



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Umwelt BAFU**  
Abteilung Luftreinhaltung und NIS

# **Entwicklung der Luftqualität in der Schweiz**

**Dr. Martin Schiess**  
**Bundesamt für Umwelt**  
**Chef Abteilung Luftreinhaltung und NIS**

**SSM Tagung Sursee 22.09.2010**



# Inhalt

1. Saubere Luft: Die Zusammenhänge
2. Schwefeldioxid
3. Stickoxide
4. Feinstaub
5. Russ
6. VOC (Volatile Organic Compound)
7. Ozon
8. Nicht vergessen: Non-road



# Emission – Transmission – Immission/Deposition

Transmission

Emission

Immission/  
Deposition

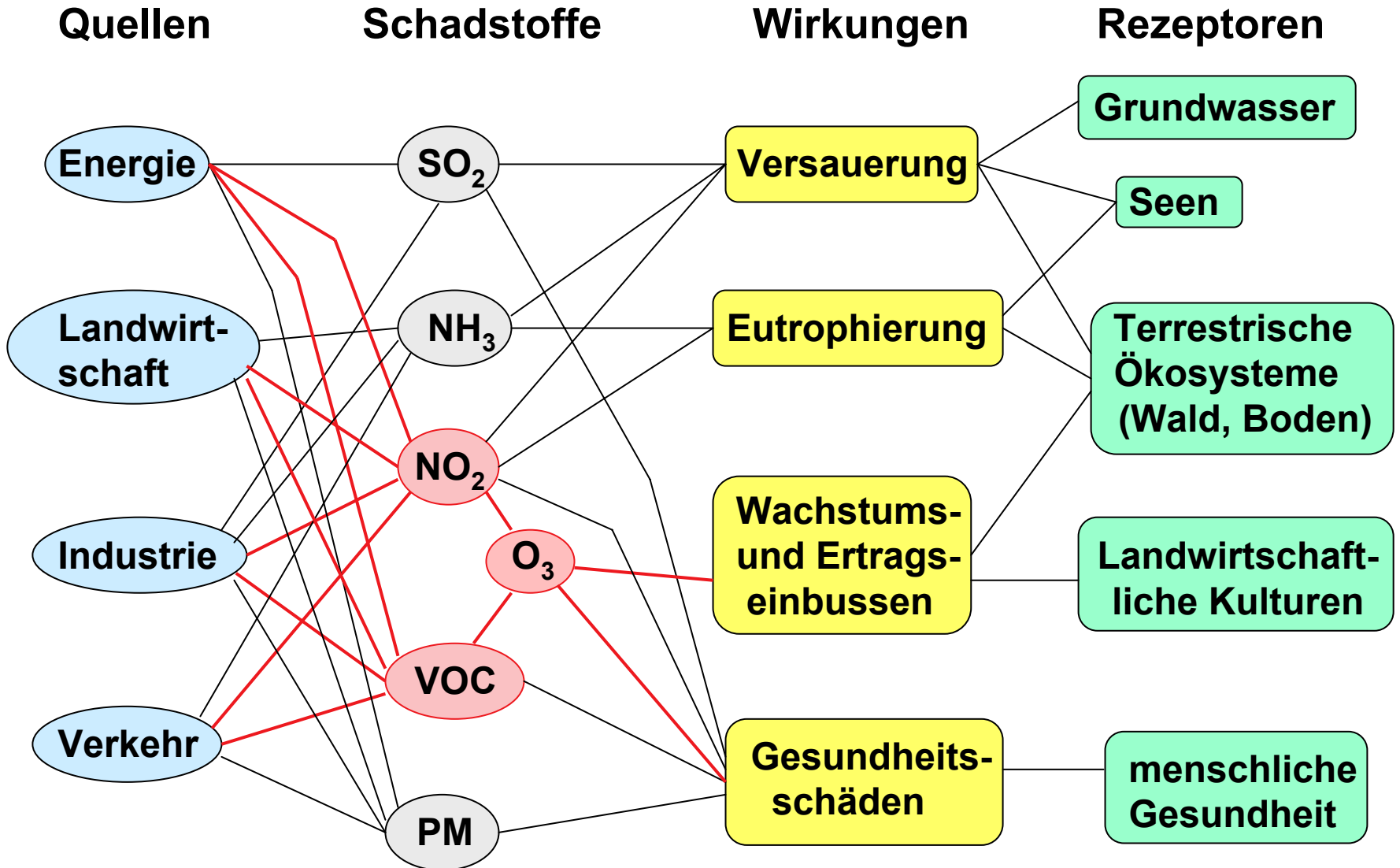
Quellen

Mensch und Ökosysteme



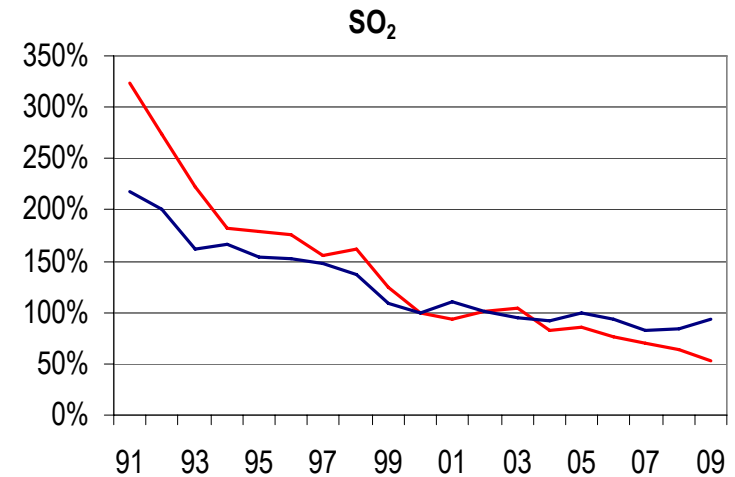
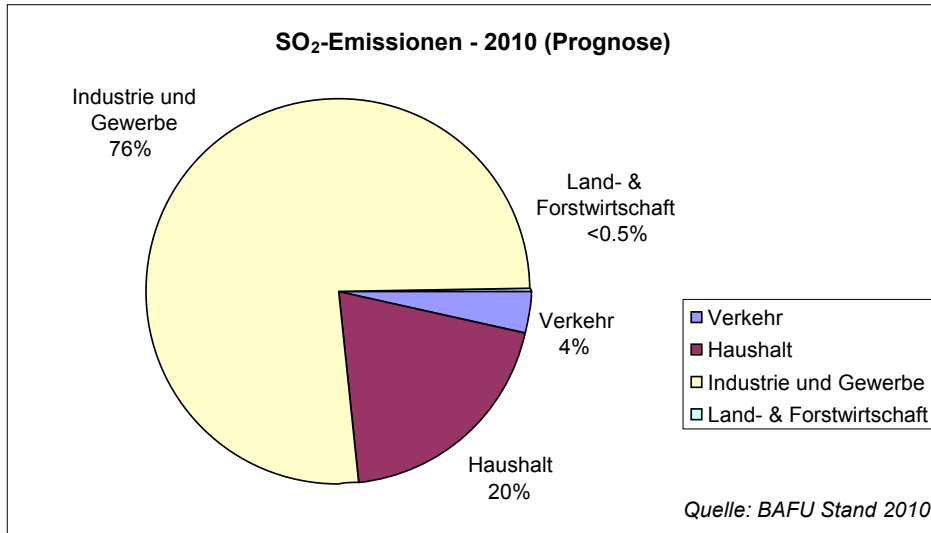


# Saubere Luft: Die Zusammenhänge





# Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)



Verlauf Emissionen (blau) – Immissionen (rot)

Quelle: BAFU Stand 2010

Anmerkung: Die Emissionsdaten dieser Präsentation basieren auf Erhebungen, Annahmen und komplexen Modellrechnungen. Diese sind naturgemäss mit zum Teil grossen Unsicherheiten verbunden, was bei der Verwendung der Daten und bei deren Interpretation zu berücksichtigen ist.



# Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)



- **Entschwefelung von Treib- und Brennstoffen**
- **Dieseltreibstoff 1972: 5000 mg/kg  
2009: 10 mg/kg**
- **Grund: Luftverschmutzung, Einsatz von schwefelempfindlichen 3-Wege-Katalisatoren und modernen Feuerungen**
- **Handlungsbedarf: Erreichten Stand halten**

Bild: Ian Sanderson

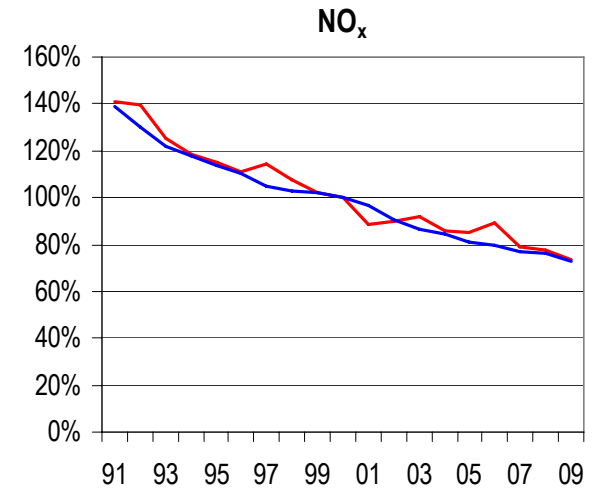
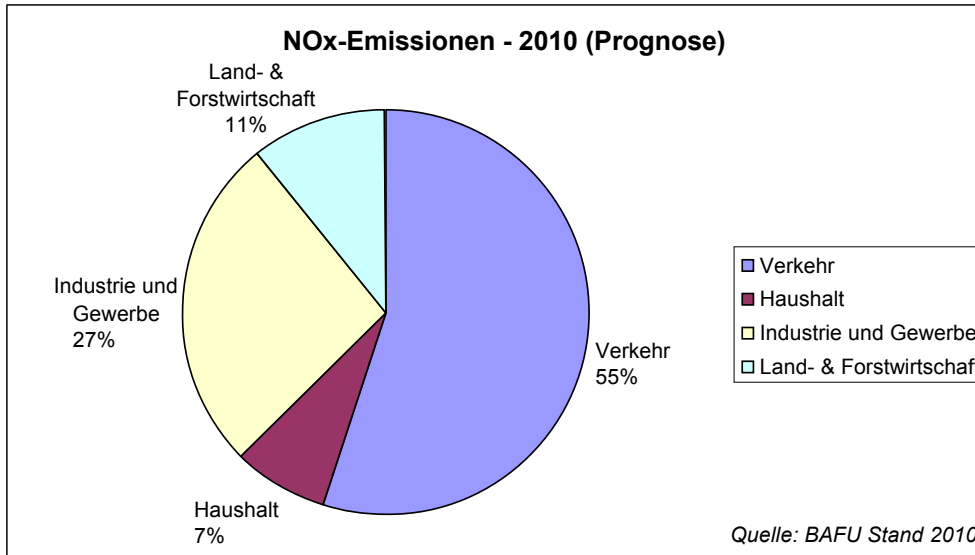


# Stick(stoff)oxide (NO<sub>x</sub>): NO, NO<sub>2</sub>

- « Luftverbrennung »  
$$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$$
- Bei Gewittern und bei Hochtemperatur-Prozessen
- Gas- und Ölfeuerungen
- Turbinen
- Verbrennungsmotoren



# Stickoxide (NO<sub>x</sub>): NO, NO<sub>2</sub>

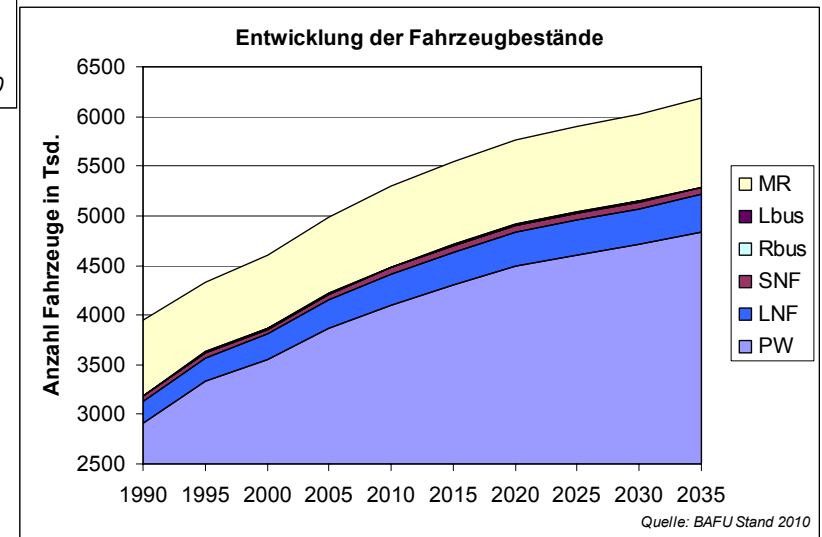
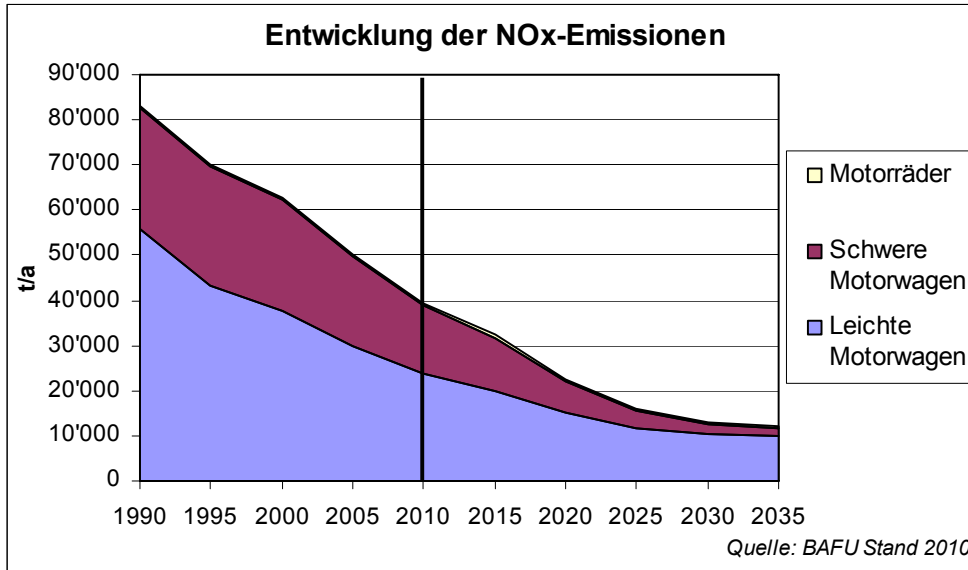


Verlauf Emissionen (blau) – Immissionen (rot)

Quelle: BAFU Stand 2010



# Stickoxide (NO<sub>x</sub>): NO, NO<sub>2</sub>





# Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

090\_stickstoffdioxid[1].pdf - Adobe Acrobat Pro

Daten Bearbeiten Anzeige Dokument Kommentare Formulare Werkzeuge Erweitert Fenster Hilfe

Erstellen Zusammenführen Schützen Unterschreiben Formulare Multimedia Kommentar

1 / 6 169% Suchen

	<b>SICHERHEITSDATENBLATT</b> gemäß RL 1907/2006/EG (REACH)	Seite : 1 / 6
		Ausgabe Nr. : 1 - 90
		Datum : 1 / 2 / 2009
		Ersetzt : 1 / 9 / 2006
<b>Stickstoffdioxid</b>		<b>090-ALD</b>

O : Brandfördernd	T+ : Sehr giftig	Gefahrzettel 2.3 : Giftige Gase.	Gefahrzettel 5.1 : Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe	Gefahrzettel 8 : Ätzende Stoff.

### 1 BEZEICHNUNG DES STOFFES / DER ZUBEREITUNG UND DES UNTERNEHMENS

<b>Handelsname</b>	: Stickstoffdioxid
<b>Sicherheitsdatenblatt-Nr.</b>	: 090-ALD
<b>Verwendung</b>	: Industriell und professionell. Umgang nur durch geschultes Personal gemäß der Arbeitsplatz-Gefährdungsbeurteilung des Verwenders.
<b>Chemische Formel</b>	: NO <sub>2</sub>
<b>Firmenidentifikation</b>	: AIR LIQUIDE Deutschland GmbH Hans-Günther-Sohl-Straße 5 D-40235 Düsseldorf Deutschland Telefon: +49 (0)211 6699-0 - Fax: +49 (0)211 6699-222
<b>Notrufnummer</b>	: +49 (0)2151 398668



Für den Transport von **41'500 Tonnen NO<sub>2</sub>** (in flüssigem Zustand) benötigt man ca. **450 Kesselwagen** (64 m<sup>3</sup>) mit eine Länge von ca. **6.8 km**





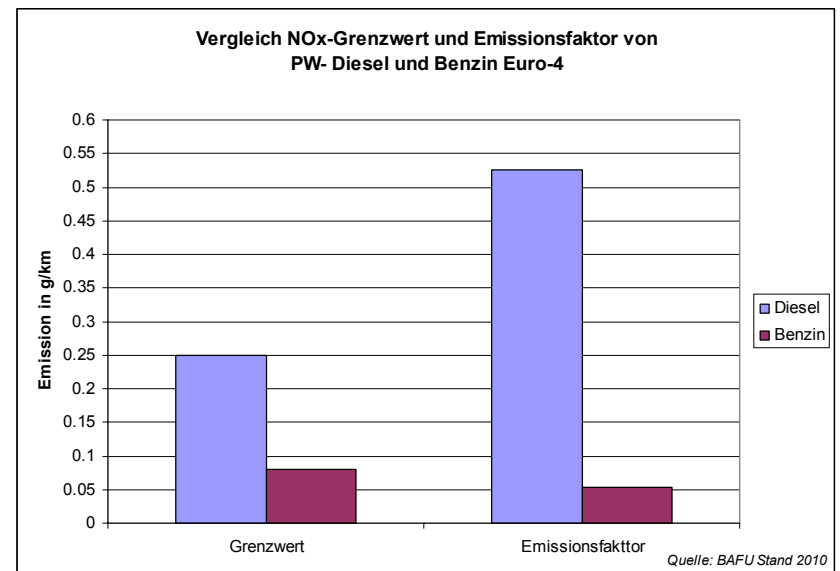
# Stickoxide (NO<sub>x</sub>): NO, NO<sub>2</sub>

## Erfolge

- Grosse Senkung dank der laufend verschärften Abgasgrenzwerte (3-Wege-Katalysator)
- SCR bei Lastwagen

## Handlungsbedarf

- Diesel- gleich streng wie Benzin-PW

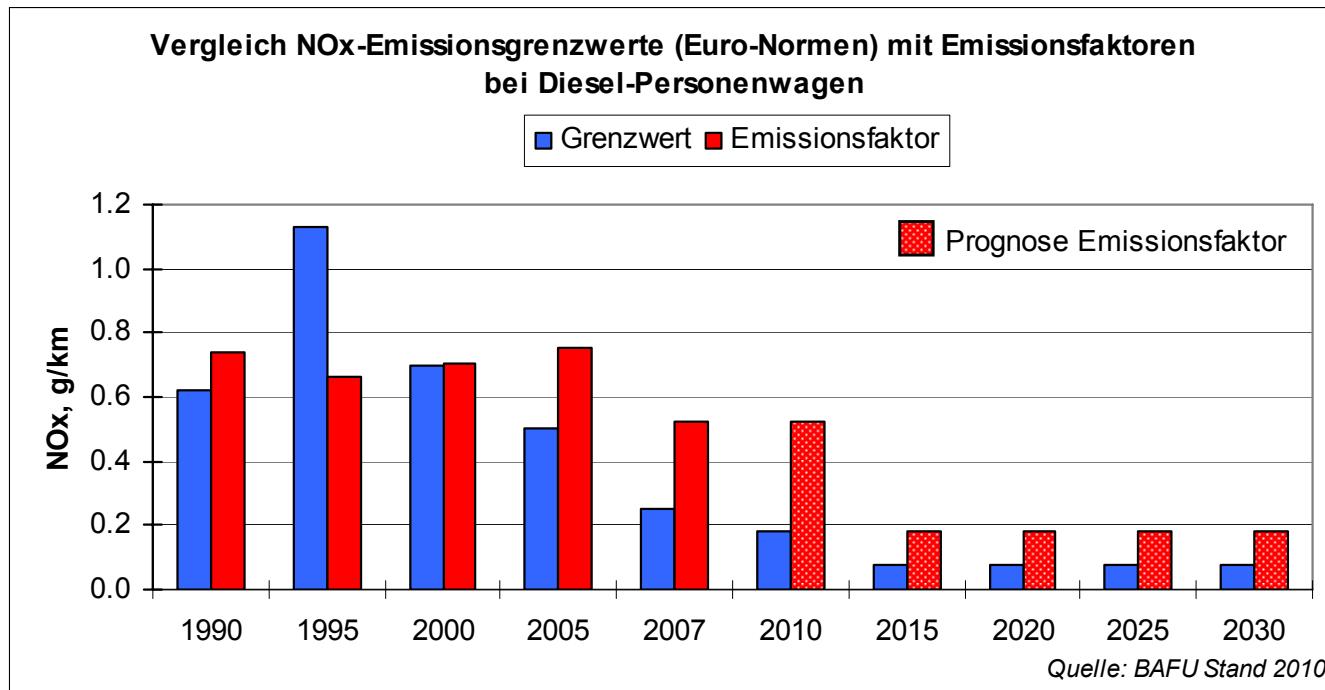




# Stickoxide (NO<sub>x</sub>): NO, NO<sub>2</sub>

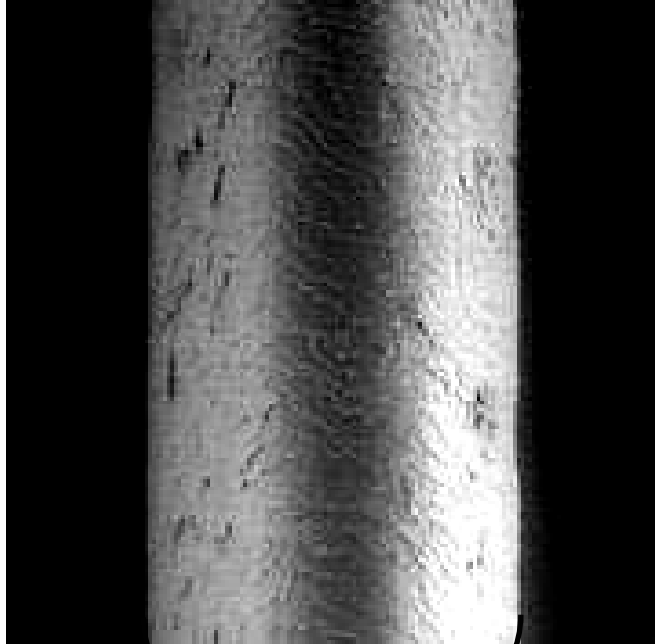
## Handlungsbedarf

- Verwendung effizienter DeNO<sub>x</sub>-Systeme für Diesel-Motoren (Verkehr und Non-road) damit die Emissionen im Real-Betrieb die Grenzwerte einhalten.



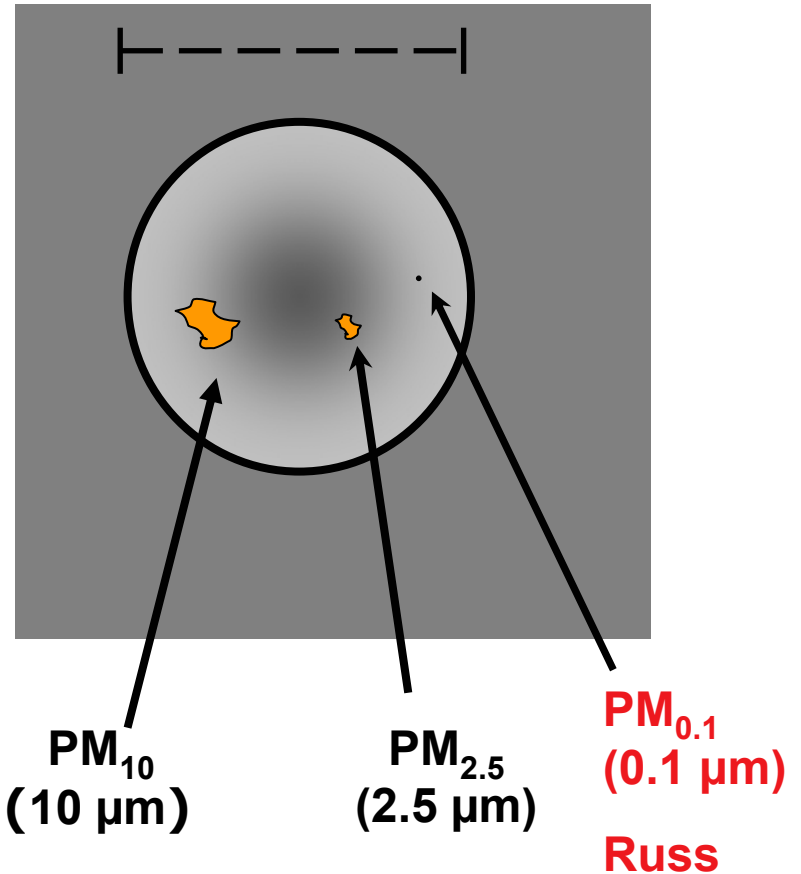


# Feinstaub (PM10)



Menschliches Haar  
(70  $\mu\text{m}$  Durchmesser)

Haar Querschnitt (70  $\mu\text{m}$ )



Quelle: M. Lipsett, California Office of  
Environmental Health Hazard Assessment

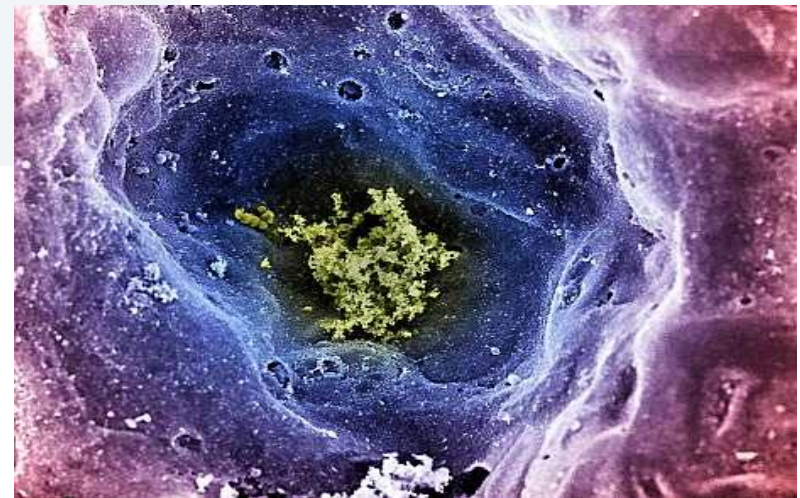
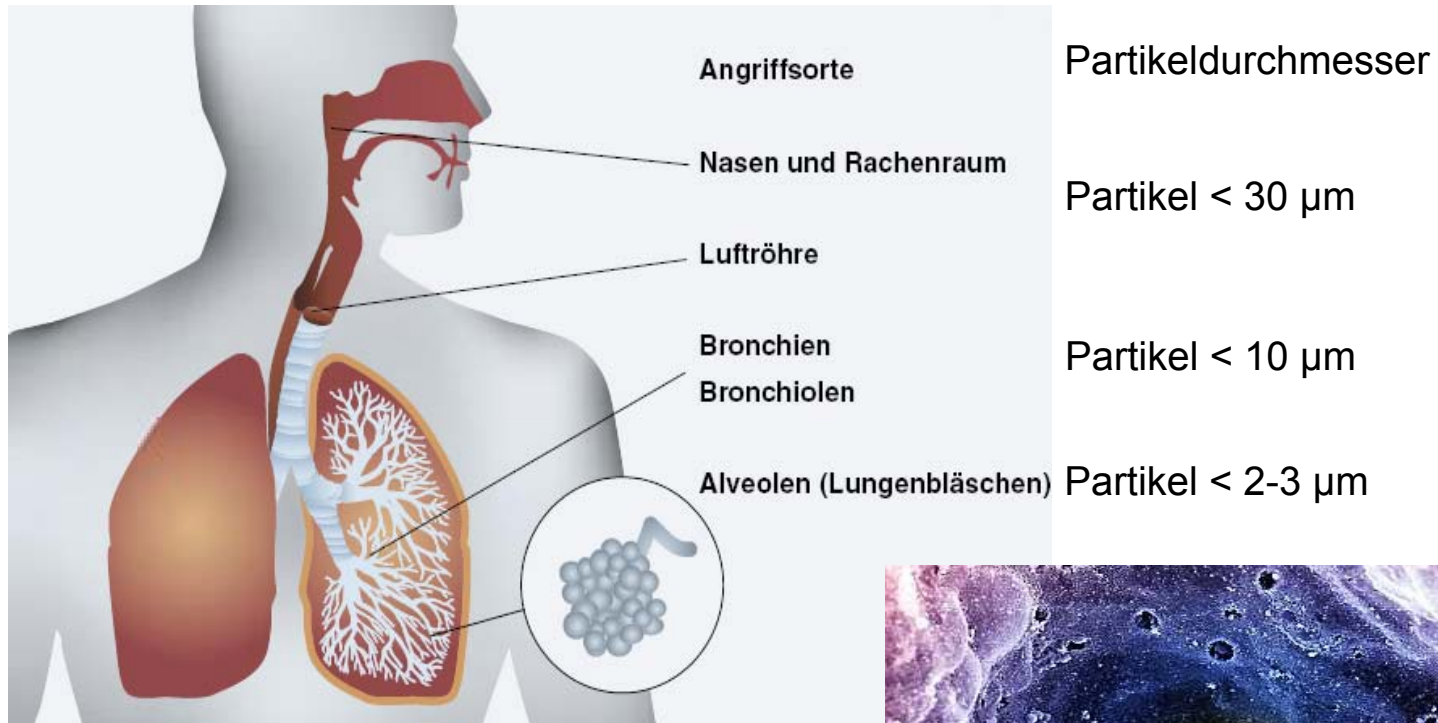


# Feinstaub (PM<sub>10</sub>)

- Feinstaub setzt sich aus einer Vielzahl von chemischen Verbindungen zusammen.
- Er besteht aus Partikeln mit einem Durchmesser von weniger als 10 Tausendstelmmillimetern, was etwa einem Zehntel des Durchmessers eines menschlichen Haars entspricht.
- Aus gesundheitlicher Sicht besonders giftig sind die sehr kleinen, Krebs erzeugenden Russpartikel mit einem Durchmesser von bloss 100 Millionstelmmillimeter.



# Auswirkungen auf die Gesundheit





# Feinstaub (PM<sub>10</sub>)

## Inversionslage





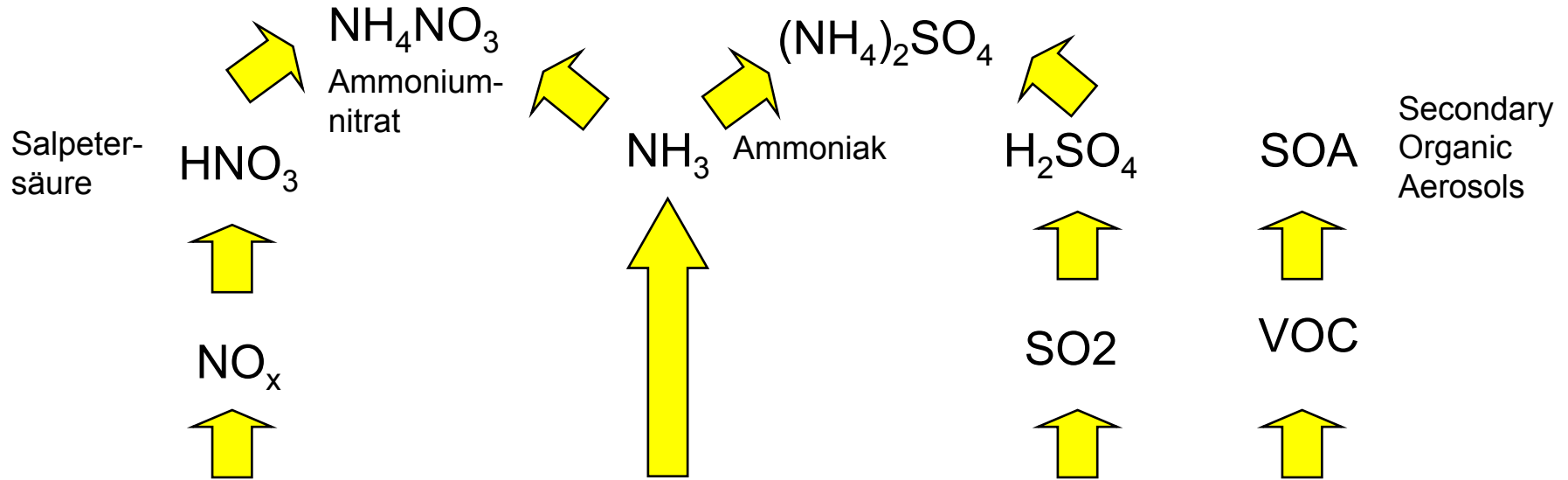
# Feinstaub (PM<sub>10</sub>)

## Primäre und sekundäre Partikel

- Feinstäube gelangen einerseits als **primäre** Partikel in die Atmosphäre – bei Verbrennungsprozessen, durch mechanischen Abrieb, durch Aufwirbelung und aus natürlichen Quellen.
- Daneben gibt es auch **sekundäre** Partikel, die sich erst in der Luft aus gasförmigen Stoffen wie Ammoniak, Stickoxiden, Schwefeldioxid und organischen Verbindungen bilden.

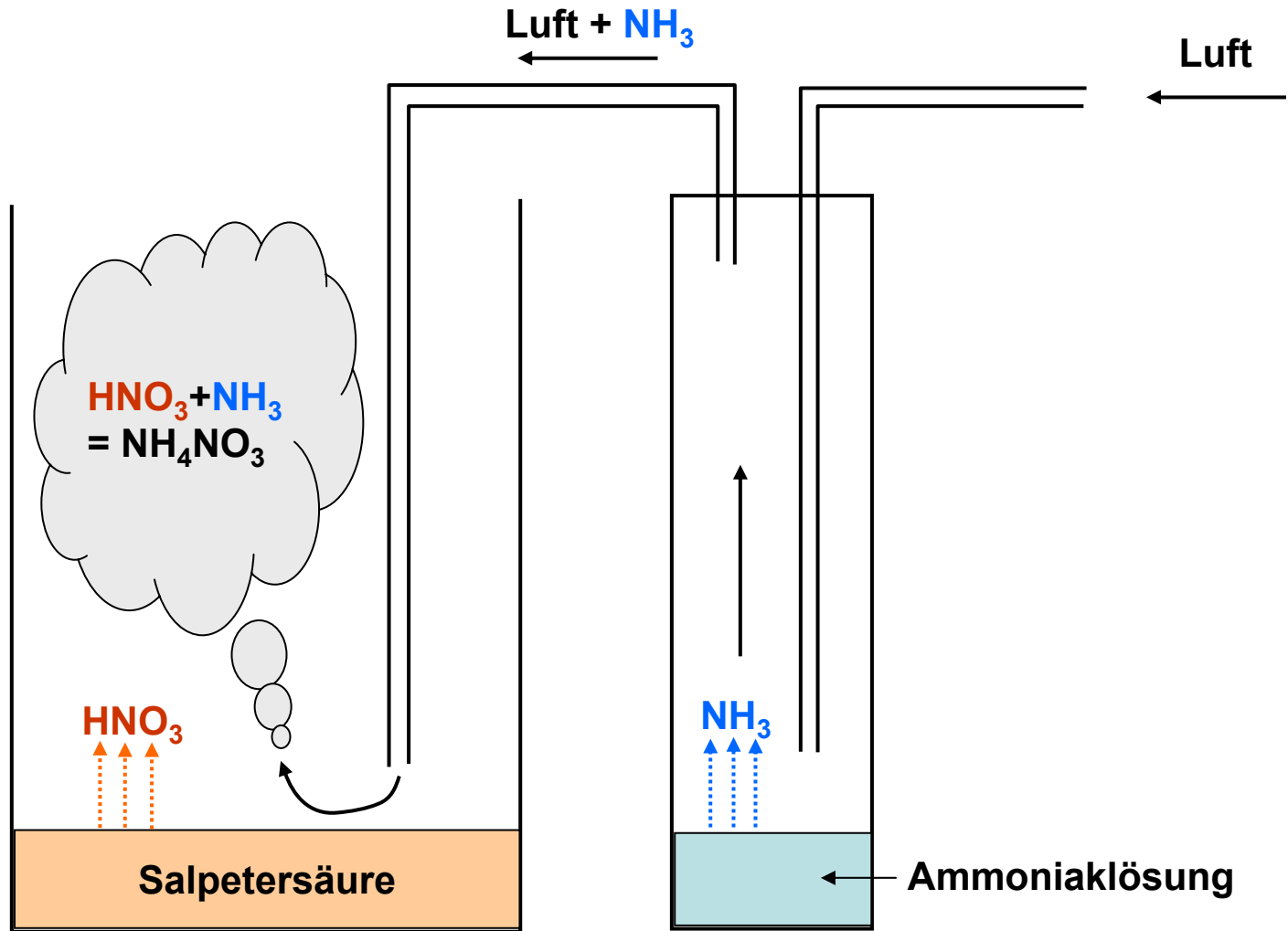


# Bildung sekundärer Feinstaub





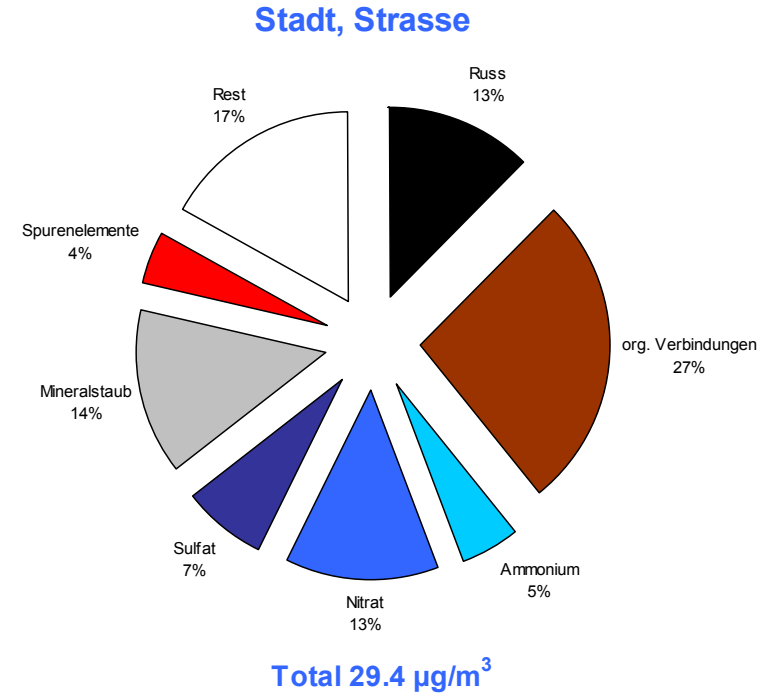
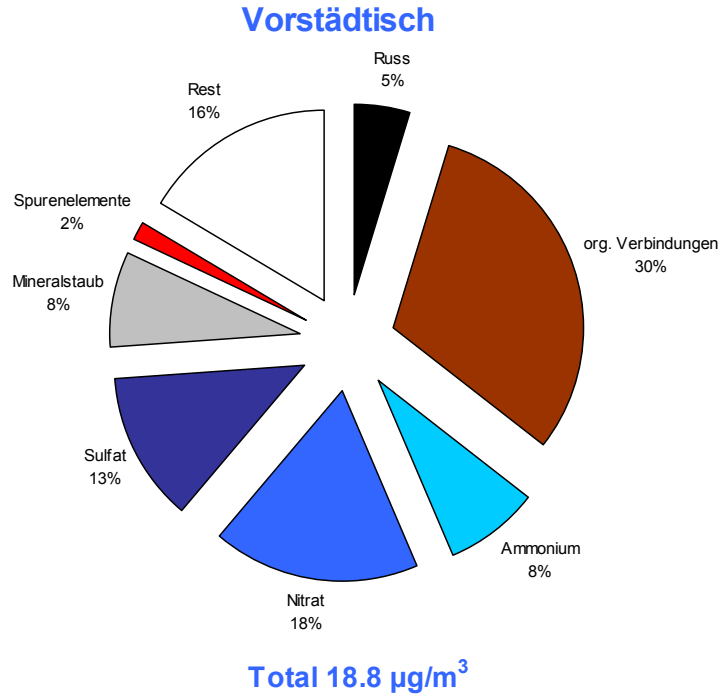
# Experiment „sekundärer Feinstaub“





# Feinstaub (PM<sub>10</sub>) - Zusammensetzung

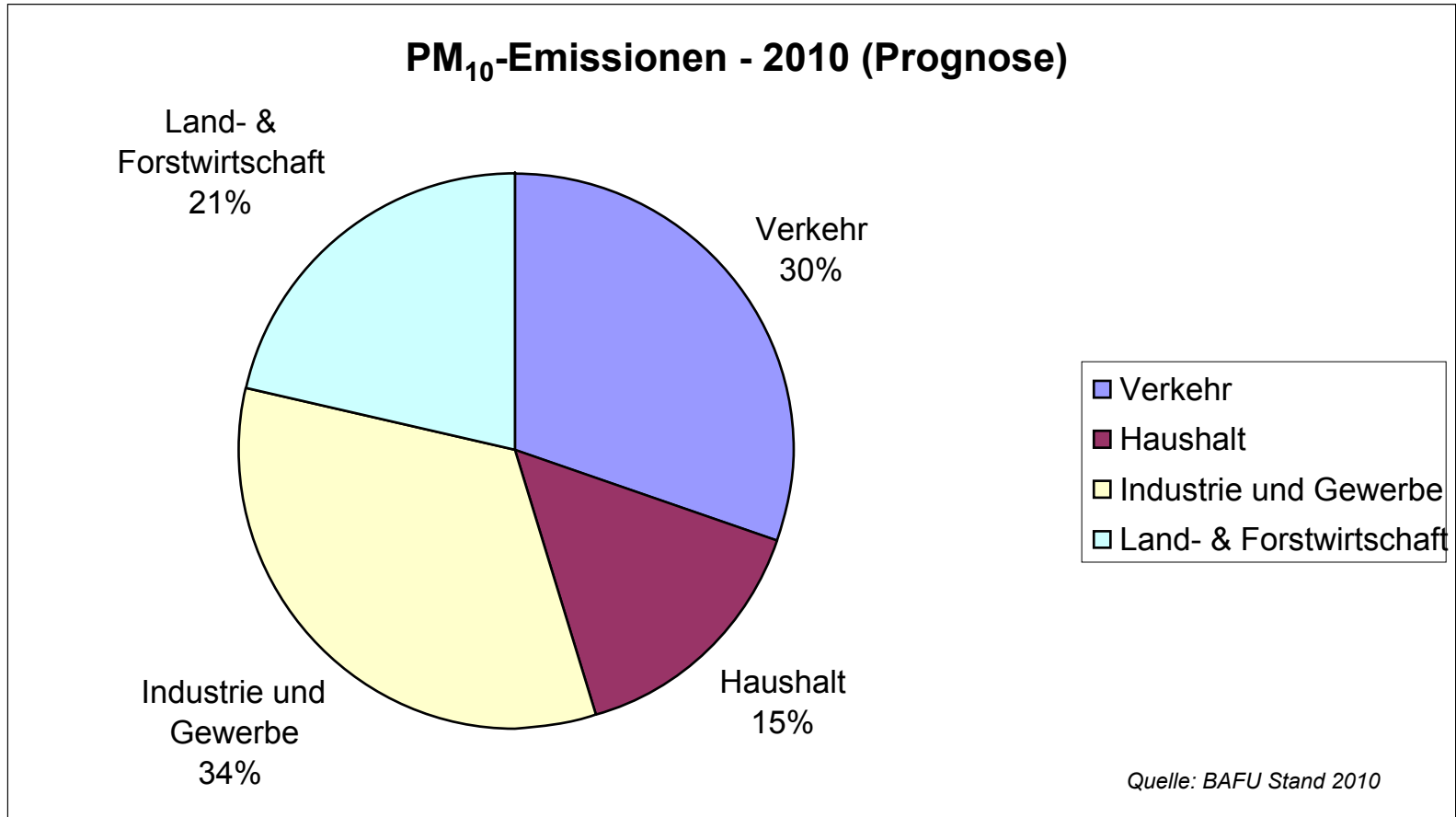
## Jahresperiode 2008-2009



Quelle: EMPA 2010 (Publikation in Vorbereitung)



# Feinstaub (PM<sub>10</sub>): Herkunft



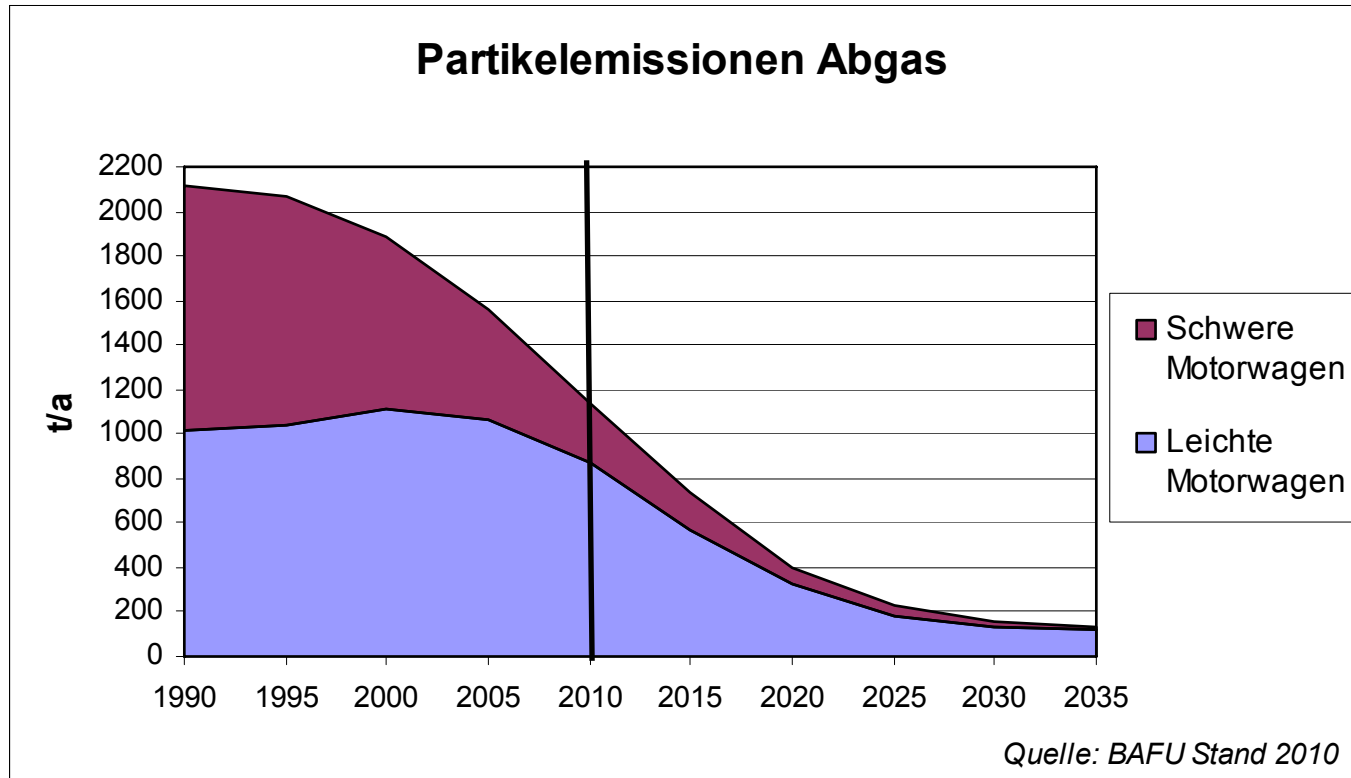


# Russ

- Auch Black Carbon (BC), Soot oder Elemental Carbon (EC)
- Ist Bestandteil von  $PM_{10}$
- Ist krebserregend
- Muss minimiert werden mit bestem Stand der Technik
- Hauptquelle: Dieselmotoren (und neue direkteingespritzte Benzinmotoren)
- Lösung: Effiziente Diesel-Partikel-Filter (DPF)



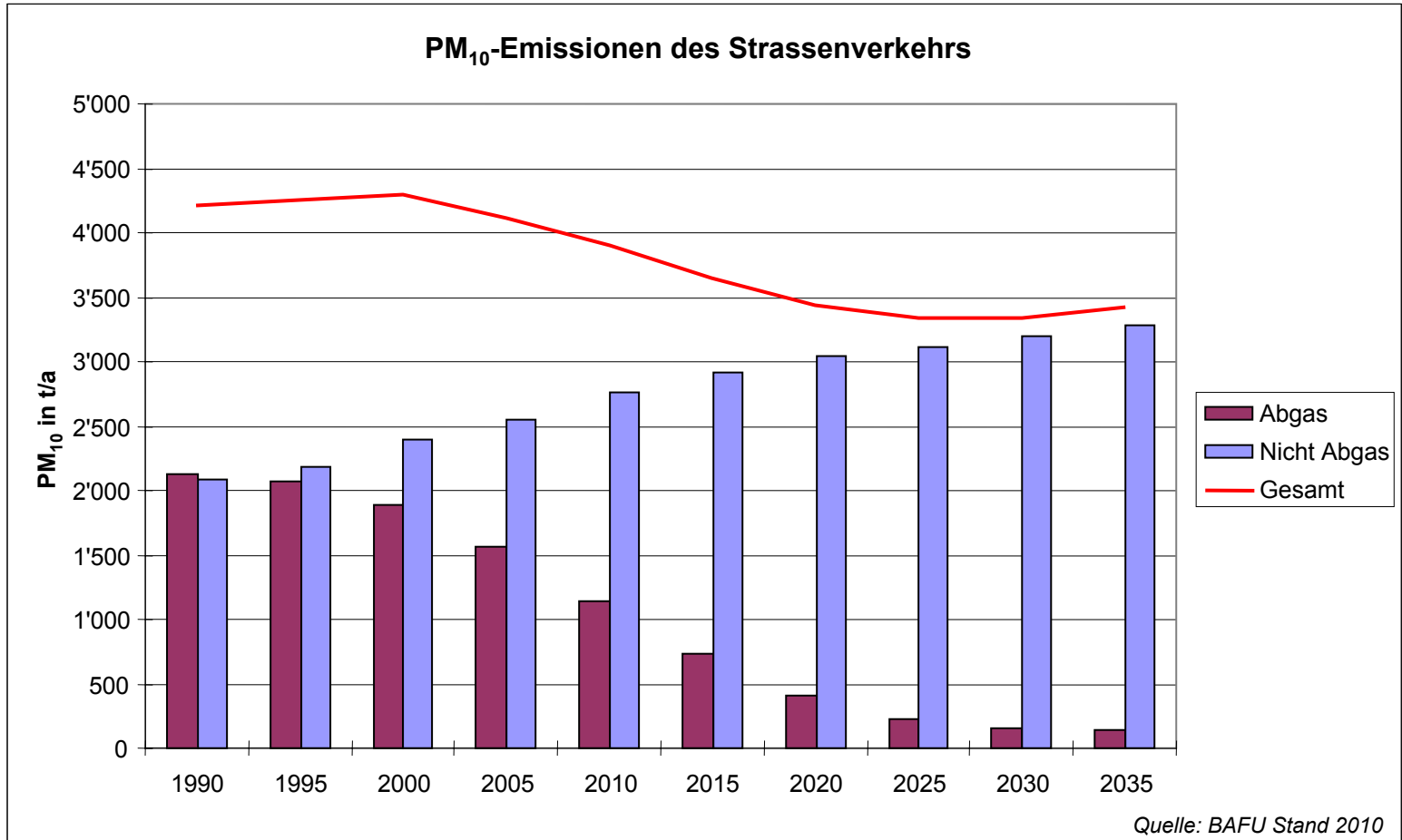
# Feinstaub (PM<sub>10</sub>)



Ein grosser Teil der Abgas-Partikelemissionen vom Verkehr ist Russ

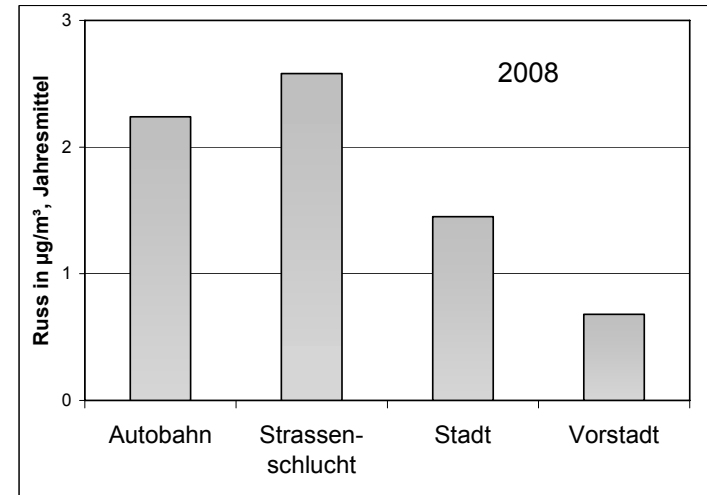
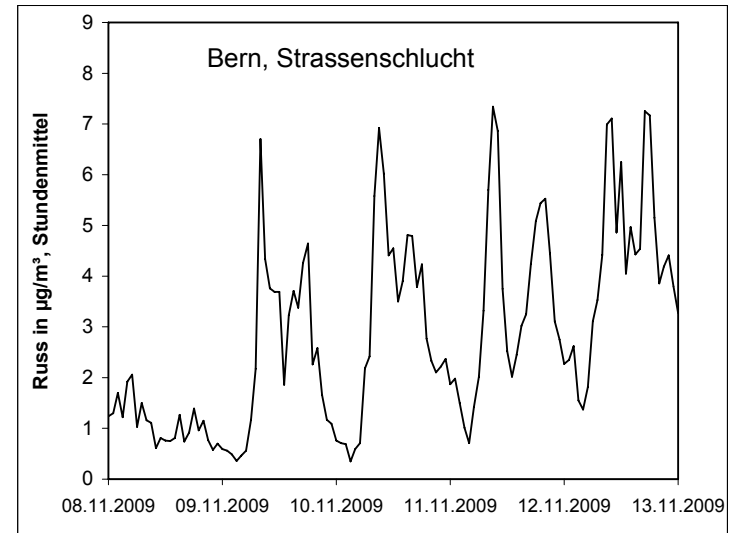


# Wie entsteht Feinstaub (PM<sub>10</sub>): Abrieb und Aufwirbelung beim Strassenverkehr



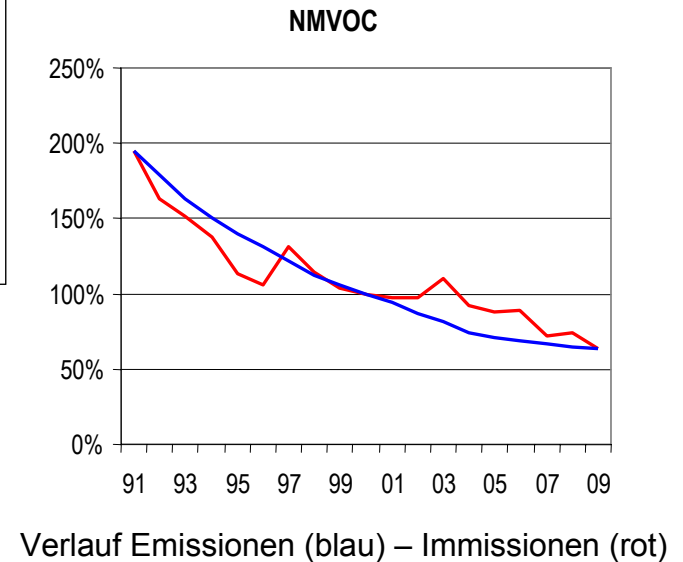
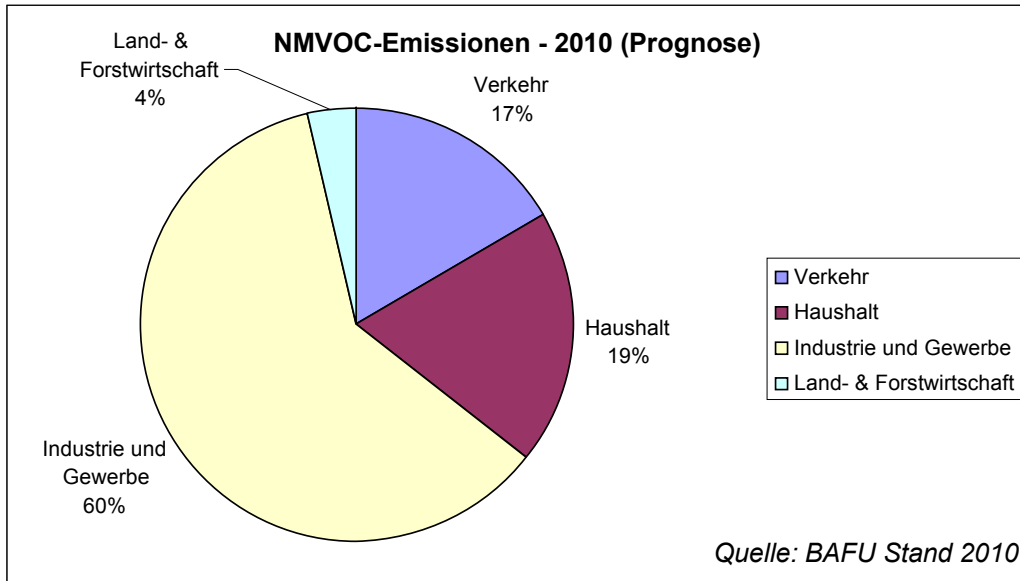


# Russmessungen im NABEL





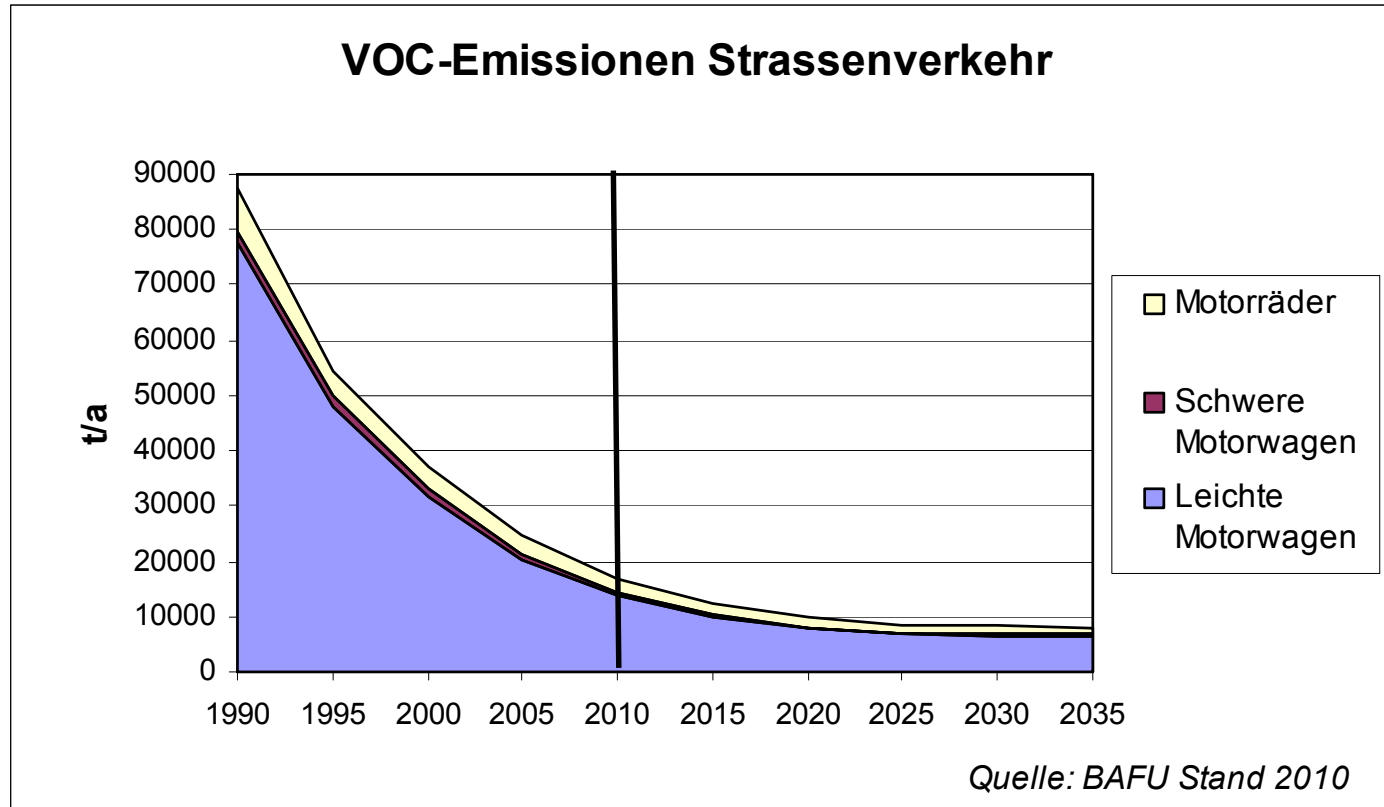
# VOC (Volatile Organic Compounds)



NMVOE: Non-Methane VOC  
HC vom Verkehr sind ein Teil von VOC



# VOC (Volatile Organic Compounds)





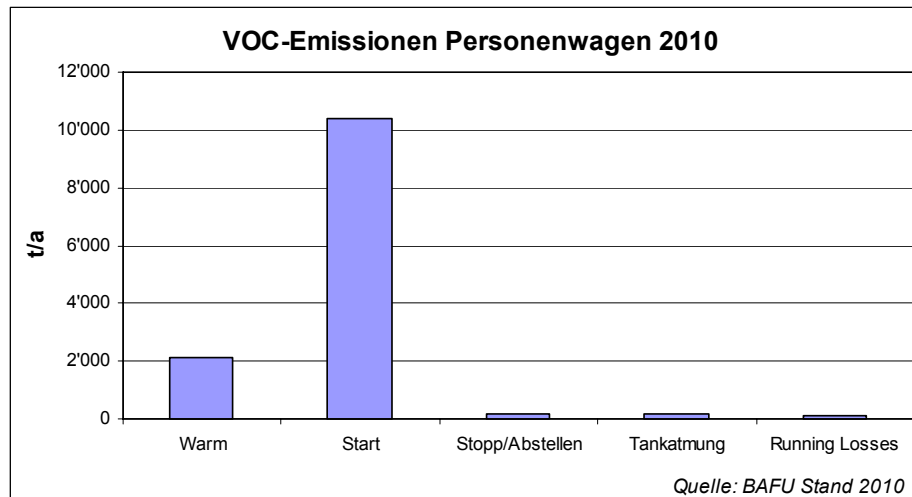
# VOC (Volatile Organic Compounds)

## Erfolge

- Grosse Senkung dank den laufend verschärften Abgasgrenzwerten (3-Wege-Katalysator)

## Handlungsbedarf

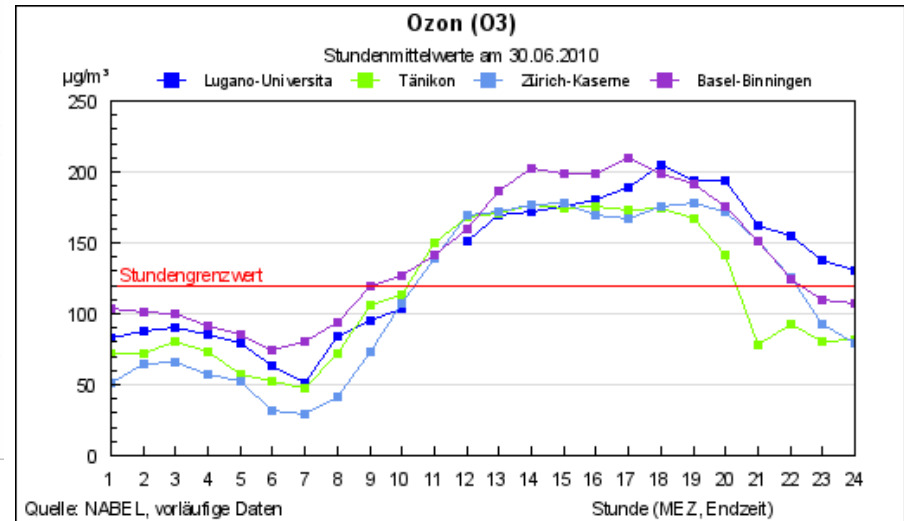
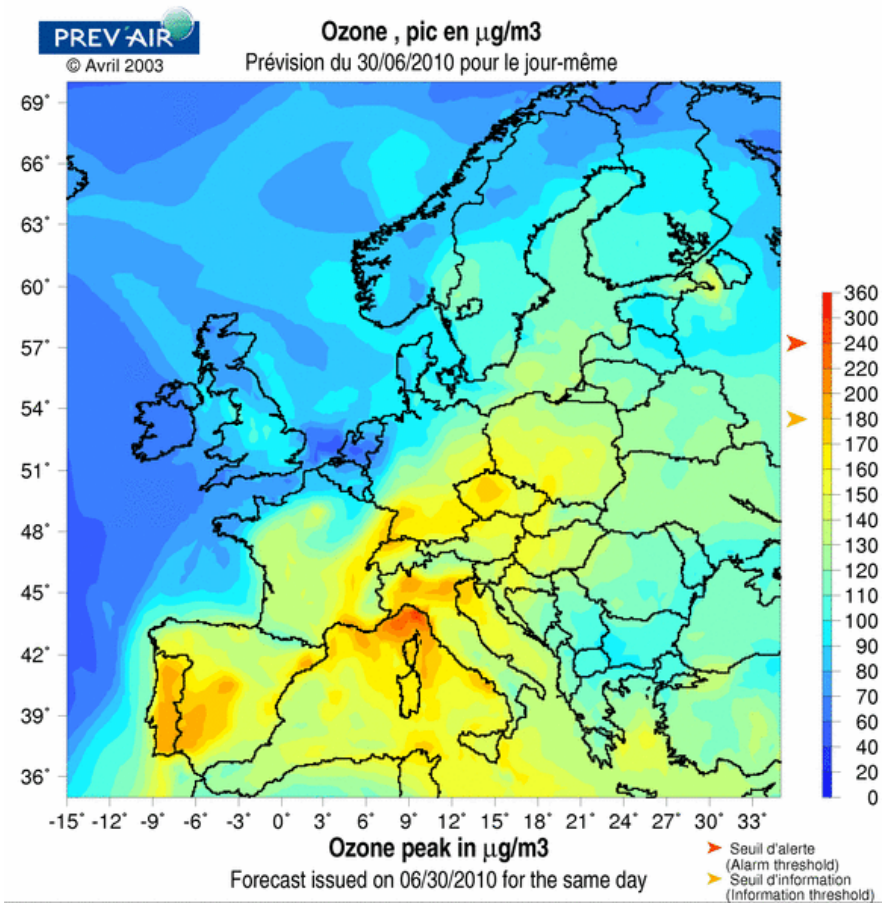
- Emissionen im Kaltstart bei Benziner noch zu hoch
- Strengere Grenzwerte für Scooter und Motorräder



Die Start-Emissionen betragen **80%** der VOC-Emissionen bei Personenwagen

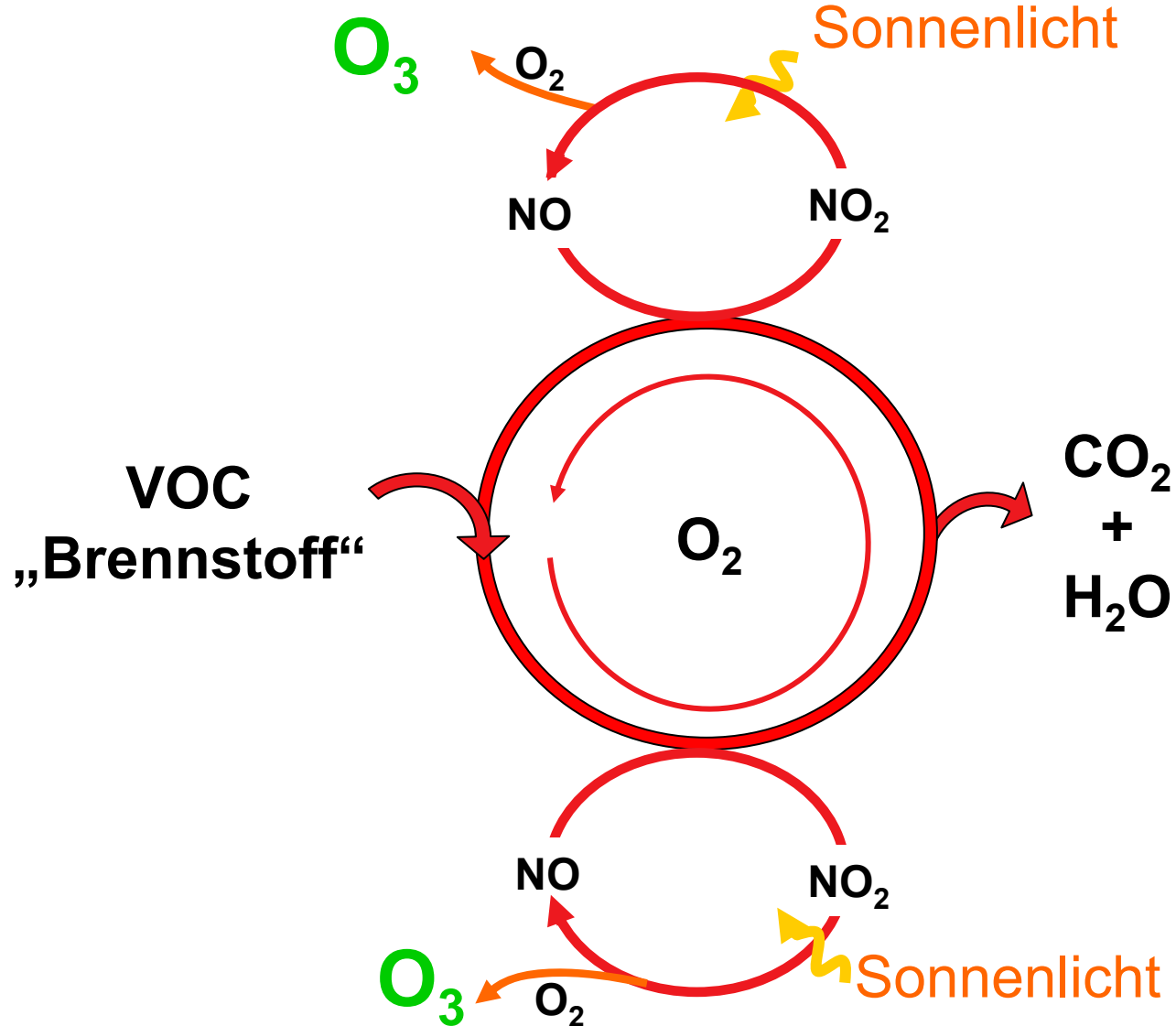


# Ozon am 30. Juni 2010





# Die Ozonbildung





# Die Facts bezüglich bodennahem Ozon

- Bodennahes Ozon bildet sich bei starker Sonneneinstrahlung aus den Vorläufersubstanzen: Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen (VOC).
- Die Verringerung der Ozonbelastung ist nur durch die Reduktion dieser Vorläuferstoffe möglich.
- Kurzfristige Massnahmen zeigen geringe Wirkung.
- Ein Teil der in der Schweiz gemessenen Belastung stammt aus Quellen anderer Länder.
- Eine dauerhafte Absenkung der O<sub>3</sub>-Vorläufer (NO<sub>x</sub>, VOC) national und international ist notwendig!

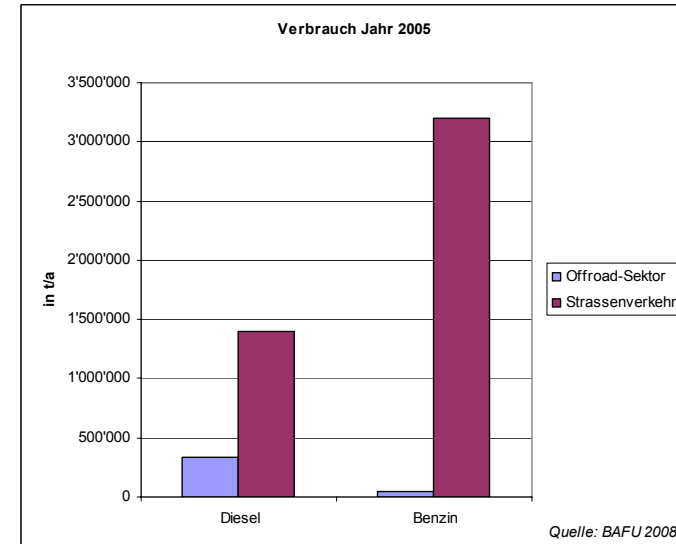
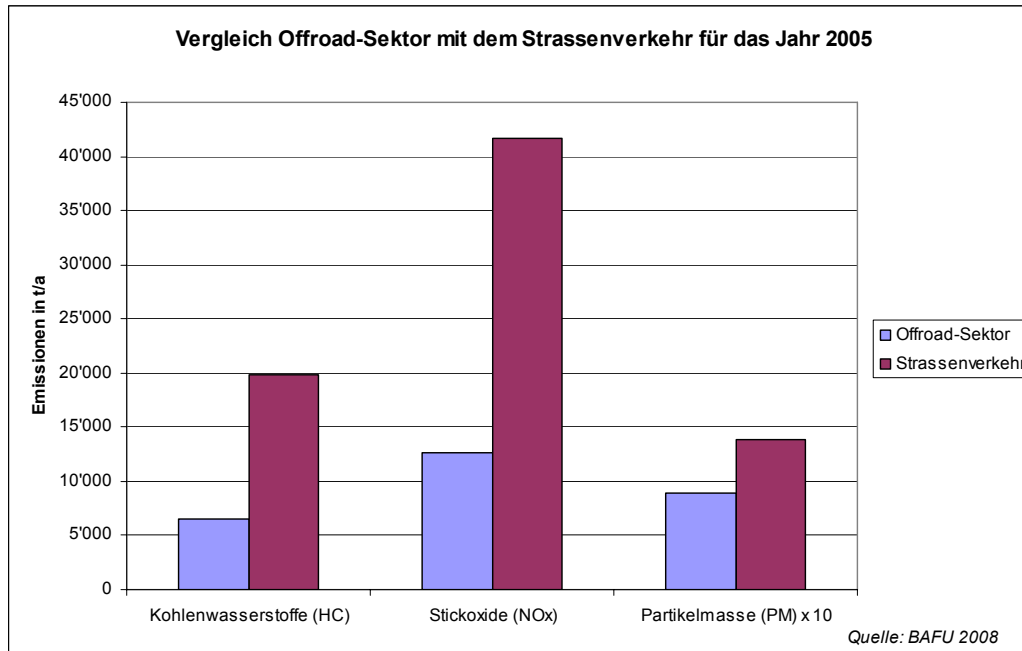


# Ozon Handlungsbedarf

- Immer noch zu viel  $\text{NO}_x$  und VOC in Europa, strengere Emissionsgrenzwerte notwendig
- Effektive Minderung der  $\text{NO}_x$  im Real-Betrieb
- Weiterhin VOC an der Quelle reduzieren (durch strengere Grenzwerte sowie im Betrieb)
- Internationale Zusammenarbeit – verbindliche Ziele - koordinierter Vollzug



# Nicht vergessen: Non-road Sektor



## Handlungsbedarf

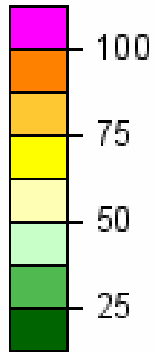
- Reduktion der PM (Russ) durch Einsatz effizienter DPF (neue Maschinen und bestehende, wo technisch möglich)
- Reduktion PM und NOx bei Stationär-Motoren (DPF + DeNOx)
- Reduktion HC bei Benzin-Geräten



# PM10-Karte

PM10: 24h-Mittelwert 09.09.2010 - 10.09.2010 (8 Uhr)

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



Grenzwert:  
50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

[www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/aktuell/pm10karte/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/aktuell/pm10karte/index.html?lang=de)