

# NO, NO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> in de buitenlucht

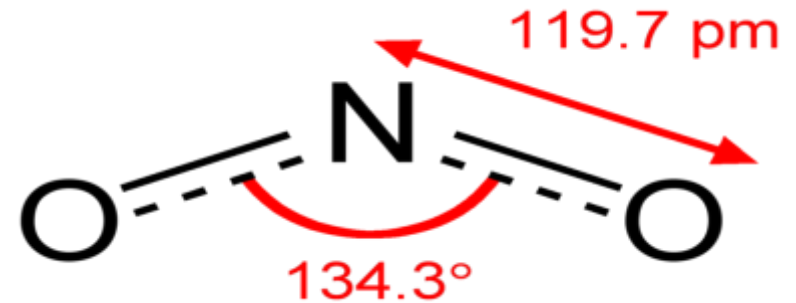
Michiel Roemer



# Inhoudsopgave

- › Wat zijn NO, NO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub>?
- › Waar komt het vandaan? Welke bronnen dragen bij?
- › Wat zijn de concentraties in de buitenlucht?
- › Maatregelen

## Wat is NO<sub>2</sub>?



NO en NO<sub>2</sub> (de som van beide aangeduid als NO<sub>x</sub>) zijn verbindingen van stikstof en zuurstof die bij hoge verbrandingstemperaturen gevormd worden door oxidatie van stikstof in de lucht.

Buitenlucht bestaat voor 79% uit stikstof (N<sub>2</sub>) en voor 20% uit zuurstof (O<sub>2</sub>)

Typische NO<sub>2</sub> concentratie in Nederland: 40 µg/m<sup>3</sup> (~0,000002%)

## Waarom interesse in NO en NO<sub>2</sub>?

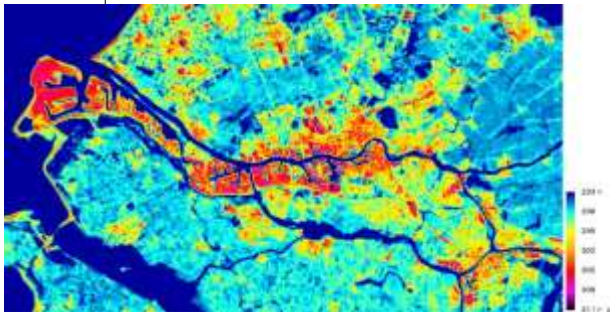
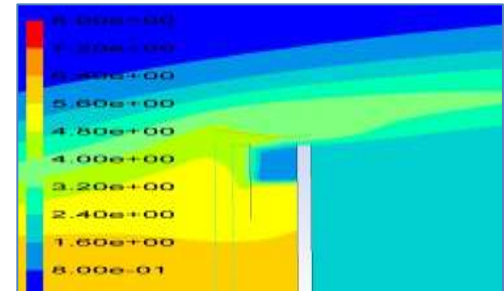
- Heeft een nadelige invloed op de gezondheid
- Draagt bij aan de vorming van ozon (zomersmog)
- Draagt bij aan verzuring van regenwater en bodem
- Draagt bij aan fijn stof
- Draagt bij aan de vermisting van de bodem

## Waarom gebruiken we het begrip NO<sub>x</sub>?

- › Het grootste deel van de uitstoot is in de vorm van NO (90-95%).
- › Voor sommige bronnen (oa diesels) is de uitstoot van NO<sub>2</sub> aanzienlijk (~20-30%).
- › Chemische reacties in de atmosfeer (met ozon) zorgen ervoor dat NO en NO<sub>2</sub> snel in elkaar over kunnen gaan, zonder dat de som van beide ( $\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{NO}_x$ ) verandert. NO<sub>x</sub> is daarom een handige maat.

## *Methoden en technieken*

- › Registratie van emissies (uitstoot)
- › Metingen in de buitenlucht
- › Metingen met satellieten
- › Computersimulaties met modellen van uiteenlopende complexiteit.
- › Metingen in de windtunnel

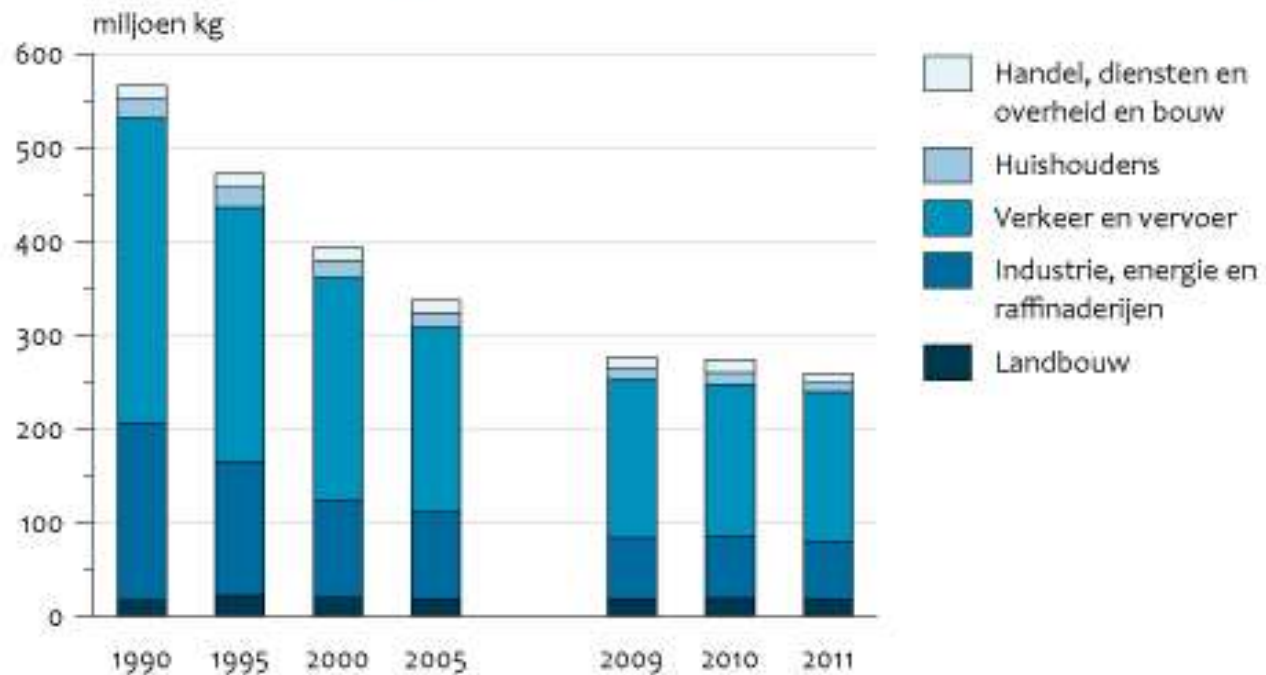


## Bronnen (wereldwijd) van NO en NO<sub>2</sub>

Emissie (Tg N/jr)	antropogeen	natuurlijk
Fossiele Brandstoffen	21	0
Verbranding biomassa	9	1
Uit de bodem	1	4
Bliksem	0	5
Vliegtuigen	0,3	0
<b>Totaal</b>	<b>~31</b>	<b>~10</b>

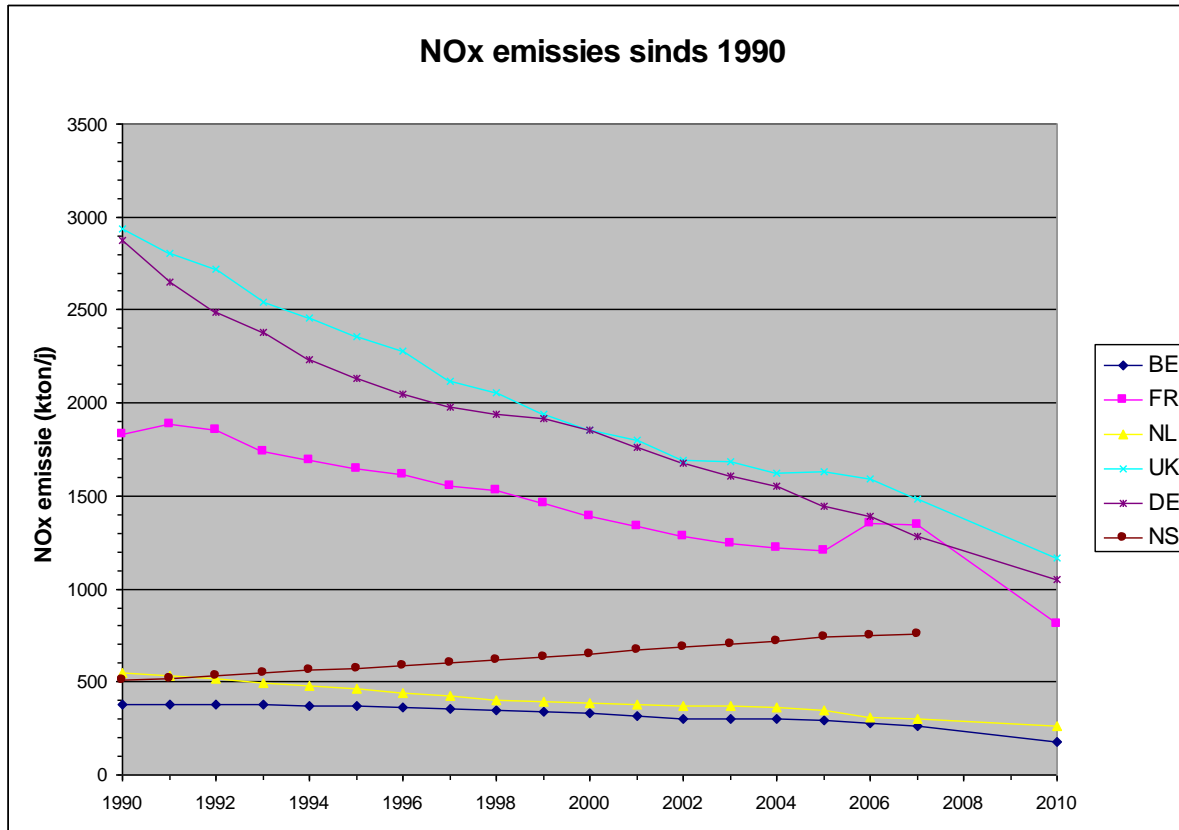
# Bronnen in Nederland

Emissie stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) per doelgroep



Bron: Emissieregistratie.



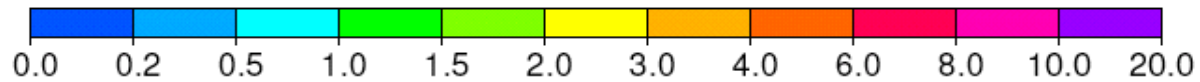
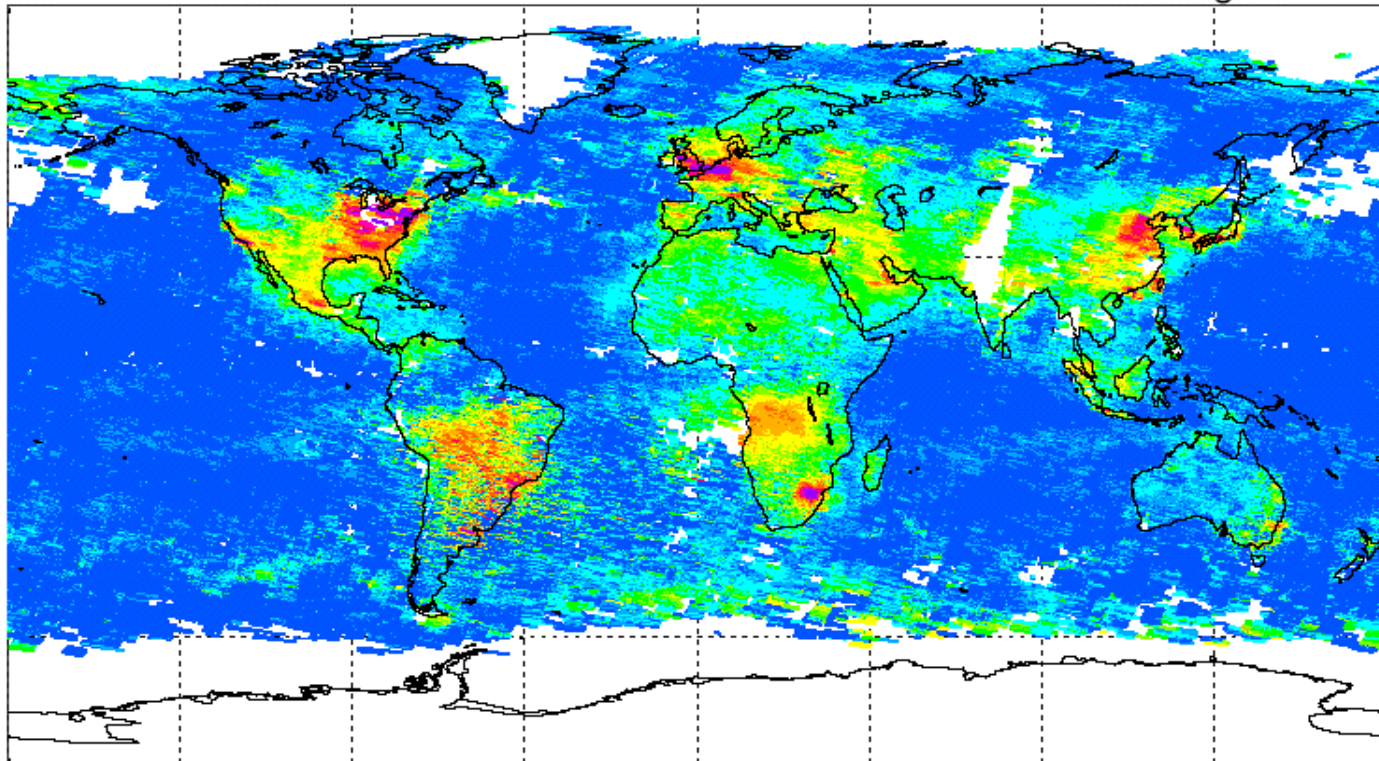


Figuur A1 NOx emissies (kton/jr) sinds 1990 in Nederland, omliggende landen en Noordzee  
 BE: België, DE: Duitsland, FR: Frankrijk, NL: Nederland, NS: Noordzee, UK: Verenigd Koninkrijk

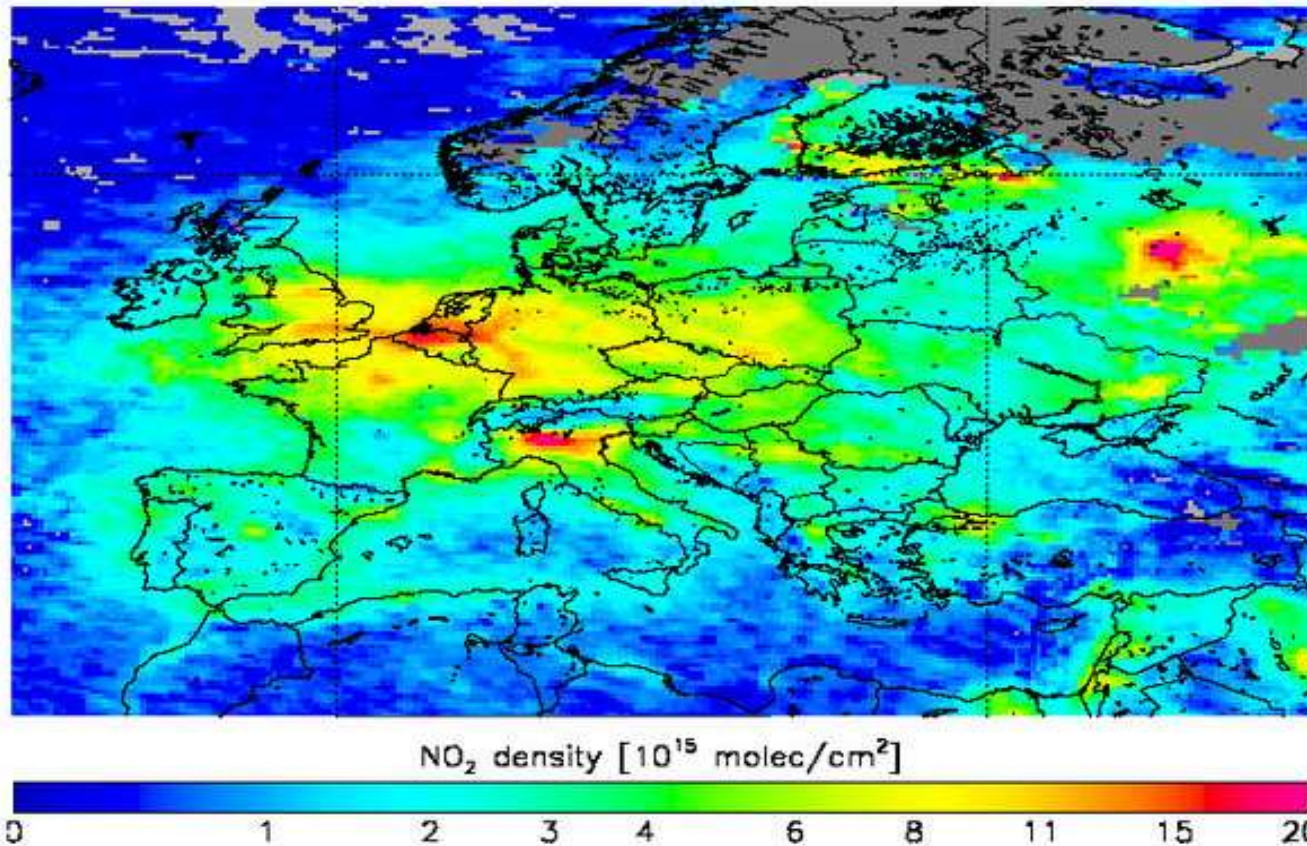
# Wat meten we in de buitenlucht? (wereld)

KNMI / IUP / ESA

Tropospheric NO<sub>2</sub> column ( $10^{15}$  molec cm<sup>-2</sup>)  
August 1997



# Wat meten we in de buitenlucht? (Europa) bron: KNMI



## Hoe meten we NO en NO<sub>2</sub> in Nederland?

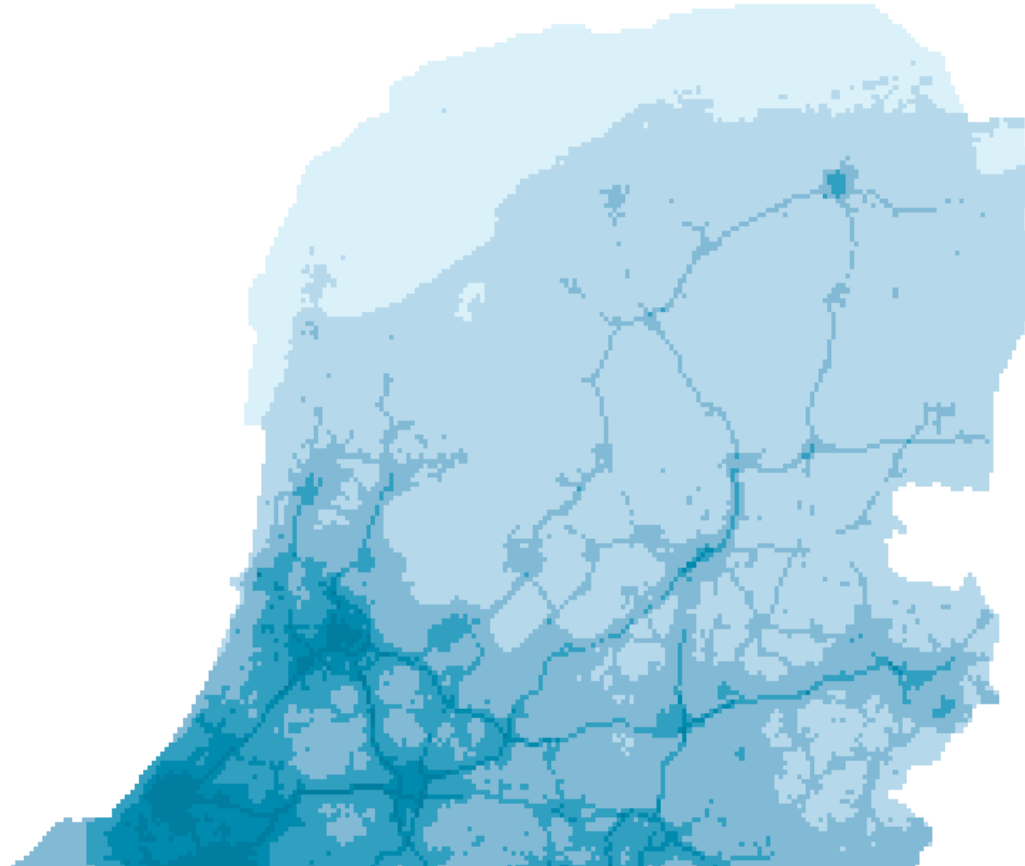
- › Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging beheerd door het RIVM
- › Sinds 1973: SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, PM + neerslag, metalen.
- › In 2013 zijn er 45 meetstations (20 landelijk, 10 stedelijk en 15 straatstations)
- › Ieder uur meetwaarden naar RIVM in Bilthoven
- › Een uur later beschikbaar via: <http://www.lml.rivm.nl/index.html>
  
- › Daarnaast extra stations in Rotterdam (11, DCMR) en A'dam/NH (24)

## Hoe berekenen we NO en NO<sub>2</sub>?

- › Computermodellen met daarin:
  - › Kennis van de emissies (uur voor uur; binnen- en buitenland)
  - › Kennis van het weer
  - › Kennis van chemische reacties in de atmosfeer
  
- › Concentraties worden berekend voor vakjes van 1x1 km over Nederland voor een reeks van jaren
- › Toetsing met meetresultaten
- › Verschillen tussen modellen ligt oa in mate van detaillering
- › Modellen kunnen in de toekomst kijken (denken we).

# Wat meten en modelleren we in de buitenlucht? (Nederland)

bron: RIVM; GCN kaart



## Andere metingen van NO<sub>2</sub>

Meetcampagnes door diverse instellingen.

Populair zijn de Palmes-buisjes

Voordeel: goedkoop, uit veel buisjes ontstaat een ruimtelijk beeld

Nadeel: slechts 1 meting per ~4 weken, (iets) minder nauwkeurig

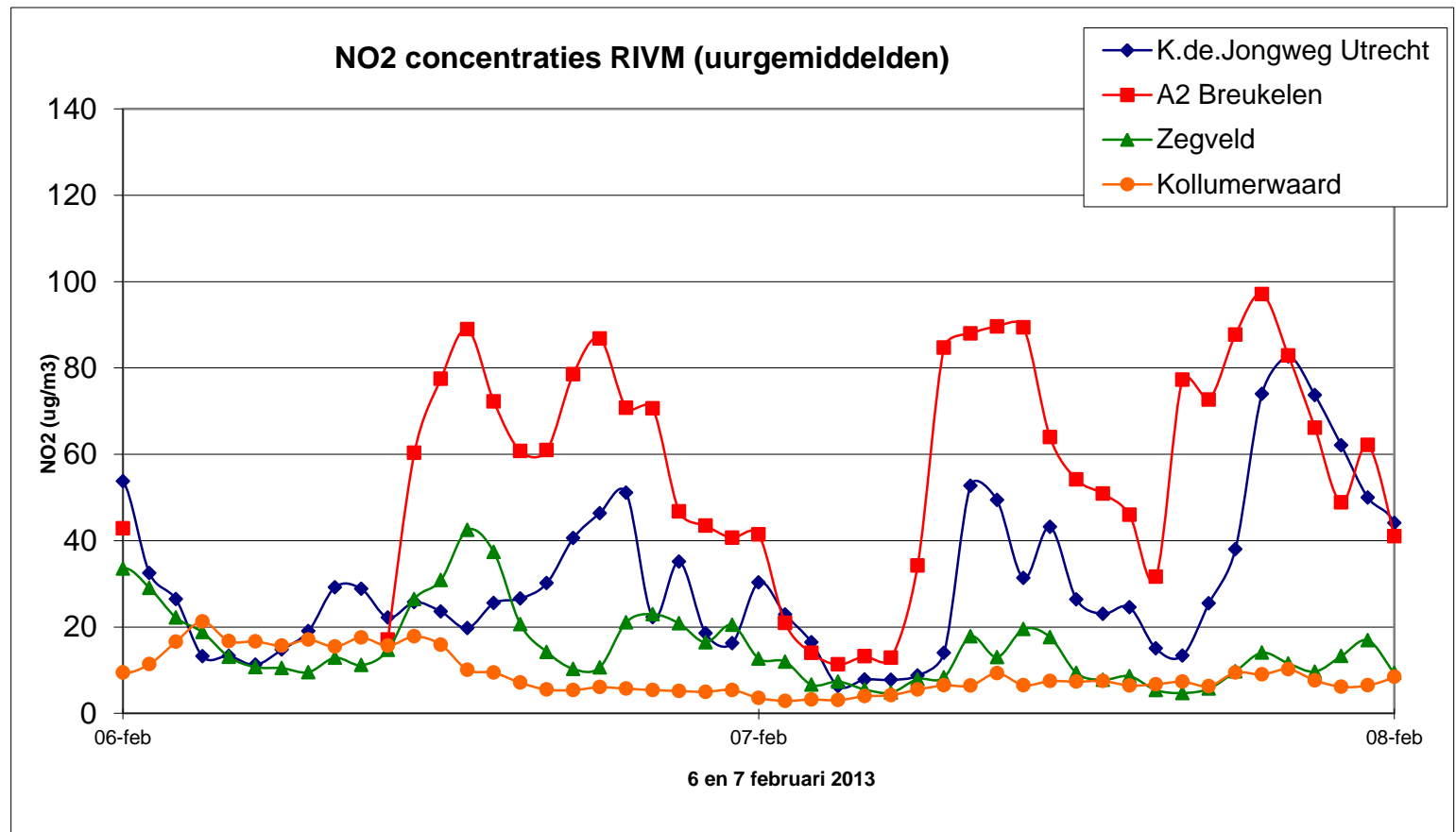


## Meetprincipe

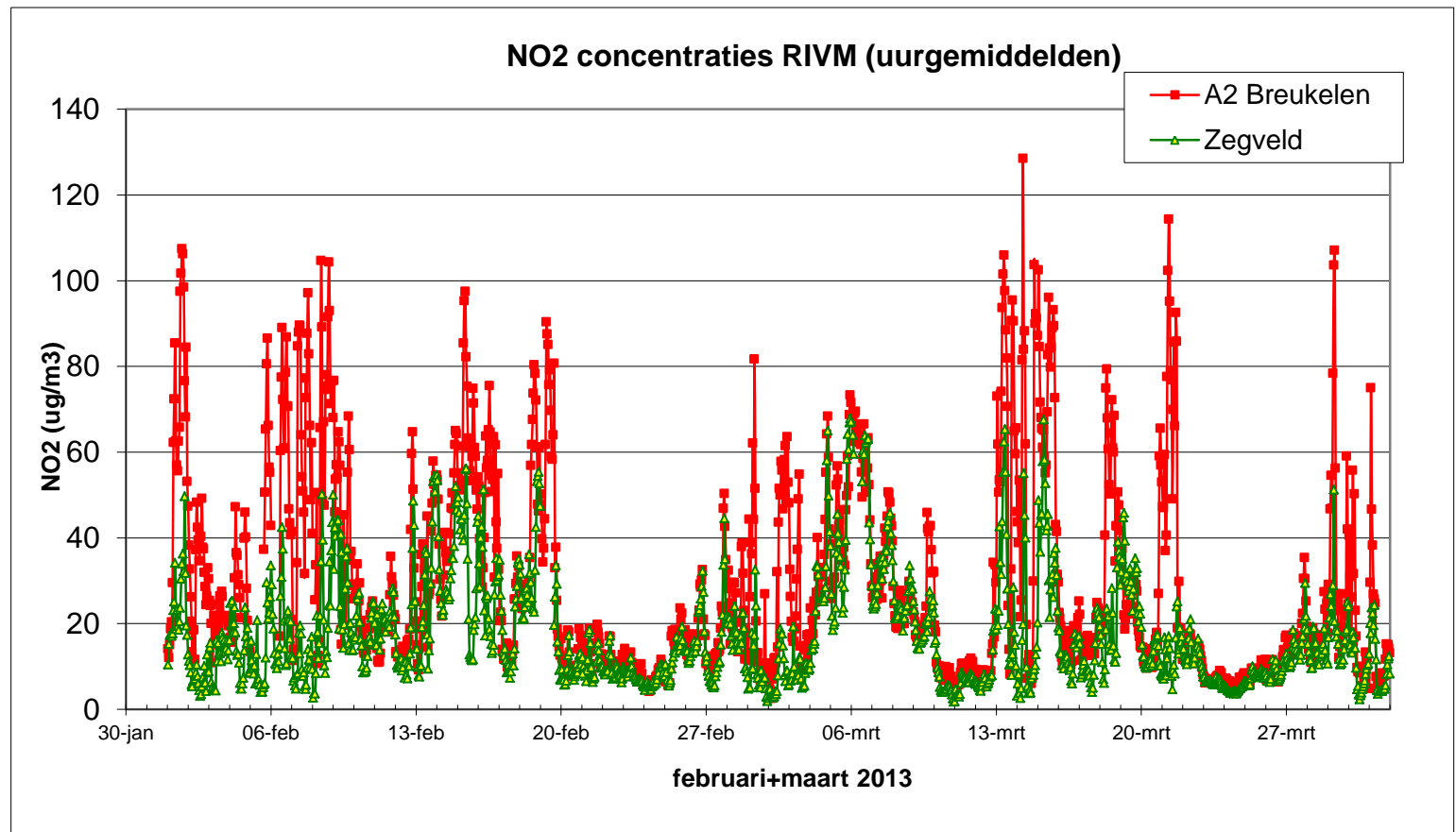
- › De “Palmer” type passieve monsternemer: een kunststof buisje met een lengte van ca. 7 cm en een diameter van ca. 1 cm.
- › Onderaan de buis bevindt zich een rooster geïmpregneerd met een stof (tri-ethanolamine) die NO<sub>2</sub> absorbeert. Na afloop wordt in het lab. de NO<sub>2</sub> “losgemaakt” en geanalyseerd volgens een spectrofotometrische methode.
- › Dit alles levert een belasting (microgram per buisje) op.
- › Blootstellingsduur (4 weken = 672 uur) en diffusiesnelheid (71 ml/uur) levert de concentratie ter plekke op (ug/m<sup>3</sup>).



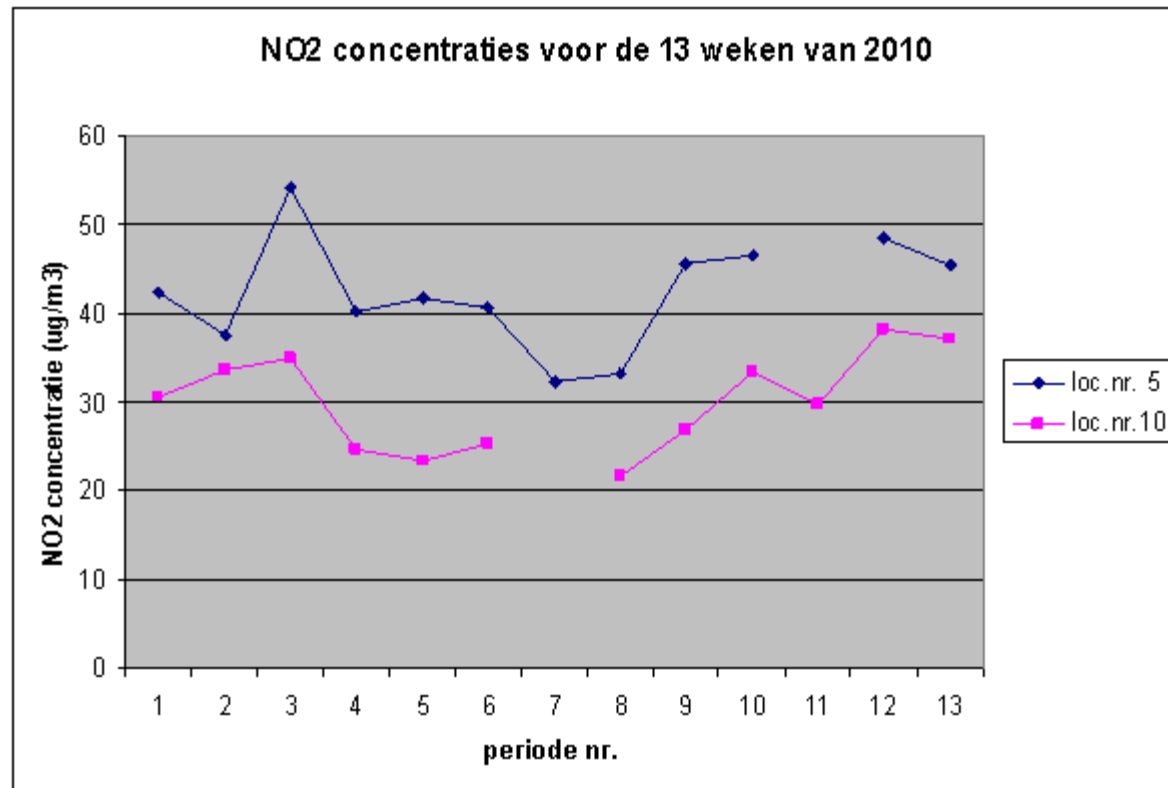
# Variatie van concentraties NO2 (1)



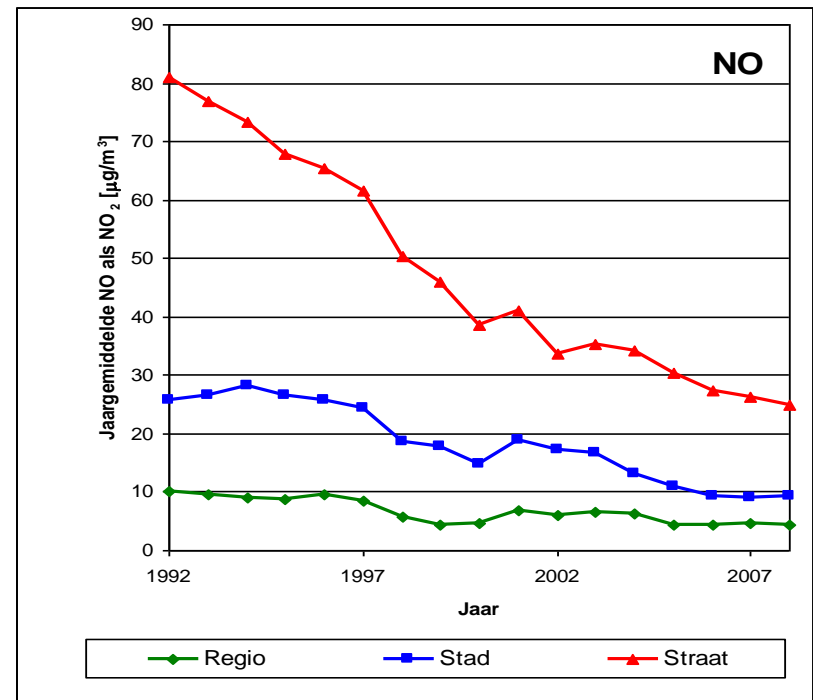
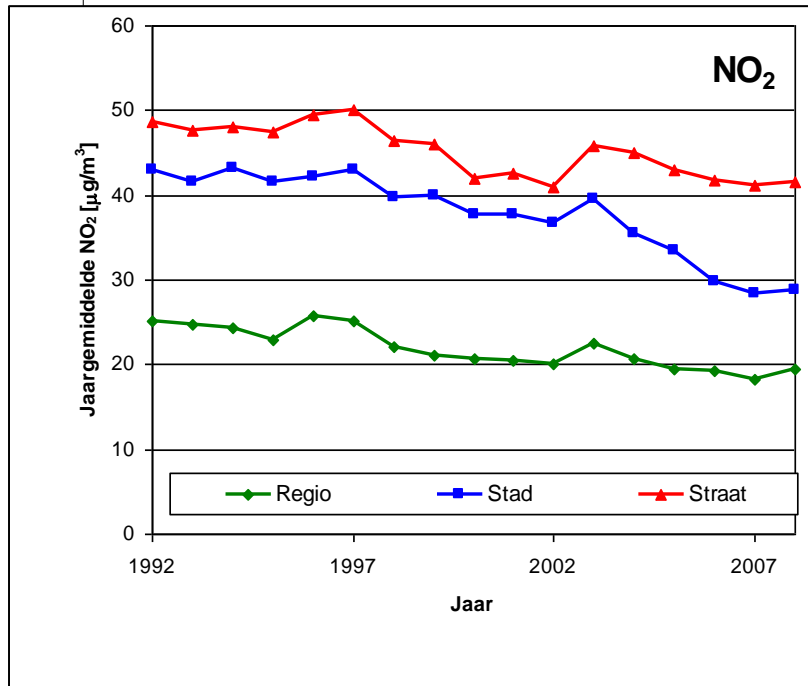
## Variatie van concentraties NO<sub>2</sub> (2)



## Variatie van concentraties NO2 (3)



## Variatie van concentraties NO en NO<sub>2</sub> (4) bron: RIVM

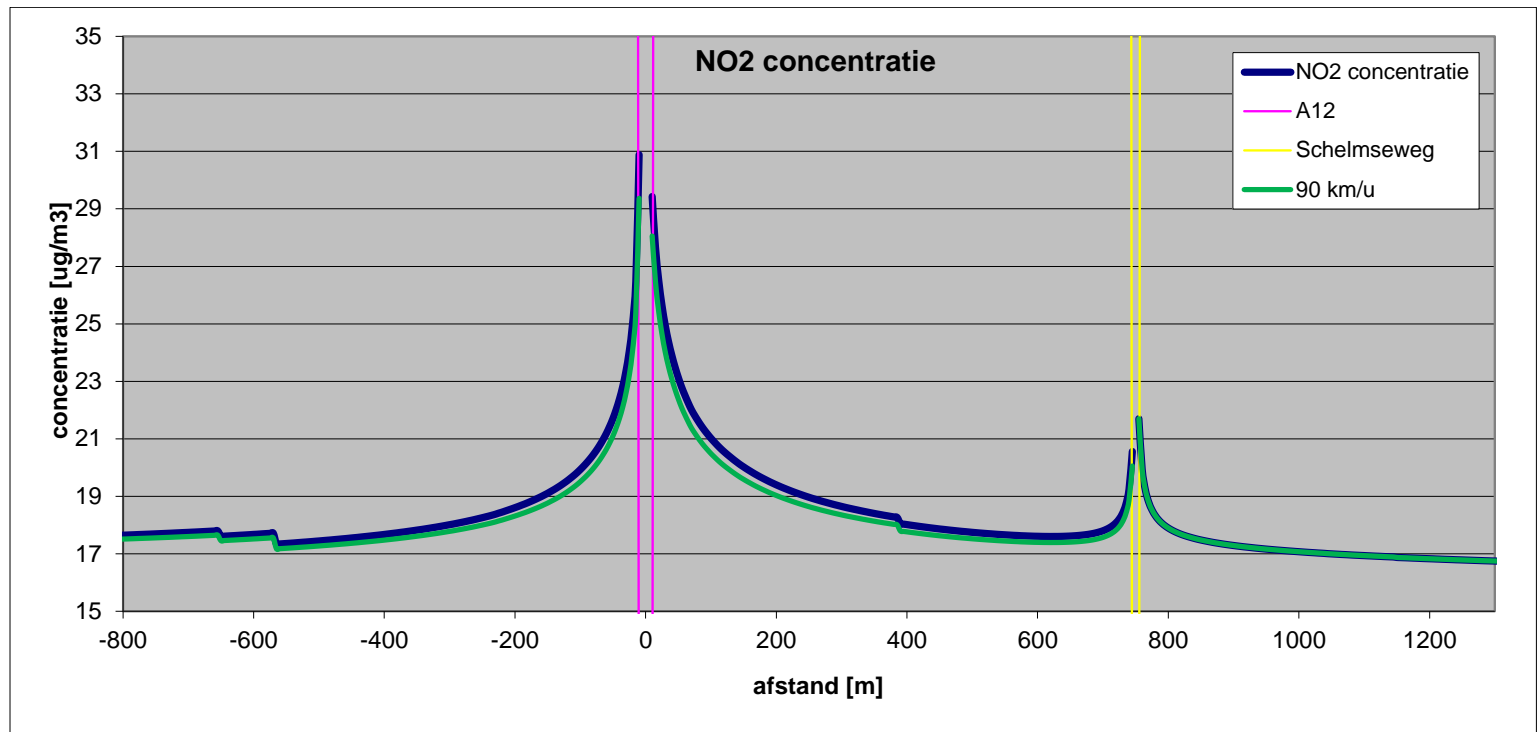


*Het verloop van de jaargemiddelde stikstofdioxide en stikstofoxidenconcentraties op de regionale en stedelijke achtergrondstations en de verkeersbelaste stations*

## Wat kunnen we er aan doen?

- › Maatregelen op Europees en landelijk niveau. Te denken valt aan:  
schonere motoren, aanpak mobiliteit, andere energiesamenstelling...
  
- › Maatregelen op plaatselijk niveau. Te denken valt aan:
  - › Snelheidsmaatregelen (minder hard rijden)
  - › Geluidsschermen of andere obstakels
  - › Verkeer omleiden
  - › .....

# NO2 in de buurt van wegen



## Schermen

A28 bij Putten, 4 meter hoog scherm, berekend met 4 modellen

Afstand tot de weg (m)	Concentratievermindering (ug/m <sup>3</sup> )		Verandering NO <sub>2</sub> (%)	
	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	bijdrage	totaal
17	7.4 ± 0.8	2.4 ± 0.7	13 ± 4	6 ± 2
22	5.4 ± 0.7	1.8 ± 0.6	11 ± 3	5 ± 2
40	2.4 ± 0.8	1.0 ± 0.4	7 ± 3	3 ± 1

Bron: RIVM, Wesseling 2010

## Conclusies

- › NO en NO<sub>2</sub> hebben grote invloed op gezondheid en milieu.
- › Grootste bronnen in Nederland zijn verkeer, industrie, en opwekking van energie.
- › Emissies van NO en NO<sub>2</sub> zijn sinds 1990 ongeveer gehalveerd (behalve die van scheepvaart).
- › Concentraties NO meer gedaald, concentraties NO<sub>2</sub> minder gedaald
- › Oorzaak: verschuiving naar groter aandeel NO<sub>2</sub> in de emissies, plus een gevolg van chemie in de atmosfeer.
- › NO<sub>2</sub> in de nabijheid (<300 meter) van snelwegen aanzienlijk verhoogd.
- › Lokale maatregelen helpen (een beetje).