

Messung ultrafeiner Partikel im Umfeld eines Großflughafens

Holger Gerwig^a, Stefan Jacobi^b, Wilma Travnicek^b, Klaus Wirtz^a

^a Umweltbundesamt, Dienststelle Langen

^b Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden
 Holger.Gerwig@uba.de

Neben PM₁₀ wird seit einigen Jahren auch die Fraktion der kleineren, zum Teil auch alveolengängigen Partikel (PM_{2,5}) EU-weit gesetzlich geregelt (EU Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG). Seit Einführung der auf die Massenkonzentration bezogenen Grenzwerte wird häufig die unzureichende Differenzierung/Spezifizierung nach den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Partikel kritisiert. In zunehmendem Maße wird dabei die Bedeutung der ultrafeinen Partikel (UFP, d<100 nm) hervorgehoben. Toxikologische und teilweise auch epidemiologische Studien zeigen deren Gesundheitsrelevanz auf (HEI 2013). Der Wissensstand ist jedoch noch unzureichend, um z. B. klare Aussagen zu tolerierbaren Außenluftkonzentrationen treffen zu können. UFP werden bei allen Verbrennungsprozessen und somit auch beim Betrieb eines Flughafens freigesetzt. In verschiedenen Veröffentlichungen wurde über Messungen einer um ein vielfaches erhöhten Partikelanzahlkonzentration gegenüber dem Hintergrund berichtet, für Windrichtungssektoren, die einen Antransport aus Richtung des Flughafens nahe legen: Los Angeles Faktor 4 in 10 km (Hudda et al. 2014), Amsterdam Faktor 3 in 7 km (Keuken et al. 2015); Frankfurt Faktor 2,5 in 5 km für Partikel 10 – 30 nm (Gerwig et al. 2011b). In der Umgebung des Frankfurter Flughafens wurden mittels mobiler Messungen mittlere Konzentrationen von 8000 (Wald) bis zu 100.000 1/cm³ (Einflugschneise direkt am Flughafenzaun) (Gerwig et al. 2014a).

Experimentelles

HLNUG-Luftmessstation Raunheim (90 m ü. N. N., Probenahme 3,5 m, 5 m Fahrbahnrand) Stadtrand/urbaner Hintergrund, ca. 6 km SW vom Frankfurter Flughafen)

Seit Anfang September 2015 betreiben HLNUG und UBA an der Station gemeinsam einen Ultra-Kondensationspartikelzähler (UCPC, TSI 3776, 1 sec Werte) des UBA in einem separaten Minimesstcontainer. Laufzeit des Projekts soll 6 - 12 Monate sein. Die Daten des Geräts werden über ein Labviewprogramm erfasst und in die UBIS-Datenbank (5 s Mittel) des hessischen Luftmessnetzes übertragen. Im Routine-Messnetzbetrieb werden zurzeit folgende Parameter mit erfasst: SO₂, NO; NO₂; CO; O₃; PM₁₀, Ruß, C_nH_m, Benzol und meteorologische Daten. In Anlehnung an Erfahrungen aus dem sächsischen Messnetz, werden die entstehenden Butanolabgase durch einen Katalysator der Fa. Catalytic Instruments neutralisiert, um störenden Gerüchen und einer möglicher Beeinflussung der Kohlenwasserstoffmessungen vorzubeugen.



Abb. 1 a) Messstandort: Raunheim (© Bundesamt für Kartographie u. Geodäsie, Frankfurt a.M.)

b) HLNUG Luftmessstation Raunheim c) Geräte im Messcontainer (Fotos: Holger Gerwig)

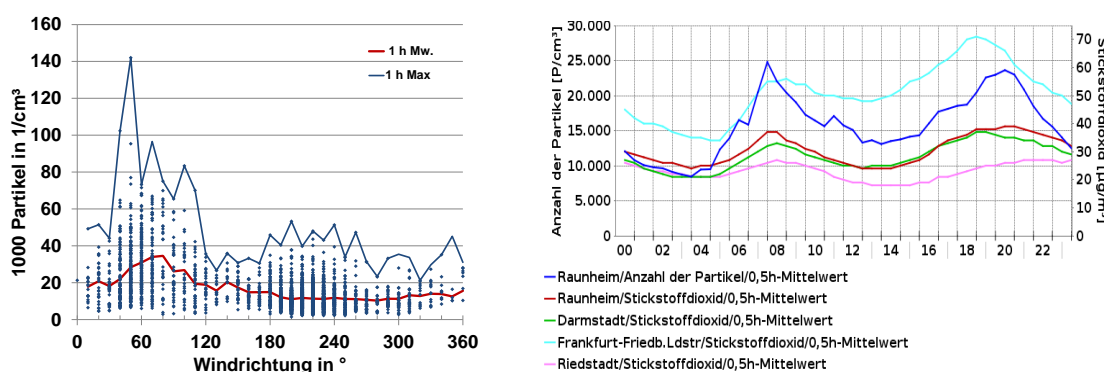
Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1 Messwerte (1-h MW) in Raunheim 09/15 – 03/16.

Stoff	Einheit	Mittelwert	Median	Max	Std	Perc 99	Perc 1	Max 5s
Partikelanzahl 3 – 1000 nm	1/cm ³	16 100	12 300	142 000	12 100	61 900	3 200	485 000
Ruß	µg/m ³	1,6	1,2	11,6	1,5	7,7	0,1	26
NO	µg/m ³	21,9	6,3	319	37,3	181,3	0,4	628
NO ₂	µg/m ³	29,6	27,8	98	15,8	71,8	4,7	182

In Tabelle 1 werden die Messwerte während des Probenahmezeitraums dargestellt.

Maximale 5 s-Mittelwerte wurden während des Silvesterfeuerwerks (460 000 1/cm³) bzw. bei einer nordöstlichen Windrichtung (485 000 1/cm³, 50°) ermittelt.



a

b

Abb. 2 a) Mittelwert und Max UFP (1 h, 09/15-03/16) zu Windrichtung Flughafen (DWD, 2016)
b) Tagesgang UFP und NO₂ in Raunheim und an anderen HLNUG- Stationen

Die mittleren 1-h UFP-Konzentrationen waren bei Wind aus 60° – 100° (NO) im Vergleich zu 200° – 300° (SW) um das 2,7fache erhöht, bei Windgeschwindigkeiten über 0,5 m/s, bzw. um das 3,7fache, bei Windgeschwindigkeiten über 2,5 m/s (s. Abb. 2a).

Der Tagesgang der UFP zeigte einen ähnlichen Verlauf wie der für andere Luftschadstoffe am gleichen Standort bzw. an anderen Standorten des HLNUG Luftmessnetzes mit zwei ausgeprägten Maxima, am Morgen und am Abend (s. Abb. 2b). Allerdings deutet sich eine größere Amplitude bei den UFP an.

Standortvergleich

In Raunheim war die mittlere Partikelanzahl verglichen mit Messungen in Langen und Berlin (beides auch im urbanen Hintergrund) deutlich höher (s. Tab. 2). Die maximalen 1-Stundenmittelwerte waren mehr als doppelt so hoch. Einschränkend muss aber auf die unterschiedlichen Probenahmezeiträume hingewiesen werden. Für eine genauere Abschätzung der Belastung des Standorts müssen Ergebnisse weiterer Standorte des gleichen und auch anderen Typs herangezogen werden. Besonders wichtig dabei ist, dass auch die gleichen Partikelgrößenbereiche abgedeckt werden. Als Vergleichszeitraum ist hierbei mindestens 1 Jahr anzustreben.

Tab. 2 Stationäre Messungen (1 h MW) der Partikelanzahl (3 bzw. 4,5 – 1000 nm)

Ort	Stationstyp	Messbereich in nm	Mittelw. in 1/cm ³	Median in 1/cm ³	Max in 1/cm ³	Mittelungszeitraum	Quelle
Raunheim	urb. Hintergrund	3 – 1 000	16 100	12 300	142 000	Monate, 09-15 – 03-16	diese Arbeit
Langen	urb. Hintergrund	3 – 1 000	12 200	10 500	67 000	Jahre, 2010 - 2013	Gerwig et al. (2014b)
Berlin	urb. Hintergrund	4,5 – 1 000	8 700	7 700	49 000	Monate, 05 - 08 2014	Schneidmesser et al. (2016)

Zusammenfassung

Im Routinemessbetrieb des HLNUG konnte bisher für ein halbes Jahr die Partikelanzahl gemessen werden. An der Stadtrandstation Raunheim wurden ein Mittelwert von 16 100 bzw. 1-h-Maximalwert von 142 000 1/cm³ gemessen. Die ersten erhobenen Daten und Auswertungen lassen erste qualitative Annahmen, aber noch keine abschließenden quantitativen Schlussfolgerungen auf Quellen der UFP-Belastungen an dem Standort zu. Erhöhte Konzentrationen bei Wind aus Richtung des Flughafens können aber auf einen entsprechenden Beitrag hindeuten. Die erfassten Messwertspitzen im Sekundenbereich sollen Gegenstand weiterer Auswertungen auch im Zusammenhang mit erfassten Überflügen sein.

Der verwendete Kondensationspartikelzähler bedarf einer etwa 14-tägigen Wartung. Für einen Dauerbetrieb ist eine externe Pumpe ratsam bzw. ein jährlicher Tausch der Pumpenmembran. Der verwendete Katalysator half potentielle Probleme mit störenden Gerüchen und einer Beeinträchtigung der Kohlenwasserstoffmessung zu vermeiden.

Ausblick

Um eine genauere Quellenzuordnung erhöhter UFP-Konzentrationen und deren Einordnung in andere Standorttypen vornehmen zu können sind weitere Arbeiten notwendig.

Das HLNUG beabsichtigt die Untersuchungen auf andere Standorte und die Aufnahme der Größenverteilung auszudehnen. Ziel ist eine bessere Charakterisierung der Belastung durch UFP und eine mögliche Quellenzuordnung, insbesondere auch der flughafenbedingten Belastung.

Das UBA plant ein UFOPLAN-Projekt zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch einen Großflughafen mittels Modellierung im Umfeld von 30 km.

Literatur

- Birmili, W. et al. (2015): *Gef. Reinh. Luft*, 75, 479 - 489.
 DWD (2016): ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/hourly/
 Gerwig, H.; Pecher, W., Wirtz, K. (2011a): 46. MTK.
 Gerwig, H.; Pecher, W., Wirtz, K. (2011b): EAC 2011. Manchester.
 Gerwig, H.; Pecher, W. Wirtz, K. (2014a): 1. Konferenz Aerosol Technology Juni 2014, Karlsruhe.
 Gerwig, H.; Pecher, W. Wirtz, K. (2014b): 49. MTK
 HEI (2013): Health Effects Inst., Boston, MA., *Perspectives* 3.
 Hudda, N. et al. (2014): *Environ. Sci. Technol.*, S1-S19.
 Keuken, M. et al. (2015): *Atmosph. Env.*, 104, 132-142.
 Löschau, G. (2010): *Gef. Reinh. Luft*, 70, 183 – 187
 v. Schneidmesser et al. (2016): . in Vorbereitung.