



Luftqualität in größerem Rahmen

Dieselauto-Boom

vs.

**Luftqualität + Strahlungsbilanz
der Atmosphäre**

Bundesanstalt für Straßenwesen, 4.3.2015

Prof. Dr. Eckard Helmers

Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier



Verkehrsemissionen – die letzten 30 Jahre

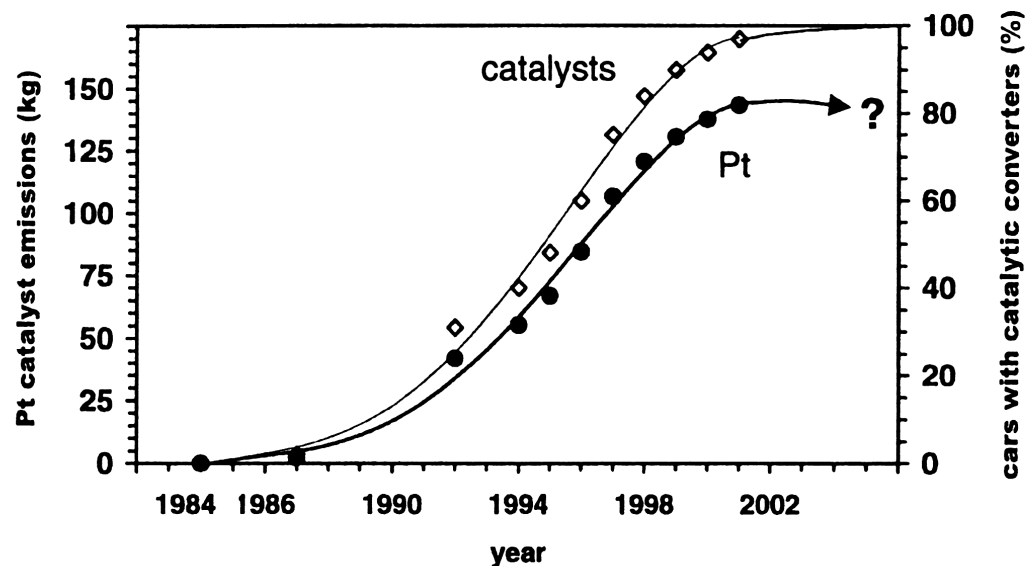


Fig. 1: Pt emission of catalytic converters and share of cars equipped with catalytic converters in Germany extrapolated up to the year 2001

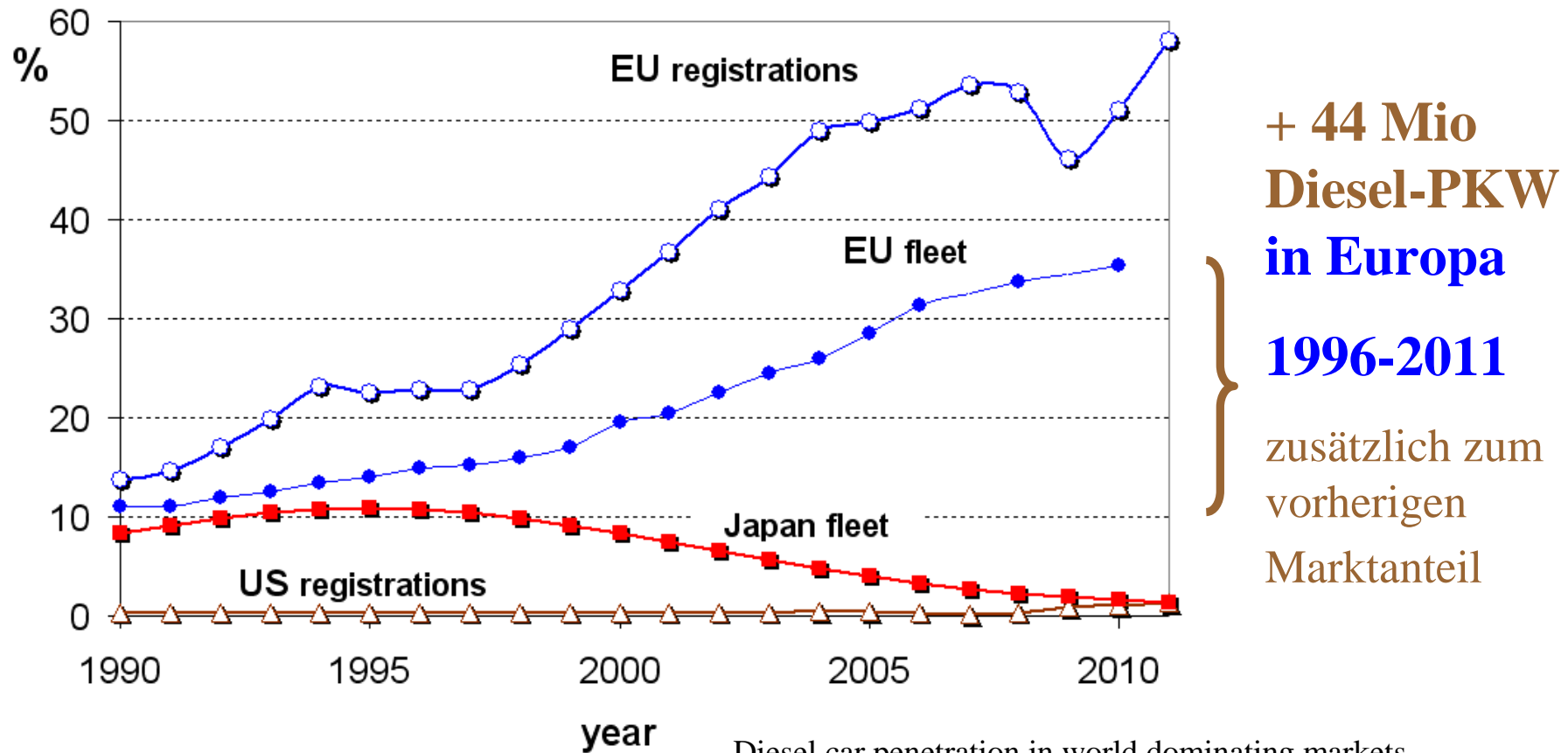
→ effiziente Abgasreinigung (3-Wege-Kat) durchdringt den dt. PKW-Bestand in den 1990er Jahren

→ initiiert in den USA

→ Effekte in den Folgejahren durch Diesel-PKW-Boom konterkariert

Entnommen aus: Helmers, Kümmerer (1999): Anthropogenic platinum fluxes: Quantification of sources and sinks, and outlook. Environ Sci Poll Res

Ab Mitte der 1990er Jahre: erstmals Abkoppelung des europäischen Marktes durch den Diesel-PKW-Boom

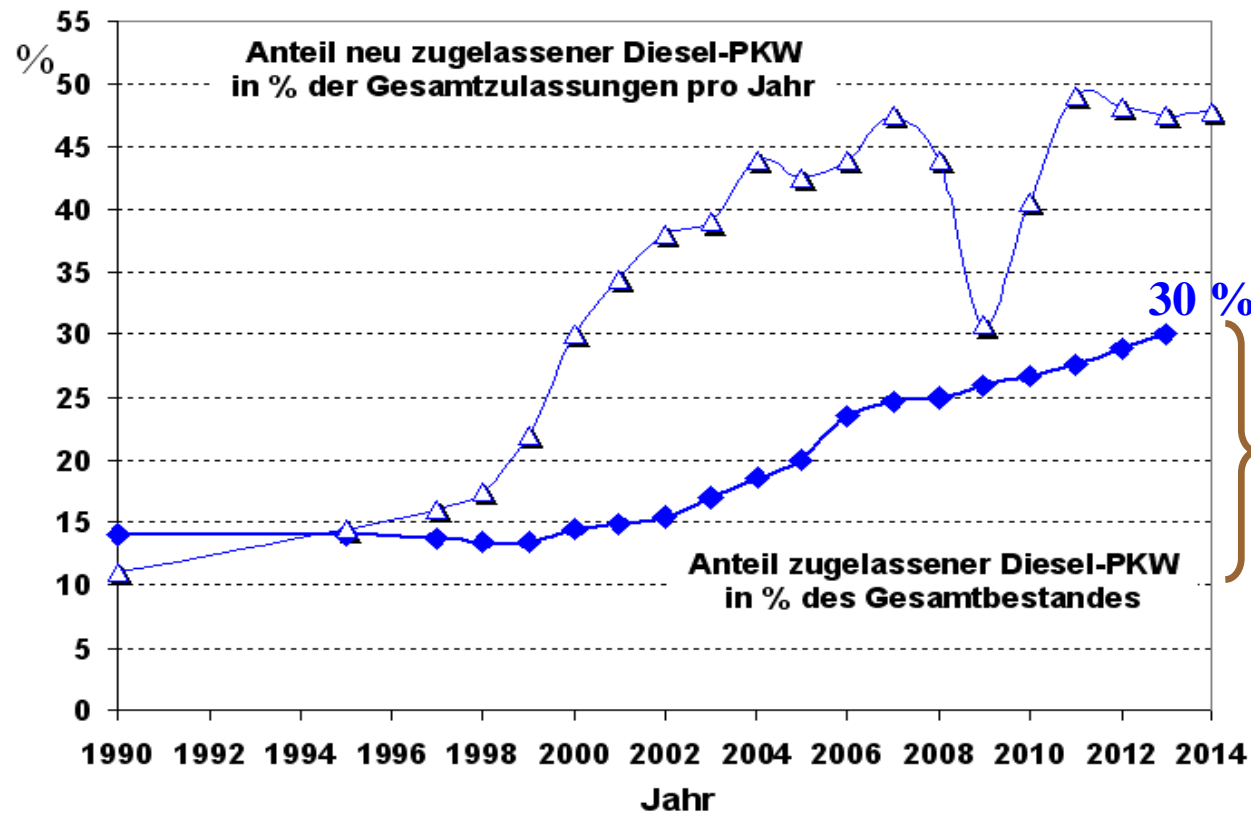


+ 44 Mio
Diesel-PKW
in Europa

1996-2011

zusätzlich zum
vorherigen
Marktanteil

Ab Mitte der 1990er Jahre: erstmals Abkoppelung des europäischen Marktes durch den Diesel-PKW-Boom



+ 7 Mio
Diesel-PKW

Deutschland

1996-2013

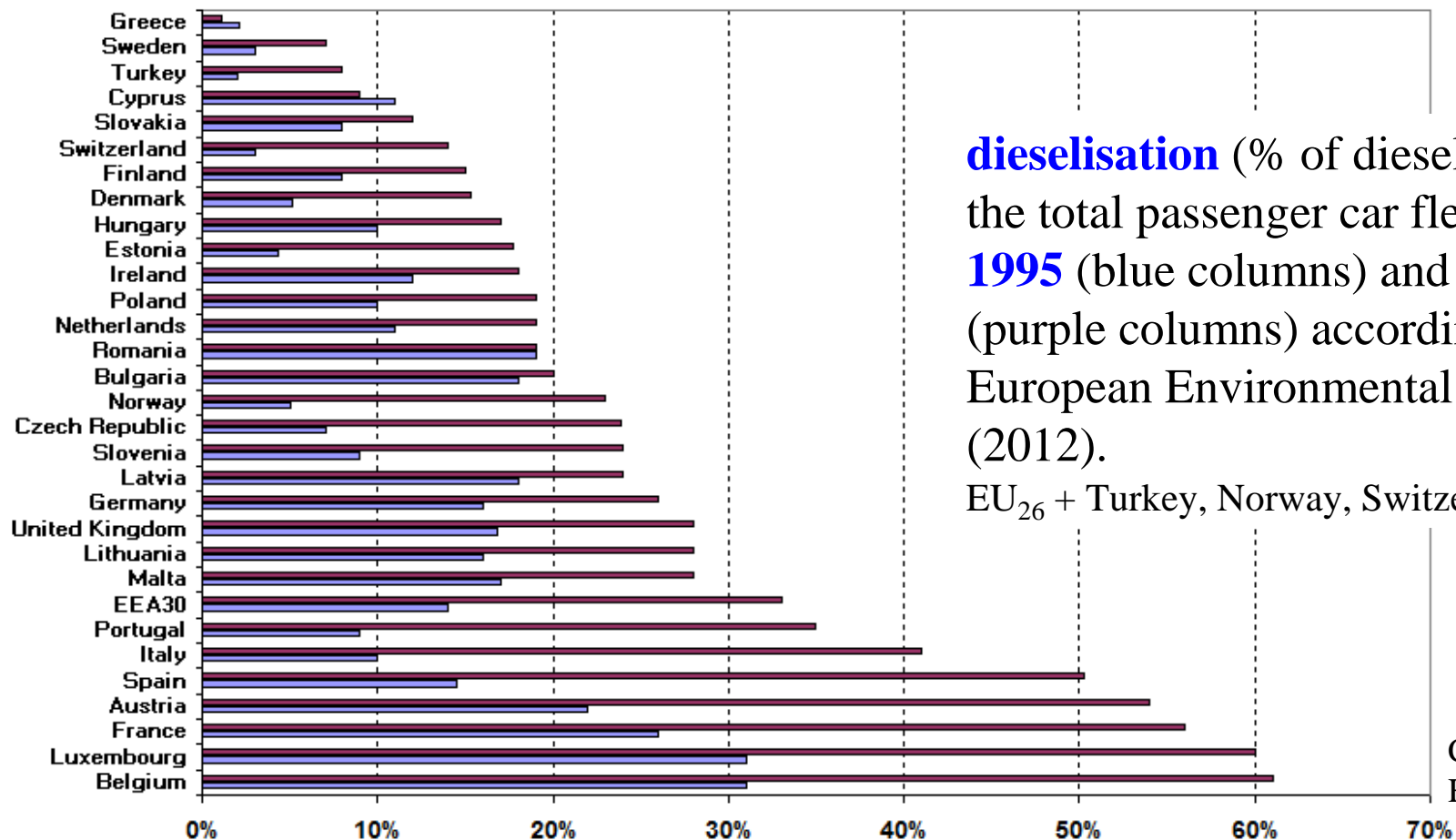
zusätzlich zum
vorherigen
Marktanteil

Diesel-PKW erreichen in Dtl. zum 1.1.14 30 % am Gesamtbestand. Vergleich Frankreich: 60 %

Die Diesel-PKW-Marktanteile entwickelten sich in Europa sehr unterschiedlich.

Diskussion siehe bei Cames & Helmers, 2013 (im Volltext im Internet):

<http://www.enveurope.com/content/pdf/2190-4715-25-15.pdf>



dieselisation (% of diesel cars in the total passenger car fleet) in **1995** (blue columns) and **2009** (purple columns) according to European Environmental Agency (2012).

EU₂₆ + Turkey, Norway, Switzerland

Cames &
Helmers, 2013

Hintergründe des europäischen Diesel-PKW-Booms

Fragen

- Wer hat diesen Technologie-Wandel initiiert und warum?

Klimawandel-Diskussion

- IPCC gegründet 1988
- Kyoto-Protokoll 1997, ratifiziert durch EU 2002, Verpflichtung zur Reduktion von 8 % Treibhausgasen bis 2012

Hintergründe des europäischen Diesel-PKW-Booms

Fragen

- Wer hat diesen Technologie-Wandel initiiert und warum?
- Wie wurden die Verbraucher zum Umstieg auf Diesel veranlasst?

Enge Kooperation von EU-Kommission mit europäischer Auto- und Ölindustrie:

- Programme Auto-Oil I (1992-1995) und Auto-Oil II (1996-2000)
- 1998 „freiwillige Vereinbarung“ zwischen ACEA and EC mit CO₂-Reduktionszielen bis 2008
- Offensichtlich einigten sich die 3 Akteure, vermehrt Diesel-PKW in den Markt zu bringen
- ➔ Diesel-PKW wurden von der EU-Kommission schwächere Emissionsstandards als Benzin-PKW zugestanden (seit Euro 2, 1992) – anders als in USA und tw. in Japan
- ➔ Den EU-Staaten steht es jedoch frei, ob Diesel-Sprit steuerlich begünstigt wird
 - ➔ unterschiedliche Marktentwicklung in den EU-Ländern

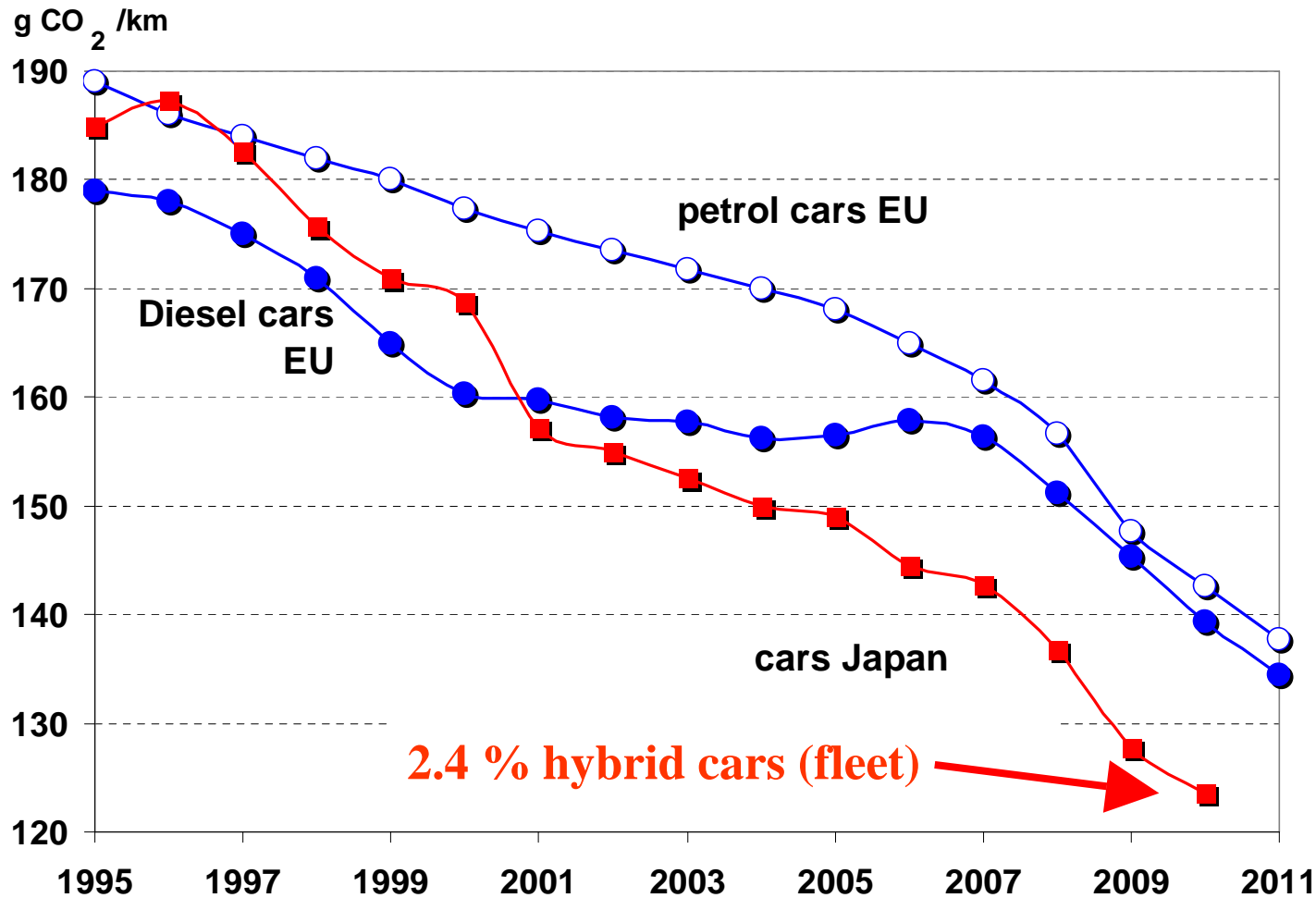
Hintergründe des europäischen Diesel-PKW-Booms

Fragen

- Wer hat diesen Technologie-Wandel initiiert und warum?
- Wie wurden die Verbraucher zum Umstieg auf Diesel veranlasst?
- **Was sind die Folgen für Umwelt und Gesundheit?**

Analyse der CO₂-Emissionen neu zugelassener PKW

Europa - Japan



Rebound-Effekt
2000 – 2006 bei
Diesel-PKW in
Europa

→ Diesel
übersubventioniert

Japan mit
stärkerer CO₂-
Absenkung
durch Hybrid-
PKW

Cames & Helmers (2013)

Sources: EU-15 figures 1995-1999 (European Commission, 2005); EU-27 figures (EEA, 2010a); Japan 1995-2006 figures recalculated by JAMA (2008) data; Japan 2007-2010 figures recalculated by JAMA (2012) data

Ruß mit zweitgrößter Wirkung nach CO₂ auf atmosphärische Erwärmung ?

Journal of Geophysical Research 118 (11): 2013, 5380–5552

Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment

Bond TC, Doherty SJ, Fahey DW, Forster PM, Berntsen T, DeAngelo BJ, Flanner MG, Ghan S, Kärcher B, Koch D, Kinne S, Kondo Y, Quinn PK, Sarofim MC, Schultz MG, Schulz M, Venkataraman C, Zhang H, Zhang S, Bellouin N, Guttikunda SK, Hopke PK, Jacobson MZ, Kaiser JW, Klimont Z, Lohmann U, Schwarz JP, Shindell D, Storelvmo T, Warren SG, Zender CS

Abstract: „.... the best estimate for the industrial-era (1750 to 2005) direct radiative forcing of atmospheric black carbon is $+0.71 \text{ W m}^{-2}$ with 90% uncertainty bounds of $(+0.08, +1.27) \text{ W m}^{-2}$. Total direct forcing by all black carbon sources, without subtracting the preindustrial background, is estimated as $+0.88 (+0.17, +1.48) \text{ W m}^{-2}$. Direct radiative forcing alone does not capture important rapid adjustment mechanisms. A framework is described and used for quantifying climate forcings, including rapid adjustments. The best estimate of industrial-era climate forcing of black carbon through all forcing mechanisms, including clouds and cryosphere forcing, is $+1.1 \text{ W m}^{-2}$ with 90% uncertainty bounds of $+0.17$ to $+2.1 \text{ W m}^{-2}$. Thus, there is a very high probability that black carbon emissions, independent of co-emitted species, have a positive forcing and warm the climate. We estimate that black carbon, with a total climate forcing of $+1.1 \text{ W m}^{-2}$, **is the second most important human emission in terms of its climate forcing in the present-day atmosphere; only carbon dioxide is estimated to have a greater forcing.**

Das Treibhauspotential von Ruß (= BC = black carbon)
lässt sich in CO₂-Äquivalente umrechnen

Black carbon has a GWP ...

... of 1,870 for the 100-year horizon and, and of 4,470 for the 20-year horizon, respectively (Jacobson, 2007).

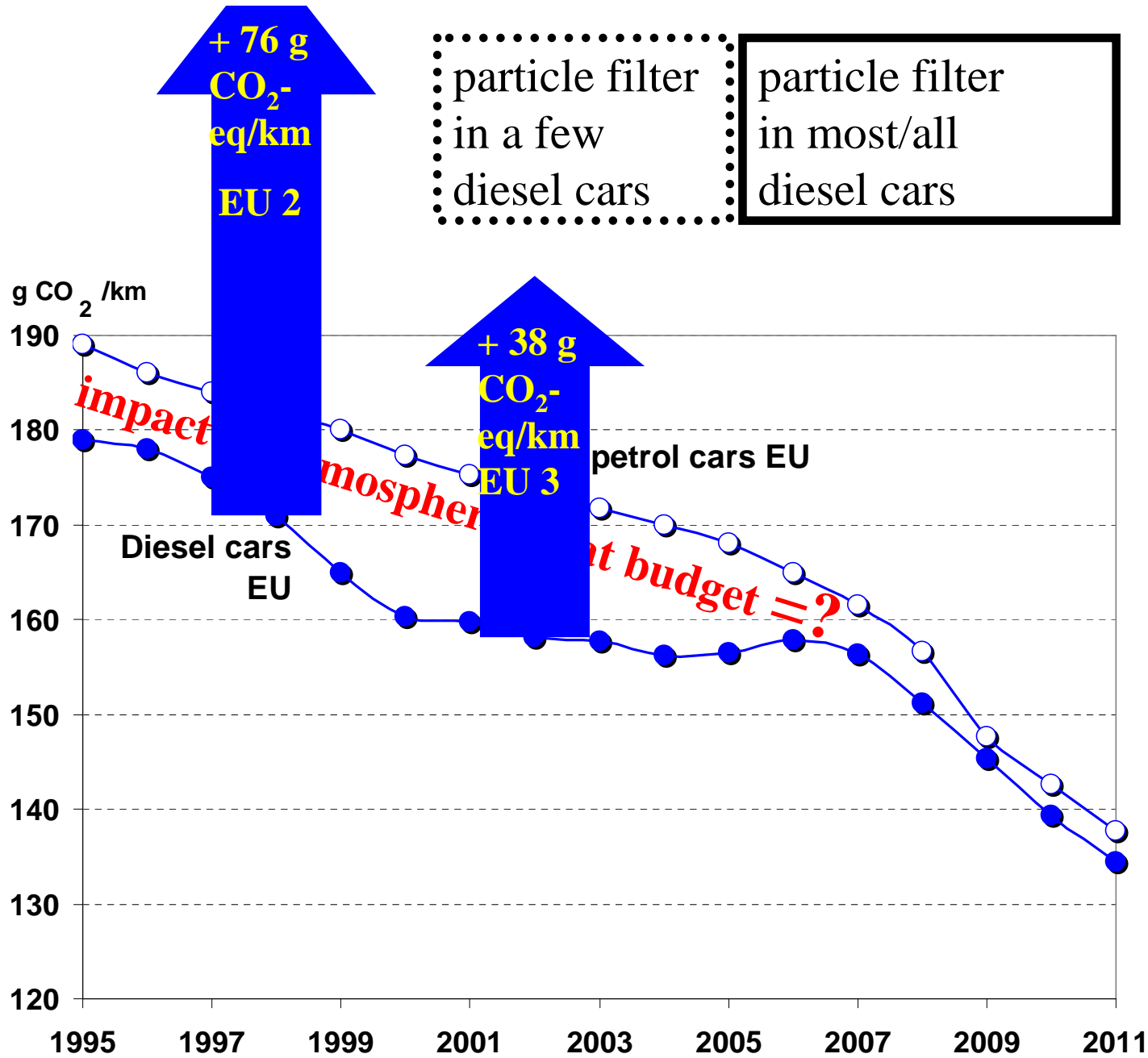
... of 680 for the 100-year horizon and a GWP of 2,200 for the 20-year horizon (Bond & Sun, 2005).

A GWP of 680 means that “1 kg of BC produces as much forcing as 680 kg of CO₂” (Bond & Sun, 2005)

EU-Emissionsstandards für Diesel- und Benzin-PKW

emission limit	particles/soot mg/km		errechnete Treibhauspotentiale für Rußemissionen:
	Diesel	petrol	
Euro 2 < 2000	100	(1-5)	+ 76 g CO _{2eq} /km
Euro 3 2000-2005	50	(1-5)	+ 38 g CO _{2eq} /km
Euro 4 2005-2009	25	(1-5)	+ 19 g CO _{2eq} /km
Euro 5 2009-2014	5	5	+ 4 g CO _{2eq} /km
Euro 6 2014 -	62% BC 5	8% BC 5	+ 1.3 g CO _{2eq} /km

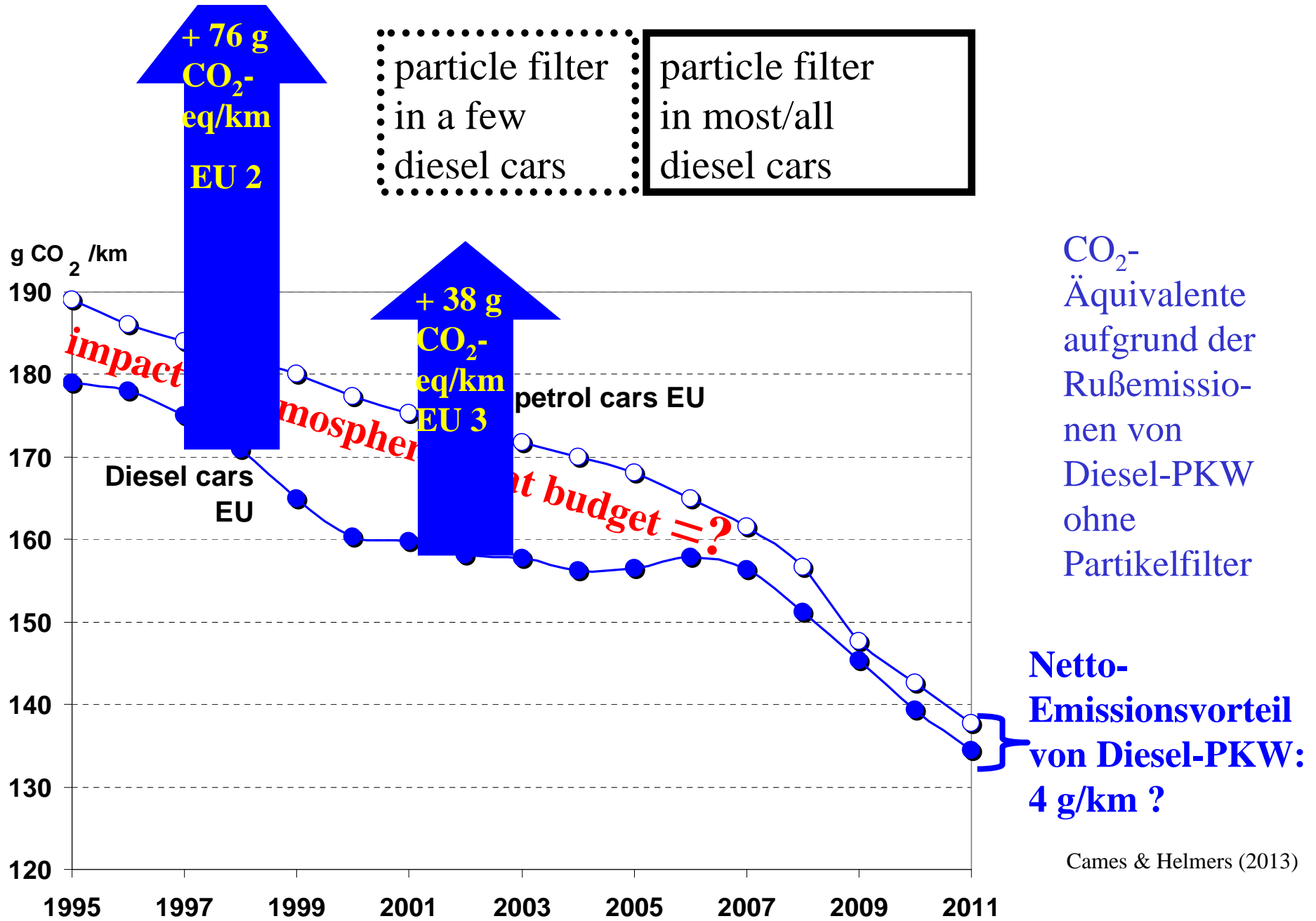
*) with filter: 1 mg soot 0.8 g CO_{2eq} /km



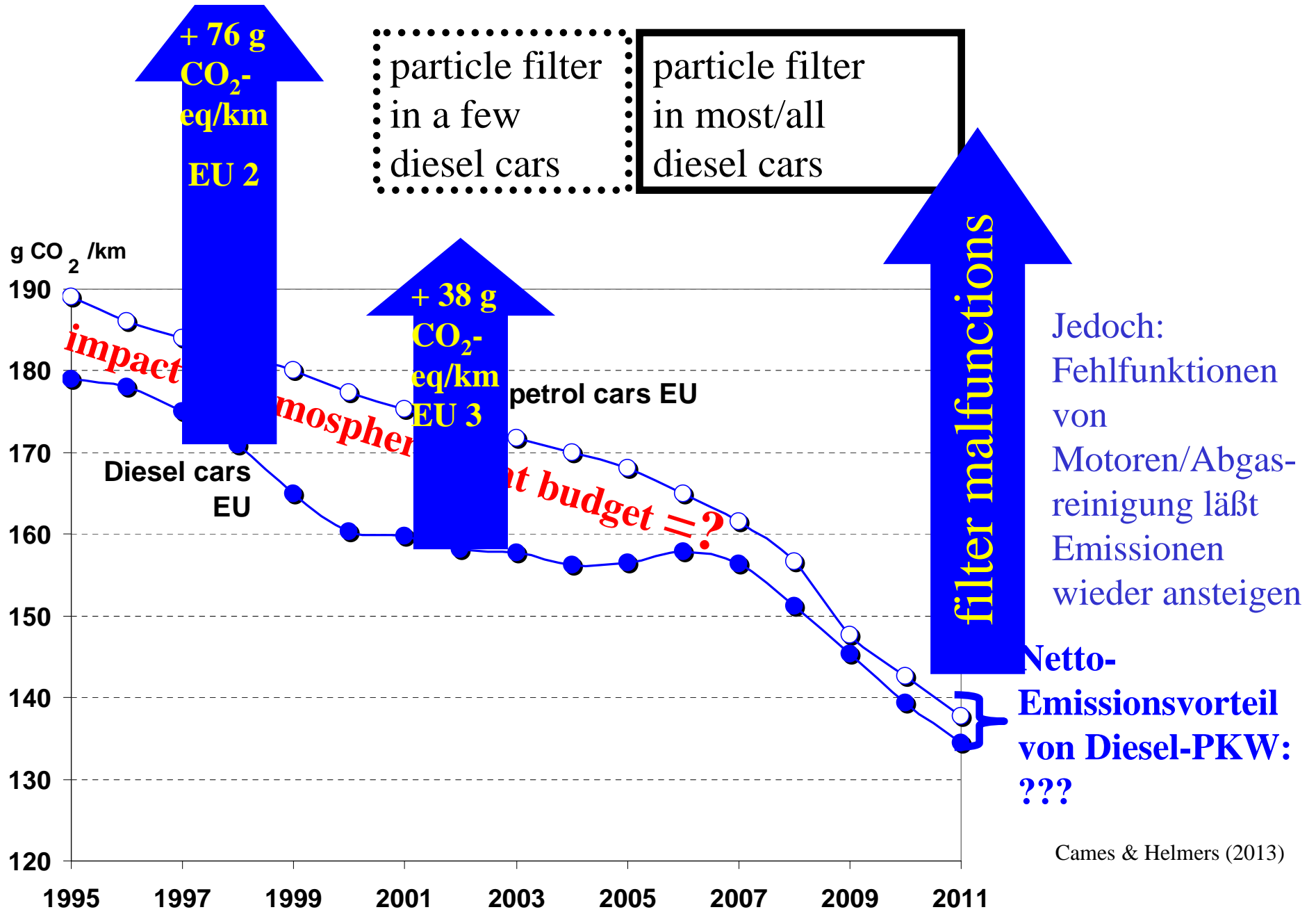
CO₂-Äquivalente aufgrund der Rußemissionen von Diesel-PKW ohne Partikelfilter, die zur direkten CO₂-Emission hinzuzurechnen sind

Cames & Helmers (2013)

Sources: EU-15 figures 1995-1999 (European Commission, 2005); EU-27 figures (EEA, 2010a); Japan 1995-2006 figures recalculated by JAMA (2008) data; Japan 2007-2010 figures recalculated by JAMA (2012) data



Sources: EU-15 figures 1995-1999 (European Commission, 2005); EU-27 figures (EEA, 2010a); Japan 1995-2006 figures recalculated by JAMA (2008) data; Japan 2007-2010 figures recalculated by JAMA (2012) data



Sources: EU-15 figures 1995-1999 (European Commission, 2005); EU-27 figures (EEA, 2010a); Japan 1995-2006 figures recalculated by JAMA (2008) data; Japan 2007-2010 figures recalculated by JAMA (2012) data

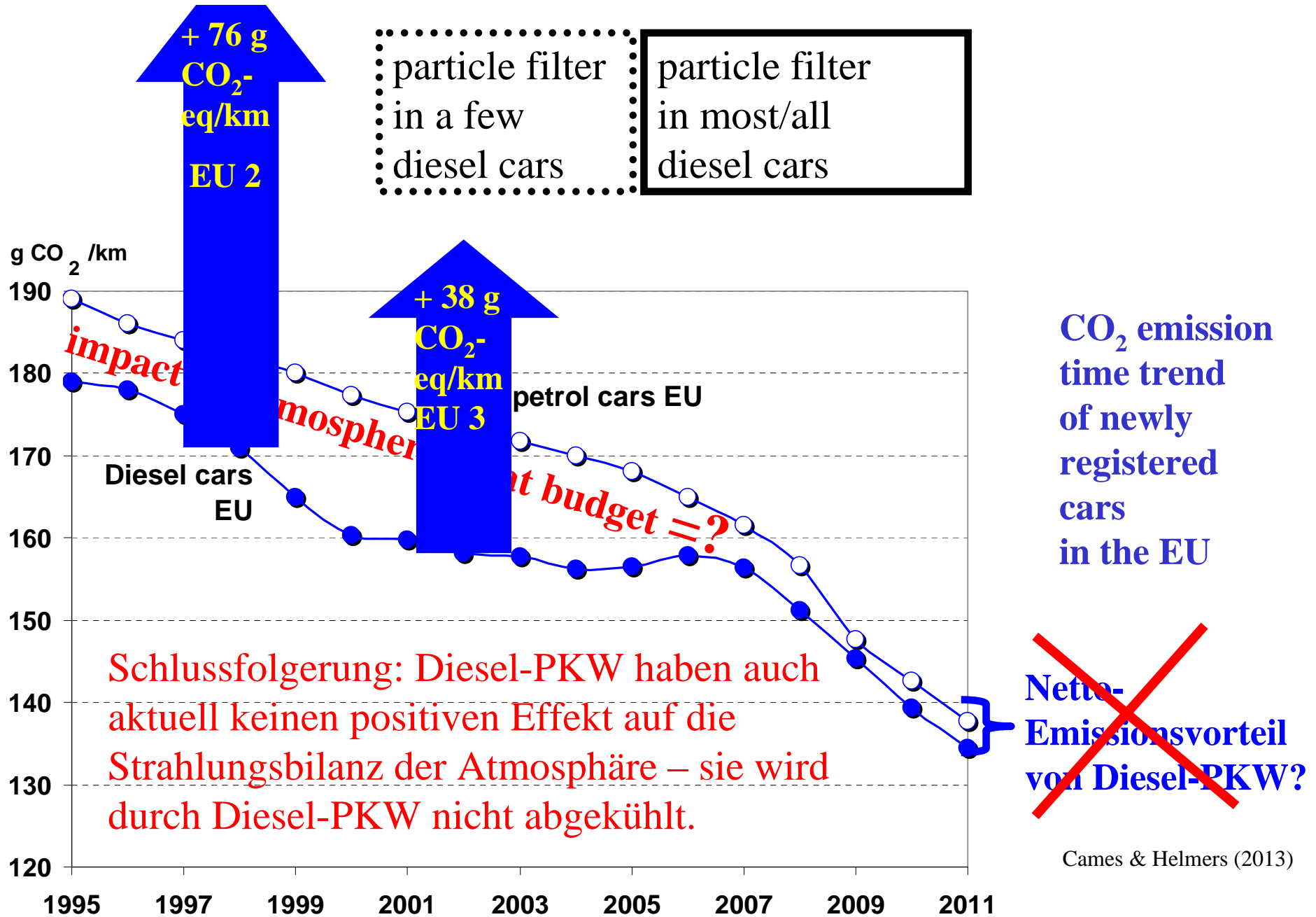
Cames & Helmers (2013)

Wie hoch ist der statistische Anteil von Diesel-PKW mit motorischen Fehlfunktionen auf den Straßen?

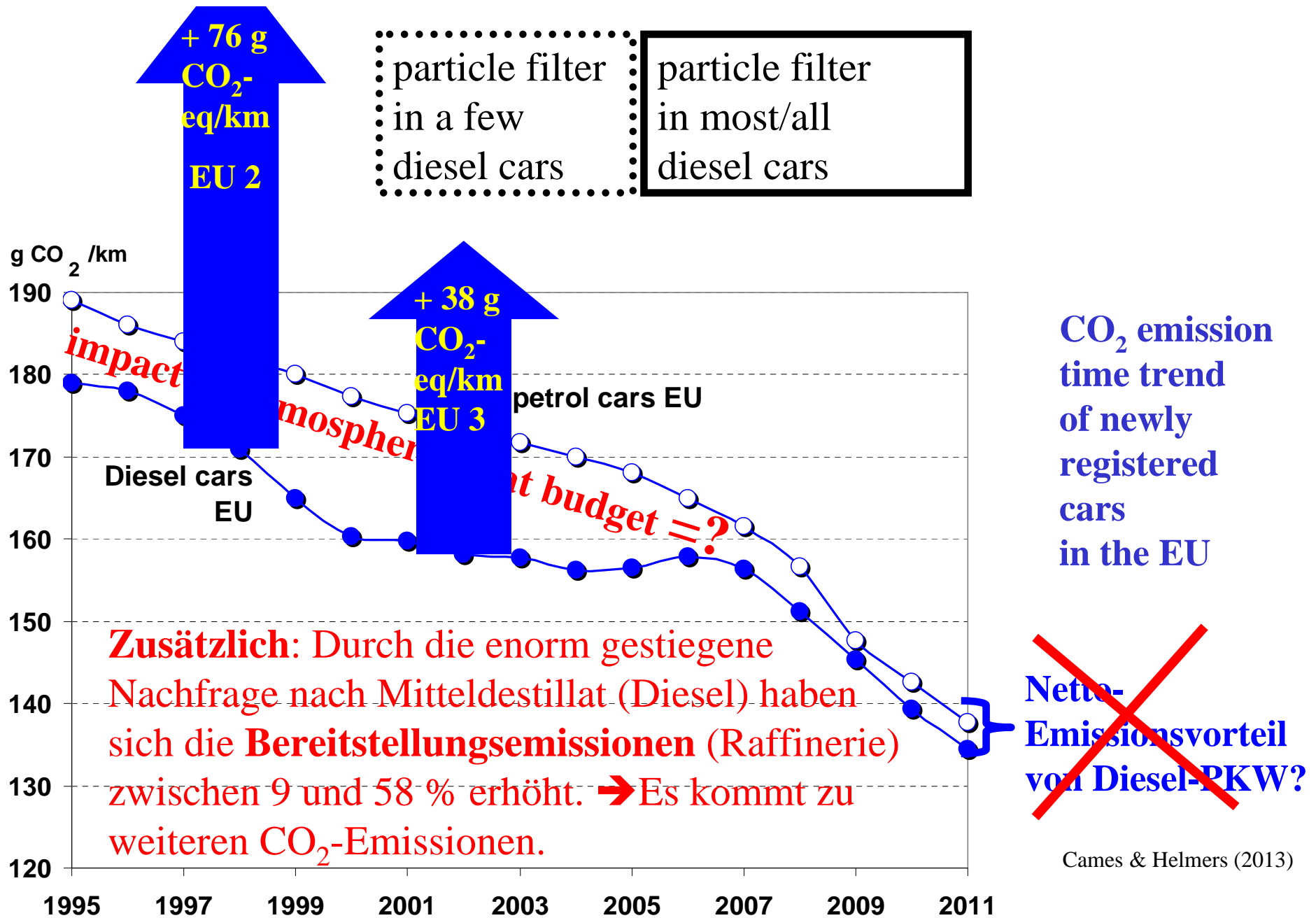
- assumption: 10 % of all cars > 100,000 km with PF malfunctions
→ then 100 mg soot/km → + 76 g CO_{2-eq}/km
- with 235,000 km driven **roughly** 5 % of all cars on street have PF malfunctions
- → in a diesel car fleet with average direct CO₂ emissions of 135 g/km **roughly** 4 g CO_{2-eq}/km have to be added

Die Zahlen liegen jedoch wahrscheinlich höher:

- Nach Messungen von AutoBild (29.8.14) sind Partikelfilter bei 9 % der Taxen defekt oder ausgebaut.
- nach Pillot et al. (2014) haben > 65 % der Diesel-PKW in Frankreich mindestens einen Motordefekt (→ defekte Abgasreinigung)



Sources: EU-15 figures 1995-1999 (European Commission, 2005); EU-27 figures (EEA, 2010a); Japan 1995-2006 figures recalculated by JAMA (2008) data; Japan 2007-2010 figures recalculated by JAMA (2012) data



Sources: EU-15 figures 1995-1999 (European Commission, 2005); EU-27 figures (EEA, 2010a); Japan 1995-2006 figures recalculated by JAMA (2008) data; Japan 2007-2010 figures recalculated by JAMA (2012) data

EU-Emissionsstandards für Diesel- und Benzin-PKW

emission limit	particles/soot mg/km		nitrogen oxides mg/km	
	diesel	petrol	diesel	petrol
Euro 3 2000-20			500	150
Euro 4 2005-20			250	80
Euro 5 2009-20			180	60
Euro 6 2014 -	5	5	80	60

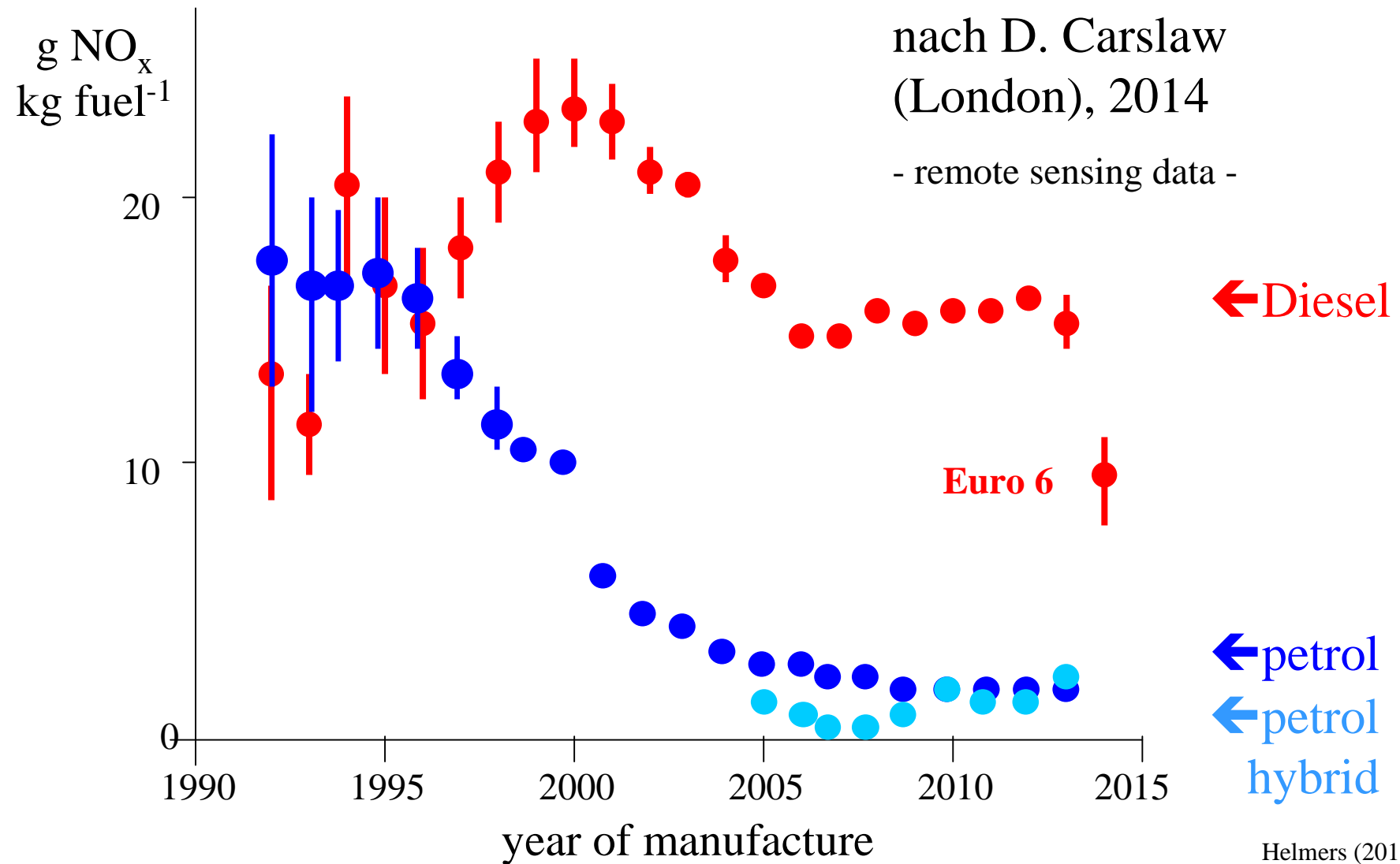
Grundlage vieler
Modelle – aber
wirklich real ?

x 3 ?

x 3 ?

... diese Zahlen
werden genutzt
in hochkaräti-
gen Berichten
(z.B. OECD)

Vergleich realer NO_x-Emissionen von Diesel- und Benzin-PKW



Vergleich realer NO_x-Emissionen von Diesel- und Benzin-PKW

- In der **Realität emittierten Diesel-PKW** aktuell **5-7 x mehr NO_x/km** als nach den Euro-Emissionsstandards erlaubt (laut zehntausenden Messungen durch D. Carslaw in London, aber auch nach einer aktuellen Untersuchung der ICCT, 2014)
- **Diesel-PKW** emittieren aktuell **7 – 10 x mehr NO_x/km** als **benzinbetriebene** PKW (nach D. Carslaw, London)
- → die millionenfache Aufstockung des Diesel-PKW-Bestands muss deshalb zur NO_x-Anreicherung in Ballungszentren und entlang stark befahrener Straßen führen
- → die **Euro-Emissionsstandards** generieren somit eine **Illusion**, die dennoch Basis vieler Emissionsmodelle ist.



Simultaneously Mitigating Near-Term Climate Change and Improving Human Health and Food Security

Drew Shindell, Johan C. I. Kuylenstierna, Elisabetta Vignati, Rita van Dingenen, Markus Amann, Zbigniew Klimont, Susan C. Anenberg, Nicholas Muller, Greet Janssens-Maenhout, Frank Raes, Joel Schwartz, Greg Faluvegi, Luca Pozzoli, Kaarle Kupiainen, Lena Höglund-Isaksson, Lisa Emberson, David Streets, V. Ramanathan, Kevin Hicks, N. T. Kim Oanh, George Milly, Martin Williams, Volodymyr Demkine, David Fowler

Tropospheric ozone and black carbon (BC) contribute to both degraded air quality and global warming. We considered ~400 emission control measures to reduce these pollutants by using current technology and experience. We identified 14 measures targeting methane and BC emissions that reduce projected global mean warming ~0.5°C by 2050. This strategy avoids 0.7 to 4.7 million annual premature deaths from outdoor air pollution and increases annual crop yields by 30 to 135 million metric tons due to ozone reductions in 2030 and beyond. Benefits of methane emissions reductions are valued at \$700 to \$5000 per metric ton, which is well above typical marginal abatement costs (less than \$250). **The selected controls target different sources and influence climate on shorter time scales than those of carbon dioxide–reduction measures. Implementing both substantially reduces the risks of crossing the 2°C threshold.**



Der europäische Diesel-PKW-Boom – Bilanz

- Erhebliche Abweichungen zwischen modellierter Luftqualität und tatsächlichen Emissionen
- Die staatliche Förderung der Diesel-PKW in Europa seit ca. 20 Jahren hat die Atmosphäre wahrscheinlich nicht abgekühlt, sondern zusätzlich erwärmt
- Millionen Europäer wurden dafür erhöhten Feinstaub- und NO_x -Gehalten ausgesetzt
- (Vermeintlicher) Zielkonflikt in der Umweltpolitik: Luftqualität \leftrightarrow Kampf gegen Treibhauseffekt, jedoch Nachteile auf beiden Seiten durch Diesel-Boom
- Ist es nicht intelligenter, diese Ziele gemeinsam zu verfolgen?
→ CO_2 -Äquivalente, Feinstaub + Ruß reduzieren, NO_x + O_3 reduzieren