

Lezingen en cursussen

Genieten van de sterrenkunde

Dat is mijn motto en wat ik wil bereiken voor mijn publiek. Net als mijn uitgebreide cursus 'Leer het heelal begrijpen' bestaan de lezingen uit fraaie foto's en heel veel zelfgemaakte illustraties, en kunnen er unieke schaalmodellen en andere attributen in worden gebruikt.

De lezingen zijn normaliter **2 uur lang**, inclusief 15 minuten pauze. Ik maak gebruik van een beamer en kan een eigen laptop of een USB-stick meenemen.

De meeste lezingen in dit overzicht zijn lessen uit die basis cursus (vandaar de vreemde volgorde van de nummers), wat garandeert dat de informatie zo recent mogelijk is. Maatwerk is eventueel mogelijk, ook korte cursussen (zie pag. 6). De meeste lezingen zijn kant en klaar, maar sommige moeten zeker in overleg worden bepaald; die titels zijn in **blauw** aangegeven. De afstand kan voor mij een probleem zijn. Stuur een e-mail als je interesse hebt: info@walrecht.nl.

Boeken

Veel lezingen lopen min of meer gelijk op met onze boeken. In principe neem ik altijd mijn 'winkel' mee, een kleine voorraad van al onze artikelen, voor de liefhebbers.

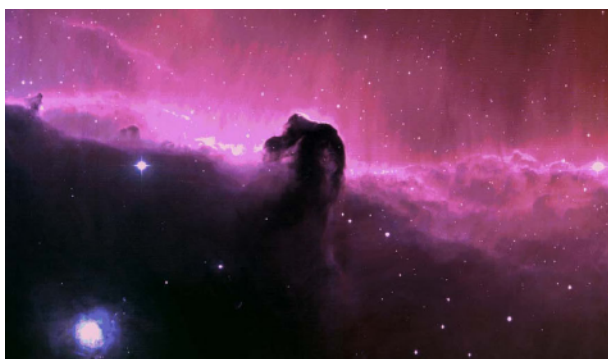
Schaalmodellen

Bij meerdere lezingen gebruik ik (soms zeer uitgebreide) schaalmodellen waarvoor ik tafelruimte nodig heb. Voor die modellen en zeker de lezingen met een Planetenpad heb ik vooraf 1-2 uur nodig om op te zetten. Die lezingen zijn dan ook duurder.

Het aanbod:

1. Genieten van de sterrenhemel

Dit is een inleiding in de sterrenkunde, waarin we de sterrenhemel bekijken zoals wij die vanaf de aarde zien. Alle bewegingen die wij aan die sterrenhemel zien (de **hemelmechanica**) komen aan bod. Waarom komen Zon en sterren op in het oosten en gaan zij onder in het westen; waarom is de sterrenhemel in de zomer anders dan in de winter; hoe ontstaan de seizoenen; waarom is het in de zomer warmer dan in de winter? Verder komen in deze lezing de bewegingen van de maan en planeten, de schijngestalten van de maan en zons- en maansverduisteringen aan de orde. Deze lezing bevat ook een introductie van de planisfeer en is de basis voor een korte cursus van 2 lessen (zie onder 3) met leuke *Vragen & Opdrachten* voor klassikaal gebruik. De samenstelling en het aantal lezingen/lessen in overleg.

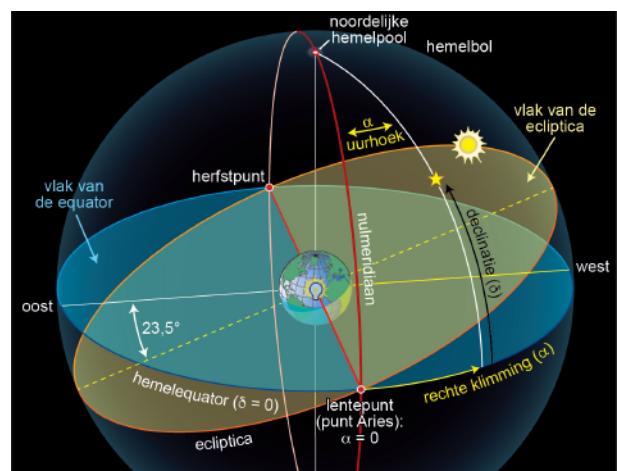


2. De mens en de kosmos

Deze lezing gaat dieper in op de sterrenkundige invloeden op ons dagelijks leven, zoals de tijd die wij gebruiken. Tijd is ongreepbaar en de natuur 'loopt' lang niet zo nauwkeurig als wij denken of willen. We gebruiken allerlei verschillende 'tijden': ware zonnentijd, middelbare zonnentijd, sterrentijd, Midden-Europese Tijd, wereldtijd, zomertijd... We gaan in op de geschiedenis en achtergrond van onze tijd.

Samenhangend met onze kalender komt de vraag: waarom zie je niet je 'eigen' sterrenbeeld rond je verjaardag? Ook komen eb en vloed aan bod, en eventueel de libraties van de maan.

Verder worden de hemelcoördinaten geïntroduceerd, waarmee wij de posities van sterren, planeten, dwergplaneten etc. aangeven. Als de bezoekers een planisfeer hebben kan ik hen leren (ook met de *Vragen & Opdrachten*) hoe de coördinaten te gebruiken zijn om hemellichamen in de planisfeer te plaatsen, en zo beter aan de hemel te kunnen vinden.



3. Cursus 'Doe meer met je planisfeer'

Dit is een cursus over de achtergrond, de geschiedenis, het principe en de werking, en de mogelijkheden van de planisfeer. De Planisfeer is ons hoofdproduct, waarvan er al ruim 340.000 zijn geproduceerd. Ik gebruik hem in mijn basiscursus 'Leer het heelal begrijpen' omdat deze, met behulp van speciaal ontwikkelde **Vragen & Opdrachten**, zéér geschikt is gebleken om cursisten de driedimensionale ruimte om ons heen beter te leren begrijpen.

Deze cursus is een soort training, met behulp van die klassikale **Vragen & Opdrachten**, zodat de cursist alle 'ins and outs' leert kennen. Het is een cursus van **twee** (of drie) lessen, bijvoorbeeld op twee avonden, of een middag en een avond.

Bij deze cursus is een redelijke voorkennis van de sterrenkunde en de bewegingen aan de hemel belangrijk, hoewel een en ander nog wordt ingeleid. Verder is het belangrijk dat de bezoekers mijn planisfeer hebben, omdat zij daarmee moeten werken.

Het plezier dat de bezoeker heeft in het leren werken met de planisfeer, en het leren begrijpen van alle mogelijkheden ervan, maakt de cursus tot een gezellig evenement en is daarom steevast een groot succes. De cursist wordt 'expert' op het gebied van werken met de planisfeer en leert terloops de belangrijkste sterren en sterrenbeelden herkennen en vinden.



5. Ontdekking van het zonnestelsel

Zolang de mens rondwandelt op de aarde kende hij al de zon, de maan en vijf 'dwaalsterren': de planeten. De ontdekking van 'nieuwe' planeten en andere objecten is een spannend verhaal, dat begon met de ontdekking van de vier grote manen van Jupiter, door Galileo Galilei, in 1609. Deze lezing geeft een beknopt overzicht van die ontdekkingen, de belangrijkste leden en groepen van objecten van het zonnestelsel: gasreuzen, ijsreuzen, rotsplaneten, dwergplaneten, satellieten, planetoïden, ijsdwerfen en kometen. Ook de 'regio's' worden beschreven, zoals de Planetoïdengordel, de Kuiper gordel en de Oortwolk. Daarbij wordt vooral ook, met beelden en schaalmodellen, een duidelijk overzicht gegeven van de afstanden binnen ons zonnestelsel en de afmetingen van de diverse objecten. Voor informatie over het **Planetenpad**, zie rechtsboven; het kan eventueel zonder Planetenpad.

Ook wordt antwoord gegeven op vragen als: Waarom is Pluto geen planeet meer? En zeer interessant: wat zijn de verschillen in massa van de zon, de planeten en kleinere objecten? Dat laatste doe ik met... twee pakken zout!



Bovenaan: het begin van het Planetenpad, hier nog met de oude, zware standaards.

Hierboven: in een simpelere opstelling geeft dit het idee van het Planetenpad goed weer; de kinderen 'staan bij Jupiter'.

Het Planetenpad

Voor het opstellen van het Planetenpad, het schaalmodel dat wordt gebruikt voor het illustreren van de afstanden (afstand Zon - Neptunus 45 m), gelden specifieke eisen: er is een veilige (bewaakte) ruimte nodig waar het in rechte lijn (desnoods met een knik) kan worden opgesteld, tot Neptunus, of tot Pluto (ruim 60 m) of liever nog tot Eris (101 m). In de langste uitvoering meer dan 60 objecten/regio's, wat zo (met uitleg) het allerbeste beeld geeft van de samenstelling van het Zonnestelsel.

Groot schaalmodel van het zonnestelsel

Erg indrukwekkend is ook het model van het zonnestelsel op schaal 1:475 miljoen, waarin Jupiter 30 cm groot is. Het bevat alle objecten van ca. 800 km grootte en groter. Behalve de zon, want die zou 3 m groot moeten zijn...

Hieronder: het 1:475 miljoen schaalmodel van het zonnestelsel. Er is wel een flinke tafel voor nodig.

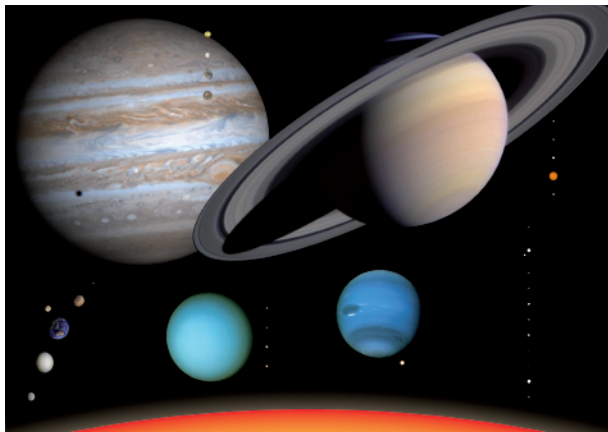


6. Overzicht van het zonnestelsel

In deze lezing gaat het over de belangrijkste individuele objecten en groepen van objecten en worden die dus uitgebreid beschreven. In de cursus 'Leer het heelal begrijpen' is dit het verdiepende vervolg op *Genieten van het zonnestelsel*.

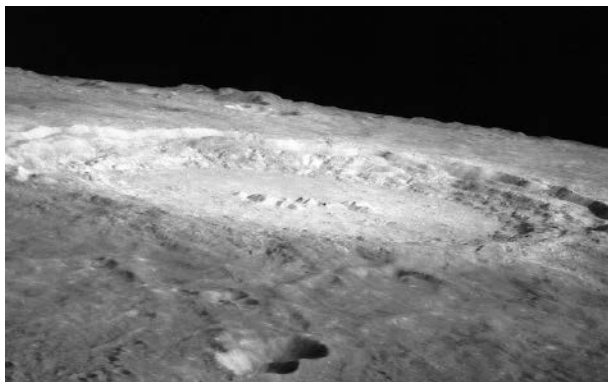
De planeten worden op volgorde van grootte (en massa!) beschreven. Daarna worden de planetoïden, kometen en de dwergplaneten en 'ijsdwerger' (de ijzige 'planetoïden' voorbij Neptunus) behandeld. Hierin geef ik een zeer uitgebreid overzicht van de typen ijsdwerger, naar de excentriciteit en helling van hun banen. Het geeft een goed idee van de enorme ingewikkeldheid van banen en objecten in het zonnestelsel!

Als er tijd is gaan we het ook hebben over Planet Nine, de hypothetische negende planeet van het zonnestelsel, op een enorme afstand van de zon, die qua formaat en massa tussen de aarde en Neptunus in zou zitten. En dan nog wat over exoplaneten die we inmiddels 'kennen', zoals de zeven planeten van het stelsel TRAPPIST-1 en de planeet bij de dichtstbijzijnde ster, Proxima Centauri.



11. Werelden vergeleken

Een overzicht van het zonnestelsel is mooi en belangrijk, maar misschien is het interessanter om de verschillen en overeenkomsten tussen de diverse werelden te beschrijven. Welke processen hebben de planeten en kleinere objecten gevormd? Waarom hebben veel werelden een pokdalig landschap, vol kraters? Wat is de oorzaak dat zoveel werelden vulkanisme hebben, of een ondergrondse oceaan? In het laatste deel worden ringenstelsels en atmosferen met elkaar vergeleken.

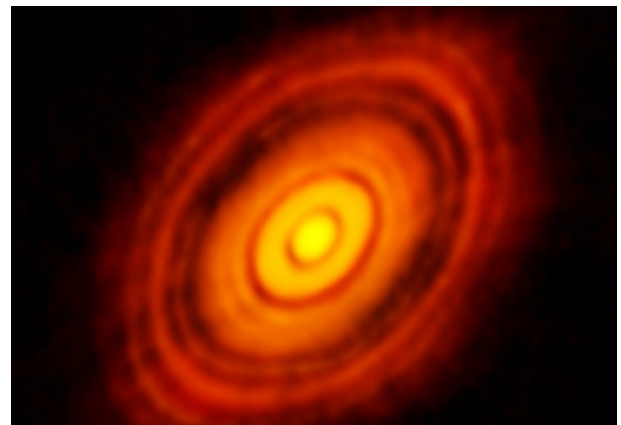
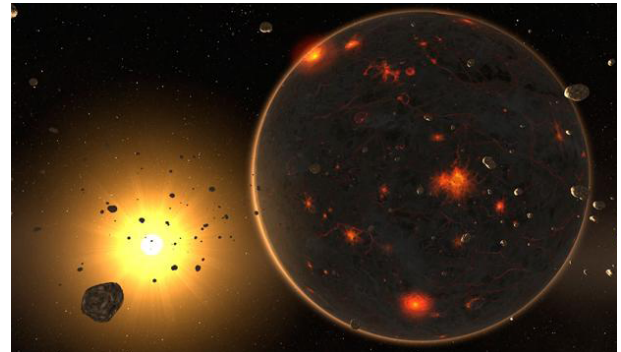


8. Ontstaan en evolutie van het zonnestelsel

In ons deel van het Melkwegstelsel kromp 4,568 miljard jaar geleden een enorme wolk van gas en stof samen. Er ontstond een protoster die uitgroeide tot een echte ster: de zon. Eromheen vormde materiaal dat overbleef een schijf waarin de planeten en al die andere zonnestelselobjecten ontstonden. De gasreuzen al na enkele miljoenen jaren, de ijsreuzen Uranus en Neptunus misschien na 10 miljoen jaar en de kleinere planeten na 100 miljoen jaar. Daarna gebeurde er van alles, tot het Grote Oerbombardement, van 4,1 tot 3,8 miljard jaar geleden, aan toe. Doordat de reuzenplaneten gingen 'migreren', naar buiten toe, trok de buitenste, Neptunus, de Kuiper gordel in, met zijn miljoenen ijskoude objecten. Miljoenen daarvan werden door Neptunus' zwaartekracht in de richting van de zon geslingerd, waar botsten met de planeten en manen daar. Dat verklaart de vele kraters op veel oppervlakken.

Zo veranderden de samenstellingen én de banen van de planeten! Planeten en kleinere objecten kregen soms manen en ondergrondse oceanen. Sindsdien is het aardig stabiel gelukkig.

In deze lezing volgen we de geboorte en evolutie van het zonnestelsel van begin tot eind.



Linksboven: familieportret' van het zonnestelsel, met alle objecten die groter zijn dan ca. 800 km.

Linksonder: de krater Copernicus, op de maan, toont een manier waardoor oppervlakken van de vaste werelden sterk veranderden. Ook vulkanisme speelde daarbij een rol.

Rechtsboven: het jonge zonnestelsel was een zeer geweldadige omgeving.

Hierboven: de ALMA bracht in 2014 het zich vormende planetenstelsel rond de ster HL Tauri in beeld.

9. Sterren

Op een mooie, heldere avond zie je duizenden sterren. Wat zijn dat eigenlijk? Waarom zijn ze niet allemaal even helder? Waarom is de een rood- en de ander blauwachtig? Hoever staan ze van ons vandaan? Waarom 'branden' ze? Hoe worden ze 'geboren' en 'sterven' ze? Al deze vragen komen in deze lezing aan de orde. Evenals spectraalklassen, het Hertzsprung-Russell diagram, de massa van sterren en meer. Er wordt ook aandacht besteed aan de grote verschillen in diameter. Van rode dwergen die slechts iets groter zijn dan Jupiter, tot sterren 1500 maal zo groot als de zon! Een uniek schaalmodel, van ruim tachtig bekende en minder bekende sterren, maakt duidelijk wat met woorden nauwelijks uit te leggen is!

De lezing behandelt op chronologische wijze de levenscyclus van sterren, vanaf de 'geboorte' tot de spectaculaire 'dood', waarna ze eindigen als witte dwerg, neutronenster of zelfs een zwart gat, omringd door fraaie nevels. De zon geldt in de lezing vaak als voorbeeld.



10. Het heelal

Op een mooie donkere plek en bij helder weer kun je 's avonds de Melkweg zien: sterren in ons eigen Melkwegstelsel die zó ver weg staan dat we ze niet meer als afzonderlijke sterren kunnen zien. Wat is het Melkwegstelsel precies? Wat voor 'nevels' horen bij de Melkweg?

In deze lezing geven we een overzicht van het heelal, van ons eigen zonnestelsel, de sterren in de buurt en de Melkweg. En dan verder, naar de Lokale Groep van sterrenstelsels, waartoe ook het Melkwegstelsel behoort, tot enorme clusters van sterrenstelsels en het einde van het zichtbare heelal. Ook hier wordt gebruik gemaakt van schaalmodellen, van sterren in de buurt, van de Melkweg en van de Lokale Groep. Het belangrijkste schaalmodel nu is een virtueel model op basis van de grootte van een klaslokaal, en een fictieve platgeslagen Fiat 500...

Uiteraard gaan we nader in op ons eigen Melkwegstelsel, met zijn vele sterren, nevels, bolvormige sterrenhopen en dwergstelsels die worden opgeslokt. Het superzware zwarte gat komt aan bod, net als de typen (populaties) van sterren die we onderscheiden. En de vraag: hoe ontstaan de spiraalarmen in ons spiraalstelsel?

Daarna worden de verschillende typen sterrenstelsels behandeld en gaan we tot het einde van het zichtbare heelal, met die Fiat en veelzeggende illustraties. En we gaan zelfs nog iets verder!



Hierboven: M51, een van de fraaiste spiraalstelsels, toont hevige stervorming door de botsing met een kleine buur.

Linksboven en hieronder: het Sterrenmodel.

Links, midden: een close-up van dat model, waarop de speciale massa-fiches te zien zijn waarmee ik een 'schaalmodel' van de massa's weergeef.

7. De Lezing van Alles!

Alles wat wij kennen in het heelal is materie of straling (energie). Dat is waar we het in de lezing over gaan hebben. Deze lezing gaat dus niet over donkere energie (68,3% van het heelal) en donkere materie (26,8%), dus eigenlijk is het de *Lezing van 4,9% van Alles...* We gaan het ook niet hebben over de elementaire deeltjes zoals quarks, behalve elektronen en fotonen.

We beginnen met een inleiding in de wereld van de materie: atomen, moleculen; protonen, neutronen en elektronen; chemie, ionen, isotopen en radioactiviteit.

Dan gaan we verder over elektromagnetische straling, en alle golflengtegebieden daarin: radiostraling, infrarood, zichtbaar licht, ultraviolet, röntgenstraling en gammastraling. Astronomen zijn blij met die straling, want álles wat wij waarnemen in het heelal is elektromagnetische straling! Goed, en nu ook zwaartekrachtgolven. Met een aantal voorbeelden uit de sterrenkunde laten we zien welke informatie astronomen kunnen halen uit de energie/golflengte van elektromagnetische straling. Hoe je ziet dat er in die mooie rode Orionnevel of M51 (vorige pagina) sterren worden geboren. De lezing eindigt met het verhaal van de zon: hoe de zon energie maakt uit materie en hoe die energie, de gammastraling die in de kern van de zon ontstaat, ons uiteindelijk als licht en warmte bereikt.

*De titel van deze lezing slaat op het feit dat al het bekende uit energie en materie bestaat en is een knipoog naar de **Theorie van Alles**, een nog niet bestaande theorie die alle elementaire deeltjes en fundamentele natuurkrachten in één model moet samenbrengen.*



Hierboven: een artist's impression van een gebied dat de Lynx Arc wordt genoemd en in 2003 werd ontdekt, is een zeer verre distant super-megacluster, op 12 miljard lj. Het bevat een miljoen superhete blauwwitte sterren en is een miljoen maal helderder dan de Orionnevel.

Rechts, midden: de 3D modellen van Ceres en Vesta
Rechtsonder: Pluto en zijn maan Charon, twee hoofdpersonages uit mijn boek 'De kleine werelden van het zonnestelsel'.

12. Kleine werelden van het zonnestelsel

Na de *Voyagers* waren er geen 'eerste ontmoetingen' geweest met 'grotere kleine', mysterieuze zonnestelselobjecten, tot 2011. Toen begon een decennium waarin verschillende van die intrigerende kleine werelden werden bezocht, met langdurige bezoeken of flitsende flyby's.

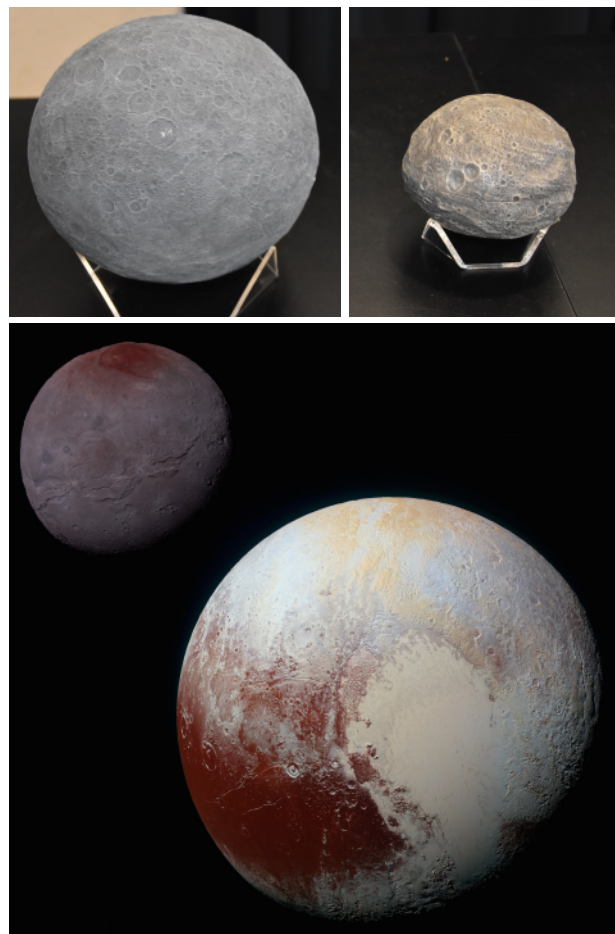
Het begon toen de sonde *Dawn* bij Vesta (2011-2012) aankwam, waarna de sonde *Rosetta* ruim twee jaar een komeet achtervolgde. Later werden de kleine planetoïden Benu en Ryugu bezocht, langdurig van dichtbij bestudeerd en zelfs 'bemonsterd' (in 2018-2019). De klapper kwam echter in 2015 toen twee van de grootste dwergplaneten werden bezocht: Ceres (2015-2018) door diezelfde *Dawn*, en Pluto met een scheervlucht door de sonde *New Horizons*. Die laatste bezocht begin 2019 zelfs nog een voordien onbekend ver ijswereldje, Arrokoth.

Dit is het verhaal van de indrukwekkende verrichtingen van bijzondere aardse planeetverkenner als *New Horizons*, *Dawn* en *Rosetta*, die ons het gevoel van exploratie weer helemaal terugbrachten.

Ook in deze lezing wordt gebruik gemaakt van schaalmodellen. Een van de 3D schaalmodellen is in 2015 speciaal gemaakt voor deze lezing, op basis van een fraaie aardglobe van Sky & Telescope. Hiermee kan ik ook laten zien dat de aarde een bijna geheel gladde bol is!

En in 2021-22 liet ik 3D prints maken van de beschreven objecten, die ik vervolgens schilderde. Dit is een zeer uniek schaalmodel!

De lezing is naar het boek van dezelfde titel (2022).



13. Bombardement van de aarde!

Hoe groot is de dreiging vanuit de ruimte? Om wat voor objecten gaat het dan en waar komen zij vandaan? Vragen die beantwoord zullen worden in deze lezing.

Eerst wordt een overzicht geschetst van het zonnestelsel, om planetoïden en kometen hun juiste plek te geven. Daarna komt al het ruimtepuin aan bod dat voortdurend op de aarde valt: dagelijks 40 tot 100 ton! Een deel daarvan levert fraaie meteorieten ('vallende sterren') op.

Maar wat als grotere brokken in de dampkring van de aarde komen, of erger: het aardoppervlak raken? Op 15 februari 2013 kwamen twee planetoïden, van 18 en 30 m diameter, bij de aarde. De kleinste explodeerde boven het Siberische Chelyabinsk! Duizend mensen raakten gewond door glasscherven, toen de schokgolf van de explosie de stad bereikte. Er zijn nu ruim 30.000 'Near Earth Asteroids' (NEA's) bekend, dus planetoïden die zeer dicht bij de aarde kunnen komen; daaronder zijn ongeveer 1000 planetoïden van minstens 1 km diameter. Stel dat het object van Chelyabinsk 1 km groot was geweest? Wat zou er dan zijn gebeurd?

We weten wel wat er gebeurt als een object van 50-60 m groot in de dampkring explodeert. Dat gebeurde op 28 juni 1908 boven het dal van de rivier Toengoeska in Siberië: 80 miljoen bomen en wie weet hoeveel dieren sneuvelde en op honderden km afstand werden mensen door de schokgolf omver geblazen en gingen ruiten kapot.

En we weten wat er gebeurt als een object van 10 km diameter inslaat: dat gebeurde 66 miljoen jaar geleden! De dinosauriërs stierven grotendeels uit en een klein zoogdier ontwikkelde zich uiteindelijk, via miljoenen jaren van evolutie, tot de mens.

Deze lezing is helaas nog niet beschikbaar! Hij komt zodra het boekje met dezelfde titel uit is (ca. 2025).

Hieronder: de Chicxulub-inslag roeide 75% van de soorten op Aarde uit. Credit: Don Davis.



Over Rob Walrecht

Rob Walrecht (1959) zet zich al sinds 1978 enthousiast in voor de popularisering van de sterrenkunde, sinds 1985 als uitgever van eigen producten, met zijn bedrijf Rob Walrecht Productions.

Ook gaf hij duizenden lessen (op scholen) en publiekspresentaties, onder andere met planetariums. Volgens een voorzichtige schatting heeft hij 180.000 mensen met de sterrenhemel en de sterrenkunde in aanraking gebracht, waaronder 120.000 jongeren (waarvan hij er nog wel eens een tegenkomt, die dan vaak ook nog docent is geworden!). Dat hij het sterrenkundeonderwijs erg belangrijk vindt blijkt ook uit de serie bijzondere bouwplaten van astronomische instrumenten en modellen.

Cursussen

Rob heeft veel cursussen gegeven, of daar een bijdrage aan geleverd. Daaruit kwam uiteindelijk, na jaren arbeid, zijn zeer complete cursus 'Leer het heelal begrijpen!' voort. Deze is opgezet rond de drie boeken van zijn serie *Genieten van de sterrenkunde*. Kenmerken zijn de fraaie presentaties met veel eigen illustraties en de unieke collectie schaalmodellen, die met elkaar voor meer begrip zorgen: feiten kun je opzoeken, maar begrip blijft bij je. Verder is de opzet van de lessen niet klassiek, zonder bijvoorbeeld lessen over de geschiedenis van de sterrenkunde of over telescopen, maar wel met vier over hemelmechanica en de planisfeer, en vier over het zonnestelsel! De cursus is vooral gericht op wat we nu weten.

Korte cursussen van twee of drie lessen/lezingen zijn mogelijk, in overleg.

Planisfeer

Rob Walrecht is vooral bekend van de planisfeer: hét hulpmiddel om de sterren en sterrenbeelden te leren herkennen. Hij begon daarmee in 1982, toen hij bij het toenmalige Zeiss Planetarium Amsterdam werkte. Toen het daarmee slecht ging en (onder anderen) Rob moest vertrekken, ging hij aan de slag met zijn eigen, verbeterde versie, met geheel nieuwe elementen (die later door concurrenten werden gekopieerd!), die in juni 1985 uitkwam. Zijn planisferen zijn nu al in 17 talen uitgebracht (2024), met tien Engelse versies (waaronder de dubbele equatoriale Planisphere) voor de hele bewoonde wereld.

Hieronder: de eerste opstelling en kaartjes van het Planetenpad, met de zon als 3D model (boven) en als kaart.

