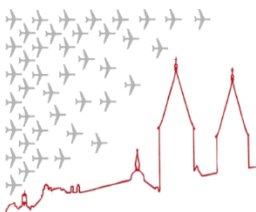
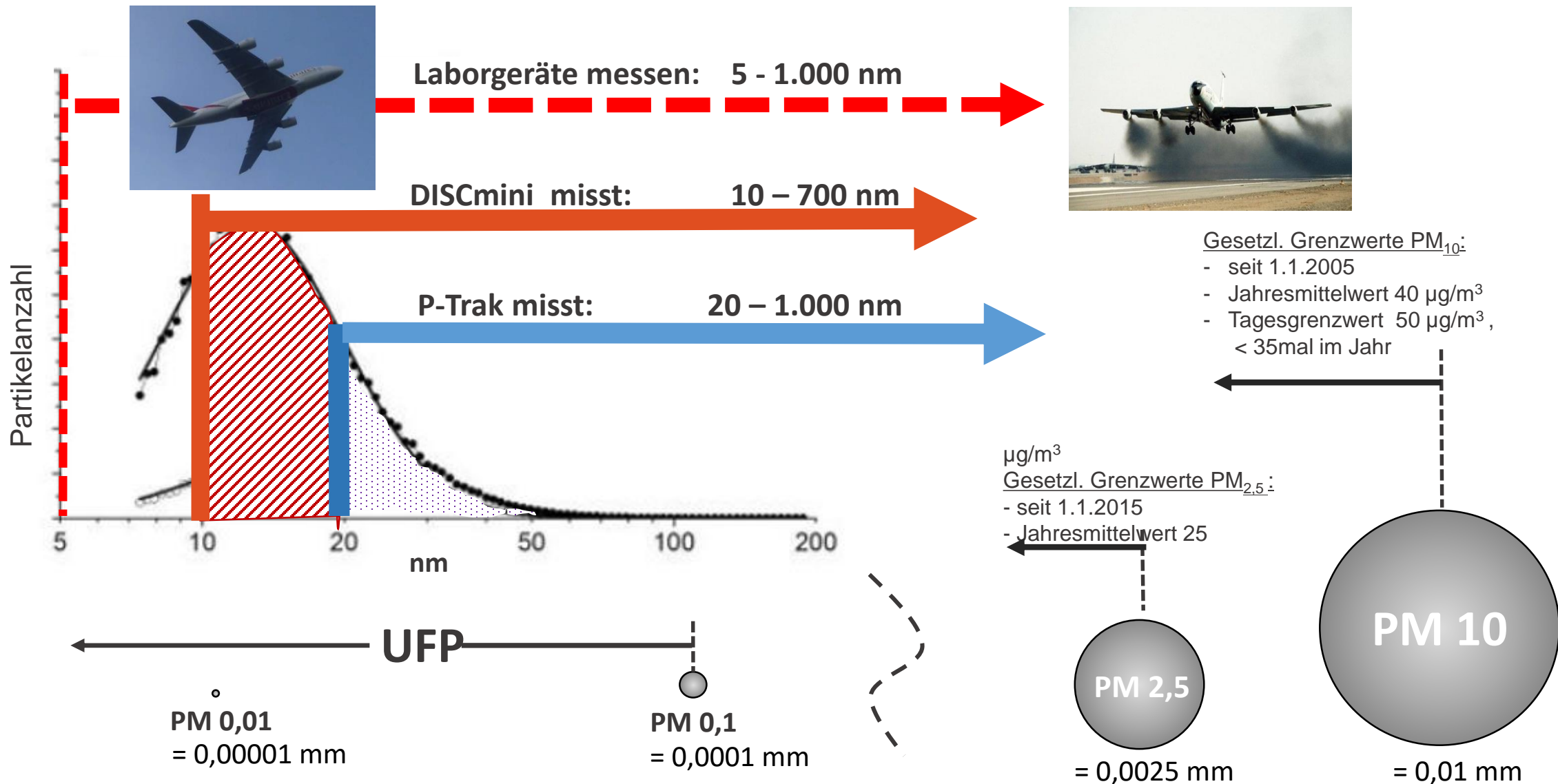


# Ultrafeine Partikel (UFP)

Entstehung, Messungen,  
Konzentrationen

# Partikelverteilung aus Triebwerken – Messung von UFP



# Wie misst man Ultrafeinstaub ?

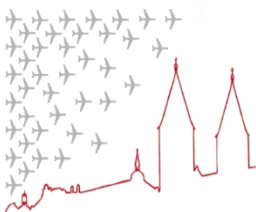
## CPC - Kondensationspartikelzähler

P Trak



## Elektrometer

DiSCmini

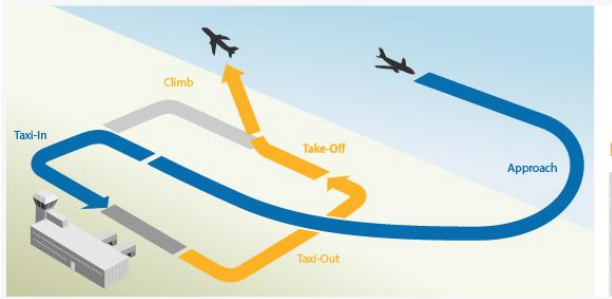


# Triebwerke: Abhängigkeit der Emissionen vom Schub



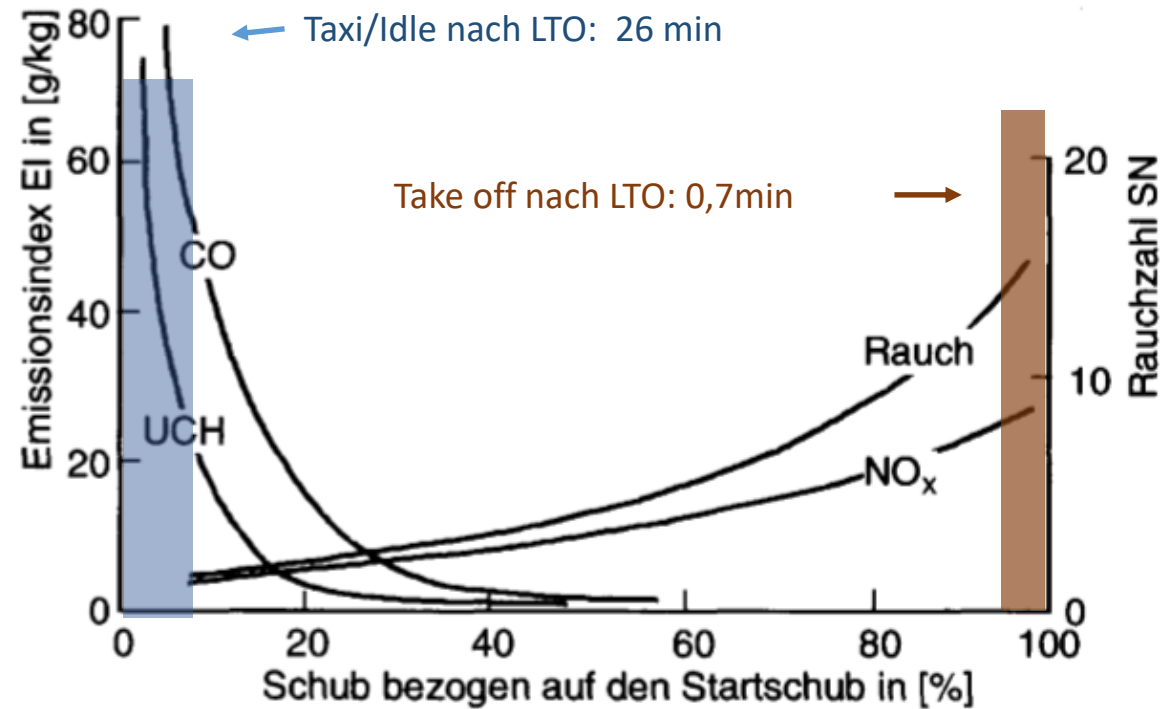
UNIVERSITÄT DER BUNDESWEHR MÜNCHEN  
 Fakultät für Luft- und Raumfahrt  
 Lehrstuhl für Thermodynamik, Prof. Dr. rer. nat. M. Pfitzner

Reference Landing and Take-Off (LTO) cycle

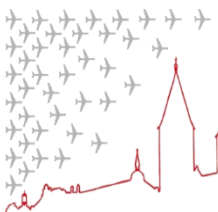


LTO cycle

Mode	Thrust	Time
Take-off	100%	0.7 min
Climb	85%	2.2 min
Approach	30%	4.0 min
Taxi	7%	26 min



typische Abhängigkeit der Emissionen vom Schub



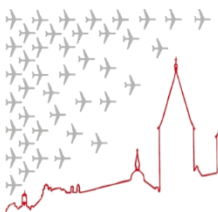
VDI Nachrichten- Ultrafeinstaub am Flughafen, Prof. Jacobi (HLNUG):

**Aus 1 g Kerosin entstehen 100 Mrd. Partikel mit einer Größe von 10 – 50 nm**

**FRAPORT: mehr als 100 Trilliarden pro Jahr**

Davon

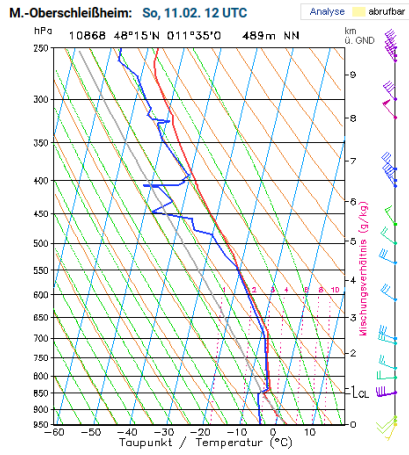
- Auf dem Flugfeld: 60%
- Starten und Landen: 20%
- Erste Phase Steigflug: 20%







# Flughafenzaun General Aviation



Wind	11.02.2108		
Zeit	Grad	km/h	Böen
14:00	240	15	37
14:20	270	7	
14:50	250	9	
15:00	240	9	17
15:20	250	9	
15:50	240	9	
16:00	230	9	37
16:20	220	15	

11.02.2018, 14:47 **141.000 - 1.350.000** pt/cm<sup>3</sup>  
 (Referenzwert LUV: 4.400 pt/cm<sup>3</sup>)





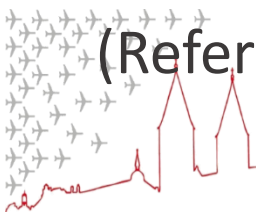
# Flughafen MAC



11.02.2018, 15:20 / 15:38

(Referenzwert LUV: 4.400 pt/cm<sup>3</sup>)

**63.000 – 115.000 pt/cm<sup>3</sup>**





# Flughäfen sind UFP - Hotspots

## Hamburg 160.000

52.275 t Kerosin  
487519 t THG  
663 t Nox  
66 t HC

## Düsseldorf

### 215.000

76947 t Kerosin  
717608 t THG  
985 t Nox  
91 t HC

## Köln-Bonn 141.000

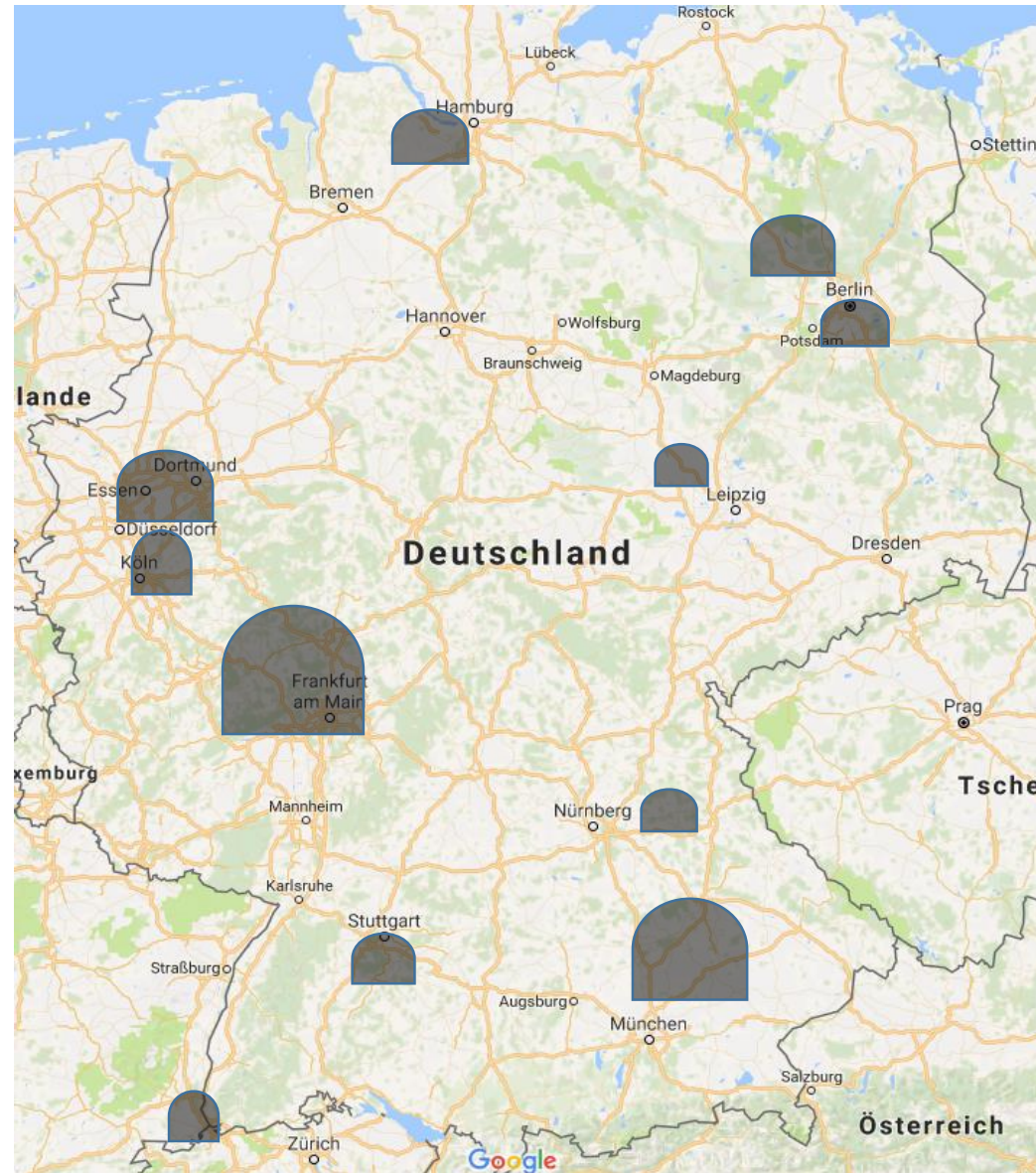
58.572 t Kerosin  
546.248 t THG  
907 t Nox  
66 t HC

## Frankfurt 475.000

240.182 t Kerosin  
2.239.958 t THG  
3.608 t Nox  
284 t HC

## Stuttgart 130.000

## Basel 96.000



Berlin Tegel 186.000  
Berlin Schönefeld 97.000

## Berlin 283.000

84.054 t Kerosin  
783.899 t THG  
1.062 t Nox  
106 t HC

## Leipzig-Halle 70.000

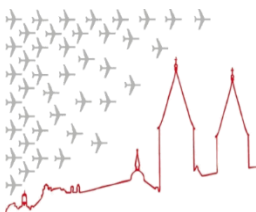
33.907 t Kerosin  
316.230 t THG  
491 t Nox  
42 t HC

Nürnberg 64.000

## München 404.000

156.362 t Kerosin  
1.458.242 t THG  
2.094 t Nox  
183 t HC

Quelle: Wikipedia 2016; DFLD 2016





## Flughafen München

Umweltbelastungen  
durch  
Kerosinverbrennung

### Mengen



**Kerosinverbrauch täglich (Liter)<sup>1</sup>**

**Schadstoffe in Tonnen/Tag (20 kg/t Kerosin)**

**Kanzerogene Stoffe (kg pro Tag)<sup>2</sup>**

**Ultrafeine Partikel (Anzahl pro Tag)<sup>1</sup>**

**aktuell**

**mit 3. Startbahn**

bis 600.000

bis 900.000

9 Tonnen

13,5 Tonnen

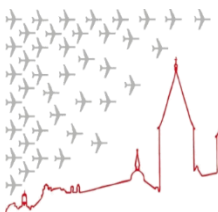
> 15 – 20

> 22 – 30

> 430 x 10<sup>18</sup>

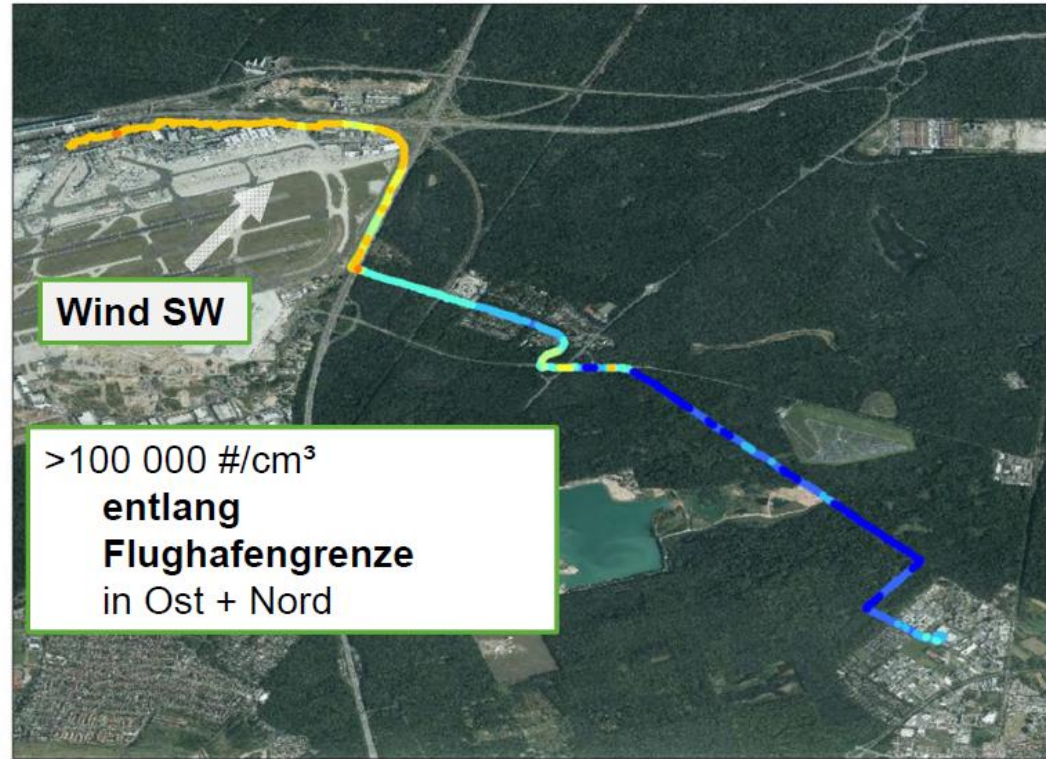
> 645 x 10<sup>18</sup>

Quellen: 1 - Berechnungen BV Freising, Basis: CO<sub>2</sub>-Daten der FMG 2016; 2 – Kerosin Emissionen, NASA



### Mobile Messungen / DiscMini

12. Aug 2013, Hauptwindrichtung SSW



# Flughäfen

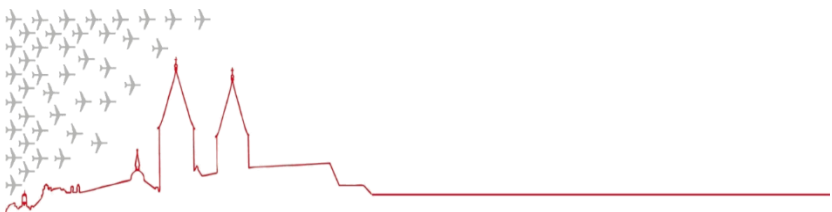
sind

# Hot Spots

von ultrafeinen Partikeln

## Beispiel Fraport

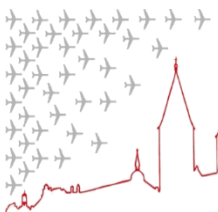
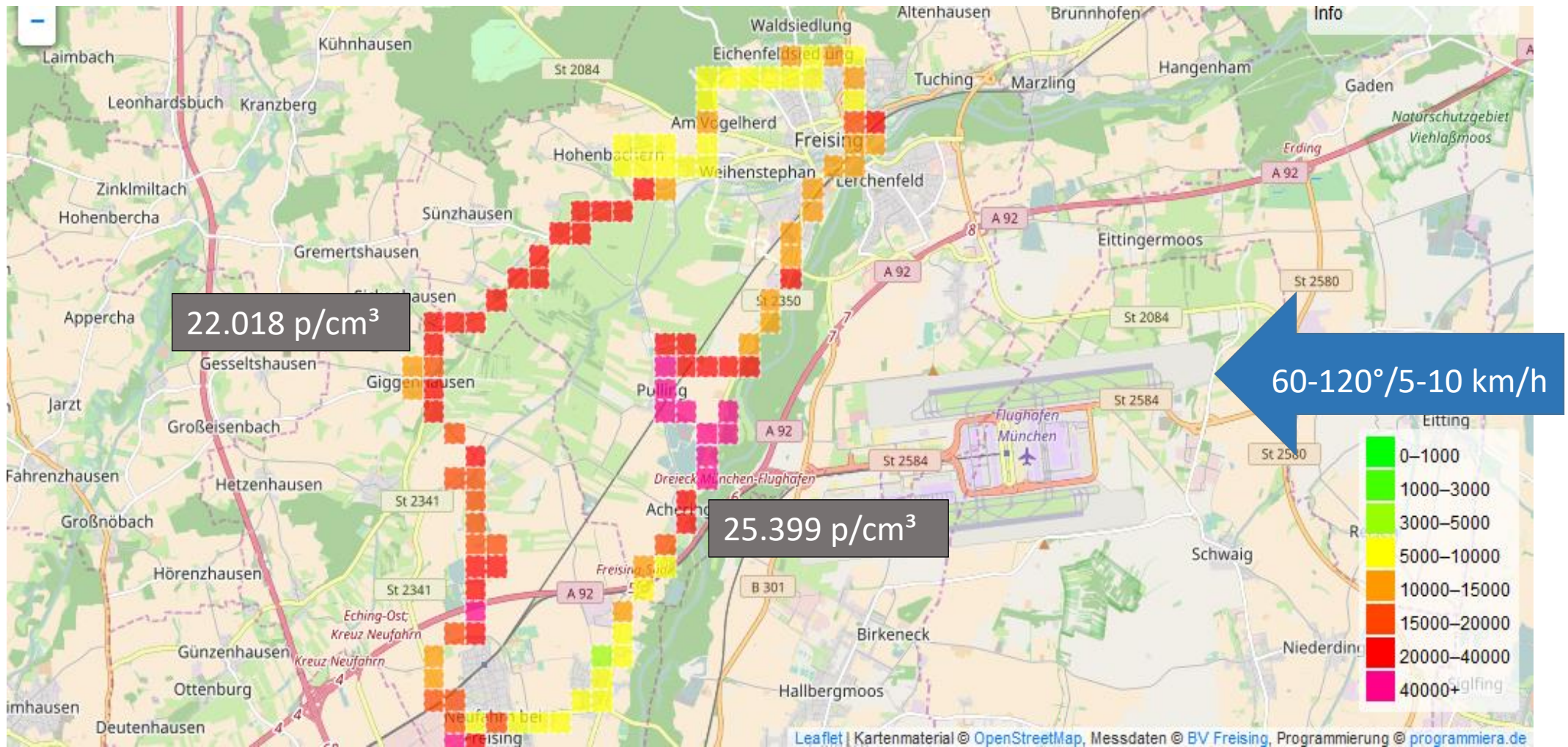
Quelle: Wirtz und Gerwig, UBA 2017





# Flughäfen sind Hot Spots von ultrafeinen Partikeln: **Beispiel München**

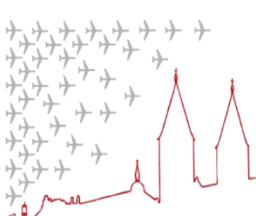
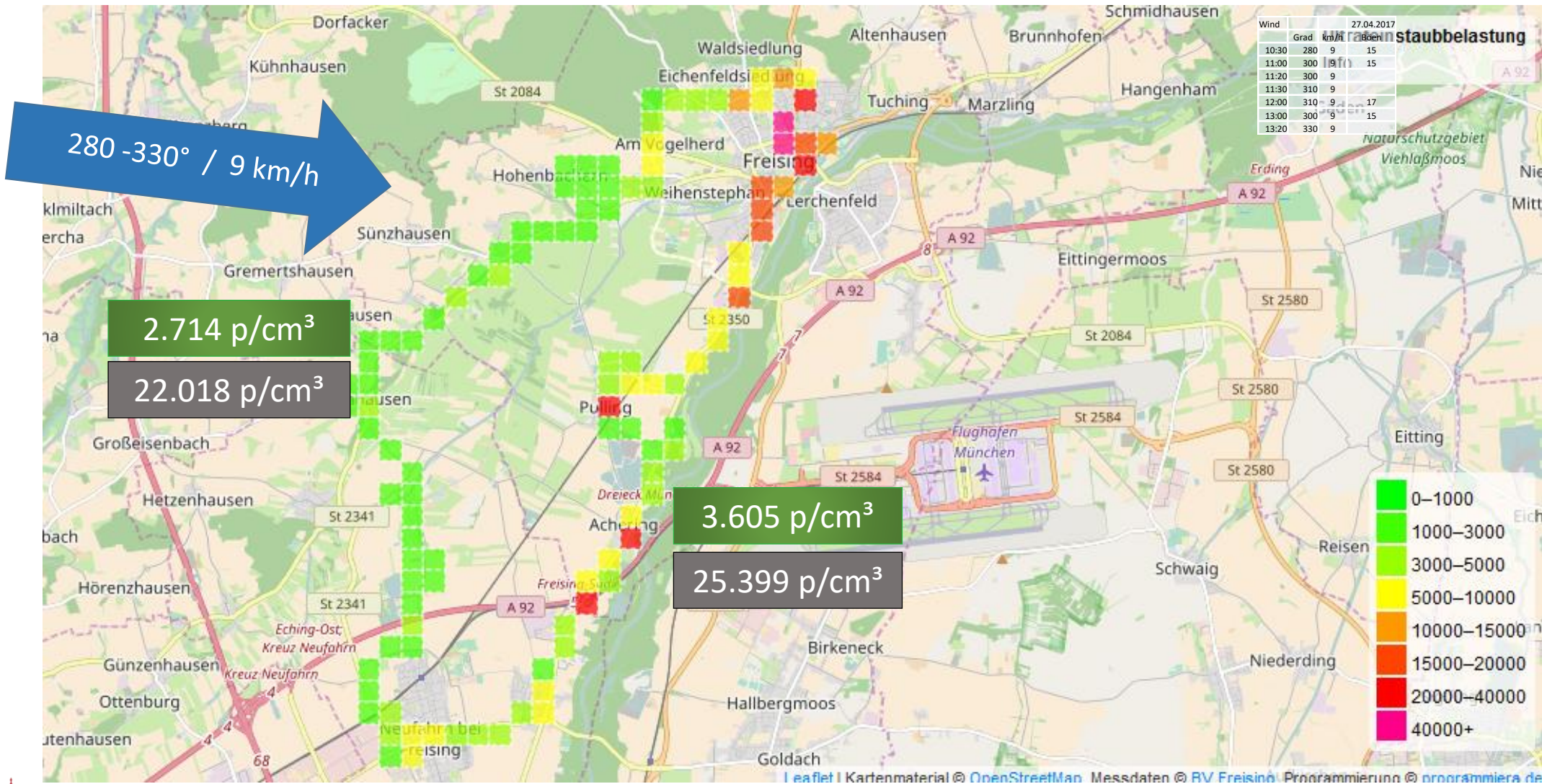
4.2.2017





# Flughäfen sind Hot Spots von ultrafeinen Partikeln: **Beispiel München**

27.4.2017



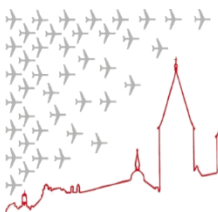


# 20.4.2018: Vergleich Moosburg Schule/Freising Kindergarten

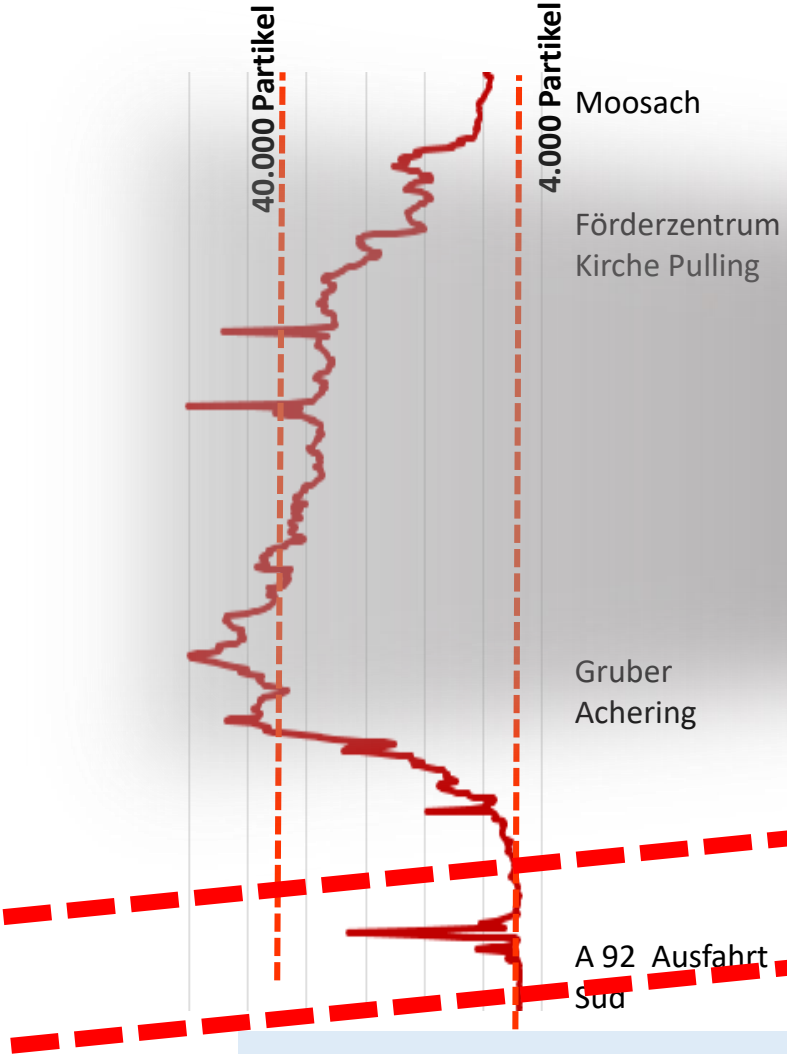


Moosburg von Frisch Gymnasium 20.4.2018, 12:37

Freising Kindergarten St. Georg 20.4.2018, 13:30



# Messungen, aktueller Stand



## Flughafenabwind - großflächig

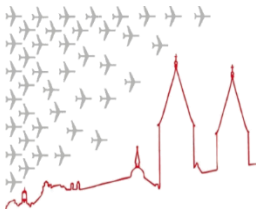


Nordbahn

Ostwind

Südbahn

## Straße – lokale Belastung





# Wind-Anteil im Jahr

**Freising 10-15 %**

**Eitting  
Berglern**

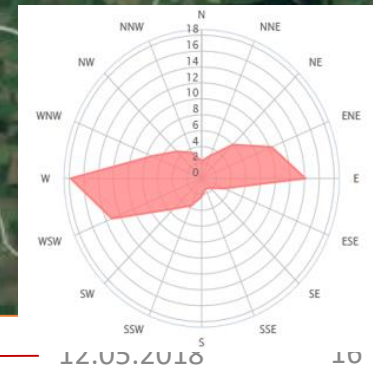
**Wartenberg 22 %  
Fraunberg**

**Fahrenzhausen ca. 12% (2017)  
ca. 21% (1.Q. 2018)**

**Hallbergmoos 20 %**

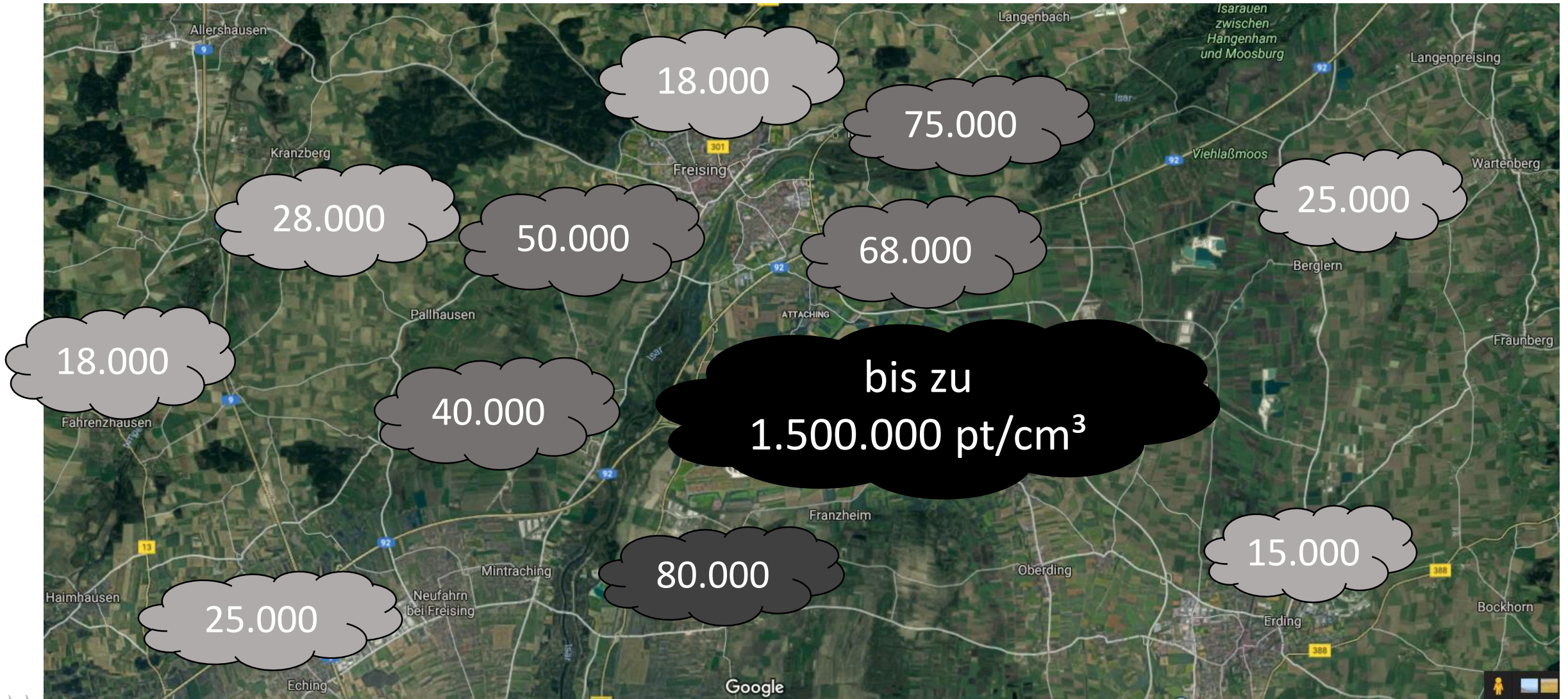
**Oberding Erding 7 %**

**Neufahrn 20 %**





# Höchste Konzentrationen im Flughafenzentrum - kilometerweit entfernt immer noch hohe Belastung



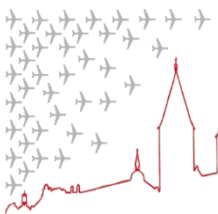
Angaben: jeweils Partikel/cm<sup>3</sup>



# Zusammenfassung

## Ultrafeine Partikel (UFP)

- ... entstehen u.a. bei der Verbrennung von Kerosin in sehr großen Mengen
- ... sind extrem klein, werden gezählt, nicht gewogen
- ... können bei Triebwerken nicht gefiltert oder neutralisiert werden
- ... große Oberfläche in Summe, da es viele kleine Partikel sind
- ... bestehen aus Schadstoffen oder lagern giftige Schadstoffe an
- ... schweben und werden mit dem Wind über viele km transportiert
- ... überwinden alle körpereigenen Barrieren und gehen auch bis ins Gehirn





# Marathon am Flughafen München - als „human filter“ unterwegs ?

**Sieger Halbmarathon: David Michael 1:25:40**

**Atmen:**

In Ruhe :

**11 mal pro Minute ca. 500 ml**

**Laufen:**

**30 mal pro Minute ca. 3.000 ml**

**Luftdurchsatz in 1:25:40 (85,7 min):**

In Ruhe:

$$11 \times 500 \times 85,7 =$$

**471 Liter**

**Laufen:**

$$30 \times 3.000 \times 85,7 =$$

**7.713 Liter**

**Eingeatmete Partikel in 1:25:40 bei 50.000 Partikel/cm<sup>3</sup>:**

In Ruhe:

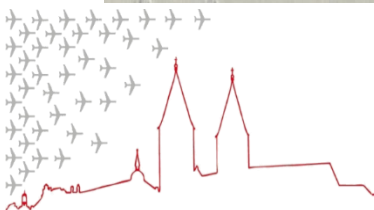
$$471 \times 50.000 \times 1.000 =$$

**23 Milliarden Partikel**

**Laufen:**

$$7.713 \times 50.000 \times 1.000 =$$

**385 Milliarden Partikel**



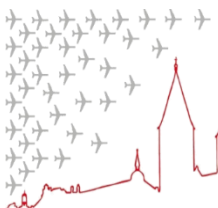
Marathon am Flughafen München - als „human filter“ unterwegs ?

**Vom Sieger während des Halbmarathons eingeatmete UFP:**

385 Milliarden UFP aus dem Abbrand von 3.85 g Kerosin

**„Human Filter“**

Um alle UFP aus dem täglichen Abbrand von 480.000 kg Kerosin zu filtern benötigt man täglich mehr als 124 Millionen Halbmarathonläufer.





# Ultrafeinstaub ist gesundheitsschädlich



# Das Projekt UFIREG



## ERKENNTNISSE ZU GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN VON UFP

## WIE REDUZIERE ICH DIE BELASTUNG MIT UFP?

Jeder kann dazu beitragen, UFP Emissionen zu reduzieren. Maßnahmen umfassen:

- die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel wann immer es möglich ist

Ultrafeine Partikel -  
Klein, fein und gemein

Die UFIREG Projektpartner untersuchten den Zusammenhang

zeigten die Ergebnisse aller UFIREG Städte ein um 2% erhöhtes Risiko für Krankenhauseinweisungen und Sterbefälle aufgrund von Atemwegserkrankungen für einen Anstieg der Anzahl der UFP im Tagesdurchschnitt um 1000 Partikel pro Kubikzentimeter.

fahren anstelle der Autonutzung  
zeugen mit verlässlichen Filtersystemen  
Energiequellen  
Holzfeuerung, insbesondere mit alten

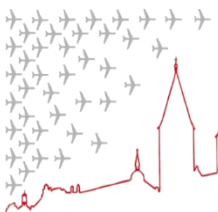
de der Flugverkehr ausgespart:

ansteigende UFP Konzentrationen mit einer erhöhten Zahl an Krankenhauseinweisungen und Sterbefällen einige Tage später verbunden waren. Die Ergebnisse zu den Auswirkungen von UFP auf Herz-Kreislaufkrankungen waren weniger eindeutig.

**Aber: Schadstoffe von Diesel  
ähnlich Kerosin**

Die Partner des UFIREG-Projekts sind:

Technische Universität Dresden Forschungsverbund Public Health Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Institut für Experimentelle Medizin – Tschechische Akademie der Wissenschaften, Tschechisches Hydrometeorologisches Institut, Nationales Forschungsinstitut für Gesundheit, Umwelt und Lebensmittel – Slovenien, L.I. Medved's Forschungszentrum für präventive Toxikologie, Lebensmittel- und Chemikaliensicherheit – Ukraine.



## **SGM – Krebsrate**

**4,4 %**

Sicherheitsgesellschaft München

Von ca. 1000 Mitarbeitern sind 44 krebskrank innerhalb der letzten 7 Jahre (pers. Mitteil. 2017)

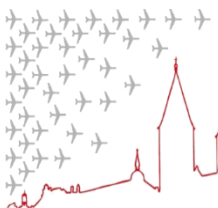
## **Krebsrate Bundesdurchschnitt**

**1,9 %**

Broschüre „Krebs in Deutschland“ 2012

## **Lungenkrebs-Erkrankungen im Landkreis auffällig hoch**

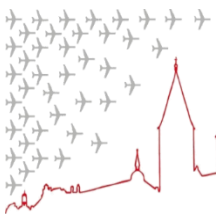
Chefarzt Dr. v. Schilling



# Krankenquote verschiedener Firmen 2016

Firma	Quote (%)
DAK - Versicherte Bayern (2017 Hj.1) (BR Text)	3,8
MTU aero engines	4,1
DAK-Versicherte Deutschland (2017 Hj. 1) (BR Text)	4,3
BMW	4,6
Deutsche Post	5,1
Bundesdurchschnitt	5,3
Daimler	5,9
Deutsche Bahn	6,5
FMG Konzern	7,9
FMG	8,1
Fraport	8,4

Quellen: Nachhaltigkeitsberichte, Jahresberichte, BR Text, AOK





Prof. Annette Peters, Helmholtz-Zentrum München 21. 2. 2018:

**Ultrafeine Partikel**

**schaden**

**der**

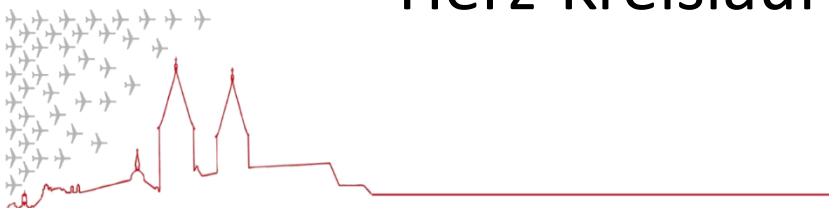
**Gesundheit**

**... sowohl Feinstaub als auch Stickoxide wirken auf unsere Gesundheit**

**und die Studien zeigen, dass sie unabhängig sind und will man sie gegeneinander aufwiegen, würde ich sagen,**

**dass Ultrafeinstaub ungefähr 5 mal so gefährlich ist, wie die Stickoxide.**

Herz-Kreislauf-Erkrankungen    Schlaganfall    Demenz ...



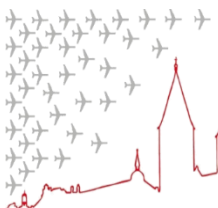
SZ vom 9.3.2018

Fachgesellschaft der Lungenärzte

- **warnte davor, entlang viel befahrener Straßen spazieren zu gehen oder Rad zu fahren, halten Feinstaub für gefährlicher als NOx**

Aktuelle Europäische Studie zur Luftverschmutzung durch Feinstaub, Stickoxid und Dieselruß:

- **6.000 (UBA) – 47.000 vorzeitige Todesfälle durch NOx in Deutschland**
- **um 22% erhöhtes Lungenkrebsrisiko nach 13 Jahren bei Gesunden (bei erhöhter Konzentration von Feinstaub)**
- **Kleinkinder und chronisch Kranke besonders gefährdet**



**Ultrafeine Partikel sind gesundheitsschädlich.**

**Der Schutz vor ihnen ist unser Recht.**

**In der Pflicht ist die Politik !**