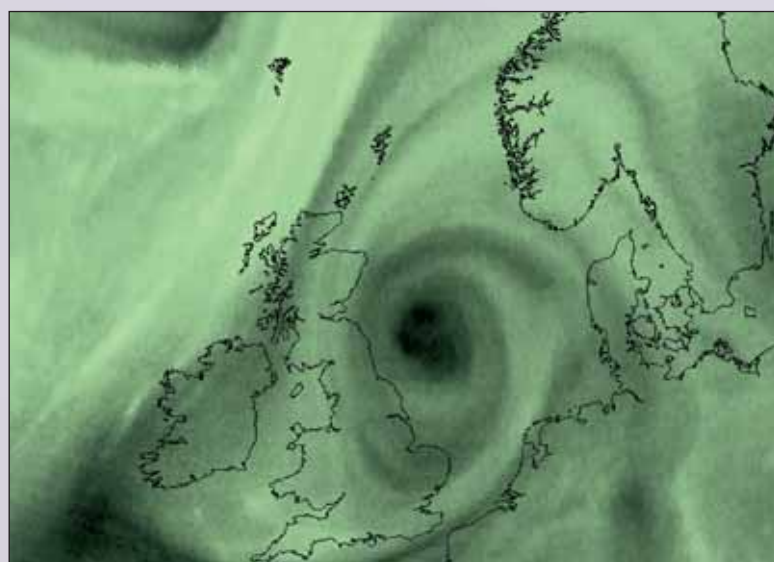
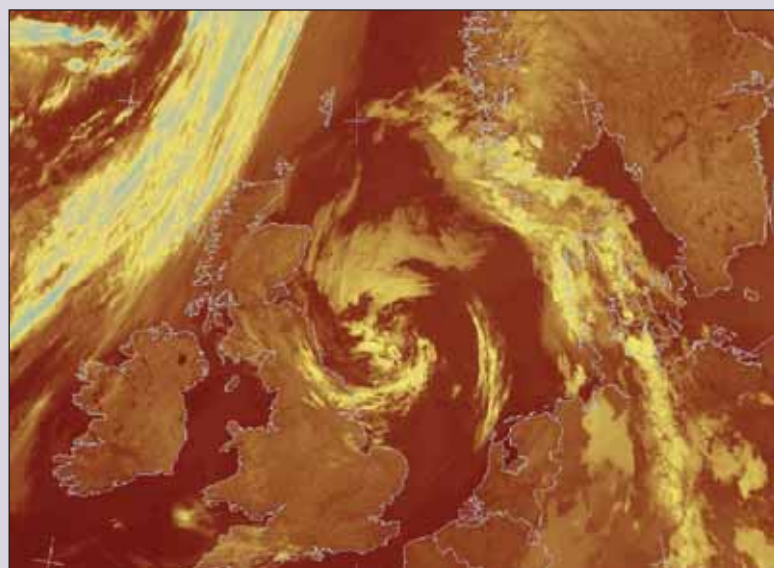
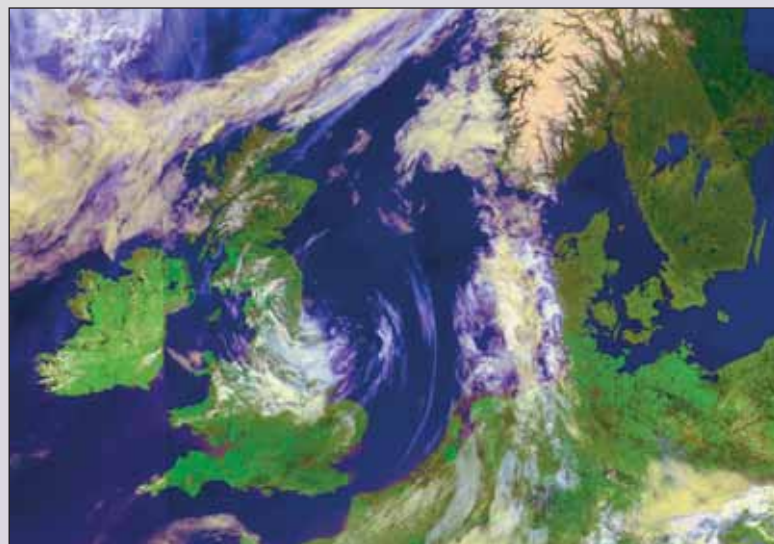


Water in de atmosfeer: een drieluik

Onze eigen planeet is de enige planeet in dit zonnestelsel waar op zo'n uitbundige manier en in al zijn verschijningsvormen water te vinden is. In drie etappes beschrijven we het water in de aardse dampkring en hoe fraai het soms op het aardoppervlak neerslaat of kristalliseert. Een reis langs ijskristallen, waterdruppels en wolken waterdamp in de aardatmosfeer, eerst gezien vanaf grote hoogte, om uiteindelijk te belanden op de grond.



Drie opnamen van de atmosfeer boven W- en NW- Europa, op 8 mei 2001. In het zichtbaar licht, infrarood en waterdampkanaal van een aantal weersatellieten, zijn de verschillen in wolkenstructuren en waterdampverdeling rond een depressie boven de Noordzee goed herkenbaar. (Bronnen: NOAA/Univ. Berlin, en Eumetsat/Meteosat/KNMI)

1 Zoals we het zien vanuit de ruimte

Sinds de komst van de satelliet is voor de meteorologie een volledig nieuw hulpmiddel beschikbaar gekomen bij de analyse van de aardse dampkring, de weersatellietfoto. Tegenwoordig is de satellietfoto een product dat we dagelijks in de media tegenkomen. Televisiemeteorologen tonen de bewegende beelden van wolkenformaties. In kranten en op het internet zijn vele soorten opnamen te vinden, soms in heel bijzondere kleurschakeringen, soms gewoon in zwart-wit. Uiteindelijk tonen al die weersatellietfoto's hoe de verdeling van het water in onze aardse dampkring er uit ziet – water dat we in al zijn aggregatietoestanden tegenkomen, als damp, als vloeistof en in vaste vorm.

Van grote afstand zien we de aarde als een planeet die opvalt door zijn blauwe en witte tinten. Beroemd is de foto die de bemanning van de Apollo-8 tijdens Kerst 1968 maakt, toen men een eerste ruimtevlucht rond de maan maakte. Op de foto was een dor en bekraterd maanlandschap te zien, met daarboven, tegen een inktzwarte achtergrond, die blauw-witte aardschijf. Zelfs van zeer grote afstand zijn dus de wolken in onze aardatmosfeer als langgerekte witte slierten herkenbaar.

Jacob Kuiper, Peter Paul Hattinga
Verschure, Stefan Jak*

* KNMI-hoofdmeteoroloog Jacob Kuiper (www.weerboek.nl) is auteur van talrijke weerboeken; Peter Paul Hattinga Verschure (www.pphv.eu) is beeldend kunstenaar en, evenals Stefan Jak (www.weerfotograaf.com), weerfotograaf.

Het Alpengebied op 2 februari 2006, vanuit de TERRA-aardobservatiesatelliet vastgelegd. (Bron: Jeff Schmaltz, MODIS, Land Rapid Response Team, NASA/GSFC)



Waterdamp in beeld gebracht

De huidige generatie weersatellieten herbergt een arsenaal aan detectoren. Daarmee wordt de aarde en haar omhullende luchtlag in vele golflengten afgetast. Niet alleen het 'gewone' zichtbaar-lichtkanaal wordt gebruikt, maar ook andere waarnemingsvensters, zoals diverse infraroodkanalen en een aantal waterdampkanalen. Dit alles heeft tot doel om zo veel mogelijk te weten te komen over de aard en samenstelling van het water in de atmosfeer.

Door de verschillende waarnemingsvensters met elkaar te vergelijken, kunnen opmerkelijke aspecten aan wolkenstructuren worden opgemerkt die anders wellicht verborgen blijven. Soms zijn in gebieden waar geen wolken aanwezig zijn toch heel duidelijke structuren te vinden die als herkenningstekens voor bijzondere weersverschijnselen bruikbaar zijn.

Opnamen in het zogeheten waterdampkanaal tonen de concentratie waterdamp in de hogere delen van de atmosfeer, ruwweg vanaf vier kilometer hoogte en daarboven. In het golflengtebereik tussen 5,7 en 7,1 micrometer is waterdamp een gas met sterke absorptie-eigenschappen. Hij absorbeert straling, maar straalt die meteen ook weer uit vanwege zijn eigenschap als zwarte straler (wet van Kirchhoff). Juist door die sterke absorptieband van waterdamp is dat een prachtig hulpmiddel om de voor het menselijk oog onzichtbare waterdamp toch in kaart te brengen. Hoge concentraties waterdamp in de onderste atmosfeerlaag zenden hun straling door naar de hogere atmosfeer. Is daar geen waterdamp aanwezig, dan zal die hoogste atmosfeerlaag ook geen straling in deze golflengte meer uitzenden naar de wereldruimte. Is er nog wel waterdamp, dan absorbeert die deze straling en zendt haar weer naar de ruimte. Vanuit de weersatelliet kunnen we op die manier de verschillen in waterdampconcentratie in de hogere dampkring mooi in kaart brengen.

De concentratie waterdamp (*water vapour*, WV) in de

hogere atmosfeer verschilt van plaats tot plaats. Op die WV-opnamen zien we soms heel donkere gebieden, waar de hogere atmosfeer zeer droog is, terwijl grijze gebieden wel waterdamp bezitten. Hoog in de atmosfeer opbollende onweerswolken zien er in dat WV-kanaal helwit uit, omdat ze uit vloeibaar water of ijs bestaan.

Infrarood en zichtbaar licht

Met de infraroodkanalen (IR) van de weersatelliet wordt de temperatuur van de wolken en het daaronder liggende aard- en zeeoppervlak gemeten. Wolken die hoog in de atmosfeer zweven hebben vaak zeer lage temperaturen. Deze zijn op infraroodfoto's doorgaans helderwit afgebeeld. Wolken met een hogere temperatuur vertonen zich als grijs tinten. De 'warmste' objecten of oppervlakken krijgen in het infrarood een donkere of zwarte tint.

In de IR- en WV-kanalen kan zowel 's nachts als overdag worden gefotografeerd. Daardoor zijn ononderbroken films te maken van de bewegingen van de wolkenstructuren. In het zichtbaar-lichtvenster (*visible*, VIS) daarentegen kan de satelliet alleen bij voldoende opvallend zonlicht een bruikbaar plaatje verkrijgen.

Als voorbeeld van moderne weersatellietfotografie tonen we een opname van een kleine depressie boven de Noordzee. In zichtbaar licht is deze wervel in de atmosfeer vrij lastig te herkennen. Er zijn wel enkele hogere wolkenstructuren te zien, maar een klassieke depressiekrul ontbreekt. In de infraroodopname is hij iets beter herkenbaar, maar het beste zien we de wervel terug in het waterdampkanaal. In het centrum van het lagedrukgebied is een donkere kern zichtbaar: de hogere atmosfeer bevat daar weinig waterdamp, waardoor hij enigszins aan de kenmerken van een tropische orkaan met een wolkenvrij oog doet denken.

De nieuwe generatie weersatellieten beschikt over een steeds groter aantal aparte waarnemingskanalen. Zoals gezegd, brengt het combineren van de verschillende

kanalen soms zeer verrassende aspecten van waterdamp en wolken aan het licht. Aan de hand daarvan kan worden vastgesteld in welke vorm het ijs in wolken aanwezig is, of sommige wolken al bijna het neerslagproductiestadium hebben bereikt en of we te maken hebben met een sneeuwdek dat in het geheel niet of juist wel aan het smelten is.

Een winterse blik op de Alpen

De satellietfoto van een geheel andere situatie toont ons het Alpengebied. Prachtig zijn op deze opname in het zichtbaar licht van de TERRA-satelliet de met sneeuw bedekte bergruggen te zien, terwijl de lagere dalen soms nog geheel sneeuwvrij zijn. De foto is genomen op 2 februari 2006 en toont in één beeld een groot aantal vormen van water, zowel vloeibaar als in de vorm van sneeuw en ijs, soms al op het aardoppervlak, soms nog daarboven in de atmosfeer zwevend.

De witte wolkendeken in het westen omsluit bijvoorbeeld de hoogste toppen van de Jura, Vozezen en het Zwarte Woud. Daaruit valt af te leiden dat de wolken

op een hoogte van niet meer dan één kilometer hangen: stratocumulus is hier de meest voorkomende wolkensoort.

In de Povlakte herkennen we een groot besneeuwd gebied. De kleine donkere vlekken binnen dat gebied zijn de dorpen en steden, waaronder de grote agglomeratie van Milaan. Het uiterlijk van de sneeuw op de Povlakte is wat smoezelig vergeleken met de helderwitte sneeuw op de Alpentoppen. Die gelige sneeuwtint wordt mogelijk veroorzaakt door een heilige luchtlag met industriële rookgassen, die in het winterseizoen vaak boven de Povlakte hangt.

Vanuit de ruimte gezien blijft de atmosfeer ons elke dag weer met de vele bijzondere verschijningsvormen van water verrassen. Maar op satellietbeelden zijn wolken die in de hogere atmosfeer verschijnen, zoals de cirruswolken, doorgaans niet of nauwelijks te zien. Deze ijswolken vallen vooral op door de optische verschijnselen die ze voor de waarnemer op aarde veroorzaken.

2 Zoals we het zien in optische verschijnselen

Zoals in het voorgaande reeds is opgemerkt, komt water in alle aggregatietoestanden voor in de atmosfeer. *Waterdamp* is altijd aanwezig, in meer of minder grote mate. Gecondenseerd water, in vloeibare dan wel vaste vorm, is zichtbaar in de vorm van *wolken*. Zwevend water in de atmosfeer is altijd verdeeld in kleine partikels, in druppeltjes of ijskristalletjes, die een grootte van maximaal enkele millimeters hebben – uitgezonderd de soms kolossale hagelstenen die bij zware buien kunnen neerkomen. Die laten wij hier buiten beschouwing.

Water- en ijsdeeltjes in de dampkring hebben uiteenlopende effecten op de lichtstralen van de zon (en van de maan, maar in het navolgende blijven wij spreken van zonlicht). Al naar gelang hun vorm zijn zij in staat om doorgelaten of gereflecteerde zonnestrallen op bepaalde plaatsen aan de hemel te bundelen in de vorm van lichtbogen of lichtvlekken. Deze effecten zijn te verklaren door de natuurkunde van het licht, de optica. De aan de hemel zichtbare lichteffecten worden om die reden *optische verschijnselen* genoemd.

Waterdruppeltjes leveren andere lichtverschijnselen op dan ijskristalletjes, terwijl ook de grootte van de deeltjes van invloed kan zijn op zichtbaarheid en vorm van de verschijnselen. Omgekeerd kunnen we aan de hand van wat we aan de hemel zien, vaststellen wat voor deeltjes in de dampkring actueel aanwezig zijn. De belangrijkste optische effecten aan water- en ijsdeeltjes zijn:

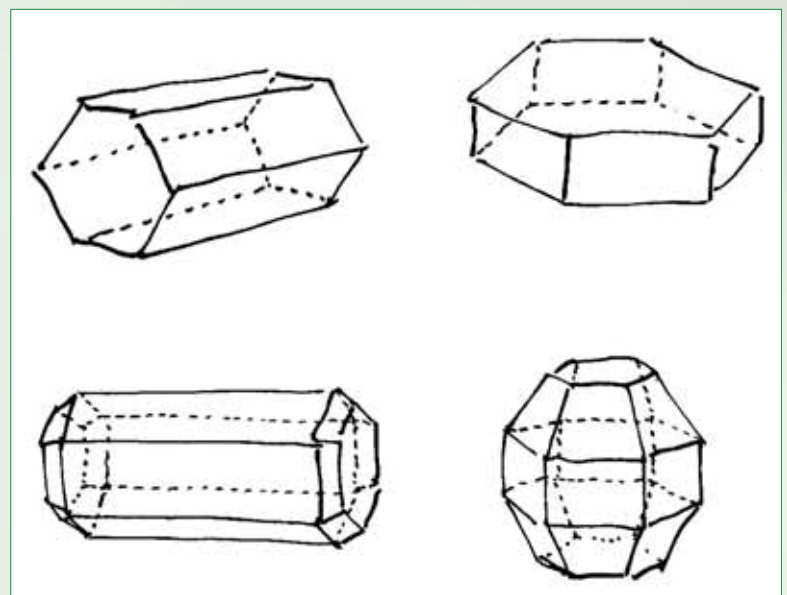
- ijskristalletjes: breking en reflectie – haloverschijnselen
- wolkendruppeltjes: hoofdzakelijk buiging en interferentie – kransen en iriserende wolken
- regendruppels: hoofdzakelijk breking en reflectie – regenbogen.

Haloverschijnselen door ijskristalletjes

Ijskristalletjes zijn in de dampkring aanwezig in de vorm van hoge wolkenluiers en windveren, die in de meteorologie respectievelijk worden aangeduid als *Cirrostratus* en *Cirrus*. Maar in de poolgebieden, en bij zeer koud weer soms zelfs ook in onze streken, kunnen ijskristalletjes ook op ooghoogte voorkomen. Ijskristalletjes worden gekenmerkt door een grote verscheidenheid aan vormen. De basisvorm is evenwel altijd de eenvoudige regelmatige zeshoek (zie tekening). De kristalletjes zijn zo op te vatten als prismaatjes en spiegeltjes met brekingshoeken van zestig en negentig graden.

De verscheidenheid aan vormen laat een navenant grote verscheidenheid aan mogelijke lichtverschijnselen aan de hemel toe. Lichtverschijnselen veroorzaakt door ijskristalletjes worden samengevat onder de naam *haloverschijnselen* of *halo's*. Door de regelmatige grondvorm

De verscheidenheid aan vormen laat een navenant grote verscheidenheid aan mogelijke lichtverschijnselen aan de hemel toe. Lichtverschijnselen veroorzaakt door ijskristalletjes worden samengevat onder de naam *haloverschijnselen* of *halo's*. Door de regelmatige grondvorm



Vier hoofdtypen van ijskristalletjes zoals die in de atmosfeer voorkomen. *Boven*: zuiltjeskristal en plaatjeskristal; *onder*: kristallen met afgeschuinde uiteinden ('piramidevormige kristallen'). (Tekening: Peter Paul Hattinga Verschure)

van de ijskristalletjes verschijnen halo's volgens een vast patroon, waarbij de hoekafstand tot de zon medebepalend is. Brekingshoeken van zestig graden resulteren in halo's op een hoekafstand van 22 graden van de zon, terwijl de brekingshoeken van negentig graden halo's geven op 46 graden van de zon. De hoogte van de zon aan de hemel is bij sommige halovormen van invloed op de verschijningsvorm.

De ijskristalletjes zijn te verdelen in kristalletjes van het zuilvormige type en van het plaatvormige type (links en rechts bovenin de tekening). Beide typen vertonen een specifiek gedrag met betrekking tot hun zweefstand in de dampkring en hun mogelijkheden om te wentelen. De haloverschijnselen zijn te verdelen in halo's in zuiltjeskristallen en halo's in plaatjeskristallen. Voorts zijn er halo's die ontstaan in kristallen in ongeordende oriëntatie, en halo's die ontstaan door reflectie in verticale dan wel horizontale kristalvlakjes. Deze laatste groep is kleurloos, omdat geen breking van lichtstralen plaatsvindt.

Wij laten hier in het kort enkele veel voorkomende halovormen de revue passeren. Het meest algemeen is de *kleine kring* om de zon, die een straal van 22 graden heeft. Deze ontstaat in kristalletjes die in willekeurige oriëntaties zweven en zo gebroken lichtstralen in alle posities rond de zon op 22 graden afstand doen verschijnen. Links en rechts van de zon kunnen *bijzonnen* van 22 graden te zien zijn die in plaatjeskristallen ontstaan. Als zuiltjeskristallen aanwezig zijn kunnen boven en onder de zon bovendien de *bovenraakboog* en *benedenraakboog* van 22 graden verschijnen. Bij hoge zonnestanden sluiten deze raakbogen aaneen tot een elipsvormige *omhullende halo* om de kring van 22 graden (zie foto). Als kristalletjes met rechte uiteinden aanwezig zijn kan hoog aan de hemel de kleurrijke *circumzenitale boog* verschijnen. Veel zeldzamer is de *kring van 46 graden*, omdat kristalletjes met brekende hoeken van 90 graden slechts zelden in ongeoriënteerde zweefstanden

verkeren. Bij georiënteerde kristalletjes met verticale spiegelende vlakjes kan de *parhelische ring* zichtbaar worden: een kleurloze kring van licht die door de zon gaat en evenwijdig is aan de horizon. Wanneer spiegelende kristalvlakjes juist horizontaal zijn georiënteerd, kan bij laagstaande zon de *zuil* verschijnen: een verticale lichtbaan boven en onder de zon.

Er zijn nog tal van andere, veel zeldzamere halovormen mogelijk, maar het voert te ver om die hier te beschrijven. Wel dient vermeld dat in bijzondere gevallen de ijskristalletjes nog andere brekende hoeken kunnen hebben dan zestig en negentig graden, namelijk wanneer de uiteinden zijn afgeschuind, hetgeen in zeldzame gevallen kan voorkomen (zie de onderste twee voorbeelden in de tekening). Er kunnen dan ook halo's verschijnen op andere afstanden van de zon dan de genoemde 22 en 46 graden. Zo zijn er kringen waargenomen met stralen van 9, 18, 20, 23, 24 en 35 graden en er zijn zelfs waarnemingen van elliptische halo's bekend.

Waterdruppeltjes en regendruppels

Waterdruppeltjes in wolken zijn rond van vorm. Zij kunnen niet de prismatische werking hebben die we bij de ijskristalletjes hebben gezien. De druppeltjes werken als schermpjes die het zonlicht tegenhouden. De lichtstralen die langs de randen van de druppeltjes scheren, veranderen door buiging enigszins van richting. Doordat de druppeltjes een gelijkmatige vorm hebben, is de richtingsverandering van het licht te zien als een begrensde lichtkrans om de zon. Doordat de lichtstralen met iets verschillende weglengten ons oog bereiken, treedt interferentie op in de diverse golflengten – kleuren – van het licht. De lichtkrans om de zon zal kleuren vertonen, en wel sterker naarmate de grootte van de wolkendruppeltjes meer gelijk is (zie foto). Soms zijn meerdere kleurherhalingen te zien.

Hoe kleiner de druppeltjes zijn, des te sterker de buiging en des te verder de kleuren van de zon af nog te zien



Halo in ijskristalletjes, bestaande uit de kring om de zon met bovenraakboog en benedenraakboog, die elkaar raken en daardoor een omhullende halo om de kring vormen. (Foto: Peter Paul Hattinga Verschure)



Sterk gekleurde krans om de zon in dunne wolken die uit waterdruppeltjes bestaan. De zon bevindt zich juist achter de kop van de lantaren. (Foto: Peter Paul Hattinga Verschure)

zijn. Als de druppeltjes zeer klein zijn en in groepen van gelijke grootte over uiteenlopende plaatsen in de wolk verdeeld zijn, worden de interferentiekleuren dienovereenkomstig verdeeld volgens de structuur van die wolk. Er is dan geen kringvorm om de zon meer te zien, maar een meer willekeurige verspreiding van de kleuren. Dan is sprake van *iriserende wolken*.

Bij regendruppels is de buiging aan de randen verwaarloosbaar gering. Bij zulke grote druppels speelt de lichtdoorgang in het inwendige de hoofdrol. Lichtstralen die de waterdruppel binnentreden, worden gebroken en binnenin door de wand van de druppel teruggekaatst. Bij het uit treden wordt het licht opnieuw gebroken. Dit leidt tot een lichteffect in de zwerm regendruppels aan de hemel tegenover de zon, bestaande uit een lichtend gebied dat begrensd wordt door een kleurige zoom. Deze kennen we als de *regenboog*, waarschijnlijk wel het meest bekende optische verschijnsel. Een gedeelte van de in de druppels lopende lichtstralen wordt inwendig tweemaal terugge-

kaatst. Deze lichtstralen leveren bij uittreding een tweede regenboog op die we soms op enige afstand buiten de heldere regenboog kunnen zien.

De regenboog kan verschijnen waar maar zonlicht is in combinatie met waterdruppels. We kunnen hem dan ook waarnemen in de waterdruppels van een beregeningsinstallatie, in een fontein of, in een felle ochtendzon, zelfs in dauwdruppeltjes in het gras. Heel zelden leveren wolkendruppeltjes een soort regenboog op. Omdat die zo klein zijn, kunnen de kleuren van deze zogeheten *wolkenboog* nooit erg helder worden.

De prachtige lichteffecten die ijskristalletjes en waterdruppeltjes op grote hoogten in de atmosfeer opleveren, zijn steeds opnieuw een schitterend schouwspel. In het volgende gedeelte van dit artikel zullen we zien hoe water ook in de alleronderste laag van de atmosfeer allerlei fraais weet te produceren wanneer het overgaat in vaste vorm: ijs.

3 Bevroren water in de onderste laag van de atmosfeer

Hoewel ijs de afgelopen winterperiodes helaas schitterde door afwezigheid, weet iedereen wat ijs is en hoe het eruitziet. Maar als we even in het eigen fotoarchief duiken, zien we dat er toch ook wel opmerkelijke zaken over dit algemeen bekende weerfenomeen zijn te melden. Je moet het alleen *willen* zien en er geduld voor kunnen opbrengen.

Ijs in en op het water

Ijs op het aardoppervlak ontstaat in de regel als de temperatuur van het water tot 0 graden Celsius of, zoals bij zeewater, daaronder zakt. Daar kan soms best een tijd overheen gaan. Een klein plasje regenwater zal al bij een beetje nachtvorst bevroren, een rivier pas bij langdurige strenge kou. Dat kleine plasje heeft namelijk



Ijsvarens en
ijsbloemen na
nachtenlange
vriescou, nabij
Zwolle, 2 januari
1997. (Foto's: S.
Jak)



weinig warmte-inhoud en koelt snel af, waardoor zich *van bovenaf* ijs vormt. Een rivier bevat veel water (dus grote warmte-inhoud), dat bovendien ook steeds in beweging is; er welt steeds weer wat warmer water van onderen op.

Pas als al het rivierwater onder de nul graden komt en vol zit met ijsdeeltjes – als was het een soort milkshake – kan zich *aan de bodem* ineens een dikke laag ijs afzetten, die vervolgens naar boven komt. In een mum van tijd zit de rivier vol drijfijis dat steeds langzamer gaat stromen, waardoor de bovenlaag verder kan afkoelen.

Dat alles voltrekt zich soms binnen een dag. Zo vroom de IJssel begin januari 1997 nabij Zwolle dicht!

Rijp en ijsveren

Goed, dat is ijs dat rechtstreeks uit vloeibaar water ontstaat. We kennen ook ijs op het aardoppervlak dat een andere ontstaansgeschiedenis en verschijningsvorm kent; de foto's bij dit artikel geven daarvan een fraai beeld.

In de lucht die ons omringt, zit namelijk ook altijd wel vocht – soms wat meer, soms wat minder. Als de temperatuur van de lucht onder het nulpunt zakt, zal dat



vocht in de regel niet zomaar spontaan als ijskristalletjes uit de lucht vallen. Dat zou wellicht wel aardig zijn, maar zo'n 'poolsneeuw' komt eigenlijk alleen bij heel strenge vorst voor. Normaal gesproken, in onze streken dus, gaat het onderkoelde vocht zich afzetten op alles waar het maar tegenaan botst: een auto, takken, grassprietjes enzovoort. Als dat object goed koud is, zet zich dus ijs af. Ook dat kennen we: zelfs in zachte winters moet je wel eens autoramen krabben.

Het wordt echter aardiger als dat vocht in de atmosfeer zich afzet op erg kleine objecten, een minuscuul zanddeeltje bijvoorbeeld, of als het zich afzet tijdens langdurig vriezend weer met extreem lage temperaturen. Dat ijs op het autoraam (rijp) vormt zich vaak in één wat frisse avond. De twee foto's bij dit artikel zijn echter genomen in de toch wel erg bijzondere periode van december 1996 tot januari 1997, toen dus ook de IJssel bevroor. Gedurende vele opeenvolgende nachten vroom het ter plekke meer dan vijftien graden, met maxima overdag van ongeveer -9 graden en een zon die in die tijd natuurlijk ook nauwelijks kracht had. De opnamen zijn gemaakt bij de IJssel nabij Harculo, langs het nog niet bevroren deel, waardoor de rivier (door middel van verdamping) zelf zorg kon dragen voor wat extra vocht in de omgeving. Dat vocht zette zich direct af op de nabijgelegen grond. Het aardige is nu dat zich door die omstandigheden heel lang, heel veel en bijzonder rustig ijs kon afzetten. Er ontstond geleidelijk een bouwwerkje bestaande uit allemaal zeshoekige bouwsteentjes.

De foto van de 'ijsvarentjes' kon genomen worden, doordat op het bevroren water van een sloot met hoge walkanten kleine stofdeeltjes lagen. Daarlangs zette zich dus het ijs af (net als bij de condensatiekernen in wolken) in heel stabiele omstandigheden en bij volledig gebrek aan wind. De ijsvarentjes waren circa vier centimeter groot. Wat meer wind of direct zonlicht en deze fraaie kunstwerkjes zouden zo verdwenen zijn.

Pilotengat, veroorzaakt door uitsneeuwende altocumulusbewolking, 27 oktober 2003, Bennekom. (Foto: S. Jak)

Ga door de knieën

Het is dus bijzonder raadzam het geduld op te brengen om dat soort winterse omstandigheden af te wachten, het vrije veld op te zoeken en dan op aparte plekjes, vooral nabij open water, door de knieën te gaan. Maar dan wel met een camera (en fotograaf!) die tegen lage temperaturen kan. Goed kijken loont dus, vooral als je weet waar je naar moet kijken.

Soms word je echter spontaan verrast, zoals de geheel andere opmerkelijke foto laat zien. Feitelijk zien we hier een heel lokale sneeuwbuï. Die zou in de regel weinig nieuwswaarde hebben, maar in dit geval wel. Wat is hier gebeurd en waarom is er zomaar een prachtig mooi rond gat ontstaan in deze verder weinig spannende altocumulusbewolking?

De stelling (of hypothese?) is dat we hier te maken hebben met een 'pilotengat'. Mogelijk is hier een vliegtuig door de wolkenlaag gevlogen. De extra waterdamp en condensatiekernen in zijn uitlaatgassen hebben gezorgd voor meer condensatie van vocht, zodanig dat de wolk uitsneeuwde (op die laag lag de temperatuur onder nul graden). Een gat bleef over.

Het wordt niet zo vaak gezien, maar juist dit pilotengat werd zowel door Stefan Jak vanuit Bennekom als door Jacob Kuiper vanuit De Bilt – plaatsen die hemelsbreed slechts enkele tientallen kilometers van elkaar liggen – waargenomen. Opmerkelijk is dat andere waarnemingen van dit fenomeen erg op elkaar lijken en voorkomen bij dunne altocumulusbewolking. Er is door de BBC bijvoorbeeld een fraaie foto van een pilotengat bekend vanuit de VS, waar men het overigens wat minder prozaïsch aanduidt als 'hole-punch cloud'. Dat wetende: kijk eens wat vaker naar onze lucht als er altocumulusbewolking is (vaak genoeg) en er vliegtuigen nabij zijn (idem).