

NO, NO₂ en NO_x in de buitenlucht

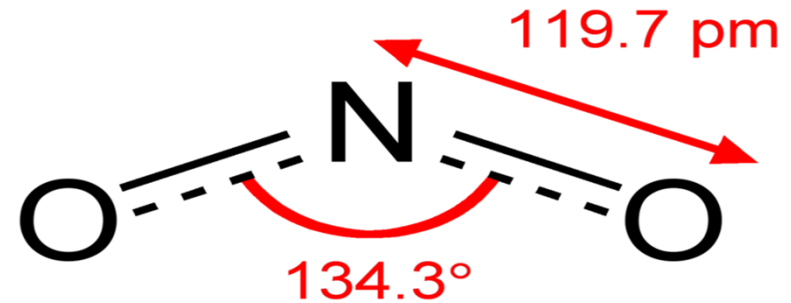
Michiel Roemer



Inhoudsopgave

- › Wat zijn NO, NO₂ en NO_x?
- › Waar komt het vandaan? Welke bronnen dragen bij?
- › Wat zijn de concentraties in de buitenlucht?
- › Maatregelen

Wat is NO₂?



NO en NO₂ (de som van beide aangeduid als NO_x) 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 (N₂) en voor 20% uit zuurstof (O₂)

Typische NO₂ concentratie in Nederland: 40 µg/m³ (~0,000002%)

Waarom interesse in NO en NO₂?

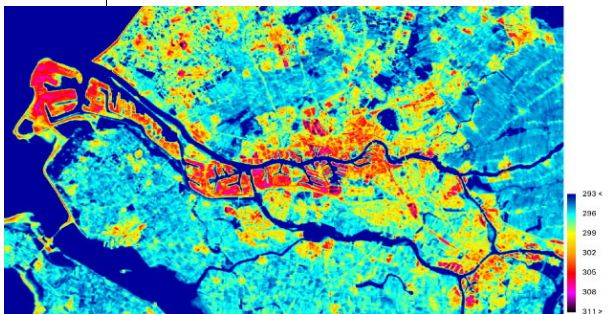
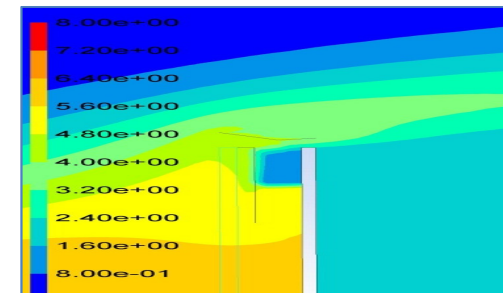
- Heeft een nadelige invloed op de gezondheid
- Draagt bij aan de vorming van ozon (zomersmog)
- Draagt bij aan verzuring van regenwater en bodem
- Draagt bij aan fijn stof
- Draagt bij aan de vermesting van de bodem

Waarom gebruiken we het begrip NO_x?

- › Het grootste deel van de uitstoot is in de vorm van NO (90-95%).
- › Voor sommige bronnen (oa diesels) is de uitstoot van NO₂ aanzienlijk (~20-30%).
- › Chemische reacties in de atmosfeer (met ozon) zorgen ervoor dat NO en NO₂ snel in elkaar over kunnen gaan, zonder dat de som van beide ($\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{NO}_x$) verandert. NO_x 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

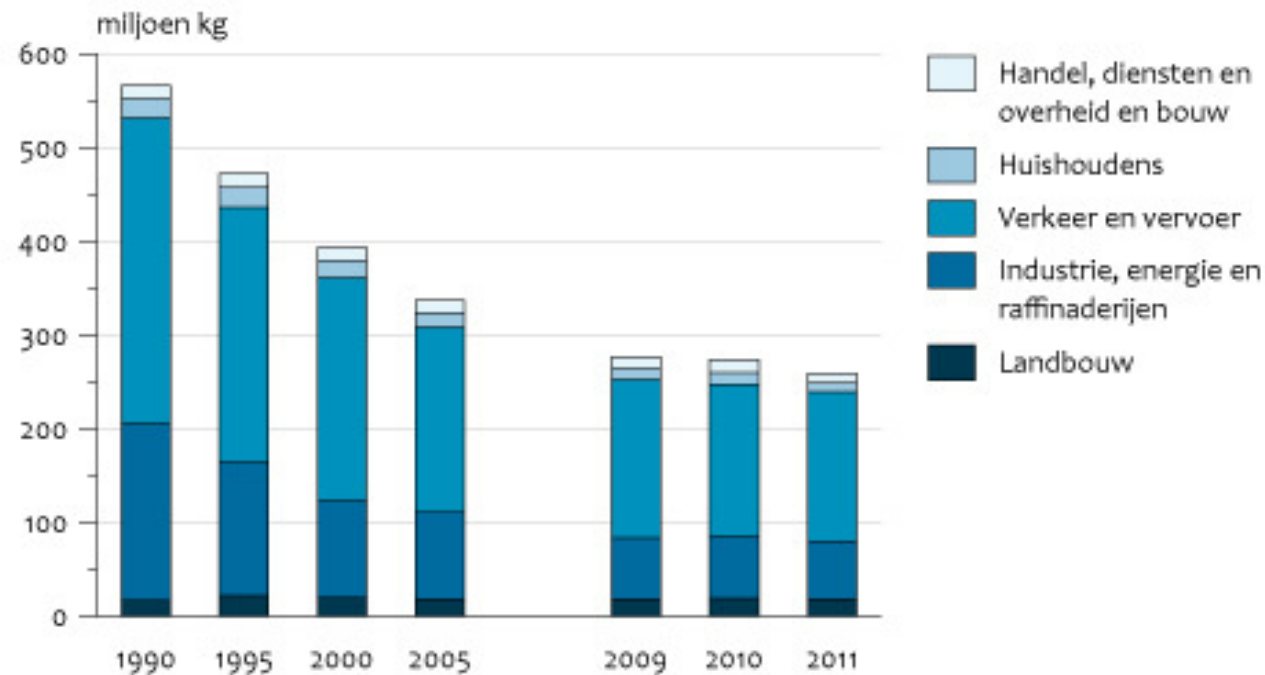


Bronnen (wereldwijd) van NO en NO₂

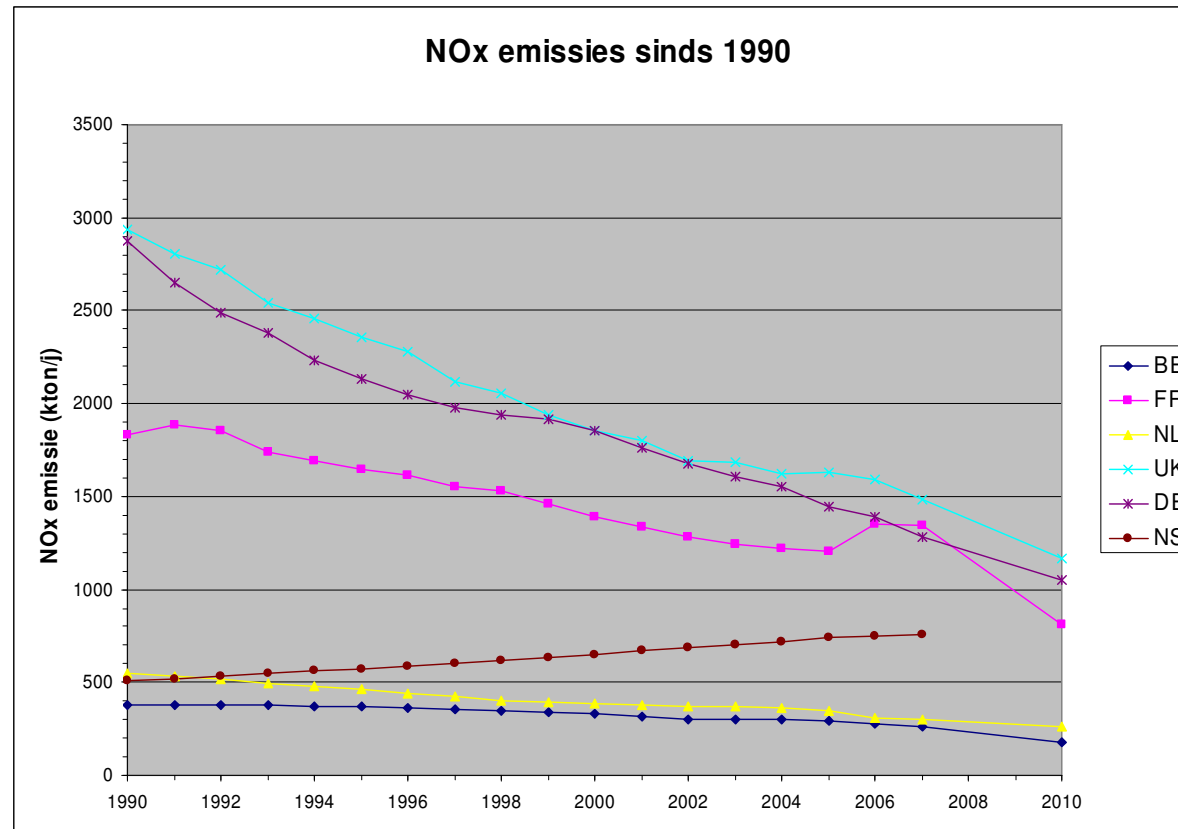
Emissie (Tg N/jr)	antropogeen	natuurlijk
Fossiele Brandstoffen	21	0
Verbranding biomassa	9	1
Uit de bodem	1	4
Bliksem	0	5
Vliegtuigen	0,3	0
Totaal	~31	~10

Bronnen in Nederland

Emissie stikstofoxiden (NO_x) per doelgroep



Bron: Emissieregistratie.

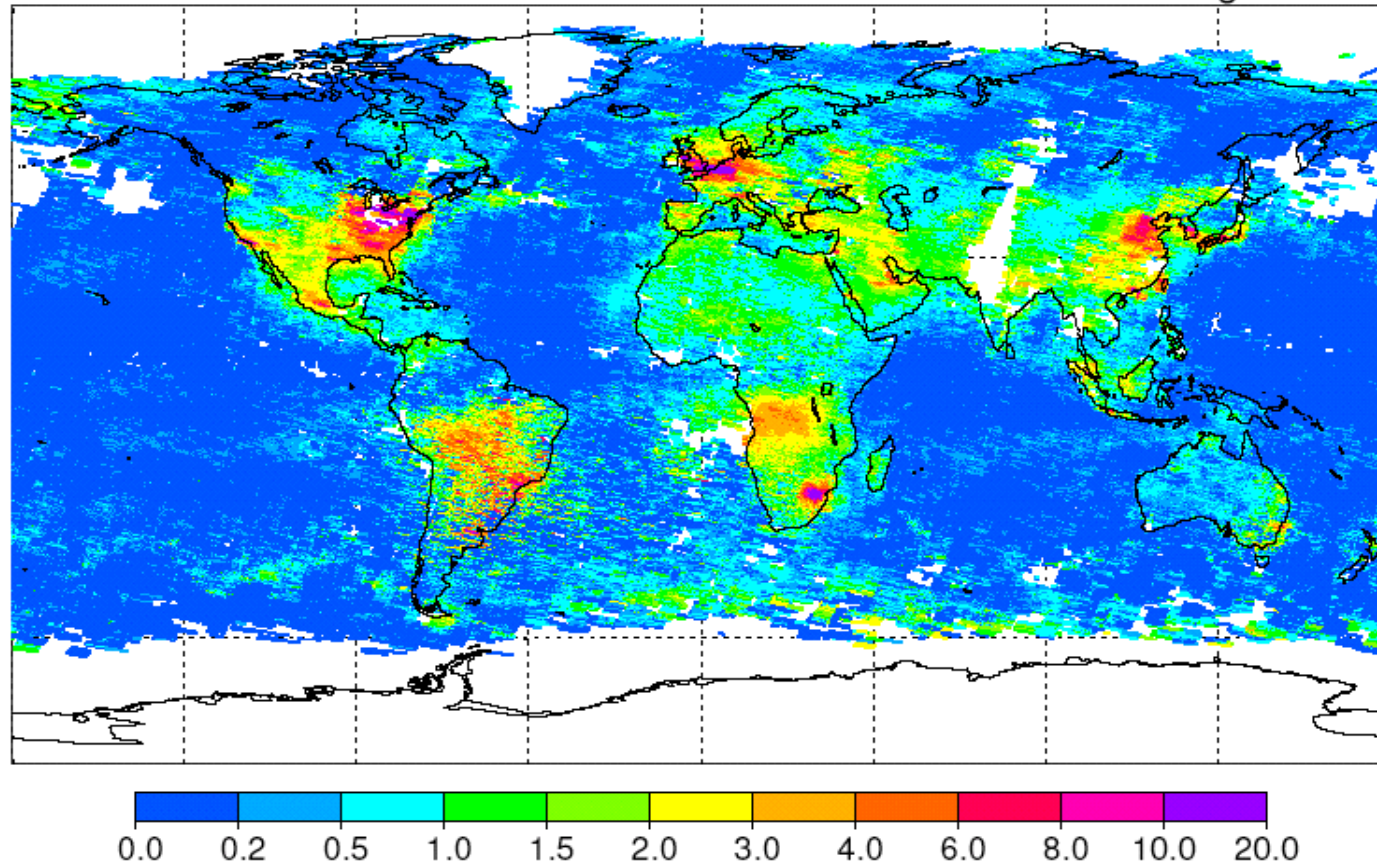


Figuur A1 NOx emissies (kton/jr) sinds 1990 in Nederland, omringende landen en Noordzee
BE: België, DE: Duitsland, FR: Frankrijk, NL: Nederland, NS: Noordzee, UK: Verenigd Koninkrijk

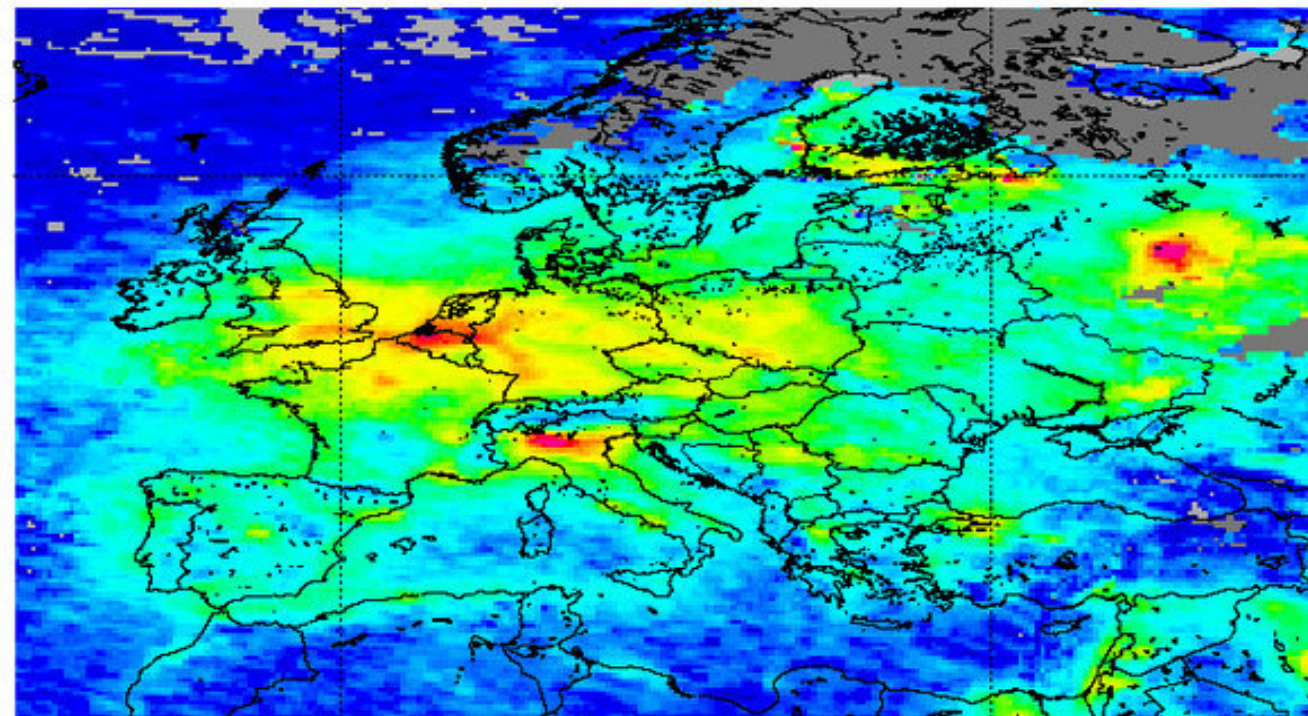
Wat meten we in de buitenlucht? (wereld)

KNMI / IUP / ESA

Tropospheric NO₂ column (10^{15} molec cm⁻²)
August 1997



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



NO₂ density [10^{15} molec/cm²]



Hoe meten we NO en NO₂ in Nederland?

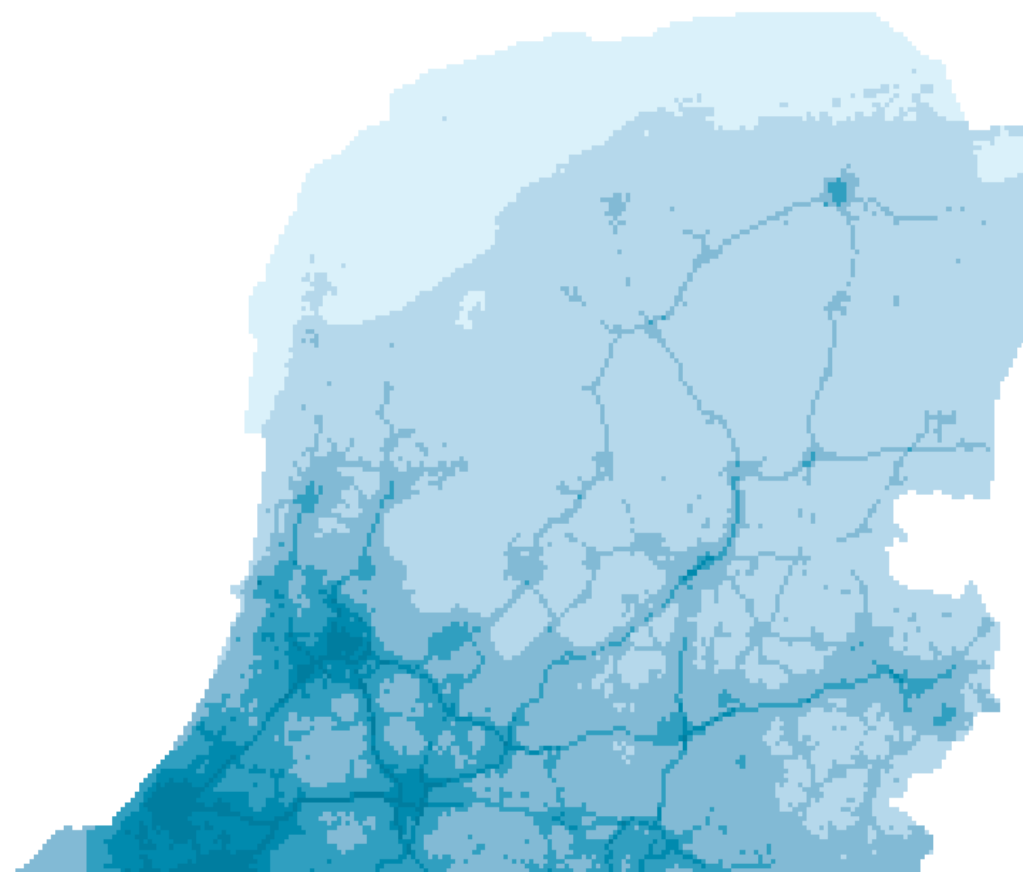
- › Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging beheerd door het RIVM
- › Sinds 1973: SO₂, NO, NO₂, O₃, CO, NH₃, PM + neerslag, metalen.
- › In 2013 zijn er 45 meetstations (20 landelijk, 10 stedelijk en 15 straatstations)
- › Ieder uur meetwaarden naar RIVM in Bilthoven
- › Een uur later beschikbaar via: <http://www.lml.rivm.nl/index.html>
- › Daarnaast extra stations in Rotterdam (11, DCMR) en A'dam/NH (24)

Hoe berekenen we NO en NO₂?

- › 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 NO₂

Meetcampagnes door diverse instellingen.

Populair zijn de Palmes-buisjes

Voordeel: goedkoop, uit veel buisjes ontstaat een ruimtelijk beeld

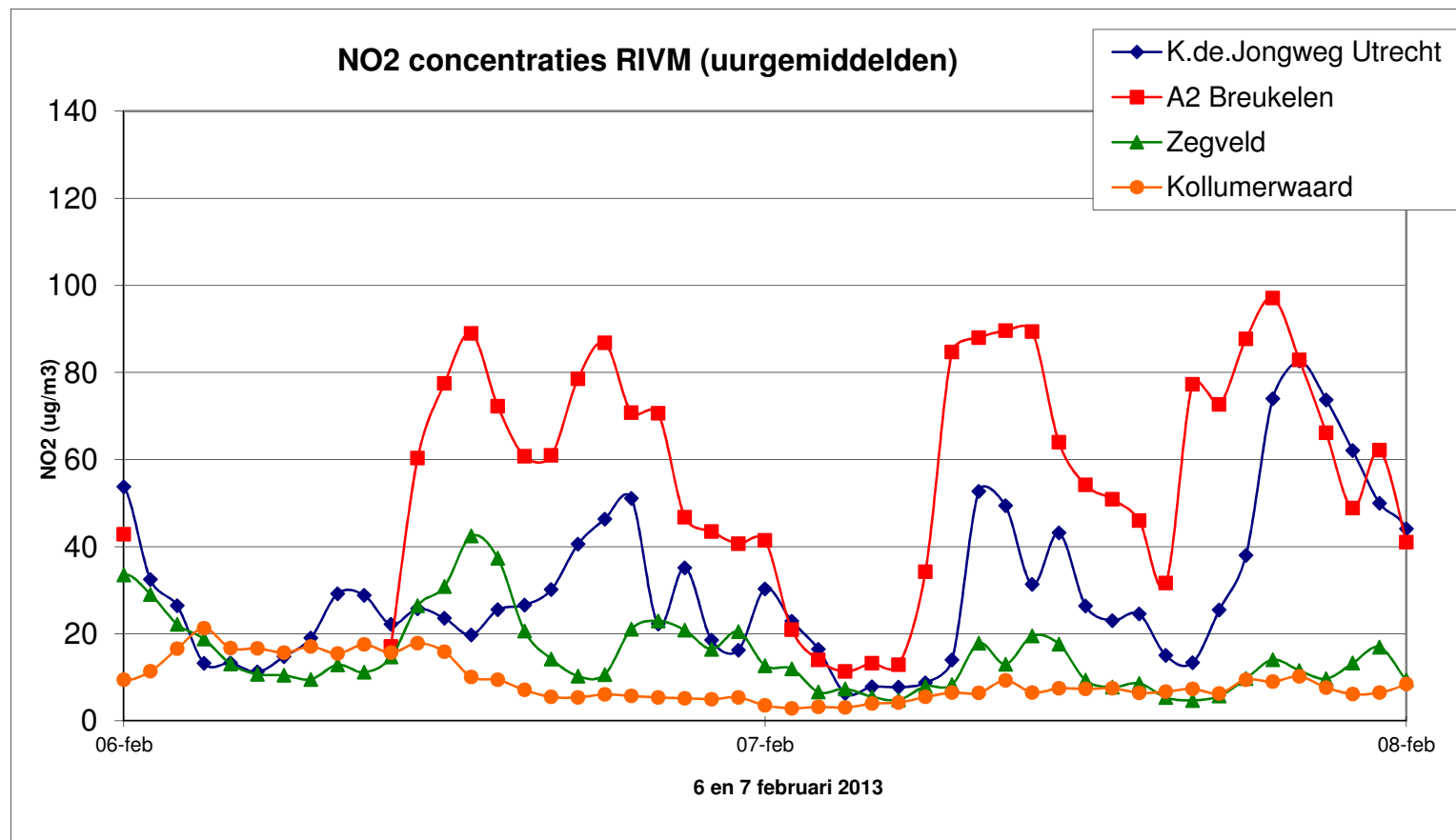
Nadeel: slechts 1 meting per ~4 weken, (iets) minder nauwkeurig



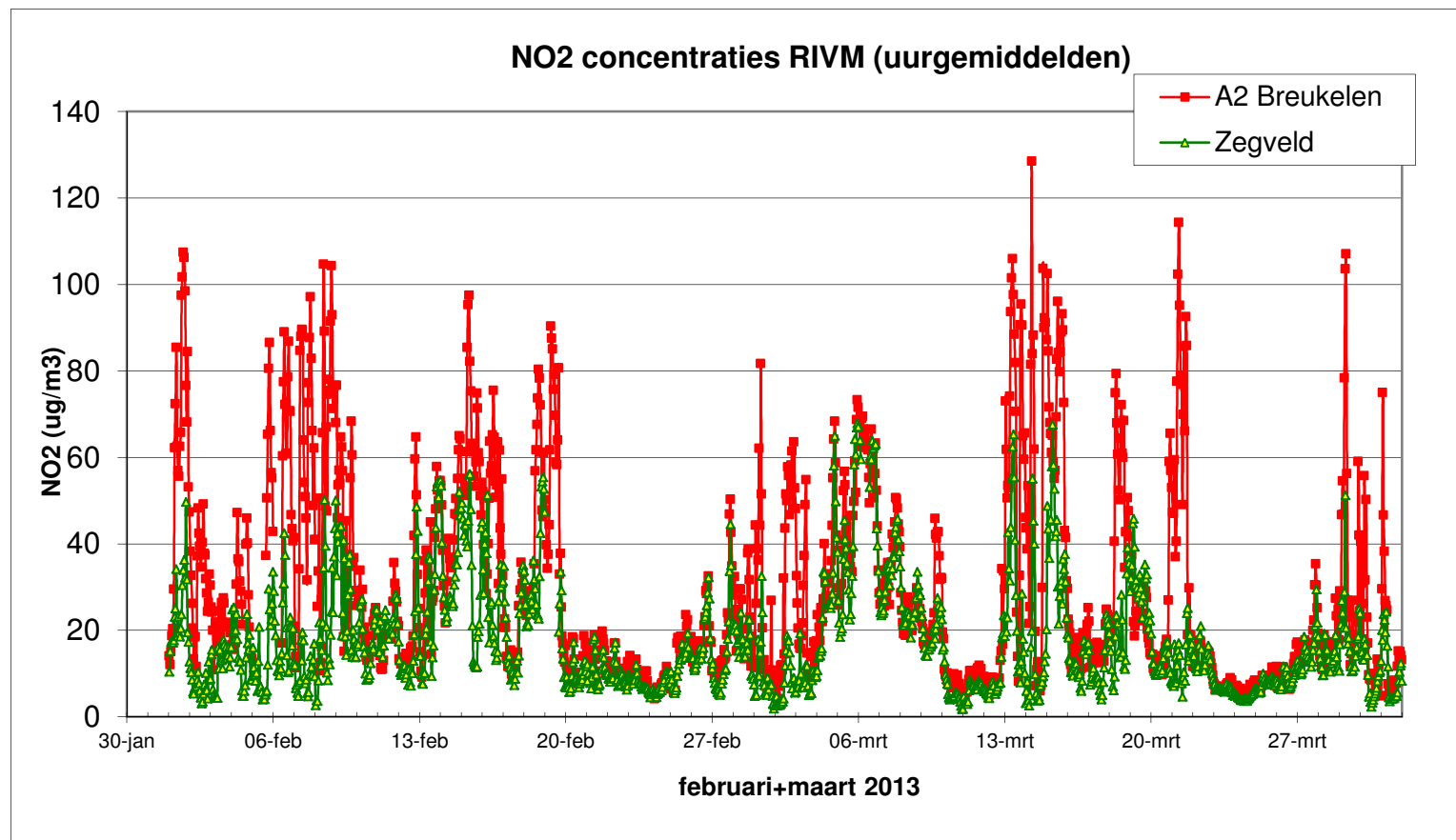
Meetprincipe

- › De “Palmes” 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 NO₂ absorbeert. Na afloop wordt in het lab. de NO₂ “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/m³).

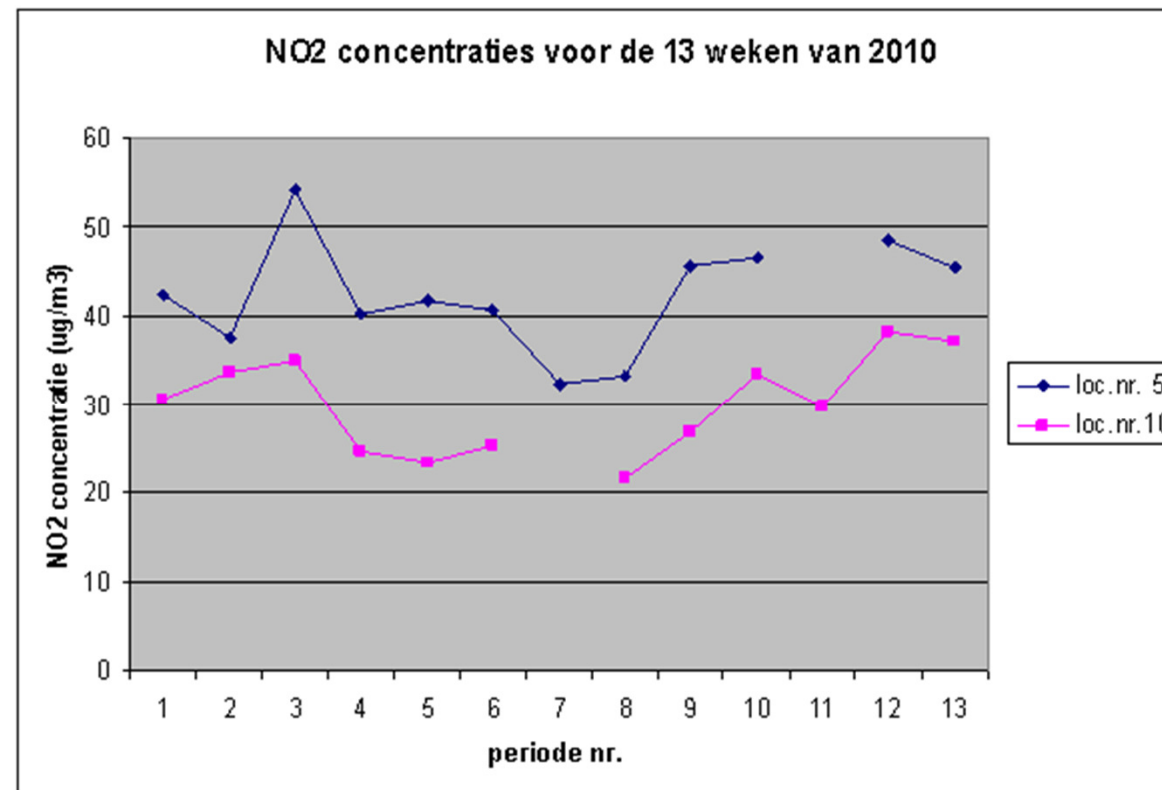
Variatie van concentraties NO₂ (1)



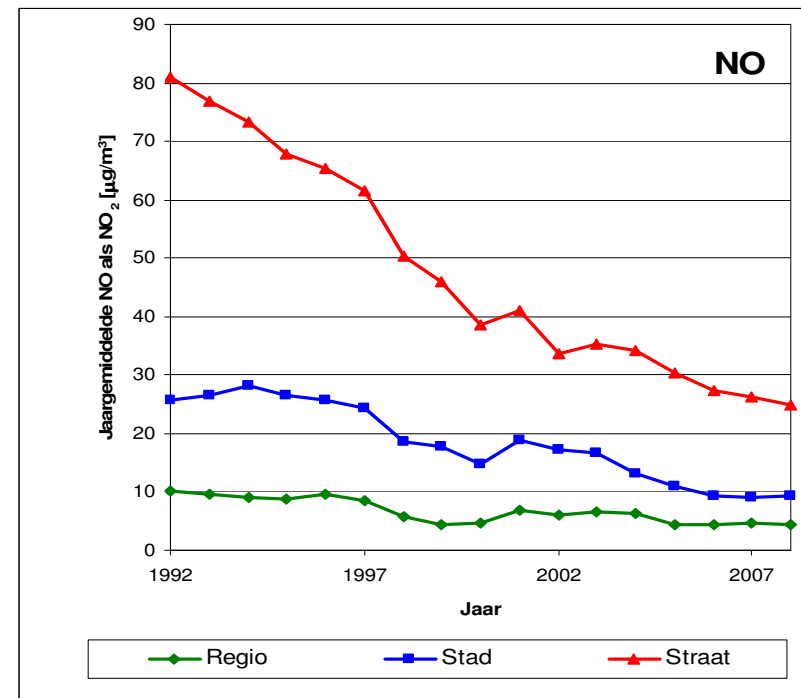
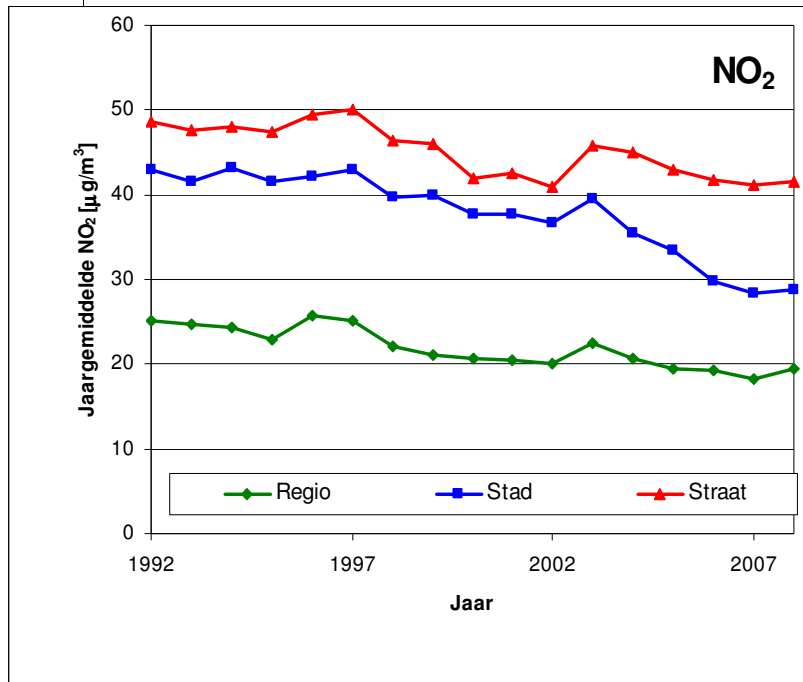
Variatie van concentraties NO₂ (2)



Variatie van concentraties NO₂ (3)



Variatie van concentraties NO en NO₂ (4) bron: RIVM

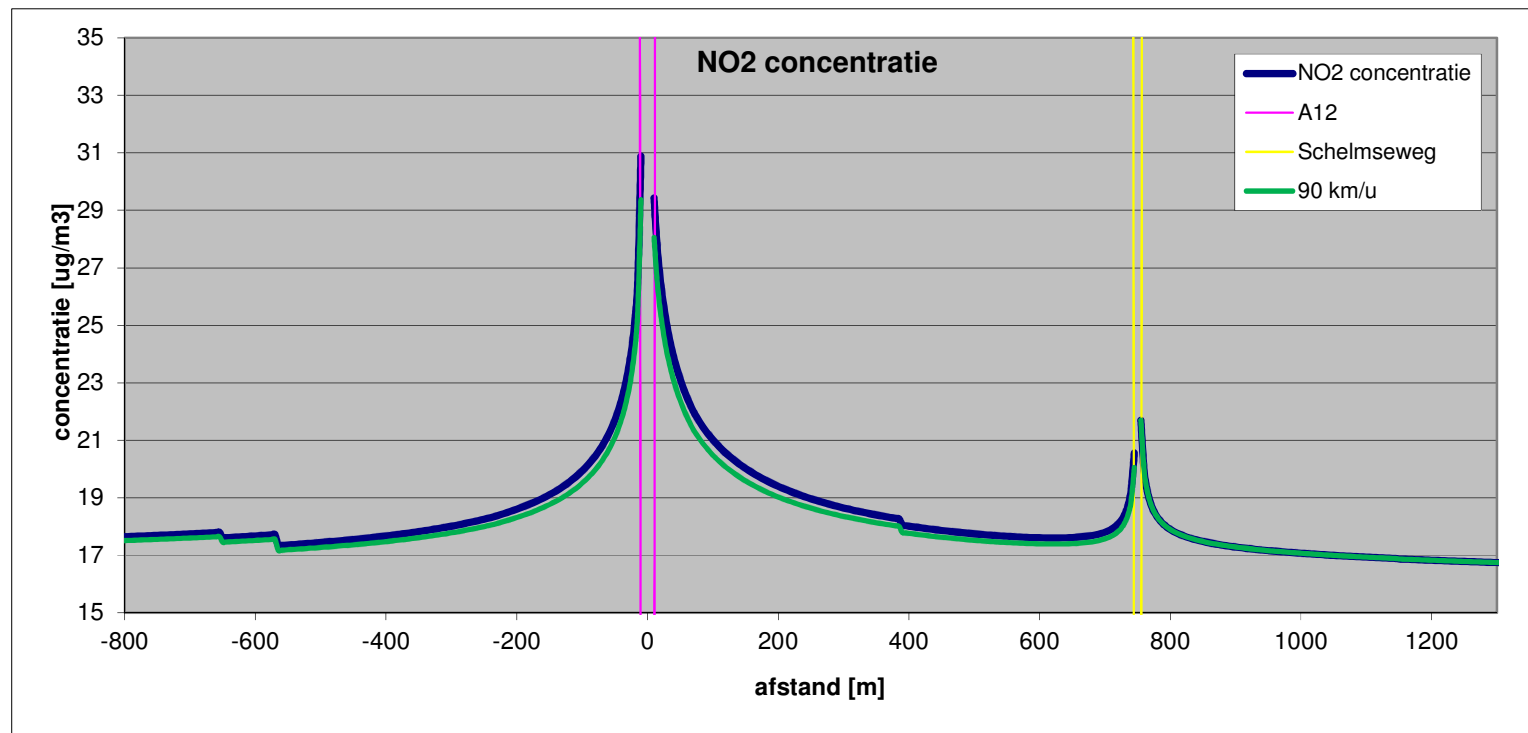


Het verloop van de jaargemiddelde stikstofdioxide en stikstofoxidenconcentraties op de regionale en stedelijke achtergrondstations en de verkeersbelaste stations

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/m3)		Verandering NO2 (%)	
	NOx	NO2	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 NO₂ hebben grote invloed op gezondheid en milieu.
- › Grootste bronnen in Nederland zijn verkeer, industrie, en opwekking van energie.
- › Emissies van NO en NO₂ zijn sinds 1990 ongeveer gehalveerd (behalve die van scheepvaart).
- › Concentraties NO meer gedaald, concentraties NO₂ minder gedaald
- › Oorzaak: verschuiving naar groter aandeel NO₂ in de emissies, plus een gevolg van chemie in de atmosfeer.
- › NO₂ in de nabijheid (<300 meter) van snelwegen aanzienlijk verhoogd.
- › Lokale maatregelen helpen (een beetje).