
maart 1991

experimentele versie

W 12
16



Freudenthal instituut

Mekka

docentenhandleiding

القعدة

**Publikatie in het kader van het project
Commissie Ontwikkeling Wiskundeonderwijs**

**Verantwoordelijk auteursteam W12-16
Ontwerpers: Jan van den Brink en Marja Meeder
© Rijksuniversiteit Utrecht / SLO Enschede, maart 1991**

Inhoud

A Inleiding	4
Opbouw van het pakket	4
Inhoud leerlingentekst	4
Klassen	5
Aantal lessen	5
Werkvormen	5
Voorwaarde	5
Hulpmiddelen en materiaal	6
Kernen in het pakket	6
Extra informatie	6
Open dag	6
Met dank aan	6
B Handleiding en antwoorden bij de werkbladen	7
Hoofdstuk 1: Waar ligt Mekka?	7
Hoofdstuk 2: Globe en wereldkaart	13
Hoofdstuk 3: Plaatsbepalen op de bol	15
Hoofdstuk 4: Grootcirkels	17
Hoofdstuk 5: Afstand en richting op de aardbol	19
Hoofdstuk 6: Mekka-Extra	21
Hoofdstuk 7: Mekka - Krante- en andere berichten	23
C Toets	24
D Noot	26

A Inleiding

Opbouw van het pakket

Er zijn globaal genomen vijf onderwerpen:

1. de introductie van het probleem 'Waar ligt Mekka?' (hoofdstuk 1)
2. plaatsbepalen op de globe en de kaart (hoofdstuk 2)
3. afstanden en richtingen over de aardbol en over de kaart (hoofdstuk 3)
4. grootcirkels en hun toepassingen (hoofdstuk 4 en 5)
5. nabeschouwen met de imam (hoofdstuk 5)
6. zelf opgeven bedenken en uitwerken (hoofdstuk 6 en 7)

Inhoud leerlingentekst

- 1 Waar ligt Mekka?
 - 1 De Imam
 - 2 Hoekmeter en Mekka-meter
- 2 Globe en wereldkaart
 - 1 Bol en plat
 - 2 Evenaar
 - 3 Meridianen
 - 4 Parallelcirkels
- 3 Plaatsbepalen op de aardbol
 - 1 Coördinaten op de aardbol
 - 2 Tegenpool
 - 3 Richtingen op de kaart
 - 4 Veranderende x-coördinaten en y-coördinaten?
- 4 Grootcirkels
 - 1 Snijcirkels en grootcirkels
 - 2 Grootcirkels en punten op de aardbol
 - 3 Cirkels door twee punten en de kortste afstand
- 5 Afstand en richting op de aardbol
 - 1 Kortste afstand over de aardbol
 - 2 Luchtlijnen van elastiek
 - 3 Je Hoekmeter tegen de globe aan

- 4 Kijken via grootcirkels
 - 5 Richting Mekka op de kaart en op de aardbol
 - 6 Kibla
-
- 6 Mekka - Extra
 - Extra 1: Grootcirkels
 - Extra 2: Verschillende maten
 - 7 Mekka - Krante- en andere berichten
 - Boeing bestemming Seoel (NRC 16 oktober 1990)
 - Nieuwe moskee mist Mekka op drie graden (Emmer Courant 1 november 1990)
 - Europa - Seoul 7 1/2 uur sneller (advertentie 5 mei 1990)
 - Kibla (Encyclopedia of Islam, Volume V, p. 84)
 - Zeemijlen, of kilometers? (een artikel en een ingezonden brief)
 - Een advertentie, een cartoon en een radiobericht
 - 8 Werkbladen

Klassen

3 mavo omstreeks februari of maart.

4 mavo: de delen over goniometrie in Mekka - Extra kunnen ook dienen als oefening voor examenklassers die in klas 3 Mekka gehad hebben.

Aantal lessen: circa 7.

Werkvormen

Deels klassikaal, deels bestaande uit overlegsituaties met tweetallen, drietallen of viertallen leerlingen. De verteltrant in het pakket is anecdotisch en vragenderwijs. Het verhaal kan grotendeels zelfstandig worden doorgenomen door de kinderen.

De leerlingen kunnen als 'verbruikers' van het pakket zelf een werkstuk over dit onderwerp maken. Ze maken dan een keuze uit de grote hoeveelheid werkbladen op grond van wat hen van belang lijkt.

Voorwaarde: de leerlingen moeten al iets van goniometrie weten.

Hulpmiddelen en materiaal

- gebedskleedje met islamitische kompas (zeer aan te bevelen; lenen bij een moskee)
- kompasrozen op sheets
- gewone kompassen (natuurkunde)
- verschillende zakrekenmachines
- globe(s)
- wereldkaart
- atlas
- volleyballen of piepschuim witte bollen
- elastiekjes (van de PTT)
- paperclips, als spelden te gebruiken in de witte bollen
- passer.

Kernen in het pakket

1. De globe als model voor de aarde in vergelijking met wereldkaarten.
2. Grootcirkels als systeem van dragers voor afstanden en richtingen.
3. Decimalisering: rechte hoeken van 100 graden en van 90 graden.

Extra informatie

Zie: Pythagoras jrg 30 nr 1, december 1990.

Zie: Noot, pag. 26.

Open dag

De pakketjes zijn ook te gebruiken als demonstratiemateriaal op een open dag. Er is veel interesse te verwachten en het verrassingseffect op ouders kan groot zijn.

Met dank aan

Sylvia Pieters voor de redactie, Theo Obdeijn voor het werken in de klas, zijn aanvullingen en kritische opmerkingen en aan Fred Mulder voor zijn informatie over de Islam.

B Handleiding en antwoorden bij de werkbladen

Hoofdstuk 1: Waar ligt Mekka?

1 De Imam

- * De tekst van het verhaal kan klassikaal worden gelezen, de opgaven klassikaal worden gemaakt.
- * Mekka ligt in Saoedie-Arabië, dichtbij de Rode Zee (zie de Kiblakaart op werkblad 6).
- * Laat een leerling aanwijzen waar volgens haar of hem Mekka ligt vanuit de klas. Laat de leerling ook vanuit een andere hoek van de klas Mekka aanwijzen. Zij of hij wijst dan niet opnieuw naar dezelfde hoek van de klas zoals dit bij het aanwijzen van het noorden wel vaak gebeurt.
- * Spreek af dat de antwoorden op de vragen in een schrift worden genoteerd.
- * Laat leerlingen op bezoek gaan bij een imam in de buurt met deze vragen. Het interview met een imam (religieus leider en voorganger in een moskee) is waar gebeurd.
- * Bidkleedjes met kompas zijn echt in gebruik. Alleen het woord 'Mekka-meter' is verzonnen.

- * *Kibla* is een centraal begrip dat het best omschreven kan worden met 'Richting Mekka'. Maar het betreft zeker niet louter de geografische richting. Niet alleen de islam kent een kibla. Zo bidden gelovige joden al van oudsher in de richting van Jeruzalem. Dat was al zo in Mohammeds tijd. Het staat zelfs vast dat Mohammed en zijn volgelingen een tijdlang in de richting van Jeruzalem hebben gebeden. En er zijn aanwijzingen dat Mohammed, in de periode dat hij in Mekka verbleef, zijn gebedsrichting zo koos dat hij de Ka'ba (de heilige zwarte meteorietsteen in Mekka) en Jeruzalem beide op een rechte lijn voor zich had.
De kibla is meer dan een gebedsrichting. Moslims worden begraven met het hoofd richting Mekka en de kop van een dier dat geslacht gaat worden wordt die kant op gedraaid. De verbondenheid met Mekka in alle aspecten wordt ermee bedoeld.
De heilige steen (de Ka'ba - een zwarte meteoriet) in de moskee van Mekka is het punt waarop men zich richt. In die richting bidden ook gelovigen in Mekka zelf. In het boekje van de imam over de Kibla wordt Mekka zelf dan ook niet genoemd.

- * *Het boekje van de imam*
Het boekje van de imam berust op een constructie van de Kibla in het *platte* vlak. Niet op een constructie met grootcirkels, die beter zouden zijn geweest omdat het boekje plaatsen over heel de wereld noemt.

Aanvankelijk gaf dit problemen bij het ontwerpen van het pakket. Het ging er ons om aan te sluiten bij een idee dat islamitische kinderen goed kennen. Het ging ons er niet om kritiek op Kibla-constructies uit te oefenen.

Na het lezen van de geschiedenis van de Kibla werd echter het probleem tussen 'platte' en 'bolvormige' constructies van de Kibla historisch interessant en paste dit volkomen in de bedoeling die we hadden met het pakket (de globe als model voor de aarde nemen in plaats van de wereldkaart).

- * Voor verdere informatie over de Islam zie: D. Noot.

2 Hoekmeter en Mekka-meter

- * Ster-opgaven zijn facultatief. Ze zijn soms moeilijker en vallen buiten het directe onderwerp.
- * Sheets met de Hoekmeter en met de Mekka-meter kunnen over elkaar worden gelegd en daardoor instructief zijn.
- * Vraag:
Mogen de getallen op de Mekka-meter er 10 graden naast zitten? Waarom? (De Mekka-meter is in 10 graden nauwkeurig gegeven).
- * Rechte hoeken zijn op de Hoekmeter 90^0 en op de Mekka-meter 100^{GRAD} , zoals ook gebruikelijk is in de bouwnijverheid en de landmeetkunde. Een kern van het pakket is om het gemak van een decimalisering te accentueren
- * Er worden verbanden gelegd met de rekenmachines.

Antwoorden bij Hoofdstuk 1: Waar ligt Mekka ?

1 De Imam

1a Veel leerlingen denken dat het naar het oosten is.

Het is echter in de richting waar Mekka ligt. Mekka ligt in Saoedie-Arabië aan de Rode Zee.

1b Dat blijkt met de zon of met een kompas te gaan.

2 Hongkong/Mekka kan problemen geven omdat je óm de aarde moet (een verschil tussen kaart en globe).

NB:Het beste is om bij een naburige moskee een kleedje te lenen om het één en ander voor te (laten) doen. Je legt het kleedje met de Mekka-meter zo neer dat de magneetnaald op 25 (250) blijft staan. In de richting van de minaret op de Mekka-meter ligt Mekka.

3 Naar het oosten.

4 Over de grootcirkel is het meer naar het noordoosten. De grootcirkel komt later in het pakket aan de orde.

Maar op de bol is al te zien dat de noordoost-richting korter is dan de oost-richting; op de kaart is de oost-richting korter.

2 Hoekmeter en Mekka-meter

5 Mekkameter: 0 - 400, Hoekmeter: 0 - 360

Arabische en 'onze cijfers', kleinere schaalverdeling, windrichtingen.

Het verschil $360/400$ is belangrijk, want daar gaan we op door.

6 Een rechte hoek is 90 op de Hoekmeter en 100 op de Mekka-meter.

7 1 graad op de Hoekmeter is groter dan 1 graad op de Mekka-meter.

Extra*

De opgaven met een * hoeven niet gemaakt te worden. Ze dienen als extra of als aanverwant onderwerp.

8* Dat de rekenmachine verschillende modes heeft voor hoeken is voor kinderen een verrassing. Sommige rekenmachines hebben de mogelijkheid om met DEG (degrees), RAD (radialen) of GRAD (gradiënten of gons) te werken.

De rechte hoek van 100^{GRAD} past bij de Mekka-meter, wordt ook door landmeters gebruikt en is in de bouwnijverheid gemeengoed.

9* 1° is groter dan 1^{GRAD}

10 Hoekmeter	360	180	90	9	1	270
Mekka-meter	400	200	100	10	$10/9$	300

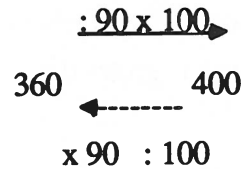
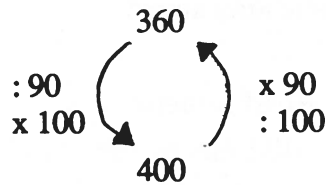
11b $45^{\circ} = 50^{\text{GRAD}}$

11c $135^{\circ} = 150^{\text{GRAD}}$

3 Op je rekenmachine of uit je hoofd

12 $360^{\circ} = 400^{\text{GRAD}}$

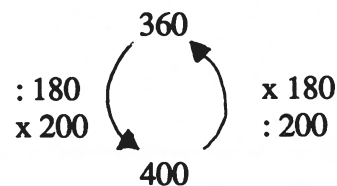
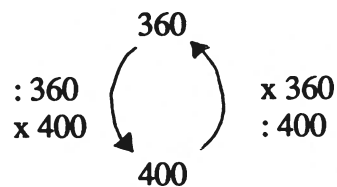
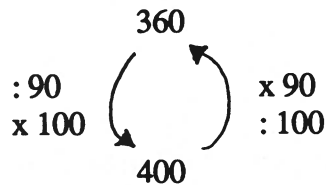
horizontale pijlen of verticale pijlen?



Horizontale pijlen tussen getallen geven aanleiding tot fouten, zoals: $360 : 90 = 4 \times 100 = 400$. Vandaar de voorkeur voor verticale pijlen bij deze rekenpartijen met de rekenmachine: verticale pijlen heen én tegelijk verticale pijlen terug. Bij functies zijn horizontale pijlen te prefereren.

- 13 $180^0 = 200^{\text{GRAD}}$
 $45^0 = 50^{\text{GRAD}}$
 $135^0 = 150^{\text{GRAD}}$
 $30^0 = 33 \frac{1}{3}^{\text{GRAD}}$
 $1^0 = 10/9^{\text{GRAD}}$

Oefenen met andere paren factoren op de rekenmachines is aan te raden:



$$14 \quad 400^{\text{GRAD}} = 360^{\circ}$$

$$100^{\text{GRAD}} = 90^{\circ}$$

$$150^{\text{GRAD}} = 135^{\circ}$$

$$270^{\text{GRAD}} = 243^{\circ}$$

$$350^{\text{GRAD}} = 315^{\circ}$$

$$1^{\text{GRAD}} = 9/10^{\circ}$$

$$15a \text{ hoek (Hoekmeter)} : 90 \times 100$$

$$\text{hoek (Hoekmeter)} \quad \times \quad \frac{100}{90}$$

$$= \text{hoek (Mekka-meter)}$$

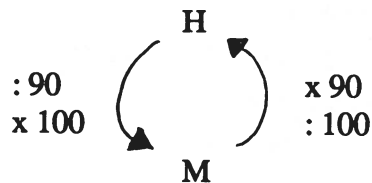
$$= \text{hoek (Mekka-meter)}$$

$$\frac{10}{9} \cdot \text{hoek (Hoekmeter)}$$

$$= \text{hoek (Mekka-meter)}$$

$$\frac{10}{9} \cdot H$$

$$= M$$



$$15b \text{ hoek (Mekka-meter)} : 100 \times 90$$

$$\text{hoek (Mekka-meter)} \quad \times \quad \frac{90}{100}$$

$$= \text{hoek (Hoekmeter)}$$

$$= \text{hoek (Hoekmeter)}$$

$$\frac{9}{10} \cdot \text{hoek (Mekka-meter)}$$

$$= \text{hoek (Hoekmeter)}$$

$$\frac{9}{10} \cdot M$$

$$= H$$

Hoofdstuk 2: Globe en wereldkaart

De aardbol als model voor het wiskundig bol-begrip.

Er wordt in dit hoofdstuk aangesloten op de aardrijkskundige begrippen evenaar, meridiaan en parallelcirkel die veel kinderen bekend zijn.

Dit gebeurt ter voorbereiding van de meer wiskundige theorie over grootcirkels op een bol.

Materiaal: een globe, witte bollen van perspex of volleyballen, paperclips of tandenstokers om daarin plaatsen aan te geven.

Antwoorden bij Hoofdstuk 2: Globe en wereldkaart

1 Bol en plat

- 1a - lijkt het meest op de echte wereld
 - geen vervormingen
 - hoeken, afstanden en richtingen blijven gelijk
- 1b - in één oogopslag overzie je de hele wereld
 - afbeeldingen in atlanten, boeken, krant,
- 1c nadelen van een globe :
 - op een globe zie je in één oogopslag maar de helft van de aarde
 - niet makkelijk mee te nemennadelen van een wereldkaart :
 - wereldkaarten kloppen nooit, er is altijd iets mee mis.

- 2 Deze opdracht is goed voor te bereiden met witte bollen van schuimplastic of met volleyballen. Bekijk de bal. Waar ligt Mekka ongeveer? Waar Amsterdam? Waar de Noordpool? Hoe heb je die plaatsen op de bol gekozen? Laat leerlingen in eigen woorden uitleggen hoe 'zij zich oriënteren' op de bol.
Maak werkblad 1.

2 Evenaar

- 3 Om plaatsbepalen mogelijk te maken.
- 4 Zie werkblad 1.
- 5 Ten noorden.

Extra*

- 6* Lengte evenaar = 40.000 km straal = 40.000 km / 2π = ruim 6000 km.
7* Ja, behalve als je heel precies kijkt: de aarde is aan de polen iets afgeplat.
8* Afhankelijk van de gebruikte globe.
9* Idem. Oppervlakte van Nederland is circa 34.000 km².

3 Meridianen

Meridianen zijn als halve cirkels gedefinieerd en vormen twee aan twee een grootcirkel.

- 10 Als de twee meridianen die bij de polen bij elkaar komen in elkaars verlengde liggen.
11 Werkblad 1.
12 Ja, want ze liggen in elkaars verlengde.
13 Oost.
14 Op de wereldkaart: de noord- en zuidpool niet.
Op de globe en de satellietfoto zie je slechts de helft (of iets minder) van de wereld.
15 Oneindig veel meridianen zijn er te tekenen.
16 20.000 km.
17 Noordpool en Zuidpool.
18 Door het afbeelden van de bol op de wereldkaart zijn ze uit elkaar gespreid.
19 Werkblad 2.
20 - cirkel- of rechthoek-kaart
- wel of niet een pool
- meridianen evenwijdig of door een punt.

4 Parallelcirkels

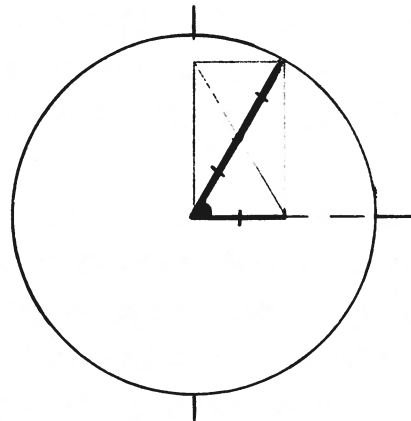
- 21a Op de globe lopen de parallelcirkels evenwijdig aan de evenaar.
22 Werkblad 1.
23 Evenaar.
24 40.000 km.

Extra*

25a* Ja

25b* Op 60 graden breedte.

Dit blijkt uit de figuur hiernaast van een noord-zuid-doorsnede van de aarde.



26* De grootste straal is ongeveer 6.000 km (de evenaar) en de kleinste is nul (pool).

27 Omdat de globe naar het noorden en zuiden toe is uitgebogen om de kaart te verkrijgen.

Hoofdstuk 3: Plaatsbepalen op de aardbol

De evenaar en nulmeridiaan: de x-as en de y-as?

De evenaar en nulmeridiaan zijn te vergelijken met de x- en de y-as die de kinderen al vertrouwd zijn bij het plaats bepalen. Er is wel een lastig verschil:

in de wiskunde noem je eerst de x-coördinaat en dan de y-coördinaat:

Amsterdam (5°O en 52°N): '5 Oost en 52 Noord';

in de aardrijkskunde is dat omgekeerd (Amsterdam: 52°N en 5°O).

De toevoegingen 'breedte-' en 'lengte-' zijn verwarrend en onbelangrijk.

We kunnen misschien ook over *n-coördinaat*, *o-coördinaat*, *z-coördinaat*, *w-coördinaat* spreken.

Antwoorden bij Hoofdstuk 3: Plaatsbepalen op de aardbol

1 Coördinaten op de aardbol

1 Om een plek op aarde aan te geven.

2 Niet in je boek tekenen!

3 Werkblad 3.

3c

Tot aan de 180-meridiaan.

4 Werkblad 3.

5a (5°O , 90°N) (50°O , 90°N) (60°O , 90°N) (70°O , 90°N)

(180°O , 90°N) of (180°W , 90°N)

(180°O , 0°N) of (180°O , 0°Z) of (180°W , 0°N) of (180°W , 0°Z)

(180°O , 20°Z) of (180°W , 20°Z)

5b (x graden O , 90°N) of (x graden W , 90°N); de bovenzijde van de kaart

5c (x graden O , 90°Z) of (x graden W , 90°Z); de onderzijde van de kaart

5d De rechter zijde van de rechthoek, maar ook de linkerzijde!

5e Een rechte lijn van punten met 20 graden N , evenwijdig aan de evenaar.

2 Tegenpool

Het kan fout gaan als er geen rekening mee wordt gehouden dat de aarde bol is.

De leerlingen vonden op eigen kracht 6 à 7 verschillende tegenpolen van Amsterdam en maakten daarbij alle mogelijk denkbare fouten.

6a De tegenpool van Amsterdam (5°O 52°N) is (175°W 52°Z). Campbell (in Nieuw Zeeland) ligt daar in de buurt.

6b De tegenpool van Mekka (40°O 21°N) is (140°W 21°Z). Mount Isa (in Australië) ligt bij die plek.

3 Richtingen op de kaart

Het gaat hier om richtingen op de platte kaart te bepalen (te maken of te berekenen).

7a 130^0 .

7b* Uit te rekenen met de tangens.

8 Werkblad 4.

9 Havanna - Mekka 90

Honolulu - Mekka 270

Tanger - Mekka 106

Ankara - Mekka 160.

Extra*

Kibla-constructie

Het bepalen van de Kibla was vanaf het ontstaan van de islam een belangrijk probleem voor islamitische wetenschappers. De meeste van de 200 islamitische handboeken over astronomie die tussen 750 en 1750 na Christus verschenen, wijdden er een hoofdstuk aan. Er zijn verschillende constructies om de Kibla op het kompas te vinden. In sommige van die constructies wordt de aarde plat verondersteld. Voor de plaatsen dichtbij Mekka geven deze constructies een goede richting. De Arabische astronomen kenden echter in die tijd ook grootcirkels. Niet zozeer om op de aarde te meten, maar om de afstanden en richtingen op de hemelboog aan te geven, want die was zonder twijfel bolvormig. Sommige constructies van de Kibla zijn gebaseerd op grootcirkels. Het idee dat de aarde plat zou zijn is pas later door katholieke kerkvorsten uitgevonden.

10* Is wellicht op bord door een leerling of door u uit te voeren.

11* 133.

12* 90.

4 Veranderende x-coördinaten en y-coördinaten?

Richtingen op de platte kaart komen niet overeen met richtingen op een bol, omdat de afstanden over de oost/west-richting ten noorden of ten zuiden van de evenaar kleiner zijn dan op de evenaar.

13a A en C hebben dezelfde y-coördinaat.

13b A en B hebben dezelfde x-coördinaat.

14 Omdat de aarde naar het noorden toe toeloopt.

15 Dat is zo (zie 14).

16 De grootste afstand tussen A en B is 20.000 km. De kleinste nul km.

Hoofdstuk 4: Grootcirkels

Grootcirkels vormen in dit pakket het belangrijkste leerelement.

De theorie begint met het in gedachten snijden van de aardbol: er ontstaan verschillende snijcirkels. Het intuïtieve idee dat bij de kinderen ontstaat over wat een grootcirkel kan zijn, wordt nader door hen onderzocht aan de hand van verschillende eigenschappen die de grootcirkels mogelijkwijs kunnen hebben.

Materiaal

- een bol waarop geschreven kan worden.
- volleyballen.

Antwoorden bij Hoofdstuk 4: Grootcirkels

1 Snijcirkels en grootcirkels

- 1 Zijn niet even groot.
- 2 De evenaar, een parallelcirkel en twee meridianen.
- 3 2.
- 4 40.000 km.
- 5 Nee.
- 6 Ja, twee meridianen in elkaars verlengde.
- 7 ...
- 8a Goed (de helften zijn gelijk).
- 8b Goed (een grotere is er niet).
- 8c Fout (de twee stukken hoeven niet gelijk te zijn).
- 8d Fout, er zijn ook andere grootcirkels die niet door de noord en zuidpool gaan
- 8e Goed.
- 8f Fout, is niet noodzakelijk het geval. Vanaf Havana oost recht door vliegend bijvoorbeeld maak je geen grootcirkel.
- 8g Goed als hij op aarde is getekend en circa 40.000 km is.
- 8h Fout.

2 Grootcirkels en punten op de aardbol

- 9 Oneindig veel.
- 10 Alle.
- 11 Precies één.
- 12a Oneindig veel.

12b Ja.

12c Aan de andere kant van de aarde.

12d Ja.

12e Ja.

12f Ja.

13a Oneindig veel.

13b Ja.

13c Aan de andere kant van de aarde.

13d Ja.

13e Ja.

13f Ja.

13g Ja, maar die gaat niet door de noord- of zuidpool.

13h Ja.

14 Regels moeten door de kinderen zelf worden gevonden. Dit is een didactische manier om kinderen zelf te laten expliciteren wat ze moeten leren. De regels dienen het liefst in de taal van de kinderen te worden geformuleerd.

Er gaan altijd ontelbaar veel grootcirkels door één punt.

Als de punten elkaars tegenpool zijn, gaan er ook ontelbaar veel grootcirkels doorheen.

Als de punten niet elkaars tegenpool zijn en niet samenvallen, gaat er precies één grootcirkel doorheen.

3 Cirkels door twee punten en de kortste afstand

Met een cirkelbundel door twee punten in het platte vlak is in te zien dat de kortste afstand (de rechte verbindingslijn tussen de twee punten) het meest wordt benaderd door de grootste cirkel in de getekende bundel.

Een leerling merkte vandaaruit op dat de grootst te tekenen cirkel op aarde rondom de aarde dus de kortste afstand aangeeft tussen de twee punten.

15 Waarschuwing: laat deze figuur in het schrift daadwerkelijk overnemen!

Dat is nodig om te voelen hoe het probleem in elkaar steekt.

16 De cirkel met de grootste straal komt het dichtste bij de rechte lijn AB.

17 Ja, de kleincirkel met zijn middelpunt op AB bijvoorbeeld.

18 Met een grotere straal, dus.

19 De rechte AB.

20a ...Als de straal groter wordt.

20b Een rechte lijn.

Hoofdstuk 5: Afstand en richting op de aardbol

Opschuivende middelpunten van de cirkels door A en B maken het duidelijk dat op de bol de grootcirkel de grootste snijcirkel is en dus de kortste afstand over de bol aangeeft.

Het idee van de draaideur spreekt sommige kinderen aan.

U kunt de as van de draaideur eerst door het middelpunt van de aardbol laten gaan (dat geeft even grote deuren) en daarna iets uit het midden opschuiven waardoor de grootte van de cirkels variëren tussen een grootcirkel en een kleincirkel.

Antwoorden bij Hoofdstuk 5: Afstand en richting op de aardbol

1 Kortste afstand over de aardbol

- 1 Nee, er zijn cirkels die een nog kortere weg geven.
- 2 Kleincirkel - parallelcirkel - grootcirkel
- 3 Nee.
- 4 Nee.
- 5 Op AB.
- 6 In het middelpunt van de aardbol.
- 7 De grootcirkel, omdat die de grootste cirkel is die de rechte AB het dichtste benadert.
- 8 Zie 7.
- 9 Omdat het middelpunt van de parallelcirkel ten noorden van het middelpunt van de aarde en dus van de grootcirkel ligt.
- 10 Ja. De andere kant op.
- 11 Grootcirkel (namelijk de kortste afstand).
- 12 Door de grootcirkel te vinden krijg je de kortste afstand tussen twee punten.
Er is maar één grootcirkel door twee punten op aarde, tenzij ze elkaars tegenpolen zijn of samenvallen. Bij tegenpolen zijn er ontelbaar veel kortste wegen.

2 Luchtlijnen van elastiek

- 13 Werkblad 5.
- 14a Een grootcirkel.
- 14b Omdat een elastiek om een bol niet anders blijft zitten dan wanneer het de bol in twee gelijke helften verdeelt en dus een grootcirkel aangeeft.
- 15 Dat is zo omdat je volgens de lijn van de kortste afstand kijkt.
- 16 Omdat het middelpunt van een grootcirkel op het noordelijk halfrond ten zuiden van het middelpunt van een parallelcirkel ligt. Anders kan hij nooit een grootcirkel zijn.
- 17 Omgekeerd.
Conclusie: grootcirkels zijn de 'rechte lijnen' op de bol.

3 Je Hoekmeter tegen de globe aan

Deze opgave is klassikaal voor te doen.

De straal van de globe is veel kleiner dan de straal van de aarde.

Hier geeft de globe als model van de aarde problemen:

- gewoonlijk wordt de aarde zelf in een klein gebied plat verondersteld, terwijl dit met de globe als model onmogelijk is,
- de platte Hoekmeter die als raakvlak wordt gebruikt, blijkt veel te groot. Voor 'globale' beschouwing van de aarde is daarentegen de globe een veel beter model dan een platte kaart.

18 ...

4 Kijken via grootcirkels

Deze opgave is ook zonder globe uit te voeren op het werkblad, ofschoon de bedoeling van de opgave dan minder wordt bereikt.

19a ...

19b	Hoekmeter	Mekka-meter
Amsterdam - Mekka	125	139
Havanna - Mekka	65	72
Tanger - Mekka	95	106
Ankara - Mekka	165	183
Honolulu - Mekka	330	367

5 Richting Mekka op de kaart en op de aardbol

Hier komt de clou naar voren dat men soms beter de aardbol met een globe kan vergelijken dan met een platte kaart.

20 Niet tekenen.

6 Kibla

In het boekje van de imam staan getallen die op een constructie in het platte vlak berusten. Kibla betekent echter ook 'verbonden zijn met Mekka'.

21 Werkblad 6.

22 Schetsen langs de pijltjes.

23 ...

24 ...

Hoofdstuk 6: Mekka - Extra

Doel van deze Mekka-Extra bladen is om verwante onderwerpen aan de orde te stellen.

Antwoorden bij hoofdstuk 6: Mekka - Extra

Extra 1: Grootcirkels

- 1 Omdat een grootcirkel op het noordelijk halfrond de meridianen onder verschillende hoeken snijdt. (De evenaar doet dat overigens niet en is toch een grootcirkel).

Hoe verandert de koers op een grootcikel?

- de startkoers is niet gelijk aan de aankomstkoers
 - de koers op een grootcirkel is op de grootste breedte 90^0 of 270^0
 - de koershoek op een grootcirkel die B^0 NB tot hoogste (en B^0 ZB tot laagste) breedte heeft, heeft als extreme koershoeken tov de meridianen $90^0 + B^0$ en $90^0 - B^0$
- 2 Ja, omdat de aardgedeelten dag en nacht vrijwel even groot zijn.
 - 3 Amsterdam: hoogste zonnestand, dus 12 uur in de middag.
In Mekka is het ongeveer 2 uur later (te meten met een liniaal waarvan 6 cm ongeveer overeenkomt met 12 uur)
 - 4 Ja.
 - 5 ...
 - 6 Nee, die is niet de kortste.
 - 7 Dat is de grootcirkel via de noordpool.
 - 8 000 graden.
 - 9 ...
 - 10 Nee, niet allemaal. Wel de evenaar.
 - 11 Snijden alle de meridianen onder 90 graden.
 - 12 90 graden.
 - 13 Nee, want dat doet een grootcirkel.
 - 14 De evenaar.
 - 15 Ja, ze snijden de meridianen onder een hoek van 0 graden.
 - 16 ...

Extra 2: Verschillende maten

- 1 Ja: $40.000/4 = 10.000$
- 2 Ja.
- 3 Alleen in de noord/zuid-richting. Niet in oost/west-richting.
- 4a $10.000/90 = 111$ km
- 4b 111.11111
- 5 $1 \text{ GRAD} = 100$ km
- 6 Het voordeel van de decimalisering wordt ervaren door de kinderen via een appèl op hun 'gemakzucht'.
- 7 In 100 grad-minuten; gemakkelijker mee te rekenen.

Extra*

- 8* Rekenmachines hebben de DRG-mode en ook een $0' ''$ toets.
Toch blijkt op sommige rekenmachines dat $1 \text{ GRAD} = 60'$ in plaats van $1 \text{ GRAD} = 100'$.
 1.5 GRAD wordt dan herschreven als: $1 \text{ GRAD } 30'$ en niet als $1 \text{ GRAD } 50'$.
- 9 Een rechte hoek is dan $100 \times 100 = 10.000$ GRADminuten.
De afstand van de Noordpool tot aan de evenaar is 10.000 km.
Dus 1 GRADminuut in N/Z-richting is dan 1 km.
- 10 Een rechte hoek is $90 \times 60 = 5400$ minuten.
 1 minuut = $10.000/5400$ km = 1,852 km.
De zeemijlen (1 zeemijl = 1.852 km) hangen samen met het verdelen van de rechte hoek in 90 graden en elke graad weer in 60 minuten.

Hoofdstuk 7: Mekka - Krante- en andere berichten

Doel van deze kranten en andere berichten is om de kinderen in de gelegenheid te stellen alleen of in groepjes op wiskundig getint onderzoek uit te gaan. De opdracht luidt:

- Maak een keuze, schrijf een verhaal en gebruik er wiskunde bij.

Antwoorden bij Hoofdstuk 7: Mekka - Krante- en andere berichten

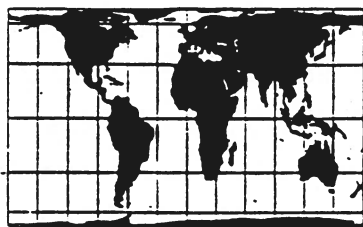
Boeing bestemming Seoel (NRC 16 oktober 1990)

Dit artikel geeft aan hoe verradelijk een landkaart kan zijn en soms van levensbelang. Alle wereldkaarten liegen, alleen de globe liegt niet.

De verschillen tussen plat en bol komen bij verschillende kaartprojecties aan de orde:



Mercator



Gall-Peters



Robinson

Mercator (16^e/17^e eeuw) is een veel gebruikte projectie. Vooral in de zeevaart, omdat de projectie hoektrouw is. Deze projectie is echter niet zo geschikt voor het weergeven van verschijnselen over de aardbol. Oppervlakte van landen en continenten zijn zeer onnauwkeurig.

Gall-Peters (20^e eeuw) is een projectie waarbij de oppervlakte van landen en continenten zoveel mogelijk gehandhaafd wordt, maar er ontstaan rare vervormingen. De Peters-projectie is vooral populair bij pleitbezorgers voor de derde wereld.

Robinson : aanbevolen projectie door de American Congress and Mapping.

Nieuwe moskee mist Mekka op drie graden (Emmer Courant 1 november 1990)

Bij een gradenverdeling op de Mekka-meter van 10 graden is dit wellicht iets overdreven.

Europa - Seoul. 7 1/2 uur sneller (advertentie 5 mei 1990)

Vliegen via een grootcirkel geeft blijkbaar een grote tijdwinst.

Kibla (Encyclopedia of Islam, Volume V, p. 84)

Zoek uit wat de letters in de formule betekenen en reken de kibla (q) op de rekenmachine uit voor Amsterdam.

Zeemijlen, of kilometers? (een artikel en een ingezonden brief)

Decimalisering van graden.

Een advertentie, een cartoon en een radiobericht.

C Toets

Hier volgt een aantal voorbeeldvragen waaruit u een toets kunt samenstellen.

- 1 Een grootcirkel tussen twee punten op de aardbol geeft de en de aan. (kortste afstand en richting)
- 2 Geef bij elk van de volgende beweringen over een grootcirkel op de aardbol aan of hij goed of fout is.
 - a een grootcirkel is een cirkel die de aardbol in twee helften verdeelt
goed/fout
 - b een grootcirkel is een grootst mogelijke cirkel op de aardbol
goed/fout
 - c een grootcirkel is een cirkel die de aardbol in twee stukken verdeelt
goed/fout
 - d een grootcirkel is een cirkel die door de noordpool en de zuidpool gaat
goed/fout
 - e een grootcirkel is een cirkel van 40000 km
goed/fout
 - f een grootcirkel is een cirkel die niet evenwijdig aan de evenaar loopt
goed/fout
 - d een grootcirkel is een cirkel met de grootste straal
goed/fout
 - g de evenaar is een grootcirkel
goed/fout
 - h een grootcirkel is de kortste afstand tussen twee plaatsen
goed/fout
- 3 Vliegend in richting oost rond de aarde volg je:
 - a een parallelcirkel,
 - b een grootcirkel,
 - c een kleincirkel,
 - d er is niets over te zeggen.Streep door wat fout is
- 4 De lengte van de evenaar op aarde is 40.000 km.
 - a Hoe ver ligt de noordpool van de evenaar, gemeten over de aarde?
..... km
 - b Hoe ver ligt de noordpool van de evenaar als je dwars door de aarde heen mag meten?
Maak een tekening van de dwarsdoorsnede en reken uit.
..... km

- 5 Het elastiek tussen twee plaatsen gespannen over de globe geeft *een parallelcirkel / een kleinste cirkel / een grootcirkel* tussen die plaatsen aan.
Streep door wat fout is.
- 6 Twee verschillende plaatsen op aarde: A en B. Ze liggen op dezelfde parallelcirkel.
Waarom komt de luchtlijn tussen deze twee plaatsen op het noordelijk halfrond boven de parallelcirkel uit?
- 7 Een plaats op aarde heeft de coördinaten 52° N en 10° O .
Wat zijn de coördinaten van de tegenpool van die plaats?
.....
- 8a *Door elk twee punten op de aardbol gaat altijd een grootcirkel.*
Dat is wel/niet zo, want.....
- 8b *Door elk twee punten op de aardbol gaat niet meer dan één grootcirkel.*
Dat is wel/niet zo, want.....
- 9 *Door elk twee punten gaat een parallelcirkel evenwijdig aan de evenaar.*
Dat is wel/niet zo, want.....
- 10 A en B liggen op een grootcirkel.
Hoe kun je een ander punt vinden dat op dezelfde grootcirkel ligt?
- 11 De evenaar is 40.000 km lang.
Zijn alle grootcirkels 40.000 km lang?
Ja/Nee, want
- 12 Probeer een parallelcirkel te vinden die de helft is van de evenaar.
Waar vind je die? Maak een tekening.
- 13 A en B liggen op een grootcirkel.
Waarom liggen de tegenpolen van A en B op dezelfde grootcirkel?
- 14 A en B liggen op de evenaar.
In welke richting moet je gaan om via de kortste weg van A in B te komen? Waarom?
- 15 A en B en de noordpool liggen op een cirkel.
Is die cirkel dan een grootcirkel?

D Noot

De islam

De islam is - net als het christendom, hindoeïsme, boeddhisme en jodendom - een wereldgodsdienst. De islam is monotheïstisch en is ontstaan op het Arabisch schiereiland in de zevende eeuw na Christus. De geloofsbelijdenis van de islam luidt: 'Er is geen godheid dan God, en Mohammed is de profeet van God.' De koran is het belangrijkste boek van de islam. Een kleine 1 miljard mensen zijn moslim. Nederland telt naar schatting zo'n 400.000 moslims.

Naar zijn rituele aspecten rust de islam in essentie op de 'vijf zuilen', de vijf plichten die iedere moslim moet nakomen. Deze vijf zuilen zijn: de geloofsbelijdenis (sjahada), het gebed (salaat), de godsdienstige belasting (zakaat), het vasten (saum of sijaam) in de maand ramadan en de bedevaart naar Mekka (haddj).

De salaat is de belangrijkste van de rituele plichten. De koran roept tot geen enkele plicht zo vaak op. De salaat wordt voorafgegaan door rituele wassing. Men bidt zonder schoenen aan. Het gebed zelf omvat een groot aantal stappen, waarvan de eerste zijn:

1. Met de tenen in de richting van Mekka (de kibla) gaan staan.
2. Uitspreken van de intentie om te bidden.
3. Handen opheffen tot naast de oren.
4. Uitspreken van de woorden Allahoe akbar ('God is de grootste').

Er zijn vijf dagelijkse verplichte salaats: tussen het begin van de dageraad en zonsopgang, op het midden van de dag, aan het eind van de middag, na zonsondergang en in de late avond. Vanaf de minaret van moskeeën wordt tot de salaat opgeroepen, in standaardbewoordingen, waaraan bij het ochtendgebed nog wordt toegevoegd: 'Het gebed is beter dan de slaap'. Men kan de salaat overigens overal doen, ook in huis of op het werk. Daarover zou de profeet Mohammed gezegd hebben: 'De hele wereld is moskee.' Beschikt men niet over een speciale (schone) ruimte, dan kan men een gebedskleedje uitspreiden. Veelal plaatst de gelovige zijn of haar schoenen voor zich in de richting van Mekka. Overigens kent de islam naast de salaat ook het zogeheten vraaggebed, waarvoor geen regels gelden.

archief FI

02.01.40

Mekka

Docentenhandleiding

Brink, J. van den, en M. Meeder