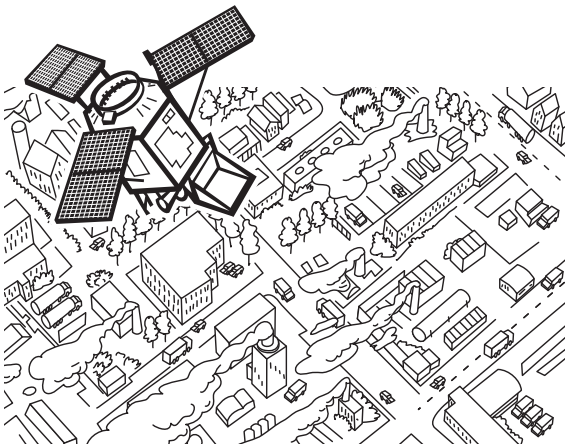
Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapp.

Kijken naar luchtvervuiling

klas 2 - 3
VWO

Wat is de menselijke invloed op de atmosfeer? Aardobservatiesatellieten zoals het meetinstrument Tropomi houden onze atmosfeer vanuit de ruimte in de gaten. Opvallende gebeurtenissen, zoals de lockdown vanwege de COVID-19-pandemie, kun je aan de hand van satellietmetingen bestuderen. Waar moet je rekening mee houden en wat kun je wel en niet concluderen uit beelden die een satelliet maakt?



Lesdoelen
De leerling:
- kan aardobservatiebeelden selecteren, analyseren, combineren en interpreteren;
- combineert verschillende bronnen om conclusies over de menselijke invloed op de aardatmosfeer te trekken;
- kan uitleggen wat metingen van satellieten wel en niet kunnen bijdragen aan de monitoring van de luchtsamenstelling op aarde;
- kan uitleggen waar stikstofdioxide vandaan komt en waarom het schadelijk is.

Benodigdheden per leerling
- computer met toegang tot internet
- eerste 2 werkbladen (digitaal of op papier)
- eventueel derde werkblad

Hebben de leerlingen geen internettoegang tijdens de les? Projecteer dan de data op het digibord (zie knop digibordweergave bij de les op **www.esero.nl**) en doe de opdrachten gezamenlijk. Of laat de leerlingen de opdracht thuis uitvoeren

Tijdsduur les:
60 minuten

Kerndoelen:
27, 32, 33, 41

Vakken:
Aardrijkskunde, Science, Scheikunde

Voorbereidingen
Lees de lesbeschrijving en de werkbladen door. Bepaal daarbij of de leerlingen ook het verdiepingswerkblad *Hoe meet Tropomi?* doen. Probeer de website **https://maps.s5p-pal.com/** zelf uit en zet de media digitaal klaar. Print de werkbladen uit.

Lesopbouw
De les begint met een introductie over aardobservatie door satellieten en hoe deze stikstofdioxide in de atmosfeer meten. Daarna oefenen de leerlingen met een tool voor satellietbeelden. Daarbij leren ze waar ze rekening mee moeten houden bij het interpreteren van de beelden en combineren ze informatie om gebeurtenissen als de COVID-19-pandemie en het Chinees Nieuwjaar te bestuderen. Vervolgens zoomt de les in op Nederland, het Nederlandse stikstofprobleem en het combineren van grondmeetdata en satellietbeelden.
Indien gewenst is een verdere verdieping van de les mogelijk met het werkblad *Hoe meet Tropomi?* De les eindigt met een samenvatting.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Lesbeschrijving *Kijken naar luchtvervuiling*

Inleiding Satellietmetingen van luchtvervuiling (10 minuten)

Satellieten kunnen bijdragen aan het monitoren van de stoffen in de aardatmosfeer. Dat gebeurt bijvoorbeeld met het meetinstrument Tropomi op de Copernicus Sentinel-5P satelliet. Deze brengt elke dag de hele aardatmosfeer in kaart.

> **Tip**
> Dit RTL-nieuwsbericht over de lancering van de satelliet geeft achtergrondinformatie over het meetinstrument Tropomi: **https://bit.ly/34A2TzO**. Begin de les met dit filmpje van 3 minuten.

In deze les gebruiken we de Tropomi-metingen van stikstofdioxide-uitstoot op aarde. Stikstofdioxide (NO_2) komt vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen, bijvoorbeeld in de industrie en in het verkeer. Die uitstoot is goed te meten en daarmee een handige indicator voor milieuvervuiling.

Er zijn een paar redenen waarom we liever niet te veel stikstofdioxide in de atmosfeer hebben. Allereerst heeft dat een negatieve invloed op onze gezondheid, omdat NO_2 longaandoeningen veroorzaakt en verergert. Verder veroorzaakt ook het neerslaan van stikstofhoudende stoffen problemen, zoals zure regen en de vermesting van bodem en oppervlaktewater. Daar hebben we in Nederland erg veel last van. Dat gaan we verderop in de les bespreken.

Opdrachten (30 minuten)

Werkblad Stikstofdioxide meten vanuit de ruimte
Het eerste deel van de les helpt de leerlingen bij het verkennen van de website **https://maps.s5p-pal.com/** en het interpreteren van de satellietbeelden. Ze beginnen met het kijken naar de wereldwijde stikstofdioxide-uitstoot. Welk land stoot het meest uit? Wat zijn de seizoens- en weersinvloeden waar je rekening mee moet houden als je conclusies wilt trekken? En kun je dan de effecten van de COVID-19-lockdown zien? Welke beelden heb je daarvoor nodig? Vraag de leerlingen om kritisch te kijken naar welke beelden ze kiezen om hun conclusies te onderbouwen. Bij de laatste vraag hoort een video met informatie over het Chinees Nieuwjaar: **https://bit.ly/3rkpgD3**. Die video kan ook klassikaal bekeken worden.

Als de leerlingen de opdracht lastig vinden, is het handig om eerst werkblad 1 te bespreken voordat zij aan werkblad 2 beginnen. De uitwerking van werkblad 1 staat in de bijlage. Als de leerlingen de opdracht thuis doen houd dan rekening met een terugkoppelmoment.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

NB Deze les is gemaakt in december 2020. Omdat Tropomi elke dag meet, is er sindsdien misschien nog een andere interessante gebeurtenis geweest die te zien is in de metingen.

Werkblad *Nederland en het stikstofprobleem*
Dit deel van de les gaat specifiek over Nederland en de leefomgeving van de leerlingen. Ons land stoot de meeste stikstofdioxide uit binnen Europa. Dat komt doordat ons land op een klein oppervlak een hoge dichtheid heeft van mensen, dieren en economische activiteit. Onze natuur heeft veel te lijden onder de grote hoeveelheden stikstof in de lucht.

In deze Clipphanger wordt het probleem van stikstof voor de Nederlandse natuur uitgelegd: **http://bit.ly/3pg1R3P**. De link staat in het werkblad, maar het filmpje kan ook klassikaal bekeken worden. In de vragen komt ook aan bod hoe satellietbeelden en grondmeetstations elkaar kunnen aanvullen. Bespreek de uitwerking van het werkblad met de leerlingen en doe eventueel nog de verdiepende vragen van Werkblad 3.

Extra verdiepingsopdracht (15 minuten)

Werkblad *Hoe meet Tropomi?*
In dit deel komt de natuurkundige achtergrond aan bod. Hoe kun je vanuit de ruimte een gas op aarde meten? En wanneer wordt er niets gemeten? Bekijk samen met de leerlingen de Ruimte-expertvideo 'Hoe meet je luchtvervuiling?' via **http://bit.ly/2KRaaE7**. Deze video gaat voornamelijk over OMI, de voorloper van Tropomi, maar die meet op dezelfde manier als Tropomi. Beantwoord en bespreek de vragen.

Nabespreken (5 minuten)

Bespreek de les na. Waar moet je rekening mee houden als je satellietbeelden wilt interpreteren? Seizoenen kunnen van invloed zijn en ook het weer (wind, regen, bewolking). Ook maakt het uit welke perioden je met elkaar vergelijkt. Het is dus niet genoeg om simpelweg twee plaatjes met elkaar te vergelijken. Je moet ook kijken naar de omstandigheden waaronder die plaatjes tot stand zijn gekomen. Wat leer je hieruit over onderzoek doen?

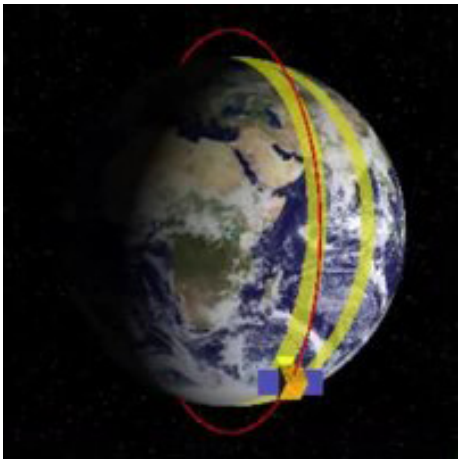
Vervolgvraag: de dagelijkse metingen die de aardobservatiesatellieten doen, zijn voor iedereen toegankelijk. Welke gebeurtenis zou jij willen proberen op te sporen met deze satellietmetingen?

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Achtergrondinformatie voor de docent

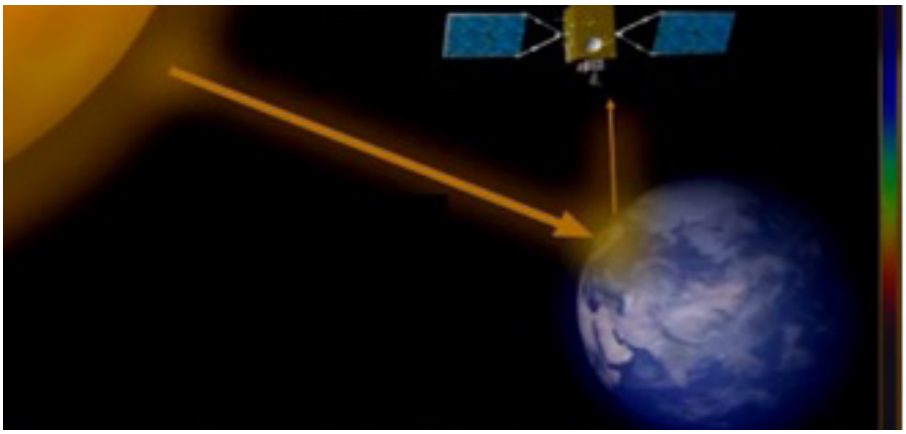
Wat meet Tropomi?
Tropomi is een meetinstrument dat concentraties meet van gassen in de onderste laag van de dampkring, de troposfeer: stikstofdioxide (NO_2), zwaveldioxide (SO_2), methaan (CH_4), koolstofmonoxide (CO), formaldehyde (CH_2O),
ozon (O_3) en aerosolen. Tropomi is het enige meetinstrument aan boord van de aardobservatiesatelliet Sentinel-5 Precursor, die op 13 oktober 2017 is gelanceerd.

De satelliet heeft een polaire baan op 824 km boven het aardoppervlak (zie figuur 1). Eén baan om aarde duurt 100 minuten. Doordat de aarde ook draait, heeft Tropomi een dag nodig om de hele aardatmosfeer in kaart te brengen (zie de animatie in de beeldbank bij de les). Om 12.33 uur meet Tropomi boven Nederland.



Figuur 1 Polaire Baan.
Bron: CC Wikimedia commens, Brandir.

Hoe meet Tropomi?
Tropomi meet gassen met behulp van spectroscopie: het instrument meet het gereflecteerde zonlicht van de aarde (figuur 2). Elk van de gassen absorbeert bepaalde frequenties van het zonlicht; ze hebben een spectrale vingerafdruk (figuur 3). Door precies te meten welke frequenties zonlicht wel en niet worden gereflecteerd door de aarde, kun je herleiden welke en hoeveel gassen er zich in de luchtkolom van de troposfeer bevinden.

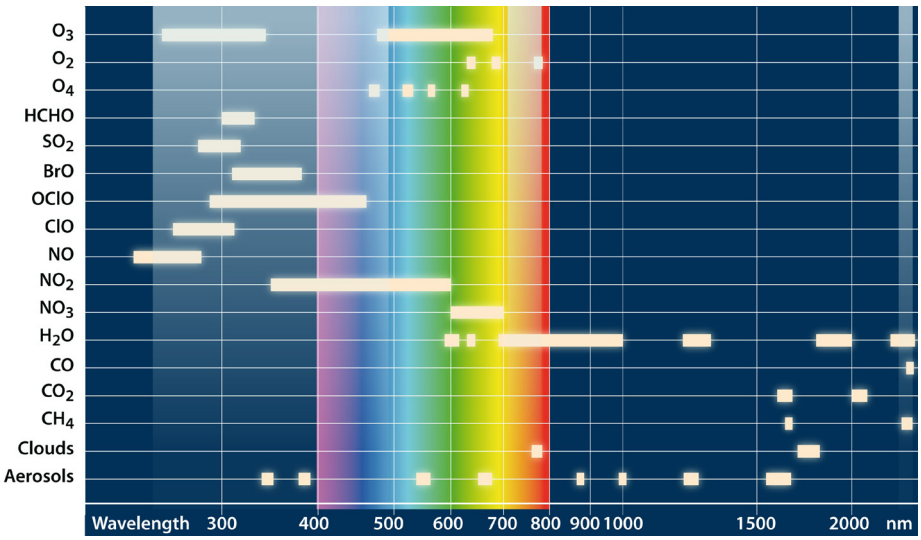


Figuur 2 Ontvangst van het gereflecteerde zonlicht door een satelliet.
Bron: ruimte-expertvideo De verzonken tralie', Schooltv.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Interpreteren van de meetgegevens

Tropomi kan geen onderscheid maken in hoogte, daarom zijn de meetgegevens een optelsom van de hele hoogte. Elke pixel op het satellietbeeld geeft dus de totale hoeveelheid van bijvoorbeeld stikstofdioxide over een aantal kilometer in de hoogte weer; we spreken daarom van een totale luchtkolom.
Je kunt Tropomi-beelden daarom niet gebruiken om de concentratie die wij inademen vast te stellen. Daarvoor zijn grondmeetstations nodig. Nederland heeft een netwerk van grondmeetstations die de concentratie van vervuilende gassen op specifieke plekken meten, zoals snelwegen of industriegebieden. Deze metingen worden geëxtrapoleerd om een model van de luchtsamenstelling van Nederland te maken. Een combinatie van de meetgegevens van de grondmeetstations en de satellieten geeft dus een completer beeld van de luchtsamenstelling in Nederland.



Figuur 3 Tabel met een overzicht van verschillende gassen en hun spectrale vingerafdruk in golflengte. Het zichtbare licht is weergegeven met de regenboogkleuren. Bron: SRON

Stikstofdioxide

Stikstofdioxide (NO_2) is een gas dat vrijkomt bij het verbranden van fossiele brandstoffen. NO_2 verblijft een tijd in de lucht voordat het onder invloed van zonlicht, temperatuur en vocht omgezet wordt in andere stoffen, zoals fijnstof en ozon. De levensduur of atmosferische verblijftijd van NO_2 fluctueert daardoor door het jaar heen. Een hogere temperatuur, meer zonlicht en meer vocht zorgen ervoor dat de chemische omzettingen sneller gaan en NO_2 minder lang in de lucht is. De levensduur van NO_2 kan variëren van een paar dagen in de winter tot zes uur in de zomer. Ook neerslag, wind en andere luchtvervuiling zijn hierbij van invloed.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Negatieve gevolgen van stikstofdioxide
Stikstofdioxide heeft een negatieve invloed op onze gezondheid en op het milieu. Nederland is binnen Europa de grootste stikstofuitstoter per hectare.

Gezondheid
Stikstofdioxide heeft direct invloed op het ontstaan en verergeren van astma, COPD en longkanker, en het verergeren van hart- en vaataandoeningen. Stikstofdioxide wordt omgezet in fijnstof en ozon. Deze stoffen dragen bij aan smog. Als er te veel smog is, wordt het mensen met kwetsbare longen afgeraden om naar buiten te gaan.

Milieu
Er zijn twee grote effecten die stikstofdioxide heeft op het milieu: vermesting en verzuring. Het grootste probleem in Nederland is vermesting. Stikstof komt via regen, fijnstof en de opname van planten in de bodem terecht (stikstofdepositie). Een teveel aan stikstof in de bodem zorgt voor overwoekering door stikstofminnende planten. Denk daarbij aan vergrassing en verstruiking van de heide en het overwoekeren door brandnetel en braam. Hierdoor verdwijnen heel specifieke ecosystemen. Ook in oppervlaktewater met veel stikstof ontstaat overwoekering. Algen en kroos krijgen de overhand, wat zorgt voor troebele sloten en sterfte van planten en vissen.

In combinatie met water kan stikstofdioxide ook zure regen worden. Zure regen zorgt voor verzuring van de bodem. Stoffen als kalk lossen op en worden uit de bodem gespoeld. Zuurminnende planten zijn in het voordeel en andere planten verdwijnen. Dit is schadelijk voor de ecosystemen in deze gebieden, omdat zonder deze planten de bijbehorende insecten en andere dieren verdwijnen. Ammoniakgas (NH3), dat ontstaat in de intensieve veeteelt, speelt in het milieu overigens een vergelijkbare rol.

Nederlandse stikstofemissie
De Nederlandse stikstofemissie (stikstofoxiden en ammoniak samen) per hectare is de hoogste van Europa: bijna vier keer het EU-gemiddelde. Dat komt doordat Nederland een hoge dichtheid van mensen, dieren en economische activiteit heeft op een klein oppervlak. België en Duitsland zijn na Nederland de grootste stikstofuitstoters in de EU.

Meer informatie

Tropomi
- Ruimteonderzoeksinstituut SRON maakte voor de lancering een informatiefilm over Tropomi, over de meettechniek en wat we met de data doen: **https://bit.ly/2KjSe5u**.
- De werking van het meetinstrument wordt uitgelegd in de Ruimte-expertvideo: ‘De verzonken tralie’ via **http://bit.ly/2Kt9vsP**.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

- De data die Tropomi en andere aardobservatiesatellieten verzamelen, zijn direct in te zien via de Sentinel Hub EO-browser: **http://bit.ly/2KO1fUc**.
- De NLT-module Satellieten en Aardobservatie gaat over de verschillende technieken die gebruikt worden om de aarde te observeren met satellieten: **http://bit.ly/3nHgRY7**.

Stikstofdioxide

- TNO heeft in 2019 een factsheet over stikstofuitstoot en -depositie in Nederland geschreven, die ook voor leerlingen goed te begrijpen is: **http://bit.ly/2M3C1lr**.
- De Gezondheidsraad heeft in 2018 een rapport geschreven over de invloed van luchtvervuiling op onze gezondheid: Gezondheidswinst door schonere lucht, dat te lezen is op **http://bit.ly/3pgqQ77**.

Deze les is tot stand gekomen in samenwerking met Jos de Laat (KNMI). KNMI heeft ook de in de les gebruikte tool **https://maps.s5p-pal.com/** ontworpen

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Bijlage
UITWERKING VAN DE WERKBLADEN

Werkblad *Stikstofdioxide meten vanuit de ruimte*

1 China.
2 a. De concentratie is het hoogst in de winter: december-januari.
b. De concentratie is het laagst in de zomer: juni-augustus.
c. Verklaring: in de zomer is er meer zonlicht en een hogere temperatuur.
d. De wind die elk jaar blijkbaar vanuit een andere richting waaide.
3 a. Ja, er is een grotere afname. Het is wel lastiger te zien door het seizoenseffect.
b. Je moet beelden van dezelfde periode uit opeenvolgende jaren met elkaar vergelijken, dus maart 2018, 2019 en 2020, en niet de beelden van voor en na de lockdown uit hetzelfde jaar, dus februari vergeleken met eind maart 2020. In die laatste vergelijking speelt ook het seizoenseffect een rol.
c. Er is in de periode van het Chinees Nieuwjaar veel minder NO_2-uitstoot. In deze periode krijgen Chinese fabrieksarbeiders twee weken vakantie. Ze gaan dan naar hun familie buiten de stad. De meeste fabrieken zijn in die periode dus ook dicht en daardoor is er veel minder uitstoot.

Werkblad 2 *Nederland en het stikstofprobleem*

1 Schadelijk voor mensen met longklachten en te veel stikstof in de bodem, waardoor er overwoekering is van bepaalde soorten en verdwijning van andere soorten.
2 Hoog: Rotterdam heeft altijd een donkere vlek, Amsterdam een iets lichtere vlek. Bij de grens met Antwerpen en het Ruhrgebied (Düsseldorf, Duisburg) is ook een hoge concentratie.
Laag: Groningen, Friesland, de Waddeneilanden.
3 Verklaringen voor de hoge concentratie: alleen het feit dat een stad groot is verklaart de hoge concentratie niet. Andere grote steden in Nederland, zoals Den Haag en Eindhoven, hebben geen hoge concentratie. Er is op al deze plekken veel industrie die blijkbaar veel NO_2 uitstoot.
Verklaringen voor de lage concentraties: weinig industrie, lage populatiedichtheid, geen grens met industriële gebieden in onze buurlanden.
4 Tropomi maakt elke dag om 12.33 uur een beeld. Dan is het geen spitsuur in Nederland en is er dus ook geen hoge concentratie NO_2 te meten.
5 Overeenkomst: Amsterdam en Rotterdam hebben een hoge concentratie, Limburg een middelhoge concentratie en Groningen en Friesland een lage concentratie.
Verschil: zo gedetailleerd als in figuur 1 (het wegennet) meet Tropomi niet, maar Tropomi meet ook de haven van Antwerpen en het Ruhrgebied en wat er boven de grens hangt (figuur 2), maar dat is het RIVM beeld niet te zien.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

6 Je meet overal, ook waar je geen meetstations kunt plaatsen. Je meet ook over de grens en ziet wat de weersinvloeden zijn en je meet ook wat er in de hogere luchtlagen gebeurt.
7 Bijvoorbeeld: overwoekering van brandnetels, bramen en gras als stikstofminnende planten in natuurgebieden, brandnetels in de berm bij wegen, stinkende sloten waarin geen leven meer zit door de overwoekering van algen die het licht en het zuurstof opmaken zodat ander leven sterft en verstruiking van de heide.
8 Je minder verplaatsen met iets dat gebruikmaakt van een diesel- of benzinemotor, zoals: elektrisch rijden, fietsen, openbaar vervoer, minder pakketjes uit China bestellen uit de vervuilende industrie die met vervuilende schepen en vervuilende vrachtwagens hierheen komen en minder vlees eten en zuivel drinken, zodat de ammoniakuitstoot vermindert.

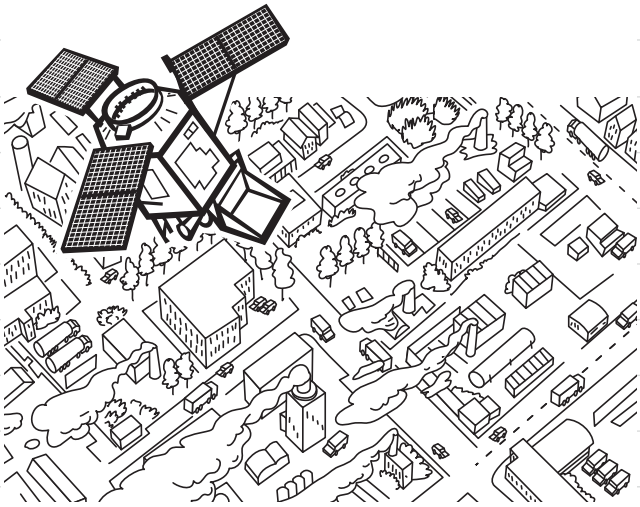
Werkblad 3 *Hoe meet Tropomi*

1 In het donker en als er bewolking is.
2 Een gemiddelde van twee weken geeft een veel betrouwbaarder beeld dan de meting van één dag. Dit komt doordat de weersinvloeden zorgen voor instabiliteit van de beelden. Zoals: bewolking zorgt ervoor dat er geen beeld is, wind zorgt voor verplaatsing van het gas, op een heel zonnige dag is er meer uv-licht en meer afbraak van NO_2; hetzelfde geldt met een hogere luchtvochtigheid en een hogere temperatuur.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapp.

werkblad

Luchtvervuiling meten vanuit de ruimte



Sommige activiteiten van de mens hebben invloed op de samenstelling van de atmosfeer, bijvoorbeeld het rijden op een scooter of in een auto, of het gebruik van een cv. Bij verbranding van fossiele brandstoffen (benzine, kolen, gas) komen namelijk luchtvervuilende stoffen vrij. Een van die stoffen is het gas stikstofdioxide (NO_2).

Wat heb je nodig?

- Een computer met internetverbinding

Wat ga je doen?

Door satellietbeelden van de hoeveelheden NO_2 in de atmosfeer te bekijken, krijg je een idee van de invloed van de mens op de atmosfeer van de aarde.

1 Ga naar **https://maps.s5p-pal.com/** en zoom uit naar de hele wereld. Je ziet nu een gemiddelde van NO_2-metingen over de afgelopen twee weken. Zie je ergens veel rood? Dan zit daar een hoge concentratie stikstofdioxide in de lucht.

Zo bedien je https://maps.s5p-pal.com/:
- **Met de pijltjes kun je vooruit en terug in de tijd.**
- **Als je op de data klikt, komt er een scrollmenu. Daarin kun je gemakkelijker grotere sprongen in de tijd maken.**

In welk land wordt de meeste NO_2 uitgestoten?

_____

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

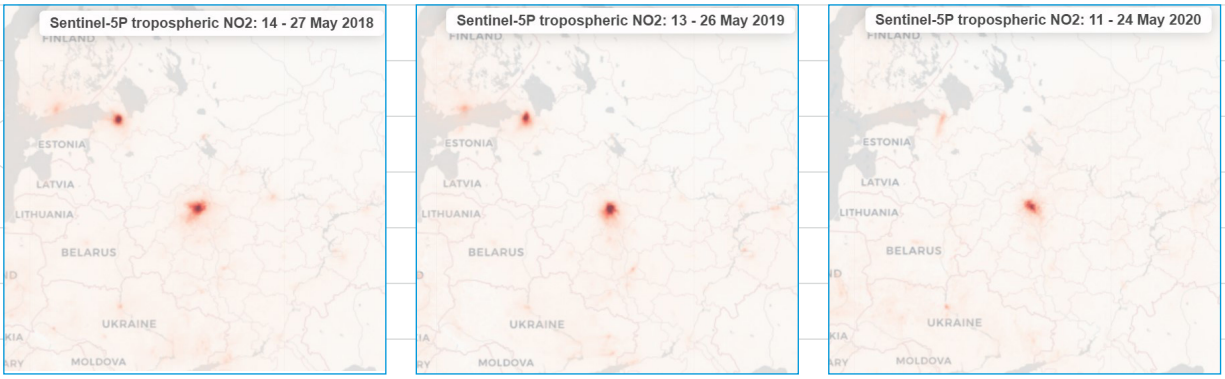
2 De seizoenen en het weer hebben invloed op hoelang NO_2 in de lucht blijft hangen. Vergelijk de winter, lente, zomer en herfst van 2019 met elkaar.

a) Wanneer is de concentratie het hoogst?

b) Wanneer is de concentratie het laagst?

c) Kun je hier een verklaring voor bedenken? Welke weerelementen zouden van invloed kunnen zijn?

d) Bekijk figuur 1. Boven midden-Rusland (Moskou) is een hoge concentratie te zien die in een vergelijkbare periode elk jaar een andere vorm heeft. Welk weerelement zou hiervoor kunnen zorgen?



Figuur 1 Driemaal dezelfde uitsnede van Europa waarin je de gemiddelde NO_2-meting ziet van 14 dagen over een vergelijkbare periode in mei 2018, 2019 en 2020.

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

3 Bij de vorige vraag zag je dat de seizoenen en het weer invloed hebben op de concentratie van stikstofdioxide in de lucht. Nu ga je kijken of je ook de invloed van de mens kunt zien. In 2020 waren veel landen door de COVID-19-pandemie in lockdown. In China begon de lockdown op 23 januari 2020 en in Nederland begon de eerste lockdown op 13 maart 2020.

a) Vergelijk het effect van de lockdown met het effect van de seizoenen en het weer dat je in de vorige vraag zag. Is er een effect van de lockdown te zien in de beelden? Hoe kan je dat zien?

b) Welke data heb je met elkaar vergeleken om tot die conclusie te komen? Waarom deze data?

4 In China is nog een extra effect te zien in de maanden januari en februari door het Chinees Nieuwjaar. Bekijk dit item van RTL Nieuws over deze nationale feestperiode: **https://bit.ly/2Ldl7Aq**. De datum van de start van het Chinees Nieuwjaar staat in deze tabel:

Chinees Nieuwjaar Nationale feestperiode in China, die elk jaar begint op de dag van de tweede nieuwe maan na de kortste winterdag. Het feest duurt ongeveer twee weken, totdat er weer een volle maan is.
Start van het Chinees Nieuwjaar
12 februari 2021
25 januari 2020
5 februari 2019
16 februari 2018
28 januari 2017

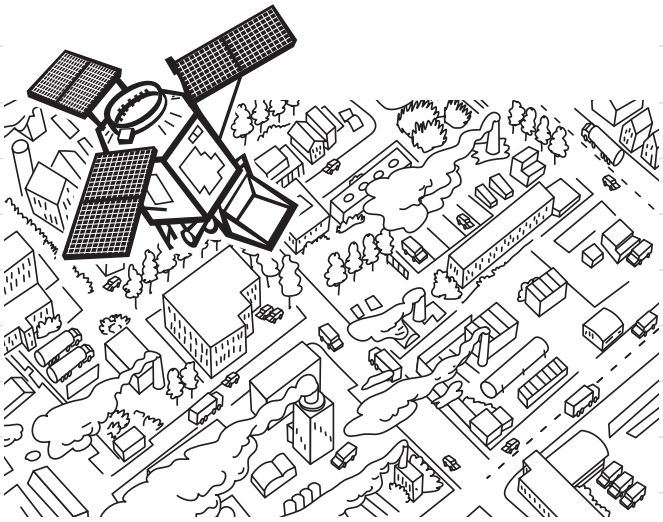
Wat is het effect van Chinees Nieuwjaar op de NO_2-uitstoot? Verklaar waarom dat zo is.

Bron: www.esero.nl

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapp.

werkblad

Nederland en het stikstofprobleem



Ons land stoot de meeste stikstofdioxide uit binnen Europa. Dat komt doordat in ons land op een klein oppervlak veel mensen en dieren wonen en omdat er veel economische activiteit is. Waarom is stikstofdioxide zo'n probleem in Nederland?

Wat heb je nodig?

- Een computer met internetverbinding

Wat ga je doen?

Je gaat met behulp van satellietbeelden bekijken waar in Nederland veel en waar minder uitstoot van stikstofdioxide is. Daarna ga je verschillende meetmethodes met elkaar vergelijken.

Bekijk eerst deze Clipphanger over stikstof op Schooltv: **http://bit.ly/3pg1R3P**.

1 Wat zijn de belangrijkste effecten van te veel stikstofverbindingen in de lucht die in het filmpje worden genoemd?

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

In Europa stoot Nederland gemiddeld de meeste stikstofdioxide uit. Maar kun je binnen Nederland ook verschillen zien? Ga naar **https://maps.s5p-pal.com/** en zoom in op Nederland.

2 Zoek de locaties met hoge en lage concentraties NO_2 boven Nederland. Gebruik bij je antwoord een (digitale) atlas, zoals Google Maps.

Locaties met een hoge NO_2-concentratie zijn:

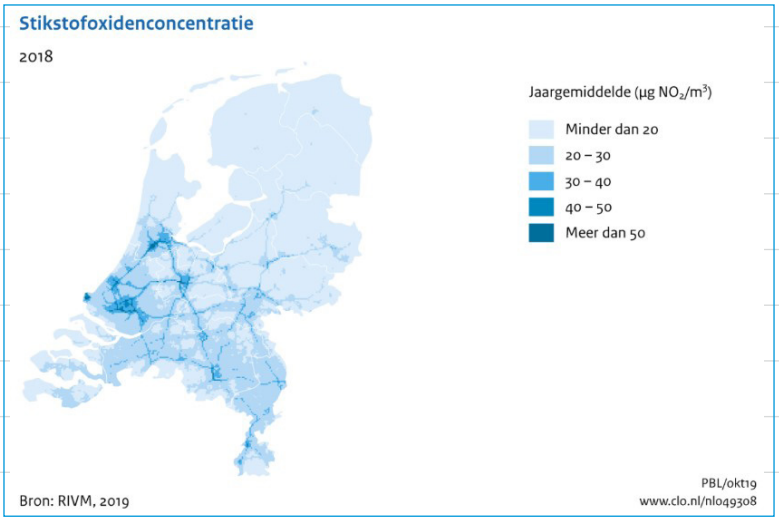
Locaties met een lage NO_2-concentratie zijn:

3 Wat denk je dat de oorzaken zijn voor de verschillen in concentratie die je hebt gevonden in vraag 2?

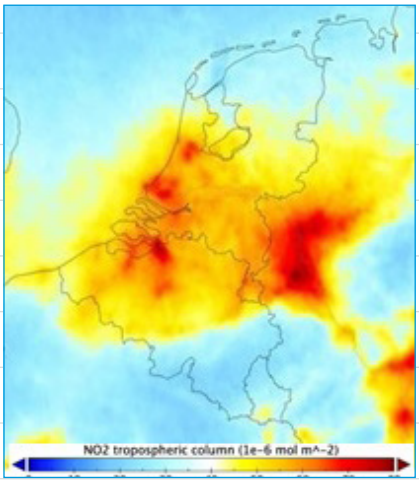
4 De NO_2-uitstoot van het verkeer is niet goed zichtbaar op de kaart. Als je bedenkt dat de beelden altijd om 12.33 uur worden gemaakt, kun je dan verklaren waarom de uitstoot van het verkeer niet zichtbaar is?

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

5 In Nederland is er ook een netwerk van grondmeetstations die de stikstofdioxide-concentratie meten. Deze metingen over een heel jaar zie je in figuur 1. In figuur 2 zie je de metingen van Tropomi over een heel jaar.



Figuur 1. De gemiddelde gemeten concentratie van stikstofoxiden (NO_x uitgedrukt als stikstofdioxide, NO_2) door regionale stations in 2018. Bron: Compendium voor de leefomgeving (https://www.clo.nl/indicatoren/nl0493-stikstofoxiden)



Figuur 2. NO_2-metingen van Tropomi van april 2018-maart 2019. Bron KNMI/ESA

Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen de metingen van deze twee bronnen?

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

6 Wat is de toegevoegde waarde van het gebruik van satellietdata bij het monitoren van vervuilende stoffen?

Stikstofproblematiek dicht bij huis

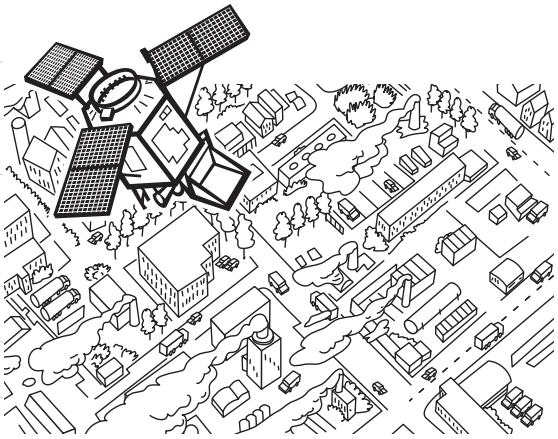
7 Zie je bij jou in de buurt iets van de stikstofproblematiek? Bijvoorbeeld overwoekering van planten of verzuurde sloten? En zo ja: wat zie je dan precies?

8 Wat kun je zelf doen om bij te dragen aan een vermindering van de stikstofproblematiek?

Dit document is gedownload door () op November 3, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapp.

werkblad

Hoe meet Tropomi?



Satellieten zoals Tropomi meten gassen op aarde vanuit de ruimte. Maar hoe gaat dat eigenlijk in zijn werk?

Wat heb je nodig?

- Een computer met internetverbinding

Wat ga je doen?

Je gaat een video bekijken en daar vragen over beantwoorden.

Kijk op Schooltv de Ruimte-expertvideo 'Hoe meet je luchtvervuiling?' via **http://bit.ly/2KRaaE7**. Deze video gaat voornamelijk over OMI, de voorloper van Tropomi, maar die meet op dezelfde manier als Tropomi.

Het meetinstrument kan alleen meten als er daglicht is dat wordt gereflecteerd vanaf de aarde.

1 Onder welke omstandigheden zijn er daarom geen beelden van Tropomi?

_____

_____

2 De beelden op de website van Tropomi geven steeds een gemiddelde van twee weken. Kun je hier een verklaring voor bedenken?

_____

_____