

Inleiding

Inleiding

Sterrenkunde voor de jeugd

Sinds 1980 heb ik sterrenkundeles op scholen gegeven. Dat begon met een schaalmodel van het zonnestelsel op schaal 1:100 miljard. Het was een kleinere versie van het grote schaalmodel (schaal 1:10 miljard) dat ik in 1978 met mijn broer Aad had gemaakt. In dat schaalmodel is de afstand tot Pluto, toen nog de buitenste *planeet* (zie kader), gemiddeld 590 meter! Om lessen op scholen te geven was dat niet handig. Met het kleine schaalmodel ging dat prima, de afstand tot het model van Pluto was 'maar' 59 m.

In 1982 ging ik werken in het toenmalige Zeiss Planetarium Amsterdam, waar we midden op de dag de sterrenhemel konden laten zien, met een speciale **planetariumprojector**, aan de binnenkant van een 20 m grote koepel. Daar kon je nog eens geweldige sterrenkundelessen geven! Ik maakte daar ook mijn eerste planisfeer. Helaas ging het slecht met het planetarium, er kwamen te weinig bezoekers. Ik verloor daardoor een prachtige baan en later nam Artis de apparatuur van het planetarium over.

Sterrenkunde op school!

Als je werkloos bent heb je de tijd om nieuwe plannen te maken en in juni 1985 kwam mijn nieuwe planisfeer uit, waarvoor ik mijn bedrijf **Rob Walrecht Productions** begon. Samen met een vriend richtte ik die maand ook ons eigen **Apollo Reizend Planetarium** op. Met dat planetarium trokken we door het land om op de scholen sterrenkundeles te geven!

In die tijd maakte ik een eenvoudige versie van de planisfeer voor jongeren: de zelfbouw draaibare sterrenkaart; en later ontwierp ik de zelfbouw zonnwijzer.

Helaas heeft ook dat planetarium het niet gered, maar ik heb er mede voor gezorgd dat er nu meerdere van die mobiele planetariums zijn. Er kan er dus een bij jou op school komen!

Serie modellen en instrumenten

Inmiddels heb ik een hele serie bouwplaten gemaakt en een versie van mijn kleine schaalmodel van het zonnestelsel in kaartjes: het Zonnestelselmodel dat ook in deze Astroset zit. De jongste bouwplaten zijn die van de **Astroset Maan en planeten**, waarmee je de bewegingen aan de hemel van de zon, de maan en de planeten kunt leren begrijpen.

Over deze Astroset

Dit is de geheel vernieuwde **Astroset Sterrenkunde is fun**. Hij bestaat uit:

- het nieuwe Zonnestelselmodel (je eigen Planetenpad!)
- de zelfbouw draaibare sterrenkaart
- de zelfbouw zonnwijzer
- deze handleiding, die wordt aangevuld als dat nodig is (check dus nu en dan onze website!).

De set is perfect om met sterrenkunde te beginnen, want je leert ermee over onze omgeving in het heelal, de sterrenhemel om ons heen en de tijd die wij gebruiken.

Deze handleiding is alleen voor de zelfbouw zonnwijzer en de zelfbouw draaibare sterrenkaart. Voor het **Zonnestelselmodel** is er een aparte Gebruikshandleiding, die je ook gratis op onze website kunt downloaden.

Veel plezier en succes!
Rob Walrecht

september 2016

Dit is de handleiding voor het gebruik van de Astroset 'Sterrenkunde is fun!', een set speciaal gemaakt voor jongeren. Hij bestaat uit het unieke Zonnestelselmodel (je eigen Planetenpad!), de zelfbouw draaibare sterrenkaart en de zelfbouw zonnwijzer.

Deze bouwstructies worden aangepast als er onduidelikheden zijn voor de klanten, en op basis van nieuwe ideeën en inzichten.

Uw vragen en opmerkingen zijn daarom altijd zeer welkom! Stuur ze naar info@walrecht.nl.

Meer informatie op:
www.walrecht.nl

Een stukje historie

De ontwikkeling van de modellen in deze set begon in 2001, toen ik een hele serie leerzame bouwplaten ontwierp. De zelfbouw draaibare sterrenkaart (1986) en de zelfbouw zonnwijzer (1987) waren er al, maar werden in 2001 geheel vernieuwd.

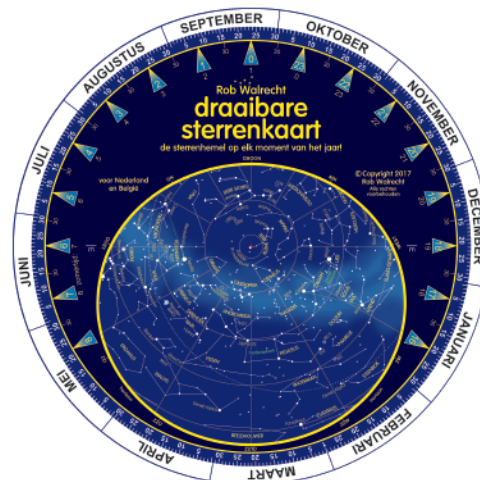
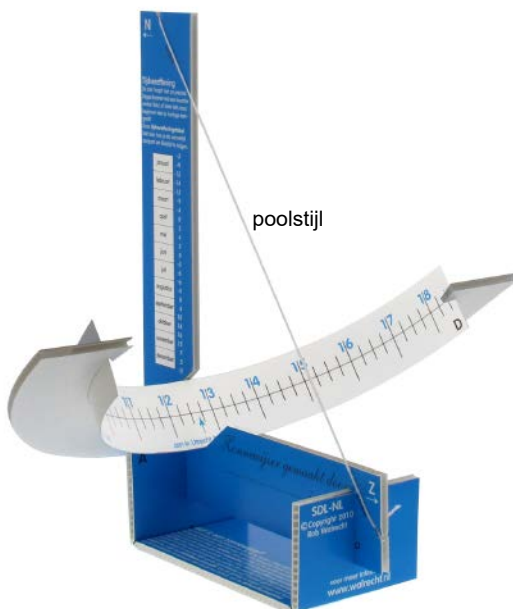
De eerste versie van het zeer bijzondere Zonnestelselmodel kwam in 2003 uit en later dat jaar volgde de eerste uitgave van de Astroset 'Sterrenkunde is fun!', met dat Zonnestelselmodel en de twee hierboven genoemde bouwplaten.

*Ik heb destijds meer ontwikkeld en ontworpen, dus wie weet komt mijn **Hemelmodel** ook nog eens uit!*

De poolstijl

Als je de zonnwijzer goed opstelt is het touwtje dat de schaduw geeft precies naar de Poolster (of beter de hemelpool) gericht. Daarom heet dat ook de poolstijl. In het plaatje van onze zonnwijzer linksonder zie je hem aangegeven.

Hiernaast: de zonnwijzer en de draaibare sterrenkaart uit de **Astroset Sterrenkunde is fun!** Voor de beginnende astronomen!



De zonnwijzer

Hieronder: vanaf de Middeleeuwen hadden kerktorens een klok én een zonnwijzer. De zonnwijzer werd alleen maar gebruikt om de klok op tijd te zetten! Dit is de toren van de Koepelkerk in Witmarsum (Fr.), uit 1633. De oude zonnwijzer was een eeuw geleden verdwenen, de nieuwe is in de stijl van de klok gemaakt door Analemma. Foto Hendrik Hollander, www.analemma.nl.



Linksonder: de zon komt op in het oosten, dus te oosten van je komt hij eerder op dan bij jou, en ten westen van je later!

Rechtsonder: de meeste eenvoudige zonnwijzer is een stok in de grond: een gnomon.

Het zonnwijzerverhaal

Tijd

Onze tijd en de kalender hebben alles te maken met de bewegingen van de aarde. De aarde draait bijvoorbeeld om haar as: één rondje in 24 uur. Dat noemen we de **dag**. Maar de aarde beweegt ook om de zon: hij maakt één 'rondje' per **jaar**. Zie het Sterrenkaartverhaal.

In tegenstelling tot de dag en het jaar, waarvan de natuur heeft bepaald hoe lang ze zijn, is het uur helemaal door ons zelf bedacht. Nou ja, door de Babyloniërs, ruim 3500 jaar geleden.

Tijd in de natuur

Het *draaibare sterrenkaartverhaal* vertelt je dat de zon in de loop van de dag beweegt doordat de aarde om haar as draait. De zon komt daarvoor in het oosten en gaat dan met een grote boog 'door het zuiden', waar hij precies in het zuiden het hoogst aan de hemel komt te staan. Tenslotte gaat de zon in het westen onder. Onze tijd is gekoppeld aan die beweging en plaats van de zon. Als de zon precies in het zuiden staat, dan is het 12 uur 's middags... Nou ja, dat was vroeger zo. Als de tijd wordt bepaald door de stand van de zon, dan is tijd namelijk wel een erg plaatselijk verschijnsel. Als de zon in het oosten opkomt komt hij in Berlijn namelijk eerder op dan in Amsterdam! Het is dus **plaatselijke, of lokale tijd**. Zie de tekening linksonder.

Midden-Europese Tijd (MET)

Tot ver in de Middeleeuwen hadden de mensen geen hulpmiddelen om de tijd te bepalen. Ze

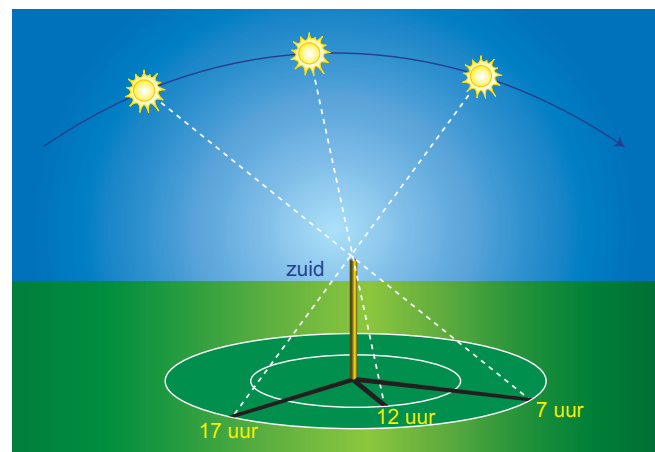
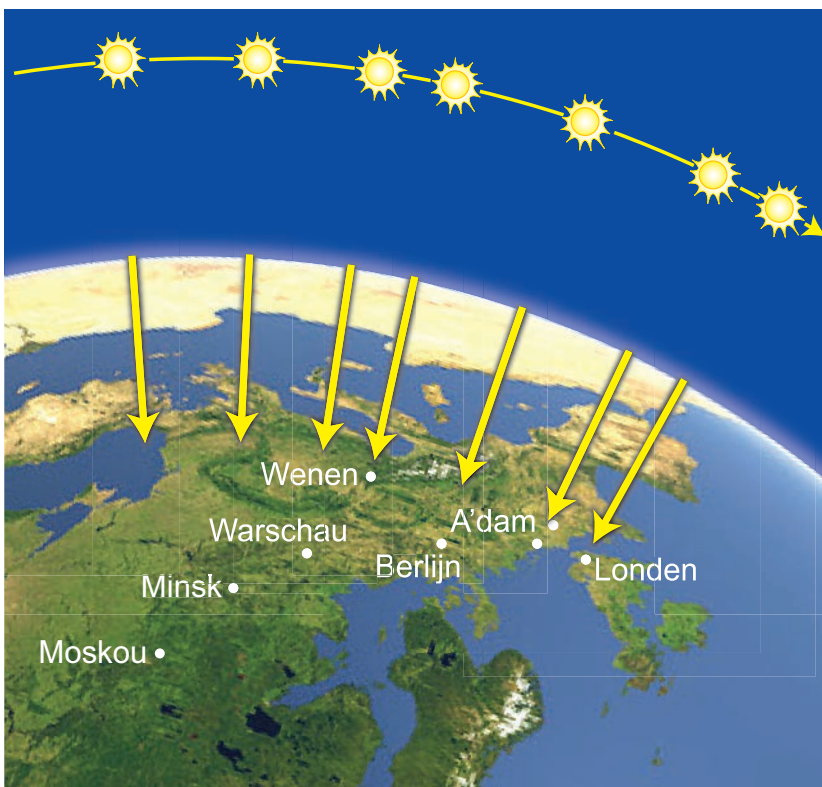
gingen uit van de zonnestand en gebruikten dus de plaatselijke tijd. In de late Middeleeuwen kwamen de eerste klokken, in kerktorens. Elke stad of dorp had een zonnwijzer maar die werd alleen gebruikt om de klok op tijd te zetten, de mensen lazen de tijd op de klok af. Het maakte niet uit dat in de volgende stad de tijd iets anders was, want het leven ging niet zo snel. Met de komst van de trein en de elektrische telegraaf (in de 19e eeuw een zeer moderne manier van berichten versturen), halverwege de 19e eeuw, werd het belangrijk om één tijd voor het hele land te hebben. Toch had Nederland in 1940 nog drie verschillende tijden, onder andere die van de Nederlandse Spoorwegen. Soms lijkt het alsof ze bij de NS nog steeds hun eigen tijd gebruiken...

In de Tweede Wereldoorlog, toen de Duitsers bijna heel Europa bezet hielden, voerde Hitler in al die landen één tijd in: de Midden-Europese Tijd of **MET**. Na de oorlog is deze MET gebleven. Ook bij MET (in de zomer **MEZT**, of **zomertijd**) geldt, dat de zon niet in heel Europa tegelijk in het zuiden kan staan. MET klopt in het midden van Europa, zoals bijvoorbeeld in Berlijn: daar staat de zon inderdaad om 12 uur in het zuiden. Bij ons, in Nederland en België, staat de zon pas ongeveer 40 minuten later in het zuiden, dus om 12.40 uur (bij zomertijd zelfs om 13.40 uur). Meer daarover lees je in het *draaibare sterrenkaartverhaal*.

Middelbare zonnetijd

Door allerlei oorzaken 'loopt' de aarde niet erg nauwkeurig: onze zonnedag is niet zo precies! Zo loopt de zon half februari bijna een kwartier achter op de kloktijd, en begin november juist dik een kwartier vóór.

De tijd die we ervaren, dus de tijd die de zon aangeeft, noemen we de **ware zonnetijd**. De kloktijd die wij gebruiken, is het gemiddelde van alle dagen in een jaar: de **middelbare zonnetijd**. Als je een zonnwijzer gebruikt, dan meet je natuurlijk altijd de ware zonnetijd. Die moet je aanpassen als je de kloktijd wilt weten. Daarover straks meer.

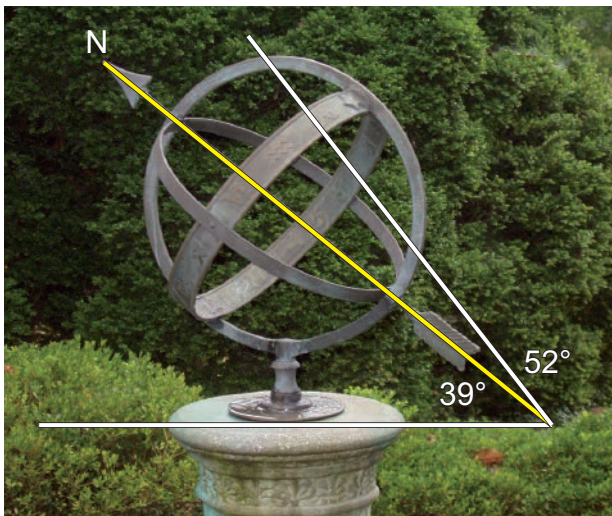


de tijd meten

De zonnwijzer

Met een zonnwijzer *meet* je de tijd. Dat is heel wat anders dan een klok aflezen. We weten nu dat onze tijd te maken heeft met de dagelijkse beweging van de zon langs de hemel (of beter, met de draaiing van de aarde om haar as: de *rotatie* van de aarde). De simpelste manier om die beweging van de zon te zien, is door een stokje in de grond te steken en de schaduw ervan te volgen. Doe dat maar eens en volg dan een uur lang de schaduw van dat stokje. Je zult je verbazen over hoe snel die schaduw zich verplaatst!

Zo'n stokje heet een **gnomon** en is de oudste en eenvoudigste zonnwijzer (zie de tekening op pagina 2). Als de zon hoog in het zuiden staat, wijst de schaduw van de gnomon naar het noorden. Als je de stok in de tuin laat staan, dan kun je dus precies ten noorden van de stok een bordje met '12 uur' zetten. Ja... je hebt gelijk: dat moet in Nederland '12.40 uur' zijn (of met zomertijd: 13.40 uur). Als je ook de andere uren aangeeft heb je al een zonnwijzer! Zie pagina 10.

**De tijd aanpassen**

Het leuke van de gnomon is dat hij ook het verschil tussen de zomer en de winter goed laat zien: de schaduw is in de winter veel langer! Dat komt, omdat de zon in de winter lager aan de hemel staat dan in de zomer. De meeste zonnwijzers zijn iets ingewikkelder, maar ze hebben altijd een stokje of draadje om een schaduw te maken: de **poolstijl**. Het verschil tussen ware en middelbare zonnetijd is heel nauwkeurig bekend, dus je kunt de meting van de zonnwijzer aanpassen door er het juiste aantal minuten van af te trekken of bij op te tellen. Zo maak je van de *ware zonnetijd* de *middelbare zonnetijd*. We noemen dat met een moeilijk woord het **vereffenen** van de tijd. De lijst met het aantal minuten dat je moet aftrekken of optellen heet de **tijdsvereffeningstabel**. Deze tabel en hoe je de zonnwijzer afleest staat op op de ronde horizontale arm van je zonnwijzer. De getallen stellen het aantal minuten verschil voor tussen ware en middelbare zonnetijd. Dus **-14** betekent dat de zon in werkelijkheid 14 minuten achterloopt op de middelbare zonnetijd en bij **16** loopt de zon 16 minuten vóór.

Hoe plaats je de zonnwijzer?

Richt eerst de zonnwijzer naar het zuiden. Dat kan met behulp van een kompas. De zonnwijzer is ontworpen voor 5° oosterlengte (OL). Om de goede tijd te kunnen bepalen als je oostelijker of westelijker woont, moet je in de atlas de geografische lengte (de verticale lijnen) van jouw woonplaats opzoeken. Daarmee bepaal je hoeveel minuten verschil er is tussen je huis en 5° OL.

De tekst op de zonnwijzer zelf vertelt je wat je verder moet doen. Zie ook het *draaibare sterrenkaartverhaal*.

Linksboven: in veel tuinen vind je mooie zonnwijzers, maar veel mensen weten niet hoe je zo'n ding gebruikt! Wat is er hier mis?

Op pagina 1 vertelden we al dat de **poolstijl** altijd naar de poolster gericht moet zijn. Een beetje verschil maakt niet zo veel uit, zeker niet als je de richting van de poolstijl niet kunt veranderen zoals bij je zelfbouw zonnwijzer. Maar dit soort zonnwijzers kun je prima richten op het noorden, op de poolster. Dat heeft men hier niet gedaan.

Nederland ligt tussen ongeveer 51° en 53° NB, gemiddeld 52°. De poolstijl van deze zonnwijzer staat onder een hoek van 39° gericht. Dat is prima als je in Lissabon of op Ibiza woont, maar in ons land is dat niet goed. Nu maar hopen dat hij wel naar het noorden wijst...

Linksonder: Amersfoort heeft enkele bijzondere zonnwijzers, zoals hier die voor het Centraal Station van de stad. De pijl bovenop is altijd gericht naar de zon, of het nu mooi weer of bewolkt is, en dag en nacht. Dat is computergestuurd.

Rechtsonder: in het leuke Park Schothorst, elders in de stad, staat deze zonnwijzer, waar je zelf mee aan de gang kan. Leg een takje neer bij de tijd die de zon aangeeft en kijk als je weggaat nog een keer: hoe ver is de zon bewogen?

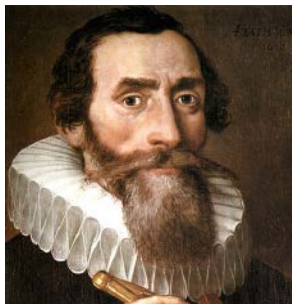
Uiteraard kun je dit ook met je eigen zonnwijzer doen!



Het draaibare sterrenkaartverhaal

De planisfeer

Een andere naam voor draaibare sterrenkaart is planisfeer. Die handige sterrenkaart (en de naam) is in 1624 bedacht door Jacob Bartsch, de schoonzoon van de beroemde Duitse astronoom/wiskundige Johannes Kepler (de man op het schilderij hieronder). Onze planisferen zijn er voor de hele wereld en zijn veel uitgebreider en luxer dan onze draaibare sterrenkaarten, en kant en klaar! Ze bevatten 300 verrekijkerobjecten en de **hemelcoördinaten**: coördinaten zoals geografische lengte en breedte op Aarde. Daarmee kun je bijvoorbeeld vinden waar planeten, planetoïden en kometen aan de hemel staan. Die informatie kun je vinden in de speciale **Sterrengids**, een jaargids waarin alle sterrenkundige verschijnselen van dat jaar worden beschreven (zie www.stipmedia.nl). Meer over planisferen vind je op www.walrecht.nl, en dan: - Onze producten en folders - Over de planisferen.



Linksonder: hoe het jaar en de seizoenen ontstaan, op het noordelijke halfrond!.

Rechtsonder: waarom we een dag van 24 uur hebben.

Het draaibare sterrenkaartverhaal

De sterrenhemel leren kennen

De draaibare sterrenkaart is de beste manier om de sterren en sterrenbeelden te leren kennen. Hij is speciaal ontworpen voor Nederland en België (net als de Planisfeer, zie het kader). De kaart bevat naast 700 sterren ook enige **verrekijkerobjecten**: objecten die je met het blote oog maar zeker met een verrekijker kunt bekijken, zoals sterrenstelsels, nevels en dubbelsterren.

Je hoeft geen telescoop te hebben om sterren te kijken (zie kader op pagina 5). Een verrekijker is goedkoop en gemakkelijk te gebruiken. En het beeld staat niet 'op z'n kop' zoals dat van een telescoop. Het beste kun je de verrekijker met een speciale **kijkerklem** op een fotostatief plaatsen. Die kun je kopen of bestellen bij winkels die verrekijkers verkopen.

Sterrenkunde

Op een heldere avond of nacht kun je buiten genieten van de sterrenhemel. Als je dat een aantal avonden achter elkaar doet, dan valt al gauw op dat je steeds dezelfde groepen van sterren ziet: **sterrenbeelden**. Ze veranderen niet van plaats ten opzichte van de andere sterrenbeelden, maar toch staan ze steeds weer in een iets andere richting dan op hetzelfde tijdstip de avond ervoor. Het lijkt alsof alle sterren een beetje zijn opgeschoven. Als je enkele uren achtereen blijft sterrenkijken, dan zal het je opvallen dat er in het oosten steeds weer sterren opkomen, die langzaam naar het zuiden trekken (waar ze het hoogst boven de horizon komen te staan: ze **culmineren**) om vervolgens in het westen onder te gaan. Net zoals de zon dat doet.

De dag

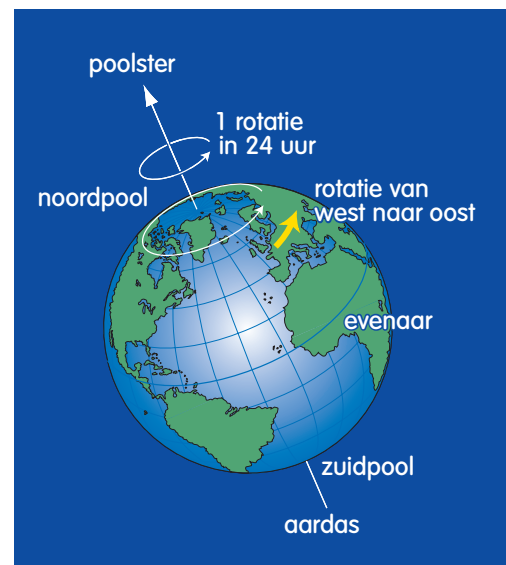
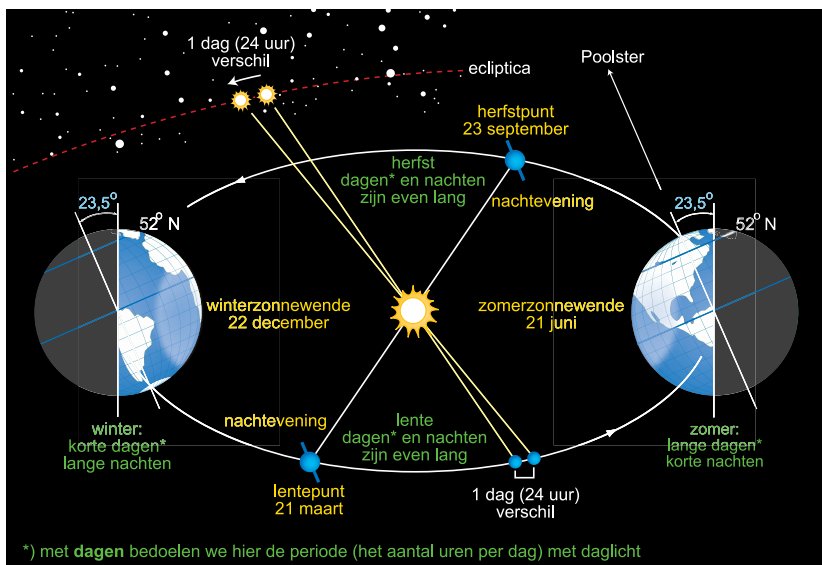
Dat we elke nacht dezelfde sterren zien, komt doordat de aarde in één dag één maal om haar as draait. Dat noemen we de **rotatie** van de

aarde. Die rotatie is, als je boven de noordpool zou zweven, tegen de wijzers van de klok in gericht. Anders gezegd: de aarde **draait van west naar oost**. Dus we bewegen met zijn allen naar Rusland toe! Maar Poetin beweegt even snel in dezelfde richting, dus er is geen reden voor paniek...

Je beweegt trouwens met een ongelooflijke snelheid: bij ons met 285 m/s! Op de evenaar is dat zelfs 500 m/s. Daar merk je zelf niets van. Doordat wij in oostelijke richting bewegen, zie je de zon, de maan, de sterren en de planeten in het oosten opkomen en in het westen ondergaan. Zie de tekening rechtsonder.

Het jaar

Behalve dat de aarde om haar eigen as draait, beweegt zij ook om de zon. Daar doet de aarde 365¼ dagen over, ofwel één jaar. Met een kwart dag (6 uur) kun je natuurlijk niet zoveel doen. Daarom hebben we eens in de vier jaar op 29 februari een extra, 366e dag in het jaar: een **schrikkel dag**. Dat werkt al heel lang prima! Voor het gemak houden wij het jaar even op 365 dagen. Elke hele dag legt de aarde dus 1/365e deel van zijn baan om de zon af. Het resultaat is dat de zon in de loop van de tijd opschuift tussen de sterren (zie tekening links-onder) en wel van west naar oost. Gedurende een jaar bewandelt de zon op die manier een nauwkeurig bekende **zonsweg**, die je ook in de sterrenkaart vindt (de witte stippeltjeslijn). Je kunt dat echter niet zien, want overdag zie je geen sterren: de zon is véél te helder en overstraalt ze! Maar je kunt wel sterren zien tijdens een totale zonsverduistering of **eclips**, als de zon even achter de maan schuil gaat en het midden op de dag heel even donker wordt. Omdat we die eclipsen natuurlijk altijd langs die zonsweg zien, noemen we de baan van de zon ook wel de **ecliptica**: de 'eclipsenweg'. De ecliptica loopt dwars door twaalf heel bekende



de sterrenhemel leren kennen

sterrenbeelden: de **sterrenbeelden van de dierenriem** (zoek ze maar eens op). Deze sterrenbeelden zijn op de Weegschaal na allemaal dieren of personen. Ze zijn bekend omdat ze ieder jaar een tijdje door de zon worden 'bezoekt'. Slechts enkele ervan zijn echt opvallend, zoals de Tweelingen en de Leeuw. **Astrologen** hechten grote waarde aan deze 'tekens' van de dierenriem, maar **astronomen** (sterrenkundigen, dus wetenschappers) vinden dat grote onzin. Er is namelijk geen enkel bewijs dat de sterren, die heel ver weg staan, invloed op het leven van mensen hebben.

De Poolster

We zien altijd maar de helft van de sterrenhemel: de andere helft is onder de **horizon**! Dat betekent dat de aarde daar in de weg zit. Als je naar de sterren kijkt is het dus alsof je in het midden van een halve bol staat, net zoals in een projectieplanetarium (zie tekening hieronder).

De hemelnoordpool is gemakkelijk te vinden, omdat daar vlakbij een ster staat: de **Poolster**. De aardas wijst nu in de richting van die ster, die verder niet echt bijzonder is (hij lijkt als ster veel op de zon). De Poolster is niet altijd poolster geweest, 5000 jaar geleden was bijvoorbeeld Thuban van de Draak poolster.

Als je een foto met een lange belichtingstijd zou maken van de sterrenhemel, dan zou je op die foto zien dat alle sterren boogjes hebben beschreven: het gevolg van de rotatie van de aarde (zie 'De dag' en de foto hieronder). Alleen de Poolster blijft een punt. Hij 'staat stil' aan de hemel, altijd op dezelfde plaats: precies boven het noorden. Sterren in de buurt bewegen in kleine cirkels rond de Poolster (zoals ster 1 in de rechtsonder). Sterrenbeelden als Cassiopeia en de Grote Beer staan aan de hemel zo dicht bij de Poolster, dat ze bij ons nooit onder de horizon verdwijnen (controleer dit eens met de draaibare sterrenkaart). We

noemen dat **circumpolaire** sterren en sterrenbeelden.

Naarmate sterren (aan de hemel) verder van de Poolster staan, zoals ster 2, zijn de cirkels die ze beschrijven groter. De meeste van die cirkels zijn zo groot dat ze deels onder de horizon komen: we zien ze dus vroeger of later opkomen of ondergaan (zie ster 2 in de tekening linksomder).

Tijd

De zon en de sterren komen op in het oosten (zie ook het plaatje op pag. 2). Dat betekent dat ze in Groningen eerder opkomen (of ondergaan) dan in Utrecht. Dat tijdsverschil is nauwkeurig bekend: 4 minuten per lengtegraad (**lengtecirkels** of **meridianen** zijn de noord-zuid lijnen in een atlas of op een aardbol; zie plaatje). De draaibare sterrenkaart en de zonnwijzer zijn allebei gemaakt voor 5° oosterlengte (OL), ongeveer de geografische lengte van Utrecht. Het verschil in **lokale tijd** (zie pagina 2) tussen Cadzand (Zeeland) en Nieuweschans (Groningen) is ruim 15 minuten! Dat verschil in tijd betekent niet dat het noodzakelijk is om de tijd aan te passen want het verschil van die plaatsjes met Utrecht is hooguit 8 minuten.

Maar als je heel precies wilt zijn kun je de tijd van de draaibare sterrenkaart of de zonnwijzer aanpassen. Zoek je woon- of vakantieplaats op in een atlas. Ben je

ten westen van 5° OL: **plus 4 minuten per graad**

ten oosten van 5° OL: **min 4 minuten per graad**

Stel, je bent in Winschoten, met een lengte van 7° OL. Dat is 2° verschil met 5° OL, ofwel in tijd $2 \times 4 = 8$ minuten. Je bent ten oosten van 5° OL, dus moet je 8 minuten **afrekken** van de tijd op de bovenschijf. Als een ster volgens de draaibare sterrenkaart om 22.30 uur opkomt, dan komt hij dus bij jou om 22.22 uur op.

Een telescoop aanschaffen

Als je een telescoop wilt kopen kun je het beste eerst advies vragen aan een deskundige. Daarvoor kun je naar een sterrenwacht of sterrenkundevereniging gaan. Zij kunnen je uitleggen wat de mogelijkheden zijn en je later ook helpen de telescoop goed te leren gebruiken. Je kunt voor advies ook naar een telescopenwinkel gaan, zoals:

Ganymedes in Amstelveen, www.ganymedes.nl/ en Robtics in Leidschendam, www.robtics.nl/

De planeten

Waar zijn de planeten in de draaibare sterrenkaart? Die staan er niet in! De planeten staan ook niet stil aan de hemel, zoals de verre sterren. Zij bewegen net als de aarde om de zon, bijna allemaal in hetzelfde vlak. Alsof ze in rondjes over een denkbeeldige 'vloer' rollen, hoewel ze natuurlijk in de ruimte zweven, bij de zon gehouden door de zwaartekracht. De aarde bevindt zich óók in dat vlak en daarom zien we de planeten altijd in de buurt van de ecliptica.

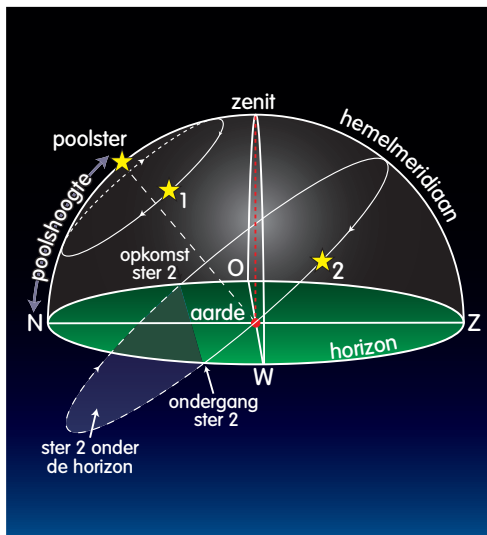
Linksonder: als je een tijdopname maakt van de sterrenhemel zul je zien dat alle sterren 'sporen' vormen. Door de rotatie van de aarde bewegen de sterren in de vorm van cirkels. Alleen de Poolster blijft een punt omdat de aardas precies naar deze ster wijst. Hier zie je zo'n foto, met een hunebed op de voorgrond. Je ziet ook een **meteoor**, of vallende ster!

Foto © Eric Krikke.

Rechtsonder: in dit plaatje zie je dat er circumpolaire sterren zijn (zoals ster 1), die nooit ondergaan, terwijl de meeste sterren opkomen en weer ondergaan, net als de zon en de maan.

Sterren en andere hemellichamen kun je in alle richtingen zien, maar we 'zien' de afstanden niet (we weten dat vaak wel!). Denk je eens in dat alle sterren op precies dezelfde afstand van ons af staan. Dan vormen ze met elkaar een enorme bol met de aarde in het centrum. Die bol noemen we de **hemelbol**. Wij zien natuurlijk maar de helft van de hemelbol, want de andere helft is onder de horizon.

Dit plaatje laat zien dat we wat lijnen en punten op die hemel- (zie vervolg op pagina 6)



Zelf sterrenkijken

(vervolg van pagina 5)

bol hebben 'bedacht', zoals de hemelpool (met de poolster). Het **zenit** is het punt precies boven je hoofd, op 90 graden boven de horizon. De hemelmeridiaan is een denkbeeldige lijn van noord naar zuid, door het zenit. Net als de zon bereiken alle sterren hun hoogste punt in het zuiden, dus als ze op die hemelmeridiaan zijn.

De hoogte van een object aan de sterrenhemel meet je in graden, vanaf de horizon. De hoogte van de poolster boven het noorden leert ons ook iets: die is gelijk aan de geografische breedte van je waarneemplek! In Utrecht, dat op 52° NB ligt, staat de poolster 52° boven de horizon; op de noordpool staat de poolster op 90° (dus in het zenit); op de evenaar zien we de poolster op de horizon: op 0°. Het meten van de hoogte van de poolster noemen we **poolshoogte nemen!**

Lichtjaar

Afstanden op de aarde en rondom ons kunnen we aangeven met kilometers. Sterren staan echter zo ver weg dat de afstand in km wel hele grote getallen oplevert: de dichtstbijzijnde ster, Proxima Centauri, staat op 40.000.000.000 km afstand! Daarom gebruiken we daarvoor een andere maat: het lichtjaar: 1 lichtjaar is de afstand die het licht in '1 jaar' aflegt. Het licht is het snelste dat er is: het beweegt met 300.000 km per seconde!

Linksboven: de bolvormige sterrenhoop M13 in Hercules (foto Bernhard Hubl).

Linksonder: de poolster geeft aan waar het noorden is, omdat deze ster precies boven de noordpool van de aarde staat. Deze ster is daarom belangrijk voor ons. Hij is ongeveer zo helder als de ster Kochab, ook van de Kleine Beer.

Hoe je de poolster vindt lees je in de hoofdtekst hiernaast.

Rechtsonder: de open sterrenhoop M39 in de Zwaan. Niet alle sterren die je hier ziet horen bij die sterrenhoop. Je ziet ook sterren die veel verder weg liggen, of juist dichterbij.

De foto's in dit hoofdstuk zijn trouwens allemaal gemaakt met telescopen. Je ziet ze zo niet met het blote oog of door een verrekijker.

De sterrenhemel per seizoen

Sterrenkijken in elk seizoen

We geven nu vier eenvoudige en leuke waarneemprogramma's, één voor elk seizoen. Een verrekijker is daarbij niet echt nodig, maar wel erg leuk en aan te raden. Bestudeer de sterrenhemel daar maar eens een tijdje mee en geniet ervan. Je ziet in dit deel van de handleiding prachtige foto's van 'diepsky' objecten, maar denk erom: door een verrekijker of een kleine telescoop zie je alleen een neveltje!

Hoe vind je de poolster?

De Grote Beer lijkt een beetje op een steelpan. Neem nu de voorkant van de pan, dus de kant waar de steel niet aan zit (de sterren Merak en Dubhe). Verleng de afstand tussen die twee sterren vijfmaal naar boven toe: je 'rijst de pan uit'! Je vindt zo vanzelf die beroemde ster.

Je kunt met behulp van de steelpan meer sterren vinden: als je de steel verlengt kom je uit bij Arcturus (van de Ossenhoeder) en als je de lijn Megrez-Dubhe volgt vind je Capella (in de Voerman). De Grote Beer is net een reusachtig ANWB-bord!

De zomer

Het meest opvallende verschijnsel aan de zomersterrenhemel is de **Zomerdriehoek**, drie zeer heldere sterren van verschillende sterrenbeelden die eigenlijk een nieuw sterrenbeeld vormen: Wega (Lier), Deneb (Zwaan) en Altair (Arend). Bij helder weer zijn deze sterren al

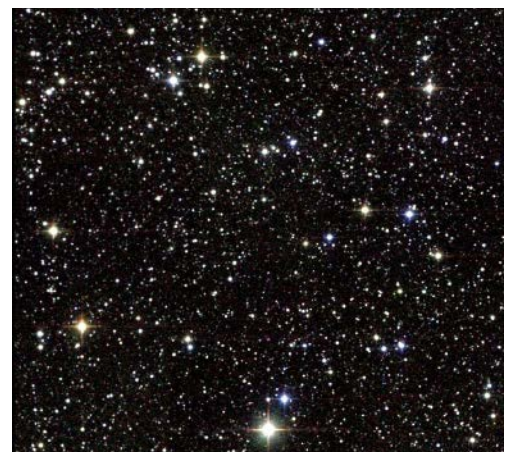
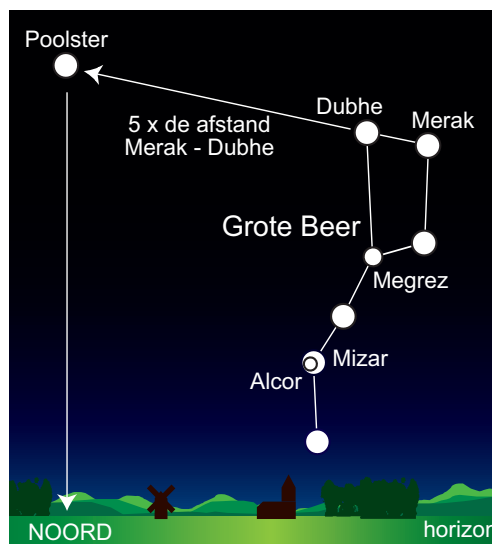
snel na zonsondergang te zien. Niet alleen de mooie driehoek van heldere sterren is indrukwekkend, maar we zien er veel fraaie verrekijkerobjecten.

De Lier, die mooie ruitvorm van sterren bij Wega (de op vier na helderste ster!) vinden we eind juni om middernacht vlakbij het zenit, dus hoog boven ons hoofd. Links boven Wega vinden we de dubbelster ϵ (de Griekse letter *epsilon*) van het sterrenbeeld Lier (we noemen hem ϵ Lyrae). Je kunt met het blote oog die sterren net los van elkaar zien, of **scheiden**. Het is daarom een goede ogentest!

De Zwaan staat bol van de prachtige objecten. Zo is de 'kop' van de Zwaan, de ster Albireo, een schitterende dubbelster. De blauwe en de gele ster zijn met een verrekijker mooi te zien. M39 is een grote **open sterrenhoop** (zie 'De winter'), een groep jonge sterren die samen zijn ontstaan uit een enorme wolk van gas en stof. M39 staat op 800 lichtjaar afstand en we kunnen er 24 heldere sterren van zien.

Tussen Deneb en Altair komen we het sterrenbeeldje Pijl tegen, het op twee na kleinste sterrenbeeld. Iets naar het westen toe zien we het sterrenbeeld Hercules, dat twee mooie bolvormige sterrenhopen bevat: M13 en M92.

Bolvormige sterrenhopen zijn heel compacte 'bollen' van tienduizenden zeer oude sterren, die om het Melkwegstelsel bewegen. M13 is de helderste bolvormige sterrenhoop die wij kunnen zien: je ziet hem al met het blote oog. De sterrenbeelden die men in de zomer zeker moet zien, omdat je ze alléén dan kan zien, zijn de Boogschutter en de Schorpioen! Dat komt, omdat ze heel laag boven de horizon staan. De Boogschutter heeft dan wel een fraaie, stoere naam, maar het lijkt meer op een theepot, waarbij de sterren rond Nunki de handgreep vormen. Een ongelooflijk boeiend gebied trouwens: vol met open sterrenhopen, waarvan de Boogschutter er alléén al 15 heeft. Verder ligt hier het centrum van ons Melkwegstelsel, al kunnen we dat helaas niet zien. Let wel op de rode ster Antares, die 300 maal zo groot is als de zon.



de sterrenhemel leren kennen

De herfst

De zuidelijke hemel is een erg 'waterig' gebied met sterrenbeelden als Waterman, Walvis, Visen, Zuidervis en Eridanus: 'de rivier'.

Er zijn wel interessante objecten te zien, zoals de **veranderlijke ster** Mira (Walvis). Deze ster verandert in de loop van bijna een jaar in helderheid, van een ster die je prima kunt zien, tot 250 maal zwakker! En dan kun je hem niet meer zien (zie kader). Mira is een **rode reus**, een ster in het laatste stadium van zijn bestaan. Dan gaat hij uitzetten en weer inkrimpen (hij *pulseert*), waardoor zijn helderheid steeds verandert. We noemen dat een **pulserende veranderlijke ster**.

Pegasus valt vooral op door... leegte. De grote rechthoek, het **Herfstvierkant**, bevat bijna geen sterren! M15, rechts naast het Herfstvierkant, is een mooie bolvormige sterrenhoop. Nog **nét** met het blote oog te zien, maar een goed verrekijkerobject.

De dubbele sterrenhoop

Cassiopeia is het schitterende sterrenbeeld in de vorm van een W (of M, of E, of 3, afhankelijk van de stand), dat nu hoog boven ons hoofd staat, midden in de Melkweg. Tussen Perseus en Cassiopeia komen we de Dubbele Sterrenhoop tegen (h en χ Perseï), een adembenemend gezicht, want ze zijn allebei (aan de hemel) zo groot als de volle maan. Ze zijn prachtig te zien met het blote oog en schitterend te bestuderen met een verrekijker.

Misschien het meest beroemd aan Perseus is Algol. Het is de bekendste **veranderlijke ster** (zie ook het kader). Ook deze ster verandert

met een bepaalde regelmaat, of **periode**, van helderheid. De periode van Algol is alleen veel korter dan die van Mira: drie dagen. In die drie dagen wordt hij dus eerst helderder en dan weer zwakker. Het 'knipperen' (het veranderen van de helderheid) gaf Algol in de oudheid de naam 'duivelsster'. Wat is er aan de hand? Algol is een dubbelster, bestaande uit een kleine heldere ster en een grote donkere. Ze bewegen om elkaar heen en de donkere bedekt daardoor regelmatig de heldere! We noemen dat een **bedekkingsveranderlijke ster**. Zie de tekening linksboven.

Sterrenstelsels

De Andromedanevel (M31) in het sterrenbeeld Andromeda is een prachtig **sterrenstelsel**. Een sterrenstelsel is een groep van miljoenen of miljarden sterren, met de meeste sterren in het midden (de kern). Daaromheen kan een schijf zijn, met eventueel spiraalarmen waarin de grootste, helderste sterren te vinden zijn. Andere sterrenstelsels hebben een afgeplatte bolvorm. Het Melkwegstelsel is 100.000 lichtjaar in diameter en heeft 300 miljard sterren!

De Andromedanevel lijkt veel op ons Melkwegstelsel, maar is veel groter en heeft misschien 1000 miljard sterren. Hij staat op een afstand van 2.500.000 lichtjaar: het licht dat we zien vertrok dus 2,5 miljoen jaar geleden! Het is daarmee het verste object dat we met het blote oog kunnen zien.

M31 is gemakkelijk te vinden door vanuit het herfstvierkant de ster links boven te nemen en van daaruit twee heldere sterren naar links te gaan en vervolgens twee sterren naar boven. M31 is uitstekend te zien met het blote oog en een prachtig verrekijkerobject.

De poolster of de Poolster?

In deze handleiding lees je vaak over de poolster, maar soms staat er Poolster. Waarom is dat? Als er 'de' voor staat gaat het om een 'ding'. Dat zie je ook bij 'de zon', 'de maan' en 'de aarde'. Als het echter om de naam gaat schrijf je het met een hoofdletter: Zon, Maan, Aarde en dus ook Poolster.

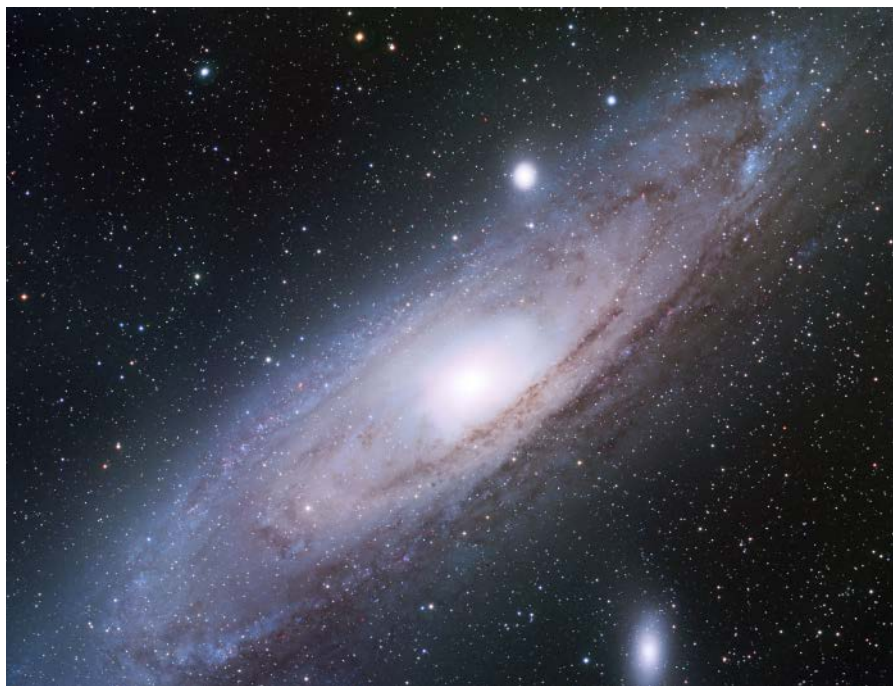
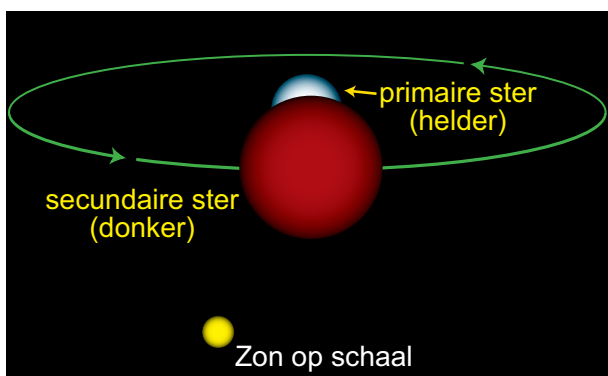
Symbool veranderlijke ster

Sterren hebben allemaal een rondje als symbool, hoe groter het rondje, hoe helderder de ster. Maar bij veranderlijke sterren verandert de helderheid in de loop van de tijd. Daarom hebben zij een rondje met een rondje daarin, zoals Betelgeuze. Het kleinste rondje geeft de kleinste helderheid aan. Maar sommige sterren zijn niet te zien op hun zwakst, zoals Mira. Dan zie je alleen een rondje als symbool.

Linksboven: Algol bestaat uit twee sterren die om elkaar bewegen, waarbij de grote, donkere ster regelmatig de kleine, heldere bedekt.

Linksonder: de Dubbele Sterrenhoop in Perseus (foto Bob van Slooten).

Rechtsonder: M31, het enorme buursterrenstelsel dat we de Andromedanevel noemen (foto Nicolas Outters).



Zelf sterrenkijken

De verloren Pleiade

De Pleiaden worden ook wel het Zevengesternte genoemd, naar de Zeven Zusters uit de Griekse mythologie. Maar je ziet er óf zes, óf acht of meer als het goed donker is (en meer als je een kijker gebruikt). De zevende Pleiade, Pleione, is de 'verloren Pleiade'. Het thema van de verloren zevende zuster vind je in mythologieën in Europa, Afrika, Azië (Indonesië!), Noord-Amerika en Australië!

Linksonder: de Orionnevel is een beroemd gebied waar nu sterren worden geboren. Een soort kraamkamer van sterren! De blauwige wolk links heet de Running Man ('rennende man'). Probeer die hardloper maar eens te vinden.

Rechtsonder: het uitvergroete deel van de sterrenkaart met de Hyaden en Pleiaden, met de namen van de heldere sterren. Dat zijn de sterren die ook vanwege hun helderheid in de kaart horen. Een deel heeft geen naam maar alleen een nummer of een Griekse letter: γ = gamma, δ = delta, ϵ = epsilon, ϑ = theta, κ = kappa en ν = epsilon.

Rechtsonder: de Pleiaden bewegen toevallig door een stofwolk die wordt verlicht door de jonge, blauwe sterren. Daardoor zie je die mooie blauwe 'wolken'.

De twee foto's op deze pagina zijn van Bernhard Hubl.

De winter

De mooiste tijd om de sterrenhemel te bekijken is de winter: dan hebben we lange en donkere avonden en is de sterrenhemel op z'n mooist. In de winter zien we de **Winterzeshoek**, bestaande uit de heldere sterren Capella, Pollux, Procyon, Sirius, Rigel en Aldebaran.

De Tweelingen is een mooi sterrenbeeld, met twee heldere sterren: de oranje-gele Pollux en de blauwwitte Castor. Sirius van de Grote Hond en Procyon van de Kleine Hond zijn zo helder omdat ze 'dichtbij' staan: Procyon op 11 lichtjaar en Sirius zelfs op 'slechts' 8,7 lj (als voorbeeld: Betelgeuze staat op 640 lj). Sirius is na de zon de helderste ster aan de hemel.

Open sterrenhopen

Als je in de winter de Melkweg volgt, van het fraaie sterrenbeeld Cassiopeia, via Voerman, Tweelingen, Eenhoorn, Grote Hond naar de Achtersteven, kom je veel **open sterrenhopen** tegen. Deze bestaan uit sterren die allemaal ongeveer tegelijk zijn ontstaan uit een enorme wolk van gas en stof. Het kan om honderden sterren gaan of zelfs duizenden.

Open sterrenhopen zijn leuke objecten voor de verrekijker. Twee van de bekendste en mooiste open sterrenhopen staan in de Stier. De een heet de Pleiaden of M45 en bestaat uit 'jonge sterren' (50 miljoen jaar oud). Zie ook het kader en de tekening rechtsonder.

De Pleiaden (of *Plejaden*) bestaan uit ongeveer 1000 sterren, waarvan je 14 met het blote oog kunt zien. De Hyaden zijn veel ouder (625 miljoen jaar) en 'volwassener'. Ze bestaan uit mogelijk 200 sterren en de heldere vind je in je

draaibare sterrenkaart. Na hun 'geboorte' gaan de sterren hun eigen weg, net als mensenkinderen. Daarom liggen de veel oudere Hyaden verder van elkaar dan de Pleiaden.

De hoofdster van de Stier, de rode Aldebaran (het 'rode oog van de Stier') behoort niet tot de Hyaden. Het is een **oranje reus**, een oude ster die meer dan 40 maal zo groot is als de zon.

De Kreeft stelt weinig voor maar bevat ook een mooie **open sterrenhoop**: M44, of 'de bijenkorf' (omdat het er zo druk is met sterren). Hij is aan de hemel zo groot als drie volle manen. Prachtig met de verrekijker!

Orion

Orion is voor velen het mooiste sterrenbeeld. Betelgeuze is een **rode superreus**, een grote ster die aan het eind van zijn bestaan is. Hij zal mogelijk binnen 1000 jaar 'sterven' in een enorme **supernova explosie** die zo helder is dat hij overdag te zien zal zijn! De ster is nu al instabiel: hij zet langzaam uit (tot 1000 maal zo groot als de zon!) en krimpt dan weer (tot 600 maal de diameter van de zon). Het is dus een **bedekkingsveranderlijke** ster (zie pag. 7).

Rigel is een blauwwitte superreus. Let eens op het kleurverschil tussen deze twee. Het bekendste object van Orion is de Orionnevel (M42), een reusachtige wolk van gas en stof, waarin sterren worden geboren (een nieuwe open sterrenhoop!). We zien M42 als een groenachtige wolk, maar op foto's zie je een prachtige rode wolk. Onze ogen zien in het donker niet zo goed rood. De kleur komt door het waterstofgas dat door felle straling van jonge sterren in de buurt mooi rood oplicht.



de sterrenhemel leren kennen

De lente

De beroemde sterrenbeelden Kleine Beer en Grote Beer zijn het gehele jaar door te zien. Van de Kleine Beer is eigenlijk alleen de poolster interessant. Niet vanwege zijn helderheid (hij is ongeveer zo helder als Kochab, ook in de Kleine Beer), maar omdat hij héél dicht bij de hemelnoordpool staat en daardoor altijd op dezelfde plaats aan de hemel staat, precies boven het noorden.

De Grote Beer

Veel boeiender is de Grote Beer, waarschijnlijk het bekendste van alle sterrenbeelden: wie kent nou niet de 'steelman'? Ook beroemd is de fraaie dubbelster Mizar en Alcor, die je met het blote oog al kunt zien (zie de tekening op pag. 6). Bij sommige indianenstammen werd een jongen alleen jager als hij Alcor en Mizar kon zien ('kon scheiden'). We vinden enkele fraaie spiraalsterrenstelsels in de buurt: M81 en M82 (horen bij elkaar) en M51.

Sterrenpracht

Met de prachtig oranje ster Arcturus hebben we meteen de helderste ster van de lente en de op drie na helderste ster van de hele sterrenhemel te pakken.

In de buurt vinden we twee kleine, mooie ster-

renbeeldjes: de Noorderkroon en de Haar van Berenice. Dit gebied is prachtig te zien door een verrekijker. De sterrenkaart laat alleen de helderste sterren zien. De Maagd is het op één na grootste sterrenbeeld, alleen de Waterslang is groter.

Een van de weinige fraaie sterrenbeelden van de dierenriem is de Leeuw. De kop van de Leeuw wordt gevormd door een soort gespiegeld 'vraagteken' van zes sterren, met de heldere blauw-witte ster Regulus als 'punt'. Met een verrekijker zien we bij Regulus ('Koninkje') nog een begeleidend sterretje. Algieba ('mannen') bestaat uit twee goudgele sterren die in 620 jaar om elkaar heen draaien. Het is één van de mooiste dubbelsterren! Met de verrekijker zien we nog een derde ster, maar die heeft niets met de andere twee te maken.



Leeuw of Muis?

De LEEUW is misschien wel het enige sterrenbeeld van de dierenriem dat lijkt op wat het moet voorstellen. Hoewel, met een beetje fantasie kun je er ook een muis in zien! Zie de tekening hiernaast. De kop van de Leeuw (het omgekeerde vraagteken) is dan de staart van de muis. Het gele oog heb ik er ingetekend.

Linksboven: M51, de Draaikolknevel, is een prachtig sterrenstelsel met spiraalarmen. Hij botst met een klein stelsel, NGC 5195, die je aan de rechterkant ziet. Foto Hubble.

Linksonder: deze twee sterrenstelsels vind je boven de Grote Beer. Het zijn M82 (links) en M81. Die laatste is een spiraalstelsel, de andere een 'onregelmatig' stelsel, wat betekent dat hij geen mooie vorm heeft zoals M81. Foto Bernhard Hubl.

Rechtsboven: in de Haar van Berenice vinden we nog een sterrenstelsel: M64. Het is een spiraalstelsel maar de spiraalarmen zijn strak om de kern gewonden.

Rechtsonder: dit zijn allemaal sterrenstelsels! Je vindt ze in de Maagd, waar het centrum is van een grote groep sterrenstelsels, de Virgo Cluster. Die bevat minstens 1300 stelsels, elk van minstens tientallen miljarden sterren. Twee van de grootste zijn M84 (helemaal rechts) en M86, rechts van het midden. Om dit te zien moet je een flinke amateurtelescoop hebben. Foto Bernhard Hubl. Ook de Melkweg en de Andromedanevel behoren tot een groep van sterrenstelsels, de Lokale Cluster, maar die is met 50 stelsels veel kleiner.

