



AFBEELDING 1. | *Het voormalige
ijzerwerk Frolands Verk anno 2011.*

De historische mijnbouw in

Zuid-Noorwegen en haar Nederlandse connecties Deel 1

TIMO G. NIJLAND
TNO, DELFT
TGNYLAND@XS4ALL.NL

JACQUES TOURET
ECOLE DES MINES, PARIJS
JTOURET@ENSMP.FR

De zilvermijnen van Kongsberg, de kobaltmijnen van Modum, de koperwerken van Røros en – nog steeds van groot economisch belang – de titaniummijn van de Jossingfjord in Vest-Agder zijn alom bekende voorbeelden van de rijke Noorse mijnbouwtraditie. Mineralen uit deze voorkomens zijn aanwezig in de collecties van alle grote Europese en Noord-Amerikaanse mineralogische musea. Minder bekend is de mijnbouw in de kuststrook van de provincies Aust-Agder en Telemark, tussen Kristiansand en de Osloslenk (Afb. 2). In deze bijdrage wordt hiervan een historisch en mineralogisch overzicht gegeven. De belangrijkste historische erts en grondstoffen waren ijzer, fosfaat (apatiet), rutiel, veldspaat (voor porceleinproductie) en in mindere mate nog een reeks andere metalen (lood-zink-zilver, koper, nikkel en naar men claimt zelfs goud). In het eerste deel van dit artikel behandelen we de ijzermijnbouw.

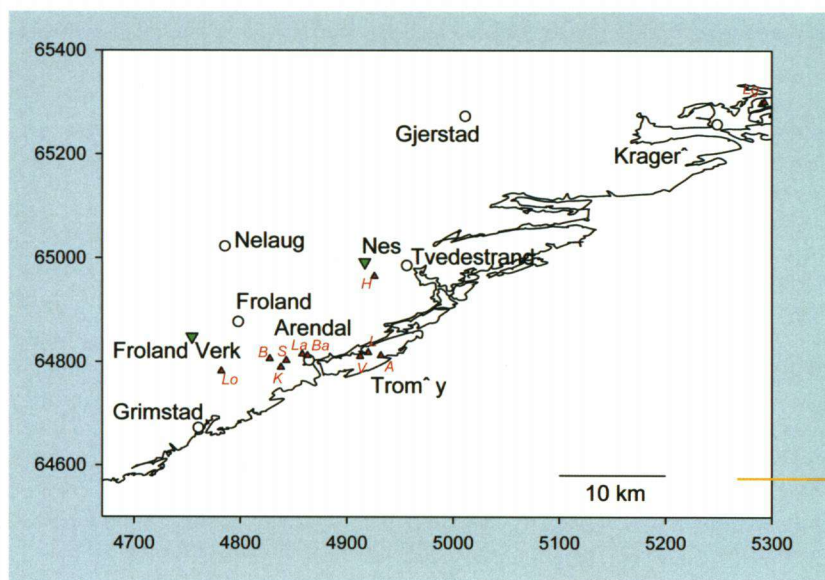


Geologie: een korte schets

De “Bamble sector” is het gebied tussen de Osloslenk in het noordoosten, beginnend even voor Skien, en Kristiansand in het zuiden, afgesneden van geologisch Telemark door de Porsgrunn-Kristiansand breuk; deze breuk is een reactivering van een oudere schuifzone. Geografisch maakt het gebied deel uit van de Noorse provincies Aust-Agder en Telemark. Het gebied is vooral bekend om de goed ontwikkelde overgang van amfiboliet naar granuliet facies metamorfose (Touret, 1971; Nijland & Majier, 1993). De metamorfose vond plaats tijdens de Sveconorwegische periode van gebergtevorming (ca. 1,25-0,9 miljard jaar geleden), als het Baltisch schild zich samen met delen van Noord-Amerika rond de evenaar bevindt. De metamorfose grijpt aan op een pakket deels al eerder omgezette en vervormde metasedimenten, metavolcanieten en dieptegesteenten van gothische (1,7-1,5 miljard jaar geleden) ouderdom of ouder, en daarin opgenomen later intrusiva, waaronder prominent verschillende gabbro's. De metasedimenten omvatten twee grote complexen, gedomineerd door zuivere kwartsieten met daarin opgenomen een kleine hoeveelheid (van oorsprong) kleiig materiaal, en (zeer sporadisch) carbonaatgesteenten. De kwartsieten bewaren soms spectaculair sedimentaire structuren, gevormd aan een precambrisch aardoppervlak, zoals kris-krasgelaagdheid en modderscheuren (Nijland *et al.*, 1993). Deze metasedimenten staan bekend als het Nidelva kwartsietcomplex in het Froland gebied en het Kust-Kwartsiet-Complex rond Kragerø (*Coastal Quartzite Complex*). Tijdens het laatste deel van de Sveconorwegische periode zijn het opmerkelijk genoeg deze zelfde gebieden waarin zowel grootschalige metasomatose als de intrusie van late pegmatieten – rijk aan zeldzame elementen – plaatsvinden (Touret & Nijland, 2013). Metasomatose betekent dat de samenstelling van gesteenten verandert onder invloed van oplossingen van buiten af: mineralen lossen geheel of gedeeltelijk op of worden nieuw gevormd, terwijl elementen aan- en afgevoerd worden. Vaak is dit een lokaal proces, bijvoorbeeld rond een intrusie (zoals de klassieke skarns), soms, zoals in de Bamble sector, gebeurt het ook op regionale schaal. Albitisatie en scapolitisatie, dat wil zeggen vervanging van de de veldspaten in het gesteente door respectievelijk albit en scapoliet, waren het gevolg. Aan het eind van de Sveconorwegische periode dringen tenslotte de grote granieten van Grimstad en Herefoss binnen. Het is in deze context dat verschillende ertsen gevormd zijn die het gebied faam en economisch belang verleenden. De mijnbouw en productie van ijzer was qua omvang het meest in het oogspringend.

Winning en productie van ijzer in de 16^e-19^e eeuw

De mijnbouw in Noorwegen werd sterk gestimuleerd door de Deense koningen Christian III en IV. Dat gold ook voor de winning van ijzererts en de verwerking daarvan in zogenaamde ijzerwerken (*jernverk*, d.w.z. smelterijen met daaraan gekoppelde verwerking; Afb. 1). Vanaf eind 16^e eeuw ontstonden met name in de Zuid-Noorse kuststrook tussen Kristiansand en Oslo verschillende ijzerwerken (Vogt, 1908; tabel 1). Slechts enkele, zoals Mostadmarken bij Trondheim, waren elders in het land gelegen. De aanwezigheid van de ijzerwerken in de kuststrook is simpel te verklaren: de voornaamste centra van de winning van ijzererts waren in hetzelfde gebied gelegen, met name rond Arendal in Aust-Ager, Kragerø in Telemark en Fen, eveneens in Telemark. Nadat er verschillende initiatieven waren in de tweede helft van de 16^e eeuw – al in 1574 vond de eerste ijzerwinning in Aust-Agder plaats door Erik Munk, de leenheer van Nedenes, tussen Arendal en Grimstad (Christophersen, 1974; Fløystad, 2007) – kwam de mijnbouw in het eerste kwart van de 17^e eeuw in een stroomversnelling. Bij de initiatieven van de Deense koning speelde, zoals hieronder zal blijken, Nederlands kapitaal een belangrijke rol. Een belangrijke



AFBEELDING 2. | Schetskaartje van de noordwest-kust van het Skagerrak; dus de kuststrook ten zuidwesten van Oslo. Op de assen: de zg. UTM-coördinaten.

Als rode driehoeken zijn de voornaamste ijzererts- en/of skarnvoorkomens weergegeven: A - Alve, B - Bråstad, Ba - Barbu, H - Holt, K - Klodeborg, L - Lofstad, La - Langsev, Lg - Langøy, S - Solberg, V - Vågsnes.

Veel van de voorkomens zijn overigens niet meer toegankelijk en/of op privégrond. De groene driehoekjes geven enkele belangrijke ijzerwerken aan.



Ijzerwerk		Opgericht	Stilgelegd	Aantal Ovens	Productie ruwijzer			Efficientie
					Skip-pund	Skip-pund	ton	Skippund ruwijzer uit 100 tonder erts
				1806/7	1781	1792	1851/55	mid 18 ^e
Akershus	Oslo	1541						
Bærum		1610 (1614)	1872	2	2960	3102	1350	65
Barbu	Arendal	1574	1657					
Bolvik (Vold)		1692	1865	1	2932	3192	440	122
Brunlanæs		1676						
Dikemark		1697	1820 (1815)	1	2397	1379		65
Egeland	Gjerstad	1707	1884	1	3722	1218	400 ?	93
Eidsfoss		1697	1873	1	3095	2341	815	
Eidsvoll		1624	1822	2				112
Fossum (Skien)		1538 (1543)	1868 (1877)	1		1469	980	96
Fritzøe (Laurvig)		1642 (1649)	1867 (1868)	4	8634		2085	
Froland	Arendal	1763	1867	1	2289	2302	600	103
Hakedalen		1622 (1540)	1868 (1865)	1	965		385	84
Hassel		1649	1864	1	1911	1679	270	84
Kongsberg		1687	c. 1840	1				
Lessøe (Lesje)	Gudbrandsdalen	1660	1812	1				
Moland	Arendal	1609						
Mørland	Kragerø	mid 17 ^e	mid 17 ^e					
Moss		1705	c.1860 (1874)	2	1973	2201	305	117
Mostadmarken	Trondheim	1657	1870			1034	30	
Næs (Båseland)	Tvedestrand	1665	1959	1	2659	3662	1100	84
Øiensjø	Odalen	1834						
Osen	Romsdalen	1759	na korte tijd					
Oudal (Odalen)	Odalen	1708	1835 (1877)	1		2037		
Sogndal	Ringerike	1752	eind 18 ^e					
Sørdal (Saurdal)	Ytre Holmedal	1773	na korte tijd					
St. Olaf	Rennebu	mid 19 ^e					5	
Ulefoss (Hollen)		1652 (1657)	1877 (1875)	1	4857	3002	725	117
Vigeland	Vennesland	1792	na korte tijd					

TABEL 1. † Overzicht van de Noorse ijzerwerken (Vøgt, 1908, aangevuld met gegevens uit Fløystad 2007; Vevstad, 2008). Berg (2000) geeft voor verschillende ijzerwerken een duidelijk afwijkend stichtings- of sluitingsjaar. Deze zijn tussen haakjes gegeven. NB skippund ("scheepspund") is een oude Noorse gewichtseenheid (ca. één pond).

speler was ook de z.g. *store Jernkompaniet* (grote ijzermaatschappij). Deze maatschappij was in handen van Johan Post en de uit Bremen afkomstige Herman Krefting. In de loop van de jaren '20 van de 17^e eeuw verwierven zij steeds meer ijzermijnen en -werken. Van de laatste controleerden ze rond 1630 een aantal van de voornaamste waaronder Bærum, Barbu, Eidsvoll, Hakadal en Fossum, met actieve steun van de Deense koning (Vøgt, 1908; Fløystad, 2007; Krefting, s.a.). De koning stelde in 1618 ook Tobias Kupfer tot bergmeester van Noorwegen aan. Hij beperkte zich niet tot administratieve zaken en

recepties, maar bouwde ondermeer de grote smeltovens in Bærum (1622), Fossum (1626) en Barbu (1630?) (Fløystad, 2007).

De Amsterdamse connectie

In de 17^e eeuw werd een aanzienlijk deel van de financieringsbehoefte van zowel de Deense koningen als Deens-Noorse private bedrijven gedekt door Nederlandse financiers. Onder deze financiers bevonden zich verschillende handelshuizen en banken, de stad Amsterdam, de Staten-Generaal en de Staten van Holland (Van Bochove, 2008). De belangrijkste crediteur van het Deens-Noorse koninkrijk in de 17^e eeuw was het handelshuis van de Amsterdamse broers Gabriel en Celio Marselis. Beiden waren zonen van Gabriel Marselis (ca. 1575 – † Hamburg 1643) en Anna l'Hermite († Hamburg 1652). Celio (ook: Selio of Selius) werd geboren in december 1600 in Rotterdam en overleed in maart 1663 in Kopenhagen. Zijn broer Gabriel werd in maart 1609 te Hamburg geboren, en overleed in april 1674 in Amsterdam (Marselis.nl, 2007). Andere broers, Pieter (Rotterdam 1602 – † Moskou 1672) en Leonard (Hamburg 1611 – † Haarlem 1667), opereerden respectievelijk in Rusland en Hamburg (De Boer, 1941).



De broers Marselis richtten zich sterk op activiteiten in Denemarken-Noorwegen, zoals de familie De Geer dat in Zweden deed. Ze financierden van alles, en rustten zelfs complete oorlogsvloten voor de Deense koning uit (Van Bochove, 2008). Gabriel leverde in 1648 ook voor 30.000 rijksdaalders aan diamanten en juwelen voor de kroning van koning Frederik III (Hein, 1990). De nauwe relatie resulteerde in allerlei ambten. Zo werd Celio in 1653 directeur van de posterijen in Noorwegen (Lundskov.dk, 2007). Het succes van de handel stond voorop, en een deel van hun handelspraktijken werd later als ongeoorloofd (De Boer, 1941), als corrupt (Lauridsen, 1987, Rian, 2003) of als *'kapitalistische uitbuiting in zijn primitiefste, brutaalste en schreienendste gedaante'* (aldus de Deense historicus Bang, geciteerd in Nagel, s.a.) gezien. Ondanks hun machtspositie als schuldeiser, moesten de broers geregeld accepteren dat de schuld niet contant, maar bijvoorbeeld in de vorm van (door hen ongewenste) landgoederen of adelsbrieven werd afgelost (Van Bochove, 2008). Uiteindelijk waren ze in het midden van de 17^e eeuw de grootste grondbezitters in Noorwegen.



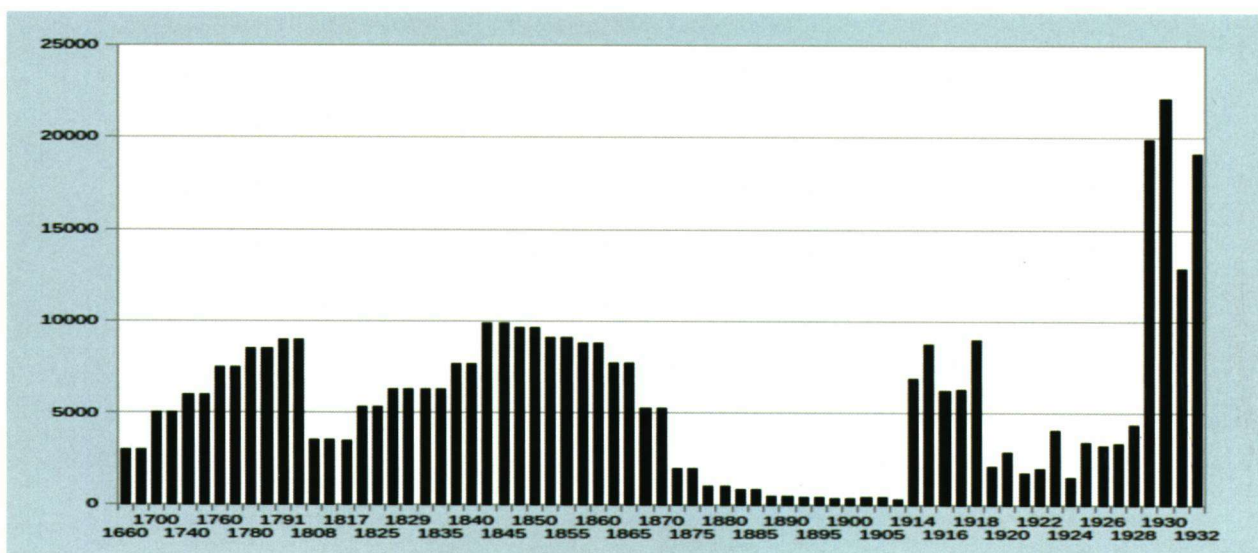
AFBEELDING 3. | Granaat-magnetiet-karn, Vågsnesmijn, Tromsø (2011).

Vanaf 1640 verwierven de broers vele belangen in de Noorse mijnbouw. Als afbetaling van een deel van zijn schulden deed de koning in 1641 het in 1608 door Paul Smelter opgerichte ijzerwerk van Bærum over aan Gabriel Marselis (Christophersen, 1974; Johansen, 2007a). In 1642 kochten Gabriel en Celio Marselis het ijzerwerk Mørland in Sannidal bij Kragerø van Hermann Krefting, die het werk nog negen jaar lang in opdracht van de nieuwe eigenaren zou leiden (Krefting, s.a.); ook in deze jaren 1640 namen ze het ijzerwerk Eidsvoll over (Christophersen, 1974). Celio Marselis had al vroeg de mijnbouw in het naburige Zweden bestudeerd: hij was degene die de toenmalige Noorse regeringsleider Sehested in 1648 adviseerde bij de opstellen van het Noorse bergrecht. In 1657 werd hij als opperbergraad opgenomen in het drie jaar eerder opgerichte bergambt, tegen een jaarlijkse beloning van 600 rijksdaalders; na zijn dood in 1663 werd hij begraven als *'Bjerg-Raad Seli Marselli'* (Brünnich, 1826, De Boer 1941, Nagel s.a.). De belangen van de beide broers in de ijzerwinning en -productie waren bijzonder lucratief, mede vanwege de vele privileges op het gebied van tollens en belastingen die zij van de Deense koning hadden ontvangen (De Boer, 1941, Lauridsen, 1987). Zo gaf de privilegebrief die Gabriel Marselis in 1641 samen met het Baerum ijzerwerk ontving hem recht *'op alle andere ijzermijnen die al gevonden waren maar niet werden geëxploiteerd, en op welke men nog vinden zou'*, een recht dat overigens veelvludig ontrokken werd door andere initiatiefnemers (Christophersen, 1974). De broers hadden ondermeer ook concessies m.b.t. koper (het bekende Løkken) en kwik verkregen (De Vries & Van der Woude, 1997, Rian 2003). In de jaren 1660 is het ijzerrijk van de broers Marselis over. Eidsvoll wordt in 1663 verkocht aan hertog Jakob van Koerland (in het huidige Letland), Baerum in 1666 aan Johan Krefting, de zoon van de eerder genoemde Herman



AFBEELDING 4. | Kalsilicaatboudin bij Soylekilen in het wingebied van de Alvekilen mijn op het eiland Tromsø (1991).

Krefting (Christophersen, 1974, Johansen, 2007a; Krefting, s.a., Nagel, s.a.). De ontwikkeling en locatie van deze ijzerwerken had een duidelijke geologische reden.



AFBEELDING 5. | De Noorse productie van ruwijzer in de periode 1660-1932. Voor de periode tot 1914 gaat het om gemiddelde jaarproducties voor de aangegeven tijdsspannes (Vogt 1908, Norges Statistisk Centralbyrå, 1933).

Ijzererts en -mijnen rond Arendal

De ijzerertsen kunnen naar hun oorsprong globaal in vier types verdeeld worden (J.A.W. Bugge, 1978; Sandstad et al., 2012):

- Geassocieerd met calciumsilicaatgesteenten die traditioneel skarns genoemd worden (bv. J.A.W. Bugge, 1940), hoewel ze genetisch niet te vergelijken zijn met de traditionele contactmetamorfe skarns (Afb. 3).
- Magnetietaders, deels apatiethoudend, in pegmatitische en leucogranieten; in de regio rond Arendal vormen deze de voornaamste ertsen; de mijnen van Lyngrot en Solberg bij Holt, de laatste in de directe nabijheid van het Næs-ijzerwerk, behorend tot deze groep.
- Ilmeniet- en ilmenomagnetietrijke lagen in gabbro's, met name in de regio Kragerø-Risør.
- Geassocieerd met gealbitiseerde en gescapolitiseerde gabbros's, zoals de ijzerertsen van de eilandjes Langøy en Gumøy bij Kragerø.

De z.g. *skarns* komen voor in twee duidelijke, noordoost-zuidwest strekkende zones in de omgeving van Arendal. Ijzererts werd uit gangen gewonnen in verschillende mijnen rond Arendal, ondermeer Barbu, Torbjørnsbo, Langsev, Klodeborg, Bråstad-Solberg, Lærestveit, Mørefjær, Alve (Afb. 4), en Neskilen. De mijnen waren allemaal betrekkelijk klein, vaak 25-75 m lang en 2-5 m breed, met een totaal oppervlak van alle mijnen van minder dan 10.000 m². Sommige haalden toch nog een aanzienlijke diepte (Klodeborg 247 m, Mørefjær 226 m; J.A.W. Bugge, 1978). Hoewel gering van omvang in ver-

gelijking tot de huidige ijzermijnen, waren de voorkomens rond Arendal naar vroegere maatstaven aanzienlijk. Zo constateert de Duitse reiziger Hausmann (1812) in zijn *Reis door Scandinavië in de jaren 1806 en 1807* dat men de kleinere gangen versmaadt: *Voorkomens van geringe omvang, die in Duitsland nog zeer welkom zouden zijn, vond ik in Noorwegen nergens afgebouwd, hoewel deze hier, in de omgeving van Arendal, overal voorkomen.* Hoewel de voorkomens talrijk waren, had niet iedereen het recht om zo maar groeves te beginnen, ook de grondeigenaren niet. Eind 17^e eeuw hadden alleen de ijzerwerken van Næs (Båseland) en Fritzøe het recht groeves te ontginnen en erts aan te kopen in de omgeving van Arendal (Molden, 2005). Fritzøe betrok zijn erts vooral van de groeves van Torbjørnsbo, Klodeborg, Bråstad en Lærestveit. Gedurende langere periodes voorzagen ze in 80 tot 100 % van de totale ertsbehoefte van dit ijzerwerk; het restant werd aangevuld met erts van het eiland Langøy bij Kragerø (Molden, 2005).

Zoals blijkt uit afbeelding 5 is er sprake van het zeer sterk teruglopen van de ijzerproductie en -winning aan het eind van de 19^e eeuw, waarna rond de Eerste Wereldoorlog weer een opleving volgt. In de jaren '30 van de 20^e eeuw is sprake van een sterke nieuwe opleving. Bij Arendal wordt het eerder genoemde 19^e eeuwse Klodeborgveld met nieuwe energie in productie genomen, even later ook dat van Bråstad. In de Tweede Wereldoorlog wordt de productie in Klodeborg voortgezet. De exploitatie geschiedt dan door Klodeborg Gruver A/S. Het geproduceerde erts bevat ongeveer 38% Fe en 2% Mn (Norges Statistisk Centralbyrå, 1942-1946). Vanaf 1953 tot en met tenminste 1960 wordt opnieuw ijzererts gewonnen, van vergelijkbare graad (39-42% Fe, 1,8% Mn), nu door de Aust-Agder Jernmalmgruver (Norges Statistisk Centralbyrå, 1953-1960). De oude Bråstad-groeve wordt vervolgens in 1952 opnieuw onderzocht door de firma Christiana Spigerverk uit Oslo, hetgeen al snel resulteert in daadwerkelijke productie van een rijk erts met ongeveer 60-65% Fe en een tweede categorie met 45-54% Fe (Norges Statistisk Centralbyrå, 1952-1961). Eind jaren '50 wordt ook in de nabije Solberg-groeve opnieuw erts gewonnen (Norges Statistisk Centralbyrå, 1957-1958). Als laatste van de groeves rond Arendal werd de Bråstad groeve in 1975 gesloten (J.A.W. Bugge, 1978; Molden, 2005); een bedrijventerrein en snelweg overwoekeren nu de resten.

Eind 18^e, begin 19^e eeuw hadden de ijzermijnen en bijbehorende ijzerwerken 'wereldfaam'. Ze trokken geleerde reizigers uit heel Europa aan, de z.g. *savants*, die vaak verslag deden van hun reizen. Voorbeelden zijn de Fransman Gabriel Jars (1732 - † 1769) wiens *"Metallurgische reizen"* postuum in 1774 verschenen, de al genoemde Hausmann (1782 - † 1859) en de grote Duitse geoloog Leopold von Buch (1774 - † 1855). In zijn *"Reizen door Noorwegen en Lapland in de jaren 1806, 1807, en 1808"* beschrijft hij een bezoek aan het Nes-jernverk, één van de prominente zo niet het prominente ijzwerk van die tijd (Afb. 6, 7): *"De nacht overviel ons: We zagen onze weg niet meer tot deze verlicht werd door de oven van de grote ijzerwerken van Nes, waar we een zeer galante en gastvrije ontvangst kregen in het huis van Jacob Aall, de waardige eigenaar ... Mr. Aall bezit niet alleen één van de grootste en*



AFBEELDING 6. | Het prominente woongebouw en de voormalige hoogoven van het Nes jernverk na restauratie (2008).



best gedreven ijzerwerken van het land, maar verenigt zijn technische kennis met een mate van goede smaak en wetenschappelijk onderlegd zijn die zeer zeldzaam is in het Noorden. Zijn huis is bewonderenswaardig, zelfs luxueus. Zijn verzameling schilderijen bevat enkele excellente exemplaren, en zijn bibliotheek, absoluut niet gering, is rijk aan natuurkundige en literaire werken. Met tegenzin en moeite namen we afscheid van dit huis.” (Von Buch, 1813). Jacob Aall was ook niet onbekend met de mineralogie die Leopold von Buch zo interesseerde. Zo had hij tijdens zijn Europese rondreis in 1797 in Kiel colleges mineralogie gevolgd bij de in Stavanger geboren Henrik Steffens (1773 – † 1845) (Aall, 1939). De eigenaren van de ijzermijnen en -werken behoorden tot de bovenlaag van de bevolking, een “ware ijzerwerksaristocratie” (Christophersen, 1974). Verschillende van hen, waaronder de al genoemde Jacob Aall (1773 – † 1844), waren aanwezig bij het opstellen van de Noorse grondwet in Eidsvoll in 1814, hetgeen resulteerde in de Noorse afscheiding van Denemarken en de daaropvolgende vorming van de unie van Noorwegen met Zweden.

De ijzerertsvoorkomens rond Arendal waren een bron van mineralen voor vele verzamelaars, onderzoekers en musea. Zo ook voor René Juste Haüy (1743 – † 1822) die in zijn “*Traité de Minéralogie*” (1801) herhaalde malen schrijft dat hij mineralen uit de regio rond Arendal (apatiet, pyroxeen, epidoot, scapoliet, stilbiet, ankeriet, titaniet, “coccoliet” en “micarelle”) en Langøy bij Kragerø (toermalijn) gekregen heeft van Deense onderzoekers zoals de archief- en natuurtekenaar, archivaris en geoloog Søren Abildgaard (1718 – † 1791), de Kopenhagse hoogleraar scheikunde Johann Manthey (1769 – † 1842) en de botanicus Niels Hofman Bang (1776 – † 1855), een goede vriend van de al genoemde Jacob Aall. De lokale bevolking speelde al vroeg in op de vraag naar mineralen. Zo verhaalt Hausmann (1812) in zijn al aangehaalde reisverslag: “Niet lang nadat ik aangekomen was en amper nadat ik de reden van mijn reis had laten merken, werd ik al door mijnwerkers overlopen, die mineralen uit de nabijgelegen mijnen in troggen aansleepten en te koop aanboden. Deze industrie zou men in een van alle mineralenhandel zo ver gelegen stad toch niet verwachten. In dergelijke mate treft men ze noch in Clausthal, noch in Freiberg aan.” De voornaamste mineralen naast magnetiet zijn diopsied-hedenbergiet, granaat (Afb. 8), amfibool, epidoot, calciet en phlogopiet-biotiet, met daarnaast zoisiet, scapoliet, toermalijn, apatiet, titaniet, vesuvianiet, rhodoniet, spinel, babingtoniet, datoliet, analciem, pyriet en chalcopyriet (J.A.W. Bugge, 1940; Nijland *et al.*, 1998).

De ertsvoorkomens van Lyngrot en Solberg omvatten ook magnetietaders, enkele decimeters dik, maar zonder kalksilicaten. In Solberg komen de aders voor als 20 à 50 cm dikke (semi) massive banden in 5 m brede, 10 à 20 m lange zones in leucograniet c.q. granitische gneizen, waarin verder discontinue bandjes van magnetiet en gebande magnetiet voorkomen. De magnetiet is vergroeid met hoornblende. In pegmatitische delen van de graniet is de magnetiet neergeslagen op zo ongeveer alle plaatsen waar ruimte was: op korrelgrenzen, langs splijtvlakken van veldspaat, in barsen en als enige centimeters grote kristallen in kwartsaggregaten (Sandstad *et al.*, 2012). In Lyngrot komen vergelijkbare aders voor, maar met meer hoornblende, en in een deel van de aders apatiet en clinopyroxeen; het hoornblende-apatiet-clinopyroxeengesteente met daarin uitscheidingen en semimassieve aders van magnetiet en een variabele hoeveelheid dispers magnetiet komt voor in 10 m brede, tot 50 m lange zones, waarin het de (pegmatitische) graniet verdringt (Sandstad *et al.*, 2012).

IJzerwinning rond Kragerø

Rond Kragerø werd ook ijzererts gewonnen, maar dan uit voorkomens geassocieerd met gescapolitiseerde en gealbitiseerde gabbro's. Deze metasomatische processen hebben waarschijnlijk een rol gespeeld bij de ertsvorming (Engvik *et al.*, 2011, Engvik & Austrheim 2010). Op de eilanden Langøy en Gumøy wordt vanaf begin 17^e eeuw ijzererts gewonnen. Het gaat om magnetiet in gescapolitiseerde gabbro's (het z.g. “*grønnmalm*”= groenerts) en in carbonaatbrecciegangen (het “*kalkmalm*”, kalkerts) in diezelfde gabbro's; in beide gevallen met tot circa 60 % magnetiet (A. Bugge, 1965). Gedurende de Tweede Wereldoorlog werd de Sjøen-groeven opnieuw opgestart; het ging om vrij arm erts, met ca. 12 % Fe_2O_3 , dat werd opgewerkt tot een concentraat met 64 % Fe (Norges Statistisk Centralbyrå 1940-1945). Ook in de jaren '50 werd in de groeves op het eiland Langøy



AFBEELDING 7. | Een van de typische producten van de Noorse ijzermelterijen: panelen voor kachels en fornuizen (Nes jernverk, 2008).



AFBEELDING 8. | Granaat vergroeid met clinopyroxeen respectievelijk calciet in de skarns van Lofstad op het eiland Tromøy (1991).

opnieuw ijzererts gewonnen; het opgewerkte erts (“exporterts”) had een ijzergehalte dat schommelde tussen 39 en 45 % (Norges Statistisk Centralbyrå, 1956-1961). Er werden twee groeves geëxploiteerd, de Gravin Wedels-groeven en vooral de 140 m diepe Vrouw Ankers-groeven (Norges Statistisk Centralbyrå, 1957).

Deel 2 van dit artikel over de historische mijnbouw in Zuid-Noorwegen zal verschijnen in *Grondboor & Hamer* nr. 6-2013.

LITERATUUR

In verband met het grote aantal referenties in dit artikel kan de volledige literatuurlijst worden geraadpleegd op de website van de NGV: www.geologienederland.nl

