

## Gaan en staan - een inleiding

Mensen zijn altijd gefascineerd geweest door reizen. Van de eerste mensen die rondtrokken op zoek naar voedsel, tot Columbus die Amerika 'ontdekte' en Neil Armstrong die als eerste mens voet op de maan zette: we waren – en zijn – altijd op zoek naar nieuwe plaatsen. In deze module verkennen we manieren om te reizen en je te oriënteren. Welke instrumenten kun je gebruiken om te bepalen hoe je ergens moet komen? En hoe kun je dat doen als je alleen de zon en de maan tot je beschikking hebt?

### Kennisontwikkeling

Lange tijd hebben zon, maan, sterren en wind een belangrijke rol gespeeld bij het bepalen van de reisrichting en het vaststellen van de positie op aarde. Ideeën over plaatsbepaling op aarde en navigatie zijn al bekend van Eratoshenes, een wetenschapper uit Alexandrië die leefde rond 200 v. Chr.

Deze kennis was vooral voor de zeevaart cruciaal. Kapiteins en ontdekkingsreizigers staan dan ook (mede) aan de basis van de kennisontwikkeling op het gebied van navigatie en oriëntatie. Op hun reizen verzamelden ze informatie over gebieden waar ze kwamen, maar ook hoe ze daar kwamen en wat er aan boord gebeurde om de reis goed te laten verlopen. Al deze informatie noteerden ze in hun logboeken. Een mooi voorbeeld hiervan zijn de journaals die Charles Darwin bijhield van zijn reis met de Beagle. Onder leiding van kapitein Robert FitzRoy voer de Beagle vijf jaar lang (1831-1836) over de wereldzeeën om – in opdracht van de Engelse overheid – diverse metingen te verrichten en nieuwe kustkaarten te maken van onder andere Zuid-Amerika.

Door de eeuwen heen slaagden wetenschappers erin steeds betere kaarten en instrumenten te ontwikkelen om de zeevaart veiliger en efficiënter te maken. Het heeft geleid tot een echte wetenschappelijke discipline: cartografie. Reizigers kunnen zo steeds nauwkeuriger bepalen op welk punt van de aarde zij zich bevinden. En zij kunnen een reisroute vastleggen, en dus herhalen.



### Technologie

Tegenwoordig is met behulp van vier satellieten elke willekeurige plaats op aarde te vinden en kan een route worden uitgezet met GPS (Global Positioning System). De moderne reiziger heeft het dus een stuk makkelijker. Hij vindt in elke vreemde stad zijn weg met zijn navigatie op zijn I-phone. Reisorganisaties stippelen complete reizen voor hem uit. En op internet beschikt hij over een berg informatie over vrijwel iedere plek ter wereld. Zo is reizen minder avontuurlijk dan het ooit was. Maar de fascinatie is gebleven. Een fascinatie die bij ieder kind weer opnieuw begint. Ieder kind moet immers zijn wereld ontdekken!

De vraag rijst echter of het door deze enorme technologische ontwikkelingen nog belangrijk is om te weten hoe je een route moet bepalen. Moet je nog wel begrijpen hoe het zit met richting, afstand, coördinaatstelsels en representaties van routes? Het antwoord kan kort en bondig zijn: ja. Techniek kan immers altijd falen. Maar er zijn ook minder pragmatische redenen. Een kind weet zich geborgen als het 'zijn plek' op aarde kent. Kinderen komen al op jonge leeftijd in situaties waarin het belangrijk is dat ze de weg weten. En als jonge ontdekkingsreizigers willen ze de wereld binnen- en buitenshuis leren kennen. Het goed kunnen gebruiken van instrumenten om tijdens de reis te controleren of de koers nog goed is, is dan nooit weg en heel spannend bovendien.

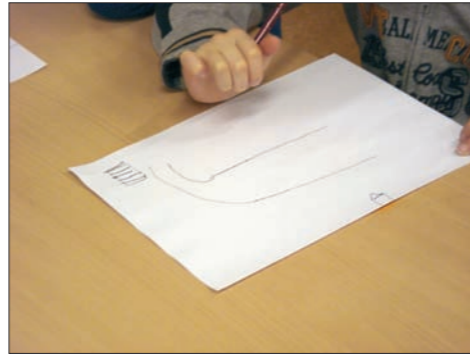
In het eerste deel van deze module zoeken we naar manieren om je te oriënteren op waar je bent, en om te zoeken naar de juiste weg om ergens anders te komen. U raakt hierdoor vertrouwd met verschillende representaties om de wereld om ons heen weer te geven en modellen die hierbij kunnen helpen. In het tweede deel kijken we naar natuurlijke hulpmiddelen die we kunnen gebruiken om plaats en koers te bepalen.

### Ten slotte

Door met kinderen 'oriënteren' en 'navigeren' op verschillende manieren te benaderen, groeit hun historisch besef. Niet alleen over hoe het er ten tijde van de ontdekkingsreizen aan toe ging, maar ook over de groei van kennis en de ontwikkeling van instrumenten tot nu. Bovendien biedt het onderwerp vele aanknopingspunten voor woordenschatontwikkeling en taalbegrip, en doet het een beroep op ruimtelijk inzicht en voorstellingsvermogen. En er valt natuurlijk een hoop te rekenen aan afstanden en veranderingen. Kortom: deze module geeft een inkijkje in een rijk onderwerp voor in de klas en thuis. Gaat u mee op ontdekkingsreis?

## Bijeenkomst 1: Gaan

Om je weg te kunnen vinden moet je weten hoe de wereld eruit ziet. Vraag een jong kind hoe het van school naar huis loopt en je krijgt een verhaaltje (beschrijving in taal) of een tekening (schematische weergave). Een volwassene pakt er vaak een kaart of plattegrond bij en wijst daarop de route aan. Als we een route beschrijven noemen we straatnamen, gebruiken we richtingaanduidingen als 'linksaf' en 'naar het oosten', en referentiepunten als 'het derde verkeerslicht' en 'het witte huis'. Ook gebruiken we afstandsmaten als '100 meter' of '3 kilometer'.



In dit eerste deel van deze module gaan we in op de vragen 'waar ben ik?' en 'hoe kom ik daar?'. Anders gezegd: hoe kan ik mijn positie in een ruimte beschrijven?

En: hoe kan ik vanaf een positie naar een andere positie komen?

De oriëntatievraag 'waar ben ik?' verwijst naar een statische situatie met een absoluut antwoord.

De navigatievraag 'hoe kom ik daar?' verwijst naar een dynamische situatie en geeft een relatief antwoord. Het antwoord heeft te maken met een positie ten opzichte van een andere positie.

Door met kinderen op deze vragen in te gaan, tasten we bij hen aanwezige ideeën af en helpen we ze zichzelf in de ruimte te positioneren. De keuze welke instrumenten we hierbij gebruiken, is gebaseerd op wat in de loop der eeuwen is ontwikkeld en de mogelijkheden die deze instrumenten bieden aan het kind om zelf als 'uitvinder' op te treden. Het gaat er dus niet om met huidige apparatuur als GPS en TomTom te leren werken, maar om de zoektocht naar mogelijkheden om ruimte te representeren.

### 1 - Opdrachten op eigen niveau

#### Plaats en weg

Een peuter die verstoppertje speelt, slaat eenvoudigweg zijn handen voor zijn ogen. 'Als ik jou niet kan zien, zie jij mij ook niet.' Later groeit het inzicht dat een ander jou alleen niet kan zien als je jezelf voor hem onzichtbaar maakt, bijvoorbeeld door ergens achter te gaan staan. Weer later leren kinderen om door middel van een model, representatie of opstelling aan te tonen wat de zoeker ziet: ze leren dan wat 'kijklijnen' zijn.

Bij verstoppertje komen oriëntatie en navigatie beide aan de orde. Bijvoorbeeld wanneer u een object in of buiten de klas verstopt. Als u een kind de opdracht geeft het te zoeken, kunnen de andere kinderen hem of haar met aanwijzingen helpen:

- warm of koud; daarmee krijgt de zoeker feedback of hij in de goede richting loopt of niet.
- richtingaanwijzingen als 'links van de blauwe kast'; dit zijn aanwijzingen die gebruik maken van 'ruimte'-beschrijvingstaal om aan te

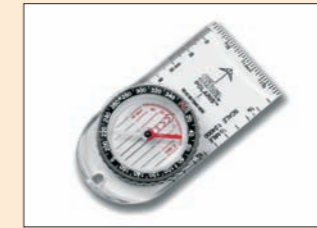
geven waar het object zich bevindt. In dit geval is deze taal altijd gekoppeld aan referentiepunten. Het gaat dus om het duiden van een relatieve positie, een positie ten opzichte van een vast gekozen referentiepunt.

- een plattegrond of schematische afbeelding van de ruimte, met daarop het object met een merkteken; in dit geval is er sprake van een absolute positie-aanduiding. De bekende aangespoelde fles met een schatkaart erin, is een spannende context voor zo'n zoekprobleem.

In de volgende opdrachten maakt u gebruik van verschillende instrumenten om een route of een plaats mee te bepalen. U maakt zo kennis met verschillende mogelijkheden om routebeschrijvingen te maken.

#### Opdracht 1

Elk tweetal krijgt een kaart (van een stad of regio), een kompas, een gradenboog en een liniaal. Schrijf het antwoord op de vraag 'waar woon ik' op een kaartje. De adressen van u en uw collega worden op de kaart met een speld vastgeprikt.



**1. Ontwerp** een routebeschrijving voor de volgende situaties:

- U vertelt een kennis hoe hij van uw huis naar het huis van uw collega kan gaan.
- U tekent een plaatje/kaartje/schema waarmee deze kennis van uw huis naar het huis van uw collega kan komen.
- U maakt met behulp van de instrumenten kompas, gradenboog en centimeter een beschrijving voor de computer van een vliegtuigje van uw huis naar dat van uw collega. Bedenk dat hier het begin- en eindpunt wellicht anders beschreven moeten worden dan als een adres.

**2. Bespreek** in de hele groep deze opdrachten vanuit de volgende vragen:

- Hoe bent u te werk gegaan?
- Welke beschrijvingen heeft het opgeleverd?
- Welke verschillen komen er uit de beschrijvingen?
- Waar komen de verschillen vandaan?

## Opdracht 2

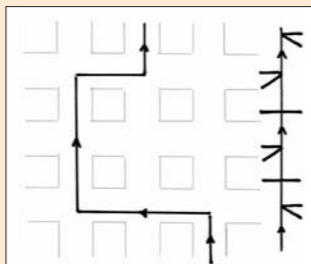
Elk tweetal krijgt een sinaasappel, een gradenboog, een liniaal en een mes.

De sinaasappel is te beschouwen als een model voor de aarde. Om over de aarde te kunnen reizen moeten we een systeem hebben dat elk punt op het aardoppervlak kan beschrijven. Hierover hebben al heel wat mensen zich gebogen. Om inzicht te krijgen in deze zoektocht naar een slim systeem van vastleggen, gaat u deze zelf maken.

1. **Ontwerp** een systeem waarmee elk punt van de bol vastgelegd en beschreven wordt.
2. **Bespreek** in de hele groep de resultaten van de ontwerpbeurt.  
Hoe verhouden de gemaakte systemen zich tot het traditionele systeem met breedte- en lengtegraden zoals dat op een globe of op kaarten gebruikt wordt?

## Opdracht 3

In deze opdracht verkennen we een meer abstracte mogelijkheid om te navigeren. In deze opzet wordt de route die u aflegt als een rechte lijn afgebeeld. Bochten zijn niet zichtbaar. Elke zijweg wordt afgebeeld als een zijtak van de route. Dus: als u in het echt linksaf slaat, gaat in de representatie de route rechtdoor, maar tekent u een zijtak rechts. Bij een rotonde die u voor driekwart neemt, tekent u dus twee of meer zijtakken aan de rechterkant.



1. **Ontwerp** aan de hand van bovenstaande aanwijzing zo'n representatie van uw huis naar school (of twee andere locaties).
2. **Wissel** de representatie **uit** met een collega en probeer, met zijn of haar beschrijving in de hand, uit te vinden waar de route heen loopt.
3. **Bespreek** in de hele groep de ervaringen met deze vorm van representeren van een route. Welke voordelen ziet u voor deze representatie? Welke nadelen kleven eraan?

## 2 - Kijken naar kinderen

### Plaats en weg

In gesprek met jonge kinderen vragen wij, onderzoekers van TalentenKracht, hen af en toe waar ze wonen. De meeste kinderen noemen dan hun adres: een straatnaam en een huisnummer. Deze informatie heeft voor het kind eenzelfde soort betekenis als hun leeftijd. Het hoort bij je. Het is onderdeel van jou als persoon.

Een vervolgvraag kan zijn waar dat dan is. Dit is een vraag naar de absolute positie, die bijvoorbeeld te beantwoorden is met een kaartje erbij. Een andere logische vervolgvraag is hoe je vanaf de school naar dat adres kunt komen en of je deze weg ook kunt representeren. Veel jonge kinderen komen met één van hun ouders naar school. Als ze dat lopend doen, is het voor hen vaak gemakkelijker om de route te tekenen dan wanneer ze achterop de fiets of op de achterbank van de auto worden gebracht. Het type vervoer bepaalt namelijk het beeld van de route: kinderen die lopend komen, zullen bijvoorbeeld referentiepunten in de verte, zoals een toren, eerder noemen. Vanaf de achterbank is een toren vaak niet te zien.

In de videoclips die u gaat bekijken, praten we met kinderen over de route van school naar huis (navigatie). De kinderen beschrijven de weg in woorden en maken er een representatie van op papier. Hierbij is het interessant om de verschillen te bekijken en welke elementen het kind gebruikt om te duiden hoe de route eruit ziet.

Ook hebben we het over de vraag hoe je een object kunt terugvinden in de klas (oriëntatie). Hierbij kan een schematische weergave van de ruimte helpen. We kijken of kinderen zelf zo'n schematische weergave kunnen maken en of ze met een aangeleverde tekening kunnen werken.

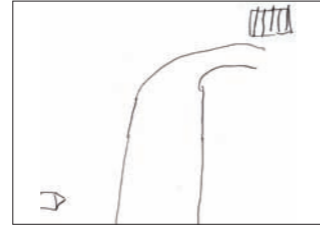
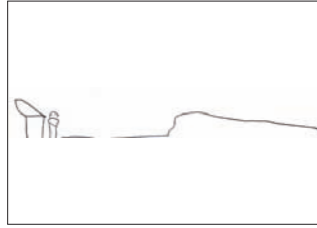
Het gesprek met oudere kinderen gaat over dezelfde onderwerpen, maar op een hoger abstractieniveau. De vraag 'waar woon je?' krijgt een vervolg met een gesprek over dat adres als positie op de globe en op een kaart. Hierbij gaat de onderzoeker op zoek naar het indelen van een ruimte op papier. De vraag 'hoe kom je er?' geeft aanleiding om te kijken naar de representaties die kinderen gebruiken om een weg te beschrijven. We zijn daarbij op zoek naar het verband dat zij leggen met op school onderwezen geografische kennis.

*Videoclip: Kink (5;10 jaar) en Fiep (5;1 jaar) en de route van huis naar school*



Kink en Fiep vertellen waar ze wonen en hoe ze van huis naar school komen. Ze laten met een tekening zien hoe de weg van huis naar school loopt. Een van de vragen is 'waar zit de bocht?'





Videoclip: Ids (5;2 jaar) en Josephine (5;9 jaar) en de plattegrond van de klas

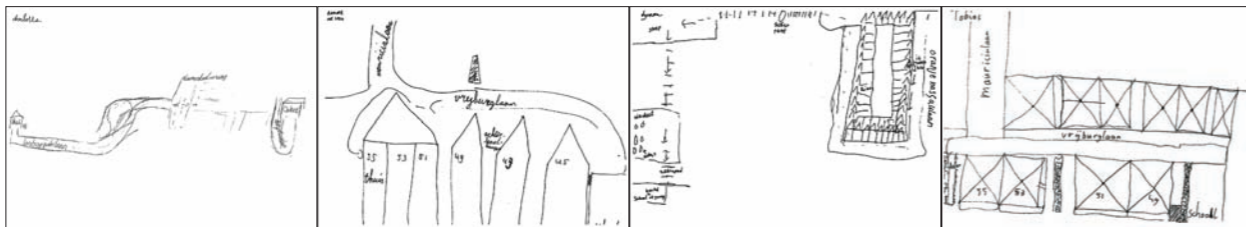


Ids en Josephine kunnen geen plattegrond van de klas tekenen. Dat is te moeilijk, vinden ze. De onderzoeker laat de kinderen via een spelletje ervaring opdoen met een door hem zelf getekende plattegrond. Dat blijkt gemakkelijk.

Videoclip: Tobias (9;2 jaar), Linde (9;3 jaar); Charlotte (9;2 jaar) en Tijmen (8;8 jaar) en de plattegrond



Vier kinderen met ieder een eigen verhaal over de route van huis naar school. De onderzoeker vraagt elk kind om de route van school naar huis te tekenen. De variatie aan uitwerkingen toont de verschillende niveaus van representatie.



Videoclip: Job (11;3 jaar) en Feline (11;1 jaar) en de plaats op de wereld



Job en Feline gaan op zoek naar manieren om een plek op de wereld vast te leggen. De onderzoeker probeert de vraag steeds dichterbij te leggen om daarna weer terug te keren naar de werelddbol.

#### Opdracht 4

Bekijk iedere videoclip vier keer. Een eerste keer om de situatie in zijn geheel te bekijken, daarna vanuit verschillende perspectieven: eerst vanuit het kind, dan vanuit de onderzoeker en ten slotte gericht op het gebruikte materiaal.

**Beantwoord bij iedere videoclip** de volgende vragen:

##### 1. Kijken vanuit het kind/de kinderen:

- Hoe ziet u of de vraag duidelijk en betekenisvol is voor de kinderen?
- Welke momenten zou u aanwijzen als onderzoekend? En welke als ontwerpend?
- Welke inzichten van het kind, gerelateerd aan de activiteit, kunt u benoemen?
- Heeft u, gezien het leeftijdsverschil tussen de kinderen in de videoclips, een andere verwachting van de uitvoering van de activiteit?

##### 2. Kijken vanuit de onderzoeker:

- Hoe introduceert de onderzoeker het materiaal en de probleemstelling?
- Hoe kunt u zien of de onderzoeker nagaat of de probleemstelling bij het kind duidelijk wordt?
- Welke rol neemt de onderzoeker tijdens het oplossingsproces?
- Wat zijn vragen die de kinderen aan het denken zetten?
- Welke vragen mist u?
- Welke momenten kunt u aanwijzen als succesvolle interventies (interventies waarna het kind weer verder kan)?
- Wat maakt deze interventies succesvol?
- Welke verschillen ziet u in de aanpak van de gesprekken in de verschillende videoclips?

### 3. Kijken vanuit het materiaal:

- Is het materiaal betekenisvol voor de kinderen? Waar leidt u dat uit af?
- Is het materiaal geschikt voor onderzoekende en ontwerpende activiteiten?
- Heeft u suggesties voor verbetering?

## 3 - Didactische Implicaties

### Modelleren

Een globe en een kaart zijn voorbeelden van modellen. In de wetenschap en de techniek is modelvorming een belangrijk fenomeen. In eenvoudige termen is een model te beschrijven als een versimpeling van de werkelijkheid. Het is een kunstmatig construct waarmee de werkelijkheid verder bestudeerd kan worden. Een construct waarmee een onderzoek eenvoudiger is dan in werkelijkheid.

Een model is in allerlei vormen te gieten: van een reeks wiskundige formules die een deel van de werkelijkheid beschrijven, tot een op schaal gemaakt object dat lijkt op het werkelijke object. Voorbeelden van het eerste zijn wiskundige rekenmodellen voor het weer, voor een bepaald proces in de economie, voor een groeiproses en voor verkeersstromen. Voorbeelden van op schaal gemaakte objecten zijn modellen voor een gebouw, voor een chemisch productieproces, voor de aarde en het heelal, et cetera.

Een model is daarmee een representatie van een proces of een object, dat we kunnen gebruiken om onderzoeksvragen te analyseren, te testen of voorspellingen te doen. Voorwaarde is wel dat iedereen dezelfde definities hanteert. Een model vraagt van de opstellers en gebruikers dan ook om eenduidigheid: ze moeten de procedures voor gebruik beschrijven en afspraken maken over de toepasbaarheid. Een model is voor de gebruikers vaak ook een communicatiemiddel.

### Op weg naar denken in modellen

In de kinderwereld zijn speelgoed en prentenboeken te beschouwen als voorlopers van het denken in modellen. Zij representeren de werkelijkheid. In prentenboeken wordt daar vaak mee gespeeld. Ze creëren een eigen wereldje waarin bepaalde beelden worden uitvergroot. Een wereldje waarvan kinderen al snel begrijpen dat het niet de echte wereld is, maar een grappige, spannende of avontuurlijke afspiegeling ervan. Een denkmodel dus. De boekjes van Dick Bruna zijn daar een mooi voorbeeld van: kinderen over de hele wereld begrijpen de beelden.



Ook in hun omgeving zien kinderen verschillende abstracte beelden die vragen om interpretatie en betekenis. Voorbeelden zijn huisnummers, straatbordjes, verkeersborden, stoplichten, strepen op de weg en op de stoep, richtingwijzers, liftknopjes en gevaartekens.

Jonge kinderen die een tekening maken, willen daarmee een verhaal vertellen. Maar dat verhaal is voor een ander niet altijd direct duidelijk. Pas als kinderen meer figuratief gaan tekenen, worden hun tekeningen toegankelijker voor anderen. Het kind leert uit de reacties die ze krijgen en door zelf plaatjes te kijken, dat de werkelijkheid als een beeld weergegeven kan worden.

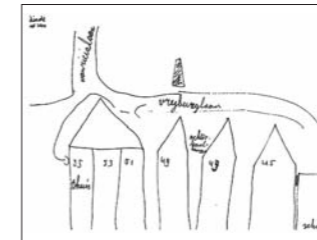
Spelenderwijs leren kinderen zo dat niet alleen woorden, maar ook beelden en getallen gebruikt kunnen worden om processen en objecten te beschrijven. Er ontstaat een eerste laag van modelmatig bewustzijn.

Dat is terug te zien bij zoekopdrachten voor kinderen. Vraag aan een vierjarige om uit een serie tekeningen de auto te kiezen en hij of zij pikt hem er (overwegend) zo uit. De tekening is blijkbaar een duidelijke afbeelding van een auto, waarbij door vormkenmerken sprake is van de abstractie 'auto'.

### Leren vanuit modellen

Eenmaal op school leert een kind dat ook in de klas veel gebruik gemaakt wordt van visuele beeldtaal, zoals het keuzewerkbord, de kalender, de weerkaart, de letterkaart, de cijfersymboolkaart, het naamplaatje op de stoel of op de kapstok, de praatplaten van de juf, de bouwtekening van een na te maken bouwwerk, et cetera.

Naast alle visuele impulsen die u als leraar de kinderen biedt, is het ook belangrijk om inzicht te krijgen in hoe zij nadenken over manieren om de werkelijkheid te representeren. Voorbeelden zijn het bepalen en vastleggen van een verstopplek, een representatie van het aantal appels dat je wilt kopen in de winkel, of een tekening van de route van school naar huis. In al deze situaties moet het kind een model ontwerpen om een probleemsituatie op te lossen. Leren op school wordt steeds meer leren van en vanuit modellen van de werkelijkheid.



### Leerlijn oriëntatie en navigatie

Op zoek naar de bouwstenen van een mogelijke leerlijn rond oriëntatie en navigatie, zijn met name de volgende vragen leidend:

- Hoe leer je een geschikt 'plaatje' van een situatie te maken?
- Welke vragen helpen je bij het kiezen van een geschikt 'plaatje'?
- Welke gegevens kun je halen uit een gekozen 'plaatje'?



De term 'plaatje' stamt uit de didactiek, waarin men spreekt van 'praatje, plaatje, daadje'. We bedoelen daarmee zowel 'visualiseren' als 'representeren'.

Visualiseren is een 'geschikt' beeld (plaatje) bij of van een situatie maken. Dit kan een grafiek zijn of een plaatje van een ruimtelijk object. Kenmerkend voor de activiteit 'visualiseren' is het verschralen van de werkelijkheid tot een beeld waarin alleen de essentiële informatie is opgenomen. In de visualisering worden ook denkbeeldige lijnen zoals een kijklijn of een baan van een bal weergegeven. Leerlingen leren zelf visualisering maken en krijgen deze ook aangeboden.

Representeren is een meer omvattend begrip waarin ook taal gebruikt kan worden om een geschikt 'plaatje' van een situatie te maken. Voorbeelden zijn formules, schema's, beschrijvingen of een object op schaal.

Bij visualiseren en representeren komen vaak de volgende woorden naar voren: foto, schaalgetrouwe tekening, schets, schema, schaal, perspectivische afbeelding, aanzichten, coördinaten, doorsnede, verhoudingen, kijklijn, standpunt.

#### 4 - Suggesties voor de praktijk

De onderwerp oriënteren en navigeren zijn op elk niveau in de basisschool interessant. Er zijn veel middelen om met de kinderen op reis te gaan. Zo geeft bijvoorbeeld het prentenboek *Ga je mee?* van Charlotte Dematons een mooie aanleiding om met de kinderen van groep 1 tot en met groep 3 op een plattegrond de spannende wandeling van een jongetje te volgen dat appels voor z'n moeder moet kopen. Groep 4 en 5 kunnen zich buigen over de vraag hoe je een bezoeker de weg kunt laten vinden in school. Om het spannend te maken mag dat bijvoorbeeld via een soort van schatkaart of met behulp van in 'geheimschrift' opgestelde aanwijzingen.

Groep 6, 7 en 8 kunnen de vraag van de plaatsbepaling op een bol (de aarde voorgesteld als sinaasappel) onder de loep nemen. Hoe kun je een positie beschrijven vanuit een bepaalde indeling van het oppervlak, zoals een raster van snijdende lijnen of een waaier van lijnen vanuit een vast gekozen punt? Of kies een andere invalshoek: hoe kun je een platte kaart ontwerpen die de bolvormige aarde weergeeft? Kun je dat op meerdere manieren doen? De sinaasappelschil kan daar ook bruikbaar bij zijn.

Tot slot is Google Earth (<http://earth.google.com>) een mooi instrument om kinderen bewust te maken van het representeren van de aarde op een plat vlak (het computerscherm). Zij kunnen bijvoorbeeld de schoollocatie vanuit de ruimte benaderen, en zo inzicht krijgen in afstanden vanuit de ruimte tot de aarde en de schaal van een kaart. Ook het uitzetten van een route kan mooi getoond worden.



#### Opdracht 5

1. **Formuleer** samen met de kinderen een onderzoeksvraag of een ontwerpvraag op het terrein van plaatsbepaling of navigeren. Gebruik bovenstaande suggesties als inspiratiebron om een eigen invulling te maken.
2. **Maak** met de klas een tentoonstelling van de producten die uit bovenstaande opdracht voortgekomen zijn. Richt deze tentoonstelling zo in dat de belangrijkste vragen duidelijk gerepresenteerd worden.
3. **Voer** met de klas een gesprek over de resultaten. Wat weten we nu? En welke nieuwe vragen levert dit op?

#### 5 - Inhoudelijke verdieping



##### Navigeren

Navigeren is de kunst en wetenschap om veilig en efficiënt van plaats A naar plaats B te komen. Het woord navigeren komt uit de scheepvaart en is afgeleid van het Latijnse woord *navis* (boot) en *agire* (gids). Bij navigeren spelen drie hoofdvragen: 'waar ben ik?', 'waar moet ik heen?', en 'wanneer ben ik er?' In deze inhoudelijke verdieping bespreken we de eerste twee vragen.

##### Waar ben ik? (oriëntatie)

Deze vraag is op elementair niveau een vraag naar een beschrijving van een positie in een ruimte. De meeste jonge kinderen hebben hier nog niet over nagedacht. Als u vragen over navigeren wilt introduceren in de kinderwereld, moet u aansluiting zoeken bij eigen ervaringen van kinderen. Of u moet een voor kinderen voorstelbare situatie creëren. In een volgende stap kunt u vragen over de historische lijn in ontdekkingen aan bod laten komen.

De vragen in de videoclips die u hebt gezien, stimuleren het kind na te denken over het benoemen van een plaats in de ruimte. Hierbij spelen op verschillende niveaus verschillende begrippen en vaardigheden een rol. Vragen naar een object dat verstopt is (waar is het?), zet kinderen

aan gericht te denken over oriëntatie. Ze moeten woorden als 'achter' en 'voor', 'links' en 'rechts', 'boven' en 'beneden', 'opzij', 'onder', 'naast', 'op', et cetera gebruiken om deze vraag te beantwoorden. Of ze kunnen beeldtaal gebruiken, met pijlen en tekeningen van de ruimte.

Dit opent de deur naar concepten als plattegrond, kaart en GPS. Een plattegrond biedt diverse aanknopingspunten om bij het oriënteren te gebruiken. Kinderen moeten eerst de plattegrond leren kennen als fenomeen op zich. Daarna kunnen zij aan de slag met het benoemen van een positie op de plattegrond. Ook kunnen zij een plattegrond indelen door middel van vakken. En ze kunnen preciezer nadenken over een positie-



aanduiding vanuit snijdende lijnen of een draaiende lijn vanuit een vast punt. Het gebruik van getallen als coördinaten leidt tot een precieze aanduiding voor elke positie in de ruimte. Dit kunnen kinderen leren toepassen op het platte vlak, maar ook op gebogen oppervlakten zoals de aardbol. De keuze van een beginpunt/beginlijn, zoals de lengte- en breedtegraden op aarde, is daarbij een belangrijke stap. Zie voor uitleg over geografische lengte en breedte bijeenkomst 2, paragraaf 5.

### Waar moet ik heen? (navigeren)

De meeste kinderen zijn dol op verhalen over ontdekkingsreizen. De fascinatie voor onbekende werelden en de reis daar naar toe biedt aanknopingspunten om met de vraag 'waar moet ik heen?' aan de slag te gaan. In de jeugdliteratuur, bijvoorbeeld in *De kleine kapitein* van Paul Biegel, maar ook in films als *Ice Age* en *Peter Pan* zijn aansprekende voorbeelden te vinden. Dat geldt ook voor de dierenwereld. We zien bij veel dieren een natuurlijke, in de genen verankerde routekennis over de weg die zij elk jaar afleggen. Mooie voorbeelden van de jaarlijkse trek van vogels, vissen en olifanten zijn door de wetenschap vastgelegd.

De zich verplaatsende mens moet zijn weg zelf zien te vinden en heeft daar in de loop van de geschiedenis allerlei hulpmiddelen bij bedacht. In feite doorloopt een kind deze historische weg in korte tijd: elk kind ontwikkelt manieren om zijn wereld te ontdekken en uit te breiden. Via trial and error, begeleid door beloning en bijsturing van de opvoeder, kruipt het kind zijn wereld groter. Het ontwikkelt referentiepunten in de ruimte, komt in aanraking met begrenzingen en zoekt oplossingen voor doorgangen. Het kind leert de volwassene volgen, die de weg al kent. Zo leert het kind wat de weg naar school is, elke dag weer, totdat het toestemming krijgt om zelf naar school te reizen.

Deze ontwikkeling van het navigatievermogen kan op school een belangrijke impuls krijgen, als leerlingen zelf instrumenten mogen ontwikkelen die het reizen kunnen ondersteunen (voor ideeën zie o.a. [www.encyclopedoe.nl](http://www.encyclopedoe.nl)). Deze fase van zelf conceptualiseren gaat vooraf aan het leren kaartlezen en het spreken over mogelijke routes naar een bepaald doel. Het bereidt de weg naar concepten als richting, positiestelsel, kaart, en modelmatige routebeschrijving.

### Instrumenten om te navigeren

De vraag hoe mensen van plaats A naar plaats B kunnen reizen, kent vanuit de historie al vele oplossingen. In de Romeinse tijd werd al gebruik gemaakt van kaarten. Een belangrijk voorbeeld daarvan is de Peutingerkaart: een kaart vergelijkbaar met de afbeelding van een metro-net. Het is een schematische weergave van het wegennet met daarop de bestaande etappeplaatsen. Op deze kaart zijn geen oppervlaktegegevens af te lezen en er is geen sprake van een schaal. Maar er zijn uit die tijd ook al reisgidsen met etappeplaatsen en de onderlinge afstanden teruggevonden.



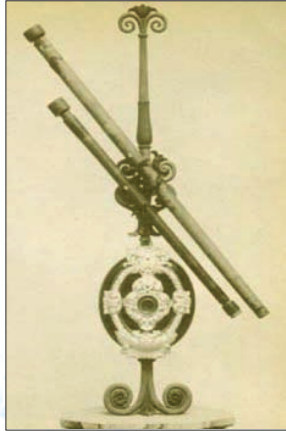
In de scheepvaart gebruikte men eeuwenlang de kustlijn als richting en baken. Met als basis de beschrijvingen van kapiteins en de tekeningen van meereizende tekenaars, zakten zeelieden steeds verder langs de kust af, op zoek naar nieuwe ontdekkingen.

Over land reisde men in etappes. Mensen uit de streek waren de gids voor het uitzetten van nieuwe routes. Zon en sterren en primitieve voorlopers van instrumenten als het kompas (vanaf de 13e eeuw) hielpen om de richting te bepalen. Maar ook waterwegen zoals rivieren vormden belangrijke bakens.

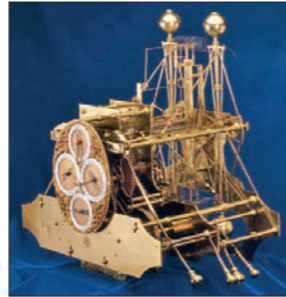
Bij het afbeelden van gebieden op kaart komen vragen naar voren als: 'hoe geef je afstand en richting weer?', 'hoe bepaal je oppervlakten van gebieden?', en 'hoe kan een gebruiker weten waar hij is op de kaart?' De verovering van de wereld, door met name de West-Europeanen, ging gepaard met aandacht voor het ontwikkelen van steeds betere instrumenten om positiebepaling en veilige routes te garanderen. De ontwikkeling van de lucht- en ruimtevaart heeft recent geleid tot de huidige zeer precieze apparatuur waarmee elk stipje op de aarde kan worden vastgelegd. Het programma Google Earth laat zien dat inzoomen vanuit de ruimte een prachtige afbeelding van een overzichtelijk stukje aarde kan opleveren.



## Bijeenkomst 2: Staan



Al eeuwen buigen mensen zich over de vraag wat voor soort objecten zon, maan en sterren zijn. Hoe ver ze van de aarde en van elkaar af staan. En of er andere wezens wonen. De zon, maan en sterren waren in het verleden belangrijke bakens voor het vaststellen van de positie op aarde en voor het uitzetten van een koers. Alle aandacht voor het heelal heeft in verschillende culturen geleid tot wat we beschouwen als de oudste wetenschap: de astronomie. Lange tijd was de westerse mens ervan overtuigd dat de zon om de aarde draait, en dat de aarde dus het middelpunt van het heelal is. Pas in de zestiende eeuw toonden wetenschappers als Copernicus, Galileo en Kepler aan dat dit wereldbeeld niet klopte. De kennistoename hing samen met de ontwikkeling van instrumenten, zoals de telescoop (rond 1600). Ook de ontwikkeling van een zeewaardige klok (rond 1750) heeft onze kennis vergroot.



De beweging die de zon lijkt te maken op één dag, van opkomst tot ondergang, wordt veroorzaakt door de beweging van de aarde die draait om zijn as. Op allerlei plekken op de aarde zijn tabellen gemaakt waarin opkomst en ondergang van de zon zijn geregistreerd. De basis daarvan vormden nauwkeurige metingen met schaduwen. Tegenwoordig voer je de gegevens van jouw positie op aarde in een computerprogramma in, en vervolgens rollen de gegevens over zon en maan voor een heel jaar uit de printer.

### Oriënteren en navigeren met natuurlijke hulpmiddelen

Ook vandaag de dag vinden kinderen de wereld van sterren en planeten fascinerend. Het is een onderwerp dat existentiële vragen bij hen oproept. Maar ook een onderwerp waarover je heerlijk veel kunt opzoeken en in de klas mee aan de slag kunt gaan. In deze tweede bijeenkomst onderzoeken we hoe we de zon kunnen gebruiken voor het bepalen van plaats, richting en tijd. Dit geeft een beeld van de historische achtergronden en levert instrumenten op die helpen om op koers te blijven.

### 1 - Reflectie

Als suggestie voor de praktijk eindigde de eerste bijeenkomst met opdracht 5, waarin u gevraagd werd om uw leerlingen een onderzoeksopdracht of een ontwerp-opdracht te laten doen gericht op het onderwerpen 'navigeren'. Nevenstaande opdracht stelt u in de gelegenheid om samen met anderen te reflecteren op uw bevindingen.

### Opdracht 1

1. **Wissel met een collega ervaringen uit.**
  - a. Wat heeft het uitvoeren van de opdracht u opgeleverd?
  - b. Wat zijn de resultaten?
  - c. Welke didactische en organisatorische tips zou u willen delen met uw collega's?
2. **Bekijk en bespreek de resultaten in de gehele groep.**  
Welke bevindingen zijn bruikbaar voor uw eigen praktijk?

## 2 - Opdrachten op eigen niveau

Waarom is je schaduw om 18.00 uur langer dan om 12.00 uur? Wat is een maansverduistering? Waarom heeft de maan verschillende fasen? Waarom bestaan dag en nacht? En de seizoenen? Waarom staan ze in Australië net op als wij bijna naar bed gaan?

We leven met de zon, de maan en de sterren. Maar in de praktijk kunnen velen van ons bovenstaande vragen niet goed beantwoorden. Iedereen leert weliswaar op school hoe een en ander in elkaar zit, maar die informatie wordt vaak niet gekoppeld aan de eigen ideeën en de ervaringswereld. Als we de schoolbanken hebben verlaten keren we veelal terug naar onze eigen ideeën of concepten, die we al eerder gevormd hadden.

Onderzoek van die eigen ideeënwereld is interessant. Want daarmee kunnen we bepalen welke mogelijkheden deze biedt als vertrekpunt voor nader onderzoek. En vooral hoe deze ideeënwereld kan uitgroeien naar een beter verklaringsmodel.

In dit practicum onderzoekt u samen elkaars denkbeelden over zon, maan en aarde met als doel zelf beter voorbereid te zijn op gesprekken die u met de leerlingen hierover voert.

### Opdracht 2

1. **Bespreek in tweetallen hoe u het verschijnsel dag en nacht verklaart.**
2. **Bedenk in tweetallen een opstelling waarmee u het verschijnsel dag en nacht in beeld kunt brengen.**
3. **Bespreek hoe in uw model het begrip tijdzone betekenis krijgt.**



### Opdracht 3

1. **Bespreek** in tweetallen hoe u verklaart dat u de maan 's avonds in het donker kunt zien.
2. **Bespreek** hoe u verklaart dat de maan daarbij verschillende vormen kan aannemen.



### Opdracht 4

De lengte van een maand is gebaseerd op de omloop van de maan om de aarde. Hierbij verandert het aanzien van de maan vanaf de aarde. De verschillende vormen van de maan worden fasen of schijngestalten genoemd: van nieuwe maan via eerste kwartier en volle maan naar laatste kwartier en opnieuw nieuwe maan.

1. **Bedenk en maak** een opstelling waarmee de verschillende fasen van de maan in beeld zijn te brengen.

### Opdracht 5

In Nederland hebben wij vier seizoenen; landen op de evenaar kennen eigenlijk maar een seizoen.

1. **Bespreek** in tweetallen hoe u het voorkomen van seizoenen verklaart.
2. **Bedenk en maak** een opstelling waarmee u kunt laten zien hoe seizoenen te verklaren zijn.

### Opdracht 6

**Bespreek** in de hele groep de verschillende opstellingen die ontworpen zijn bij bovenstaande vragen. Dragen ze bij aan een beter begrip van bovenstaande fenomenen? Kies voor elk fenomeen een voorbeeld-opstelling die u kunt gebruiken in uw eigen klas.

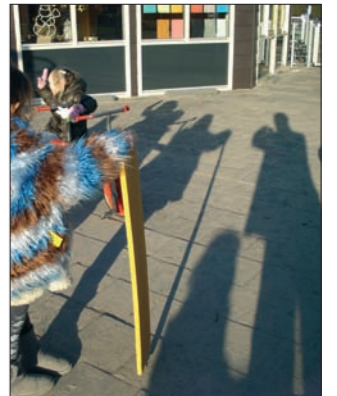
## 3 - Kijken naar kinderen

Kinderen zijn vanaf jonge leeftijd gefascineerd door de lichtjes aan het firmament. Ze zien de maan als een nachtelijke zon en fantaseren over wezens die er wonen. Hun fantasie wordt gevoed door prentenboeken. Daarin worden sterren afgebeeld als meetkundige vormen met punten en worden er verhalen verteld over maan- en marsmannetjes. Deze mythische wereld heeft weinig te maken met de realiteit, maar kan kinderen wel inspireren op zoek te gaan naar kennis over de werkelijkheid.

Er valt ook voor jonge kinderen al veel te onderzoeken; vragen komen spontaan op of worden door een volwassene opgeroepen.

Voorbeelden van vragen zijn:

- Hoe zit het met die zon en maan: zijn ze beide te zien op hetzelfde moment? Wanneer wel en wanneer niet?
- Waarom voel je de warmte van de zon, maar lijkt de maan geen warmte te geven?
- Is de maan groter of kleiner dan de zon? En de aarde, is die groter of kleiner dan de zon?
- Staat de maan dichterbij de aarde dan de zon?
- Hoe komt het dat de zon en de maan met je mee lijken te reizen als je in de auto of in de trein zit, terwijl andere dingen in het landschap verdwijnen?
- Waarom heb je altijd een schaduw bij je als de zon schijnt, terwijl de schaduw van een lamp verdwijnt?
- Waarom is een schaduw soms heel groot en soms heel klein?
- Hoe werkt een klok die zonnwijzer genoemd wordt?



In de gesprekken met kinderen gaan we op zoek naar de ideeën die zij hebben over de positie van de aarde in ons zonnestelsel, over het ontstaan van schaduwen en wat schaduwen ons kunnen vertellen over de tijd.

*Videoclip: Ids (5;9 jaar) en Josephine (6;3 jaar) en de schaduwbeelden*



Ids en Josephine praten over de zon en gaan met de onderzoeker op zoek naar schaduwbeelden. Ze onderzoeken schaduwbeelden van zichzelf en van voorwerpen als een hoepel en een bal.

Videoclip: Linde (9;3 jaar) en Tijmen (8;8 jaar) en de schaduwbeelden



Linde en Tijmen praten met de onderzoeker over zon en schaduw. Allerlei vragen komen naar boven en worden ter plekke uitgezocht.

Videoclip: Tobias (9;2 jaar) en Charlotte (9;2 jaar) en de zonnwijzer



Tobias en Charlotte onderzoeken hoe je een zonnwijzer kunt maken en hoe een zonnwijzer op tijd gezet kan worden.

Videoclip: Pelle (11;0 jaar) en Linde (9;7 jaar) en dag en nacht



Pelle en Linde bespreken met de onderzoeker de vraag naar tijd op een willekeurig punt op aarde. Dit is aanleiding om de globe erbij te pakken.

### Opdracht 7

**Bekijk** iedere videoclip vier keer. Een eerste keer om de situatie in zijn geheel te bekijken, daarna vanuit verschillende perspectieven: eerst vanuit het kind, dan vanuit de onderzoeker en ten slotte gericht op het gebruikte materiaal.

**Beantwoord bij iedere videoclip** de volgende vragen:

#### 1. Kijken vanuit het kind/de kinderen:

- Hoe ziet u of de vraag duidelijk en betekenisvol is voor de kinderen?
- Welke momenten zou u aanwijzen als onderzoekend? En welke als ontwerpend?
- Welke inzichten van het kind, gerelateerd aan de activiteit, kunt u benoemen?
- Heeft u, gezien het leeftijdsverschil tussen de kinderen in de videoclips, een andere verwachting van de uitvoering van de activiteit?

#### 2. Kijken vanuit de onderzoeker:

- Hoe introduceert de onderzoeker het materiaal en de probleemstelling?
- Hoe kunt u zien of de onderzoeker nagaat of de probleemstelling bij het kind duidelijk wordt?
- Welke rol neemt de onderzoeker tijdens het oplossingsproces?
- Wat zijn vragen die de kinderen aan het denken zetten?
- Welke vragen mist u?
- Welke momenten kunt u aanwijzen als succesvolle interventies (interventies waarna het kind weer verder kan)?
- Wat maakt deze interventies succesvol?
- Welke verschillen ziet u in de aanpak van de gesprekken in de verschillende videoclips?

#### 3. Kijken vanuit het materiaal:

- Is het materiaal betekenisvol voor de kinderen? Waar leidt u dat uit af?
- Is het materiaal geschikt voor onderzoekende en ontwerpende activiteiten?
- Heeft u suggesties voor verbetering?

## 4 - Didactische implicaties

### Instrumenten maken voor eigen gebruik

Welke informatie kunnen zon, wind en regen ons geven? Meten is hier het kernwoord. Bij regen kun je je afvragen hoeveel water er valt. De wind geeft aanleiding tot vragen als hoe hard het waait en uit welke richting de wind komt. De zon geeft aanleiding tot veel meer vragen: kun je tijdmeting koppelen aan de verschillende posities van de zon? Hoe kun je bepalen hoe laat het is op die verschillende tijdstippen? Is dit het hele jaar door hetzelfde? En op verschillende plekken?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden hebben we een meetinstrument nodig. Een regenmeter, windmeter, een zonnwijzer. Natuurlijk beschikken we over allerlei meetinstrumenten die ons informeren over het weer, en soms ook voorspellingen doen zoals de thermometer en de barometer. Maar voor een leerling is er niets leuker dan zelf iets te 'scheppen'. Het zelf ontwerpen, maken en uittesten van meetinstrumenten



vormt een unieke uitdaging voor kinderen (voor ideeën, zie [www.encyclopedoe.nl](http://www.encyclopedoe.nl)). Het geeft ze het gevoel greep te krijgen op natuurverschijnselen en zo, net als in de geschiedenis, de natuur te doorgronden en te benutten.

In het geval van de zonnewijzer kiezen we voor een plopper, waarvan we elk uur vanaf 'licht' de schaduw overtrekken. Er ontstaat een spel van lijnen die rondraaien, kleiner worden en weer groeien (foto's). Op basis van de streepjes zijn de richtingen noord en zuid, en dus ook oost en west te bepalen.



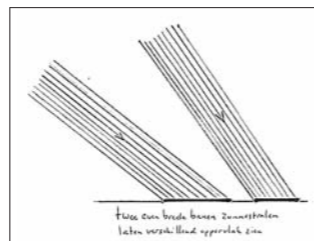
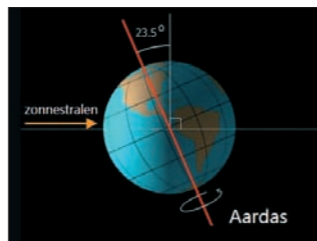
## 5 - Inhoudelijke verdieping

Eeuwenlang dienden de zon, de maan en de sterren als bakens om je positie op aarde vast te stellen. En al die tijd waren mensen op zoek naar instrumenten om die positie nauwkeuriger te kunnen bepalen. Dat was niet eenvoudig. Uiteindelijk gaf de vervolmaking van uurwerken die precies de tijd kunnen weergeven het laatste zetje om greep te krijgen op de plaatsbepaling.

In deze verdieping bespreken we een aantal wetenswaardigheden die duidelijk maken dat plaatsbepaling op een draaiende bol als de aarde, in een context van zon, maan en sterren, gecompliceerd is.

### Seizoenen

Het optreden van seizoenen op aarde is een gevolg van de draaiing van de aarde om zijn eigen as, gecombineerd met de draaiing om de zon, en de stand van de aardas. Deze as is ten opzichte van de zon gekanteld. Dit zorgt ervoor dat in de gebieden boven en beneden de evenaar sprake is van twee standen: naar de zon toe gekanteld en van de zon af gekanteld. Deze kanteling zorgt voor het ontstaan van seizoenen. Op het deel van de aarde dat naar de zon toe gekanteld is, beslaat de inval van de zonnestrallen een kleiner oppervlak en dat betekent meer warmteopbrengst: hier is het zomer. Aan de andere kant van de evenaar is het dan winter. De Kreeftsekeerkring markeert de noordelijkste breedtegraad (23,5°)



waar de zon eenmaal per jaar loodrecht boven staat. Dit gebeurt tijdens de zonnwende, rond 21 juni, en luidt het begin in van de zomer op het noordelijk halfrond en de winter op het zuidelijk halfrond. De Steenbokskeerkring markeert de breedtegraad op het zuidelijk halfrond waar de zon eenmaal per jaar loodrecht boven staat. Dit gebeurt rond 21 december en dat luidt het begin in van de zomer op het zuidelijk halfrond, en van de winter op het noordelijk halfrond.

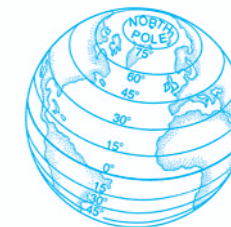
### Tijd en positie op aarde

Een andere consequentie van de draaiing van de aarde om zijn eigen as, gecombineerd met de draaiing om de zon, is dat altijd een deel van de aarde verlicht wordt door zonlicht en een ander deel niet. Dit verschijnsel is eenvoudig te modelleren door een globe te beschijnen met een baan licht, bijvoorbeeld van een zaklamp. Het tekenen van de grenslijnen tussen licht en donker geeft een beeld van de dag- en nachtgrenzen. Deze grenzen schuiven mee met de draaiing van de aarde. Het gevolg is dat tijdmeting afhankelijk wordt van de positie op aarde: tijd draait mee met de grenzen van dag en nacht. Tijd is daarmee afhankelijk van de lengtegraad waarop je deze meet.

Hiermee stuiten we op een van de grote problemen in de meettechniek: hoe kun je nauwkeurig de tijd vaststellen op twee verschillende plaatsen tegelijk? Deze vraag heeft de westerse wetenschap vier eeuwen bezig gehouden. Het antwoord erop was cruciaal voor de exacte positiebepaling.

### Lengte- en breedtegraden als positiegetallen

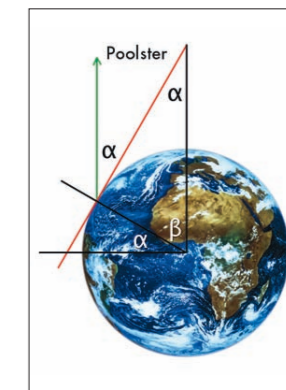
Wie een positie op aarde wil beschrijven, kan dit doen met behulp van lengte- en breedtegraden: je maakt daarbij gebruik van evenwijdige schuivende cirkels vanaf de evenaar (de middellijn) en van draaiende halve cirkellijnen van pool naar pool (de meridianen). Het kruispunt van beide geeft je positie weer. Maar hoe vind je dat kruispunt van lengte- en breedtegraden?



### Geografische breedte

Het bepalen van de breedtegraad is relatief eenvoudig. Op het noordelijk halfrond kun je de hoek meten tussen de Poolster en de horizon. De aardas (de denkbeeldige as van noord naar zuid waar de aarde dagelijks omheen draait) wijst altijd in de richting van de poolster. Deze staat boven de Noordpool en is bij benadering oneindig ver weg. Daardoor is de hoek die de ster maakt met het horizontale vlak ter plaatse gelijk aan de breedtegraad. Met een sextant is dit meetbaar. Zodoende weet je de breedtegraad en dus hoe noordelijk je zit. Daar komt ook uitdrukking 'poolshoogte nemen' vandaan.

Op het zuidelijk halfrond kun je het Zuiderkruis nemen (hoewel dat vrij ver van de zuidelijke hemelpool af staat), maar met een sterrenalmanak kun je een keuze maken uit meerdere sterren. Vandaar de uitdrukking een 'sterretje schieten'.



## Geografische lengte

De lengtegraad is lastiger te bepalen. Hiervoor is een exacte tijdbepaling nodig. Om gebruik te kunnen maken van het moment dat de zon op z'n hoogste punt staat, moet je weten hoe laat het op dat moment is op een bekend punt. De tijdsinformatie moet voor elke positie op aarde hetzelfde zijn. Daarvoor is dus een betrouwbare klok nodig.

De ontwikkeling van zo'n betrouwbare klok was niet eenvoudig. De slingerklokken, zandlopers en andere instrumenten die werden ontwikkeld, bleken lange tijd niet bestand tegen de wisselende weersomstandigheden op zee. In Engeland loofde de Admiraliteit in 1714 een grote som geld uit voor de vinding van het juiste instrument. Dat was nadat een Engelse admiraal schepen had verloren door navigatiefouten. Aan een dergelijke klok (scheepschronometer) werden zware eisen gesteld. Na een maandenlange reis moest de klok nog steeds de tijd van Greenwich aanwijzen. Een afwijking van vier seconden betekent op de evenaar een fout van een zeemijl, een fout die kleiner wordt met toenemende breedte. De prijsvraag sorteerde effect: de eerste klok die aan de eisen voldeed werd in 1764 gemaakt door John Harrison.

Met de scheepschronometer werd het mogelijk de tijd ter plaatse te meten en deze af te zetten tegen de tijd in Greenwich die de scheepschronometer aangaf. Toen werd het mogelijk via een eenvoudige berekening te bepalen op welke lengtegraad men zich bevond: de aarde draait in 24 uur een keer om zijn as, en maakt dus een draai van 360°. Dat betekent dat per uur een draai van 15° (360/24) gemaakt wordt. Elk uur tijdsverschil betekent dus een voortgang van 15 lengtegraden naar het oosten of het westen. Afhankelijk op welke breedtegraad je je bevindt, kun je de voortgang in lengtegraden omzetten in mijlen op zee. Op de evenaar betekent 15° ongeveer 1000 zeemijlen. In termen van zeemijlen neemt de afstand van een lengtegraad af van ongeveer 68 tot bijna 0 bij de pool.

## Literatuur en bronnen

### TalentenKracht

1. *TalentenKracht en VTB-Pro: sprankelen in de praktijk* (2008). Den Haag: Programma VTB-Pro.
2. Steenbeek, H., & Uittenbogaard, W. (2008): *TalentenKracht brengt talent voor wetenschap en techniek van jonge kinderen in kaart*. In: H. van Keulen & J. Walma van der Molen (red), *Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs*. Den Haag: Programma VTB-Pro.

### Wetenschap en techniek

1. Kuijpers, J. & Walma van der Molen, J. (2007). *Wetenschap & techniek: Een rijke leeromgeving*. Den Haag: Programma VTB-Pro.
2. Dijkgraaf, R. e.a. (red). (2008). *De bètacanon*. Amsterdam: Meulenhoff.
3. Graft, M. van, & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek*. Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek. Basisdocument vanuit het project 'Leren Onderzoekend en Ontwerpend Leren (2007)', ontwikkeld door de SLO, en het AMSTEL Instituut van de Universiteit van Amsterdam. Hierin is voor het schoolvak natuur en techniek lesmateriaal ontwikkeld vanuit een didactiek gericht op het leren onderzoeken en ontwerpen van begrippen en concepten uit natuur en techniek.
4. Jongh, H. e.a. (2009). *Natuur en techniek geven, praktische vakdidactiek voor het basisonderwijs*. Assen: Koninklijke Van Gorkum BV.
5. Copic, J. (2008). *Techniek in het basisonderwijs, gewoon doen! Apeldoorn: Garant Uitgevers*.
6. Slangen, L.A.M.P. (2009). *Techniek: Leren door doen, Didactiek en bronnen voor de pabo* (3e gewijzigde druk). Baarn: HB Uitgevers.
7. Keulen, H. van (2009). *Drijven en zinken; wetenschap en techniek in het primair onderwijs*. Oratie 26 juni 2009. Eindhoven: Fontys Hogescholen

### Oriënteren en navigeren

1. Tooley, R.V., Bricker, C. (1981) *Geschiedenis van de cartografie*, Atrium, Alphen aan den Rijn
2. Sobel, D. (1999) , *Lengtegraad*, Ambo

### Internet

1. Over onderwijzen van wetenschap en techniek  
[www.vtbopro.nl](http://www.vtbopro.nl)  
[www.wtwijzer.nl](http://www.wtwijzer.nl)
2. Over navigatie  
<http://www.hiking-site.nl/navigatie.php>  
<http://www.vocsite.nl/geschiedenis/navigatie.html>  
<http://www.keshyweb.com/astro/basis>





