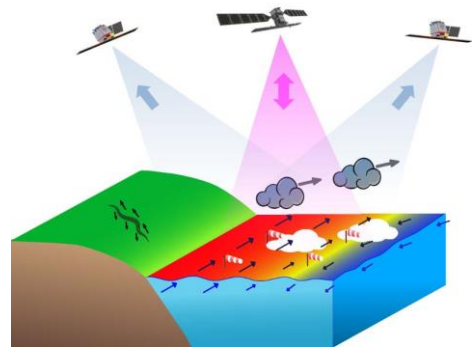


Wolken turen voor gevorderden

Hoe groot is die wolk en wanneer drijft hij weer weg? Het zijn vragen voor als je in de vroege lente op het balkon zit. Maar ook klimaatwetenschappers worstelen met de beweging van wolken en hun invloed op het klimaat. SWI 2023 kreeg de vraag om nieuwe analysemethoden te bedenken voor een toekomstige satellietmissie die professioneel naar de wolken tuurt.

Wolken zijn elk moment anders. Ze groeien aan boven warm water, drijven weg op de wind boven een stevige zeestroom, stulpen uit door opstijgende lucht en verwaaien of regenen uit. Door een samenspel van opwarmende en afkoelende effecten hebben wolken een flinke invloed op het weer en klimaat, maar we begrijpen nog niet goed genoeg hoe wolken zich in de loop der tijd ontwikkelen om die ook te vangen in onze klimaatmodellen. Daar moet verandering in komen, vindt aardobservatie-expert Alexandre Payez bij het Nederlandse weer- en klimaatinstituut KNMI.

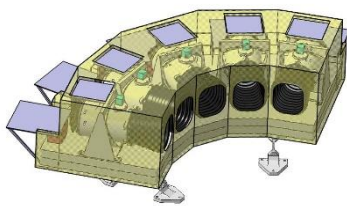
“Om betere klimaatmodellen van een warmere aarde te maken, moeten we processen in wolken beter leren begrijpen”, stelt Payez. De satellietmissie Harmony van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA moet daar verandering in brengen door de levensloop van wolken in detail in kaart te brengen.



*De twee Harmony-satellieten vliegen in formatie met een Sentinel-1 satelliet.
Bron: ESA / KNMI*

Tweeling

De twee satellieten van Harmony worden in 2029 gelanceerd en vliegen in dezelfde baan achter elkaar aan. Vanaf 700 kilometer hoogte schieten ze uit verschillende hoeken foto's van dezelfde stukken atmosfeer boven de oceaan. In de zes minuten die het kost om over te vliegen schieten ze zo tien verschillende foto's. Uit die tien plaatjes moet het Harmony-team afleiden hoe hoog wolken op de foto zijn, waar ze hangen en hoe ze bewegen, en hoe ze in de loop der tijd veranderen.



Elke Harmony-satelliet heeft vijf camera's om de aarde uit verschillende hoeken in beeld te brengen. Bron: ESA / KNMI

Toen SWI een van de Harmony-onderzoekers benaderde op zoek naar een interessant probleem, dacht ESA al aan een Hackathon om nieuwe benaderingen voor de Harmony-analyses te verkennen.

Het probleem is vrij uitdagend omdat wolken met verschillende camera's van opzij worden geobserveerd. Daardoor is het niet eenvoudig om te achterhalen of verschillen tussen twee foto's het gevolg zijn van een verticale of horizontale beweging van de wolken. Om de uitdaging behapbaar te maken voor SWI, stelde Payez voor het te vereenvoudigen door hoogteinformatie voor de wolken in de tien gesignaleerde beelden toe te voegen.

“Leuke meetkunde”

Om te zorgen dat de SWI-deelnemers zo snel mogelijk aan de slag kunnen, krijgen ze van het Harmony-team voorbeelddata die ze kunnen analyseren, tutorials en bestaande rekenmodellen. Ook is Payez de hele week aanwezig om de deelnemers te helpen en bij te sturen als ze een kant op gaan die de Harmony-onderzoekers zelf al hebben onderzocht.

Met de gegeven hoogtedata blijkt het voor de wiskundigen - na enig bakkeleien over waar precies het noorden was op de foto's - een eitje om de positie en bewegingsrichting van een wolkenmassa te bepalen. “Als je op hetzelfde moment uit verschillende richtingen foto's van dezelfde wolk maakt, zie je

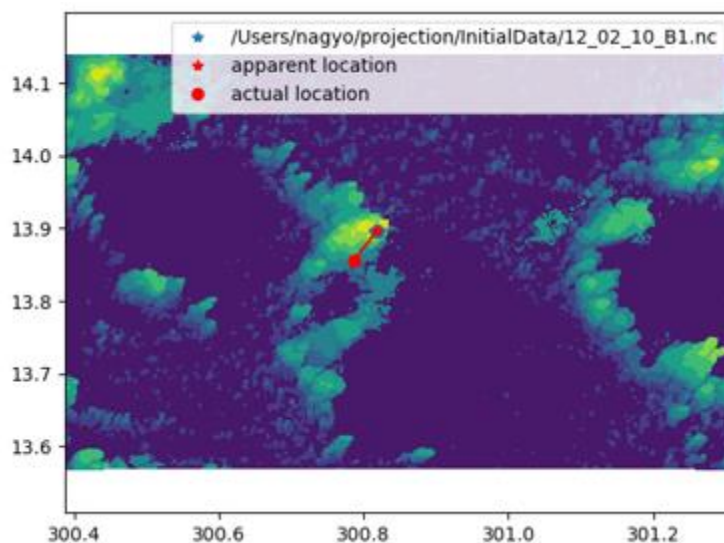
die tegen een iets ander deel van het aardoppervlak”, legt teamlid Sophie Abrahams uit, een promovendus aan de Universiteit van Oxford. “Uit die *parallax* kun je de afstand en afleiden. Wat leuke meetkunde en we hadden het antwoord.”

Vergelijkbare meetkunde laat zien hoe het complete wolkenveld beweegt, door foto's van een paar minuten na elkaar te vergelijken. Ook weten de onderzoekers de foto's uit verschillende hoeken aan elkaar te knopen in 3D-modellen van de individuele wolken. Een eerste stap om te zien hoe wolken in de loop der tijd veranderen.

Rekken en draaien

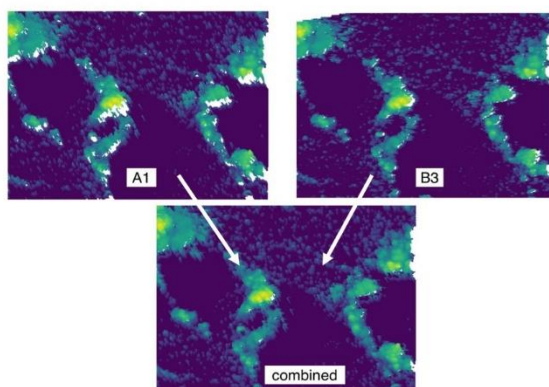
Volgens Abrahams is een grote uitdaging van het Harmony-project dat er zo weinig data beschikbaar zijn.

“We moeten de plaats en beweging van de wolken afleiden uit maar tien foto's. Dat betekent dat technieken zoals *machine learning* waarbij je een computer een grote hoop gegevens voert, niet gaan werken. We moesten dus buiten de gebaande paden zoeken.”



Plaatsbepaling van een wolk. Bron: SWI

Door tijdgebrek lukt het niet om de beweging van de wolken exact te analyseren. Na een brainstorm zetten de wiskundigen veelbelovende technieken, van software voor medische beeldherkenning tot een serie analysemethodes die berekenen in hoeverre een wolk of wolkenveld in de minuten tussen verschillende foto's draait en uitrekt. Abrahams: “Dat doen we eerst voor het complete wolkendek, daarna voor individuele wolken.”



Door wolkenbeelden vanuit verschillende hoeken te combineren weten de wiskundigen ontbrekende informatie in te vullen. Bron: SWI

Inspirerend

Alexandre Payez is een paar weken na de workshop nog steeds enthousiast over het resultaat van SWI:

Ook Sophie Abrahams is te spreken over de werkweek: "Het is de vijfde keer dat ik meedoe aan zo'n workshop, hartstikke leuk om zo nieuwe mensen en nieuwe wiskunde te leren kennen. Daarnaast zijn

deze workshops goed voor je CV als onderzoeker en als je het bedrijfsleven in wil, dat is echt een kans die je moet pakken!"