

sion ist eine geschichtete Gabbrointrusion mit Anreicherungen an Palladium und Gold. Im Gegensatz dazu stellt der Werner-Bjerge-Komplex eine Alkaligranitintrusion dar, in der Molybdänmineralisationen auftreten.

6 Das mineralische Rohstoffpotenzial

6.1 Metalle

6.1.1 Gold

Die seit 1990 verstärkte Exploration auf Gold in Südgroenland erbrachte zahlreiche positive Ergebnisse, die letztendlich im Sommer 2004 sogar zur Eröffnung der Nalunaq-Goldmine führten.

Gold wurde in Südgroenland nachgewiesen (vgl. Abb. 6-1):

im Archaikum und seiner paläoproterozoischen Grenzzone. Zu den archaischen Gesteinen zählt auch der

Taartoq-Grünsteingürtel. Zwischen den dort vorherrschenden Karbonatschiefern findet sich Au in a) Pyrit verteilt in Quarz-Ankerit-Linsen (1–2 x 5–10 m), b) Pyrit assoziiert mit massiven und halbmassiven Arsenopyrit sowie c) Eisenformationen, die reich an Sulfiden sind. Das reichste Vorkommen liegt bei Sermiligaarsuk mit Durchschnittsgehalten von 5–8 ppm Au (SECHER 2004a).

in Paragenese mit Bi-(Ag-As-W-Cu-Mo) im Julianehåb Batholithen (Niaqornaarsuk, Qoorormiut und Igutsaat). Diese Paragenese ist typisch für Quarzgänge, Aplite, gescherte Metabasite sowie die hydrothermal geprägten Granite des Batholithen. Die Quarzgänge sind 0,5–5 m breit und selten über 10 m, gelegentlich aber auch bis 200 m Länge mit Unterbrechungen verfolgbar. Auf der Niaqornaarsuk-Halbinsel ist die Mineralisation in Teilbereichen zwar hochgradig (bis 114 ppm Au über 6 m), aber

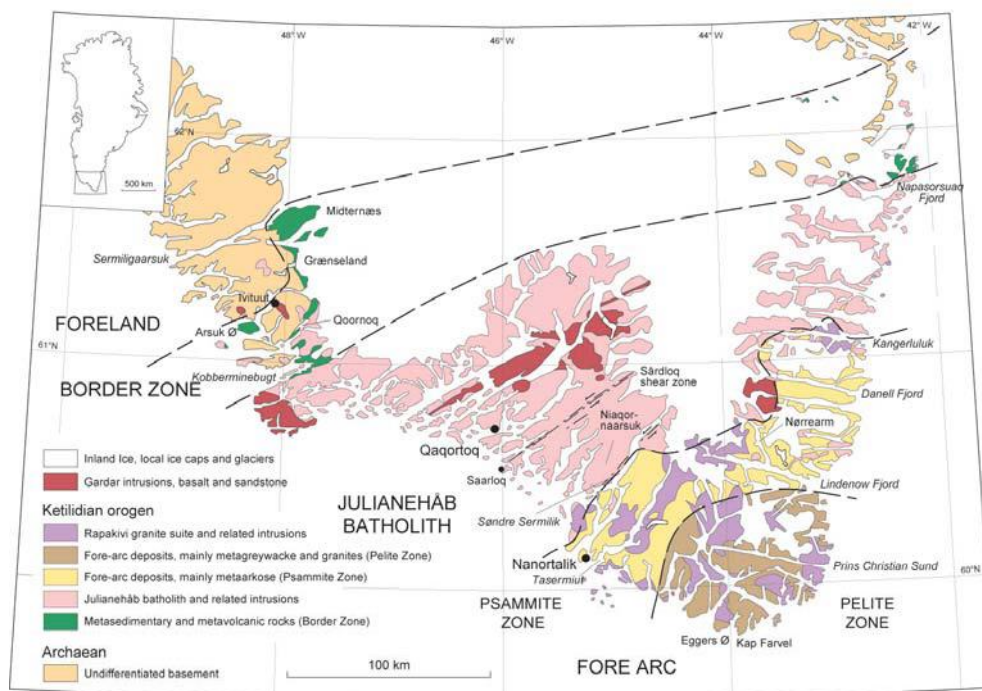


Abb. 6-1: Vereinfachte geologische Karte von Südgrönland mit Lage von Goldvorkommen (Ig = Igutsaat, Ka = Kangerluluk, Ku = Kutseq, Na = Nanortalik Halbinsel, Ni = Niaqornaarsuk Halbinsel, S = Stendalen Gabbro, T = Goldvorkommen im Taartoq-Grünsteingürtel), aus STENDAL & FREI (2000).

die Erzkonzentration gering. Im Qoorormiut Tal erreichen die Gehalte 14 ppm Au, ganz selten 380 ppm Au. Bei Igutsaat ist ein 5–8 m breiter Aplitgang aufgeschlossen, der 1–2 Vol.-% Pyrit führt. Dieser wiederum enthält bis 1,4 ppm Au (STENDAL & SECHER 2002).

in Paragenese mit Cu-Zn in den Metavulkaniten und -sedimenten der Border-Zone des Ketilidian-Faltengürtels (Arsuk, Kobberminebugt). Die Gehalte auf Arsuk betragen bis zu 300 ppb Au, 0,2 % Cu und 0,09 % Zn (STENDAL & SECHER 2002) bzw. in Kobberminebugt bis zu 5 % Cu, 270 ppb Au und 0,13 % Ag.

in Paragenese mit Cu in der 200–300 m mächtigen und über 4 km² Fläche verbreiteten vulkanosedimentären Abfolge am Rande des Julianehøb Batholithen (Kangerluluk und Sorte Nunatak).

in Paragenese mit As in suprakrustalen Gesteinen (an der Südwestküste)

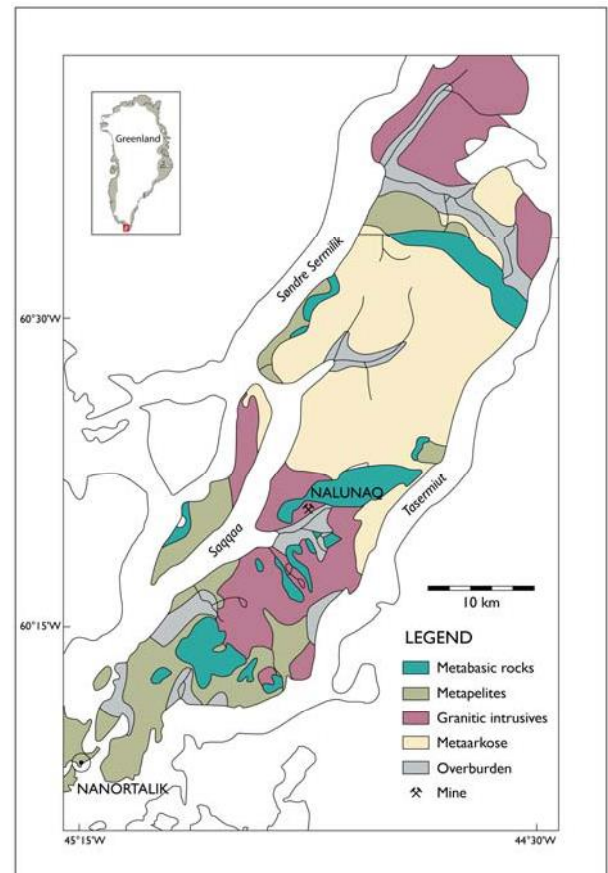


Abb. 6-2: Geologische Karte der Nanortalik Halbinsel, aus KALTOFT et al. (2000).



Abb. 6-3: Blick auf die Nalunaq-Goldlagerstätte. Foto: CREW GOLD CORPORATION.

im Nanortalik-Gebiet: Nalunaq, Ippatit und Lake-410 (s. Abb. 6-2) sowie an der Sostkiste: Kutseq). Die Goldmineralisation dieser Vorkommen tritt in Metapeliten und Metabasiten ketilidianischen Alters (1,85–1,80 Ga) auf. Bei Kutseq tritt die Au-As-Mineralisation in verkieselten Scherzonen und in Gängen in Amphiboliten auf. Die mineralisierten Scherzonen wechseln in ihrer Größe von vielen kleinen Horizonten in 10–20 cm Breite und 10–12 m Länge bis zu großen Strukturen bis 12 m Breite und 500–600 m Länge. Gold ist in Sulfarseniden und Arseniden konzentriert. Die Elementgehalte variieren stark zwischen 200 ppb bis 38,5 ppm Au bzw. 1,7 bis 6 % As (STENDAL & SECHER 2002).

Die Goldvererzung bei Nalunaq wurde 1992 entdeckt und ist an ein Gangsystem von 1.700 m Länge und 0,1–2 m Breite gebunden. Dieses Gangsystem ist auf der Nordseite des Nalunaq Mountain auf 1.200 m und auf der Ostseite auf 700 m Länge aufgeschlossen. Nur ein Gang enthielt bauwürdige Goldgehalte. Freigold (s. Abb. 6-4) kommt als Einschluss in Quarz, Diopsid und Plagioklas sowie untergeordnet in Lillingit und Arsenopyrit vor. Gold findet sich auch in Klüften und an den Kornrändern von Quarz, Lillingit und Arsenopyrit. Sel-

tener treten Au-Paragenesen mit Sb und Bi auf.

Die Nalunaq-Goldlagerstätte wurde ab 1993 unter schwierigen infrastrukturellen Bedingungen detailliert kartiert und durch Bohrungen (78 Kernbohrungen mit zusammen 11.452 m Kernlänge) sowie Stollen (288 m) erkundet, bevor sie im Sommer 2004 in Produktion ging. Die anhand der Explorationsdaten zuvor berechneten gesicherten Goldvorräte lagen bei 13 t, die vermuteten Vorräte bei 56 t und der vorhergesagte Durchschnittsgehalt bei 27 ppm Au (KALTOFT et al. 2000).

Ende 2008 wurde der Abbau gestundet, da die weitere Gewinnung unrentabel wurde. Zuletzt beliefen sich die Gewinnungskosten (cash costs) auf 937 U\$/oz, bei Erlösen von 857 U\$/oz. Insgesamt wurden bis heute rund 520.000 t Erz abgebaut, aus denen erst in Spanien und später in einer Anlage in Neufundland ca. 270.000 oz (8,3 t) Au ausgebracht werden konnten (s. Abb. 6-5). Die Durchschnittsgehalte im ausgebrachten Erz lagen über die Produktionsdauer der Mine zwischen 12,4 und 16,2 ppm Au.

Auch bei einer Kartierung und später systematischen Exploration des Godthåbsfjord-Gebiets auf Storsø zwischen Aappalaatoq Mountain und Quingat (Qingaaq) Mountain konnten mehrere Einzelgoldvorkommen

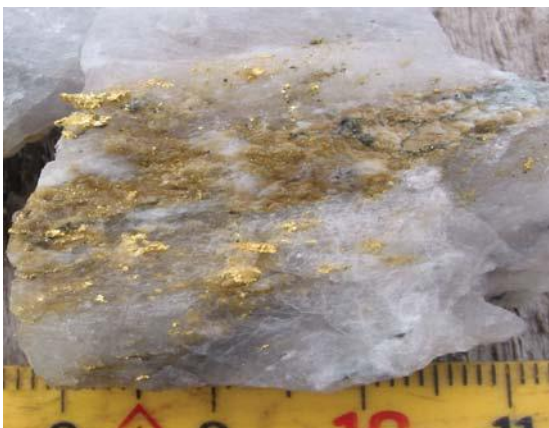


Abb. 6-4: Reichgolderz aus der Nalunaq-Lagerstätte, aus SECHER et al. (2008a).



Abb. 6-5: Der erste aus grönländischem Gold – aus der Nalunaq-Lagerstätte – gegossene Goldbarren, aus SECHER et al. (2008a).

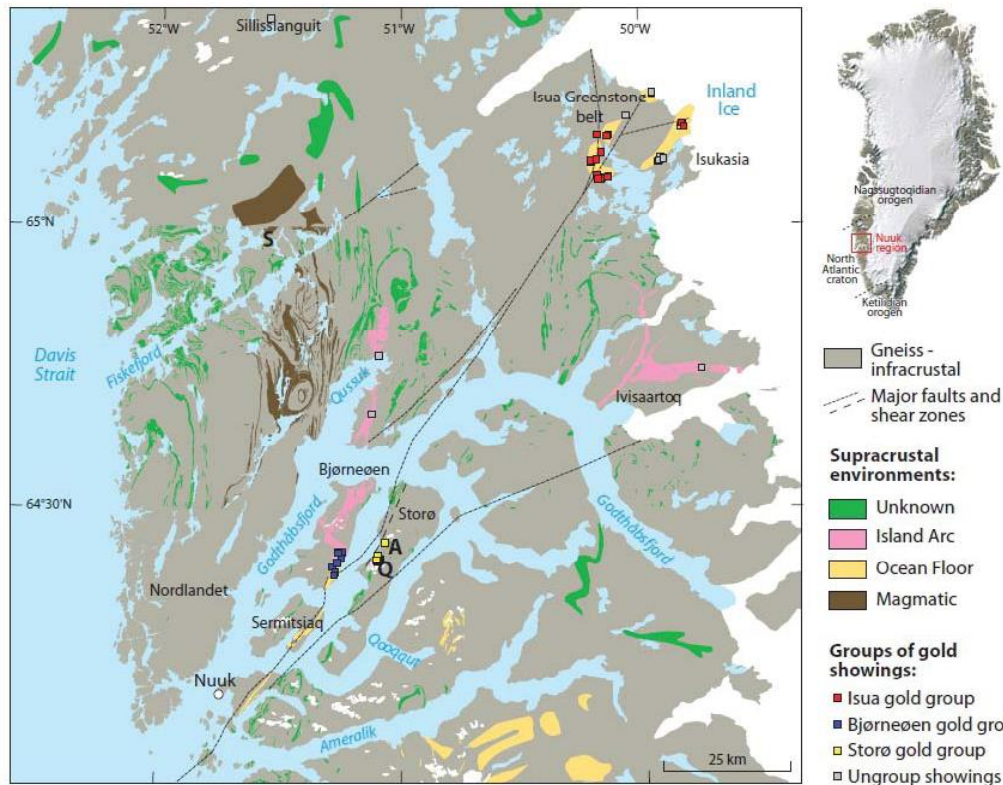


Abb. 6-6: Vereinfachte geologische Karte der Nuuk-Region mit Lage von Goldvorkommen >1 g Au/t, Q = Qingaaq, A = Aappalaartoq, Se = Seqi Olivinabbau, aus STENSGAARD & STENDAL (2007).

identifiziert werden (s. Abb. 6-6). Es handelt sich um teils bis 1.300 m lange aushaltende Zonen, teils um Einzelproben von Arsenopyrit reichen Amphiboliten (Einzelwerte bis 36,6 ppm Au), von stark unterschiedlich mächtigen Quarzgang (bis 12,9 ppm Au), von Granat-Gedrit- und Granat-Hornblende-Gesteinen (bis 6,7 ppm Au), von Granat-Sillimanit-Schiefern (bis 3,2 ppm Au) sowie Quarzitschiefern (bis 1,5 ppm Au) (APPEL et al. 2000).

Auch auf der Storø gegenüber liegenden Insel Bjørneøen wurden Gesteine mit erhöhten Zn-, Pb-, Ag und Au-Gehalten gefunden (STENSGAARD & STENDAL 2007). Nordöstlich der Diskobucht, bei Egi, wurden Cu-Au-Vererzungen im Jahr 1988 entdeckt und in den folgenden Jahren exploriert. Die dortige Mineralisation ist an eine archaische Gesteinssequenz (2,8 Ga) gebunden, die von zahlreichen Lamprophyren und Karbonat reichen Gangen durchzogen ist. Zudem ist

die Gesteinsabfolge sehr stark hydrothermal beeinflusst, wobei besonders Brekzienzonen mit Pyrrhotin, Chalkopyrit, Pyrit sowie untergeordnet Zinkblende, Arsenopyrit und auch gediegenem Wismut und Gold vererzt wurden. Das Gold ist reich an Silber (bis 31 %) und findet sich meist als kleine Einschlüsse oder sehr fein verteilt in Chalkopyrit und Pyrrhotin. Einzelproben ergaben Durchschnittsgehalte von 0,84 % Cu und bis 22 ppm Au. Vereinzelt Quarzgänge führen bis 60 ppm Au. Die durchschnittlichen Goldgehalte der Gesteine liegen allerdings im niedrigen ppb-Bereich mit einer lokalen Anreicherung von 411 ppb Au auf einer Fläche von 500 m² (STENDAL et al. 1999).

Der Isua-Grünsteingürtel in Westgrönland, der vor allem für seine große Eisenerzlagertiefe bekannt ist (s. Eisen), enthält in seinem nordwestlichen Teil auch mehrere Quarzgänge mit Chalkopyrit und Pyrit sowie brekziierte und verkieselte Gesteine.

ne (s. Abb. 6-6). Diese führen bis 2,5 % Cu sowie bis 10,4 ppm Au und 33 ppm Ag. Obwohl die Ausbisse dieser mineralisierten Gesteine relativ klein sind, deutet die Geschiebestreu auf größere Primärvorkommen hin.

Sichtbare Goldklüner bis 2 mm Durchmesser wurden im Isua-Grünsteingürtel auch in Fe-Dolomit-Gängen gefunden, die zudem dünne Bänder aus Bleiglanz, Turmalin und Arsenopyrit führen. Die Gänge streichen mit Unterbrechungen über einige Zehner Meter Länge. Das Nebengestein besteht aus Granatamphibolit, der stark an Arsen (100–1.000 ppm) angereichert ist (APPEL et al. 2000).

Im Gegensatz zu den genannten westgrönlandischen Funden sind mit Ausnahme des auch im Weltmaßstab bedeutenden Skaergaard-Vorkommens (s. 6.1.2) ansonsten in Ostgrönland nur unbedeutende Goldmineralisationen bekannt geworden: Die an Gold reichste Zone der Skaergaard-Intrusion enthält vermutete Ressourcen von 106,6 Mio. t. Erz mit Gehalten von 1,68 ppm Au, 0,59 ppm Pd und 0,05 ppm Pt, entsprechend Edelmetallgehalten von 5,77 Moz (179,4 t) Au, 2,03 Moz (63,1 t) Pd und 0,17 Moz (0,5 t) Pt (vgl. Platingruppenmetalle).

Eine der kleineren Goldmineralisationen in Ostgrönland liegt in den Deltabereichen mehrerer kleiner Flüsse an der Nordküste des Forsblad Fjords. Hier treten Goldführende Geschiebe auf, denen bisher nur ein Gold mineralisierter dünner Quarzgang in Zweiglimmergraniten zugeordnet werden konnte. Der Gang führt Quadratzentimeter bis -dezimeter große Arsenopyritaggregate, die mit Gold, Wismut, Bismuthinit und Chalkopyrit verwachsen sind. Das Gold tritt in Form bis 40 µm großer Klüner auf. Nach Mikrosondenanalysen führt es 94,4 % Au und 3,7 % Ag. Eine hochmineralisierte Quarzgangprobe enthielt 10 % As, 0,5 %

Co, 0,07 % Ni, 0,02 % Bi, 26 ppm Au und 6,2 ppm Ag (HARPTH et al. 1986).

Im Noa-Dal-Gebiet in Zentralostgrönland wurden ebenfalls Geschiebe gefunden, die teils Goldführend sind. Zum Einen handelt es sich um brekziierte dolomitische Schiefer und Quarzite, die mit Antimonit-Arsenopyrit-Gold imprägniert sind (durchschnittlich 5–10 % Sb, 0,5 % As, 2–5 ppm Ag, 0,5–2 ppm Au), zum Anderen um Quarzite mit Wolframit führenden Fluorit-Quarz-Gängen und Imprägnationen aus Arsenopyrit und Gold (bis 1 % W, 2 % As und 7 ppm Au). Zusätzlich finden sich im gleichen Gebiet an größere Störungszonen gebundene Linsen aus brekziierten Quarziten, die bis zu 20 % Pyrit und 5 ppm Au führen. Eine Detaillerkundung des Gebiets stand Mitte der 1980er Jahre noch aus (HARPTH et al. 1986).

Im obersten Bereich des Luciagletschertales auf Andø Land, vermutlich begrenzt auf 0,5 km² Ausbissfläche, wird das Herkunftsgebiet von mit Gold und Wismuth mineralisierten Geschieben aus Gangquarzen und Pegmatiten vermutet, die in den Moränen des Gletschers reichlich zu finden sind. Als Erzminerale treten in den teils sehr großen Geschieben Pyrrhotin, Pyrit, Chalkopyrit, Bleiglanz, Zinkblende sowie elementares Wismut und Gold auf. Gold findet sich als kleinste Klüner oder verwachsen mit Bleiglanz und Wismut in Mikroklüften im Quarz. Von zehn analysierten Einzelproben zeigten sieben erhöhte Goldgehalte, davon vier mit Einzelwerten zwischen 1,4 und 8,3 ppm. An weiteren Maximalwerten wurden 0,1 % Cu, 0,02 % Bi, 0,02 % Pb und 2 ppm Ag festgestellt (HARPTH et al. 1986).

Der Einzelfund eines Blocks aus Gangquarz mit Arsenopyrit und Pyrit (0,6 % As, 700 ppm Mo, 24 ppm Ag, 3,5 ppm Au) ist südlich von Granitelv im Geologfjord dokumentiert (HARPTH et al. 1986).

6.1.2 Platingruppenmetalle (PGM)

Die Skaergaard-Intrusion in Ostgrönland wurde 1931 und ihre wirtschaftliche Bedeutung 1987 entdeckt. Es handelt sich um eine vor 54,4 Ma eingedrungene, geschichtete Gabbrointrusion, die heute auf 11 x 7,5 km Fläche aufgeschlossen ist. Die Intrusion des Skaergaard-Magmas kann mit dem tertiären Vulkanismus auf Island korreliert werden. Innerhalb der Mittleren Zone des Gabbrokomplexes ist die rund 100 m mächtige Triple-Gruppe mit Palladium, Platin und Gold mineralisiert (s. Abb. 6-7).

Als Maximalgehalte wurden bisher 5,8 ppm Au, 3,7 ppm Pd und 1,7 ppm Pt analysiert. Zusätzlich führt die Skaergaard-Intrusion bauwürdige Ag-, Cu-, Ti- und V-Anreicherungen (NOKLEBERG et al. 2005). Nach neuesten Berechnungen des Lizenzinhabers, Platina Resources Ltd., belaufen sich die vermuteten Gesamtressourcen des Skaergaard-Vorkommens auf 1,52 Mrd. t Erz mit Gehalten von 0,21 ppm Au, 0,61 ppm Pd und 0,04 ppm Pt, entsprechend Edelmetallgehalten von 10,25 Moz (Millionen Unzen) Au, 29,61 Moz Pd und 1,95 Moz Pt. Die an Palladium reichste Zone enthält

vermutete Ressourcen von 103,5 Mio. t. Erz mit Gehalten von 0,11 ppm Au, 1,91 ppm Pd und 0,16 ppm Pt, entsprechend Edelmetallgehalten von 0,37 Moz (11,5 t) Au, 6,35 Moz (196,9 t) Pd und 0,53 Moz (16,5 t) Pt (vgl. Kapitel 6.1.1).

Ein weiteres PGM-Vorkommen tritt in der Amikooq Intrusion auf, die in der westgrönlandischen Fiskefjord-Region, rund 75 km nördlich Nuuk, liegt. Die geschichtete Intrusion erreicht bis 3 km Breite und streicht über eine Länge von rund 40 km aus. Neben hohen Gehalten an Cr (bis 3,7 %), Ni (bis 2,8 %) sowie auch Cu, führen die Gesteine bis 4,5 ppm PGM. Die Exploration dieses Vorkommens dauert an.

Der Fiskeniisset Komplex in Südwestgrönland enthält neben zahlreichen Lagen von Chromitit (mit PGM-Gehalten bis 310 ppb Pt, 175 ppb Pd und 200 ppb Rh) auch eine ca. 5 m mächtige PGM Reef. Dieses Ghisler Reef führt durchschnittlich 695 ppb Pt Pd Au über 5 m Mächtigkeit und 2 ppm Pt Pd Au Rh über 1 m Mächtigkeit. Bei Qeqertarsuaq wurde das Ghisler Reef über eine streichende Länge von ca. 5 km nachgewiesen. Als Trägerminerale treten weit überwiegend PGM-Bi-Minerale auf (APPEL et al. 2010).

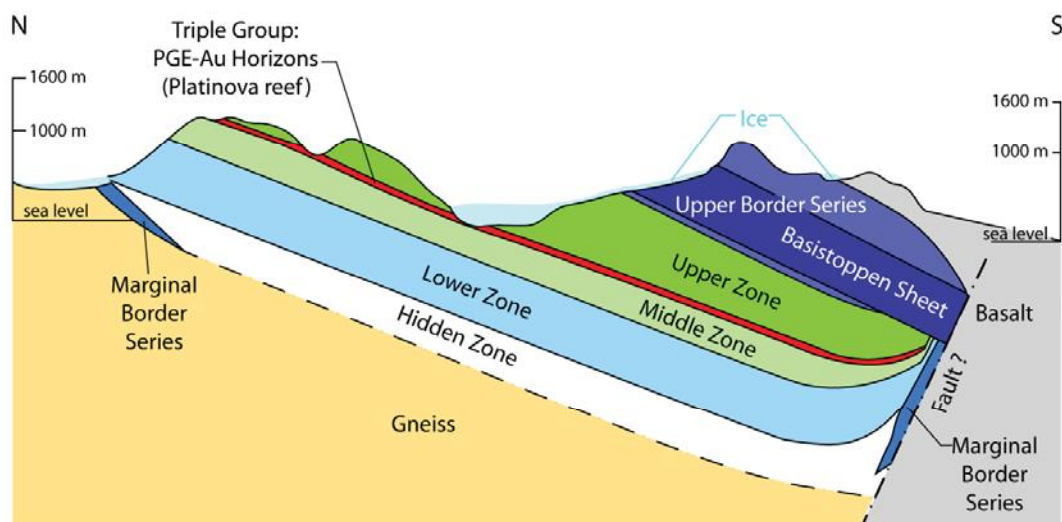


Abb. 6-7: Nord-Süd-Profilschnitt durch die Skaergaard-Intrusion mit Darstellung der mineralisierten Triple-Gruppe, aus NIELSEN (2006).

Auch andere Ultrabasite bzw. -mafite des Fiskemisset Komplexes wurden auf PGM hin untersucht und lieferten Maximalwerte von 83 ppb Pt und 693 ppb Pd (GHISLER 1976, SECHER et al. 2007).

6.1.3 Eisen

Das größte Eisenerzvorkommen Grönlands liegt im Isua-Grünsteingürtel bei Isukasia, rund 150 km nordöstlich von Nuuk, in Südwestgrönland. Es wurde 1962 entdeckt und in den folgenden Jahren im Detail exploriert. Das Vorkommen liegt am Rande des Inlandeises und ist teilweise auch darunter bei bis zu 100 m Eisbedeckung (s. Abb. 6-8). Der, soweit aufgeschlossen, bis zu 200 m mächtige, ca. 3,8 Ga alte Erzkörper fällt steil ein und besteht aus einer dünnbänigen Wechsellagerung aus Quarz und Magnetit sowie untergeordnet Karbonatgesteinen. Es handelt sich dementsprechend um ein Eisenerzvorkommen vom Typ banded iron formation (BIF). Die Gesamtvorräte wurden viele Jahrzehnte konservativ auf 1,9 Mrd. t Erz mit einem Gehalt von 34–38 % Fe geschätzt (NIELSEN 1976). Aufgrund weiterer Explorationsarbeiten

konnten die Vorräte im Jahr 2006 zwischenzeitlich genauer auf angezeigte bis vermutete Ressourcen von 961,1 Mio. t Erz mit durchschnittlich 34 % Fe inkl. angezeigten bis vermuteten Ressourcen von 81,39 Mio. t mit durchschnittlich 33,34 % Fe an einer für einen Tagebaubetrieb geeigneten Stelle bestimmt werden (STENDAL & THOMASSEN 2008, LONDON MINING PLC.).

Ein zweites BIF-Vorkommen liegt bei Itilliarsuk, in Zentralwestgrönland. Hier tritt in archaischen Gesteinen eine ca. 200 m breite Abfolge aus 2–10 cm Magnetit reichen Kieselbänken auf, die mit Quarz-Glimmerschiefern wechsellagern. Es wird geschätzt, dass die Eisenerzanreicherungen auf einer Fläche von 130 x 1.000 m verbreitet sind und dass die Vorräte ca. 150–200 Mio. t Erz mit einem Durchschnittsgehalt von 20 % Fe betragen (STENDAL & THOMASSEN 2008).

Weitere BIF-Vorkommen sind aus dem Gebiet um Qaanaaq (Thule) in Nordwestgrönland bekannt. Im nördlichen Gebiet der Melville Bugt nahe Bushnan und rund um die Parker Snow Bugt tritt ein feinkörniges und Quarz gebundenes Erz auf, das sowohl Hematit als auch Magnetit enthält.

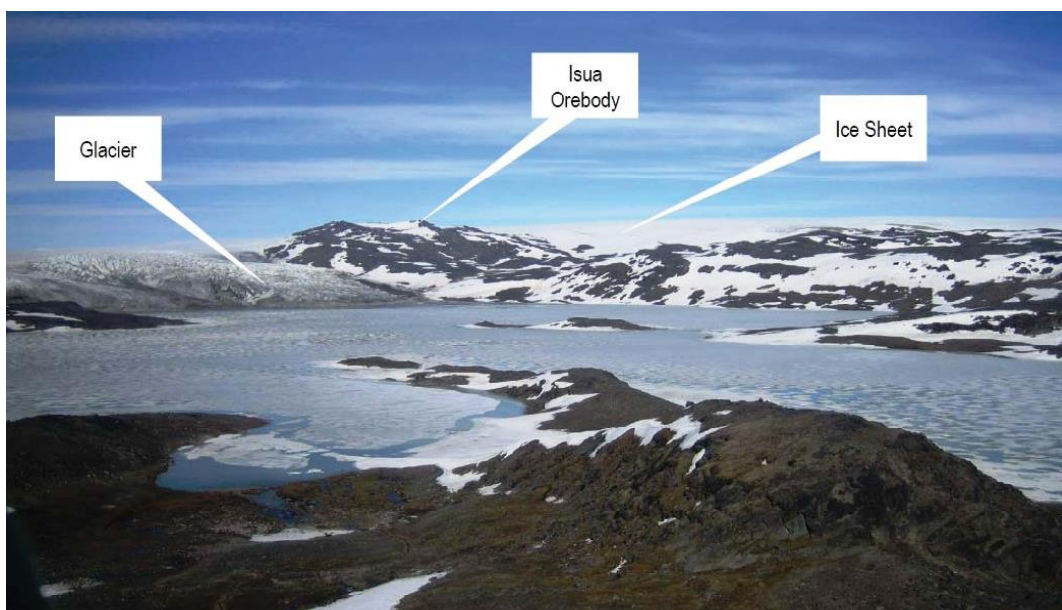


Abb. 6-8: Blick auf die Isua-Eisenerzlagerstätte vom Artisoq-See Richtung NW, Foto: LONDON MINING PLC.

Der Eisengehalt liegt zwischen 30 bis 35 %. Die Ausdehnung der Vorkommen ist unbekannt. Ähnliche Vorkommen sind auch von der Magnetitbugt und von Wolstenholme südwestlich Qaanaaq (Thule) dokumentiert, wo der Eisenerzhorizont zwischen 6 und 15 m Mächtigkeit besitzt (NIELSEN 1976).

Diese Eisenerzvorkommen liegen in der Fortsetzung von Vorkommen im Norden von Baffin Island in Kanada, von denen das Mary-River-Projekt mittlerweile bald in Abbau gehen soll (STENDAL & THOMASSEN 2008).

Bei Midtermis in Westgrönland existiert ein bis zu 100 m mächtiges, submarin-exhalativ entstandenes Eisenerzvorkommen, das im Wesentlichen Greenalith, untergeordnet auch Magnetit und Siderit als Eisenerzminerale enthält. Der durchschnittliche Eisengehalt liegt bei 32,9 % (NIELSEN 1976).

Eisensulfide metasomatischer Genese treten bei Lersletten im Aasiaat (Egedesminde) Gebiet auf. Die Erzparagenese umfasst Pyrrhotin und Pyrit mit Chalkopyrit und Zinkblende als Nebenbestandteile. Die vermuteten Erzressourcen betragen 3,5 Mio. t, die möglichen Erzressourcen 12 Mio. t, bei Gehalten von 30–35 % Fe. Cu und Zn sind nicht bauwürdig, obwohl sie Gehalte von 0,5 bzw. 2 % erreichen können (NIELSEN 1973).

Zwischen Giesecke S und Ataneq im westgrönlandischen Nassuttooq (Nordre Strömefjord) Gebiet können halbmassive Linsen aus Pyrrhotin über mehr als 22 km streichende Länge verfolgt werden. Die Linsen treten in zwei parallelen, bis 1 m mächtigen Lagen auf, die zu einer Abfolge gefalteter Amphibolite und Biotit-Granat-Paragenese gehören. Die Pyrrhotin reichen Gesteine führen bis 4 % Mn, 0,3 % Cu, 600 ppm Ni und 400 ppm Zn (STENDAL et al. 2002).

Ein sehr kleines Eisenvorkommen liegt bei Grønnedal-Ika nahe Ivittuut (Ivigut) vor, wo eisenreiche Karbonatite in Syenite des dortigen Alkalikomplexes eingedrungen sind. Die Karbonatite führen Siderit, Magnetit und etwas Zinkblende. Sie sind zudem an Seltenen Erden, Sr und Th angereichert. Magnetit ist am häufigsten, wo der Karbonatit von Doleritgängen durchschlagen wurde und scheint als Pseudomorphosen nach Siderit vorzuliegen. Die Vorräte wurden anhand von Bohrungsergebnissen auf 800.000 t Erz mit Gehalten von 25–30 % Fe geschätzt (NIELSEN 1976).

Im Gletscherlandgebiet in Zentralostgrönland treten bis 1 m mächtige und mehrere Kilometer lange Bänder sowie Horizonte aus massivem Magnetit sowie Hematit-Ilmenit auf. Nach Untersuchungen des ehemaligen Geologischen Dienstes von Grönland (GGU) führt das Hematit-Ilmenit-Erz 52 % Fe, 11 % Ti, 0,8 % P_2O_5 und 0,15 % V. Halbmassiver Magnetit mit Anteilen von Quarz und Feldspat enthält 53 % Fe, 0,8 % Ti und niedrige Gehalte an P und V (HARPTH et al. 1986).

Eher von historischem und mineralogischem Interesse sind die Vorkommen von gediegenem Eisen mit Anteilen über 10 % in einigen miozänen Basaltlaven auf der Diskoinsel. Dieses Vorkommen, das heutzutage keinerlei wirtschaftliche Bedeutung mehr hat, war früher eine wichtige Quelle der Inuit zur Gewinnung von Eisen für Speerspitzen.

6.1.4 Blei, Zink und Silber

Die große Pb-Zn-Lagerstätt Sorte Engel (Black Angel) bei Maarmorilik in Westgrönland wurde bereits 1938 entdeckt und gehört zum Rinkian-Faltengürtel. Sie ist Bestandteil einer bis 1.400 m mächtigen paläoproterozoischen Marmorabfolge, die diskordant



Abb. 6-9: Blick von Nordwesten auf den Black Angel Mountain mit dem grönländischen Inlandeis im Hintergrund, aus THOMASSEN (2003).

ber metamorph berpr gten archaischen Gneisen lagert. Die Mehrheit der Pb-Zn-Vererzungen ist an metamorphe Kalk- und Dolomitsteine gebunden. Die nachgewiesenen Mineralparagenesen sind (NOKLEBERG et al. 2005):

1. Pyrit verteilt in Phyllit, Karbonatgestein und Gneis,
 2. Pyrrhotin, Quarz sowie untergeordnet Pyrit und Chalkopyrit in Form von Linsen in Karbonatgestein,
 3. Pyrit, Zinkblende sowie untergeordnet Bleiglanz, gediegen Kupfer und Chalkopyrit in Form von Linsen und Schichten in Karbonatgestein,
 4. Zinkblende, Pyrit, Bleiglanz, Chalkosin oder Chalkopyrit als verteilte Kristalle in Karbonatgestein,
 5. Pyrrhotin sowie untergeordnet Chalkopyrit in Tonsteinhorizonten in Gneis.
- Nur die Mineralparagenese 3 enthält wirtschaftlich gewinnbare Konzentrationen von Pb und Zn. Die diesbezüglichen Erzkörper bestehen aus flach lagernden, massiven Sul-

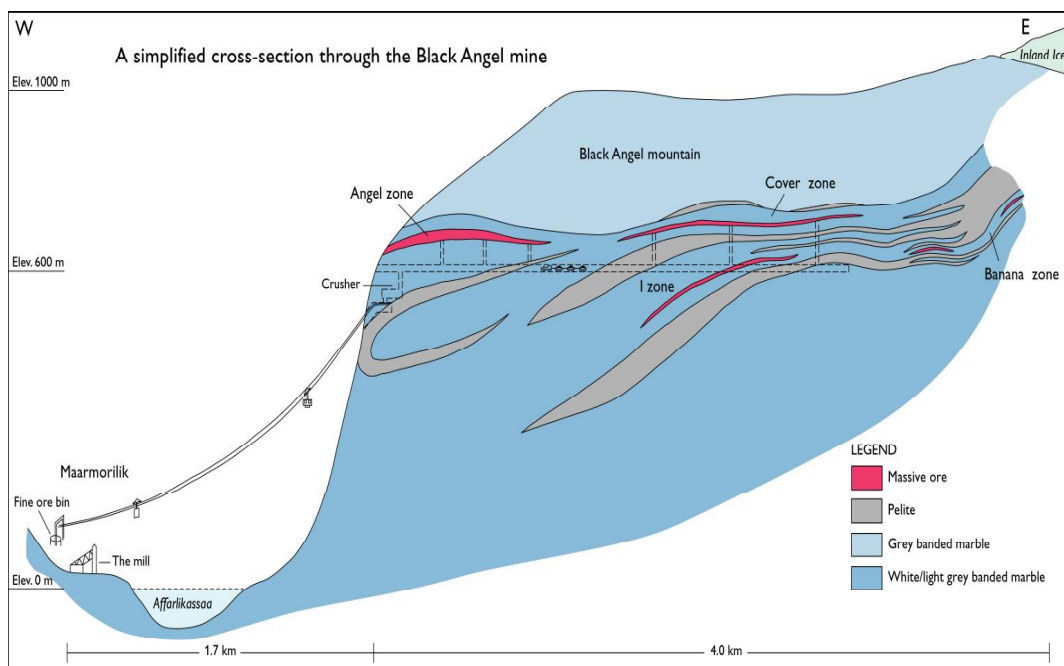


Abb. 6-10: Vereinfachter Profilschnitt durch die Black Angel Pb-Zn-Mine, aus THOMASSEN (2003).

fiderzinsen, die bis 20 m Mächtigkeit erreichen. Zehn dieser Linsen waren groß genug, um zwischen 1973 bis 1990 abgebaut zu werden. Sie lieferten ca. 11,2 Mio. t Erz mit Gehalten von durchschnittlich 12,6 % Zn, 4,1 % Pb und 29 ppm Ag, entsprechend 1,4 Mio. t Zn, 0,4 Mio. t Pb und 250 t Ag (NIELSEN 1976, NOKLEBERG et al. 2005). Seit einigen Jahren wird geprüft, ob die in den Pfeilern verbliebenen 2,4 Mio. t Erz mit Gehalten von 9,7 % Zn, 3,1 % Pb und 21 ppm Ag durch Versatz mit Haldenmaterial zumindest teilweise noch gewinnbar sind (THOMASSEN 2003). Zusätzlich enthält der vermutlich ebenfalls wirtschaftlich noch gewinnbare Nunngarut-Satellitenerzkörper angezeigte Ressourcen von 196.000 t Erz mit durchschnittlichen Gehalten von 9 % Zn, 3,4 % Pb und 31 ppm Ag.

Der Isua-Grünsteingürtel in Westgrönland, der vor allem für seine große Eisen-erzlagerstätte bekannt ist (s. Kapitel 6.1.3), führt auch einige intrusive Tonalitlagen, die zum Teil Pb, Zn und Ag enthalten. Im Erz wurden Anteile bis 20 Vol.-% Bleiglanz

und Zinkblende nachgewiesen. Eine größere Mineralisation wurde 1997 entdeckt. 35 Proben, die über eine streichende Länge von 1.800 m und eine Breite von 0,5 m gesammelt wurden, enthielten alle >0,1 % Zn. Eine dünne, jedoch massive Sulfiderzlage enthielt 10 % Zn, 4 % Pb, 44 ppm Ag sowie 0,7 ppm Au (APPEL et al. 2000).

In der Nähe des westgrönlandischen Nater-naq (Lersletten) treten in metavulkanischen Gesteinen, die mit Metasedimenten wechselt, auch Eisensteinhorizonte und Sulfidvererzungen auf. Letztere sind teils als massive (70–90 Vol.-%) Linsen, teils als semimassiv (20–50 Vol.-%) Lagen ausgebildet. Die massiven Linsen sind durchschnittlich 2 x 4 m, maximal aber auch 2 x 10 m dick, die semimassiven Lagen sind 0,5–1 m mächtig und können entlang ihrer Streichrichtung über 50–100 m Länge verfolgt werden. Die Haupterzminerale sind Pyrrhotin sowie untergeordnet Chalkopyrit und Zinkblende, zum Teil auch Pyrit, Arsenopyrit, Magnetit und Graphit. Spuren von Molybdänit und Arsenopyrit wurden



Abb. 6-11: Blick über die Zitronen-Fjord-Lagerstätte nach Norden über den Fluss Esrum, den Zitronen Fjord (eisfrei) und den Frederick E. Hyde Fjord (eisbedeckt) auf die schneebedeckten Berge des Johannes V. Jensen Land, aus VAN DER STIJL & MOSHER (1998).

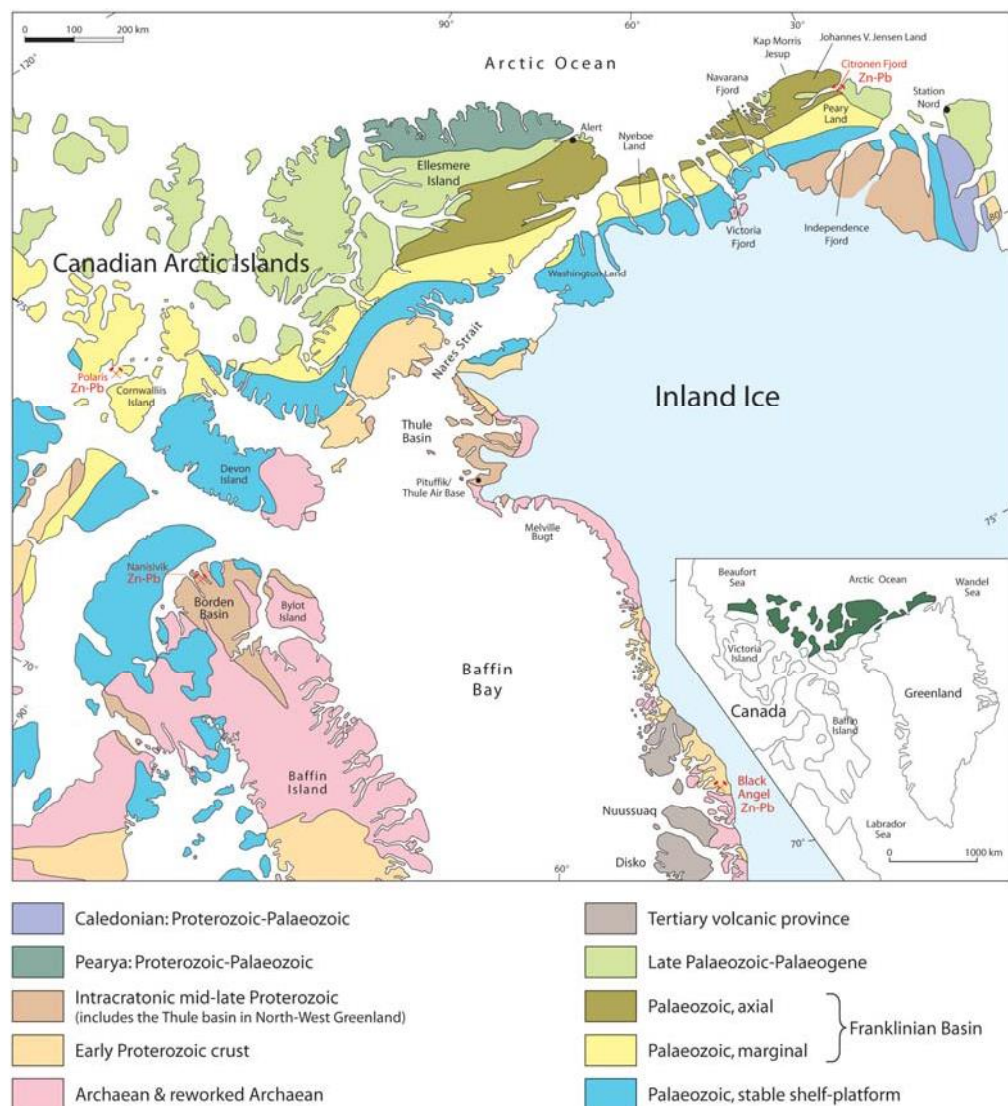


Abb. 6-12: Geologische Karte von Nordgrönland und den angrenzenden arktischen Inseln Kanadas. Abgebildet ist auch die Lage der Citronen-Fjord-Lagerstätte sowie der bedeutenden Pb-Zn-Lagerstätten Nanisivik und Polaris in Kanada bzw. Black Angel in Westgrönland, aus VAN DER STIJL & MOSHER (1998).

ebenfalls nachgewiesen. Analysen ergaben Gehalte bis 2,7 % Cu und 3,75 % Zn sowie 20–80 ppb Au. Die angezeigten Erzvorräte betragen 2,4–4,8 Mio. t, die vermuteten Erzvorräte sogar 8,1–16,2 Mio. t (STENDAL et al. 2002).

Auf Peary Land in Nordgrönland befindet sich die 1993 entdeckte Citronen-Fjord-Pb-Zn-Lagerstätte im Osten des Franklinian-Beckens (Abb. 6-11, 6-12). Es handelt sich um ein marin-exhalativ entstandenes, geschichtetes, massives Blei- und Zink-füh-

rendes Sulfidervorkommen. Die Sulfide sind an dunkle ordovizische Kieselgesteine, Tonschiefer und Siltsteine gebunden, die einer Tiefwasserfazies zuzuordnen sind. Mindestens drei Hauptvererzungszonen sind an eine 200 m mächtige Gesteinsabfolge gebunden. Die Vererzungen bestehen aus massivem bis geschichtetem Pyrit mit wechselnden Anteilen an Zinkblende und untergeordnet Bleiglanz. Ag, Ba und Cu tritt in Spuren auf. Die vererzte Fläche erstreckt sich über mindestens 3.000 x 500 m Fläche bei einer Erzmächtigkeit bis 50 m (VAN DER



Abb. 6-13: Blick nach Osten von Blyklippen aus. Aufnahme im August 2005. Rechts im Bild Reste des Bergwerkcamps, links weiße Halden, aus THOMASSEN (2005b).

STIJL & MOSHER 1998). Auf Basis von Analysen der zwischen 1993 und 2008 niedergebrachten rund 44.000 Bohrmeter werden die vermuteten und angezeigten Gesamtvorräte aktuell mit 101,7 Mio. t Erz mit 4,7 % Zn

Pb (cut-off 2 % Zn) bzw. 56,0 Mio. t mittelgradiges Erz mit 6,1 % Zn Pb (cut-off 3,5 % Zn) mit einem Kern aus 22,6 Mio. t Reicherz mit 7,5 % Zn 0,7 % Pb (cut-off 5 % Zn) angegeben (IRONBARK GOLD LTD.).

Auf Washington Land, ebenfalls in Nordgrönland, finden sich zwei weitere, während einer Hubschrauberbefliegung 1997 entdeckte Pb-Zn-Vorkommen, die sich aber bereits bei den ersten Explorationsarbeiten als nicht bauwürdig erwiesen haben. Hierbei handelt es sich um das 1997 entdeckte Petermann Prospect (Einzelproben bis 41 % Zn, 13 % Pb und 211 ppm Ag) sowie das 50 km südwestlich davon gelegene Cass Prospect (bis 8,4 % Zn, 0,04 % Pb und 94 ppm Ag).

Das bekannteste Pb-Zn-Lagerstättenrevier in Ostgrönland ist Mesters Vig, 12 km inland von Nyhavn, auf Scoresby Land. An Störungszonen gebundene Sulfidvererzungen

sind hier verbreitet (s. Abb. 6-15). Von den zwei größten Störungszonen, Blyklippen und Sortebjerg, die zwischen 1948 bis 1954 im Detail erkundet wurden, wurde dann letztendlich Blyklippen zwischen 1956 und 1962 vollständig abgebaut (s. Abb. 6-13). Ziel des Abbaus war eine 210 m mächtige, 300 m lange und 160 m breite Sulfiderzlinse in einer Zone mit mehreren Quarzgängen (s. Abb. 6-14). Die Linse enthielt ca. 65 % Quarz, 15 % Zinkblende, 10 % Bleiglanz, 5–10 % Baryt sowie Spuren von Chalkopyrit und Fahlerz. Die Cu- und Ag-Gehalte lagen bei 0,012 % bzw. 15 ppm. Insgesamt wurden 544.600 t Sulfiderz mit Durchschnittsgehalten von 9,3 % Pb und 9,9 % Zn gewonnen. Vor Ort wurden daraus 58.500 t Bleikonzentrat mit einem Durchschnittsgehalt von 82,7 % Pb und 115 ppm Ag sowie 74.600 t Zinkkonzentrat mit durchschnittlich 63,7 % Zn aufbereitet (THOMASSEN 2005b).

Das Sortebjerg-Gangsystem im Mesters Vig-Lagerstättenrevier (s. Abb. 6-15) ist im Gelände über fünf Aufschlüsse auf 4 km Länge nachweisbar, wobei die größte nach-

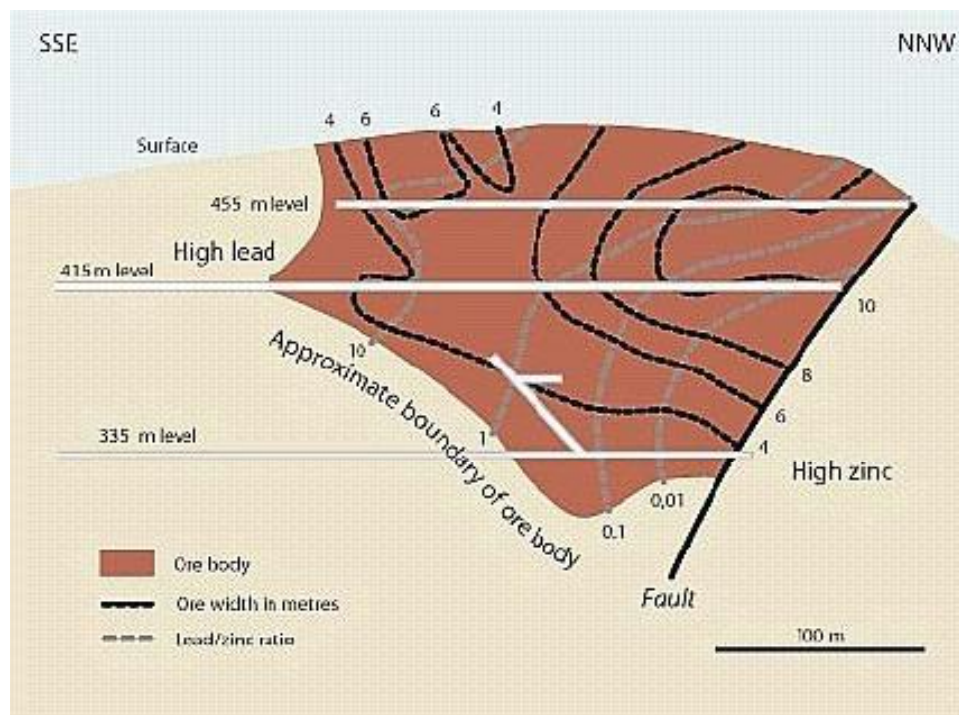


Abb. 6-14: Längsschnitt durch den Blyklippen-Erzkörper, aus THOMASSEN (2005b).

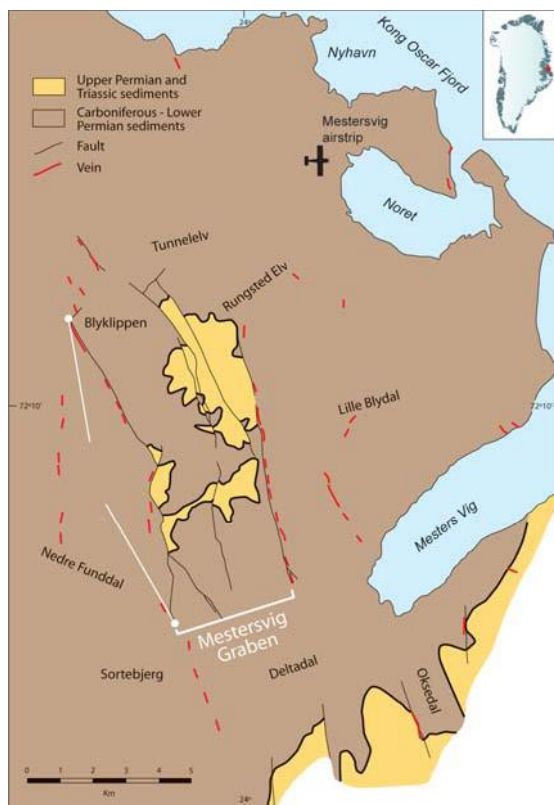


Abb. 6-15: Vereinfachte geologische Karte des Mestersvig-Lagerstättenreviers mit Darstellung der hydrothermalen Gänge, aus THOMASSEN (2005b).

gewiesene Sulfiderzlinse aus massivem Bleiglanz 13 m Länge und 75 cm Breite erreicht. Generell ist jedoch Zinkblende häufiger als Bleiglanz. Einer der durch Bohrungen näher erkundeten Aufschlüsse bei Sorte Hjörme enthält eine Ganglänge von 250 m rund 220.000 t Erz mit Gehalten von 9,3 % Zn, 2,1 % Pb und 0,7 % Cu.

Das bis zu 50 m breite Deltadal-Rungsted-Elv-Gangsystem (s. Abb. 6-15) lässt sich anhand mehrerer Aufschlüsse über 8 km Länge beobachten. Hiernach bestehen die zugehörigen mehrere Dezimeter mächtigen Gänge aus Quarz- und Baryt mit stark wechselnden Anteilen an Sulfiderzen. Massive Linsen sind selten. Die in den verschiedenen Aufschlüssen entnommenen Proben ergaben Gehalte von 0,2–1,5 % Zn, 0,2–0,5 % Cu, 0,1–4,4 % Pb und 10–14 ppm Ag. Das Langelinie-Gangsystem besteht aus drei Quarzgängen mit nur einer Sulfiderzlinse von 30 m Länge und 15 m Breite. Eine einzelne Analyse des Sulfiderzes ergab einen Gehalt von 9,0 % Pb, 1,6 % Cu, 0,04 % Zn, 28 ppm Ag, 36 ppm Sb und 0,02 ppm Au.

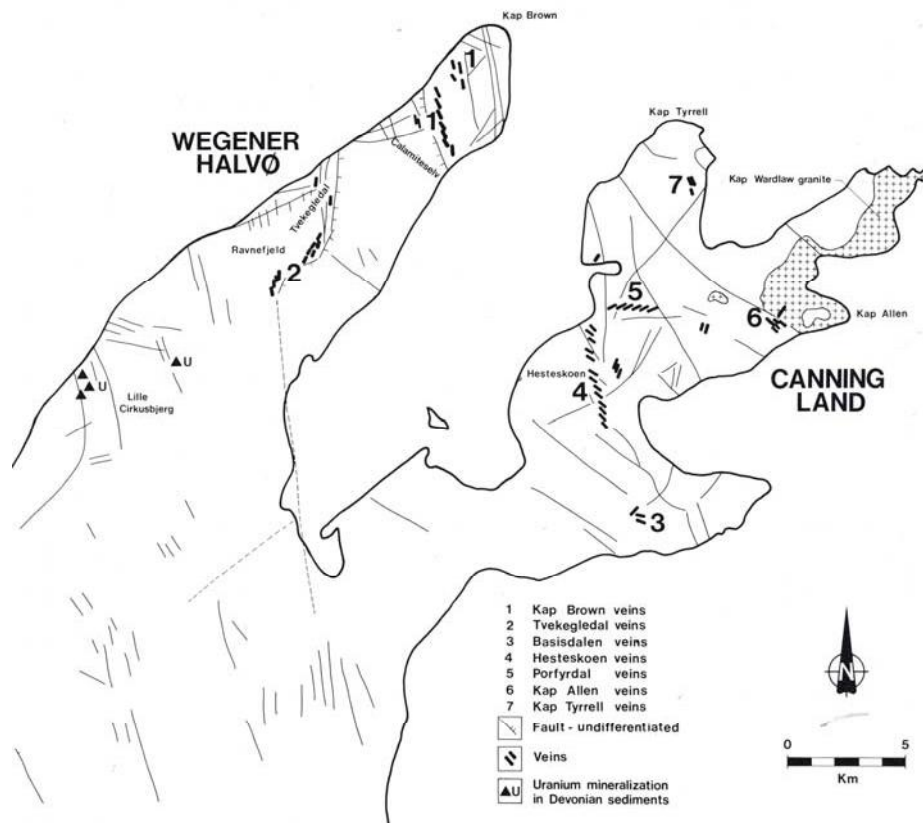


Abb. 6-16: Störungssystem und ausgewählte Mineralvorkommen in den präkarbonischen Gesteinen von Wegener Halvø und Canning Land, aus HARPØTH et al. (1986).

Der Nuldal-Gangzug ist 10 m breit und besteht aus fünf Aufschlüssen nachweisbar. Der wichtigste Aufschluss stellt eine Linse mit 1 m Mächtigkeit, 8 m Länge und mindestens 2 m Höhe aus massivem Bleiglanz dar.

Neben Mesters Vig sind aus Ostgrönland mehrere andere Gebiete mit Pb-Zn-Vererzungen bekannt:

Auf den beiden Halbinseln Canning Land und Wegener Halvø wurden zahlreiche, bis mehrere Meter mächtige und über Hunderte von Metern verfolgbare Gänge unterschiedlicher Mächtigkeit auskartiert, die zum Teil hohe Gehalte an Cu, Pb und Zn (jeweils zwischen 1–20 %) führen. Analysierte Maximalwerte an anderen Metallen sind 0,35 % Bi, 660 ppm As, 350 ppm Ag, 300 ppm Sb und 3,6 ppm Au. Im weiteren Gebiet um Damslottet im inneren Alpefjord und auch am Roslin Gletscher finden sich bis mehrere Meter große Linsen aus

Kalksilikatkfelsen, die reich an Bleiglanz und Zinkblende, aber auch an Chalkopyrit und Pyrrhotin sowie fein verteilt an Scheelit sind. Eine Einzelprobe ergab einen Gehalt von 7,2 % Zn, 1,5 % Pb, 0,1 % Cu, 70 ppm Sn, 60 ppm Bi, 18 ppm Ag, 16 ppm Sb und 0,03 ppm Au.

Am Nordosthang von Schaffhauserdalen, ebenfalls in der Alpefjordregion, wurden Pb-Zn-Ag-Mineralisationen in Kalksilikatkfelsen näher exploriert. Dort umfasst das mineralisierte Gebiet eine Fläche von 100 x 75 m mit einer Ausdehnung der größten Linse von 100 x 40 m. Die wichtigsten Erzminerale sind Bleiglanz und Zinkblende sowie untergeordnet Arsenopyrit, Chalkopyrit, Cubanit, Pyrit, Pyrrhotin, Markasit, Pyrargyrit und Freibergit. Die Durchschnittsgehalte von 83 Einzelproben betragen 1,1 % Pb, 0,4 % Zn und 40 ppm Ag. Die Maximalwerte liegen bei 3,6 % Pb, 1,5 % Zn, 0,7 % Mn, 0,3 % Ba, 500 ppm

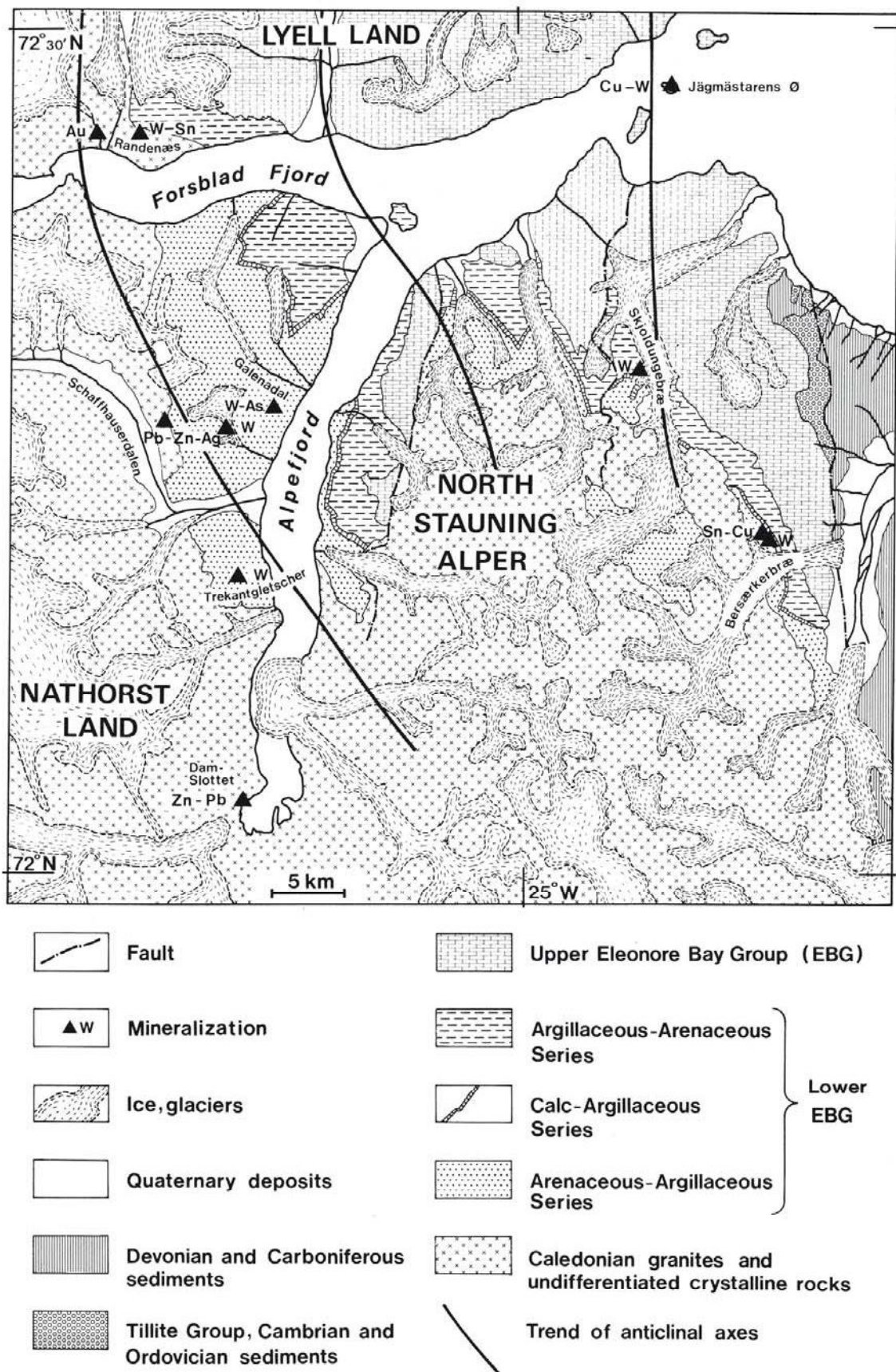


Abb. 6-17: Geologische Karte der Alpefjordregion mit Lage ausgewählter Mineralvorkommen, aus HARPÖTH et al. (1986).

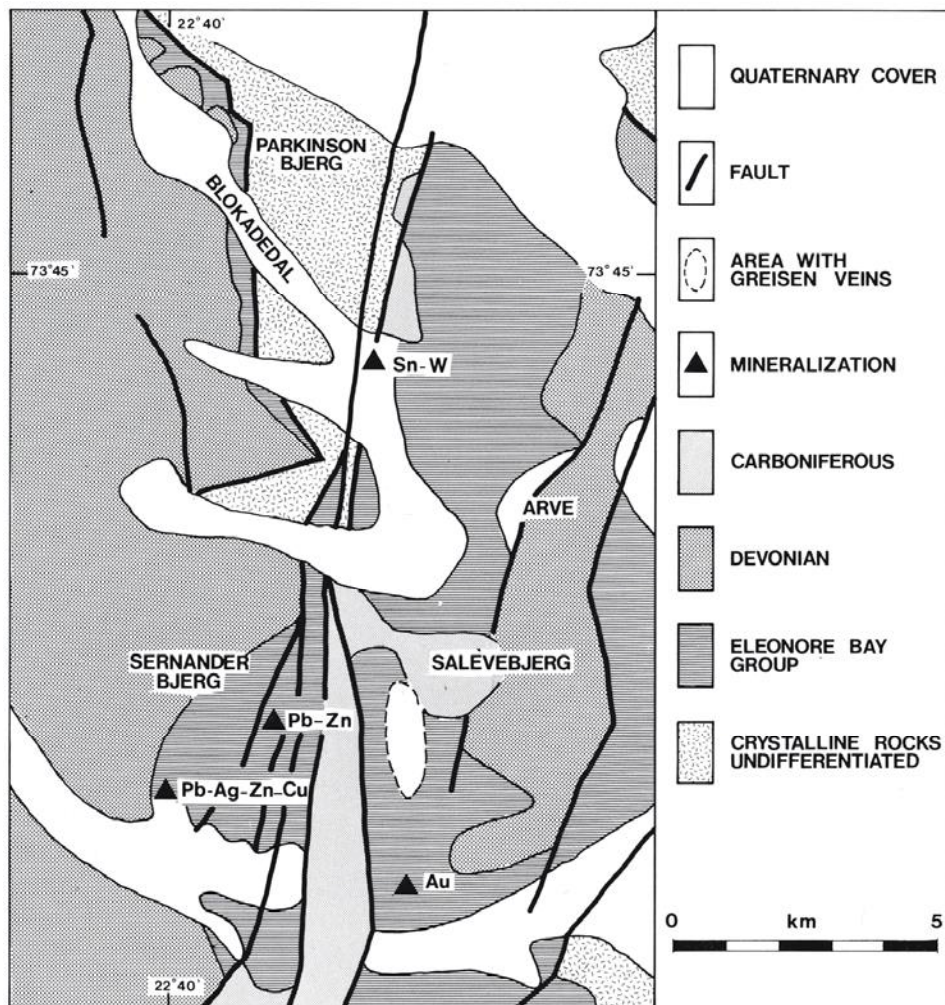


Abb. 6-18: Geologische Übersichtskarte des süd-östlichen Hudson Land mit Lage ausgewählter Mineralvorkommen, aus HARPØTH et al. (1986).

B, 300 ppm Li, 270 ppm Ag, 170 ppm Sb sowie 140 ppm Cu (HARPØTH et al. 1986).

An einen Seitenzweig der Stauning-Alperstörung, zwischen 20 km vonovre Arkosedal bis nach Konglomeratelv, mit Zentrum entlang Kuldedal, sind zahlreiche mm- bis cm-mächtige, Metallsulfide führende geringmächtige Gänge aufgeschlossen. Bei den Metallsulfiden handelt es sich um Bleiglanz, Zinkblende, Chalkopyrit sowie untergeordnet Chalkosin, Bornit, Pyrit und Arsenopyrit. Analysierte Proben enthielten bis mehrere Prozent Pb, Zn, Cu und Ba und bis 500 ppm Ag.

Westlich des Sernander Bjergs auf Hudson Land verläuft eine Störungszone, die durch

brekziierte Quarzgänge mit Vererzungen von Bleiglanz, Pyrit, Zinkblende, Chalkopyrit, Arsenopyrit und Fahlerz mit bis zu 20 m Weite, 6 m Mächtigkeit und bis über 50 m vertikaler Erstreckung im Gelände sichtbar ist. Gesteinsanalysen des aufgeschlossenen Teils der Störungszone erbrachten durchschnittliche Gehalte von 10,6 % Pb, 1,5 % Zn, 0,4 % Cu, 285 ppm Ag und 0,2 ppm Au. Eine Abschätzung der Gesamtverräter erfolgte unter Annahme einer durchschnittlichen Mächtigkeit der mineralisierten Quarzgänge von 3,5 m sowie einer Erstreckung von 75 m und erbrachte Erzverräter von 50.000 80.000 t mit Gehalten von 12 % Pb, Zn und Cu sowie 300 ppm Ag (HARPØTH et al. 1986).

Auch im Hangschutt südlich des Semander Berg finden sich Gerölle aus Gangquarz mit reichlich Bleiglanz und Zinkblende sowie untergeordnet Pyrit. Die Maximalgehalte analysierter Gerölle betragen 20,8 % Pb, 5,9 % Zn, 150 ppm Bi und 20 ppm Ag. Die Durchschnittswerte werden allerdings nur auf wenige Prozent Pb und Zn geschätzt. Im Prospektal südlich vom Høgholm Bjerg, ebenfalls auf Hudson Land, finden sich weit verbreitet cm- bis dm-mächtige Gänge, teils in Schwärmen konzentriert, von grobkörnigem Quarz mit Fluorit, Calcit, Baryt und Epidot. Sulfidische Erzminerale sind mit Gehalten $> 1\%$ vertreten. Es handelt sich um Bleiglanz, Bornit und Chalcosin sowie untergeordnet Zinkblende, Chalkopyrit, Pyrrhotin und Arsenopyrit. Eine Einzelprobe ergab Gehalte von 3,5 % Cu, 2,1 % Pb, 0,7 % Zn, 1,0 % Fe, 460 ppm Ag und 1,3 ppm Au (HARPTH et al. 1986).

Am Westhang des Slugtdal auf Scoresby Land, in den dortigen syenitischen Gesteinen, treten lokal begrenzt auffällige Mineralisations- und Verwitterungsfarben auf, die mit einer spätmagmatischen hydrothermalen Aktivität in Zusammenhang gebracht werden. Aufgrund der Abgeschiedenheit des Gebiets liegen nur wenige Prospektionsergebnisse vor, die konstant erhöhte Werte an Pb (bis 1 %), Cu (bis 0,1 %), Ag (bis 130 ppm), jedoch nur gelegentlich Mo (bis 0,1 %) und W (bis 800 ppm) anzeigen (HARPTH et al. 1986).

Auch im Süden von Clavering sind Anreicherungen von Blei und Zink weit verbreitet (s. Abb. 6-19). Die tiefe Verwitterung und die Überdeckung mit Solifluktionsmassen ließen bisher jedoch eine Exploration des Anstehenden kaum zu, so dass fast alle Informationen aus Geröllen und Geschieben abgeleitet werden müssen. Insgesamt wurden bisher vier Gebiete näher untersucht (HARPTH et al. 1986):

Rustplateau, auf dem mineralisierte Geschiebe über mehrere km² Fläche nachweisbar sind. Es handelt sich einerseits um verkieselte und kaolinisierte Gangbrekzien mit Pyrit sowie untergeordnet Fluorit, Bleiglanz, Zinkblende und Spuren von Chalkopyrit. Andererseits treten Quarz-Fluorit-Gänge mit Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit auf. Die Maximalgehalte aus insgesamt 16 untersuchten Einzelproben sind 14,5 % Pb, 2,5 % Zn, 0,35 % Ba, 0,03 % Cu, 60 ppm Ag und 0,05 ppm Au.

Auspiciédalen, wo mit Unterbrechungen über 1,5 km Länge und einer mittleren Breite von 1,3 m ein Gang aus massivem (90 %) Pyrit mit Spuren von Bleiglanz und Arsenopyrit auftritt. Die Vorräte werden auf mehrere Millionen Tonnen massiven Pyrits geschätzt. Dieser führt 0,5 ppm Au und 25 ppm Ag.

Nördlich Eskimonis, wo während einer Hubschrauberbefliegung verrostete Gerölle auffielen, die sich bei der Untersuchung als brekziierte Gneise oder Gangquarze mit Pyrit sowie untergeordnet Bleiglanz und Fluorit herausstellten.

Brinkley Bjerg, wo rot gefärbte Solifluktionsmassen unterschiedlichste Gesteine mit Einschlüssen, Klüften oder Belägen von Pyrit aufweisen. Zinkblende und Chalkopyrit sind weit untergeordnet vertreten.

Bei Karstryggen im Schuchert Dal auf Jameson Land sind Ablagerungen einer alten Karbonatplattform auf ca. 10 x 30 km Fläche nachweisbar. Im Norden dieser Plattform ist eine schichtgebundene Pb-Zn-Mineralisation auf ca. 1.500 x 500 m Fläche bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von

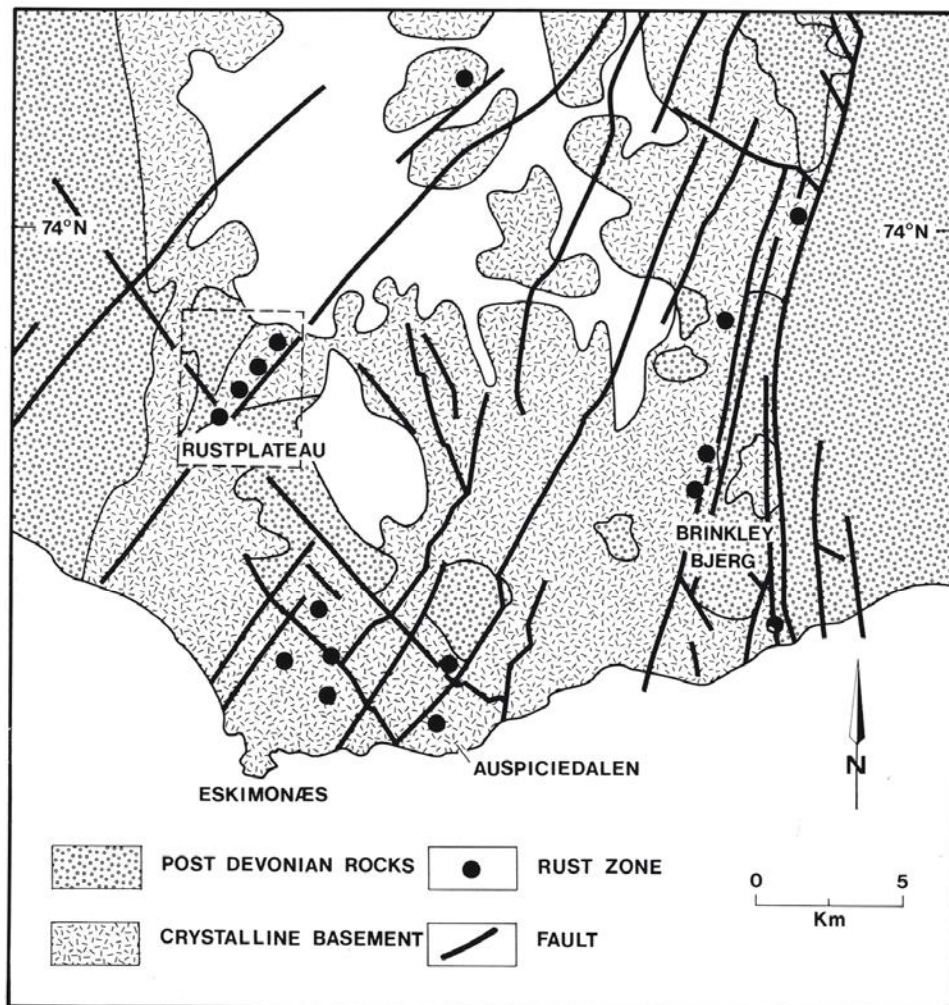


Abb. 6-19: Geologische Übersichtskarte des südlichen Clavering Ø mit Lage der mineralisierten Gebiete, aus HARPØTH et al. (1986).

20–5 m aufgeschlossen. Die Vererzung tritt in Form von Bleiglanzkristallen in mikritischem Kalkstein sowie als Bleiglanzkristalle, Zinkblende sowie untergeordnet Pyrit, Markasit, Coelestin und Fluorit in Klüften und Störungen auf. Analysen ergaben Werte bis 10 % Pb, 42 % Zn, 0,15 % Cd und 150 ppm Ag. Eine grobe Abschätzung der Erzvorräte beläuft sich auf mehrere Zehner Millionen Tonnen.

Im Süden des o.g. Gebiets, ca. 10 km nördlich von Nordostbuget, auf der Westseite des Schuchert Dal, wurde eine Mineralisation genauer auskartiert. Hier ist die Pb-Zn-Mineralisation auf eine Fläche von 50 x 50 m, bei einer Bankmächtigkeit >10 m, konzentriert. Im anstehenden mikri-

tischen Kalkstein treten mm- bis cm-dünne Gange auf, die mit Pyrit, Bleiglanz, Zinkblende, Markasit und untergeordnet Calcit gefüllt sind. Die Maximalgehalte untersuchter Einzelproben belaufen sich auf 25 % Pb, 3,5 % Zn und 70 ppm Ag. Der durchschnittliche Pb/Zn-Gehalt beträgt 1–2 % (HARPØTH et al. 1986).

Ebenfalls im Schuchert Dal verläuft eine über ca. 15 km Länge verfolgbare Störungszones, die von mehreren dm bis maximal 3 m mächtigen Quarzgangungen mit bis zu 30 x 60 cm großen, massiven Linsen aus Bleiglanz sowie untergeordnet Zinkblende, Chalcopyrit und Baryt sowie Fluorit begleitet wird. In den mineralisierten Zonen wird der Bleiglanzanteil auf 5 % geschätzt. Aus

den zahlreichen durchgeführten Analysen können nicht nur stark schwankende Pb-, Zn- und Cu-Gehalte, sondern auch erhöhte Gehalte an Ag (bis 250 ppm), Sb (bis 0,15 %) und Ba (bis 14,5 %) abgeleitet werden (HARPOTH et al. 1986).

Auf Wegener Halv sind in einer oberpermischen Abfolge von Kalksteinen auch Schwarzschiefer eingeschaltet. Petrographisch handelt es sich um bitumen- und glimmerreiche, laminierte Siltsteine mit einem hohen Anteil kalkhaltiger Konkretionen und

Konkretionslagen. Diese Schwarzschiefer stellen potenzielle Erdmuttergesteine dar und werden häufig mit dem mitteleuropäischen Kupferschiefer verglichen. Ähnlich dem Kupferschiefer ist auch in den grönländischen Schwarzschiefern eine Mineralisation aus feinkörnigen Sulfiderzen verbreitet. Die wichtigsten Erzminerale sind Zinkblende und Bleiglanz sowie untergeordnet Chalkopyrit, Pyrit, Molybdinit und Markasit. Weitere Analysen ergaben Gehalte von 0,05 % Cu, 0,05–0,15 % Zn, 0,10–0,70 % Pb, 0,02 % Ni und 0,01–0,03 % V (Niel-

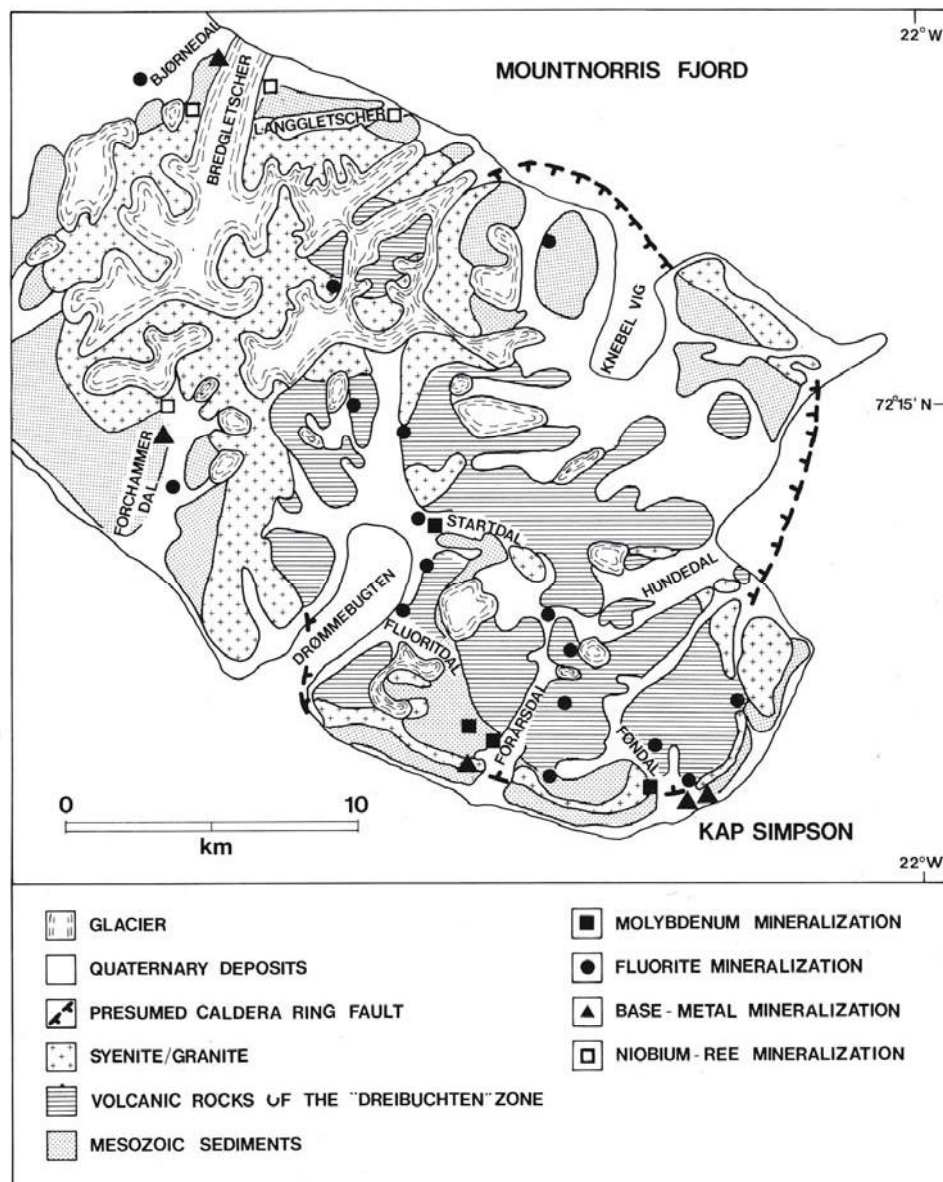


Abb. 6-20: Vereinfachte geologische Karte des Kap-Simpson-Komplexes auf Traill Ø mit Lage der Mineralisationen, aus HARPOTH et al. (1986).

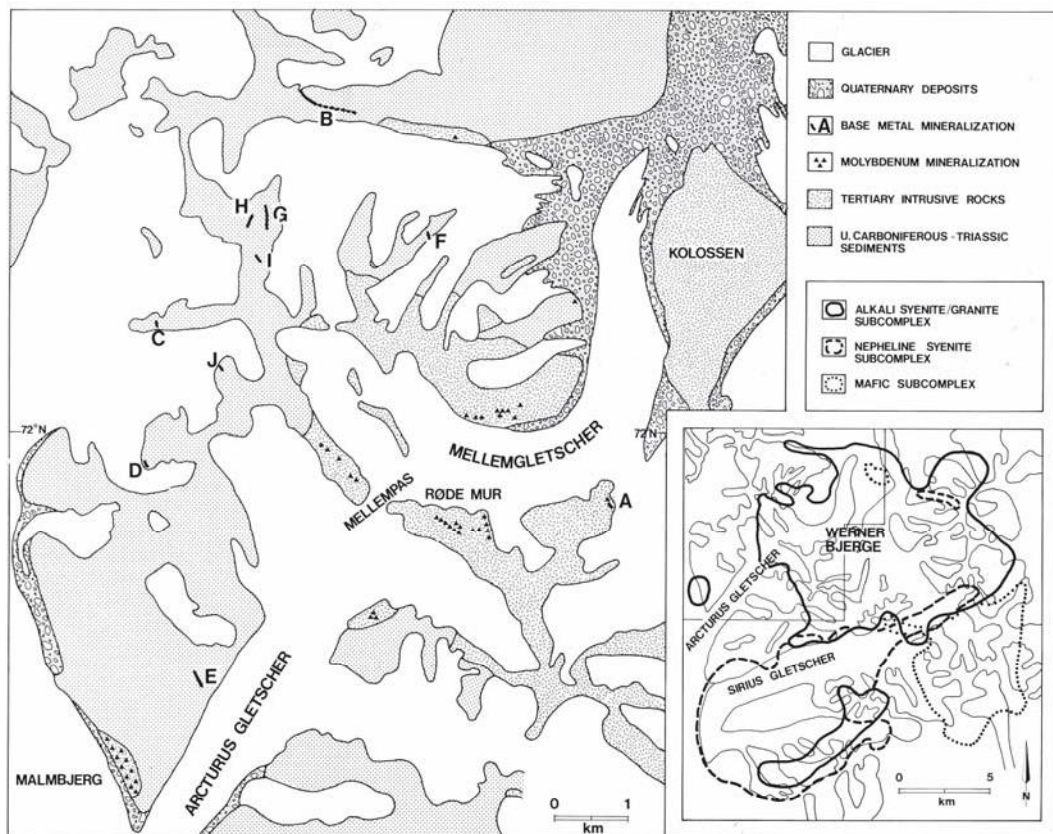


Abb. 6-21: Lage der Mo- und Pb-Zn-Mineralisationen in den nordwestlichen Werner Bjerge. Die Innenkarte zeigt die lithologische Großgliederung der Werner Bjerge, aus HARPÖTH et al. (1986).

sen 1973, 1976). Südwestlich von Vimmelskaftet erbrachten Schlitzproben in den untersten 15 m der Abfolge durchschnittliche Gehalte von 0,13 % Pb, 350 ppm Zn, 200 ppm Cu, 79 ppm V, 72 ppm Ni, 30 ppm Co, 1 ppm Th, 7 ppm U sowie bis zu 80 ppm Mo und 30 ppm Ag. Zum Hangenden der Abfolge nimmt der Metallgehalt meist ab (HARPÖTH et al. 1986).

Auch am Kap Simpson auf Traill tritt eine polymetallische Vererzung auf und zwar in Form von Sulfiden führenden Calcitgängen in mylonitisierten Tonschiefern (s. Abb. 6-20). Der größte Gang wurde am nordöstlichen Eingang zum Fendal gefunden. Er ist ca. 20 m lang und 2 m breit und besteht aus Calcit, Bleiglanz, Chalkopyrit, Zinkblende, Pyrit sowie untergeordnet Fluorit. Der Sulfidanteil wird auf 30–40 % geschätzt. Ungefähr 1 km nordöstlich existiert ein weiterer, ca. 30 m langer und bis

50 cm weiter Gang mit ähnlicher Mineralogie. Typisch für die Gänge sind hohe Gehalte an Pb, Zn und Cu aber auch bis zu 2,5 % Ti, 1,8 % Mn, 0,4 % V, 0,19 % Cd, 400 ppm Ni, 250 ppm Co, 200 ppm Bi, 125 g ppm Ag, 100 ppm Mo, 50 ppm Sn und 0,4 ppm Au (HARPÖTH et al. 1986).

Quarz führende Gänge am Kap Simpson führen als Wertminerale Columbit, Ilmenorutil, Euxenit, Fergusonit, Monazit und Bastnäsit (NIELSEN 1976). Abschließend zu nennen sind die Pb-Zn-Vererzungen im Werner-Bjerge-Intrusivkomplex, der vor allem durch seine Molybdän-Lagerstätte Malmbjerg bekannt geworden ist (s. Kapitel 6.1.6 bzw. Abb. 6-21). Die Pb-Zn-Mineralisationen dieser Region sind gebunden an

Gänge in Graniten (Quarz-Fluorit-Gänge mit Pyrit und lokalen Linsen bis

50 cm Mächtigkeit und 2 m Länge aus massivem Bleiglanz und Zinkblende)

Gänge in paläozoischen Arkosen (bis 5 m breite, 250 m lange und 200 m mächtige Quarz-Karbonat-Fluorit-Gänge mit wechselnden Gehalten an Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit und Chalkopyrit. Die Vorräte in der größten Gangzone werden auf 300.000 t Erz mit einem Gehalt von 1–2 % Zn geschätzt) sowie

Skarne im Bereich von Störungen oder Quarzporphyrgängen in oberpermischen Karbonaten. Die Skarnlinsen erreichen bis 2 m Breite, 200 m Länge und 75 m Mächtigkeit. Die in ihnen enthaltenen Erzminerale Bleiglanz und Zinkblende sowie untergeordnet Pyrit und Chalkopyrit treten als verteilte Körner oder als kleine massive Linsen auf (HARPTH ET AL. 1986).

6.1.5 Kupfer

Zahlreiche schichtgebundene Kupfermineralisationen sind aus der oberproterozoischen Eleonore Bay Group (EBG) bekannt, die in Ostgrönland auf einer Fläche von 450 km in N-S- und 200 km in E-W-Erstreckung auftritt (s. Abb. 6-22). Von dieser Fläche größer als Bayern wurde bisher nur ein kleiner Teil in der zentralen Fjordregion zwischen 72°N und 74°N näher untersucht (HARPTH ET AL. 1986). In der ausschließlich aus Sedimentgesteinen aufgebauten, insgesamt viele Tausend Meter mächtigen EBG treten Kupfermineralisationen in mehreren Horizonten auf:

- In der sog. tonig-sandigen Abfolge finden sich zwei, jeweils maximal 5 m mächtige mineralisierte Horizonte mit durchschnittlich 0,1 % Cu.

In den Horizonten 3 und 5 der sog. Quarzserie betragen die Cu-Gehalte in 0,2–2 m mächtigen Horizonten durchschnittlich maximal 0,1 %. Im geringmächtigen Horizont 6 ist der Cu-Gehalt noch niedriger.

In der sog. Vielfarbigen Serie finden sich ebenfalls mehrere mineralisierte Horizonte. Am Wichtigsten ist der über mehr als 275 km N-S-Erstreckung nachgewiesene Horizont 7, der aus großen karbonatischen Tonsteinen, darunter eine 1–2 m mächtige Tonsteinlage mit Gehalten von 200–1.000 ppm Cu, regional (z. B. Strindberg Land) 0,1–0,5 % Cu und maximal sogar 6 % Cu besteht. Die Horizonte 8 und 10 dieser Serie sind bei geringer Mächtigkeit dagegen nur niedriggradig mineralisiert.

Auf Traill bei Rubjerg Knude sind in oberpermischen Sedimentgesteinen teils bis zu 20 m, durchschnittlich jedoch 5–10 m, der Gesteinsabfolge niedriggradig mit Cu, Ag und Pb mineralisiert. Dabei ist der mineralisierte Horizont gut anhand seiner gelben Verwitterungsfarbe inmitten ansonsten rotbrauner Verwitterungsfarben erkennbar. Als primäre Erzminerale treten Chalkosin sowie untergeordnet Bornit, Chalkopyrit, Bleiglanz und Pyrit auf. Sekundäre Erzminerale sind Covellin, Chalkopyrit, gediegen Kupfer, Malachit, Azurit und Cerussit. Für eine 1.300 x 2.500 m große, stärker mineralisierte Fläche, aus der zusammen 13 Einzelproben analysiert wurden, wurden die Erzvorräte auf rund 5 Mio. t bei Gehalten von 0,3 % Cu und 5 ppm Ag geschätzt.

Auch auf Gauss Halv sind oberpermische Sedimentgesteine vertreten und dort ebenfalls teilweise mineralisiert. Das interessanteste Vorkommen liegt südlich Ladderbjerg, umfasst 1.000 x 400 m Fläche und reicht über ca. 10 m vertikale Erstreckung.

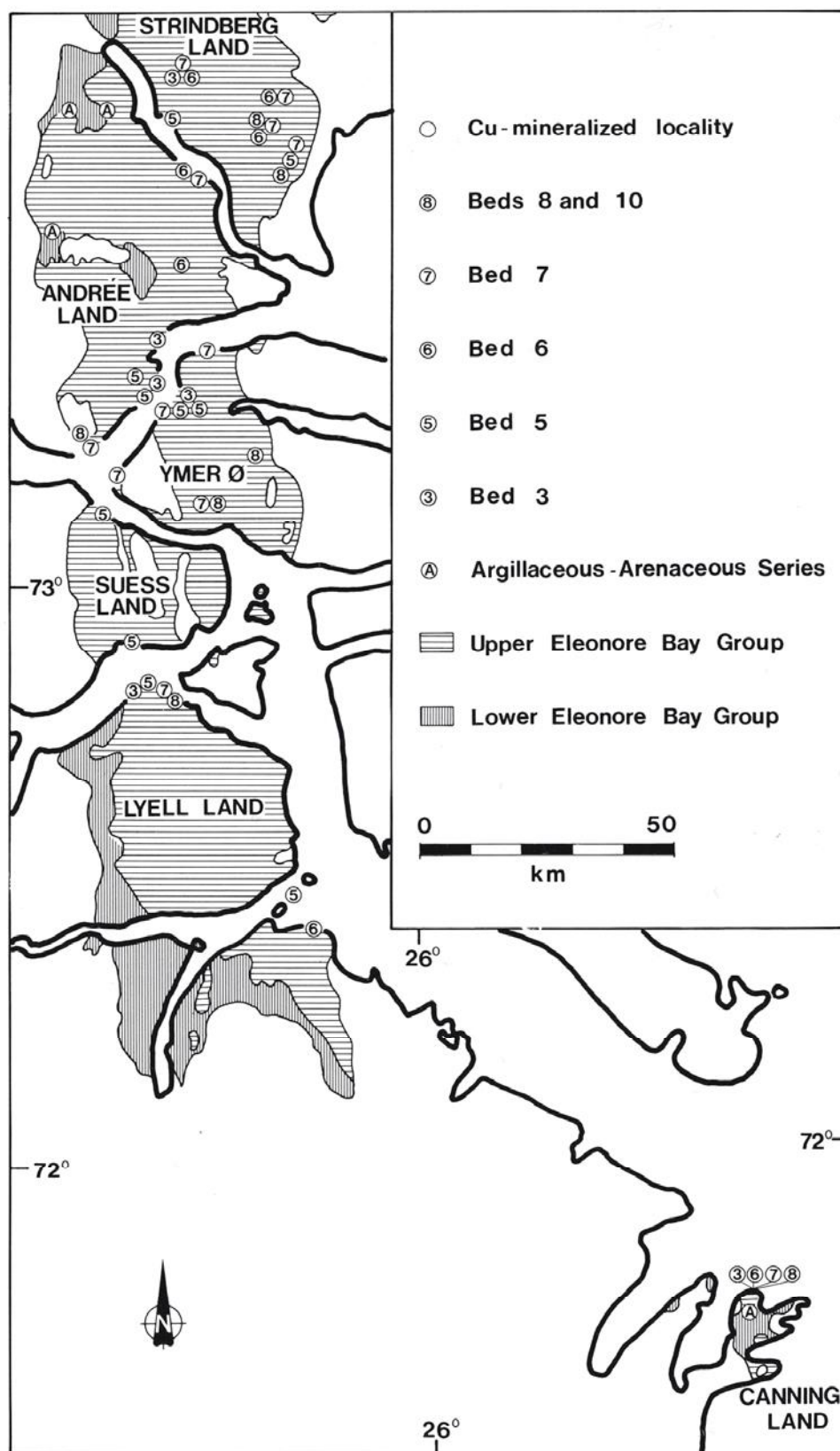


Abb. 6-22: Verteilung der wichtigsten Aufschlüsse mit Kupfermineralisationen in der Eleonore Bay Group südlich von 74° N, aus HARPØTH et al. (1986).

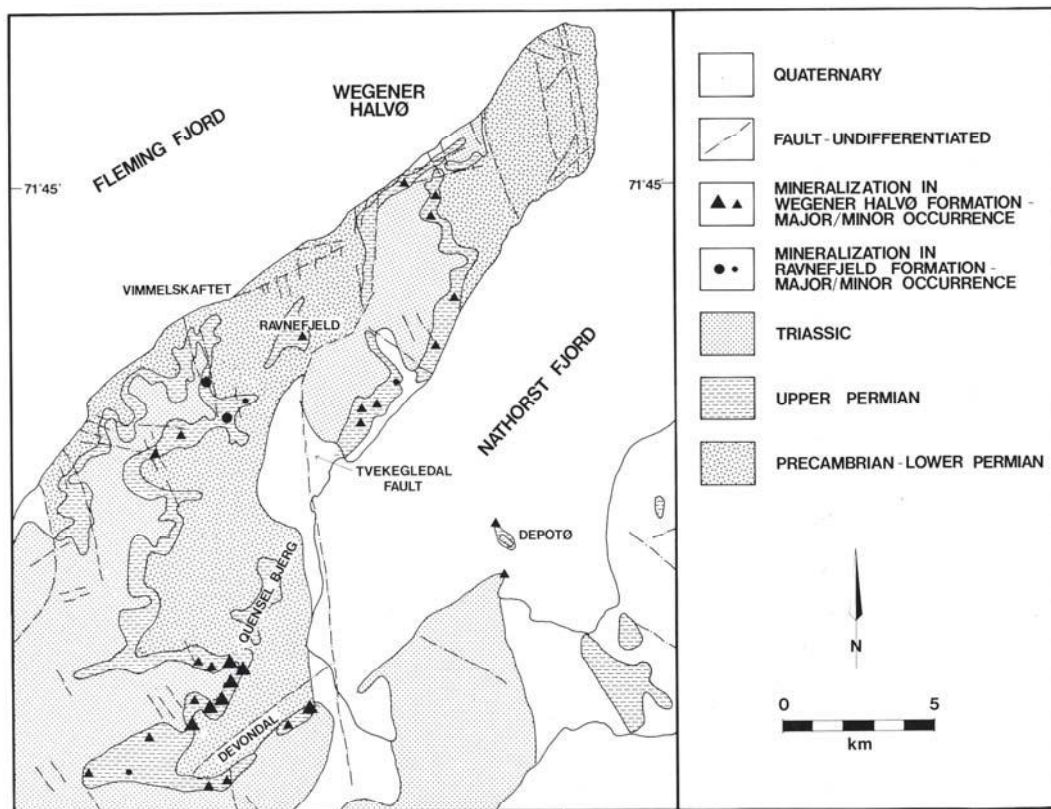


Abb. 6-23: Vereinfachte geologische Karte des von Wegener Halvø mit Lage vermuteter oberpermischer Mineralisationen, aus HARPØTH et al. (1986).

Basierend auf nur acht Proben liegen die geschätzten Erzvorräte bei >2,5 Mio. t mit Gehalten von 0,15 % Cu und 8 ppm Ag bzw. über 8 m vertikale Erstreckung bei >2,5 Mio. t Erz mit 0,1 % Pb (HARPØTH et al. 1986).

Im Osten des Gastisdal Tals auf Gauss Halvø kann in dem dort anstehenden Granit über mehr als 500 m Aufschlusshöhe ein ca. 1 m mächtiger Gang aus dichtem Quarz mit Begleiten aus Mn-Oxiden, Hämatit und untergeordnet Malachit beobachtet werden. Der Gang führt zudem verteilt kleinere Einschlüsse von Chalkopyrit, Chalkosin und Bornit sowie untergeordnet Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit. Einzelproben ergaben Gehalte bis 2,5 % Cu, 0,35 % Pb, 250 ppm Ag und 150 ppm Bi (HARPØTH et al. 1986).

Auf Wegener Halvø in Zentralostgrönland treten neben Schwarzschiefern (s. Kapitel 6.1.4) im Wesentlichen fossilreiche Kalk-

steine auf, die besonders im Gebiet um den Quensel Bjerg und im Devondal mineralisiert sind (s. Abb. 6-23).

Am Quensel Bjerg ist die Mineralisation von einer Fläche von 2 x 7 km bekannt und auf eine 2–4 m mächtige, über 2 km Länge verfolgbare Baryt-Quarz-Zone in Barytgrängen konzentriert. Tennantit-Tetraedrit, Bleiglanz sowie untergeordnet Chalkopyrit und Zinkblende, vergesellschaftet mit Baryt und weniger Quarz, sind die Haupterzminerale. Die Vorräte werden auf 10 Mio. t Erz mit Gehalten von 2–4 % Sulfide und 30–40 % Baryt geschätzt.

Auf der Südseite des Devondals befindet sich eine Cu-Pb-Zn-Ag-Mineralisation über 5 km Länge aus. Sie ist gebunden an Quarz- und Barytgrängen, unter denen ein Gang jedoch bis 5 m Breite und 400 m sichtbare Länge erreicht. Die Erzminerale umfassen Tennantit, Chalkopyrit, Bleiglanz, Zinkblende und

Pyrit. 20 Einzelproben aus einem begrenzten Areal ergaben durchschnittliche Gehalte von 0,5 % Cu, 0,2 % Pb und 0,1 % Zn, die aufgrund der Verwitterung von Tennantit und Zinkblende jedoch vermutlich zu niedrig ausgefallen sind. Auf Jameson Land (s. Abb. 6-24) in Ostgrönland liegt die triassische Gesteinsabfolge als 1.700 m mächtige Sequenz aus flachmarinen bis kontinentalen Klastiten mit Einlagerungen von Evaporiten und untergeordnet Kalkstein vor.

Besonders im Devondal Gebiet, im Nordosten des Jameson Landes, treten in einigen Horizonten der untertriassischen Pingo Dal Formation sulfidische Vererzungen auf. Es handelt sich um Chalkosin und Bleiglanz sowie untergeordnet Bornit, Chalkopyrit, Pyrit, Zinkblende, Tennantit und Betehtit.

Sekundäre Erzminerale sind Covellin, kupferhaltiger Bleiglanz, Malachit, Azurit, Cerussit und Goethit. Neben Cu, Pb und Zn, sind teils auch die Gehalte von Mo, Bi und Co erhöht. In Horizonten mit erhöhten Bleigehalten finden diese im Devondal Gebiet durchschnittlich 2–2,5 % Pb. Horizonte mit erhöhten Kupfergehalten finden 0,01–0,94 % Cu und bis zu 81 ppm Ag. Untersuchte Vererzungsgebiete liegen im südlichen Devondal, südlich von Kassen (2,4 % Pb und 0,44 % Cu), im nördlichen Myalindal (1,1 % Pb und 0,23 % Cu) sowie rund um den Paradigmabjerg.

Die Pingo Dal Beds sind auf einer Fläche von rund 1.000 km² in verschiedenen geringmächtigen Horizonten mit einer Gesamtmächtigkeit von 30–190 cm vererzt. Die

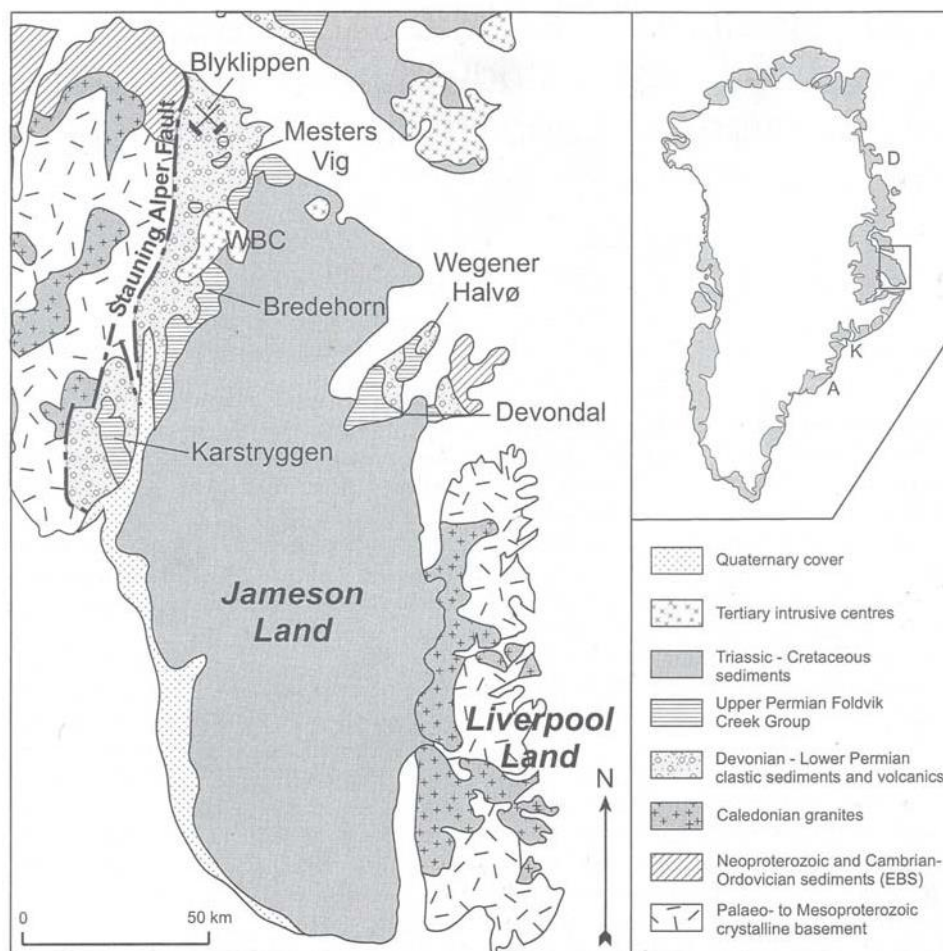


Abb. 6-24: Geologische Karte des Jameson-Land-Beckens und der angrenzenden Gesteinseinheiten (WBC = Werner-Bjerge-Intrusivkomplex, D = Danmarkshavn, K = Kangerdlugssuaq, A = Ammasalik), aus PEDERSEN (2000).

anhand von Einzelproben ermittelten Gehalte schwanken zwischen 0,015 – 0,52 % Cu, 90 – 100 ppm Zn, 15 – 30 ppm Pb und 1,2 – 2,4 ppm Ag.

Stratigraphisch etwas jünger als die Pingel Dal Beds sind die ebenfalls auf großer Fläche verbreiteten Malmros Klint und die hangende Isted-Dal-Formationen, in deren Übergangsbereich zwei oder mehr 10 – 100 cm mächtige Verwitterungshorizonte auftreten, die mit gediegen Kupfer, Cuprit, Bornit, Chalkopyrit, gediegen Silber und Kupferarseniden vererzt sind. Die ermittelten maximalen Metallgehalte liegen bei 27,5 % (durchschnittlich 0,05 %) Cu, 5 % As, 0,25 % V, 787 ppm Ag sowie 0,5 ppm Au. Bei Bersi rkerbn im ostgrönlandischen North-Stauning-Alper-Gebiet konnte neben zahlreichen Quarzängen mit Kassiteritführung (s. Kap. 6.1.8) aber vermutet >200 m Erstreckung auch ein Gang aus grobkörnigem Fluorit und Baryt ausgehalten werden. Vom Baryt aus sind bis 5 mm mächtige Gänge in den benachbarten Hornfels eingedrungen. Diese bestehen aus Chalkosin und Bornit mit zahlreichen Einschlüssen von Bleiglanz. Einzelproben dieser Gänge ergaben Gehalte von 8,5 – 35,5 % Cu, 150 – 540 ppm Ag, bis 400 ppm Pb, bis 150 ppm Mo und bis 0,1 ppm Au. Überschlägig wurden Vorräte von 100.000 t Erz mit Gehalten von 2 – 3 % Cu und 50 ppm Ag berechnet (HARPTH et al. 1986).

Auf Charcot Land zu beiden Seiten des Daugaard-Jensen-Gletschers finden sich massive, bis 4 m mächtige Horizonte aus Pyrit und Pyrrhotin mit Spuren von Chalkopyrit. Als Teilergebnis einer ersten Prospektionskampagne im Jahr 1969 konnten in Pyrit-Pyrrhotin-Linsen Metallgehalte von jeweils maximal 0,1 % Ni, 600 ppm Cu, 200 ppm Sn, 200 ppm Zn, 200 ppm Pb, 100 ppm Mo, 20 ppm Ag bzw. 0,01 ppm Au analysiert werden (HARPTH et al. 1986).

Eine Vererzung mit Kupfer und Antimon wurde bei Holmes im Brogetdal auf Strindberg Land entdeckt (Abb. 6-25). Es handelt sich um eine Tetraedrit-Chalkopyrit-Anreicherung in weißen Quarziten, die auf eine Fläche von 500 x 1.000 m begrenzt und an eine große Störung gebunden ist. Nach Misch-, Einzel- und Bohrkernproben ergeben sich Gehalte von ca. 1,35 % Cu, 0,67 – 1,07 % Sb, 0,06 – 0,14 % Zn und 24 – 28 ppm Ag. Kleinere Vorkommen mit Ausbissen von nur je 10 m² Fläche von Pyrrhotin, und zum Teil Titanomagnetit, wurden bei Kobberpynt, Renodde und Døde Brn, Vestfjord-Gebiet in Zentralostgrönland, kartiert (HARPTH et al. 1986). Diese Vorkommen führen 700 ppm – 1,25 % Cu, 0,1 – 0,4 % Ni, 0,3 – 0,45 % Cr sowie zum Teil wenige ppm Au, Ag, Co und PGM. In diesem Gebiet sind auch Gesteine an Störungszonen mit Cu und Au imprägniert.

Ein Einzelfund einer Platte aus gediegenem Kupfer in devonischen Sandsteinen (0,2 % As, 0,11 % Ag, 80 ppm Bi) wurde am Wiman Bjerg auf Gauss Halv gemacht.

Der Einzelfund eines Geschiebes aus Gangquarz mit Chalkosin (1,75 % Cu, 0,2 % Zn, 500 ppm Pb, 100 ppm Bi, 100 ppm Sn) ist vom Borgbjerg-Gletscher im Nordvestfjord dokumentiert.

Ein weiterer Einzelfund eines Geschiebes aus brekziiertem Granit mit Chalkosin (7 % Cu, 20 ppm Ag) ist aus dem nördlichen Klitdal aus Liverpool Land zu erwähnen (HARPTH et al. 1986).

Im Vergleich zu Ostgrönland sind Kupfervererzungen in Westgrönland weit weniger verbreitet und die Vorkommen sehr klein. Von diesen kleinen Vorkommen ist vor allem die Südküste von Kobberminebugt zu nennen, wo Mitte des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts aus den Josva und Lilian Bergwerken im Innatsiaq-Gebiet insgesamt

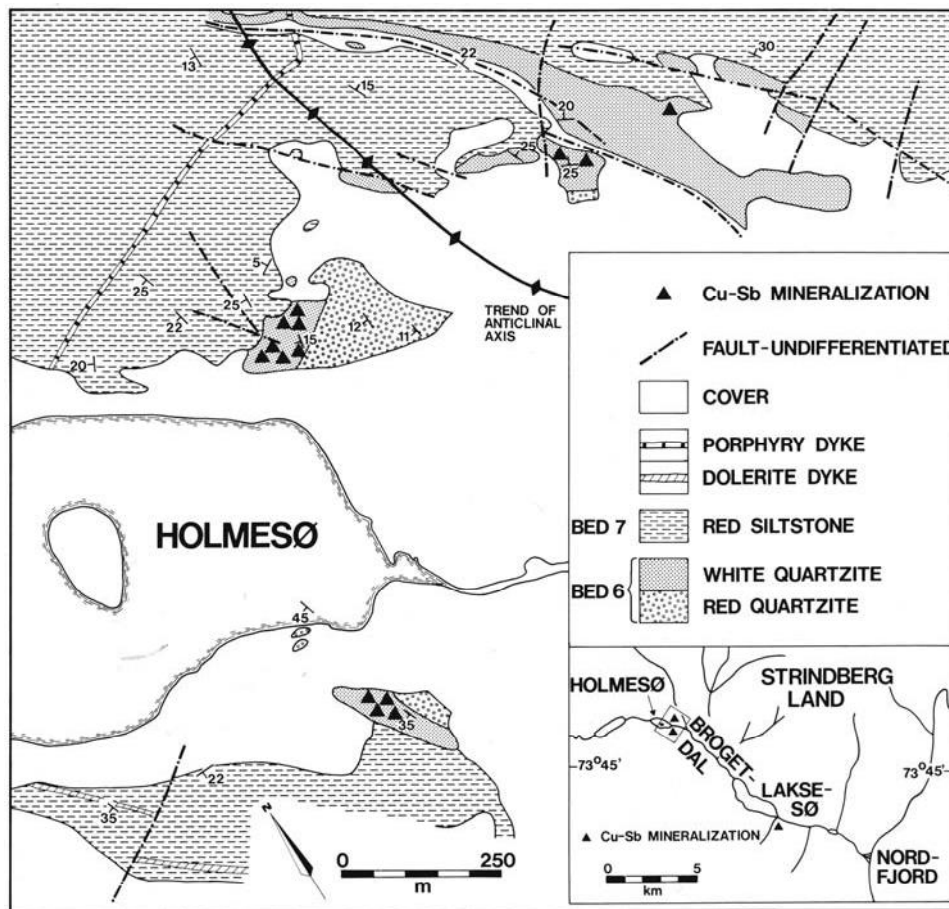


Abb. 6-25: Geologische Karte des Holmesø-Gebiets auf Strindberg Land mit Lage von Cu- und Sb-Mineralisationen, aus HARPOTH et al. (1986).

rund 60 t Cu sowie geringe Mengen an Ag und Au gewonnen wurden. Die Kupfererze, Chalkosin, untergeordnet auch Chalkopyrit und Bornit, sind an Störungen in Metavulkaniten gebunden und hydrothermalen Genese. Das Vorkommen ist weitestgehend ausgeerzt. Die verbliebenen Restvorräte belaufen sich auf ca. 2.000–3.000 t Erz mit einem Metallinhalt von 30–40 t Cu (NIELSEN 1973, SECHER & BURCHARDT 2000).

Ein weiteres sehr kleines Kupfervorkommen stand vor vielen Jahrzehnten auf der kleinen Insel Julianehø in Abbau. In dem dortigen Granit wurde das Frederik VII. Bergwerk angelegt, aus der insgesamt 15 t Quarzbrekzien mit Seleniden, Telluriden, Bornit, Chalkosin sowie sekundärem Malachit und Azurit gefördert wurden.

Auf beiden Seiten des Sermiligaarsuk sind Grönsteine verbreitet, die neben Pyrit auch etwas Chalkopyrit, Chalkosin und Arsenopyrit führen. Eine Einzelprobe enthielt 1,57 % Cu, 8,7 ppm Au und 8,7 ppm Ag. In Quarz-Karbonat-Grängen und -Linsen finden sich neben diesen Mineralen auch Telluride.

6.1.6 Molybdän

Das bekannte Malmbjerg-Molybdän-Vorkommen in Ostgrönland wurde im Jahr 1954 entdeckt und bis 1979 durch 147 Bohrungen mit insgesamt 22.877 m Bohrmeter sowie durch drei Stollen mit insgesamt 1.329 m Länge sehr detailliert erkundet. Weitere Untersuchungen folgten ab 2004. Nach den aktuellsten Berechnungen (QUADRA MINING LTD.) betragen die gemessenen

und angezeigten Erzvorräte bei einem cut-off grade von

0,12 % MoS_2 : 216,8 Mio. t Erz mit einem Gehalt von 0,198 % MoS_2

0,20 % MoS_2 : 97,9 Mio. t Erz mit einem Gehalt von 0,243 % MoS_2

0,24 % MoS_2 : 45,3 Mio. t Erz mit einem Gehalt von 0,271 % MoS_2

0,28 % MoS_2 : 13,3 Mio. t Erz mit einem Gehalt von 0,306 % MoS_2

Auch die Gehalte an W, Fe, Mn, Ti, Zr, Nb, Ag und Bi sind erhöht.

Die Malmbjerg-Granitintrusion besitzt ein mitteltertiäres Alter und ist Teil des Werner-Bjerge-Intrusivkomplexes. Der Magmatismus in diesem Komplex steht genetisch mit der Öffnung des Nordatlantiks in Verbindung. Die Malmbjerg-Intrusion setzt sich aus drei verschiedenen Gesteinseinheiten zusammen, einem perthitischen Granit, einem sehr heterogenen porphyritischen Aplit und zwei Arten porphyritischen Granits (s. Abb. 6-27).

Die Vererzung ist ebenfalls dreigliedrig:

1. Die Molybdänit-Mineralisation in Form einer umgekehrten Schüssel ist im Wesentlichen an den perthitischen Granit und seine Deckgesteine gebunden. Molybdänit ist zusammen mit Quarz, Biotit, Magnetit, Fluorit und Siderit Bestandteil in haarfeinen bis maximal 5 cm mächtigen Gängen.
2. Die Greisen-Mineralisation tritt als flach lagernde, bis zu 1 m mächtige Gänge auf, die über Hunderte von Metern verfolgbar sind. In der oberen Kontaktzone des porphyritischen Aplits sind die Greisengänge sehr häufig und machen lokal mehr als 10 Vol.-% aus. Neben Quarz bestehen die Greisengänge aus Topas, Wolframit, Fluorit, grobkörnigem Molybdänit sowie lokal aus Beryll, Kassiterit, Siderit, Pyrit, Zinkblende, Chalcopyrit, Wismut und Bismuthinit.
3. Die Nichteisenmetall-Mineralisation, die insgesamt nur wenig Bedeutung besitzt, ist an vertikale, bis 30 cm mächtige Kluftzonen größtenteils außerhalb des Molybdänit-Mineralisationsbereichs gebunden. Die beiden Erzvergesellschaftungen sind: Quarz-



Abb. 6-26: Blick auf die Malmbjerg-Granitintrusion zwischen dem Schuchert und dem Arcturus Gletscher, aus MINEX (2005).

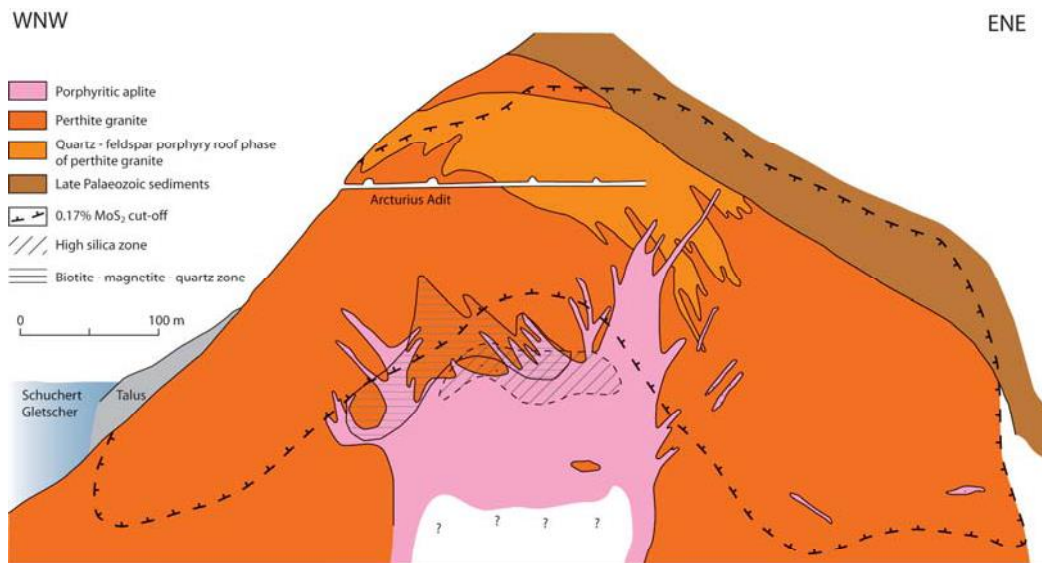


Abb. 6-27: Profilschnitt durch den Malmberg-Erzkörper, aus THOMASSEN (2005a).

Biotit-Zinkblende-Chalkopyrit-Bleiglanz-Pyrit-Siderit sowie Dolomit/Ankerit-Fluorit-Zinkblende-Pyrit.

Zudem treten im Malmberg-Erzkörper weitflächige und teils mächtige Alterationszonen auf, die durch Quarz und/oder

Biotit und/oder Magnetit und/oder Epidot geprägt sind. Gemeinsam ist den verschiedenen Alterationszonen eine starke Abnahme des ursprünglichen Molybdängehalts (HARPOTH et al. 1986).

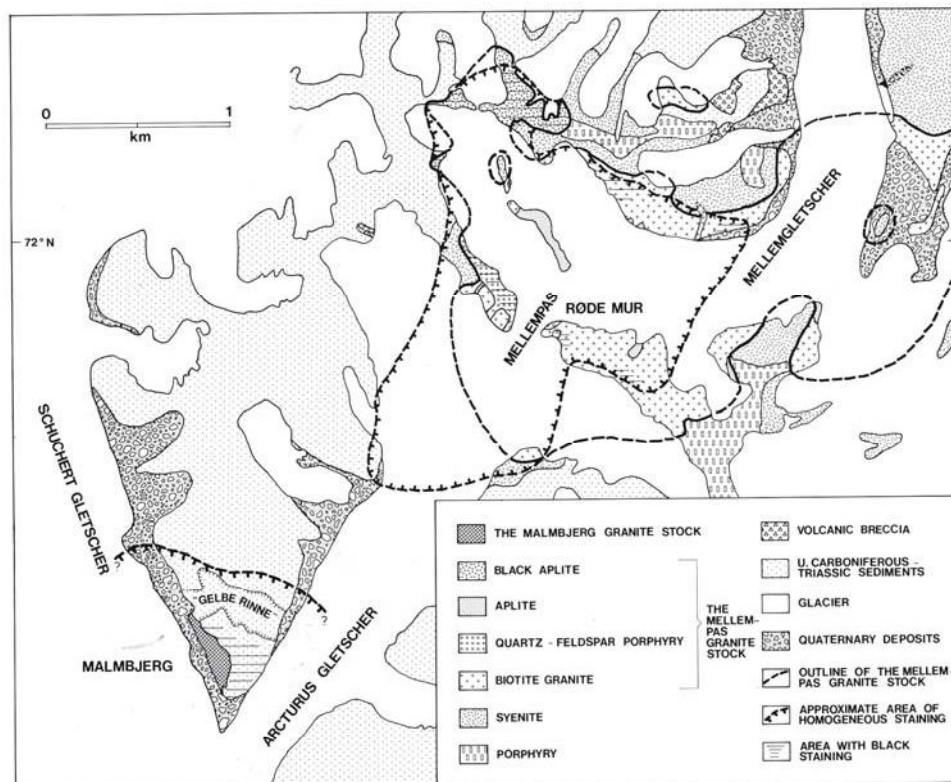


Abb. 6-28: Geologie und Verwitterungszonen im Mellempas-Vorkommen im Werner-Bjerge-Intrusivkomplex, aus HARPOTH et al. (1986).

Aufgrund der infrastrukturell sehr ungünstigen Lage zwischen dem Schuchert und dem Arcturus Gletscher (s. Abb. 6-26) ist das Malmbjerg-Vorkommen bisher nicht in Produktion gegangen (THOMASSEN 2005a). 5 km nördlich des Malmbjerg-Erzkörpers existiert ein weiteres Molybdän-Vorkommen (s. Abb. 6-28). Dieses Mellempas-Vorkommen ist ein auf rund 15 km² Fläche eingedrungener grobkörniger Biotitgranit, der mit einem durchschnittlichen Gehalt von 14 ppm Mo sehr niedriggradig mineralisiert ist. Molybdän tritt über die gesamte Intrusion körnig verteilt, in Hohlräumen und in begleitenden Pegmatiten auf (HARPOTH et al. 1986). Auch das Flammefjeld Molybdän-Silber-Vorkommen liegt in Ostgrönland und entspricht von Typ her vermutlich dem Malmbjerg Molybdänvorkommen. Eine detaillierte Erkundung steht bisher noch aus.

In Westgrönland sind bisher nur zwei kleinere Molybdänvorkommen entdeckt worden. Zum Einen findet sich auf der Ivisaartoq Halbinsel am Eingang des Godthåbsfjords eine an Scherzonen in Gesteinen verschiedener lithologischer Ausbildung gebundene Pyritmineralisation mit Molybdänit und Chalkopyrit als Nebenbestandteile. Das Gebiet der maximalen Mineralisation erstreckt sich über eine Fläche von

10–15 x 2.000 m. Analysen in Einzelproben ergaben Gehalte von 0,1–0,8 % MoS₂.

Zum Anderen findet sich Molybdänit in Form von bis 3 x 10 mm großen Miniknollen zusammen mit fein verteiltem Pyrrhotin, Chalkopyrit sowie untergeordnet Pyrit und Bleiglanz in Skarnen südlich Narsaq am Eingang des Ameralik Fjords im Nuukgebiet (NIELSEN 1976).

6.1.7 Wolfram und Beryllium

Wolfram und auch Beryllium sind häufige Bestandteile in den mineralisierten Zonen in Ost-, aber auch in Westgrönland.

Auf Milne Land in Zentralostgrönland ist Scheelit ein charakteristischer Bestandteil in einzelnen Skarnbereichen, die sich am Kontaktbereich von Granodioritgängen in Marmor bildeten. Die Skarnbildung fand bis 50 m in den Marmor hinein statt und ist über mehr als 2 km Erstreckung nachweisbar (vgl. Abb. 6-29). Ausgewählte Proben von Scheelit führenden Skarnen ergaben Gehalte bis 3 % W, 0,5 % Bi und 0,6 ppm Au. Der durchschnittliche W-Gehalt im südlichen Bereich der Skarne wird auf 500 ppm geschätzt (HARPOTH et al. 1986). Im südli-

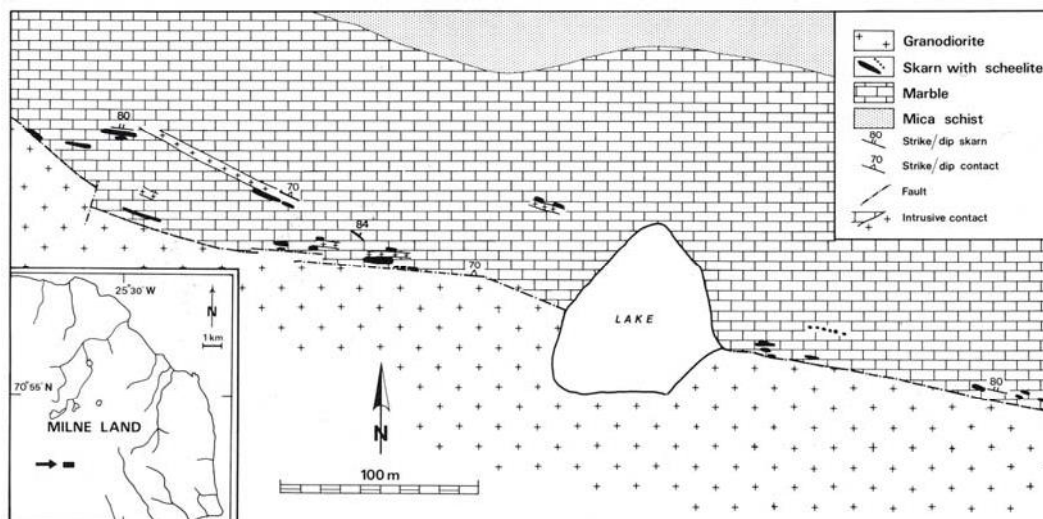


Abb. 6-29: Geologische Karte des mit Scheelit mineralisierten Gebiets auf Milne Land, aus HARPOTH et al. (1986).

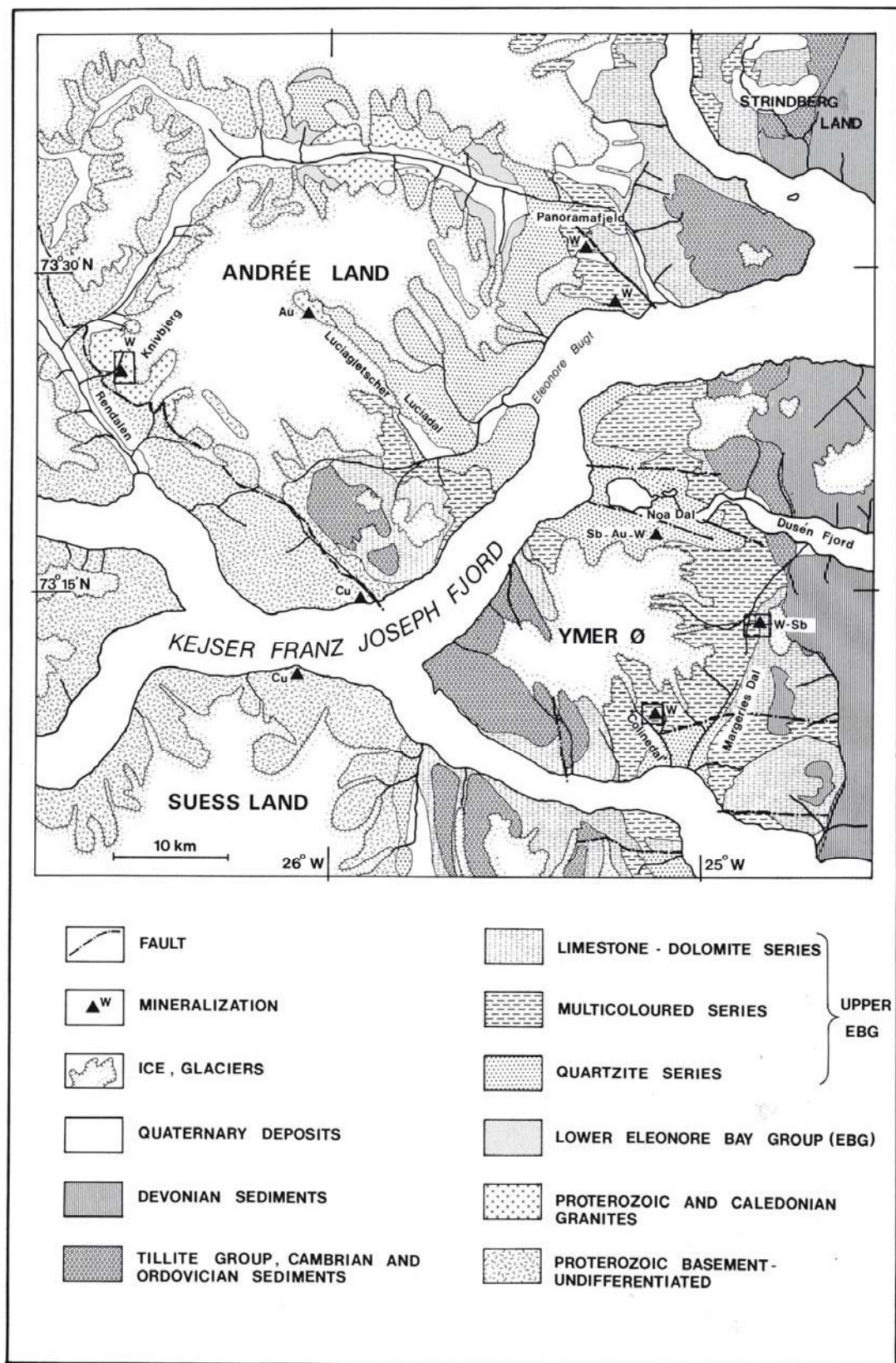


Abb. 6-30: Geologische Karte von Ymer Ø – Andrée Land mit Lage ausgewählter Mineralvorkommen, aus HARPOTH et al. (1986).

chen Margeries Dal auf Ymer sind Scheelitmineralisationen bekannt (s. Abb. 6-30), die im Zuge einer umfangreichen Explorationskampagne in den Jahren 1981 und 1983 n her untersucht wurden. Sie treten stratigraphisch im 9. Horizont der Vielfarbigen Serie der Eleonore Bay Group (EBG) auf und sind an zwei bis 3 m m chtige Brekzienzonen in schwarzen Kalksteinen gebunden. Die Brekzie besteht aus teilweise verkieselten Kalksteinen in einer Matrix aus feink migem Quarz, Dolomit, Calcit und Scheelit. In Kernbohrungen konnte partienweise ein W-Gehalt von 24 % festgestellt werden. Auch Antimon steigt in Einzelproben bis auf 140 ppm an. Die Vorr te wurden berschl gig auf 82.000 t Erz mit durchschnittlich 2,3 % W berechnet. Nuna Minerals A/S plant, das Projekt weiter zu entwickeln.

Unweit des beschriebenen Ausbisses der Brekzienzone im s dlichen Margeries Dal ist diese auch 500 m westlich in Colinendal aufgeschlossen und erreicht dort bis 15 m M chtigkeit und 2 m Breite. Die einzige bisher entnommene Probe enthielt rund 0,5 % W und ebenfalls erh hte Werte von Sb.

Auch im n rdlichen Margeries Dal wurde eine an St rungen gebundene Brekzienzone exploriert, die dort bis 4 m M chtigkeit erreicht. Der Scheelit tritt dort als feink mige Impr gnation oder als grobk mige Spaltenf llung auf. Kernbohrungen erbrachten abschnittsweise stark wechselnde W-Gehalte bis 11 %. An das gleiche St rungsgebiet sind auch Antimonit vererzte Quarz nge von 1 bis 50 cm M chtigkeit gebunden. Diese f hren Spuren von As (bis 100 ppm), Bi (bis 30 ppm), Hg (bis 3 ppm) und Au (bis 0,1 ppm). F r das n rdliche Margeries Dal wurden gesch tzte Vorr te von 42.000 t Erz mit 0,7 % W und 108.000 t Erz mit 3,5 % Sb berechnet (HARP TH et al. 1986). Auch dieses Projekt wurde von Nuna Minerals A/S bernommen.

Genetisch sehr hnliche Scheelitmineralisationen wie auf Ymer Ø finden sich s dlich des Panoramafjelds auf Andr e Land. Dort ist Scheelit in Form einzelner Kr ner und Aggregate ebenfalls an Kl fte und St rungszonen in schwarzen Kalksteinen gebunden und teils in bis 10 cm m chtigen Horizonten in dolomitisierten und verkie-selten Kalksteinen angereichert.

Vererzungen mit Scheelit wurden zwischen 1979 und 1981 auch bei Knivbjerg auf Andr e Land im Rendalen-Delta-Gebiet exploriert. Scheelit tritt dort einerseits fein verteilt in Schiefen und Marmorskarnen mit Gehalten von max. 0,3 % W, durchschnittlich jedoch nur 100 ppm W, sowie zus tzlich bis 70 ppm Be und 200 ppm Sn auf. H here Gehalte an Scheelit finden sich in bis 50 cm m chtigen Zoisitskarnen mit Gehalten von maximal 15 % W, durchschnittlich 1 % W, sowie max. 700 ppm Li, 400 ppm Sn, 200 ppm Cu, 70 ppm Be und 50 ppm Bi. Darauf, dass in diesem Gebiet noch andere Vererzungen existieren k nnten, deuten Waschprobenanalysen hin, in denen deutliche Anomalien von Sn, Au und Bi festgestellt wurden (HARP TH et al. 1986).

Im Kalkdal auf Liverpool Land erbrachte eine detaillierte Explorationskampagne auf Wolfram den Nachweis von Scheelit

in Aktinolith und Granat f hrenden Skarnen in Marmor im Kontaktbereich zu Granodioriten (vereinzelte Gehalte bis 1 % W)

westlich von Kalkdal bis nach Bodal in Skarnen entlang St rungen im Marmor (bis 2 % W, durchschnittlich 0,05 % W)

2 - 3 km n rdlich des Sees in Zentralkalkdal in bis 50 cm m chtigen Pegmatitg ngen und bis 10 cm m ch-

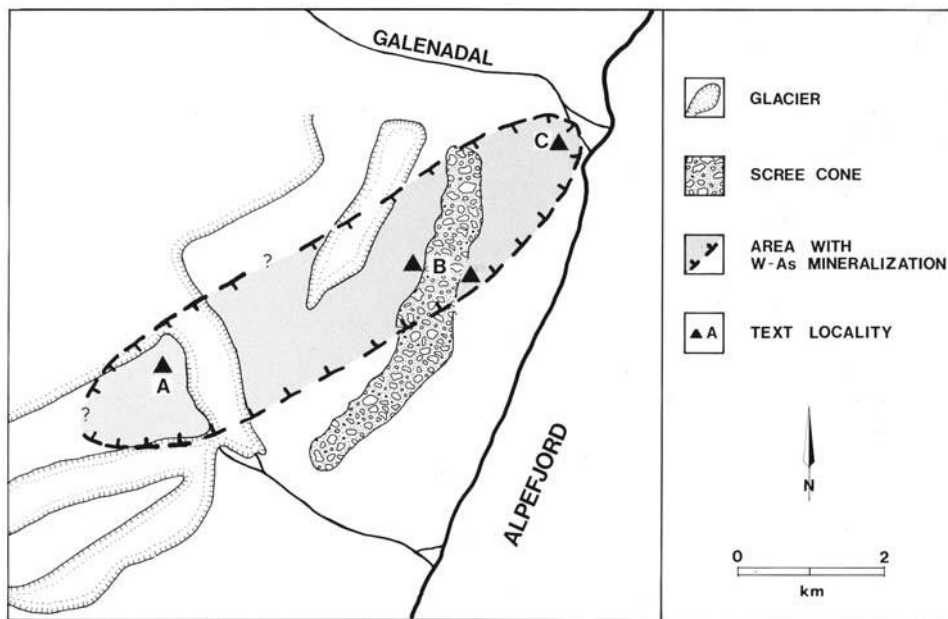


Abb. 6-31: Umgrenzung des Gebiets mit Scheelit-Arsenopyrit-Quarzgang-Mineralisation am Alpefjord, aus HARPÖTH et al. (1986).

tigen Quarzgängen. Erstere führen Einschlüsse von Scheelit, Powellit und Molybdänit, letztere von Pyrit, Scheelit, Bismuthinit und Molybdänit bei Maximalgehalten von 0,6 % Mo, 0,5 % W, 0,5 % Bi, 300 ppm Pb und 30 ppm Be. Die durchschnittlichen Gehalte liegen jedoch bei nur 100 ppm W und 10 ppm Mo.

In einem Areal von mehr als 6 km² um Kap Allen und südwestlich von Kap Wardlaw auf Scoresby Land finden sich zahlreiche mineralisierte Geschiebe aus Granit/Granodiorit mit mm-starken Kluftbezügen aus Quarz, Scheelit und Pyrit. Einzelne andere Geschiebe führen grobkörnigen Scheelit in Quarzgängen in Granit. Nur zwei Granitproben wurden analysiert, die Maximalgehalten von 0,35 % B, 0,2 % Ba, 0,15 % W, 0,15 % Pb, 300 ppm Cu, 100 ppm Bi, 60 ppm Sn, 50 ppm Mo und 3 ppm Ag ergaben (HARPÖTH et al. 1986). Das Scheelitvorkommen entstand beim Eindringen des Kap-Wardlaw-Granits in die Tonsteinabfolgen der Eleonore Bay Group vor rund 410 Ma im Oberen Silur. Erhöhte Werte von B-F-As-Mo-Sn-W-Bi-SEE und Cu-Pb-Zn-

Ag-Au-Ba konnten auch in Schwermineralproben und niedriggradig mineralisierten Festgesteinen dieser Region nachgewiesen werden.

Auf der Westseite des Alpefjords wurden Wolframmineralisationen auf ca. 15 km² Fläche in zwei Horizonten der schon mehrfach genannten Eleonore Bay Group identifiziert (s. Abb. 6-31):

Sehr vereinzelt in Form cm-großer Scheelitkristalle in mächtigen Quarzgängen, die die dortigen Quarzite durchschlagen haben

Südlich Galenadal in Quarzgangsschwärmen als Scheelit, teils zusammen mit den anderen Erzmineralen Arsenopyrit, Bleiglanz, Pyrrhotin, Chalkopyrit, Bismuthinit und Zinkblende. Als Ergebnis einer detaillierten Explorationskampagne konnten Durchschnittsgehalten von 0,2 % As, 0,07 % W, 100 ppm Pb, 1–3 ppm Ag und 1 ppm Au festgestellt werden. Einzelne, bis 2 cm mächtige Gänge bestehen vollständig aus Quarz, Schee-

lit und Apatit. Hier wurden Gehalte bis 4 % W nachgewiesen (HARP TH et al. 1986).

Bei Randem s an der S dk ste von Lyell Land sind Zweiglimmergranite und Pegmatite in ltere Quarzite und Schiefer eingedrungen, wodurch verschiedene Erz-anreicherungen entstanden. In Greisen findet sich fein verteilter Scheelit zusammen mit Kassiterit. An der Kontaktzone der Greisen zum Nachbargestein treten zudem dm-gro e Linsen aus massivem Arsenopyrit mit Turmalinaggregaten auf. Im Arsenopyrit betr gt der Au-Gehalt bis 2 ppm. Die Greisen weisen Gehalte bis 0,3 % W, 800 ppm Sn, 200 ppm Li und 50 ppm Be auf (HARP TH et al. 1986).

Anomalien von Wolfram zwei Kilometer n rdlich des Trekantgletschers in Nathorst Land konnten auf dortige Kalksilikattfelse und -linsen zur ckgef hrt werden. Bei einem Durchschnittsgehalt von 0,01 % W, lagen die Maximalgehalte von Einzelproben bei 0,8 % W, 300 ppm Be, 200 ppm Sn, 200 ppm Pb, 150 ppm Bi und 150 ppm Cu.

hnliche Skammineralisationen werden in den Herkunftsgebieten von Scheelit f hrenden Geschieben bei Skjoldungebn und Bersi rkerbn im n rdlichen Stauning Alper und an der S dk ste des Forsblad Fjords vermutet (HARP TH et al. 1986).

Ein kleineres Scheelitvorkommen wurde 1980 auf der SW- und der SE-Seite eines Nunatakkers acht Kilometer nordwestlich von Spejderhatten im Gemmedal exploriert. Die Mineralisation ist an Kalksilikattfels/Marmor-Linsen gebunden, wobei der Scheelit in Granat und in Quarz auftritt. Als Maximalgehalte wurden 3,4 % W, 0,5 % Ti, 400 ppm Sn und 200 ppm Bi analysiert. Aufgrund der unregelm igen Verteilung des Scheelits und auch der Kalksilikattfelslinsen wurde das Vorkommen nicht weiter untersucht.

Auch in Westgr nland sind Wolfram-Vererzungen nicht selten und zwar ebenfalls ausschlie lich in Form von Scheelit. Dieser findet sich in einem 300x 120 km gro en Gebiet um die Hauptstadt Nuuk im Wesentlichen:

fein verteilt in geb nderten, Turmalinreichen Amphiboliten

schichtgebunden in bis 1 m breiten und ber mehrere Hundert Meter L nge verfolgbaren Horizonten innerhalb der geb nderten Amphibolite. Der bedeutendste Scheelit f hrende Amphibolit zieht sich dabei ber mehrere Zehner Kilometer von Malenefjeld (nahe Nuuk) ber Sermitsiaq nach Bj rne und enth lt mehrere parallele Scheelit-Horizonte. Mit den Amphiboliten wechseln Kalksilikattfelse ab, die nur wenig Scheelit, dann h ufig in Form von Porphyroblasten, daf r aber zum Teil reichlich Molybd nit enthalten.

massiv angereichert in sehr kleinen und kurzen G ngen

als cm-gro e Porphyroblasten in einer 50 cm breiten Glimmerlage bei Malenefjeld im Kontakt zwischen den Malene Amphiboliten und den N k Gneisen.

Die Metallgehalte in den 53 untersuchten Gesteinsproben erreichen bis 2 % W, 922 ppm Zn, 105 ppm Ga, 344 ppm Pb und 455 ppm Cu. Weitere lagerst ttegeologische Grunddaten liegen nicht vor (APPEL 1986).

Neben sehr gro en Potenzialen an U, Zr, SE, Villiaumit (NaF) und Li besitzt die Il-maussaq-Intrusion in S dgr nland in Teilbereichen auch hohe Anreicherungen an Beryllium. Bis zu zehn verschiedene Be-Mineralen treten in hydrothermalen G ngen

auf, die besonders am Taseq Hang rund acht Kilometer nordöstlich der Ortschaft Narssaq konzentriert sind. Das vorherrschende Be-Mineral ist Chalkovit (11–13 % BeO), das neben Analcim, Sodalith, Ussingit und Natrolith in Gängen vorkommt, die bis 2 m Mächtigkeit erreichen und eine 500 m lange Gangzone bilden. Aufgrund von Beryllometermessungen wurde in den am stärksten mineralisierten Gebiet ein Gehalt von 0,1 % BeO bestimmt und dadurch Vorräte von 180.000 t Erz mit diesem Gehalt abgeleitet (= 180 t Be-Inhalt) (NIELSEN 1976).

Beryllkristalle mit mehreren cm Länge wurden aus Pegmatiten zwischen dem Nunarsuit Granit bis Kobberrminebugt, zwischen Julianehöb und Nanortalik und im Nuuk-Distrikt bei Eqaunguit beschrieben (NIELSEN 1976).

6.1.8 Zinn

Am Parkinson Bjerg im Blokadedal auf Hudson Land in Zentralostgrönland hat die Intrusion eines Granits zu weitflächigen hydrothermalen Alterationen geführt. Bis zu dm-dicke Quarz-Fluorit-Gänge sind weit verbreitet. Als weiteres lagerstättengeologisch relevantes Produkt der Alteration kann der Parkinson-Bjerg-Granit als Zinngranit angesprochen werden, dessen Schutthalten reichlich frischen schwarzen Kassiterit beinhalten. Die Endmoränen des Blokadedalgletschers führen Granitgeschiebe mit bis zu dm-mächtigen Sn-W-führenden Turmalin-Quarz-Greisengängen. Proben dieser Greisengänge enthalten durchschnittlich 0,3 % Sn und 0,2 % W. Vereinzelt wurden sogar Werte bis 1,3 % Sn und 1,5 % Be gemessen. Weiterhin treten in diesem Gebiet starke geochemische Anomalien von Mo, Bi, Nb, Ta und SE auf, deren Quellen aber noch nicht gefunden wurden (HARPTH et al. 1986).

Bei Berserkerbreen im North-Stauning-Alper-Gebiet konnten mehr als 20, teils über mehrere Kilometer aushaltende, jedoch durchschnittlich nur 15 cm mächtige Quarzgänge auskartiert werden, die neben Alkalifeldspat auch Kassiterit und Chalkosin/Bornit als Nebenbestandteile führen. Der durchschnittliche Sn-Gehalt liegt bei 0,2 %, an den Greisenrändern angereichert bis 0,6 % (HARPTH et al. 1986).

6.1.9 Wismut

Wismut tritt häufig in den ostgrönlandischen Vererzungen auf. Ein vermutlich begrenztes, jedoch höhergradiges Vorkommen wird im Kap Broer Ruys Gebiet vermutet, wo Geschiebe aus Turmalin führende Brekzien von mehreren Einzellokationen bekannt sind. Sie bestehen aus Hornfelsfragmenten, zementiert mit kavernsem Quarz und etwas Turmalin. Der Zement enthält zum Teil auch Pyrit, Fluorit und in einem Fall 5–10 % Bismuthinit. Dieses Mineral tritt in Form bis zu 3 mm großer Einzelkörner mit Rändern aus Fluorit auf. Die Brekzien sind zudem angereichert an Sb (bis 0,15 %), Ag (bis 20 ppm) und Au (bis 0,6 ppm) (HARPTH et al. 1986).

KOLB et al. (2009) wiesen Gehalte bis 924 ppm Bi auch in Gesteinen auf der kleinen westgrönlandischen Insel Simiutat, rund 10,5 km südlich der Insel Qilanngaarsuit gelegen, nach.

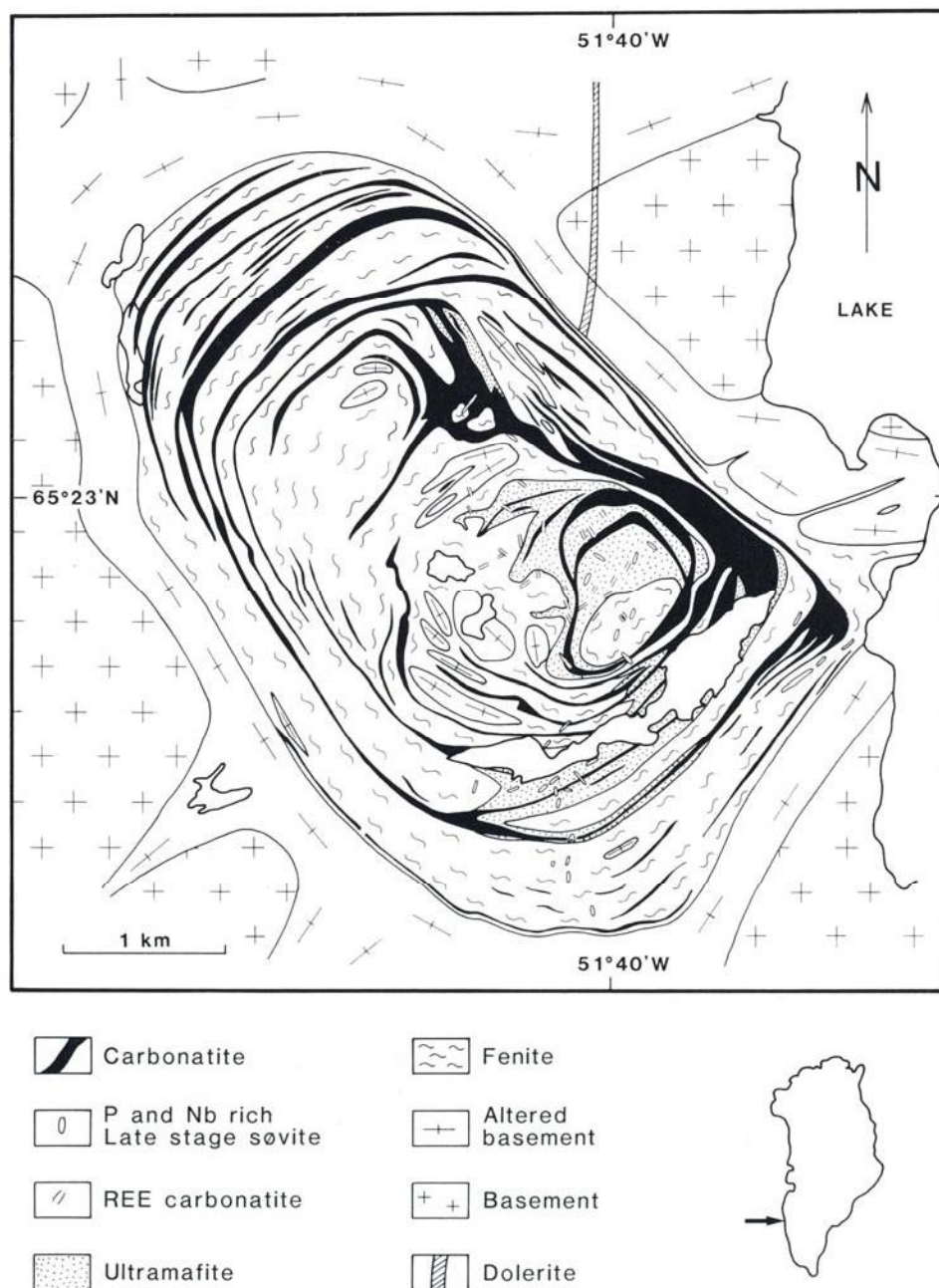


Abb. 6-32: Übersichtskarte des Qaqarssuk-Karbonatitkomplexes, aus KNUDSEN (1991).

6.1.10 Niob und Tantal

Das bisher größte Vorkommen an Tantal, das in Grönland gefunden wurde, ist das Anfang der 1980er Jahre entdeckte Motzfeldt Vorkommen in Südgroönland. Es handelt sich um einen mineralisierten Syenit mit einem Alter von ca. 1,31 Ga. Das rund 350 km² große Syenitvorkommen liegt nur 15 min per Hubschrauber vom internationalen

Flughafen Narsarsuaq entfernt und dennoch in hochalpinem, stark vergletschertem Gelände. Die geschätzten Vorräte betragen lokal ca. 50 Mio. t Pyrochlorez mit Gehalten von 0,03–0,10 % (max. 0,73 %) Ta₂O₅ bzw. ca. 130 Mio. t Pyrochlorez mit Gehalten von 0,4–1,0 % (max. 12,5 %) Nb₂O₅.

In der Ilmaussaq-Intrusion in Südgroönland treten in Analcimgängen die Nb-Mineralien

Pyrochlor und Epistolith auf. Die hydrothermal entstandenen Gänge wiederum stehen mit der Ablagerung der dortigen Lujavrite in Verbindung (s. Uran). Der Pyrochlor aus den Analcimgängen führt zudem zwischen 3 und 13 % Seltene Erdoxide (SEO). Die Gänge enthalten zusammen rund 1.000 t Niob. Für alle Gesteine mit Gehalten $>0,1\%$ Nb_2O_5 werden die Gesamtvorrate auf 5.000 t Nb geschätzt. In den Kakarokit-Lagen im Süden der Intrusion, im Kringleme-Vorkommen, führt zudem das Zirkonmineral Eudialyt Niob (s. Schwerminerale und Zirkon) (NIELSEN 1976).

Zwei an Nb und SE angereicherte Karbonatite sind aus Westgrönland bekannt und zwar der Sarfartoq-Karbonatit (600 Ma) und der Qaqarssuk-Karbonatitkomplex (173 Ma) (NOKLEBERG et al. 2005).

Die Mineralisation bei Sarfartoq besteht aus Einschlüssen von Pyrochlor in granitischen Ringdykes, die den Sarfartoq-Karbonatit umschließen. Die angezeigten Vorräte sind gering und betragen je nach cut-off gerade 60.000 t Pyrochlorerz mit einem Gehalt von 4% Nb_2O_5 bzw. 35.000 t Erz mit einem Gehalt von $7,9\%$ Nb_2O_5 bzw. 25.000 t Erz mit einem Gehalt von 10% Nb_2O_5 . Der Pyrochlor ist zum Teil stark radioaktiv (s. Uran). Derzeit wird der Sarfartoq-Karbonatit durch HUDSON RESOURCES INC. auf seinen SEO-Inhalt hin untersucht.

Der Qaqarssuk-Komplex liegt im Sukkertoppen Distrikt südlich des Südnordre Isortoq Fjords. Er bildet eine konzentrische, steil einfallende Ringdyke-Struktur von 3×5 km Fläche inmitten fenitisierten präkambrischer Gneise (s. Abb. 6-32). Die Karbonatite bilden wenige cm bis >10 m, im Mittel $0,5 - 0,8$ m mächtige, steil einfallende Adern und Gänge. Calcit und Dolomit sind die Hauptminerale und Phlogopit, Magnetit und Apatit die häufigsten Nebenminerale in den Karbonatiten. Zudem sind

die Karbonatite an Ba ($0,05 - 6,7\%$ BaO), Sr ($0,2 - 4,7\%$ SrO), P ($0,7 - 45,0\%$ P_2O_5), Nb (200 ppm $- 5,0\%$), Th ($700 - 3.200$ ppm), U ($500 - 1.600$ ppm) sowie auch SEO ($0,1 - 6,0\%$ CeO_2 , $0,02 - 6,0\%$ La_2O_3 , $0,15 - 1,5\%$ Nd_2O_3 , $50 - 1.000$ ppm Y_2O_3 , $10 - 70$ ppm Gd_2O_3 , $30 - 400$ ppm Eu_2O_3) angereichert (NIELSEN 1973, 1976). Im Zuge der Exploration des Qaqarssuk-Komplexes auf Nb konnten zwei Erzkörper ausgehalten werden. Der erste, ein Apatit-Magnetit-Pyrochlor-reicher Svit-Dyke enthält 0,8 Mio. t Erz mit Gehalten von $0,8\%$ Nb_2O_5 und $8,6\%$ P_2O_5 . Der zweite, ein Pyrochlorführender Glimmerit (Phlogopit-Apatit-Calcitgestein) enthält bis in 200 m Teufe 2,3 Mio. t Erz mit einem Gehalt von $0,5\%$ Nb_2O_5 (KNUDSEN 1991).

In Ostgrönland sind mit Niob mineralisierte Gesteine in Form von Geschieben im Werner-Bjerger-Intrusivkomplex sowie am Langgletscher, Bredgletscher und im Forchammer Dal auf Traill gefunden worden. Letztere bestehen aus Alkaligraniten, Alkalisyeniten und Quarziten mit bis zu $0,3\%$ Nb.

Das bisher einzige bekannte in situ-Vorkommen mit Niobmineralisation in Ostgrönland liegt auf der Südostseite des Bjørnø. Wenige Hundert Meter von einer Alkalisyenitintrusion entfernt, sind die dort anstehenden Sedimentgesteine über eine Erstreckung von 400 m von mineralisierten Quarzgängen durchzogen. Der größte Gang ist 30 m lang und 15 cm breit. In den Gängen dominiert grobkörniger Quarz sowie untergeordnet Oligoklas, Chlorit, Biotit, Karbonate, Zirkon und Leukoxen. Als Nb- und SE-Minerale wurden nachgewiesen: Columbit, Euxenit, Samarskit, Fergusonit, Monazit und Bastnaesit. Ausgewählte Einzelproben enthalten bis $3,2\%$ Nb, 3% SEE, $0,15\%$ Be, $0,35\%$ Zn, $0,3\%$ Ba und $0,3\%$ Y. Der durchschnittliche Nb-Gehalt

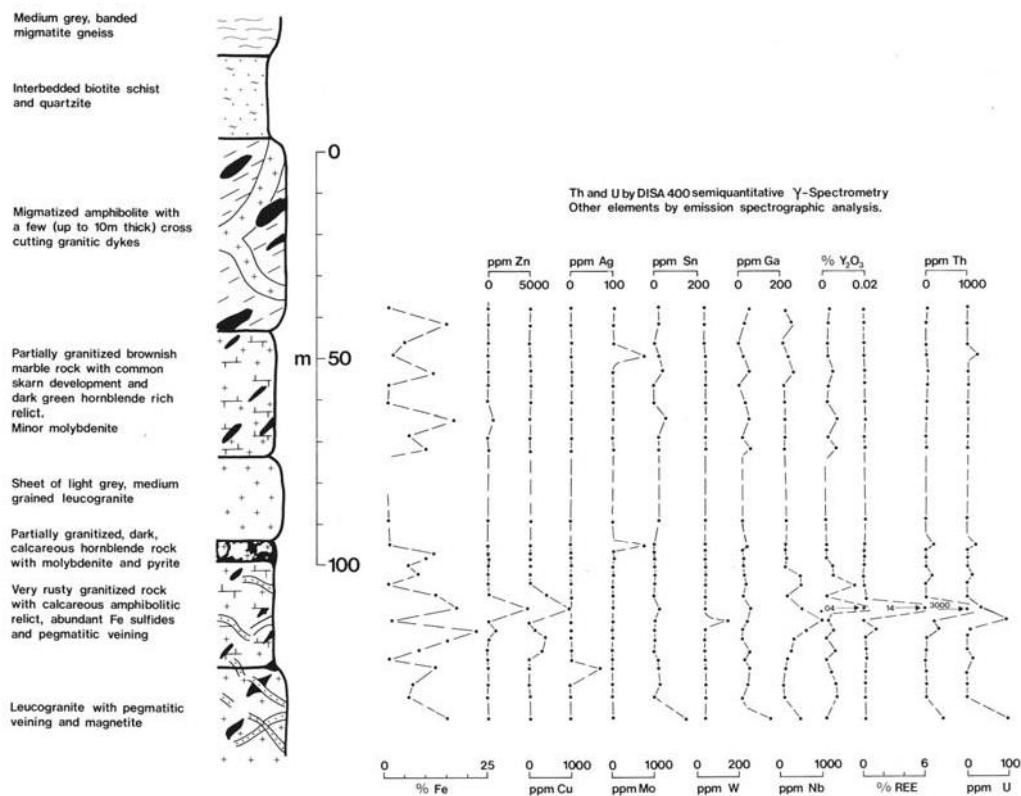


Abb. 6-33: Geologisches und geochemisches Profil durch die Skarnmineralisation im Dickson Fjord. Jeder Punkt stellt eine Gesteinsprobe dar, aus HARPØTH et al. (1986).

der Quarzgehalt beträgt 0,2 % (HARPØTH et al. 1986).

6.1.11 Seltene Erden

Eine der weltweit größten Einzellagerstätte an Seltenen Erden (SE) stellt das Kvanefjeld-Vorkommen dar, das zusammen mit den Agpat-Vorkommen und dem Kringlelne-Vorkommen Teil des Ilmausaq-Alkalikomplexes ist, der vor 1,143 Ga in Südgroenland intrudierte. Heute sind die an Nb, Ta, Zr, SE, U und anderen Elementen angereicherten Gesteine dieses Alkalikomplexes auf einer ellipsoidalen Fläche von 8 x 17 km Größe aufgeschlossen. Trägerminerale der SEO im Norden des Komplexes sind vor allem Steenstrupin, Monazit sowie untergeordnet Pyrochlore, im Süden des Komplexes Eudialyt. Einzelheiten zum Kvanefjeld-Vorkommen, seiner SE-Führung und seinen SE-Vorräten sind dem Teilkapitel Uran zu entnehmen.

Während einer Reconnaissance-Kampagne im Frühjahr 1976 wurde auch auf der Nordseite des Dickson Fjords südwestlich von Rode Støvhorn eine Skarnmineralisation mit interessanter SE-Mineralisation entdeckt (s. Abb. 6-33). Durch Eindringen eines 10–30 m mächtigen leukokratischen Granitganges in ein bis 100 m mächtiges Marmorbett wurde dieses in bis 10 m Mächtigkeit polymineralisiert. Auf 500 m Erstreckung konnte eine unregelmäßige Mineralisation aus Magnetit, Pyrrhotin, Pyrit, Chalkopyrit, Zinkblende, Molybdenit und Allanit nachgewiesen werden. Bei einem Durchschnittskupfergehalt von 0,1 % betragen die Maximalwerte anderer Elemente: 25 % Fe, 12 % SE, 0,85 % Mn, 0,5 % Zn, 0,4 % Th, 0,1 % Cr, 0,1 % Nb, 800 ppm Mo, 500 ppm V, 300 ppm Pb, 200 ppm W, 200 ppm Ni, 200 ppm Co, 160 ppm U, 100 ppm Be, 70 ppm Ag und 50 ppm Sn. Eine ähnliche Mineralisation tritt bei Skindalsdal auf (HARPØTH et al. 1986).

Auf der 6th International Rare Earths Conference 2010 in Hongkong wurde ein weiteres grönländisches SE-Vorkommen vorgestellt. Hierbei handelt es sich um das Vorkommen Karrat im zentralen Westgrönland, das aus den beiden durch den Karrat Isfjord getrennten Teilvorkommen Niaqornakavsak (NIAQ) und Umiamako Nuna (UMIA) besteht. Die SE im genauer untersuchten Teilvorkommen NIAQ sind an paläoproterozoische, gebänderte Kalksteine gebunden, die über 1,5 km streichender Länge bei 10,3–26,5 m Mächtigkeit nachweisbar sind und mit 32° einfallen. Die vermuteten Vorräte betragen 26 Mio. t Erz mit Gehalten von 0,8–1,5 % SEO. Hierbei dominieren die leichten SEO das SEO-Spektrum.

6.1.12 Chrom

Im Jahr 1964 wurden Lagen von Chromit in einem gefalteten Anorthositkomplex bei Fiskerisøset in Westgrönland entdeckt (Abb. 6-34). Der vererzte Bereich erstreckt sich über mehr als 3.000 km² Fläche. Die Chromitführenden Lagen sind als Wechsellagerung unterschiedlicher Stufen von Chromitit und Anorthosit sowie als Augen von Calciumplagioklas in einer Matrix von Chromitit ausgebildet (s. Abb. 6-34). Die einzelnen Lagen sind durchschnittlich 0,5 bis 3 m mächtig, erreichen aber auch 20 m Mächtigkeit. Nebenbestandteil des Chromi-



Abb. 6-34: Wechsellagerung von Chromitit und Anorthosit im Fiskerisøset-Anorthositkomplex, aus SECHER et al. (2007)

tits sind Rutil, Ilmenit, Magnetit und selten verschiedene Sulfide. Zudem wurden Anomalien von Cu, Ni und PGM in den Begleitgesteinen (meta-ultramafische Gesteine) entdeckt. Die durchschnittlichen Gehalte der Chromitkonzentrate betragen 32,1 % Cr₂O₃, 36,4 % FeO (Fe gesamt) und 0,36 % V₂O₅ bei einem Cr/Fe-Verhältnis von 0,78. Die Al₂O₃-Gehalte betragen meist über 20 %. Die Vorräte in einem eng begrenzten Gebiet, auf das sich bisher die Exploration beschränkte, betragen für den mit 20–40° einfallenden Hauptchromitithorizont bis zu einer Teufe von 50 m rund 2,5 Mio. t Erz mit einem Inhalt von 350.000 t Cr₂O₃ und 3.000 t V₂O₅ (GHISLER & WINDLEY 1967). Die Gesamtverräte an Chromitit Erz bei Fiskerisøset werden auf >100 Mio. t geschätzt. Es handelt sich damit um eines der größten Chromitvorkommen in der nördlichen Hemisphäre, das aufgrund seiner Niedriggradigkeit und der diskontinuierlichen Erstreckung der Flöze jedoch bis heute keine ernsthaften Investoren gefunden hat. Am ehesten soll das Chromerz von Fiskerisøset zur Herstellung von Chromchemikalien nutzbar sein (GHISLER 1976). Die hohen Aluminiumgehalte eröffnen evtl. auch Möglichkeiten für Anwendungen als Feuerfestmaterial. Für Informationen zum Gehalt an Platingruppenmetallen im Fiskerisøset-Anorthositkomplex s. Kapitel 6.1.2.

Im nördlichen Teil des Dunitmassivs von Sequinnersuuaq (Itipilua), unweit des Tasiussarssuaq Fjords, einem nördlichen Arm des Fiskefjords, existiert ein Areal, in dem der Dunit mit Chromititlagen von 0,5 bis 30 cm Mächtigkeit wechsellagert. Der durchschnittliche Cr₂O₃-Gehalt in diesen gebänderten Gesteinen liegt bei ca. 5 % der durchschnittliche Cr₂O₃-Gehalt im reinen Chromitit beträgt 44,3 % bei einem Cr/Fe-Verhältnis von rund 1,2 (NIELSEN 1973, 1976).

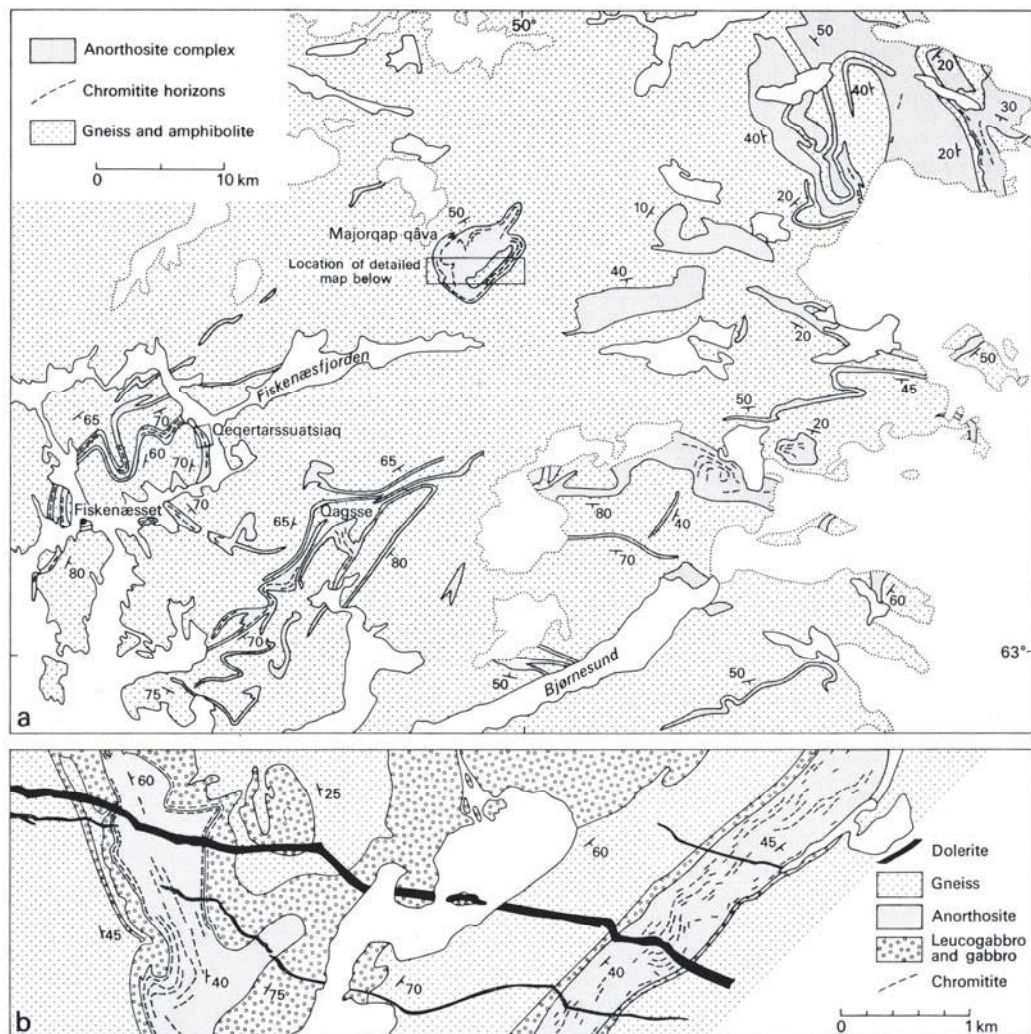


Abb. 6-35: a: Karte der wichtigsten Aufschlüsse im Fiskerøsset-Anorthositkomplex (hellgrau) und der größten Vorkommen von Chromitit (gestrichelte Linien). Das Gebiet, für das die Vorräte an Chromitit berechnet wurden, liegt bei Qeqertarsuatsiaq. b: Detailkarte der Verbreitung von Chromitit innerhalb von Anorthosit bei Majorqap qáva, aus NIELSEN (1976).

Mineralisationen von Chromit und Magnetit wurden auch auf Hinks Land an der SE-Seite des Daugaard-Jensen-Gletschers in Ostgrönland nachgewiesen. Es handelt sich um bis 80 cm große Knollen und dünne Lagen von Chromit in bis 0,5 km² großen Stücken, die 10–15 % Cr, 15–20 % Fe, bis 0,35 % Zn, max. 0,2 % Ni und bis 700 ppm Co enthalten. Weitere ultramafische Stücke wurden auch zwischen Hinks Land und Gøsseland kartiert (HARPTH et al. 1986).

6.1.13 Nickel

Unter der Davis Straße zieht sich von Kanada her ein Nickel führender Gesteinsgraben in das Gebiet von Nassuttooq (Nagssugtoqidian-Graben) auf Grönland und dann unter dem Inlandeis weiter an die Ostküste, wo er sich im Ammassalik-Faltengraben fortsetzt. Im Raum Nassuttooq ist das Giesecke-Vorkommen bekannt, das durch zahlreiche durch Nickel führende Gesteine hervorgerufene geophysikalische und geochemische Anomalien bekannt ist.

In der nördlichen Hälfte des Ammassalik-Faltengürtels befindet sich ein syntektonischer noritischer Komplex, der an der Südküste von Ammassalik Island eine Linse (90–100 m lang und 1–8 m breit) aus massiven Sulfiden enthält. Analysen dieser Linse lieferten Gehalte von 0,98–1,45 % Ni, 0,33–0,5 % Cu, 553 ppm Co, 155 ppb Au und 251 ppb Pt/Pd. Auch in den komatiitischen Muttergesteinen konnten zwischen-

zeitlich Gehalte bis 1,5 % Ni festgestellt werden (SECHER et al. 2007).

Im Sukkertoppen-Distrikt in Westgrönland, im Gebiet zwischen Søndre Isortoq und Fiskefjord, sind noritische Gesteine auf einer Fläche von 15 x 75 km weit verbreitet (s. Abb. 6-36). In den einzelnen noritischen Körpern, die wenige m² bis 2 x 4 km Fläche besitzen, treten zum Teil fröhmag-



Abb. 6-36: Verbreitung von Gesteinen mit erhöhten Ni-Gehalten, aus SECHER (2004b).

matische Sulfidmineralisationen mit wirtschaftlich interessanter Mineralparagenese auf. Die Mineralisation ist in allen Körpern von ihrer Zusammensetzung und Ausbildung sehr ähnlich und umfasst als Minerale Pyrrhotin, Pentlandit, Chalkopyrit und Pyrit mit Magnetit und Ilmenit als häufigste Nebenbestandteile. Bravoit oder Violarit sind die häufigsten Sekundärminerale. Als oberflächennahe Verwitterungsminerale wurden zudem Covellin, Chalkosin, Cuprit, gediegen Kupfer, Azurit und Malachit beobachtet. Im massiven Sulfiderz beträgt der Ni-Gehalt in den Sulfiden 9 %, das Verhältnis Cu:Ni:Co = 40:100:3,3 bzw. Ni:(Pt + Pd) = 43.000 : 56.000:1 (NIELSEN 1976).

Im Gebiet von Nanortalik in Südgrönland sind während der ketilidischen Gebirgsbildung ultramafische Gesteine in das granitische und Gneisgebirge eingedrungen. Diese ultramafischen Gesteine sind zum Teil mineralisiert und führen Fe-, Cu- und Ni-Sulfide sowie PGM, Au, Ag und Cr. Die wichtigsten Fundorte sind Amitsoq, Sarqaa, Eggers am Kap Farvel sowie die Sdküste von Søndre Sermilik nördlich von Nanortalik. Der ultramafische Körper auf Amitsoq (s. Abb. 6-36) ist über 1,5 km Länge und 100 m Breite verfolgbar. In den Gebieten der stärksten Mineralisation führen die Gesteine ca. 5 % Sulfide, wobei Chalkopyrit und Pentlandit in Verwachsungen mit Pyrrhotin und Magnetit dominieren (NIELSEN 1976).

Der Stendalen Gabbro in Südostgrönland (Abb. 6-36) besteht aus einer Gabbro-Leukogabbro-Diorit-Abfolge, die lokal im unteren Teil gebändert ist. Der schichtförmige Gabbrokörper erstreckt sich über mindestens 8 km Länge und ist mehrere Hundert Meter mächtig. Der untere Bereich der gabbroiden Abfolge führt Horizonte mit wechselnden Anteilen fein verteilter Sulfide (Pyrrhotin, untergeordnet Pyrit, Chalkopyrit und Cobaltit). Die Metallgehalte reichen bis 0,8 % Cu, 0,5 % Ni und 0,1 % Co. Die

Edelmetallgehalte sind dagegen sehr niedrig und erreichen bis 169 ppb Au, 40 ppb Pt und 19 ppb Pd. Der obere homogene Bereich des Gabbros ist vom unteren Bereich durch eine durchhaltende und bis 20 m mächtige, stark vererzte Zone getrennt. In dieser Zone, die Lagen von Magnetit und Pyrrhotin unterschiedlicher Anreicherung führt, ist auch ein ca. 5 m mächtiger, halbmassiver Horizont aus Ilmenit (20 %), Magnetit (10 %), Pyrrhotin (5 %) und Chalkopyrit (1 %) eingeschaltet. In Magnetit reichen Proben erreicht der V-Gehalt 0,2 % (STENDAL & SCHNOWNANDT 2000).

In West Kalkdal auf Liverpool Land finden sich in quarzreichen Gneisen im Kontakt zu Marmor weit verbreitet Einsprenglinge und Anreicherungen von Pyrrhotin und Pyrit. Dort ist auch eine große Linse mit bis zu 50 cm Mächtigkeit und 30–40 m Länge aus Pyrrhotin mit geringen Anteilen von Chalkopyrit und Pentlandit nachgewiesen worden. Analysen ergaben Werte von 0,3–0,7 % Ni, bis 1,5 % Cu sowie 0,1 % Co (HARPTH et al. 1986).

Bei Illukunnguaq auf der Nordseite der Diskoinsel (Abb. 6-36) wurde 1931 ein 28 t schwerer Block aus nickelhaltigem Pyrrhotin ausgegraben. Der Ni-Gehalt des Erzes variierte zwischen 1,91–4,72 % und der Cu-Gehalt zwischen 0,80–2,35 %. Die Genese dieses Blocks steht vermutlich in Zusammenhang mit den Vorkommen von gediegenem Eisen auf der Diskoinsel (s. Kapitel 6.1.3). Auch die an Sulfiden angereicherten Basalte auf der Diskoinsel enthalten bis 1 % Ni und zudem bis 0,5 ppm PGM (SECHER et al. 2007).

6.1.14 Uran

Der Ilmaussaq-Alkalikomplex (Abb. 6-37) stellt nicht nur das bekannteste und wirtschaftlich bedeutendste Mineralvorkom-

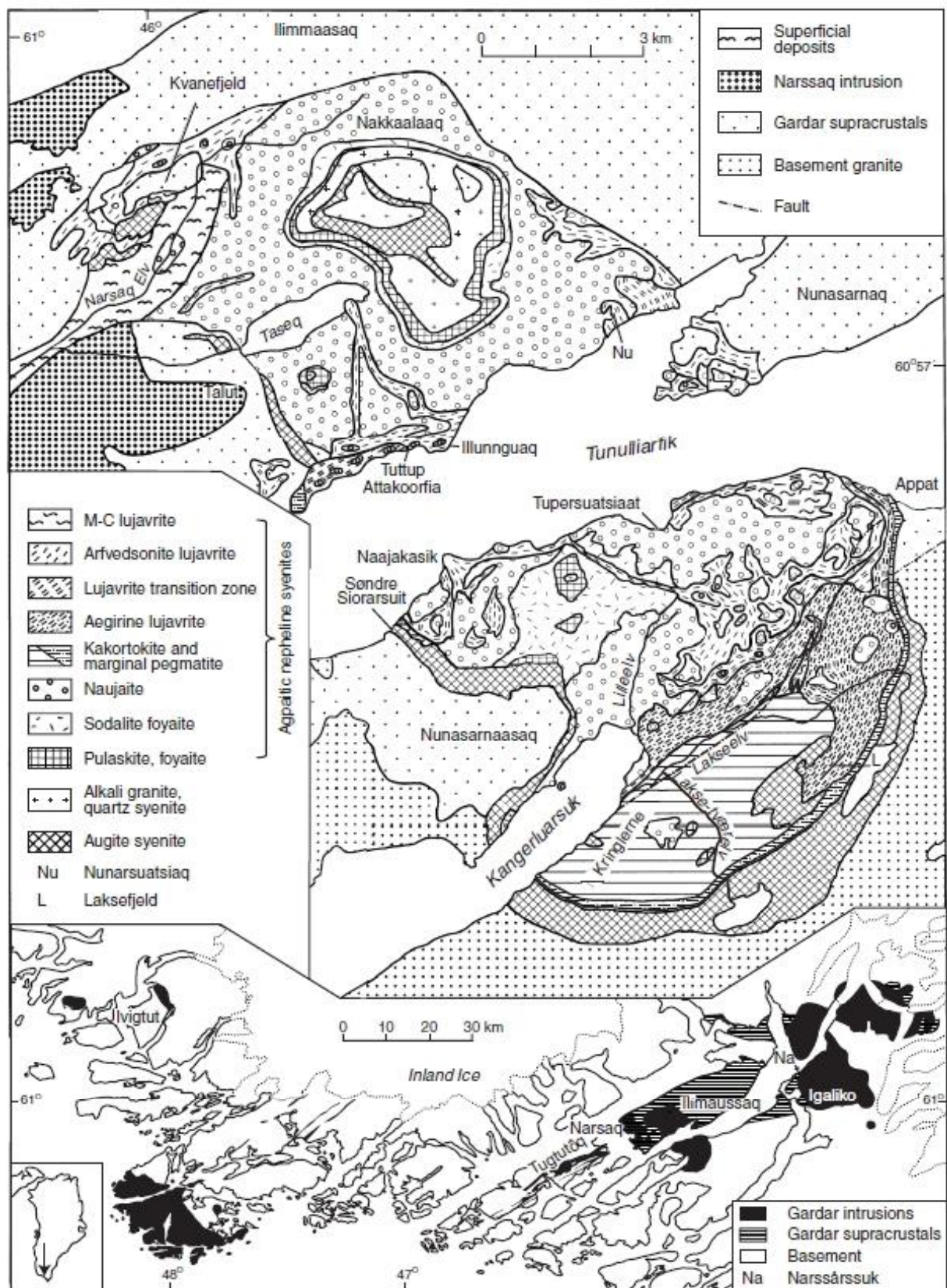


Abb. 6-37: Lage (kleine Karte unten) sowie geologische Übersichtskarte des Ilímaussaq-Alkalikomplexes in Südgrönland. Das Kvanefjeld Plateau liegt im äußersten Nordwesten, aus SØRENSEN (2001).

men Grönlands (U, Th, Be, Li, Zr, Nb, SE) sondern auch eines der größten Mineralvorkommen der Erde dar. Die zur Gardar-Provinz zählende Ilmaussaq-Intrusion erstreckt sich in Südgrönland heute an der Oberfläche über eine Fläche von 17 x 8 km, besitzt rund 1.700 m Mächtigkeit und ist vor 1,186 Ga bis in eine Tiefe von 3–4 km unter damaligem Gelande eingedrungen. Der Komplex besteht aus einer älteren Serie aus Alkalisyeniten und -graniten sowie einer jüngeren Serie aus SiO_2 untertägigen Nephelinsyeniten. Die höchsten Konzentrationen an U, Th und auch SE finden sich in den jüngsten Derivaten der jüngeren Gesteinsserie, die als Lujavrite auch in die hangenden Vulkanite intrudiert sind. An den Orten, wo hydrothermale Gänge die Lujavrite durchstoßen haben, sind die Mineralkonzentrationen besonders hoch. Als radioaktive Minerale treten Steenstrupin sowie untergeordnet Monazit, diverse Pigmente und Thorit auf. Im Steenstrupin liegen die Gehalte bei

1.000–1.500 ppm U und 2.000 ppm Th (sowie 15–30 % SEO) (NIELSEN 1976).

Die Lujavrite enthalten durchschnittlich 100–800 ppm U, 200–2.000 ppm Th, 0,2 % Zn, 0,6–0,7 % SE ($43\% \text{CeO}_2$, $11\% \text{Nd}_2\text{O}_3$, $3,7\% \text{Pr}_2\text{O}_3$, $0,08\% \text{Eu}_2\text{O}_3$, $1,1\% \text{Sm}_2\text{O}_3$, $4,5\% \text{Y}_2\text{O}_3$, $36,6\% \text{La}_2\text{O}_3$), 791–1.192 ppm Li sowie 72–132 ppm Ga (Sørensen et al. 1974).

Das Kvanefjeld-Vorkommen, der wirtschaftlich interessanteste Teil des Ilmaussaq-Alkalikomplexes, liegt rund 8 km vom Kustenort Narsaq entfernt, wurde bereits 1806 entdeckt und zwischen 1956 und 1982 durch insgesamt 76 Bohrungen mit 11.852 Bohrmetern sehr detailliert erkundet (vgl. Abb. 6-38). Zwischen 1979 und 1980 wurden zudem zwei Stollen in der Lagerstätte aufgeföhren, wobei 20.000 t Gestein mit einem durchschnittlichen Gehalt von 365 ppm U_3O_8 abgebaut wurden. Die neu-



Abb. 6-38: Bohrarbeiten auf dem Kvanefjeld Plateau durch den Lizenzinhaber GREENLAND MINERALS AND ENERGY LTD.

ersten Berechnungen des derzeitigen Lizenzinhabers, Greenland Minerals and Energy Ltd., gehen für das Kvanefjeld-Vorkommen von angezeigten und vermuteten Vorräten von 457 Mio. t Erz mit einem Gehalt von 280 ppm U_3O_8 (cut-off 150 ppm U_3O_8) (= 128 kt U_3O_8 -Inhalt), 1,07 % SEO (= 4,91 Mio. t SEO-Inhalt), 0,22 % Zn (= 0,99 Mt Zn-Inhalt) bzw. 363 Mio. t Erz mit einem Gehalt von 0,85 % NaF (= 3,1 Mio. t NaF-Inhalt) aus. Der Lithiumgehalt variiert je nach Mineral zwischen 2 ppm und 3,54 % (BAILEY ET AL. 1992), woraus Vorräte von 235.000 t Li_2O -Inhalt berechnet wurden. Zu den Vorräten an Zirkon bzw. Beryllium siehe die Teilkapitel Schwerminerale und Zirkon bzw. Wolfram und Beryllium.

Stlich der Ilmaussaq-Intrusion wurden zudem radioaktive Gänge in Graniten, Vulkaniten und Sandsteinen auskartiert, die ebenfalls Anreicherungen von SE, Monazit und Bastnäsit führen (NIELSEN 1976).

Im Sarfart q Karbonatitkomplex existieren schmale, 10–100 m lange Zonen, die Gehalte von 0,5–1,0 % U besitzen. Das Uran ist hier an den zum Teil stark radioaktiven Pyrochlor gebunden (s. Kapitel 6.1.10) (NIELSEN 1980a).

In Ostgrönland, in Randbølalen auf Gauss Halvø, wurde Uran mit Durchschnittsgehalten von 500–700 ppm, maximal 2.000 ppm, in Vulkaniten nachgewiesen. Die Mineralisation ist auf eine Fläche von ca. 1 km² begrenzt und weitestgehend an Imprägnationen mit Kohlenwasserstoffen gebunden.

Acht Kilometer nordnordstlich der beschriebenen Mineralisation finden sich im Foldaelvtal bis 50 cm breite Gänge aus Quarz und Fluorit bzw. Calcit, die untergeordnet auch Pechblende, Chalkopyrit, Bleiglanz, Tetraedrit, Zinkblende, Markasit, Pyrit und Gold enthalten. Eine ausgewählte Probe enthielt 0,23 % Cu, 0,12 % Pb, 0,06 %

U, 0,03 % Zn, 0,01 % Bi, 45 ppm Ag sowie 0,5 ppm Au (HARPTH ET AL. 1986).

Im Kestengebiet bei Moskusøkselandet, ebenfalls in Ostgrönland, ist Fluorit als Klüftfüllung in den dort austreichenden Vulkaniten und in brekzierten Horizonten in Sandsteinen weit verbreitet (Abb. 6-39). Daneben sind die Vulkanite mit geringen Anteilen an Pechblende, Uranophan und radioaktiven Kohlenwasserstoffen mineralisiert. Ausgewählte Proben erbrachten Gehalte bis 1 % U.

An der Südküste des Flyverfjords, im inneren Scoresby Sund, findet sich an dem sehr hohen und nur vom Wasser her zugänglichen Steilufer eine steil einfallende, ein Meter mächtige Lage aus massivem quarzitischem Gneis mit Gehalten von maximal 10 % Pyrrhotin, Pyrit und Chalkopyrit. Die Mittelwerte von zehn entnommenen Einzelproben ergaben allerdings nur geringe Metallgehalte (HARPTH ET AL. 1986).

An den Westhängen von Nedre Arkosedal wurden in umfangreichen Explorationskampagnen in den 1970er Jahren zwei 400 m entfernt liegende Gänge untersucht, die aufgrund ihrer Radioaktivität und ihrer gelben Farbe schon bei einer ersten geologischen Kartierung im Jahr 1956 aufgefallen waren (HARPTH ET AL. 1986). Die intensive, auch aeroradiometrische Suche nach weiteren Gängen blieb jedoch erfolglos. Der nördliche Gang streicht über rund 200 m Länge aus und erreicht zwischen 5 und 10 m Breite. Er besteht aus stark brekziiertem Fluorit und ist tiefgründig verwittert. Uran ist an das Fluoritgitter und an Pechblende gebunden. 251 Oberflächenproben ergaben bei Maximalwerten von 3.427 ppm U und 136 ppm Th einen Mittelwert von 252 ppm U und 21 ppm Th. In einer Bohrung wurden in einem 4,1 m mächtigen Intervall Werte von 780 ppm U und 30 ppm Th gemessen. Der südliche Gang ist weniger stark



Abb. 6-39: Ausbiss vulkanischer Gestein bei Moskusokseland am Moskusoksefjord (Foto: WIKIPEDIA).

verwittert und über 40 m Erstreckung aufgeschlossen. Einzelproben wurden über 15 m Länge und bis 50 cm Tiefe entnommen. Die am höchsten mineralisierten zwei Meter enthielten 1.050 – 8.710 ppm U bei einem Maximalwert von 22.500 ppm U, d. h. 2,25 % U.

Auf der Halbinsel Wegener Halv sind rund um Lille Cirkusbjerg mehrere Urananomalien bekannt, die auf ziegelrote mm- bis dm-große Phosphatklasten bzw. dm-mächtige Phosphatführende Sandsteine in Konglomeraten zurückgeführt werden können. Eine Detailaufnahme der Lagerungsverhältnisse steht aus, jedoch ergaben Untersuchungen von sechs Einzelproben Gehalte von 210 – 680 ppm U bzw. 9 – 33 % P_2O_5 (HARP TH et al. 1986).

Bei Haredal auf Friesland, aber auch die Geschiebe in den Moränen des dortigen Lystergletschers, führen viele Zweiglimmerleukogranite, aber auch einige Pegmatite und Aplite fein verteilte Pechblende oder auch Einsprenglinge von Uraninit. Die Durchschnittsgehalte liegen bei 100 bis

500 ppm U mit Einzelwerten bis 5.000 ppm U (HARP TH et al. 1986).

In Hinks Land führen grobkörnige Pegmatite verstreut rostige Mineraleinschlüsse, die in Analysen Werte bis 595 ppm U und 60 ppm Th ergaben.

Der Einzelfund eines Geschiebes aus halbmassiver Pechblende (32,2 % U, 6 % Pb, 5 % Cu, 0,25 % V) ist aus dem südwestlichen Eremitdal auf Andre Land dokumentiert (HARP TH et al. 1986).

6.2 Industriemineralie

6.2.1 Kryolith

Das bekannteste Industriemineral Grönlands ist Kryolith, ein Na-Al-Fluorid, das bei Ivittuut (Ivigut) fortlaufend zwischen 1859 (1856) und 1962, mit Unterbrechungen bis 1987, in großem Umfang (3,7 Mio. t Erz – 57 % Kryolith) abgebaut und exportiert wurde. Das Vorkommen, das ursprünglich 100 x 200 m Fläche und 60 m