

Hop, *Upupa epops*
 Heerlen, 16-IX-1965, Goldbach.
 Regenwulp, *Numenius phaeopus*
 Buggenum (grindgat), 25-IX-1965, W. Bult
 en Conen.
 Slechtvalk, *Falco peregrinus*
 Brunssum, 9-X-1965, H. Bult.
 Visarend, *Pandion haliaetus*
 Brunssum 10-X-1965, Bais.
 Wespendif, *Pernis apivorus*, (trekkend ZW)
 Schaesberg 1 ex., 8-IX-'65, Bais en H. Bult.
 Schaesberg 2 ex., 9-IX-'65, Bais en H. Bult.
 Schaesberg 2 ex., 18-IX-'65, Bais en H. Bult.
 Brunssum 1 + 1 ex., 19-IX-'65, Bais en
 H. Bult.
 Schaesberg 1 ex., 25-IX-'65, Bais en H. Bult.
 Schaesberg 3 + 1 + 2 + 2 + 1, 3-X-'65, Bais
 en H. Bult.
 Schaesberg 1 ex., 4-X-'65, Bais en H. Bult.

Schaesberg 1 ex., 12-X-'65, Bais en H. Bult.
 Buizerd, *Buteo buteo*
 (trekkend ZW)
 Schaesberg 2 ex., 4-X-1965, de Veen.
 Schinnen 5 + 0, 5-X-1965, de Veen.
 Schinnen 5 ex., 9-X-1965, de Veen.
 Schinnen 21 ex., (o.a. groep 12 ex.),
 10-X-1965, de Veen.
 Nuth 2 + 1 + 1 + 1 + 1, 10-X-'65, de Veen.
 Schinnen 1 + 1, 11-X-1965, de Veen
 (trekkend NO)
 Schinnen 1 ex., 12-X-1965, de Veen.
 Boomvalk, *Falco subbuteo*
 Schaesberg 1 ex., 8-IX-'65, Bais en H. Bult.
 Schaesberg 3 ex., 18-IX-'65, Bais en H. Bult.
 Smelleken, *Falco columbarius*
 (jagend op spreeuwen)
 Schaesberg, 18-IX-1965, Bais en H. Bult.

BAUXIET IN SURINAME EN OMRINGENDE GEBIEDEN *)

De recente in bedrijf stelling van een groot waterkrachtwerk, een aluinaardefabriek en een aluminiumsmelter in Suriname vestigt de aandacht op de voor de moderne samenleving zo belangrijke grondstof voor de aluminium-fabricage, de bauxiet.

Vragen wij ons af, wat bauxiet eigenlijk is, dan zou een definitie kunnen luiden: „een voornamelijk uit waterhoudend aluminium-oxyde bestaande natuurlijke delfstof, ontstaan door extreme chemische verwerking van een grote verscheidenheid van gesteentevormende mineralen”.

Mineralogisch gezien kent men twee soorten bauxiet:

- „tri-hydraat bauxiet”, waarbij het hoofdbestanddeel gevormd wordt door het mineraal gibbsiet (= hydrargilliet) met de samenstelling $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ en
- „mono-hydraat bauxiet”, waarbij het aluminium grotendeels aanwezig is in de vorm van het mineraal boehmiet, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Behalve deze aluminium-oxydes komen er in de natuurlijke delfstof verontreinigingen voor. De voornaamste zijn:

- ijzer, in de vorm van goethiet ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) en haematiet (Fe_2O_3),
- titaan, in verbindingen als anataas en rutiel (TiO_2).
- silica, soms „vrij” als kwarts (SiO_2), vaker echter „gebonden” als het kleimineraal kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$).

De definitie van bauxiet stelt, dat hier sprake is van een „extreem verweringsproduct”. In dit verband moet eerst iets vermeld worden omtrent verwerking als afbraakproces in de exogene geologie. Ieder gesteente dat aan de atmosfeer is blootgesteld, zal worden afgebroken, zal „ververen”. Onderscheid moet worden gemaakt tussen twee types verwerking, nl.:

1. fysische verwerking (of mechanische verwerking), waardoor het gesteente verbroken wordt en tenslotte vergruisd en daardoor zijn ruimtelijke samenhang verliest, zonder echter van samenstelling te veranderen. Voorbeelden zijn de verbrokkeling en vergruizing van gesteenten door vorstwerking, de afbladderings door zonnestraling, de verbrokkeling door de diktegroei van plantengroei enz.
2. chemische verwerking, waarbij onder atmosferische omstandigheden de sa-

*) Voordracht, gehouden door Dr. D. G. Montagne op de maandvergadering van 6 oktober te Maastricht.

menstelling van de gesteentevormende mineralen (en daardoor die van het gesteente zelf) verandert zonder dat de ruimtelijke samenhang verloren gaat. Deze aantasting wordt veroorzaakt door het oppervlaktewater en het grondwater en de daarin opgeloste stoffen (o.a. humuszuren). Er heeft een omvorming van de kristallijne structuur van vele der aanwezige mineralen plaats, waarbij de bestaande „kristal-roosters” ten dele worden afgebroken. Vooral temperatuur, hoeveelheid en zuurgraad van het grondwater, beweging van het grondwater zijn factoren, die de intensiteit van deze chemische verwerking beïnvloeden.

Beide processen treden gewoonlijk tesamen en tegelijkertijd op. Steeds echter zal hetzij het ene, hetzij het andere proces overheersen. Als resultaat van deze verwerking ontstaat uit het verse gesteente tenslotte een „bodem”, die zowel wat ruimtelijke samenhang als wat chemische samenstelling betreft, sterk van het oorspronkelijke gesteente kan afwijken. De tropen, met hun hogere temperaturen, zwaardere regenval en veel dichtere vegetatie, bieden de beste voorwaarden voor een intense chemische verwerking.

Een direct gevolg van de veelal ingrijpende fysische en chemische veranderingen is, dat het gesteentemateriaal veel vatbaarder wordt voor een ander afbraakproces, de erosie, dwz. dus de afslijping en verplaatsing van materiaal door oppervlakkige krachten, zoals stromend water, wind, gletschers enz. Een extreme verwerking is een langdurig proces en is daardoor slechts mogelijk in gebieden van de tropische klimaat zone met een geringe erosie. Dan kan gedurende geologische langere tijd hetzelfde gesteentemateriaal aan de steeds verder voortschrijdende chemische verwerking onderworpen worden.

Uit het bovenstaande leiden we af, dat bouwziet, als product van een „extreme chemische verwerking”, gezocht moet worden in streken, waar in het geologische verleden langere perioden hebben bestaan met tropische klimaatsomstandigheden en een geringe erosie.

Bepalen we ons thans tot de chemische samenstelling van de delfstof. In grote lijnen gezien mag de gemiddelde samenstel-

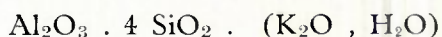
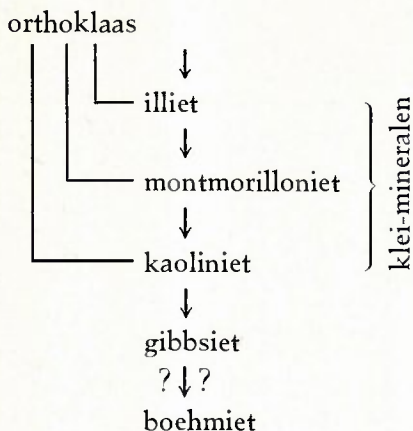
ling van de aardkorst gelijkgesteld worden aan die van de stollingsgesteenten. Immers, de beide andere gesteentegroepen, de sedimenten en de metamorfe gesteenten, mogen beschouwd worden als direct of indirect uit deze stollingsgesteenten afgeleid. De onderstaande tabellen geven een indruk van deze gemiddelde samenstelling van de stollingsgesteenten:

chemisch:		mineralogisch:	
O	46,6%	veldspaat	60%
Si	27,7	augiet en hoornblend	17
Al	8,1	kwarts	12
Fe	5,0	donkere glimmers	4
Ca	3,6	titaanmineralen	1,5
Na	2,9	rest	5,5
K	2,6		
Mg	2,1		
Ti	0,6		
rest	0,8		

Een voorbeeld schetst, zeer vereenvoudigd, de verschillende stadia in het chemische verweringsproces. Hiervoor is als uitgangspunt een vertegenwoordiger uit de grote groep der veldspaat-mineralen gekozen, nl. de K-veldspaat orthoklaas. Uit chemisch en mineralogisch onderzoek is gebleken, dat een reeks opgesteld kan worden, zoals op de volgende bladzijde (boven) is aangegeven.

Röntgenanalyses van de betreffende producten tonen aan, dat de veelal zo ingewikkelde bouwsels van de oorspronkelijke mineralen, de zgn. „kristalroosters”, steeds verder worden afgebroken. Chemisch is er bij iedere verandering sprake van een afgifte van basen en silica en een opname van water in het rooster van het nieuw gevormde product. De basen en silica gaan in oplossing in het grondwater. En hiermede raken we een andere, noodzakelijke voorwaarde voor een voortschrijden van deze aantasting, nl. de noodzaak van afvoer van deze opgeloste stoffen. Dit moet geschieden via het grondwater. Er dient dus een voldoende grondwater-beweging te bestaan.

Heeft slechts langzame verwerking plaats, bv. in ten koel klimaat, dan zal het proces veelal niet verder gaan dan het illiet-stadium. Een



versnelde of voortgezette verwerking kan, hetzij direct, hetzij uit deze illiet, het volgende mineraal uit de reeks doen ontstaan, de montmorilloniet. Nog verdergaande of intensievere verwerking vormt het mineraal kaolinitiet, waaruit in de tropen zo veelvuldig voorkomende kaolienklei vrijwel geheel bestaat. Als eindstadium treden tenslotte de geheel ontkiezelde bauxiet-mineralen gibbsiet en boehmiet op de voorgrond. In hoeverre boehmiet als een gedeeltelijk gedehydrateerde gibbsiet aangezien mag worden, is niet met zekerheid te zeggen.

Voor de augieten en hoornblendes en voor de glimmers gelden soortgelijke reeksen. Het oorspronkelijke gehalte aan Mg verdwijnt geheel in oplossing, evenals dat hierboven is aangegeven voor K. Het aanwezige ijzer daarentegen gedraagt zich gedurende de aantasting op dezelfde wijze als aluminium. Als eindproducten uit deze mineralen ontstaan dan ook, naast gibbsiet (of boehmiet), andere stoffen zoals goethiet en haematiet.

De oorspronkelijke titaanmineralen leveren uiteindelijk deze zelfde ijzermineralen en de mineralen anataas en rutiel als stabiele eindproducten. De kwarts zal ten lange leste geheel in oplossing gaan en met het grondwater verdwijnen.

Een eindproduct met overwegend aluminium als metallisch element wordt aangeduid met de naam *bauxiet*. Overweegt het ijzer, dan wordt wel de naam *ferriet* gebruikt. In het algemeen spreekt men van lateriti-

satie om dit proces van extreem ver doorgevoerde chemische afbraak en ontkiezeling aan te duiden.

Behalve deze ontkiezeling geldt als kenmerkend voor de gevormde eindproducten de sterke relatieve aanrijking van aluminium en ijzer. Nader onderzoek heeft geleerd, dat hierbij het ijzer gewoonlijk nog wel iets „bewegelijker” is geweest dan het aluminium. In vele bauxiet-voorkomens kan in de bovenste delen van de ertslaag een concentratie waargenomen worden van het oorspronkelijk uniform over deze laag verdeelde ijzer. We spreken dan van een „iron cap”.



Erts-transport in een grote, open bauxietmijn in de Surinaamse kustvlakte. Bauxiet komt hier voor onder dikke „deklagen”.

Vele lateritische producten moeten beschouwd worden als een directe rest, een residu, van oudere gesteenten. Zij liggen nog op de oorspronkelijk plaats bovenop deze gesteenten. Dergelijke voorkomens staan bekend als „residuaire laterieten”. Daarnaast komt bauxiet voor, ontstaan uit goed gelaagde afzettingen van kaolien-klei. Hier is dus sprake van een verdere chemische verwerking van reeds tevoren als sediment afgezet, minder extreem verweerd gesteentemateriaal. Dergelijke producten worden wel aangeduid met de naam „sedimentaire bauxieten”. Bij de sedimentatie van de betreffende kaolien-kleien heeft reeds een duidelijke gravitatie selectie van de afbraakproducten plaats gevonden. Zwaardere, veelal ijzerrijkere mineralen werden gescheiden van de lichtere, aluminium-rijke minerale brokjes. Het uitgangsmateriaal voor het bauxitisatieproces is daardoor minder verontreinigd en de op deze wijze ontstane bauxieten bezitten gewoonlijk een opvallend hoog aluminium-gehalte.

In Suriname en omliggende gebieden komen zowel residuaire als sedimentaire bauxieten voor. De eerste gewoonlijk op duidelijk herkenbare resten van schiervlaktes, dwz. op plateaux op enige hoogte boven de omgeving; de laatste in de betrekkelijk jonge kustvlakte en dan vaak begraven onder een pakket nog vrijwel horizontale, jongere kleien en zanden. In beide gevallen dus een fraai voorbeeld van arealen met een gering relatief relief en dus geringe erosie.

Een ander type voorkomen is bekend van Jamaica, waar grote hoeveelheden bauxiet zijn gevonden in een karstgebied als opvulling van grote dolines, dwz. enorme oplossings-trechters in kalksteen. En ook hier kan van

een snelle, oppervlakkige afvoer van afbraakmateriaal geen sprake zijn geweest.

Tenslotte nog een enkel woord over de verwerking van bauxiet tot aluminium. Dit geschiedt in twee etappes. Eerst dient het erts geheel gezuiverd te worden. Alle verontreinigingen, zoals ijzer, titaan en silica, moeten zo volledig mogelijk worden verwijderd. Dit vindt plaats in de „aluinaardefabriek”, waarbij nog steeds in grote lijnen het in 1887 voor het eerst toegepaste Bayer-procedé wordt gevolgd. Hierbij wordt de bauxiet achtereenvolgens gewassen, gedroogd, vermalen en tenslotte, onder verhoogde temperatuur en druk, behandeld met een sterke oplossing van natronloog. De verontreinigingen blijven achter als een door het ijzer fel rood gekleurde massa, de zgn. „red mud”. Na uitkristalliseren van de oplossing en drogen (calcineren) wordt een wit poeder verkregen, de aluinaarde of alumina, met de samenstelling Al_2O_3 . Uit deze aluinaarde wordt, in de tweede etappe van het fabricage-proces, langs electrolytische weg het metaal aluminium verkregen. Dit vindt plaats in de zgn. „smelter”.

Voor bauxiet van goede kwaliteit, zoals de surinaamse, geldt als vuistregel:

bauxiet	→	aluinaarde	→	aluminium
4 ton		2 ton		1 ton

Maar de laatste etappe van het metallurgische proces, de verwerking in de smelter, vergt zeer grote hoeveelheden elektrische energie, 20.000 kWh per ton metaal. En minder goede kwaliteit bauxiet, bv. de ijzerrijke Jamaica-bauxiet, zal minder aluminium per ton erts kunnen opleveren.

DE BETEKENIS VAN HET FYTOPLANKTON VOOR DE KWALITEIT VAN HET MAASWATER IN LIMBURG

Een toelichting op de publikatie van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Reeks XIV, betreffende het ONDERZOEK VAN GRINDGATEN LANGS DE MAAS van N.L. Wibaut — Isebreë Moens.

Naar aanleiding van de in voorbereiding zijnde plannen voor de kanalisatie van de

Maas tussen Maasbracht en Cuyk schreef dr. G. Romijn in het Natuurhistorisch Maandblad van augustus-september 1913 (14), dat de planten en dieren, die in verschillende wateren worden aangetroffen, niet dezelfde zijn, maar dat zij verschillen vertonen naarmate de levensvoorwaarden andere zijn. Zo vindt men, aldus dr. Romijn, in een snelstromende rivier geheel andere vormen dan in een kanaal. Ten aanzien van de Maaskanalisatie stelde hij, dat