

inhoud

Ertzen (II, slot)	1	Fossiele en recente levenssporen	13
Over vindplaatsen	7	Uit de tijdschriften	14
Geologische geschiedenis van de Dolomieten	8	Boekbesprekingen	15
Samenvatting van een lezing over de Dolomieten	12	Bibliotheek en leesmappen	16
		Vreemdelingen op spuitreinen .	17
		Bestuursmededelingen	17

E R T S E N (II, slot)

verslag van een serie van drie inleidingen, gehouden door
Ir. L.A.J. Pronk van Hooegeveen op 4, 13 en 27 september '68.

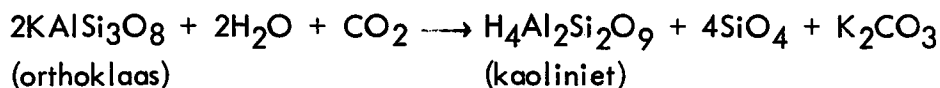
B. SUPERGENE (verwerings) AFZETTINGEN

Gesteenten worden afgebroken onder invloed van mechanische krachten en chemische processen. Men onderscheidt dan ook mechanische en chemische verwerking. Verwerking en afvoer van afbraakprodukten heet erosie.

Mechanische verwerking vindt plaats: 1. door temperatuurveranderingen (verschil tussen dag- en nachttemperatuur, afkoeling door regenbuien), 2. door vorstwerking (uitzetting van water bij bevriezing), 3. door invloed van plantewortels.

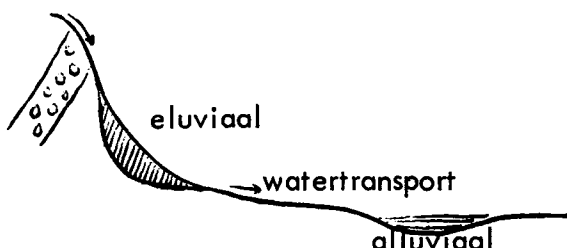
Chemische verwerking komt vooral tot stand door het oppervlaktewater. De actieve bestanddelen hierin zijn behalve het H₂O vooral de vrije zuurstof en kooldioxyde. Omdat de meeste mineralen bij hogere temperatuur en druk zijn gevormd dan er heersen aan de bodemoppervlakte, zijn ze doorgaans niet stabiel.

Zeer resistent zijn muskoviet en kwarts. De silikaten vooral, en van deze in de eerste plaats de basische (olivijn, pyroxeen, amfibool), worden afgebroken. Een voorbeeld voor een veldspaat:



Magnesium en calcium gaan in oplossing als hydrocarbonaten, kalium en natrium als carbonaten.

I. Eluviale en alluviale afzettingen.



In het geval dat de chemische verwerking de economisch waardelose mineralen aantast en afbreekt, worden de waardevolle mineralen in hun geheel vrijgemaakt. Dit komt voor bij eluviale en alluviale afzettingen.

Bij de eerste groep is er geen, bij de tweede wel transport door water, ijs en wind. De waardevolle mineralen kunnen gekoncen-

treerd raken in zgn. "placers". Zij zullen dan voldaan hebben aan drie voorwaarden: 1. zij zullen een hoog soortelijk gewicht hebben, 2. ze zullen chemisch niet of nauwelijks aantastbaar zijn, 3. ze zullen geen goede splijting hebben.

Tot deze mineralen behoren goud, zilver, platina, kassiteriet, magnetiet, titanomagnetiet, chromiet, rutiel, zirkoon, monaziet, diamant, robijn, saffier, topaas, granaat. "Blacksands" zijn vaak de vindplaatsen van zulke waardevolle mineralen. Wolframiet, dat een goede splijting heeft, kan door deze eigenschap wel eluviaal, maar niet alluviaal gewonnen worden. Placers kunnen in rivieren, aan stranden of door de wind gevormd voorkomen. Aan ZW-Afrikaanse stranden worden diamanten gevonden, Indiase stranden leveren plaatselijk robijn, saffier, topaas. Van de wereldproductie aan tin komt 70% van alluviale afzettingen van kassiteriet. Banka, Billiton, Malakka, Kongo, Rhodesië zijn leveranciers.

II. Residu - afzettingen. De voornaamste residuaire ertsafzettingen zijn:

- a. residuaire kaolien-afzettingen
- b. residuaire bauxiet-afzettingen
- c. residuaire ijzerlateriet-afzettingen
- d. residuaire garnieriet-afzettingen
- e. residuaire mangaanoxyde-afzettingen.

Ze hebben alle gemeen, dat ze door chemische verwerking ontstaan. De oorspronkelijke mineralen worden aangetast en afgebroken en de waardevolle bestanddelen worden als andere, wel bestendige mineralen vrijwel ter plaatse neergeslagen. De waardeloze substantie wordt in opgeloste toestand door het oppervlaktewater weggevoerd. Het klimaat speelt bij dit proces een grote rol. Dit bepaalt, welke eindprodukten bij de verwerking ontstaan.

a. Kaolien-afzettingen. In een gematigd-vochtig klimaat ontstaan normale verweringsbodems, die vooral bestaan uit kleimineralen, w.o. kaolinit ($H_4Al_2Si_2O_9$). Dit is een verweringsprodukt van kaliveldspaat, waaruit de kalium is verdwenen. Ook de meer basische silikaten worden ontleed, waardoor kalium, natrium, calcium, magnesium met de oplossing weggevoerd worden. IJzer blijft als ijzerhydroxyde, onder invloed van humuszuren, in oplossing. Wat overblijft is een residuaire verweringsklei, die, als hij heel zuiver is, voornamelijk uit kaolinit bestaat. De beroemde "China clay", die gebruikt wordt voor porselein, is zo ontstaan. De naam kaolien voor deze porseleinaarde is ontleend aan de heuvel Kauling in China.

b. Bauxiet - afzettingen . Bij een tropisch-vochtig (soms ook subtropisch) klimaat, waar droge en natte tijden scherp gescheiden zijn, ontstaat uit alle gesteenten het verweringsprodukt lateriet. Door de lateritisatie worden alle silikaten afgebroken en grotendeels weggevoerd. Alleen de oorspronkelijke vrije kwarts blijft achter met aluminium en ijzer, die als hydroxyden ($Al(OH)_3$ en $Fe(OH)_3$) zijn neergeslagen en als residu, het lateriet, achterblijven. Het is afhankelijk van het uitgangsgesteente, welke van deze hydroxyden (of de eruit ontstane verbindingen) overheerst,

Was het gesteente rijk aan aluminium en arm aan ijzer, dan zal bauxiet (silikaat-bauxiet) ontstaan, ijzerrijke gesteenten zullen ijzerlateriet als eindprodukt hebben.

Voorwaarden voor een goede bauxiet zijn, dat het uitgangsgesteente aluminiumrijk en ijzerarm was en geen vrije kwarts bevatte. Graniet, dat bijv. 20% vrije kwarts heeft, is daarom niet geschikt, daarentegen is syeniet bijzonder geslaagd, omdat het zo'n 80% veldspaat bevat, die aluminiumrijk en ijzerarm is, en geen of zeer weinig kwarts.

In Arkansas en voormalig Frans West-Afrika wordt dan ook veel bauxiet geëxploiteerd op nefeliensyeniet. Enkele andere vindplaatsen zijn Suriname, Brits Guyana, India.

Het bauxiet-mineraal is voornamelijk gibbsiet ($Al(OH)_3$), dat in zuivere vorm 65,4% van het gezochte aluminiumoxyde Al_2O_3 en 34,6% water bevat. Het gemiddelde Al_2O_3 -percentage van silikaat-bauxietgesteente is 50 - 55%. Behalve deze silikaat-bauxieten zijn er ook kalk-bauxieten. Deze zijn ontstaan door verwerking van residuaire klei, welke zich boven alle kalken vormt. Deze "terra rossa" kleurt de bauxiet min of meer rood.

Het is een ijzerhoudende klei, waarin de altijd wel in kalken en dolomiet aanwezige ijzer- en aluminiummineralen als residu gekoncentreerd zijn.

Kleien met deze eigenschappen worden recent niet meer gevormd; de aanwezige zijn van

Tertiair-ouderdom. Voorkomens liggen in landen rondom de Middellandse Zee: Z-Frankrijk - van het plaatsje Les Beaux komt de naam bauxiet -, Italië, Joegoslavië, Griekenland; Hongarije.

Het gehalte aluminiumoxyde van kalkbauxieten ligt hoger dan bij de silikaatbauxieten: 55 - 60%. De voornaamste bauxietmineralen zijn boekiet en diaspoor, met 85% Al_2O_3 . Formule voor beide: $AlO.OH$.

c. Residuaire ijzerertsafzettingen. In een tropisch moessonklimaat zal geen of weinig humuszuur aanwezig zijn. Het ijzerhydroxyde, door verwerking gevormd, slaat dan ook sneller neer en er ontstaat limoniet ($Fe_2O_3.nH_2O$) of goethiet ($FeO.OH$).

Wat voor bauxiet geldt, is mutatis mutandis ook voor ijzerlateriet van toepassing. Om bruikbaar te zijn, moet het uitgangsgesteente een behoorlijk ijzerpercentage en een zo laag mogelijk aluminium-gehalte hebben, terwijl het geen vrije kwarts mag bevatten.

Het gesteente moet dus veldspaatarm zijn. Peridotieten voldoen aan deze eisen het best. Maar: deze bestaan voor een deel altijd uit chroom in de vorm van chromiet, en nikkel, dat in magnesiumsilikaten, bijv. olivijn, voorkomt. Het chromiet nu is zeer resistent, zodat ijzerlateriet steeds 1 - 2% chroom bevat. Aangezien hoogovens geen ijzererts kunnen verwerken waarin het chroompercentage hoger dan 0,1% is, wordt lateriet niet als erts gewonnen, behalve op Cuba voor staal met bepaalde legeringen. Toch vormen ijzerlaterieten een ertsreserve van meer dan 20 miljard ton, die gemakkelijk ontginbaar aan de oppervlakte voorkomt en waarvan het ijzergehalte 50% is.

Voorkomens o.a. in Indonesië, Filippijnen, Frans Guinea, Nieuw-Caledonië.

Behalve ijzerlateriet moet hier nog een soort residuaire ijzerertsafzetting genoemd worden. Het is een produkt van de terra rossa, de rode verweringsklei boven kalken en dolomieten: boonerts. Deze bestaat uit limonietkonkreties, in grootte variërend van erwt tot ei, met 57% ijzer. Zeer grote voorkomens liggen bij Santander, N-Spanje; ook in Duitsland (Salzgittergebied) en in de U.S.A. (Appalachen).

d. Garnierietafzettingen. ($H_4(Mg,Ni)_3Si_2O_9$). Het nikkel van garnieriet is afkomstig van olivijn en enstatiet uit peridotiet. Het nikkel-gehalte hierin is 0,1 - 0,25%.

Het uit verweerde peridotiet in oplossing gekomen nikkel kan als garnieriet weer neerslaan in spleten tussen het uitgangsgesteente of als overkorstingen van brokken peridotiet. Men vindt het erts nooit op serpentijn. De omzetting van peridotiet in serpentijn gaat met volumevermeerdering gepaard, zodat de vereiste spleten ontbreken.

De kleur van het erts is smaragdgroen of bruin, het gehalte is verrijkt tot 3,5%, op rijke plaatsen tot 8 - 15%.

Vindplaatsen o.a. Celebes; 3% nikkel in miljoenen tonnen, en Cuba.

e. Residuaire Mangaanafzettingen. Deze ontstaan bij verwerking van metamorfe gesteenten die rijk zijn aan mangaanhoudende silikaten. Dit gesteente is veelal een mangaan-granaatschist (gondiet), die voornamelijk bestaat uit kwarts met zeer veel spessartien ($Mn_4Al_2(SiO_4)_3$). Bij verwerking gaat het kiezelzuur van het spessartien in oplossing en de mangaan gaat over in mangaanoxyde (MnO_2), al of niet met water.

Vaak ontstaan druivetrosvormige aggregaten met een vezelige, radiale structuur. Deze worden opgevat als het gevolg van de overgang van de kolloidale toestand in de kristallijne. Zo gevormde ertsen worden in het Duits Glaskopf genoemd. Mangaanoxyden zijn: pyrolusiet en psilomelaan (zwarte glaskopf), dat water bevat. Andere mangaanmineralen in gondieten zijn rhodoniet ($MnSiO_3$) en magnesium-olivijn: tephroiet (Mn_2SiO_4).

Vindplaatsen: India, Amazonegebied (Brazilië), Ghana.

III. Sedimentaire afzettingen

De derde groep supergene afzettingen heeft eveneens chemische verwerking als wijze van ontstaan. Ook hierbij worden de waardevolle bestanddelen door het water weggevoerd. Elders worden ze gekoncentreerd neergeslagen als afzettingen, die vaak economisch belangrijk zijn. Zulke waardevolle sedimentaire afzettingen zijn:

- a. sedimentaire ijzerafzettingen
- b. sedimentaire mangaanafzettingen
- c. syngenetische sedimentaire sulfide-afzettingen.

a. sedimentaire ijzerafzettingen. Tegenwoordig wordt het meeste ijzererts gewonnen uit dit type deposities. De reserves bedragen vele miljarden tonnen. Het ijzer is afkomstig van verweerde gesteenten. Het werd in water opgelost. Zoet water kan veel ijzer in oplossing bevatten, zout water niet (zeewater is de ijzerarmste stof op aarde). Komen rivieren in zee uit, dan slaat het opgeloste ijzer neer. Het water van de Amazone-rivier bevat ca. 3 gram ijzer per ton. In 176.000 jaar geeft dit 1.940 miljard ton ijzer op de zeebodem. Ook de reserve van de Biwabik-formatie uit het Algonkium bij het Bovenmeer zal zo ontstaan zijn. Deze levert 65% van de ijzerproduktie van de Verenigde Staten.

Vaak wordt het ijzer in de vorm van ijzerhydroxyde in het rivierwater in oplossing gehouden en vervoerd. Een schutkolloïde, bijv. humuszuur, kan de kolloïdale ijzerdeeltjes nog extra tegen uitvlokken behoeden. Maar in zeewater slaan deze direkt neer en geven zo het ontstaan van o.m. de oëlietische ijzerertsen. Deze oëlieten bestaan uit kleine eivormige bolletjes van 0,5 - 1 mm doorsnede, die kernen bezitten van bijv. plantenresten, waaromheen in koncentriscie ringen limoniet, hematiet, sideriet of chamosiet (ijzer-aluminium-silikaat) is afgezet. Het cement dat de bolletjes bijeenhoudt is kiezelig, kalkig of ferrigineus. Het ijzergehalte van deze ertsen is ongeveer 35%.

De ijzeroëlietbanken liggen gewoon tussen normale sedimenten, bijv. zandsteen, lei, kalksteen en bevatten veel fossielen. Ze moeten gevormd zijn in ondiep water, niet te dicht bij de kust waar veel zand terecht komt. Tijdens de Dogger (M. Jura) waren de klimatologische omstandigheden blijkbaar gunstig voor het ontstaan van oëlietische ertsen in Frankrijk (Lotharingen en Elzas), Luxemburg, Duitsland (Württemberg) en Midden-Engeland. Verder zijn er van Silurische ouderdom in Normandië, Bretagne, Spanje, Portugal, Nw. Foundland.

Een andere groep sedimentaire ijzerertsen zijn de ijzerkwartsieten: de "ironformations" of "banded ironstones" uit het Precambrium. Ze komen over de hele wereld voor in de oude schilden (N- en Z-Amerika, Rusland, China, Australië) en zijn vaak honderden meters dik. Ze vertonen doorgaans repetitiegelaagdheid. Laagjes kwarts of kwartsiet en ijzeroxyde, van minder dan 1 mm tot enkele cm dikte, wisselen elkaar af. De kwarts erin is niet sedimentair (relikten van korrelvormen komen niet voor). Men vermoedt, dat het ijzer, tezamen met het kiezelzuur, bij submariene vulkanische activiteiten is vrijgekomen, waarbij $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en SiO_2 zijn neergeslagen. De gelaagdheid wijst op een veelvuldige herhaling. De heersende omstandigheden moeten wel heel bijzonder geweest zijn.

Het ijzer is aanwezig in de vorm van hematiet, speculariet en magnetiet. Het kiezelzuur komt voor in calcedoon-vorm of kwartsietisch. De calcedoonbevattende gesteenten van deze groep heten ijzer-jaspilieten, de kwartsietische noemt men ijzer-kwartsieten.

Ze zijn steeds aan metamorfose onderworpen geweest. Het ijzergehalte is 20 - 50%.

De reserves zijn immens en liggen voor het opscheppen. De enige moeilijkheid vormde de verwerking. De hematiet is namelijk zéér fijn vergroeid met de kwarts, zodat men zeer fijn moet malen. Dit poeder is niet meer bruikbaar in de hoogovens. Tegenwoordig maakt men van het fijngemalen erts eerst pellets (knickers), voordat het de hoogoven ingaat.

Ijzerkwartsieten en -jaspilieten zijn de grondstof voor 50% van de ijzerproduktie.

b. Sedimentaire mangaanafzettingen. Mangaanhydroxyde, dat in water opgelost is, slaat neer wanneer het in een basisch milieu met een pH hoger dan 8 komt.

Omdat zeewater een zuurgraad van 8 - 8,4 heeft, zal de precipitatie vooral in zeeën plaatsvinden (de stabiliteit is groter dan bij ijzerhydroxyde). De neergeslagen $\text{Mn}(\text{OH})_4$ ontwatert snel en gaat over in pyrolusiet en psilomelaan, beide MnO_2 . De zo gevormde mangaanertsen hebben vaak een oëlietische structuur en hebben een gehalte van circa 50% mangaan; vindplaatsen zijn Marokko (Krijt), Kaukasus en Nicopol in Rusland (Eoceen), Brazilië (Precambrium). Het gaat steeds om reserves van enkele tientallen miljoenen tonnen.

c. Syngenetische sedimentaire sulfide-afzettingen. Deze ontstaan door biochemische processen, waarbij vermoedelijk bacteriën een rol gespeeld hebben. Over

de wijze van ontstaan heerst overigens geen eenstemmigheid. Sommigen nemen een kringloop van zwavel in een ondiepe binnensee aan, anderen lijkt het proces meer hydrothermaal.

Tot dergelijke afzettingen zouden belangrijke koperertsafzettingen van Zambia en Katanga behoren, die uit het Precambrium stammen. De sulfiden liggen in bepaalde lagen in dicht bij de kust afgezette sedimenten, bijv. als volgt:

met erts	zandsteen
zonder erts	schalie
met erts	schalie
zonder erts	zandsteen.

Behalve koper leveren deze afzettingen ook kobalt. Katanga was en is misschien nog de grootste kobalt-producent ter wereld.

Een andere soort afzettingen van deze groep zouden de goudhoudende konglomeraten van Witwatersrand (Transvaal) zijn. Deze leveren 60% van de wereld-goudproduktie en bevatten ook veel uranium.

Verdere ertsen uit deze groep zijn: ijzer-, lood- en zinksulfiden, bijv. de pyrietafzettingen van Meggen, die zink- en bariethoudend zijn, het Rammelsberg-erts, waarin lood-, zink- en kopersulfiden met bariet, en de Mansfelder Kupferschiefer, waarin koper en zilver.

IV. Door oxydatie en cementatie ontstane afzettingen.

In de bovenste gedeelten van ertsgangen vindt boven de grondwaterspiegel oxydatie plaats van daartoe vatbare mineralen. Het oppervlaktewater, dat zuurstof en kooldioxyde bevat, reageert met vooral de sulfidische mineralen in de bodem. Het water, waarin nu vele opgeloste stoffen voorkomen, sijpelt naar beneden tot aan de grondwaterspiegel.

De onopgeloste oxyden (vooral ijzeroxyden), hydroxyden, carbonaten, fosfaten enz., blijven achter. Ijzeroxyde blijft vooral aanwezig als limoniet, die aan de oxydatiezone een roestbruine kleur geeft. Deze zone heet dan ook de "ijzeren hoed". De onderste grens ervan is niet scherp, omdat de grondwaterspiegel kan wisselen. Onder de grondwaterspiegel worden vele van de boven opgeloste metalen weer afgezet, maar nu in andere verbindingen. Deze cementatiezone is een rijke zone, omdat vele van de waardevolle metalen hier gekoncentreerder voorkomen dan in de oorspronkelijke ertsgang.

Deze zone is vaak zeer massief, in tegenstelling tot de veelal poreuze oxydatiezone. De mineralen in de oxydatiezone worden, zoals we zagen, veelal omgezet.

IJzer. Magnetiet wordt hematiet of blijft onveranderd. Hematiet is zeer bestendig aan de oppervlakte. Sideriet wordt limoniet, soms hematiet. Pyriet gaat over in ijzersulfaat en verdwijnt of het slaat weer neer als limoniet. Ook markasiet wordt weggevoerd.

Alleen limoniet en hematiet blijven in de oxydatiezone achter, terwijl in de cementatiezone geen ijzer wordt neergeslagen.

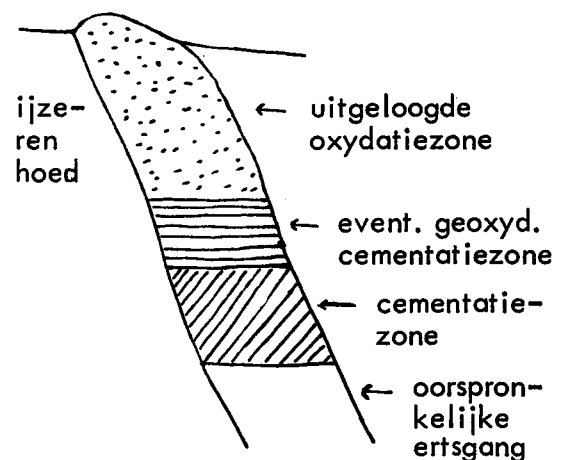
Zink. Sfaleriet of zinksulfide (ZnS) is niet stabiel; het wordt omgezet in zinksulfaat, dat niet neerslaat en dus in de diepte verdwijnt.

Als er kalk aanwezig is, wordt in de oxydatiezone smithsoniet ($ZnCO_3$) gevormd.

Lood. Galeniet of loodsulfide (PbS) gaat in de oxydatiezone over in het onoplosbare anglesiet ($PbSO_4$), of in cerussiet ($PbCO_3$), of in betrekkelijk zeldzame andere verbindingen. Ook lood komt dus in de cementatiezone niet voor.

Welke mineralen slaan nu wel neer in de cementatiezone? Het zijn sulfiden van metalen, die neerslaan na omzetting uit de sulfaten, gevormd in de oxydatiezone. Voor de volgorde van neerslag van deze sulfiden is de oplosbaarheid een belangrijke faktor.

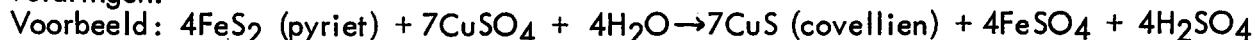
Er bestaat een oplosbaarheidsreeks, waarbij de oplosbaarheid suksessievelijk toeneemt.



Deze luidt: → kwik - zilver - koper - bismuth - cadmium - lood - zink - nikkel - kobalt - ijzer (ferro, 2-waardig) - mangaan. Goud komt als sulfide niet voor. In omgekeerde richting (mangaan → kwik) zijn de metaalverbindingen moeilijker oplosbaar, zijn de metalen "edeler".

Met andere woorden: de oplossing van een zout van ieder metaal (bijv. een sulfaat) zal ontleed worden door het sulfide van elk der daarop volgende metalen. Het sulfide van het eerstvermelde metaal zal neergeslagen worden.

Of: ieder voorgaand metaal is in staat een volgend, minder edel, uit zijn sulfide te verdringen.



Koper verdringt ijzer uit zijn sulfide



Ook zink en lood worden door koper verdrongen, zink- en loodzouten verdwijnen naar de diepte. Daarom bestaan er geen cementatiezones van lood, zink en ijzer.

Daarentegen levert de cementatiezone voor koper vaak zeer massief en rijk erts op.

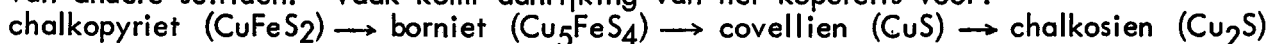
Koper. Er zijn verschillende kopersulfiden: chalkopyriet (CuFeS_2), enargiet (Cu_3AsS_4) en borniet (Cu_5FeS_4).

Deze worden in de oxydatiezone omgezet in kopersulfaat, dat omlaag zakt in de cementatiezone. Bijvoorbeeld: $\text{CuFeS}_2 + 8\text{O} \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{FeSO}_4$

Onder bepaalde omstandigheden, bijv. als kalk aanwezig is, blijft koper in de oxydatiezone achter en wel als kopercarbonaat: malachiet ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) of azuriet ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$). Dit is op grote schaal het geval in Katanga. Soms blijft een koper-silikaat achter: chrysokol of dioptaas.

In droge en koude streken kunnen ook kopersulfaten in de oxydatiezone bestendig zijn. In Chuquicamata (Chili), een van de grootste kopermijnen ter wereld, vormen deze sulfaten de belangrijkste ertsmineralen.

In de cementatiezone ontstaan opnieuw allerlei kopersulfiden, zoals covellien (CuS), chalkosien (Cu_2S), borniet (Cu_5FeS_4). Deze cementatie gaat, zoals gezegd, ten koste van andere sulfiden. Vaak komt aanrijking van het kopererts voor:



Als de grondwaterspiegel daalt, bijv. door een droger klimaat of door verlaging van het bodemoppervlak door verweering, komt de cementatiezone geheel of gedeeltelijk weer boven de grondwaterspiegel te liggen en is weer aan oxydatie onderhevig.

De kopersulfiden verdwijnen dan weer en laten koperoxyden achter, bijv. cupriet (Cu_2O), tenoriet (CuO), gedegen koper, en eventueel weer azuriet, malachiet en chrysokol.

In de geoxydeerde cementatiezone komt, in tegenstelling tot in de normale oxydatiezone, geen ijzer voor. Voorkomens liggen o.a. in Katanga (malachiet), Zambia (covellien en chalkosien), Chili (kopersulfaten).

Zilver. Zilversulfaat is vrij goed oplosbaar. In de cementatiezone slaat het zilver neer ten koste van andere, (ook koper-) sulfiden. Meestal ontstaat gedegen zilver, maar ook argentiet (Ag_2S). Het zeer onoplosbare zilverchloride (kerargyriet, AgCl) blijft in de oxydatiezone achter.

Goud. Goud komt praktisch alleen gedegen voor. Het wordt zeer moeilijk aangetast. Als het al oplost, slaat het in de oxydatiezone weer neer, maar dit komt zelden voor.

- Literatuur :
- Prof. H. Huttenlocher, Mineral- und Erzlagerstättenkunde. Sammlung Göschen, Band 1014.
 - A.M. Bateman, Economic mineral deposits. John Wiley & Sons, New York.
 - W.H. Emmons, The Principles of economic geology. Mc Graw Hill, New York.
 - H.S. Schneiderhöhn, Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. Verlag Fischer, Jena.

(J. Stemvers - van Bemmel)