

HET KOMPAS: STERFDAG VAN GAUSS



23 februari



Inleiding

23 februari is de sterfdag van J.C.F. Gauss (1777-1855). Deze Duitse geleerde stelde als eerste vast dat de aarde een magnetisch veld heeft met twee polen. Hiermee gaf hij een wetenschappelijke verklaring voor de werking van het kompas, een instrument voor navigatie dat ontdekkingsreizigers in staat stelde om grote zeeën en oceanen te bevaren en nieuwe handelsroutes uit te zetten.

Doelgroep

Leerlingen van basisonderwijs groep 7 en 8 (10-12 jaar)

Doelstellingen

- De leerlingen weten hoe een kompas wordt gebruikt;
- De leerlingen hebben kennism gemaakt met de beginselen van het magnetisme en kunnen aan de hand daarvan uitleggen hoe een kompas werkt;
- De leerlingen kunnen uitleggen wat voor betekenis de invoering van het kompas heeft gehad voor de zeescheepvaart.

Vakken en kerndoelen

Rekenen/wiskunde

Domein F Meten

- 16 De leerlingen kunnen eenvoudige tabellen en grafieken lezen en deze in eenvoudige situaties op grond van eigen metingen zelf samenstellen.

Oriëntatie mens en wereld: aardrijkskunde

Domein C, topografie en kaartbeeld

- 10 De leerlingen kunnen zich een voorstelling maken van de kaart van de eigen omgeving, Nederland, Europa en de wereld. Zo'n kaart bevat de volgende topografische elementen:
- de kaart van de eigen omgeving: belangrijke steden, dorpen, wateren en deelgebieden;
 - de kaart van Nederland: provincies, belangrijke steden, wateren en deelgebieden;
 - de kaart van Europa: de landen, belangrijke steden, wateren, gebergten en deelgebieden;
 - de kaart van de wereld: de werelddelen, belangrijke landen, belangrijke steden, wateren, gebergte en deelgebieden. Onder belangrijke landen wordt ten minste verstaan: landen die in de wereld groot politiek gewicht hebben en landen van waaruit veel bewoners naar Nederland zijn gekomen.

Geschiedenis

Domein E, Domein historische gebeurtenissen, verschijnselen, ontwikkelingen en personen

14 Leerlingen kennen in grote lijnen de volgende belangrijke hedendaagse en historische gebeurtenissen, verschijnselen, ontwikkelingen en personen in de geschiedenis:

- ontwikkelingen in de Europese cultuur vanaf de late Middeleeuwen: ontwikkeling van steden en handel, ontdekkingen op het gebied van wetenschap en techniek, Europese expansie, kolonialisme, reformatie;

Bronnen

- Drs. L. de Feiter, *De Van Allen-gordels*, Actuele Onderwerpen nr. 922, 10 augustus 1962.
- *Mobiliteit*, Scriptieservice, Centrum voor Mondiaal Onderwijs, Nijmegen, 2003
- K. Thöne en E. Kaufmann: *Kaart en kompas*, Prakta hobbyboekjes, Baarn/Helmond, 1998

Dank

Wij danken de School of Mathematics and Statistics van de St. Andrews Universiteit in Schotland voor hun toestemming voor overname van enkele afbeeldingen.

W

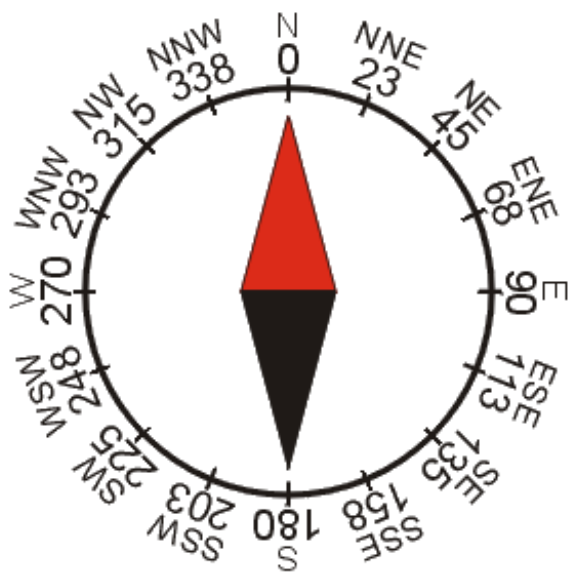
werkbladen

HET KOMPAS



Hoe werkt een kompas?

Zeevaarders en piloten gebruiken een kompas om de juiste richting te zoeken en de houden. Mensen die speur- en verkenningstochten maken op het land, doen dat soms ook, vooral als het donker of mistig is of als het uitzicht door bergen of bossen wordt belemmerd. Ieder kompas heeft een kompasnaald. Die draait rond in een doosje genaamd komphuis, boven een wijzerplaat. Op de wijzerplaat staat een wind- of kompasroos. Daar staan de windrichtingen op of je kunt de richting aflezen in graden. Meestal gaat de schaal van 0 tot 360 graden. Het noorden is dan gelijk aan 0 graden, het oosten aan 90, het zuiden aan 180 en het westen aan 270 graden. Van de naald wijst één punt altijd naar het noorden. Je kunt dus altijd zien waar het noorden is en in welke richting het schip of het vliegtuig reist of in welke richting je loopt. Om dat nauwkeurig te kunnen doen, moet de wijzerplaat plat liggen of recht hangen. Het komphuis zit in een kast waar een richtingzoeker aan vastzit. Hiermee kun je de richting die je volgt of wilt meten bepalen als de noordpunt van het kompas naar het noorden wijst.



N = Noorden (van North)
 E = Oosten (van East)
 S = Zuiden (van South)
 W = Westen (van West)

Piloten, zeevaarders en mensen die een tocht over land maken gebruiken het kompas samen met een kaart van het gebied waar ze hun reis maken. Op die kaart geven ze de plaats aan waar ze vertrekken en de plaats waar ze naar toe willen gaan. Daartussenin trekken ze een lijn die een hoek maakt met de lijn die van noord naar zuid loopt. Met het kompas meten ze die hoek om na te gaan waar ze heen moeten. Onderweg gaan ze soms na of ze nog steeds de goede richting volgen, vooral als ze om grote hindernissen (bergen bijvoorbeeld) heen hebben moeten gaan. Ze gaan na waar ze zijn aan de hand van de afstand die ze hebben afgelegd en de richting die ze daarbij hebben gevolgd. De plaats waar ze zijn wordt op de kaart aangegeven. Van daaruit zetten ze een nieuwe koers uit naar de plaats waar ze willen zijn.

De kompasnaald wijst niet precies naar het noorden maar een klein stukje ernaast. Op alle kompassen is op de wijzerplaat een punt aangegeven vlakbij de punt van het noorden of 0 graden. Als de naald precies naar dat punt wijst, dan wijst het punt waar Noord of 0 graden bij staat precies naar het noorden. Als een kompasnaald in het midden aan een touwtje wordt opgehangen, gaat de naald niet alleen naar het noorden wijzen, maar ook schuin naar beneden. Hoe dat komt, laten we op het volgende werkblad zien.



- opdracht**
1. Met hoeveel graden komt zuidoost overeen, met welke windrichting 225 graden?
 2. Neem een kaart van Nederland. Trek een rechte lijn van je woonplaats naar het drielandenpunt in Limburg. Welke koers moet je aanhouden om die lijn vanuit je woonplaats te volgen?
 3. Als er in een weerpraatje gezegd wordt dat er een zuidwestenwind staat, waar waait de wind dan naartoe?



Hoe werken magneten?

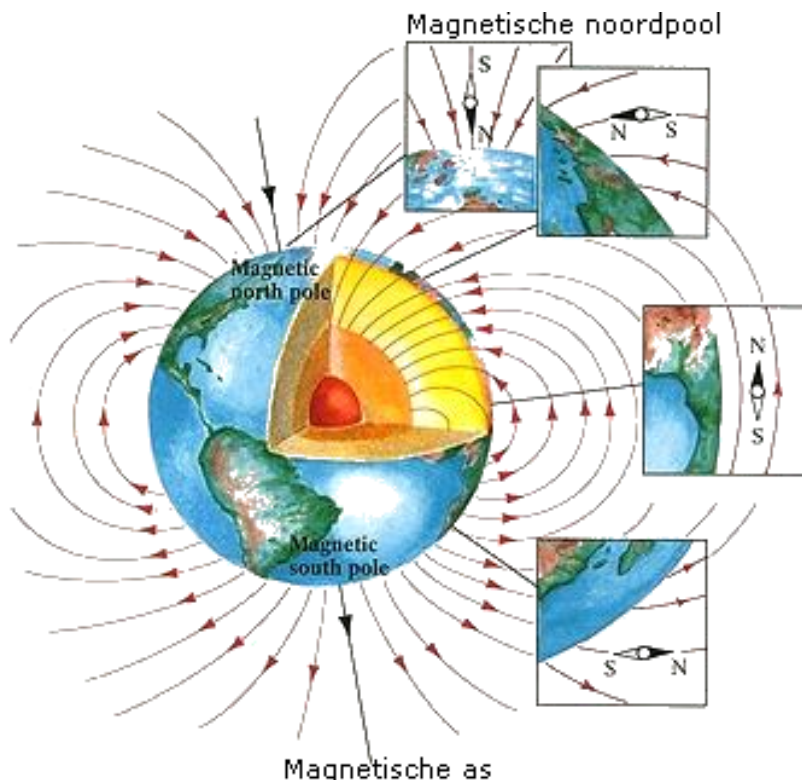
Sommige voorwerpen trekken andere voorwerpen aan. We noemen die voorwerpen magneten of zeggen dat ze magnetisch zijn. Op iedere magneet zitten twee punten waar de aantrekkingskracht het sterkt is, de noordpool en de zuidpool van de magneet. Rondom de magneet is een ruimte waarbinnen voorwerpen worden aangetrokken. Deze ruimte heet het magnetisch veld. We gaan vier proeven met magneten doen. Schrijf bij iedere proef op wat er gebeurt.



1. Ga na welke voorwerpen (munten, spijkers, punaises bijvoorbeeld) een magneet aantrekt en welke niet. Uit welke materialen bestaan de voorwerpen die door de magneet worden aangetrokken? Van welk materiaal is de magneet gemaakt?
2. Breng een voorwerp dat door de magneet aangetrokken wordt langzaam naar de magneet toe en dan weer ervandaan. Wanneer neemt de aantrekkingskracht tussen het voorwerp en de magneet toe? Wanneer neemt die af?
3. Houd in iedere hand een magneet. Breng de polen van de magneten bij elkaar. Draai één van de magneten een halve slag om en breng de polen van de magneten weer bij elkaar.
4. Leg een magneet plat op een tafel. Strooi op een leeg vel papier ijzervijlsel of spijkers, overal evenveel, en leg het vel dan op de magneet. Wat krijg je dan te zien?

Er zit een magneet in de aarde

De naald in een kompas is een magneet. Één van de uiteinden van de naald wijst altijd naar het noorden. Als je door het kompas te bewegen de naald aan het draaien brengt en je legt het kompas neer, dan gaat hetzelfde punt van de naald weer naar het noorden wijzen. De naald wordt door een andere magneet aangetrokken. Die zit in het binnenste van de aarde.



Gauss

In 1600 schrijft de Engelsman William Gilbert een boek over magneten. Hierin zegt hij dat de aarde zelf een magneet is. Hoe die magneet werkt, weten we dankzij een andere geleerde, Johann Carl Friedrich Gauss.



Gauss wordt in 1777 in de Duitse stad Braunschweig geboren. Op school blijkt hij vooral goed te zijn in rekenen en wiskunde. Van 1795 tot 1798 studeert hij aan de universiteit van Göttingen, daarna aan die van Helmstedt. Hij wordt een beroemd sterrenkundige. Ook houdt hij zich bezig met wiskunde. In 1818 vraagt de regering van de stadstaat Hannover hem om als landmeter te werken. De regering wil nieuwe kaarten van de staat maken. Dan leert hij de ontdekkingsreiziger Alexander von Humboldt en de natuurkundige Wilhelm Weber kennen. Samen gaan ze na hoe sterk een kompasnaald wordt aangetrokken en hoe schuin deze naar beneden of naar

boven wijst. Dat blijkt per plaats te verschillen. Ga je naar de noordpool, dan wijst de naald steeds meer naar beneden. Sta je op de evenaar, dan blijft de naald bijna horizontaal hangen. En ga je vandaar naar de zuidpool, dan wijst de naald steeds meer naar boven (dit kun je allemaal zien op de uitsneden van de afbeelding op het vorige werkblad).

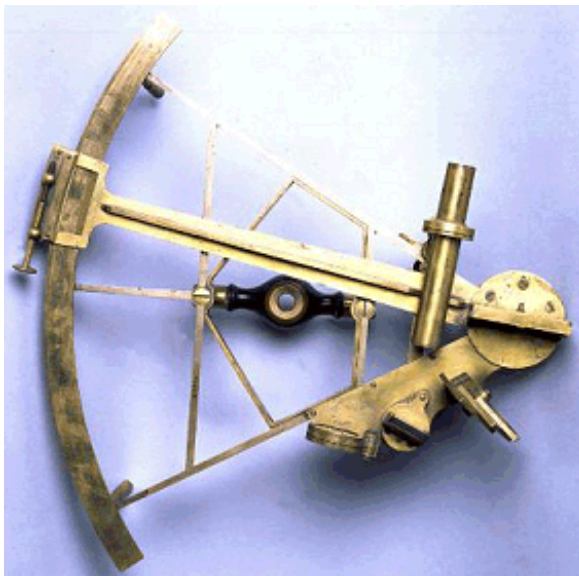
Ook wordt de naald steeds krachtiger aangetrokken naarmate je dichterbij één van de polen bent. Er zit dus een magneet in de aarde met een noord- en een zuidpool. De geleerden ontdekken ook dat de noordpool van de magneet niet op de noordpool van de aarde ligt maar enkele honderden kilometers ervandaan. Gauss rekent uit waar precies de magnetische noordpool te vinden is. Ook de magnetische zuidpool ligt niet precies op de zuidpool van de aarde. Ten slotte maakt Gauss een atlas van het magnetisch veld van de aarde. Die verschijnt in 1841. Gauss sterft op 23 februari 1855 in Göttingen.



5. Niemand heeft ooit monsters van de kern van de aarde genomen. Toch weten we wat er voor materialen inzitten. Welke?
6. Waar kun je géén kompas gebruiken? Waarom niet?
7. Als je op op de echte noordpool bent, welke richting wijst de kompasnaald uit? Kun je dat verklaren?

Van zeilsteen tot kompas

In de Oudheid weten de Grieken en de Chinezen dat sommige stenen magnetisch zijn. Ze bestaan uit een stof genaamd magnetiet. Chinese en Griekse zeevaarders gebruiken stukken magnetiet als kompasnaalden omdat van die stukken hetzelfde deel altijd naar het noorden wijst. Deze stenen worden daarom ook wel zeilstenen genoemd. Daarna maken de Chinezen de eerste echte kompassen. In een Chinees boek uit 1086 wordt voor het eerst over een kompas gesproken. De Arabieren leren daarna het kompas kennen en vanaf de 12^e eeuw worden ook in Europa kompassen gebruikt.



Een sextant

Eerst bepalen zeelieden hun koers aan de hand van de stand van zon, maan en sterren. Ook gebruiken ze kaarten van kustgebieden en verslagen van andere zeelieden die dezelfde route al eerder gevaren zijn. Daarin kunnen ze bijvoorbeeld zien uit welke richting de wind in een bepaald gebied waait. Om de weg niet kwijt te raken, blijven zeelieden meestal zó dicht bij de kust varen dat die vanaf het schip te zien is. Dankzij het kompas kunnen zeelieden ook hun koers bepalen als ze geen kust kunnen zien. Daardoor kunnen ze dwars over grote zeeën en oceanen varen. Net als voorheen gaan zeelieden aan de hand van zon, maan en sterren na waar ze zich bevinden (met behulp van een zogeheten *sextant*).

Zo gaan ze bijvoorbeeld na hoe hoog de Poolster in het noorden aan de horizon staat. Van de noordpool af gezien staat deze ster recht boven je hoofd, vanaf de evenaar gezien precies op de horizon. Als je weet hoe hoog de ster vanaf het schip gezien aan de hemel staat, weet je ook hoe ver je van de noordpool en van de evenaar af bent.



1. Welke werelddelen kun je per schip vanuit Europa bereiken zonder een grote zee of oceaan over te steken? Welke niet?
2. Waarom zijn volgens jou die werelddelen pas na 1492, toen Columbus zijn eerste ontdekkingsreis maakte, door Europese zeelieden ontdekt?
3. Ga met enkele leerlingen na hoe je een kompas samen met een kaart of plattegrond gebruikt. Zet dan een speurtocht uit. Ga daarvoor naar een bibliotheek of vraag iemand die met kompassen kan werken om je te helpen.



Hoe werkt een kompas?

We kijken eerst naar de werking van het kompas.

opdracht



1. Zuidoost komt overeen met 135 graden en 225 graden komt overeen met zuidwest.
2. Het Drielandenpunt is het zuidelijkste punt van Nederland. Alle lijnen vanuit steden en dorpen lopen dus min of meer in zuidelijke richting naar dit punt, van oostzuidoost vanuit Zeeland tot zuidzuidwest vanuit de Achterhoek.
3. Bij weerberichten wordt altijd gezegd uit welke richting de wind komt. Bij zuidwestenwind beweegt de lucht uit het zuidwesten naar het noordoosten.

Hoe werken magneten?

Vervolgens kijken we naar de werking van magneten, zoals ontdekt door Gauss.

opdracht



1. Magnetten trekken voorwerpen aan die ijzer, nikkel en/of kobalt bevatten. Ze bevatten zelf tenminste één van die materialen;
2. De aantrekkingskracht neemt toe naarmate de afstand tussen voorwerp en magneet kleiner wordt en neemt af naarmate de afstand groter wordt. Nauwkeuriger gezegd: de aantrekkingskracht is omgekeerd evenredig aan het kwadraat van de afstand.
3. Van twee magneten trekken ongelijke polen elkaar aan en stoten gelijke polen elkaar af.
4. IJzervijlsel of spijkers verzamelen zich langs gebogen lijnen die de polen van de magneet met elkaar verbinden. Daar komen alle lijnen bij elkaar terwijl de onderlinge afstand van de lijnen en hun afstand tot de magneet het grootst is precies tussen de twee polen in.
5. De kern van de aarde moet ondermeer uit materialen bestaan waar magneten van te maken zijn, anders zou de aarde géén magnetisch veld hebben.
6. Rond de magnetische noordpool wijst de kompasnaald vrijwel loodrecht naar beneden en op de zuidpool vrijwel loodrecht naar boven. In het horizontale vlak ondervindt de naald nauwelijks enige aantrekkingskracht. Indien de naald alleen in het horizontale vlak kan draaien, wijst die in een willekeurige richting.
7. Op de noordpool, precies 90 graden noorderbreedte, zou de naald naar het zuiden wijzen omdat de magnetische pool op enkele honderden kilometers afstand, in het noorden van Canada ligt.

Van zeilsteen tot kompas

De uitvinding van het kompas was een grote stap vooruit voor de scheepvaart en heeft de grote ontdekkingsreizen mogelijk gemaakt.

opdracht



1. Amerika, Australië en het zuidpoolgebied zijn door grote zeeën en oceanen afgescheiden van de andere werelddelen.
2. Deze drie werelddelen konden pas worden ontdekt nadat zeelieden met behulp van een kompas over grote zeeën en oceanen konden varen.
3. Een doe-opdracht voor groepjes. Ieder groepje heeft een kompas en een kaart of plattegrond nodig. Informatie over kaartlezen en het gebruiken van een kompas is onder meer te vinden in het boek *Kaart en kompas* door K. Thöne en E. Kaufmann.

Meer informatie op internet:

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Gauss.html>
Levensbeschrijving van H.C.F. Gauss met aandacht voor zijn belangrijkste wetenschappelijke ontdekkingen;

<http://www.nrc.nl/W2/Lab/Profiel/DeZon/veld.html>
artikel *De dieren merken er niets van* in NRC Handelsblad van 18 februari 2000 door Karel Knip

