

# NIKKEL, de veelzijdige broer van kobalt

door drs. W.R. Moorer

De mineralen waaruit nikkel wordt gewonnen zorgen ervoor dat we kunnen reizen in auto's die goed starten en niet meteen verroesten. En dat we op vakantie kunnen met vliegtuigen die betrouwbare turbine-motoren bezitten. Als we niet te dik willen worden zorgen nikkelmineralen voor margarine als vervanging van échte boter; als we niet rijk zijn kunnen we ons toch glinsterend versieren met "zilver" in plaats van zilver. Als er desondanks inbrekers op de loer liggen kunnen we onze spullen tenslotte nog verbergen in een braakvrije kluis, die gemaakt is van een speciaal soort gehard nikkelstaal.

## Het metaal

Nikkel is een hard, zilverwit metaal waarvan jaarlijks zo'n 1 miljoen ton gewonnen wordt uit nikkelhoudend erts. Het behoort tot de ijzer-kobalt-nikkel-groep der metalen, maar lijkt in eigenschappen véél meer op kobalt (zie Gea. vol.17, nr.2, pag.68) dan op ijzer. Nikkelmetaal smelt pas bij 1454°C, is 8,9 x zo zwaar als water en is evenals kobalt weinig gevoelig voor oxidatie en corrosie. Er zijn vijf natuurlijke isotopen van nikkel. Het atoomgewicht is 58,71; het atoomnummer 28. Het chemisch symbool is Ni.

## Nikkel in staal

Zo'n 900.000 ton nikkel wordt jaarlijks verwerkt in staalsoorten en andere metaallegeringen. Turbine-bladen; boorkoppen voor de oliewinning; machine-, auto-, locomotief-onderdelen die bij hoge temperaturen slijtvast moeten zijn worden vervaardigd uit nikkelhoudend staal. Pompen, compressoren, en onderdelen die bij hoge temperaturen bloot staan aan agressieve vloeistoffen in raffinaderijen en de chemische industrie of blootgesteld zijn aan zeewater bevatten meestal nikkellegeringen. Pantserstaal; springveren; magneten; batterijen; bougies; (half)geleiders; elektroden en kontaktpunten worden gemaakt met nikkel-koper- of nikkel-chroom-legeringen. Veel munten bevatten nikkel. De Amerikaanse 5 dollar-cent heet zelfs "Nickel", hoewel hij maar 12% nikkel bevat, naast ijzer, chroom en wat molybdeen. Hoewel de gewone staalsoorten, die bij miljoenen tonnen worden geproduceerd enorm zouden verbeteren met nikkel erin is de toepassing van nikkel dáárvoor te duur. Pas begin 20e eeuw begint men op grote schaal met de ontginning van nikkelvoorkomens.

## Nikkel thuis

Behalve in (stalen) meubels en lampen, in electronica en in de mixer, in de stofzuiger, de schrijfmachine, de verwarming, vinden we nikkel vooral terug in ons tafelbestek en in (namaak)"zilveren" sieraden. Nikkelhoudend imitatie-zilver is namelijk heel mooi en goed te polijsten en af te werken; bovendien wordt het natuurlijk niet zwart.

Alpaca; Duits zilver; Chinees zilver; Nieuw zilver – dit zijn maar weinige van de namen die voor modern tafel"zilver" worden gebruikt. Meestal zijn het koper-zink-legeringen met  $\pm 12\%$  nikkel. Maar ook écht edelmetaal bevat soms nikkel: "witgoud" is goud met 15% nikkel.

Behalve in metalige dingen vinden we thuis ook nikkel in sommige cosmetische producten: nikkeldimethylglyoxime klinkt eng maar is het niet in de vorm van rood pigment in nagellak en sommige typen oogschaduw. Dezelfde stof wordt toegepast als lichtechte verf- en lakkleurstof.

## Overige toepassingen

Zeer belangrijk is nikkel als katalysator. Een katalysator versnelt allerlei reacties en/of maakt deze mogelijk bij lagere temperatuur en mildere omstandigheden. Er is meestal maar weinig van nodig. Zo is bijvoorbeeld bij de produktie van 4000 kg margarine, uit (plantaardige) oliën, maar 1 kg nikkelkatalysator nodig. Overigens komt dat nikkel niet in de margarine terecht; de katalysator is gebonden aan een vast dragermateriaal waarop de hydrogenering van olie tot margarine plaatsvindt.

Chirurgische instrumenten die vaak gesteriliseerd moeten worden, alsook beugels voor tandregulatie bevatten vaak nikkel. Inkt, glas, glazuur, keramiek worden vaak groen, geel of bruin gekleurd met behulp van nikkelverbindingen. Deze toepassing was al bekend, lang voordat het metaal nikkel uit z'n erts kon worden vrijgemaakt.

## Naamgeving

Kopernikkel (Kupfernichel) was de naam voor een merkwaardig en lastig roserood erts dat echter niet het begeerde koper bevatte. De ertsmelters vonden dit een lelijke streek van de berggeesten, de "nikkels", en gaven het erts – dat tegenwoordig nickelen heet – de naam koperduivel: Kupfernichel. "Deze boze Kupfernichel lijkt koper te bevatten, levert echter niets op, blijft ongesmolten, en maakt de aan hem bestede moeite op kwaadaardige wijze te schande". Aldus een 16e eeuwse ertsmelter, die met kwaadaardig zeker ook doelde op de giftigheid van het soms in de smeltovens vrijkomende arseen. (Zie Kobalt: Gea. vol.17, nr.2).

Kort nadat het kobaltmetaal was ontdekt, werd nikkelmetaal gewonnen uit nickelen. Ook hier was het Cronstedt (1751) die besefte dat een tot dan toe onbekend metaal uit het Kupfernichel kon worden vrijgemaakt. Het nieuwe metaal werd Nickel genoemd. Sindsdien is er nog wel het een en ander gebeurd: de achtste editie van Gmelins monografie "Nickel" beslaat 3500 pagina's.

## Meteorieten

Ieder jaar wordt de aarde verrijkt met 1500 kg nikkel dat letterlijk uit de lucht komt vallen..... Dit getal kan worden afgeleid uit recente gegevens over het aantal en het



Afb. 1. Groenlandse postzegel met ijzermeteoriet; het nikkelgehalte van dergelijke meteorieten is circa 10%. De figuren van Von Widmanstätten vullen de achtergrond van het zegelbeeld. Afm. postzegelbeeld 27 x 20 mm.

gewicht van meteorieten, gepubliceerd in Science (I. Halliday, A.T. Blackwell en A.A. Griffin: The frequency of meteorite falls on the earth; 1984, Science vol. 223, p. 1405-1407). In dit artikel wordt bekend gemaakt op welke wijze de gegevens van een netwerk van 60 meteorieten-observerende camera's in West-Canada zijn verwerkt tot schattingen van het totale aantal op de aarde terecht-komende meteorieten. De auteurs komen tot 142 kg per  $10^6$  km<sup>2</sup> per jaar, ofwel 70.000 kg verdeeld over 24.000 meteorieten jaarlijks op de hele aarde. Aangezien slechts  $\pm 1/15$  gedeelte daarvan uit ijzer-nikkelmeteorieten bestaat komen we, rekening houdend met het feit dat ijzer-nikkel-meteorieten zwaarder zijn dan steenmeteorieten, op  $\pm 1500$  kg meteoritisch nikkel per jaar. Aangezien er echter maar enkele grotere meteorieten per jaar worden gevonden, komt maar een minieme fractie van dit nikkel in mensenhanden terecht. De bestudering van meteorieten is ook van groot belang voor de kennis van onze eigen aarde. Er mag aangenomen worden dat de aardkern, waaruit we nooit monsters zullen verkrijgen, in samenstelling overeenkomt met het ijzer-nikkel van meteorieten.

Verreweg de meest voorkomende ijzer-nikkelmeteorieten behoren tot de groep der zgn. octahedrieten. Deze octahedrieten vertonen de fraaie Widmanstättenfiguren (zie afb. 1), zo kenmerkend en uniek voor meteoritisch materiaal. Deze figuren, die ontstaan na verhitting of etsen van gepolijste octahedrieten, bestaan uit een regelmatig kristallografisch netwerk van balken in een grondmassa. De balken bestaan uit "kamaciet" dat relatief nikkel-arm (6% Ni) is en gevoelig voor etsing, omzoomd door smalle bandjes van "taeniet", dat nikkelrijk is (13 - 45% Ni) en ongevoelig voor etsing. Het balkensysteem is ingebed in een fijnkorrelige grondmassa ("plessiet") die uit een mengsel van kamaciet en taeniet bestaat. De meeste octahedrieten bezitten één uniform bandenpatroon en bestaan eigenlijk uit één "kristal". Als we beseffen dat meteorieten sinds het ontstaan van het zonnestelsel in 4,7 miljard jaar in feite onveranderd zijn gebleven hebben we met een gaaf overblijfsel van ook geologisch zeer grote ouderdom te maken.

Behalve het nikkel in kamaciet, taeniet en plessiet (alle Fe,Ni) zijn er nog enkele eigenaardige accessorische meteorieten-mineralen die nikkel bevatten: schreibersiet is (Fe,Ni,Co)<sub>3</sub>P en coheniet is (Fe,Ni,Co)<sub>3</sub>C. Verder komen

soms voor: lawrenciet (Fe,Ni)Cl<sub>2</sub>; haxoniet (Fe,Ni)<sub>23</sub>C<sub>6</sub>; tetrataeniet (Fe,Ni); perryiet (Ni,Fe)<sub>5</sub>(Si,P)<sub>2</sub> en in tegenstelling hiermee het ook van de aarde welbekende pentlandiet (Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>; waarmee we terugkeren naar de aarde zelf.

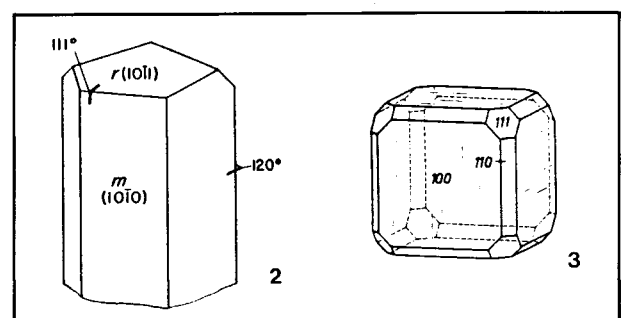
## Voorkomens en ertsafzettingen

Nikkel is met een aandeel van ongeveer 0,01% vertegenwoordigd in de aardkorst. Daarmee is het in volgorde van vóórkomen het 23ste element. Omdat nikkel veel zal voorkomen in de aardkern is het aandeel in het gewicht van de gehele aarde zeer veel groter: 2,4%. Zowel in de toegankelijke aardkorst, de aardmantel en vooral in de aardkern dus, is nikkel veel minder zeldzaam dan z'n broer kobalt. Nóg een groot verschil met kobalt is dat nikkel zich ook in silicaten veelvuldig manifesteert, terwijl van kobalt in feite geen silicaten bekend zijn. Er zijn 50 kobaltmineralen, maar ruim 110 nikkelmineralen. Zo gewoon als nikkelmetaal is in meteorieten en in de aardkern, zo zeldzaam wordt nikkelmetaal (als gedegen nikkel) in de aardkorst aangetroffen. Als het al gevonden wordt is dat in de vorm van minieme nikkelkorreltjes (gedegen nikkel dus) of als awaruiet: Ni<sub>2</sub>Fe-Ni<sub>3</sub>Fe. Net als bij kobalt vinden we nikkel in nikkelertsen vooral geconcentreerd in de sulfide-groep der mineralen. Deze nikkelvoorkomens bevatten ijzer, koper, meestal aanmerkelijke hoeveelheden kobalt en vaak nog wat lood, platina-metalen en goud.

Het economisch belang van de klassieke en rijke hydrothermale gangmineralisaties, die vroeger zo'n grote rol speelden in de winning van kobalt, nikkel, bismut en zilver is nu bij de nikkelwinning verminderd. De huidige exploratie van nikkel komt uit ertsen van het Sudbury-(Ontario, Canada) type. Hier vindt men enorme voorkomens van voornamelijk fijnverdeelde chalcopryiet, pyrrhotien en pentlandiet: (Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>. Het zijn magmatische differentiaten die zéér veel koper en nikkel leveren en bovendien nog platina, goud en palladium. Kleinere voorkomens van dit type vinden we in Evje, Noorwegen; Lynn Lake, Namibië; Petcenga, USSR; Bushveld, Transvaal en nog vele andere. Het derde type nikkelconcentratie vinden we in sommige afzettingen, waarin het nikkel — als silicaat — door verweering van peridotieten en gabbro's is verrijkt. De enorme garnieriet-voorkomens in New Caledonia, Stille Oceaan, zijn daarvan hét voorbeeld.

Afb. 2. Hexagonale kristalvorm van milleriet. De kristallen zijn zeer langprismatisch en hebben een lage rhomboëder als eindbegrenzing.

Afb. 3. Nickel-skutterudiet ("chloantiet"). Wanneer bij dit kubische mineraal kristalvlakken zichtbaar zijn overheerst de kubusvorm (100); combinaties met oktaëder (111) en dodekaëder (110) zijn algemeen.







Afb. 4. Rozetten van appelgroene annabergiet met dunne gestreepte, prismatische kristallen. Afgebeeld specimen is afkomstig van Laurion, Griekenland, waar het mineraal naast nikkel ook magnesium bevat. Deze variëteit wordt cabrieriet genoemd. Grootste afmeting van bovenste kristalgroep: 8 mm. Collectie H. Dillen.

### Systematiek

De bekendste nikkelmineralen zijn:  
breithauptiet, NiSb  
bravoiet, (Ni,Fe)S<sub>2</sub>

pentlandiet, (Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>  
het mooie milleriet, afb. 2, NiS. Zie ook de voorplaat!  
het rode nickeliën, NiAs  
nikkel-skutterudiet ("chloantiet"), afb. 3, (Ni,Co)As<sub>3</sub>  
rammelsbergiet en pararammelsbergiet, NiAs<sub>2</sub>  
gersdorffiet, NiAsS  
zaratiet, Ni<sub>3</sub>(CO<sub>3</sub>)(OH)<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O  
gaspeiet, (Ni,Mg,Fe)CO<sub>3</sub>  
annabergiet, afb. 4, zie ook voorplaat Gea vol. 12 (1979)  
nr. 2, Ni<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.8H<sub>2</sub>O  
garnieriet; dit is een mengsel van Ni-, Mg-, Fe-, Al-silicaten.  
Beschrijvingen ervan vindt u in uw mineralenboeken. De  
laatst genoemde vier zijn groen, zoals de meeste nikkel-  
zuurstof-mineralen. Het annabergiet werd ook "nikkel-  
blühte" genoemd omdat het veel voorkomt en kenmer-  
kend is voor verwerde nikkelarseniden. Maar ook sommi-  
ge serpentijnen zijn door het nikkelgehalte extra groen  
gekleurd, zoals de "williamsiet" van lapidaristen. Het  
fraaie chrysopraas is een kwarts — of beter: chalcedoon —  
variëteit die z'n mooie groene kleur aan bijmenging van  
nikkel te danken heeft.  
Een vrijwel volledige lijst nikkelmineralen (variëteiten niet  
opgenomen) vindt u in de tabel.

### Literatuur

Veel gegevens werden ontleend aan:  
Weast, R.C. (ed.): Handbook of Chemistry and Physics (1970),  
CRC-Press, Cleveland, Ohio, USA.  
Windholz, M. (ed.): The Merck Index (1976), Merck & Co.,  
Rahway, N.J., USA.  
Lüschen, H.: Die Namen der Steine (1986), Ott Verlag, Thun, Zw.  
Fleischer, M.: Glossary of mineral species (1983), The Mineralogical  
Record Inc., Tucson, Arizona, USA.  
Ramdohr, P. en Strunz, H.: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie,  
16e druk (1978), Enke Verlag, Stuttgart.  
Halliday, I., Blackwell, A.T., Griffin, A.A.: The frequency of  
meteorite falls on the earth (1984), in Science; vol. 223, p. 1405-  
1407.  
Mason, B.: Principles of Geochemistry, 3e druk (1966), John  
Wiley and Sons, Inc., New York, USA.  
Goldschmidt, V.: Atlas der Krystalformen (1913), Carl Winters  
Universitätsbuchhandlung, Heidelberg, Duitsland.  
Heide, F.: Meteorites (1964), The University of Chicago Press,  
Chicago, USA.  
Huttenlocher, H., Ramdohr, P.: Mineral- und Erzlagerstättenkunde,  
Band I en II, (1965), Sammlung Gösschen, Walter de Gruyter &  
Co., Berlijn, Duitsland.

## Stereodia's van mineralen en hun projectie

door Jan Schilthuizen

Het fotograferen van mineralen wordt steeds meer en vaak met veel succes beoefend. Mooi verlicht, goed scherp, prima kleuren en een dankbaar publiek.

Maar toch... er ontbreekt iets aan: het reliëf en de diepte, die in de tweedimensionale afbeelding, zoals foto of dia, slechts beperkt kunnen worden weergegeven.

De oorzaak hiervan is, dat bij het maken van de opname slechts met één oog (het camera-objectief) naar het onderwerp wordt gekeken. De belangrijkste ruimte-aanwijzingen verkrijgen wij echter door met twee ogen tegelijk naar een voorwerp te kijken (binoculair). Om die reden is dan ook bijv. de stereo-microscoop bedacht.

Tot de binoculaire ruimte-aanwijzingen behoren de convergentie van de oog-assen en de perspectivische verschillen tussen het beeld van het linkeroog en dat van het rechteroog.

Dat de optische assen van onze ogen kunnen convergeren (zich op één punt kunnen richten) valt goed te zien als iemand probeert naar het puntje van zijn/haar neus te kijken. De convergentie is dan maximaal. Het snijpunt van de oogassen kunnen wij naar believen van dichtbij naar veraf verleggen (afb. 1). De spanning op de betreffende oogspieren geeft daarbij een indicatie voor de afstand van het fixeerpunt. Daarmee beschikt iemand met twee