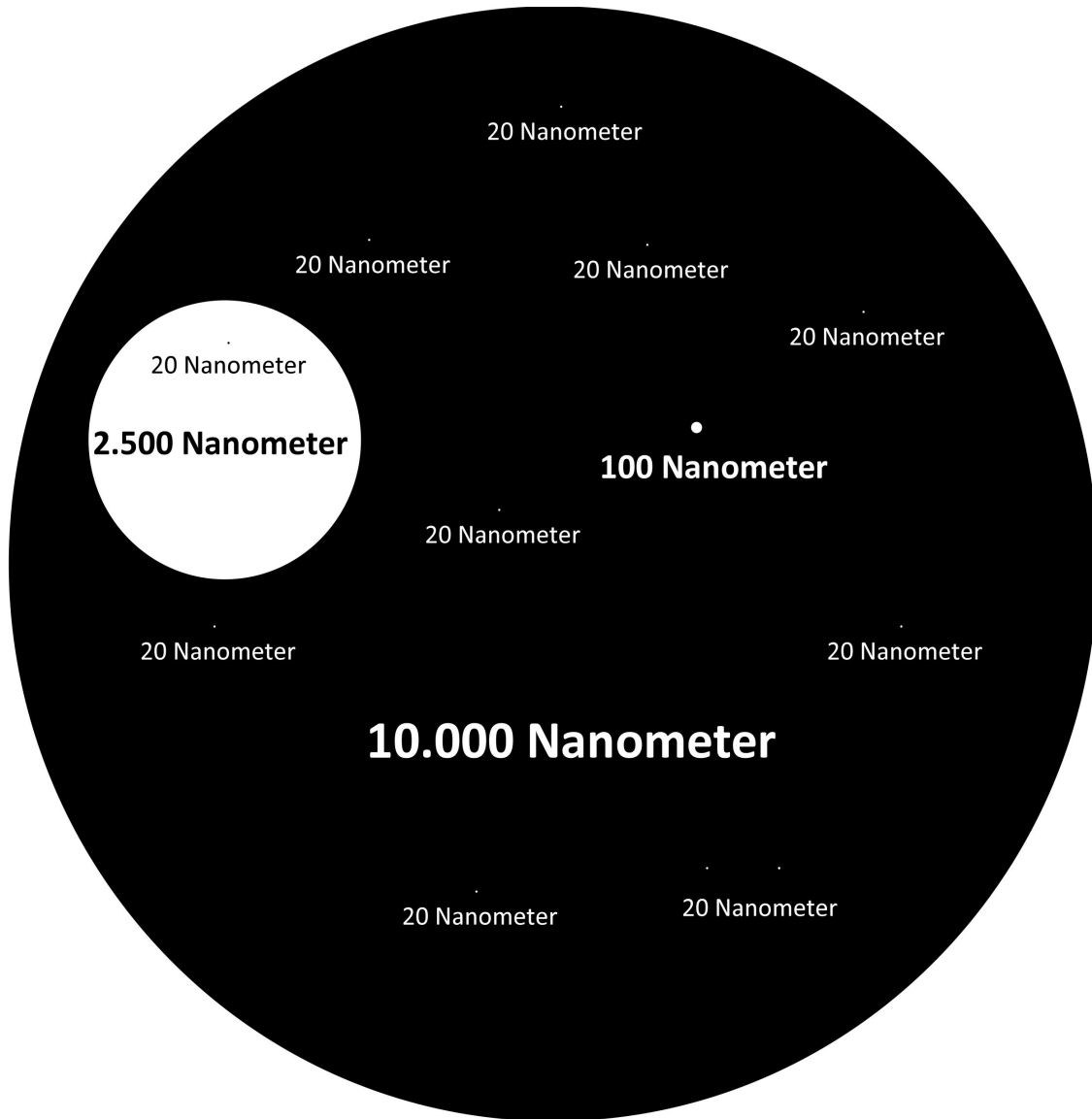
**Feinstaub in der Schweiz, Status-Bericht**

**Feinstaubbelastung in Deutschland, Umwelt Bundes Amt**

Sie möchten den Vortrag oder eine Literaturstelle in digitaler Form?

Senden Sie einfach eine Email an:

[feinstaub-info@fluglaerm-mainz-bretzenheim.de](mailto:feinstaub-info@fluglaerm-mainz-bretzenheim.de)



Die 20 Nanometer sind wie der Einstich einer Stecknadel. Zu sehen ist der 20-Nanometerpunkt nur im 2.500 Nanometerpartikel, oberhalb der Schrift

Zum Vergleich:

Menschliches Haar hat einen Durchmesser von 50.000 – 70.000 Nanometer.  
Es ist also 5-7 mal dicker, als der größte Feinstaubpartikel von 10.000 Nanometer.