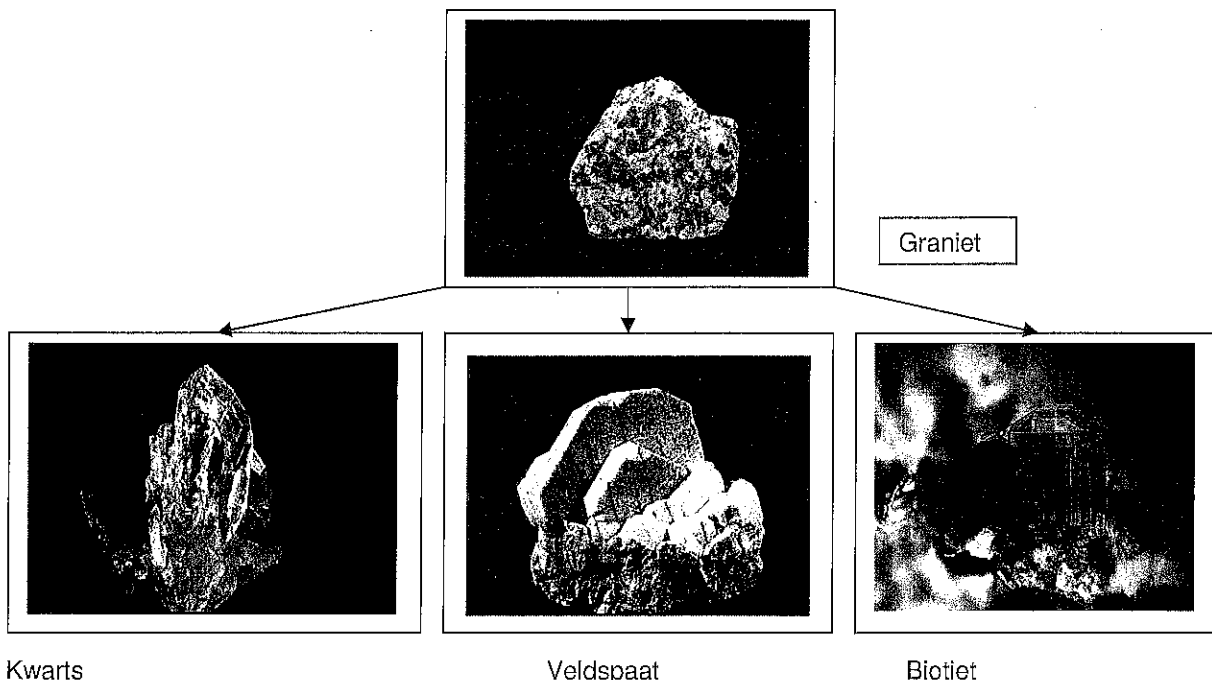


Inleiding

Welk gesteente je ook in je handen krijgt, het heeft altijd een oneffen oppervlak. Het gesteente is opgebouwd uit korrels of kristallen. Die kristallen kunnen klein maar ook heel groot zijn en worden mineralen genoemd. Alle gesteenten uit de gesteentecyclus op aarde bestaan uit mineralen. Een mineraal is een anorganische hard stof (bevat geen koolstof), die in de natuur ontstaat. Door de International Mineralogical Association zijn er meer dan 4.000 beschreven en elk jaar komen er tussen de 50 en 70 bij. Circa 30 mineralen komen veelvuldig voor. Afhankelijk hoe het gesteente is ontstaan, kan het een of meer mineralen bevatten. Er zijn gesteenten die bestaan uit één mineraal, bijvoorbeeld kalksteen en marmer. Die bestaan uit het mineraal calciet. Meestal bestaat het gesteente uit een kenmerkend mengsel, in bepaalde verhoudingen, van twee of drie mineralen, bijvoorbeeld graniet. Dit gesteente bestaat uit de mineralen kwarts, veldspaat en glimmer (biotiet).



Mineralen hebben hun eigen unieke chemische identiteit. De mineralen worden in groepen verdeeld op basis van de chemische samenstelling en interne structuur. Mineralen worden in het veld vaak herkend aan de kristalvorm, de kleur, de kleur die zij afgeven wanneer zij gekrast worden, de streepkleur en de hardheid. Deze klassieke vorm van herkenning vergt veel ervaring en is niet altijd betrouwbaar.

De wetenschap die mineralen bestudeert wordt mineralogie genoemd, dit gebied van wetenschap heeft dikwijls raakvlakken met de chemie omdat mineralogie ook onderzoek doet naar de samenstelling van het mineraal, de meeste mineralen bestaan immers uit zouten.

Het is misschien wat ingewikkeld voor de leerlingen, maar de mineralen zijn ook weer opgebouwd uit een paar scheikundige basisstoffen, de zogenaamde elementen. De geoloog maakt onderscheid in de hoofdelementen en elementen die vrij zeldzaam zijn. De hoofdelementen zijn silicium en zuurstof. Meer dan 75% van de aardkorst bestaat uit deze elementen. In combinatie vormen silicium en zuurstof de meest voorkomende groep mineralen, de zogenaamde silicaten. Meer dan 98% van alle gesteenten van de aardkorst bestaat uit silicaten, zo ook de drie mineralen die je in graniet terugvindt. Een belangrijke groep mineralen zijn de carbonaten. Deze bevatten naast zuurstof het element koolstof. De meeste carbonaten zijn zacht en witachtig, zoals calciet of kalkspaat (calciumcarbonaat). Uit kalkspaat wordt kalksteen en marmer gevormd. De carbonaten zijn te herkennen doordat ze in zuur oplossen. De carbonaten gaan door het zuur bruisen en borrelen. De geoloog weet dan dat hij met een carbonaatgesteente heeft te maken.

Doeleinden

Werken met de set mineralen en halffabrikaten is een grote ontdekkingstocht voor de leerlingen:

- Ze leren wat mineralen zijn;
- Ze leren dat gesteenten uit een of meerdere mineralen bestaan;

- Door te experimenteren met gesteenten en mineralen ontdekken leerlingen dat gesteenten naast verschillende vormen en structuren ook andere verschillende eigenschappen hebben. Leerlingen ontdekken verschillen in kleur en glans; hardheid, dichtheid en doen een strijkttest;
- Ontdekken dat het leuk is om gesteenten en mineralen te verzamelen.
- Ook krijgen de leerlingen een beeld van de vakgebieden die zich met gesteenten- en mineralen bezighouden.

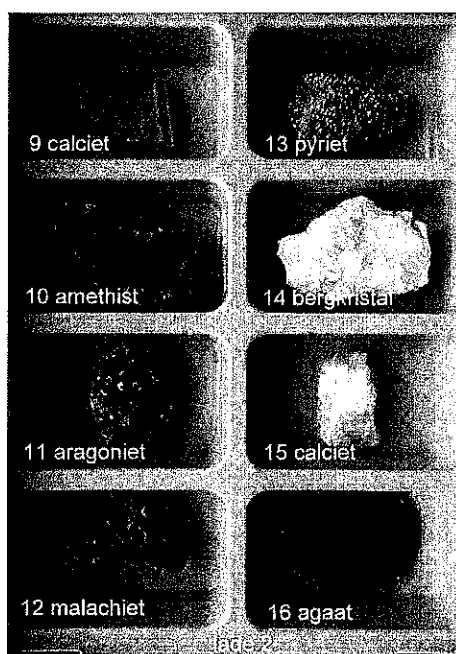
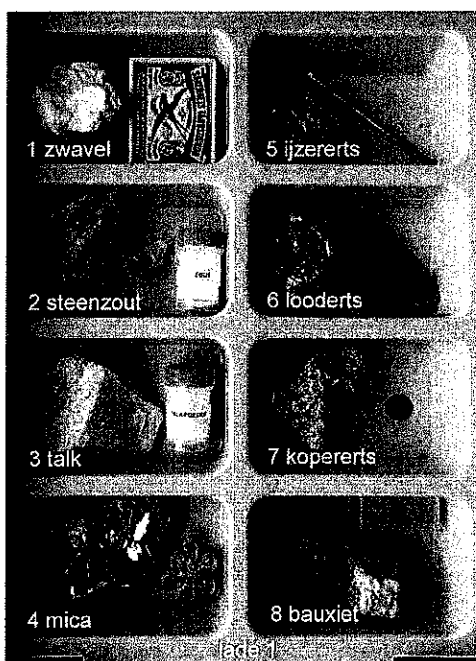
Curriculum aardrijkskunde

De set mineralen- en halffabrikaten is te gebruiken in het curriculum aardrijkskunde. In onderstaand schema zijn voor de drie leergangen en de twee belangrijke aardrijkskundemethoden aangegeven bij welk hoofdstuk het te gebruiken is.

leergang	vmbo			havo			vwo		
	De Geo	Buitenland	Wereldwijs	De Geo	Buitenland	Wereldwijs Humboldt	De Geo	Buitenland	Wereldwijs Humboldt
1									
2		2 Landschap			2 Landschap; Van de bergen naar de zee	2 Actieve aarde (Hb)		2 Landschap; Van de bergen naar de zee	2 Actieve aarde (Hb)
3	Omgaan met natuurlijke hulpbronnen			5 Het Ned. landschap	3 Aarde; De aardkorst als archief	2 Aardrijkskunde, natuur en techniek (4e ed.)	5 Het Ned. landschap	3 Aarde; De aardkorst als archief	2 Aardrijkskunde, natuur en techniek (4e ed.)
4					2 Aarde: klimaatzones en landschappen				
5				Systeem aarde	2 Aarde endogene en exogene processen		Systeem aarde	1 Aarde endogene en exogene processen	
6								4 herhaling aarde	

Beschrijving leermiddelen

De set mineralen en halffabrikaten bestaat uit twee laden.



Selectiecriteria

Bij de selectie van de gesteenten, mineralen en halffabrikaten zijn de volgende criteria gehanteerd:

- De belangrijkste ertsen en halffabrikaten die in productieprocessen worden gebruikt
- Veel voorkomende mineralen met herkenbaar grote uiterlijke verschillen.

Begrippen of definities

Gesteente is het harde materiaal van de aardkorst. Er zijn 3 soorten:

- afzettings- of sedimentgesteenten. Deze zijn ontstaan door afzetting (sedimentatie) of bezinking van minerale deeltjes, aangevoerd door water of wind en later verhard of aaneengekit.
- stollingsgesteenten. Er zijn twee soorten stollingsgesteenten. Wanneer magma diep in de aardkorst al binnendringt (intrusief) in bestaand gesteente spreken we van stollingsgesteente, c.q. dieptegesteente. Het gesteente dat door afkoeling van lava aan het aardoppervlak ontstaat, is ook een stollingsgesteente maar wordt ook uitvloeiinggesteente of extrusief gesteente genoemd.
- metamorfe gesteenten, onder hoge druk en temperatuur (bijvoorbeeld tijdens gebergtevorming) ontstaan door omzetting van een ander gesteente

Erts is een delfstof die zoveel metaal bevat dat het er met voordeel uit kan worden gehaald.

Halffabricaat is een product van verwerking van grondstoffen, gebruikt om gebruiksvoorwerpen van te maken.

Mineraal is een in de aardkorst voorkomende stof van een vaste samenstelling, kleur, (kristal-)vorm en andere eigenschappen.

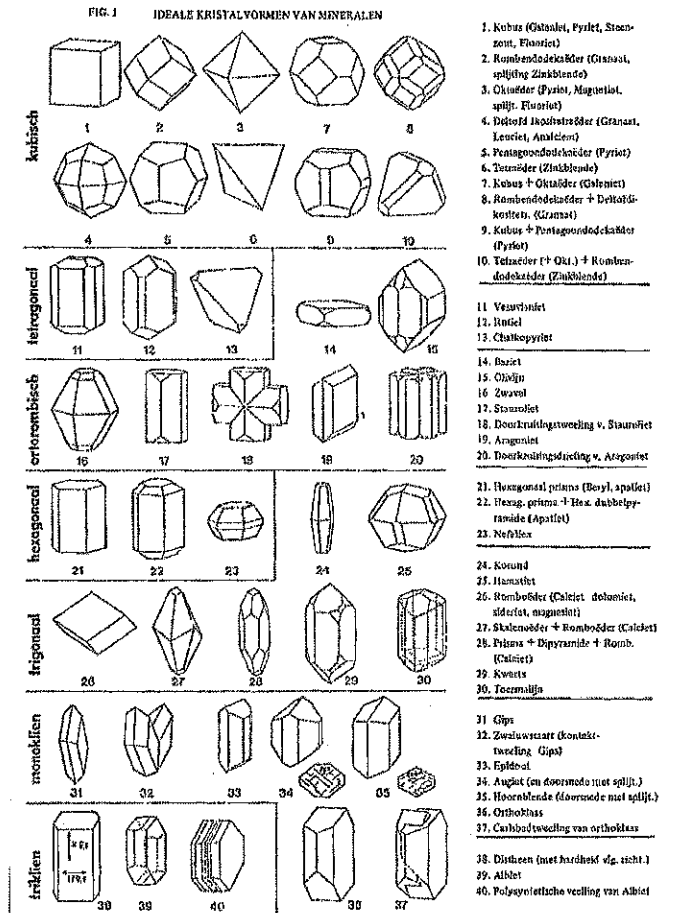
Streep, of streepkleur de kleur die het mineraal afgeeft bij wrijven over een ongeglazuurd porseleinen tegeltje.

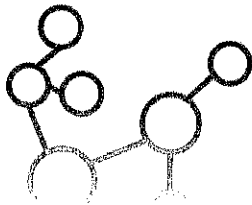
Hardheid is een indicator om een mineraal te identificeren. Een harder materiaal geeft krassen op een zachter materiaal. In 1812 ontwikkelde de Duits mineraloog Friedrich Mohs de hardheidschaal van mineralen. Hierbij is het mineraal talk (1) het zachtst en diamant (10) het hardst. Kwarts, het hoofdbestanddeel van zand, heeft op de hardheidsschaal van Mohs de hardheid 7. Mineralen met een grotere hardheid heten edelstenen. Sieraden van deze mineralen worden niet dof, omdat stof en zand er geen krassen in maken.

Dichtheid ($\rho = Gr. \text{ letter } rho$) in de natuur- en scheikunde een grootheid die uitdrukt hoeveel massa (m) van dat materiaal aanwezig is in een bepaald volume (V), ofwel $\rho = m/V$. Metalen zijn in de regel veel 'dichter' (zwaarder in verhouding met hun omvang) dan niet metalen.

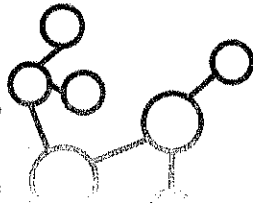
Glans is het aanzien van een oppervlakte van een kristal, ofwel de wijze waarop het mineraal het licht weerkaatst. De veel gebruikte begrippen zijn praktisch en niet wetenschappelijk, zoals dof, aardachtig, vettig, metalliek, parelmoerachtig, harsachtig, zijdeachtige, glasachtig en wasachtig.

Kristalvormen of **kristalstelsel** de manier waarop kristallen van het mineraal symmetrisch zijn. Er zijn enorm veel verschillende kristalvormen. De wetenschap heeft de kristalvormen onderverdeeld in 7 stelsels op basis van hun symmetrie, spiegelvlakken, draaiassen en symmetriecentrum. Twee kristalvormen die zeer goed te herkennen zijn, zijn kubusvormig (kubisch) en zeskantig (hexagonaal).

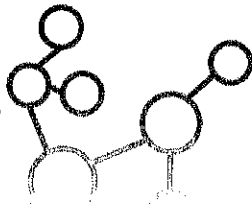




No	Grondstof	Omschrijving Kenmerk relevant voor les en/of experiment Vindplaats	Kleur Glans Hardheid Streep ρ (dichtheid) Kristalstelsel
1	Zwavel, lucifers	Zwavel is een niet-metaal met een helder gele kleur. Bij verbranding straalt het blauw licht uit en produceert een rotte eierenlucht, zwaveldioxide. Zwavel komt in grote hoeveelheden voor in mineralen zoals pyriet, galeniet en bariet. In vulkanische gebieden, zoals Indonesië, wordt het ook in vrije vorm gevonden. In alle levende wezens komt zwavel voor. Aangezien aardolie van oorsprong levend organisme is bevat het zwavel.	Helder geel tot geelbruin Glasachtig 2 Witte streep 2,0-2,1 Orthorombisch
2	Steenzout, zout	Steenzout of haliet is zout, uitgekristalliseerd op de bodem van indampingsmeren in warme streken. Dat we steenzout in Nederland terugvinden duidt er dus op dat het gebied dat nu Nederland is ooit in warmere streken (vergelijkbaar met Middellandse zee klimaat) heeft gelegen. In Oost-Nederland in diepere lagen.	Helder of wit Glasachtig 2 Witte streep 2,1+ Isometrisch
3	Talk, talkpoeder	Talk is een zeer zacht mineraal en definieert een hardheid van 1 op de schaal van Mohs. Talk wordt ingezet als vulstof in papier, verf, rubber, kunststof en keramiek. Talk voelt zepig of vettig aan en is een bestanddeel van poeder voor cosmetica en baby's, maar ook verwerkt in voedsel en in medicijnen.	Wit, groenig, grijs Dof, parelmoer, vettig 1 Witte streep 2,7-2,8 Monoklien
4	Mica, glitters	Mica, muskoviet of glimmer is de naam voor een grote groep mineralen met schilferige bijna transparante lagen. De reflecterende eigenschappen van mica's worden benut in bijvoorbeeld haarlak en lippenstift.	Wit, zilver, geel, groen en bruin Glasachtig tot parelmoer 2-2,5 Witte streep 2,8 Monoklien
5	Hematiet, ijzererts, spijker	IJzer, hematiet, of bloedsteen (Gr. haima is bloed), roodijzersteen is het meest voorkomende element in de aarde, een derde van de totale massa. Het meeste ijzer zit diep in de aardkorst, maar is ook volop aanwezig in oppervlaktegesteente, vermengd met andere mineralen in de vorm van ertsen. De zgn. streep, of streepkleur is karakteristiek bloedrood - het mineraal ontleent daaraan z'n naam. Het komt overal in de wereld voor, maar meer dan de helft van de wereldproductie is in Brazilië, China en Australië. Hematiet bestaat voor 70% uit ijzer.	Staalgrijs tot zwart als kristal en rood tot bruin in gesteente Metallic of dof 5-6 Rood 5,3 Trigonaal
6	Galeniet, looderts, brok lood	Galeniet of loodglans is een mineraal. Het is gemakkelijk te buigen (loodslab) en bestendig tegen corrosie. Het wordt al sinds de oudheid gebruikt. Het komt overal voor. Er zijn vindplaatsen van galeniet in België en Duitsland die hun naam te danken hebben aan dit mineraal, Plombières (B) en Bleiberg (D). China, Australië en de VS zijn de voornaamste landen waar looderts wordt gewonnen. Gezamenlijk delven en verwerken zij meer dan driekwart van de totale wereldproductie. Lood wordt hoofdzakelijk toegepast in accu's, loodslabben, batterijen, en vroeger in verf.	Donkergrijs Metallic tot dof 2,5+ Loodgrijs 7,5-7,6 Isometrisch



7	Chalcopyriet, kopererts, munt	Koper heeft een opvallende kopergele kleur. Het is ook een van de meest beschikbare mineralen en wordt al vele beschavingen lang toegepast. De belangrijkste bronnen van koper zijn mineralen chalcopyriet, chalcociet, en vele andere. Belangrijke vindplaatsen van kopererts zijn Chili, Peru, Indonesië, Rusland en de Verenigde Staten. Koper wordt verwerkt in koperdraad, koperbuizen, elektromagneten, munten, blaasinstrumenten.	Kopergeel; verkleurt tot blauwe, groene en paarse tinten Metalliek 3,5-4 Donkergroen 4,2 Tetragonaal
8	Bauxiet, aluminium knol en pijp	Bauxiet is de naam van het erts van aluminium. 8% van het gewicht van de aardkorst bestaat uit aluminium. Australië is de grootste leverancier van bauxiet. In 1915 werd in Suriname bauxiet ontdekt. De opbrengst uit bauxiet is een van de belangrijke inkomstenbronnen voor de Surinaamse staat. Op dit moment is ongeveer 700 miljoen ton (meer dan 70% van ooit geproduceerd aluminium) nog steeds in gebruik als gevolg van de lange levenscyclus van aluminium (10-20 jaar in transport, 50-80 jaar in gebouwen). Het recyclingpercentage van aluminium bedraagt ongeveer 90% in transport en bouw, meer dan 55% in verpakkingen en tot 90% in sommige landen, voor blikjes.	Zilverwit Metalliek 1,5 Witte streep 2,72 Isometrisch
9, 15	Calciet	Calciet of kalkspaat is een van de meest voorkomende mineralen. Het is een algemeen bestanddeel van sedimentaire gesteenten in karstgebergten (als druipsteen). Het is het mineraal dat kalksteen en marmer vormt en daarmee het meest voorkomende mineraal van biologische oorsprong. Calciet is het hoofdbestanddeel van kalksteen, krijtgesteente en marmer, maar ook een bestanddeel van mergel, gebruikt in cement. Calciet heeft een kenmerkende dubbele refractie: als je een calcietkristal op een regel tekst legt zal je de tekst twee keer boven elkaar zien.	Wit of kleurloos Glasachtig tot harsachtig, dof 3 Witte streep 2,7 Trigonaal
10	Amethist	Amethist is een van de mooiste variëteiten van het mineraal kwarts (SiO_2) en is de meest gewilde steen uit de kwartsgroep. Sporen ijzer in het kwarts kleuren de steen van lichtmauve tot donkerviolet. Amethist komt voor op plaatsen waar graniet aan het oppervlak is gekomen. Brazilië, de VS, Rusland, Namibië en Zambia. Amethist wordt veel verwerkt in sieraden.	Vele variëteiten: helder, rookkwarts, violet Glasachtig, harsachtig 7 Witte streep 2,65 Trigonaal
11	Aragoniet	Het mineraal aragoniet is een calciumcarbonaat met chemische formule CaCO_3 . Zeedieren scheiden het van nature af om hun schalen te maken. Het bruist in een zuuroplossing. Het is ontdekt in Aragon, Spanje. Aragoniet wordt steeds gevormd bij lage temperatuur dicht bij het aardoppervlak. Aragoniet wordt gevonden in Geisers, warmwaterbronnen en grotten.	Wit of kleurloos Glasachtig tot dof 3,5-4 Witte streep 2,9-3 Orthorombisch
12	Malachiet	Malachiet is een heldergroen mineraal dat als edelsteen wordt gebruikt. Het is een kopercarbonaat met de chemische formule $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. Malachiet komt voor in Rusland, China en India. Malachieten in Mexico, Chili en Cuba zijn van edelsteenkwaliteit, maar de mooiste zijn in de Copperbelt ("kopergordel") in Congo-Kinshasa en Zambia gevonden.	Groen Glasachtig tot dof 3,5-4 bleekgroen streep 4 Monoklien



13	Pyriet	Pyriet is een ijzerhoudend mineraal en een belangrijk zwavelerts. De kubusvormige goudkleurige kristallen zijn zeer karakteristiek. Pyriet komt overal in allerlei gesteenten voor. Bijnaam: Fool's gold, omdat het door de kleur gemakkelijk verward kan worden met echt goud. Belangrijke vindplaatsen zijn Elba, Spanje, Duitsland, Rusland, Zuid-Afrika, Peru en in het zuiden van de VS.	Kopergeel Metalliek 6-6,5 Groenachtig zwarte streep 5,1+ Isometrisch
14	Bergkristal/ kwarts	Bergkristal is afgeleid van het Grieks 'krystallos' dat ijs betekent. Het is de kleurloze en meest voorkomende variant van het mineraal kwarts. Het wordt gevonden in Alpenlanden, maar ook in Duitsland, Polen en Frankrijk. Ook in India, Brazilië en de VS komt bergkristal voor.	Kleurloos Glasachtig 7 Witte streep 2,6 Trigonaal
16	Agaat	Agaat is een uiterst fijnkorrelige kwarts in knollen. Bij doorzagen toont het prachtige concentrische banden. De naam komt van de rivier Achatas op Sicilië, waar vroeger veel agaten zijn gevonden. De belangrijke bronnen van agaat zijn Brazilië, Uruguay en de Verenigde Staten (Oregon, Washington en rond het Bovenmeer). Dichterbij Nederland en België wordt ook agaat gevonden in de Hunsrück in Duitsland.	Veelkleurig met overwegend grijze, grijsblauwe en witte tinten, witgrijs, groen, rood en zwart Glasachtig, zijdeglas, dof 6-7 Geen streep 2,6 Trigonaal

Bij de set mineralen en halffabrikaten (185506) is een complete klassenset hulpattributen verkrijgbaar om de bijbehorende experimenten te kunnen uitvoeren.

Lessuggesties en experimenten

Met de Set mineralen- en halffabrikaten kunnen de volgende experimenten worden gedaan:

- 1 Kleur en glans proef
- 2 Hardheidsproef
- 3 Dichtheid bepalen
- 4 Strijktest

Deze experimenten zijn in aparte docentenhandleidingen beschreven. Ook is er voor elk experiment een leerlinghandleiding gemaakt.

Praktische tips voor het gebruik van de experimenten.

Experimenten met de hele klas uitvoeren:

Experiment E1 kleur en glans.

Experiment voor de hele klas: Verdeel de klas in 6 groepen. Leg een mineraal in het midden van de tafel en geef iedere leerling een vergrootglas. Het groepje gaat het mineraal uitvoerig bekijken (evt. doorgeven aan elkaar). Iedere leerling vult zelf het werkblad in. Wissel het mineraal door als ze klaar zijn. Ga door tot elk groepje alle 6 mineralen gehad heeft (of de beschrijvingen van elkaar zijn overgenomen).

Experiment E2 hardheidsproef

Experiment voor de hele klas: Verdeel de klas in 4 groepen. Leg de testset in het midden van de tafel. Het groepje voert gezamenlijk de krastest uit. Iedere leerling vult zelf het werkblad in.

Experiment E3 dichtheid bepalen

Experiment voor de hele klas: Verdeel de klas in groepjes van 3 (maximaal 9 groepjes zijn er nodig). Zet vooraan in de klas de proefopstelling klaar. Roep het eerste groepje naar voren. Laat ze de test uitvoeren terwijl de rest van een afstandje meekijkt. Het groepje geeft de meetgegevens door aan de klas. Daarna gaat ieder voor zicht de dichtheid

bepalen. Daarna wordt een volgend groepje naar voren gehaald. Deze voert de metingen uit van het volgende mineraal en geeft de gegevens weer door aan de rest van de klas. Enz. Gebruik eventueel de webcam opstelling (art.nr. 350703) en beamer of digitaal schoolbord om de klas mee te laten kijken.

Experiment E4 strijkttest

Experiment voor de hele klas: Verdeel de klas in 4 groepjes. Geef elk groepje een testset. Laat ze een streep trekken en de kleur bepalen. Iedere leerling vult zelf het werkblad in.

Experimenten carrousel:

In de klas kunnen ook vier (of vijf) experimentgroepen worden ingedeeld. Op elke tafel staat dan een experiment.

Leerlingen draaien steeds door. Deel de tafels als volgt in:

Tafel 1: experiment E1 kleur en glas. Leg hier de volgende mineralen neer: amethist, bergkristal, malachiet en mica.

Tafel 2: experiment E2 hardheidsproef. Leg de testset mineralen en de krasattributen op tafel.

Tafel 3: experiment E3 dichtheid bepalen. Leg hier de volgende mineralen neer: pyriet, calciet, aragoniet, looderts en alle hulpmiddelen om de dichtheid te kunnen bepalen.

Tafel 4: experiment E4 strijkttest. Leg de testset op tafel.

Evt. Tafel 5: overig. Leg de overige stenen/hulpmiddelen uit de set op de tafel (zwavel, steenzout, talkpoeder, ijzererts, bauxiet en agaath). Laat de leerlingen goed kijken, voelen en ruiken laat ze opschrijven wat ze zien/voelen/ruiken. Kunnen ze achterhalen wat het is? Kunnen ze bijzonderheden vinden?

Vakgebieden

Geologie of aardkunde ($\gamma\epsilon\omicron\varsigma$ = geos = aarde, $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ = logos = wetenschap) is de wetenschap die de aarde, haar geschiedenis en de processen die haar vormen en gevormd hebben, bestudeert. Geologie behoort tot de aardwetenschappen. Wetenschappers die de geologie als vakgebied hebben, worden geologen genoemd. Gesteenten bevatten informatie over de wijze waarop ze zijn ontstaan, en van de ontwikkeling die ze daarna hebben doorgemaakt. Gesteenten kunnen daarom iets vertellen over de geschiedenis van de aardkorst, het klimaat en over de ontwikkeling van het leven. Het vakgebied dat de inhoud en de stapeling van gesteentelagen bestudeert wordt *stratigrafie* genoemd. Het is nauw gerelateerd aan de *paleontologie*, de wetenschap die fossiele resten van leven uit het verleden bestudeert.

De structurele geologie bestudeert vormen en structuren die ontstaan door vervorming van de aardkorst, vooral in gebergten. Deze structuren kunnen zowel de schaal hebben van continenten als van afzonderlijke stenen. Gerelateerd hieraan is de *petrologie*, de classificatie en bestudering van gesteenten en hun ontstaanswijze.

Als *scheikunde* wordt gebruikt om de aarde of processen binnenin de aarde en haar atmosfeer te bestuderen spreekt men van *geochemie*. Op dezelfde manier spreekt men bij het gebruik van natuurkunde bij aardse vraagstukken van *geofysica*, waarvan platen tektoniek een belangrijk onderdeel is. Beide richtingen hebben veel raakvlakken met geologie.

Geologie wordt soms verward met *geografie* of *aardrijkskunde*. Het raakvlak tussen de twee is de *fysische geografie*, die de natuurlijke vorming en inrichting van het aardoppervlak bestudeert. Fysische geografie en geologie ontmoeten elkaar in de vakgebieden *geomorfologie* (de bestudering van de vormen van het landschap) en de *sedimentologie* (de bestudering van sedimenten en sedimentaire processen). Het vak heeft ook een raakvlak met de bodemkunde.

De *mineralogie* of *delfstofkunde* is de tak binnen de aardwetenschappen die zich richt op de systematische studie van mineralen, hun voorkomen, ontstaan, metamorfose en rol in de geologie.

Gebruiksmogelijkheden en praktische tips

Waarschuwingen

Laat de leerlingen op steenzout na nooit likken aan de grondstoffen uit de set.
Laat de leerlingen na gebruik, of na de experimenten hun handen wassen.

Praktisch

Bescherm de mineralen tegen diefstal.

Bronnen

ANWB Geologieboek Nederland, 2008

De Bosatlas van de ondergrond van Nederland, 2009

Farndon, John; De aarde ontdekken, 1994

Farndon, John; De praktische encyclopedie van gesteenten en mineralen, 2007

Diverse internetsites

Met medewerking van
AkzoNobel, Hengelo
Aluminium Centrum, Houten

Colofon

Producent Set Mineralen en halffabrikaten
Eurofysica B.V., Rosmalen

Leverancier Mineralen en halffabrikaten
Theo Henskens Fossils, Oss

Productontwikkeling en teksten
Dick Rozing Geografie en Onderwijs, Amersfoort

Dit is een uitgave van Dick Rozing Geografie en Onderwijs i.s.m. Eurofysica B.V.