

Luftgütemessungen der FBB

**FLK Schönefeld
103. Sitzung**

**Flughafen Berlin Brandenburg GmbH
Sebastian Aust
Dr. Uta Wolf-Benning**





Planfeststellungsbeschluss

Luftqualität (1/2)

”Spätestens mit Inbetriebnahme der neuen Start- und Landebahn 07R/25L ist im Flughafenbereich eine Messstelle zur Erfassung der Immissionen zu errichten und dauerhaft zu betreiben.”

”[...] kontinuierliche Erfassung von Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffdioxid (NO₂) sowie Stickstoffmonoxid (NO) zur Ermittlung von NO_x

... und die diskontinuierliche Erfassung von Benzol als Leitkomponente der BTEX sowie PM₁₀, Benz[a]pyren als Leitsubstanz der PAK und Ruß [...]”

Planfeststellungsbeschluss

Luftqualität (2/2)

”Sobald die Gesamtzahl der Flugbewegungen 300.000 pro Jahr in drei aufeinanderfolgenden Jahren überschreitet, ist eine mobile Messeinrichtung vorzuhalten, mit der zeitlich befristete Messungen an Belastungsschwerpunkten in der Umgebung des Flughafens [...] durchzuführen sind.”

”Die mobile Messeinrichtung soll die gleichen Komponenten wie die stationäre Messstelle erfassen.”

FBB-Luftgüteüberwachung

Luftgütemessstellen

PFB-Auflagen werden bereits erfüllt:

Betrieb on-site seit 2011

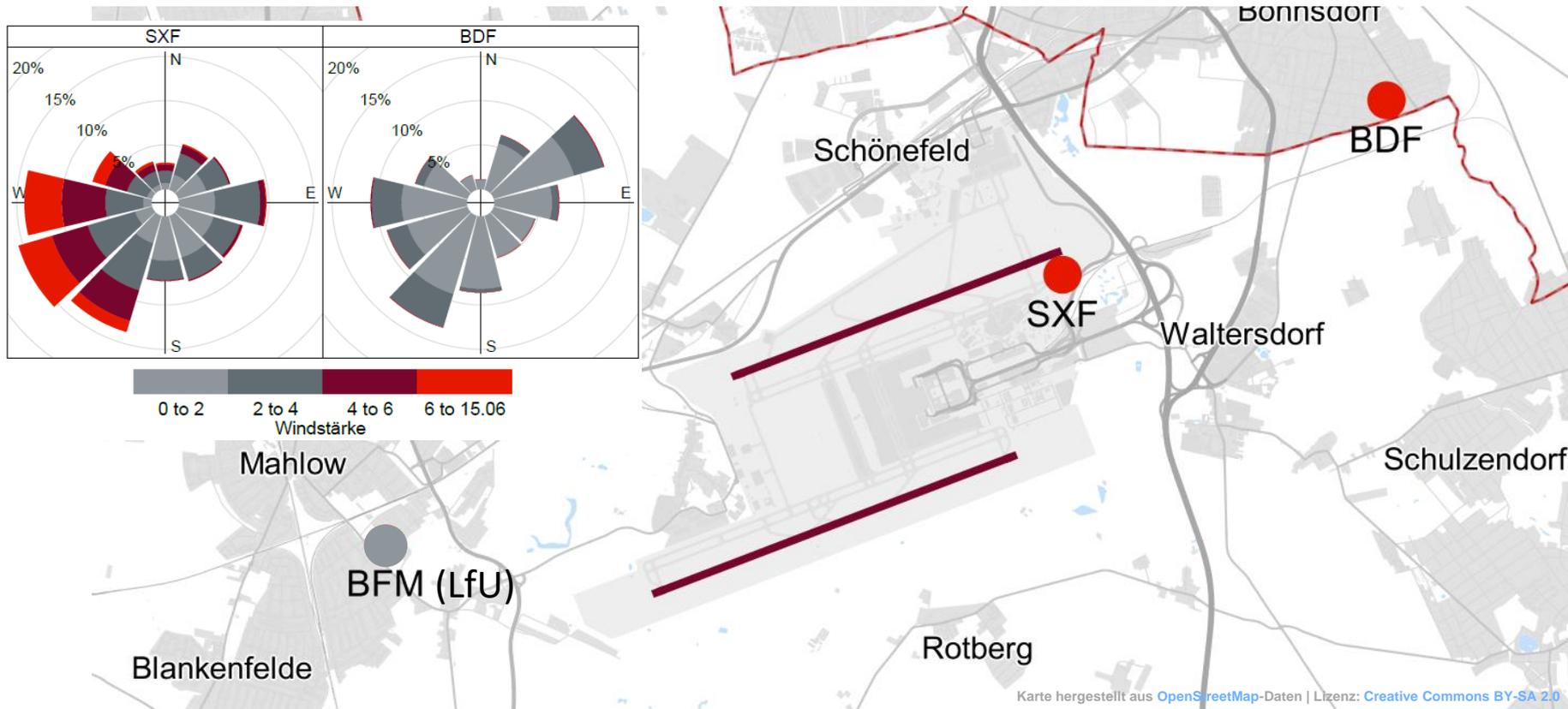
- Zusammenarbeit mit Landesamt für Umwelt Brandenburg
- direkter Datenabruf
- online Datenbereitstellung
- identische Laboranalysen
- Kalibrierung Gasmonitore

Anschaffung mobile MST in 2017

- Aufstellung Bohnsdorf 03/2018



FBB-Luftgüteüberwachung Standorte



FBB Luftgütebericht 2019

FBB-Messstellen auf dem Betriebsgelände (SXF) sowie östlich in Bohnsdorf (BDF) und Messstelle des Landesamtes für Umwelt westlich des Flughafengeländes in Blankenfelde-Mahlow (BFM).

Messtechnik

Vielzahl von Messgeräten im dauerhaften Einsatz

Gasförmige Luftschadstoffe

[NO, NO₂, NO_x]^{**} [O₃]^x [CO]^{*} [B^{**}TEX]

Partikuläre Luftschadstoffe

[PM_{10auto}]^x [PM_{2.5auto}]^x [Ruß_{auto}] [UFP]

Laboranalysen

[PM_{10grav}, PAK, Ruß]^{**} [VOC]^{**}

Meteorologie

[Globalstrahlung, Temperatur, Luftfeuchte,
Luftdruck] [3D-Wind]

Kompressoren

[Nullluft] [UFP-Trocknung] [Gaschromatograph]

* Erfassung planfeststellungsrelevant

* Erforderliche Datenverfügbarkeit 90% des Kalenderjahres



Emissionen

Flughafenbetrieb

- Triebwerksemissionen im LTO-Zyklus
- Vorfeldaktivitäten



- Zubringerverkehr
- Energieerzeugung und Infrastruktur



Emissionen

Emissionskataster Berlin 2015 [t/a]

Emissionen des Flugverkehrs (LTO-Zyklus) liegen in Höhe 1/10 (CO₂); 1/6 (NO_x); 1/25 (PM_{2.5}, NMVOC); 4/3 (SO₂) des Kfz-Verkehrs

	CO ₂	NO _x	PM ₁₀ /PM _{2.5}	NMVOC	SO ₂
Auto	2.6 E+6	6.9 E+3	6.5/3.2 E+2	2.9 E+3	1.3 E+1
Flug	2.3 E+5	1.2 E+3	1.3/1.3 E+1	1.3 E+2	1.7 E+1
Schiff	1.8 E+4	2.5 E+2	1.0/1.0 E+1	6.9 E+1	9.0 E-2
Bahn	6.9 E+3	1.1 E+2	2.2/0.3 E+2	5.0 E+0	5.0 E-2
...					
Kleinfeuerung	5.8 E+6	2.0 E+3	2.4/2.3 E+2	4.0 E+2	5.9 E+2
em.pfl. Anlagen	7.9 E+6	6.8 E+3	1.4/0.8 E+2	2.6 E+2	2.4 E+3

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/kf311.pdf

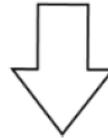
https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/emissionen/download/Endbericht_Emissionkataster_2015.pdf

Luftgüteüberwachung

Von der Emission zur Immission

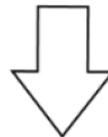
Emission

Verbrennungsprozesse



Transmission

physiko-chemische Umwandlungsprozesse, meteorologische Einflüsse, Dispersion

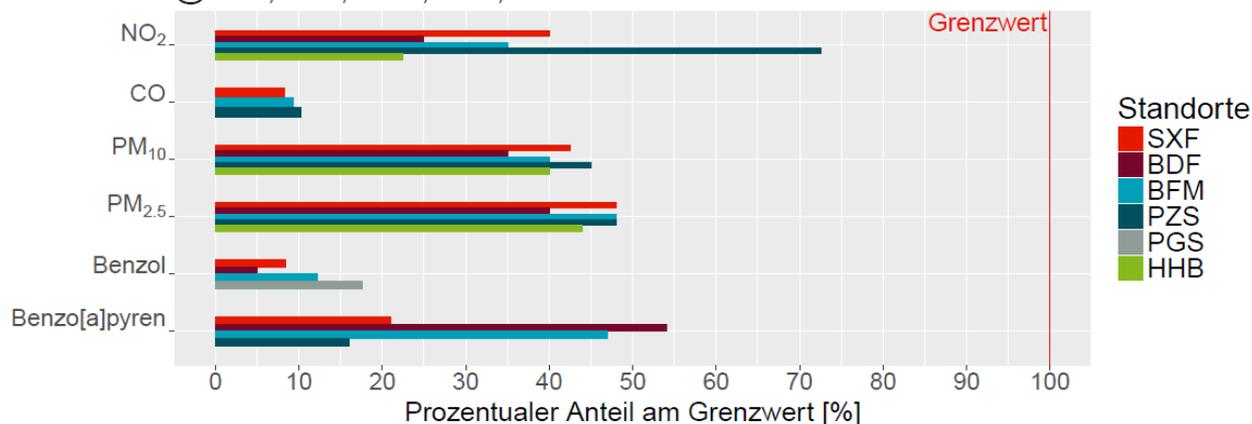


Immission

Immission

Luftgüteüberwachung FBB und LfU

Anteil der Jahresmittelwerte am Grenzwert
@ SXF, BDF, BFM, PZS, PGS & HHB in 2019

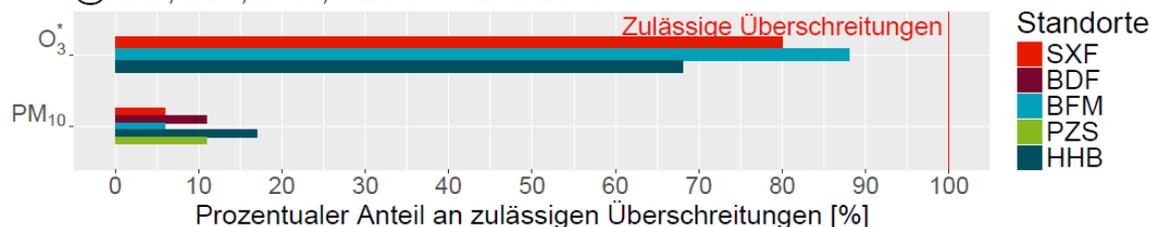


Die gesetzlich festgelegten Grenzwerte werden deutlich und sicher eingehalten.

Vergleich der FBB-Messstationen SXF und BDF mit denen des LfU:

- Blankenfelde-Mahlow (BFM, urbaner Hintergrund)
- Potsdam, Zeppelinstraße (PZS, Verkehrsmessstelle)
- Potsdam, Großbeerenstraße (PGS, Verkehrsmessstelle)
- Hasenholz Buckow (HHB, ländlicher Hintergrund)

Anteil der zulässigen Überschreitungen
@ SXF, BDF, BFM, PZS & HHB in 2019

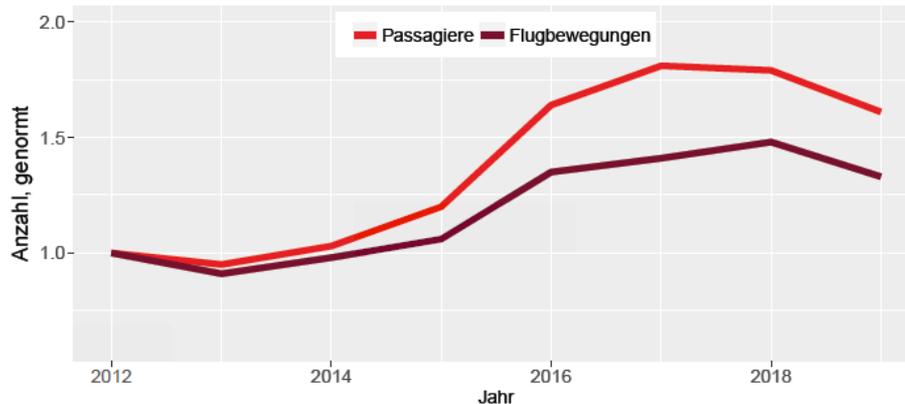


FBB Luftgütebericht 2019

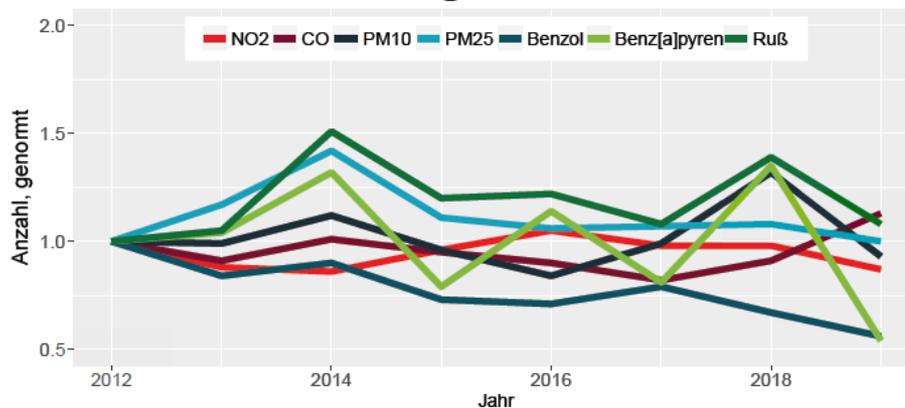
Immission

Luftgüteüberwachung FBB

A Verkehrsentwicklung @ SXF seit 2012



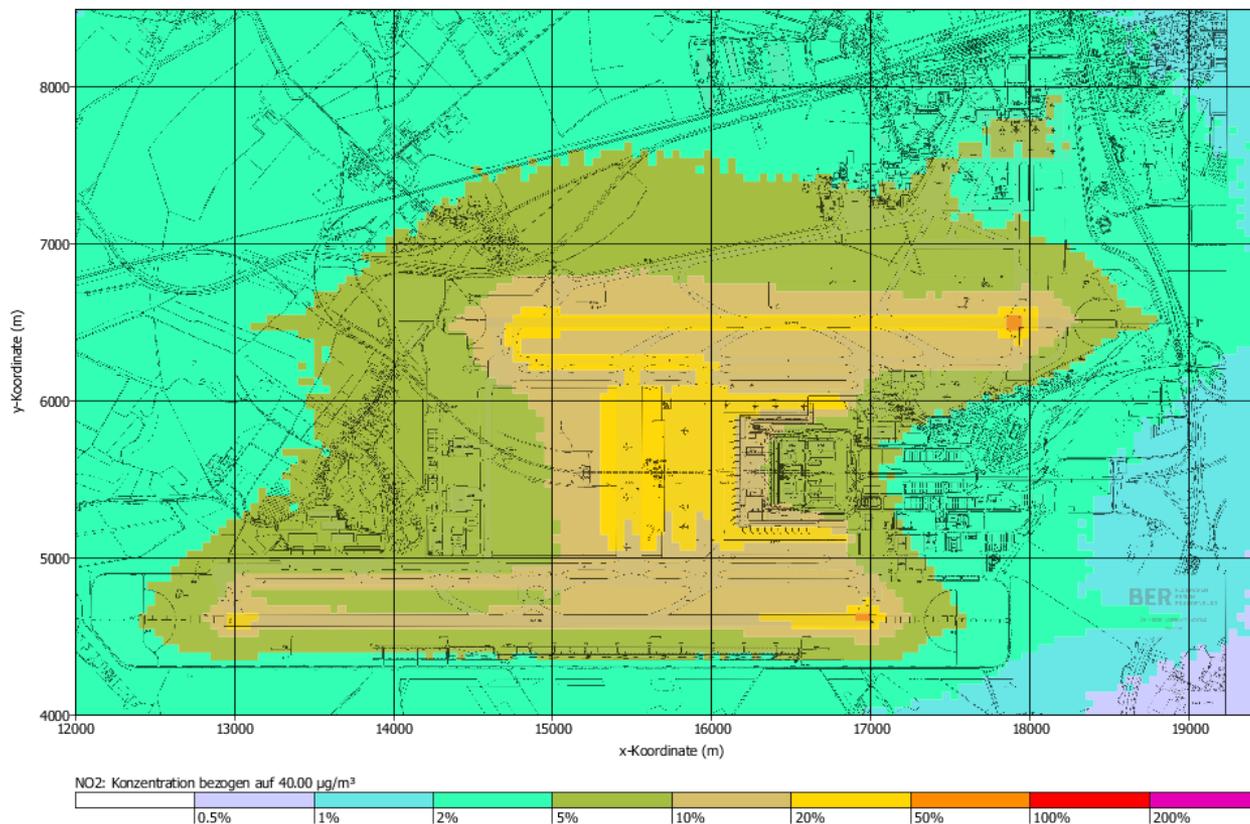
B Luftschadstoff-Konzentration @ SXF seit 2012



Die Entwicklung der Verkehrszahlen (A) mit Bezug zum Jahr 2012 ist entkoppelt vom Verlauf der Luftschadstoff-Konzentrationen (B) im Jahresmittel.

Die Immissionswerte werden sehr viel stärker von meteorologischen Bedingungen und Großwetterlagen beeinflusst.

Immissionsprognose am Beispiel NO₂ für DES 2021 mittels LASPORT



Ausbreitungsrechnungen ermöglichen Betrachtung ausschließlich flughafenbezogener Emissionen und die Modellierung derer Ausbreitung.

Diese deuten auf Immissions-Anteile durch Flugbetrieb i.H.v. 2-5% des Jahresgrenzwerts (am Beispiel NO₂) an Betriebsgeländegrenze hin.



Erweiterung des Messprogramms

Ultrafeinstaub

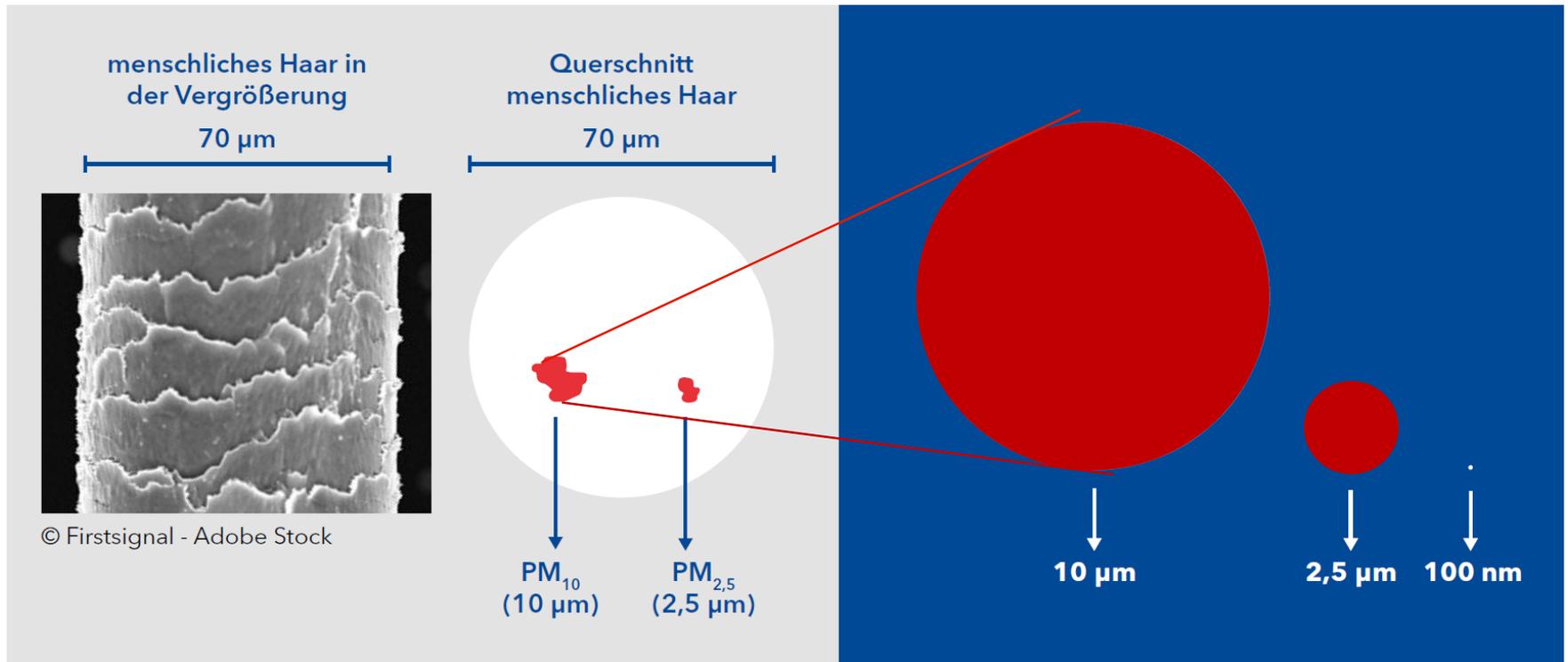
Warum messen wir UFP

- Toxikologische Studien zeigen Zusammenhang mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Erkrankungen der Atemwege
- Gesundheitliche Auswirkungen von UFP aufgrund der „Kleinheit“ → Überwindung der Blut-Hirn bzw. Blut-Organ-Schranke
- Keine Erkenntnisse zur Dosis-Wirkungs-Beziehung → kein gesetzlicher Grenzwert
- Sorge und großes Interesse in der Öffentlichkeit

→ Kein Grenzwert und keine Messverpflichtung

→ Aber besonders im Fokus der Öffentlichkeit

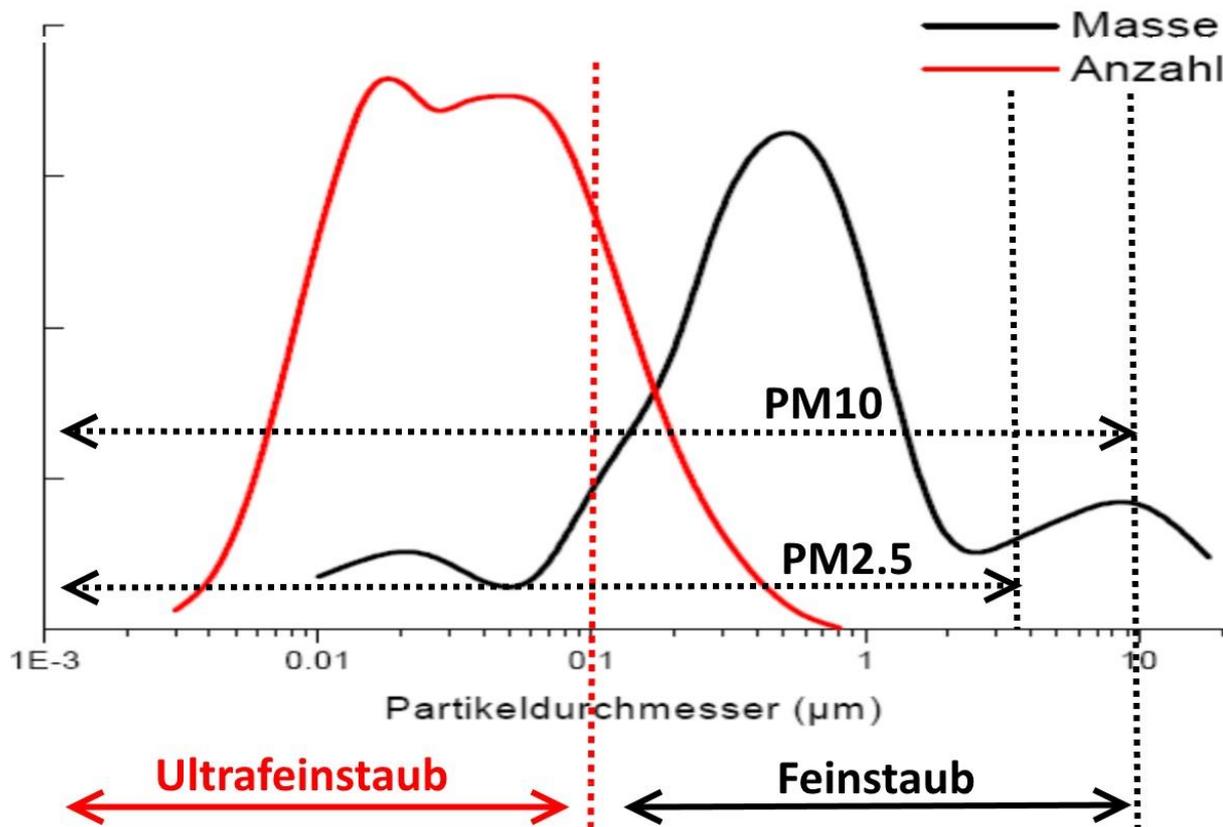
Ultrafeinstaub Größenvergleich



Quelle: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Ultrafeinstaub vs. Feinstaub

Anzahl- und Massenverteilung



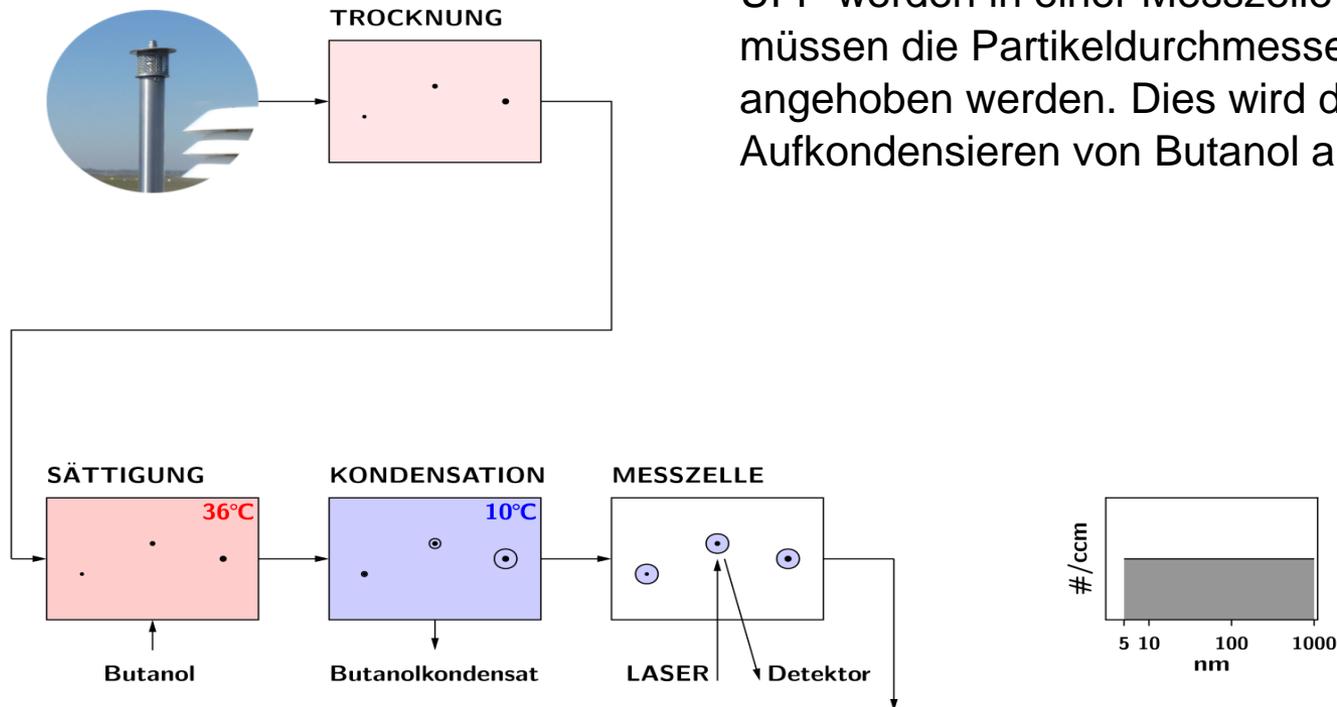
Obwohl UFP bei der gravimetrischen Bestimmung der Feinstäube PM₁₀ und PM_{2.5} miterfasst werden, sind diese Messwerte nahezu ausschließlich durch Massen der Partikel >100 nm dominiert.

Partikel <100 nm (=UFP) können nur adequat durch die Messung der Partikelanzahl charakterisiert werden.

Daher sind eigene Messgeräte für UFP-Messung erforderlich.

UFP-Messung der FBB

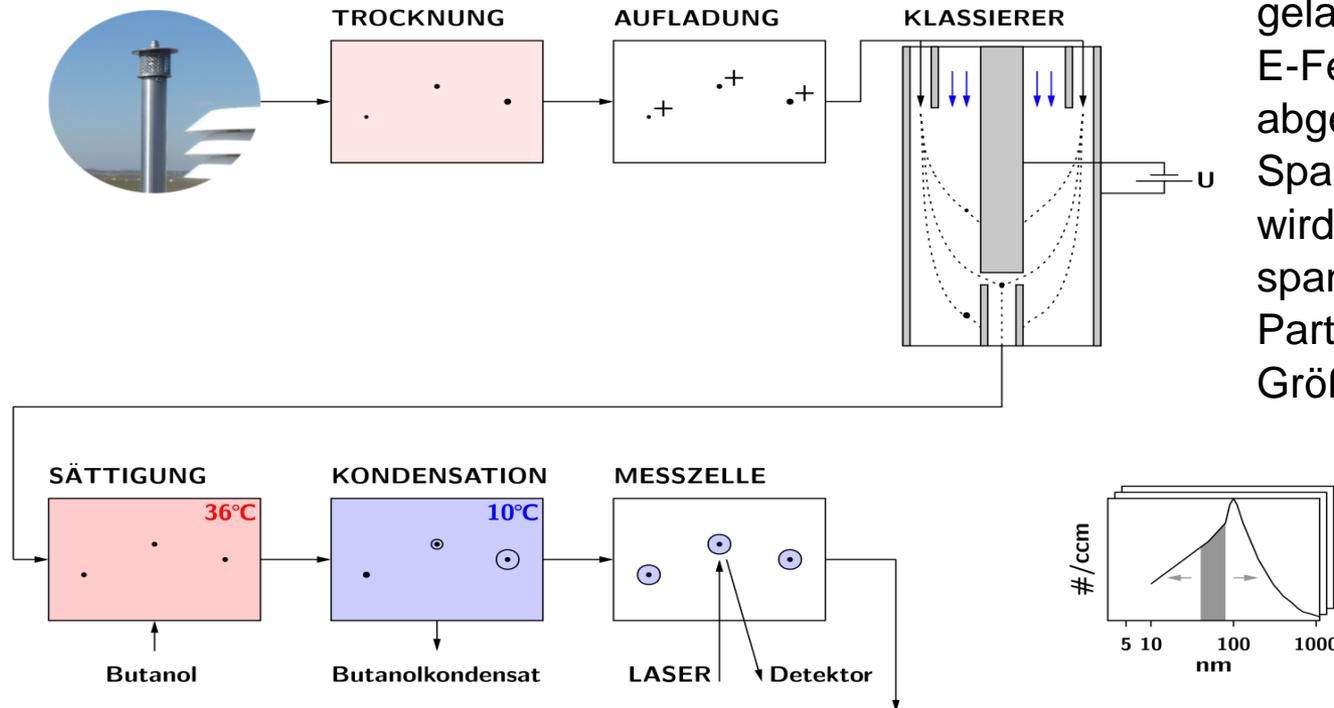
Messprinzip Gesamtpartikelanzahl



UFP werden in einer Messzelle optisch erfasst; hierfür müssen die Partikeldurchmesser jedoch auf >250 nm angehoben werden. Dies wird durch das Aufkondensieren von Butanol auf die Partikel erreicht.

UFP-Messung der FBB

Messprinzip Größenverteilung



Die Erweiterung des Messaufbaus um Aufladung und Klassierer ermöglicht Aussagen zur Partikelgröße. Hierfür werden die geladenen Partikel durch ein E-Feld im Klassierer abgelenkt, wobei die Spannung periodisch variiert wird. So gelangen spannungsabhängig nur Partikel einer bestimmten Größe zum Detektor.

Qualitätssicherung der UFP-Messungen

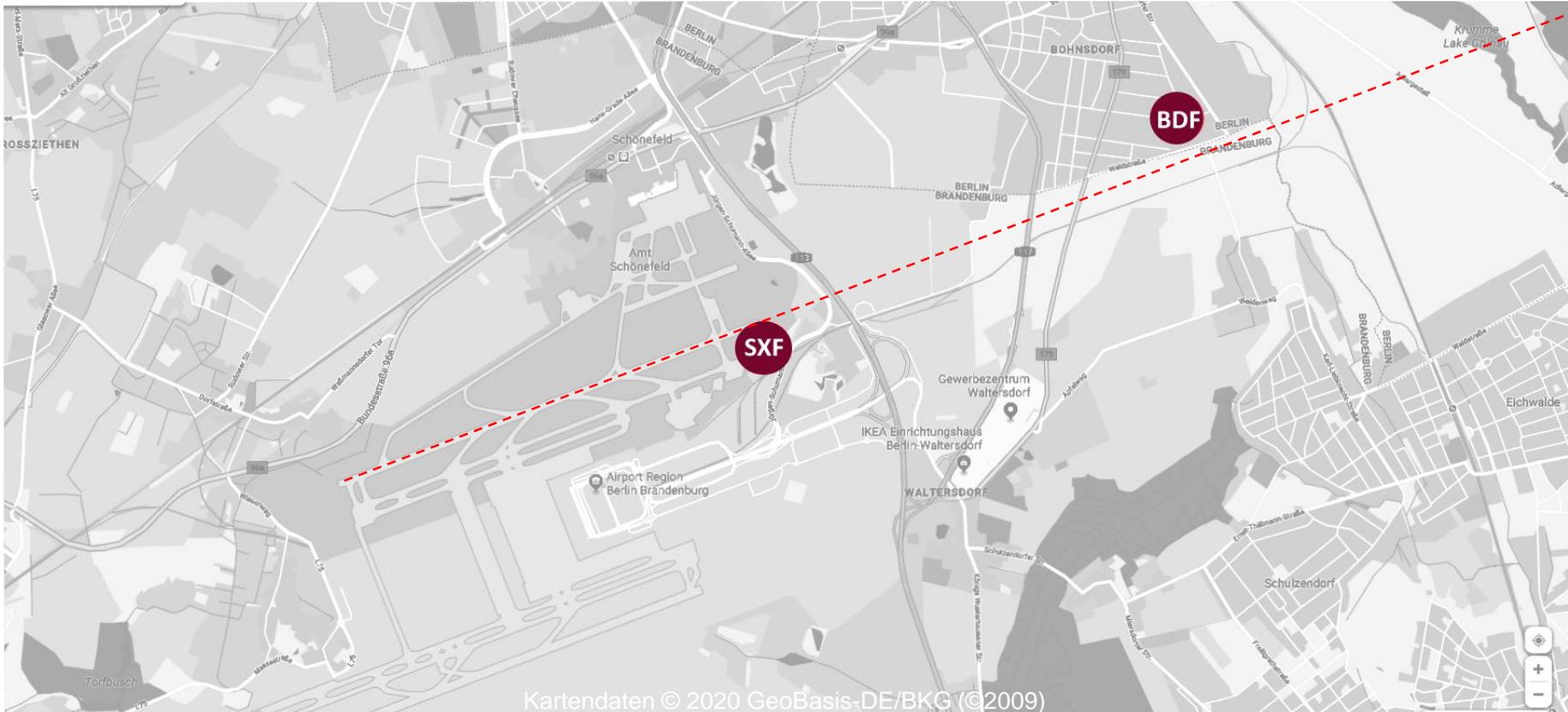
Durchführung am Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS).

Dieses fungiert als Weltkalibrierzentrum für physikalische Aerosolmessungen (WCCAP) und stellt die Referenz für Messungen im Rahmen des GUAN-Projektes.

Ein Instrumentenvergleich erfolgt regelmäßig sowohl in den Laboren des TROPOS als auch vor Ort in den Messstationen der FBB.



UFP-Messung der FBB Standorte SXF & BDF



- Standort SXF seit 2011, UFP Messungen seit 10/2016
- Standort BDF seit 03/2018, UFP Messungen seit 03/2018

UFP-Messung der FBB

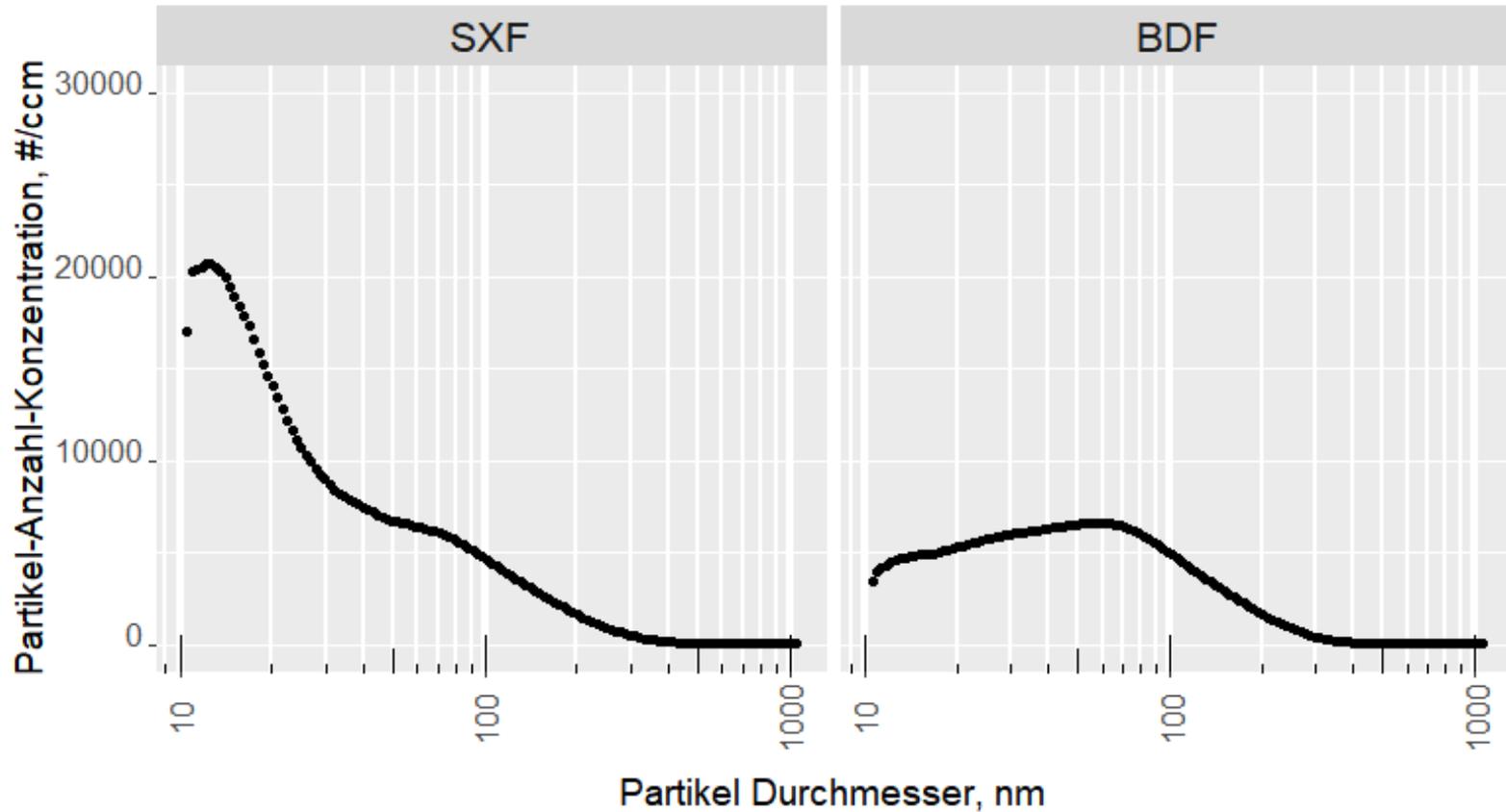
Ergebnisse – Vergleich mit GUAN-Standorten

Ort	Typ	Größe, nm	Mittelwert, #/ccm	Zeitraum
Melpitz	Ländl. HG	5-800	5.700	2010-2013
Dresden	Verkehr	5-800	14.900	2010-2013
Leipzig	Verkehr	5-800	16.300	2010-2013
SXF	Verkehr	5-1.000	17.500	10/16-07/17
			13.000	10/18-08/19
BDF	Urbaner HG	5-1.000	6.000	10/18-08/19

- Reinstluft in den Hochalpen: 1.000 #/ccm
- Peking (Verkehr): >1 Mio #/ccm
- Innenraum: 500.000 (Toaster) #/ccm

Größenverteilung

UFP-Größenverteilung @SXF & @BDF
15.03.2018 - 31.05.2018

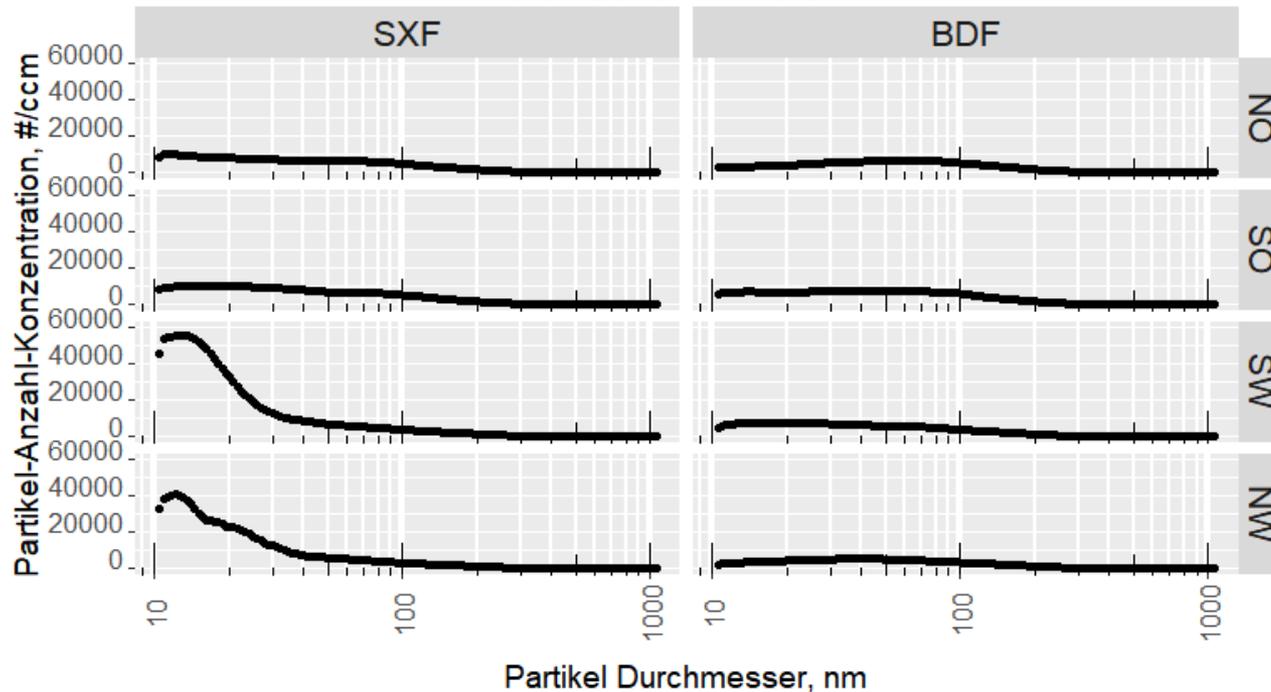


30 min - Mittelwerte

Am Standort SXF dominieren Partikel der Größe 10-30 nm, am Standort BDF hingegen 60-70 nm.

Größenverteilung in Abhängigkeit der Windrichtung

UFP-Größenverteilung und Windrichtung @SXF & @BDF
15.03.2018 - 31.05.2018

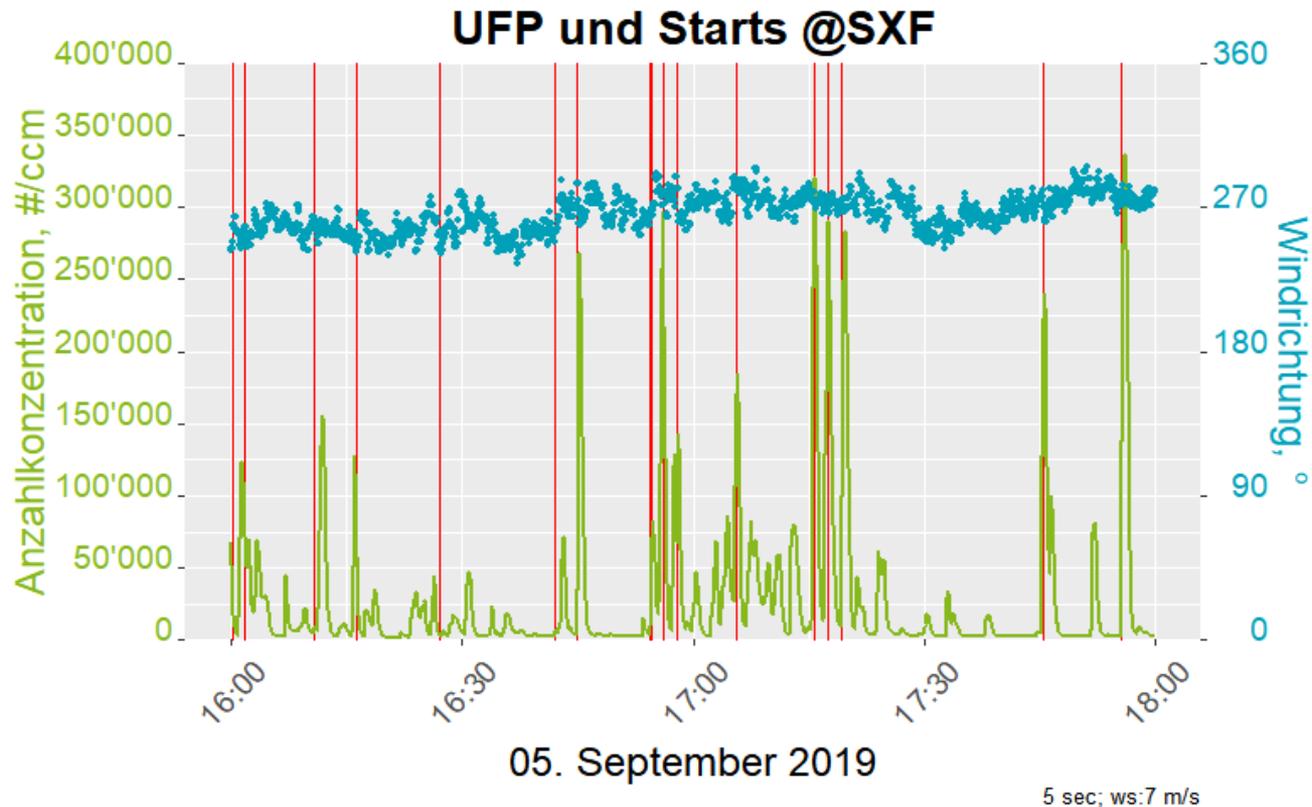


30 min - Mittelwerte

Am Standort SXF dominieren Partikel der Größe 10-30 nm aus Richtung des Betriebsgeländes in den Sektoren Süd-West und Nord-West (180°-360°). Am Standort BDF ist im Sektor Süd-West (180°-270°) im Vergleich zu den restlichen Sektoren eine schwach ausgeprägte Verschiebung der Größenverteilung zu kleineren Durchmessern erkennbar.

Starts @ SXF

Betriebsrichtung West (25R)

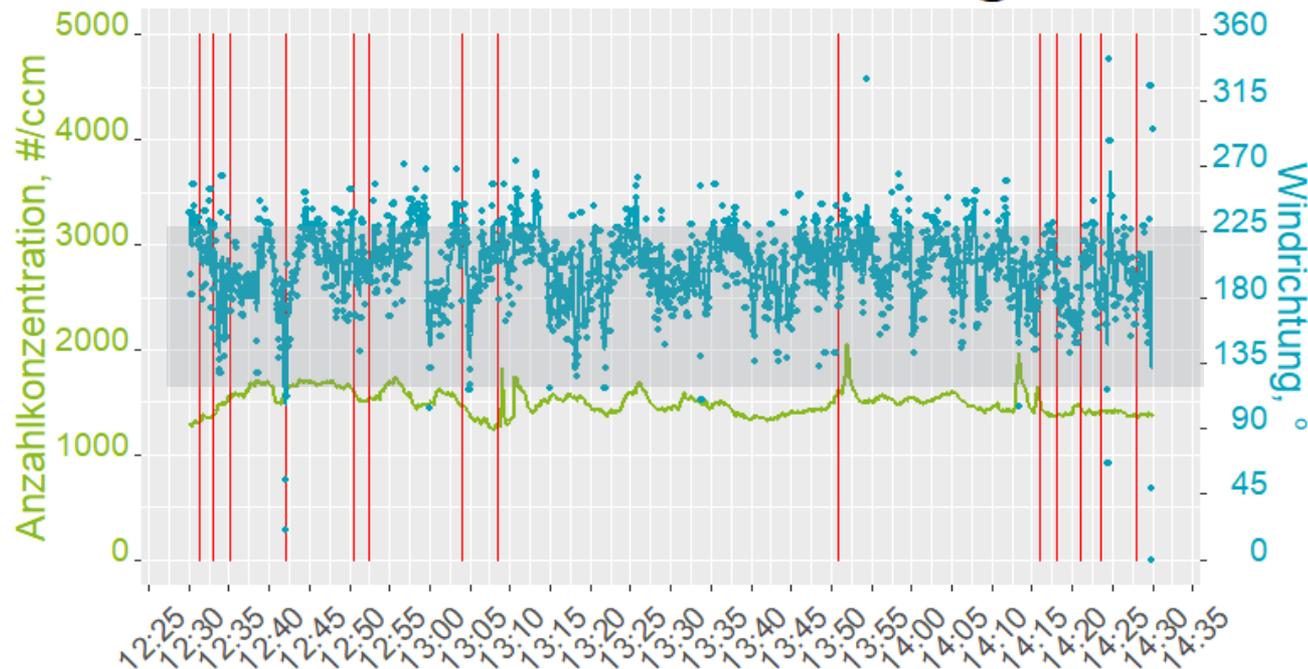


Während bei Wind aus Richtung $\sim 270^\circ$ Flugzeugstarts (rote Linien) an der Messstation in SXF mit einer kurzzeitigen deutlichen Erhöhung der Gesamtpartikelanzahl einhergehen...

Überflüge @ BDF

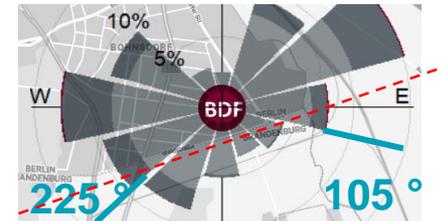
Landeanflüge Betriebsrichtung West (25R)

UFP und Überflüge (Landungen) @BDF



18. August 2019

ufp, wd:5 sec aufgefüllt zu 1 sec; ws:5 m/s



... ist ein Einfluss durch Überflüge (rote Linien) in BDF nicht erkennbar.

UFP-bezogene Forschungsvorhaben zur BER Inbetriebnahme

BEAR

The Berlin Airport Study – a natural experiment investigating health effects from changes in airport-related exposures

Health Effects Institute, Boston

- Epidemiologische Untersuchung gesundheitlicher Effekte und Auswirkungen von UFP
- Untersuchung von 500 Schulkindern in Abhängigkeit der Flugverkehrs-Verlagerung
- UFP-Modellierung für Berliner Raum zur Expositionsbestimmung
- FBB unterstützt Projekt mit Daten- & Informationsbereitstellung (Letter of Support)

ULTRAFLEB

Einfluss der Großflughäfen auf zeitliche und räumliche Verteilungen von Ultrafeinstaub kleiner 100 nm im Großraum Berlin.

UBA FKZ: 3720 52 201 0

- stationäre & mobile Feldmessungen sowie Modellrechnungen (u.a. LASPORT)
- Einfluss der Emissionen (UFP, Ruß, NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5}) der Großflughäfen Berlin (TXL, SXF/BER) auf räumliche Verteilung und Anteil an der Außenluftkonzentration
- insbesondere Effekt vor/nach Schließung von TXL
- FBB unterstützt Projekt mit Daten- & Informationsbereitstellung (Projektpartner)

UFP-Messung der FBB

Zusammenfassung

- UFP-Belastung @SXF vergleichbar mit Verkehrsstandort (GUAN)
- UFP-Belastung @BDF vergleichbar mit ländlichem Hintergrund (GUAN)
- Flughafen wirkt als Flächenquelle bei SW-Windrichtung
- Überflüge bewirken keinen Anstieg der UFP-Anzahlkonzentration
- Untersuchungen werden fortgeführt
- FBB unterstützt und beteiligt sich an Forschungsvorhaben im Rahmen der BER-IBN



Ergänzende Untersuchungen

Bienenmonitoring seit 2011



Laboranalysen auf typischen Luftschadstoffe in Honig, Pollen und Wachs.

Vergleich zwischen Standorten an den Flughäfen TXL, BER, BER-Midfield (BMF) und dem Referenzstandort in der Schorfheide (BRS).

Bienenmonitoring

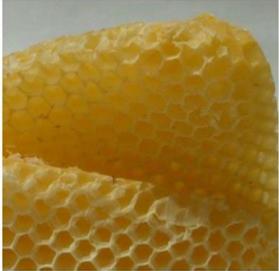


UMWELTMONITORING
Dr. Monica Wäber

Bienenmonitoring
im Umfeld der Flughäfen Berlin Schönefeld und
Berlin Tegel

Gutachterliche Bewertung der Untersuchungsjahre seit 2011 am
Flughafen Berlin Schönefeld sowie dem Referenzstandort Schorfheide
und seit 2017 am Flughafen Berlin Tegel




- Flughafeneigene Bienen seit Herbst 2018
- Jährlicher Bericht zu Analyseergebnissen:
bienen.berlin-airport.de



Probenahme von Pollen mithilfe einer Pollenfalle



Honigernte

Biomonitoring

2011-2015, Fortsetzung in 2021

- Anreicherung von Metallen und PAK
- Grünkohlkultur (als Lebensmittel) oder Graskultur (als Futtermittel) reichern Stoffe aus der Luft an.
- Biomonitoring ermöglicht Aussagen, ob und inwieweit Immissionen von Luftschadstoffen zu einer Anreicherung der Stoffe in Pflanzen/Tieren führt.
- Mit Biomonitoring können so gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz Wirkungen auf Ökosysteme und den Menschen direkt überwacht werden.



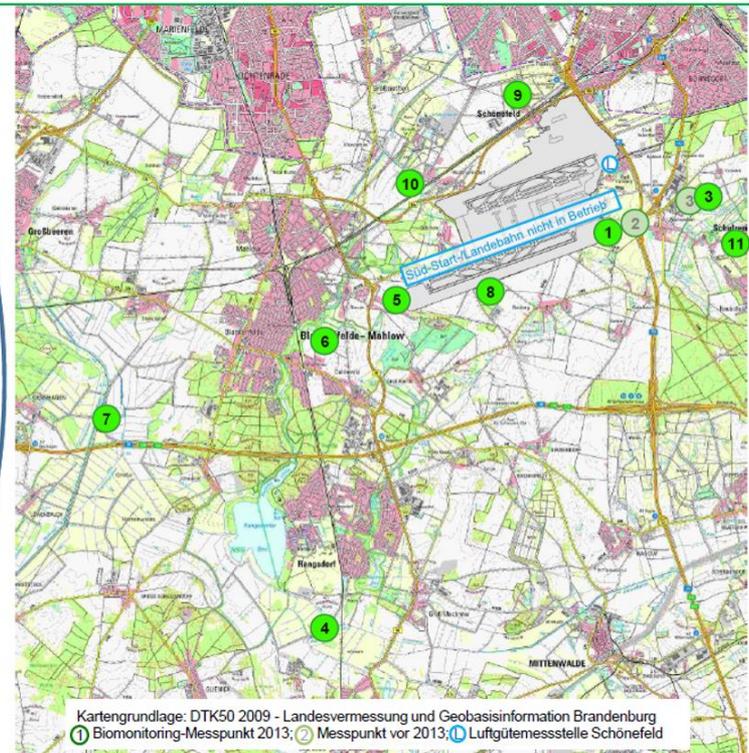
Biomonitoring 2011-2015, Fortsetzung in 2021



Fotos: Günter Wicker



Schwermetalle
+
PAK polyzyklische
aromatische
Kohlenwasserstoffe

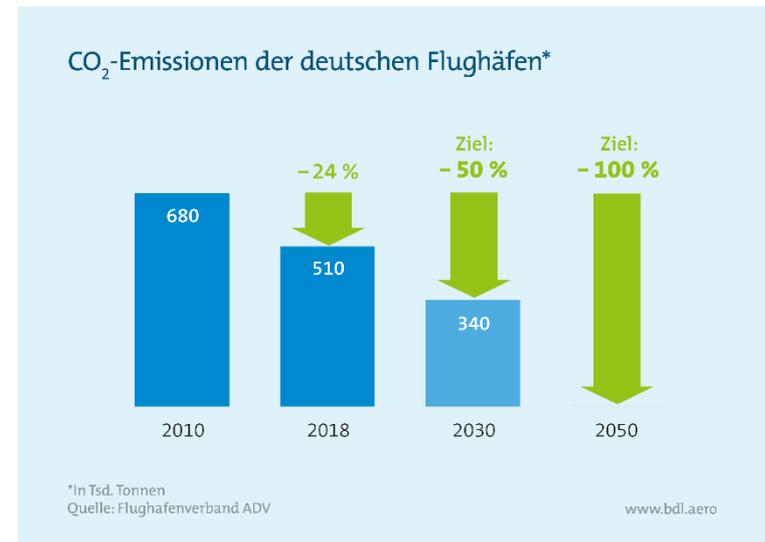
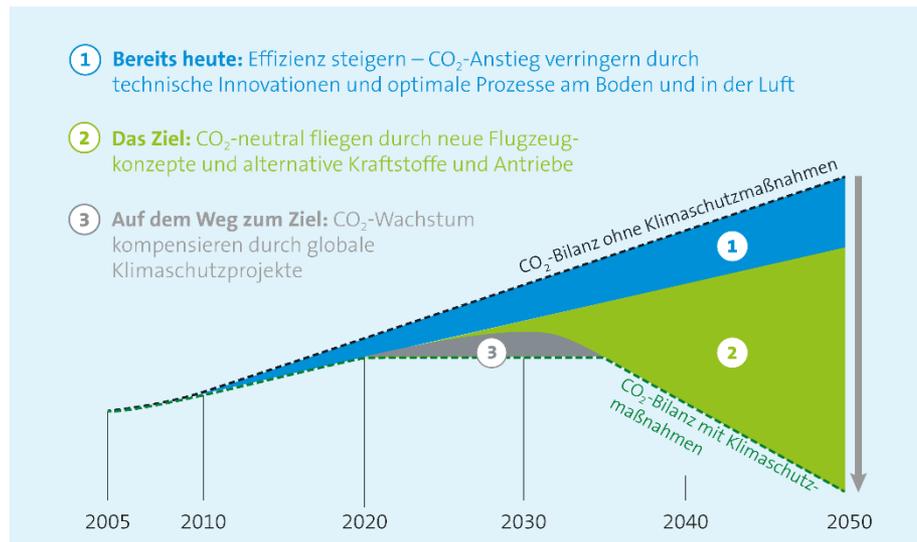


Dialogforum Airport Berlin Brandenburg - AG 2 "Fluglärm" am 24.09.2014 : Ergebnisse des Biomonitoring und Bienenmonitoring im Umfeld des Flughafens Schönefeld 2011 bis 2013, Dr. Monica Wäber 5

Zukünftige Ziele

Herausforderung Klimaschutzstrategie Luftfahrt

- 1,5 % Steigerung Treibstoffeffizienz pro Jahr
- ab 2020 CO₂-neutrales Luftverkehrswachstum
- bis 2050 Absenkung Netto-CO₂-Emissionen der Luftfahrt um 50 % gegenüber 2005
- bis 2050 Absenkung Netto-CO₂-Emissionen der Flughäfen um 100 % gegenüber 2010



BDL Klimaschutzreport 2018

https://www.adv.aero/wp-content/uploads/2015/12/klimaschutzreport2018_de_relaunch-web_v3.pdf

Emissionsminderung

Reduktionsmaßnahmen

- Einsatz regenerativer Kraftstoffe
 - JET-A1 als Beimischung (10-50%) unter Beibehalt zertifizierter Eigenschaften == Drop-In-Fuels
 - -S, -Aromaten reduziert Schadstoffemissionen -35% CO₂, -30~60% Ruß, PN
siehe Aireg und UBA-Forum 11/19
- Einsatz für GSE wie in HAM
- Elektrifizierung Vorfeld (@STR: Scale Up!) und Vorgabe Emissionsstandards
- Bodenstrom, Preconditioned Air, Single Engine Taxiing, Triebwerks-Wäschen



Glossar

BDF	Bohnsdorf	PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol	PM _{2,5}	Feinstaub mit aerodynamischen Durchmesser ≤ 2.5 µm
CO	Kohlenmonoxid	PM ₁₀	Feinstaub mit aerodynamischen Durchmesser ≤ 10 µm
CO ₂	Kohlendioxid	PN	Partikelanzahl
GSE	Ground Support Equipment	PFB	Planfeststellungsbeschluss
GUAN	German Ultrafine Aerosol Network	S	Schwefel
HAM	Flughafen Hamburg	SO ₂	Schwefeldioxid
IBN	Inbetriebnahme	STR	Flughafen Stuttgart
LTO	Landing and Take-Off Cycle	UFP	Ultrafeine Partikel
MST	Messstelle	VOC	Volatile organische Kohlenwasserstoffe
NMVOC	Nicht-methanhaltige volatile organische Kohlenwasserstoffe		
NO	Stickstoffmonoxid		
NO ₂	Stickstoffdioxid		
NO _x	Stickstoffoxide		
O ₃	Ozon		

Flughafen Berlin Brandenburg GmbH
12521 Berlin

Sebastian Aust
Referent Immissionsschutz
T 030 6091-73027
E sebastian.aust@berlin-airport.de

Dr. Uta Wolf-Benning
Referentin Immissionsschutz
T 030 6091-73025
E uta.wolf-benning@berlin-airport.de

www.berlin-airport.de