



**Lesmateriaal sterrenkunde
Voor klas 2 en 3 HAVO/WO**

Didactiek natuurkunde – Universiteit van Amsterdam

DOCENTENHANDLEIDING

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	1
2. Opbouw lesmateriaal	2
3. Het lesmateriaal in de praktijk.....	4
4. Benodigdheden.....	6
5. Antwoorden	11
6. Tips en extra opdrachten	28
7. Excursies.....	31
8. Literatuurlijst.....	37

1. INLEIDING

"Geef me de ruimte!" is een lespakket sterrenkunde voor leerlingen in het tweede en derde leerjaar van het HAVO en VWO.

Tijdens de natuurkundeles komt af en toe het onderwerp sterrenkunde aan de orde. Voor de docent die dit uitgebreider wil behandelen of die een paar opdrachten of proefjes zoekt om zijn/haar lessen te ondersteunen, is dit pakket bedoeld.

Het pakket bestaat uit drie lessen:

- De aarde en andere planeten (over de planeten van ons zonnestelsel);
- Allemaal zonnen (over onze zon en de sterren) en
- Reis naar de maan (over de maan).

De lessen bevatten teksten, illustraties, vragen, opdrachten en proefjes.

In deze begeleidende docentenhandleiding wordt achtereenvolgens behandeld: de opbouw van het lesmateriaal, de vragen, opdrachten en proefjes, de antwoorden op de vragen, tips voor tijdens de lessen en tips voor excursies.

Veel plezier tijdens de les en succes!

Shirley Brandeis

UvA - didactiek natuurkunde

Voor inlichtingen: P.P.M. Molenaar
tel. 020 525 5886
fax 020 525 5866

2. OPBOUW LESMATERIAAL

Kopiëren van het lesmateriaal

U kunt als docent zelf bepalen welk deel van de (drie) lessen u kopieert voor de leerlingen. Het meest handige is de stencils na het kopiëren te perforeren. De leerlingen kunnen zelf een multomap meebrengen, waar ze de lessen in bewaren.

Voor wie?

De lessen zijn gemaakt voor het niveau van leerlingen in het tweede en derde leerjaar op het HAVO en VWO. Dat wil niet zeggen dat het leerlingen uit andere leerjaren of niveaus uitsluit. Met bijvoorbeeld wat extra hulp van de kant van de docent kunnen ook leerlingen uit de eerste klas of leerlingen van de MAVO of het VBO met de lessen aan de slag.

Opbouw

Elke les begint met een inleiding, waarin wordt uitgelegd wat het onderwerp is, wat de verschillende symbolen betekenen en waar moeilijke termen kunnen worden opgezocht. Voor de docent is het ook van belang dat hij/zij deze inleiding leest. Het is sowieso noodzakelijk dat u als docent het lesmateriaal van te voren doorleest. U kunt dan zelf bepalen waarmee u aan de slag wilt en u krijgt een goed overzicht van het onderwerp. Wilt u meer weten over een bepaald onderwerp, dan verwijst ik u naar de literatuurlijst in hoofdstuk 8 van deze handleiding.

De leerdoelen

Ruim genomen zijn de leerdoelen:

1. de leerlingen leren over sterrenkunde;
2. de leerlingen kennis laten maken met sterrenkunde en
3. de leerlingen een 'leuke' les geven. Hierdoor zullen ze hopelijk affiniteit krijgen met het onderwerp.

Specifiek komt dit op het volgende neer:

1. de leerlingen weten de planeten bij naam te noemen en kennen de verschillen tussen de planeten;
2. de leerlingen weten de afstanden in het heelal (tussen de planeten en de

- sterren) en kunnen rekenen met astronomische eenheden en lichtjaren;
3. de leerlingen weten het nut van de zon voor het leven op aarde;
 4. de leerlingen kunnen de term 'zonsverduistering' uitleggen;
 5. de leerlingen kunnen een aantal sterrenbeelden herkennen (o.a. Grote en Kleine Beer; in de volksmond de meest bekende sterrenbeelden);
 6. de leerlingen weten hoe een ster ontstaat en sterft;
 7. de leerlingen weten uit welke hemellichamen het heelal grotendeels is opgebouwd (o.a. kometen en sterrenstelsels);
 8. de leerlingen weten het verschil tussen astrologie en astronomie;
 9. de leerlingen kennen de verschillende fasen van de maan;
 10. de leerlingen kunnen de term 'maansverduistering' uitleggen;
 11. de leerlingen kennen de verschillende theorieën omtrent het ontstaan van de maan en
 12. de leerlingen weten welke omstandigheden er op de maan heersen.

3. HET LESMATERIAAL IN DE PRAKTIJK

De basisvorming

Tijdens de samenstelling van het lesmateriaal is rekening gehouden met de verschillende aspecten van de basisvorming. In domein A van het vak natuur-/scheikunde wordt de nadruk gelegd op onder andere zelfstandigheid, samenwerking, beargumenteren van antwoorden enzovoort. Al deze aspecten komen in het lesmateriaal aan de orde.

In de basisvorming is er geen sterrenkundig onderwerp opgenomen in de domeinen van het vak natuur- en scheikunde. Toch zijn er momenten die ruimte geven voor sterrenkundelessen:

1. een domein dat eventueel ruimte biedt voor sterrenkunde is domein A, dat de nadruk legt op vaardigheden als het geven van een beargumenteerde mening en het uitvoeren van experimenten. Er is tijdens het samenstellen van het lesmateriaal zoveel mogelijk rekening gehouden met de algemene en specifieke kerndoelen van de basisvorming voor het vak natuur- en scheikunde. Deze zijn o.a.:

- de leerlingen experimenten uit laten voeren;
- de leerlingen zullen zowel zelfstandig als in groepjes aan het lesmateriaal kunnen werken en
- niet zozeer de nadruk op het kwantitatieve deel leggen (dus niet teveel rekensommen).

2. in andere domeinen kunnen bij sommige subdomeinen wel sterrenkundige onderwerpen worden aangehaald, bijvoorbeeld bij 'bouw van de materie' (bouw van de sterren en planeten) en 'processen van verbranden' (werking van de zon).

3. in de vrije ruimte. Als er uren over zijn kunt u met de leerlingen met het lesmateriaal aan de slag. Het lesmateriaal is ook voor individueel gebruik of groepsgebruik te hanteren.

Tijdsduur

Zoals u waarschijnlijk al heeft opgemerkt, zijn de drie lessen - ook apart van elkaar - niet in één lesuur uit te voeren. Bij de samenstelling is hiermee rekening gehouden. Elke paragraaf bevat een afgerond onderwerp. Zo kunt u als docent de leerlingen aan een bepaald deel van een les laten werken.

Als u toch in korte tijd wilt dat de gehele klas met een hele les in aanraking komt, kunt u de klas in groepjes verdelen. Elk groepje werkt aan een ander deel van een les. In een volgend lesuur vertellen de groepjes aan elkaar wat zij hebben gelezen en gedaan. Als docent kunt u dit leiden en waar dat nodig is uitleg geven.

De benodigde tijd voor de verschillende opdrachten en proefjes wordt aangegeven in hoofdstuk 4 van deze handleiding.

Werkwijze

Er zijn drie mogelijkheden:

1. de leerlingen kunnen in de vrije studieruimte individueel of met een paar medeleerlingen met het lesmateriaal aan de slag;
2. de docent kan de klas in groepjes verdelen, die allemaal aan een verschillend deel van het lesmateriaal werken;
3. de docent kan de leerlingen allemaal aan hetzelfde deel van het lesmateriaal laten werken.

4. BENODIGDHEDEN

Hieronder volgt per les een lijst van benodigdheden, zodat u een idee krijgt van de aan te schaffen materialen. Bij sommige materialen wordt aangegeven waar u deze kunt kopen (of waar u kunt informeren naar een verkoopadres bij u in de buurt) en wat de kosten daarvan zijn. Tussen sterretjes staat schuin aangegeven hoeveel tijd de leerlingen gemiddeld bezig zijn met een opdracht of proef (inclusief het beantwoorden van de vragen hierbij).

4.1 De aarde en andere planeten

Paragraaf 1: ® **Versnelling als gevolg van zwaartekracht** (blz. 3)

- o twee even grote ballen, maar met verschillend gewicht
Hier kunt u bijvoorbeeld een tennisbal en een piepschuimbal gebruiken. Piepschuimballen zijn verkrijgbaar in de meeste hobby zaken.
- o een meetlint
- o een stopwatch

** Tijdsduur: 10 minuten **

Paragraaf 4: ® **Maak met z'n allen een model van het zonnestelsel** (blz. 15)

- o een grote gele bal
Bijvoorbeeld een opblaasbal. Hier kunt u ook een basketbal uit het gymlokaal gebruiken.
- o twee kleine knikkers
- o een grote knikker
- o twee pingpongballen
- o twee tennisballen
- o twee voetballen

** Tijdsduur: 15 minuten **

Paragraaf 7: ® **Een radarkaart maken** (blz. 24)

- o blokken
Hier heeft u minstens vijftien verschillende soorten blokken nodig.
 - o geel karton (80 x 60 cm)
 - o een meetlat
- Lees verder op de volgende bladzijde

- o een zwarte stift
- o een rode stift
- o 100 cm touw
- o een stuk rubber, gum of blokje

** Tijdsduur: 30 minuten **

Paragraaf 10: ② **De rode kleur van Mars nabootsen** (blz. 35)

- o een ovenschaal
- o zand
- o staalwol
- o een schaar
- o vaathandschoenen
- o kan met water
- o een kleurenfoto van Mars

U kunt bij Stichting de Koepel een foto van Mars aanvragen. Het adres kunt u vinden in het hoofdstuk 'Excursies' onder 'Algemene sterrenkundige informatie'.

** Tijdsduur: 20 minuten; vervolg na een paar dagen **

Paragraaf 12: ② **Storm op Jupiter** (blz. 38)

- o een doorzichtige kom
- o een kop volle melk
- o rode en gele voedselkleurstof

Bij kleurstoffabrikanten kunt u monsters kleurstof aanvragen.

- o vaatwasmiddel

** Tijdsduur: 15 minuten **

Paragraaf 15: ② **Waar ligt Neptunus?** (blz. 43)

- o rood karton (30x30 cm)
- o een splitpen
- o stevig papier (15 x 2,5 cm)

Hier kunt u voor het contrast beter een andere kleur dan rood gebruiken.

- o een paperclip
- o een magneet

Gebruik een grote paperclip en kijk of paperclip en magneet goed op elkaar reageren (er moet een duidelijke aantrekkingskracht zijn).

o plakband

o schaar

* Tijdsduur: 20 minuten *

Paragraaf 16: ① **Waarom draait Mercurius sneller om de zon dan Pluto?**

(blz. 46)

o touw

o vier gewichtjes

In hobbyzaken kunt u houten ballen in verschillende maten kopen.

* Tijdsduur: 15 minuten *

4.2 Allemaal zonnen

Paragraaf 5: ① **Zonsondergang in een bakje** (blz. 13)

o een doorzichtige plastic bak

o water

o melk

o een theelepeltje

o zaklantaarn

* Tijdsduur: 15 minuten *

Paragraaf 6: ① **Een regenboog maken** (blz. 17)

o een zaklantaarn

o spiegel

o klei

o een kom met water

o een vel wit karton

* Tijdsduur: 10 minuten *

Paragraaf 7: ① **De zon bestuderen** (blz. 18)

o verrekijker/telescoop

o vel papier

o een potlood

* Tijdsduur: een hele les *

Paragraaf 8: ① **Zonnestralen op de aarde** (blz. 23)

o een zaklantaarn

o een vel wit papier

o een potlood

* Tijdsduur: 10 minuten *

- Paragraaf 9:** ② **Een zonsverduistering nabootsen** (blz. 26)
- o een zaklantaarn
 - o een lat van 60 cm
 - o een bal van ca. 10 cm
Hier kunt u bijvoorbeeld een piepschuimbal gebruiken.
 - o een kraal van 1 à 2 cm
 - o twee spijkers
 - o een hamer
- * Tijdsduur: 10 minuten **
- Paragraaf 10:** ② **Maak je eigen zonnwijzer** (blz. 27)
- o wit karton (50 x 50 cm)
 - o een stokje (25 cm)
 - o klei
- * Tijdsduur: 15 minuten **
- Paragraaf 11:** ② **Een pulsar maken** (blz. 30)
- o een pingpongbal
 - o twee batterijen van ieder 1,5 Volt
 - o stevig plakband
 - o een klein zaklampje met houder
 - o elektriciteits snoer (circa 0,5 mm doorsnede)
 - o klei
 - o twee houten stokjes van 15 cm lang
 - o een schaar
 - o een schroevendraaier
- * Tijdsduur: 20 minuten **
- Paragraaf 16:** ② **Een planetarium in een blikje** (blz. 44)
- o een conservenblikje
 - o een hamer
 - o spijkers van verschillende dikten
 - o een zaklantaarn
 - o een schaar
- * Tijdsduur: 15 minuten **
- Paragraaf 19:** ② **Een filmboekje maken** (blz. 55)
- Het is aan te raden om het filmboekje op steviger papier te kopiëren*
- o een schaar

- o een nietmachine

** Tijdsduur: 5 minuten **

4.3 Reis naar de maan

Paragraaf 2: ② Is de maan nu groter? (blz. 3)

- o een lege wc-rol

** Tijdsduur: 10 minuten **

Paragraaf 6: ② Maak met een ballon een ballonraket (blz. 14)

- o een rietje
- o een langwerpige ballon
- o visdraad (minstens vier meter)
- o plakband
- o een schaar

** Tijdsduur: 20 minuten **

Paragraaf 11: ② Maankraters maken (blz. 22)

- o gips
Hier kunt u het beste snelgips gebruiken.
- o een kopje
- o water
- o een kom
- o een grote lepel
- o een schaal
- o kranten

** Tijdsduur: 20 minuten **

5. ANTWOORDEN

Hieronder volgen per les de antwoorden op de vragen, opdrachten en de werking van de proefjes.

5.1 De aarde en andere planeten

Paragraaf 1 'Een reis door de ruimte'

→ blz. 3 Proef **Versnelling als gevolg van zwaartekracht**

De versnelling is voor alle voorwerpen gelijk, zolang de luchtweerstand dezelfde is. Bij dit experiment kunnen de leerlingen de valsnelheid testen voor twee voorwerpen van dezelfde omvang en met dezelfde luchtweerstand, maar met verschillend gewicht.

U kunt hierop inhaken door de proef met de luchtledige buis te tonen.

Paragraaf 4 'Het ontstaan van ons zonnestelsel'

→ blz. 13 Vraag: "Als men zegt dat een planeet vier astronomische eenheden van de zon staat, hoeveel kilometer is dat dan?"

Antwoord: Eén astronomische eenheid is 150 miljoen kilometer.
Vier astronomische eenheden is dan $4 \times 150 = 600$ miljoen kilometer. De desbetreffende planeet staat dan 600 miljoen kilometer van de zon.

→ blz. 15 Opdracht **Maak met z'n allen een model van het zonnestelsel**

De leerlingen maken op werkblad 4.1 op bladzijde 16 van elke miljoen kilometer een centimeter. Bij elke afstand worden er zes nullen weggestreept. Zo staat Pluto dan op een afstand van 5900 cm (= 59 meter).

Paragraaf 5 'De beweging van de planeten'

→ blz. 17 Vraag: "Wat is de omlooptijd van de aarde?"

Antwoord: De omlooptijd van de aarde is 1 jaar. Meer gedetailleerd is dat de omlooptijd 1 jaar en een kwart dag is (vandaar een schrikkel dag elke vier jaar). De vraag lijkt

voorbehandliggend, maar leerlingen zijn vaak nog geneigd te zeggen dat de omlooptijd 24 uur is, maar dit is de *omwentelingstijd* van de aarde.

→ blz. 19 Vraag: "Jupiter staat ongeveer 5,2 AE (astronomische eenheden) van de zon. Zijn omlooptijd is 11 jaar en 10 maanden, oftewel 11,83 jaar. Kijk nu of de formule ' $p^2 = a^3$ ' klopt."

Antwoord: De berekeningen met jaren en maanden moet hier decimaal. Zes maanden wordt dan 0,5 jaar (zes delen door twaalf). Misschien dat sommige leerlingen hier een uitleg bij nodig hebben. Tien maanden, zoals in bovenstaande vraag, wordt dan $(10/12=)$ 0,83 jaar. Jupiter draait dus in 11,83 jaar om de zon.

Nu de formule ' $p^2 = a^3$ '.

'p' = de omlooptijd van de planeet in jaren. Dit is voor Jupiter 11,83 jaar. 'a' = de afstand tot de zon in astronomische eenheden. Dit is voor Jupiter 5,2 AE.

Klopt nu: $(11,83)^2 = (5,2)^3$?

Op de rekenmachine staat: $139,9489 = 140,608$. Doordat de getallen 11,83 en 5,2 niet geheel nauwkeurig zijn, is ook het antwoord niet nauwkeurig. Maar het klopt redelijk.

→ blz. 19 Vraag: "Mars staat 1,5 AE van de zon, dat wil zeggen: Mars staat 1,5 keer verder van de zon dan de aarde. Reken nu de omlooptijd (p) van Mars uit in jaren."

Antwoord: We gaan 'p' uitrekenen, 'a' is 1,5.

$$p^2 = a^3, \text{ dus } p^2 = (1,5)^3$$

$$p^2 = 3,375$$

$$p = \sqrt{3,375}$$

$$p = 1,83 \text{ jaren.}$$

Dit antwoord is in decimalen. Omgerekend in jaren $(0,83 \times 12 = 10 \text{ maanden})$ is dan 1 jaar en tien maanden (zo'n 670 dagen). Als we bij paragraaf 10 ('Mars') kijken,

zien we dat dit ongeveer klopt.

Paragraaf 6 'Lekker vaak jarig op Mercurius'

→ blz. 21 Vraag: "Omdat Mercurius zo'n kleine planeet is, heeft het geen atmosfeer. Probeer dit eens uit te leggen."

Antwoord: De leerlingen moeten hier een aantal feiten gaan beredeneren. Waarschijnlijk zult u dit als docent moeten toelichten. Het beste is ze stap voor stap na te laten denken. Omdat Mercurius zo klein is, heeft het een kleine aantrekkingskracht. Doordat deze aantrekkingskracht zo gering is, kan Mercurius geen atmosfeer bij zich houden. Om deze reden heeft ook de maan geen atmosfeer.

→ blz.22 Vraag: "Reken uit hoelang een weekend op Mercurius duurt."

Antwoord: De aarde draait in 1 dag om haar as. Mercurius draait in 59 dagen om zijn as. Een aards weekend duurt twee omwentelingen om de as = 2 dagen. Als je op Mercurius twee omwentelingen wacht, ben je $2 \times 59 = 118$ dagen verder. Een Mercuriusweekend duurt 118 dagen.

Paragraaf 7 "Doe je regenjas aan voor je naar buiten gaat"

→ blz. 27 Vul in: "mijn Venusleeftijd = ..."

Antwoord: Elke keer dat vanaf je geboorte de aarde een rondje om de zon heeft gedraaid, ben je jarig. De aarde doet daar één jaar over. Venus doet over een rondje om de zon minder dan een jaar, slechts 224 dagen en 17 uur. Naar aardse maatstaven ben je dus vaker jarig. Door je leeftijd met 1,63 ($365/224$) te vermenigvuldigen, kun je je Venusleeftijd uitrekenen.
Bijvoorbeeld: 14 jaar op aarde, dan ben je op Venus ($14 \times 1,63 =$) bijna 23 jaar! U kunt met de leerlingen praten over wat ze zijn en wat ze doen als ze op aarde zo oud zijn.

Paragraaf 8 'De aarde'

→ blz. 28 Opdracht **Drie verzonnen planeten**

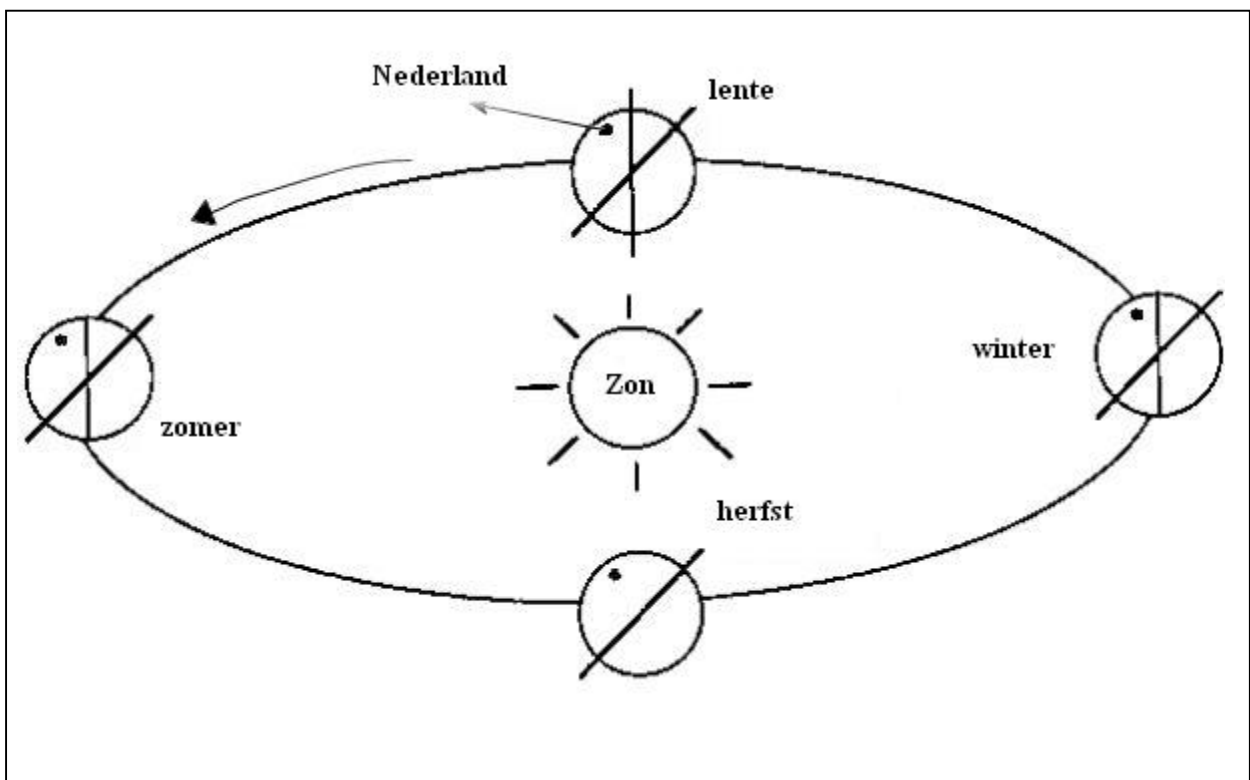
De leerlingen kunnen hier hun fantasie de vrije loop laten, mits de omstandigheden en kenmerken van de planeten kloppen. Zo gaat het in de eerste tekening om een planeet met drie zonnen en een ijle lucht en hebben de bewoners een uitstekend reukvermogen. Dit kan zich uiten in bijvoorbeeld een speciaal soort ogen vanwege de drie zonnen, een speciaal longstelsel om voldoende zuurstof uit de ijle lucht te halen en een zeer grote neus vanwege het uitstekende reukvermogen. Zo zijn er nog meer illustratieve kenmerken te verzinnen.

Paragraaf 9 'De aarde is een platte schijf, waar alle planeten omheen draaien'

→ blz.30 Vraag: "Hieronder staan twee tekeningen van de aarde. Waarom is de aarde vlak op figuur 1 en rond op figuur 2?"

Antwoord: D

→ blz. 32 Opdracht **Vul de termen 'winter', 'zomer', 'herfst' en 'lente' in**



Paragraaf 10 'Mars'

→ blz. 34 Vraag: "Reken uit wat jouw massa zou zijn als je op Mars was."

Antwoord: De leerlingen vermenigvuldigen hun gewicht in Newton met 0,38.

Paragraaf 12 'Jupiter'

→ blz. 38 Proef **Storm op Jupiter**

Deze proef is ook met tandpasta en stofdeeltjes (bijvoorbeeld van een bordenwisser) uit te voeren.

Paragraaf 13 'Saturnus'

→ blz. 40 Vul in "Ik weeg op Saturnus ..."

Antwoord: De leerlingen moeten hun eigen gewicht met 1,19 vermenigvuldigen.

Paragraaf 14 'Uranus'

→ blz. 41 Vraag: "Je reist in een ruimteschip met een snelheid van 100.000 kilometer per uur. Je komt van Venus en reist naar Uranus. Reken uit hoelang je daarover doet."

Antwoord: In de paragraaf zien we bij de gegevens over Uranus dat Uranus 2.9 miljard kilometer van de zon staat (= 2.900.000.000 km) en in paragraaf 7 zien we dat Venus 108 miljoen kilometer van de zon staat (= 108.000.000 km). Als we deze twee getallen van elkaar aftrekken, krijgen we de afstand tussen Venus en Uranus = $2.900.000.000 - 108.000.000 = 2.792.000.000$ km. In tien uur legt het ruimteschip een miljoen kilometer af. In totaal doet het ruimteschip er dus 2792 uur over. Dit zijn ruim 116 dagen.

Paragraaf 15 'Neptunus'

→ blz. 43 Proef **Waar ligt Neptunus?**

Vraag: "Wat voel je als 'Uranus' (de paperclip) in de buurt komt van de

verborgen 'Neptunus' (de magneet)?"

Antwoord: Als Uranus (de paperclip) in de buurt van de magneet (Neptunus) komt, wordt deze naar de magneet getrokken.

Paragraaf 16 'Pluto'

→ blz. 46 Proef **Waarom draait Mercurius sneller om de zon dan Pluto?**

Vraag: "Bij welk touw kun je 'de planeet' het langzaamst draaien?"

Antwoord: Bij het kortste touw.

Vraag: "Bij welk touw moet je heel snel draaien?"

Antwoord: Bij het langste touw.

Vraag: "Welke planeet is het snelst?"

Antwoord: Die met het kortste touw maakt sneller één omwenteling.

Vraag: "Welk touw staat voor Mercurius? En welke voor Pluto?"

Antwoord: Het kortste touw staat voor Mercurius; het langste touw staat voor Pluto.

Paragraaf 18 'De planetenpuzzel'

→ blz. 49 Oplossing: 'zonnestelsel'

1. zon
2. omlooptijd
3. neptunus
4. maan
5. copernicus
6. oosten
7. zwaartekracht
8. jupiter
9. pluto
10. Herschel
11. Kepler
12. hemellichaam

5.2 Allemaal zonnen

Paragraaf 4 'Geen zon, geen leven'

→ blz. 7 Vraag: "De zon staat dus 150.000.000 kilometer van de aarde vandaan. Het licht reist met een snelheid van 300.000 kilometer per seconde. Kun je nu uitrekenen hoeveel minuten het licht van de zon erover doet voor het de aarde bereikt? Rond hierbij af op hele minuten.

Antwoord: $300.000 \times 500 = 150.000.000$
Het licht doet er 500 seconden over. Dit is ruim acht minuten.

Vraag: "Wat gebeurt er met de aarde als de zon geen licht en warmte meer uitstraalt? (Denk aan het nut van licht en warmte voor het leven op aarde).

Antwoord: Het leven op aarde wordt onmogelijk, omdat zonder zonnestraling de temperatuur op aarde erg laag zal worden. Zelfs de lucht zal uiteindelijk bevriezen...

→ blz. 8 Opdracht: **Vul het gedicht in.**

Antwoord: We zoeken een rustige, heldere **ster**
Niet te dichtbij en niet te ver.
Niet stralend blauw of al te **groot**
Niet te zwak en ook niet te rood.
Een ster op zichzelf, dat vooral,
Dat zijn er niet veel in het **heelal**.
Meer dan één zon is niets voor een planeet,
De ene dag koud, de andere **heet**.
En dan nog die onregelmatige baan,
Op die manier kan geen leven ontstaan.
Ons ideaal dus in het algemeen:
Een gele ster, stabiel en **alleen**.
Verder een planeet, tamelijk **klein**,
Want een grote, dat kan niets zijn.

De krachten die zo'n grote heeft,
Maken alles plat, ook wat daar leeft.
Maar al te klein kan ook weer **niet**,
Omdat de dampkring er dan bij inschiet.
Ook bij de planeet valt dus de keus
Op iets tussen dwerg en **reus**.
Verder moet hij in een baan zijn beland
Waar hij niet bevriest, laat staan **verbrandt**.
En als aan dit alles is voldaan
Moet hij ook nog uit de 'juiste stof' bestaan.
Belangrijk is de volgende combinatie:
Vrij dunne dampkring en kalme **rotatie**.
Daarbovenop een ozonlaag,
Want UV-straling is een **plaag**.
Voor levend weefsel zonder die jas.
Verder veel water, een flinke plas.
Want leven kan alleen ontstaan
Als het in zee zijn gang kan **gaan**.
Noodweer van de juiste temperatuur
Verschrikt het vredig aminozuur.
Wacht nu vierduizend miljoen **jaar**.
En zie, de eerste mens is daar!

Paragraaf 5 'Een ster, zoals vele sterren'

→ blz. 13 Proef **Zonsondergang in een bakje**

Vraag: "Kijk naar de zijkant van de bak. Welke kleur heeft het water?"

Antwoord: Het water is blauwig van kleur.

Vraag: "Kijk weer naar de zijkant van de bak. Welke kleur heeft het water nu?"

Antwoord: Het water is nu oranje/rood van kleur

Paragraaf 8 'Nederland, kikkerland'

→ blz. 23 Proef **Zonnestralen op de aarde**

Vraag: "Waarom is het in Nederland kouder dan rond de evenaar?"

Antwoord: De zon schijnt niet loodrecht, maar komt vanuit een hoek. Net zoals bij de tweede tekening in de proef. Nederland is te vergelijken met dit grotere vlak. Het is hier kouder.

Paragraaf 15 'Kijken in het verleden'

→ blz. 40 Vraag: "In bovenstaande tekst hebben we een spiegel geplaatst op een ster die 100 lichtjaren van ons vandaan staat. Waarom zien we de aarde dan hoe hij er 200 jaar geleden uitzag en niet 100 jaar geleden?"

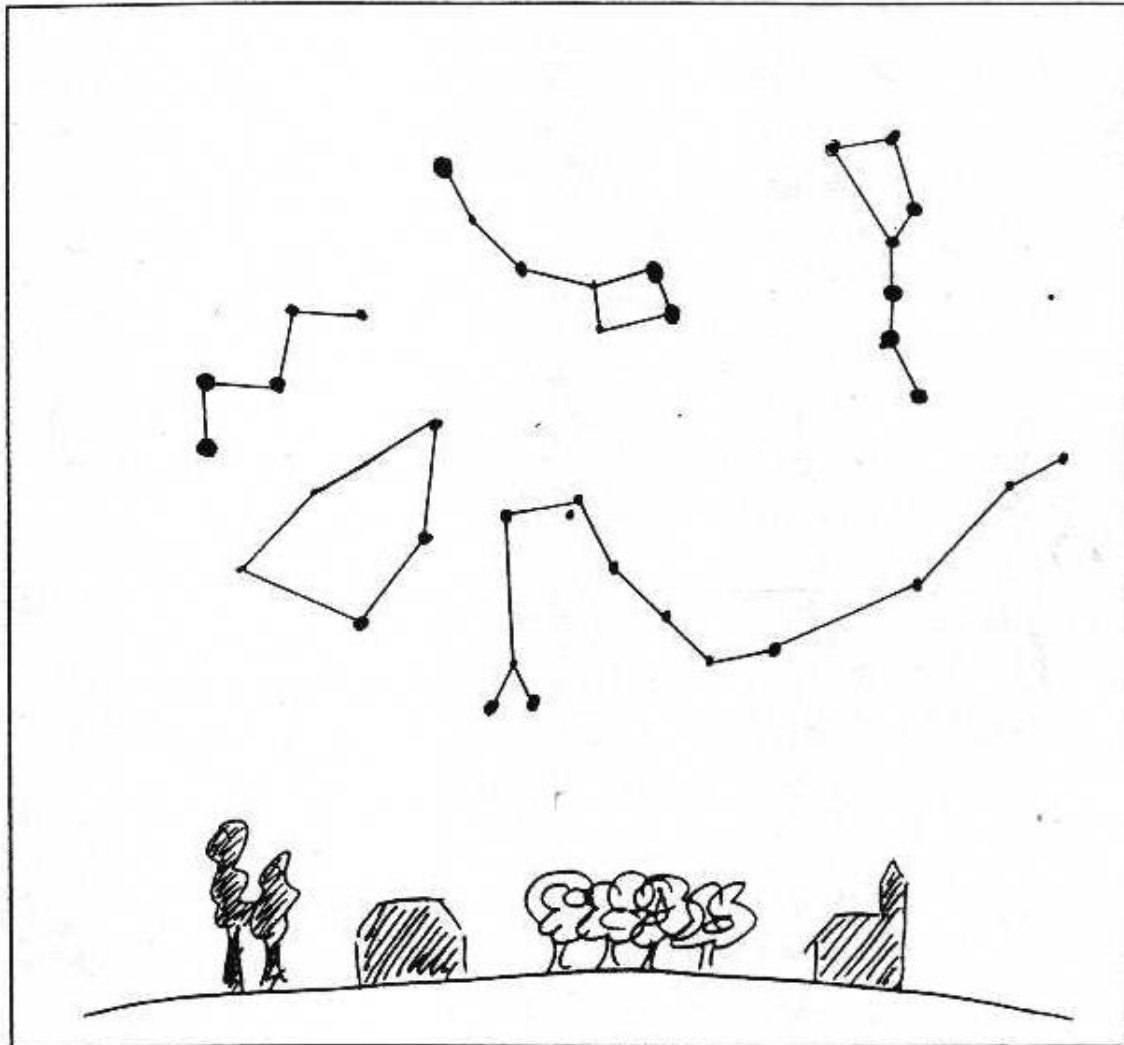
Antwoord: Eerst moet het licht van de aarde op de 'spiegel' vallen. Deze reis duurt 100 lichtjaar. Daarna weerkaatst de 'spiegel' het licht weer naar de aarde toe. Dit duurt ook 100 lichtjaar. In totaal ontvangen we via de 'spiegel' het licht na 200 jaar.

Paragraaf 16 'Sterrenbeelden'

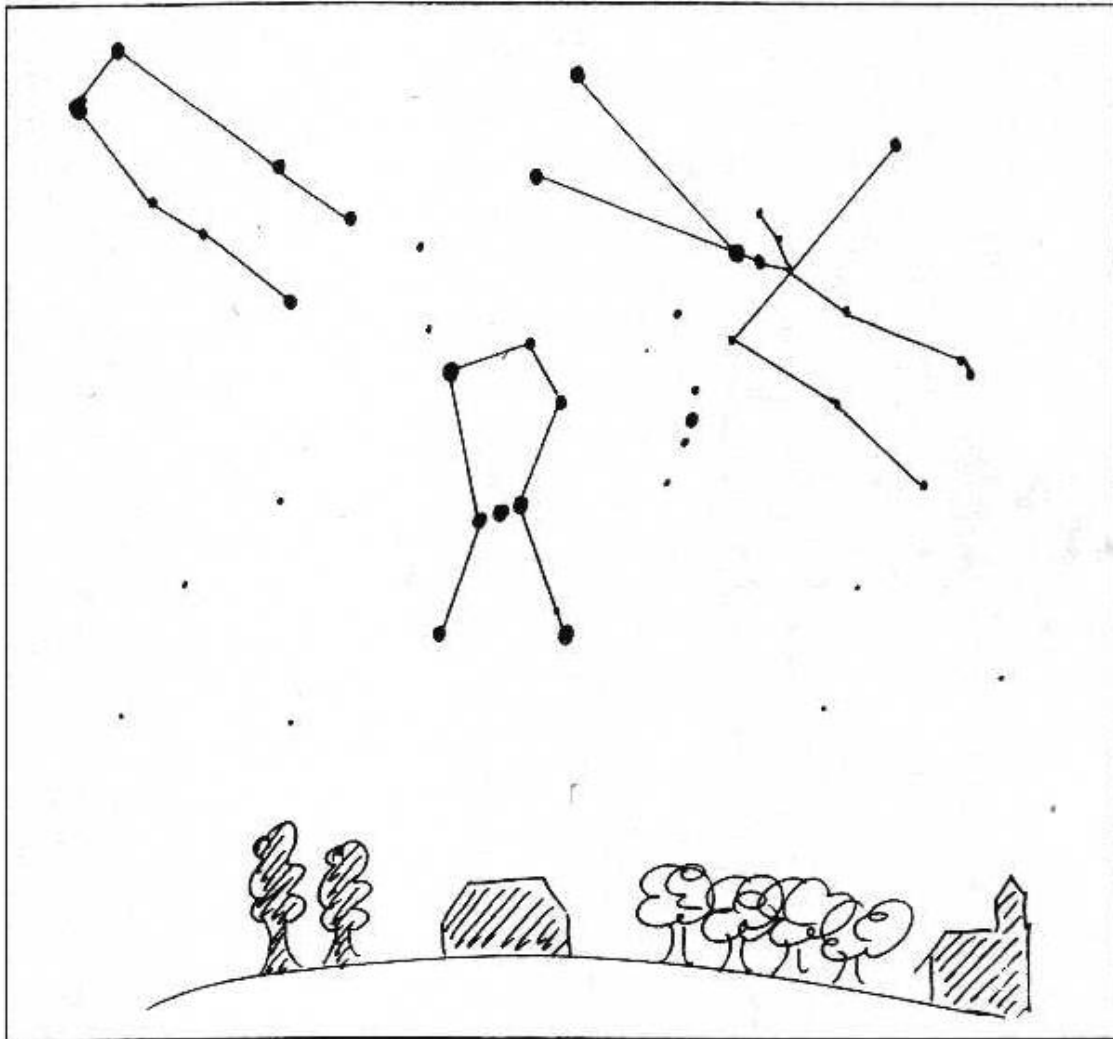
→ blz. 42 Vraag: "Waarom zouden onze voorouders het sterrenbeeld de Grote Beer niet de bijnaam steelpannetje hebben gegeven, zoals wij nu?"

Antwoord: Heel vroeger bestonden er nog geen steelpannetjes en konden de mensen dus niet deze associatie maken.

→ blz. 48 Opdracht **Zoek de sterrenbeelden**; de noordelijke sterrenhemel



→ blz. 49 Opdracht **Zoek de sterrenbeelden**; de zuidelijke sterrenhemel



Paragraaf 18 'Melkwegstelsels, eilanden in de ruimte'

→ blz. 53 Vraag: "Er hangt een foto van een sterrenstelsel in de klas. De leraar vraagt of iemand weet welk sterrenstelsel dit is. Een leerling antwoordt dat het ons eigen sterrenstelsel, de Melkweg, is. Waarom is dit een fout antwoord?"

Antwoord: We leven in de Melkweg. Het object dat we vanaf de aarde het verst de ruimte in hebben gestuurd is net buiten ons zonnestelsel. Om een foto van ons sterrenstelsel te maken, moeten we dus een ruimtevaartuig vanaf een afstand een foto van de Melkweg laten maken en dat kan dus niet.

Paragraaf 21 'Sterren-rebus'

→ blz. 59 Oplossing: De zon is een ster zoals alle sterren.

5.3 Reis naar de maan

Paragraaf 2 'Buurman van de aarde'

→ blz. 3 Vul in: o Pijl 1 is langer
 o Pijl 2 is langer

Antwoord: De pijlen zijn even lang. Ook hier is sprake van
 gezichtsbedrog.

Paragraaf 3 'Het ontstaan van de maan'

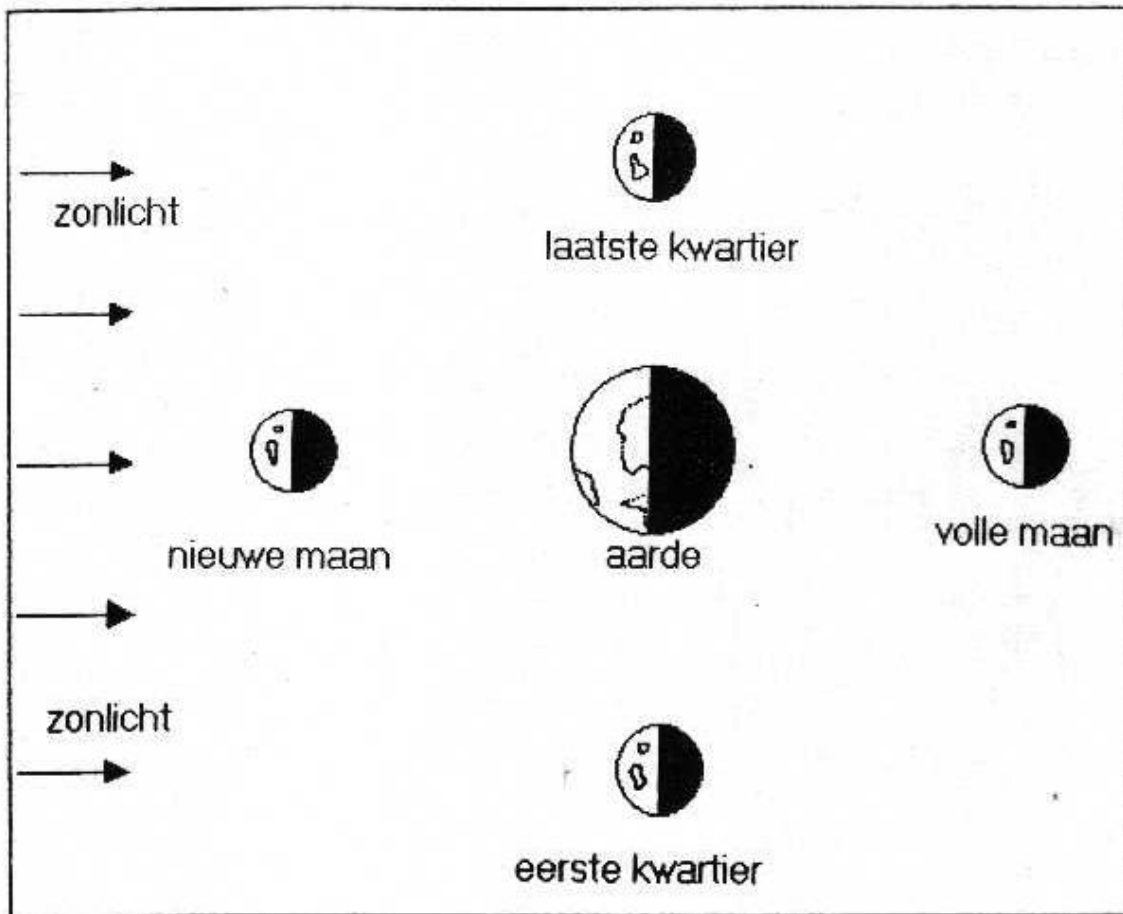
→ blz. 7 Vraag: "Kun je een definitie geven van een maan?..."

Antwoord: Een maan is een hemellichaam dat om een planeet
 draait.

Paragraaf 4 'De schijn gestalten van de maan'

→ blz. 9 Opdracht **Stand van de maan**

De maan is hier van de aarde gezien een volle maan.



Zoals de leerlingen hiervoor hebben kunnen lezen, bevindt bij een nieuwe maan de maan zich tussen de aarde en de zon. De achterkant van de maan wordt dan door de zon verlicht.

Een volle maan zien we alleen als de maan recht tegenover de zon staat. Vandaar dat we de volle maan alleen te zien krijgen 's avonds in het oosten. De zon gaat immers onder in het westen!

→ blz. 11 Vraag: "Kun je uitleggen waarom er van schijngestalten van de maan wordt gesproken en niet gewoon van gestalten?"

Antwoord: De gestalten die we zien, zijn schijnbare gestalten. Er is niet echt sprake van een halve maan. De maan is en blijft rond.

Paragraaf 9 'Het maanoppervlak'

→ blz. 18 Vraag: "Op de maan is geen dampkring, maar stel dat je er wel zomaar kon rondwandelen samen met je beste vriend of vriendin. Op een gegeven moment wil je iets zeggen. Kan dat?"

Antwoord: Nee. De maan heeft geen dampkring. Geluid kan alleen maar worden gemaakt als er lucht is.

→ blz. 19 Vraag: "De aarde en de maan staan ongeveer even ver van de zon vandaan. Toch is het op de maan veel en veel heter dan op aarde. Hoe kan dat?"

Antwoord: De maan heeft geen dampkring. Op aarde beschermt de dampkring ons tegen hitte en andere schadelijke zonnestrallen.

→ blz. 20 Vraag: "De voetstappen van alle astronauten die op de maan hebben gewandeld, zijn nog steeds te zien op de maan. Hoe kan dat?"

Antwoord: De maan heeft geen dampkring. Er is geen wind en dus geen erosie. Op aarde vervagen voetstappen in het zand door wind en weer.

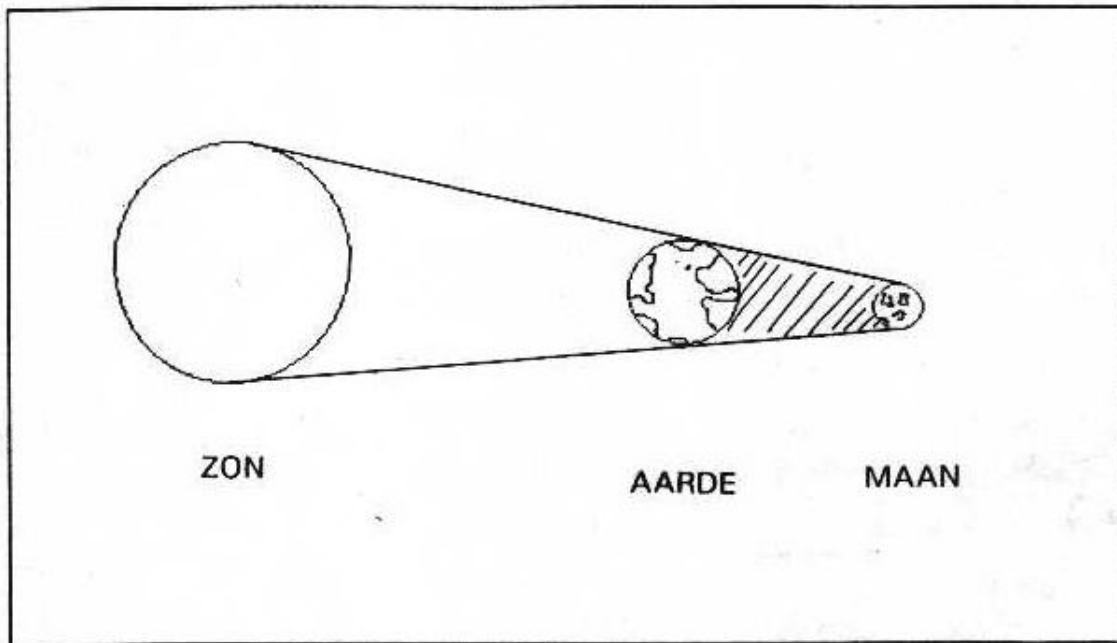
Paragraaf 10 'Wat klopt er niet?'

→ blz. 21 De volgende dingen kloppen niet:

- De man en de kip lopen rond zonder ruimtepak
- De man praat
- Het regent

Paragraaf 13 'De maan verdwijnt'

→ blz. 25 Opdracht **Zonnestralen naar de maan**



Paragraaf 15 'Woordenquiz'

→ blz. 29 Oplossing: 'maansverduistering'.

1. **Armstrong**
2. **krater**
3. **heelal**
4. **dampkring**
5. **zes**
6. **vier**
7. **volle maan**
8. **rood**
9. **vloed**
10. **saturnus**
11. **kwartier**
12. **fase**
13. **terminator**
14. **zeeën**
15. **astronauten**
16. **dertien**
17. **Newton**
18. **verwering**

6. TIPS EN EXTRA OPDRACHTEN

6.1 Algemeen

Er zijn verschillende didactische werkvormen toe te passen tijdens de lessen sterrenkunde. Een greep uit de diverse mogelijkheden: u kunt de leerlingen krantenartikelen over sterrenkundige onderwerpen laten meenemen en deze onderwerpen bespreken, u kunt de leerlingen een toneelstuk laten uitvoeren over een sterrenkundig of ruimtevaart onderwerp, u kunt de leerlingen een opstel laten schrijven over een ruimtereis langs de verschillende hemellichamen enzovoort. Hierna staan per les een aantal tips en extra opdrachten. Voor meer mogelijkheden verwijs ik u naar boeken over didactische werkvormen (bijvoorbeeld 'Didactische werkvormen' van H. Dekker, Educaboek; ISBN 90 11 741501).

Om de basiskennis van de leerlingen vast te stellen, kunt u aan het begin van de lessen sterrenkunde een gesprek voeren met de klas, waarin u de leerlingen hun kennis en opvattingen over de verschillende sterrenkundige onderwerpen kunt laten vertellen.

6.2 De aarde en andere planeten

Paragraaf 3 'Ze komen op bezoek!'

Veel leerlingen zijn geïnteresseerd in de mogelijkheid van buitenaards leven. Laat de leerlingen in een klassengesprek of opstel zich aan buitenaardse wezens voorstellen. Wie zijn ze, wat doen ze enzovoort. Zo worden ze van zichzelf en hun omgeving bewust.

Paragraaf 4 'Het ontstaan van ons zonnestelsel'

De opdracht 'Maak met z'n allen een model van het zonnestelsel' kan ook in de vorm van een klassenopdracht. Verdeel de klas in negen groepjes. Elk groepje houdt zich met één van de negen planeten van ons zonnestelsel bezig. Ze moeten informatie verzamelen en een tekening of papier-machébol van de planeet maken. Dit kan in samenwerking met de docent techniek gedaan worden. Het resultaat kan in de klas komen te hangen. Als er met papier-machébollen wordt gewerkt, kunt u een heus 'planetenpad' maken. Op schaal kan de juiste afstand tussen de planeten uitgezet worden (bijvoorbeeld door een gang van de school).

Paragraaf 5 'De beweging van de planeten'

U kunt de formules ook toepassen op de andere planeten.

Paragraaf 7 "Doe je regenjas uit voor je naar buiten gaat!"

p.27: U kunt de leeftijden van de leerlingen op de verschillende planeten gaan uitrekenen. Deel 365 door het aantal dagen dat de planeet over een baan om de zon doet. Vermenigvuldig de leeftijd van de leerlingen met dit getal. Na afloop van elke paragraaf over een planeet vindt u gegevens over de planeet, waaronder de omlooptijd.

Paragraaf 8 'De aarde'

p.28: Deze opdracht kan worden aangepast (andere omstandigheden en kenmerken).

Paragraaf 9 'De aarde is een platte schijf, waar alle planeten om heen draaien'

p.31: Over de opvattingen van Galilei zijn verschillende boeken te vinden in de (jeugd-)bibliotheek. U kunt (een groepje van) leerlingen de opdracht geven zich hierin te verdiepen en in een toneelstuk de ontdekkingen en problemen van Galilei na te spelen.

Overige

Voor de Engelse namen van de planeten bestaat er een ezelsbruggetje.

Deze luidt: My Very Educated Mother Just Served Us Nine Pizzas.

(Mercury, Venus, Earth, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptune and Pluto).

U kunt de leerlingen de opdracht geven met de Nederlandse namen een ezelsbrug te maken.

6.3 Allemaal zonnen

Inleiding

Een leuk begin van een les over de sterren is te beginnen met de mythologische achtergrond van de verschillende sterrenbeelden. Achter elk sterrenbeeld gaat een heel verhaal schuil. In verschillende boeken vindt u hier informatie over. Vooral 'De sterren in een doosje' (zie literatuurlijst) is goed bruikbaar. Dit doosje bevat kaarten met afbeeldingen van de belangrijkste sterrenbeelden en geeft daarbij een overzicht van de mythologische achtergronden.

U kunt met de leerlingen naar aanleiding van het verhaal van een sterrenbeeld

kijken of ze de personen/dieren kunnen herkennen in de sterren.

Paragraaf 11

Hoe wij de sterren zien, is te vergelijken met de manier waarop eendagsvliegen de mensen zien.

Stel er is een eendagsvlieg op aarde. Hij kijkt om zich heen en ziet verschillende soorten mensen: kinderen, volwassenen en bejaarden. De vlieg ziet ze in zijn leven (één dag) niet veranderen, maar ziet de mensen wel in hun verschillende stadia.

Zo kijken wij ook naar de sterren. In ons leven zien we ze niet veel veranderen, maar we zien nu wel de verschillende stadia. Soms zien we de geboorte of dood van een ster (de eendagsvlieg kan dit op een dag ook meemaken), maar we kunnen nooit de geboorte én dood van één ster meemaken.

Werkblad 19.1

Het is aan te raden om het filmboekje op steviger papier te kopiëren.

6.4 Reis naar de maan

Inleiding

Bij het verhaal over de maanfasen kunt u als instap de leerlingen vragen de maan te tekenen. Teken ze 'm vol? Of in een bepaalde fase (eerste of laatste kwartier)? Aan de hand daarvan kunt u uitleg geven over de verschillende maanfasen en/of de leerlingen aan de slag laten gaan met het lesmateriaal.

Ruimtevoedsel als lunch

De nadruk ligt in de lessen op sterrenkunde, maar ook ruimtevaart is een interessant onderwerp. Bij onder andere Noordwijk Space Expo kunt u ruimtevoedsel kopen. Dit kunt u met de leerlingen nuttigen tijdens de les. Het adres van Space Expo vindt u in hoofdstuk zeven.

7. EXCURSIES

Nog leuker dan een les sterrenkunde is een bezoek aan een planetarium of sterrenwacht. De meeste planetaria en sterrenwachten hebben een speciaal programma voor schoolklassen. Als u van tevoren contact met één van onderstaande adressen opneemt, kunt u vragen of er een programma is, dat inspeelt op de al aanwezige kennis van de leerlingen. De Landelijk Samenwerkende Publiekssterrenwachten (LSPS) geeft informatie over alle volkssterrenwachten in Nederland, e-mail: VerenigingLSPS@Zonnet.nl, <http://www.lspns.nl>

Volkssterrenwachten

Onderstaande volkssterrenwachten verzorgen rondleidingen, lezingen, cursussen en sterrenkijkavonden.

Friesland	*	Publiekssterrenwacht Burgum M. van Coehoornweg 9, 9251 LV Burgum , 0511-465544, http://www.streekmuseum- volkssterrenwachtburgum.nl
Gelderland	*	Publiekssterrenwacht Bussloo Bussloselaan 4, 7383 RP Bussloo , 0571- 262006 http://www.volkssterrenwachtbussloo.nl
	*	Publiekssterrenwacht Corona Borealis Willem Kloosstraat 25, 6901 LH Zevenaar , 026-4424107 http://www.coronaborealis.nl
	*	Publiekssterrenwacht Phoenix Vordenseweg 6, Lochem http://www.phoenix.vuurwerk.nl
Noord-Brabant	*	Publiekssterrenwacht Jan Paagman Ostadestraat 28, 5721 WC Asten , 0493- 696956 http://www.sterrenwachtasten.nl

	*	Publiekssterrenwacht 'Dr.A.F. Philips' A. Thijmlaan 3, 5615 EB, Eindhoven , 040-2516417 http://www.sterrenwacht.dse.nl
	*	Publiekssterrenwacht Strabrecht Grote Bos 2, 5666 AZ Geldrop , 040- 2854838
	*	Publiekssterrenwacht Halley Halleyweg 1, Heesch , 0412-454999 http://www.sterrenwachthalley.nl
Noord-Holland	*	Publiekssterrenwacht Copernicus Tetterodeweg 27, 2051 EG, Overveen 023-5383339/5384656 http://www.sterrenwachtcopernicus.nl
	*	Publiekssterrenwacht Saturnus Van Veenweg 98, 1701 HH Heerhugowaard , 072-5745323 http://www.st-saturnus.org
	*	Publiekssterrenwacht Vesta Zuideinde 195-197, 1511 GD Oostzaan , 075-6843148/6845039 http://www.sterrenwachtvesta.nl
Utrecht	*	Museum Sterrenwacht 'Sonnenborgh' Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht , 030- 2302818 http://www.sonnenborgh.nl
Zuid-Holland	*	Publiekssterrenwacht Rijswijk P. Voûtestraat 389a, 2286 VB Rijswijk , 070-3963649 http://home.wanadoo.nl/sterrijs

Onderstaande volkssterrenwachten zijn vaker geopend en verzorgen extra activiteiten, zoals dia- en filmshows, planetariumvoorstellingen en tentoonstellingen. Ook onderwerpen als weerkunde en ruimtevaart komen aan bod.

Drente	*	Planetron Drift 11b, 7991 AA Dwingeloo , 0521-593535 http://www.planetron.nl
Limburg	*	eXplorion - Science Center Schaapskooiweg 95, 6414 EL Heerlen , 045-5630101 http://www.explorion.nl
Noord-Brabant	*	Publiekssterrenwacht Quasar Bovenstraat 89, 4741 SK Hoeven , 0165- 502439 http://www.quasarheelal.nl
Overijssel	*	Volkssterrenwacht 'Coenraad ter Kuile' M.H. Tromplaan 19, 7511 JJ, Enschede 053-4807680 http://www.natuurmuseumenschede.nl

Sterrenwachten (niet aangesloten bij de LSV)

Gelderland	*	Volkssterrenwacht Nijmegen Krekelstraat 10, 6533 RG Nijmegen , 024- 3565283 http://www.volkssterrenwachtnijmegen.nl
Noord-Brabant	*	Sterrenwacht Orion Van Grevenbrouckstraat 40, 5175 AV Loon op Zand , 0416-363456
Noord-Holland	*	Sterrenwacht Cassiopeia Romerkerkweg 28, 1942 EZ Beverwijk , 0251-226735
	*	Volkssterrenwacht Amsterdam Nieuwe Teertuinen 17, 1013 LV Amsterdam 020-6238717

Overijssel	*	Sterrenwacht Buurse/Haaksbergen Oude Buurserdijk 2, Buurse , 0531-5696794
	*	Nutssterrenwacht Ommen Chevalleraustraart 8, 7731 EE Ommen , 0529-451849
Texel	*	Volkssterrenwacht De Jager p/a Ecomare, Ruyslaan 92, De Koog , 0222- 314747
Utrecht	*	Gooise Volkssterrenwacht 'Schothorst' Schothorsterlaan 3a, 3828 NT Hoogland , 033-41303797
Zeeland	*	Volkssterrenwacht Philippus Lansbergen Herengracht 52, 4331 PX Middelburg , 0118-640315 http://www.lansbergen.net
Zuid-Holland	*	Volkssterrenwacht Tweelingen park "Waterland", Spijkenisse , 0186-693355 http://www.sterrenwachtspijkenisse.nl
	*	Volkssterrenwacht Mercurius Baanhoekweg 75, Dordrecht , 0184-490660 http://www.sterrenwacht-mercurius.nl

Planetaria

Bekijk de sterrenhemel nu ook overdag in het planetarium.

Het Apollo Reizend Planetarium in Lelystad komt met een koepel langs scholen.

Drenthe	*	Planetron Drift 11b, 7991 AA Dwingeloo , 0521-593535 http://www.planetron.nl
Flevoland	*	Apollo Reizend Planetarium Gooimeerstraat 28, 8226 JH Lelystad , 0320-255551

Friesland	*	Eise Eisinga Planetarium Eise Eisingastraat 3, 8801 KE Franeker , 0517-393070 http://www.planetarium-friesland.nl
Gelderland	*	Planetarium en ruimtevaartcentrum 'In de Kruittoren' Kronenburgpark, Postbus 38086, 6503 AB Nijmegen , 024-6419929
	*	Achterhoeks Planetarium Hoogstraat 29, Steenderen , 0575-451371
Noord-Holland	*	Artis Planetarium Plantage Kerklaan 38-40, 1018 CZ Amsterdam , 020-5233414 http://www.artis.nl
Overijssel	*	Oldeman Planetarium, Oudheiskamer Molen op den Oord, Ommen , 0529-453487
Zuid-Holland	*	Omniversum Pres. Kennedylaan 5, 2517 JK Den Haag , 0900-6664837 http://www.omniversum.nl

ALGEMENE STERRENKUNDIGE EN RUIMTEVAART INFORMATIE

- * Artis Planetarium, Plantage Kerklaan 38-40, 1018 CZ Amsterdam, 020-5233414, <http://www.artis.nl>
- * Stichting 'De Koepel', Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht, 030-2311360, <http://www.dekoepel.nl>
- * Stichting Educatief Centrum, Postbus 386, 1270 AJ Huizen, 035-5258388
- * Jongerenwerkgroep voor Sterrenkunde (JWG), Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht, 030-2311360, <http://www.sterrenkunde.nl/jwg>
- * Noordwijk Space Expo, Keplerlaan 3, 2201 AZ Noordwijk, 0900-87654321 <http://www.spaceexpo.nl>
- * Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde (KNVWS), Secretariaat KNVWS: Drs. J.A. de Boer, Prinses Irenelaan 1, 9765 AL Paterswolde, 050 3094290, <http://www.astro.rug.nl/~nvws>
- * Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart (NVR), Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht, 030-2311360, <http://www.ruimtevaart-nvr.nl>

8. LITERATUURLIJST

Hieronder volgt een keuze uit het enorme aanbod aan boeken over sterrenkunde en ruimtevaart.

Sterrenkunde (boeken met een '*' zijn ook zeer geschikt voor leerlingen)

- Het Groot Guinness Astronomie Boek, Patrick Moore 1984
- Het grote hemelboek, Chriet Titulaer, Sijthoff 1985 *
- Hemelwijzer: leidraad voor beginners bij het opzoeken van sterren en sterrenbeelden, Patrick Moore, Schuyt & Co, Haarlem 1994 *
- Werelden naast de aarde: ontstaan, evolutie, onderzoek van de planeten, Govert Schilling, Amsterdam : Wereldbibliotheek 1990
- Wegwijs in het zonnestelsel, Bert van Sprang, Stichting Universum, Utrecht 1988 ISBN 90-800205-1-6 *
- Leven op andere planeten, Chriet Titulaer. Elsevier Amsterdam/Brussel 1976 ISBN 90-10-10584-9 *
- De ruimte ontdekken, Heather Couper en Nigel Henbest, Uitgeverij Davidsfonds/Info dok nv, Noordwijk 1995. ISBN 90 6565 657 *
- Welke ster is dat?, Walter Widmann, Thieme, Zutphen. *
- De hemel boven ons hoofd, Hanneke Los (vert.), Kaleidoscoop, Sesam Junior 1994 *
- Heelal zonder grenzen: het Omniversumboek van de ruimte, Eddy Echternach, Kluwer Jeugdboeken, Ede/Antwerpen 1992. *
- Een beeld van de hemel, Govert Schilling en Willem Beekman, uitgeverij Telus Gorssel
- De sterren (boek bij Teleaccursus), Heather Couper, uitgever Teleac.
- De planeten (boek bij Teleaccursus), Heather Couper, uitgever Teleac.
- De sterren in een doosje, Catherine Tennant, Van Holkema & Warendorf ISBN 90-269-6633-4 *

Ruimtevaart

- Astronauten zijn ook mensen, Piet Smolders, Omniboek, 1980 *
- De mens in de ruimte, Chriet Titulaer, Elsevier, 1981 *
- Wonen in de ruimte, Piet Smolders, Unieboek, 1985 *
- De mens in de kosmos, Chriet Titulaer, Elsevier, 1985 *
- Naar de grenzen van het heelal, Govert Schilling, De Haan/Unieboek, 1987 *

TIJDSCHRIFTEN

- ASTRUIM, tweemaandelijks uitgave van de Nederlandse Jeugdvereniging voor Ruimtevaart en Sterrenkunde. Leden van de NJRS (Postbus 38, 5344 AA Oss) ontvangen dit blad.
- EOS, Wetenschap en Technologie voor de mens
- Kijk. Populair wetenschappelijk maandblad. Uitgeverij Oberon, Haarlem.
- Mens en Wetenschap, Magazine over mens, natuur, wetenschap en techniek
- Natuur en Techniek
- Universum. Maandblad Jongerenwerkgroep. Uitgeverij De Koepel, Utrecht.
- Zenit. Maandblad voor sterrenkunde. Uitgeverij De Koepel, Utrecht (voor gevorderden).

FILMS EN VIDEO-PROGRAMMA'S

NAKIJKEN: Verkrijgbaar op uitleenbasis bij: Technisch Film Centrum, afdeling distributie
Arnhemsestraatweg 17
6881 NB Velp
Tel.: 026 369 31 26

DIA'S

Bij het Artis Planetarium en bij Stichting De Koepel kunt u dia's lenen. De adressen vindt u in de adressenlijst in hoofdstuk zeven.