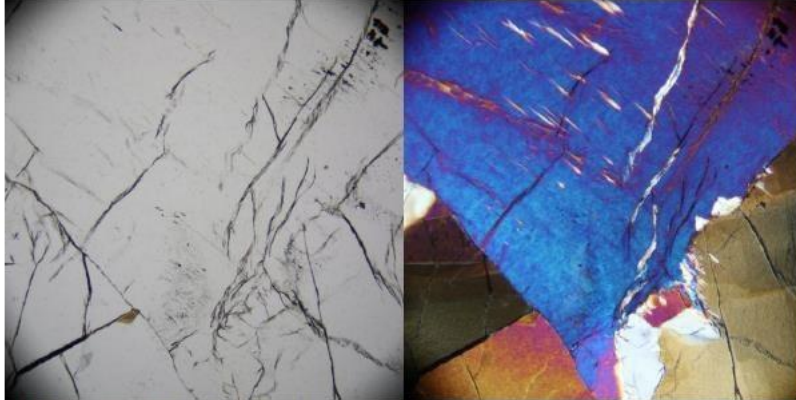


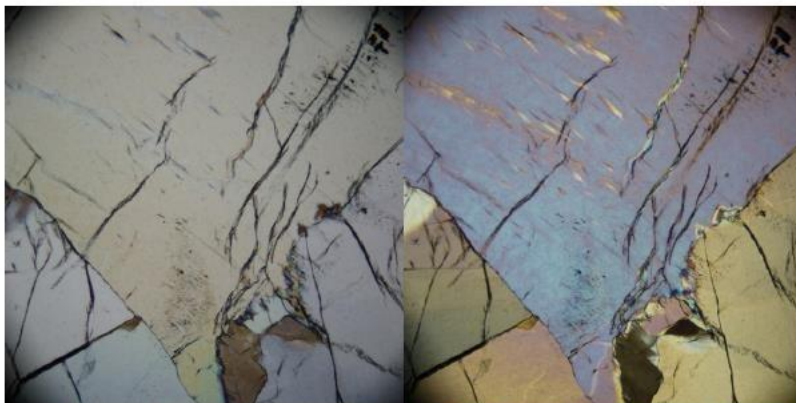
Mineralen en Ertsen

VR + Slijplaatjes + MGM Demo



a) TU28 geen analysator,
polarisator 0 graden.

b) TU28 met analysator,
polarisator 0 graden.



c) TU28 met analysator,
polarisator 90 graden.

d) TU28 met analysator,
polarisator 315 graden.

Inhoudsopgave

Informatie VR + Slijpplaatjes + MGM	3
Updates:	3
Virtual reality tour	4
Vorbereiding.....	4
Wat vertel je de bezoeker?	4
Opruimen	4
Slijpplaatjes.....	5
Vorbereiding.....	5
Microscop.....	6
Wat vertel je de bezoeker?	7
Basisinformatie over microscopie en hoe polarisatie-microscopie anders is dan gewone microscopie	7
Basisinformatie over polarisatie en de polarisatielamp.....	8
Algemene handelingen.....	9
Algemene handelingen polarisatie.....	9
Algemene handelingen slijpplaatjes.....	9
Opruimen	10
Achtergrondinformatie	11
Verhaallijnen Slijpplaatjes	12
Nr. TU8 – Kalksteen	12
Nr. TU25 – Pegmatiet	13
Nr. TU16 – Gneiss, helaas geen handstuk aanwezig	13
Nr. TU21 – Ignimbriet.....	14
Nr. TU 18 – Marmer.....	15
Mineralen Geologisch Museum (MGM).....	16
Vorbereiding.....	16
Indeling Kasten	16
Wat vertel je de bezoeker?	16
Introductie.....	16
Mogelijke plekken om te stoppen.....	16
Opruimen MGM	18
Achtergrondinformatie	18

Informatie VR + Slijpplaatjes + MGM

Updates:

- DEMO BESTAAT UIT SLIJPPLAATJES + MGM!
- Slijpplaatjes en microscoop zijn duur, voorzichtig mee omgaan!
- Laad zaterdag aan het einde van de dag de camerabatterij op, haal zondag ochtend de camera batterij van de stroom af.
- De camera gaat na 3 minuten uit, waardoor er geen beeld op het televisiescherm zichtbaar is. Om dit te verhelpen, druk regelmatig de ontspanknop in op de camera
- Steek niet de stekker in het stopcontact die hoort bij het licht in de vitrine kast. Deze stekker is namelijk oververhit geraakt en daardoor zijn de lichten in de vitrine kast kapot gegaan.
- Vul de trekmuur bij wanneer er niet genoeg stenen in liggen. De voorraad ligt in de ladekast op zolder (de verdieping van het MGM) aan de kant die niet gerenoveerd is. De gang uitlopen en de kast bevindt zich aan de linkerkant. Wanneer je voor de kast staat heb je links de sedimentaire, dan de metamorfe en dan de stollingsgesteente. De meest rechter rij doet even niet mee.
- De stenen in de trekmuur mogen vastgepakt en bekeken worden, wanneer het publiek heel erg enthousiast is mag er een steen meegegeven worden. Het is niet de bedoeling dat iedereen een steen mee neemt.

Introductie: Deze demonstratie draait om de VR mijntour, microscopie, slijpplaatjes en het Mineralen Geologisch Museum (MGM). Tijdens deze demo gaan bezoekers aan de hand van verschillende thema's onze mineralen op verschillende schaal bekijken. Deze demo is onderdeel van een bezoek aan het MGM waarbij de bezoekers een VR tour, informatie over slijpplaatjes en een korte rondleiding door het MGM krijgen.

Activiteit/handeling voor bezoekers

De bezoekers kunnen tijdens de demo een virtuele tour door een mijn doen, de handstukken en microscoop van dichtbij bekijken en een rondleiding door het Mineralogisch Geologisch Museum krijgen. Vanwege de mate van ervaring die je moet hebben om iets nuttigs met de microscoop te kunnen en de prijs van het materiaal (microscoop + toebehoren +/- €3000, slijpplaatjes +/-€300 per stuk), mogen ze helaas niet zelf aan de slijpplaatjes komen. Het beeld onder de microscoop is zichtbaar op een scherm, maar je mag mensen vragen door de microscoop zelf te kijken. Hierbij mogen ze alleen de fijne scherpstelknop gebruiken. Ook mag je ze tijdens de demonstratie vragen om aan de polarisator te draaien om de kleuren te laten veranderen. Jouw rol als begeleider is wat dat betreft dus heel belangrijk. Betrek de deelnemers zoveel je kunt bij je handelingen, zodat ze toch zo actief mogelijk mee kunnen doen.

Virtual reality tour

Vorbereiding

Locatie: krukjes met daarin de VR-materialen in het gangetje richting het MGM.

1. Open de krukjes d.m.v. de groene druppel tegen de sensor te houden.
2. Leg op elke plek 1 bril neer (in totaal zijn er 8 brillen)
3. Controleer of de batterijen van het 4G WiFi kastje, de tablet en de telefoons

4G WiFi kastje

1. Zet het 4G WiFi kastje aan (grote knop even ingedrukt houden)

Tablet

1. Start de tablet op en wacht tot deze in het startscherm staat, Pincode: 1111
2. Open 'Expeditie' App, klik op 'Lesgroep', kies de functie 'Gids' en daarna 'aan de slag', vervolgens ben je in het zoekscherm waar alle expedities staan
3. Kies een expeditie (Big Pit, Geevor Tin Mine of Velsen Adventure Mine) uit om te geven
4. Als deze al gedownload is start hij direct op, anders is het downloaden van de tour noodzakelijk
5. Let op! De tablet moet gekoppeld zijn aan het wifi: Science Centre MiFi 4G met het wachtwoord: Sciencecentremifi. Dit gebeurt als het goed is automatisch.

Telefoon

1. Zet de telefoon aan en wacht tot deze is opgestart. De volgende stappen werken pas als de tablet is opgestart en de expeditie klaar staat. Pincode: 1111
2. Indien geen wifi verbinding, connect met: wifi: Science Centre MiFi 4G met het wachtwoord: Sciencecentremifi
3. Internet is hiervoor niet nodig, alleen netwerkverbinding
4. Klik op het icoon Expeditions
5. Druk op de knop volgen om een gids te volgen
6. Plaats de telefoon in de VR bril

Als de telefoons en de tablet geen connectie maken, alles een keer helemaal uit- en aanzetten.

Wat vertel je de bezoeker?

Volg het systeem op de app. Je kunt elke dia aanklikken, verschillende onderwerpen aanwijzen en tekenen op het scherm, dit wordt dan weergegeven op de VR-brillen. Per dia staat er rechts onderaan bijpassende informatie.

Opruimen

1. Zet de telefoons, tablet en het 4G kastje uit
2. Hang de telefoons, tablet en 4G kastje aan de laders in de krukjes.
3. Sluit alle krukjes!
4. Sluit alle deuren af

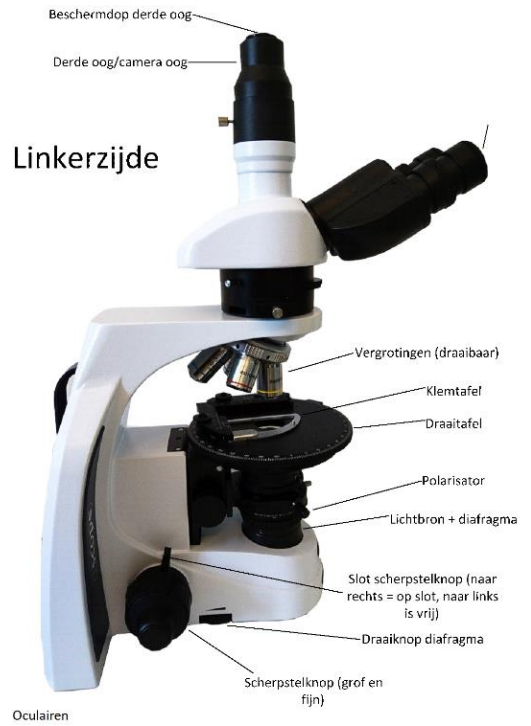
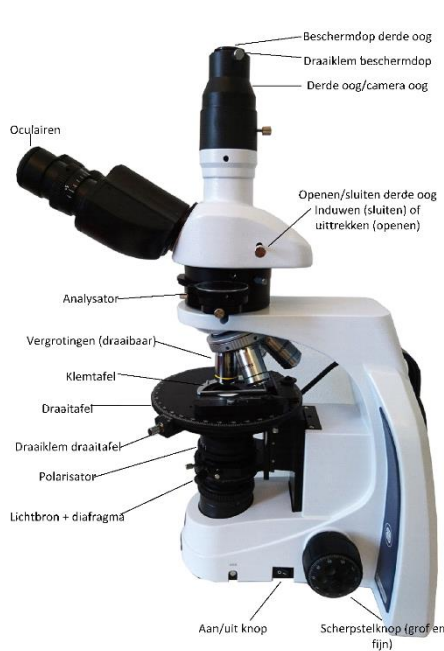
Slijpplaatjes

Vorbereiding

Locatie: kast met microscoop in het gangetje richting het MGM.

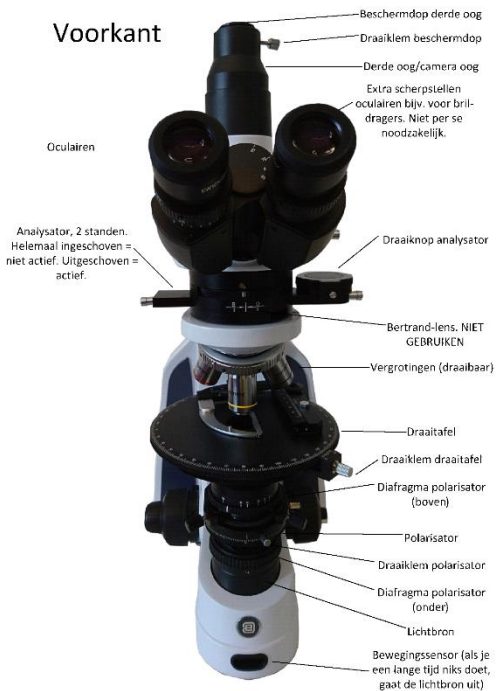
1. Open de kastdeuren (voor raampje, achter kastdeur en de vitrinekast)
2. Doe de 3 stekkers in het stopcontact (polarisatielamp, microscoop en tv)
3. Haal de stofkap van de microscoop af
4. Haal de beschermdop uit het 3e oog boven (zit een beetje klem met het metalen pinnetje, iets losdraaien).
5. Schuif de adapter met de camera in het derde oog van de microscoop
6. Zet de microscoop met de lens naar het publiek toe.
7. Verbind de HDMI-kabel met de camera
8. Check of de batterij van de camera opgeladen is (Zaterdag einde demo batterij aan de stroom, zondag ochtend batterij van stroom af)
9. Zet de TV aan en op HDMI 1, de afstandsbediening werkt alleen als je richt op de achterkant van de TV.
10. Beslis welke slijpplaatje je gaat gebruiken en leg de handstukken en slijpplaatjes klaar op de volgorde waarin je ze gaat gebruiken.
11. Controleer op de volgende dingen:
 - a. Is het lampje van de microscoop aan (blauwe lampje onderaan microscoop)
 - b. Staat de kijkbuis naar de camera open (zie je een vage witte cirkel op het scherm vd camera)
 - c. Is het beeld van de camera te zien op het scherm
 - d. Is de analysator ingeschoven (dus niet in gebruik)
 - e. Staat de polarisator op 0 graden
12. Leg je slijpplaatje ... onder de microscoop. Draai eerst de klemtafel helemaal naar beneden en duw daarna de klem weg om het slijpplaatje te plaatsen. Probeer het slijpplaatje aan de zijkant vast te pakken en niet met je vingers in het midden van het slijpplaatje te komen.
13. Neem vergroting 10x, de tafel op 0 graden, de polarisator op 0 graden en schuif de analysator in (niet in gebruik). Het beeld zou moeten lijken op de foto hieronder. Check of het beeld op het grote scherm te zien is. Gebruik de grote knoppen rechtsonder en linksonder om scherp te stellen en de kleineknoppen daarnaast om te finetunen. De kleine knoppen zitten op het uiteinde van de grote knop.
14. Leg je handstukken klaar

Microscop



Rechterzijde

Voorkant



Close-up voorkant



Achterzijde



Wat vertel je de bezoeker?

Introductie:

Vandaag krijgen jullie een demonstratie over hoe onderzoekers stenen onderzoeken en een naam geven. Elke steen bestaat uit allerlei verschillende soorten mineralen die elk een eigen vorm en kleur hebben. Als je naar de buitenkant van een steen kijkt, kun je op het blote oog eigenlijk niet zeggen uit welke mineralen het bestaat, daarvoor moet je de steen van heel dichtbij bekijken.

Om te bepalen met welke mineralen je te maken hebt, worden er slijpplaatjes gemaakt van een steen: een scherf van de steen wordt helemaal afgeslepen tot een plaatje van maar 0,03 mm dik, dat is bijna zo dun als een haar! Die plaatjes worden onder een speciale microscoop bekeken. Bij deze dikte zijn de meeste mineralen doorzichtig, je kunt er dwars doorheen kijken. Onderzoekers kunnen dan goed de samenstelling, de structuur en soms ook de geschiedenis van de steen bepalen.

Het slijpen van de slijpplaatjes gebeurt op een speciale manier, met een speciaal daarvoor gemaakte machine, waarvan je er hier in de kamer één kunt zien. Het afslijpen gaat heel voorzichtig, wordt het plakje te dun, dan worden de mineralen juist minder goed zichtbaar. Er is enige ervaring nodig om precies de juiste dikte te bepalen.

Basisinformatie over microscopie en hoe polarisatie-microscopie anders is dan gewone microscopie

Vraag: hoeveel kinderen al ervaring met een microscoop hebben. Hebben ze al eens met een microscoop gewerkt?

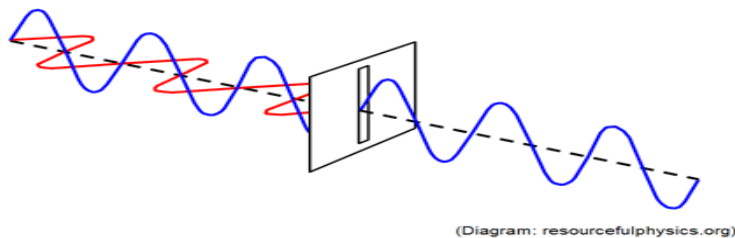
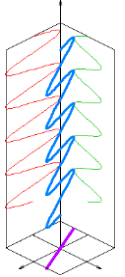
Wat je de bezoekers kan vertellen:

- *Microscopie:* De microscoop is ontworpen om superkleine dingen mee te vergroten. Hij bestaat uit verschillende onderdelen: het statief, een aantal lenzen, en het tafeltje waarop je een preparaat kan klemmen (aanwijzen). In het preparaattafeltje zit een gat met daaronder een lamp (aanwijzen). Je legt het preparaat op het gat waar het licht doorheen schijnt. In een microscoop gaat het licht van een lamp door het preparaat, via de lenzen naar jouw oog. De lenzen vergroten het beeld, zo kan jij waarnemen wat je met het blote oog niet kunt zien.
- *Licht:* Wat je hier ziet is geen 'normale' microscoop, maar een zogenaamde polarisatiemicroscoop. Bij een normale microscoop wordt gebruik gemaakt van het licht uit het lampje in de microscoop, onder het tafeltje. Ook bij deze microscoop komt het licht van onderen uit de microscoop zelf: doorvallend licht. Licht bestaat uit kleine deeltjes die licht uitstralen. Een deeltje dat licht uitstraalt, straalt dit uit naar alle kanten. Licht beweegt van nature alle kanten op. Deze microscoop heeft een speciaal filter (polarisatiefilter) (aanwijzen) tussen de lamp en de tafel zitten, zoals je die misschien ook kent van 3Dbrillen. Een polarisatiefilter laat alleen licht door dat in 1 bepaalde richting trilt, al het andere licht wordt geblokkeerd. Het licht dat door het filter komt, trilt dus allemaal dezelfde kant op. Welke kant dat is, hangt af van hoe je het filter draait.
- *Extra:* Boven het preparaat (dus tussen het preparaat en je oog) zit nog een tweede polarisatiefilter (de analysator) (aanwijzen). Plaatsen we tussen de beide polarisatiefilters een slijpplaatje, dan ziet die er afhankelijk van hoe de filters gedraaid zijn, steeds anders uit. Die veranderingen gebruiken wetenschappers om te bepalen welke mineralen ze zien. Laten we dat eens in de praktijk gaan proberen

Basisinformatie over polarisatie en de polarisatielamp

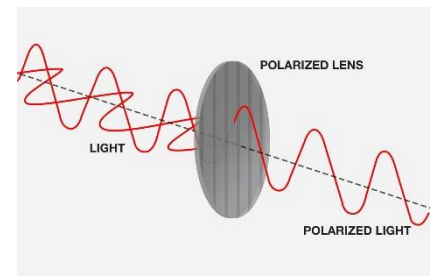
Boven de demo Slijpplaatjes, hangt een lamp met twee lagen plastic platen. Deze lamp wordt gebruikt om het concept van polarisatie en gepolariseerd licht uit te leggen. Zodra de stekker van de lamp in het stopcontact wordt gestopt, begint 1 laag van de lamp te draaien. Als je met het blote oog naar de lamp kijkt, zie je normaal, wit licht. Kijk je naar de lamp door een gepolariseerde bril, dan zal je verschillende kleuren zien.

- **Polarisatie:** Licht heeft verschillende golflengtes die worden waargenomen als verschillende kleuren. Naast een golflengte, heeft licht ook een trillingsrichting: de kant die de golfbeweging op gaat. Dit kan horizontaal (rood), verticaal (groen) of alles daar tussenin (bijv. blauw) zijn (zie afbeelding). Iets dat licht uitstraalt straalt lichtdeeltjes naar alle kanten uit, en die deeltjes golven zelf ook weer allerlei verschillende kanten op. Een polarisatiefilter laat alleen licht door dat in 1 bepaalde richting trilt (bijv. verticaal), alle andere lichtdeeltjes worden geblokkeerd. Deze lichtdeeltjes gaan dus al verticaal trillend door de bril. Hierdoor zie je alleen de lichtdeeltjes die verticaal trillen, de rest wordt geblokkeerd. Extra uitleg: <https://www.youtube.com/watch?v=HH58VmUbOKM>



(Diagram: resourcefulphysics.org)

- **Polarisatielamp:** De verschillende kleuren (geel/roze of blauw/groen) die je in de lamp ziet met een gepolariseerde bril op zijn afhankelijk van:
 1. De overlap van de twee lagen van de lamp. Het plastic dat gebruikt is heeft een polariserende werking. Focus op één punt van de lamp en let op de kleuren die je ziet. Doordat de twee lagen plastic in een verschillende polarisatie-oriëntatie hangen, zie je verschillende kleuren op het moment dat je door 1 laag plastic naar de lamp kijkt, dan wanneer je door 2 lagen plastic kijkt. Kijk je door 1 laag, dan wordt het licht maar 1 keer 'gepolariseerd'. Door de tweede laag vindt nog een 'polarisatie' van het licht plaats, wat weer leidt tot andere kleuren. Je ziet dit alleen als je een gepolariseerde bril draagt.
 2. De polarisatierichting van de bril. De bril is gepolariseerd in 1 richting. Hou je de bril normaal, dan zal alleen licht dat verticaal trilt je oog bereiken. Draai de je bril een kwartslag, dan zie je alleen horizontaal trillende deeltjes en als je de bril anders houdt, alles daar tussenin. Onder elke hoek zie je door de bril andere kleuren in de lamp.



Algemene handelingen

Algemene handelingen polarisatie

- Leg eerst uit wat een microscoop is en hoe deze (globaal) werkt
- Geef iedereen een gepolariseerde bril.
- Vraag iedereen om naar de lamp te kijken zonder bril. Vraag wat ze zien (hoe zit de lamp in elkaar) en welke kleuren licht ze nu zien.
- Laat iedereen door de bril kijken en vraag welke kleuren ze zien (afhankelijk van of iedereen de bril hetzelfde vasthoudt, zal iedereen misschien andere kleuren zien).
- Vraag iedereen de bril te draaien, wat gebeurt er nu?
- Leg aan de hand van de veranderende kleuren en richting van de bril het bovenstaande verhaal over polarisatie (kort) uit en relateer dit aan de polarisatiefilters die in de microscoop zitten.
- Leg vervolgens uit hoe experts die kleurveranderingen gebruiken om vast te stellen welke mineralen er in een steen zitten.
- Ga verder met de rest van de demo (handstukken + slijpplaatjes laten zien).

Algemene handelingen slijpplaatjes

1. Pak handstuk (steen) ... en hou omhoog of laat even rondgaan.
 - *Vraag:* Vraag de kinderen wat ze zien. Wat valt ze op? Denk aan vorm, kleur, aanwezig streepjes of breuken, glinsterende stukjes, kun je duidelijk lagen zien of niet, de structuur, voelt de steen glad of juist ruw etc.
 - *Mogelijke observaties handstuk:*
2. Als iedereen de steen heeft bekeken, leg je slijpplaatje ... onder de microscoop. Neem vergroting 10x, de tafel op 0 graden, de polarisator op 0 graden en schuif de analysator in (niet in gebruik). Het beeld zou moeten lijken of foto a. Check of het beeld op het grote scherm te zien is. Het is van belang dat je eerst met de grote scherpstel knop opzoek gaat naar het punt wat we ongeveer willen zien, om vervolgens met de fijne scherpstelknoppen het gewenste beeld te verkrijgen.
 - *Vraag:* Wat zie je? Waar vind je het op lijken (bijvoorbeeld zandkorrels, een landschap, wat ze maar kunnen bedenken)? Welke kenmerken die ze net bij de steen hebben genoemd zien ze hier nu ook? (Bijvoorbeeld duidelijke brokjes, lagen, kleuren etc.). Is er een groot verschil tussen het handstuk en het slijpplaatje?
 - *Vertel: Materiaal en/of ontstaan*
3. Trek de analysator uit (wel in gebruik). Bespreek met de deelnemers wat er is veranderd. Draai de polarisator langzaam tegen de klok in tot 90 graden (lijkt op foto b). Wat zie je veranderen? Draai de andere kant op (met de klok mee, dus van 90 via 0 naar 270) tot 270 graden (lijkt op foto c en d). (0 en 270 geven hetzelfde beeld, maar daartussen zie je veel veranderen)
 - *Vraag:* Welke veranderingen zie je? Wat valt je op?

Wat je de bezoekers kan vertellen:

- *Effect filters en of Kleurverschillen:* Alle losse stukjes die je ziet (aanwijzen), zijn verschillende soorten mineralen die aan elkaar geplakt zitten. Elk mineraal heeft een andere vorm en ligt in een andere houding ten opzichte van de microscoop lens. Elk stukje reflecteert en breekt het licht dat van beneden komt daardoor anders. Door het filter en het draaien krijgt elk stukje dus verschillende kleuren. Oftewel: als je het preparaat of één van de polarisatiefilters draait, zal de kleur van een mineraal veranderen. Omdat deze mineralen van zichzelf al gekke vormen en kleuren hebben, komt dat nog meer naar voren als je de filters gebruikt.

- *Extra:* Hoe 1 brokje mineraal het licht en de kleur verandert, wordt ook wel de brekingsindex van dat mineraal genoemd. Onderzoekers kunnen onbekende mineralen in het plaatje herkennen door de filters te draaien en de kleurveranderingen te bekijken. Dit helpt hen bij het determineren van de mineralen
- *Extra:* Omdat een mineraal, en dus het preparaat, bestaat uit allerlei losse brokjes die allemaal onder een andere hoek tegen elkaar liggen en allemaal meerdere brekingsindexen hebben, zorgt het draaien van de tafel en het gebruik van de analysator ervoor dat verschillende delen uitdoven (donker worden) of van kleur veranderen op verschillende momenten.

Opruimen

Wees voorzichtig tijdens het afbouwen, ga voorzichtig om met de microscoop en de slijpplaatjes.

- Microscoop lamp uit
- Klemtafel naar beneden draaien
- Slijpplaatje uit de microscoop halen d.m.v. het wegduwen van de klem. Probeer het slijpplaatje aan de zijkant vast te pakken en niet met je vingers in het midden te komen.
- Snoertje uit de camera, Camera uit het 3e oog halen, beschermdop op het 3e oog zetten
- Microscoop verschuiven zodat het raampje dicht kan
- Stofkap over de microscoop doen
- Op zaterdag batterij van de camera checken, anders van zaterdag op zondag opladen
- Tv uit, stekkers uit het stopcontact (afstandsbediening werkt alleen bij richten op de achterkant van de TV)
- Alle slijpplaatje op volgorde in hun doosjes
- Handstukken opbergen in de vitrinekast
- Alle 3 de kastdeuren sluiten (voorkant raampje, slot induwen en draaien)
- Alle deuren dichtdoen

Achtergrondinformatie

Context binnen de TU Delft (alle leeftijden)

Vroeger was het gebruik van een microscoop om te bepalen welke mineralen er in het gesteente zaten een standaard manier van werken. Het gebouw waar je nu in bent, was vroeger de faculteit Mijnbouwkunde van de TU Delft, destijds nog de Polytechnische School. Er waren verschillende studieruimten, laboratoria en collegezalen waar studenten les kregen over alles dat met mijnbouw te maken had. Ook het determineren (het bepalen van) mineralen hoorde daarbij.

Het maken van de dunne doorsnedes van stenen, de slijpplaatjes, is ook voor een groot deel ontwikkeld aan de Polytechnische School, door dr. Vogelsang. Hij was al op 26 jarige leeftijd hoogleraar hier en had in het buitenland kennis gemaakt met de methode van doorsnedes maken. Hij zag de grote waarde voor microscopisch onderzoek hiervan in, en wist de methode te perfectioneren. Hierdoor bezat de Polytechnische School vroeger de grootste verzameling doorsnedes ter wereld. De doorsnedes die we vandaag gebruiken zijn helaas niet uit die verzameling, maar zijn speciaal voor het Science Centre gemaakt.

Context binnen de maatschappij (alle leeftijden)

Als je een stuk steen vanaf de buitenkant bekijkt, kun je vaak weinig zeggen over de samenstelling van dat gesteente en wat er misschien in de binnenkant te vinden is. Om meer te weten over waar het gesteente uit bestaat, moet je op kleinere schaal gaan kijken. Dit is vooral relevant in bijvoorbeeld mijnbouw, waar wordt gezocht naar steenlagen die elementen of ertsen bevatten die economisch relevant zijn. Het eerste wat je misschien te binnen schiet, zijn goud en edelstenen. Maar denk bijvoorbeeld ook aan de stoffen die gebruikt worden in je mobiele telefoon en die maar in hele lage hoeveelheden voorkomen in de bodem. Daarvoor moet je dus goed kunnen zoeken op hele kleine schaal.

Door de samenstelling van een mineraal precies te bepalen, kun je het mineraal determineren én vaststellen of er misschien iets interessants te vinden is. Tegenwoordig gebruikt men vooral spectrometrie om de samenstelling van mineralen te bepalen. Dit is eigenlijk een analyse-machine waar hele kleine stukken van het mineraal in gaan (vaak in opgeloste vorm) en waar op basis van de verschillende kenmerken van elk kristal en elke stof in het mineraal heel precies kan worden vastgesteld welke elementen aanwezig zijn. Deze moderne technieken hadden ze vroeger natuurlijk niet. Toen ging dit met de hand en een microscoop, zoals jullie bij deze demonstratie gaan zien.

Verhaallijnen Slijpplaatjes

Nr. TU28-Peridotiet

Observaties

Handstuk: gestreept/lijnen in doorsnede, grijs/groenige kleur, ruw oppervlak, zwaar (hoge dichtheid), buitenkant heeft een korrelige structuur, glinstert op sommige plekje.

Materiaal:

We kijken nu naar een slijpplaatje dat van deze steen, Peridotiet, is gemaakt. Het beeld is 10x groter dan de werkelijkheid en omdat het plaatje zo dun is, schijnt het licht er recht doorheen. Hierdoor kunnen we ineens veel meer van de steen zien. Weten jullie nog dat ik over de speciale filters in deze microscoop vertelde? Laten we kijken wat er gebeurt als we die gebruiken.

Ontstaan:

Déze steen is ontstaan toen allerlei mineralen onder de grond zo heet werden dan ze smolten (magma), later zijn die mineralen weer op deze manier gestold. Door dat smelten en stollen ontstaan soms hele bijzondere mineralen met gekke kleuren en vormen. Eens kijken wat er gebeurt



Extra:

Stollingsgesteente is gesteente dat is ontstaan door stolling van magma (onder het aardoppervlak) of lava (aan het oppervlak). De samenstelling hangt af van de plaats waar het magma is ontstaan en de snelheid waarmee het magma (of lava) afkoelde. Er zijn honderden soorten stollingsgesteenten. De vorming van magma in de aardmantel en diepere delen van de bodem vindt alleen plaats bij een aantal tektonische situaties: vulkanen, waar 1 aardplaat onder de andere duikt (subductiezones) en bij aardplaten die van elkaar af bewegen (spreidingszones).

Nr. TU8 – Kalksteen

Observaties:

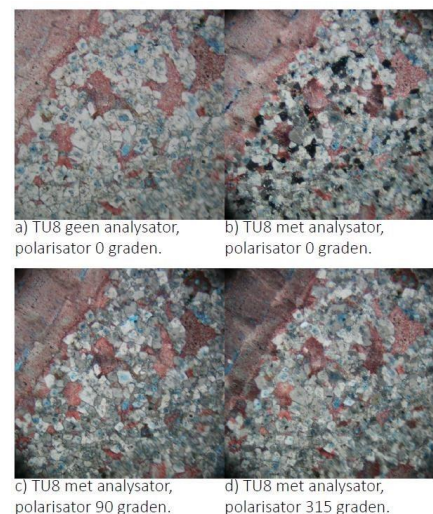
Handstuk: wit/grijze kleur, kleine fossieltjes te zien, als je op de doorsnede kijkt zie je kleine gaatjes in de steen, geeft poeder af aan je handen.

Materiaal:

Kalksteen. We kijken nu naar een heel ander soort steen dan net. De vorige steen was gevormd als magma onder de bodem. Deze steen is gevormd door het zinken van kalkkorrels, waarschijnlijk in zee.

Kleurverschillen:

Hier zie je ook allerlei stukjes mineraal die aan elkaar geplakt zitten. Bij deze steen zijn het stukjes van dezelfde soort: kalk. Elk stukje kalk heeft een andere kleur en een andere vorm, en heeft door het filter en het draaien dus verschillende kleuren én reflecteert het licht anders. Sommige stukjes lijken hierdoor wit of roze. Het blauw dat je ziet, zijn lege ruimtes tussen de mineralen. Deze zijn helderlichtblauw, omdat dat de kleur van de vloeistof is waar het slijpplaatje mee vast is gelijmd aan het glazen plaatje.

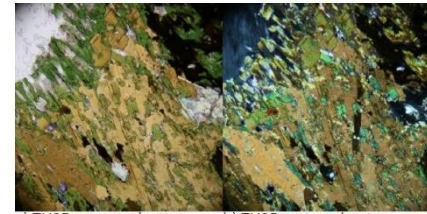


Nr. TU25 – Pegmatiet

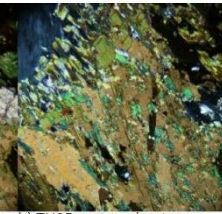
Afhankelijk van of er nog extra tijd of interesses, kun je een derde slijpplaatje (nr. TU25 - Pegmatiet) bekijken of vragen beantwoorden – dit is net als TU28 een stollingsgesteente, maar wel met een heel ander beeld.

Ontstaan:

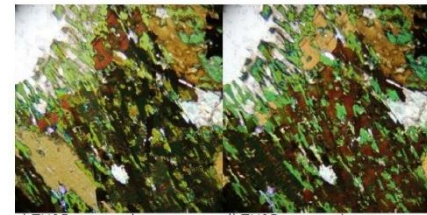
Voorbeeld van een “restsmelter” een overgebleven hoekje in een stollingsgesteente dat als laatste stolt en vaak een mix van allerlei vreemde/overgebleven chemicaliën is, waardoor er een grote variatie aan “rare” mineralen ontstaan. Dit gesteente blijft tijdens zijn vorming onder de aardkorst en bevat vaak merkwaardige mineralen en soms ook edelstenen. Het handstuk bevat duidelijk de kenmerken die terug te vinden zijn in het slijpplaatje. Kenmerken: Handstuk is zwart/wit/roze gekleurd, de zwarte stukjes glinsteren, je ziet duidelijk grote brokken die tegen elkaar geplakt zitten zowel op het oppervlakte van de steen als in de doorsnede aan de zijkant, onregelmatig oppervlak, in de doorsnede zijn breuklijntjes te zien. Er zijn grote structuur- én kleurverschillen te zien met het slijpplaatje.



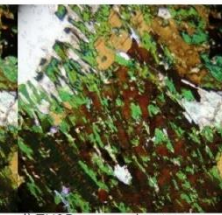
a) TU25 geen analysator, polarisator 0 graden.



b) TU25 met analysator, polarisator 0 graden.



c) TU25 met analysator, polarisator 90 graden.



d) TU25 met analysator, polarisator 315 graden.

Nr. TU16 – Gneiss, helaas geen handstuk aanwezig

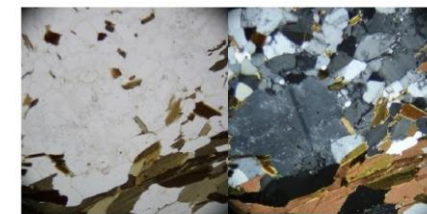
Materiaal:

We kijken nu naar een slijpplaatje van een Gneiss, dat is ontstaan onder een temperatuur van meer dan 600 graden Celsius en onder hele hoge druk, bijna 10.000 keer de luchtdruk. Het beeld is 10x groter dan de werkelijkheid en omdat het plaatje zo dun is, schijnt het licht er recht doorheen.

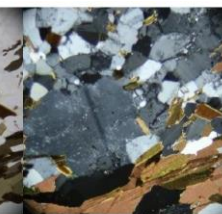
Ontstaan:

Deze steen is onder het aardoppervlak ontstaan en is 3,9 miljard jaar oud. De aarde zelf is ongeveer 4,5 miljard jaar oud. Je kijkt nu dus naar een tijd zonder mensen, dieren, dinosauriërs, bacteriën, water en zelfs zuurstof! Het is het oudste gesteente dat op deze planeet nog bestaat. Oudere gesteenten zijn door geologische processen vervangen of verdwenen. We noemen dit gesteente een metamorf gesteente omdat het oorspronkelijke gesteente door de hoge druk en temperatuur veranderd is (morf=verandering).

Extra: Dit is het eerste gesteente dat ontstaan is nadat de Aarde was afgekoeld nadat hij een half miljard jaar eerder was ontstaan. Op dat moment dreef er silica, het materiaal waar zand van gemaakt is, in gaswolken om de Aarde. Toen die afkoelden en op het aardoppervlak terecht kwamen, zijn die samengekomen tot de eerste steenlagen



a) TU16 geen analysator, polarisator 0 graden.



b) TU16 met analysator, polarisator 0 graden.



c) TU16 met analysator, polarisator 90 graden.



d) TU16 met analysator, polarisator 315 graden.

Nr. TU21 – Ignimbriet

Observaties

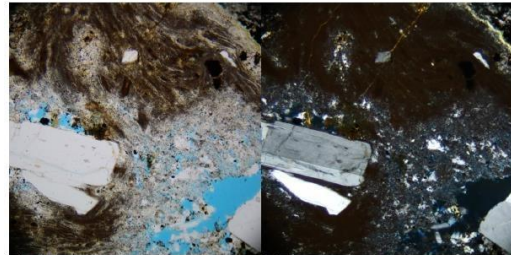
Handstuk: één grote massa waarin geen lijnen of patronen te zien zijn, kleine stukjes zichtbaar in grijze massa, heel ruw oppervlak, onregelmatig gevormd met gaatjes en holtes. Het handstuk heeft een erg onregelmatige structuur en bevat verbrande plantenresten en glas.

Slijpplaatje: In het slijpplaatje is 1 grote massa van verschillende materialen te zien, zonder ‘lege’ ruimte tussen de verschillende stukjes. Grote kleurverschillen met het handstuk.

Effecten draaien filters: Veel donker/grijs, poederige/massieve structuur (onder de microscoop en in handstuk), maar wel met gaten (het lichtblauw, grondkleur van de hars)

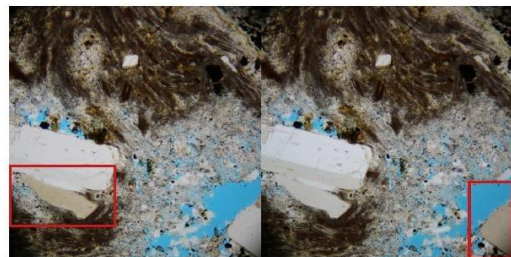
Ontstaan:

Deze gesteenten, Ignimbrieten, worden wereldwijd gevonden in streken waar explosief vulkanisme voorkomt. Deze steen is alleen niet ontstaan uit magma of lava, maar uit vulkanische as in een gloedwolk die tijdens de uitbarsting bovenuit de vulkaan kwam. Dit is het type gesteente of stof waaronder Pompeï is bedolven toen de Vesuvius uitbarstte. Deze gloedwolken worden ook wel “brandende wolken” genoemd en zijn wel 850 graden en kunnen zich met 725 km per uur voortbewegen. Dat is net zo snel als een gemiddeld vliegtuig. Daar kun je dus eigenlijk niet aan ontsnappen. Zodra de as afkoelt, ontstaat dit gesteente, dat er nu erg onschuldig uitziet. Sterker nog: het is helemaal geen sterk gesteente; het slijt makkelijk en is makkelijk te bewerken. In Turkije zijn in een dikke laag van dit gesteente grotwoningen uitgehakt (google images: turkey cave houses)



a) TU21 geen analysator, polarisator 0 graden.

b) TU21 met analysator, polarisator 0 graden.



c) TU21 met analysator, polarisator 90 graden.

d) TU21 met analysator, polarisator 315 graden.

Nr. TU 18 – Marmer

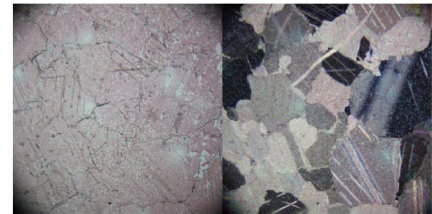
Observaties

Handstuk: egaal wit, glinsterend, massief (geen brokjes te herkennen), gelijkmatig.

Slijpplaatje: Ook hier wittige kleuren, massieve structuur (geen ruimte tussen de stukjes mineraal, ze zitten direct aan elkaar).

Materiaal:

Er zijn grofweg 3 typen gesteente: metamorf- (waar je nu naar kijkt), sedimentair- en stollingsgesteente. Deze 3 typen verschillen in de manier waarop ze zijn ontstaan. Metamorfose betekent 'verandering'. In de geologie verstaan we onder metamorfose: de verandering van de mineralen en/of de structuur en/of de chemische samenstelling van gesteenten. Metamorf gesteente bestaat uit mineralen die onder invloed van temperatuur, druk of water onder de aardkorst opnieuw zijn gekristalliseerd (veranderd van kristalrooster = veranderd in een ander mineraal). Meestal gebeurt dit op grotere diepte in de aardkorst of mantel. Een groot deel van de diepere aardkorst bestaat uit metamorf gesteente.



a) TU18 geen analysator, polarisator 0 graden.

b) TU18 met analysator, polarisator 0 graden.



c) TU18 met analysator, polarisator 90 graden.

d) TU18 met analysator, polarisator 315 graden.

Ontstaan: Dit gesteente is marmer uit het Carrara gebied in Italië. Marmer van dezelfde locatie als het marmer dat door Michelangelo is gebruikt voor, onder andere, zijn beeldhouwwerk van David. Marmer heeft natuurlijk nog veel meer toepassingen, denk aan vloeren, aanrechtbladen enzovoort. Het bijzondere van marmer is dat het gemetamorfoseerd kalk is. Door hoge temperatuur en druk wordt het kalk in elkaar gedrukt tot een stevigere structuur.

Extra:

Je herkent een metamorf gesteente onder de microscoop aan de volgende kenmerken (aanwijzen op slijpplaatje indien zichtbaar):

- De inhoud is helemaal gekristalliseerd.
- De samenhang van de inhoud - De oriëntatie van de mineralen in één richting (schistositeit) wijst op metamorfose.
- Compact - Holtes en barsten zijn afwezig of opgevuld.
- Geen fossielen - Deze zijn in andere mineralen overgegaan. Sporen ervan kunnen zichtbaar blijven.

Mineralen Geologisch Museum (MGM)

Vorbereiding

Locatie: Mineralen Geologisch Museum (MGM)

- Doe de hanglampen en de lichten van de kast in het midden aan . Direct bij binnenkomst rechts (De kleine knop is voor de hanglampen en de grote knop is voor de kast in het midden).
- Vul de trekmuur bij wanneer er niet genoeg stenen in liggen. De voorraad ligt in de ladekast op zolder (de verdieping van het MGM) aan de kant die niet gerenoveerd is. De gang uitlopen en de kast bevindt zich aan de linkerkant. Wanneer je voor de kast staat heb je links de sedimentaire, dan de metamorfe en dan de stollingsgesteente. De meest rechter rij doet even niet mee.

Indeling Kasten

1. De nummers van de kasten staan op de kopse kant van de kasten
2. De kast indeling is altijd
3. Kijkrichting vanaf de entree

D	C
A	B

Wat vertel je de bezoeker?

Introductie

Het Mineralogisch Geologisch museum is een momentopname van het universitair onderwijs tussen 1900-1950 aan de TU Delft. Aan de opstelling en inhoud van de kasten is niet of nauwelijks iets verandert. De mineralen & gesteente collectie kreeg in 1909 de officiële status van museum van de overheid en ook financiering. Het was echter geen publieksmuseum maar bedoeld voor het universitaire onderwijs.

De collectie is vooral het werk van twee hoogleraren de jong gestorven Herman Vogelsang die de collectie in 1864 startte en Gustaaf Molengraaff aan het begin van de 20e eeuw. Beide waren ervan overtuigd dat studenten mijnbouw en geologie in de praktijk in het veld moest leren en aan de hand van gesteentemonsters.

De huidige collectie bevat 3.700 exemplaren. Vroeger bestond het mineralenmuseum uit drie soortgelijke verdiepingen. De totale collectie is in 2015 aan Naturalis overgedragen. Het huidige onderdeel is in bruikleen tentoongesteld.

Mogelijke plekken om te stoppen

Mineralen in Technologie (In een kast vrijwel rechts achterin de ruimte)

Er zijn waarschijnlijk geen mensen meer op deze wereld die alleen leven met wat de natuur in hun directe omgeving hen biedt en die daarvoor geen (elektrische) apparaten gebruiken. Wat ooit begon met gereedschap van vuursteen, is in duizenden jaren uitgegroeid tot een myriade aan gebruiksvoorwerpen waarin allerlei grondstoffen zijn verwerkt. Onze hedendaagse maatschappij kan niet meer zonder. Die grondstoffen, of het nu gaat om ijzer, koper, goud, cerium of wat dan ook, komen in de aardkorst voor in de vorm van gesteenten en mineralen.

Bijvoorbeeld tin uit de Geevor mijn in Cornwall wordt gebruikt om blik roestwerend te bekleden of soldeertin voor het solderen van elektronische schakelingen. Het aandeel aan tin in de aardkorst is bijzonder laag maar 0,00022% van de aardkorst bestaat uit tin. In 2016 delfde men wereldwijd in totaal 280.000 ton aan tin.

De Reis van Nederland (op de muur links achterin de ruimte)

Nederland maak deel van uit van een stuk aardkorst Avalonië genaamd. Door bewegingen in de aardkern en de resulterende verplaatsing van de korst heeft Nederland een lange reis over de aardbol gemaakt. Deze reis begon zo'n 480 miljoen jaar geleden in de buurt van de Zuidpool. Tijdens die tocht botste Avalonië tegen andere stukken aardkorst: Baltica en Laurentië en zo vormde het nieuwe continent Laurussia, Laurussia botste tegen (delen van) het grote continent Gondwana om samen het supercontinent Pangea te vormen, welke later weer uit elkaar schoof. Hierdoor is het huidige Europa een lappendeken van aan elkaar geplakte stukken aardkorst. Tegenwoordig is Avalonia ook terug te vinden in Frankrijk, België, Duitsland, Polen, Engeland, Ierland, Marokko, Turkije en de oostkust van de Verenigde Staten en Canada.

Fluorescerende mineralen (helemaal achterin de ruimte)

Fluorescerende eigenschappen worden toegepast in bijvoorbeeld de tl-buis en de spaarlamp en wordt veroorzaakt door aangeslagen toestanden van een elektron in een atoom.

Trekmuur (Links achterin de ruimte)

In de trekmuur liggen ertsen en mineralen gecategoriseerd in 3 groepen: stollingsgesteente, metamorf gesteente en sedimentgesteente. Stollingsgesteente is gesteente dat is ontstaan door stolling van magma (onder het aardoppervlak) of lava (aan het aardoppervlak). Metamorf gesteente is gesteente dat onder invloed van temperatuur, druk of hydrothermale vloeistoffen is gerekristalliseerd of gemetamorfoseerd. Meestal gebeurt dit op grotere diepte in de aardkorst of mantel. Sedimentgesteente is gesteente dat ontstaat door het samenpersen van sediment (is door wind, water en/of ijs getransporteerd materiaal. Voorbeelden van sedimenten zijn grind, klei en zand). Sedimentair gesteente is herkenbaar door de laagjes waaruit het gesteente is opgebouwd. Ook kan men koraal, schelpen en fossielen in sedimentgesteente vinden. De stenen in de trekmuur mogen vastgepakt en bekeken worden, wanneer het publiek heel erg enthousiast is mag er een steen meegegeven worden. Het is niet de bedoeling dat iedereen een steen mee neemt. Niet bij alle stenen liggen de bijbehorende informatie kaartjes, omdat sommige kaartjes verloren zijn gegaan in de afgelopen jaren.

Diamant, grafiet (Kast 1B)

Deze mineralen hebben dezelfde chemische samenstelling, maar een andere kristalstructuur. Hoe kan dat? Door de omstandigheden waar onder ze gevormd zijn. Mineralen vormen zich in de aarde onder een bepaalde druk en temperatuur. Diamant vormt zich dieper in de aarde, onder een hoger druk en hogere temperatuur en is daardoor harder. Grafiet vormt zich minder diep in de aarde en is zachter. Het zit bijvoorbeeld in potlood waar mee je schrijft.

Pyriet ('fools gold') (Kast 2B)

Pyriet heeft dezelfde kleur als goud, maar is veel minder zeldzaam. Wordt vaak gevonden, dus ook wel in de buurt van goud. Waarom fools gold? In de tijd van goudzoekers en de goudkoorts die heerste, waren er wel eens mensen die brokken pyriet vonden en dachten dat ze stinkend rijk waren geworden. Dit bleek dan niet zo te zijn.

Kwarts (Kast 4A en 4B)

Kwarts is de meest voorkomende mineraal in de aardkost. Daarnaast komt in de aardkost veel zuurstof voor en silicium, wat goed is voor $\frac{3}{4}$ van het gewicht van de aardkost.

Parisiet en Synchroniet (Kast 24D)

Dit gaat over concreet gebruik van minerealen in het dagelijks leven. Deze mineralen worden zeldzame aarde mineralen genoemd. Door hun special elektrische (geleidende) eigenschappen worden ze veel toegepast in high tech apparaten, denk aan mobiele telefoons, batterijen, elektrische auto's. Zijn deze elementen dan ook echt heel zeldzaam als ze zoveel gebruikt lijken te worden? Niet echt. Zo komt het meest 'zeldzame aarde element' nog 200x vaker dan goud voor. De naam komt omdat ze rond de 19^e eeuw dachten dat deze mineralen heel zeldzaam waren. Wat wel 'zeldzaam' is, is dat 90% van de zeldzame aarde elementen in China wordt geproduceerd, waardoor zij hier eigenlijk een monopolie op hebben.

Muscoviet (lange midden kast op de kopse kant)

Muscoviet ook wel Moskou genoemd, werd als Moskou-glas gebruikt. Het is een vuurvast materiaal, redelijk doorzichtig, wat het geschikt maakt voor ruitjes in (kolen)kachels.

Steatiet (Kast 12A)

Steatiet is een relatief zacht mineraal, wat het geschikt maakt om beelden van te snijden.

Goud (Kast 1A)

Op Sumatra werd er sinds de prehistorie al goud aangetroffen. De VOC heeft een goudmijn op *West-Sumatra* heropend, waar we hier wat stukken van zien. Een stukje dichterbij huis wordt er echter ook goud gewonnen. Bijvoorbeeld uit de Muszari mijn in Roemenië. Dit is nog steeds de grootste Europese mijn, maar moet vanwege het milieu misschien sluiten. De Romeinen hadden het goud hier al ontdekt. Keizer Trajanus veroverde het gebied en tot in de middeleeuwen was dit één van de rijkste gebieden ter wereld. Zelfs in 1891 werd er nog een klomp goud van ongeveer 58 kilo gevonden. Met de hoge goudprijs van nu heeft zo'n grote klomp een waarde van +/- 2 miljoen euro. Momenteel wordt in Europa het meeste goud in Zweden en Finland gewonnen.

Bariet (Mineralen in de medische wereld) (Kast 7B)

Bariet wordt gebruikt om Bariumpap van te maken. Lichaamsdelen zoals de darmen zijn niet zichtbaar op röntgenfoto's. Om toch te weten of deze delen goed werken, dopen ze stukjes brood in bariumpap, om zo te kunnen kijken of de slokdarm, maag en darm nog goed werken.

Gips (Mineralen in de medische wereld) (Kast 7C)

Gips kennen wij allemaal, het ziet er hier wellicht wat onbekend uit. Gips wordt eigenlijk vaak gevonden in een meer poederachtige vorm. Wanneer deze mineralen worden vermalen, en water toegevoegd, wordt dit keihard als het uitdroogt, en is daardoor heel geschikt voor het stabiliseren van botbreuken.

Opruimen MGM

- Lichten uitdoen
- Deuren sluiten

Achtergrondinformatie

Mijnbouwkunde en Educatie

Met de Koninklijke Akademie start in 1842 ook de opleiding Mijnbouwkunde in Delft. Na de splitsing in scheikundige technologie en mijnbouwkunde krijgt de rijksbouwmeester Johannes Vrijman de

opdracht om het gebouw te ontwerpen voor 250 studenten en 35 stafleden. Het pand wordt in 1912 opgeleverd en geopend als faculteit mijnbouwkunde.

Na 1995 zakten de studentenaantallen dramatisch in, in 2002 schreven zich maar 24 nieuwe studenten in, en als klap op de vuurpijl werd bij een evaluatie het onderzoek van de afdeling Engineering Geology als onvoldoende beoordeeld. De opleiding en onderzoeksprogramma's moesten veranderen. De vernieuwing had wel als gevolg dat besloten werd om een aantal programma's samen te voegen met die van de opleiding civiele techniek. In 2007 was het zover en verliet de afdeling Technische Aardwetenschappen na een kleine eeuw het gebouw aan de Mijnbouwstraat en werd het de afdeling Geotechnology binnen de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen aan het Mekelpark.

Wat is een mineraal en een erts?

Mineraal: is een chemische verbinding met (een meer of mindere mate vaste samenstelling en) een eigen kristalstructuur, op natuurlijke wijze gevormd.

erts: gesteente waaruit op een economisch verantwoorde manier grondstoffen/mineralen kunnen worden gewonnen. Houdt in dat niet alleen het gehalte in het gesteente een rol speelt, maar ook de fluctuerende prijs op de wereldmarkt en dat zelfs de politiek een rol kan spelen.

Hoe komen mineralen aan hun naam?

Laten we beginnen bij het achtervoegsel. Het is u wellicht al opgevallen dat veel stenen eindigen op -iet. Dit komt van het Griekse woord voor steen: lithos. Wat er voor staat wordt vaak naar de vindplaats, uiterlijke vorm of persoon vernoemd, zoals belangrijke mineralogen. OF bijvoorbeeld zoals hier **Willemiet**, naar koning Willem I.

Wanneer is een steen een erts?

Als het economisch gezien winst oplevert. In zand zouden wij mineralen aantreffen, maar de hoeveelheid mineralen is zo weinig dat het veel te veel kost om het zand te zuiveren, zonder dat het je wat oplevert. Om je even een beeld te geven: koper is een erts als er 50 kilo koper in 1000 kilo steen zit, terwijl er normaal zo'n 55 gram koper in 1000 kilo steen zit.

Harz: Tot 1912 was er in Delft geen mogelijkheid tot praktisch onderwijs in de mijnbouwkunde. Daarvoor moesten ze voor dit onderdeel naar het buitenland, anders konden ze niet afstuderen als ingenieur. Veel studenten gingen daarom naar **Harz** in Duitsland, wat relatief dichtbij lag. Later is dit veranderd, onder andere omdat er steeds meer behoefte aan mijnbouwers in Nederland zelf was, door de opkomende mijnbouw in Zuid-Limburg.