

# Entschwefeltes Kerosin für den Flugverkehr

Faktensammlung von BV Freising, BI Mainz

## Sachlage

- Bei der Verbrennung von 1 Gramm Kerosin entstehen ca. 100 Mrd. ultrafeine Partikel (3 - 50 nm)
- Verbrennung von 1 kg Kerosin ergibt einen Abgas-Cocktail von  $10^{14}$  Partikel (ICAO)
- Durchschnittlich verbrennt ein Flugzeug im LTO-Zyklus ca. 750 Liter Kerosin (ICAO)
- Zusätzlich zum bodennahen Ausstoß (Landung, Start und Rollverkehr) werden UFP durch Wirbelschleppen auch noch aus großen Höhen (> 3.000 ft über NN) zu Boden gedrückt. Mit dem Wind werden die Triebwerksabgase (UFP) kilometerweit in das Umland verfrachtet (> 20 km).
- Die Belastung ist abhängig von der Zahl der Flugbewegungen.
- An Hotspots können über 1 Million UFP pro  $\text{cm}^3$  in der Umgebungsluft gemessen werden.
- Triebwerksabgase können aus technischen Gründen nicht gefiltert oder durch Katalysatoren gereinigt werden. Deshalb enthalten Triebwerksabgase viele toxische, kanzerogene und teratogene Verbindungen – vergleichbar mit Tabakrauch.
- Der Schwefelanteil im Kerosin führt über mehrere Reaktionsschritte zur Bildung von UFP (Berndt et al. 2005).
- Durch die Reduzierung des Schwefelgehalts im Kraftstoff ist eine wesentliche UFP-Reduktion möglich (zwischen 30 und 59 % - Jones et al. 2012)
- Kerosin mit einem Schwefelanteil < 10 ppm würde die luftfahrtbedingte PM-Sterblichkeit um ca. 25% reduzieren (EASA 2010).
- Die Kosten für die Entschwefelung liegen bei 1 - 1,5 €-Cent je Liter (250-375 Mio.€ weltweit). Der volkswirtschaftlicher Nutzen beträgt 500 – 1.650 Mio. € pro Jahr (Faktor 2 – 4) (EASA 2010).
- Die höheren Produktionskosten werden durch einen höheren Wirkungsgrad beim Verbrennen amortisiert (JETSCREEN D9.3 ).
- Das Problem, die Ursachen, die Wirkungen auf die Gesundheit und mögliche Lösungen sind schon sehr lange bekannt.
- Seitens der Verantwortlichen erfolgte bisher keine Information über die vom Flugverkehr ausgehende UFP-Gefährdung – bereits seit langem umsetzbare Maßnahmen zur Reduzierung der UFP-Belastung unterblieben.



## Gesundheitliche Wirkung von UFP

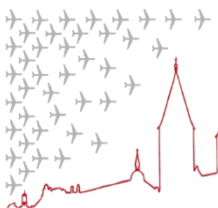
Die kleinsten Partikel (UFP) überwinden alle physiologischen Schutzmechanismen des Körpers:

- Innerhalb weniger Minuten im Blutkreislauf, erreichen sie alle Organe.
- Gelangen auch unmittelbar über den Riechnerv ins Gehirn.
- Gelangen in die fetale Placenta und damit ins ungeborene Kind.

Reaktionen des Körpers u.a.:

- Je kleiner – desto gefährlicher (nicht  $PM_{10}$  oder nicht  $PM_{2,5}$ , sondern UFP schädigen die Zellen)
- Der menschliche Organismus reagiert innerhalb von wenigen Minuten, z.B. mit einer veränderten Herzaktivität.
- Bereits eine einstündige Feinstaub-Belastung geht mit einem mehrtägig erhöhten Infarktrisiko einher.
- Es gibt keine Untergrenze, unterhalb derer UFP als gesundheitlich unbedenklich eingestuft werden könnten.
- UFP wirken vielfältig. Sie stehen im Zusammenhang mit Asthma, Lungenentzündung, COPD, systemischen Entzündungen, endothelialen Dysfunktionen, Gerinnungsänderungen, Diabetes, Krebs und Frühgeburten.
- Ein Anstieg von 10.000 Partikeln/cm<sup>3</sup> geht mit einem 13 % höheren Erkrankungs-Risiko an Hirntumoren einher!

(Quellen: UFIREG, HEI und ein Vielzahl weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen)

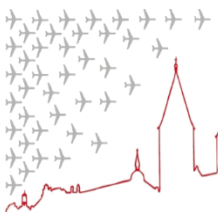


- **Die Sachlage, Medizin, Physik und Chemie sprechen für sich:**  
Die Zusammenhänge (Flugverkehr und UFP) und die gesundheitlichen Auswirkungen unter toxikologischen Gesichtspunkten sind final geklärt.
- **Flughafen Beschäftigte und Anrainer von Flughäfen sind hoch gefährdet** und den Abgasen der Flugzeuge schutzlos ausgeliefert.
- Für den Flugverkehr **Verantwortliche und insbesondere auch die Politik sind verantwortlich** dafür, dass Flugbetrieb mit geringstmöglichen Belastungen für Mensch und Umwelt erfolgt.
- **Doch es ist nichts passiert!**  
Die bisherige Strategie war Verzögerung und Komplizierung der Ergebnisse und ihrer Darstellung, sowie die Forderungen nach immer neuen Studien.
- **Dass es auch anders geht zeigt das Beispiel Wien Schwechat:**

Flughafensprecher Wien Schwechat Peter Kleemann:

**„Am Flughafen Wien steht nur zu 100 Prozent entschwefeltes Kerosin zur Verfügung.“**

Quelle: NÖN.at>Bruck>Ultra-Feinstaub: „Flughäfen sind Hotspots“



## Wissenschaftliche Untersuchungen versus Aussagen von Flughäfen

- 2010 EASA (European Aviation Safety Agency):
- Reduzierung der luftfahrtbedingten PM-Sterblichkeit um ca. 25%
  - Volkswirtschaftlicher Nutzen zwischen 500 – 1.650 Mio. € pro Jahr
  - Kosten für die Entschwefelung weltweit damals ca. 250 – 375 Mio. € pro Jahr (ca. 200 Mio.t)

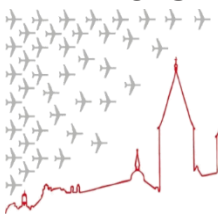
- 2012 Meta-Studie des ACI (Airport-Council-International):
- UFP je kleiner desto gefährlicher
  - Es gibt keine Untergrenze unterhalb derer UFP als unbedenklich eingestuft werden könnten – d.h. jede Dosis ist problematisch!
  - Los-Angeles: In einer Entfernung von 16 km werden unter den Anflugrouten 2-4-fach erhöhte UFP-Werte gemessen.

Offizielle Statements der Flughäfen:

- 2012 *Frankfurter Rundschau*: „Gute Luft in der Einflugschneise“
- 2013 *Die Welt*: „Am Flughafen ist die Luft besser als in der City“
- 2014 *Frankfurter Allgemeine*: „Flugzeuge verschmutzen nicht die Luft“
- 2015 *Flughafen München*: „Gute Luft in Eitting“

Wie kann  
das sein?

Wie passt  
das  
zusammen?



## Ein Blick zurück - Ultrafeine Partikel

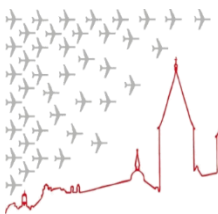
2015 begannen Bürgerinitiativen (Frankfurt und München) mit eigenen UFP Messungen

Das HLNUG zog mit einem Leihgerät nach - - - und:

- Auch im Wohngebiet in Raunheim wurden zum Teil dramatisch hohe UFP-Werte festgestellt.
- Ein Zusammenhang zwischen UFP-Eintrag und Flugbetrieb wurde anfänglich als abwegig abgetan
- Im Verdacht standen: Private Heizungen, der Straßenverkehr, Pollen, Saharastaub, der Industrie-Park Hoechst und die Main-Schifffahrt

2018 Statement des HLNUG :

- „Nichts Verbindliches zu Ultrafeinstaub“ Quelle: Main-Spitze 24.03.2018, Michael Kapp
- Beim Thema Ultrafeinstaub konnte man keine verbindlichen Aussagen treffen  
- die vorliegenden Messergebnisse ließen keine Rückschlüsse auf den Flugbetrieb zu.
- „Eine simple Quellenzuweisung ist nicht möglich“



## Ein Blick zurück - Ultrafeine Partikel

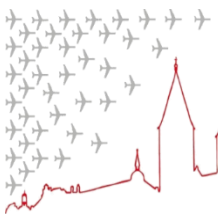
### 2020 gab es eine Wende: Der 3. und 4. UFP-Bericht des HLNUG

- Flughäfen sind regional stets die größten Hot-Spots!
- Wirbelschleppen und Bodenwinde tragen die Abgaspartikel entlang den Flugrouten auch in viele Kilometer entfernt liegende Wohngebiete.
- Das HLNUG sieht die Reichweite aktuell bei 14 km
  - Studien in Kopenhagen und Düsseldorf sprechen von bis zu 40 km!
- Triebwerkspartikel dominieren das Geschehen in der Region Frankfurt - ihr Anteil ist höher als der von umliegenden Autobahnen.

### 2021 Auswirkungen des reduzierten Flugbetriebs während der Coronapandemie

- Der pandemiebedingte Lockdown hat gezeigt, dass der Flugbetrieb einen hohen Anteil der Gesamtmenge der UFP (> 80%) ausmacht.

Quelle: Herrmann et al. 2021: Auswirkungen des reduzierten Flugbetriebs: ca. von 95% der Gesamtmenge.



## Fazit:

Seit über 10 Jahren sind die Belastungen durch UFP an Flughäfen und im Flughafenumland bekannt. Maßnahmen zur Reduzierung dieser UFP-Belastungen für Mensch und Umwelt sind deshalb seit langem überfällig.

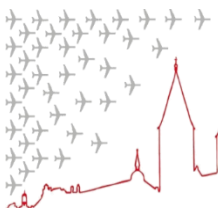
Es gibt Lösungen zur Reduzierung – man kennt deren Kosten und Nutzen.

### **Greift jetzt endlich die gesetzliche Vorsorgeverpflichtung?**

Kein Schwefel – weniger Aromaten = besseres Kerosin

- Reduzierung von Gesundheitsrisiken
- Kostenersparnis
- Weniger Treibhausgase
- Weniger Luftverschmutzung

**Die zeitnahe und freiwillige Selbstverpflichtung zum Einsatz entschwefelten Kerosins (< 10 ppm) innerhalb Deutschlands wäre ein überzeugendes Signal an Europa - und ein längst überfälliger Schritt, Mensch und Umwelt zu entlasten.**



## Literatur

- T. Berndt et al., Rapid Formation of Sulfuric Acid Particles at Near-Atmospheric Conditions, *Science* 307, 698 (2005). Leibniz Institut für Troposphärenforschung: <http://www.tropos.de> Universität Helsinki: <http://www.helsinki.fi/university/> Hintergrund Wolkenbildung: <http://www.espere.net/Germany/water/decloudformde.htm>
- Jones, A.M., Harrison, R.M., Barratt, B., Fuller, G.: A large reduction in airborne particle number concentrations at the time of the introduction of “sulfur free” diesel and the London Low Emission Zone. *Atmospheric Environment* 50: 129-138; (2012)
- *EASA Research Project 2008/C11, 11 January 2010, Reduction of sulphur limits in aviation fuel standards (SULPHUR)*
- JETSCREEN D9.3 – Socio-Economic Benefits of Reducing Sulphur & Aromatics. Grant Agreement: 723525 Call identifier: H2020-MG-2016-two-stage Project full title: JETSCREEN JET Fuel SCREENing and Optimization Project start date: 01.06.2017 Project duration: 41 months.
- D9.3 – Socio-Economic Benefits of Reducing Sulphur & Aromatics H2020-723525 Deliverable actual submission date (12.03.2021)
- Herrmann W., Kendlbacher R., Cyrus J., Rottmann O., 2021: Auswirkungen des reduzierten Flugbetriebs während der Corona-Pandemie auf die Konzentration von ultrafeinen Partikeln. *Gefahrstoffe* 81 (11-12): 458 – 469
- HEI – Health Effects Institute, 2013: HEI Review Panel on Ultrafine Particles: Understanding the Health Effects of Ambient Ultrafine Particles. HEI Perspectives 3. Health Effects Institute, Boston, MA;
- UFIREG (Ultrafeine Partikel und Gesundheit - ein evidenzbasierter Beitrag zur Entwicklung regionaler und europäischer Umwelt- und Gesundheitspolitik) wurde im Rahmen des CENTRAL EUROPE Programmes durchgeführt, gefördert vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2011-2014. Kontakt: [public.health@mailbox.tu-dresden.de](mailto:public.health@mailbox.tu-dresden.de)

