



Treibhausgas-Emissionen und Luftverkehr: Wird das Fliegen klimafreundlich?

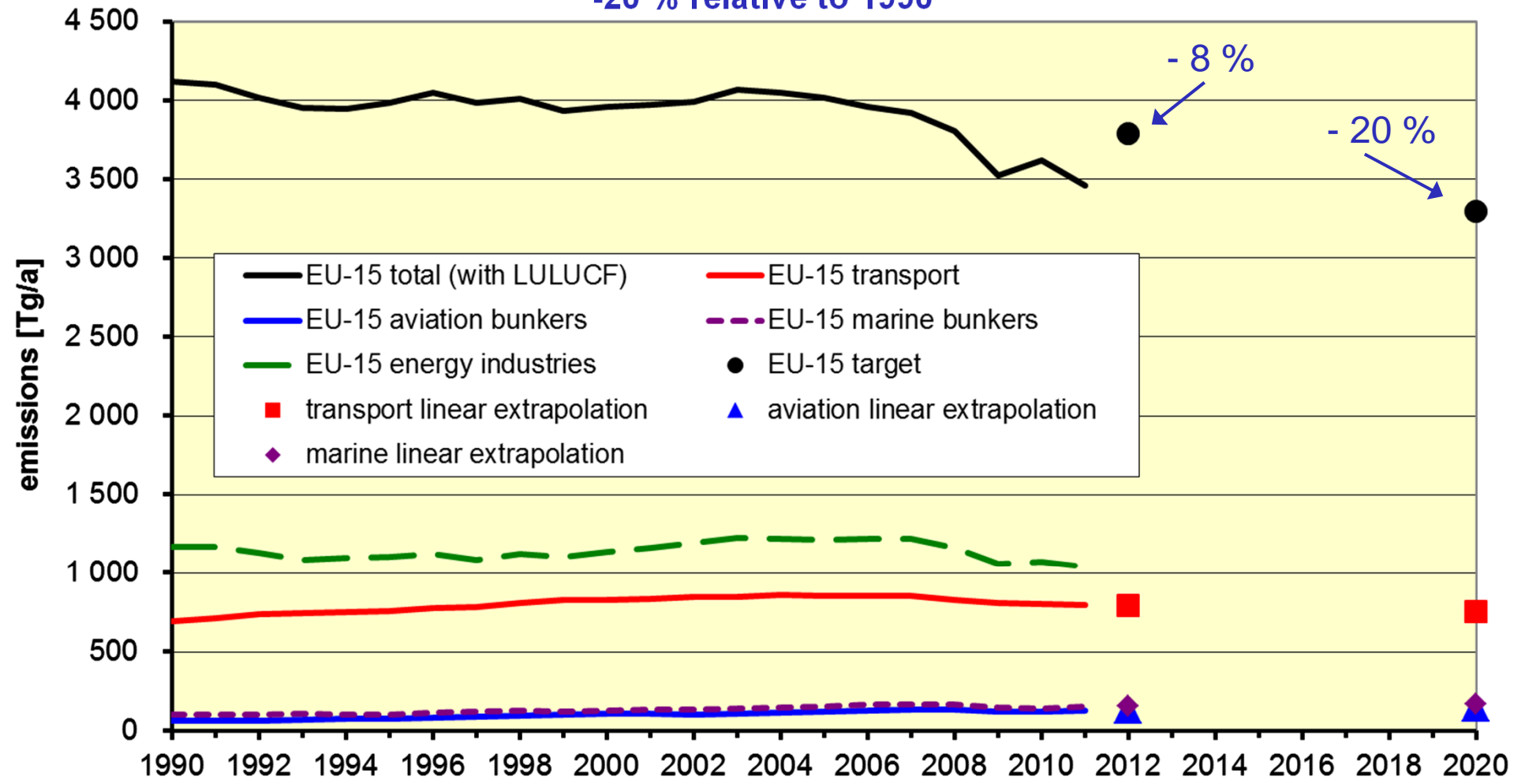
Robert Sausen

Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt
Institut für Physik der Atmosphäre
Oberpfaffenhofen

DKK-Klimafrühstück, Berlin, 3. Juli 2014

EU-15 emissions of CO₂ equivalent and 2020 target

-20 % relative to 1990

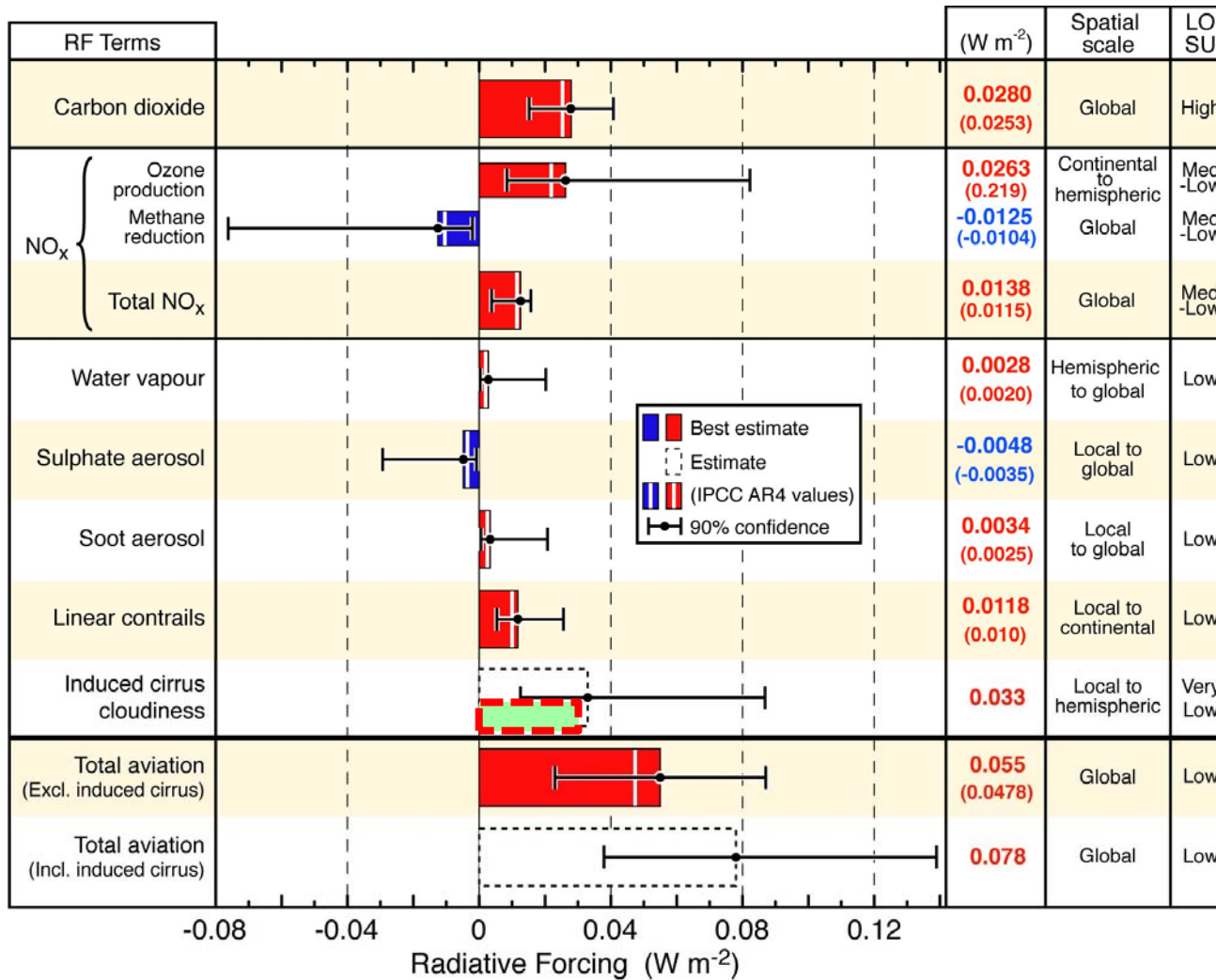


transport fractions (1990	2005	2012	2020):
national transport:	16.9 %	21.3 %	20.9 %	23.0 %
aviation bunkers:	1.6 %	3.2 %	3.5 %	4.5 %
marine bunkers:	2.6 %	4.3 %	4.1 %	5.3 %

linear trend (10 a) of transport emissions after 2011

data: <http://unfccc.int/>

Radiative forcing from aviation 2005



$$\Delta T_{\text{surf}} = \lambda \cdot RF$$

Total anthropogenic forcing 1.6 W/m²

Aviation fraction:

CO₂ 1.6 %

Total 4.9 %

Lee et al., 2009; Burkhardt & Kärcher; 2011



Berücksichtigung der Nicht-CO₂-Effekte

- Fester Multiplikator für CO₂-Emissionen?
 - kein Anreiz etwas für die Nicht-CO₂-Effekte zu tun
 - Faktor berücksichtigt nicht unterschiedliche Flugzeuge
- Strahlungsantrieb (RF)?
 - RF ist Maß für die Emissionen der Vergangenheit
- Treibhausgaspotential (GWP)?
 - wird im Kyoto-Protokoll zur Berechnung von CO₂-Äquivalenten genutzt
 - berücksichtigt nicht die Wärmekapazität des Klimasystems, Probleme bei kurzlebigen Effekten
- Mittlere Temperaturänderung (ATR)?
 - bewertet kurz und langlebige Effekte gleichermaßen
 - liefert konsistente Ergebnisse für Einzelemissionen und längere Szenarien

$$ATR = \frac{1}{H} \int_0^H \Delta T(t) dt$$



Wirkung von regulatorischen Maßnahmen zur Minderung der Klimawirkung des Luftverkehrs

Parametrische Studie im Projekt AviClim

Maßnahmen (auf Basis von ATR)

- Klimasteuer für alle Effekte
- NO_x-Abgabe + CO₂-Emissionshandel
- Emissionshandel für alle Effekte

Kosten pro CO₂-Äquivalent

- hoch
- mittel
- niedrig

Anwendungsgebiet

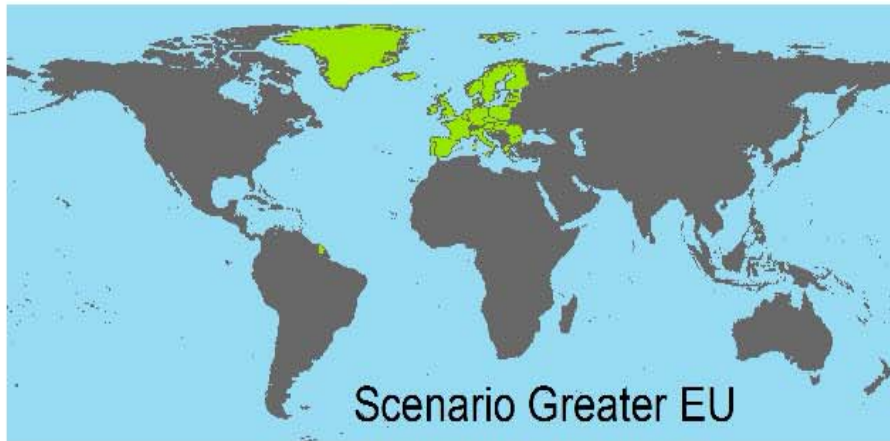
- Europa
- Luftverkehrsnationen
- Annex-I-Staaten (+ BRIC)
- Welt

Preiselastizität

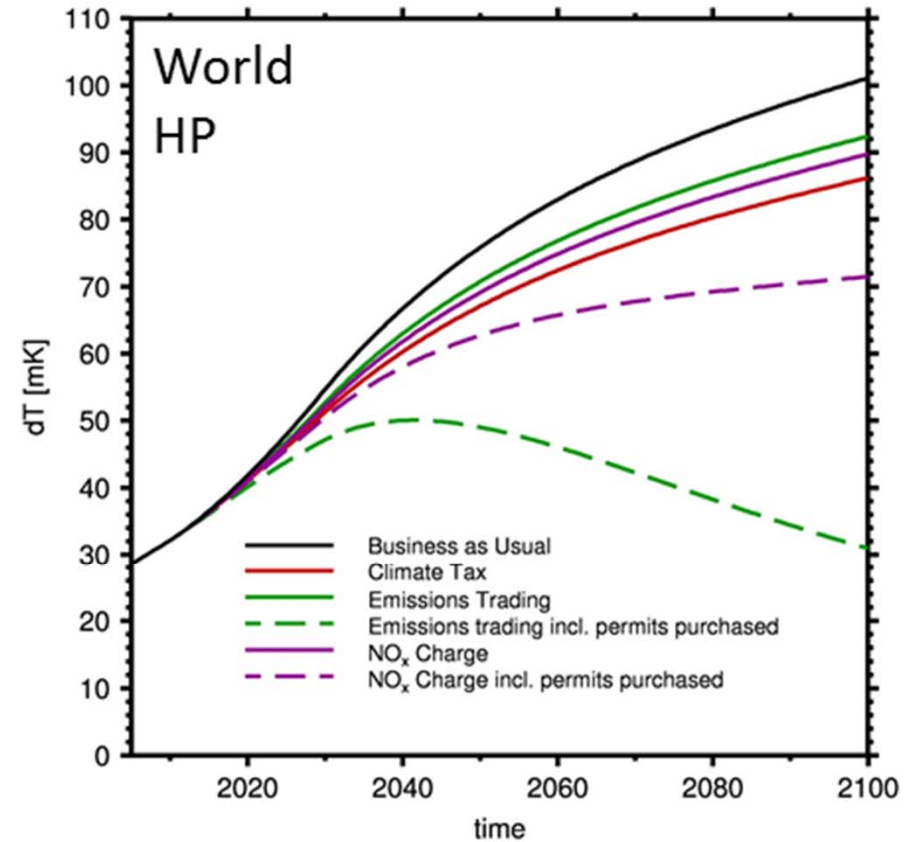
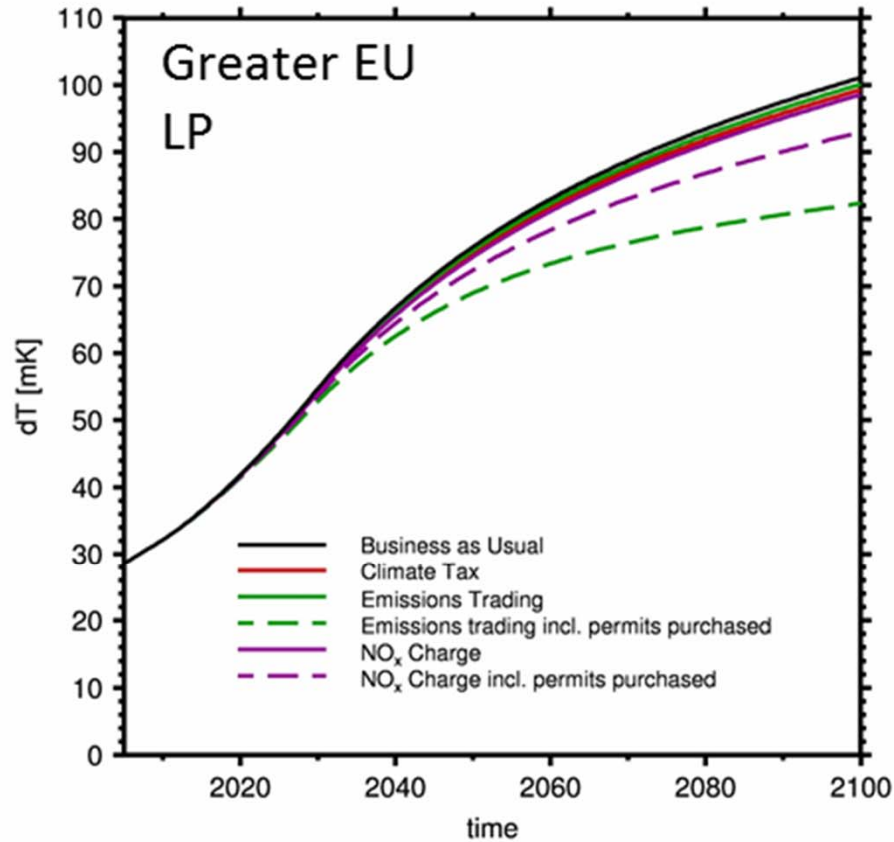
- unelastisch
- gering
- hoch



Anwendungsgebiete für die AviClim-Szenarien



Klimatische Auswirkungen von Maßnahmen im Luftverkehr



Anmerkungen

- Ein Emissionshandel, der die CO₂-Emissionen und die Nicht-CO₂-Effekte via CO₂-Äquivalente erfasst bietet die besten Steuerungsmöglichkeiten.
 - Die quantitativen Ergebnisse hängen sehr von den Annahmen hinsichtlich Preiselastizität der Nachfrage und den Kosten pro CO₂-Äquivalent ab.

- Ein sektorenübergreifender Emissionshandel ermöglicht eine "stärkere Reduktion" des Beitrags der Luftverkehrs zum Klimawandel zu volkswirtschaftlich geringsten Kosten.

- Die Einbeziehung der Nicht-CO₂-Effekte via CO₂-Äquivalente bietet Anreize, den Beitrags des Luftverkehrs zum Klimawandel über
 - technische Maßnahmen (z.B. geringere NO_x-Emissionen)und
 - operationelle Maßnahmen wie ökologische Planung der Flugtrajektorien zu verringern.

