

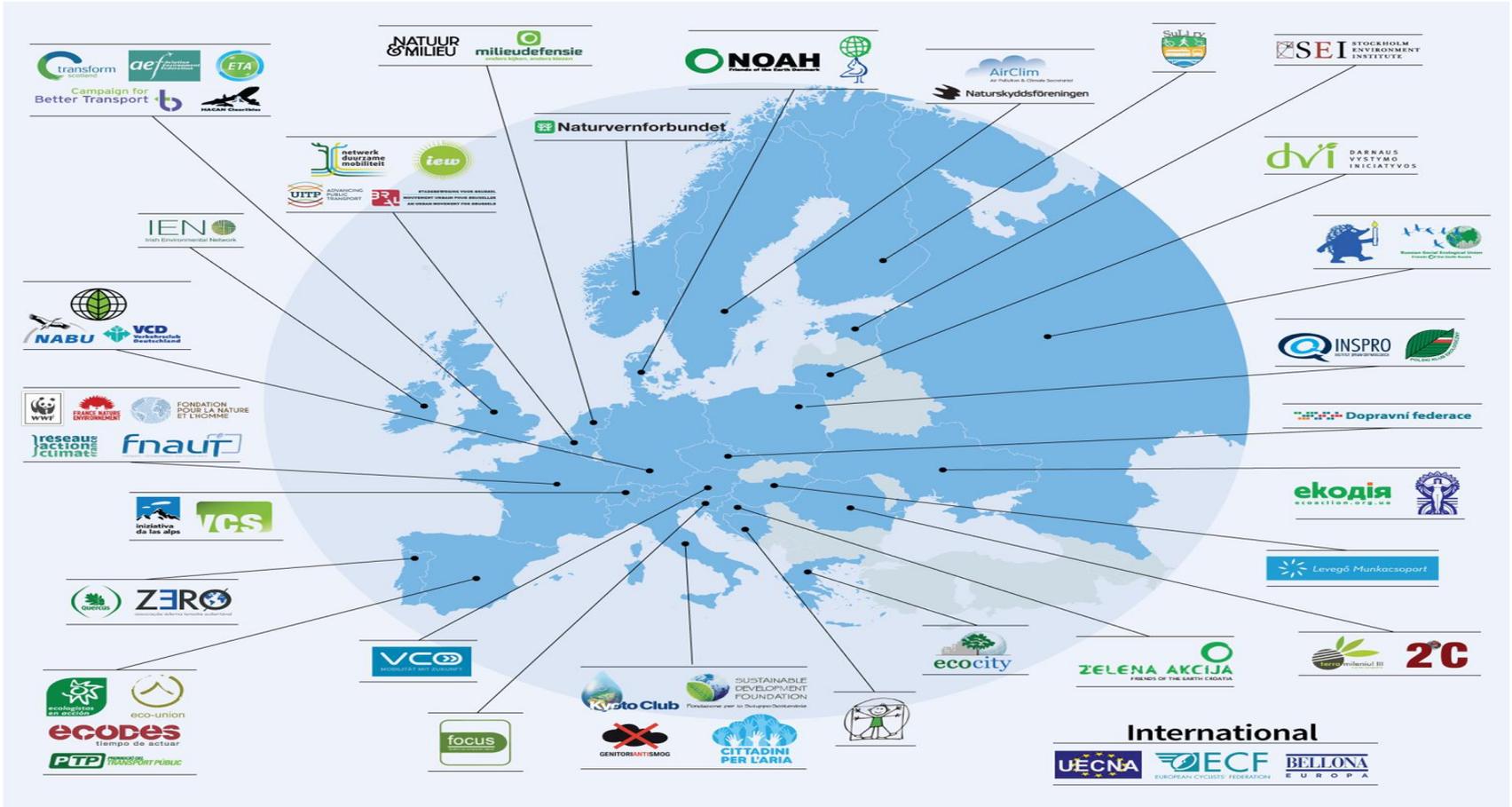
A black and white aerial photograph of a city, likely Frankfurt, taken from the perspective of someone on an airplane. The wing of the plane is visible in the lower-left corner, and the city below is partially obscured by clouds.

# **Entschwefelung des Kerosins**

## **Frankfurt 23 August 2019**

**Bill Hemmings**  
**Director Aviation & Shipping**

# TRANSPORT & ENVIRONMENT



# UNSER FOKUS

## MOST MODES



## WELL TO WHEEL

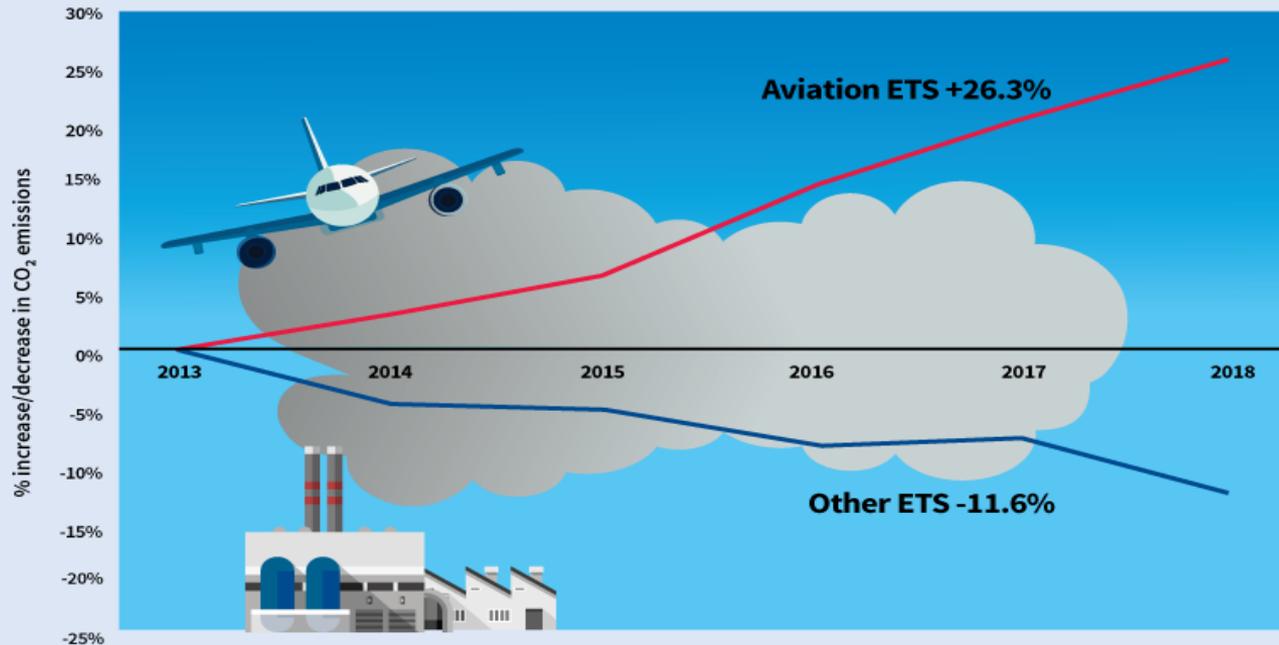


## ALL TRANSPORT ENERGY



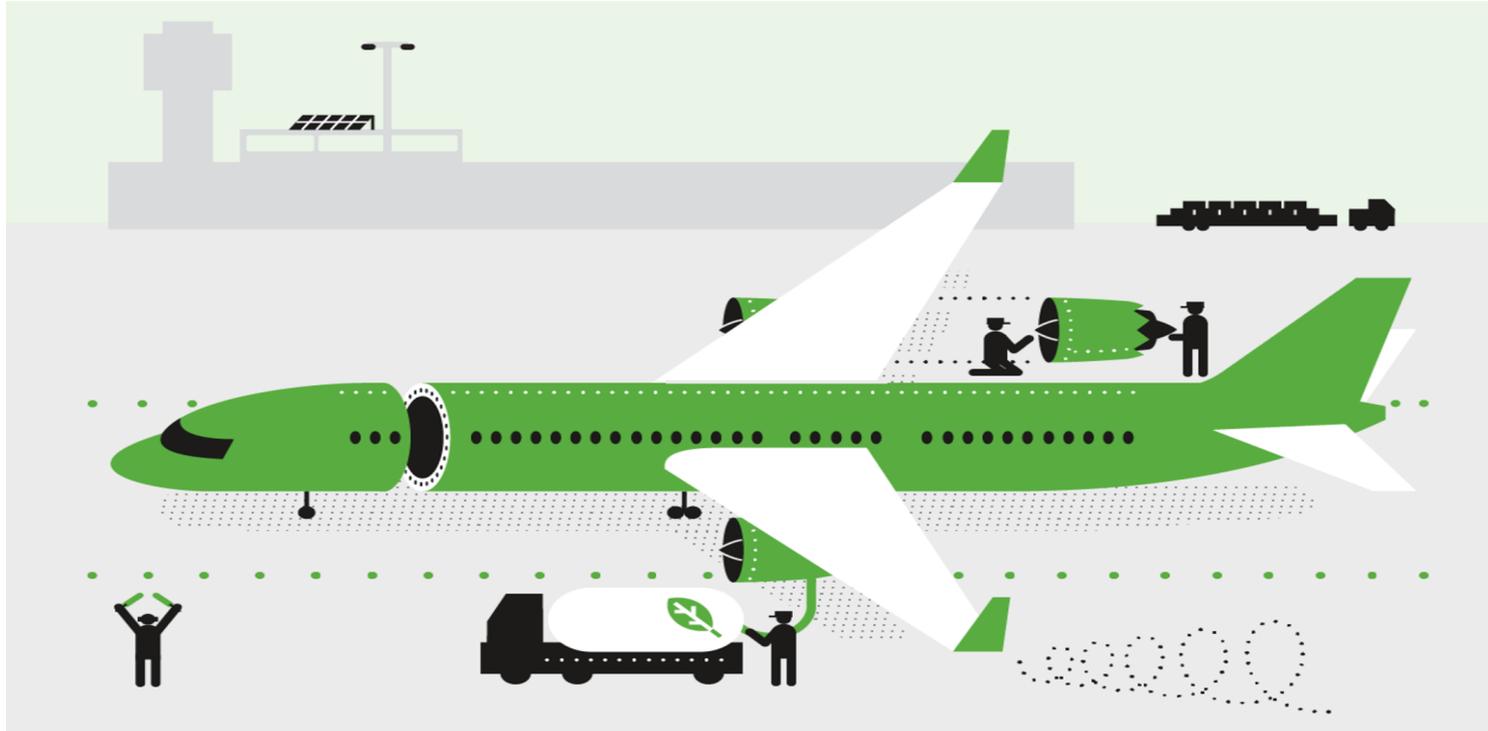
# Reduzierte Kraftstoffverbrennung reduziert CO<sub>2</sub>- und Luftverschmutzung

## Aviation emissions growth since 2013 in the EU



Note: For emissions that were not lodged on time, 2018 emissions have been set to 2017. For aviation, this assumption amounts to approximately 8% of the verified reported emissions.

# Schwefel in Kraftstoffen was ist passiert?



# EU-Schwefelgesetzgebung

## Kraftstoffe

### **Straße u. Nicht Straße**

Richtlinie 2009/30 / EG; Diesel, Benzin auf 10 ppm Schwefel reduziert

- Erleichtert Technologien zur Emissionskontrolle, partikelfilter, NOx - Kontrolle usw

### **Schienenlokomotiven**

NRMM Revision 2015. Stufe V PM Limit 2021. Kein PN Standard

### **Marine**

Der saure Regen der 1990er Jahre betrifft die Ostsee => Richtlinie 1999/32 / EC zu MGO

2005 Anhang VI (IMO MARPOL) schafft regionale Emissionskontrollbereiche

Erstens in der Ost und Nordsee => globalen Schwefelgrenze von 45.000 ppm

2008 Rev. globale Schwefelgrenze 5000 ppm Jan. 2020. Keine PM-Grenzwerte.

2015 Schwefelkontrollbereiche (SECAs) 1000 ppm, Richtlinie 2012/33/EC

### **Luftfahrt**

Keine behördliche Begrenzung des Schwefelgehalts von Flugkraftstoff

# Schifffahrt = verursacht enorme Luftverschmutzung

Carnival Cruises 2017; 10-mal mehr SO<sub>x</sub> ausgestoßen als 260 Millionen EU Autos

Um Häfen, aber auch grenzüberschreitende Schiffsluftverschmutzung

Bedeutender Quellentreiber von schlechter Luftqualität zB in Baltikum

2016 0,5% IMO Überprüfung der Verfügbarkeit von Schwefelkraftstoff

Enormer Rückschlag von Raffinerieindustrie und Reedern

Erschreckende Auswirkungen auf Preis und Verfügbarkeit

Die meisten rechnen jetzt mit wenigen Problemen im Januar 2020

März 2020 globales Verbot der Beförderung von nicht konformen Brennstoffen zur Verbrennung

Alternative Compliance-Methoden; scrubbers, LNG

Schwefelkappe kosten für die Schiffsindustrie 35 Mrd. EUR pro Jahr global

Effektiv die weltweit größte CO<sub>2</sub>-Steuer

# Schiff Schwefel

## Gesundheit und Klima

Sauberere Schiffskraftstoffe senken die schiffsbedingte vorzeitige Sterblichkeit und Morbidität um 34% bzw. 54%.

Dies entspricht einer weltweiten Verringerung der Todesfälle durch PM<sub>2,5</sub> bei Herz-Kreislauf- und Lungenkrebs um ca. 2,6% und einer weltweiten Verringerung des Asthma bei Kindern um ca. 3,6%.

Trotz dieser Einsparungen werden schwefelarme Schiffskraftstoffe immer noch für 250.000 Todesfälle und 6,4 Millionen Asthmafälle bei Kindern pro Jahr verantwortlich sein, und strengere Standards über 2020 hinaus können zusätzliche gesundheitliche Vorteile bringen.

Kraftstoffe mit geringerem Schwefelgehalt reduzieren die Strahlungskühlung von Schiffsaerosolen um ~ 80%, was einem Anstieg der aktuellen Schätzungen der gesamten Strahlungsantrieb RF um ~ 3% entspricht. Strengere Schifffahrtspolitik nötig.

# Schiffsklima und Luftqualität

Die Bekämpfung der Luftverschmutzung durch Schiffe ist nun in die Klimaschutzpolitik integriert

Auf globaler (IMO) und lokaler (EU, US) Ebene

Wird dies in der Luftfahrt passieren?

Stadthäfen unter starkem Luftqualität Druck

Druckbefestigung für emissionsfreie Seehäfen

Als erster Schritt in Richtung emissionsfreier Schiffe

Landstrom 5 Jahre Steuerbefreiung durch den EU-Rat

- Auswirkungen auf Pushback- / Tow-Fahrzeuge?

Am Liegeplatz werden sich die Emissionsvorschriften schrittweise darüber

hinaus nach außen erstrecken Küsten- / Hochseebetrieb

Beginnen Sie auf EU-Ebene

# SCHWEFEL IN KEROSIN: AUSWIRKUNGEN

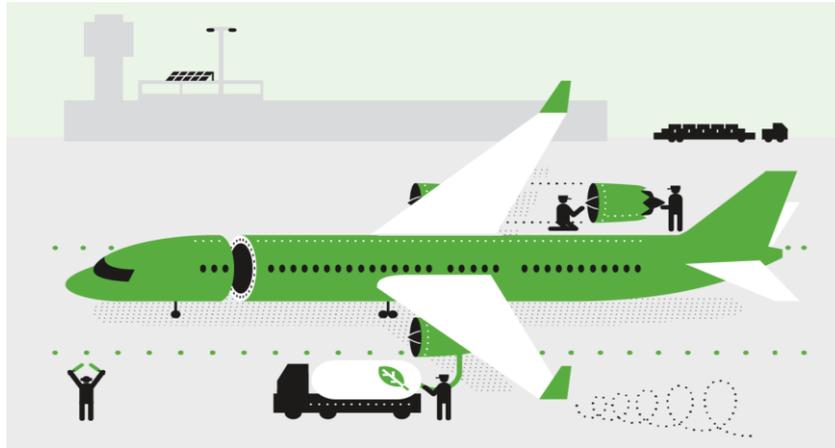
Weniger SO<sub>2</sub> in die Atmosphäre - reduziert Asthma, Atemwegserkrankungen usw

Reduzierte PM- und PM-basierte Mortalität

Niedriger Schwefelgehalt reduziert schädlichere PM unter 10 nm signifikant

Reduziert die Partikelgröße von PN und flüchtigen Sulfatpartikeln

Auswirkungen auf den Klimawandel - Kühlung und Erwärmung



# Was ist die Lösung?

Kerosin kann wie Straßen- oder Schiffstreibstoff entschwefelt werden

In der Raffinerie braucht neue Entschwefelungs-HDS-Geräte.

Das ist teuer? - aber bereits installiert, um die IMO Schwefelkappe zu liefern

Die Nachfrage nach Straßendiesel wird weiter sinken

Kleine erhöhte CO<sub>2</sub>-Emissionen

EASA- und MIT-Studien 2009/12; Keine Probleme mit entschwefelndem

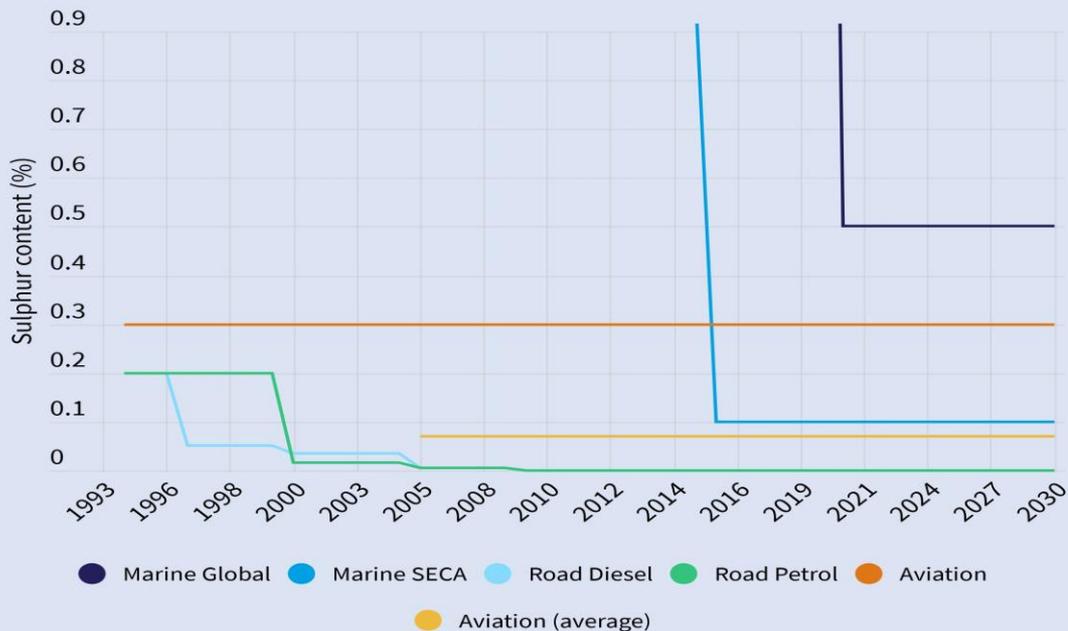
Kerosin entweder global / regional

- <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/2009-SULPHUR>
- [Reduction%20of%20sulphur%20limits%20in%20aviation%20fuel%20standards-Final%20Report.pdf](#)
- <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es203325a> für FAA

# SCHWEFEL IN KEROSIN

## UNREGULIERT

### Marine, road and aviation fuel sulphur standards



### Industry Standards

UK Defence Standard 91-91  
and  
ASTM D6565 standard  
Max Sulphur content  
3000ppm by mass

UK Jet A-1, US Jet A, and  
US Department of Defense  
JP-8

Average sulphur content  
by mass  
600 to 800ppm

# Qinetic im Jahr 2010 für EASA

## PM Ergebnisse

Kosten der HDS-Entschwefelung in Raffinerien; 0,01 € - 0,015 € / Liter

Globale Entschwefelungskosten (2010 - 220 Mio. Tonnen Kraftstoff) 250-375 Mio. € p.a.

Hoher Schwefelgehalt = PN <10nm erhöht sich für alte/moderne Kreuzfahrten auf 90%

Kürzung von 600 ppm auf 10 ppm reduziert Sterblichkeit aufgrund von LTO-PM etwa 25%

2020 kosten weltweit zwischen 0,5 und 1,65 Mrd. EUR (0,13 und 0,43 Mrd. EUR in der EU)

Schwefelgehalte unter 500 ppm reduzieren PM unter 10 nm signifikant

Die mittlere Teilchengrößenverteilung nimmt um 26-44% zu.

Die Partikelmasse nimmt zu

PN nimmt linear mit niedrigerem Schwefel um etwa 36-75% ab

Schneiden Sie 460 ppm bis 8 ppm; Teilchengröße + 30%. Masse + 60%. PN reduziert 50%,

Reduzieren Sie Aromaten von 15% auf Null Reduziert PM 25%

Die Wirkung auf Kraftstoffaromaten ist effizienter. Kraftstoffverbrennung = geringere PM

# Qinetic 2010 SO2 & Klima

**SO2** LTO Gesundheits / Umweltvorteile gering

Keine messbaren gesundheitlichen Auswirkungen oder Auswirkungen auf Pflanzen, Gebäude

## **Klimafolgen**

Lichtstreuung von Partikeln auf Sulfatbasis hat eine kühlende Wirkung

Die wahrscheinlichste Auswirkung der Kraftstoffentschwefelung auf das Klima ist gering

Steigerung des globalen Erwärmungspotenzials

Bekannt und hat Schwefelreduzierungen bei Kraftstoffen für den Straßen und Seeverkehr nicht verhindert

Die Auswirkungen auf die durch Kondensstreifen / Luftfahrt verursachte Zirrusbildung dürften größer sein

Zunahme des luftfahrtbedingten Treibhauspotenzials um 0,1% aufgrund der Entschwefelung der Raffinerie

# WER reguliert?

EC Richtlinien regeln den Schwefelgehalt von Kraftstoffen; Straßen und Seeverkehr

Zulieferer von Kraftstoffen auf der Straße / nicht auf der Straße reglementiert;

Kriminelle Strafen

Starten Sie auf EU oder globaler Ebene in der Luftfahrt?

Mögliche Zusammenarbeit EASA /USA ist 2012 gescheitert

2015 forderte NL die ECAC DG's zum Handeln auf Ansicht Schiphol PM betrifft.

ECAC lehnte ab

ICAO/Chicago regelt Flugzeuge und nicht Kraftstoffe

CORSIA zertifiziert keine Biokraftstoffe, sondern SAF-Kriterien, um „offsets“ zu ersetzen

ASTM ist 2000 starker Industrieverband. Entscheidet per Abstimmung.

Die ASTM-Entschwefelung könnte 10 Jahre dauern - Qinetic

EU-Einzelstaaten regeln? EU - weites Vermeiden von Wettbewerb/Tankering etc

Der Schwefelstandard regelt alle Flugzeugtreibstoff auf dem EU-Markt, dh Hinflüge

# UND WIE?

Bei IMO/EC werden Schiffe reguliert, nicht Kraftstofflieferanten - komplexe Geschichte  
Bestmögliche Regulierung des gesamten Kerosins, das von Kraftstofflieferanten in der EU in Verkehr gebracht wird

Importiertes Kerosin einbeziehen

Durchschnittlicher EU-Kerosin-Schwefelgehalt wird nicht konsequent überwacht  
es wird angenommen, dass es 600-800 ppm ist.

Was passiert nach dem Brexit der DEFSTAN-Überwachung?

Verantwortung für die Überwachung der EASA übernehmen?

Urknallreduzierung oder Stufenreduzierung?

Beginnen mit USA nach Trump

Entwicklungsländer kommen später - kosten resistente Airlines + Raffinerien

# ICAO Ruß NvPM Standard

1981 Chicago Annex 16, Band II ICAO-Standard zur Kontrolle von Rauch, Kraftstoffentlüftung und gasförmigen Emissionen von Turbostrahl- und Turbofan-Triebwerken Rücken rauchen ist nicht gut fürs Geschäft!

2010 Die ICAO beginnt mit der Erarbeitung von Zertifizierungsstandards für nichtflüchtige Partikelemissionen (PM), um einen Zusammenhang zwischen PM-Emissionen und „LAQ“ – local air quality und dem Klimawandel nachzuweisen

NvPM-Massen & Zahlenstandard für Turbofan / Turbostrahltriebwerke > 26,7 kN

24 verschiedene Motoren getestet

Kein Rückfall bei Serienproduktion ab dem 1.1.2020

Wann wird es einen NvPM-Standard für neue Motortypen geben?

Probleme; NOx / PM-Kompromiss. Kosten

# NvPM – was ist passiert?

**Coordination in preparation for the 217th session of the ICAO Council  
(Montréal, 21 May - 21 June 2019)**

Committee

The meeting agreed on a new stringency level that would limit the emissions of non-volatile Particulate Matter (nvPM) from aircraft engines. A first estimate is that this new standard would amount to an environmental benefit of 20% (percentage of emission reduction compared to the baseline scenario) while all European engines remain under the limits agreed, ensuring a level playing field with their competitors. With this new standard, ICAO has completed all main environmental standards for the certification of aircraft and engines, namely for noise, local air quality (NO<sub>x</sub>, HC, CO, nvPM) and climate change (CO<sub>2</sub>), making the aviation industry the only sector with environmental mandatory certification requirements at the global level for the operation of its equipment.

# ERHALTEN WIR GUTEN NvPM-STANDARD FÜR NEUE MOTOREN?

Hersteller widersetzen sich vor allem in der EU - hohen Kosten für die Einhaltung neuer Motoren

Plus NOx / PM-Kompromiss

ICAO-Staatsbrief 2019 über Kraftstoffqualitäten - bezogen auf Ruß (NvPM) hat bereits einen Pushback der Entwicklungsländer ausgelöst

Auch Fluggesellschaften drängen zurück - A4A

Entschwefelung wird in der Industrie von vielen als offensichtlicher schneller Gewinn angesehen

Raffinerielösung erfordert wenig keine Anpassung der Luftfahrtindustrie

Niemand kann eine globale Lösung liefern - nicht die ICAO

Beginnen Sie bei EU, dann USA, Japan, Australien, Golf usw

Die Kommission braucht einen großen Schub von den Flughäfen

# EINIGE FRAGEN

Müssen die zehn Jahre alten Studien aktualisiert werden? Warum wurde dies nicht getan?

Die Luftfahrt gibt Milliarden von Horizon-Geld aus.

Besteht die Gefahr, dass Raffinerien dem Schiff den Schwefel entziehen und ihn stattdessen in die Luftfahrt geben?

Schwefel steigt? Wir müssen überwachen.

Keine EU-Kapazität nach dem Brexit

Klimawirkung der Entschwefelung

Kann durch härtere Einwirkung auf CO<sub>2</sub> ausgeglichen werden

Und Maßnahmen gegen Nicht-CO<sub>2</sub>

Umstellung auf nachhaltige SAF und Elektrokraftstoffe



**Vielen Dank**

**Bill.hemmings@transportenvironment.org**