



Deutsche
Rohstoffagentur

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

LÄNDERBERICHT



Das mineralische
Rohstoffpotenzial
Grönlands



BGR

Anschrift: Deutsche Rohstoffagentur in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover

Telefon: (0511) 643 – 2347
Telefax: (0511) 643 – 3661
E-Mail: harald.elsner@bgr.de

Autor: Harald Elsner
Fachbeiträge: Andreas Läufer und Jürgen Vasters

Redaktion: Elke Westphale, Christine Hemme

Titelfotos: Geological Survey of Denmark and Greenland, Uwe Schäffer (BGR)

Stand: Dezember 2010

1 Inhalt

1	Vorwort	6
2	Einleitung	7
3	Geographie und Klima	9
4	Bergbau und Umwelt	10
4.1	Historischer Bergbau	10
4.2	Umweltbelastungen	10
5	Geologie und Metallogenie	12
6	Das mineralische Rohstoffpotenzial	17
6.1	Metalle	17
6.1.1	Gold	17
6.1.2	Platingruppenmetalle (PGM)	22
6.1.3	Eisen	23
6.1.4	Blei, Zink und Silber	24
6.1.5	Kupfer	37
6.1.6	Molybdän	42
6.1.7	Wolfram und Beryllium	45
6.1.8	Zinn	50
6.1.9	Wismut	50
6.1.10	Niob und Tantal	51
6.1.11	Seltene Erden	53
6.1.12	Chrom	54
6.1.13	Nickel	55
6.1.14	Uran	57
6.2	Industriemineralen	61
6.2.1	Kryolith	61
6.2.2	Fluorit	62
6.2.3	Baryt	63
6.2.4	Coelestin	65
6.2.5	Graphit	65
6.2.6	Olivin	66
6.2.7	Phlogopit	67
6.2.8	Schwerminerale und Zirkon	67
6.3	Edel-, Schmuck- und Naturwerksteine	71
6.3.1	Diamant	71
6.3.2	Farbedel- und Schmucksteine	72
6.3.3	Naturwerksteine	74
6.4	Zusammenfassung und Bewertung	77
7	Literatur	78

1 Vorwort

„Jagd auf Rohstoffe: Wem gehört die Arktis?“, „Rohstoffe: Arktis heiß umstritten“, „Arktis: Rennen um Rohstoffe“, „Arktis: Der Kampf um die eisige Schatzkammer“, „Kalter Krieg um Rohstoff-Schätze in der Arktis“. Diese und ähnliche Schlagzeilen fanden sich in den letzten Jahren in führenden deutschen Zeitungen und Zeitschriften. Doch trotz aller reißerischen Schlagzeilen: Fast nie vergaßen die Autoren in ihren Artikeln zu bemerken, dass eigentlich gar nicht so recht bekannt ist, welche und vor allem welche Mengen an Rohstoffen in der Arktis überhaupt lagern.

Die Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), eine obere Bundesbehörde im Zuständigkeitsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), will zur Klärung dieser Frage sachlich beitragen. Sie wird hierzu in mehreren Studien zusammentragen, welche mineralischen und Energierohstoffe in der Arktis derzeit bekannt sind und wie hoch das Rohstoffpotenzial in einzelnen Teilregionen der Arktis zu bewerten ist.

Neben Überblicken über das Potenzial an mineralischen und Energierohstoffen der gesamten Arktis sowie die Projekte der BGR in dieser Region erscheinen vorab Teilstudien zum mineralischen Rohstoffpotenzial Grönlands sowie zum mineralischen Rohstoffpotenzial Nordskandinaviens. Grönland als weltweit größte, weiterhin überwiegend von mächtigem Inlandeis bedeckte Insel, liegt Europa geographisch nahe und ist politisch und wirtschaftlich mit dem EU-Mitglied Dänemark eng verbunden. Nordskandinavien trägt bereits seit vielen Jahrzehnten zur Rohstoffversorgung Europas und damit auch Deutschlands bei. Norwegen, Schweden und Finnland sind

bedeutende Förderländer von Metallerzen in der EU.

Für eine Rohstoffgewinnung in der Arktis müssen Bergbaufirmen nicht nur die weltweit geltenden lagerstättenspezifischen Mindestanforderungen an neue Rohstoffprojekte sondern auch die sehr schwierigen klimatischen Verhältnisse, die größtenteils nicht vorhandene Infrastruktur sowie die extrem hohen Genehmigungsanforderungen aufgrund der hohen ökologischen Sensibilität des arktischen Lebensraums in ihren Investitionsentscheidungen berücksichtigen.

Die Gewinnung von Rohstoffen in der Arktis wird daher auch in Zukunft die Ausnahme und nicht die Regel sein.

Danksagung

Die BGR ist dem Geologischen Dienst von Dänemark und Grönland – GEUS – zu Dank verpflichtet, der nicht nur Informationen und Abbildungen für diese Publikation zur Verfügung stellte, sondern auch einen ersten Entwurf sehr sorgfältig korrigierte.

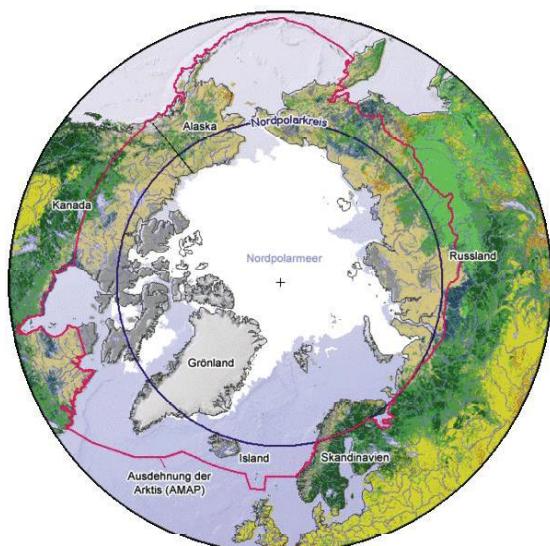


Abb. 1-1: Die Ausdehnung der Arktis. Schwarze Linie = Polarkreis, Rote Linie = Definition der Arktis nach Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Quelle: WIKIPEDIA.

2 Einleitung

Grönland, die größte Insel der Erde, ist in ihrem Inneren weitflächig von mächtigem Inlandeis bedeckt. Seit Ende der Kleinen Eiszeit, ca. 1350 – 1880, ist der eisfreie Küstenstreifen jedoch in einigen Regionen bis auf 300 km Breite angewachsen. Unterstützt durch die derzeitige Klimaerwärmung haben sich die Lebensbedingungen in Grönland derart verbessert, dass nicht nur an eine verstärkte Erforschung des geologischen Untergrundes sondern auch an eine intensivere Nutzung des Mineralpotenzials zu denken ist.

Nicht nur für die Rohstoff hungrigen Industrien Europas und Nordamerikas bieten sich im zugänglicher werdenden Grönland Chancen, sondern auch für die grönländische Bevölkerung. Im Jahr 1921 erklärte Dänemark die Oberhoheit über Grönland und betrachtete es bis zum Inkrafttreten des neuen dänischen Grundgesetzes im Jahr 1953 praktisch als dänische Kolonie.

Ab 1955 bis 1987 wurde Grönland durch ein eigenes Grönlandministerium betreut. Nach dem Beitritt Dänemarks (mit Grönland) zur Europäischen Gemeinschaft 1973 verschärfte sich der Wunsch nach Autonomie. Bei einer Volksabstimmung im Jahr 1972 hatten zuvor lediglich 3.905 Grönländer für den Beitritt, jedoch 9.386 dagegen gestimmt. In der Folge wurde 1975 eine paritätisch besetzte grönländisch-dänische Kommission gebildet, die ein Autonomiegesetz nach dem Vorbild der Färöer ausarbeiten sollte. Im Ergebnis der Verhandlungen dieser Kommission wurde 1978 ein entsprechendes Gesetz vom dänischen Parlament verabschiedet. Bei der darauf folgenden Volksabstimmung in Grönland zu Beginn des Jahres 1979 sprach sich die große Mehrzahl der Grönländer für dieses Autonomiegesetz aus. Wenige Monate später erlangte Grönland schließlich seine Selbstverwaltung sowie die innere Autonomie mit eigenem Parlament und eigener Regierung. Aufgrund der Zugehörigkeit zu Dänemark war Grönland nun jedoch ebenfalls Mitglied



Abb. 2-1: Exploration auf Grönland (Kvanefjeld Plateau)
Foto: GREENLAND MINERALS AND ENERGY LTD.

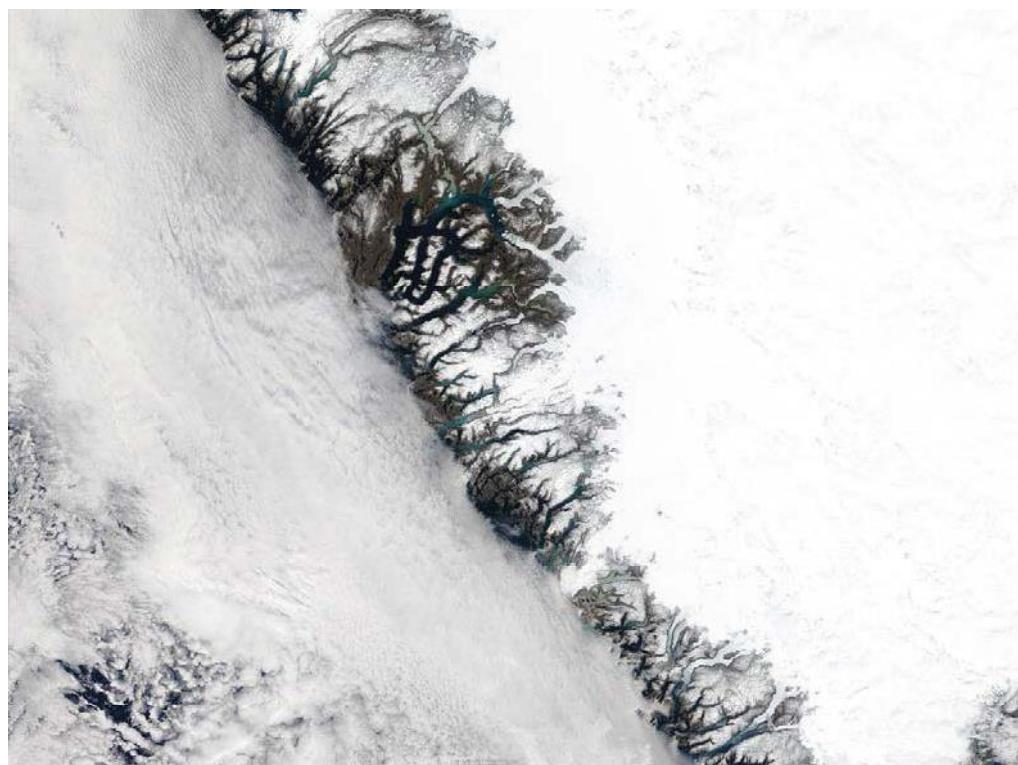


Abb. 2-2: Satellitenaufnahme der Westküste Grönlands, Foto: NASA.

der EG. Dies hatte zur Folge, dass europäische Hochseeflotte in den Gewässern Grönlands fischen und europäische Konzerne auf Grönland nach Bodenschätzen suchen konnten. Dagegen entwickelte sich eine Volksbewegung mit dem Ziel, die Mitgliedschaft in der EG zu beenden. 1982 kam es zu einer Volksabstimmung über den Austritt, der mit Beginn des Jahres 1985 auch vollzogen wurde. Grönland genießt in der EU allerdings weiterhin den Status eines assoziierten überseeischen Landes mit den Vorteilen einer Zollunion.

Gegenwärtig wird besonders durch die Erschließung von Rohstoffen versucht, sich wirtschaftlich weiter von Dänemark zu lösen. Die Regierungsparteien streben eine vollständige Unabhängigkeit an. Ende 2008 fand eine Volksabstimmung über das Gesetz zur Selbstverwaltung statt. Eine große Mehrheit von 75,5 % stimmte für das Gesetz. Dieses Gesetz, das als weiterer Schritt hin zur Unabhängigkeit von Dänemark gewertet wird, regelt unter anderem

die Übernahme verschiedener Verwaltungseinheiten von Dänemark und die Eigentumsrechte an Bodenschätzen. Im Juni 2009 trat ein Abkommen zur erweiterten Autonomie in Kraft, das Grönland noch ein weiteres Stück unabhängiger von Dänemark macht. Nur noch Außen- und Verteidigungspolitik verbleiben in dänischer Verantwortung. Grönländisch, die Sprache der einheimischen Inuit, wird Landessprache; die grönländische Regierung übernimmt unter anderem die Zuständigkeiten für Polizei, Justiz und den Küstenschutz; die dänische Königin Margarethe bleibt formelles Staatsoberhaupt Grönlands.

Die verstärkte Nutzung des heimischen Rohstoffpotenzials ist also ein Wunsch vieler Grönländer und soll die zukünftige Autonomie finanzieren. Auf der anderen Seite steht das ebenfalls berechtigte Interesse der einheimischen Bevölkerung und natürlich des Restes der Welt das hochsensible und einmalige Ökosystem der grönländischen Arktis unbedingt zu schützen

und zu erhalten. Die ersten größeren Bergbauaktivitäten Mitte des 20. Jh. in Grönland haben diesbezüglich bereits Spuren hinterlassen und zu Umweltschäden geführt. Dass es jedoch auch anders geht, zeigen die im letzten Jahrzehnt und gegenwärtig in Grönland tätigen Gewinnungsbetriebe. Es ist zu erwarten, dass nicht nur die Gesetze der grönlandischen Regierung sondern auch der Druck der weltweit tätigen Umweltschutzorganisationen die auf Grönland tätigen Bergbaukonzerne dazu bewegen wird, auch zukünftig mit der grönlandischen Flora und Fauna sehr behutsam umzugehen.

3 Geographie und Klima

Grönland ist mit einer Fläche von 2.166.086 m² die größte Insel der Erde und erstreckt sich von Kap Farvel im Süden bei 59° 46' nördlicher Breite bis zur Kaffeklubben-Insel im Norden bei 83° 40' nördlicher Breite. Mit einer Längserstreckung von 2.600 km, der größten Breite von etwa 1.000 km und einer Entfernung von nur etwa 710 km zwischen seiner Nordküste

und dem Nordpol stellt Grönland die diesem am nächsten gelegene größere zusammenhängende Landmasse dar. Es ist umgeben von dem Arktischen Ozean mit der Lincolnsee und der Naresstraße im Norden, von der Grönland- und Irmingersee mit der Dänemarkstraße im Osten, der Davisstraße und der Baffinbai im Westen. Die das Festlandsgebiet Grönlands umgebenen Kontinentschelfe können als direkte Fortsetzung der Landgebiete betrachtet werden.

Grönland stellt die einzige Landmasse der Arktis dar, welche über einen größeren zusammenhängenden Eisschild verfügt. Heute sind nur vier Fünftel der Gesamtfläche Grönlands eisbedeckt (etwa 1.755.000 km²), wobei mit über 3.230 m die zweitgrößten Eismächtigkeiten der Erde nach der Antarktis erreicht werden. Die Höhe des Inlandeises nimmt vom Rand, wo der Felsuntergrund in Form von Nunatakkern wie Inseln aus dem Eis heraus ragt, kontinuierlich bis in den zentralen Bereich zu; die durchschnittliche Höhe liegt bei etwa 2.100 m über dem Meeresspiegel. Die inneren Bereiche des Inlandeises lie-



Abb. 3-1: Berge und Gletscher im südlichen Grönland, Foto: BGR.

gen auf einer schüsselartigen Eintiefung des Grundgebirges, dessen tiefste Bereiche sich mehrere 100 m unter dem Meeresspiegel befinden. Die bis zu 300 km breiten Küstenstreifen sind weitgehend eisfrei und werden von einer von Süden nach Norden stark abnehmenden Tundrenvegetation geprägt. Insgesamt umfassen die eisfreien Gebiete Grönlands etwa 410.000 km², während die Wirtschaftszone auf dem grönlandischen Kontinentalschelf ungefähr 825.000 m² abdeckt.

Im Unterschied zu den östlich gelegenen Färöerinseln oder Island liegt Grönland außerhalb des direkten Einflusses des Golfstroms. Allerdings wird die Westküste durch den im Gegensatz zum Ostgrönlandstrom relativ warmen Westgrönlandstrom beeinflusst, welcher über den Nordatlantikstrom und den Golfstrom genährt wird; dadurch bleibt die Westküste Grönlands weitgehend eisfrei.

Ansonsten befindet sich Grönland im Bereich polaren bis subpolaren kontinentalen Klimas, welches im Wesentlichen durch die permanente grönlandische Inlandeisbedeckung beeinflusst wird. Dies führt zu mittleren Sommertemperaturen von –5 °C im Norden bis zu 20 °C im Süden, während im Winter insbesondere auf dem Inlandeis mitunter extreme Temperaturen von –50 bis –70 °C erreicht werden können.

Die Landschaftsformen in den eisfreien Regionen Grönlands werden generell durch die Geologie und die den Untergrund umformenden Abtragungsprozesse beeinflusst. Die heutige Morphologie ist vielgestaltig und reicht von Küstenebenen bis hin zu einer alpinen Topographie mit Höhen von über 3.000 m und dem Gunnbjørn Fjeld als Grönlands höchster Erhebung (3.693 m). Der Norden Grönlands ist typischerweise geprägt durch eine durch weiche Sedimentgesteine bedingte sanfte Morpho-

logie, während die Grundgebirgsgebiete Westgrönlands wie auch im zentralen Ostgrönland ausgedehnte Gebirgsregionen mit z. T. tief eingeschnittenen Tälern darstellen. Viele der grönlandischen Landschaften werden durch eine flach liegende alte Erosionsoberfläche in den Gipfelregionen der Berge geprägt. Diese stellt das Relikt einer ehemaligen breiten Flussebene dar, welche infolge intensiver Hebungsprozesse im Wesentlichen während der letzten etwa 35 Millionen Jahren in seine gegenwärtige Position gebracht worden ist.

4 Bergbau und Umwelt

4.1 Historischer Bergbau

Trotz der Abgeschiedenheit und schlechten Infrastruktur, den unwirtlichen Klimaverhältnissen und des unzureichenden Explorationsgrades haben die Mineraldagerstätten Grönlands schon früh das Interesse von Investoren geweckt, so dass bereits zahlreiche Lagerstätten abgebaut wurden (SECHER & BURCHARDT 2000, HENRIKSEN 2008). Einzelheiten zum historischen Bergbau sind der Tab. 4-1 zu entnehmen. Bis Ende 2010 ist nur noch der Olivinsteinbruch Seqi in Produktion, jedoch wird der Aufschluss weiterer bzw. die Wiedereröffnung schon teils abgebauter Lagerstätten intensiv geprüft.

4.2 Umweltbelastungen

Umweltauswirkungen des Bergbaus in Grönland sind aus den bereits geschlossenen Bergwerksbetrieben Black Angel bei Maarmorilik (Pb-Zn-Gewinnung), Blyklippen bei Mestersvig (Pb-Zn-Gewinnung) (beide s. Teilkapitel 6.1.4) und Ivittu (Sulfide als Beiprodukte des Kryolithabbaus) (s. Teilkapitel 6.2.1) bekannt und betreffen vor allem die Belastung des Meerwassers mit Schwermetallen, die durch ins

Tab. 4-1: Übersicht über den historischen und derzeitigen kommerziellen Bergbau in Grönland (ohne Baurohstoffe). kt = 1.000 t, Mt = Mio. t.

Lagerstätte	Mineral	Abbaubeginn	Abbauende	Produktion
Innatsiaq		1852	1856	2.252 t Erz @ 3,5 % Cu
Lillian Mine	Kupfer	1905	1914	bzw. 60 t Cu, 50 kg Ag,
Josva Mine		(1904?/1907?)	1915	0,5 kg Au
Julianeåb		1851		
Frederik VII.	Kupfer	1905		15 t Erz @ 5,4 % Cu
Mine		1912		
Amitsoq	Graphit	1911 (1915?)	1922 (1924/5?)	6 kt Erz @ 21,5 % Gra- phit
Utoqqaat	Graphit	1914		
Qaarsut	Graphit	1850		
Akuliaruseq	Graphit	1903 1912 1918		
Langø	Graphit	1845 1905 1915		
Qaarsuarsuk	Kohle	1905	1924	
Quyllisat	Kohle	1924	1972	570 kt Kohle
Appat	Marmor	1936 1967	1940 1970	
Maarmorilik	Marmor	1936	1940	8.000 t
Umanak		1967 (1968?)	1972	4.000 t
Maarmorilik	Blei-Zink-Silber	1973	1990	11,2 Mt Erz bzw. 1,4 Mt Zn, 0,4 Mt Pb, 250 t Ag
Mestersvig	Blei-Zink	1956	1962	544.600 t Erz bzw. 58.500 t Pb-Konz. @ 82,7 % Pb sowie 74.600 t Zn-Konz. @ 63,7 % Zn
Ivittuut	Bleiglanz	1854	1855	3,7 Mt Erz @ 58 % Kryolith
	Kryolith (Zink- blende, Bleiglanz, Siderit, Fluorit)	(1856?) 1859	1987	9.000 t Bleiglanz
Nalunaq	Gold	2004	2008	520 kt Erz bzw. 270.000 oz Au
Seqi	Olivin	2005	2010	

Meer verkippte Aufbereitungsschlämme, Bergematerial sowie Konzentratverluste bei der Verladung auf Schiffe verursacht wurden (THOMASSEN 2003, 2005b). Durch Lösungsvorgänge aus den Mineralen werden hier vor allem die Elemente Blei, Zink und Cadmium freigesetzt. Zumindest Blei und Cadmium sind für ihre schädlichen Wirkungen auf Pflanzen, Tiere und Menschen bekannt. Die Gesamtmenge an fein-

und grobkörnigen Bergbauabgängen aus den bisherigen Bergbauaktivitäten in Grönland wird auf rd. 15 Mio. t geschätzt. Im Vergleich hierzu produziert alleine der chilenische Kupferbergbau jährlich 400 Mio. t Aufbereitungsabgänge.

Die Hauptquelle für die Wasser- und Bodenverunreinigung mit Schwermetallen am Bergwerk Blyklippen ist ein insta-

biler Schlammteich, der landseitig in der Nähe der damaligen Aufbereitung angelegt wurde. Die Belastung des küstennahen Meeres in der Umgebung der Bergbaugebiete manifestiert sich auch in der langfristig dokumentierten Schwermetallaufnahme von Meerestieren und -pflanzen. Obwohl die Bergbauaktivitäten schon Jahrzehnte zurückliegen, konnte durch das kontinuierliche Monitoring der Wasserqualität und Bioindikatoren bisher nur teilweise ein Rückgang der Schwermetallbelastungen nachgewiesen werden.

Erhöhte Umweltauswirkungen des derzeit gestundeten Goldbergbaus Nalunaq (s. Teilkapitel 6.1.1) sind dagegen nicht zu erwarten, da der Gangerzkörper unter Tage mit selektiven Abbauverfahren gewonnen wurde und somit die Abraumhalde im Vergleich zu den Halden aus dem Blei- und Zinkerzbergbau ein wesentlich geringeres Volumen aufweist. Eine Belastung durch Aufbereitungsschlämme ist ebenfalls nicht zu befürchten, da die Erzaufbereitung nicht vor Ort stattfand. Das Golderz wurde zur Lohnaufbereitung zuerst nach Spanien und dann nach Kanada verschifft.

Die Biodiversität in Grönland ist aufgrund der Umweltbedingungen eher als gering anzusehen. Diese Umweltbedingungen bewirken aber auch eine niedrige Toleranzschwelle des Ökosystems gegenüber äußeren Einflüssen. Dank der ganzjährlich herrschenden Kälte an der Landoberfläche sind zudem die Lebensbedingungen für *Thiobacillus ferrioxidans* und weitere Sauerwasser generierende und Schwermetalle mobilisierende Organismen eher als schlecht anzusehen, und damit auch das Sauerwasserbildungspotential als untergeordnet. Geringe Aktivitäten von *Thiobacillus ferrioxidans* wurden bei 0 °C im Bereich der Citronen-Fjord-Lagerstätte nachgewiesen.

Vor der Aufnahme jeglicher Bergbauaktivitäten in Grönland ist augrund der fragilen Biosysteme eine genaue Bewertung der Projektwirkungen auf Flora, Fauna und Biodiversität sowie eine Einschätzung der Folgen für die benachbarten indigenen Kommunen erforderlich.

Von einer dauerhaften Beeinträchtigung des Landschaftsbilds in Grönland muss nicht ausgegangen werden, da bisher der Rückbau der Tagesanlagen, Camps und Infrastruktur nach Beendigung der Bergwerksbetriebe vorbildlich erfolgte.

5 Geologie und Metallogenie

Die wichtigsten geologischen Einheiten Grönlands umfassen einen archaischen Kraton in Südgrönland, frühproterozoische Faltengürtel, paläozoische Faltengürtel in Süd-, Nord- und Ostgrönland sowie große Flächen in West- und Ostgrönland, die, ähnlich Island, durch tertiäre Flutbasalte bedeckt sind.

Ungefähr die Hälfte des eisfreien Gebietes Grönlands besteht aus einem Kraton archaischen und proterozoischen Alters. Archaische Gesteine sind an den Küsten Südwest- und Südostgrönlands aufgeschlossen. Gebiete innerhalb dieses Kratons beinhalten einige der ältesten Gesteine der Erde (3,8 – 3,6 Ga). Der dort liegende Nordatlantische Kraton bildete sich vor 2,75 – 2,65 Ga durch die Akkretion verschiedener Terranes unterschiedlicher Herkunft und Genese. Zu den Lagerstätten innerhalb dieses Kratons gehören die bereits 1962 entdeckte Isua Eisenerzlagerstätte und die Chrom-PGM-Lagerstätten von Fiskenæsset. Nördlich des Nordatlantischen Kratons schließen sich die proterozoischen Nagssugtoqidian (1,87 Ga) und Rinkian (Ga) Faltengürtel an, in die noch die kleine archaische Burwell Provinz

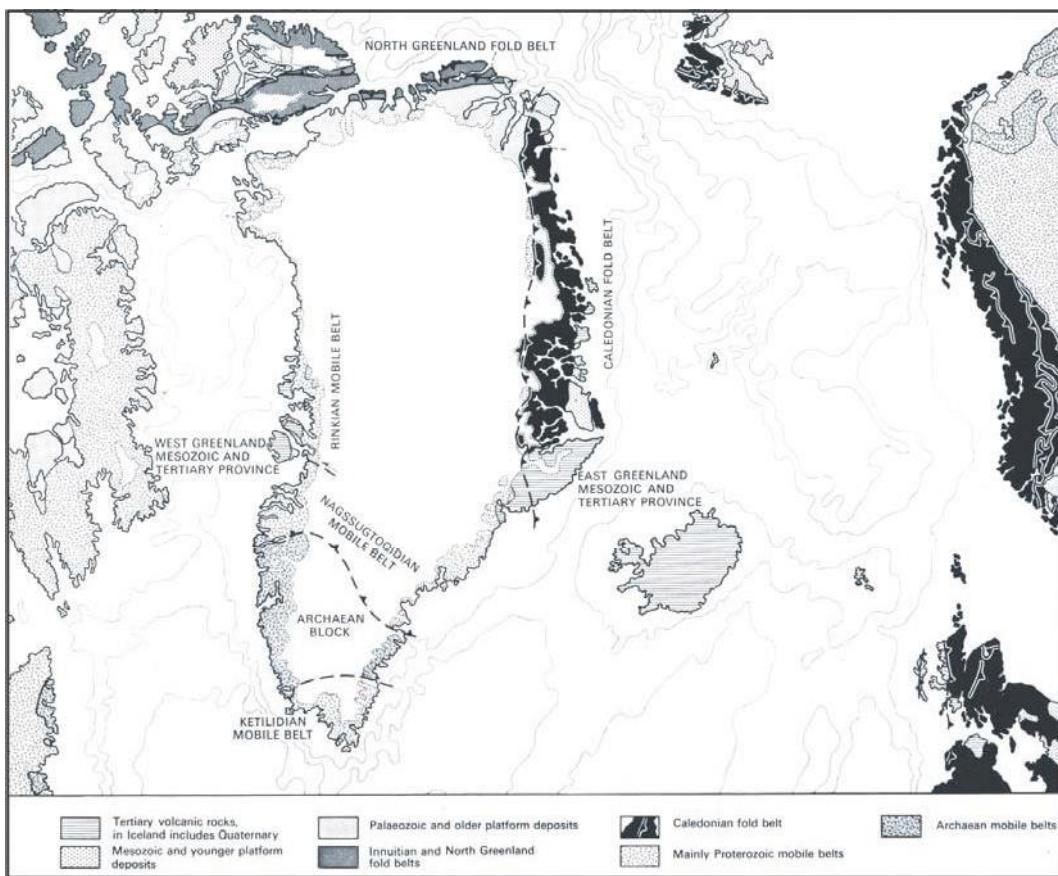


Abb. 5-1: Die strukturellen Einheiten Grönlands und ihre Beziehung zu den Nachbarländern, aus ESCHER & WATT (1976).

eingeschlossen sein soll. Die genannten beiden Faltengürtel sind die Verlängerungen des Torngat bzw. des Foxe Faltengürtels in Kanada. Deformierte archaische Gesteine der Rae Provinz werden nördlich des Rinkian Faltengürtels vermutet. Diese ziehen sich entlang der Nordküste Grönlands bis zum devonischen Ellesmerian Faltengürtel. Aufschlüsse in anderen frühproterozoischen Faltengürteln finden sich in Nordwestgrönland (Inglefield Faltengürtel) sowie in Ostgrönland, wo in den kaledonischen Faltengürteln auch Gesteine des Kratons ein- und aufgeschlossen sind. Die proterozoischen Faltengürtel in Ostgrönland könnten mit dem Grenville Faltengürtel in Nordamerika in Verbindung stehen. Der Südostrand des Nordatlantischen Kratons wird durch den Ketilidian Faltengürtel (ca. 2,0 – 1,75 Ga) in Südgrönland definiert.

Im späteren Proterozoikum und danach bildeten sich Sedimentbecken vor allem in Nord- und Nordostgrönland. In einigen Gegenden erreicht die Abfolge der Sedimentgesteine 10.000 – 15.000 m Mächtigkeit. Ein Becken mit mehr als 2.000 m mächtigen mittelproterozoischen Sedimentgesteinen ist in Nordostgrönland aufgeschlossen. Diese Sedimentgesteine wurden vor 1,23 Ga von mafischen Gängen durchschlagen und werden von 1.300 m mächtigen Flutbasalten überdeckt. Das Thulebecken in Nordwestgrönland ist mit mindestens 6.000 m mächtigen Sedimentgesteinen und Basalten gefüllt, die sich vor 1,27 – 0,65 Ga ablagerten. Weitere große Sedimentbecken in Ost- und Nordostgrönland wurden vor 950 – 610 Ma mit heute bis zu 16.000 m mächtigen Gesteinen gefüllt.

In Südgrönland wurden rund 3.400 m Sandsteine und Laven in einer kontinentalen

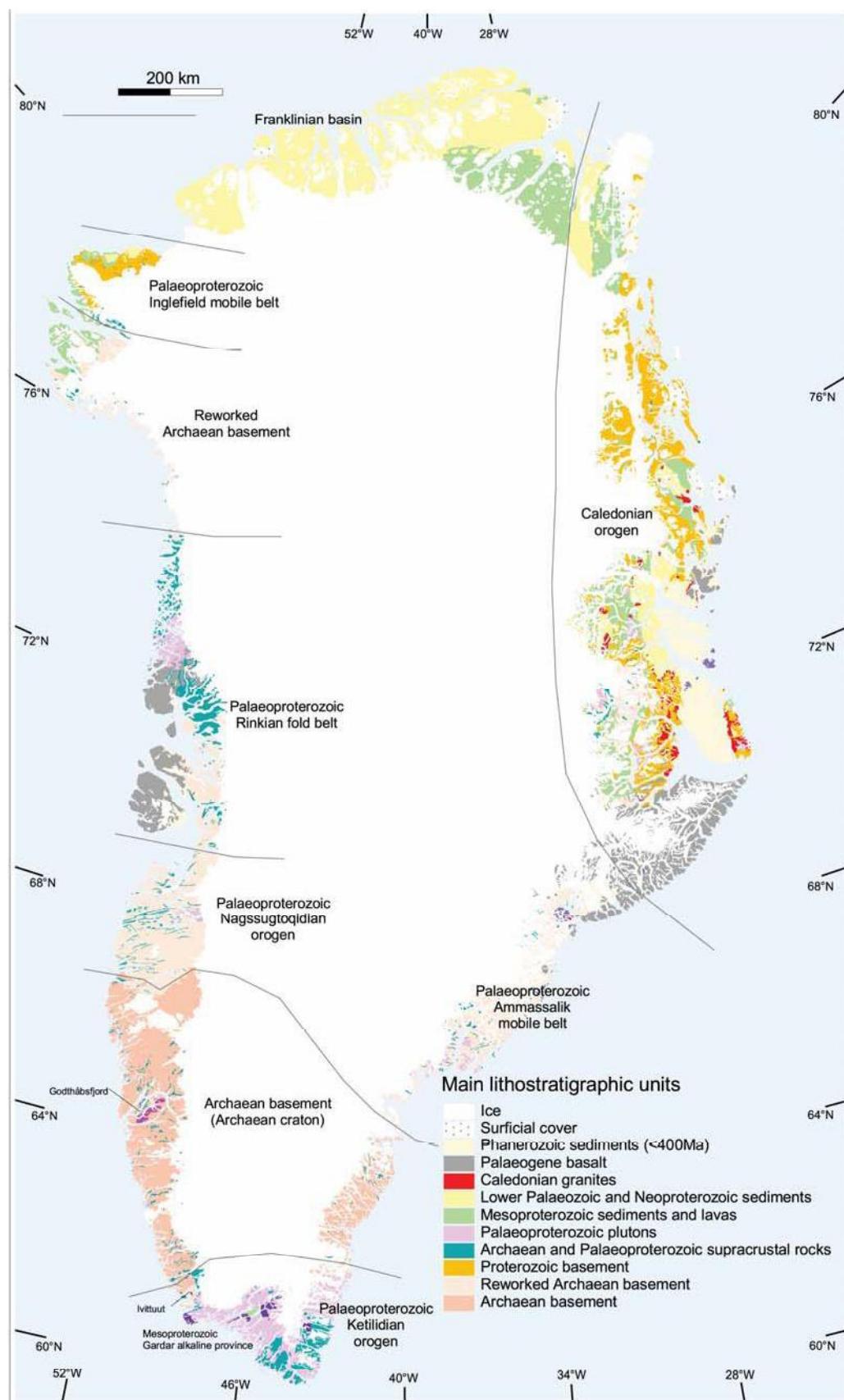


Abb. 5-2: Übersichtskarte der wichtigsten lithostratigraphischen und tektonischen Einheiten Grönlands, aus SECHER et al. (2008b).

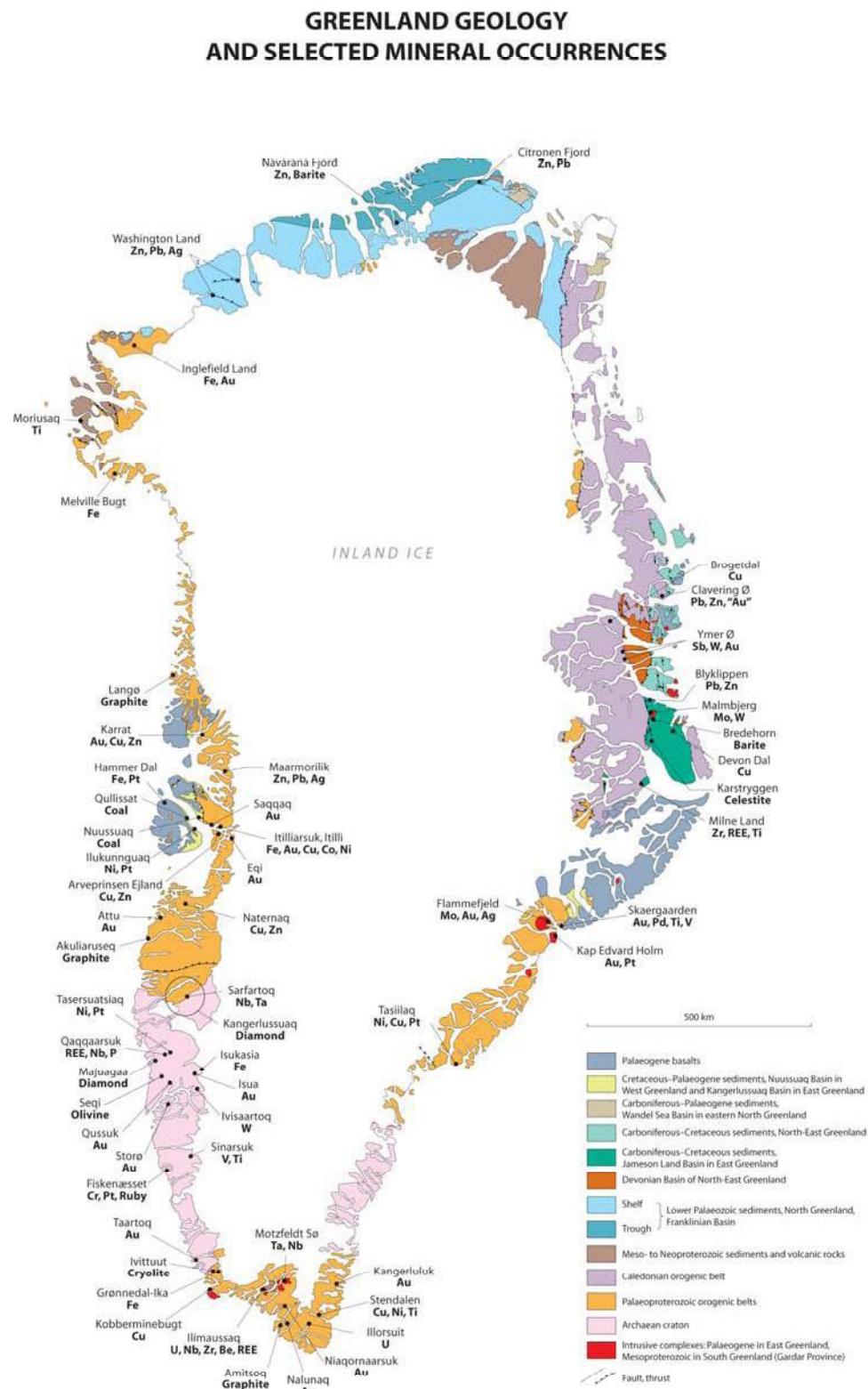


Abb. 5-3: Geologischer Überblick und Lage der wichtigsten Lagerstätten Grönlands, aus SECHER (2009).

Riftzone abgelagert, die als Gardar-Provinz (s. Abb. 5-2) bezeichnet wird. Die Gardar-Provinz erstreckt sich innerhalb des Ketilidian-Faltengürtels über 180 km von Osten nach Westen bzw. über 80 km von Norden nach Süden. In die Riftzone drangen vor 1,30 – 1,12 Ga 14 verschiedene alkalireiche Magmen ein, von denen einige teils wirtschaftliche Anreicherungen von Uran, Seltenern Erden, Beryllium, Zirkon, Niob und Lithium enthalten.

Das paläozoische Franklinian-Becken erstreckt sich über 2.000 km von den Inseln der kanadischen Arktis bis ins östliche Nordgrönland. Die Sedimentation in diesem Becken startete im späten Prökambrium und hielt bis zur orogenen Aktivität des Ellesmerian-Faltengürtels im Devon an. Die im Schelfbereich des prökambrischen Kratons abgelagerten Sedimente im Franklinian-Becken sind heute 3.000 m, die im Tiefwasserbereich abgelagerten Sedimente sogar bis 8.000 m mächtig. Die Grenze des Schelfs zur Tiefsee war vermutlich durch Störungen kontrolliert. Die Blei-Zink-Vorkommen des Citronen Fjords bildeten sich marin-exhalativ während der Füllung des Franklinian-Beckens. In Ostgrönland gelangten rund 4.000 m mächtige fröhpaläozoische Gesteine zur Ablagerung, bevor die Sedimentation durch die Aktivitäten des kaledonischen Faltengürtels im Silur zum Stillstand kam. Sowohl der kaledonische als auch der Elles-

merian-Faltengürtel stehen mit dem Aufeinanderdriften und der Kollision tektonischer Platten in Verbindung, die letztendlich den Superkontinent Pangäa bildeten.

Die Entstehung spätPaläozoischer und mesozoischer Sedimentbecken in Nord-, Ost- und Westgrönland hing ursächlich mit dem Aufbrechen von Pangäa zusammen. Nord-Süd ausgerichtete Sedimentbecken, wie das Jameson-Land-Becken, entstanden in Ostgrönland. Kretazische und tertiäre Sedimente füllten das Nuussuaq-Becken in Westgrönland. Die Höhepunkte der Bildung dieser Becken fallen mit der Abtrennung Grönlands von Nordamerika in der Oberkreide bzw. von Europa im SpätPaläozän überein.

Mit der Öffnung des Nordatlantiks im Tertiär drangen in Ost- und Westgrönland Magmen in Form von Gängen und Intrusionen ein, die genetisch mit dem Hot Spot von Island in Verbindung stehen. In Westgrönland treten zwischen 4.000 und 10.000 m mächtige Abfolgen basaltischer Vulkanite auf. Basaltische Vulkanite mit bis zu 2.000 m Mächtigkeit bedecken 65.000 km² Fläche in Ostgrönland. In der Küstenregion Ostgrönländs finden sich zudem zahlreiche Intrusionen, die auf den Hot-Spot-Magmatismus zurückzuführen sind. Diese Intrusionen besitzen unterschiedliche Lithologien. Die auf 55 Ma datierte Skaergaard-Intru-

Tab. 5-1: Übersicht über die derzeit wichtigsten Explorationsprojekte auf Grönland. Mt = Mio. t.

Lagerstätte	Wertminerale	Gesamtressourcen	Derzeitiger Lizenzinhaber
Kvanefjeld	U, SE, NaF, Zn, (Li, Be, Nb, Zr)	457 Mt @ 280 ppm U ₃ O ₈ , 1,07 % SEO und 0,22 % Zn 363 Mt @ 0,85 % NaF	Greenland Minerals and Energy Ltd., Australien
Skaergaard	Au, Pd, Pt	1.520 Mt @ 0,21 ppm Au, 0,61 ppm Pd und 0,04 ppm Pt	Platina Resources Ltd., Australien
Malmbjerg	Mo	216,8 Mt @ 0,198 % MoS ₂ (cut-off 0,12 % MoS ₂)	Quatra Mining Ltd., Kanada
Citronen Fjord	Pb, Zn	101,7 Mt @ 5,7 % Pb+Zn	Ironbark Gold Ltd., Australien
Black Angel	Pb, Zn	2,4 Mt @ 9,7 % Zn, 3,1 % Pb und 21 ppm Ag	Angel Mining plc., Großbritannien
Isua	Fe	961,1 Mt @ 34 % Fe	London Mining plc., Großbritannien

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 Südgrönland erbrachte zahlreiche positive Ergebnisse, die letztendlich im Sommer 2004 sogar zur Eröffnung der Nalunaq-Goldmine führten.

Gold wurde in Südgrönland 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, Aplit, gescherte Metabasite sowie die hydrothermal überprägten 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

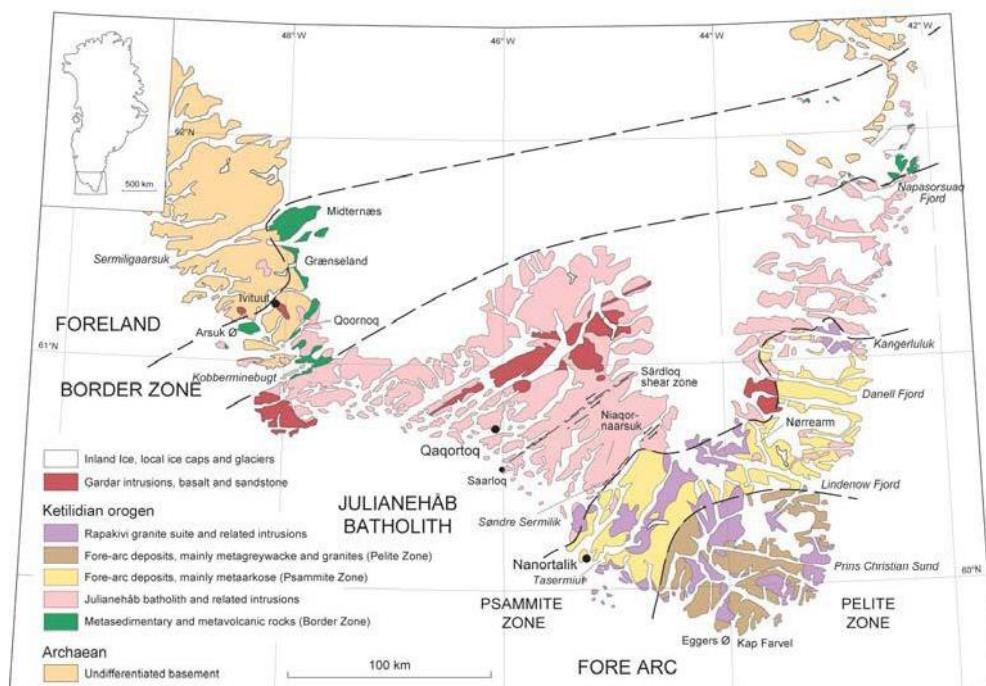


Abb. 6-1: Vereinfachte geologische Karte von Südgrenland mit Lage von Goldvorkommen (Ig = Igutsaat, Ka = Kangerluluk, Ku = Kutseq, Na = Nanortalik Halbinsel, Ni = Niaqornaarsuk Halbinsel, S = Stendalen Gabbro, T = Goldvorkommen im Taartoq-Grünsteingürtel), aus STENDAL & FREI (2000).