



METEOREN, METEOROÏDEN EN METEORIETEN



Stichting
Universum

Meteoren, meteoroiden en meteorieten

Je hebt vast wel eens een vallende ster gezien. Je ziet dan een soort lichtflits aan de hemel. Eigenlijk is 'vallende ster' geen goede benaming. Het is eigenlijk een *meteoor*, en een meteoor heeft niets met de sterren te maken. Sterren staan zo ontzettend ver weg, dat we ze vrijwel niet kunnen zien bewegen (behalve dan ten gevolge van de draaiing van de aarde!).



Een typisch voorbeeld van een meteoor of vallende ster – een Perseïde om precies te zijn. De sterren op deze enkele minuten belichte foto zijn streepjes geworden, doordat de aarde tijdens de opname natuurlijk gewoon door draaide. De meteoor was in een flits voorbij. (Foto: Trond Erik Hillestad)

Meteoren zijn verschijnselen die zich op grote hoogte in de dampkring afspeelen. Dat werd in 1798 bewezen door Heinrich Brandes en Johann Benzenberg. Ze deden tegelijkertijd meteorwaarnemingen vanaf verschillende plaatsen in de buurt van Göttingen (Duitsland). De banen van de meteoren tekenden ze in op een sterrenkaart. Toen merkten ze dat de een de meteoren door een heel ander sterrenbeeld zag bewegen dan de ander (zie ook blz. 7). De afstand tussen de waarnemingsplaatsen was bekend. Uit het verschil in positie van de meteoren ten opzichte van de sterrenhemel kon hun hoogte worden bepaald. Daaruit bleek dat meteoren op een hoogte van zo'n tachtig kilometer verschijnen.

Hoe ontstaat een meteoor?

Maar wat is nu eigenlijk een meteoor? In veel boeken kun je lezen dat het een stukje gruis is dat de dampkring van de aarde binnenkomt. Door de grote wrijving in de bovenste luchtlagen verbrandt het deeltje. Dat verbranden zien we als een lichtspoor aan de hemel. Het klinkt erg eenvoudig, maar het is ingewik-

kelder dan je denkt. We zullen het toch proberen uit te leggen. Natuurlijk verbrandt een groot deel van het stukje gruis dat in de dampkring terecht komt, maar behalve het gruisdeeltje zelf zendt ook de lucht eromheen licht uit. Om te snappen hoe dit komt, moet je eerst iets weten over hoe de lucht is opgebouwd.

Alle stoffen en gassen die we kennen, bestaan uit piepkleine deeltjes die atomen heten. Een atoom heeft een kern waar elektronen omheen draaien. Ook de lucht in de dampkring bestaat uit atomen.

Door de grote snelheid waarmee het stukje gruis de aarde nadert, krijgt het zeer veel energie. We noemen dat bewegingsenergie. Door die bewegingsenergie worden er elektronen van atomen in de dampkring weggeslagen. Dit verschijnsel heet ioniseren. Na zeer korte tijd komen de losgeslagen elektronen weer netjes terug bij de atomen. Atomen en de losgeslagen elektronen worden dus opnieuw met elkaar samengevoegd: ze recombineren. Bij dat recombineren ontstaat een beetje licht.

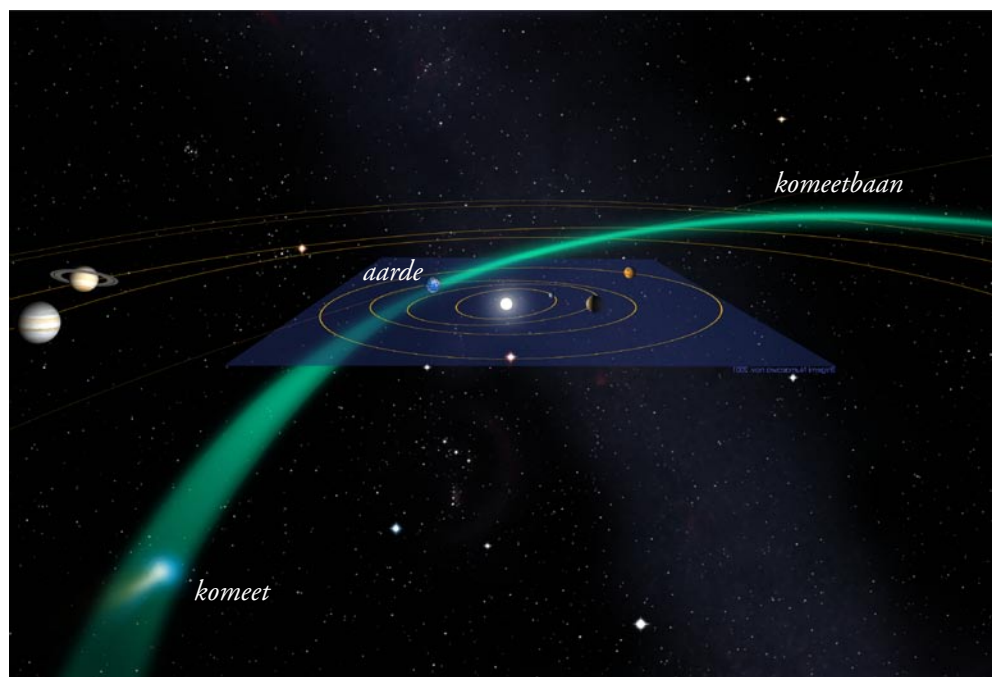
Een meteoor is dus niet alleen het oplichten van een gloeiend gruisdeeltje. Het grootste deel van het licht wordt veroorzaakt door de recombinatie van elektronen en geïoniseerde atomen in de lucht!

Meteoroiden, meteoren en meteorieten

Waar komt zo'n stukje gruis eigenlijk vandaan? Wel, om de zon bewegen niet alleen planeten, maar ook heel veel gruis en stof. Het kan dus gebeuren dat dit gruis op weg door het zonnestelsel de aarde tegenkomt. Wanneer zo'n gruisdeeltje zich nog buiten de dampkring van de aarde bevindt, wordt het een *meteoroid* genoemd. Zoals we eerder hebben gezien, heet het lichtspoor dat je ziet als het deeltje de dampkring binnenkomt meteoor. Is de meteoroid zo groot dat er een stukje op aarde terecht komt, dan wordt dat restant *meteoriet* genoemd. En meteoriet is dus het overblijfsel van een meteoroid.

Meteorieten worden al eeuwenlang door mensen gevonden. Ook de heilige 'Zwarte Steen' in Mekka bijvoorbeeld is misschien een meteoriet. Vroeger wisten de mensen niet waar de meteorieten vandaan kwamen. In 1795 viel er een meteoriet van 26 kilo in Engeland. Toen dachten de mensen dat het een steen was die uit de IJslandse vulkaan Hekla geslingerd was. In 1803 kwam een groep meteorieten bij l'Aigle in Frankrijk neer. De astronoom Jean Baptiste

Soms kruist de aarde tijdens haar omloop om de zon de baan van een komeet. In deze baan verzamelen zich in de loop van de honderden jaren ontelbare gruisdeeltjes die van de (verdampende) komeet afkomstig zijn. (Illustratie: Shigemi Numazawa, Japan Planetarium Laboratory; Sky & Telescope)



Biot heeft toen ooggetuigen ondervraagd en van honderden meteorieten vastgesteld waar ze terecht waren gekomen. Daarmee kon hij aantonen dat de stenen een lange tocht door de aardse dampkring achter de rug hadden en waarschijnlijk uit de ruimte afkomstig waren.

Veel musea hebben een meteorietenverzameling. De grootste meteoriet die men heeft verplaatst, ligt in het Hayden-planetarium in New York. Hij weegt ongeveer 36.000 kilo en is door Robert Peary in Groenland gevonden. Bij de Hoba-boerderij in de buurt van Grootfontein (Namibië) ligt echter een nóg groter exemplaar, dat ongeveer 60.000 kilo weegt. Ook de sterrenwachten 'Quasar' in Hoeven en 'Mercurius' in Dordrecht hebben een aantal meteorieten.

Lang werd gedacht dat meteoroiden een gevaar zouden kunnen opleveren voor de ruimtevaart, maar dat blijkt in praktijk erg mee te vallen.



De grootste meteorieten die je in een museum kunt zien, liggen in het Hayden-planetarium in New York. Dit gevaarte weegt ongeveer 15.000 kilo en komt uit Willamette, Oregon.

Meteoren en kometen

Iedere heldere nacht kun je wel een paar meteoren zien, maar er zijn ook nachten waarin veel meer meteoren verschijnen dan normaal. Soms zijn er zelfs zo veel dat we van een 'meteorenregen' kunnen spreken. Hoe komt het nu dat er soms veel meer meteoren te zien zijn dan anders?

Het gruis dat om de zon draait, is afkomstig van kometen. Een komeet is een grote, vuile sneeuwbal die uit gruis, ijs en bevroren gassen bestaat. Kometen bewegen in langgerekte banen rond de zon. In de buurt van de zon, waar het warm is, begint het ijs te smelten. Het gruis en gas komen dan vrij. De zonnwind, een stroom van elektrisch geladen deeltjes, van de zon blaast het stof de ruimte in. De komeet krijgt dan een staart die van de zon af wijst. Je kunt die staart zien doordat deze door de zon beschenen wordt.

Een komeet laat bij zijn beweging om de zon een miljoenen kilometers lang spoor van stof achter. Als de aarde door zo'n stofspoor heen gaat, komt ze veel meer stof tegen dan normaal, zodat er veel meer meteoren te zien zijn.

De radiant

Als je een meteorenzwerm waarneemt, lijkt het net alsof alle meteoren uit één bepaald punt aan de hemel komen (zie de voorkant van deze brochure!). Dat punt heet de *radiant* of het vluchtpunt van de zwerm. Het 'wegvluchten' van de meteoren uit de radiant is niets anders dan gezichtsbedrog. Hetzelfde gezichtsbedrog

krijg je als je midden tussen twee treinrails gaat staan. Dan lijkt het namelijk net alsof de rails in de verte bij elkaar komen. Op precies dezelfde manier lijken alle meteoren van een bepaalde zwerm uit een punt te komen. Dat komt doordat de aarde in een bepaalde richting door een wolk van stof- een gruisdeeltjes beweegt. Een meteorenzwerm wordt genoemd naar het sterrenbeeld waar de radiant in ligt.

Bijna elke meteorenzwerm is enkele dagen lang zichtbaar. Hoe lang een zwerm te zien is, hangt af van de breedte van de stof- en gruiswolk. Hoe breder de wolk, des te langer heeft de aarde nodig om er doorheen te trekken.

De Perseïdenzwerm is een hele 'brede' meteorenzwerm. Omstreeks 20 juli verschijnen de eerste meteoren van deze zwerm. De laatste meteoren kunnen rond 20 augustus worden waargenomen. Deze zwerm is dus een maand lang waarneembaar. In die maand legt de aarde zo'n 80 miljoen km af. De Perseïdenzwerm is dus best groot! In de loop van die maand verandert de plaats van de radiant. Omstreeks 11 augustus, wanneer de meeste meteoren van deze zwerm te zien zijn, ligt de radiant in het sterrenbeeld Perseus. Vandaar dat deze meteoren Perseïden worden genoemd.

zwerm	periode	maximum	aantal per uur	radiant in
Boötiden	1-5 jan	rond 4 jan	ca. 120	Boötes
Lyriden	16-25 apr	rond 22 apr	ca. 20	Lier
Perseïden	20 jul - 20 aug	rond 12 aug	ca. 100	Perseus
Orioniden	2 okt - 7 nov	rond 21 okt	ca. 20	Orion
Leoniden	14-21 nov	rond 17 nov	variabel	Leeuw
Geminiden	7-17 dec	rond 13 dec	ca. 100	Tweelingen

De bekendste meteorenzwermen.

Helderheid en magnitude

De sterren die je aan de hemel ziet, zijn niet allemaal even helder. Hoe helder een ster is, kun je aangeven met een getal: de *magnitude*. Hoe helderder een ster is, des te lager is zijn magnitude. Voor de heldere rode ster in de Stier, Aldebaran, hebben sterrenkundigen magnitude +1 gekozen. Sterren die ongeveer 2,5 keer zo zwak zijn als Aldebaran, zijn van magnitude +2. Dit zijn bijvoorbeeld de heldere sterren in de Grote Beer en in Cassiopeia. Sterren van magnitude +3 zijn weer 2,5 keer zo zwak als die van magnitude +2. De zwakste sterren die je tijdens een heel heldere donkere nacht nog kunt zien hebben een helderheid van



Deze foto is gemaakt tijdens de Leonidenzwerm van 2001. Als je goed kijkt, zijn behalve vier heldere meteoren ook nog een paar zwakkere te zien. (Foto: Robert Haas; <http://delpsurf.www.cistron.nl>)

ongeveer +6. Sommige sterren zijn zo helder, dat hun magnitude negatief is. De allerhelderste ster aan de hemel, Sirius, bijvoorbeeld is van magnitude -1,4.

Als je meteoren gaat kijken, is het handig als je de helderheid opschrijft van de zwakste sterren die je nog *nét* kan zien. Zo kun je later zien hoe helder en donker de hemel was en je waarnemingen met die van anderen vergelijken. Je kunt ook de helderheid van een meteor schatten. Vergelijk deze met sterren waarvan je de helderheid weet. Best een lastige klus, maar oefening baart kunst!

Aantallen meteoren

We komen nog even terug op het aantal meteoren dat te zien is. Als je gaat waarnemen, kun je niet de hele hemel tegelijk in de gaten houden. Je hebt nu eenmaal geen ogen in je achterhoofd. Hoe hoger de radiant aan de hemel staat, des te meer meteoren je kunt zien. Het beste is dat de radiant recht boven je hoofd staat, oftewel in het zenit. Hoe lager de radiant aan de hemel staat, des te minder meteoren zullen er te zien zijn.

Een meteor is vaak niet langer dan een fractie van een seconde zichtbaar. Heldere meteoren zijn wat langer zichtbaar dan zwakke meteoren. Je zult wel begrijpen dat zwakke meteoren veel moeilijker zijn waar te nemen dan heldere. Maar van die heldere meteoren zijn er veel en veel minder. De meeste meteoren die we zien, zijn van magnitude 3 of 4. Meteoren zwakker dan magnitude 4 verschijnen maar heel kort en vallen haast niet op. Meteoren helderder dan magnitude 3 zijn er niet zoveel – die zie je daardoor ook minder.

Zwakke sterren kun je veel gemakkelijker zien dan zwakke meteoren. Sterren van magnitude 5 kun je zonder veel moeite onderscheiden, als je maar zorgt dat je weinig last hebt van stadslicht. Naar die zwakke sterren kun je geconcentreerd kijken. Bij meteoren van magnitude 5 gaat dat niet. Ze zijn maar heel even zichtbaar, terwijl je niet van tevoren weet waar ze verschijnen.

Bijzondere meteorenzwermen

Iedere heldere avond kun je wel een paar meteoren per uur zien. Tijdens meteorenzwermen stijgt dit aantal soms tot enkele tientallen per uur. In het verleden zijn er enkele fantastische meteorenregens waargenomen. Een mooi voorbeeld is de meteorenregen van 12 november 1833. Duizenden en nog eens duizenden meteoren werden er toen in een uur waargenomen. Sommige waarnemers zeiden zelfs dat het aantal meteoren even groot was als het aantal sneeuwvlokken bij een sneeuwbuui. Dat is misschien wat overdreven, maar de meeste mensen schatten het toch op zo'n twintig meteoren per seconde! De radiant van deze meteorenzwerm lag ergens in het sterrenbeeld Leeuw. De Latijnse naam van dit sterrenbeeld is Leo, en daarom werden de meteoren Leoniden genoemd.

De Leoniden zijn ieder jaar zichtbaar, maar meestal zijn er maar een paar meteoren per uur te zien. Toch is de Leonidenzwerm niet alleen in 1833 zo indrukwekkend geweest. Ook in 1799, 1866, 1999 en 2001 hebben vele waarnemers een prachtige meteorenregen gezien. Hubert A. Newton heeft kunnen aantonen dat deze zwerm al zeker sinds het jaar 902 wordt waargenomen. Om de 33 of 34 jaar is het aantal Leoniden opmerkelijk groot. Hoe komt het nu dat iedere 33 of 34 jaar veel meer meteoren verschijnen dan anders?



(Tekening: Jeannette Bos)

Het gruis waaruit de Leonidenzwerm bestaat, is afkomstig van de komeet Tempel-Tuttle. Toen deze komeet in 1866 werd ontdekt, was hij al veel van zijn massa kwijt geraakt. Het stof en gruis van de komeetstaart heeft zich in de loop van de honderden jaren langzaam over de baan van de komeet verspreid, maar in sommige delen van de baan komt veel meer gruis voor dan in andere delen. Iedere 33 jaar gaat de aarde juist door door zo'n 'gruisrijk' deel heen. Er komen dan natuurlijk ook veel meer meteoroiden in de dampkring terecht.

Ook andere meteorenzwermen vertonen soms zeer grote aantallen meteoren. Als voorbeeld noemen we nog de oktober-Draconiden. Op 9 oktober 1933 werden er meer dan 300 meteoren per minuut van deze zwerm waargenomen.

Sporadische meteoren

Natuurlijk horen niet alle meteoren bij een bepaalde meteorenzwerm. Er zijn ook meteoren die bij geen enkele zwerm horen. Deze worden sporadische meteoren genoemd. Sporadische meteoren zijn waarschijnlijk geen restanten van kometen. Men denkt dat deze meteoroiden zijn ontstaan door botsingen tussen planetoïden. Planetoïden zijn kleine hemellichamen die in eigen banen om de zon bewegen, met name tussen de planeten Mars en Jupiter.

Grootte en massa

Van meteoroiden die helemaal in de dampkring verbranden, is het erg moeilijk de grootte en de massa te bepalen. Daarom lopen de schattingen hierover nogal uiteen. Sommige onderzoekers denken dat een meteor van magnitude 0 veroorzaakt wordt door een deeltje van 0,06 gram, anderen denken dat zo'n meteoroid zeker 25 gram weegt. Dat komt doordat juist van de kleinere meteoroiden de opbouw niet bekend is. Er valt natuurlijk weinig te onderzoeken aan deeltjes die volledig verbranden. Over het algemeen wordt aangenomen dat deeltjes die meteoren van magnitude 1 tot 6 veroorzaken gemiddeld 0,002 tot 2 gram wegen. Waarschijnlijk zijn ze gemiddeld een millimeter tot een centimeter groot.

Vuurbollen, zeer heldere meteoren, worden veroorzaakt door deeltjes die veel groter en zwaarder zijn. Zo'n vuurbol is dan ook meestal helderder dan de planeet Venus, die toch van magnitude -4 is. Iedere dag wordt de aarde gebombardeerd door grote aantallen meteoroiden. In totaal wordt de aarde op



Van verreweg de meeste meteoroiden die de aardse dampkring binnenkomen, blijft niets over. Grotere brokstukken zoals deze zijn schaars: ze zijn afgebroken van planetoïden. Dit exemplaar kwam in 2002 in het zuiden van Duitsland terecht. (Foto: DLR)

deze manier per jaar zo'n 1000 tot 10.000 ton zwaarder. Dat is één tot tien miljoen kilo. Dit komt voornamelijk door zeer kleine meteorieten. Die wegen wel verschrikkelijk weinig, maar er zijn er heel veel van. Dagelijks komen er naar schatting enkele miljarden op het aardoppervlak terecht. Door grote meteorieten wordt de aarde dagelijks maar ongeveer duizend kilo zwaarder: daar zijn er nu eenmaal veel minder van. Overigens valt de jaarlijkse hoeveelheid meteorieten in het niet bij de totale massa van onze planeet, die circa 6.000.000.000.000.000.000.000 kilo bedraagt!

Samenstelling van meteorieten

Meteorieten worden naar hun samenstelling in twee hoofdgroepen verdeeld: steenmeteorieten en ijzermeteorieten. Steenmeteorieten oftewel chondrieten komen verreweg het meeste voor. Steenmeteorieten



De bekende Barringer-krater in de Amerikaanse staat Arizona. Verspreid over de aarde zijn ongeveer 200 inslagkraters gevonden, maar de meeste zijn niet zo gemakkelijk herkenbaar! (Foto: Gobier)

bestaan voornamelijk uit silicium (kiesel), zuurstof, ijzer en magnesium. Er komen ook nog kleine hoeveelheden in voor van andere elementen: natrium, chroom, kalium, koolstof, kobalt, fosfor en titaan. Bij elkaar vormen deze laatste stoffen slechts drie procent van de massa van een meteoriet.

Ijzermeteorieten bestaan vooral uit ijzer en nikkel. In ijzermeteorieten komen we ook nog wat kobalt, fosfor en koolstof tegen: ongeveer een procent. Zwavel en koper komen in ijzermeteorieten in nog kleinere hoeveelheden voor.

Inslagen op aarde

Grote meteorieten kunnen een behoorlijke krater veroorzaken als ze op het aardoppervlak terecht komen. Een mooi voorbeeld is de Arizonakrater. Deze krater wordt ook wel Barringer-krater genoemd, naar Daniel Moreau Barringer, die de krater als eerste nauwkeurig onderzocht. (Barringer dacht dat er een grote ijzermeteoriet onderin de krater zou liggen, en wilde het ijzer ervan verkopen!)

De krater is ongeveer 1200 meter in middellijn en 165 meter diep. De randen van de krater steken veertig tot vijftig meter boven de omgeving uit. Waarschijnlijk is de meteoriet die deze krater gevormd heeft, zo'n 50.000 jaar geleden neergestort. Over de massa van die meteoriet lopen de schattingen nogal uiteen: van 10.000 tot 5 miljoen ton. Het overgrote deel ervan is bij de inslag van de meteoriet verdampt en verpulverd. (Barringer heeft dus voor niets gezocht!) Er zijn wel wat brokstukken van de meteoriet teruggevonden – in totaal meer dan 30 ton. Het zwaarste brokstuk weegt 639 kilo.

Een andere grote inslag vond in 1908 in Siberië plaats. Alle bomen tot op een afstand van 150 kilometer van de inslag werden door de kracht ervan ontworteld. Vreemd genoeg zijn er geen brokstukken en ook geen meteorietkrater gevonden. Daarom denken sterrenkundigen dat hier een komeetkern in de lucht is ontploft, vlak voordat hij op aarde zou inslaan. Dit zou zowel het omvallen van de bomen als het ontbreken van de krater kunnen verklaren.

Over het algemeen wordt gedacht dat ook het uitsterven van de dinosauriërs en andere dieren (en planten) – 65 miljoen jaar geleden – door de inslag van een zeer grote meteoriet is veroorzaakt. De krater van deze inslag ligt voor de kust van het Mexicaanse schiereiland Yucatán. Gelukkig vinden zulke botsingen met grote objecten maar heel af en toe plaats.

Nederlandse meteorieten

Ook in Nederland zijn meteorieten gevallen, maar gelukkig nooit zulke grote als bijvoorbeeld in Arizona. Er zijn er nog maar vier bekend. In 1840 kwam er een terecht bij Uden, in 1843 werden twee fragmenten van één meteoriet gevonden bij Utrecht (een van 6,5 kilo bij Blauwkapel en een van 2 kilo bij Loevenhoutje) en in 1925 viel er een neer bij Ellemeete (Zeeland).

De meest recente 'Nederlandse' meteoriet is de Glanerbrug, die zich op 7 april 1990 door het dak van een huis in de buurt van Enschede boorde. Net als de andere meteorieten die in ons land zijn gevonden, is de Glanerbrug een steenmeteoriet. Hij was waarschijnlijk een centimeter of vijf groot, maar is bij de inslag in vele stukjes uiteengevallen. Enkele vertonen een belangrijk kenmerk van een meteoriet: de donkere smeltkorst, die het gevolg is van de tocht door de dampkring. De Glanerbrug is waarschijnlijk onderdeel van een grotere meteoriet, omdat slechts een klein deel van de fragmentjes met smeltkorst is bedekt. In de buurt van Glanerbrug zouden dus nog meer brokstukjes kunnen liggen.

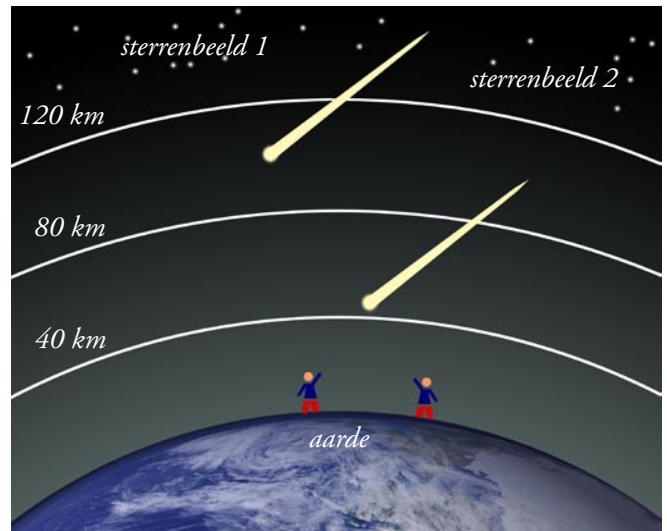
Een meteoriet krijgt de naam van een nabijgelegen dorp (of iets anders dat je gemakkelijk op een kaart terug kunt vinden, zoals een rivier, een berg of een eiland). Hij krijgt dus niet de naam van het dichtstbijzijnde postkantoor, zoals je wel eens leest!

Meteorieten rapen op Antarctica

Ook op Antarctica (de zuidpool) zijn in de loop van duizenden jaren veel meteorieten ingeslagen. Die me-



In de sneeuw op Antarctica liggen meteorieten als deze (pijl) soms voor het oprapen!



Afhankelijk van de snelheid van de meteoroïde beginnen meteorieten op hoogten tussen 80 en 130 km. Merk op dat de beide waarnemers de onderste meteoriet niet in dezelfde richting zien: de ene waarnemer (rechts) ziet hem in sterrenbeeld 1, de andere (links) in sterrenbeeld 2.

eteorieten zijn in het ijs komen te zitten. Soms kan het gebeuren dat een meteoriet door het wegslijten van de bovenlaag van het ijs (winderosie) aan het oppervlak komt. Je kunt zo'n meteoriet dan gemakkelijk vinden, omdat hij goed tegen de witte ondergrond afsteekt.

Steenmeteorieten die op Antarctica zijn gevonden, zijn vaak beter bewaard gebleven dan die op andere plaatsen op aarde. Dit komt doordat de meteorieten in het ijs zitten ingevroren. Deze stenen worden dus niet door weer en wind aangetast (erosie) en slijten minder.

Zelf waarnemen

De meest gebruikelijke manier om meteorieten waar te nemen, is ze met het blote oog te bekijken. Je zorgt dan dat je een gebied van de hemel goed in de gaten houdt en je probeert van elke meteoriet die je ziet de tijd van verschijning, de helderheid, de plaats aan de hemel (intekenen op een kaartje) en eventueel de zwerm waar de meteoriet bij hoort te bepalen.

Het is best lastig om al deze gegevens op te schrijven. Het is daarom een prima oefening om gewoon met een matje en een slaapzak buiten te gaan liggen en omhoog te kijken. (Kleed je wel warm aan, want als je stil ligt, koel je heel snel af!) Van iedere meteoriet kun je dan proberen na te gaan waar hij vandaan lijkt te komen. Kijk maar eens of je zelf de radiant terug kunt vinden. Als dat lukt, kun je eens kijken of je kunt schatten hoe helder een meteoriet is. Dit kun je

het beste doen door van enkele sterren die zichtbaar zijn, van tevoren de helderheid op te zoeken. De meteoren die je ziet, kun je dan gewoon vergelijken met de sterren er omheen.

Meteorën fotograferen

Je kunt natuurlijk ook een fotocamera het waarnemenwerk laten doen. Zorg ervoor dat je camera lekker lang open blijft staan om een paar meteoren op het negatief te vereeuwigen (digitale camera's zijn niet geschikt). Doordat je camera langer open staat dan de meteor zichtbaar is, zie je het hele pad van de meteor op één negatief. De meteor lijkt dus een lange streep tussen de sterren.

Vóór je cameraleas kun je ook nog een sector monteren. Een sector lijkt nog het meest op een ventilator zoals je die in sommige gebouwen aan het plafond kan zien hangen. Doordat zo'n sector voor de lens van je camera ronddraait, is het net alsof iemand regelmatig zijn hand voor de lens houdt. Af en toe komt het licht van de sterren (of van de meteoren die je wil fotograferen) niet bij de camera. Als er nou een meteor langs komt, dan 'ziet' de camera die afwisselend wel en niet. Hierdoor krijg je, in plaats van een mooie streep, een stippellijn op je negatief! Als je weet hoe snel de sector draaide, kun je de snelheid van de meteor berekenen.

Als je geluk hebt, heeft iemand anders op een andere plaats dezelfde meteor gefotografeerd. Dat heet dan een simultaanwaarneming. Je kunt dan ook de hoogte van het meteorspoor uitrekenen.

Meteorën horen

Het klinkt misschien een beetje vreemd, maar het kan echt: luisteren naar meteorën. Het enige wat je nodig hebt, is een goede radio met antenne. Het blijkt namelijk dat de geïoniseerde lucht die door een meteorïde wordt veroorzaakt, radiogolven weerkaatst. Als je nu afstemt op een radiostation dat je normaal niet kunt ontvangen omdat het achter de horizon ligt, dan kun je het dat station wél ontvangen via zo'n meteorspoor.

Een leuk bijkomend voordeel van het waarnemen met een radio is dat je ook overdag, bewolkt of niet, meteorën kunt waarnemen. Bovendien kun je zo veel zwakkere meteorën 'waarnemen', die je anders nooit opgemerkt zou hebben. Met behulp van radio zijn zelfs meteorzwermen ontdekt die nooit 's nachts te zien zijn: de zogeheten dagzwermen. De radianten van deze zwermen staat rond hun hoogtepunt in de buurt van de zon.

Het is ook mogelijk om zelf een signaal uit te zenden, dat dan door een meteor wordt weerkaatst. Als je meet hoe lang het radiosignaal erover doet om heen en weer te reizen, kun je hieruit de hoogte van het spoor bepalen. In het algemeen blijkt dat meteorën ontstaan op hoogten tussen de 80 en 130 kilometer. Snellere meteorïden beginnen een spoor te vormen op grotere hoogte en zijn meestal opgebrand op een hoogte van honderd kilometer. De tragere verbranden in een lager gebied van de dampkring en dalen af tot een hoogte van zo'n veertig kilometer.

Deze brochure is een uitgave van de *Stichting Universum* t.b.v. de *Jongerenwerkgroep voor Sterrenkunde*. Stichting Universum verzorgt diverse uitgaven over sterrenkunde voor jongeren en andere geïnteresseerden. Haar bekendste uitgave is *'Sterren en Planeten, de sterrenhemel van maand tot maand'*, dat elk jaar wordt uitgegeven in samenwerking met Stichting 'De Koepel' te Utrecht.

Adres: Stichting Universum, Zonnenburg 2,
3512 NL Utrecht.
Website: www.planeten.nl

Auteurs: Roy Keeris, Elisabeth Lodder,
Petra van der Meijs
Redactie en layout: Eddy Echternach

De *Jongerenwerkgroep voor Sterrenkunde* (kortweg JWG) is een sterrenkundige vereniging voor jongeren tussen 8 en 21 jaar. De JWG geeft een eigen blad uit – *Universum*, organiseert landelijke bijeenkomsten en sterrenkundige kampen. Verder kun je als JWG-lid kijkers bouwen, dia's lenen voor een spreekbeurt, of meedoen met activiteiten in een afdeling in je omgeving.

Voor meer informatie over de JWG kun je schrijven naar: JWG, Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht.
Website: www.sterrenkunde.nl/jwg

Dit is JWG-brochure 87.

Copyright © 2004 Stichting Universum, Utrecht