

Inhoud:

Alpiene rekspleetmineralen	49	De slome slijper	66
Ultra-violet	55	Trilbak	67
UV-lampen	60		
Kristallografie	62	Bijlage:	
Museum	64	GEA-mededelingen, Kringen-nieuws	

ALPIENE REKSPLEETMINERALEN

door Jan-Hessel Brons

Bij een bezoek aan het Naturhistorisches Museum in Bern staat elke liefhebber te watertanden bij de daar uitgestalde mineralen. Naast de gebruikelijke systematische, grotendeels aangekochte, mineraalverzameling is hier namelijk een prachtige en unieke kollektie van mineralen uit Zwitserland en de rest van de Alpen tesamen gebracht. Pronkstuk: de reuzengrote, samen honderden kilo's wegende heldere bergkristallen in één kunstig vervaardigde vitrine geplaatst, waarmee de oorspronkelijke natuurlijke situatie hoog in de bergen benaderd wordt. Verder vele kleinere mineraalgroepjes van zeer hoge kwaliteit. Hier worden we gekonfronteerd met de woorden Kluft, Klüfte en Zerrklüfte. De Nederlandse benaming is rekspleet of holte. Sommigen worden jaloers op de vindsters van dat schoons: de Strahlers. Want Strahlers, de hooggespecialiseerde mineraalzoekers van wie er nog enkelen het beroep professioneel (200 dagen per jaar in de bergen) uitoefenen, brachten na zware tochten en zeer lange werkdagen veel van het materiaal naar de dalen om het te verkopen. Aanvankelijk gingen de heldere bergkristallen naar kristalslijpers in Milaan, later kochten musea en liefhebber-verzamelaars dit materiaal. Hun voorkeur ging meer uit naar zeldzamere mineralen in bijzondere kristalvormen en vergroeiingen dan naar de helderheid van bergkristal. Veiliger dan zelf te zoeken is het de mineralen aandachtig onder of achter vitri-neglas te bekijken. Zo wordt het snel duidelijk dat verschillende mineraalgezelschappen uit geologisch verschillende delen van Zwitserland stammen. Deze bijdrage wil een indruk geven van de geologie van de Alpen in verband met de rekspleetmineralisatie. Veel van het onderstaande is 'geleend' van de directeur van het Bernse museum, dr. H.A. Stalder, die zeer actief is in het publiceren van zijn kennis over Klüfte en Kluftmineralen, vaak in samenwerking met andere deskundigen.

Men spreekt van Alpiene rekspleeten en rekspleet-mineralen. De naam doet vermoeden dat er over een type mineraalholtes gesproken wordt, dat voor de Alpen kenmerkend is. Dat is waar. Maar met mineralen gevulde rekspleeten zijn niet alleen kenmerkend voor de Alpen. Ze komen er wel in grote getale voor met qua vorm de meest volmaakte mineralen. Als er in andere gebergtekens vergelijkbare mineraalafzettingen aangetroffen worden, dan worden die toch ingedeeld bij het type 'Alpiene rekspleetmineralisaties'. De mineralen eruit treffen we in alle musea van belang aan: rookkwarts, roserode fluoriet, hematietroosjes en adulaar. De rekspleeten zijn niet regelmatig over de gehele Alpen verspreid. (Fig. 1). Rijk zijn de autochtone Massieven en de Penniden be-deeld, de Kalkalpen arm.

Definitie

De Kluft of rekspleet is een holte in het gesteente, door gesteenteanisotropie in een veld van toenemende tektonische spanning opengescheurd, zonder dat de wanden verder van elkaar bewogen hebben dan voor het opengaan van de holte noodzakelijk was.

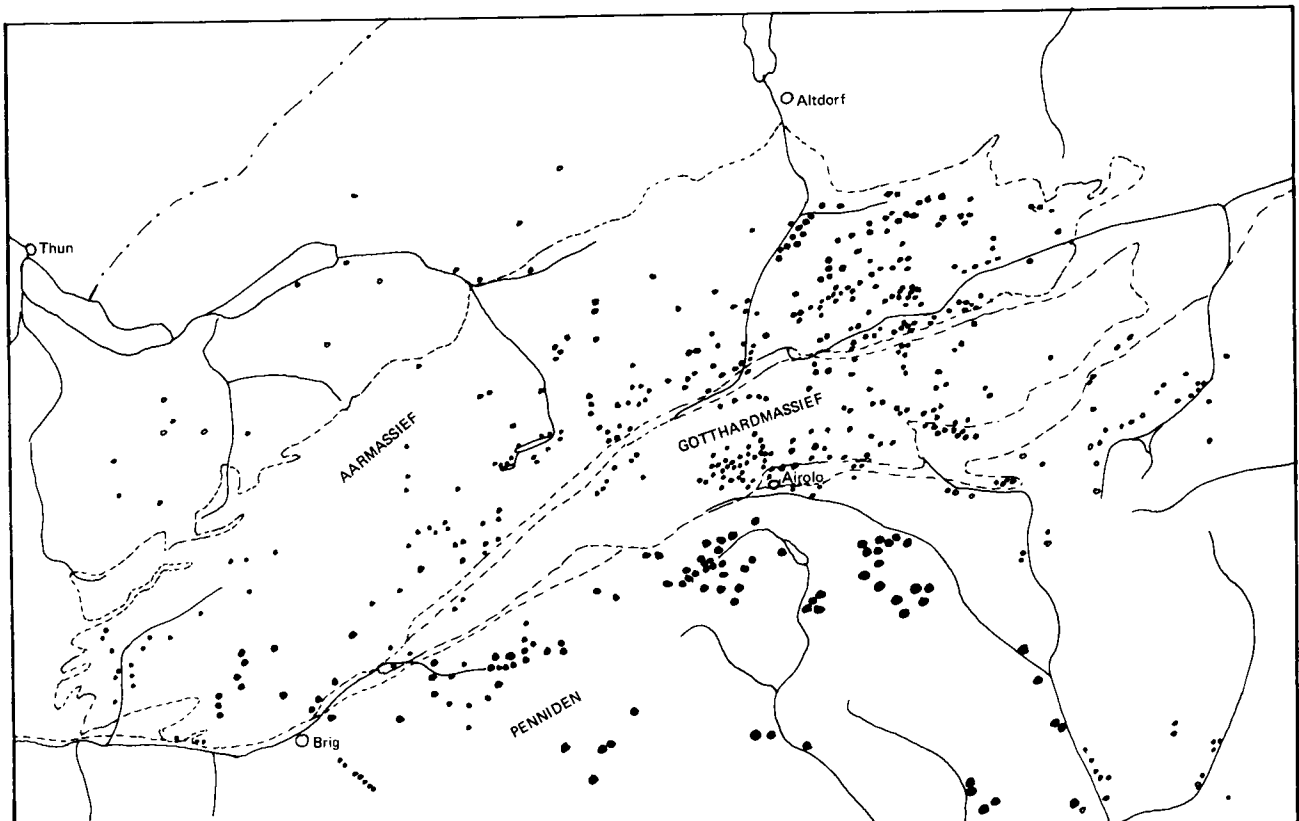
De herkenning in het veld berust heel summier op de volgende waarnemingen:

1. Het is een over het algemeen heel duidelijk zichtbare kwartsband. Die moet onder een rechte hoek staan met de schistositeit (de richting) van het gesteente. (Fig. 2). Een aantal evenwijdige kwartsbanden is in de regel waardeloos. In ander nevengeesteente kunnen in plaats van kwarts calcië, fluoriet, veldspaat of ertsen voorkomen.
2. Het zijn afzonderlijke kwartslenzen

3. De lensvormige band is van plaats tot plaats dikker en dunner (insnoering).
4. Uitgelooft nevesteente is te herkennen aan de afwijkende bleke kleur en aan de korrelige of zandige structuur.

5. Er komt ook bij droog weer water uit zo'n spleet.

figuur 1. De belangrijkste vindplaatsen van rekspleet-mineralisaties in de Zwitserse Alpen.



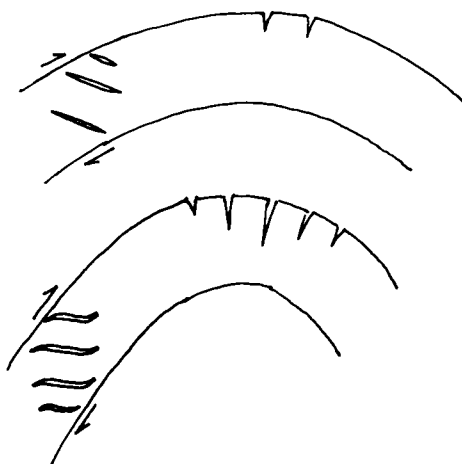
Een Strahler kan na langdurige werkzaamheden aan een spleet met één of meer van deze kenmerken toch nog een 'niet' treffen, een geheel lege rekspleet. De kristallen die vanaf de wanden van een rekspleet naar binnen

groeiden, werden niet of nauwelijks in hun groei beperkt of gehinderd gezien hun ideale kristalvormen. Het zij nog benadrukt dat niet elke kwartsader betiteld mag worden als rekspleet. Ook op geheel andere wijze ontstane holtes zijn wel met kwarts en/of calciet opgevuld. Wanneer de echte rekspleten zich openden, waarmee ze zich vulden en wanneer de mineralen groeiden zijn de belangrijkste vragen. Om een indruk te krijgen moeten we een summier overzicht van de tektoniek der Alpen voor lief nemen.

figuur 2. Rekspleten in een geplooiide laag komen voor:

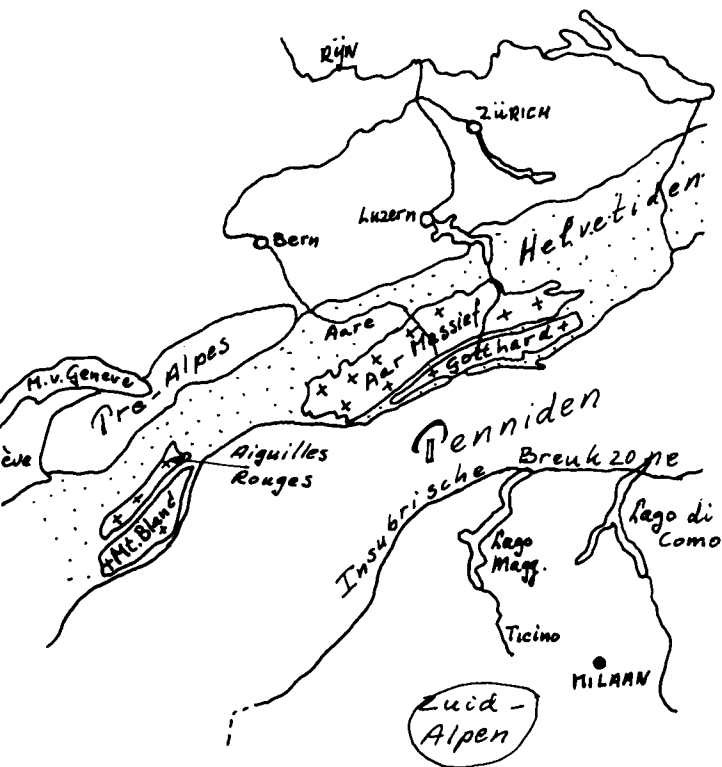
- a) op de buitenbocht van de ombuiging
- b) in de flanken door 'simple shear'

Bij toenemende vervorming van de laag maken de spleten een steeds grotere hoek met het laagvlak.
(uit Pannekoek e.a.: Algemene Geologie, pag. 85).



Tektonische opbouw van de Alpen (figuur 3)

Op dezelfde plaats waar deze nu nog ligt (autochtoon), lag al voor het Carboon een voornamelijk kristallijne ondergrond (sokkel, basement), die bestond uit schisten, migmatieten en mergels. Gedurende de Hercynische gebergtevorming (290 miljoen jaar geleden) drongen daarin gesteentesmelten, die stolden tot granietlichamen. Uiterlijk is er sinds die tijd niet veel aan veranderd. De nu zichtbare delen ervan in de Zwitserse Alpen heten Centrale Massieven: Mont Blanc en Aiguilles Rouges, Aare en Gotthard. Nog in het Carboon, na de Hercynische orogenese in het Westfalen, hebben de massieven de diepere delen van een snel eroderend hooggebergte gevormd. In het Perm werden er alweer sedimenten op de restanten van dat gebergte afgezet. Uit het Mesozoïkum (Trias-Jura-Krijt) stamt een dik pakket in zee afgezet kalk (steen-)sediment. Pas in het Tertiair is het pakket kalksteen op enkele restanten na als dekblad(en) naar het noorden afgeleden. Het vormt nu de Helvetiden of Noordelijke Kalkalpen. De restanten zijn de autochtone



figuur 3. Zeer schematische schets van de belangrijkste tektonische eenheden in Zwitserland. Van noord naar zuid: Pré-Alpes; Helvetiden; Centrale Massieven: Mont Blanc-Aiguilles Rouges - Aare-Gotthard-massief; Penniden. Ten zuiden van de Insubrische Breukzone liggen de Zuid-Alpen, voornamelijk in Italië.

over het algemeen veroorzaakt door bedekking met een 15-30 km dik gesteentepakket. Dat was in de Alpen alleen mogelijk tijdens het ontstaan en de opeenstapeling van Alpiene dekbladen. Een deel ervan is afgegleden als dekblad. Maar ook is een belangrijk deel afgeërodeerd.

Uit de bestudering van allerlei gebergteketens is naar voren gekomen dat na een zeer langdurig stadium van sedimentatie een stadium van deformatie met metamorfose volgt, terwijl een korte laatste fase, epeirogenese, door verticale korstbeweging in relatief hoog tempo voor het werkelijke reliëf zorgt. Het is tevens het eindstadium van gebergtevorming of orogenese. De denudatiesnelheid is op verschillende manieren bepaald op 1/2 - 1 mm per jaar. Het indrukwekkende reliëf van de hedendaagse Alpen toont aan dat de gemiddelde opheffing sinds Midden-Tertiair een beetje groter was dan de denudatiesnelheid, de afbraak. Dat blijkt ook uit de maximum opheffingsnelheid die over de laatste 50 jaren in de Centrale Alpen door precisieingen bepaald is op 1 mm/jaar.

sediment-mantels die in smalle stroken sommige van de Centrale Massieven omringen.

Penniden

Tussen de Centrale Massieven en de Insubrische Breukzone ligt het volgende voor ons interessante complex, dat tevens het meest ingewikkeld van opbouw is: de Penniden. De dekbladen van deze zone bestaan alle aan hun basis uit kristallijne gesteenten (gneizen), bedekt door metamorfe sedimenten. Door opeenstapeling van dekbladen kwamen de Penniden diep in de aardkorst terecht, waardoor de deformatie, ook van het kristallijn, vloeinder vormen vertoont dan in de massieven. In een laat stadium werden de sedimenten samen met de kristallijne kernen gemetamorfoseerd: Alpiene metamorfose. Dat was voor het kristallijn een tweede metamorfose, na die in Hercynische tijd. Een deel van de Mesozoïsche sedimenten ontkwam aan metamorfose doordat ze zich eerder als dekbladen naar het noorden verplaatsten, over de Centrale Massieven en over de Helvetiden: ze vormen nu de Pré-Alpes.

Alpiene metamorfose

Men weet zeker dat de Centrale Massieven samen met de Penniden tijdens de Alpiene gebergtevorming (= plooiing met metamorfose, in- en extrusie) gemetamorfoseerd zijn in de z.g. amfiboliet-facies. Dat gebeurde vanaf het Boven-Krijt tot voor Midden-Tertiair. Vanaf dat moment is het gesteente zeer langzaam afgekoeld als gevolg van de opheffing die o.a. mogelijk werd doordat de bedekking als dekbladen afgleed. Bij gebergtevorming is echter 'oorzaak en gevolg' door de complexiteit van de gebeurtenissen niet erg helder te scheiden. In de rest van de Alpen kwam het niet verder dan metamorfose in de groenschist-facies.

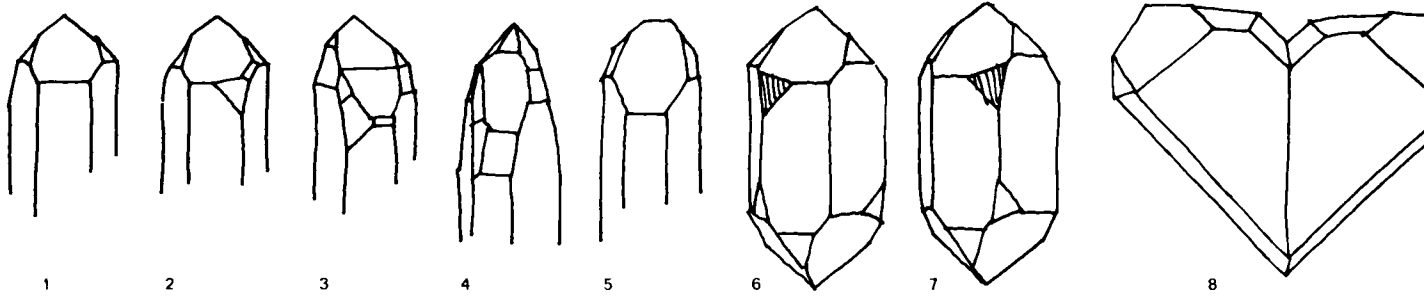
Regionale metamorfose in de amfiboliet-facies wordt

De rekspleetmineralen

Van de in totaal 2000 bekende mineraalsoorten komen er ongeveer 90 voor in Alpiene rekspleten. Meer dan de helft zelden of zeer zelden. Maar de meest voorkomende mineralen treffen we in allerlei verschillende vormen, groottes en parageneses aan, waarmee de relatief geringe verscheidenheid weer wordt gecompenseerd. Kwartz staat op de eerste plaats in de variëteiten kleurloos bergkristal en rookkwartz, terwijl amethyst en blauwe kwartz zeldzamer zijn. Chloriet komt qua hoeveelheid op de tweede plaats. Het is het jongste mineraal (op de niet altijd gevormde zeolieten na) in de ontstaansvolgorde en vult de 'open' ruimte van de rekspleet op. Het belemmert bij het openen van de spleet elk uitzicht op de schatten aan de spleetwanden. Verder zijn belangrijk in de Penniden: calcië, adulaar (veldspaat), albiet en muskovië. Calcië kan door oppervlaktewater opgelost zijn en we vinden dan alleen de 'afdrukken'. Er zijn twee vormen van adulaar: de ondoorzichtige 'Maderaner Habitus' en de meer afgeronde, doorschijnende tot doorzichtige 'Fibbia-vorm'. Maar met deze doorlopers, mineralen die steeds weer voorkomen, kunnen we een mineraalgezelschap (paragenese) niet karakteriseren. Gidsmineralen noemen we de veel zeldzamere maar heel specifieke mineralen als amiant, fluoriet, vesuvianiet en talk. Van een mineraalgroepje met zulke gidsmineralen is dan de globale herkomst bekend. Men kan tot 113 parageneses onderscheiden! Maar werkzamer is het systeem van Parker die geologisch van elkaar verschillende gebieden kenmerkt door een tiental rekspleetmineraalparageneses. Van 3 tektonische eenheden volgen hier enige kenmerkende mineralen.

Aare-massief

Kwartz komt in heel wat kristalvormen voor. (Zie fig. 4). Naast waterheldere bergkristal is vooral rookkwartz interessant. De zwarting kan erg verschillen, de donkerste soort heet morioon. Heldere kleurloze kwartz verkrijgt de zwarting door radio-actieve straling, als het



figuur 4. De belangrijkste vormen van kwarts uit rekspleten.

- 6-1 normaal type: alleen prisma- en rhomboëder-vlakken
 - 6-2 normaal type: vlakkenrijke vorm (tevens rechtsdraaiende Q)
 - 6-3 overgangstype: linksdraaiende kwarts
 - 6-4 Tessiner type: linksdraaiende kwarts
 - 6-5 Dauphiné type
 - 6-6 en 6-7: resp. links- en rechtsdraaiende kwarts.
- Voor herkenning zijn de gearceerde vlakjes van belang.
6-8 De in de Alpen pas ontdekte zgn. Japanse tweelingvorm.

spleten met ertsmineralen: sulfiden en/of goud! De mineralen zijn sfaleriet, galeniet, jamesoniet, boulangeriet, chalkopyriet, pyriet, magnetiet naast kwarts en calciet. Als verklaring hiervoor wordt aangenomen, dat de oplossingen een oudere, bijvoorbeeld Hercynische ertsader gemobiliseerd hebben gedurende de Alpiene gebeurtenissen. Meest recente gebeurtenis is dan het neerslaan van de ertsmineralen uit de oplossingen in de rekspleet.

Gotthard-massief

Een samengestelde granietkern wordt omgeven door verschillende metamorfe schisten en gneizen. Slechts in één van de drie granietlichamen waarin het Gotthardmassief is onder te verdelen komen rekspleten voor: Fibbia-gra-

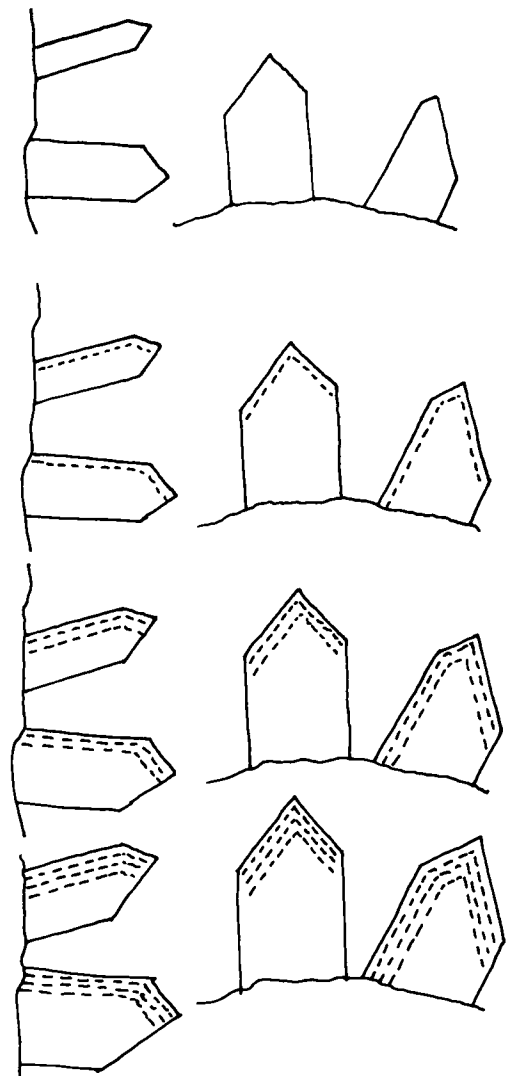
kwartsrooster tenminste ontvakelijk is voor Al of Li (aluminium of lithium) op de siliciumplaats. De straling is uit het nevengesteente gekomen over de tussenliggende 15 miljoen jaar. De bron: uraan en thorium, die als sporenelementen in alle granieten aanwezig zijn. Verhitten van rookkwarts boven 270° C verdrijft de kleur. Na afkoelen is het heldere bergkristal. De kleur verschijnt pas opnieuw na kunstmatige bestraling met radioactief materiaal.

Amethyst. Men neemt aan dat de paarse kleur ook door straling ontstaan is terwijl de ontvankelijkheid verband houdt met zeer kleine hoeveelheden ijzer. Anderen houden het op kleuring door mangaan.

Fantoomkwarts. Helder bergkristal met insluitsels van andere mineraaltjes (chloriet, muskoviët of calciet) die de omtrek van een ouder en dus kleiner groeistadium aangeven. (Zie figuur 5). De langzame groei van kwartskristallen uit de hydrothermale oplossing stagneerde om één of andere reden tijdelijk en er trad uitkristalliseren van bijv. chlorietnaaldjes op. Die zakten vertikaal naar beneden en kwamen zo ook op de buitenste kristalvlakken van kwartskristallen. Later groeide er weer kwarts over deze neergeslagen blaadjes heen. Het proces heeft zich kennelijk herhaald. Dat is te zien aan de relictische vormen in fantoomkwarts. Zo is ook de stand van een kwartskristal in de rekspleet nog te reconstrueren.

Blauwe kwarts. Vaste insluitsels van zeer fijne rutielnaaldjes (titaanoxyde) in kwarts. Van invallend licht worden bepaalde golflengtes afgebogen. Dit optisch verschijnsel heet selectieve lichtverstrooiing of ook Tyndall-effekt. Bij blauwe kwarts van Calanda zijn het echter zeer fijne asbestachtige vezeltjes van toermalijn met een blauwe eigen kleur. In het westelijke deel van het Aare-massief ligt een gebied met grote dichtheid van reks-

figuur 5. De groei van fantoomkwarts. De kristallisatie van kwarts stagneerde driemaal en werd afgewisseld door de uitscheiding van chlorietblaadjes. Die zakten vertikaal naar beneden. De stand van het kwartskristal is van belang voor het feit welk vlak al dan niet door chlorietblaadjes bedekt wordt en in een kwartskristal een ouder groeistadium aangeeft.



niet. Die zijn zeer beroemd geworden. Hematietroosjes, adulaar, apatiet naast rookkwarts. Het gebied rond de Lukmanierpas is beroemd vanwege de boriumhoudende mineralen axiniet, danburgiet en datholiet met adulaar en apatiet. Uit de omhullende sedimentmantel (metamorphe klei-zandsteen-konglomeraat) is de hoogglanzende hematiet met gerichte rutielnaalden bekend.

Penniden

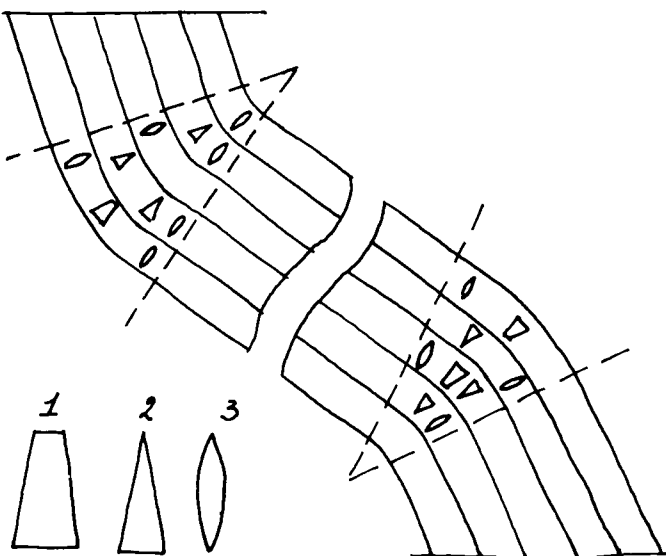
Echte massieve gesteenten ontbreken. Wel zijn er gneizen met mineralogisch de granietsamenstelling (kwarts-alkaliveldspaat-plagioklaas-biotiet). Verder een grote verscheidenheid aan schisten en andere ex-sedimenten zoals de Bündner Schiefer = schistes lustrés en de Triasdolomiet. De schistositeit van het gesteente ligt horizontaal in tegenstelling met de steilstand in de Centrale Massieven. Er zijn grote gebieden in de Penniden zonder rekspleten. Een rijk gebied daarentegen is het Binntal of Binnatal, tevens de vindplaats van de Lengenbacher sulfozouten. Boven de suikerkorrelige dolomiet van Lengenbach liggen in glimmerrijke gneis Klüfte met in totaal 20 verschillende mineralen waaronder rutiel, anataas, hematiet, magnetiet, monaziet en adulaar. In gneis zijn de rekspleetmineralen o.a. rookkwarts, hematiet-roosjes, geelgroene titaniet en rose fluoriet.

Een hoofdstuk apart zou gewijd kunnen worden aan het werk van de liefhebber-verzamelaar A. Wagner. Toen er vanaf 1964 vanuit Campero in Ticino een weg werd aangelegd, volgde hij de arbeid op de voet. Niet voor alleen maar verzamelen en verkopen maar ook voor een grondige documentatie van de gevonden rekspleten. (Figuur 6). De prachtige verzameling was daardoor pas echt waardevol. Die is nu in het museum van Bern. Het betrof 96 belangrijke rekspleten waarvan spleet no. 72 zelfs 21 verschillende mineralen bevatte.

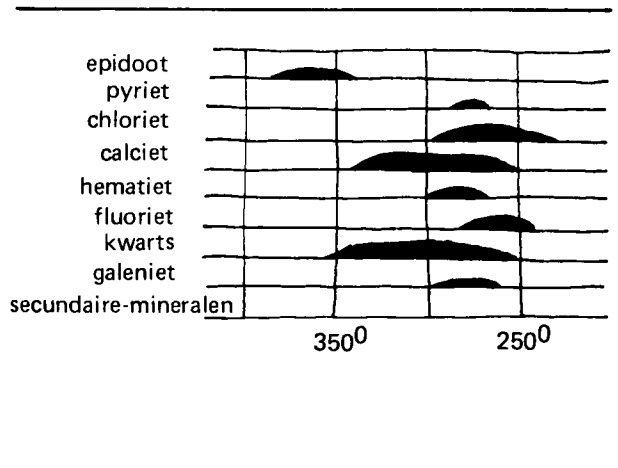
Ontstaan

Uit de veldgegevens en uit de nieuwste ouderdomsbepalingen blijkt, dat de rekspleten in de laatste fase van de gebergtevorming ontstaan zijn toen de Centrale Massieven en Penniden zich langzaam boven het omringende

figuur 6. Verband tussen de vorm van rekspleten en de plooiing van een metamorf sedimentair pakket. Dwarsdoorsnede. Uit de omgeving van Campero. Hoogte van 1 en 2 maximaal 1 meter. Van 3 maximaal 30 cm.



figuur 7. Volgorde van ontstaan van mineralen. De tweede verticale lijn komt ongeveer overeen met 350°C, de derde met 250°. Als volgt te lezen: bij 350° ontstaat een ruime hoeveelheid epidoot terwijl de eerste kwarskristallen verschijnen. Bij 250° geen epidoot meer maar wel kwarts en calciet. Het volgende bijkomende mineraal is hematiet, op de voet gevolgd door chloriet en galeniet. Bij nog lagere temperatuur ook pyriet, enz.



gebied gingen opheffen. Men schat die gebeurtenissen op 10 tot 15 miljoen jaar geleden. Zeker na het hoogtepunt van de Alpiene metamorfose maar terwijl het gesteente nog onder hoge temperatuur en druk stond. Gelijktijdig met het openscheuren vond een tweede proces plaats. Warme waterige oplossingen stroomden in de pas ontstane holtes. Waar die vloeistoffen vandaan kwamen is niet geheel duidelijk, maar vermoedelijk waren het produkten van de metamorfose. Die maakt immers water vrij uit mineralen en doet kooldioxyde ontstaan door het proces van de-carbonifikatie. Zelfs is circulatie vanaf het aardoppervlak naar 10 km diepte niet onmogelijk. Ook kunnen er uit de omringende sediment-mantels waterige oplossingen of graniet en gneis binnengedrongen zijn. Is de herkomst nog omstrede, de sporen zijn onmiskenbaar. Want de oplossingen gingen vanuit de holle ruimte ook reacties aan met het omringende nevengeesteente. Ze losten daaruit bepaalde mineralen op. Zo ziet men mineraalhoudende rekspleten nu omgeven door een gebleekte en uitgeloopte zone. Tot 20 pct. van het nevengeesteente kan opgelost en naar de rekspleet vervoerd zijn.

In de loop van de tijd koelde het gesteente en dus ook de oplossingen af. Er begonnen zich uit de oplossingen stoffen uit te scheiden in de vorm van mineralen. De volgorde kan bijv. zijn epidoot - kwarts - calciet - hematiet (fig. 7). Dat zijn niet noodzakelijkerwijs dezelfde mineralen als in het nevengeesteente. Toch is zo'n mineraalgezelschap (paragenese) vooral bepaald door de chemische en mineralogische samenstelling van het nevengeesteente. Ook door de oorspronkelijke samenstelling (water met of zonder CO₂) van de hydrothermale oplossingen. Andere belangrijke invloeden zijn temperatuur en druk, vorm en plaats van de spleet ten opzichte van het zwaartekrachtsveld der aarde. Indelen berust op ruime generalisaties, omdat elke Alpiene rekspleet toch weer uniek is.

nevengesteente oorspr. samenstelling oplossing tektonische eenheid	doorlopers	gidsmineralen
graniet + gneis CO ₂ - vrije of -arme oplossing Aare-massief	kwarts chloriet calciet (adulaar, albiet)	fluoriet hematiet apatiet pyriet (milariet, zeoliet)
graniet + gneis CO ₂ - rijke oplossing Aare-massief, Gotthard, Penniden	kwarts muskoviet calciet chloriet (albiet, adulaar)	ankeriet sideriet apatiet rutiel + anataas pyriet, sfaleriet
glimmerschist CO ₂ - vrije en -arme oplossing Aare-massief	kwarts albiet adulaar chloriet calciet	anataas + brookiet rutiel apatiet ilmeniet magnetiet (monaziet)
amfiboliet CO ₂ - vrije en -arme oplossing Aare-, Gotthard-massief, Penniden	adulaar albiet kwarts chloriet calciet	titaniet epidoot amiant prehniet zeoliet
kalksilikaat-gesteente Penniden	chloriet calciet	grossulaar vesuvianiet diopsied epidoot

Hoe komen we aan informatie over de oplossingen waaruit de mineralen ontstonden terwijl die sindsdien geheel verdwenen is? Naast vaste insluitels, zoals rutiel in kwarts, ontstaan door gelijktijdige groei van de beide mineralen, zijn er vloeistofinsluitels. Een kristal overgroeit een monstertje van de oplossing waaruit deze op dat moment ontstaat. Die 'fluid inclusions', vloeistofinsluitels, lijken wel op luchtbellen in ijs, maar men realiseert zich de geheel andere vorming. Zo'n insluitel is nu verder afgesloten van de oplossing in de rekspleet. Een klein deel van de daarin opgeloste stoffen kan nog een bijdrage leveren aan de 'binnenwand', daarmee z'n eigen ruimte verkleinend. Maar verder geeft het een tamelijk betrouwbaar beeld van de samenstelling op het moment van insluiten. Want de oplossing in de rekspleet verandert gedurende de aangroei van dat kwartskristal. Een verder naar buiten gelegen insluitel in hetzelfde kwartskristal heeft dan ook vaak een andere samenstelling. Steeds wordt aangenomen dat er niets door het rooster van de gastheer kan weglekken. Enkele voorbeelden van insluitels (figuur 8).

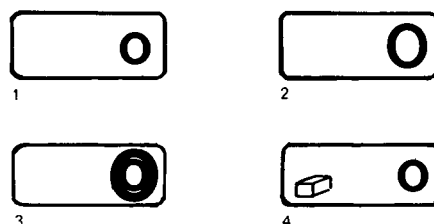
- alleen vloeibare fase van water met krimpbel onder zeer lage waterdampdruk.
- vloeibare fase van water; gescheiden voorkomend van een bel vloeibare CO₂: twee-fase insluitel
- vloeibare fase van water; vloeibare fase van CO₂ en gasfase van CO₂: drie-fase insluitel.
- vloeibare fase van verzadigde zoutoplossing (in water) met krimpbel en vaste fase van zout in diens meest perfecte kristalvorm: twee-fase insluitel.

Uit recente studies bleek dat water steeds het hoofdbestanddeel van de hydrothermale oplossingen was. Het nevengesteente had een belangrijke invloed op het gehalte aan CO₂ en het zoutgehalte. Het zout is namelijk afkomstig van mineralen die kalium, natrium en calcium bevatten, zoals hoornblende, biotiet en veldspaat.

Algemene trends zijn:

- De oudste dus het diepst in een kwartskristal gelegen insluitels hebben de hoogste zoutconcentratie. De kwarts groeit tijdens het afkoelen van de oplossing (waarvan het vermogen om nevengesteente uit te logen steeds meer afneemt) samen met mineralen waarvoor K, Na en Ca verbruikt wordt.
- Ook kan het gehalte aan CO₂ in de insluitels naar buiten toe afnemen. Maar de aard van het nevengesteente bepaalde in sterke mate het oorspronkelijke gehalte.

Uit fase-overgangen zijn conclusies te trekken over temperatuur en druk bij insluiten. De ontstaanstemperatuur waren voor Aare- en Gotthard-massief 420 - 450°C met 505° als maximum. De druk lag tussen 2,8 en 3 kilobar wat hetzelfde is als de druk van 9 tot 10 km overliggend gesteente. De rekspleten mogen dan na het hoogtepunt van metamorfose ontstaan zijn, maar toch weer niet in een erg laat stadium van de gebergtevorming. Kwartsaders en -gangen in de Noordelijke Kalkalpen of Helvetiden die uit oplossingen bij veel lagere temperatuur zijn ontstaan, kenmerken zich door vensterkwarts en skepsterkwarts, beide met vloeistofinsluitels van methaan (CH₄)!



figuur 8 zie tekst

Ouderdomsbepalingen

Zie vooral ook artikel van dr. J. van Diggelen in Gea 1973 no. 4

In bijna elk gesteente worden gedurende metamorfose nieuwe mineralen gevormd. Op petrografische gronden wordt een voor-veronderstelling gemaakt over oude en nieuwe mineralen. Het gesteente wordt gemalen en dat 'nieuwe' mineraal geïsoleerd. In zo'n mineraal kan een element zitten dat radioactief is: het vervalt over langere of kortere tijd naar een ander element of isotoop. De verhouding is met een massa-spektrograaf te bepalen. Elke overgang is heel specifiek gekenmerkt door een halveringstijd. Zo kan de ouderdom van dat mineraal bepaald worden en dus het moment van metamorfose. De meeste methodes geven dan ook niet de ouderdom van het gesteente, maar van een of enkele mineralen eruit. In de Alpen is het van belang de mineralen van Hercynische ouderdom te scheiden van de Alpiene mineralen om zo de Alpiene metamorfose te dateren. Kluit-mineralen zijn alle van 'Alpiene ouderdom'. Een voorbeeld: van het element kalium komt in de natuur 11 pct. voor als K^{40} , dat de eigenschap heeft te vervallen naar argon⁴⁰. Bij de vorming van biotiet, beginnend bij ongeveer 450°C, wordt er kalium in het biotietrooster ingebouwd. Geen argon, hoewel dat ongeveer 'even zwaar en groot' is als kalium.

Het verval van kalium naar argon gaat rustig door in welk mineraal of oplossing het bij welke temperatuur ook zit. Alle argon die we nu in biotiet kunnen aantonen is uit kalium ontstaan. Tenzij er argon is weggelekt. Bij hogere temperaturen is het biotietrooster niet 'leak-proof' voor argon. We bepalen dus eigenlijk het moment waarop biotiet gesloten raakte voor weg-willende argon: 300°C. Voor een andere glimmer, muskoviet, is dat 380°. De klok van muskoviet begint dus bij afkoelelen eerder te lopen dan de klok van biotiet. In het ideale geval zou in een gesteente of mineraalgroepje met nieuwe biotiet en muskoviet dus te bepalen zijn hoelang het duurde voor de temperatuur van 380 naar 300° gedaald was. We zouden dan de afkoelingsnelheid weten.

Voor de Alpiene rekspleten zijn er complicaties. Allereerst is er in de oplossingen een overdosis argon aanwezig. Dat is bij het uitlogen van alkaliveldspaat uit het Hercynische nevgesteente meegenomen. Die kalium verviel immers al vanaf het Carboon naar argon. Deze 'overdruk' in de oplossing veroorzaakte toch opname van argon in de open ruimtes in het biotietrooster. We meten zo een te hoge ouderdom. Verder waren er niet

veel Klüfte met biotiet. Vergelijken van nieuwgegroeiende mineralen buiten de uitgeloopte zone in het nevgesteente met de rekspleetmineralen liep ook vast. Beide gaven dezelfde afkoelings-ouderdom: gesteente en rekspleetinhoud koelden gezamenlijk af.

Andere methodes dan deze nauwkeurige K-Ar leverden een ouderdom van 10 - 15 miljoen jaar voor rekspleetmineralen. Het was incidenteel mogelijk waar te maken dat de kristallisatie binnen één rekspleet zich uitstrekte over 7 miljoen jaren. Voorwaar een langzaam proces.

Konklusies:

- relatief geringe soortenrijkdom met grote vormenrijkdom
- veel vindplaatsen op een tamelijk klein areaal
- nieuwe vondsten door weg- en tunnelaanleg vergroten regelmatig kennis en inzicht
- er is een specifiek verband tussen mineralogie van nevgesteente en rekspleetmineralen
- variabele samenstelling van de hydrothermale oplossingen
- ontstaan van mineralen bij relatief hoge temperatuur, na het hoogtepunt van metamorfose maar in een niet erg laat stadium tijdens de opheffingsfase van het gebergte.



ULTRA VIOLET

Uw mineralen onder een ander licht bezien

door D.C. Kranen

Een groeiend aantal mineralenverzamelaars heeft reeds een apart hoekje van de verzameling ingeruimd voor de categorie fluorescerende mineralen. Dank zij de ultravioletlamp wordt een blik geworpen in een fascinerende wereld, die zonder dit UV-licht onzichtbaar blijft.

Alvorens we dieper ingaan op de mogelijkheden die de verzamelaar hiermee geboden worden, willen we eerst in het kort een aantal grondbeginselen onder de loep nemen.