



Copernicus Atmosphere Monitoring Service



## **2<sup>nd</sup> Dutch CAMS User Workshop - verslag/report**

**Bilthoven, 1 June 2018**

Issued by: NSO / Jennifer Grant

Date: 26/09/2018



## 1 Agenda

Workshop				
Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)				
1 juni 2018				
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven				
<i>Dagvoorzitter: Erik Tielemans (RIVM)</i>				
Start	Einde	Titel/onderwerp	Spreker	Affiliatie
<b>Registratie</b>				
9:30	10:00	Registratie en koffie		
<b>Welkom</b>				
10:00	10:30	Welkom en Introductie	Daan Swart Jasper van Loon	RIVM NSO
<b>Bouwblokjes</b>				
10:30	11:10	CAMS: Overzicht en vooruitblik	Richard Engelen, Stijn Vermoote	ECMWF/CAMS
11:10	11:30	Tropomi	Ilse Aben	SRON
<b>Pauze</b>				
11:30	12:00	Koffiepauze		
<b>NL Thema's (deel I)</b>				
12:00	12:45	Thema: Scheepvaart		
		Overzichtspresentatie Scheepvaart	Ronald v/d A	KNMI
		Pitch: SO <sub>2</sub> monitoring scheepsemissies o.b.v. Tropomi beelden	Joël Davidse	ILT
		Pitch: Cases uit de praktijk – Scheepvaart	Alexander Los	NEOC
		Discussie	Allen	



12:45	13:00	Thema: Overig		
		Pitch: Mogelijkheden van CAMS en satellietmetingen voor (broeikasgas)emissiemetingen	Margreet van Zanten	RIVM
		Discussie	Allen	
<b>Pauze</b>				
13:00	13:45	Lunchpauze		
<b>NL Thema's (deel II)</b>				
13:45	14:20	Thema: Landbouw		
		Overzichtspresentatie Landbouw	Martijn Schaap	TNO
		Pitch: Verbetering van stikstof verdelingen en depositie kaarten	Shelley van der Graaf	VU
		Discussie	Allen	
14:20	15:30	Thema: Stedelijke luchtkwaliteit		
		Overzichtspresentatie Stedelijke luchtkwaliteit	Joost Wesseling	RIVM
		Pitch: Het effect van schaalniveau bij het ontwikkelen van een lokaal luchtkwaliteitsmodel	Saskia Willers	DCMR
		Pitch: AIR-Portal: een luchtkwaliteit service voor stedelijke gebieden gebaseerd op CAMS data	Edo Loenen	S[&]T
		Pitch: Het in kaart brengen van stedelijke luchtkwaliteit m.b.v. nieuwe instrumenten	Bas Mijling	KNMI
		Pitch: Detectie van vroege cardiovasculaire veranderingen ten gevolge van luchtverontreiniging	Eric de Groot	Imagelabonline & Cardiovascular
		Pitch: Cases uit de praktijk – Stedelijke luchtkwaliteit	Alexander Los	NEOC
		Discussie	Allen	
<b>Pauze</b>				
15:30	16:00	Koffiepauze		
<b>Toekomst</b>				
16:00	16:30	(CAMS in) Copernicus Werkprogramma 2019 en toekomstige Sentinels	Jasper van Loon	NSO
16:30	17:15	(Panel-)Discussie; synthese en acties	Panel + Allen	
<b>Borrel</b>				
17:15	18:00	Netwerkborrel		
<b>Einde</b>				



## 2 Deelnemers/Participants

<b>Voornaam</b>	<b>Achternaam</b>	<b>Organisatie</b>	<b>E-mail</b>
Alexander	Los	Netherlands Earth Observation Cluster (NEOC)	<a href="mailto:alexander.los@neoc.space">alexander.los@neoc.space</a>
André	van der Wiel	Scapeler	<a href="mailto:awiel@scapeler.com">awiel@scapeler.com</a>
Arthur	van der Meer	Airbus	<a href="mailto:a.vd.meer@airbusds.nl">a.vd.meer@airbusds.nl</a>
Bas	Mijling	KNMI	<a href="mailto:mijling@knmi.nl">mijling@knmi.nl</a>
Bert	van den Oord	KNMI	<a href="mailto:oordvd@knmi.nl">oordvd@knmi.nl</a>
Daan	Swart	RIVM	<a href="mailto:daan.swart@rivm.nl">daan.swart@rivm.nl</a>
Dave	de Jonge	GGD Amsterdam	<a href="mailto:ddjonge@ggd.amsterdam.nl">ddjonge@ggd.amsterdam.nl</a>
Edo	Loenen	S[&]T	<a href="mailto:edo.loenen@stcorp.nl">edo.loenen@stcorp.nl</a>
Eric	de Groot	Imagelabonline & Cardiovascular/ AMC Amsterdam	<a href="mailto:ericdg@xs4all.nl">ericdg@xs4all.nl</a>
Erik	Tielemans	RIVM	<a href="mailto:erik.tielemans@rivm.nl">erik.tielemans@rivm.nl</a>
Gerald	van der Grijn	MeteoGroup	<a href="mailto:gerald.vandergrijn@meteogroup.com">gerald.vandergrijn@meteogroup.com</a>
Guus	Velders	RIVM / Utrecht University	<a href="mailto:guus.velders@rivm.nl">guus.velders@rivm.nl</a>
Henk	Eskes	KNMI	<a href="mailto:eskes@knmi.nl">eskes@knmi.nl</a>
Henk	de Ruyter	Inspectie Leefomgeving en Transport	<a href="mailto:henk.de.ruijter@ilent.nl">henk.de.ruijter@ilent.nl</a>
Hugo	Denier van der Gon	TNO	<a href="mailto:hugo.deniervandergon@tno.nl">hugo.deniervandergon@tno.nl</a>
Ilse	Aben	SRON	<a href="mailto:i.aben@sron.nl">i.aben@sron.nl</a>
Jasper	van Loon	Netherlands Space Office (NSO)	<a href="mailto:j.vanloon@spaceoffice.nl">j.vanloon@spaceoffice.nl</a>
Jeanet	Schouten	TU Delft	<a href="mailto:j.c.schouten@tudelft.nl">j.c.schouten@tudelft.nl</a>
Jennifer	Grant	Netherlands Space Office (NSO)	<a href="mailto:j.grant@spaceoffice.nl">j.grant@spaceoffice.nl</a>
Joël	Davidse	Inspectie Leefomgeving en Transport	<a href="mailto:joel.davidse@ilent.nl">joel.davidse@ilent.nl</a>
John	Douros	KNMI	<a href="mailto:john.ntouros@knmi.nl">john.ntouros@knmi.nl</a>
Joost	Wesseling	RIVM	<a href="mailto:joost.wesseling@rivm.nl">joost.wesseling@rivm.nl</a>
Leo	Oprel	Min. LNV	<a href="mailto:l.oprel@minez.nl">l.oprel@minez.nl</a>
Maciek	Strak	IRAS (Universiteit Utrecht)	<a href="mailto:m.m.strak@uu.nl">m.m.strak@uu.nl</a>



Margreet	van Zanten	RIVM	<a href="mailto:Margreet.van.Zanten@rivm.nl">Margreet.van.Zanten@rivm.nl</a>
Mark	Loos	Netherlands Space Office (NSO)	<a href="mailto:m.loos@spaceoffice.nl">m.loos@spaceoffice.nl</a>
Martijn	Schaap	TNO	<a href="mailto:martijn.schaap@tno.nl">martijn.schaap@tno.nl</a>
Matthijs	Krijger	ESS	<a href="mailto:krijger@earthspace.nl">krijger@earthspace.nl</a>
Merel	van Rooy	Min. EZK	<a href="mailto:M.C.vanRooy@minez.nl">M.C.vanRooy@minez.nl</a>
Michiel	van Weele	KNMI	<a href="mailto:Michiel.van.Weele@knmi.nl">Michiel.van.Weele@knmi.nl</a>
Nick	Schutgens	Vrije Universiteit	<a href="mailto:n.a.j.schutgens@vu.nl">n.a.j.schutgens@vu.nl</a>
Paul	Rijkse	Min. IenW	<a href="mailto:paul.rijkse@minienm.nl">paul.rijkse@minienm.nl</a>
Pepijn	Veefkind	KNMI / TU-Delft	<a href="mailto:veefkind@knmi.nl">veefkind@knmi.nl</a>
Peter	van Breugel	DCMR Milieudienst Rijnmond	<a href="mailto:peter.vanbreugel@dcmr.nl">peter.vanbreugel@dcmr.nl</a>
Peter	Zijlema	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)	<a href="mailto:peter.zijlema@rvo.nl">peter.zijlema@rvo.nl</a>
Piet	Stammes	KNMI	<a href="mailto:stammes@knmi.nl">stammes@knmi.nl</a>
Richard	Engelen	ECMWF	<a href="mailto:richard.engelen@ecmwf.int">richard.engelen@ecmwf.int</a>
Rien	Bout	Ministerie BZK	<a href="mailto:rien.bout@minienm.nl">rien.bout@minienm.nl</a>
Rob	Maas	RIVM	<a href="mailto:rob.maas@rivm.nl">rob.maas@rivm.nl</a>
Ronald	van der A	KNMI	<a href="mailto:avander@knmi.nl">avander@knmi.nl</a>
Sabine	de Milliano	52impact BV	<a href="mailto:sabine@52impact.nl">sabine@52impact.nl</a>
Saskia	Willers	DCMR Milieudienst Rijnmond	<a href="mailto:saskia.willers@dcmr.nl">saskia.willers@dcmr.nl</a>
Shelley	van der Graaf	Vrije Universiteit	<a href="mailto:s.c.vander.graaf@vu.nl">s.c.vander.graaf@vu.nl</a>
Stijn	Vermoote	ECMWF	<a href="mailto:stijn.vermoote@ecmwf.int">stijn.vermoote@ecmwf.int</a>
Tjitse	Luggens	Inspectie Leefomgeving en Transport	<a href="mailto:tjitse.luggens@ilent.nl">tjitse.luggens@ilent.nl</a>
Victor	Rijkaart	CGI	<a href="mailto:victor.rijkaart@cgi.com">victor.rijkaart@cgi.com</a>
Vincent	Huijnen	KNMI	<a href="mailto:huijnen@knmi.nl">huijnen@knmi.nl</a>



### 3 Verslag (Nederlands)

#### Inleiding

- Aanleiding en doelen van de workshop

De 2e Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) workshop werd gehouden op 1 juni 2018 bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in Bilthoven. Er waren circa 50 deelnemers van 27 verschillende organisaties.

De bijeenkomst was een vervolg op de 1<sup>e</sup> CAMS user workshop, gehouden in 2017. Deze eerste workshop was voornamelijk oriënterend, zowel richting (potentiele) gebruikers (wat heeft CAMS te bieden?) als richting CAMS zelf (welke behoeften spelen bij potentiële NL gebruikers?). Aan het einde van de workshop werd tijdens een forumdiscussie de wens uitgesproken om na een jaar een vervolgworkshop te organiseren.

In lijn met deze wens werd dit jaar een 2<sup>e</sup> CAMS workshop georganiseerd, waarin gepoogd werd een stap voorwaarts te zetten op drie thema's die in 2017 als belangrijk voor Nederland naar voren kwamen, nl. Stedelijke Luchtkwaliteit, Scheepvaart en Landbouw.

Daarnaast is uiteraard de CAMS dienst gepresenteerd, waarbij updates zijn gegeven ten opzichte van 2017, en zijn de voorgenomen strategieën gepresenteerd van zowel de CAMS dienst als van het Copernicus programma in de volgende multiannual financial framework (MFF) van de EU, die loopt over de periode 2021-2027. Nieuwe onderwerpen dit jaar waren de mogelijkheden van TROPOMI en een pitch over emissie-monitoring. De workshop werd afgesloten met een paneldiscussie, gevolgd door een netwerkborrel.

De workshop had drie hoofddoelen:

1. Initiëren Nederlandse samenwerkingen;
2. Articuleren korte termijn vragen richting CAMS;
3. Richting geven aan CAMS-strategie.

#### Bouwblokjes

- CAMS overzicht en vooruitblik

Richard Engelen (ECMWF) presenteerde het Copernicus programma en de CAMS dienst, waarin satellietobservaties in combinatie met in situ data en modellen worden opgewerkt tot gebruikers-gedreven diensten. De portfolio aan CAMS dataproducten werd gepresenteerd aan de hand van vijf gebruiksvoorbeelden gericht op journalisten (CAMS fire emissions, CAMS global forecasts), wetenschappers (CAMS global reanalysis), burgers (CAMS regional forecasts), bedrijven (CAMS solar radiation) en instituten (CAMS policy tools). Naast de producten zelf biedt CAMS ook uitgebreide informatie over de productie en kwaliteit van de producten.



Samen met de Copernicus Climate Change Service (C3S) wordt een dataplatform ontwikkeld, de zgn. 'Climate Data Store', die de toegang tot de data verder harmoniseert, en de mogelijkheid biedt om tools (instrumenten) te gebruiken/in te bouwen. Dit gaat nog een stap verder in de Data and Information Access Service (DIAS) die CAMS samen met EUMETSAT en de Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) ontwikkelt; hierin is voorzien voor cloud computing, zodat gebruikers direct kunnen werken met de data.

Op een vraag of er informatie beschikbaar is over welk model in welke situatie het beste werkt, werd aangegeven dat het modelensemble betere uitkomsten geeft dan één enkel model, plus dat het ensemble ook de onzekerheden geeft.

Stijn Vermoote (ECMWF) vertelde over het CAMS Use Case programma, waarmee CAMS de ontwikkeling van innovatieve downstream toepassingen (use cases) wil steunen. Een aantal use cases (gericht op luchtkwaliteit, zonne-energie, pollen en verkeersemissies) met bijbehorende business models die zijn voortgekomen uit de eerste financieringsronde werd gepresenteerd. Een tweede lichte toegekende projecten start deze zomer. Momenteel bereidt CAMS een derde financieringsronde voor t.b.v. use case voorstellen. Zoals ook in de vorige rondes dient de use case end-to-end toepassingen (product, software of dienst) gebaseerd op CAMS producten te ontwikkelen en demonstreren. De call wordt in het najaar geopend.

Op een vraag hoe de kwaliteit van deze diensten wordt gewaarborgd, gaf SV aan dat de kwaliteit van CAMS producten door CAMS gewaarborgd wordt. Echter wanneer CAMS producten verder verwerkt worden tot een toepassing/dienst, is de aanbieder daarvan verantwoordelijk voor de kwaliteit van het eindproduct.

Tenslotte presenteerde Richard Engelen de plannen voor CAMS in de volgende ronde van het Copernicus programma (2021-2027). Wat al bestaat, wil men voortzetten. Daar bovenop heeft CAMS een aantal mogelijke punten voor uitbreiding, rekening houdend met verzamelde gebruikerswensen, een aantal evaluatie-analyses, en de toekomstplannen voor de Sentinel missies (met name de atmosfeermissies Sentinel-4 en Sentinel-5). Globale producten krijgen o.a. een verbeterde resolutie (25 km) en meer informatie over onzekerheden. Bij de regionale producten vindt nog een discussie plaats over het verhogen van de resolutie, aangezien dit niet marktversturend mag werken maar tegelijkertijd wel een duidelijke gebruikerswens was vanuit de lidstaten. De voorgestelde oplossing vanuit CAMS is om een programma op te zetten ter ondersteuning van (zelf te kiezen) downscalingsactiviteiten per lidstaat. Vanuit CAMS zal afstemming over de juiste downscalingsketen plaatsnemen met het leidende nationale instituut voor luchtkwaliteit. CAMS hoopt hiermee o.a. te bereiken dat in elk lidstaat bij het opstellen van de luchtkwaliteitsverwachting gebruik wordt gemaakt van CAMS.

Verder zet men bij het vervolg van CAMS/Copernicus in op monitoring van (antropogene) emissies en deposities, en informatie verstrekken over de atmosferische samenstelling (verleden/toekomst). Tenslotte zijn er plannen voor het opzetten van een toekomstige Copernicus CO<sub>2</sub> dienst. Dit is een wens van de EC naar aanleiding van het Parijsakkoord en zou vanaf 2026 operationeel worden na de lancering van de CO<sub>2</sub> Sentinel missie (S-7).

- TROPOMI



Ilse Aben (SRON) presenteerde het TROPOMI-instrument, dat vliegt op de Sentinel-5 Precursor (S-5P) satelliet. S-5P is een van de Copernicus satellieten ('Sentinels') en is specifiek op atmosfeeronderzoek gericht. Als mogelijke toepassingen van TROPOMI-data werden genoemd: luchtkwaliteitsverwachtingen, emissie monitoring, klimaatreeksen, UV-index en vulkaan detectie. Begin juli worden de eerste dataproducten openbaar beschikbaar. De ruimtelijke en temporele resolutie zijn significant verbeterd t.o.v. eerdere instrumenten, en dit nieuwe detailniveau zal naar verwachting nieuwe toepassingen mogelijk maken. Eerste resultaten die getoond werden, waren NO<sub>2</sub> vervuilingsspluimen die nu zo gedetailleerd zichtbaar zijn vanuit de ruimte dat ze gekoppeld kunnen worden aan vervuilingbronnen, scheepvaartsporen die nu met 1 overpass van de satelliet al zichtbaar zijn, SO<sub>2</sub> emissies van vulkaanuitbarstingen, koolmonoxide vervuiling dat nu op stadsniveau zichtbaar is, en metingen van formaldehyde en methaan. CAMS data zijn gebruikt als een snelle eerste validatie van TROPOMI data.

Op een vraag wanneer de S-5P data in CAMS verwerkt worden, is het antwoord dat CAMS hier momenteel mee bezig is. Wanneer er een stabiel operationeel product is (juni), wordt er eerst gekeken naar de impact van de implementatie en vindt een aantal checks plaats voordat de data gebruikt worden.

### **Themasessie: Scheepvaart**

De overzichtspresentatie op dit thema werd gegeven door Ronald van der A (KNMI). De scheepvaartsector is een grote bron van broeikasgassen en luchtvervuiling, en een groot deel van de scheepvaartemissies vindt binnen 400 km uit de kust plaats. Vanuit de ruimte deze emissies detecteren is nog lastig; wolken hinderen de opnames (NO<sub>2</sub>), het signaal is op satelliehoogte niet sterk genoeg meer om op te pikken (SO<sub>2</sub>), of alleen indirecte meetmethodes bestaan (CO<sub>2</sub>). Modellen zijn een essentiële aanvulling op de bestaande satellietmetingen, hiernaast hoopt men dat toekomstige satelliettechnieken meer mogelijk zullen maken. De komst van TROPOMI heeft al een grote verbetering in het meten van NO<sub>2</sub> mogelijk gemaakt, aangezien scheepvaartroutes nu al na één overkomst van de satelliet zichtbaar zijn (tot nu toe waren langere tijden nodig om genoeg NO<sub>2</sub> signaal op te pikken). SO<sub>2</sub> blijft echter nog zeer lastig met satellieten te meten. Satellietdata kunnen wel gebruikt worden ter verificatie van emissielocaties, voor het monitoren van trends over langere termijnen (b.v. maandelijks) en om relaties te leggen met b.v. vervuiling over land en economische trends. Tenslotte kunnen NO<sub>2</sub> emissies gebruikt worden om CO<sub>2</sub> emissies te bepalen.

Joël Davidse (ILT) gaf een pitch over een lopend project binnen het ILT Data en Innovatielab. ILT is in Nederland toezichthouder en monitort de IMO regels. Volgend op een IMO akkoord om luchtvervuiling van scheepvaart te verminderen, werkt men nu in een consortium (ILT, KNMI, UL) aan een methode om AIS scheepsdata uit de EMSA-database te koppelen aan TROPOMI metingen van NO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub>, om zodoende grote vervuilers op te sporen. Complicatie hierbij is dat S-5P kolomwaarden geeft, maar voor de scheepvaart alleen de onderste laag van belang is.

Alexander Los (NEOC) presenteerde in zijn pitch een aantal conclusies die NEOC heeft gehaald uit gesprekken met havenbedrijven. Voor de havens is het wenselijk om emissies per schip te kunnen monitoren om te bepalen of deze aan de regelgeving voldoet. Vanwege de ruimtelijke schaal is





CAMS beter geschikt voor monitoring op open zee, echter de waarde van de dienst voor NEOC ligt in het gebruik ter ondersteuning en illustratie bij educatieve activiteiten.

In de plenaire discussie werd aangedrongen op het belang aansluiting te zoeken met de IMO aangezien deze het beleid op scheepvaartemissies maakt. Ook contacten met andere eindgebruikers missen nog, b.v. de scheepvaartafdeling van Veiligheid en Justitie. Aangezien het een internationaal probleem betreft zijn ook buiten Nederland veel eindgebruikers/toezichhouders te vinden. Verder werd opgemerkt dat hoewel handhaving van de regelgeving op elke individuele boot nog niet mogelijk is, het misschien wel de moeite waard zou zijn te onderzoeken of het totale beleid effectief is, m.a.w. gaan de totale emissies van de scheepvaartindustrie wel of niet omlaag. Voor de havens zouden grondmetingen aan satellietdata gekoppeld moeten worden om de fysische en chemische processen beter te begrijpen. Er werd voorgesteld contact te zoeken met de Topsector Water. Tenslotte waren er wensen om verder uit te zoeken wat TROPOMI zou kunnen bijdragen op dit gebied, en om de link te leggen tussen CAMS en emissiemetingen.

### **Themasessie: Landbouw**

In de overzichtspresentatie schetste Martijn Schaap (TNO) de vraagstukken rond stikstofemissies in de landbouw. Door de toenemende wereldbevolking zijn de vlees- en graanproductie, en bijbehorend gebruik van kunstmest zeer sterk gegroeid in de afgelopen decennia. Dit brengt een exponentiele toename van stikstofemissies vanuit de landbouw met zich mee. Gevolgen hiervan zijn o.a. bossterfte, verzuring, vermesting en klimaatverandering. Er hangt een groot economisch belang aan het meten van ammoniakconcentraties en –emissies in Nederland. De bijbehorende onzekerheden zijn echter nog groot, daarom is nu verificatie aan de hand van satellietdata sterk in opkomst, zeker in andere landen waar grondmonitoring en/of detailinformatie zeer beperkt is. Men poogt de ruimtelijke en temporele resolutie van ammoniakemissies uit de landbouw in Europa te bepalen door gebruik te maken van landbouwemissie en –management modellen. Satelliet- en grondwaarnemingen worden hierbij als validatiemiddelen gebruikt. Omdat alle CAMS modellen de depositiefluxen uitrekenen, zou deze informatie ook goed gebruikt kunnen worden bij het stikstofvraagstuk. Op dit moment wordt dit echter nog niet beschikbaar gemaakt door CAMS, en zijn de verschillen in uitkomst van de verschillende modellen bovendien groot. De ruimtelijke resolutie van CAMS is nog te groot (gewenst is 1km), maar CAMS producten zouden wel als randvoorwaarden gebruikt kunnen worden in de modellering. Nederland heeft alle kennis in huis om integrale oplossingen te exporteren naar het nabije en verre buitenland.

Shelley van der Graaf (VUA) gaf een korte pitch over haar onderzoekproject, waarin zij NH<sub>3</sub> depositieflux data combineert met satellietwaarnemingen van NH<sub>3</sub> kolomwaardes en het LOTOS-EUROS model. Doel van dit werk is om modellering van stikstofconcentratie en –depositievelden te verbeteren, en om de link tussen stikstofdepositie en C-uitwisseling te onderzoeken. CAMS producten worden hierbij momenteel als modelinput gebruikt, echter potentiële additionele bijdragen vanuit CAMS zouden b.v. liggen in het beschikbaar maken van re-analyses van stikstofproducten, depositiekaarten, hoge resolutie analyses voor N-componenten, en grondwaarnemingen van NO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub> en CO<sub>2</sub> fluxen.



Tijdens de plenaire discussie gaf CAMS aan dat vaker vraag naar stikstofdeposities is gekomen. Men is daarom begonnen naar de mogelijkheden te kijken en het staat op de lijst voor operationalisering in de volgende fase van Copernicus. De reden dat het nog niet in het portfolio is opgenomen is dat het moeilijk te valideren is.

Op dit thema zou het ideaal zijn om in een samenwerkingsverband lessen te trekken uit het kijken naar vernieuwende technieken. Het is echter moeilijk eigenaren te vinden van 'nieuwe technologie' puzzels totdat de resultaten beschikbaar zijn. Mogelijk is het een idee om de 'Kennisimpuls' van TNO voor nieuwe technologieën voor deze plannen te (gaan) gebruiken.

### **Themasessie: Stedelijke Luchtkwaliteit**

De overzichtspresentatie werd gegeven door Joost Wesseling (RIVM), die een aantal pertinente vraagstukken en discussiepunten belichtte. Bij het maken van luchtkwaliteitskaarten en –apps zijn er nieuwe uitdagingen op het gebied van resolutie, toepassingen en data. Hoge-resolutiekaarten hebben een hoge onzekerheid, die niet altijd makkelijk te communiceren is. Zulke kaarten worden ook steeds vaker in toepassingen van derde partijen gebruikt. Wanneer het publiek echter kritiek heeft komt deze meestal bij de overheid binnen, ongeacht de bron van de informatie.

Nieuwe data komen van b.v. verkeersdata NDW, mobiele metingen (b.v. Google-auto's en/of mobiele telefoons), TROPOMI en sensors gebruikt door burgers. Waarden en kwaliteit van elke soort data kunnen verschillen, het is dus een uitdaging hoe hiermee om te gaan en de meest realistische weergave te bepalen. Potentieel gevaar in deze situatie is dat partijen kunnen zoeken naar de data die voor hen de beste uitkomst opleveren.

Een meerwaarde van CAMS is het gebruik van een modelensemble, dit geeft betere resultaten (dichterbij grondmetingen) dan wanneer LOTOS-EUROS alleen gebruikt wordt. Vraag is of CAMS resultaten gebruikt kunnen worden op meer lokale schaal, in real time, en hoe dit georganiseerd kan worden op nationaal niveau.

Saskia Willers (DCMR) gaf een pitch over het CLARA project, dat klimaatdiensten ontwikkelt op basis van o.a. C3S en CAMS producten ten behoeve van luchtkwaliteit en watermanagement. Tot voor kort waren CAMS producten nauwelijks bruikbaar vanwege de lage resolutie, maar nu de vastgestelde limietwaarden voor luchtkwaliteit in Nederland amper nog overschreden worden rijst de vraag of hoge resolutie informatie nog wel nodig is voor dit soort toepassingen. Men onderzoekt hoe de 'eindboodschap' verandert met schaal, en welke schaal het meest geschikt is voor lokale eindgebruikers. Het zou kunnen dat CAMS producten in de toekomst bruikbaarder worden.

Hierop volgde een pitch van Edo Loenen (S&T) over het AirPortal, een toepassing ontwikkeld om steden mogelijk te maken informatie-gedreven beleidsbeslissingen te maken rondom stedelijke luchtkwaliteit. Hierin wordt o.a. gebruik gemaakt van de CAMS regionale voorspellingen. De pitch eindigt met een pleidooi voor samenwerking tussen overheid, wetenschappers en bedrijven om Nederland voorop te laten staan op het gebied van luchtkwaliteitsmonitoring en –verbetering. Hierbij wordt de suggestie gedaan om de gezamenlijke doelen in een luchtkwaliteitsroadmap bijeen te brengen.



Bas Mijling (KNMI) pitchte over het in kaart brengen van stedelijke luchtkwaliteit met nieuwe instrumenten, bestaand uit een combinatie van TROPOMI data, grond meetstations, een burgermeetnetwerk, en CAMS producten. Er wordt geconstateerd dat er in Nederland een aantal groepen zijn met complementaire/overlappende expertise op het gebied van stedelijke luchtkwaliteit. Dit leidt weer tot een pleidooi voor samenwerking en het delen van resultaten. Wensen t.a.v. CAMS zijn snellere retrieval van luchtvervuilingstijdseries voor specifieke locaties, en hogere resolutie/ensemble resultaten ook globaal beschikbaar maken.

Een pitch van Eric de Groot (Imagelabonline & Cardiovascular) toonde de fysiologische veranderingen van menselijke bloedvaten bij luchtvervuiling. CAMS data zouden kunnen helpen bij het interpreteren van resultaten op verschillende resoluties/gradienten, complementair aan data van bestaande (burger/grond) meetnetwerken. Zelf kan het consortium menselijke data aanbieden ter ondersteuning van binnen- en buitenluchtkwaliteitstudies.

Tenslotte ging Alexander Los (NEOC) in zijn pitch o.a. in op het instellen van milieuzones (zones met lage emissies) in steden. Hierbij speelt een aantal vraagstukken op het gebied van efficiency, weersinvloeden en EU regelgeving vs. WHO richtlijnen. Men werkt aan het lokaliseren/kwantificeren van emissiebronnen, het verbeteren van modellen en het implementeren van doeltreffende regelgeving. Mogelijkheden voor CAMS liggen o.a. in het verhogen van de resolutie, het verbeteren van de gebruikservaring door b.v. interactieve kaarten beschikbaar te stellen, en toegang te verschaffen tot data op alle niveaus (van gebruiksklare producten tot de oorspronkelijke satellietdata). Verder wordt gesuggereerd samen te werken met ESA aan een luchtkwaliteits-TEP.

Uit de plenaire discussie kwam het advies om het juiste resolutieniveau te bepalen voor verschillende toepassingen. Hierbij dient een goed onderscheid gemaakt te worden tussen wat nodig is voor beleidsdoeleinden en wat nodig is om producten aan het algemene publiek te verkopen. Het is belangrijk geen schijnwerkelijkheden te creëren door het grote aanbod aan data. Bij het eventueel opstellen van een roadmap dient duidelijk de verantwoordelijkheid van elke partij te worden geschetst. Alle partijen hebben hetzelfde doel (goede luchtkwaliteit) maar eigen belangen. Het ecosysteem bestaat in Nederland al, het gaat er nu om de verschillende belangen te verenigen.

### **Overige pitches**

Een pitch van Margreet van Zanten (RIVM) ging in op de mogelijkheden van CAMS en van satellietmetingen voor het meten van (broeikasgas)emissies. RIVM leidt het Nederlandse PRTR consortium, dat verantwoordelijk is voor de nationale emissieregistratie. Op dit moment wordt daarbij geen gebruik gemaakt van CAMS producten o.a. vanwege onbekendheid en onzekerheid of CAMS past in de huidige richtlijnen. Eerste stap naar een ideale samenwerking zou daarom bestaan uit het samenbrengen van relevante initiatieven in Nederland om de onderlinge bekendheid en interactie te verhogen. Doel zou zijn het verbeteren van de kwaliteit door het verminderen van onzekerheden n.a.v. verschillen tussen gerapporteerde en door satellieten gemeten waarden. Een rol van CAMS in het geheel zou kunnen liggen op het gebied van (faciliteren van) interactie en



aansluiting met andere internationale projecten als VERIFY, ICOS en CHE. Uiteindelijk zou men toe willen werken naar de beschikbaarheid van een emissiedataset gebaseerd op satellietwaarnemingen, dat geschikt is voor de verificatie van officiële PRTR emissies. In de plenaire discussie gaf CAMS aan dat men momenteel rondom CO<sub>2</sub> onderzoekt wat agentschappen (statistiek gedreven) nodig hebben en wat Copernicus (observatie gedreven) kan toevoegen. Hierna wordt eenzelfde discussie rondom NO<sub>2</sub> verwacht. Het gebruik van satellietmetingen voor CH<sub>4</sub> staat nog in de kinderschoenen. Verder wordt door RVO aangegeven dat het waardevol is om andere bronnen, zoals satellietdata, te hebben voor het geval discussies plaatsvinden over de juistheid van de gerapporteerde waarden. Eventuele veranderingen aan Europese procedures is een langzaam proces. Men kan niet zomaar zelf een ander soort data verzamelen/gebruiken.

## Toekomst

- (CAMS in) Copernicus Werkprogramma 2019 en toekomstige Sentinels

Als Nederlandse Copernicus-gedelegeerde legde Jasper van Loon (NSO) uit welke stappen er doorlopen worden om tot een Copernicus Werkprogramma voor 2019 (WP19) te komen. Een eerste versie van het WP19 (zonder budgetten) is uitgegeven, een tweede versie (met budgetten) zal kort na de CAMS workshop in het Copernicus Committee besproken worden. Begin oktober zal dan een definitieve versie van het WP19 aangenomen worden. Nederlandse partijen kunnen via JvL punten inbrengen voor de discussie. Voor de CAMS-dienst staan er 3 nieuwe punten in de huidige versie van het WP19: 1) integratie van S-3 en S-5P data in de dienst/producten, 2) voortzetting van het 'use case' (gebruiks) programma, en 3) migratie van de CAMS portfolio naar de C3S Climate Data Store.

Verder werden de budgetten voor de verschillende services, data en communicatie gepresenteerd, evenals de plannen voor toekomstige Sentinel satellietmissies. Een missie om (antropogene) CO<sub>2</sub> te meten wordt zeer waarschijnlijk de 7<sup>e</sup> Sentinel satelliet. Dit zal echter pas begin 2020 definitief worden, omdat het totaal beschikbare budget pas bij de ESA Ministersconferentie in dec. 2019 vastgesteld zal worden. Bovendien krijgt men dan de uitkomsten van momenteel lopende fase A/B1 studies naar een aantal mogelijke nieuwe Sentinels.

Er werd afgesloten met de mededeling dat men zich bij JvL op kan geven voor de nationale Copernicus mailinglijst indien er interesse is om geïnformeerd te blijven.

Vanuit het publiek kwam de oproep om bij de vervolgplannen voor Copernicus naast de satellieten zelf, de data-exploitatie ook niet te vergeten.

## Paneldiscussie, Synthese en Acties

- Paneldiscussie

Een korte paneldiscussie ging in op enkele vragen die uit de zaal waren gekomen. Op het discussiepunt van eventuele marktverstoring door een verhoogde resolutie van CAMS producten kwam de mening dat de markt creatief genoeg is om zich aan te passen wanneer een



resolutieverhoging geïmplementeerd zou worden. Verder werd de wens uitgesproken om luchtkwaliteit (in het kader van gezondheid) op dezelfde manier als het dagelijkse weerbericht te presenteren, om het thema zo wat minder politiek en meer alledaags te laten worden. Tenslotte kwam het monitoren van aerosolen ter sprake. Aerosol-informatie wordt momenteel uit MODIS satellietdata gehaald, dit is echter de totale aerosolmassa en geeft geen informatie over afzonderlijke componenten. Hoewel TROPOMI data een betere nauwkeurigheid hebben, blijft hetzelfde methodologische probleem. Ideaal zou zijn om in de toekomst de benodigde chemische en microfysische informatie direct uit metingen te kunnen halen.

Per thema werden vervolgens acties afgesproken:

- Luchtkwaliteit

Men ziet graag een bijeenkomst, werkgroep en/of roadmap ter bevordering van de samenwerking op dit thema. Luchtkwaliteitsproducten komen eraan, de discussie doet er misschien beter aan zich te richten op juridische aspecten. Een dergelijke samenwerkingsactie past binnen de CAMS initiatieven. Als CAMS het beoogde budget voor 2021-2027 krijgt, wil het dan ook graag de betrokken landen faciliteren in het (nationaal) downscalen van producten als deze hier behoefte aan hebben en met goede ideeën komen. Niet elk land zal alles aan CAMS willen overlaten, maar CAMS kan alsnog een faciliterende rol spelen in het geheel.

Actie: RIVM (aanspreekpunt: Joost Wesseling) wordt trekker voor dit thema en zal in die hoedanigheid de nationale samenwerking initiëren/opbouwen en als contactpersoon optreden richting CAMS.

- Scheepvaart

Na de CAMS workshop vorig jaar hebben ontmoetingen en discussies met een aantal partijen geleid tot het opzetten van verschillende samenwerkingsverbanden tussen ILT, bedrijven en kennisinstellingen. Relevante partijen op dit thema hebben elkaar dus deels al gevonden en verschillende activiteiten lopen.

Actie: ILT (aanspreekpunt: Henk de Ruyter) hoopt met IMO subsidie een consortium op te zetten met industriële partners. Doel hiervan zou zijn om een systeem van nieuwe technologieën in te zetten op open zee. In juni vindt hierover een vergadering bij IMO plaats.

- Landbouw

Men pleit nogmaals voor het beschikbaar stellen van de depositie informatie uit CAMS, liefst z.s.m. maar in ieder geval in de volgende Copernicus-fase. Aandachtspunt hierbij is de manier waarop deze nieuw beschikbaar te komen informatie ingebouwd kan worden in bestaande modelsystemen zodanig dat de waarde van de uitkomst vergroot wordt.

Actie: TNO (aanspreekpunt: Martijn Schaap) wordt trekker voor dit thema en zal een nationale samenwerking op het gebied van landbouwemissies opzetten m.n. met het oog op de beoogde



uitbreiding van CAMS met (antropogene) emissie- en depositie monitoring in de volgende Copernicus-fase.



## 4 Report (English)

### Introduction

- Motives and goals of the workshop

The second Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) workshop was held on 1 July 2018 at the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) in Bilthoven. About 50 participants from 27 different organisations attended the workshop.

The meeting was a follow-up to the first Dutch CAMS user workshop held in 2017. This first workshop was mainly exploratory in nature towards both potential and actual users (what does CAMS offer?) and towards CAMS (what are the needs of potential Dutch users?). During a forum discussion at the end of the first workshop, interest was expressed in the organisation of a follow-up workshop one year later.

In line with this wish, a second CAMS workshop was organised this year in which an effort was made to realise progress for three themes that had been identified as important for the Netherlands in 2017, namely Urban Air Quality, Shipping and Agriculture. The CAMS service was also presented during the workshop. Updates with respect to 2017 were provided, as well as presentations about the intended strategies for both the CAMS service and the Copernicus programme in the next multiannual financial framework (MFF) of the EU, which covers the period 2021-2027. New subjects this year were the possibilities offered by TROPOMI and a pitch about emission monitoring. The workshop was concluded with a panel discussion followed by informal networking over drinks.

The workshop had three main objectives:

1. initiate Dutch collaborations;
2. articulate short-term questions towards CAMS;
3. give direction to the CAMS strategy.

### Building blocks

- CAMS overview and looking ahead

Richard Engelen (ECMWF) presented the Copernicus programme and the CAMS service, in which satellite observations are combined with in-situ data and models and are elaborated into user-driven services. The portfolio of CAMS data products was presented based on five user examples aimed at journalists (CAMS fire emissions, CAMS global forecasts), scientists (CAMS global reanalysis), citizens (CAMS regional forecasts), companies (CAMS solar radiation) and institutes (CAMS policy tools). Besides the actual products, CAMS provides detailed information about the production and quality of the products.

Together with the Copernicus Climate Change Service (C3S), a data platform is being developed, called 'Climate Data Store', which further harmonises access to the data and offers the possibility to



use/incorporate tools (instruments). The Data and Information Access Service (DIAS) that CAMS is developing together with EUMETSAT and the Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) takes this a step further by providing for cloud computing so that users can work directly with the data.

In response to a question as to whether information is available about which model works best in which situation, it was stated that the ensemble of models provides better outcomes than a single model and that the ensemble also provides the uncertainties.

Stijn Vermoote (ECMWF) gave a presentation about the CAMS Use Case programme, with which CAMS aims to support the development of innovative downstream applications (use cases). Several use cases (aimed at air quality, solar energy, pollen and traffic emissions) and associated business models that have emerged from the first funding round were presented. The second round of projects awarded funding will start this summer. CAMS is currently preparing a third funding round for use case proposals. As in the previous rounds, the use case should develop and demonstrate end-to-end applications (product, software or service) based on CAMS products. The call will open in autumn.

In response to a question about how the quality of these services will be safeguarded, Stijn Vermoote stated that CAMS will safeguard the quality of CAMS products. However, if CAMS products are further developed into an application/service, its provider is responsible for the quality of the end product.

Finally, Richard Engelen presented the plans for CAMS in the next round of the Copernicus programme (2021-2027). Current elements will be continued, and CAMS additionally has several possible points for expansion, with due consideration for the collected user requests, several evaluation analyses, and the future plans for the Sentinel missions (especially the atmospheric missions Sentinel-4 and Sentinel-5). Global products will, amongst other things, receive an improved resolution (25 km) and more detailed information about levels of uncertainty. For regional products, a discussion is still taking place regarding increasing the resolution, as this should not have a disruptive effect on the market. However, at the same time, member states have expressed their wish for such high-resolution data. The solution proposed by CAMS is to set up a programme to support downscaling activities chosen by each member state. CAMS will then seek to find agreement about the right downscaling chain with the leading national institute for air quality. With this approach, CAMS hopes that it will be used by each member state in the compilation of air quality forecasts.

In the successor to CAMS/Copernicus, the focus will be on monitoring anthropogenic and non-anthropogenic emissions and depositions and the provision of information about the past and future composition of the atmosphere. Finally, there are plans to set up a future Copernicus CO<sub>2</sub> service. This is a wish of the European Commission in response to the Paris Climate Agreement and should be operational in 2026 onwards after the launch of the CO<sub>2</sub> Sentinel mission (S-7).

- TROPOMI

Ilse Aben (SRON) presented the TROPOMI instrument, which is flying on board the Sentinel-5 Precursor (S-5P) satellite. S-5P is one of the Copernicus satellites ('Sentinels') and is aimed explicitly





at atmospheric research. The following possible applications of TROPOMI data were stated: air quality forecasts, emission monitoring, climate series, UV index and volcano detection.

The first data products were made publicly available in early July. The spatial and temporal resolutions have been improved significantly compared to previous instruments, and this new level of detail is expected to allow for new applications. The first results that were shown: NO<sub>2</sub> pollution plumes are now visible in such detail from space that they can be linked to pollution sources, shipping traces are now visible with one satellite overpass, SO<sub>2</sub> emissions from volcanic eruptions can be detected, carbon monoxide pollution is now visible at city level, and formaldehyde and methane can be measured. CAMS data have been used as a quick initial validation of TROPOMI data.

In response to a question as to when the S-5P data will be processed in CAMS, the answer given was that CAMS is currently working on this. Once a stable operational product is available (June), the impact of implementing this will first be examined, and several checks will take place before the data can be used.

### **Thematic session: Shipping**

The overview presentation on this theme was given by Ronald van der A (KNMI). The shipping sector is a large source of greenhouse gases and air pollution, and a large proportion of the shipping emissions occur within 400 km of the coast. Detecting these emissions from space is still difficult; clouds hinder the measurements (NO<sub>2</sub>), the signal at satellite altitude is no longer strong enough to be picked up (SO<sub>2</sub>), or only indirect measurement methods exist (CO<sub>2</sub>). Models are an essential supplement to the existing satellite measurements, although it is hoped that future satellite technologies will offer additional possibilities. The arrival of TROPOMI has already made possible a considerable improvement in the measurement of NO<sub>2</sub>, as shipping routes are now already visible after a single satellite overpass (in the past, longer periods were needed to pick up enough NO<sub>2</sub> signal). However, it is still very difficult to measure SO<sub>2</sub> using satellites.

Satellite data can be used to verify emission locations for the monitoring of trends over longer periods (e.g. monthly) and to establish relationships with, for example, pollution over land as well as economic trends. Finally, NO<sub>2</sub> emissions can be used to determine CO<sub>2</sub> emissions.

Joël Davidse (ILT) gave a pitch about a current project within the ILT Data and Innovation Lab. In the Netherlands, ILT is the supervisory body and monitors the IMO rules. In response to an IMO agreement to reduce air pollution from shipping, efforts are now being made in a consortium (ILT, KNMI, Leiden University) to realise a method to link AIS shipping data from the EMSA database with TROPOMI measurements of NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>, in order to detect major polluters. A complication that needs to be overcome is that S-5P provides column values, whereas only the bottom layer is important for shipping.

In his pitch, Alexander Los (NEOC) presented several conclusions that NEOC has drawn from discussions with port operator companies. Ports would like to monitor emissions per ship to determine whether these comply with the legislation. Due to its spatial scale, CAMS is more suitable for monitoring over the high seas. However, the value of the service for NEOC lies in support and illustration for educational activities.



During the plenary discussion, the importance of seeking connections with IMO was emphasised due to its role in developing policies regarding shipping emissions. Contacts with other end users are still missing, for example, the shipping department of the Ministry of Justice and Security. As this concerns an international issue, many end users/supervisory bodies can also be found outside the Netherlands. It was also noted that, although enforcement of the legislation on each individual boat is not yet possible, it could be worthwhile investigating whether the overall policy is effective, in other words, whether the total emissions from the shipping industry are decreasing or not. For the ports, ground measurements and satellite data should be linked to acquire a better understanding of the physical and chemical processes involved. It was proposed to seek contact with the Top Sector Water. Finally, wishes were expressed to further explore what TROPOMI could contribute in this area and to make the link between CAMS and emission measurements.

### **Thematic session: Agriculture**

In the overview presentation, Martijn Schaap (TNO) described the issues related to nitrogen emissions in agriculture. Due to the growing world population, meat and grain production and the associated use of artificial fertiliser have increased considerably in recent decades. This has led to an exponential increase in nitrogen emissions from agriculture. Consequences of this include forest dieback, acidification, overfertilisation and climate change. A considerable economic interest is associated with the measurement of ammonia concentrations and emissions in the Netherlands. However, the associated measurements are still subject to high levels of uncertainty, and so there is now a considerable growth in verification using satellite data, especially in other countries where ground monitoring and/or detailed information is minimal. Efforts are being made to determine the spatial and temporal resolution of ammonia emissions from agriculture in Europe by using agricultural emission and management models. Satellite and ground observations are being used as validation tools for this. As all CAMS models calculate the deposition fluxes, this information could also be put to good use in the nitrogen issue. However, CAMS is not making this information available yet, and the differences between the outcomes from the various models are also quite substantial. The spatial resolution of CAMS is still too rough (the desired level is 1km), but CAMS products could be used as boundary conditions in the model. The Netherlands has all the necessary knowledge to export integral solutions to other countries.

Shelley van der Graaf (VUA) gave a short pitch about a research project in which she is combining NH<sub>3</sub> deposition flux data with satellite observations of NH<sub>3</sub> column values and the LOTOS-EUROS model. This work aims to improve the modelling of nitrogen concentration and deposition fields and to investigate the link between nitrogen deposition and carbon exchange.

CAMS products are currently being used as a model input for this. However, potential extra contributions from CAMS could include making the following available: reanalysis of N-products, deposition maps, high-resolution analyses for nitrogen components, and ground observations of NO<sub>2</sub> as well as NH<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> fluxes.

During the plenary discussion, CAMS indicated that there is an increasing demand for data on nitrogen depositions. A start has therefore been made on exploring the possibilities, and it is on the



list for operationalisation in the next phase of Copernicus. However, it has not been included in the portfolio yet because it is difficult to validate.

Ideally, lessons related to this theme could be drawn by working in partnership to examine innovative techniques. However, it is generally difficult to find owners of 'new technology' puzzles until the results become available. It might be an idea to use the 'Kennisimpuls' of TNO for new technologies for these plans.

### **Thematic session: Urban Air Quality**

The overview presentation was given by Joost Wesseling (RIVM), who touched upon several pertinent issues and discussion points. During the production of air-quality maps and apps, there are new challenges in the area of resolution, applications and data. High-resolution maps have a high level of uncertainty that is not always easy to communicate. Such maps are increasingly used in third-party applications. However, whenever the public voices criticism, it is usually aimed at the government irrespective of the information source.

New data come from e.g. traffic data NDW, mobile measurements (e.g. Google cars and/or mobile phones), TROPOMI and sensors used by citizens. The values and quality of each type of data can differ. Deciding how to deal with these and determining the most realistic representation is, therefore, a challenge. A potential danger in this situation is that parties can search for data that suit them best.

An added value of CAMS is the use of a model ensemble which provides better results (closer to ground measurements) than if solely LOTOS-EUROS is used. The question is whether CAMS results can be used at a more local scale, in real time, and how this can be organised at a national level.

Saskia Willers (DCMR) gave a pitch about the CLARA project, which is developing climate services on the basis of C3S and CAMS products, amongst others, for air quality and water management. Until quite recently, CAMS products were hardly usable due to the low resolution, but now that the limits set for air quality in the Netherlands are scarcely exceeded, it is questionable whether high-resolution information is needed for this category of applications. How the 'end message' changes with scale and which scale is most suitable for local end-users is currently being investigated. CAMS products might become more usable in the future.

Next was a pitch by Edo Loenen (S[&]T) about the AirPortal, an application developed to make it possible for towns and cities to make information-driven policy decisions concerning urban air quality. It also uses CAMS regional forecasts, amongst other data. The pitch ended with a call for collaboration between the government, scientists and companies so that the Netherlands can acquire a leading role in the area of air-quality monitoring and improvement. In this, it was also suggested that joint objectives should be brought together in an air quality roadmap.

Bas Mijling (KNMI) gave a pitch about the mapping of urban air quality using new instruments, which consist of a combination of TROPOMI data, ground measurement stations, a citizens' measurement network and CAMS products. It was observed that there are several groups in the Netherlands with complimentary/overlapping expertise in the area of urban air quality and this once again led to a call for collaboration and the sharing of results. CAMS was also requested to



provide faster retrievals of air pollution time series for specific locations and to also make higher resolution/ensemble results globally available.

A pitch by Eric de Groot (Imagelabonline & Cardiovascular) demonstrated the physiological changes of human blood vessels caused by air pollution. CAMS data could help to interpret results at different resolutions/gradients to complement data from existing citizen and ground measurement networks. The consortium can also provide human data to support indoor and outdoor air quality studies.

Finally, in his pitch, Alexander Los (NEOC) considered the establishment of environmental zones (zones with low emissions) in cities. Several issues play a role in this regarding efficiency, weather influences and EU legislation versus WHO guidelines. Localisation/quantification of emission sources, improvements to models and implementation of effective legislation are being worked on. Possibilities for CAMS lie in aspects such as increasing the resolution, improving the user experience by, for example, making interactive maps available and providing access to data at all levels (from ready to use products to the original satellite data). Collaborating with ESA on an air quality TEP was also suggested.

During the plenary discussion, it was advised to determine the correct resolution level for various applications. For this, a clear distinction should be made between what is needed for policy purposes and what is needed for selling products to the general public. Care should be taken not to create false realities due to the large supply of data.

If a roadmap is drawn up, then the responsibility of each party should be clearly described. All parties have the same goal (good air quality) but also their own interests. The ecosystem already exists in the Netherlands, the focus should now be on unifying the various interests.

## **Other pitches**

A pitch by Margreet van Zanten (RIVM) explored the possibilities of CAMS and satellite measurements for measuring emissions, especially greenhouse gas emissions. RIVM leads the Dutch PRTR consortium, which is responsible for the national emissions registration. At present, CAMS products are not used for this due to unfamiliarity and uncertainty as to whether CAMS fits within the current guidelines. A first step towards an ideal collaboration would therefore be to bring together relevant initiatives in the Netherlands to increase familiarity and interaction between the parties involved. The aim of this would be to improve the quality by reducing the uncertainties due to differences between the values reported and those measured by satellites. CAMS could play a role in this by facilitating/providing the interaction between and connection with other international projects such as VERIFY, ICOS and CHE. Ultimately, the aim would be to work towards the availability of an emission dataset based on satellite observations, which is suitable for the verification of official PRTR emissions.

During the plenary discussion, CAMS stated that for CO<sub>2</sub>, it is currently being investigated what agencies (statistics driven) need and what Copernicus (observation driven) can contribute. At a later stage, the same discussion is expected for NO<sub>2</sub>. The use of satellite measurements for CH<sub>4</sub> is still in



its infancy. Furthermore, the Netherlands Enterprise Agency (RVO) indicated the added value of other sources, such as satellite data, in case discussions arise concerning the correctness of values reported. Realising possible changes in European procedures is a slow process. It is not possible for a single party to simply initiate the (switch to) collection/use of a different data type.

## Future

- (CAMS in) Copernicus Work Programme 2019 and future Sentinels

As the Dutch Copernicus delegate, Jasper van Loon (NSO) explained which steps are being taken to realise a Copernicus Work Programme for 2019 (WP19). An initial version of the WP19 (without budgets) has been published, and the second version (with budgets) will be discussed by the Copernicus Committee shortly after the CAMS workshop. In early October, a final version of the WP19 will be approved. Dutch parties can contribute points for the discussion via Jasper van Loon. For the CAMS service, there are three new points in the current version of the WP19: 1) integration of S-3 and S-5P data in the service/products, 2) continuation of the 'use case' programme, and 3) migration of the CAMS portfolio to the C3S Climate Data Store.

Furthermore, the budgets for the various services, data and communication were presented, as were the plans for future Sentinel satellite missions. A mission to measure (anthropogenic)CO<sub>2</sub> will most likely be the 7th Sentinel satellite. However, that will only be confirmed in early 2020, because the ESA Ministerial Council will not decide the total available budget before December 2019. In addition, the outcomes of the current phase A/B1 studies for several possible new Sentinels will become available by then.

This session was closed with the announcement that people could register for the national Copernicus mailing list via Jasper van Loon if they wished to remain informed.

A call came from the audience not to forget data exploitation (alongside the satellites themselves) in the follow-up plans for Copernicus.

## Panel discussion, Synthesis and Actions

- Panel discussion

A short panel discussion considered several questions that came from the participants. In response to the discussion point about possible market disruption due to an increased resolution of CAMS products, it was suggested that the market is creative enough to adapt if an increase in the resolution were to be implemented. Furthermore, the wish was expressed to present air quality (in the context of health) in the same way as the daily weather forecast, in order for the theme to become less political and instead part of daily life. Finally, the subject of aerosol monitoring was raised. Aerosol information is currently obtained from MODIS satellite data. However, this is the total aerosol mass and does not provide information about individual components. Although TROPOMI data have a higher accuracy, the same methodological problem remains. Ideally, in the future, it should be possible to obtain the necessary chemical and microphysical information directly from the measurements.



Per theme, the following actions were subsequently agreed upon:

- Air quality

A meeting, workgroup and/or roadmap is desired to facilitate collaboration on the theme. Air quality products are in the pipeline, and so it might be better to focus the discussion on the legal aspects. Such a collaborative action fits within the CAMS initiatives. If CAMS obtains the proposed budget for 2021-2027, then it would also like to facilitate the countries concerned in the national downscaling of products, as long as these countries have that need and present good ideas. Not every country will want to leave everything to CAMS, but CAMS can nevertheless play a facilitating role at the overall level.

Action: RIVM (contact person: Joost Wesseling) will be the lead party for this theme and in that role will initiate and establish the national collaboration and act as the contact person towards CAMS.

- Shipping

After last year's CAMS workshop, meetings and discussions were held with several parties that led to the establishment of various collaborations between ILT, companies and knowledge institutions. Relevant parties for this theme have therefore already found each other to some degree, and various activities are already taking place.

Action: ILT (contact person: Henk de Ruyter) hopes to establish a consortium with industrial partners with the help of IMO funding. The aim of this is to deploy a system of new technologies over the high seas. A meeting about this will be held at IMO in June.

- Agriculture

Once again, the call was made to make the deposition information from CAMS available as soon as possible, but certainly before the next Copernicus phase. An important point in this regard is how this new information can be incorporated into existing model systems in such a way that the value of the outcome is increased.

Action: TNO (contact person: Martijn Schaap) will be the lead party for this theme and will set up a national collaboration in the area of agricultural emissions, especially with a view to the intended expansion of CAMS with (anthropogenic) emission and deposition monitoring in the next phase of Copernicus.



