

1.8 Die Geologie der Arktis, ihre Bodenschätze und ihr rechtlicher Status

KARSTEN PIEPJOHN

History, Geology and Natural Resources of the Arctic and its Legal Status: *In contrast to the Antarctic continent, the Arctic consists of a central ocean – the Arctic Ocean – which is surrounded by the continental land masses of Asia, Europe and North America. Until today, geoscientists could not satisfactorily explain how the Arctic Ocean has been formed. A survey of the US Geological Survey some years ago found that 25% of the worldwide reserves of oil and gas can be assumed in the Arctic. But also concerning the mineral resources the Arctic is likely to become of increasing economic importance: ancient continental cratons from the beginning of Earths' history and the remnants of "deformable zones" of colliding continents contain occurrences and deposits of metals and rare earth elements. Already today, Germany imports large amounts of gas from the Barents Sea and Western Siberia, coal from Spitsbergen and iron ores from northern Sweden. The possible additional occurrences of profitable resources in the Arctic raises economic expectations: the press has already referred to a "Cold War at the North Pole", based on the fact that according to the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), the countries surrounding the Arctic Ocean have the right to apply to the United Nations for the extension of their area of interest (EEC) towards the ocean. According to UNCLOS, the United Nations decide if such applications will be accepted or refused – as was already the case for an Russian application.*

Die Geologie der Arktis

Die Arktis besteht aus einem zentralen Ozean – dem Arktischen Ozean –, der aus ozeanischer Kruste aufgebaut ist und weltweit eine Besonderheit darstellt: nur über die schmale Framstraße zwischen Grönland und Spitzbergen ist dieses fast vollständig isolierte Ozeanbecken mit den Weltmeeren verbunden (Abb. 1.8-1). Umgeben wird der Arktische Ozean von den kontinentalen zirkumarktischen Rändern der Kontinentplatten Nordamerikas und Eurasiens mit den weltweit größten Schelfgebieten vor der eurasischen Küste (Barentssee, Karasee, Laptewsee, Ostsibirische See) (Abb. 1.8-1). Diese Schelfmeere sind zwar von Wasser bedeckt, gehören aber genetisch zu den Kontinentplatten und nicht zur Tiefsee des Arktischen Ozeans.

Ozeangebiete

Vom geologischen Aufbau und der Entstehungsgeschichte des Arktischen Ozeans ist noch wenig bekannt. Die nach wie vor herrschende Packeisbedeckung und das extreme Klima machen die Erforschung der Topografie des Tiefseebodens und des Untergrundes mit geophysikalischen, meist schiffsunterstützten, Methoden schwierig. Sicher ist, dass das heutige Polarmeer geologisch gesehen ein relativ junges Ozeanbeckensystem darstellt, das beim Zerfall des Superkontinents Laurasia in zwei Phasen entstanden ist. Während der ersten Phase öffnete sich das Kanadabecken in der Unterkreide scherenartig entlang eines von der Beaufortsee Richtung Nordpols verlaufenden Spreizungssystems (CAREY 1958, GRANTZ et al. 1979, VOGT et al. 1982b) (Abb. 1.8-2). Das Eurasische Becken öffnete sich im Alttertiär entlang des Nansen-Gakkelerückens (VOGT 1979, VOGT et al. 1978, 1982a) während der zweiten Phase und ist heute immer noch

aktiv. Der schmale Lomonossowrücken wurde durch diesen Vorgang vom eurasischen Kontinentalsockel getrennt und driftete in seine heutige Position am Nordpol (Abb. 1.8-2). Über den Alpha-Mendeleevrücken und das Makarovbecken ist heute ebenfalls noch nicht viel bekannt.

Zu dem Ozeansystem der Arktis mit ozeanischer Kruste gehören neben dem zentralen Polarmeer die Baffinbai, die Grönlandsee und die Norwegische See (Abb. 1.8-1). Die Baffinbai zwischen der Baffininsel und Grönland ist ein Seitenarm des Nordatlantiks, der etwa 60 Mio. Jahre lang ozeanische Kruste produziert hat und seit etwa 35 Mio. Jahren nicht mehr aktiv ist (KRISTOFFERSEN & TALWANI 1977, Srivastava 1978). Der noch heute aktive mittelozeanische Rücken verläuft durch die Grönlandsee/Norwegische See zwischen Spitzbergen und Grönland hindurch in das Eurasische Becken, den jüngeren Teil des Arktischen Ozeans, wo er am Kontinentrand der Laptewsee endet (Abb. 1.8-2).

Landgebiete

Die zirkumarktischen Landgebiete werden von einem komplexen Puzzle aus alten Kontinentschilden, Mikroplatten (Terranes), Orogenen und Faltegürteln aufgebaut (Abb. 1.8-2). Die ältesten Strukturen bilden die drei großen präkambrischen Urkontinente (Kratone) Laurentia, Baltica und Sibirien, die aus kristallinen Gesteinen und mächtigen Sedimentserien aufgebaut werden, die zwischen 2,5 und 1,0 Milliarde Jahre alt sind. Bei der Kollision von Laurentia und Baltica vor 450 Mio. Jahren wurden die Kaledoniden und später der ellesmerische Faltegürtel zwischen Laurentia und dem Alaska-Tschuchotka Mikrokontinent aufgefaltet (Abb. 1.8-2). Im Anschluss daran begann vor 350 Mio. Jahren arktisweit die Bildung großer, kilometermächtiger

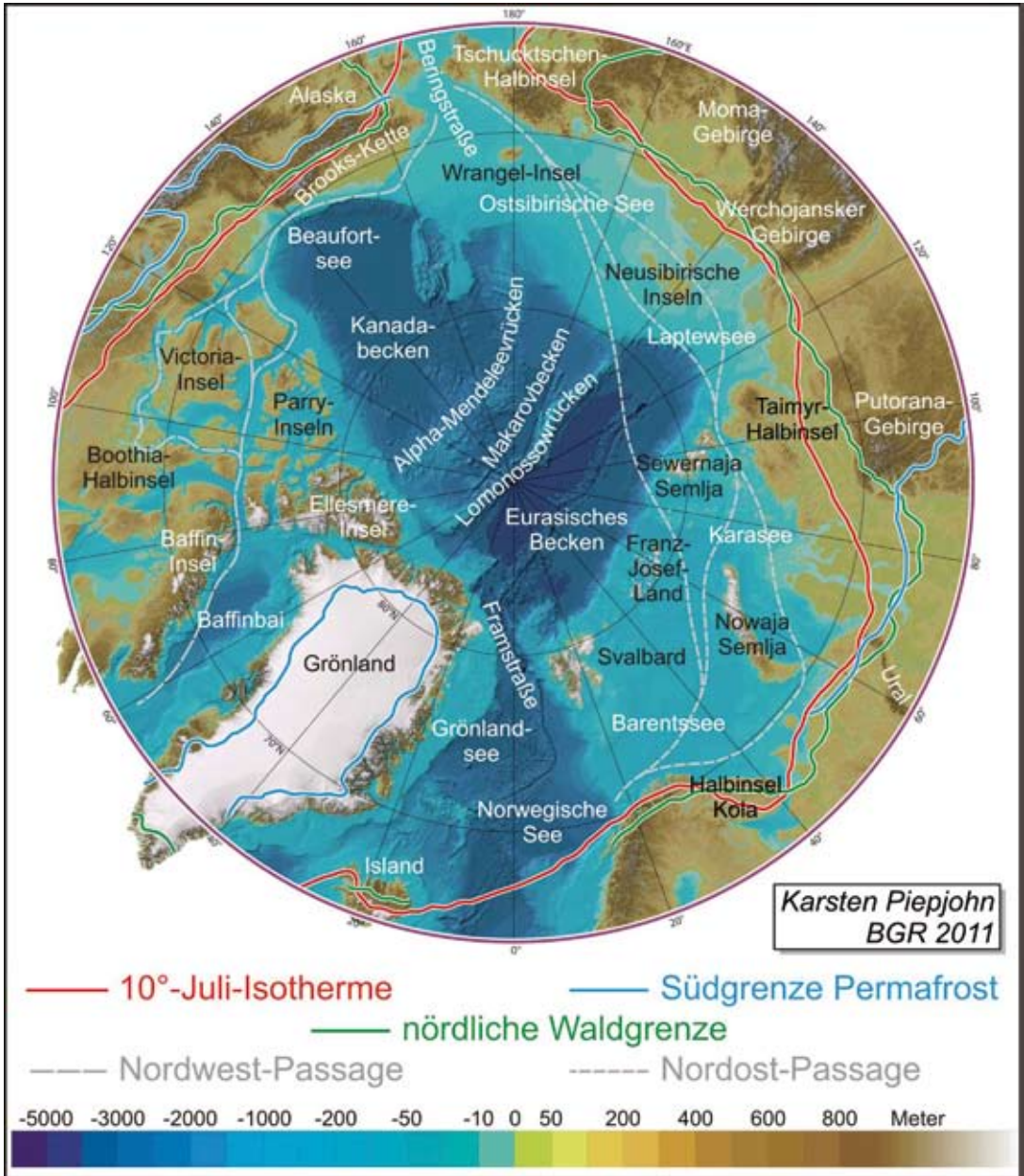


Abb. 1.8-1: Bathymetrische Karte der Arktis (JAKOBSSON et al. 2008) mit der Lage der 10°C-Juli-Isotherme, der Südgrenze des Permafrosts, der nördlichen Waldgrenze sowie dem Verlauf der Northwest- und der Nordost-Passagen.

Sedimentbecken, die zum Teil sehr viel organisches Material enthalten, das für die Bildung von Erdöl und Erdgas von Bedeutung ist. Währenddessen näherte sich der sibirische Kraton der Arktis und vervollständigte die Konsolidierung des Superkontinents Laurasia entlang des Urals in der Trias.

Sehr lange überlebte der Kontinent Laurasia nicht. Während auf der sibirischen Seite noch der Taimyr

Faltengürtel, der Werchojansk-Faltengürtel und die Süd-Anyui-Suturzone geformt wurden (Abb. 1.8-2), begann bereits der Zerfall mit der Öffnung des Kanada-beckens in der Unterkreide. Die jüngsten tektonischen Bewegungen entlang des Eureka-Faltengürtels an der Nordküste Nordamerikas und der Westküste von Spitzbergen leiteten im Alttertiär den vollständigen Zerfall Laurasias mit der Öffnung der Baffinbai, des Eura-

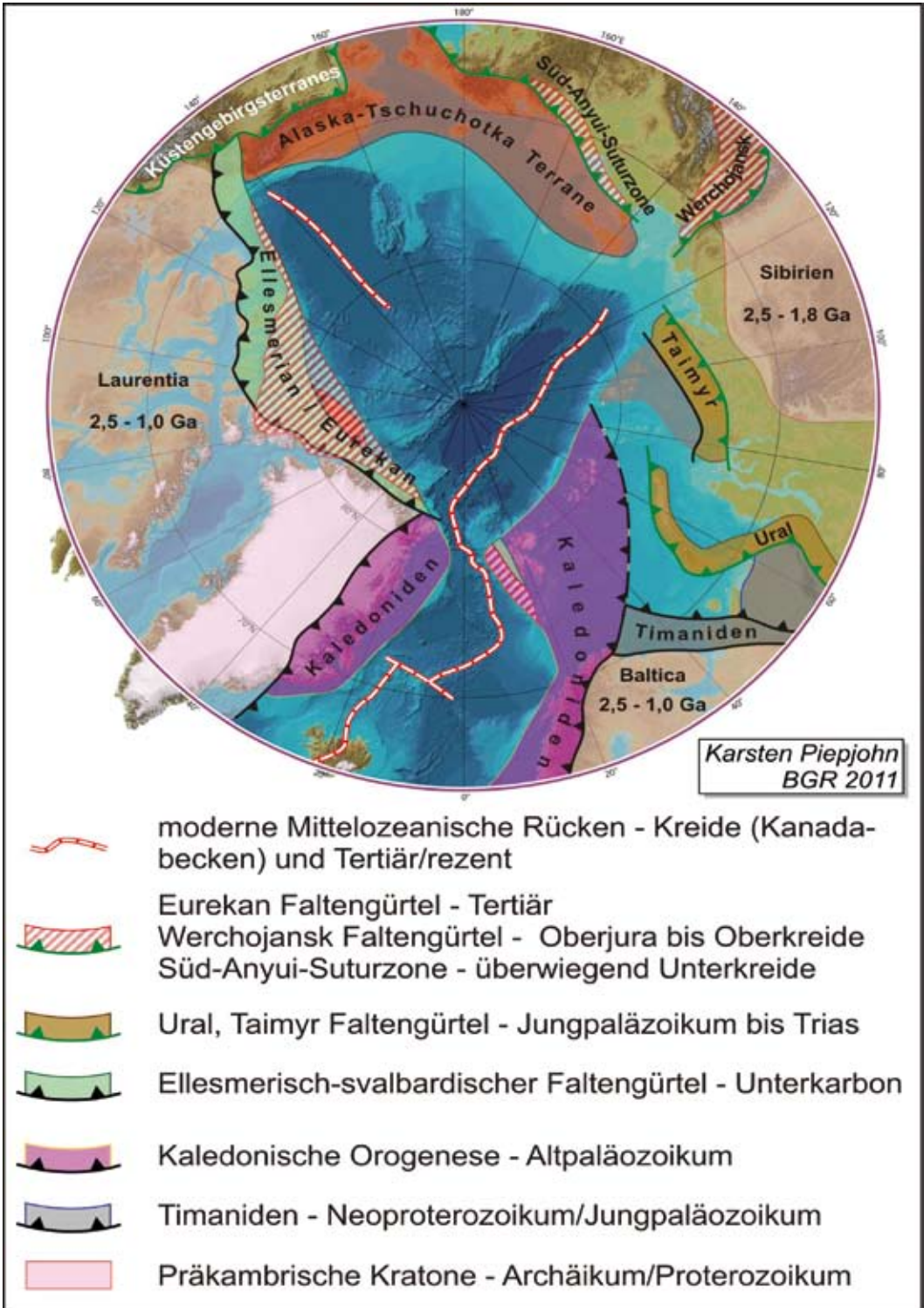


Abb. 1.8-2: Geologische Karte der Arktis mit den wichtigsten Urkontinenten (Kratonen), Orogenen und jungen Falteingürteln (PIEJOHN et al. 2011), verändert nach HOFFMAN (1988), ROSEN et al. (1994), ROSS & VILLENEUVE (2003), GEE & STEPHENSEN (2006), KHUDOLEY et al. (2007) und COLPRON & NELSON (2011).

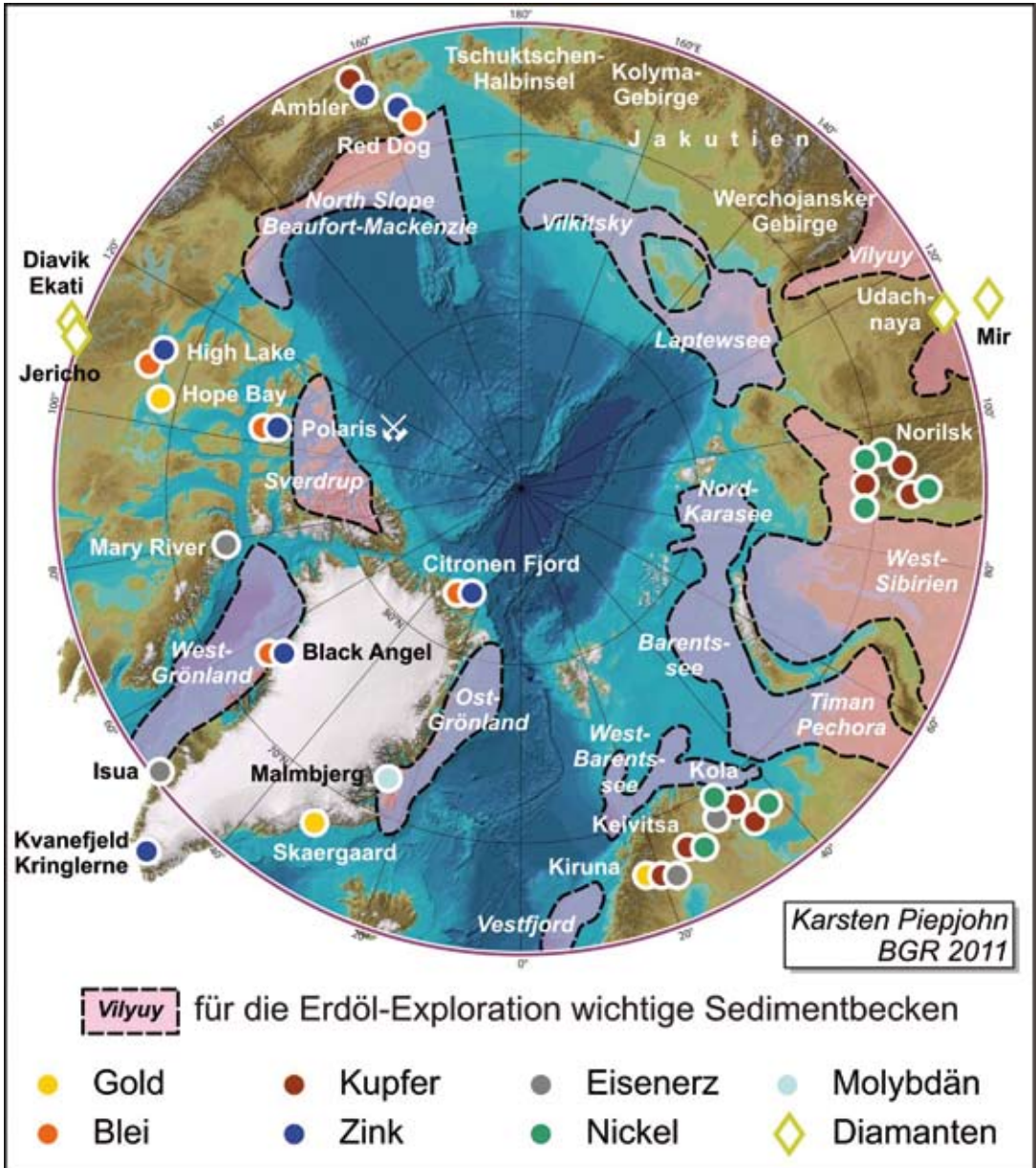


Abb. 1.8-3: Karte der Arktis mit den wichtigsten Vorkommen mineralischer Rohstoffe und der Lage der für die Energierohstoffe bedeutenden zirkumarktischen Sedimentbecken (PIEPJOHN et al. 2011), verändert nach USGS (2008).

sischen Beckens und des nördlichsten Atlantiks ein.

Viele dieser Strukturen verlaufen mehr oder weniger parallel zu den heutigen Kontinenträndern (Ellesmerian/Eurekan Faltengürtel, Süd-Anyui-Suturzzone) oder laufen schräg oder senkrecht auf den Arktischen Ozean zu (Werchojansk Faltengürtel, Kaledoniden) ohne sichtbare Fortsetzung auf der gegenüberliegenden Seite des Polarbeckens (Abb. 1.8-2). Dieses komplizierte Puzzle macht es schwierig, die Positionen dieser

Strukturen vor dem Zerfall Laurasias zu rekonstruieren. Für die Prognose möglicher Potentiale mineralischer und vor allem von Energierohstoffen ist dieses Wissen aber von grundlegender Bedeutung.

Rohstoffe in der Arktis

Die Verteilung möglicher Rohstoffe ist abhängig von der plattentektonischen Situation in der Arktis, der Verbreitung der Kratone, Faltengürtel und Sedimentbecken

und folglich von der Verbreitung der verschiedenen Gesteinseinheiten. Einfach gesagt: wo große Areale mit metamorphen Gesteinen oder Graniten auftreten, sind die Bedingungen für die Bildung von Erdöl nicht gegeben. Hier würde man mineralische Rohstoffe vermuten. Umgekehrt bieten die großen Sedimentbecken die Möglichkeit für die Entwicklung von Erdöl- und Erdgasvorkommen, aber auch von Kohle und sedimentären mineralischen Lagerstätten. Daher sind die Vorkommen mineralischer Rohstoffe mit Ausnahmen (Polaris, Citronen Fjord) vor allen Dingen in den Kristallin-Gebieten der alten präkambrischen Kratone und den Orogenen (z.B. Kaledoniden) zu finden, während die möglichen und bislang entdeckten Energierohstoffvorkommen in den zirkumarktischen Sedimentbecken liegen (Abb. 1.8-3).

Mineralische Rohstoffe

Die weltweit hohe Rohstoffnachfrage hat zu einem starken Anstieg des Interesses an der Erkundung neuer Vorkommen mineralischer Rohstoffe in der Arktis geführt. Derzeit fördern 20 Bergwerksbetriebe Rohstoffe nördlich des Polarkreises vor allem im Bereich der alten Kratone Laurentia, Baltica und Sibirien (vgl. Abb. 1.8-2 und -3). In diesen Gebieten befinden sich Vorkommen von Gold, Kupfer, Eisenerz, Molybdän, Blei, Zink, Platingruppenmetalle, Nickel, Diamanten und Seltene Erden. Detaillierte Studien über die Rohstoffpotenziale in Grönland, der nordeuropäischen, russischen und nordamerikanischen Arktis wurden von der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) publiziert (ELSNER 2010, 2012, KLIMESCH 2012, URAZOWA & BUCHHOLZ 2012).

Tab. 1.8-1: Die wichtigsten Bergwerke und Explorationsgebiete mineralischer Rohstoffe in der Arktis, verändert nach PIEPJOHN et al. (2011).

Lage	Name	Ressource	Status
SW-Grönland	Kvanefjeld, Kringlerne	Seltene Erden	Exploration
	Black Angel	Blei, Zink	Entwicklung
	Isua	Eisenerz	Realisierbarkeitsstudien
Ostgrönland	Skærgaard	Gold, Platin, Palladium	Exploration
	Malmbjerg	Molybdän	Exploration
Nordgrönland	Citronen Fjord	Blei, Zink	Exploration
Schweden	Aitik, Kiruna, Malmberget	Kupfer, Gold, Eisenerz	Abbau
Finnland	Keivitsa	Nickel, Kupfer	Abbau
Kola-Halbinsel	Olkon, Kovdorsky, Zhdanovskoye	Nickel, Kupfer, Eisenerz	Abbau
Zentralsibirien	Norilsk	Nickel, Platin, Palladium	Abbau
	Oktyabyr, Taimyrski, Skalisty	Nickel, Kupfer	Abbau
	Mir, Undachnaya	Diamanten	Abbau
Alaska	Red Dog	Blei, Zink	Abbau
	Ambler	Kupfer, Zink	Exploration
Nordkanada	High Lake	Kupfer, Gold	Exploration
	Hope Bay	Gold	Exploration
	Diavik, Ekati	Diamanten	Abbau
	Jericho	Diamanten	momentan stillgelegt
	Mary River	Eisenerz	fortgeschrittene Exploration
	Polaris	Blei, Zink	aufgelassen

Seit Mitte des 17. Jahrhunderts hat Nordeuropa eine lange Tradition in der Förderung mineralischer Rohstoffe, besonders Eisenerz, Silber, Industriemineralien und Marmor (siehe ELSNER 2012). In Nordnorwegen werden heute an mehr als 25 Stellen Eisenerz, Industriemineralien und Naturwerksteine gewonnen. In Schweden liegt das wohl bekannteste Eisenerz- und eines der größten Untertagebergwerke der Welt in Kiruna (siehe *Tab. 1.8-1*), das 12% des deutschen Eisenbedarfs deckt. Daneben bauen die Schweden noch in zwei weiteren Bergwerken Eisenerz sowie Kupfer, Gold und Silber ab. Im Norden Finnlands werden vor allem Gold und Natursteine gewonnen, daneben stellt das Keivitsa-Projekt eines der größten unerschlossenen sulfidischen Nickelvorkommen der Welt dar.

In Russland konzentriert sich der Abbau mineralischer Rohstoffe vor allem auf zwei Gebiete auf der Kola-Halbinsel und im Zentrum Sibiriens, die im Bereich der präkambrischen Kratone Baltica und Sibirien liegen (siehe URAZOVA & BUCHHOLZ 2012) (*Abb. 1.8-3*). Auf der Kola-Halbinsel werden an 21 Lokalitäten vor allem Eisenerz, Nickel, Kupfer, Kobalt, Silber-Gold-Platingruppenmetalle, Niob, Tantal, Seltene Erden sowie Industriemineralien (Apatit, Muskovit, Phlogopit, Vermikulit, Baddeleyit und Feldspat) gefördert. In der Norilsk-Region wurde schon während des zweiten Weltkriegs in den Lagerstätten Norilsk (Cu, Ni, Pt, Pd), Noginskoe (Graphit) und Norwik (Halit, Bor) gefördert. Heute wird in diesem Gebiet ein Sechstel der Weltproduktion an Nickel und knapp ein Drittel an Platingruppenmetallen abgebaut. Ansonsten ist die russische Arktis reich an Eisen-, Bunt- und Edelmetallen, Düngemittelrohstoffen, Edel- und Halbedelsteinen und Diamanten. Zwar sind riesige Bereiche der russischen Arktis noch weitgehend unterexploriert, allerdings sind wegen der geologischen Vielfalt Sibiriens hier aber noch erhebliche Rohstoffpotentiale zu erwarten.

In Nordamerika konzentrieren sich die bekannten Rohstoffvorkommen auf das Yukon-Gebiet, den Westrand von Alaska und den kanadischen Arktischen Archipel (siehe KLIMESCH 2012). Bekannt sind die Goldvorkommen entlang des Yukon Rivers, deren Entdeckung um 1896 zu dem großen Goldrausch besonders am Klondike führte. Im Westen Alaskas sind große Potentiale bei Blei-Zink sowie Kupfer-Polymetallen bekannt. Die nahezu erschöpfte Blei-Zink-Lagerstätte Red Dog deckte über 5% der Weltzinkproduktion und 3% der Weltbleiproduktion ab. Der Abbau soll nun auf die Lagerstätte Aqaluk erweitert werden, die die Bergwerkslaufzeit in diesem Gebiet wahrscheinlich bis 2031 verlängert. Ansonsten ist im nördlichen Kanada außer mehreren Diamantminen kein nennenswerter Rohstoffabbau in Betrieb.

Im Norden der Baffininsel wird demnächst mit der Eröffnung des Bergwerks Mary River gerechnet (siehe *Tab. 1.8-1*), und außerdem läuft die Prospektion nach Gold, Eisen, Kupfer, Zink, Blei, Nickel, Platingruppen-elementen und Diamanten in den weiten kanadischen Gebieten des Kratons Laurentia. Nach der weit fortgeschrittenen Exploration für die Mine Hope Bay (*Abb. 1.8-3*) wird dort mit einer geplanten jährlichen Produktion von 9t Gold gerechnet, womit diese Lagerstätte eine der größten unentwickelten Goldreserven Nordamerikas darstellen würde.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts werden in Grönland in kleinerem Umfang Kupfer, Blei, Zink, Silber, Gold, Marmor Graphit, Olivin und Kryolith abgebaut (siehe ELSNER 2010). Im Zeitraum von 2004 bis 2010 hat sich die Anzahl der Explorationslizenzen allerdings von 22 auf über 70 erhöht. Teilweise könnte die Produktion der bisher explorierten Vorkommen einen wichtigen Beitrag zur Weltrohstoffversorgung leisten: mit 10.000 t Molybdän würde das Malmbjerg-Vorkommen 5-6% der Weltproduktion abdecken, während die Inbetriebnahme des Kvanefeld-Projekts die Versorgung mit Seltene Erden wesentlich verbessern würde. Im Citronen Fiord in Nordgrönland wird eine der größten Blei-Zink-Lagerstätten der Welt prospektiert (*Abb. 1.8-3*). Allerdings ist der Transport der Erze vom Citronen Fjord zu den Verbraucherländern noch völlig unklar.

Energierohstoffe

Wer über die Rohstoffpotentiale der Arktis spricht, meint meistens die großen Erdöl- und Erdgasvorkommen, die auf den weiten Schelfgebieten der Arktis, besonders an der russischen Eismeerküste, vermutet werden. Nach einer Studie des Geologischen Dienstes der USA (USGS 2008) liegen 25% der weltweiten vermuteten Erdgasvorkommen in der Arktis. Da die Bedingungen für die Bildung von Erdöl- und Erdgaslagerstätten auf den überfluteten Randgebieten der Kontinente erfahrungsgemäß gut sind, sind diese Flachmeergebiete für die Erdölindustrie von großem Interesse. Vor der sibirischen Küste liegt zwischen der Tschuktschensee im Osten und der Barentssee das mit 4,5 Mio. km² größte Schelfgebiet der Erde (mehr als 12mal so groß wie Deutschland), das über weite Bereiche noch völlig unerforscht ist. Zwar wird in der Barentssee bereits Erdgas gefördert, aber je weiter man in die Seegebiete nach Osten kommt, umso geringer werden die momentanen Aktivitäten und das Wissen um den geologischen Aufbau des Untergrundes.

Nach der Studie USGS (2008) sind nördlich des Polarkreises mehr als 400 Öl- und Gaslagerstätten bekannt, die bereits jetzt etwa 10% der weltweit bekannten konventionellen Vorräte enthalten. In der zir-

kumarktischen Ressourcenbewertung weist der USGS 25 Provinzen aus, in denen mit einer gewissen Sicherheit signifikante Öl- und Gasvorkommen zu erwarten sind. Diese Provinzen decken fast den gesamten Bereich der zirkumarktischen Schelfgebiete, insbesondere aber den sibirischen Schelf, ab.

Das Anwachsen der Weltwirtschaft und die Kostenentwicklung führen dazu, dass sich die Aufmerksamkeit der Staaten und der Industrie zunehmend auf Vorkommen richtet, die bislang als technisch zu aufwändig und/oder zu kostenintensiv angesehen wurden. Mittlerweile werden auch die Tiefwasserbereiche der Kontinentränder der Weltmeere (>1.500 m), unkonventionelle Lagerstätten wie Ölsande und Ölschiefer sowie die vermuteten Vorkommen in der Arktis immer interessanter.

Dabei ist der Abbau von Energierohstoffen in der Arktis nicht neu: bereits seit vielen Jahren werden Erdöl und Erdgas in der Arktis, zum Beispiel in der Prudhoe Bay (Beaufortsee), in Westsibirien und seit einigen Jahren in der Barentssee, gefördert. 140 km nördlich von Norwegen liegt bei 70° nördlicher Breite das bisher größte Erdgasfeld Snøvit in der Barentssee, das seit 2008 Erdgas und Konzentrat fördert. Die gesamte Fördertechnik von Snøvit ist auf dem Meeresgrund in 300 m Tiefe installiert, und das Gas wird über Pipelines bis zur norwegischen Küste gepumpt, dort aufbereitet und mit Gastankern nach Europa transportiert.

Neben dem Erdgas aus der Barentssee bezieht Deutschland fast ein Drittel des Erdgases aus Russland. In Westsibirien liegen riesige Erdgasfelder wie zum Beispiel die Lagerstätte Urengoj, die bereits seit vielen Jahren wesentlich zur Versorgung Europas mit Erdgas beiträgt. Allerdings ist abzusehen, dass die Förderung der westsibirischen Vorkommen zurückgehen wird. Daher erweitert Russland die Installation der notwen-

digen Infrastruktur (Eröffnung der nördlichsten Eisenbahnlinie der Welt nach Bovanenkovo im Jahr 2010; Bau der Bovanenko-Yamal Pipeline mit Anschluss an die Jamal-Europa Pipeline) weiter nach Norden, um die bekannten Erdgasvorräte östlich der Ob-Mündung (Jamburg), auf der Jamal-Halbinsel (Bovanenkovo) und im Bereich der Karasee erschließen zu können. Die Entwicklungen in Russland und Norwegen werden dazu führen, dass der Anteil des in Europa genutzten Gases aus der Arktis in Zukunft weiter steigen wird.

Das Internationale Seerechtsübereinkommen (SRÜ) der Vereinten Nationen

In letzter Zeit haben die in der Arktis vermuteten Rohstoffe an großer Bedeutung gewonnen. Das zurückweichende Packeis im Polarmeer und die damit verbundene bessere Zugänglichkeit vieler Gebiete sind natürlich eine Voraussetzung dafür, bekannte Rohstoffvorkommen wirtschaftlicher auszubeuten oder nach neuen Rohstoffquellen zu suchen. In vielen arktischen Gebieten sind bereits Rohstoffe wie Diamanten, Gold, Platin oder Erze gefunden worden, Erdöl und Erdgas werden bereits in großen Mengen gefördert. Wem die bekannten oder vermuteten Lagerstätten in den noch »herrenlosen« Gebieten zur Ausbeutung überlassen werden sollen, ist Streitpunkt unter den Anrainerstaaten.

Nach dem seit 1994 geltendem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen hat jeder Anrainerstaat eines Meeres das Recht, sich bestimmte Souveränitätsrechte weit über den Kontinentalabhang hinaus in die Tiefsee bestätigen zu lassen (siehe auch GEBHARDT & INGENFELD 2011). Und hier wird es kompliziert: Über den direkt vor der Küste liegenden, 12 Seemeilen (20 km) breiten Streifen des Nationalen Küstenmeeres hinaus gibt es die so genannte Ausschließliche Wirt-

Tab. 1.8-2: Die wichtigsten vermuteten Erdöl- und Erdgasreserven in der Arktis, nach BYRD et al. (2008).

Provinz (USGS)	Öl (10 ⁹ Barrels)	Erdgas (10 ¹² Kubikfuß)	Flüssiggas (10 ⁹ Barrels)	Gesamtmittel Öläquivalent (10 ⁹ Barrels)
Westsibirisches Becken	3,66	651,5	20,33	132,57
Arctisch-Alaska	29,96	221,4	5,9	72,77
Ostbarentsbecken	7,41	317,56	1,42	61,76
Ostgrönlandbecken	8,9	86,18	8,12	31,39
Jenissej-Khatangabecken	5,58	99,96	2,68	24,92
Amerasisches Becken	9,72	56,89	0,54	19,75
Baffinbai	8,9	86,18	8,12	31,39

schaftszone, die bis zu 200 Seemeilen (320 km) von der Küste ins Meer reicht und in der der Küstenstaat das Recht auf Fischbestände und Rohstoffe auf und unter dem Meeresboden hat. Allerdings gehört diese Zone nicht mehr direkt zum Staatsgebiet, und andere Staaten können dieses Gebiet mit Schiffen befahren oder mit Flugzeugen überfliegen (»Friedliche Passage«). In der Arktis gehören zu dieser Zone die den Küsten vorgelagerten Flachmeere der Anrainerstaaten, besonders die breiten Schelfgebiete nördlich von Sibirien. Bleiben im Polarmeer noch die zentralen, von untermeerischen Gebirgsrücken durchzogenen großen Tiefseegebiete, die bis jetzt internationales Gewässer darstellen. Das heißt, dass hier noch alle Bodenschätze zum gemeinsamen Erbe der Menschheit gehören.

Dieses Erbe der Menschheit wird in Zukunft kleiner werden. Sobald ein Küstenstaat das UNO-Seerechtsübereinkommen ratifiziert und seine Ansprüche durch wissenschaftliche Untersuchungen seiner Meeresgebiete belegt, kann er diese bei der Festlandssockelgrenzkommission der UNO beantragen. Wenn durch die Kommission bestätigt wird, dass sich die »Landmasse« des Küstenstaats jenseits der Ausschließlichen Wirtschaftszone unter Wasser als so genannter »erweiterter Festlandssockel« fortsetzt, steht diesem Staat die Erforschung und Ausbeutung natürlicher Ressourcen in dieser Zone zu.

Bei der Frage, wie weit sich die »Landmasse« eines Küstenstaates meerwärts fortsetzt, werden auf einmal Geologen und Geophysiker wichtig. Zum einen geht es darum, die Tiefe und die Gestalt des Meeresbodens zu kartieren, andererseits müssen die Geologen feststellen, aus welchen Gesteinen zum Beispiel untermeerische Gebirgszüge aufgebaut sind. Gehören diese Gebirgszüge als »mittelozeanische Rücken« nämlich zur ozeanischen Kruste, können diese nicht in den »erweiterten Festlandssockel« einbezogen werden. Besteht ein untermeerisches Gebirge jedoch aus kontinentaler Kruste, können Staaten Souveränitätsansprüche geltend machen. Und das ist bei dem Lomonossowrücken der Fall, der quer durch das Polarmeer von Sibirien über den Nordpol Richtung Grönland verläuft. Vier Szenarien sind möglich, wenn es um die zukünftige Aufteilung des Polarmeeres geht, und diese Szenarien hängen davon ab, ob der Lomonossowrücken durch schmale Tiefseegräben mit Wassertiefen unter 2.500 m von den benachbarten Festländern abgetrennt ist:

- Sollte der Lomonossowrücken durch einen tiefen Graben von Grönland getrennt sein, während es keinen Graben vor Sibirien gibt, könnte Russland tatsächlich den gesamten Lomonossowrücken bis dicht vor Grönland für sich beanspruchen;
- Im umgekehrten Fall (Graben vor Sibirien, kein Gra-

ben vor Grönland) könnten Grönland/Dänemark und Kanada den gesamten Lomonossowrücken für sich beanspruchen (und müssten sich einigen!);

- Wenn es auf beiden Seiten keinen Graben gibt, wäre die Grenze zwischen den Anspruchsgebieten von Grönland/Dänemark und Kanada einerseits und Russland andererseits in der geografischen Mitte in der Nähe des Nordpols;
- Wenn es auf beiden Seiten tiefe Gräben gibt, dann könnten weder Grönland/Dänemark und Kanada auf der einen Seite noch Russland auf der anderen Seite Ansprüche auf den Lomonossowrücken stellen. Aus internationaler Sicht ist das sicherlich das wünschenswerteste Szenario!

Schon an diesem Beispiel kann man sehen, wie wenig die Arktis erforscht ist. Auf Meeresbodenkarten sind zwar sowohl auf der grönländischen als auch auf der sibirischen Seite Depressionen zwischen dem Lomonossowrücken und den »Landmassen« erkennbar, aber selbst mit den heutigen Messinstrumenten und -methoden ist immer noch unbekannt, ob diese unter der magischen 2.500 m-Tiefenlinie liegen.

Sollten die Ansprüche der fünf arktischen Anrainer-Staaten Russland, Norwegen, Grönland/Dänemark, Kanada und USA (wobei die USA das UNO-Seerechtsübereinkommen bisher noch nicht ratifiziert haben und daher ihren »erweiterten Festlandssockel« gar nicht beantragen können) durch die UNO anerkannt werden, würden sich die internationalen Gewässer nur noch auf drei relativ kleine Gebiete im zentralen Polarmeer reduzieren. Die Idee, den Arktischen Ozean durch ein internationales Vertragswerk wie zum Beispiel im Fall der Antarktis zu einem geschützten Erbe der Menschheit zu machen, kommt zu spät und liegt mit Sicherheit nicht im Interesse der Anrainerstaaten der Arktis.

Dabei wäre sicherlich wünschenswert, die Arktis in ihrer Gesamtheit unter Schutz zu stellen, da sie eines der empfindlichsten Ökosysteme unseres Planeten darstellt und im Hinblick auf das Weltklima eine ausschlaggebende Rolle spielt. Allerdings ist zu befürchten, dass die politischen und vor allem wirtschaftlichen Interessen der Anrainerstaaten dazu führen werden, dass die Ressourcen der Arktis auch genutzt werden: die denkbar knappe Abstimmung des grönländischen Parlaments im Oktober 2013 für den Uranbergbau ist ein Beispiel dafür.

Literatur

BIRD, K. J., R. R. CARPENTIER, GAUTIER, D. L., HOUSEKNECHT, D. W., KLETT, T. R., PITMAN, J. K., MOORE, T. E., SCHENK, C. J., TENNYSON, M. E. & C. J. WANDREY (2008): Circum-Arctic resource appraisal: Estimates of undiscovered oil and gas north

- of the Arctic Circle. U.S. Geological Survey Fact Sheet 2008-3049. <http://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049>.
- CAREY, SW. (1958): The orocline concept in geotectonics. - R. Soc. Tasmania Pap. Proc. 89, 255-288
- COLPRON, M. & J. L. NELSON (2011): A Palaeozoic NW Passage and the Timanian, Caledonian and Uralian connections of some exotic terranes in the North American Cordillera. In: SPENCER, A. M., EMBRY, A. F., GAUTIER, D. L., STOUPAKOVA, A. V. & K. SØRENSEN (Hrsg.): Arctic Petroleum Geology. - Geological Society of London Memoirs. London, 463-484.
- ELSNER, H. (2010): Das mineralische Rohstoffpotenzial Grönlands. - DERA Rohstoffinformationen 1, 1-81.
- ELSNER, H. (2012): Das mineralische Rohstoffpotenzial der nordeuropäischen Arktis. - DERA Rohstoffinformationen 3, 1-182.
- GEBHARDT, H. & INGENFELD, E. (2011): Die Arktis im Fokus geökonomischer und geopolitischer Interessen. - Geographische Rundschau, 12, 26-32.
- GEE, D.-G. & R. A. STEPHENSEN (2006): European lithosphere - an introduction. - In: GEE, D.-G. & R.A. STEPHENSEN, R.A. (Hrsg.): European Lithosphere Dynamics, Geological Society of London, Memoir 32, 1-9.
- GRANTZ, A., EITREIN, S. & D. A. DINTER (1979): Geology and tectonic development of the continental margin north of Alaska. - Tectonophysics 59, 263-291.
- HOFFMAN, P. F. (1998): United plates of America, the birth of a craton: early Proterozoic assembly and growth of Laurentia. - Annual Reviews of Earth and Planetary Science, 16, 543-603.
- JAKOBSSON, M., MACNAB, R., MAYER, L., ANDERSON, R., EDWARDS, M., HATZKY, J., SCHENKE, H. W. & P. JOHNSON (2008): An improved bathymetric portrayal of the Arctic Ocean: Implications for ocean modeling and geological, geophysical and oceanographic analyses. Geophysical Research Letters, 35, 5 S.
- KHUDOLEY, A. K., KROPACHEV, A. P., TKACHENKO, V.I., RUBLEV, A. G., SERGEEV, S. A., MATUKOV, D. I. & O. Yu. LYAHNITSKAYA (2007): Mesoproterozoic to Neoproterozoic evolution of the Siberian craton and adjacent microcontinents: an overview with constraints for a Laurentian connection. In: LINK, P. K. & R. S. LEWIS (Hrsg.): Proterozoic Geology of Western North America and Siberia. Society for Sedimentary Geology, Special Publications, 86, 209-226.
- KLIMESCH, L.-M. (2012): Das Mineralische Rohstoffpotenzial der nordamerikanischen Arktis. - DERA Rohstoffinformationen 2, 1-43.
- KRISTOFFERSEN, Y. & M. TALWANI (1977): Extinct triple junction south of Greenland and the Tertiary motion of Greenland relative to North America. - Geological Society of America Bulletin 88, 1037-1049.
- PIEPJOHN, K., CRAMER, B., BUCHHOLZ, P., ELSNER, H. & L.-M. KLIMESCH (2011): Vorkommen und Potentiale geologischer Ressourcen in der Arktis. - Geographische Rundschau, 12, 34-39.
- ROSEN, O. M., CONDIE, K. C., NATAPOV, L.M. & A. D. NOZHKIN (1994): Archean and Early Precambrian evolution of the Siberian craton: a preliminary assessment. - In: CONDIE, K. C. (Hrsg.): Archean Crustal Evolution. Amsterdam, 411-459.
- ROSS, G. M. & M. VILLENEUVE (2003): Provenance of the Mesoproterozoic (1.45 Ga) Belt basin (western North America): another piece in the pre-Rodinia paleogeographic puzzle. - Geological Society of America Bulletin, 115, 1191-1217.
- SRÜ (1998): Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen und Übereinkommen zur Durchführung des Teils XI des Seerechtsübereinkommens, 23.6.98, DE. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 179/3 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:179:0003:0134:DE:PDF>).
- SRIVASTAVA, S. P (1978): Evolution of the Labrador Sea and its bearing on the early evolution of the North Atlantic. - Geophysical Journal International 52(2), 313-357.
- URAZOVA, K. & P. BUCHHOLZ (2012): Das mineralische Rohstoffpotenzial der russischen Arktis. - DERA Rohstoffinformationen 4, 1-54.
- USGS (2008): Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle. - U.S. Geological Survey Fact Sheet 2008-3049, 4 S.
- VOGT, P. R. (1979): Global magmatic episodes: new evidence and implications for the steady-state mid-ocean ridge. - Geology 7, 93-98.
- VOGT, P. R., FEDEN, R., ELDHOLM, O. & E. SUNDVOR (1978): The ocean crust west and north of the Svalbard Archipelago. - Polarforschung 48, 1-19.
- VOGT, P. R., KOVACS, L. C., BERNERO, C. & S. P. SRIVASTAVA (1982a): Asymmetric Geophysical Signatures in the Greenland-Norwegian and Southern Labrador Seas and the Eurasia Basin. - Tectonophysics 89, 95-160.
- VOGT, P. R., TAYLOR, P. T., KOVACS, L. C. & G. L. JOHNSON (1982b): The Canada Basin: Aeromagnetic Constraints on Structure and Evolution. - Tectonophysics 89, 295-336.

Kontakt:

Dr. Karsten Piepjohn
 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
 karsten.piepjohn@bgr.de