

4. DE ZON

Inleiding

Het beleven van het opkomen van de zon in een landelijke omgeving met een weidse blik is ideaal om in stemming te komen voor de periode:

- In het donker naar buiten gaan waar het gefonkel aan de hemel je overvalt.
- Het herkennen van de helderste sterren, van opvallende groepen en ook van de zwakkere lichten.
- Het beseffen dat de zwakkere sterren aan het verbleken zijn.
- Het grijzig en helder blauw worden van de oostelijke hemel; de omgeving begint in de verschillende richtingen een andere diepte en aanblik te krijgen.
- Het onzichtbaar worden van de minder heldere sterren aan de grijzige en donkerblauwe hemel.
- Het duidelijke herkenbaar worden van de afzonderlijke voorwerpen in de nabijheid en in de verte, het geleidelijk steeds meer kleur krijgen van de wereld om je heen.
- Het verdwijnen van de sterrenbeelden en het minder goed zichtbaar worden van de helderste sterren en planeten.
- De kleuren aan de hemel en op aarde kondigen reeds lang van te voren het opkomen van de zon aan. En als onze omgeving al enige tijd als het ware klaar ligt voor de nieuwe dag krijgt de natuur een feestelijke glans, en is er ook schaduw. De zon is verschenen. Een nieuwe dag begint; een dag die veel goeds belooft. Het wordt warm; het kijken in de richting van de zon kan verblindend zijn.

In veel klassen kan de periode niet zonder meer begonnen worden met bijv. de zonsopkomst en de zonnebogen door het jaar heen. Dat zou te kinderachtig zijn. De kinderen willen immers een nieuwe, onbekende wereld verkennen. En over de zon hebben ze al zoveel gehoord. Het leren kennen van de sterrenwereld wordt echter onnodig moeilijk als het op- en ondergaan van de zon en de verschillende zonnebogen door het jaar heen niet besproken worden. Slechts enkele kinderen hebben zelf al ontdekt dat de sterren van richting veranderen. Voor de andere leerlingen zou het bespreken van de hemelbanen van de sterren al snel te abstract worden, ook al maken ze nog zulke mooie tekeningen van de sterrenbanen in het schrift. Door echter bijv. de lage en korte hemelbaan van Sirius te vergelijken met de baan van de zon eind januari (OZO-WZW; negen uur boven de horizon) en de hemelbaan van de gordel van Orion te vergelijken met die van de zon in het begin van de lente (O-W; twaalf uur boven de horizon), zullen de meeste leerlingen zich tamelijk gemakkelijk een ruimtelijke voorstelling van de sterrenbanen kunnen vormen. En na enige heldere nachten gebruiken we het omgekeerde: De rechter ster van de gordel komt in het oostpunt op en gaat in het westpunt onder. Aan deze ster kunnen we aflezen hoe de zonnebaan zal zijn op de eerste lentedag.

In de klas zullen we de meeste aandacht besteden aan de sterren en planeten die ná zonsondergang aan de hemel verschijnen en dus ook aan de hemelrichting waar de zon in de wintermaanden ondergaat. En dat is in januari niet in het westen, zoals een leerling misschien veronderstelde, maar meer in het zuidwesten.

De meeste leerlingen realiseren zich dat de zon in de winter veel lagere en kleinere hemelba-

nen doorlopen dan in de zomer. Het bewust worden van het gegeven dat de zon van ongeveer midden juni (21 juni) tot ongeveer midden december (23 december) steeds zuidelijker opkomt en ondergaat en na de donkerste dagen steeds noordelijker hemelbogen beschrijft kan echter eerst nogal een verrassing zijn. Veel min of meer gedroomde ervaringen krijgen zo een plaats in een grotere samenhang en worden hierdoor de moeite waard om er aandacht aan te geven. (De kamers op het noordoosten en het noordwesten krijgen 's zomers wel zonlicht, maar 's winters niet. In de kamers op het zuiden komt het zonlicht 's winters veel verder binnen door de lage stand van de zon).

Er zijn veel redenen om tijdens de sterrenkundeperiode veel met de zon te werken. Enige minder bekende motieven zijn:

- Door te kijken naar de zonnekwaliteiten in de opeenvolgende maanden van het jaar, kan de volgorde van de twaalf namen/wezens van de Dierenriem steeds meer inhoud krijgen. (zie hoofdstuk 6. De Dierenriem en deel II).
- De zon dirigeert de bewegingen van de planeten. De planeten Saturnus, Jupiter en Mars hebben een geheel andere bewegingssamenstel met de zon dan de planeten Mercurius en Venus (zie hoofdstuk 9. Planeten).

De dagelijkse zonnebaan in de verschillende maanden van het jaar

Door uit te gaan van de eigen waarnemingen, deze te ordenen en onderling te vergelijken leren de leerlingen ook gecompliceerde ruimtelijke voorstellingen te hanteren.

We gaan met de leerlingen in het begin van de periode naar buiten om de gehele horizon te tekenen. Er wordt voor een methode gekozen, bijv. een lange rechte lijn met erboven de wolken en de gebouwen, bomen enz. of twee halve horzoncirkels met jezelf in het midden. Elk kind schetst de gehele horizon of een groepje kinderen tekent samen het geheel. Hierbij neemt elk kind een deel van de horizon, terwijl er sprake is van enige overlapping.

De kinderen krijgen als tweede opdracht mee om op de tekening aan te geven boven welke huizen de zon vandaag is opgekomen, waar de zon op zijn hoogst zal staan en waar hij op het einde van de middag onder zal gaan. Hoe loopt op de tekening ongeveer de zonnebaan? En hoe zal de hemelboog van de zon zijn in de komende maanden? Teken ook de baan van de zon in het begin van de lente.

De volgende dag worden de problemen bij het tekenen besproken en wordt er een moeilijke opdracht gegeven: Teken ook voor juni de zonnebaan. Nu stuiten de leerlingen op grenzen. Laat ze verschillende soorten horizontekeningen bedenken. De volgende dag kan dit klassikaal besproken worden. Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende tekeningen? Elke weergave heeft zo zijn tekortkomingen. Als er nog geen leerling op het idee gekomen was om een hemelkoepel te tekenen met de mens in het midden van zijn horizon en de hemel om hem heen, wordt dit de volgende opdracht. We ontdekken dat de koepeltekening *samen* met de eerdere tekeningen een beter beeld geeft van de zonnebanen.

Het boek van J. Schultz 'Rhythmen der Sterne' biedt tekeningen van de zonnebanen (fig. 18, 19 en 20) die met enige vereenvoudigingen en aanpassingen aan de lokale situatie (flat in het oosten, kerktoren in het zuiden, enz.) kleurrijk op het bord weergegeven kunnen worden. Teken bijv. de zonnebaan in december paars, in maart rood, in juni geel en in september donker blauw.

Bij het schetsen van een koepeltekening kan de halve bol naar de horizon toe wat wijder

uitlopen. Zo beleven we immers de hemel om ons heen. Wanneer in de klas het noorden aan de raamkant is, tekenen we aan die kant de Poolster. We schatten op de halve bol de hoogte van de Poolster en geven de hemelrichtingen noord, zuid, oost en west aan. Vervolgens schetsen we de zonnebaan in het begin van de lente. Omstreeks 21 maart, komt de zon precies in het oosten op. (Als hulp voor een goede bordtekening: In Midden-Nederland staat de Poolster op 52° ; de zon klimt onder een hoek van 38° ($90^\circ - 52^\circ$). Op de eerste lentedag bereikt de zon in het zuiden de hoogte van 38° .) Na ongeveer zes uur stijgen en zes uur dalen verdwijnt de zon in het westpunt achter de horizon. De mens staat midden in deze zogenaamde oost-west cirkel (hemelevenaar). De zon doorloopt ook in het begin van de herfst, omstreeks 23 september, deze hemelboog van het oostpunt naar het westpunt.

In tegenstelling tot de sterren komt de zon de volgende dag iets zuidelijker of noordelijker op en maakt de zon de volgende dag een iets kortere of langere hemelboog.

In de donkere tijd van het jaar, in de herfst en de winter, is de zon elk etmaal langer onder de horizon dan dat hij aan de zuidelijke hemel staat. We schetsen de hemelboog van de zon op de kortste dag van het jaar (de winterzonnwende), die meestal valt op 21 of 22 december. Deze loopt evenwijdig aan de lentezonnebaan, enigszins ten noorden van de ZO-ZW hemelbaan. (De culminatiehoogte van de zon is $38^\circ - 23\frac{1}{2}^\circ = 14\frac{1}{2}^\circ$.)

In de lichte maanden van het jaar, in de lente en de zomer, staat de zon elk etmaal langer aan de hemel dan onder de horizon. De zomerzonnwende valt omstreeks 20 of 21 juni; de zonneboog loopt enigszins ten zuiden van de NO-NW baan. (De culminatiehoogte van de zon is $38^\circ + 23\frac{1}{2}^\circ = 61\frac{1}{2}^\circ$.)

In Nederland is de hoek tussen het zuidelijkste ondergangspunt van de zon en het noordelijkste ongeveer 80° . Idem dito geldt voor de opkomstpunten van de zon op de kortste en langste dag van het jaar.

Bij het bespreken van de zonnebanen moeten we als leerkracht oog hebben voor de verschillende inhoudelijke niveaus:

1. Het waarnemen van de zon in de verschillende maanden van het jaar. Hierbij gaat het om de vragen: Waar gaat de zon in december, maart, juni en september op en onder, hoeveel uren staat hij aan de hemel? Hoe hoog kan hij komen? Hoe ziet in de verschillende maanden de natuur eruit? Wat doen we graag in die tijden van het jaar?
2. Het statische, meer uiterlijk *vergelijken* van de zonnebaan in de verschillende seizoenen. De verschillen tussen de desbetreffende zonnebogen worden besproken. Dit in samenhang met de verschillen in de seizoenen.
3. Het meer innerlijk meebewegen met *de dynamiek van de zonnebeweging in het jaarverloop*. Dit in samenhang met het natuur-gebeuren.
Van Kerstmis tot St. Jan stijgt de hoogte van de zonnebogen, vooral in de Paastijd. In deze tijd van het jaar domineert in het plantenrijk het groeien en bloeien. De zon en veel planten 'wikkelen zich uit'.
Van St. Jan tot Kerstmis daalt de hoogte van de zonnebogen, vooral in de Michaëltijd. In de natuur vindt veel vrucht-, zaad-, knopvorming plaats. De zon en veel planten 'wikkelen' zich in.

In de klas karakteriseren we de zonnebeweging en duiken we niet te diep onder in de details en de getallen. Onderstaande tekst is bedoeld als hulp om de dynamiek van het jaarverloop beter te leren kennen.

Over het uit- en het inwikkelen van de zon

- De zon maakt van de kortste winterdag tot de langste zomerdag elk volgend etmaal een iets langere, hogere en noordelijkere hemelboog. De zon komt steeds meer 'uit de aarde' aan de hemel. De dagelijkse baan van de zon wordt wijder, hemelser; de zon laat zich meer zien. Er wordt wel gezegd 'van december tot juni stijgt de zon'. Omdat het woord stijgen ook gebruikt wordt voor het dagelijkse klimmen van de zon aan de oostelijke hemel gebruiken we voor het jaarlijkse stijgen van de zon een andere term.

De zon wikkelt zich uit van 22 december tot 21 juni.

- In de andere helft van het jaar doorloopt de zon elke volgende dag een kleinere, lagere en zuidelijkere hemelbaan. De zon staat de volgende dag meer onder de horizon; de zon verbergt zich steeds meer 'in de aarde'.

De zon wikkelt zich in van 21 juni tot 22 december.

Het uit- en het inwikkelen van de zon heeft een bepaald ritme. Dit gebeurt het meest intensief in het begin van de lente en de herfst. We bekijken de tabellen over de culminatiehoogte en de tijden van zonsopkomst en zonsondergang met de vraag naar het jaarlijkse zonneritme.

Tabel 4-1

DE CULMINATIEHOOGTE VAN DE ZON (UTRECHT)

Dag	Culminatie- hoogte *	Verskil**	Seizoen, bijzondere dag van het zonjaar
21-1	18°	+ 3½°	
21-2	27°	+ 9°	
21-3	38°	+ 11°	begin van de lente, lente-evening
21-4	50°	+ 12°	
21-5	58°	+ 8°	
21-6	61½°	+ 3½°	hoogste culminatie, zomerzonnwende
21-7	58°	- 3½°	
21-8	50°	- 8°	
21-9	38°	- 12°	begin van de herfst, herfstevening
21-10	27°	- 11°	
21-11	18°	- 9°	
21-12	14½°	- 3½°	laagste culminatie, winterzonnwende

Toelichting

* De culminatiehoogte is afgerond op een geheel getal met uitzondering van de culminatiehoogte op de langste en de kortste dag.

** Het aantal graden verschil ten opzichte van de vorige maand is aangegeven. Bij toeneemende culminatiehoogte is het verschil positief, bij afnemende negatief.

De verandering in de culminatiehoogte is het kleinst in de maand voor en na de zomer- en de winterzonnwende en het grootst in de maand voor en na de lente- en de herfstevening.

De zon wikkelt zich in maart bijna vier keer zo krachtig uit als bij het begin van de uitwik-

kelende periode en het einde ervan. En in september wikkelt de zon zich bijna vier keer zo krachtig in als bij het begin van de inwikkende periode en het einde ervan.

Tabel 4-2

ZONSOPKOMST EN -ONDERGANG (UTRECHT)

Dag	Opkomst (min.)	Vershil* (min.)	Ondergang (min.)	Vershil* (min.)	Totale verschil** (min.)
21-1	8.36	- 10	17.06	+ 36	+ 46
21-2	7.44	- 52	18.03	+ 57	+ 109
21-3	6.39	- 65	18.55	+ 52	+ 117
21-4	5.29	- 70	19.48	+ 53	+ 113
21-5	4.37	- 52	20.36	+ 48	+ 100
21-6	4.19	- 18	21.04	+ 28	+ 46
21-7	4.45	+ 26	20.46	- 18	- 44
21-8	5.33	+ 48	19.51	- 55	- 103
21-9	6.24	+ 51	18.40	- 71	- 122
21-10	7.15	+ 51	17.38	- 68	- 119
21-11	8.10	+ 55	16.40	- 58	- 113
21-12	8.46	+ 36	16.30	- 10	- 46

Toelichting

Vanwege het berekenen van de tijdsverschillen zijn alle tijden *wintertijden*. De tijdstippen hebben betrekking op de bovenkant van de zon. De onderkant van de zon komt ongeveer twee minuten later op en gaat ongeveer twee minuten vroeger onder.

* Wanneer de zon de volgende maand *later* opkomt of ondergaat is het aantal minuten verschil met een + *teken* aangegeven. Is de zon de volgende maand vroeger op of onder, dan staat bij het aantal minuten een - *teken*.

** Het totaal aantal minuten dat de *zon meer aan de hemel staat* dan de vorige maand, is met een + *teken* aangegeven. Wanneer de dagen korter worden, staat bij het totaal aantal minuten verschil een - *teken*.

De extreme waarden zijn vet gedrukt.

We zien weer:

De veranderingen zijn het kleinst in de maand voor en na de zomer- en de winterzonnewende en het grootst in de maand voor en na de lente- en de herfstevening. *In maart neemt de daglengte bijna drie keer zo veel toe als bij het begin van de uitwikkende periode en het einde ervan.* En in september neemt de daglengte bijna drie keer zo veel af als bij het begin van de inwikkende periode en het einde ervan. Ook de richting van de zonsopkomst en de zons- ondergang laat dezelfde tendensen zien: in de maand voor en na het begin van de lente en het begin van de herfst zijn de veranderingen het grootst.

In het begin van de lente veranderen de opkomsttijden nog meer dan de ondergangstijden. In het begin van de herfst is het omgekeerde het geval.

De zon in de verschillende gebieden

Elke mens staat in het midden van zijn horizon en zijn hemelkoepel. Voor alle mensen op aarde komt de zon in het begin van de lente (en in het begin van de herfst) precies in het oosten op en gaat hij twaalf uur later in het westpunt onder. Alle mensen hebben de oost-westcirkel om hen heen (in de verschillende gebieden onder een verschillende hoek). De oost-west cirkel kan ook *de mensheidscirkel* worden genoemd. In de andere dagen van het jaar komt de zon op de verschillende noorderbreedtes noordelijker of zuidelijker op.

In de Scandinavische landen neemt in februari, maart en april de daglengte veel meer toe dan in de zuidelijke landen. De op- en ondergangspunten van de zon in december en juni liggen verder uit elkaar dan in Nederland. Op de Poolcirkel en in de nog noordelijker gebieden komt de zon in december een of meerdere dagen niet boven de horizon uit en schuift de zon in juni een of meerdere dagen niet achter de horizon.

Op de Poolcirkel ligt het zuidelijkste opkomstpunt bij het zuidpunt en het noordelijkste bij het noordpunt, dus 180° uit elkaar.

Tabel 4-3

HET VROEGER OPKOMEN EN HET LATER ONDERGAAN VAN DE ZON IN UTRECHT EN IN HET HOGE NOORDEN

	Utrecht (52°)	Oslo (60°)	Trondheim (63°)	Tromsö (69°)
21/2 - 21/3				
vroeger opkomen (min.)	65	86	95	128
later ondergaan (min.)	52	74	83	116
21/3 - 21/4				
vroeger opkomen (min.)	70	92	107	146
later ondergaan (min.)	53	76	90	130

Tabel 4-5

HET LATER OPKOMEN EN VROEGER ONDERGAAN VAN DE ZON IN UTRECHT EN HET HOGE NOORDEN

	Utrecht (52°)	Oslo (60°)	Trondheim (63°)	Tromsö (69°)
21/8 - 21/9				
later opkomen (min.)	51	73	88	128
vroeger onder (min.)	71	92	107	146
21/9 - 21/10				
later opkomen (min.)	51	73	86	120
vroeger onder (min.)	68	89	102	137

In de meer zuidelijk gelegen gebieden zijn de verschillen tussen de winter- en de zomerzonbanen kleiner. Op de Evenaar gaat de zon het hele jaar door ongeveer op hetzelfde tijdstip op en onder; elk etmaal is de zon even lang aan de hemel als onder de horizon. Op de Evenaar ligt de zonnebaan tijdens de winterzonnewende 2 keer $23\frac{1}{2}^\circ$ ofwel 47° verwijderd van die tijdens de zomerzonnewende.

We vertellen over het leven in het hoge noorden, over het dagritme en over hoe anders de mensen in de verschillende seizoenen bezig zijn. We vergelijken de levensomstandigheden aldaar met die van ons. Hoe zou het voor de eskimo's zijn om in Nederland te leven? We bespreken klassikaal hoe anders zij 'onze dag' en 'ons jaarverloop' ervaren (de snelle veranderingen tijdens de schemering, de vaste tijden voor bijv. het ontbijten, het naar school gaan, ook in de winter laat de zon zich zien en in de zomer gaat de zon onder.) We bespreken de Evenaar op overeenkomstige wijze.

We laten de leerlingen een opstel schrijven over leerlingen uit een zevende klas uit bijv. IJsland en Afrika die vandaag met een vliegtuig op Schiphol landen, hier samen een jaar vertoeven en met elkaar praten. Wat zou voor hen in de eerste maanden verrassend zijn?

Zon en sterren

Voor de opbouw van de periode is het aan te bevelen dat in de eerste week zowel het zintuiglijk waarneembare aan de nachthemel als wat overdag aan de zon te zien is, worden besproken. Als de leerlingen kennis hebben genomen van de relatief snelle oost-west beweging van de sterren en van het feit dat door het jaar heen aan de zuidelijke hemel steeds andere beelden verschijnen kan de (onzichtbare) gang van de zon door de Dierenriembeelden Vissen, Ram, Stier enz. toch aan de hand van fenomenen worden toegelicht (zie hoofdstuk 6. De Dierenriem). De plaats van de zon tussen de sterren kan nooit direct waargenomen worden. Door de fenomenen te ordenen, kunnen we wel de plaats van de zon in een Dierenriembeeld te weten komen.

We kunnen spreken over 'de dag-zon en de nacht-zon'. De zon die overdag zijn hemelboog doorloopt (de dag-zon) is met de ogen waarneembaar. De plaats van zon tussen de sterren (de nacht-zon) kunnen we niet met onze ogen zien, maar wel denken. We 'zien' de nacht-zon met ons innerlijk oog.

Het heeft meerdere voordelen om pas in de tweede week de gang van de zon in de Dierenriem te bespreken. Wanneer de hemelbogen van de (zichtbare) zon in december, januari, februari, maart, enz. ons vertrouwd zijn, kunnen we ons de banen van de (nog niet waargenomen) beelden zoals de Schutter, Steenbok, Waterman, Vissen enz. gemakkelijker eigen maken.

De plaats van de zon in de Dierenriem wordt alleen in grote lijnen aangegeven. Als we de plaats van de zon in de Dierenriembeelden zouden bespreken in de trant van 'de zon beweegt van midden december tot midden januari in de Schutter' wordt het geheel nogal snel onoverzichtelijk. We hanteren de volgende indeling: de zon maakt in december zijn laagste hemelbaan en in juni zijn hoogste hemelboog. De Schutter maakt elk etmaal een lage en korte boog (ZO-ZW) en is elk etmaal nog geen acht uur boven de horizon. De Tweelingen maakt elk etmaal een hoge en lange hemelboog (NO-NW); dit beeld staat elk etmaal ongeveer 17 uur aan de hemel. De zon staat in de donkerste maand in het Dierenriembeeld de Schutter en in de lichtste maand in de Tweelingen.

De zon staat in het begin van de lente in het Dierenriembeeld de Vissen. De Vissen maken

elk etmaal de boog van oost naar west en staan elk etmaal net even lang aan de hemel als dat ze onder de horizon verborgen zijn; enz.

Bij het bespreken van de waarnemingen zijn we wel exact (zie 6. De Dierenriem). We motiveren de aanpassing door te wijzen op de verschillen in de grootte van de beelden, het overzicht Schutter-december, Steenbok-januari enz. is een vereenvoudiging. In een latere fase van de periode kan bovendien verteld worden dat de ook de sterren over heel lange periodes zich uit- en inwikkelen en dat er zodoende enige verschuivingen zijn opgetreden (zie deel II).