

# Ultrafeinstaub und unsere Gesundheit



Kaarst

18.09.2024

Oswald Rottmann BV Freising

# Ultrafeinstaub gibt es überall

## Waldluft

- ätherische Öle
- unschädlich
- stärkt Immunsystem



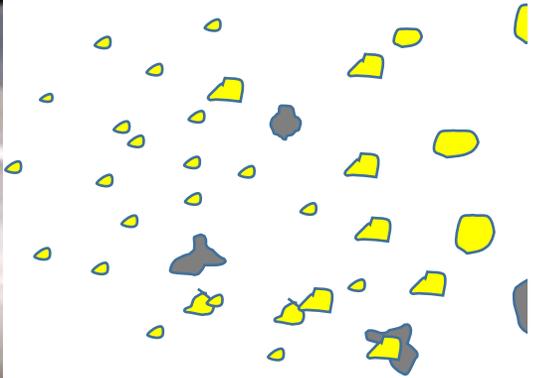
## Fossile Treibstoffe



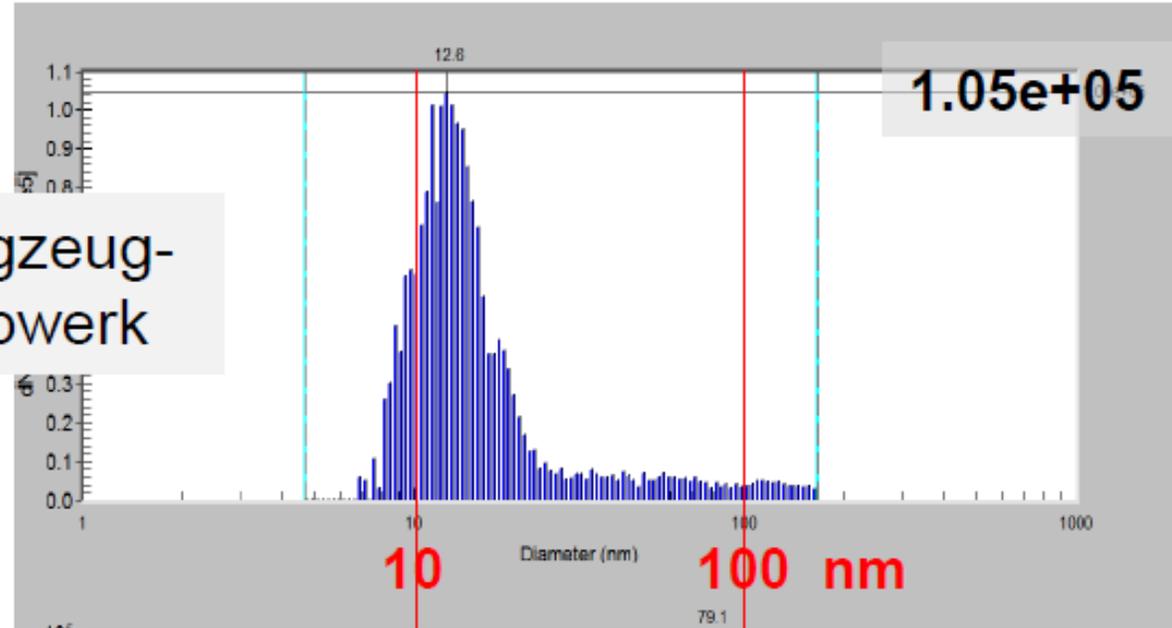
Nr.	Summenformel Name	CAS	EPR 1.40	EPR 1.03
1	CO Kohlenmonoxyd	630-08-0	0,77	22,7
2	CH <sub>4</sub> Methan	74-82-8		0,21
3	OCS Carbonylsulfid	463-58-1	139	807
4	DMS Dimethylsulfid	75-18-3	8	9
5	CS <sub>2</sub> Schwefelkohlenstoff	75-15-0	51	113
6	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (N: F-12) Dichlordifluormethan	75-71-0	-	161
7	CCl <sub>3</sub> F Trichlorfluormethan	75-72-1	-	63
8	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub> (N: F-113) Trichlortrifluormethan	75-72-1	-	53
9	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub> (N: F-114) Dichlortetrafluormethan	75-71-2	-	1
10	CBrClF <sub>2</sub> Chlorbromdifluormethan	75-79-3	-	1
11	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> Trifluoroethylene	359-11-5	-	13
12	CHClF <sub>2</sub> Chlordifluormethan	75-45-6	-	75
13	CH <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub> Chlordifluoroethan	75-68-0	-	-
14	CH <sub>2</sub> CCl <sub>2</sub> F Dichlorfluoräthan	1717-02-2	-	21
15	CHCl <sub>3</sub> Chloroform	67-68-0	18	40
16	MeCCl <sub>3</sub> Trichlormethan	75-76-0	-	-
17	CCl <sub>4</sub> Tetrachlorkohlenstoff	75-76-5	-	-
18	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Dichlormethan	75-09-2	48	266
19	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> Trichlorethylen	79-01-6	8	-
20	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> Tetrachlorethylen	127-18-4	18	-
21	CH <sub>3</sub> Cl Methylchlorid	74-87-3	624	94
22	CH <sub>3</sub> Br Methylbromid	74-83-9	21	13
23	CH <sub>3</sub> I Methyljodid	74-88-4	1	2
24	1,2-DCE 1,2-Dichloroethylene	540-59-0	2	3
25	MeONO <sub>2</sub> Methylnitrat	598-58-3	104	388
26	EtONO <sub>2</sub> Ethylnitrat	625-58-1	16	60
27	i-PrONO <sub>2</sub> Iso-Propylnitrat	1712-64-7	14	16
28	n-PrONO <sub>2</sub> 1-Nitropropan	108-03-2	4	12
29	2-BuONO <sub>2</sub> 2-Nitrobutane	600-24-8	-	15
30	Ethane	74-84-0	-	22116

# Entstehung und Größe der Partikel

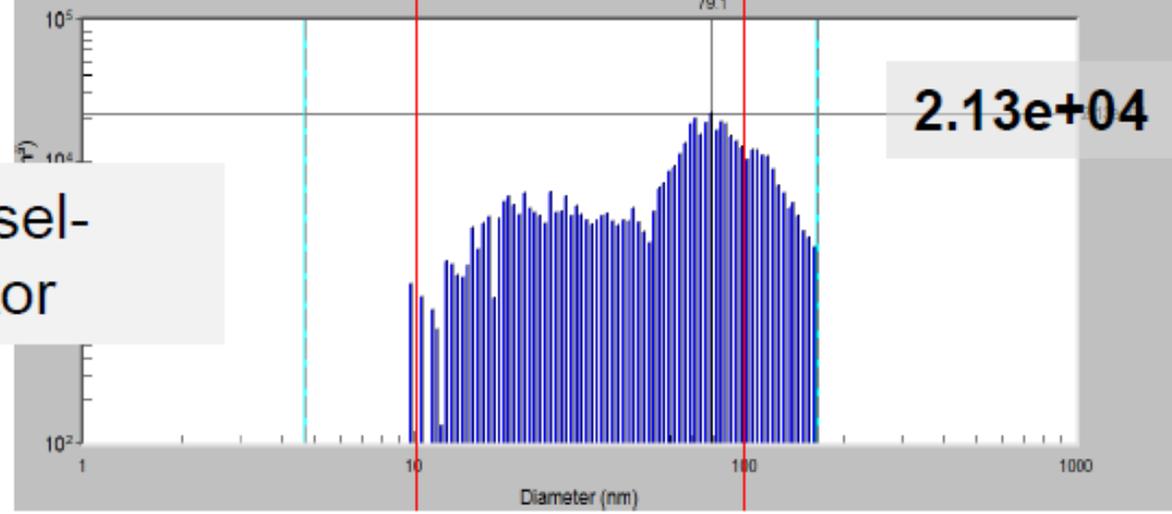
Triebwerk



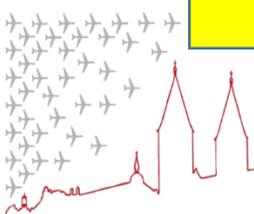
Flugzeug-  
triebwerk

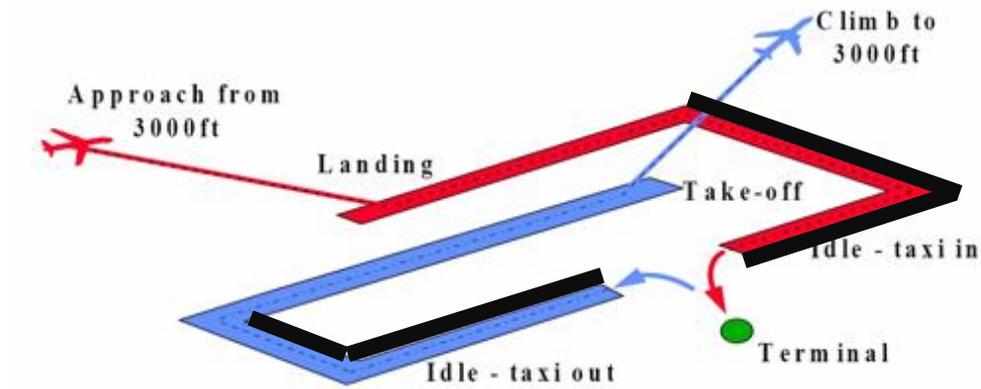


Diesel-  
motor



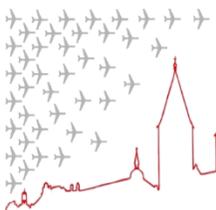
 flüchtig, Nitrate, Sulfate, organische Elemente





## LTO -Zyklus

		Dauer Minuten	Thrust / Schub	Kerosin $\approx$ kg A 320	überwiegende Schadstoffe	UFP
Taxi/Idle	Rollen	<b>26</b>	7 %	<b>300</b>	Kohlenwasserstoffe	$1,3 \times 10^{18}$
Take off	Start	0,7	100 %	<b>84</b>	Stickoxide	$7,3 \times 10^{16}$
Climb out	Steigflug	2,2	85 %	<b>221</b>		$3 \times 10^{17}$
Approach	Landung	4,0	30 %	<b>133</b>		$5,7 \times 10^{16}$



Quelle: ICAO  
International Civil  
Aviation Organization

# Mengen

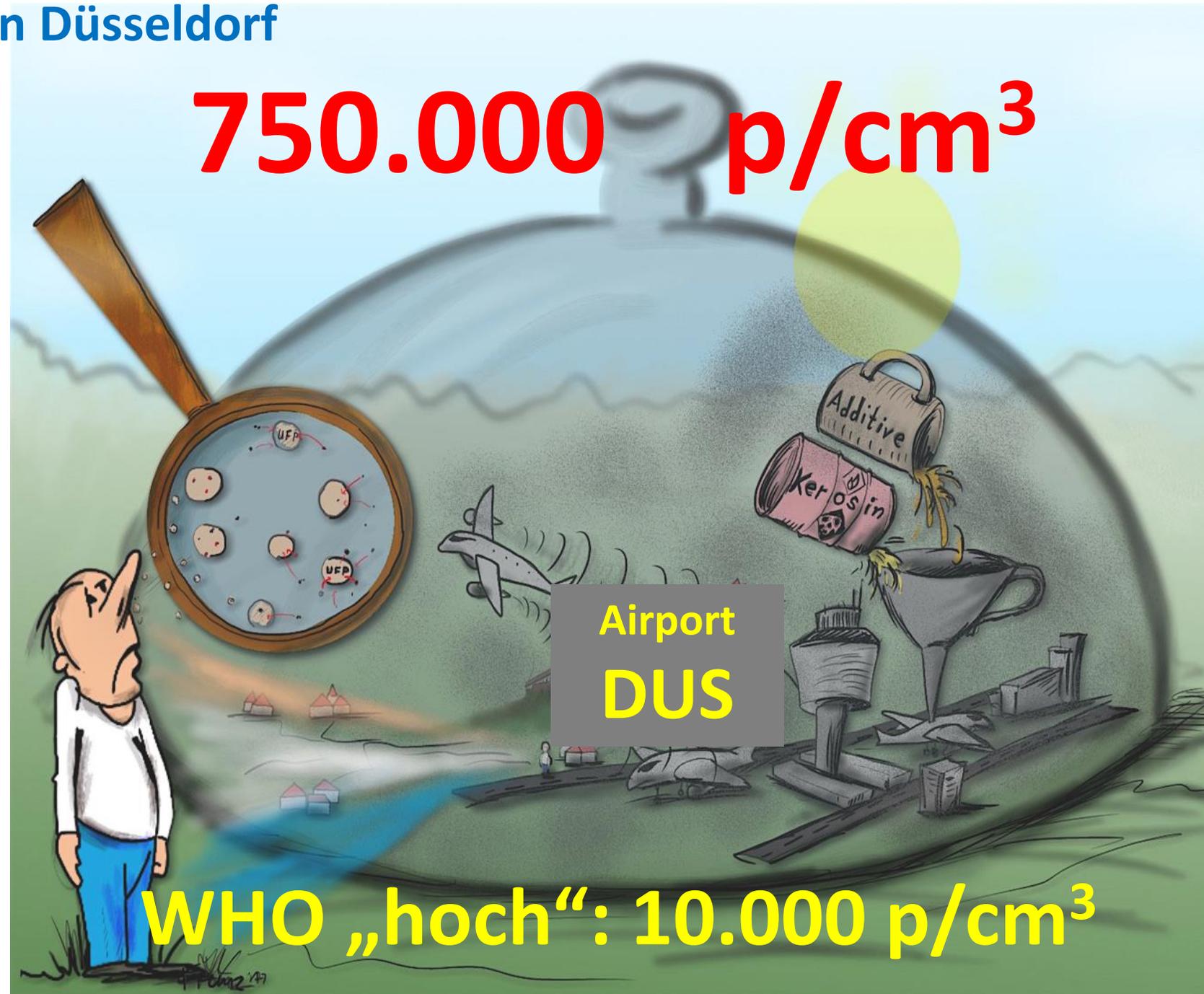
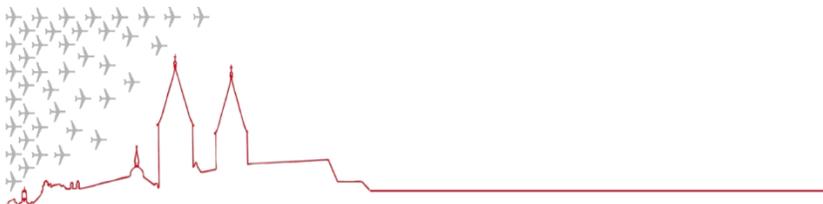
# Flughafen Düsseldorf

**200 Tonnen**  
Kerosin/Tag

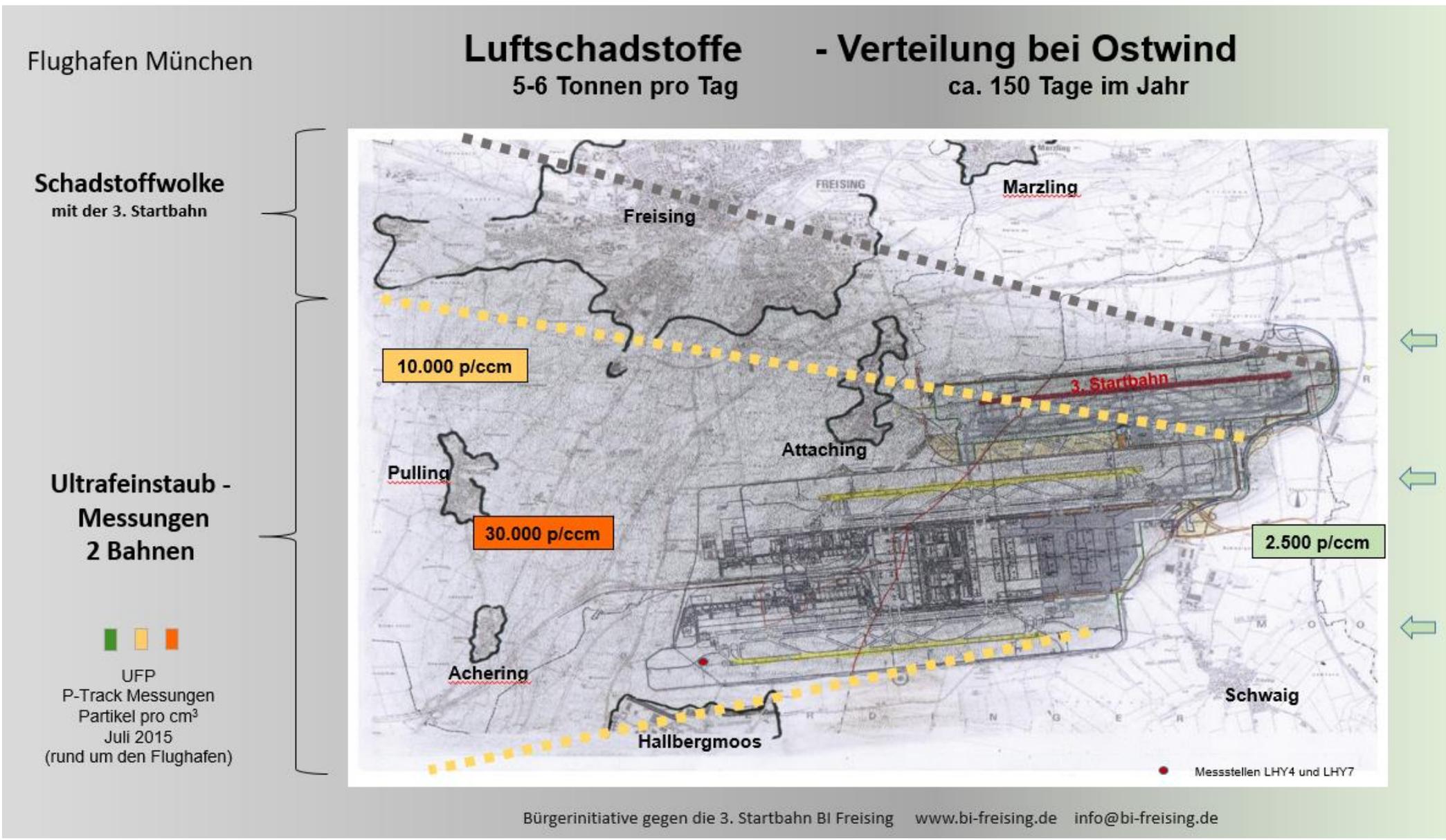
verbrennen zu  
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  und

**4 Tonnen**  
Luftschadstoffe

LTO 2019: 73.824 t Kerosin

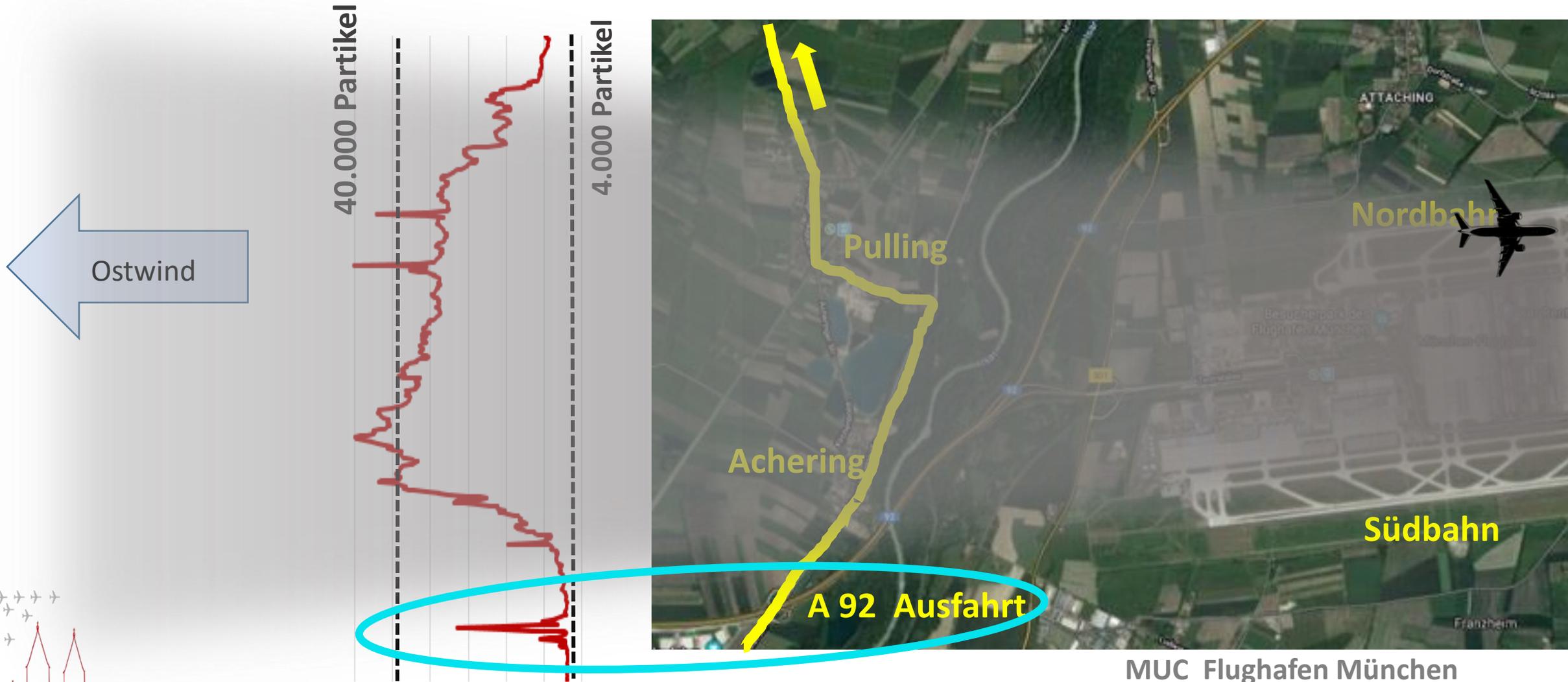


# Ausbreitung der UFP-Wolke



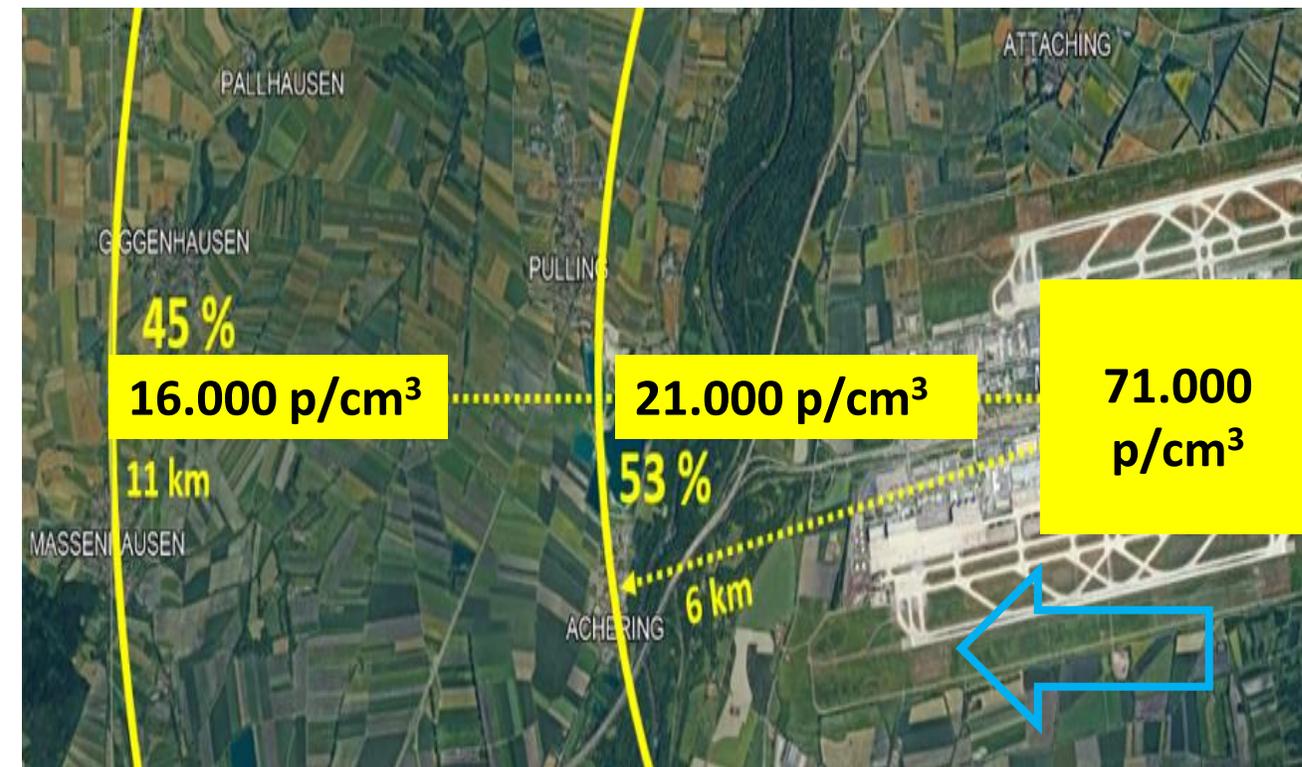
# Dynamik der Ausbreitung

Ultrafeinstaub vom Flughafen großflächig – Ultrafeinstaub von Straßen lokal



# Ausbreitung

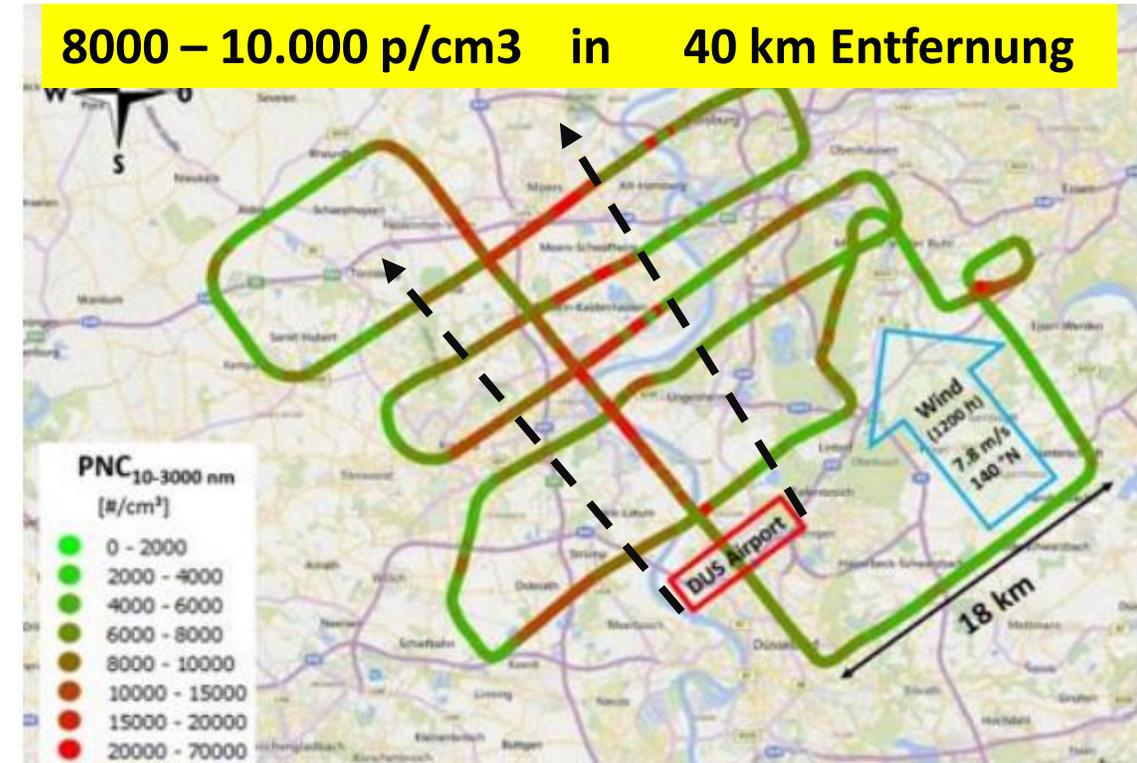
## Flughafen München



Tagesmittelwerte  
Messergebnisse 2022/2023  
BV Freising



## Flughafen Düsseldorf



Messflug

Ultrafeine Partikel im Umfeld des Düsseldorfer Flughafens  
Prof. Dr. rer. nat. Konradin Weber Christian Fischer Tim Kramer Tobias Pohl,  
HSD UMT, Januar 2019

## CO<sub>2</sub> und **Luftschadstoffe** von den Flughäfen

2019	Kerosin LTO Tonnen	CO <sub>2</sub> Tonnen pro Jahr	Luftschadstoffe UFP / Gase Tonnen pro Jahr	Luftschadstoffe Tonnen pro Tag
Frankfurt	222.618	701.249	4.452	12
München	146.686	462.061	2.934	8
Berlin	88.418	278.517	1.768	5
Düsseldorf	73.824	232.546	1.476	4
Köln/Bonn	60.560	190.764	1.211	3
Hamburg	52.242	164.562	1.045	3
Leipzig	40.199	126.627	804	2
Dortmund	11.137	35.082	223	0,6
Bremen	6.210	19.562	125	0,3

Quelle: DFLD

# Wer ist betroffen?

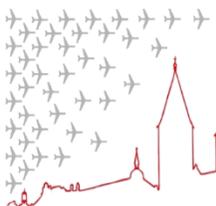


Kindertagesstätte



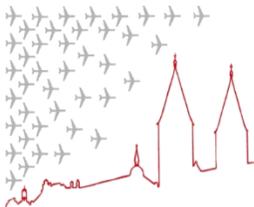
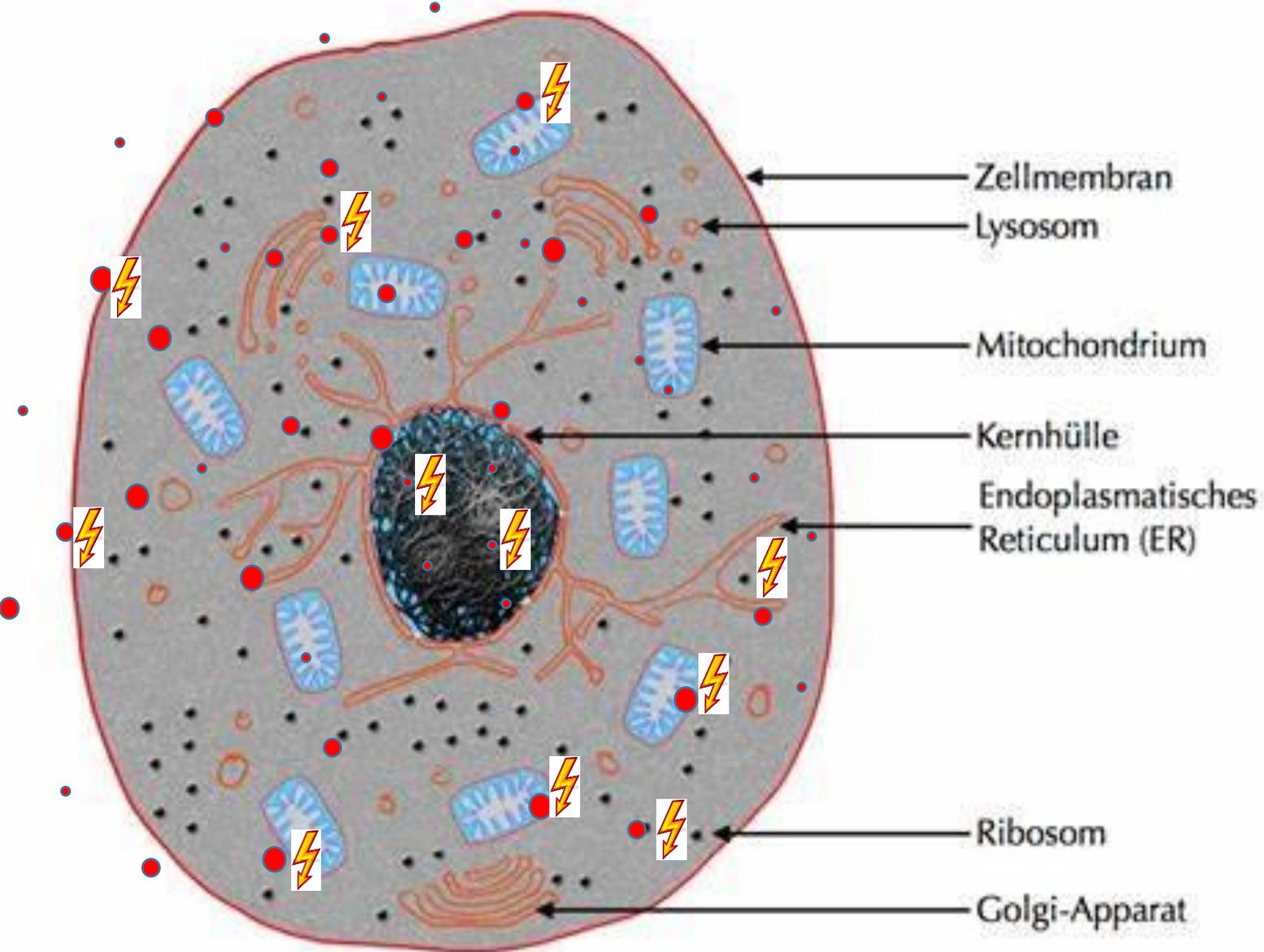
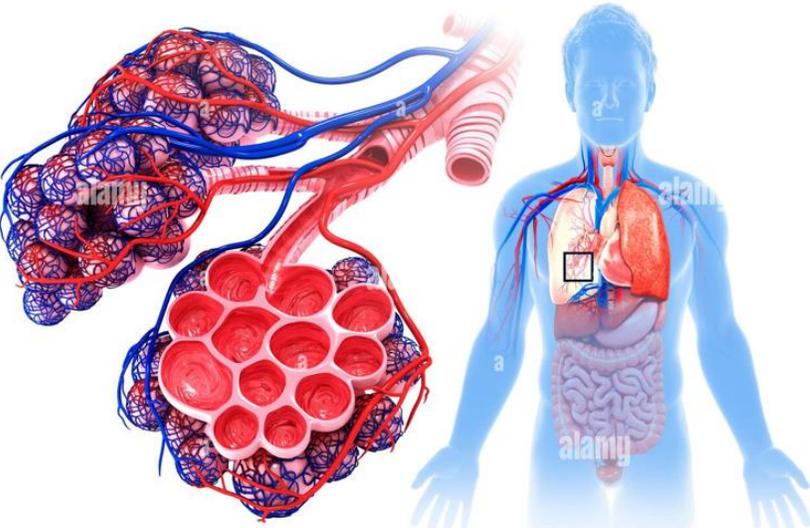
# Wie viele Menschen sind betroffen?

Flughafen	Beschäftigte	Passagiere	Besucher	Kinder	Anwohner
Frankfurt	<b>81.000</b>	70.000.000	<i>Hunderttausende</i>	?	<i>Millionen</i>
München	<b>33.000</b>	48.000.000		<b>42 in KiTa</b>	
Düsseldorf	<b>20.300</b>	26.000.000		?	
Berlin (2022)	<b>21.600</b>	20.000.000		?	
Hamburg	<b>15.000</b>	17.000.000		?	
Stuttgart	<b>11.000</b>	13.000.000		?	

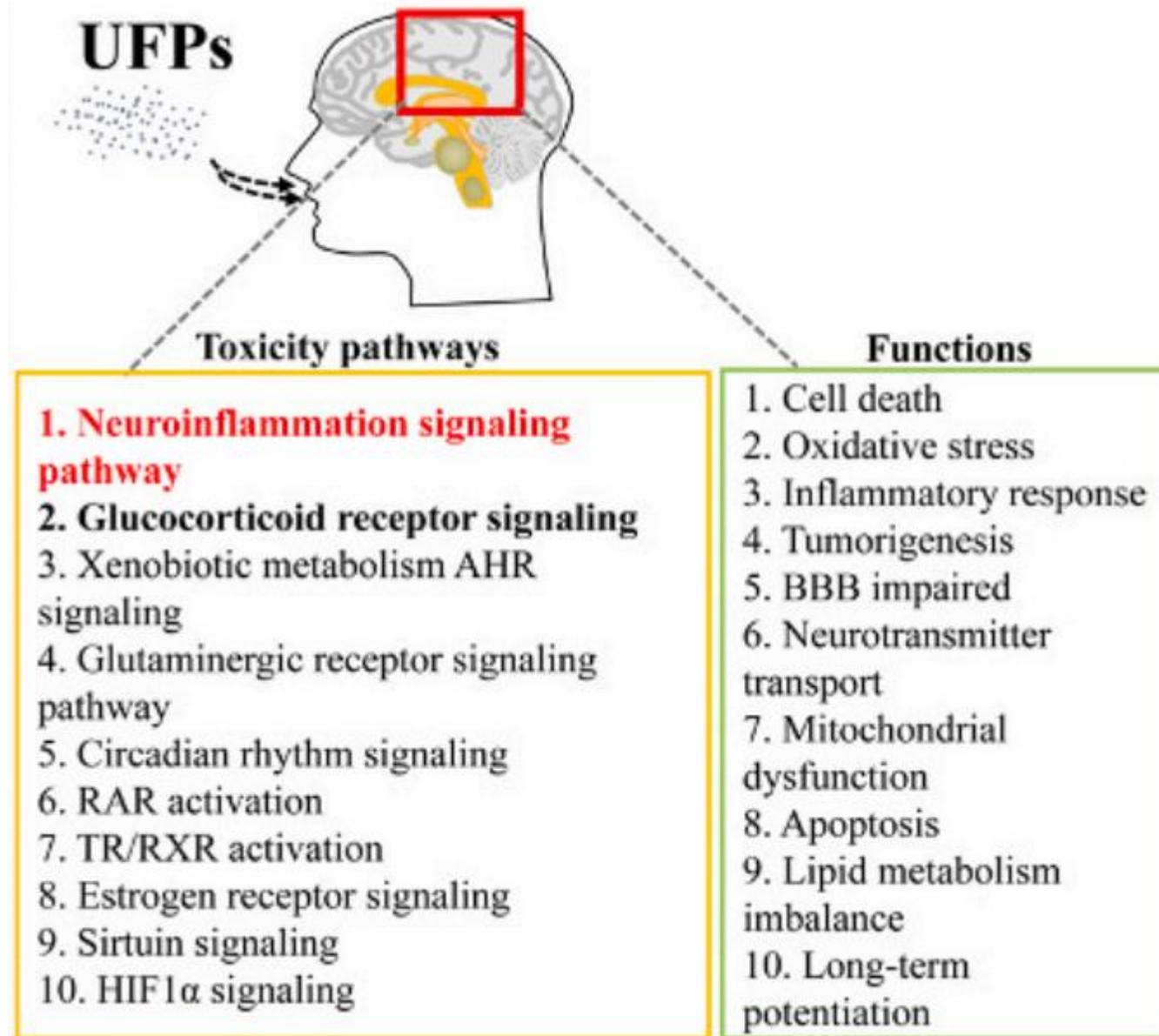


# Wir müssen atmen!

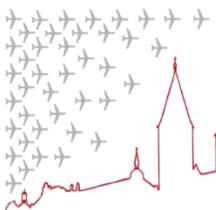
Ultrafeinstaub gelangt in fast alle Körperzellen



# Folgen



Shuang-Jian Qin et al. 2024: Neurotoxicity of fine and ultrafine particulate matter: A comprehensive review using a toxicity pathway-oriented adverse outcome pathway framework



# Was sagt die Wissenschaft zum Gesundheitsrisiko?

UFIREG EU-Studien 2011-2014 :

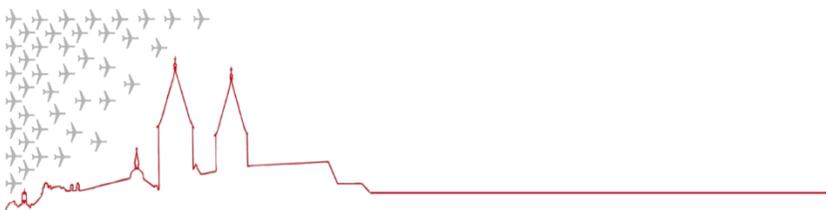
**1000 p/cm<sup>3</sup> mehr** im Tagesmittel → **2 % höheres Risiko**  
für Krankenhauseinweisungen und Sterbefälle aufgrund von Atemwegserkrankungen

Wu et al. 2021:

**Flughafenbedingte Exposition** → Risiko für **bösartigen Hirntumor** stieg um **12 %**. (Los Angeles).

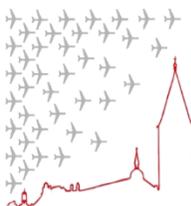
Helmholtz Munich 2023:

**3.000 Partikeln/cm<sup>3</sup> mehr** → Risiko der **respiratorischen Mortalität** stieg um **4,5 %**.

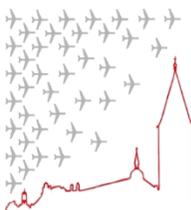


# Wissenschaftliche Literatur: UFP und Gesundheit

Autor	Jahr	Ursache	Folgen
Qin et al. Science of the Total Environment 947:174450	2024	UFP pollution	Neurotoxizität, Mitochondrien, Blut-Hirn-Schranke
Lloyd et al. 6.4 Envir. and Occupational Health, Epidemiology American Thoracic Society	2024	Airborne Nanoparticles	Increased Mortality Risk in Two Cities, Canada
Lenssen et al. Environmental International 188:108759	2024	Particles from aviation	Atembeschwerden bei Kindern
Vogli et al. Science of the Total Environment 912:169416	2024	Luftverschmutzung	Entzündungsreaktionen
Vallabani et al. Environmental Research 231: 116186	2023	UFP	Toxicity, Cardiovascular-, Brain effects
Nobile et al. Environmental International 181: 108302	2023	UFP-Long term exposure	Mental disorders
Li et al. Int. J. Environ. Res. Public Health 14:461	2017	UFP Langzeit-Exposition	Schlaganfall und Bluthochdruck
Aguilera et al. Environ Health Perspect. 2016 Nov; 124(11): 1700–1706	2016	Feinstaub -Ultrafeinstaub	Atherosklerose
Viehmann et al. Occup Environ Med. 2015;0:1–8.doi:10.1136/ oemed-2014-102800	2015	Urbane Langzeit-Exposition	Biomarker für Entzündungen und Blutgerinnung erhöht
Karottki et al. Int J Environ Res Public Health. 2015 Feb; 12(2): 1667–1686	2015	UFP und PM	Herzkranzgefäße und Lungenfunktion geschädigt
Oberdörster G. Int Arch Occup Environ Health. 2001 Jan;74(1):1-8.	2001	UFP	Lungenschäden, durch Ozon verstärkt



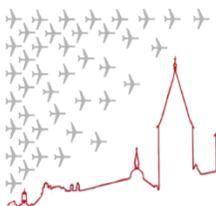
BEI DER HEUTIGEN UMWELTVERSCHMUTZUNG  
KÖNNEN SIE FROH SEIN, DASS SIE  
SCHLECHT LUFT BEKOMMEN



**Die Abgase aus den Triebwerken sind die größte UFP-  
Quelle der Umweltverschmutzung.**

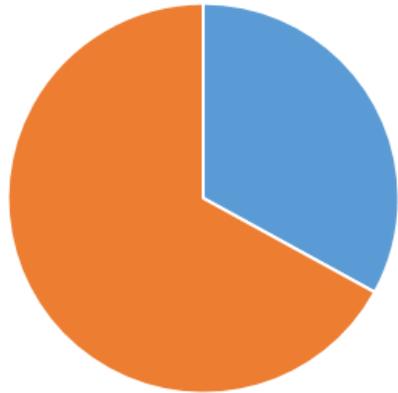
**Kerosin-Entschwefelung und Taxibots können die  
Abgase drastisch reduzieren!**

Press Release 15.03.2021



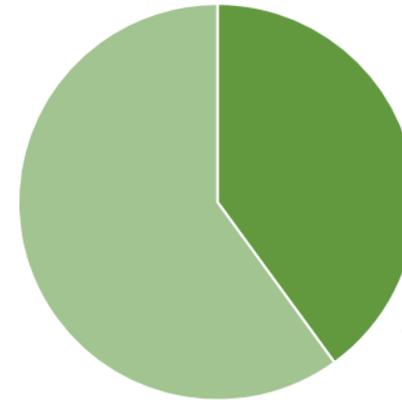
# Schadstoffe reduzieren - Möglichkeiten

## SAK - Schwefelarmes Kerosin



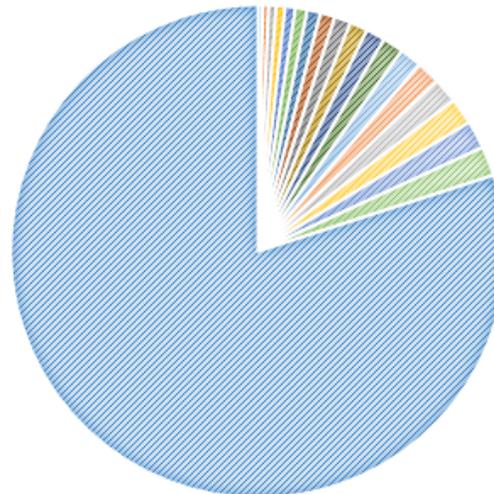
lokal - regional  
**1/3 weniger Ultrafeinstaub**  
Jones et al. 2012

## ETV - Electric Towing Vehicles

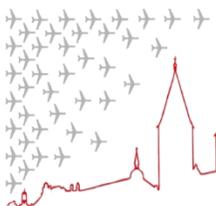


lokal - regional  
**ca. 40 % weniger Kerosin**  
LTO- Taxiing  
**ca. 40 % weniger Schadstoffe**

## WENIGER FLÜGE MINUS 20% BIS 2030



global - regional - lokal  
**1 -2 Mio. Tonnen weniger Kerosin/Jahr**  
15 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> eq



# Schadstoffe reduzieren

## Schwefelarmes Kerosin

Kerosin-Absatz in Deutschland 10 Mio. Tonnen

Diesel/Benzin- Absatz in Deutschland 57 Mio. Tonnen, 10 ppm

E-Fahrzeuge ersetzen den Verbrennermotor

### **Diesel - Entschwefelungsanlagen für Kerosin nutzen**

Kosten für die Entschwefelung weltweit 250 – 375 Mio. € pro Jahr (ca. 200 Mio. t)

OMV produziert seit 2004 schwefelarmes Kerosin

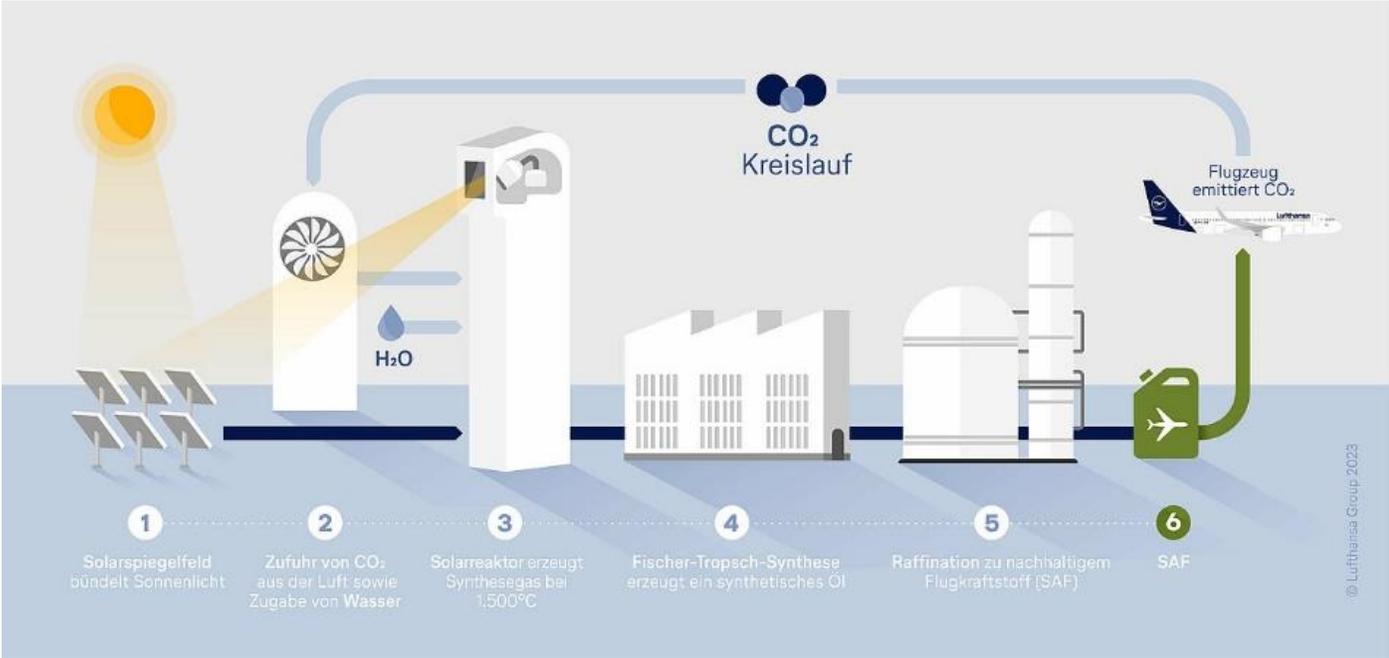


## Vorteile der Kerosin-Entschwefelung

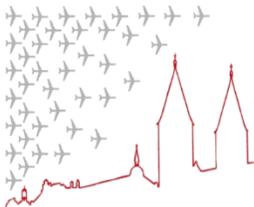
EASA (European Aviation Safety Agency) 2010

- Volkswirtschaftlicher Nutzen 500 – 1.650 Mio. € pro Jahr
- Reduzierung der luftfahrtbedingten PM-Sterblichkeit um ca. 25%
- Wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der Non-CO<sub>2</sub>-Effekte

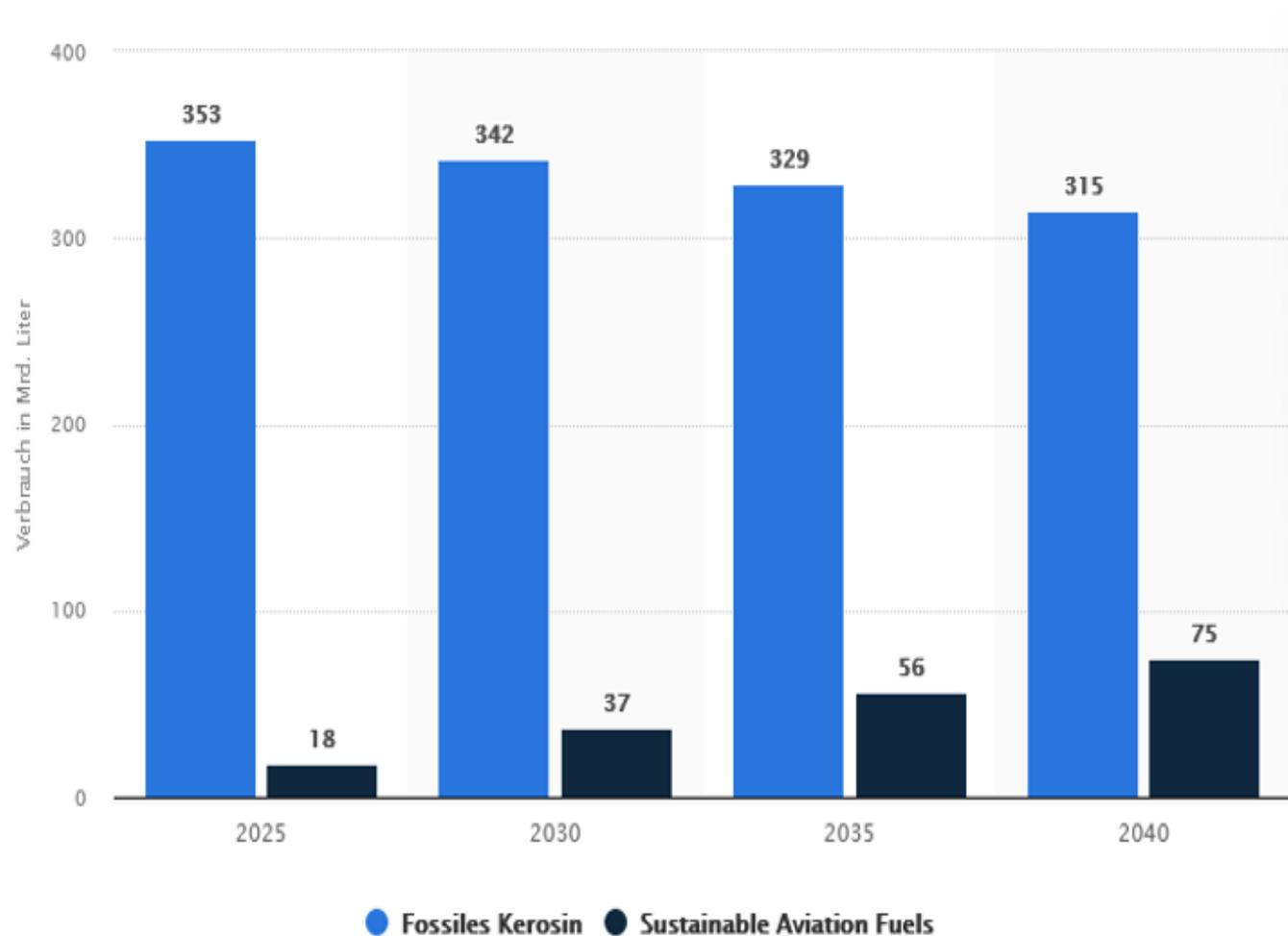
# SAF – Sustainable Aviation Fuel Nachhaltiger Luftfahrttreibstoff



EU Bedarf in 2030: 46 Mio. Tonnen



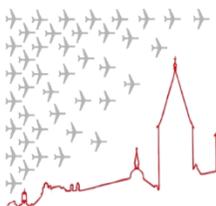
# SAF - Sustainable Aviation Fuel hält sein Versprechen nicht



STATISTA

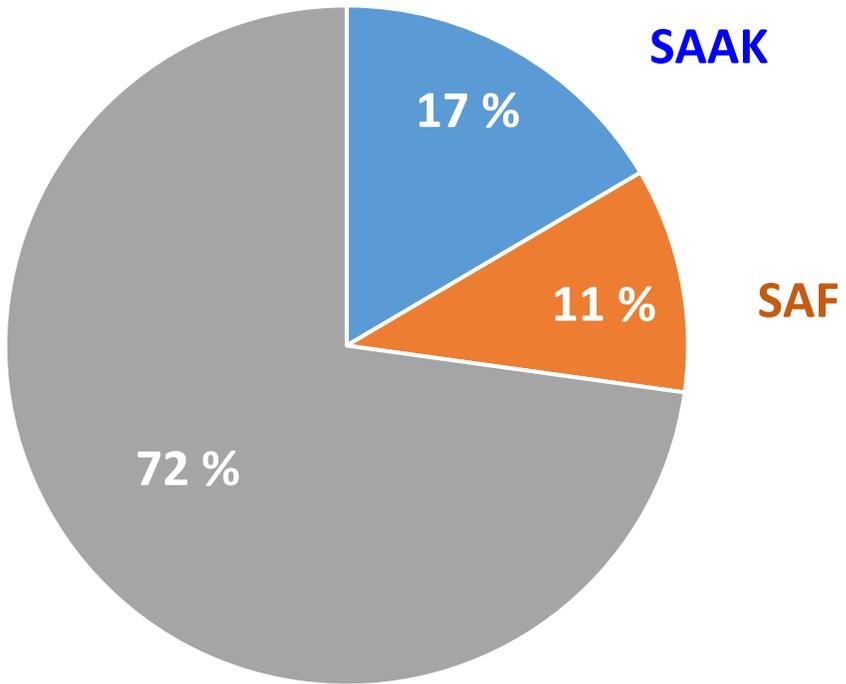
# SAF - Sustainable Aviation Fuel hält sein Versprechen nicht

- Auch mit 100% grünem SAF verbleiben noch 20 % Non-CO2-Effekte
- Herstellungskapazitäten für SAF stehen in Konkurrenz mit Treibstoffen für andere Verbraucher
- Die Effizienzsteigerung der Triebwerke erzeugt Rebound-Effekte zusätzlich zu den Wachstumszielen der Airlines
- Das alles führt zu mehr Emissionen im Cruise-Level und am Boden (Flughafenregion)
- Auch SAF erzeugt Ultrafeinstaub



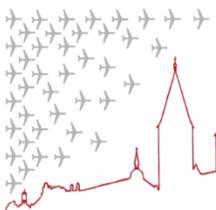
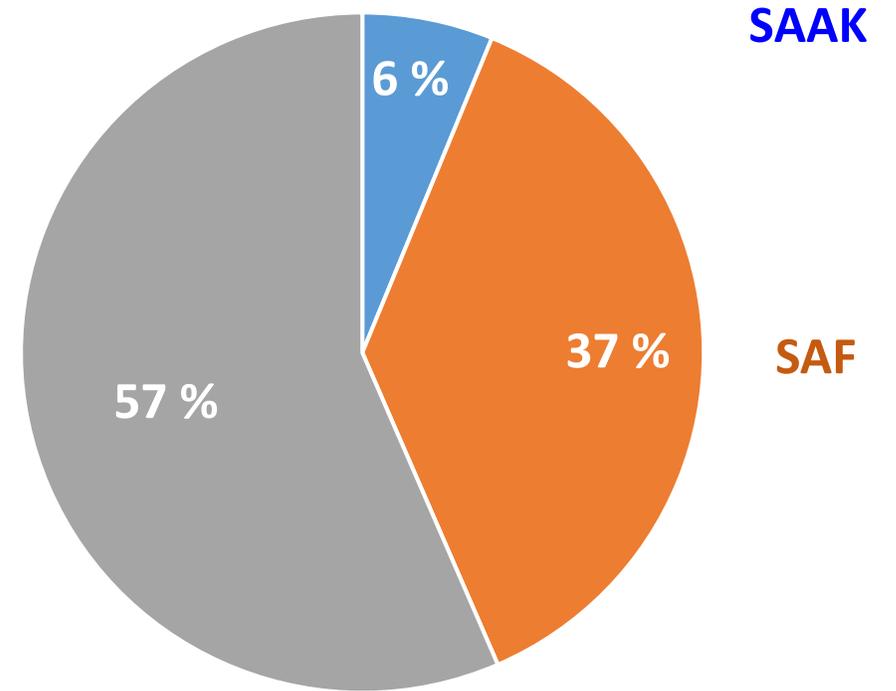
# 2035

Reduzierung von CO<sub>2</sub> und Non-CO<sub>2</sub>-Effekten durch SAAK und SAF



# 2050

Reduzierung von CO<sub>2</sub> und Non-CO<sub>2</sub>-Effekten durch SAAK und SAF

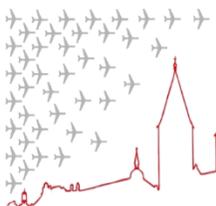


Wir wissen,

- dass Flughäfen Ultrafeinstaub - Hotspots sind
- wie viele Luftschadstoffe entstehen
- wohin und wie weit sie geweht werden
- dass UFP Luftschadstoffe und damit gesundheitsschädlich sind
- wie viele Menschen betroffen sind

Weitere Forschungen über Ultrafeinstaub sind Aufgabe der Wissenschaft.

**Aber wir brauchen keine weiteren Forschungen über Ultrafeinstaub, um die notwendigen Reduzierungsmaßnahmen zu ergreifen.**



# Fazit

## Flugverkehr

verlagern

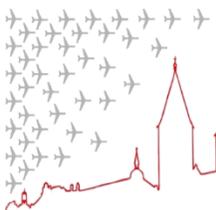
vermeiden

verbessern



**Schwefelarmes  
Kerosin**

**Emissionsfreies  
Taxiing**



Vielen Dank !

INLANDSFLÜGE  
- 500.000.000 €

Fliegen verursacht  
Gesundheits- und  
Klimaschäden

Wollen Sie aufhören?  
kontakt@bv-freising.de

BV Freising lesen.  
https://bv-freising.de

