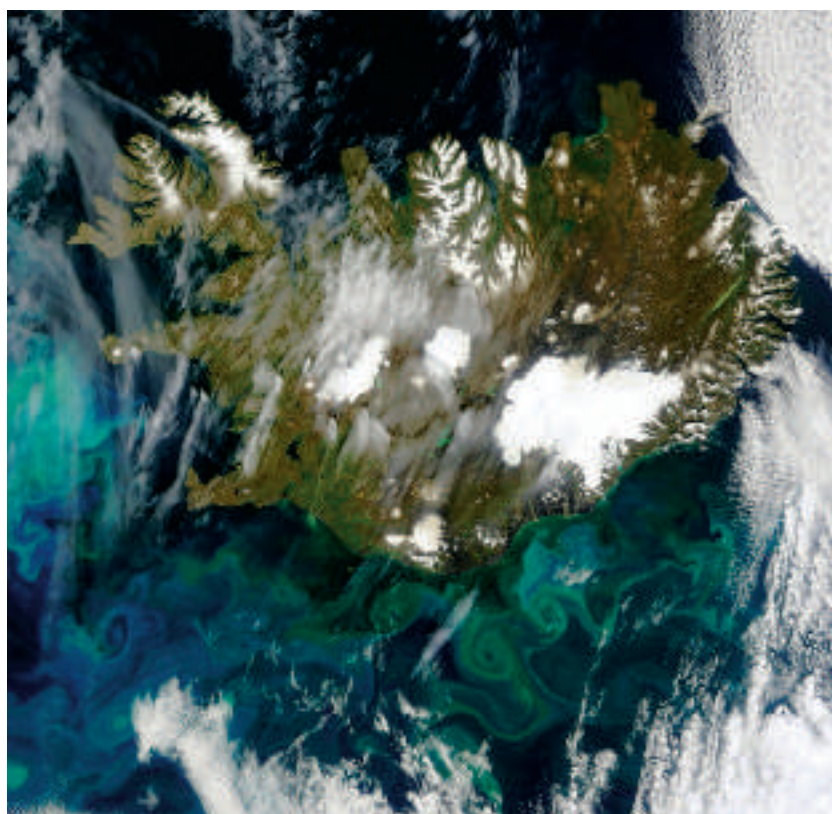


Kleurrijk oceaanwater

Satellietfoto's tonen veelzijdig beeld van wateroppervlakken

Het aardoppervlak bestaat voor tweederde uit water. Geen wonder dat de kunstmanen die in een baan om de aarde zijn gebracht om haar onafgebroken te kunnen bestuderen, een veelheid van beelden genereren van zeeën en oceanen. De satellietfoto's tonen een minder eenzijdig beeld van al die grote wateroppervlakken dan je in eerste instantie zou verwachten. Dat komt doordat er in de oceaan van alles aan de hand is, zoals de bloei van algen. Bijgaande figuren geven een indruk van wat er zoal te zien is.



Figuur 1 - Algenbloei ten zuiden van IJsland, het zeewater ten noorden van IJsland heeft zijn normale kleur. Datum: 21 juni 2004. Satelliet: Terra. Instrument: MODIS. Bron: NASA.

Als zonlicht invalt op het oceaanoppervlak, treden verscheidene effecten op die bekend zijn uit de optica. De belangrijkste daarvan zijn terugkaatsing, verstrooiing en absorptie. De terugkaatsing van zonlicht is gewoonlijk een weinig efficiënt proces, zodat er maar weinig licht van de oceaan de sensor van een satelliet kan bereiken. Absorptie verwijdert selectief bepaalde kleuren uit het licht, terwijl an-

dere kleuren juist worden doorgelaten. Bij de verstrooiing zijn vooral deeltjes betrokken die in het water rondzweven, bijvoorbeeld aangevoerd door rivieren; de absorptie wordt vooral veroorzaakt door het chlorofyl van eventueel aanwezig fytoplankton. Het resultaat van de interactie tussen de verschillende optische processen is wisselend, en daarmee ook de tint en de kleur van de oceaan zelf.

Doorgaans heeft helder oceaanwater op satellietbeelden een diepblauwe tint; het meeste licht dat vanuit de oceaan door watermoleculen wordt teruggestrooid, is namelijk blauw van kleur. Deze kleur is onder meer duidelijk te zien op de Atlantische Oceaan ten noorden van IJsland in het satellietbeeld van figuur 1. De diepblauwe tinten doen zich vooral voor in diep water; boven ondiepe banken kan de zee in helder water veel lichtere blauwtinten vertonen (figuur 2).

Oceaanwater kan echter meer bevatten dan alleen maar water. Het soms aanwezige zand en slib doet het oceaanoppervlak van tint veranderen. Dat gebeurt in de buurt van de kust, waar rivieren in zee uitkomen en waar het ondiepe water door getijwerking en stormen zo sterk in beroering wordt gebracht dat 'wolken' zand- en slibdeeltjes van de bodem omhoog komen en het wateroppervlak een bruinige tint doen aannemen. Dat is bijvoorbeeld te zien in figuur 3, waar door Myanmar (Birma) stromende rivieren sediment afvoeren naar de Indische Oceaan.

Fytoplankton

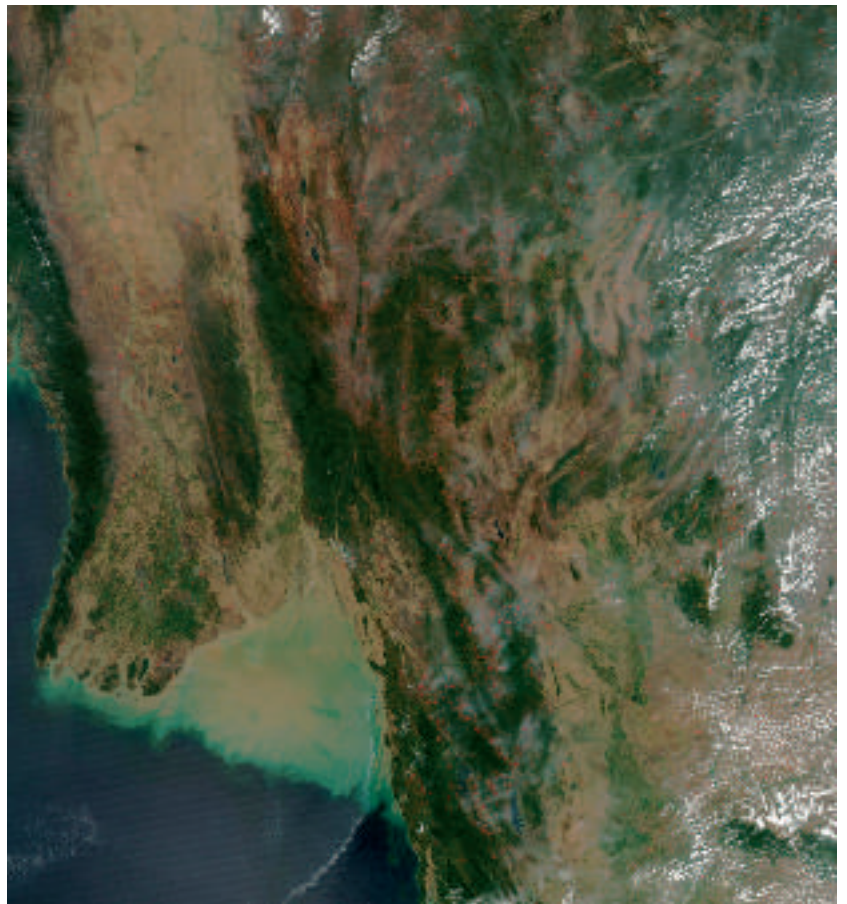
Een andere, veel belangrijkere oorzaak van afwijkende kleuren van het oceaanoppervlak vormt fytoplankton. Fytoplankton is een verzamelnaam voor microscopisch kleine, eencellige planten in de oceaan. Het komt er in grote hoeveelheden voor en vormt de basis van de voedselketen. Het dient als voedsel voor kleine visjes, maar ook voor som-

mige soorten walvissen. Grotere vissen eten de kleintjes en worden op hun beurt door vogels gegeten of komen terecht in de netten van vissers om vervolgens door de mens te worden verorberd. Om te groeien heeft fytoplankton zonlicht, water en voedingsstoffen nodig. Het water vormt in de oceaan uiteraard geen probleem. Doordat het meeste zonlicht beschikbaar is aan het oceaanoppervlak, komt fytoplankton daar het vaakst voor. Net als bomen, planten en struiken op het vasteland, bevat fytoplankton de kleurstof chlorofyl die verantwoordelijk is voor een groene kleur. Chlorofyl wordt gebruikt voor de fotosynthese, waarbij zonlicht benut kan worden als energiebron voor de plant. Deze energie is nodig om uit water en koolstofdioxide (CO_2) koolwaterstoffen te verkrijgen die dienen als bouwstenen voor groei. Naast water en CO_2 – beide in ruime mate voorradig – zijn er echter ook nog andere voedingsstoffen nodig om te overleven, zoals ijzer. Deze extra voedingsstoffen zijn vooral te vinden in gebieden met koud oceaanoewater, waar voedselrijk oceaanoewater uit de diepte omhoog komt in een proces dat ‘opwelling’ wordt genoemd. Ook dragen rivieren niet alleen water, maar ook voedingsstoffen naar de zee. Grote hoeveelheden fytoplankton worden dan ook vooral aangetroffen in gebieden met opwelling en in de buurt van de kust, waar rivieren op zee uitkomen. Opwelling treedt onder meer op bij Afrika voor de kust van Namibië en bij Zuid-Amerika voor de kust van Peru. Als het oppervlaktewater voor de kust van Peru warmer is dan gebruikelijk, wordt de opwelling tegengewerkt en verdwijnt het fytoplankton, evenals de vis en de zoogdieren die ervan afhankelijk zijn voor hun voeding. Dergelijke perioden staan bekend als El Niñ.

Ook al zijn afzonderlijke organismen microscopisch klein, toch kan het fytoplankton tijdens algenbloei immens gedijen en de kleur van het oceaanoppervlak zo sterk beïnvloeden dat het vanuit de ruimte kan worden waargenomen. Door de aanwezigheid van chlorofyl gaat het, afhankelijk van de fytoplanktonsoort, om groene of blauwgroene tinten. Het tintverschil wordt duidelijk door vergelijking van de waterkleur van de Atlantische Oceaan ten noorden van IJsland (donkerblauw, weinig of geen fytoplankton) en ten zuiden daarvan (algenbloei) in het satellietbeeld van figuur 1.



Figuur 2 - Het water van de Caribische Zee en de Atlantische Oceaan is over het algemeen diepblauw. Boven ondiepe banken is de tint in uiterst helder water, zoals op dit satellietbeeld van Florida, Cuba en de Bahama's, aanzienlijk lichter van tint. De banken maken deel uit van het continentale plat en liepen onder na het smelten van de ijskap na de laatste ijstijd. Rechts- onder in beeld ligt de tropische cycloon Frances klaar om over de Bahama's naar Florida te trekken. Datum: 1 september 2004. Satelliet: Seastar. Instrument: SeaWiFS. Bron: SeaWiFS-project, NASA.



Figuur 3 - Door Myanmar (Birma) stromende rivieren voeren zand en slib naar de Indische Oceaan. Datum: 24 februari 2004. Satelliet: Aqua. Instrument: MODIS. Bron: NASA.

Fytoplankton leeft ongeveer twee dagen; daarna sterft het af en zinkt het naar de bodem. Daar worden de restanten afgebroken door bacteriën.

Zwavel

Een gebied waar van tijd tot tijd door opwelling veel voedingsstoffen aan het wateroppervlak komen, bevindt zich op de zuidelijke Atlantische Oceaan voor de kust van Namibië. Daar komt algenbloei dan ook geregeld voor. Soms treden echter afwijkende kleuren op; vergelijk bijvoorbeeld het melkachtig groen van figuur 5 met de tinten van de algenbloei in de Golf van Biskaje (figuur 4) en de Atlantische Oceaan ten zuiden van IJsland (figuur 1). Dergelijke melkgroene tinten ontstaan als de bacteriën die zich ophouden bij de bodem en normaliter de restanten van het fytoplankton afbreken, alle zuurstof verbruikt hebben. De afbraak van de fytoplanktonresten wordt dan overgenomen door een andere bacteriesoort. Deze bacteriën maken bij het afbraakproces gebruik van een vorm van zwavel en hebben als bijproduct zwavelwaterstofgas (H_2S). Aanvankelijk houdt het sediment op de bodem het gas nog vast; als de opslagcapaciteit echter is uitgeput, ontsnapt het gas uit de zeebodem en stijgt op naar het wateroppervlak. Wanneer het gas in de bovenste lagen van de oceaan in een zuurstofrijkere omgeving terecht komt, wordt het deels omgezet in zwavel. De zwavel is wit van tint en veroorzaakt de melkgroene kleur op het satellietbeeld van figuur 5. Naarmate het proces langer voortduurt, wordt de kleur groener, een combinatie van het geel van het zwavel en het blauw van het water.

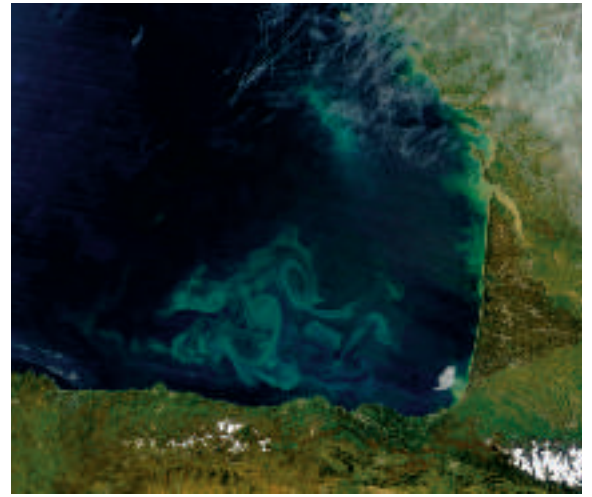
De lokale bevolking langs de kust van Namibië is gewend aan de incidentele rotte-eierenlucht van zwavelwaterstofgas, al blijft het gas giftig en de geur onprettig. De dieren en organismen die de zeebodem bevolken, hebben echter een grote hekel aan de zuurstofarme omgeving met het stinkende en giftige H_2S . De kreeften in dat gebied maken dat ze weggelopen en trekken soms massaal het strand op. De tegelijkertijd optredende vissterfte maakt het foerageren voor de zeeemeeuwen zeer eenvoudig.

Fytoplanktonconcentraties

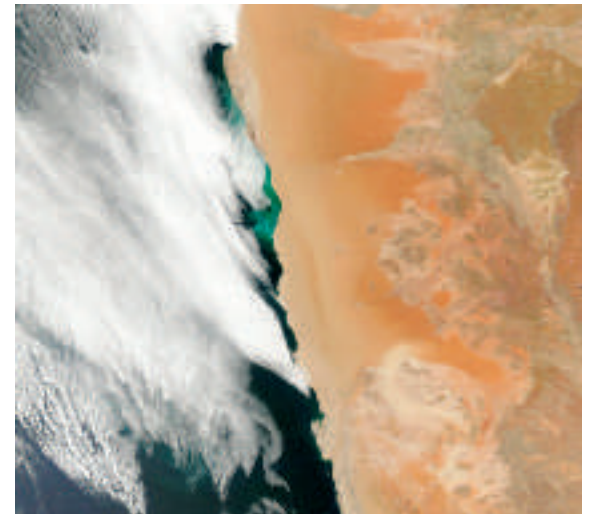
Satellietbeelden van algenbloei zoals ten zuiden van IJsland in figuur 1 en in de Golf van Biskaje in figuur 4, geven een momentopname van gebieden met

relatief grote hoeveelheden fytoplankton. Onderzoekers gebruiken metingen van dezelfde satellietplatforms echter tevens om fytoplanktonconcentraties wereldwijd in kaart te brengen (figuur 6). In feite bepaalt men de kleur van de oceaan. Het basisprincipe bij de meting is: hoe meer fytoplankton, des te groener het water en hoe minder hoe blauwer. De microscopisch kleine waterplantjes geven inzicht in veranderingen die optreden aan het oceaanooppervlak. Bovendien kunnen ze tijdens de fotosynthese uit de atmosfeer immense hoeveelheden CO_2 opnemen, zodat ze een belangrijke rol spelen in het klimaat van de aarde. Het fytoplankton geldt verder als een graadmeter voor de 'gezondheid' van de oceaan. Het in kaart brengen van de kleur van de oceaan kan daardoor tevens een rol spelen bij het beheer van de visstand en de toekenning van vangstquota. De sensoren op de satellieten kunnen de kleurmeting vrij gedetailleerd uitvoeren, want ze zijn veel beter in staat kleurverschillen te onderkennen dan het menselijke oog. Probleem is wel dat ze straling meten, ongeacht plaats van herkomst. De atmosfeer kan het beeld dat van de oceaan wordt gevormd, vertroebelen. Bijvoorbeeld bij aanwezigheid van dunne, doorzichtige bewolking, stof en zand (zie Schip & Werf de Zee februari 2004) of van rook en andere vormen van luchtverontreiniging. Ook weerspiegelingen van zonlicht in het wateroppervlak geven geen representatief beeld van de kleur van de oceaan (zie Schip & Werf de Zee juni 2004).

Figuur 6 geeft de gemiddelde chlorofylconcentratie in de oceaan, zoals gemeten door het SeaWiFS-instrument in de periode oktober 1997 tot en met april 2002. Het beeld toont een duidelijk verband tussen het plantaardige leven in de

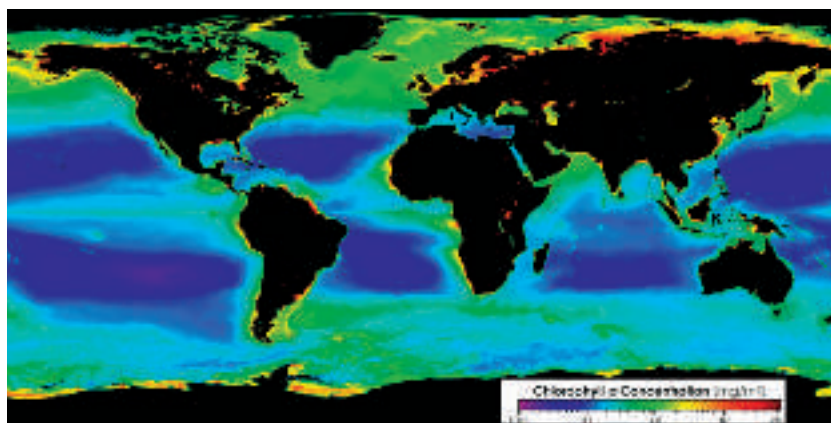


Figuur 4 - Algenbloei in de Golf van Biskaje. Datum: 25 april 2004. Satelliet: Terra. Instrument: MODIS. Bron: NASA.



Figuur 5 - Zwavelpluim voor de kust van Namibië. Datum: 28 februari 2004. Satelliet: Aqua. Instrument: MODIS. Bron: NASA.

oceaan enerzijds en de natuurkundige en scheikundige processen in de oceaan, zoals temperatuurverschillen en opwelling in de buurt van de kust, anderzijds. In de buurt van de kust zit meer chlorofyl en dus meer fytoplankton. Ook zijn de concentraties in de noordelijke oceanen hoger dan in de zuidelijke.



Figuur 6 - Gemiddelde concentratie chlorofyl. Periode: oktober 1997 tot en met april 2002. Satelliet: Seastar. Instrument: SeaWiFS. Bron: SeaWiFS-project, NASA.

BigLift Shipping

Worldwide heavy lift and project transportation

BigLift Shipping is een Nederlandse rederij, gespecialiseerd in het wereldwijde transport over zee van zware en bijzondere ladingen. De moderne vloot bestaat uit 14 zwaar-transportschepen. De operaties worden geleid vanuit het hoofdkantoor te Amsterdam waar circa 40 medewerkers de vele, uiteenlopende activiteiten voorbereiden, begeleiden en in goede banen leiden. Het toenemende aantal projecten brengt uitbreiding van de werkzaamheden mee. Dus zoekt BigLift Shipping een:

(aspirant) Ladinginspecteur

De ladinginspecteur bereidt op het kantoor in Amsterdam de laad- en los-operaties van de zware-ladingschepen tot in detail voor. Veelal is vereist om ter plaatse, in de laad- en loshavens, de operaties te coördineren en verder te begeleiden.

Functie-eisen onder meer:

- een maritieme opleiding en ervaring, bij voorkeur als 1ste Stuurman
- geen bezwaar tegen veelvuldig reizen
- teamspirit, oplossingsgericht, accuraat en een grote loyaliteit
- geen 9 tot 5 mentaliteit
- uitstekende beheersing van de Nederlandse en Engelse taal
- vaardig met de computer

De juiste kandidaat voor elk van de functies mag rekenen op:

- een aantrekkelijke werkkring bij een dynamisch bedrijf
- enthousiaste collega's
- uitstekende salariering en secundaire arbeidsvoorwaarden.

Engineer

De engineer ondersteunt de operationele afdeling bij alle ontwerp- en engineering-activiteiten die nodig zijn om - de vaak gecompliceerde - transporten veilig en efficiënt uit te voeren. De engineer is tevens verantwoordelijk voor de verdere kennisopbouw en de implementatie van moderne rekentechnieken, die gebruikt worden bij onder meer het voorspellen van scheepsbewegingen en berekeningen van constructies.

Functie-eisen onder meer:

- een opleiding scheepsbouwkunde of offshore techniek, op TU niveau (vakgebieden hydrodynamica, theoretische mechanica, sterkteleer, etc.)
- teamspirit, oplossingsgericht, accuraat en een grote loyaliteit
- geen 9 tot 5 mentaliteit
- uitstekende beheersing van de Nederlandse en Engelse taal
- vaardig met de computer

Voor inlichtingen en reacties kunt u contact opnemen met:

BigLift Shipping B.V. T.a.v. de heer A. Peterse. Radarweg 36, 1042 AA Amsterdam. Telefoon: 020-4488301, e-mail: jobs@bigliftshipping.com (reacties van recruiterings- of uitzendbureaus worden niet op prijs gesteld).

BIGLIFT

A. van der Neerweg 7
9601 EW Hoogezand
Tel: 0598 39 55 00
Fax: 0598 39 24 27
E-mail: coops-nieborg@coops-nieborg.nl
www.coops-nieborg.nl

STERKSTE SCHAKEL

Als toeleverancier voor de scheepsbouwindustrie is Coops & Nieborg op haar vakgebied – het vervaardigen van hoofddekluiken, tussen-dekluiken, luikenkranen, hydraulische hefkolommen en secties voor zeeschepen – de sterkste schakel die er op de wereld te vinden is.



COOPS & NIEBORG BV