

# Satellietbeelden van olie op zee

Olielagen op het zeeoppervlak zijn moeilijk te zien op satellietbeelden in natuurlijke kleuren. De donkere tinten van de oliesporen wijken niet of nauwelijks af van de kleur van het zeewater. Bij een gunstige stand van de zon blijkt het wél mogelijk de olie te detecteren. Het resultaat is dan vergelijkbaar met wat radarmetingen vanuit de ruimte laten zien. Veel olie blijkt afkomstig uit natuurlijke bronnen.

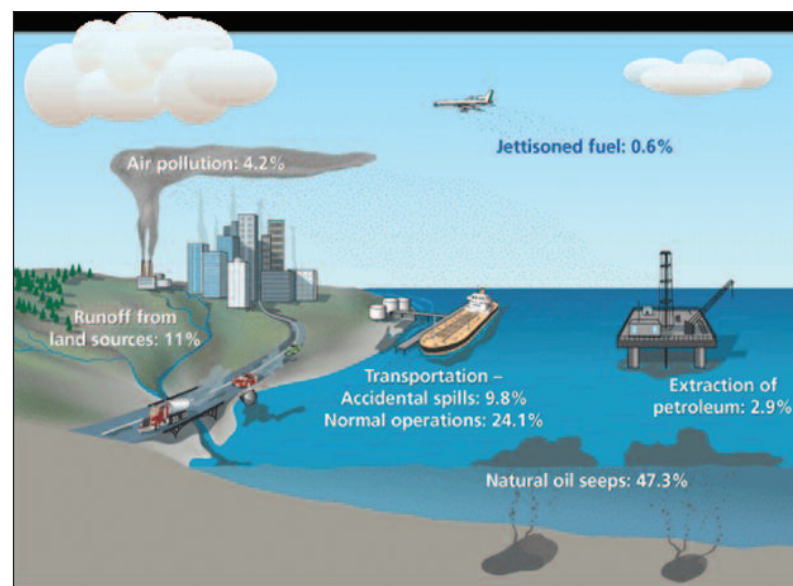
Olie op zee wordt door velen direct gekoppeld aan milieurampen met supertankers. De afgelopen vijftig jaar deden zich dan ook talrijke grote olierampen voor. Namen van schepen als Prestige (Spanje, 2002), Exxon Valdez (Alaska, 1989), Amoco Cadiz (Britannië, 1978) en Torrey Canyon (Scilly Eilanden, 1967) liggen bij velen nog vers in het geheugen. Hoewel dergelijke ongelukken met strandende en in tweeën brekende supertankers in de media breed worden uitgemeten, dragen ze verrassend genoeg voor nog geen tien procent bij aan de totale hoeveelheid olie in de oceanen. Dat is weliswaar meer dan gelekt wordt tijdens de oliewinning (zie diagram), maar minder dan wat er bij het lozen van ruimwater of andere, als normaal beschouwde operaties tijdens het transport met tankers, in het zeewater terecht komt. Belangrijkste bron van olie blijkt echter de natuur zelf. Naar schatting lekt bijna de helft van de olie in de oceaan weg uit bronnen in de zeebodem boven oliehoudende sedimenten daaronder. Door de opwaartse kracht stijgt de olie en kan zo boven komen drijven.

## Radarbeelden

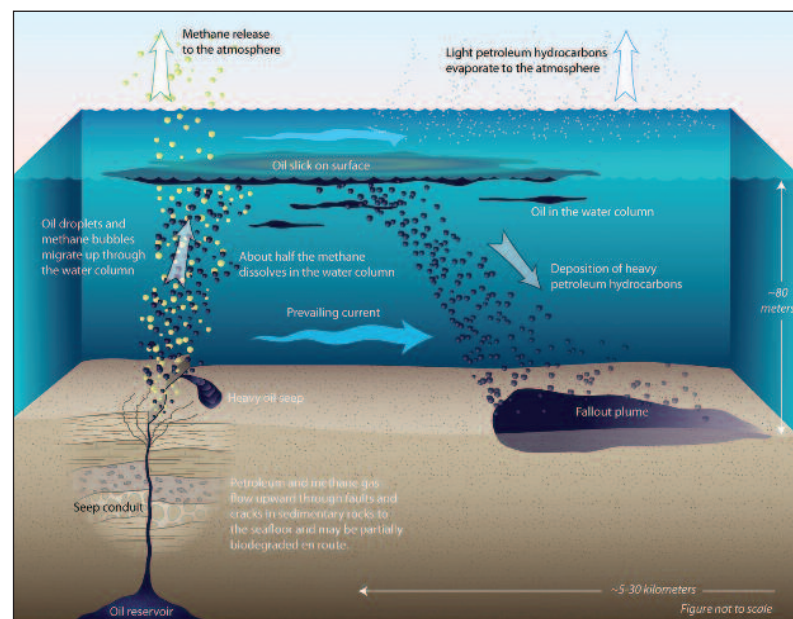
De meest voor de hand liggende manier om olie vanuit de ruimte te detecteren is met een radarinstrument op een satelliet. Zo'n instrument bevindt zich bijvoorbeeld op de commerciële Canadese satelliet RADARSAT, gelanceerd in november 1995, en op de Envisat van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA die in maart 2002 in een baan rond de aarde werd gebracht. Beide satellieten werken nog steeds.

## Kees Floor

Kees Floor verzorgt cursussen, workshops, lezingen en geschreven teksten over het weer en aanverwante onderwerpen. Veel van zijn bijdragen aan Zenit (en andere tijdschriften) zijn te vinden op [keesfloor.nl](http://keesfloor.nl).



a. Elk jaar komt ongeveer 1,5 miljard liter olie in de oceaan terecht. Daarvan is bijna de helft afkomstig uit natuurlijke bronnen. Daarnaast levert het vervoer van olie met olietankers een belangrijke bijdrage. Een kwart van de olie komt vrij bij routineoperaties tijdens het vervoer; olierampen zijn verantwoordelijk voor bijna 10 procent. De rest van de olie spoelt vanaf het land de zee in of hangt samen met oliewinning, luchtverontreiniging en luchtvaart. De cijfers in de figuur zijn wereldgemiddelden; de verhoudingen kunnen tussen de verschillende regio's op aarde sterk variëren. (Foto: Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI))



b. Satellietbeelden van olie op zee tonen slechts een deel van de reis die de uit natuurlijke bronnen op de zeebodem lekkende olie aflegt. Dit diagram brengt het volledige traject in kaart. Linksonder bevindt zich de bron waaruit de olie lekt. De reis verloopt met de wijzers van de klok mee. Een deel van de olie is al afgebroken door bacteriën voor de olieplekken zich vormen. Een ander deel van de olie verdampt, de rest zakt terug naar de bodem, waarbij hij onderweg verder wordt afgebroken. (Bron: John E. Cook, WHOI)

Met radar kan de ruwheid van het aardoppervlak vanuit de ruimte worden gemeten. Een landoppervlak is ruwer dan een zeeoppervlak, verstrooit daardoor meer radarstraling en krijgt zo een lichtere tint op het uiteindelijke radarbeeld. Op het zwartwitbeeld van

Zuid-Korea en de Gele Zee na de ramp met de tanker Hebei Spirit in december 2007 is deze verdeling van tinten goed te zien. Op het sa-

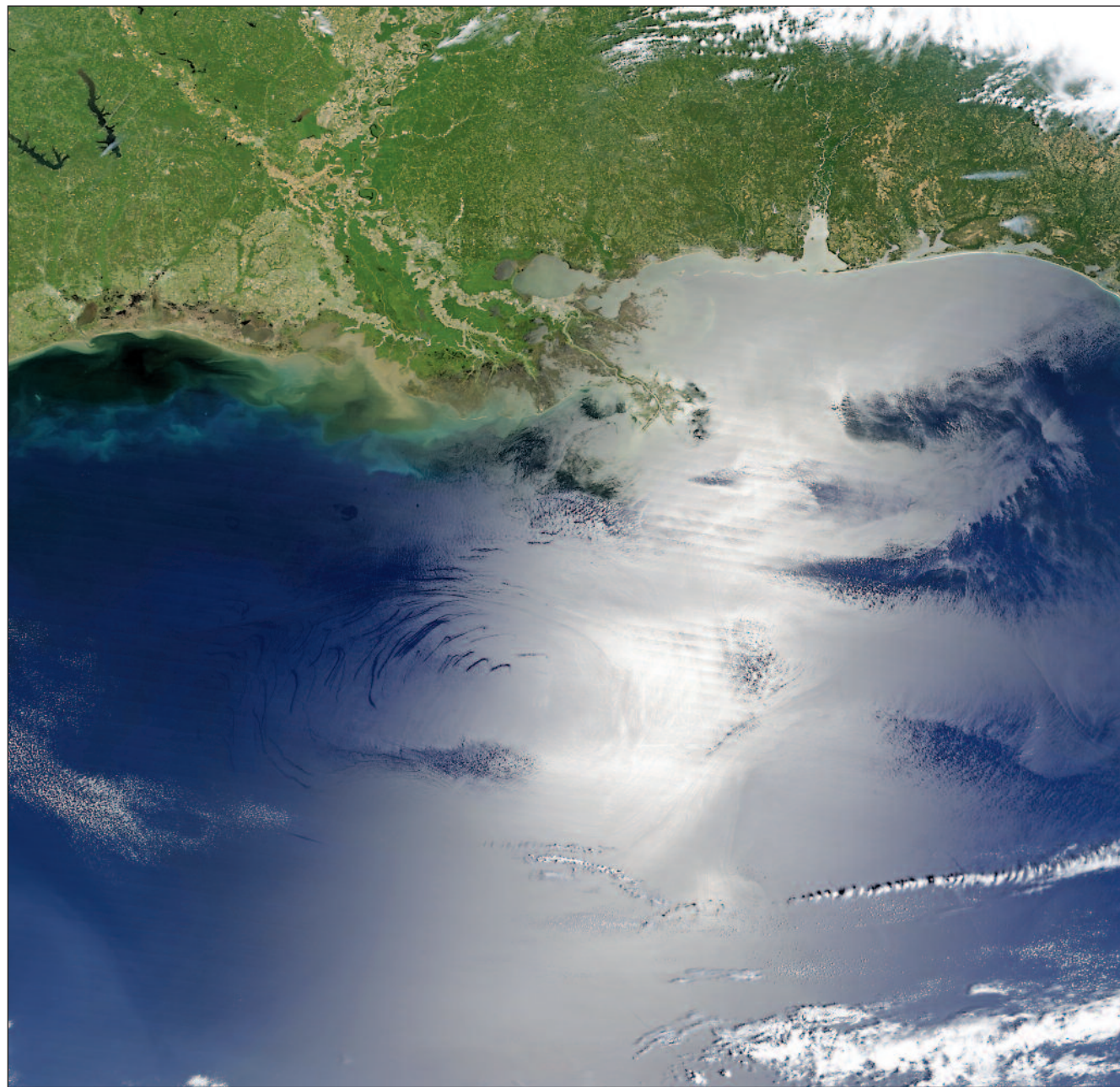
tellietbeeld is de olie, die de kustwateren verontreinigt, zwart, maar dat komt niet doordat olie zwart is! De olie dempt de kleinere, door de wind opgewekte golven, zodat het verontreinigde oppervlak minder ruw is, minder radarstraling terugstrooit en een donkerder tint krijgt. Andere gevallen van rampen met olietankers waarvan radarbeelden vanuit de ruimte vrijgegeven werden, zijn onder andere die met de supertankers Prestige bij Spanje (2002) en de Sea Empress bij Wales (blauw-groen beeld uit 1996).

De detectie van oliesporen op de oceaan met radar is echter niet optimaal. De beelden zijn weliswaar van uitstekende kwaliteit en bewolking of duisternis vormen geen probleem, maar radarbeelden zijn, vooral in de tropen, slechts af en toe beschikbaar en in

het geval van de commerciële satelliet ook nog eens erg duur. Routinematige monitoring is niet mogelijk, zodat olie aan het oppervlak al deels verdwenen kan zijn voor een satelliet met radar overkomt om de situatie vast te leggen. Het zou mooi zijn als informatie over olie op zee ook af te leiden zou zijn uit dagelijkse routinewaarnemingen van andere satellieten, waarvan de meetgegevens bij voorkeur gratis beschikbaar zouden moeten zijn.

#### Zonneglinstering

Een methode die deels aan deze verlangens tegemoet komt blijkt inderdaad te bestaan. De Amerikaanse oceanograaf Chuanmin Hu laat samen met een aantal collega's in een eerder dit jaar in de vakpers verschenen artikel zien hoe je daarbij te werk kunt gaan. Het idee

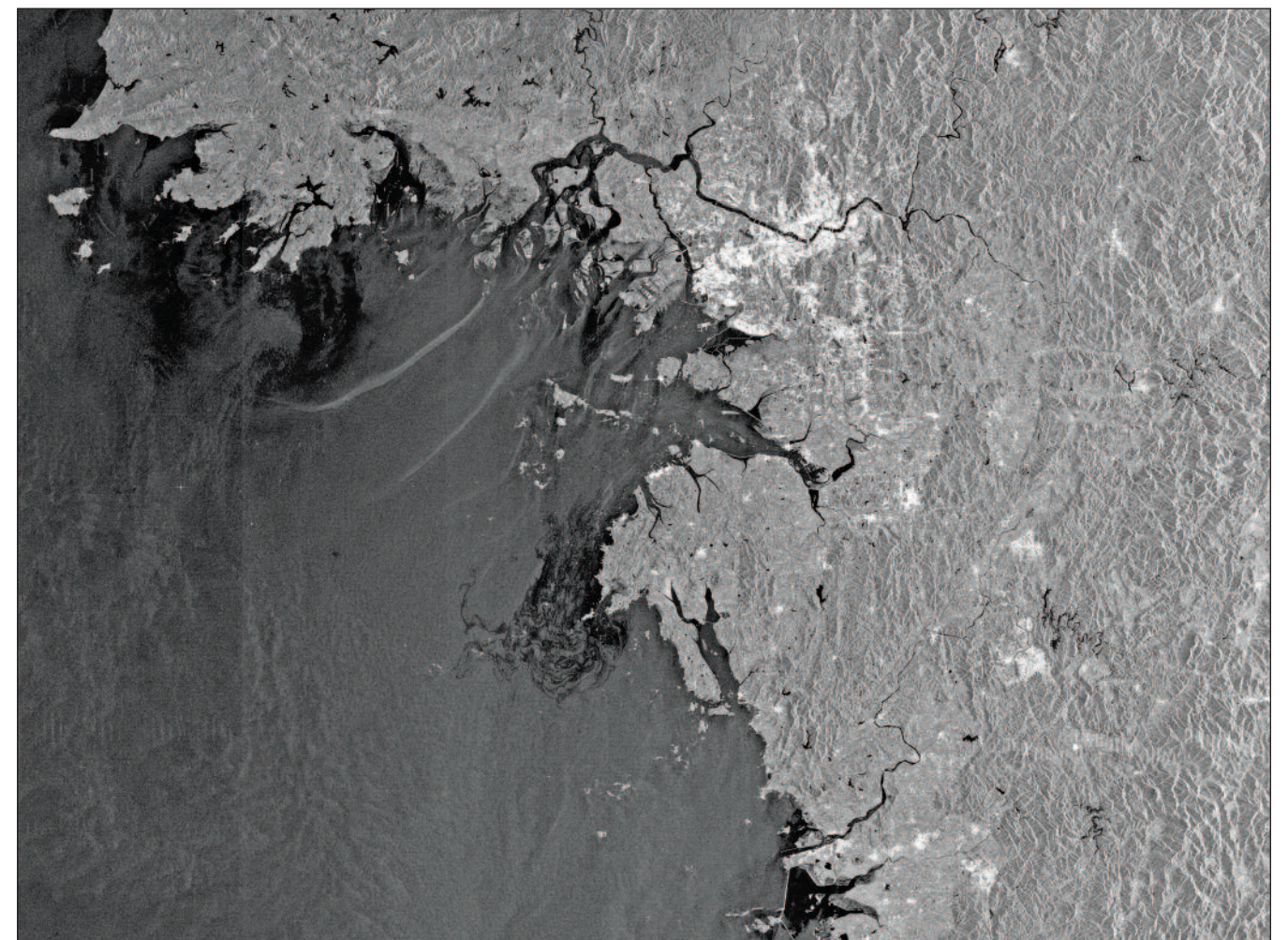


1. Zonneglinstering en oliestrepen op het water van de Golf van Mexico, 13 mei 2006. Aan de bovenzijde liggen de Verenigde Staten met ongeveer in het midden van de kustlijn de Mississippi Delta. De baan van de Amerikaanse satelliet Terra, die de informatie voor dit beeld in zichtbaar licht in natuurlijke kleuren leverde, loopt van rechtsboven naar middenonder over het midden van de zilverwitte band met zonneglinstering. Het beeld is opgebouwd uit stroken van 6 tot 9 kilometer breedte loodrecht op de baan van de satelliet, waardoor in de heldere zonnenschittering een lamellenpatroon ontstaat. De reflecties van zonlicht treden op in golven waarvan hellingen de juiste stand hebben om het zonlicht in de richting van de Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) van de satelliet te weerkaatsen. In de donkere gebieden, zoals rechts op het beeld ten zuiden van de kusten van Atlanta en Florida, is het windstil, zodat er geen golven zijn die aan het zonneglinsteringseffect kunnen bijdragen.

Op de linkerflank van de strook met zonneglinstering zijn ten zuiden van de kust van Louisiana donkere strepen zichtbaar in het overigens zilverwitte gebied; het volgende satellietbeeld geeft een uitvergroting van dit gebied. De strepen worden veroorzaakt door natuurlijk vrijgekomen olie. De olie dempt de golven, waardoor de reflecties verdwijnen. Volgens Amerikaanse onderzoekers bieden satellietbeelden met zonneglinstering veel extra informatie over natuurlijke of door menselijke activiteit op het water terecht gekomen olie, die een zeer bruikbare aanvulling vormt op de niet routinematig beschikbare en in sommige gevallen erg dure radarbeelden vanuit de ruimte. (Foto: NASA/Earth Observatory)



2. Oliestrepen in een gebied met zonneglinstering op de Golf van Mexico. De olie is van natuurlijke oorsprong en lekt weg uit bronnen boven oliehoudende sedimenten onder de zeebodem. Dit is een uitvergroting van een deel van het bovenstaande satellietbeeld. (Bron: NASA/Earth Observatory)



3. Op 7 december 2007 kwam de olietanker Hebei Spirit bij Zuid-Korea in aanvaring met een ander schip. Uit het wrak van de tanker stroomde meer dan 10.000 ton ruwe olie de Gele Zee in. De kuststrook raakte zo verontreinigd, dat de Zuid-Koreaanse regering de noodtoestand uitriep. Het satellietbeeld van 11 december 2007, 01:40 UTC toont de Zuid-Koreaanse bodem in lichtere tinten dan de zee; water dat verontreinigd is met olie is zwart. Het beeld is afkomstig van de Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR) op de Envisat satelliet van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA.

ontstond toen Hu op zoek was naar tekenen van giftige algenbloei, zogeheten rood tij (zie *Zenit* december 2005), in de Golf van Mexico. Hij bekeek talrijke, dagelijks routinematig gegenereerde en kosteloos beschikbare MODIS-beelden van de Amerikaanse satellieten Terra en Aqua. Uit kleurverschillen in het zeewater hoopte hij situaties met rood tij te kunnen opsporen. Op veel van die beelden

zijn echter in sommige delen van het gescande gebied eventuele door bijvoorbeeld chlorofyl of biomassa veroorzaakte kleurenuances van het zeewater niet zichtbaar. Dat komt door het optreden van zonneglinstering. Het satellietbeeld van de Golf van Mexico toont een voorbeeld. De sterke reflecties van zonlicht in het water maken op tintverschillen gebaseerd onderzoek onmogelijk. Wat veel onder-

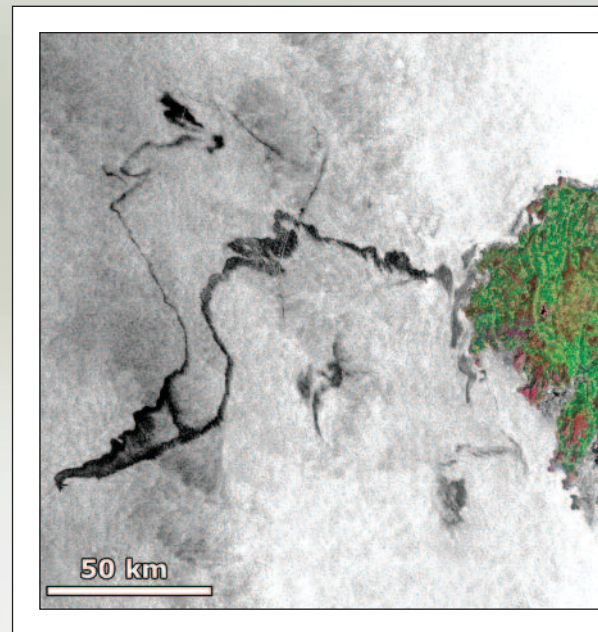
zoekers met dezelfde belangstelling als Hu betreft kunnen de meetgegevens van het overstraalde zeeoppervlak dan ook zonder meer de prullenbak in. Hu merkte echter op dat de zones met zonneglinstering geregeld donkere streken bevatten. Overleg met andere onderzoekers, tevens mede-auteurs van Hu's artikel, brachten hem op het spoor van uit natuurlijke bronnen lekkende olie.



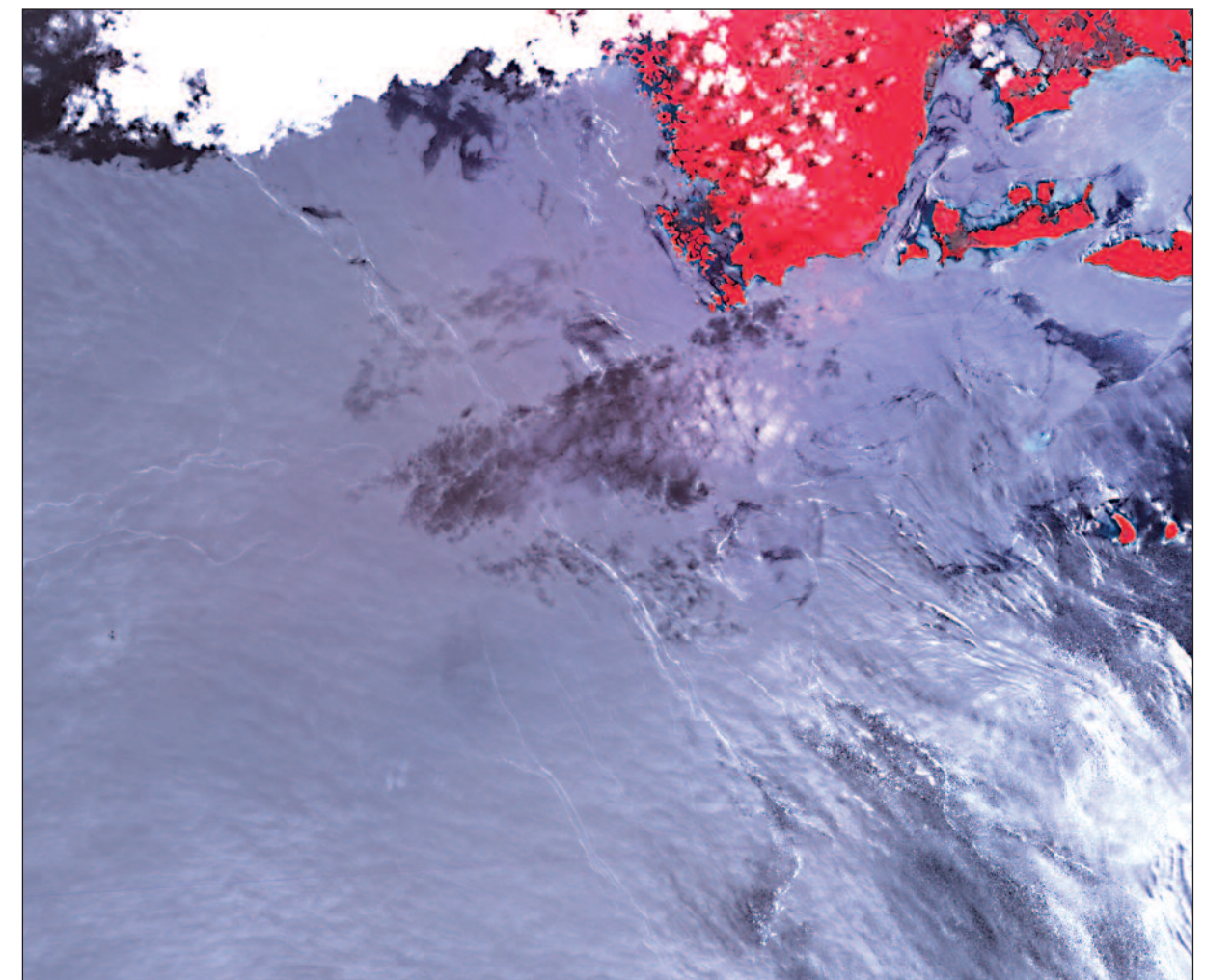
5. In de avond van 15 februari 1996 liep de supertanker Sea Empress vast op de rotsen bij Carmarthen Bay, een uitstulping van het Bristol Channel, op zijn beurt weer een uitstulping van de Keltische Zee bij Wales. Meer dan 65.000 ton ruwe olie kwam in zee terecht. Zeven dagen later leverde de Synthetic Aperture Radar (SAR) op de commerciële Canadese satelliet RADARSAT-1 de gegevens voor dit radarbeeld. Donkere tinten duiden op olie; niet verontreinigd zeewater is aanzienlijk lichter. De tint van het water waar de olie bezig is te verdwijnen of waar schoonmaakoperaties in gang zijn gezet, neemt een tussenpositie in. De olie verplaatst zich in oostelijke richting langs de kust van Wales. Rechtsboven mondt de Tywi River uit in zee; het in de Carmarthen Bay uitstromende water houdt de olie op afstand. (Foto: Canadian Space Agency)

#### Meer contrast

Ook nu is het daarbij belangrijk dat de olie de golven op het zeeoppervlak dempt. In het ene geval wordt de zee ter plekke geschikter voor het terugkaatsen van zonlicht naar de satelliet, in het andere geval juist minder geschikt. Wel is er steeds een duidelijk contrast tussen gebieden met olie en schoner water. Soms is de olie donkerder van tint (zoals op het beeld in natuurlijke kleuren van de Golf van Mexico op pagina 326 en het blauw-getinte beeld van Libanon en de Middellandse Zee), en in een ander geval gaat het om lichtere strepen in een donkerder omgeving (zoals op het rood-wit-blauwe beeld van de Filippijnen).



4. In november 2002 verongelukte de tanker Prestige bij het noordwesten van Spanje. Het schip brak in tweeën en er vormde zich een oliespoor van meer dan 150 kilometer lengte. Ook kwam veel olie op de kust terecht. Op dit radarbeeld van het getroffen gebied heeft de olie een donkere tint. Het beeld van 17 november 2002, 10:45 UTC is afkomstig van de ASAR op ESA's Envisat.



6. Op 11 augustus 2006 zonk de tanker MT Solar 1 in de omgeving van het Filippijnse eiland Guimaras (rood). Er stroomde 500.000 liter olie in zee en de 200 kilometer lange kust van Guimaras raakte verontreinigd met olie. Het wrak van de tanker bevindt zich onder water 20 kilometer ten zuidwesten van het eiland en midden onder in beeld. De olie lekt uit het wrak in een langgerekt, wit spoor. Het satellietbeeld is gebaseerd op metingen van de Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) op de satelliet Terra. Vegetatie, zoals aanwezig op Guimaras en enkele kleinere eilanden, is rood, bewolking wit. Datum: 29 augustus 2006. (Bron: NASA/Earth Observatory)

Hu bestudeerde de MODIS-satellietbeelden van de Golf van Mexico uit de meimaanden van negen opeenvolgende jaren om te zien of er vaker dergelijke strepen, en dus oliesporen, waargenomen konden worden. Van de 200 beelden met zonneglinstering in het onderzochte gebied, waren er maar liefst 50 waarop dergelijke sporen te zien waren.

Hu en collega's concluderen dan ook dat de zones met zonneglinstering op beelden in het zichtbare licht in ware kleuren geschikt zijn voor het detecteren van oliesporen, ongeacht of het gaat om olieverontreinigingen of om olie van natuurlijke oorsprong. De olievlekken moeten wel minstens enkele

honderden meters in doorsnee zijn om ze op de MODIS-beelden te kunnen zien. Voor beelden gebaseerd op metingen van de Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), een instrument dat eveneens op de Terra wordt meegevoerd, geldt dat overigens niet. De resolutie van ASTER-zichtbaarlichtbeelden, zoals die van Libanon en van de Filippijnen, bedraagt 15 meter, zodat ook kleinere olievlekken zichtbaar te maken zijn.

#### Levensloop

De olievlekken op de oceaan die de satellieten kunnen waarnemen, vormen slechts een deel van het levensverhaal van de uit onderzeese

bronnen lekkende olie. Om het verhaal compleet te maken, moet je ook bekijken wat er onder water en in de atmosfeer gebeurt. Dat deden collega-onderzoekers onlangs in een ander vaktijdschrift. Hun relaas is samengevat in het tweede diagram. Linksonder zien we een oliereservoir waaruit de olie lekt naar de zeebodem. Een deel daarvan blijft op de zeebodem achter; daarnaast stijgen oliedruppeltjes en gasbellen met methaan omhoog naar het zeeoppervlak. Het methaan lost deels op in het zeewater; de rest verdwijnt in de atmosfeer. De olie vormt vlekken, zoals die soms vanuit de ruimte te zien zijn op radarbeelden en - in de gebieden met zonneglinstering - beelden in zichtbaar licht. Uiteindelijk verdampt de olie of zinkt - voor zover niet onderweg door bacteriën afgebroken - vijf tot dertig kilometer verderop terug naar de bodem. Veel schade treedt daarbij niet op: planten en dieren in de omgeving zijn eraan gewend of hebben zich eraan aangepast. Voor de olie van olierampen ligt dat heel anders. Deze komt terecht in een milieu waar het niet thuis hoort en waar de planten- en dierenwereld zich niet op stel en sprong kan aanpassen. Bovendien breekt deze olie moeilijk af als hij langs de kust vermengd wordt met modder of sediment.

#### Literatuur

1. Farrington, J.W. and McDowell, J.E., *Mixing oil and water, Tracking the sources and impacts of oil pollution in the marine environment*, Oceanus Magazine 43 (1), 2004.
2. Farwell, C. et al., *Weathering and the Fallout Plume of Heavy Oil from Strong Petroleum Seeps Near Coal Oil Point, CA*. Environmental Science & Technology 43 (10), 15 mei 2009.
3. Hu, C. et al., *Detection of natural oil slicks in the NW Gulf of Mexico using MODIS Imagery*, Geophysical Research Letters 36, L01604, januari 2009.



7. In de zomer van 2006 ontstond er een militair conflict tussen Israël en Libanon. Daarbij raakte onder andere de aan de Middellandse Zeekust gelegen Jiyeh-elektriteitscentrale (niet in beeld, meer naar het zuiden) beschadigd, waarna duizenden tonnen olie in de Middellandse Zee terecht kwamen. Doordat zolang de vijandelijkheden voortduurden geen opruim- of bestrijdingswerkzaamheden konden worden uitgevoerd, breidde de olie zich over grote gebieden uit. Het satellietbeeld geeft de situatie op 10 augustus 2006. Beiroet en zijn haven liggen langs het van west naar oost verlopende gedeelte van de kustlijn. Het land heeft een lichte tint, het zeewater is donkerder, maar door zonneglinstering toch lichter van tint dan normaal. Waar olie drijft, zijn de golven gedempt, treed geen zonneglinstering op en krijgt het oppervlak de donkerste tinten. Instrument: ASTER. Satelliet: Terra. (Bron: NASA/Earth Observatory)

# Bijeenkomst werkgroep Astrofotografie zeer goed bezocht

Op zaterdag 25 april kwamen de leden van de vereniging Werkgroep Astrofotografie bijeen in Het Oude Theater in Oss. Er werden maar liefst honderd leden geteld. Naast het gevarieerde programma was er uiteraard tijd voor het uitwisselen van ervaringen met 'collega's en het bekijken van hun resultaten.

Om elf uur nam voorzitter Rob Lefeber het woord en heette iedereen welkom. Na de huishoudelijke mededelingen gaf Rob het woord aan Jaap Vreeling, verbonden aan NOVA, de Nederlandse Onderzoeksschool van Astronomie. Jaap is coördinator van het Internationaal Jaar van de Sterrenkunde en doet daar de promotie voor: voorlichting, uitdelen van posters, het verzamelen van foto's voor 'Astronomy Picture of the Day' en het promoten van het werk van amateurs. Vooral astrofotografen worden verzocht om hun opnamen naar NOVA te sturen.

#### Interessante voordrachten

Vervolgens was het de beurt aan Jan Adelaar. In zijn voordracht gaf Jan uitleg over webcamfotografie en behandelde daarin diverse onderwerpen: welke kijker?, de webcam, het toepassen van de barlowlenzen met ene hoge kwaliteit, het gebruik van filters in combinatie met zwartwitcamera's en hoe te corrigeren voor dispersie. Daarnaast werd het belang van collimatie en scherpstelling nog eens onderstreept. Natuurlijk werd dit alles vergezeld van prachtige foto's van de zon, maan en alle planeten door de jaren heen. Als toegift had Jan nog een adembenemende animatie. Het applaus was dan ook dubbel en dwars verdiend!

Camiel Severijns vertelde over een zelfontwikkeld programma voor het corrigeren van fouten bij goedkope monteren. Door middel van een stukje software kan de PEC (Periodic Error Correction) worden geprogrammeerd, waarmee vooraf mechanische fouten van een monte-

ring kunnen worden gecorrigeerd. De software is in ontwikkeling en wordt nog gebruikersvriendelijker gemaakt.

Peter van Leuteren legde uit welke apparatuur nodig is voor meteoriefotografie. Belangrijk zijn niet alleen de camera-instellingen: snelle lenzen, een hoge ISO-waarde, 'hot pixels', dauw en voldoende accu's

zijn ook belangrijk. Speciale aandacht kreeg de dataverwerking en de wijze waarop de resultaten ver-

#### Jan Koet

Jan Koet is een ervaren deepsky- en planeetfotograaf. Hij is actief binnen de werkgroepen Maan & Planeten en Astrofotografie en ontving in 2004 de Dr. J van der Biltprijs.



Het programma was interessant, maar de vele astrospullen ook! (Foto: Bert van Dijk)



Een bijeenkomst is natuurlijk ideaal om anderen deelgenoot te maken van je resultaten. (Foto: Bert van Dijk)



Hoofdgastpreker Gerald Rhemann bereidt zijn lezing voor. (Foto: Bert van Dijk)

zameld worden om ze te kunnen uitlijnen en samen te voegen tot één resultaat. In de meteoriefotografie

worden ook camerabatterijen of all-skycamera's gebruikt. Deze worden vaak voorzien van een sector, niet alleen om daarmee de snelheid van een meteor te bepalen, maar ook om satellieten, die op foto moeilijk van een meteor te onderscheiden zijn, uit te sluiten. Rond het middaguur was het tijd voor een lange pauze; voor velen een prima moment om de contacten aan te halen, een versnapering te nuttigen of om astro-inkopen te doen bij een van de vele stands.

#### Hot item

In de middag diende zich een hot item aan: lichtvervuiling. Wim Schmidt is psycholoog, studeerde sterrenkunde en richtte in 2001 het Platform Lichthinder en het bedrijf Sotto le Stelle op; beide instellingen zijn gespecialiseerd in het onderzoek naar licht-hinder. De Stichting Platform Lichthinder komt op voor de donkere nachten in Nederland. Het beantwoordt vragen van burgers en overheden, geeft veel presentaties en trekt

de nodige media-aandacht. In Wims betoog kwamen de vele negatieve visuele, esthetische, ecologische en gezondheidsaspecten naar voren, veroorzaakt door overmatige verlichting. Dit alles vergezeld van 'lichtende' voorbeelden. De voordracht was niet alleen erg informatief, de ondertoon was ook bijzonder humoristisch en niet wars van enige zelfspot.

De bijdrage van Mike van den Berg ging over widefield-imaging met de Takahashi FSQ106 ED in combinatie met de 'dreammachine'-camera: de SBIG STL-11000M. De combinatie van zeer goede optiek met een kort brandpunt en een van de beste astro CCD-camera's van dit moment, voorzien van smalband-interferentiefilters of een CLS-deep-sky-filter, staat garant voor spectaculaire deepsky-opnamen.

De kwantumefficiëntie bij 500 nanometer is ongeveer 50% en bij H-Alpha ongeveer 30%, wat ten opzichte van conventionele films nog steeds erg veel is. Het is belangrijk om gewoonweg zo lang mogelijk te belichten, desnoods meerdere nachten achtereenvolgend, om zo een goede signaal/ruisverhouding te krijgen. Uiteraard ontbraken de vele fraaie opnamen in dit verhaal niet.

#### Gast van de dag

Hoofdgastpreker van de dag was Gerald Rhemann, een bekende astrofotograaf uit Oostenrijk. Gerald was acht jaar eerder ook te gast, toen samen met Michael Jeager. In het verleden werd vooral op gehypersensibiliseerde TP2415 gefotografeerd en later op goede kleurenfilms. Hij gebruikte veelal grote Schmidtcamera's.

Voor de hoogst mogelijke resolutie werd toen tevens op 6x6-film gewerkt. Een foto van Hale-Bopp op de beste kleurenfilm van die tijd was een inspiratiebron voor veel amateurs! Maar de tijden veranderen, dus werkt ook Gerald tegenwoordig met CCD-camera's. Uiteraard liet hij zijn fraaie resultaten zien. Hoogtepunt van de dag is natuurlijk altijd weer 'de meegebrachte opnamen'. Diverse amateurs zoals Hugo Batema, Dick van Tatenhove, Lynn van Rooyen, Robert Wielinga, Mathijn Ippel, Yp de Lang, Ron Baart, Wim Holwerda en Arend van der Salm toonden in korte sessies hun werk.

Een uitgebreid verslag van deze bijeenkomst is te lezen in het najaarsnummer van AstroBulletin uitgave 41.

**ROBTICS**

Gemodificeerde en gekoelde Canon camera's  
 Speciaal bedoeld voor astrofotografie.  
 Vele modellen verkrijgbaar.  
 Meer informatie?  
[www.robtics.nl](http://www.robtics.nl)

Robtics | Nieuwlandsedijk 53 | 2691 KV | 's-Gravenzand | 01744-15932 | info@robtics.nl