

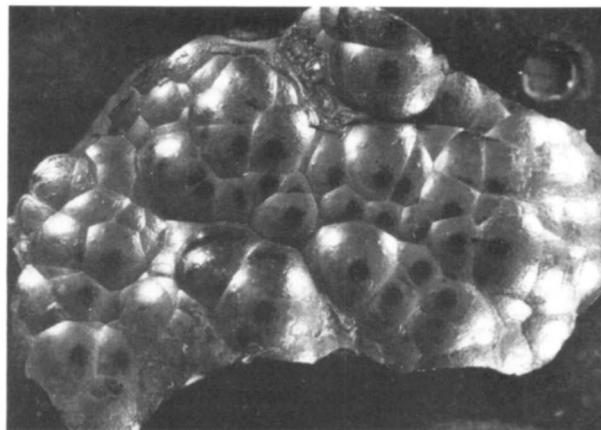
witte naalden in kalksteenholtes. Deze zijn erg breekbaar, dus voorzichtig kloppen!

Kirkland. Sla voorbij Rowrah rechtsaf naar Kirkland en blijf deze weg volgen tot voorbij Kirkland, waar links storthopen van een verlaten mijn liggen. Hier zijn verschillende variëteiten van hematiet te vinden.

Hayle. Volg vanuit Egremont de A595 naar het zuiden tot Blackbeck, circa 5 km. Daar linksaf naar Haile. 1 km voorbij Haile ligt rechts de mijn. Hier is behalve hematiet en kwarts ook calciet te vinden. Deze zit in holtes; de kristallen hebben drie kopvlakken. Omdat ze lijken op oude, handgesmede spijkers worden deze kristallen "nail head calcite" genoemd.

Deze gegevens zijn te danken aan de heren Ir. H. Groenenboom en Ir. G.J. Polman, die in de tweede helft van de jaren '70 deze omgeving verkenden.

J.S.-v. B.



*Hematiet "kidney ore". Deze variëteit wordt ook wel rode glaskop genoemd, afm. 45 x 30 mm.
Vindplaats: Boot bij Eskdale, Cumberland.
Collectie: drs. W.J.M. Scheres.*

Determinatie van mineralen

Mogelijkheden en beperkingen van makroskopische identifikatie

door P. Tambuyser

Inleiding

Eén van de eerste problemen waarmee een verzamelaar van mineralen geconfronteerd wordt, is de determinatie van zijn specimina.

Met "op-zicht-determinatie" of makroskopische determinatie bedoelen we het determineren van mineralen louter aan de hand van kenmerken die we kunnen bepalen door het specimen vast te nemen en er naar te kijken (eventueel met een degelijke loupe). Strikt genomen sluiten we dus alle hulpmiddelen zoals b.v. hardheidsmetingen, dichtheidsbepalingen, chemische testen, enz. uit.

Voor de meeste amateurs en ook voor het merendeel van de verenigingen, die niet over de nodige apparatuur beschikken, blijft de op-zicht-determinatie het enige hulpmiddel om hun vondsten te karakteriseren.

Over de mogelijkheden en de beperkingen van deze methode bestaan nogal wat vraagtekens bij heel wat verzamelaars. In deze tekst willen we nagaan welke kenmerken voor op-zicht-determinatie in aanmerking komen en wat hun waarde is.

Wat is een mineraal ?

Voor we ons met mineralen-determinatie bezighouden, is het van belang te weten wat een mineraal eigenlijk is. Het antwoord op deze vraag is blijkbaar niet zo vanzelfsprekend als op het eerste gezicht lijkt. Een alom aanvaarde definitie voor de term "mineraal" bestaat niet. Toch is er een zekere overeenkomst tussen de door ver-

schillende wetenschapslui gegeven omschrijvingen. Zonder evenwel op deze problematiek in te gaan kunnen we de term "mineraal" als volgt definiëren:

Een mineraal is een in de natuur voorkomende, door anorganische processen gevormde, homogene vaste stof, met een nauw omschreven chemische samenstelling en met een bepaalde kristalstructuur.

Om alle discussies aangaande grensgevallen van deze definitie te vermijden werd de term "mineraloïde" ingevoerd. Deze term duidt dan op elke stof die op één of meerdere aspecten na, overeenkomst met de definitie van mineraal bezit en die daarom binnen de interessesfeer van de mineralogie valt en als dusdanig ook dient bestudeerd te worden. In de enge betekenis van het woord wordt de term "mineraloïde" voor niet-kristallijne "mineralen" gebruikt.

Wat ons in deze definitie het meest interesseert, tenminste wanneer we ons aan mineraal-determinatie gaan wagen, is dat een mineraal een bepaalde chemische samenstelling heeft en dat het een bepaalde kristalstructuur bezit. Het is immers op grond van deze twee eigenschappen: **chemische samenstelling en kristalstructuur**, dat het onderscheid tussen de verschillende mineralen wordt gemaakt. Diverse uiterlijke kenmerken van een mineraal worden er door bepaald. Deze laten ons dan ook toe in sommige gevallen mineralen op zicht of aan de hand van enkele eenvoudige te bepalen fysische of chemische kenmerken te identificeren.

Klassifikatie van mineralen

Op grond van hun chemische en kristallografische kenmerken worden een 3000-tal mineralen als valide species onderscheiden.

Het uitgangspunt voor de klassifikatie van deze species vormt de chemische samenstelling. Het systeem Strunz (Strunz, 1977) brengt de mineralen onder in negen klassen op grond van het dominante anion of de anionengroep in het mineraal. Redenen om te kiezen voor dit criterium zijn o.a.

- het sterk op elkaar lijken en verwant zijn in kristal-chemische kenmerken van mineralen met hetzelfde dominante anion of anionengroep. Dit in tegenstelling tot mineralen met eenzelfde kation, b.v. sulfiden lijken meer op elkaar dan zinkmineralen.
- mineralen met identieke anionen komen dikwijls voor in hetzelfde of in een gelijksoortig geologisch milieu.

De negen klassen volgens Strunz zijn:

1. Elementen (+ legeringen, carbiden, nitriden, fosfiden).
2. Sulfiden (+ seleniden, telluriden, arseniden, antimoniden, bismuthiden).
3. Halogeniden.
4. Oxyden en hydroxyden.
5. Nitraten, carbonaten en boraten.
6. Sulfaten (+ chromaten, molybdaten, wolframaten).
7. Fosfaten, arsenaten en vanadaten.
8. Silikaten.
9. Organische verbindingen.

De chemische samenstelling alleen is niet voldoende om een mineraal te karakteriseren. Een mineraal is pas volledig bepaald als zowel chemische samenstelling als kristalstructuur bekend zijn. Samen vormen zij immers de essentie van het mineraal en bepalen zij de fysische kenmerken. Bij Strunz is de kristalchemie dan ook de basis voor een verdere onderverdeling van de negen klassen in afdelingen, groepen, reeksen, enz. Van diverse mineralen bestaan overigens een aantal variëteiten. Variëteiten worden niet als afzonderlijk species aangezien. Zo zijn chalcedoon, agaat en morion variëteiten van het species kwarts.

Uitwendige kenmerken van mineralen

Wanneer we een mineraal willen determineren dan zou de meest logische weg zijn, de chemische samenstelling en de kristalstructuur vast te stellen. Op die wijze zou het mineraal dan helemaal gekarakteriseerd zijn. Deze werkwijze vergt evenwel heel wat wetenschappelijke apparatuur en kennis en ligt zelfs voor de meeste mineralogische verenigingen buiten het haalbare.

Gelukkig bepalen de aard van de atomen waaruit een mineraal bestaat (chemische samenstelling), de soorten chemische bindingen en de kristalstructuur, een aantal fysische kenmerken die we meestal zonder veel hulpmiddelen kunnen vaststellen. Op-zicht-determinatie is gebaseerd op het waarnemen van uitwendige kenmerken zoals kleur, kristalvorm, glans, e.d. In de volgende paragrafen zullen we een aantal van deze kenmerken kort bespreken en aangeven hoe we ze het best kunnen bepalen en wat hun determinatieve waarde is.

1. Glans

Op grond van hun glans worden de mineralen in twee groepen ingedeeld: mineralen met metaalglans en minera-

len met niet-metaalglans. Een scherp onderscheid is niet altijd mogelijk en voor randgevallen gebruikt men dan ook de term halfmetaalglans.

Mineralen met metaalglans

Een mineraal met een blinkend voorkomen, dat zo kenmerkend is voor metalen (zoals goud, koper, ijzer) heeft een metaalglans. Dergelijke mineralen zijn tevens ondoorzichtig en hebben een donkere streek. Galeniet, pyriet en chalcopyriet zijn typische voorbeelden. Een metaalglans kan men het best waarnemen aan een vers breukvlak! Wanneer de glans niet perfect metallisch is, dan spreekt men van half-metaalglans; voorbeelden zijn tantaaliet en wolframiet.

Mineralen met niet-metaalglans

Deze mineralen zijn over het algemeen licht gekleurd en dikwijls doorschijnend. De streek is meestal kleurloos of licht van kleur.

Volgende termen worden nog gebruikt om het ontbreken van de metaalglans bij een mineraal te verduidelijken. **diamantglans:** is typisch voor mineralen met een hoge brekingsindex; voorbeelden zijn uiteraard diamant en ook cerussiet en anglesiet.

glasglans: de glans van gebroken glas. De meeste mineralen hebben een glasglans. De vlakken van kwarts-kristallen zijn het beste voorbeeld.

vetglans: typisch bij kwarts-breukvlakken en bij nefelien.

harsglans: sfalerieten (in het bijzonder de gele) hebben deze kenmerkende glans.

parelmoerglans: deze glans neemt men dikwijls waar op vlakken die evenwijdig liggen met splijtvlakken, b.v. het basisvlak van apophyllietkristallen.

zijdeglans: deze glans is het resultaat van een vezelachtige structuur, b.v. vezelige gips en sommige malachieten.

wasglans: chalcedoon.

In vele gevallen is het moeilijk om vast te stellen of een mineraal wel of niet een metaalglans heeft. Ook is de glans van een bepaald mineraal sterk afhankelijk van korrelgrootte of aggregaatform.

2. Kleur

Bij verschillende mineralen, in het bijzonder die met een metaalglans, is de kleur vrij konstant en is dan ook een belangrijk determinatiemiddel. De kleur van een mineraal dat een metaalglans heeft bepaalt men het best aan een vers breukvlak. De kleur van een verweringslaagje is immers misleidend, denken we maar aan de aanloopkleuren van pyriet in sommige septariën en van borniet en chalcopyriet. Verstrooid daglicht is beter dan direkt zonlicht om de kleur juist te bepalen.

Vele mineralen hebben echter geen konstante kleur maar kunnen meerdere, vaak uiteenlopende kleuren vertonen. Deze kleurvariatie binnen een bepaalde mineraalsoort kan diverse oorzaken hebben. Een verandering in kleur kan te wijten zijn aan een verandering in samenstelling; b.v. naargelang het ijzer- of mangaangehalte van sfaleriet zal dit mineraal geel, bruin of zwart gekleurd zijn. Dat de kleuren van een bepaald mineraal sterk kunnen variëren wordt het beste geïllustreerd door fluoriet, dat zowel kleurloos, rose, geel, groen, blauw, violet tot bijna zwart kan zijn. Alhoewel de kleur van een mineraal een belangrijke fysische eigenschap is, mag men de waarde als determinatiemiddel niet overschatten.

3. Streek *)

De kleur van het poeder van een mineraal noemt men streek of streekkleur.

Men kan de streekkleur het best bepalen door het specimen over een stuk ongeglazuurd porcelein (streekplaatje) te wrijven. De hardheid van zo'n streekplaatje beperkt zijn gebruik tot mineralen die zachter zijn dan 7 op de Mohs-hardheidsschaal. Waar gezegd was dat de kleur van bepaalde mineralen nogal eens kan variëren, is dit in mindere mate het geval wat de streek betreft. De streek is vrij konstant voor een bepaald mineraal; b.v. fluoriet heeft altijd een witte streek. Er zijn natuurlijk uitzonderingen: zuivere hematiet b.v. heeft een roodbruine streek, aanwezigheid van ilmeniet in de hematiet veroorzaakt een zwarte streekkleur.

4. Hardheid

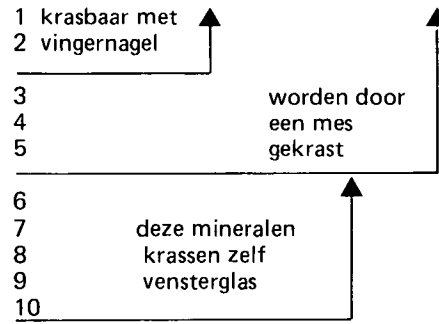
De weerstand die een mineraaloppervlak biedt tegen krasen noemt men zijn hardheid. De hardheidsgraad van een mineraal bepaalt men dus door het te krassen met een ander mineraal of voorwerp. Elk mineraal heeft een min of meer bepaalde hardheid, die kan worden uitgedrukt door een getal. Een reeks van tien mineralen met specifieke hardheid werd gekozen. Deze reeks van mineralen, gerangschikt naar stijgende hardheid, noemt men de schaal van MOHS (naar de ontwerper ervan):

hardheid	mineraal
1	talk
2	gips
3	calciet
4	fluoriet
5	apatiet
6	orthoklaas
7	kwarts
8	topaas
9	korund
10	diamant

Een mineraal kan elk ander mineraal krassen dat een gelijke of lagere hardheid bezit. Zo kan kwarts, kwarts krassen en alle andere mineralen met lagere of gelijke hardheid. Indien we een specimen kunnen krassen met kwarts (H = 7) en niet met orthoklaas (H = 6), terwijl het zelf orthoklaas kan krassen, dan heeft het mineraal een hardheid van 6,5. Om de hardheid van een mineraal te bepalen zou men in het bezit moeten zijn van de tien mineralen uit de Mohs-schaal. We kunnen echter over enkele andere hulpmiddelen beschikken zoals:

vingernagel	H = 2 à 2,5
zakmes	H = 5
vensterglas	H = 5,5
stalen vijltje	H = 6,5

Om dus de hardheid bij benadering te bepalen, kunnen we deze hulpmiddelen inschakelen in de schaal van Mohs:



Voor de nauwkeurige bepaling van hardheden groter dan 5 kan men het best gebruik maken van de zogenaamde hardheidsstiften. Het zijn konisch aangeslepen mineraalpunten op een metalen stift gemonteerd.

Nog enkele wenken:

- Het krassen moet altijd met een scherpe punt gebeuren, te beginnen met het hardste materiaal, daarna het volgende in hardheid en zo verder naar beneden toe.
- Soms is het mineraal waarmee men tracht te krassen zachter dan het te testen mineraal. Het kan gebeuren dat het zachte materiaal verpulvert en een schijnbare kras achterlaat. Daarom moet men de kras altijd met een loupe bekijken.
- De hardheid moet men bepalen op een vers glad breukvlak, een splijvlak of een kristalvlak. Een verveerd oppervlak is altijd zachter dan het mineraal zelf. Een aggregaat heeft ook een lagere hardheid.
- Men moet er steeds zorg voor dragen om mooie specimens niet door een hardheidsbepaling te beschadigen.
- De hardheid van een kristal kan verschillen met de richting. In het algemeen wordt dit bij de meeste mineralen niet waargenomen. Kyaniet vormt hierop echter een grote uitzondering. Evenwijdig aan de lengterichting van het prisma kan men het krassen met een mes; het heeft in die richting een hardheid 4,5. Loodrecht op deze richting heeft het een hardheid 6,5 en is het dus niet meer met een mes krasbaar.

5. Kristalmorfologie

We hebben reeds vermeld dat mineralen kristallijn zijn, d.w.z. dat de deeltjes (atomen, ionen, ionengroepen...) waaruit ze zijn opgebouwd volgens een bepaald ruimtelijk patroon geordend zijn. Onder bepaalde omstandigheden kan deze ordening tot uiting komen in de vorm van kristalvlakken. Aangezien ieder mineraal zijn eigen kristalstructuur bezit, kan de vorm van zijn kristallen kenmerkend zijn voor het mineraal.

Op grond van hun uitwendige symmetrie kan men kristallen onderbrengen in klassen. Er zijn 32 kristalklassen die in 7 kristalstelsels zijn ingedeeld. Wanneer een kristal goed ontwikkeld is, dan kan men het, uitgaande van zijn morfologie, in een van die klassen of toch minstens in een van de stelsels onderbrengen. Een opgave die niet altijd eenvoudig is, omdat in het algemeen kristallen niet ideaal ontwikkeld zijn en wel eens pseudosymmetrieën kunnen optreden. Sommige kristallen hebben zo'n typische vorm dat de identiteit van het mineraal onmiddellijk herkend kan worden. De kristallen van één mineraal-species kunnen er echter vrij verschillend uitzien al naargelang de ontwikkeling der aanwezige vormen. Op de morfologie van de diverse kristallen kunnen we hier niet ingaan.

*) De (Vlaamse) auteur hecht aan de aanduiding streek, een term, die in zijn land vrij veel gebruikt wordt. In de Nederlandse literatuur zijn in dit verband woorden als streep, streepkleur, streepplaatje gebruikelijk (red).

Mineralen vinden we niet alleen als losse kristallen, maar ook als vergroeiingen en groepen van kristallen. Zo'n vergroeiing noemt men een aggregaat. Een aggregaat kan uit één of uit meerdere mineralen opgebouwd zijn. De vorm van een aggregaat is dikwijls kenmerkend voor een bepaald mineraal.

Enkele typische aggregaatvormen zijn:

- **bladerige aggregaten:** een aggregaat bestaande uit vele bladvormige kristallen, b.v. glimmers.
- **lamellaire aggregaten:** het specimen bestaat uit een aggregaat van lamellen of plaatjes.
- **geband (gezoned):** het mineraal komt voor in dunne lagen van verschillende kleur of uiterlijk, b.v. malachiet.
- **bolvormig (globulair):** dergelijke aggregaten kunnen tevens radiaalstralig zijn, d.w.z. dat alle kristallen vanuit het middelpunt vertrekken. Voorbeeld: pyrietknollen.
- **niervormig:** het specimen ziet eruit als een groep van globulaire aggregaten, b.v. hematiet uit Cumberland (afb. X, pag.X)
- **korrelig:** het aggregaat bestaat uit aaneengekitte korreltjes of kristalletjes van een mineraal; dergelijke aggregaten kan men soms met de vingers uit elkaar halen (dolomiet van Lengenbach).
- **oölietisch:** opgebouwd uit kleine afzonderlijke bolletjes en door mikrokristallijn materiaal aan elkaar gekit.
- **dendrietten:** aggregaten die dikwijls op plantjes of mos gelijken, zoals pyrolusiet-dendrietjes.
- **stalactieten:** ontstaan in grotten of holten door afzetting uit mineraalhoudend water.
- **geode:** een holte waarvan de binnenwand bezet is met kristallen.

6. Splitsing

Een mineraal vertoont splitsing als het breekt volgens bepaalde vlakken. Splitsing is afhankelijk van de kristalstructuur en treedt op evenwijdig aan vlakken in de structuur, waartussen slechts zwakke bindingskrachten bestaan. Splitsvlakken zijn altijd evenwijdig aan bestaande of mogelijke kristalvlakken. Splitsing kan perfect zijn, zoals bij glimmers; soms is splitsing onduidelijk of zelfs volledig afwezig. Niet alle mineralen vertonen splitsing en slechts enkele species vertonen het erg duidelijk. Voor deze mineralen is het wel een bijzonder diagnostisch criterium.

Waarde van uitwendige kenmerken voor de determinatie

Wie zich al wat langer met mineralogie bezighoudt zal wellicht de opmerking maken dat er nog heel wat meer fysische kenmerken zijn (o.a. dichtheid, luminescentie, e.d.) die men kan bepalen. Bewust werden alleen die kenmerken beschreven die een belangrijke rol spelen bij de op-zicht-determinatie. We moeten ze echter gebruiken met de wetenschap dat die uitwendige kenmerken van een mineraal kunnen variëren van specimen tot specimen. De kleur is het kenmerk dat het meest opvalt, voor sommige mineralen is deze konstant en soms erg typisch, bij andere mineralen kan de kleur soms enorm verschillen. De determinatieve waarde is dan ook variabel. De streekkleur is belangrijker. De glans is vrij konstant voor de meeste species en is dan ook een belangrijk criterium bij op-zicht-determinatie. De kristalmorfologie (vormleer) is uiterst belangrijk; zeker voor de determinatie van mikrokristallen. Jammer genoeg schept de studie van de kristallografie voor een aantal verzamelaars veel problemen.

De hardheid van een mineraal varieert slechts binnen beperkte grenzen. De hardheid van een aggregaat kan echter sterk afwijken van die van een enkel kristal.

Splitsing is erg belangrijk, maar niet altijd duidelijk waarneembaar.

Wie determinatietabellen gebruikt om zijn vondsten te kenmerken, moet zich van al deze beperkingen bewust zijn. Dergelijke determinatietabellen houden met die veranderlijkheid van uitwendige kenmerken rekening door qua uiterlijk erg variabele mineralen op verschillende relevante plaatsen in de tabellen in te lassen. Jammer genoeg gebruiken vele mineralengidsjes de kleur (voor vele mineralen wel het meest variabele kenmerk) als eerste determinatiecriterium. Gidsen waar de glans als voornaamste kenmerk aangegeven wordt, gevolgd door streekkleur en hardheid zijn over het algemeen beter. Al beschikt men over de beste determinatietabellen, dan kan men toch nog regelmatig vastlopen wanneer een of meerdere kenmerken niet te bepalen zijn (b.v. de hardheid als men slechts over enkele mikroskopische kristalletjes beschikt). Het vaststellen van eventueel geassocieerde mineralen kan ook uitkomst bieden (mineraalassociatie = het samen voorkomen van meerdere mineralen op een specimen).

Het gebruik van meer dan een type determinatietabellen is ook aan te raden. Wie een degelijk boek over mineralen-determinatie wil aanschaffen, zal in het Nederlands taalgebied maar weinig waardevols vinden. De meeste werken zijn ongeschikt om als hulpmiddel bij determinatie dienst te doen.

De volgende werken zijn aan te bevelen:

Tafeln zum bestimmen der Minerale nach ausseren Kennzeichen, door H. von Philipsborn; uitg. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
Mineral Recognition, door I. Vanders and P. Kerr; uitg. J. Wiley & Sons, New York.
An Introduction to the Megascopic Study and Determination of Minerals and Rocks, door K.M. Pohopien; uitg. W.M. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Makroskopische determinatie, kan dat ?

Zoals uit vorige paragraaf reeds is gebleken, is het grootste probleem bij op-zicht-determinatie van mineralen dat één species in verscheidene vormen en kleuren kan voorkomen en dat anderzijds een aantal specimens die er gelijksoortig uitzien toch verschillende mineralen kunnen zijn. Determinatietabellen (zelfs heel goede) hebben dan ook maar een beperkte waarde. Met mineralen is het niet zoals b.v. met planten die men met behulp van een flora op louter morfologische gronden kan determineren. Enorm belangrijk is tevens wat men "ervaring" noemt. Met ervaring bedoelen we dat men veel specimens heeft gezien, dat men flink wat namen kan onthouden en vooral dat men een verband kan leggen tussen een species en een aantal van zijn typische kenmerken. Hoe groot iemands ervaring ook is, men komt toch ergens aan een grens. Het is en blijft immers onmogelijk om de chemische samenstelling van een specimen te bepalen louter door er naar te kijken en er bestaat niet zoiets als een "atoombriil" waarmee we de kristalstructuur kunnen zien. En het zijn tenslotte die twee kenmerken die het mineraal volledig karakteriseren. Een mooi voorbeeld in dit verband is afkomstig van Toni Imhoff, de exploitant van de Lengenbachgroeve in het Binntal. Deze groeve is bekend om een aantal (een 20-tal) sulfozouten die er voorkomen.

Men liet hem een aantal specimens makroskopisch identificeren, die later met behulp van röntgenstraaldiffractie werden gedetermineerd. Ongeveer 75% van de specimens waren door Imhoff juist gedetermineerd; niet slecht voor zulke moeilijke mineralen. Maar wat zouden wij ervan terecht brengen? Nu zijn niet alle mineralen even moeilijk als de Lengenbachsulfozouten. Eenmaal een amethyst gezien, herken je deze kwartsvariëteit altijd. Eenmaal een massief stuk malachiet gezien, herken je het in alle mineraalverzamelingen; tot je ooit eens groene naaldjes vindt die dan ook nog met de beschrijving van een twintigtal andere mineralen overeenkomen.

Wanneer men zelf mineralen gaat zoeken, is het ideaal om te beschikken over een degelijke beschrijving van de mineralen die op die bepaalde vindplaats voorkomen. Beschikt men over die gegevens (zoals kristalvormen en typische kenmerken) dan kan men met enige zekerheid de mineralen van die vindplaats identificeren.

Algemeen kunnen we besluiten dat een mineralenverzamelaar, zij het na enige studie en met opgedane ervaring, een behoorlijk aantal mineralen moet kunnen determineren. Toch moeten we voldoende zelfkritiek hebben om de beperkingen van op-zicht-determinatie van mineralen te onderkennen.

In verband hiermede citeer ik graag de uitspraak van wijlen Albert Van hee:

"Wie één jaar verzamelt is beginner,
wie twee jaar verzamelt is kenner,
wie twintig jaar verzamelt is voorzichtig!"

Bibliografie: Mineralogische Tabellen. H. Strunz (unter Mitarbeit von C. Tennyson) 1977. Akademische Verlagsgesellschaft, Geest & Portig, Leipzig.

Het Versteende Woud van Arizona

door E.G. van Diggelen

Inleiding

Noord-Amerika is rijk aan natuurwonderen. Om hiervan te genieten hoeft men tegenwoordig niet meer - zoals de pioniers uit de vorige eeuw dat deden - te paard of met de huifkar de eindeloze open ruimte van dit machtige continent te doorkruisen. Men kan nu een auto huren en gebruik maken van de ruimschoots aanwezige luxe. Maar ondanks de vele gemakken die de toerist ten dienste staan, blijven er de enorme afstanden die men moet afleggen om de natuurwonderen te bezoeken.

Een van die natuurwonderen ligt in het noordoosten van Arizona, nabij het plaatsje Holbrook. Daar treft men een merkwaardig landschap aan dat bezaaid is met versteende boomstammen en dat daarom bekend staat als het Petrified Forest National Park (afb. 1).

Voordat het bestaan van een Versteend Woud aan de blanken bekend werd, was dit gebied al meer dan 1500 jaar door Indianen bewoond geweest. We treffen nu nog de sporen van hun vroegere aanwezigheid aan. Zo zijn er meer dan 300 Indiaanse ruïnes in het park. Ook zijn er prachtige rotstekeningen bewaard gebleven en heeft men allerlei werktuigen van de prehistorische Indianen, zoals schrapers, hamers en pijlpunten van versteend hout, gevonden.

Toen de Indianen voor het eerst in het Versteende Woud kwamen, viel hen dit merkwaardige landschap ook op. Zij hadden er hun eigen, primitieve verklaring voor. Zo zagen de Navajo-Indianen in de versteende houtblokken de beenderen van de grote reus Yietso, een monster dat door hun voorvaders zou zijn gedood.

Pas in 1851 werd het bestaan van een Versteend Woud aan de blanken bekend. Toch duurde het tot 1878 voordat er zich hier de eerste pioniers vestigden. In de loop der jaren is veel versteend hout weggehaald. Handelaren in mineralen bliezen zelfs met dynamiet de versteende boomstammen op, om zodoende de amethystkristallen - die er binnenin zaten - te verzamelen. In 1962 werd dit gebied samen met de noordelijker gelegen Painted Desert tot een nationaal park verklaard om zodoende voor de toekomstige generaties behouden te blijven.

De Moenkopi Formatie

In de Onder-Trias, ca. 225 miljoen jaar geleden, was het noorden van Arizona een laaggelegen, enigszins westwaarts afhellende kustvlakte, waarover traag meanderende rivieren en beekjes hun weg naar zee zochten. Tussen de waterlopen lag een gebied van meren en moerassen, te midden van een weelderige plantengroei. Door het warme klimaat verdampte voortdurend meerwater, waardoor er zoutkorsten werden gevormd. De met sediment beladen rivieren, die hun oorsprong hadden in de hoger gelegen gebieden van het noordoosten, mondden in het westen van Arizona uit in een soort waddengebied aan zee. Door de afname van de stroomsnelheid werden in de benedenloop van de rivieren zanden afgezet. Verder stroomafwaarts, nabij zee, kwamen de fijnere kleideeltjes tot bezinking. In zee zelf werden kalken afgezet. Al deze afzettingen die in meren en rivieren of in zee zijn gevormd en thans verhard zijn tot schalies, zandstenen en kalkstenen worden gerekend tot de Moenkopi Formatie uit de Onder- (en waarschijnlijk ook Midden-) Trias (afb.2). Deze 90 tot zelfs 180 meter dikke afzettingen vallen op door hun rode tot bruine kleur. Deze kleur is een gevolg van het voorkomen van kleine hoeveelheden ijzeroxyde ("roest") in het gesteente.

In de Moenkopi Formatie vinden we diverse fossielen van reptielen, amfibieën, vissen, ammonieten, slakken, etc. terug. Een bekend reptiel dat in de Trias heeft geleefd is de *Phytosaurus*, die wel 7,5 meter lang kon worden en veel leek op onze huidige krokodil. Toch bestaat er geen enkele verwantschap tussen beide dieren. Van de andere reptielen, zoals bijvoorbeeld *Chirotherium*, zijn skeletten zeldzaam, terwijl er wel veel sporen (o.a. pootafdrukken) worden teruggevonden.

Opvallende amfibieën uit die tijd waren de Labyrinthodonten, met geweldig grote, platte schedels en lichamen. Omdat deze dieren een skelet van kraakbeen bezaten zijn de delen niet allemaal zo goed gefossiliseerd, eenvoudig omdat het materiaal niet hard genoeg was.