



# Luftschadstoffemissionen- Entwicklung in den letzten Jahrzehnten und Projektion in die Zukunft

**Prof. Dr. Rainer Friedrich**

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

Abt. Technikfolgenabschätzung und Umwelt

Universität Stuttgart

ALS Kolloquium

10. Oktober 2007



## 60er und 70er Jahre: Blauer Himmel über der Ruhr !

Verringerung von Dunst und London-Smog  
durch:

- Hohe Schornsteine
- Einbau leistungsfähiger Entstaubungen

Emissionen in den alten Bundesländern:

1966: 1,7 Mio t

1978: 0,7 Mio t

1990: 0,4 Mio t

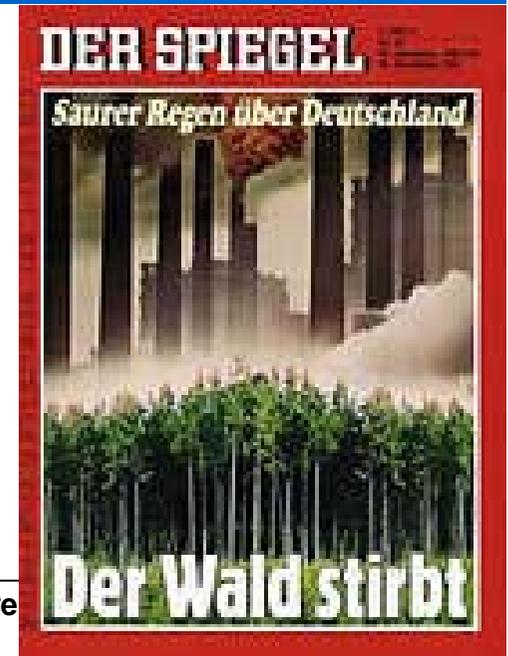
Emissionen in den neuen Bundesländern:

1970-1989 ca 2 Mio t/a, davon Industriefeuerungen und -prozesse ca. 1 Mio t/a

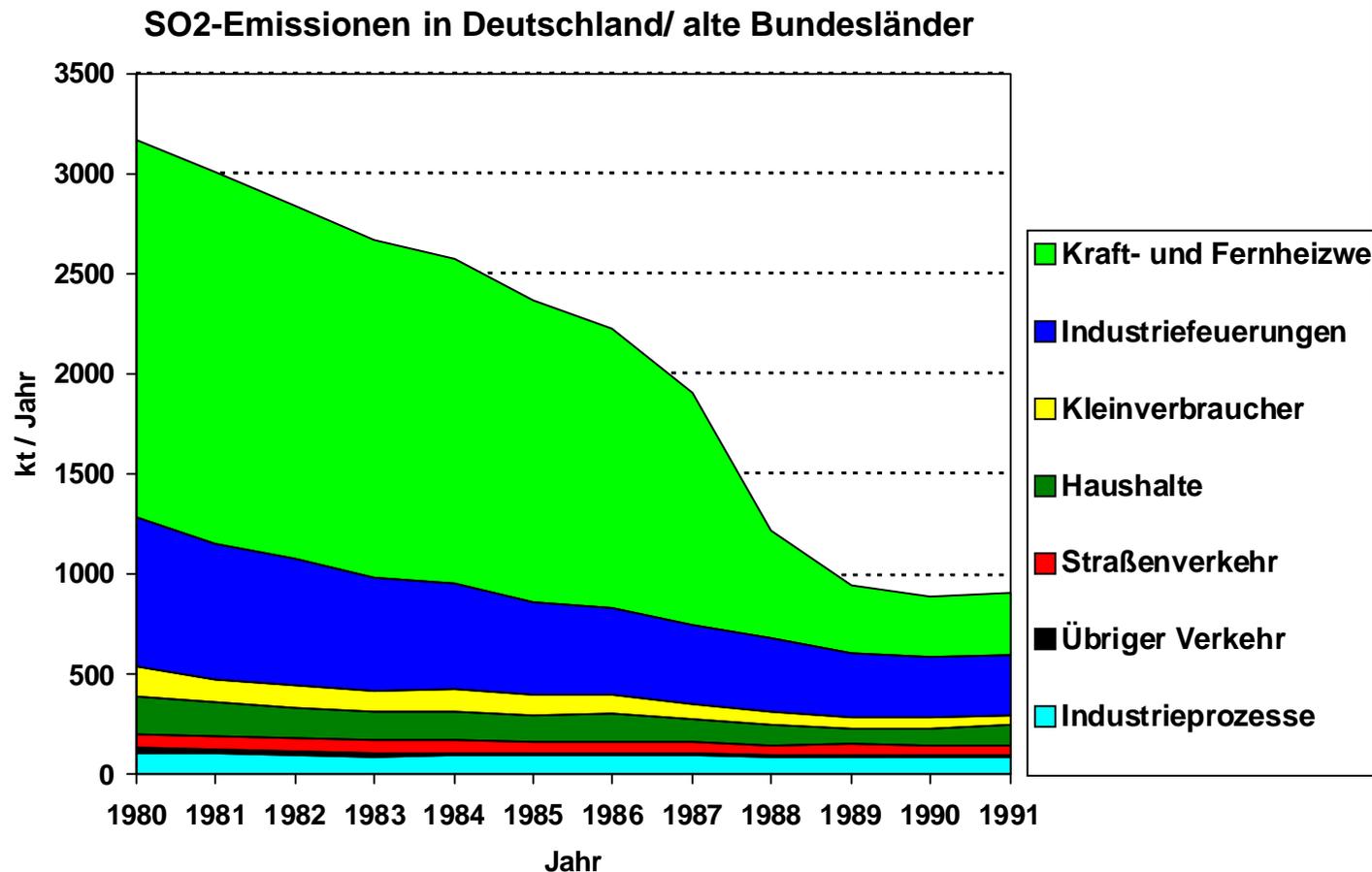




# 80er-Jahre: ‚der Wald stirbt‘ Großfeuerungsanlagenverordnung 1983: SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Minderung aus Kraftwerken



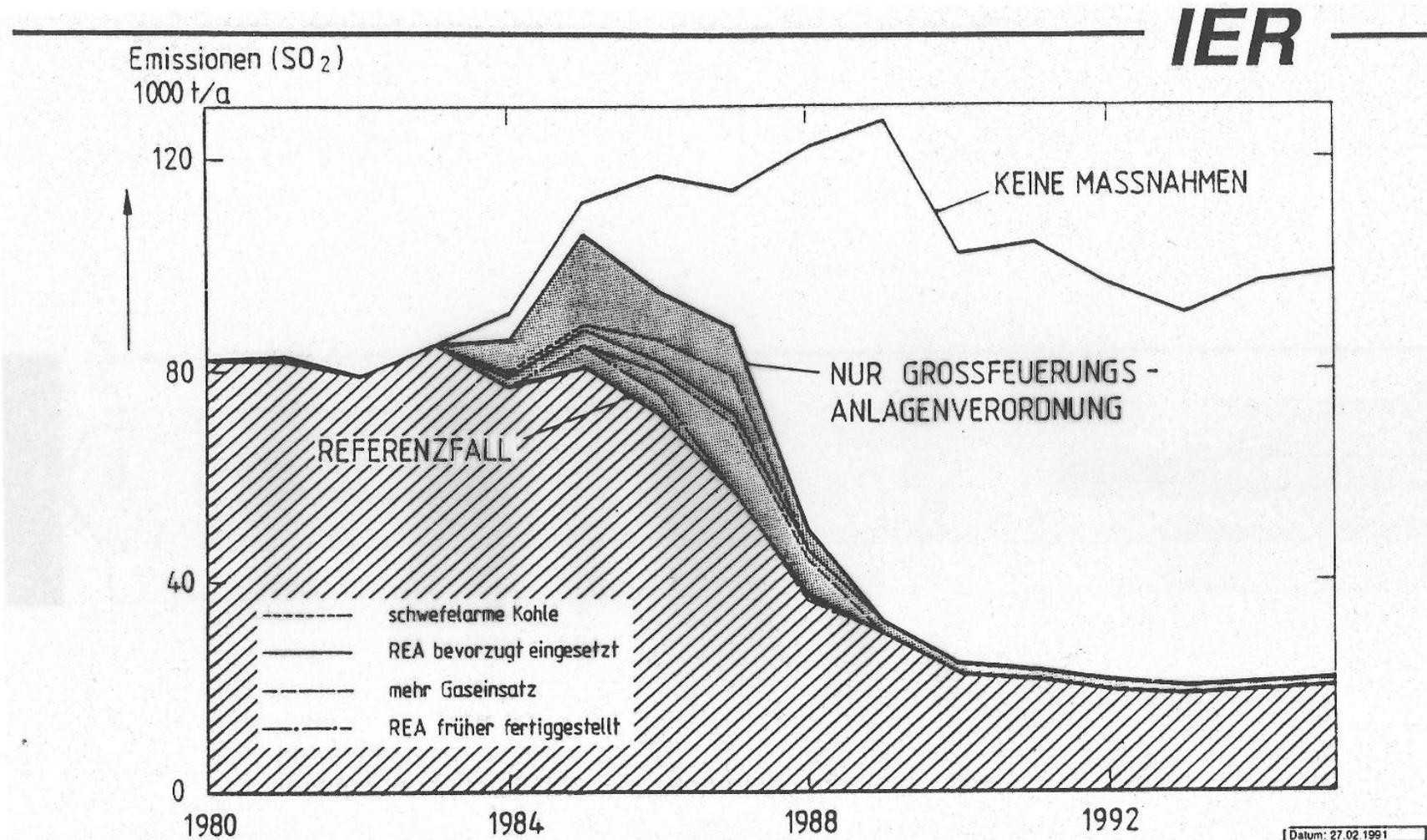
Nr. 47, 1981

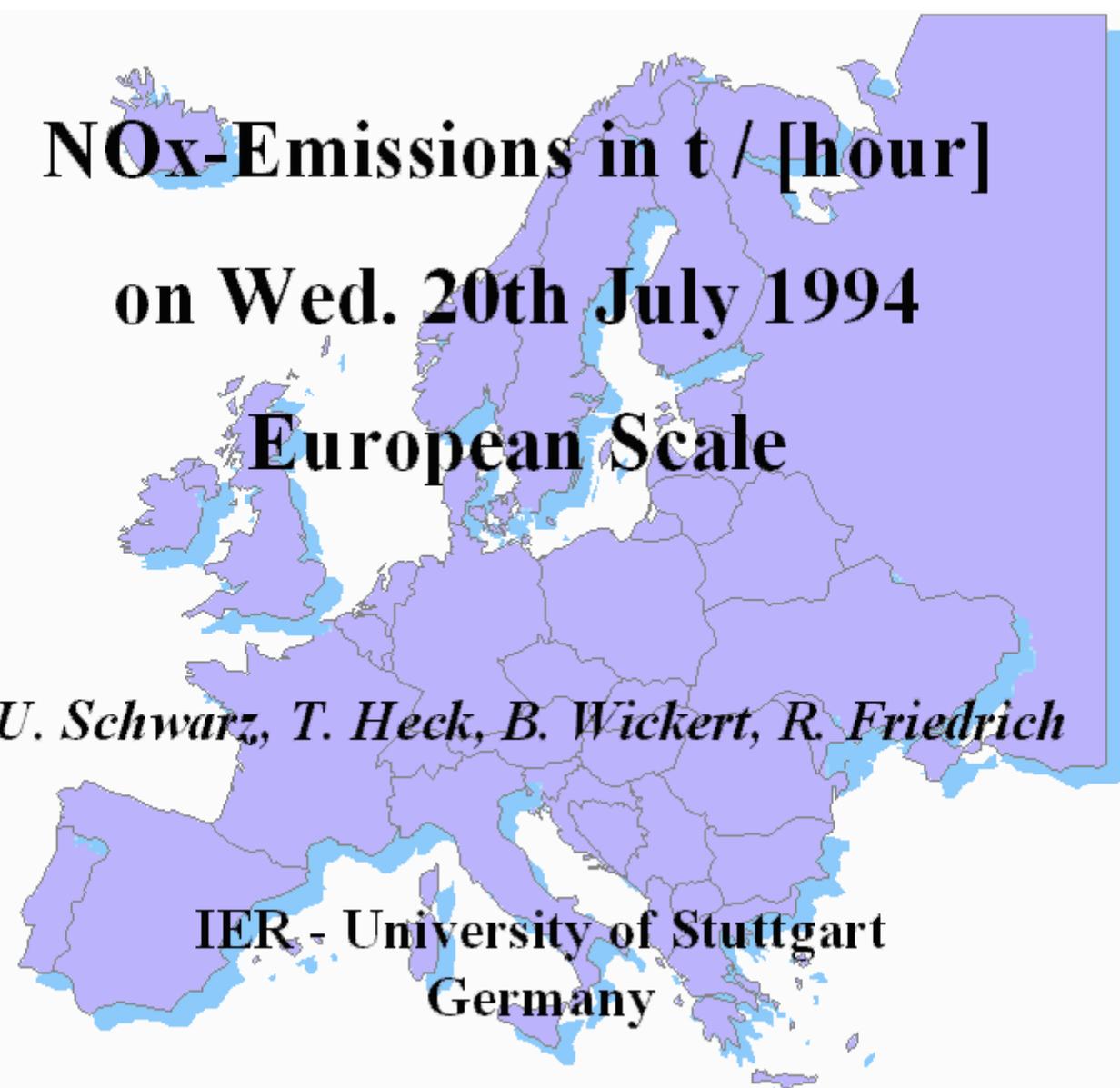




# SO<sub>2</sub>-Emissionen in Baden-Württemberg

## Ergebnisse der Arbeitsgruppe Kraftwerksbetrieb und Emissionen





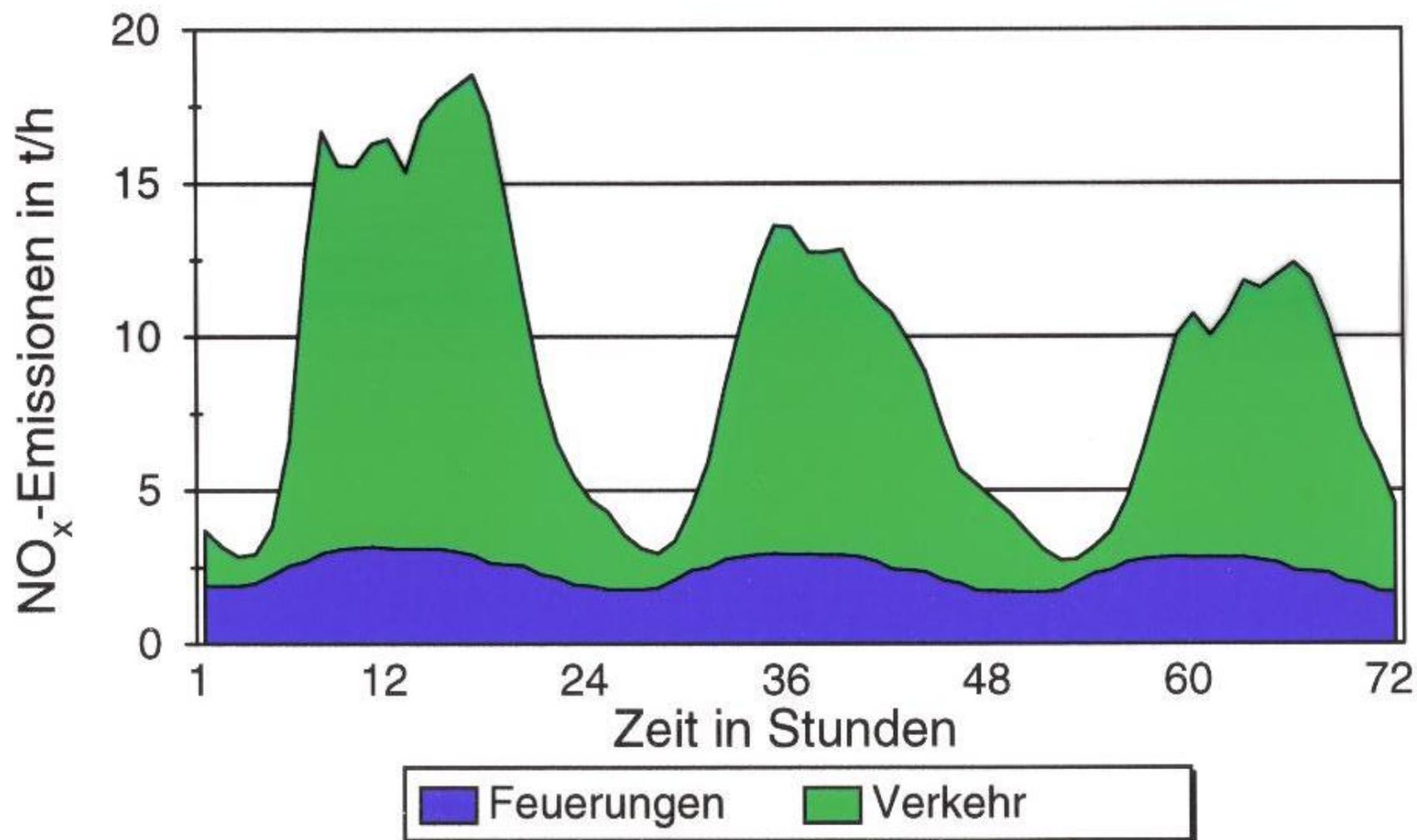
**NO<sub>x</sub>-Emissions in t / [hour]**  
**on Wed. 20th July 1994**  
**European Scale**

*U. Schwarz, T. Heck, B. Wickert, R. Friedrich*

**IER - University of Stuttgart**  
**Germany**

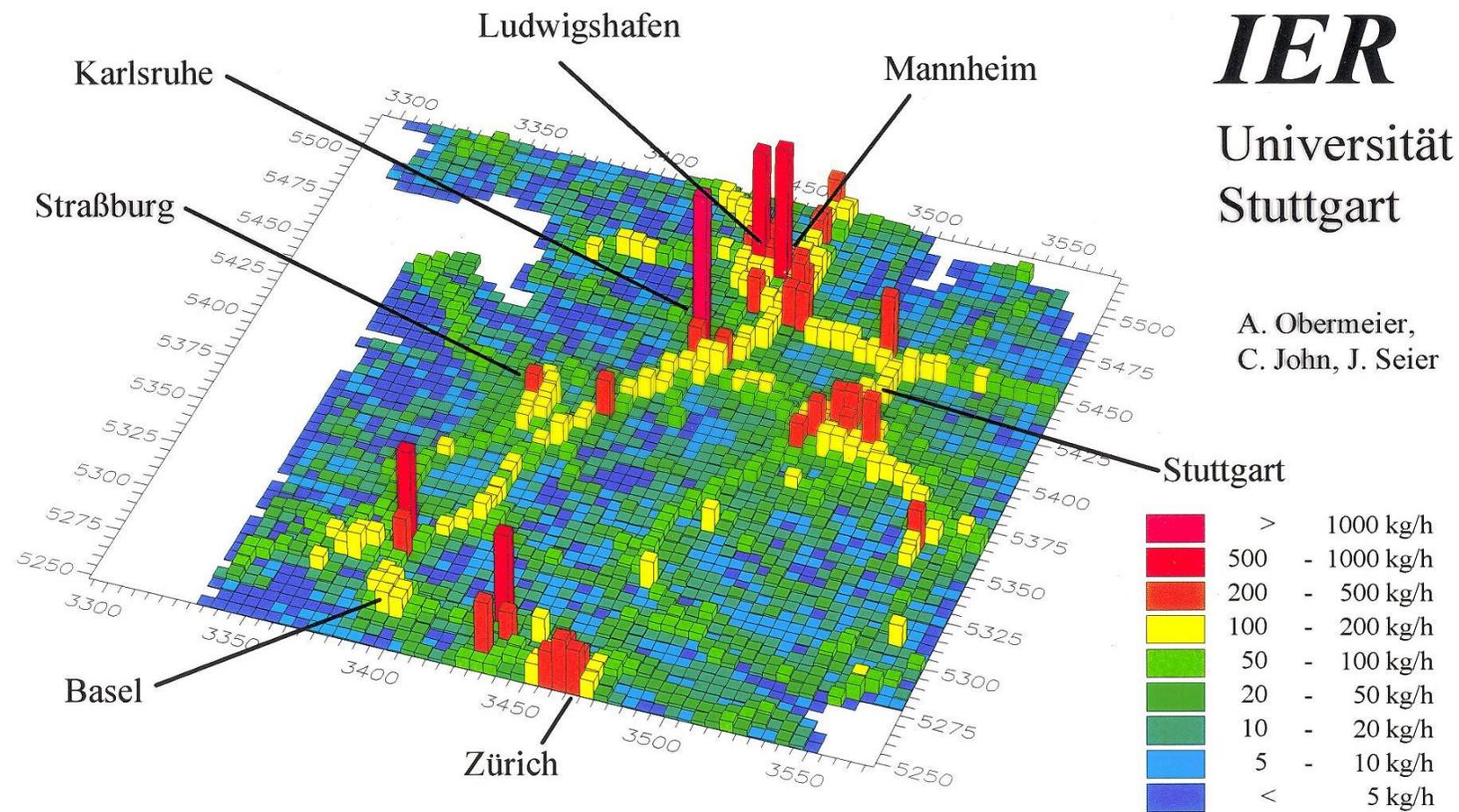


## NO<sub>x</sub> - Emissionen im südlichen Oberrheingraben Freitag 03.08.1990 bis Sonntag 05.08.1990



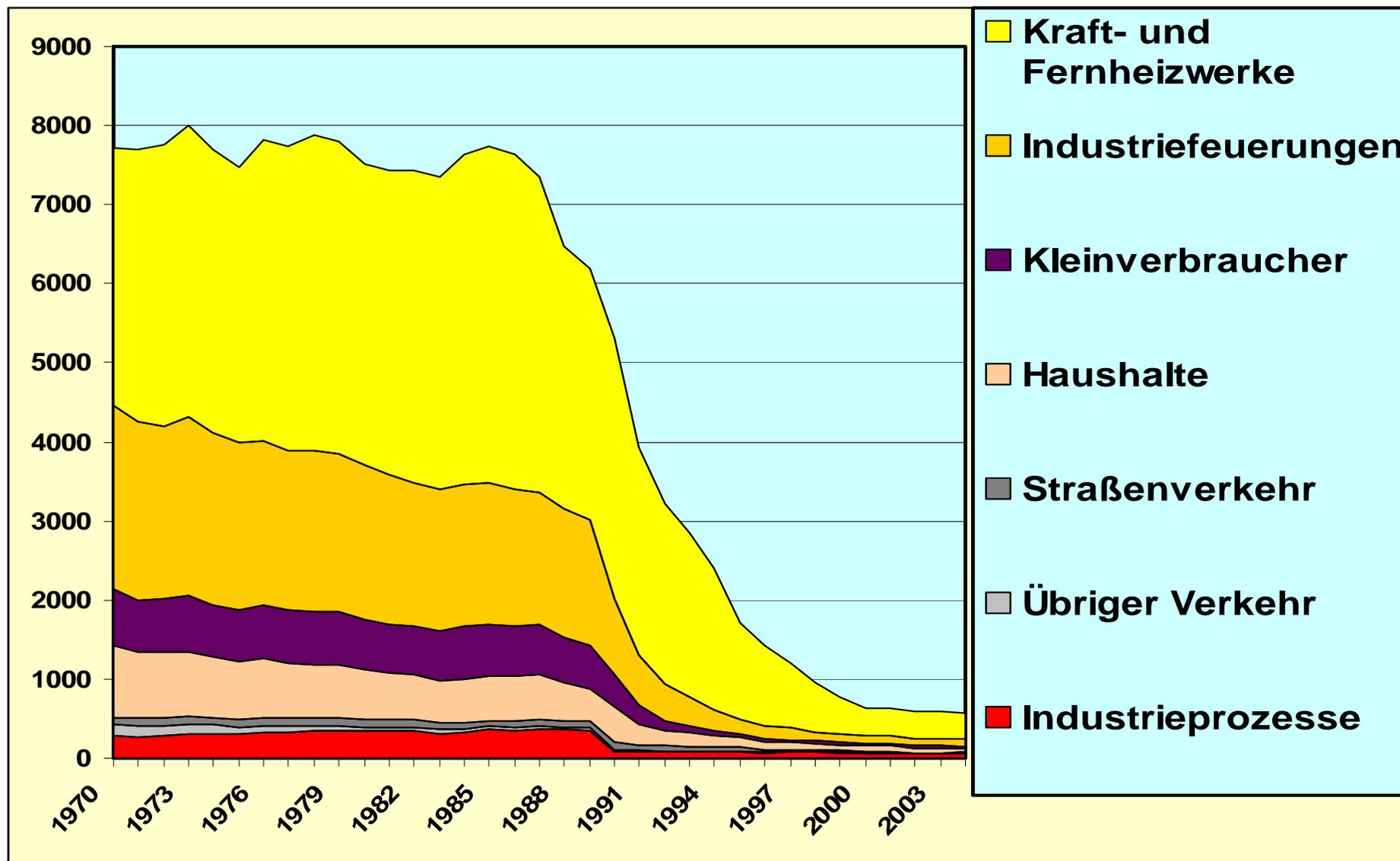


# Stündliche $\text{NO}_x$ -Emissionen im TRACT-Gebiet am 16. September 1992 zwischen 13 und 14 Uhr



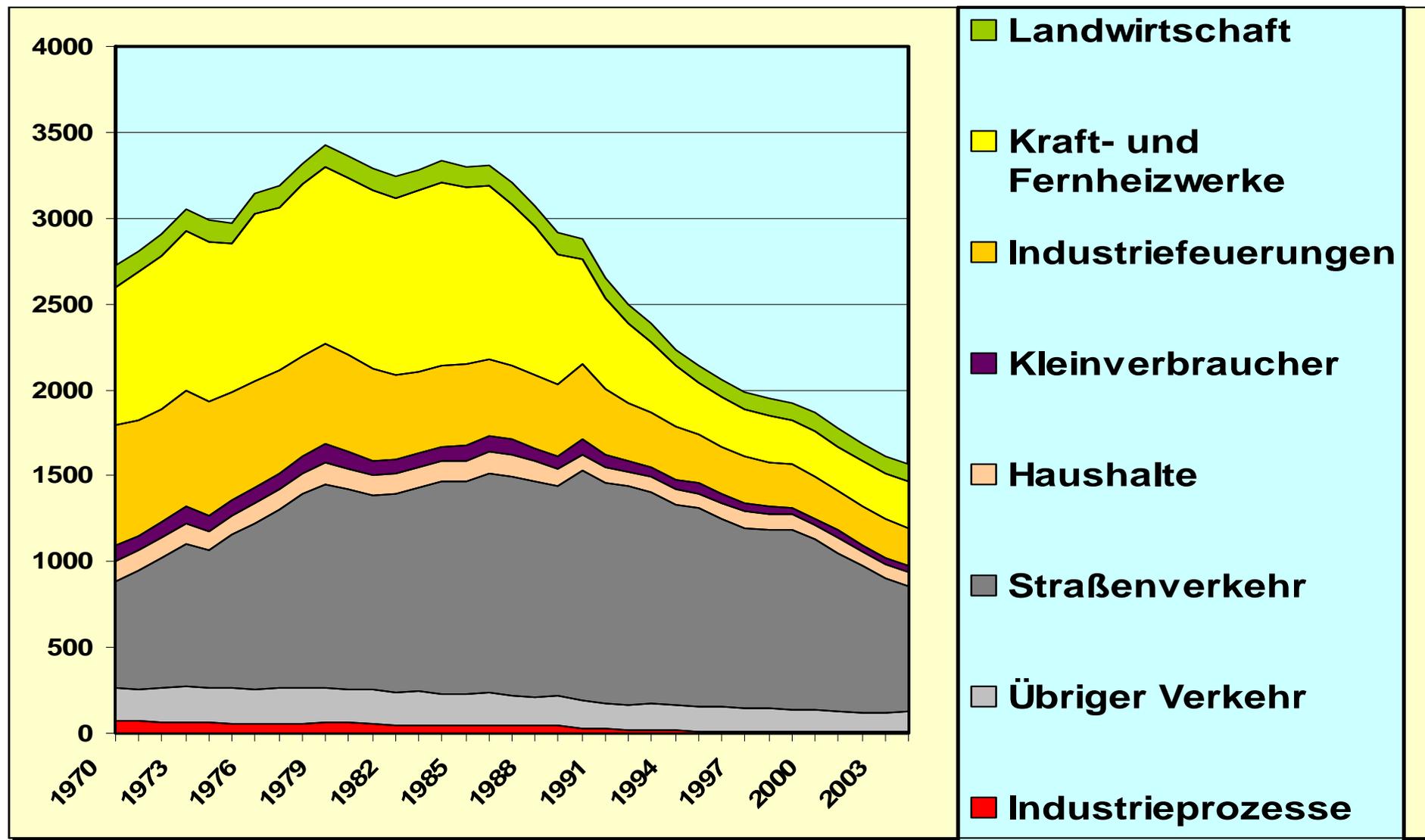


## SO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland in kt/a





# NO<sub>x</sub>-Emissionen in Deutschland





## 90er Jahre: troposphärisches Ozon

- Ozongroßversuch Heilbronn im Juni 1994:  
4 Tage Fahrverbote für Autos ohne Katalysator,  
Geschwindigkeitsbeschränkungen und Produktionseinschränkungen
- Sommersmogverordnung 1995:  
unter anderem Fahrverbote für Autos ohne Katalysator bei  
Konzentrationen  $> 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Ozon  
Ende 1999 außer Kraft getreten

Wirkungslos, weil: Titrationseffekt, Absenken der Mischungsschicht bei Nacht



## VOC Emissionen bei der Verwendung von Konsumgütern in Deutschland 1998

	Verbrauch (t/a)	Lösemittelgehalt (%)	NMVOE Emissionen (t)
Frostschutz	74.000	50	37.000
Haarspray	38.000	60	23.000
Autowaschmittel	65.000	20	13.000
Schönheitspflegemittel	113.000	11	12.430
Alkoholverbrauch	750.000*	100	7.500 **
Geschirrspülmittel	112.000	5	5.600
Toilettenwässer	7.600	50	3.800
Rasierwässer	8.000	30	2.400
Waschmittel	42.000	7	2.940
Parfums	4.200	50	2.150

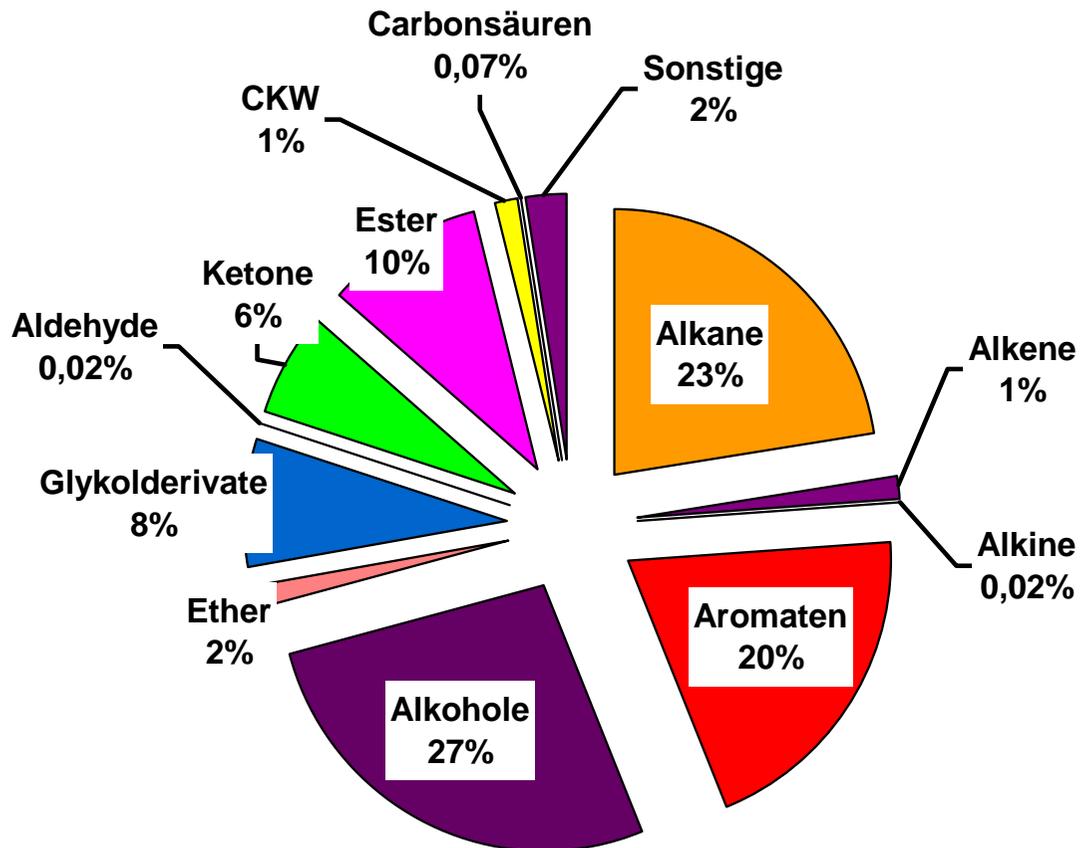
\* reines Äthanol

\*\* bei Annahme einer Verdunstungsrate von 1%

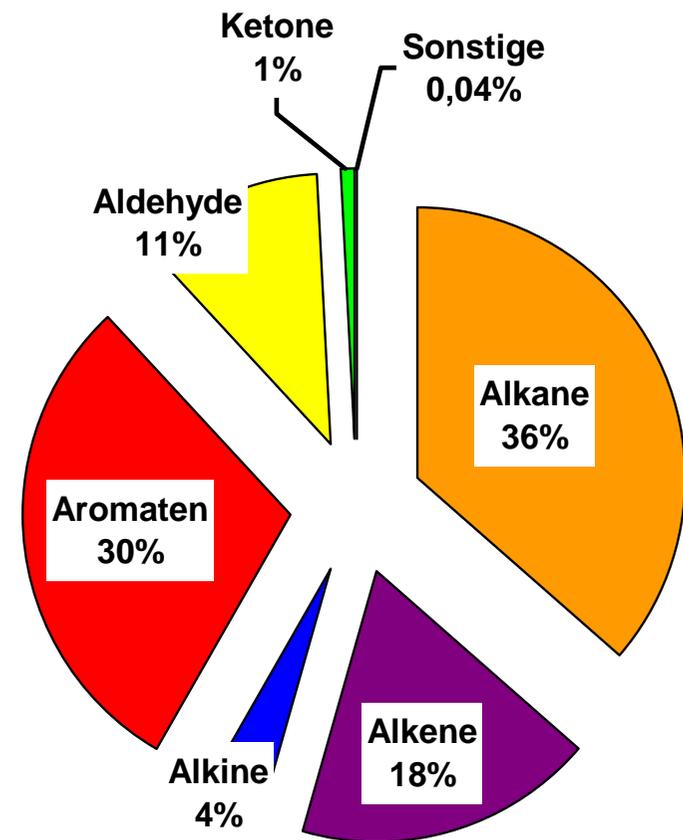


# Stoffliche Auflösung der NMVOC-Emissionen

## VOC-Split Lösemittel 1998

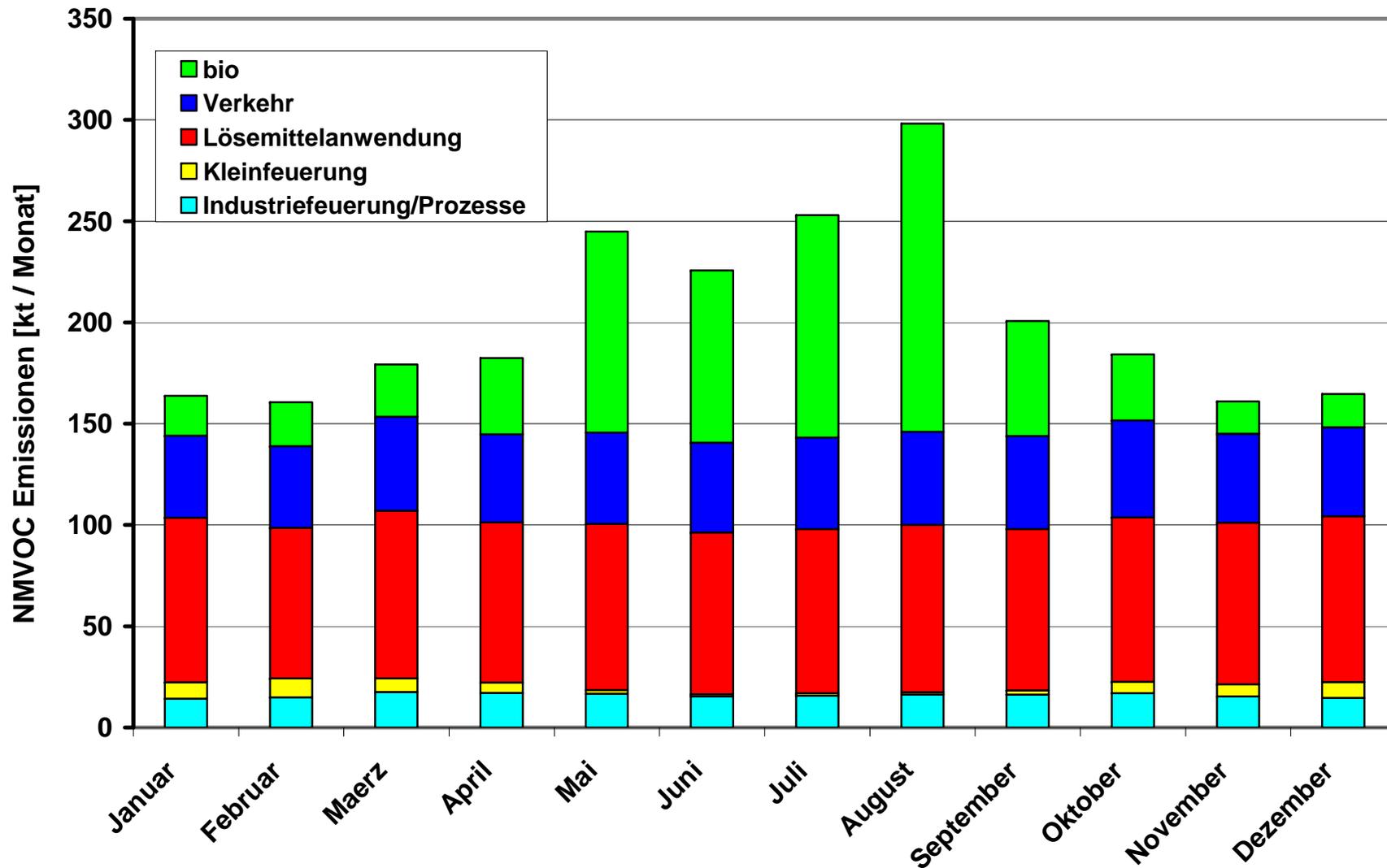


## VOC-Split Verkehr 1998



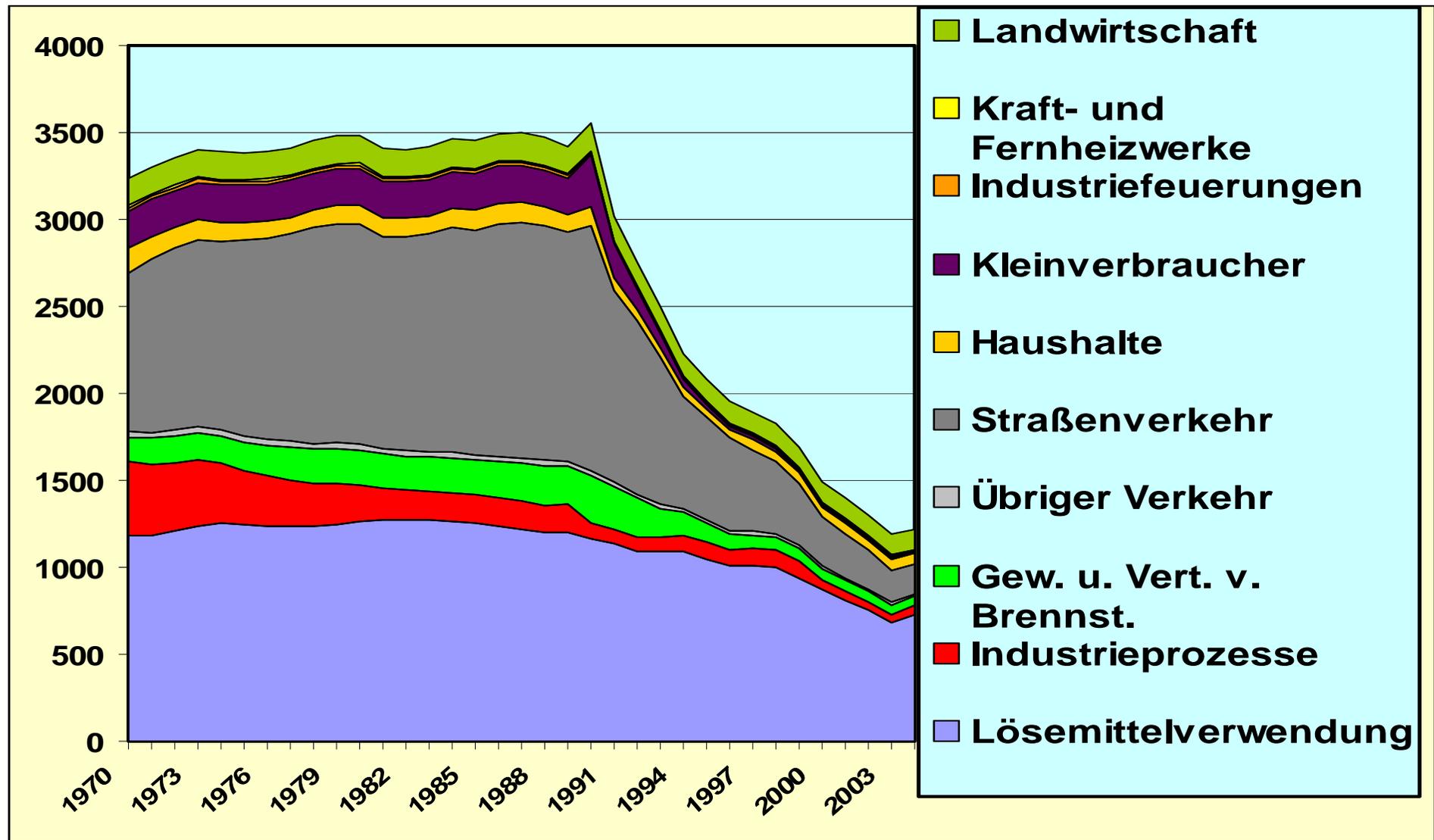


## NMVOC Emissionen aus allen Quellgruppen 1998





# NMVOC-Emissionen in Deutschland



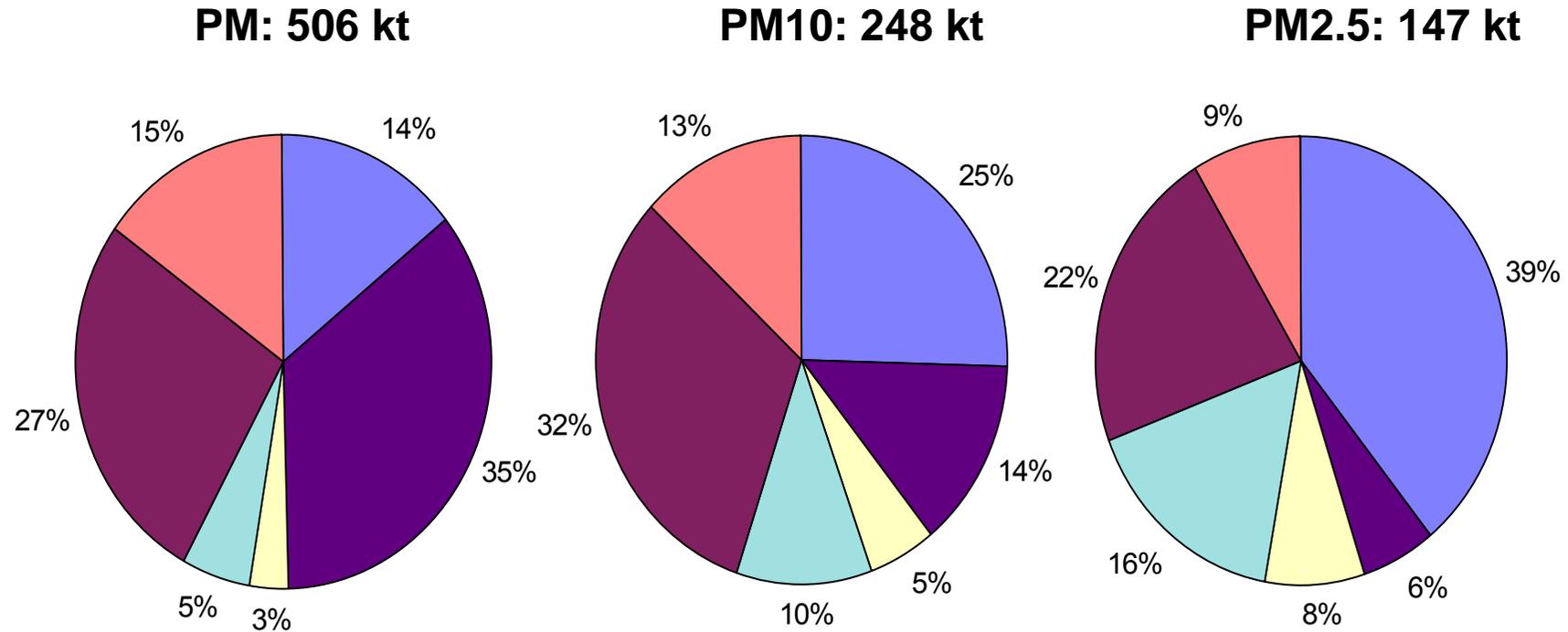


## **Nach 2000: Feinstaub/PM10!**

**Durchschnittliche Verringerung der  
Lebenserwartung durch Feinstaubexposition:  
ca. 6 Monate**



## PM10-Emissionen in Deutschland 2000



\* agriculture, construction, mining, fire works, smoking, barbecues

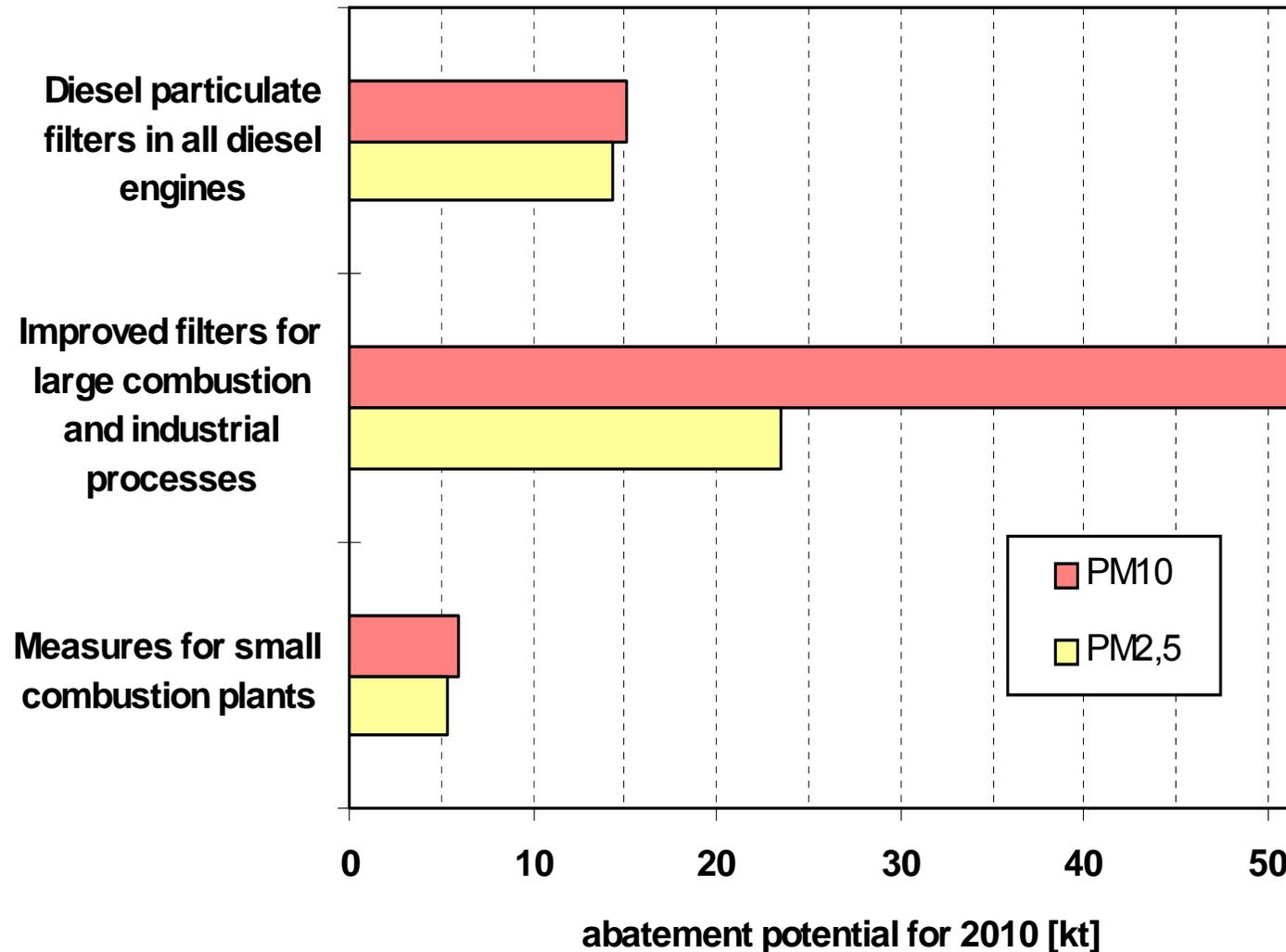
- Transport processes - engines
- Transport processes - abrasion and suspension
- Power and heat plants
- Small combustion plants
- Industrial production processes
- Other anthropogenic sources\*



Quellgruppe	PM10	PM2,5
Holzfeuerungen – Haushalte und Gewerbe	21,2	19,6
Traktoren, Land- und Forstwirtschaft	15,6	14,8
Eisen- und Stahlproduktion	28,7	13,2
Lkw, Abgasemissionen	15,2	11,0
Stein- und Braunkohlekraftwerke	9,3	7,9
Pkw mit Dieselmotor	7,9	7,6
Baumaschinen, Industriemotoren	7,6	7,2
Straßenstaubaufwirbelung/abrieb	25,4	6,4
Zementproduktion	7,2	4,4
Leichte Nutzfahrzeuge mit Dieselmotor	4,2	4,0
Schiffe	4,3	4,0
Kohlekleinfeuerungen Haushalte	2,4	2,3
Braten und Grillen	2,0	2,0
Feuerwerke	2,6	1,7
Ziegelproduktion	2,6	1,6
Busse	1,5	1,4
Otto-PkW, Abgase	1,5	1,4
Tabakrauchen	1,3	1,3
Ölheizungen Haushalte	1,2	1,2
Kfz Bremsenabrieb	1,6	1,2
Schweinehaltung	6,5	1,1

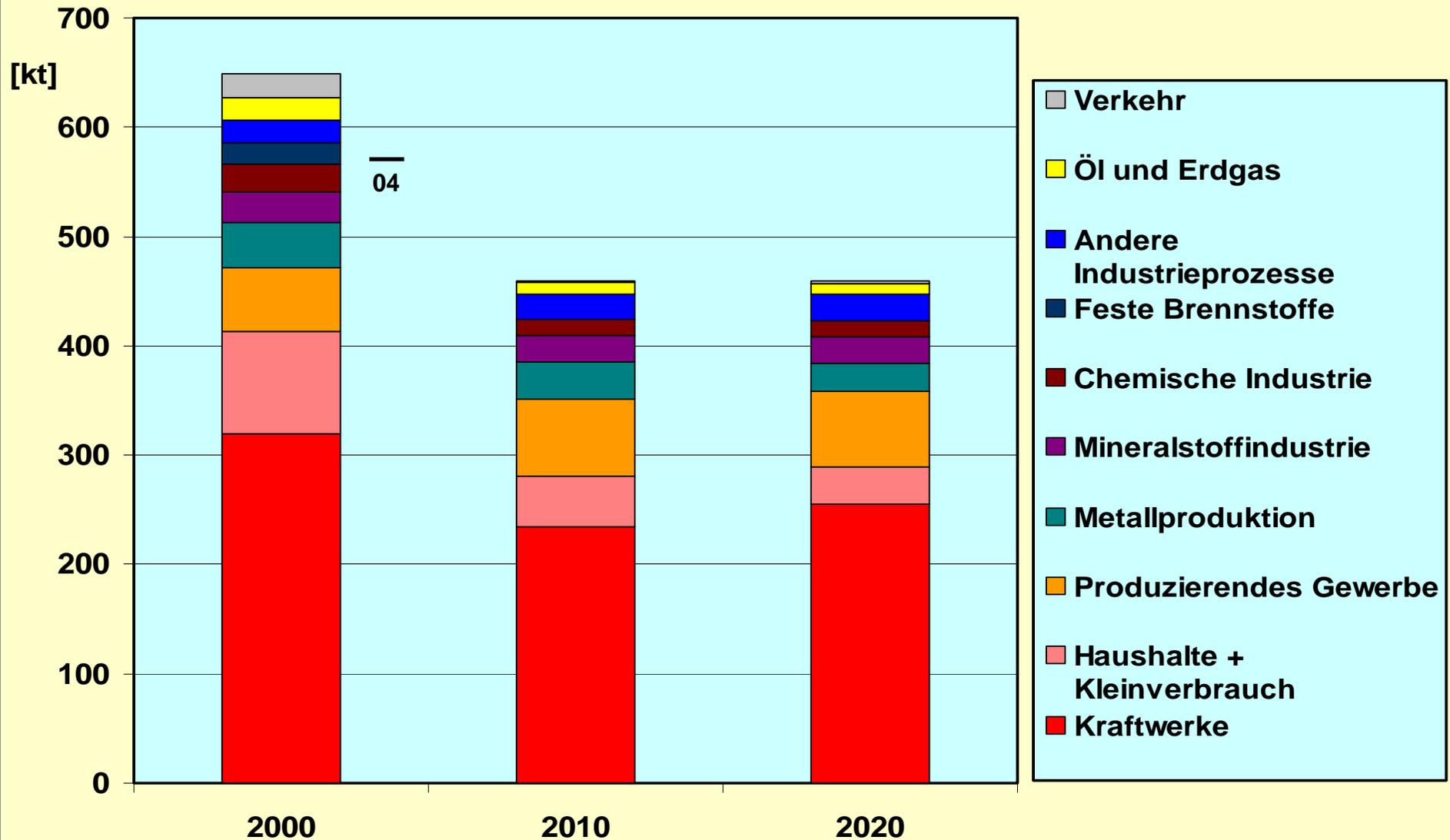


## Emissionsminderungspotential für Feinstaub im Jahr 2010; Referenz: PM10: 217 kt/a , PM2,5: 122 kt/a



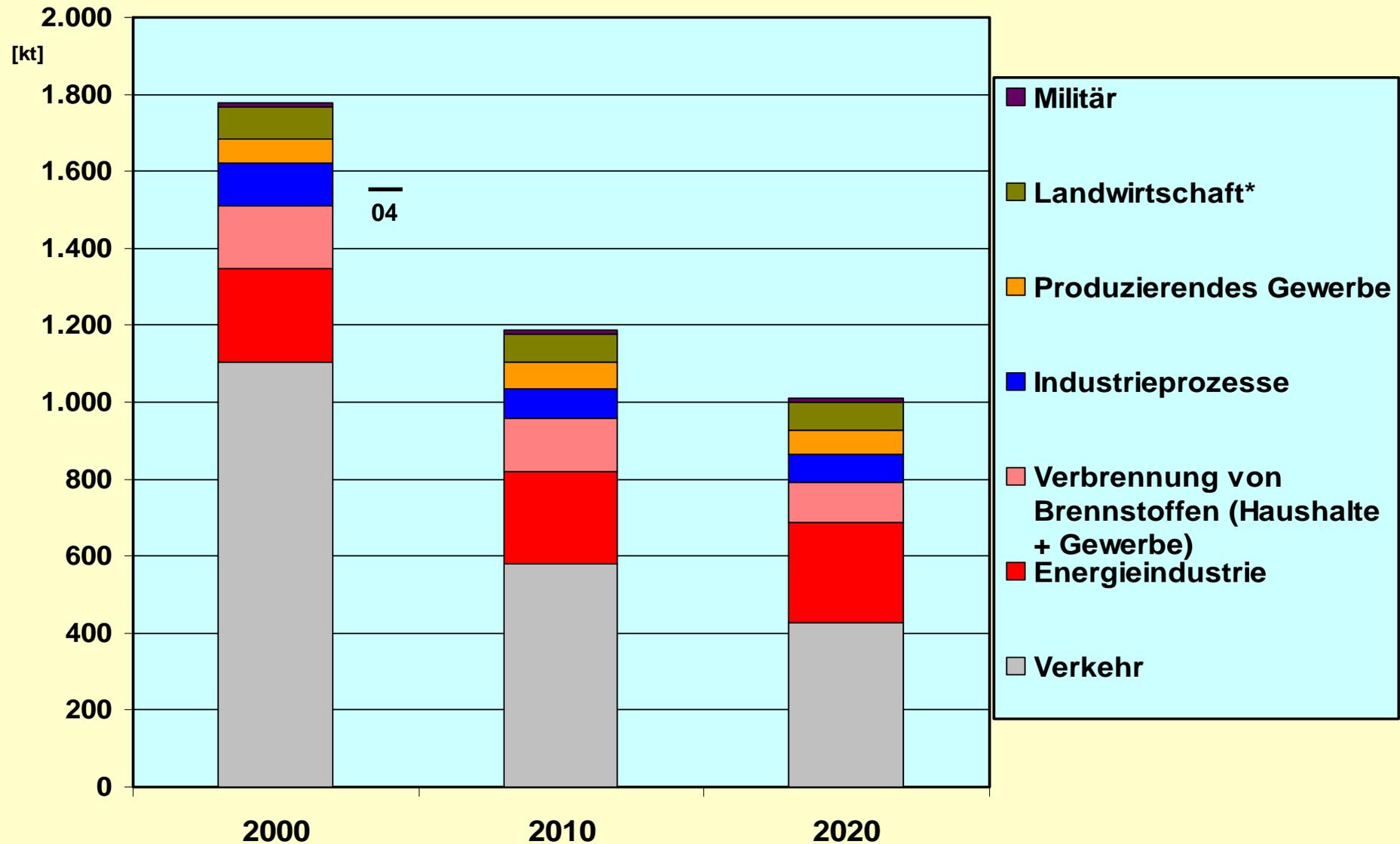


## Referenzszenario für SO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland



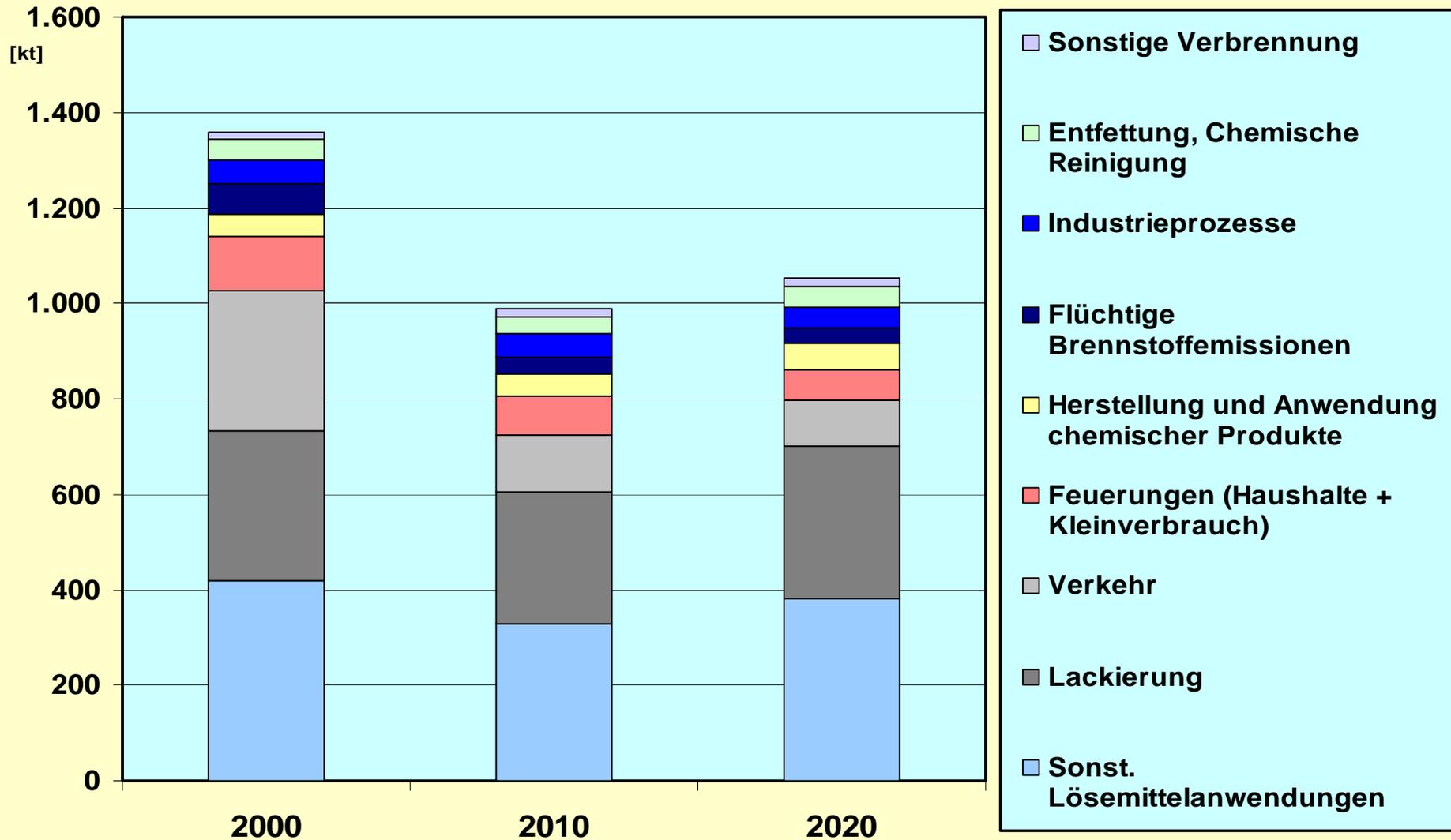


## Referenzszenario für NO<sub>x</sub>-Emissionen in Deutschland



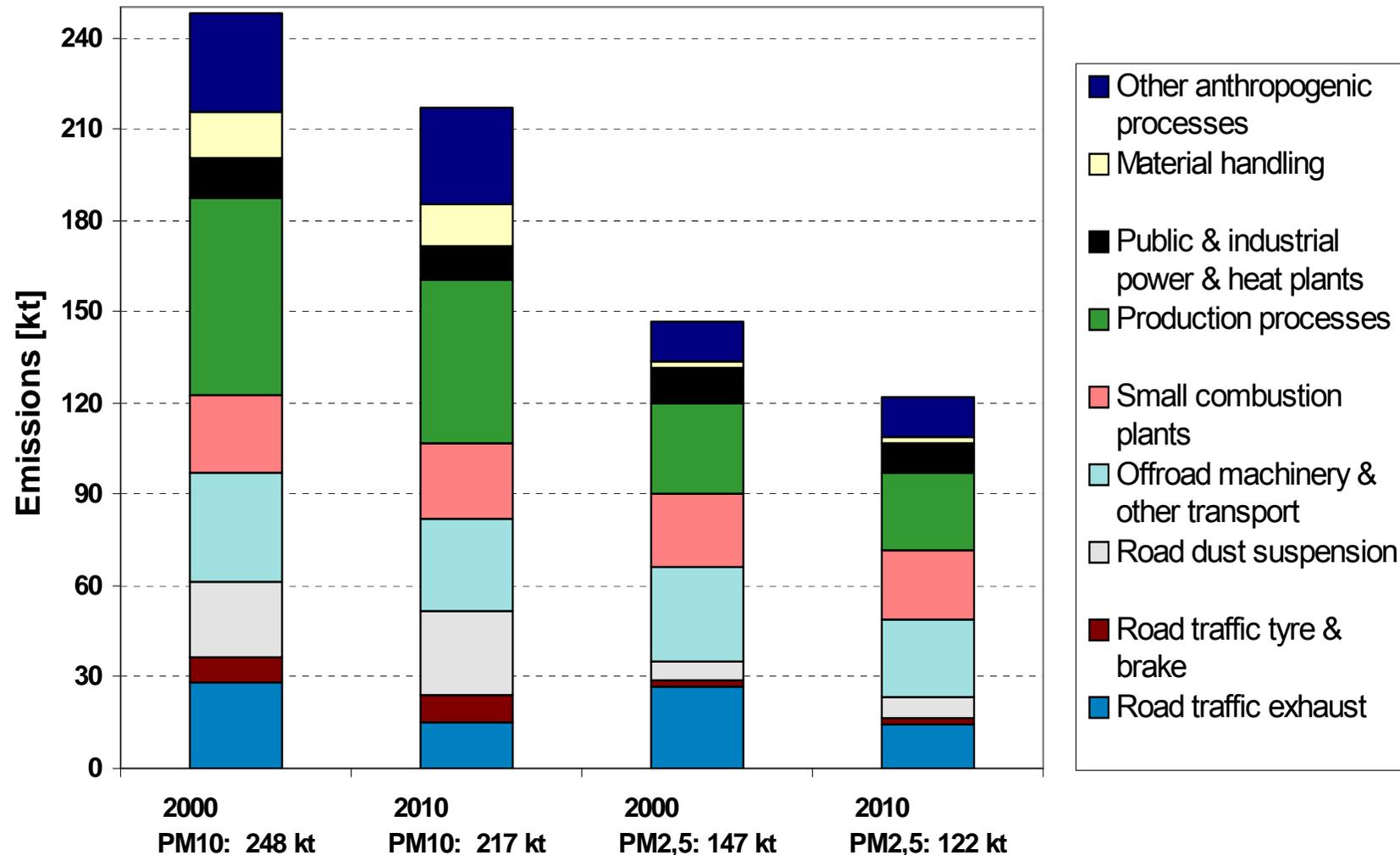


## Referenzszenario für NMVOC-Emissionen in D





## Emission sources in Germany year 2000 and projection 2010





## Ausblick

- ▶ Es bestehen noch ungelöste Probleme mit Luftschadstoffen, unter anderem:

Feinstaubbelastung

NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitung

Eutrophierung und Versauerung von Ökosystemen

Gesundheitswirkungen durch Arsen, Blei und Quecksilber

- ▶ Von der Konzentration zur Exposition: Innenraumquellen
- ▶ Zukünftige Umweltschutzstrategien sollten ‚übergreifend‘ geplant werden:  
Betrachtung aller miteinander vernetzen Umweltprobleme einschließlich des Klimawandels, aller relevanten Emissionsquellen, aller relevanten Umweltmedien und Wirkungspfade