PEER-REVIEWED

GEOPOLITISCHE INFORMATION 1 / 2021

Auswirkungen des Klimawandels in der Arktis

Wirtschaft, Infrastruktur und Sicherheitspolitik

BUNDESWEHR

VORWORT

Das Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw) gehört dem Organisationsbereich Cyber- und Informationsraum an und zählt zu den Ressortforschungseinrichtungen des Bundes. Es deckt den Bedarf der Streitkräfte an weltweiten, flächendeckenden und qualitätsgesicherten Geoinformationen sowie an umfassender geowissenschaftlicher Beratung für die Planung und Durchführung militärischer Operationen. Die angewandte Ressortforschung des Zentrums orientiert sich konsequent am Bedarf der Nutzenden und ihrer Systeme. Ziel der Forschungs- und Entwicklungsarbeit ist die nachhaltige Verbesserung der GeoInfo-Unterstützung im gesamten Aufgabenspektrum der Bundeswehr. Hierzu zählen, neben Auftragsarbeiten, auch eigene Untersuchungen und Studien.

Der Geoinformationsdienst der Bundeswehr (GeoInfoDBw) beschäftigt sich u. a. mit der Bedeutung von Geofaktoren für die Krisen- und Konfliktentstehung. Dieser Ansatz unterscheidet sich somit von rein sozialwissenschaftlichen oder akteursdominierten Perspektiven und fokussiert thematisch die Geofaktoren in der Konfliktforschung. Naturräumliche Rahmenbedingungen reichen als alleinig erklärende Faktoren allerdings nicht aus. Bei der Analyse, Beurteilung und Prognose von Krisen und Konflikten müssen alle beteiligten und auslösenden Faktoren sowie ihre Interaktionen umfassend berücksichtigt werden (u. a. soziale, wirtschaftliche, politische, kulturelle, historische Faktoren). Hierzu sind eine multifaktorielle Analyse sowie ein interdisziplinärer Ansatz unerlässlich. Geofaktoren werden hierbei in ihrer jeweils fallspezifisch variierenden Gewichtung betrachtet, um adäquate Vermeidungs- oder Unterstützungsstrategien aus diesem Kontext anbieten zu können.
Die Geopolitischen Informationen werden durch wissenschaftliches Personal des GeoInfoDBw erstellt. Erkenntnisse ziviler wissenschaftlicher Einrichtungen und Veröffentlichungen sowie frei verfügbare Datenquellen werden bezüglich ihrer Bedeutung für geopolitische/strategische Fragestellungen ausgewertet, um im Rahmen der GeoInfo-Unterstützung den Geschäftsbereich des Bundesministeriums der Verteidigung zu beraten.

Die Studienarbeiten zur Geopolitik geben keine offiziellen Positionen des Bundesministeriums der Verteidigung wieder, sondern liegen in der Verantwortung der Verfasser.
Die aktuelle Ausgabe wurde durch ein Mitglied des wissenschaftlichen Beirates des ZGeoBw, Brigadier Dr. Friedrich Teichmann (Direktor des Instituts für Militärisches Geowesen des Österreichischen Bundesheeres), begutachtet („Peer-Review“).

Peter Webert, Brigadegeneral
Kommandeur ZGeoBw und Leiter GeoInfoDBw

INHALT

Vorwort ... 3

Abbildungsverzeichnis ... 5

Tabellenverzeichnis ... 5

Fotoverzeichnis ... 6

1 Einleitung und Überblick ... 9

2 Die Arktis im (Klima-)Wandel ... 10

2.1 Schmelzendes Meereis – Verlust eines Spiegels ... 11
2.2 Schmelzender Eisschild – Bremse des Golfstroms ... 13
2.3 Schmelzender Permafrost – Feuer für den Klimawandel ... 18
2.4 Schmelzender Permafrost – Boden ohne Halt ... 21
2.5 Der Jetstream – ein starker Wind gerät ins Trudeln ... 24
2.6 Arktische Ökosysteme in Bedrängnis ... 24

3 Rohstoffvorkommen in der Arktis ... 26

3.1 Energierohstoffe (Erdöl und Erdgas) ... 26
3.2 Sonstige Rohstoffe in der Nordpolarregion ... 29

4 Territoriale Ansprüche: Hoheitsrechte, Sicherheit und Umweltschutz ... 32

4.1 Gebietsansprüche in der Arktis ... 32
4.1.1 Das Seerechtsübereinkommen (SRÜ) ... 32
4.1.2 Der Arktische Rat ... 33
4.1.3 Überlappende Gebietsansprüche ... 35
4.2 Schiffspassagen und neue Seewege ... 36
4.3 Die Rolle der EU und der NATO in der Arktis ... 37
4.4 Die Rolle Deutschlands ... 37
4.5 Militarisierung im hohen Norden ... 37
4.5.1 Nachrüstung der USA in der Arktis ... 38
4.5.2 Aufrüstung Russlands in der Arktis ... 38
4.5.3 China als Militärmacht im Hintergrund ... 41
4.5.4 Militarisierung der Arktis (Schlüsse) ... 42
4.6 Profiteure des Klimawandels in der Arktis ... 42
4.7 Chinesisch-russische Kooperation in der Arktis ... 44
4.7.1 China, die „Arktisnation des Südens“ ... 45
4.7.2 Sino-russische Kooperation (Energie und Infrastruktur) ... 45
4.7.3 Konsequenzen der Kooperation von China und Russland ... 46

5 Schlussfolgerungen ... 48

Literaturverzeichnis ... 50

ANHANG ... 60

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Übersichtskarte der Arktis
(Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an Westermann 2011, Maribus 2019, NSIDC 2020) 8

Abb. 2: Land-Ozean-Temperaturanomalie, 1880 bis heute, mit Basiszeitraum 1951–1980
(Quelle: NASA, National Aeronautics and Space Administration. GISS, Goddard Institute for Space Studies. https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/
[Stand: 16.3.2021] © CC0 1.0 Universal) 11

Abb. 3: Jahresgänge der Meereisausdehnung der Jahre 2020 und 2012 in der Arktis im Vergleich zum medialen Jahresgang aus den Jahren 1981–2010
(Quelle: NSIDC, National Snow and Ice Data Center. https://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/ [Stand: 16.3.2021] © CC BY 3.0) 12

Abb. 4: Rückgang der sommerlichen Meereisausdehnung in der Arktis seit 1979 im Vergleich zu 2020
(Quelle: NSIDC, National Snow and Ice Data Center.
http://nsidc.org/arcticseaicenews/sea-ice-comparison-tool/ [Stand: 16.3.2021] © CC BY 3.0) 13

Abb. 5: Der Nordatlantikstrom als Teil der globalen thermohalinen Zirkulation
(Quelle: NASA, National Aeronautics and Space Administration. In: Wikipedia.
https://de.wikipedia.org/wiki/Nordatlantikstrom#/media/Datei:North_Atlantic_currents.svg
[Stand: 22.3.2021] © CC0 1.0 Universal) 15

Abb. 6: Räumliche Verbreitung des Permafrostes
(Quelle: EEA, European Environment Agency.
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/permafrost-in-the-northern-hemisphere
[Stand: 22.3.2021] © CC BY 4.0) 18

Abb. 7: Panarktische Infrastrukturgefahrenkarte mit Nahaufnahmen aus Zentralalaska und nordwestlichen Teilen der russischen Arktis. Gefährdungspotenzial nach unterschiedlichen Risikograden (niedrig bis hoch) für Strukturschäden bis Mitte des Jahrhunderts (2041–2060).
Die Gefährdungseinschätzung basiert auf drei Geohazard-Indizes (Settlement Index, Risk Zonation Index und Analytic Hierarchy Process Based Index). Hot Spots weisen auf Gebiete mit einem hohen Potenzial für Infrastrukturschäden hin. Andere Infrastrukturen wie Siedlungen, die Qinghai-Tibet-Eisenbahn und Pipeline-Systeme sind nur in den Nahaufnahmen zu erkennen.
(Quelle: Hjort et al. In: Nature Communications. https://www.nature.com/articles/s41467-018-07557-4/figures/3 [Stand: 22.3.2021] © CC BY 4.0) 21

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Aktive Bergwerksbetriebe nördlich des Polarkreises
(Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an BGR 2010, USGS 2010/11, Piepjohn 2011, DERA 2012, DERA 2012B, Elsner et al. 2014, NGU 2016) 30

Tab. 2: Metallrohstoffe – Bergbauprojekte nördlich des Polarkreises
(Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an DERA/BGR 2010, Kravchenko & Pokrovsky 1995, USGS 2010/11, Piepjohn 2011) 31

Tab. 3: Akteure im Arktischen Rat
(Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an Haftendorn 2011, AC 2016, Deutsches Arktisbüro 2019) 34

Tab. 4: U-Boote und Schiffe der Arktisanrainer
(Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an Baccaro & Descampus 2020, Paul 2019, International Institute for Strategic Studies 2020, International Association of Classification Societies 2019) 41

Tab. 5: Profiteure des Klimawandels in der Arktis
(Quelle: ZGeoBw 2017. Eigene Darstellung. ZGeoBw, Euskirchen 2021) 43

Tab. 6: Internationale Wirtschafts- und Infrastrukturprojekte in der Arktis Russlands
(Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an: Buchanan (2018), Nilsen (2019), vgl. Tillmann et al. 2018, Chun 2020, Gazprom (2021a), Gazprom (2021b), Staalesen (2016), Sukhankin (2019), Chun (2020), Staalesen (2019), Ziman & Mingtai (2015), Khrennikova & Tanas (2019), Russia Briefing (2017) 47

FOTOVERZEICHNIS

Das deutsche Forschungsschiff „FS Polarstern“ in der Arktis
(Quelle: Mario Hoppmann. Alfred-Wegener-Institut.
https://twitter.com/SGDSued/status/1339855257267003392/photo/1
[Stand: 18.3.2021] © CC BY 4.0) ..... **Titelfoto**

Verbrennung fossiler Energieträger als Ursache des globalen Klimawandels
(Quelle: Ralf Vetterle. https://pixabay.com/de/photos/industrie-umweltverschmutzung-smog-1761801/
[Stand: 22.3.2021] © CC BY 4.0) 10

Schiffspassage durch den Arktischen Ozean
Quelle: Karon Magwood. https://pixy.org/184201/ [Stand: 22.3.2021] © CC0 1.0 Universal 14

Thermokarst im Permafrost (Hudson Bay, Kanada)
(Quelle: Steve Jurvetson. https://www.flickr.com/photos/44124348109@N01/2661598702
[Stand: 22.3.2021] © CC BY 2.0) 16

Thermoerosion im Permafrost (Herschel Island, Kanada)
(Quelle: Boris Radosavljevic. https://www.flickr.com/photos/139918543@N06/24532258070/
[Stand: 22.3.2021] © CC BY 2.0) 19

Gefrorene Methangasblasen in einem See in der Tundra
(Quelle: U. S. Geological Service.
https://www.flickr.com/photos/usgeologicalsurvey/11927906233/in/album-72157639720575826/
[Stand: 22.3.2021] © CC0 1.0 Universal) 20

Entzünden von Methangas aus einem See bei Fairbanks (Alaska)
(Quelle: Nicholas Hasson. University of Alaska Fairbanks.
https://blogs.nasa.gov/earthexpeditions/wp-content/uploads/sites/257/2020/06/Picture1.png
[Stand: 08.02.2021]) 20

Durch tauenden Permafrost versetztes Haus in Dawson City (Kanada).
(Quelle: Terry Feuerborn. https://www.flickr.com/photos/travfotos/249343703/in/album-72157594295126765/
[Stand: 22.3.2021] © CC-BY 2.0 20

Trans-Alaska-Pipeline
(Quelle: Frank Kovalchek, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trans-Alaska_Pipeline_(1).jpg
[Stand: 22.3.2021] © CC-BY 2.0) 22

Kalbender Gletscher
(Quelle: Jacqueline Schmid. https://pixabay.com/photos/alaska-glacier-ice-calving-566722/
[Stand: 22.3.2021] © CC0 1.0 Universal) 25

Bohrinsel „Priraslomnaia“ der Firma GAZPROM im Packeis der Petschorasee
(Quelle: Gazprom Neft © Gazprom Neft.
https://www.gazprom.ru/f/posts/66/382093/prirazlomnaya-02.jpg [Stand: 18.03.2021]) 27

Polarstation „Arktisches Kleeblatt“ in der Militärbasis „Nagurskoje“.
(Quelle: Ministry of Defence of the Russian Federation (2017). http://mil.ru/files/files/arctic/Arctic.html
[Stand: 15.2.2021] © CC BY 4.0) 38

Eisbrecher „FS Polarstern“ des Alfred-Wegener-Institutes (AWI) im Packeis.
(Quelle: Hoppmann, Mario (2019). https://twitter.com/MOSAiCArctic/status/1158821437131632640/photo/1
[Stand: 22.3.2021] © CC-BY 4.0) 39

Flugzeugträger „Admiral Kusnezow“ im Trockendock in Murmansk (2015).
(Quelle: Christopher Michel. https://www.flickr.com/photos/50979393@N00/18996981764
[Stand: 15.2.2021]) © CC BY 2.0) 40

Russischer Atomeisbrecher „Arktika“ im Packeis der Arktis
(Quelle: RIA Novosti Archive. NIKOLAI ZAYTSEV.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RIAN_archive_186141_Nuclear_icebreaker_Arktika.jpg
[Stand: 15.2.2021] © CC-BY-SA 3.0) 40

Eröffnung der Erdgaspipeline „Nord Stream“ zwischen Deutschland und Russland am 8.11.2011
(Quelle: www.kremlin.ru. TASS.
https://de.wikipedia.org/wiki/Ostseehandel#/media/Datei:Nord_Stream_ceremony.jpeg
[Stand: 15.2.2021] © CC BY 4.0) 43

Übung Cold Response (2020). Deutsche Gebirgsjäger im arktischen Gelände Nordnorwegens
(Quelle: Mario Bähr. Bundeswehr.
https://www.flickr.com/photos/bundeswehrfoto/40264460261 [Stand: 24.3.2021] © CC BY 4.0) 44

Präsident Wladimir Putin und Präsident Xi Jinping
(Quelle: www.kremlin.ru. TASS. http://en.kremlin.ru/events/president/news/60381/photos/58669
[Stand: 12.2.2021] © CC BY 3.0) 44

Eisbrecher „Xue Long“ – Chinas Forschungsschiff in der Arktis
(Quelle: Bahnfrend. https://sv.wikipedia.org/wiki/Fil:Xue_Long,_Fremantle,_2016_(4).jpg
[Stand: 12.2.2021] © CC BY-SA 4.0) 45

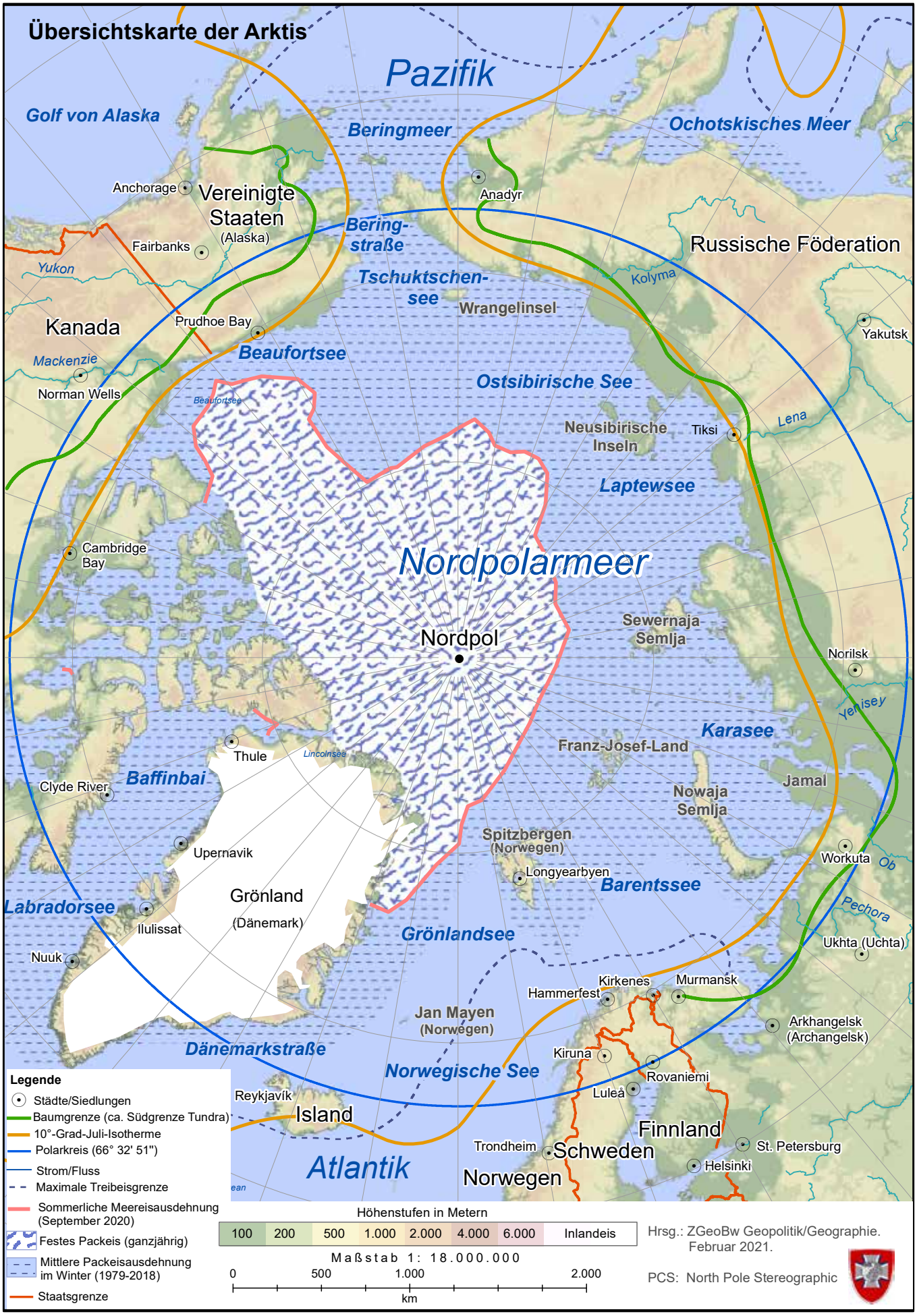


Abb. 1: Übersichtskarte Arktis

1 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Veränderungen im Weltklima zeigen ihre Auswirkungen auch in der Arktis und der Antarktis. Die beiden Polarregionen sind entscheidende Schlüsselgebiete für das Klima der Erde. Dort treten messbar große Temperaturerhöhungen auf und das noch vorhandene gebundene Eis ist für das globale Klimageschehen von enormer Bedeutung. Wie lange es dauert, bis der Arktische Ozean im Sommer völlig eisfrei wird, ist allerdings noch unklar.

In der internationalen Sicherheitspolitik ist seit Jahren die Frage von Bedeutung, welche Auswirkungen der nachweisliche Klimawandel auf die Staaten der nördlichen Polargebiete und ihre geopolitischen Interessen haben wird.

Während des Kalten Krieges zwischen der NATO und dem Warschauer Pakt war die relativ kurze Flugroute zwischen den Vereinigten Staaten und der Sowjetunion über die Arktis – z. B. für Interkontinentalraketen oder zur Fernaufklärung – von größter strategischer Bedeutung. Mit dem Ende des Kalten Krieges, Anfang der 1990er-Jahre, geriet die Arktis für viele Jahre aus dem Blick der Großmächte. Es begann für die Region eine Phase, die als sogenannter „Arktischer Exzeptionalismus“ (Soare 2020; Paul 2019; Cepinskyte & Paul 2020) bezeichnet wurde.

Dieser Begriff aus der Politologie stand lange für die geopolitische Einschätzung, dass die Arktis, trotz gravierender politischer Konflikte andernorts, eine Region sei, in der der Wille zu wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Kooperation stets über militärischer Konfrontation stehen wird. Deshalb dominierte unter Fachleuten auch sehr lange die Überzeugung, dass die acht arktischen Staaten im sogenannten „Arktischen Rat“ (AR) bzw. „Arctic Council“ (AC) – die Vereinigten Staaten, Kanada, Dänemark, Finnland, Island, Norwegen, Schweden und Russland – regionale Probleme und Ansprüche in der Arktis, ohne militärische Machtdemonstrationen, vornehmlich diplomatisch und juristisch lösen würden. Seit dem Georgien-Krieg 2008, spätestens jedoch mit der Ukraine-Krise 2014 und den Sanktionen der NATO-Partner gegen Russland nach der Annexion der Krim, kühlte sich auch das geopolitische Klima in der Arktis immer stärker ab. Kooperationen zwischen westlichen und russischen Firmen wurden beendet. Stattdessen wurde in der Arktis wieder aufgerüstet, indem man auf beiden Seiten alte Stützpunkte aus dem Kalten Krieg reaktivierte und die Zahl von Übungen und Großmanövern in der Arktis deutlich erhöhte (Baccaro & Descamps 2020). Auf die militärischen Aspekte wird später noch genauer eingegangen (Kap. 4.5).

Parallel zur Aufrüstung verhandeln die Anrainerstaaten des Arktischen Ozeans seit Jahren über Territorien, Ressourcen und Seewege. Zur Sicherung der Energie- und Rohstoffversorgung, für eine mögliche Erschließung zusätzlicher Nahrungsreserven und aufgrund neuer Schifffahrtsrouten rückt das Nordpolargebiet aktuell zunehmend in den Mittelpunkt des allgemeinen wirtschaftlichen Interesses anderer internationaler Akteure wie China. Daher ist die Nordpolarregion, bedingt durch das globale Interesse an der Arktis, der Kern dieser Studie.

Arktis (Nordpolargebiet)

Die Arktis (von griechisch Árktos = Bär; Land unter dem Sternbild des Großen Bären; Land im Norden) ist ein um den „Geographischen Nordpol“ liegendes Land- und Meeresgebiet (Nordpolargebiet) mit einer Flächenausdehnung von ca. 26 Mio. km^2. Geographisch ist sie das Gebiet nördlich des Polarkreises (66° 32’ 51’’ nördlicher Breite), klimatisch zählen aber auch Gebiete südlich dazu.

In ihrem Zentrum liegt das im Winter größtenteils ständig mit Meereis[1] überzogene Nordpolarmeer, auch Arktischer Ozean genannt, und die polare Eis- und Kältewüste, nach Süden gefolgt von der Klima- und Vegetationszone der Tundra[2] mit ihren Permafrostböden (s. Kap. 2.3 und 2.4). Die Arktis prägt die nördlichsten Teile der drei Kontinente Amerika, Asien und Europa. Sie wird durch den Polarkreis und klima- bzw. vegetationsgeographisch durch den Verlauf der „10-Grad-Juli-Isotherme“ begrenzt, die an Land weitgehend mit der nördlichen Baumgrenze zusammenfällt (vgl. **Abb. 1**).

Die Arktis umfasst die mit Inlandeis bedeckten Territorien Grönlands (Dänemark) sowie den Kanadisch-Arktischen Archipel, Nordrussland mit Sibirien und den Sibirischen Inseln und einen Teil der Vereinigten Staaten (Alaska). Ferner gehören zur Arktis auch Teile von Lappland (in Norwegen, Schweden, Finnland) sowie die norwegischen Inseln Spitzbergen, Jan Mayen und die Bäreninsel. Island liegt südlich des Polarkreises, besitzt

1 Meereis kann in drei Arten unterteilt werden:
- Packeis = rund um den Nordpol gelagertes Meereis (Stärke bis 3 m); Meeresbedeckung 80 bis 100 %.
- Schelfeis = 200 bis 1000 m dicke, schwimmende Eisplatten, die mindestens 2 m über den Meeresspiegel ragen. Sie entstehen beim Abbrechen vom Inlandeis oder Gletschern ins Meer („Kalben“) und bilden so Eisberge, vor allem rund um Grönland und besonders in der Antarktis.
- Treibeis/Drifteis = kleinere und größere Eisschollen, aber auch Eisberge, die von Meeresströmungen erfasst und im Nordpolarmeer weit nach Süden – bis nach Island oder Neufundland – driften und dann schmelzen.

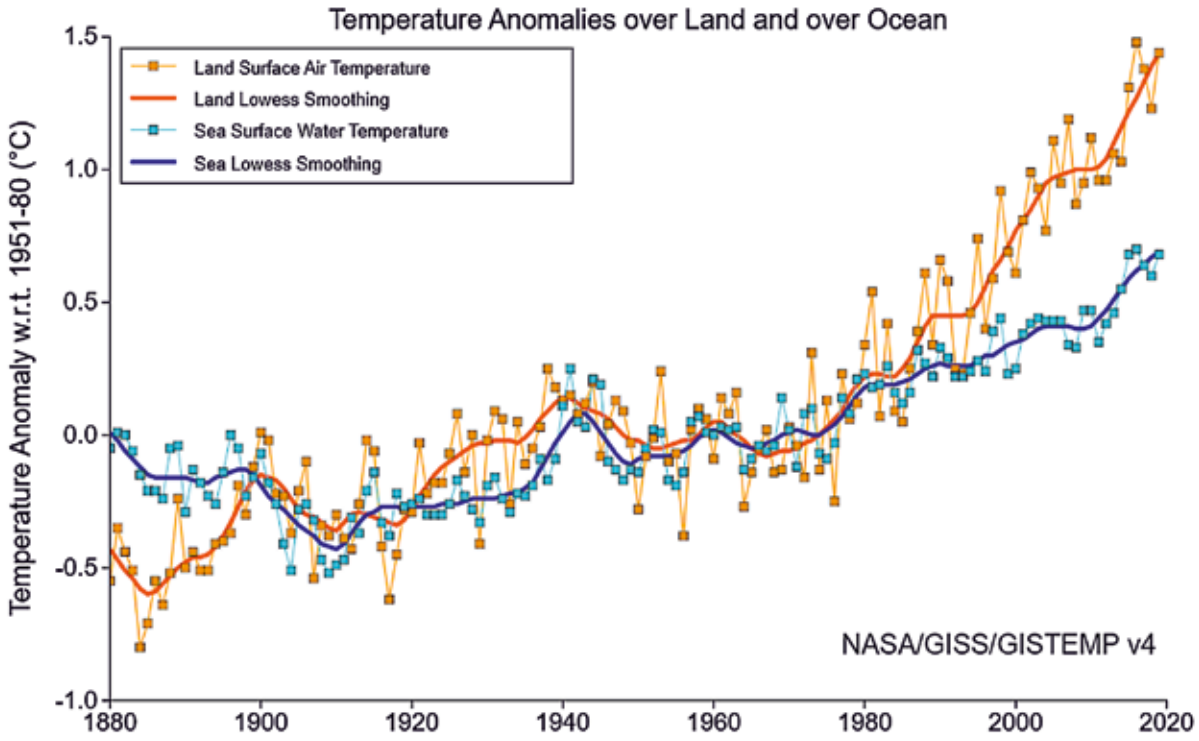
2 Tundra (russisch; vom finnischen Tunturi = baumlose Hochfläche). Mit Flechten, Moosen und Zwergsträuchern bewachsene Gebiete südlich der polaren Eis- und Kältewüste bzw. nördlich der Waldtundra mit spärlichem Baumbestand, auf die nach Süden die Taiga mit dichten Nadelwäldern folgt.

aber trotzdem politisch den Status eines ständigen Mitgliedes im Arktischen Rat (AR) (s. Kap. 4.1.2).
Die Angaben über die Bevölkerungszahl schwanken zwischen 1,5 und 4 Mio. Bewohnern, je nachdem, welche Randgebiete einbezogen werden. Die bekanntesten indigenen Bevölkerungsgruppen sind die Inuit (u. a. Eskimos) in Grönland, Kanada und Alaska, die Samen in Nordeuropa sowie die Tschuktschen, Nenzen und Jakuten in Russland. Hinzu kommen die, mit den Inuit verwandten, Alëuten Alaskas sowie die indianischen Gwich'in und Athabasken in Alaska und im Nordwesten Kanadas. Siedlungen gibt es vor allem an den Küsten des Nordpolarmeeres und den Flüssen der Tundrengebiete.
Die geopolitische Bedeutung der Arktis ergibt sich aus einem Komplex rechtlicher und wirtschaftlicher Faktoren. Rechtlich ist die Arktis von einer Gemengelage diverser Interessen geprägt. Wichtige Rechtsgrundlagen sind hier das Seerechtsübereinkommen (SRÜ) der Vereinten Nationen (VN), die Land- und Seegrenzen der Anrainer sowie deren Wirtschafts- und Fischereizonen.

2 DIE ARKTIS IM (KLIMA-)WANDEL

Seit Beginn der europäischen Industrialisierung, in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, wird das menschliche Wirtschaften und Handeln durch massive Verbrennung fossiler Energieträger zum klimaverändernden Faktor.
Das freigesetzte Treibhausgas Kohlendioxid (CO_2) ermöglichte einerseits erst lebensfähige Temperaturen auf der Erde, doch mit einer Zunahme an durch Verbrennung freigesetztem Kohlendioxid geht andererseits eine zunehmende Erwärmung durch den „Treibhauseffekt" einher (Abram et al. 2016). Der Erwärmungstrend, im messtechnisch erfassten Zeitraum seit ca. 1850, ist weltweit nachweisbar und wird mit dem wachsenden technischen Ausstoß von CO_2 sowie mit der Abholzung der Waldgebiete, die in großem Umfang CO_2 „binden", in direkte Verbindung gebracht. Die Oberflächentemperaturen zeigen seit Ende des 19. Jahrhunderts einen globalen Anstieg von etwa 1,1°C. Jedes der letzten drei Jahrzehnte war an der Erdoberfläche sukzessive wärmer als alle vorangehenden Jahrzehnte seit 1850. Seit 2005 fanden neun der zehn wärmsten Jahre der Aufzeichnungen statt, wovon wiederum die letzten fünf Jahre die insgesamt wärmsten waren. 2016 war weltweit das mit Abstand heißeste Jahr, gefolgt von 2019 als zweitwärmstes Jahr, welches zugleich das 43. Jahr in Folge (seit 1977) war, in dem die globalen Land- und Meerestemperaturen zumindest nominal über dem Durchschnitt des 20. Jahrhunderts liegen (IPCC 2015; NOAA 2020; Rahmstorf & Schellnhuber 2020) (vgl. **Abb. 2**).
Seit dem letzten Jahrhundert erwärmt sich keine Region der Erde schneller als die Arktis. Nirgendwo zeigt sich der globale Klimawandel auf derart anschauliche und dramatische Weise wie durch den Rückgang des sommerlichen Meereises. Die arktische Oberflächenlufttemperatur hat in den letzten zwei Jahrzehnten um mehr als das Doppelte des globalen Durchschnitts zugenommen. 2016 und 2018 lagen die Oberflächentemperaturen in der Zentralarktis um 6 °C über dem Durchschnitt von 1981 bis 2010. In weiten Teilen der saisonal eisfreien Arktis stiegen die Temperaturen der oberen Meeresmischschicht

△ Verbrennung fossiler Energieträger als Ursache des globalen Klimawandels



Annual (thin lines) and five-year lowess smooth (thick lines) for the temperature anomalies (vs. 1951-1980) averaged over the Earth's land area and sea surface temperature anomalies (vs. 1951-1980) averaged over the part of the ocean that is free of ice at all times (open ocean).

Abb. 2: Land-Ozean-Temperaturanomalie, 1880 bis heute, mit Basiszeitraum 1951–1980

im Sommer zwischen 1982 und 2017 um etwa 0,5 °C pro Jahrzehnt. Dies ist hauptsächlich auf eine erhöhte Absorption der Sonnenstrahlung im Zusammenhang mit dem Verlust von Meereis sowie auf den Zufluss von wärmerem Meerwasser aus südlichen Breitengraden seit den 2000er-Jahren zurückzuführen (IPCC 2019). In der sibirischen Stadt Werchojansk, die als einer der kältesten Orte der Welt gilt, wurde am 20.06.2020 ein Hitzerekord von 38°C erreicht – die heißeste Temperatur, die jemals in einer Stadt nördlich des Polarkreises gemessen wurde. Die begleitende Hitzewelle ist, laut der Weltwetterorganisation, nur als Folge des Klimawandels erklärbar (Ciavarella et al. 2020; ZEIT Online 2020).

Die resultierenden Erwartungen und Hoffnungen auf die v. a. wirtschaftliche Inwertsetzung eines bisher eher lebensfeindlichen Raumes durch die Schiffbarkeit der beiden Nordpassagen (Anhang: **Karte 5**), die kostengünstigere Erschließung bisher ungenutzter Rohstoffe, längere Fischfangzeiten und verbesserte Bedingungen für die Landwirtschaft, lassen leicht vergessen, dass die Arktis vor allem auch eine Region mit bedeutender Wirkung auf das globale Klima ist (AMAP 2012; Maribus 2019).

Neben der kontinuierlichen Erwärmung der Arktis diskutiert die Wissenschaft über „Kippelemente“ in dieser Region, durch die es zu abrupten, sich oftmals selbstverstärkenden und unwiderruflichen Veränderungen von überregionaler Bedeutung kommen könnte, wenn vermutete Schwellenwerte überschritten werden. Jedoch sind zurzeit weder die genauen Schwellenwerte, noch der Verlauf, das Ausmaß oder die Wechselwirkungen der Kippelemente bekannt. Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit für die Existenz bisher noch unbekannter Kippelemente sehr hoch (Latif 2009; Lenton et al. 2019).

2.1 Schmelzendes Meereis – Verlust eines Spiegels

Seit Beginn der Erdbeobachtung mittels Satelliten (1979) werden dramatische Veränderungen der Ausdehnung der arktischen Eisfläche dokumentiert. Die Beobachtungen zeigen, dass sich die Eisentstehung im Winter und das sommerliche Abschmelzen nicht mehr im Gleichgewicht befinden. Waren vom Spätsommer 1978 bis 2006 im Mittel noch ca. 5 Mio. km² des Nordpolarmeeres von Sommereis bedeckt, waren es in den Jahren 2007 bis 2015 nur noch 3 Mio. km² und 2012 sogar nur 2,2 Mio. km². Im Jahr 2007 gab es die bis dahin geringste Eisausdehnung in der Arktis, was dazu führte, dass immer häufiger Handelsschiffe die Nord-

ostpassage als wirtschaftlich interessante Schifffahrtsroute benutzen. Auch die deutschen Schwergutfrachter „Beluga Fraternity“ und „Beluga Foresight“ bewältigten die Nordostpassage 2009. Sie fuhren, aus der südkoreanischen Stadt Ulsan kommend, durch die Beringstraße nach Rotterdam (Sye 2010). Schwieriger gestaltet sich die Durchfahrt durch die Nordwestpassage (vgl. Kap. 4.2). Die kürzere „Transpolare Route“ über den Nordpol (s. Anhang: **Karte 5**) wird sicher erst nach 20 bis 30 Jahren – unterstützt von Eisbrechern – befahrbar werden.

Die mittlere jährliche Ausdehnung des arktischen Meereises hat im Zeitraum von 1979 bis 2012 mit einer Geschwindigkeit von 3,5 bis 4,1 % pro Jahrzehnt abgenommen. Die niedrigste Ausdehnung trat im September 2012 mit fast 50 % unter dem Durchschnitt von 1981 bis 2010 für September[3] auf (**Abb. 3**). Die monatliche durchschnittliche Ausdehnung des arktischen Meereises im September 2020 lag mit 3,9 Mio. km² um 2,7 Mio km² (bzw. 41 %) unter dem Durchschnitt (**Abb. 4**). Die Nordostpassage entlang der sibirischen Küste war auch im Sommer 2020 größtenteils eisfrei (C3S 2020).

Nach dem IPCC (2015; 2019) ist ein solch starker sommerlicher Eisrückgang, wie in den letzten drei Jahrzehnten in der Arktis, noch nie aufgezeichnet worden. Auch die Zunahme der Meeresoberflächentemperaturen ist zumindest für die letzten 1450 Jahre außergewöhnlich hoch. Zudem hat sich das mittlere Eismaximum zum Winterende hin reduziert und der Flächenanteil des, mindestens fünf Jahre alten, dicken Eises ist um etwa 90 % zurückgegangen.

Für jede freigesetzte Tonne CO_2 schwindet das arktische Sommermeereis um 3 m². Demnach würde das Eis im September jeden Jahres komplett abschmelzen, sobald noch weitere 1.000 Gigatonnen (Abk.: Gt) CO_2 ausgestoßen würden. Das „2 °C-Ziel“[4] wäre somit nicht ausreichend, um den Verlust des sommerlichen arktischen Meereises zu verhindern (Plöger & Böttcher 2015; Notz & Stroeve 2016).

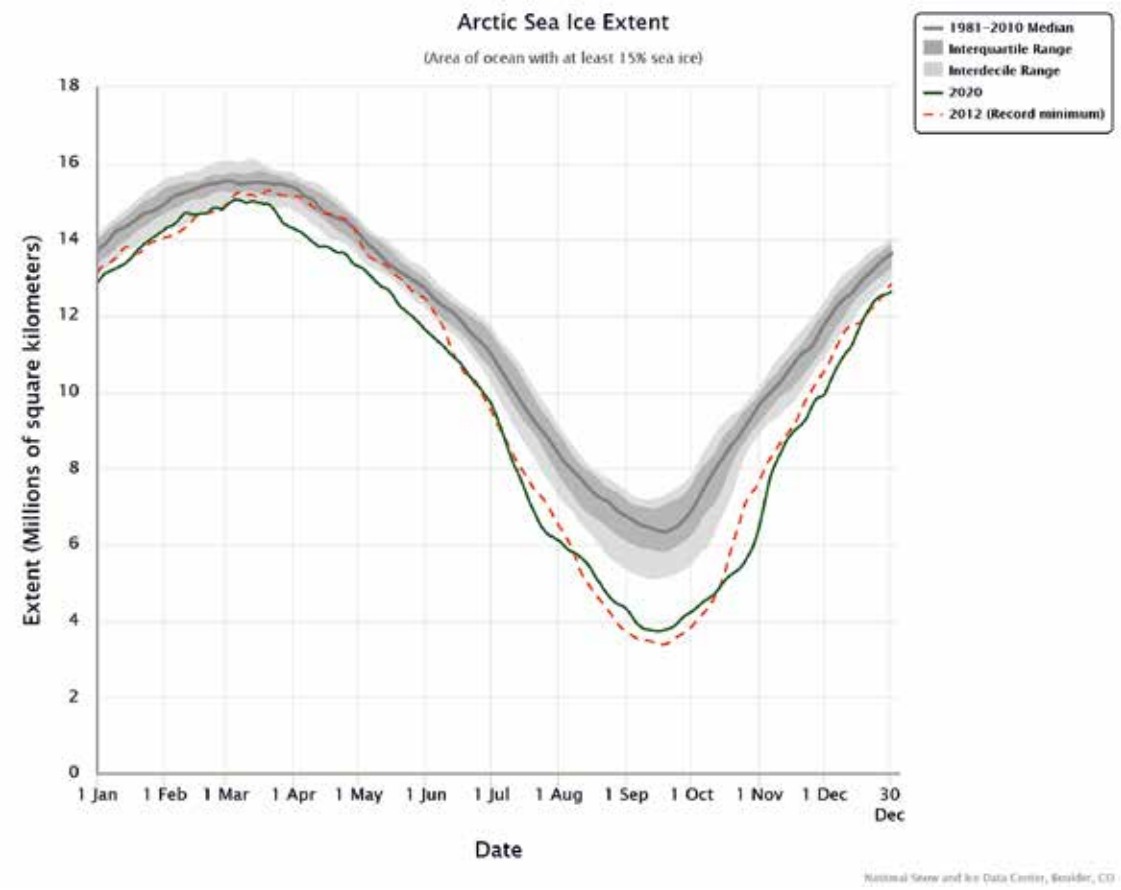


Abb. 3: Jahresgänge der Meereisausdehnung der Jahre 2020 und 2012 in der Arktis im Vergleich zum medialen Jahresgang aus den Jahren 1981 bis 2010

3 Der September ist in der Arktis statistisch der Monat mit der geringsten Meereisausdehnung.

4 Das „2 °C-Ziel“ beschreibt das Ziel der internationalen Klimapolitik, die globale Erwärmung auf weniger als zwei Grad Celsius bis zum Jahr 2100 gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen.

Eine Begrenzung der Erderwärmung auf 1,5 °C[5] – im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter – ist auch nach Kalkulationen von Jahn (2018) und Sigmond et al. (2018) geboten. Hierdurch würden deutliche Auswirkungen auf das arktische Meereis vermieden. Bei einer Klimaerwärmung von 2 °C wäre der Arktische Ozean etwa alle vier Jahre in den Sommermonaten eisfrei, bei 1,5 °C hingegen nur alle 40 Jahre. Bei einer Erwärmung von 3 °C wäre sogar in jedem Sommer mit einer eisfreien Arktis zu rechnen.

Das sich beschleunigende Abschmelzen des arktischen Meereises gilt als erster nachweislicher Kipppunkt des Klimawandels und wird durch die Eis-Albedo-Rückkopplung verursacht.

Intakte Schnee- und Eisflächen reflektieren durch ihre hohe Albedo[6] die Sonneneinstrahlung und fördern eine Abkühlung benachbarter Flächen. Durch sommerliches Auftauen freigelegte Meeres-, Fels- und Bodenflächen absorbieren hingegen die Sonnenenergie und erwärmen sich sowie die bodennahe Luft, wodurch der Schmelzprozess benachbarter Schnee- oder Eisflächen verstärkt wird. Kippelemente verfügen über das Potenzial globaler, einschneidender Veränderungen mit unabsehbaren direkten und indirekten Folgen für Mensch und Natur (Latif 2009; Germanwatch 2011).

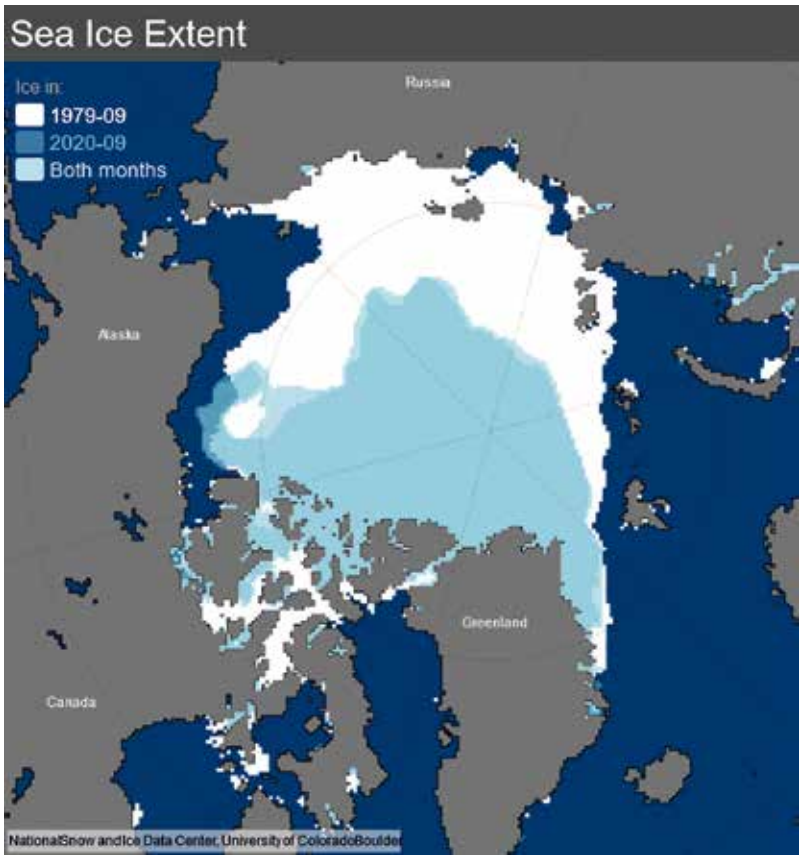


Abb. 4: Rückgang der sommerlichen Meereisausdehnung in der Arktis seit 1979 im Vergleich zu 2020 (Der September gilt als Monat mit der jeweils jährlichen geringsten Meereisausdehnung).

2.2 Schmelzender Eisschild – Bremse des Golfstroms

Der Grönländische Eisschild ist, nach dem antarktischen Eisschild, die weltweit zweitgrößte Inlandeisfläche und übernimmt eine wesentliche Rolle im globalen Energie- und Stoffhaushalt:

- Das Inlandeis reflektiert über die Albedo die Sonneneinstrahlung und kühlt die Luftmassen.
- Das winterliche Kältehoch über Grönland beeinflusst das Wettergeschehen weltweit und das der nördlichen Mittelbreiten entscheidend.
- Im Eisschild sind ca. 10 % der weltweiten Süßwasserreserven gebunden und das sich abkühlende und absinkende Meerwasser der Arktis initiiert das weltweite „Förderband“[7] (ACIA 2005).

Der Rückgang der Eisschilde, des Schelfeises und der Gletscher ist ein weiterer unübersehbarer Indikator der Klimaerwärmung. Nach dem IPCC (2015) ist die durchschnittliche Geschwindigkeit des Eisverlustes des Grönländischen Eisschildes beträchtlich. Sie ist von 34 Gt Eis pro Jahr (Zeitraum von 1992 bis 2001) auf 215 Gt pro Jahr (Zeitraum von 2002 bis 2011) angestiegen.

Zahlreiche Studien haben den gegenwärtigen Massenverlust des Grönlandeises unter Verwendung verschiedener satellitengestützter Erdbeobachtungen quantifiziert. Der Konsens dieser Studien ist, dass

5 Nach einem Sonderbericht des Weltklimarats hat das 1,5°-Ziel gegenüber dem 2°-Ziel deutlich bessere Auswirkungen auf die Klimawandelfolgen. 195 Staaten haben mit dem Übereinkommen von Paris im Jahr 2015 einen Vertrag unterzeichnet, laut dem sie Anstrengungen zum Erreichen des 1,5°-Ziels unternehmen wollen.

6 Albedo ist das Rückstrahlvermögen von diffus reflektierenden, also nicht selbst leuchtenden Oberflächen. Je größer der Anteil der reflektierten Strahlung ist, desto heller ist die Oberfläche und umso höher ist die Albedo. Schnee und Eis haben eine hohe Albedo von bis zu 90 %.

7 Auch als „thermohaline Zirkulation“ bezeichnet (s. Abb. 5). Gemeint ist der Austausch zwischen kalten, polaren Meeresströmungen und warmen, tropischen Strömungen (z. B. dem Golfstrom).

△ Schiffspassage durch den Arktischen Ozean

das Grönlandeis von 1992 bis 2018 durchschnittlich 148 (± 13) Gt Eis pro Jahr verloren hat, wobei die Gesamtverluste (Schmelzwasserabfluss und Eisabfluss) die Gesamtgewinne durch Schneefall um mehr als ein Drittel überstiegen. Allein im Juli 2019 betrug der Massenverlust an Eis durch hohe Schmelzraten 223 (± 12) Gt und bewirkte einen Rekordjahresmassenverlust von 532 (± 58) Gt (Sasgen et al. 2020). Ein anhaltender Massenverlust von Eisschilden würde u. a. einen größeren Meeresspiegelanstieg verursachen und ein Teil der Massenverluste könnte unumkehrbar sein. King et al. (2020) sehen in ihrer aktuellen Studie diesen „Point of no return" beim grönländischen Eis bereits überschritten. Eine anhaltende Erwärmung, die größer als ein noch genau zu definierender Schwellenwert ist, könnte zu einem nahezu vollständigen Verlust des Grönländischen Eisschildes für ein Jahrtausend oder länger führen und damit einen mittleren globalen Meeresspiegelanstieg von bis zu ca. 7 m verursachen. Aktuelle Schätzungen vermuten, dass der o. g. Schwellenwert größer als ca. 1 °C, aber kleiner als die mittlere globale Erwärmung von ca. 4 °C gegenüber dem vorindustriellen Stand ist (Vaughan 2009; IPCC 2013; Finke 2019; Langer 2019). Die Eis-Albedo-Rückkopplung über vermehrt schnee- und eisfreien Fels- und Bodenflächen, die Erosion durch Schmelzwasser an der Oberfläche und in den Eisspalten sowie die z. T. höheren Fließgeschwindigkeiten der Gletscher zum Meer durch das zunehmende Schmelzwasser am Gletscherboden sind selbstverstärkende Prozesse und Folgen der durch die Klimaerwärmung induzierten Schmelze. Dazu kommen zunehmend „Regen-auf-Schnee"-Ereignisse, bei denen der Winterniederschlag auf die liegende Schneedecke fällt. Zudem sackt der dünner werdende Eisschild in niedrigere und somit wärmere Luftschichten. Die Stabilität des Grönlandeises beruhte bisher auch auf dessen Mächtigkeit, wodurch große Bereiche in mehreren tausend Metern Höhe und damit in sehr kalten Luftschichten lagen (ACIA 2005; Rahmstorf & Schellnhuber 2020). Die randlichen Schelfeisflächen, die sich von Gletschern und Fjorden in das Meer erstrecken, aber weiter mit dem Festland verbunden sind, brechen zunehmend ab, da unter das Schelfeis wärmere Wassermassen einströmen und diesem von unten Masse nehmen. Das größte verbliebene Eisschelf in der Arktis ist das „Nioghalvfjerdsfjorden-Eisschelf" im Nordosten Grönlands. Dieses hat sich in den letzten zwei Jahren deutlich verändert. Es gingen 113 km² Eisfläche verloren; im August 2020 ist ein weiteres, riesiges Stück davon abgebrochen.

Die Atmosphäre in dieser Region hat sich seit 1980 um ca. 3 °C erwärmt (Box et al. 2020). Kanada hat in den vergangenen drei Jahrzehnten bereits einen Großteil seines Schelfeises verloren. Im Juli 2020 ist das rund 4.000 Jahre alte „Milne-Schelfeis", das letzte noch intakte Schelfeis der kanadischen Arktis, zerbrochen. Ein knapp 80 km² großes Stück des Schelfeises driftete als 80 m mächtiger Tafeleisberg ins Meer hinaus. Dadurch schrumpfte die verbliebene kompakte Eisfläche um 43 %. Weitere Risse im Eis deuten darauf hin, dass auch der Rest noch fragmentieren könnte. Damit würde die kanadische Arktis dann ihre letzten Schelfeisflächen verlieren (NOAA 2020b).

Das in der Summe durch die Klimaerwärmung in das Meer einströmende Schmelzwasser wird als potenzielles Kippelement für das globale maritime Strömungssystem angesehen. Auf dem Weg zum nördlichen Ende des Nordatlantikstroms verdunsten Teile des transportierten warmen Wassers, wodurch sich der Salzgehalt erhöht, das Wasser schwerer wird, absinkt und zu einem Teil des südwärts gerichteten Nordatlantik-Tiefenwassers wird (vgl. **Abb. 5**).

In den vergangenen 120.000 Jahren wurde der Nordatlantikstrom schon mehrfach unterbrochen. Ursache dafür war vermutlich jeweils der Zufluss großer Mengen Süßwassers, welches den Verdichtungsprozess des Meerwassers abschwächte und das Absinken des Oberflächenwassers verhinderte. Durch den aktuellen Klimawandel kommt es ebenfalls zur Verdünnung des Meerwassers durch Süßwasser, weil mehr Niederschlag fällt und die Gletscher auf Grönland schmelzen. Zusätzlich verringert die zunehmende Meereserwärmung die Dichte des Wassers durch thermische Ausdehnung, wodurch das Wasser leichter wird. Beide Faktoren, sowohl der Süßwassereintrag als auch der Anstieg der Meerestemperaturen, erschweren das Absinken von Wassermassen im Nordatlantik und könnten die thermohaline Strömung verlangsamen. Eine erneute Unter-

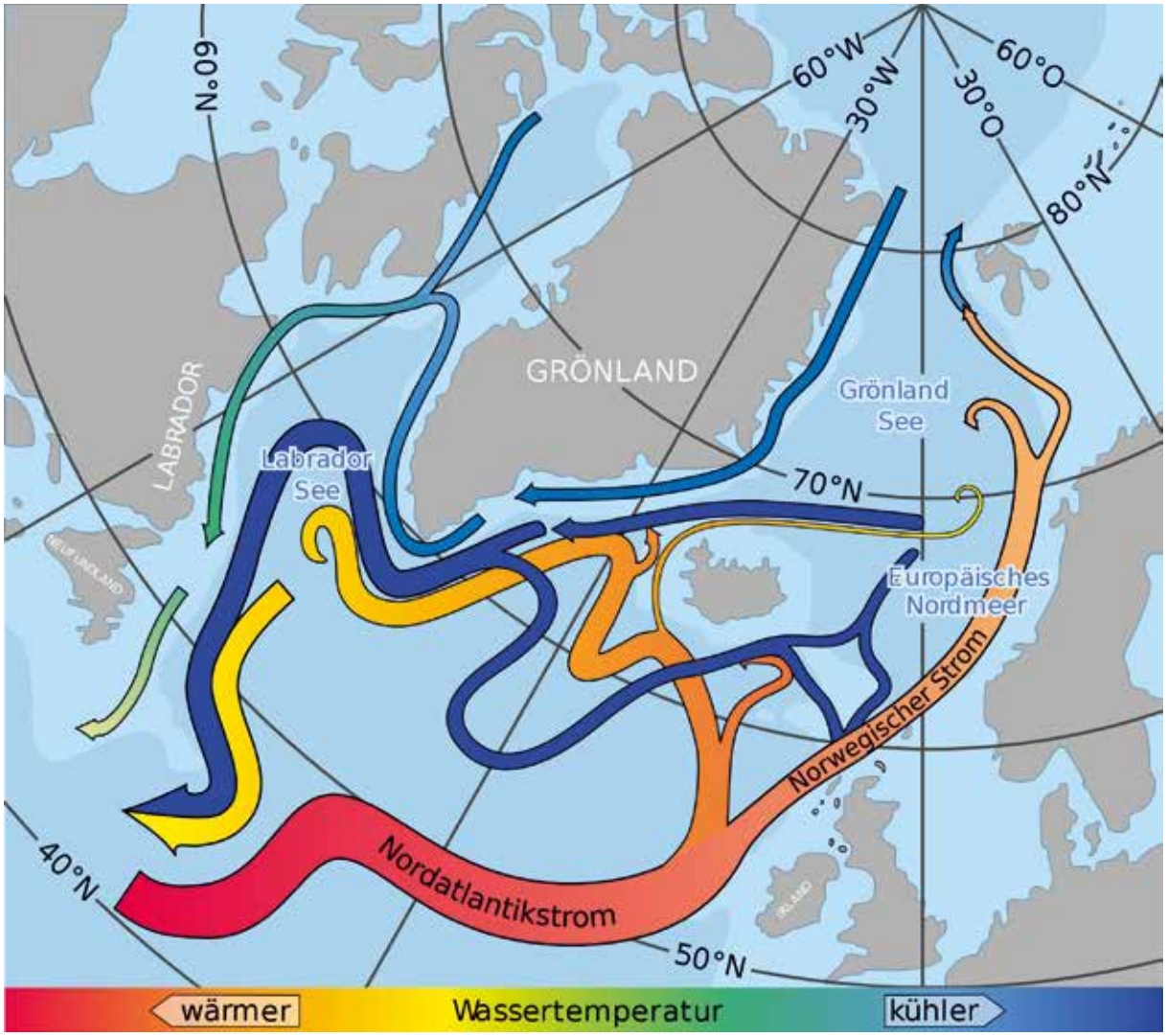


Abb. 5: Der Nordatlantikstrom als Teil der globalen thermohalinen Zirkulation

brechung ist ebenfalls nicht auszuschließen (Rahmstorf 2006; Kanzow & Visbeck 2009; Maribus 2019). Erst seit 2004 gibt es ein kontinuierliches Monitoring im arktischen Teil des Atlantiks. Die Daten zeigen zwar eine Abschwächung des Strömungssystems um ca. 15 %, doch die Messreihe ist noch zu kurz, um einen möglichen neuen Klimatrend von natürlichen Schwankungen zu unterscheiden. Für die Abschätzung einer langfristigen Entwicklung des Golfstromsystems wird daher auf indirekte Indikatoren zurückgegriffen. Eine Abkühlung im Nordatlantik, eine starke Erwärmung der Küste Nordamerikas, eine deutliche Abschwächung des Floridastroms, eine Ansammlung von Salz im subtropischen Südatlantik sowie markante Sedimentdaten gelten als Indizien für eine Abschwächung der Golfstromzirkulation (Caesar et al. 2018; Praetorius 2018; Rahmstorf 2020; Zhu & Liu 2020). Das IPCC (2015) geht von einer moderaten Schwächung der thermohalinen Zirkulation aus, rechnet aber für das 21. Jahrhundert nicht mit einem abrupten Zusammenbruch. In einem Sonderbericht wurde vom IPCC (2019) jedoch erstmals festgestellt, dass Beobachtungsdaten darauf hinweisen, dass sich die atlantische Umwälzzirkulation bereits abgeschwächt hat. Ein Kollaps jenseits des 21. Jahrhunderts kann bei starker, anhaltender Erwärmung nicht mehr ausgeschlossen werden und würde zu einer deutlichen Abkühlung des Nordatlantikraumes führen. Hinzu kämen weniger Niederschlag in den mittleren Breiten der nördlichen Hemisphäre, große Niederschlagsänderungen in den Tropen und eine Verstärkung der nordatlantischen Sturmspur. Aktuelle Klimamodelle prognostizieren eine Abschwächung des Golfstromes um 34 bis 45 % bis zum Jahr 2100 (Jackson et al. 2015; Rahmstorf et al. 2015; Weijer et al. 2020).

LUFTBILDAUFNAHME AUS DEM JAHR 2008 MIT AUFGETAUTEN THERMOKARSTSEEN IM PERMAFROST ENTLANG DER KÜSTE DER HUDSON BAY (NORDOST-KANADA)

Mit „Thermokarst“ bzw. „Kryokarst“ wird eine Oberflächenform in Periglazial- oder Permafrostgebieten bezeichnet, die durch das oberflächliche Auftauen von Permafrost und das Schmelzen des darin befindlichen Grundeises/Bodeneises entsteht. Dabei bilden sich – infolge des Volumenverlustes – runde oder ovale Einsenkungen in der Landoberfläche, die sich mit Tauwasser füllen, die sogenannten Alase. Die Alase sind Kleingewässer oder Seen mit einem Durchmesser von 100 m bis 15 km, bei einer Tiefe von 3 m bis 40 m. Am Grund der Alase lagern sich Taliks ab. Dies sind ungefrorene Böden im Permafrost, die durch lokale thermische, hydrologische, geologische oder chemische Anomalien entstanden sind.

Die Bezeichnung Thermokarst leitet sich ursprünglich von ähnlich ausgeprägten geomorphologischen Hohlformen des typischen Karstes aus Karbonat- oder Gipsgestein ab. Beide Formen haben jedoch eine völlig unterschiedliche Genese.

Ein weiteres Phänomen im Zusammenhang mit dem Auftauen der Permafrostgebiete ist die Thermoerosion, die dort besonders entlang von Fluss- oder Seeufern sowie an der arktischen Meeresküste auftritt. Hier kommt es, neben dem Tauen von Eislinsen und Eiskeilen im Untergrund, auch zur mechanischen Bodenerosion durch das freigesetzte Tauwasser, das die Ufer unterspült.

Die o. g. Vorgänge werden durch die klimawandelbedingte Erwärmung der arktischen Zone zurzeit massiv verstärkt. Dabei werden Treibhausgase, wie Kohlendioxid (CO_2) und das besonders gefährliche Methan (CH_4), aus seit Jahrtausenden gefrorenen Sumpfböden in der Arktis freigesetzt und beschleunigen so den Klimawandel. Dies könnte schon in naher Zukunft zu einem Kipppunkt der Erderwärmung führen, d. h. die Erwärmung der Erdatmosphäre wäre danach nicht mehr zu stoppen.

Für die Infrastruktur (Pipelines, Straßen, Bahntrassen, Gebäude und Industrieanlagen) und die Nutzung der Arktis durch den Menschen stellen Thermokarst und Thermoerosion ein erhebliches Risikopotenzial dar. In den letzten Jahren traten deshalb immer öfter Unfälle an der Infrastruktur mit Umweltschäden auf.

Quellen: Brunotte et al. (2001/2002): Lexikon der Geographie. Bd. 1, S. 36; Bd. 3, S. 346. Spektrum Akademischer Verlag GmbH. Heidelberg/Berlin.

△ Thermokarst im Permafrost (Hudson Bay, Kanada)

2.3 Schmelzender Permafrost – Feuer für den Klimawandel

Die Polar- und Subpolargebiete der Arktis umfassen, neben den ständig mit Eis bedeckten polaren Eiswüsten Grönlands und einigen polnahen Inseln, auch die eisfreie Frostschuttzone und die südlich angrenzende Tundrenzone. Beide Zonen sind durch einen dauerhaft gefrorenen Untergrund, den Permafrost, gekennzeichnet. „Kontinuierlicher" Permafrost tritt vorwiegend in den kontinentalen Gebieten hoher Breitengrade auf und hat heute seine größte Ausdehnung im Norden Sibiriens, Kanadas und Alaskas. Südlich anschließend folgt zunehmend räumlich fragmentierter Permafrost als sogenannter diskontinuierlicher, sporadischer und isolierter Permafrost. In diesen Gebieten haben Vegetation und ausgedehnte Torfgebiete einen deutlichen Einfluss auf die Permafrostverbreitung (**Abb. 6**). Permafrost findet sich auch weltweit in vielen Hochgebirgen (Otto et al. 2018).

Die periglaziale[8] Permafrostzone ist größtenteils ein Relikt der vergangenen Eiszeiten (Schultz 2008; Grosse et al. 2018). Frostdynamische Prozesse, durch den jahreszeitlichen Wechsel zwischen Gefrieren und oberflächennahem Auftauen (i. d. R. 20 bis 200 cm Bodentiefe), prägen die Permafrostlandschaften und ihre Böden. Der Permafrost verhindert das Versickern von Schmelz- und Regenwasser, was zu Wasserstau und somit zu vernässten bis nassen Oberböden führt. Die resultierenden, anaeroben[9] Verhältnisse sowie die arktischen Temperaturen hemmen die Zersetzung abgestorbener organischer Substanz, was zu Rohhumusauflagen oder Torfbildung führt. Häufige Böden sind Cryosole, Histosole, Stagnosole und Gleysole, deren organische Substanz über viele Jahrtausende angereichert wurde (Eitel 1999; Zech et al. 2014).

Die Temperaturen des Bodens sind in den meisten Permafrostregionen seit den frühen 1980er-Jahren angestiegen. An vielen Langzeitüberwachungsstellen in der zirkumpolaren Permafrostregion der nördlichen Hemisphäre wurden Rekordtemperaturen in einer Tiefe von 10 bis 20 m im Permafrost dokumentiert. An einigen Orten ist die aktuelle Temperatur 2 °C bis 3 °C höher als vor 30 Jahren. In den Jahren 2007 bis 2016 stiegen die Permafrosttemperaturen in der kontinuierlichen Permafrostzone der Arktis um 0,39 (± 0,15) °C; in den diskontinuierlichen Zonen um 0,2 (± 0,10) °C (AMAP 2017; Biskaborn et al. 2019). Auch scheint das Vorhandensein oder Fehlen von arktischem Meereis, über dessen Einfluss auf den Wärme- und Feuchtigkeitstransport, einen direkten Einfluss auf die Stabilität von inländischem Permafrost zu haben. Fehlendes Meereis führt demnach zu auftauendem Permafrost (Vaks et al. 2020).

Wo Schnee schmilzt und der Permafrostboden darunter taut, staut sich Schmelzwasser, weil es aufgrund des gefrorenen Untergrunds nicht versickern kann. Die entstehende Auftauschicht enthält deshalb besonders viel Wasser und ist sehr beweglich, was vor allem in der Tundra schon bei geringer Hangneigung zu großräumigem Bodenfließen, auch Solifluktion

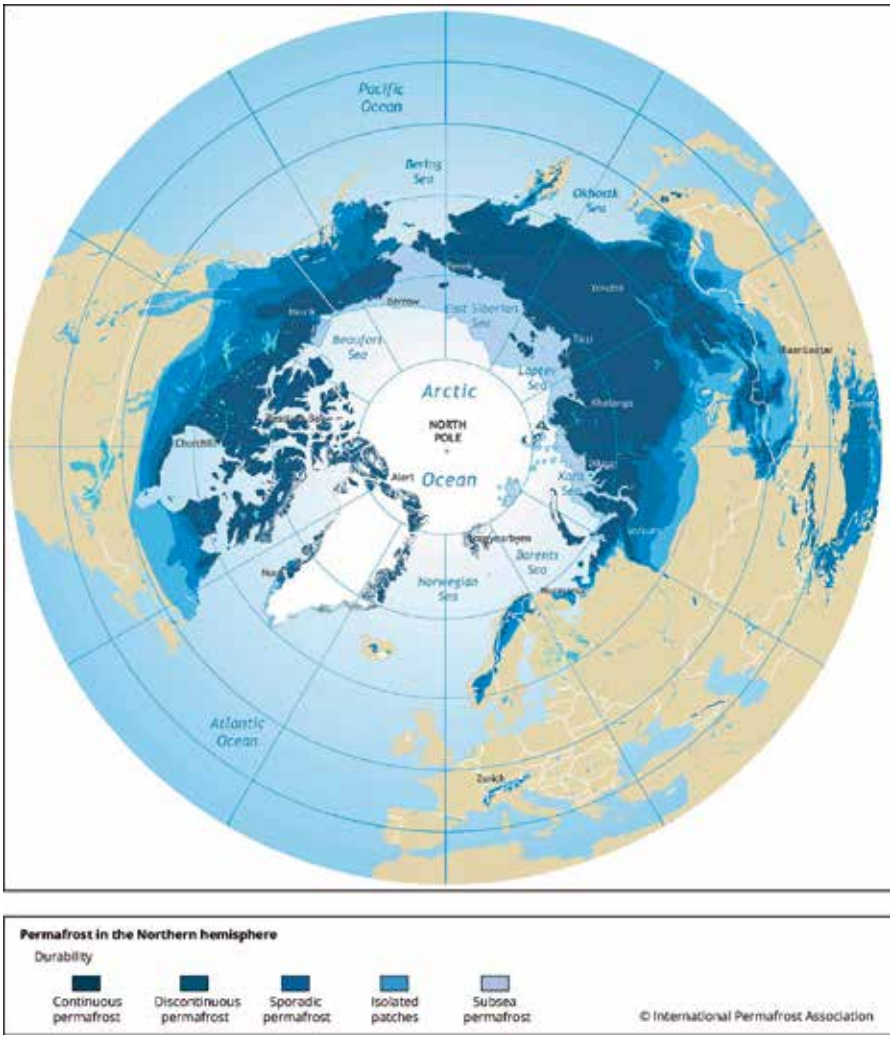


Abb. 6: Räumliche Verbreitung des Permafrostes

8 periglazial = „unvergletscherte" Permafrostzone

9 anaerob = sauerstofffrei bzw. sauerstoffarm

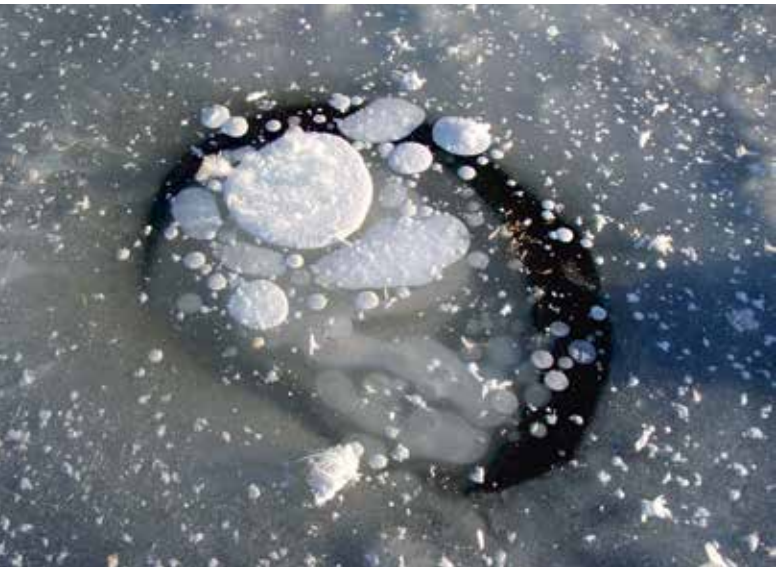
△ Thermoerosion im Permafrost (Herschel Island, Kanada)

genannt, und Bodenrutschungen und damit zur Erosion führen kann. Auf ebenen Flächen kommt es beim Auftauen des Permafrostes durch den Volumenverlust im Untergrund zu einer Absenkung der Landoberfläche, die auch als „Thermokarst“ bezeichnet wird. In den so entstandenen Senken sammelt sich im Winter Schnee, der den Untergrund vor tiefem Durchfrieren schützt und im Sommer Schmelzwasser staut, wodurch oftmals ein „Thermokarstsee“ entsteht. Die höhere Wärmekapazität des Wassers führt zu einem weiteren Schmelzen des Permafrostes unterhalb der Seen. Irgendwann ist der Boden so tief aufgetaut, dass der Untergrund das Seewasser nicht mehr zurückhalten kann. Es versickert in die Tiefe und der See läuft leer. Häufig bilden sich am Ufer der Seen kleine Rinnen, durch die das Wasser dann nach und nach abläuft. Das fließende Wasser taut dabei den umliegenden Untergrund so nachhaltig auf, dass sogenannte „Thermoerosion“ in großem Maßstab möglich wird.

Die Wassermassen lösen Hangrutschungen aus und reißen so viel Bodenmaterial mit sich, dass die anfänglichen Rinnen schnell zu großen Tälern anwachsen und die Seen innerhalb weniger Stunden bis Tage trockenfallen. Besonders besorgniserregend ist das Ausmaß der Thermoerosion vor allem entlang der Permafrostküsten und der Flussufer im Landesinneren. Wo sich der Permafrost im Zuge steigender Lufttemperaturen erwärmt oder sogar taut, haben Bäche und Flüsse sowie die Wellen des Meeres ein leichteres Spiel. Sie unterspülen Ufer- oder Küstenabschnitte, transportieren alles lose Material davon und graben sich so Stück für Stück landeinwärts (Karte 1979; Semmel 1994; Grosse et al. 2018; Hölzle & Hauck 2018; Maribus 2019).

Nach Schätzungen von Hugelius (2014) sind in den durch Permafrost beeinflussten Böden und Sedimenten ca. 1.100 bis 1.500 Gt Kohlenstoff gespeichert und somit mehr als in der gesamten Vegetation der Erde. Es wird ferner geschätzt, dass ungefähr dieselbe Kohlenstoffmenge in Permafrostböden gespeichert ist, wie sie derzeit in der globalen Atmosphäre vorhanden ist, was ca. 800 Mrd. t CO_2 entspricht (Grosse et al. 2018; Beer et al. 2020).

In der Forschung zum Klimawandel wird meist nur auf das bekannte Treibhausgas CO_2 eingegangen. Zwar bewirkt anthropogenes CO_2 in den Industrieländern einen Großteil des vom Menschen angeheizten Treibhauseffektes und könnte theoretisch bis zu 1.000 Jahre in der Atmosphäre verweilen, aber das o. g. Methan (CH_4) ist ein weiteres wichtiges Treibhausgas, welches sogar 25-mal wirksamer als CO_2 ist. Es ist besonders in der Arktis von Bedeutung, in der es kaum Industrie oder größere Siedlungen gibt. Fossiles CH_4 entstand im Permafrost in großer Menge aus organischem Material unter Luftausschluss (UBA 2020). Permafrostböden trugen deshalb bisher erheblich zum Gleichgewicht der terrestrischen Strahlungsbilanz bei. Sie könnten nun



◁ Gefrorene Methangasblasen in einem See in der Tundra

◁ Entzünden von Methangas aus einem See bei Fairbanks (Alaska)

◁ Durch tauenden Permafrost versetztes Haus in Dawson City (Kanada)

allerdings als Kippelemente im Klimasystem der Erde wirken, gerade weil bei ihrem Auftauen viel CO_2 und CH_4 freigesetzt wird. Als Folge des Auftauens der Permafrostböden wird mit einer beschleunigten Zersetzung und Mineralisation des bisher dort gespeicherten Kohlenstoffs und Stickstoffs gerechnet. Die hierdurch freigesetzten Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) würden die Erderwärmung noch weiter beschleunigen, denn Methangas ist ungefähr 25-mal (s. o.) und Lachgas sogar 300-mal klimaschädlicher als CO_2. Man kann das brennbare Methangas leicht nachweisen, indem man Gasblasen unter Eisdecken auf Seen oder an der Küste öffnet und entzündet.

Da CH_4 – im Gegensatz zu CO_2 – leichter ist als Luft, steigt es, nach dem Auftauen der Eisdecken im Frühjahr, in die höhere Atmosphäre auf und beschleunigt so besonders intensiv die Erwärmung der Arktis.

Aufgrund dieser drohenden Effekte stellen die tauenden Permafrostgebiete mit ihren besonderen Böden ein weiteres potenzielles Kippelement des globalen Klimasystems dar (Zubrzycki 2012; IPCC 2013; Lenton et al. 2019).

Auch „submariner“ Permafrost in der Arktis wird als Methanquelle identifiziert. In der letzten Eiszeit lag der Meeresspiegel ca. 120 m tiefer als heute. Durch die nacheiszeitliche Überflutung der Küsten Ostsibiriens, Alaskas und Kanadas wurde hier der Permafrost am Grund der flachen Schelfmeere konserviert. Dieser „reliktische“ Permafrost enthält CH_4 in Form von Gashydraten in den ausgedehnten flachen Schelfmeerbereichen. Sie gelten als besonders sensibel, da aufgrund des geringen Wasserdrucks schon kleinste Temperaturerhöhungen große Mengen an Methanhydrat oder gasförmigem CH_4 freisetzen könnten (Maribus 2010; Wetterich et al. 2011; AMAP 2017).

2.4 Schmelzender Permafrost – Boden ohne Halt

Die sommerlich immer länger und tiefer auftauenden – und somit mit Stauwasser gesättigten – Böden verlieren ihre Tragfähigkeit gegenüber Auflasten, wie z. B. Gebäuden und Infrastruktur. Das wirtschaftliche und soziale Schadensrisiko für Städte, Gemeinden und Überlandinfrastrukturen, wie Straßen, Schienenwege und Pipelines, ist enorm – vor allem in Ländern wie Kanada, dessen Territorium zur Hälfte von Permafrost unterlagert ist. Russland wird sogar auf 65 % seiner Landesfläche vom Permafrost geprägt. Viele Menschen kämpfen bereits um die Existenz ihrer Siedlungen. Der Transport und die Industrieproduktion an Land, u. a. die Öl- und Erdgasgewinnung, werden zunehmend durch die Verkürzung der Frostphasen, in denen die Eisstraßen und die Tundra befahrbar sind, beeinträchtigt. Der tauende Boden schwächt Bauwerke in ihren Grundfesten. Gebäude, Straßen, Bahngleise, Pipelines und Bergwerke wurden zu Zeiten gebaut, als der Permafrostboden allenfalls oberflächlich auftaute und noch eine feste Basis bot. Gerade Lagertanks und Erdölpipelines stellen sich bei den heutigen Verhältnissen in den Permafrostgebieten immer öfter als Gefahrenquellen heraus, da sie bei starkem Bodenfließen undicht werden können, was dann i. d. R. zu massiven Umweltverunreinigungen führt.

Heute ist der Permafrost im Sommer viel tiefer aufgeweicht und so kommt es zu divergierenden Setzungen. Es kippen Mauern, es wellen sich Gleise und es öffnen sich in Straßen tiefe Einbruchslöcher, weil das Eis im Boden schmilzt und dort Hohlräume entstehen, die im schlimmsten Fall ein Einbrechen der Infrastruktur bis hin zur völligen Unpassierbarkeit nach sich ziehen. Oft bleibt auf weiten Flächen eine Kraterlandschaft mit schiefen und entwurzelten Bäumen sowie mit Schmelzwasser gefüllten Seen zurück (Blümel & Eberle 2001; Arenson & Phillips 2018; Maribus 2019).

Für 2050 lässt sich bereits ein unterschiedlich hohes Gefährdungspotenzial durch tauenden Permafrost anhand festgelegter Risikograde für Gebäude, Straßen und andere Teile der Infrastruktur projizieren (**Abb. 7**). Demnach würden bis 2050 rund 3,6 Mio. Menschen von Schäden an Gebäuden und Infrastruktur betroffen sein.

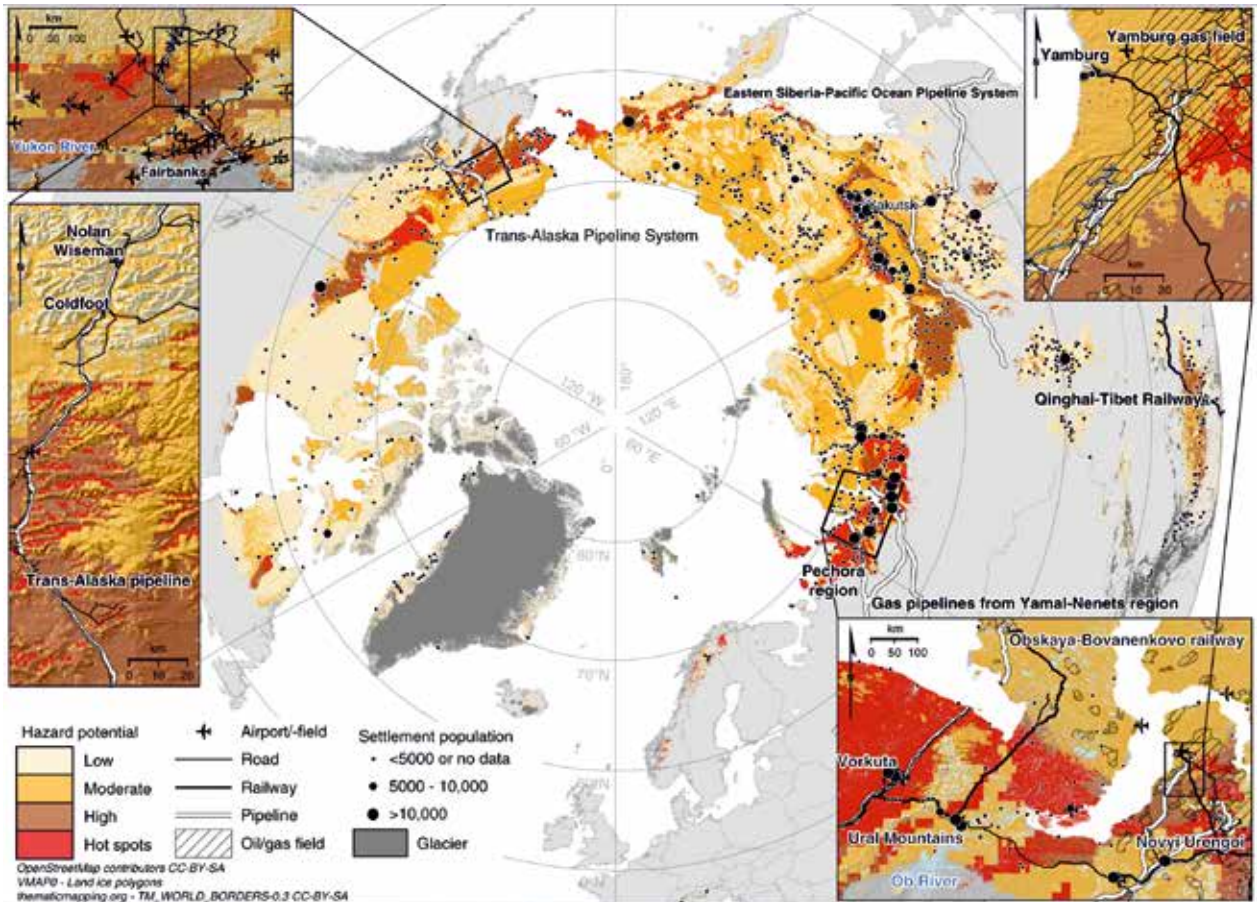


Abb. 7: Panarktische Infrastrukturgefahrenkarte mit Nahaufnahmen aus Zentralalaska und nordwestlichen Teilen der russischen Arktis. Gefährdungspotenzial nach unterschiedlichen Risikograden (niedrig bis hoch) für Strukturschäden bis Mitte des Jahrhunderts (2041–2060).
Die Gefährdungseinschätzung basiert auf drei Geohazard-Indizes (Settlement Index, Risk Zonation Index und Analytic Hierarchy Process Based Index). Hot Spots weisen auf Gebiete mit einem hohen Potenzial für Infrastrukturschäden hin. Andere Infrastrukturen wie Siedlungen, die Qinghai-Tibet-Eisenbahn und Pipeline-Systeme sind nur in den Nahaufnahmen zu erkennen.

△ Trans-Alaska-Pipeline

Dies entspricht etwa drei Vierteln der derzeitigen Bevölkerung in den Permafrostzonen der nördlichen Hemisphäre. Derzeit gibt es mehr als 1.200 Siedlungen (ca. 40 mit mehr als 5.000 Einwohnern) in den Gebieten, in denen ein Auftauen des Permafrosts wahrscheinlich ist. Gerade in Sibirien gibt es Städte wie Jakutsk, mit fast 300.000 Einwohnern, die komplett auf Permafrostböden gebaut sind (Arenson & Phillips 2018; Hjort et al. 2018). Eine Zone mittleren und hohen Risikos erstreckt sich diskontinuierlich rund um das Nordpolarmeer. Innerhalb dieser gefährdeten Küstenbereiche liegen Bevölkerungszentren.

Auch im Nordwesten Nordamerikas verlaufen Verkehrs- und Pipelinekorridore durch Gebiete mit hohem Risikopotenzial.

Das westsibirische Gebiet, in dem der Erdgasförderkomplex von Nadym-Pur-Taz mit angeschlossener Infrastruktur liegt, fällt ebenfalls in die Hochrisikogruppe. Nicht nur 280 km der nördlichsten Eisenbahn Russlands, der Obskaya-Bovanenkovo-Bahnlinie, liegen über auftauendem Boden, sondern auch wichtige Öl- und Gaspipelines, z. B. in der Jamal-Nenets-Region (NW-Sibirien). Für große Teile Zentralsibiriens ergibt sich ebenfalls ein mittleres oder hohes Gefahrenpotenzial für Sachschäden. Innerhalb dieser Gebiete befinden sich mehrere große Bevölkerungszentren, ein ausgedehntes Straßennetz und die Transsibirische Eisenbahn.

Im russischen Fernen Osten liegt zudem das Atomkraftwerk von Bilibino (s. Anhang: **Karte 3**) mit seinem Versorgungsnetz in einem Gebiet mit hohem Gefahrenpotenzial (ACIA 2005; Hjort et al. 2018).

Am 29.05.2020 gab es, Medienberichten zufolge, einen Unfall in einem Kraftwerk der Bergbaufirma „Nornikel“ im russischen Norilsk, bei dem die Stützpfeiler eines Lagertanks durch den auftauenden Permafrost abgesackt sein sollen. Dieser Tank leckte und in der Folge liefen ca. 21.000 t Dieselöl aus, wodurch Böden und Gewässer in der Umgebung verseucht wurden (Gurkov 2020; Rescheto 2020; Tkatsch 2020). Die Dunkelziffer solcher Industrieunfälle dürfte sehr hoch sein und tendenziell mit dem Klimawandel zunehmen. In den riesigen Weiten der Polargebiete bleiben z. B. Pipelineschäden lange Zeit oft unbemerkt und haben bis zur Schadensfeststellung eine massive Umweltverschmutzung zur Folge.

Auch im militärischen Bereich hat der auftauende Boden negative Auswirkungen auf die operative Mobilität von Fahrzeugen sowie auf Gebäude und Infrastruktur, wie z. B. Militärbasen, Flugplätze und Bunkeranlagen. Die Befahrbarkeit für Fahrzeuge jedweder Art, v. a. aber für schwere, gepanzerte Fahrzeuge, ist in den Sommermonaten deutlich eingeschränkt. Jenseits von befestigten Wegen und Straßen ist eine Befahrbarkeit weitgehend unmöglich. Sind die Kosten der militärischen Präsenz für die funktionale Aufrechterhaltung der Fähigkeiten in

dieser unwirtlichen Region ohnehin schon hoch, steigen sie noch einmal für Sicherungsmaßnahmen bestehender Gebäude, Infrastruktur oder angepasste Neubauten, aufgrund der schwindenden Statik auftauender Permafrostböden.

So erhöhen die nachteiligen Auswirkungen der globalen Erwärmung die Kosten für den laufenden Betrieb in drei der vier wichtigsten US-Militärstützpunkte Alaskas: Eielson, Fort Wainwright und Clear Air Force Base. Militärplaner haben für den Zeitraum 2015 bis 2020 mehr als 1 Mrd. USD beantragt, um die Baumaßnahmen zu finanzieren, die erforderlich sind, um diese drei Stützpunkte in Betrieb zu halten. Alle befinden sich in Regionen Alaskas, in denen diskontinuierlicher Permafrost zum Schmelzen neigt. Einige der Stützpunkte aus dem Kalten Krieg, wie Eielson, sind nach oder kurz vor ihrer Schließung wieder von strategischer Bedeutung – wegen ihrer Nähe zu Russland, China und Nordkorea und arktischen Ressourcen (DoD 2019; Karlovitch et al. 2020).

Eielson stand kurz vor der Schließung, als die US-Luftwaffe 2016 beschloss, zwei Staffeln ihrer Stealth-Kampfflugzeuge der fünften Generation dort zu stationieren und die Basis sowie die umliegenden Gemeinden wiederzubeleben. Doch die Militärbasis des Kalten Krieges zeigte deutliche Spuren durch den auftauenden Permafrost. Im Fundament fanden sich tiefe Risse in den dicken Betonwänden. Die Wartungsbucht für Raketen und andere Sprengstoffe begann sich vom Boden zu heben, wodurch Explosionsschutztüren aus der Verankerung gerieten und danach nicht mehr verschließbar waren. Dann rutschte die gesamte Anlage, die auf einem abfallenden Hügel gebaut war, langsam auf die Basis mit 10.000 Menschen zu. Die Kosten für den Wiederaufbau der Munitionswartungsanlage beliefen sich auf 15,5 Mio. USD. Für das neue Gebäude waren Stahlpfähle erforderlich, die bis in eine Tiefe von 30 m reichen, damit es nicht wieder instabil und unsicher wird. Mindestens 5 Mio. USD kostete die Installation von Kühlsystemen unter den neuen beton- und erdbedeckten Magazinen, in denen bis zu 500.000 Pfund Sprengstoff eingelagert werden können. Häufige Verwendung finden dabei Thermostabilisatoren oder teurere Thermosiphonsysteme, bei denen die Fundamente von Gebäuden durch geschlossene Kühlsysteme stabilisiert werden (Aston 2019; Karlovitch et al. 2020). Laut US-Verteidigungsministerium (DoD 2019b) sind die Kosten für den Bau eines Gebäudes in Alaska mehr als doppelt so hoch wie in Stützpunkten außerhalb Alaskas ohne Permafrost.

Russlands militärische Präsenz in der Arktis ist, verglichen mit den USA, deutlich ausgeprägter. Sie begann bereits mit dem Zarenreich und wurde besonders von der ehemaligen Sowjetunion intensiviert. Die Auswirkungen des auftauenden Permafrostes dürften somit noch umfassender als in den USA sein. Bestehende Gebäude sind in ihrer Statik gefährdet, müssen gesichert oder aufgegeben werden und neue müssen aufwändiger gebaut werden. 20.000 km der russischen Grenze verlaufen entlang der Küste des Arktischen Ozeans. Russlands weite arktische Gebiete sind von besonderer Bedeutung, da sie im Hinblick auf die direkte Kontrolle der Staatsgrenze und der Frontlinie des Landesverteidigungssystems besonders exponiert sind. Russlands jüngste maritime und militärische Doktrinen behandeln die Arktis wieder als eines der vorrangigen Gebiete für die wirtschaftliche Entwicklung und Sicherheit des Landes, nach einer längeren Phase staatlichen Desinteresses während der Zeit des Zusammenbruchs der Sowjetunion und speziell in der Ära Jelzin. Unter der Regierung von Präsident Putin genießt die wirtschaftlich-militärische Entwicklung der Arktis seit Jahren wieder hohe Priorität (Kluge & Paul 2020). Die strategische Bedeutung der Arktis für Russland hängt hauptsächlich mit den massiv in der Region stationierten Seestreitkräften zusammen. Seit Ende der 2000er-Jahre arbeitete das russische Verteidigungsministerium daran, aufgegebene Verteidigungsanlagen aus der Sowjetzeit in der Arktis wieder zu eröffnen und die bewaffnete Präsenz Russlands dort erneut zu stärken. Russische Militäringenieure haben in der Arktis großflächige Bauarbeiten an Einrichtungen entlang der gesamten Küste des Festlandes und auf arktischen Inseln, von der Region Murmansk bis nach Fernost, begonnen. Die Umsetzung dieser Projekte erfordert enorme finanzielle und technologische Ressourcen, die Russland, allein wegen seiner momentanen wirtschaftlichen Defizite, möglicherweise nicht aufbringen kann (Aliyev 2019). Der auftauende Permafrost wird die Situation nicht leichter machen und aufgrund der enormen Größe der Militarisierung die Vorhaben extrem verteuern. Die mit Abstand schwierigste Herausforderung Russlands bei der verstärkten Militarisierung der Arktis ist das anhaltende Problem der Logistik. Hauptgründe für die Schließung der arktischen Stützpunkte Ende der 1990er-Jahre waren u. a. die Schwierigkeiten bei der Lieferung von Nahrungsmitteln und Treibstoff für die Stützpunkte. Busch (2017) bezweifelt, dass sich die Situation heute wesentlich verbessert hat, um in den abgelegenen Gebieten der Arktis eine funktionierende Logistik für Menschen, Waren, Ersatzteile, Kraftstoffe, Medikamente und die Stromversorgung aufrechtzuerhalten. Für die Stromversorgung in seinem Teil der Arktis setzt Russland in Zukunft sogar acht schwimmende Atomkraftwerke wie die „Akademik Lomonossow“ ein, die 2018 in Dienst ging (Mergener 2020).

2.5 Der Jetstream – ein starker Wind gerät ins Trudeln

Ein „Jetstream“ (oder Strahlstrom) ist ein Starkwind, der rund um den Globus im Bereich der Tropopause in 8 bis 12 km Höhe von Westen nach Osten weht. Der Polarfrontjetstream umgibt als wellenförmiges Starkwindband die Nordhalbkugel zwischen 40° und 70° nördlicher Breite. Dort trifft kalte Polarluft (geringeren Luftdrucks) auf gemäßigte wärmere Luftmassen (höheren Luftdrucks), wodurch sich ein vergleichsweise starker horizontaler Temperaturgradient ausbildet, der im Winter sein Maximum erreicht. Als Ausgleich strömt die Luft in Richtung des geringeren Luftdrucks, wird dabei aber durch die Corioliskraft, auf der Nordhalbkugel nach Osten, abgelenkt. Da in der Höhe die Reibung fehlt, entstehen außerordentlich starke Höhenwinde mit 100 bis 200 km/h, die, kurzzeitig und regional begrenzt, auch 400 bis maximal 600 km/h Windgeschwindigkeit erreichen können. Der Polarfrontjetstream ist der Ursprung von Tief- und Hochdruckgebieten und für das Witterungsgeschehen der mittleren nördlichen Breiten maßgeblich (Weischet 1995; Schönwiese 2020). Da die Temperaturdifferenz durch die starke Erwärmung der Arktis abnimmt, vermuten einige Wissenschaftler, dass sich auch der Jetstream abschwächt und dadurch große Wellen bildet, die meridional weit nach Norden bzw. Süden reichen. Diese Wellen haben die Eigenschaft, sehr lange stabil zu bleiben und sich immer wieder zu regenerieren. Die Westwindströmung wird blockiert und die Witterung verharrt wochenlang im selben Zustand – Wetterextreme sind die Folge. Bei einer länger anhaltenden, ortsfesten Situation eines – von zwei Tiefs flankierten – Hochs, spricht man von einer „Omegalage“.
Eine solche Lage wird für die anhaltende Hitzewelle im Sommer 2010 in Russland und die gleichzeitig erfolgten, gewaltigen Niederschläge in Pakistan verantwortlich gemacht (Francis & Vavrus 2015; Langer 2019; Mann 2019). Für die Hitzewelle 2015 in Europa zeigen Duchez et al. (2020), dass eine Ozeananomalie aus kalten Meerestemperaturen über einem Großteil des Nordostatlantiks mit einer stationären Position des Jetstreams verbunden war, die die Entwicklung hoher Oberflächentemperaturen über Mitteleuropa während der Hitzewelle begünstigte. Somit wären einige katastrophale Dürren, Starkregenereignisse und Hochwasser der letzten Jahrzehnte in den mittleren Breiten als eine direkte Folge der Erwärmung der Arktis anzusehen. Die Häufung und Intensivierung solcher Phänomene ist dann eine Konsequenz der prognostizierten Klimaerwärmung – mit gravierenden politischen Konsequenzen.

2.6 Arktische Ökosysteme in Bedrängnis

Die Arktis zählt zu den lebensfeindlichsten Regionen der Erde. Mithilfe beeindruckender Anpassungsstrategien haben hochspezialisierte Pflanzen und Tiere auch diese Gebiete erobert und weltweit einzigartige Lebensgemeinschaften gebildet. Kälte, Licht, Dunkelheit und Eis bestimmen den Ablauf des Lebens. An Land sind diese Parameter der Grund dafür, dass beispielsweise die Vegetations- bzw. Reproduktionszeiten der meisten Lebewesen nur sehr kurz sind, weshalb viele Tiere gegen Ende des Sommers die Polarregion verlassen. Im Meer zwingt die Kälte die Lebewesen zu einer energiesparenden Lebensweise. Deren Zukunft jedoch ist angesichts des Klimawandels ungewiss. Durch ihn verändern sich die physikalischen Grundpfeiler des Lebens in der Arktis. Das birgt für die Ökosysteme das Risiko, dass sie sich nicht mit der nötigen Geschwindigkeit anpassen können. Mit dem Meereis schwindet ein Lebensraum, der vielen Arten als Versteck, Nahrungsquelle und Jagdrevier dient.
Einige Arten sind schlimmstenfalls vom Aussterben bedroht. Steigende Wassertemperaturen erhöhen den Energiebedarf wechselwarmer Organismen und ebnen einwandernden Arten den Weg. Nahrungsgefüge geraten aus dem Gleichgewicht, der Wettbewerb um Futter verschärft sich. Die Versauerung der Polarmeere wiederum erschwert vor allem Arten, die Schalen oder Skelette aus Kalk bilden, das Überleben. Der fortschreitende Klimawandel bedroht somit massiv die Biodiversität und damit die Funktionalität polarer Ökosysteme. Die steigenden Temperaturen zwingen kälteliebende Arten zur Flucht, doch Rückzugsorte gibt es kaum. Ein Ausweichen in nördlichere Regionen oder Gebirge ist nicht überall möglich. Den angestammten Platz dieser Pflanzen und Tiere nehmen als Konsequenz Einwanderer aus mittleren Breiten ein. Langfristig wird diese Entwicklung der Arktis zum Verschwinden der einzigartigen polaren Flora und Fauna führen (Schultz 2008; Maribus 2019).
Für die lokale, indigene Bevölkerung in den arktischen Regionen bedeutet dies den Verlust ihrer Hauptnahrungsquellen und häufig den Verlust ihrer Kultur als traditionelle Jäger, Sammler oder Hirten. Alkoholmissbrauch, Gewalt, Selbstmorde und Jugendarbeitslosigkeit sind in einigen Regionen für manche Ureinwohner bereits traurige Realität ihres Alltagslebens (Allen et al. 2011; Richter 2019). Der Klimawandel wird ihr Leben noch mehr verändern und eine Anpassung an neue soziale Rahmenbedingungen bewirken. Die Grönländer

hoffen, vom Klimawandel profitieren zu können. Tourismus, Umweltschutz, der Erhalt der kulturellen Identität, Landansprüche und die Teilhabe der indigenen Völker an der wirtschaftlichen Nutzung der arktischen Rohstoffe sind hierfür Grundvoraussetzungen und auch Gegenstand der deutschen und europäischen Arktispolitik im AR. Prosperität für die indigene Bevölkerung ist zwingend von einer Teilhabe abhängig (EEA 2017; Auswärtiges Amt 2019). Tatsächlich eröffnet die Klimaerwärmung auch neue, erwerbs- und gewinnbringende Perspektiven für die Landwirtschaft und Fischerei. So wurden 2015 zum ersten Mal erfolgreich Erdbeeren auf Grönland angebaut. Kartoffelanbau und Schafbeweidung sind schon jetzt verbreitet (Schraeder 2015; Brunner 2017).

Moderne Hochseefischerei in der Arktis könnte in den kommenden Jahren für kommerzielle Fischereiflotten aus dem Ausland attraktiv werden. Da die Erderwärmung dort fast doppelt so hoch wie im weltweiten Durchschnitt ausfällt, öffnen sich, durch das Abschmelzen des Eises im Arktischen Ozean, zum einen saisonal neue Gebiete für große Fangschiffe, zum anderen führt dies zu einer Veränderung der Größe und Verteilung der Fischbestände; u. a. werden große Fischschwärme von Kabeljau und Heilbutt in den hohen Norden zuwandern. Infolgedessen wird die arktische Hochsee mittel- bis langfristig für die kommerzielle Fischerei immer attraktiver. Dieser sich abzeichnenden Entwicklung im Fischereiwesen der Region wurde vor Kurzem aber – zumindest für die kommenden 14 Jahre – ein politischer Riegel vorgeschoben. Am 03.10.2018 wurde auf Grönland ein Abkommen unterzeichnet, das kommerziellen Fischfang in weiten Teilen der Arktis vorerst verbietet. Zu den Unterzeichnern des Fischfangmoratoriums, über das jahrelang verhandelt wurde, zählen, neben der EU, die Vereinigten Staaten, Russland, Kanada, Norwegen, Dänemark, Island, Japan, Südkorea und China. Die Länder werden zudem ein gemeinsames Programm zur wissenschaftlichen Überwachung des geschützten Meeresgebietes (Fläche: 2,8 Mio. km²) starten (EK 2017; Schilly 2018).

▽ Kalbender Gletscher

3 ROHSTOFFVORKOMMEN IN DER ARKTIS

Seit August 2007 wird in den Medien immer wieder über die Rohstoffvorkommen in der Arktis, vor allem Erdöl- und Erdgasvorkommen, berichtet (Tagesschau 2007). Die Meldung, ein Viertel der weltweiten Energievorräte lagere unter dem Packeis der Arktis, lieferte damals Spekulationsstoff bezüglich des Konfliktpotenzials der Region. Mittlerweile existieren neuere Schätzungen, die solch hohe Erwartungen dämpfen.

3.1 Energierohstoffe (Erdöl und Erdgas)

Die Meldungen über den Umfang der Energievorräte der Arktis beruhen noch immer weitgehend auf Schätzungen. In einem Bericht vom 23.07.2008 (Circum-Arctic Resource Appraisal, CARA) veröffentlichte der U.S. Geological Survey (USGS) Schätzwerte zu den Erdöl- und Erdgasvorräten der Arktis, wonach sich dort ca. 90 Mrd. Barrel Erdöl (entsprechend 12 Mrd. t Öl) befinden könnten. Das wären etwa 7,5 % der globalen Erdölvorräte bzw. 13 % der Ölressourcen und 1.670 Trillionen Kubikfuß Erdgas (entsprechend rund 50 Bill. m^3 Erdgas[10]), also ungefähr 25 bis 30 % der weltweiten Erdgasressourcen. 60 % dieser Vorräte befinden sich im nördlichen Russland oder in seinen arktischen Wirtschaftsgewässern. Ferner schätzte der USGS 2008, dass 84 % der unentdeckten Gas- und Ölvorkommen der Arktis im Meer lagern. Andererseits gaben Experten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) 2008 bereits zu bedenken, dass selbst 20 Mrd. t Erdöl in der Arktis bzw. 25 % der damaligen globalen Ölressourcen – ein weiterer Schätzwert – gerade einmal den globalen Ölverbrauch (2018: ca. 4 Mrd. t Öl pro Jahr) für fünf Jahre abdecken würden (Zeit online 2008). Auch die o. g. 50 Bill. m^3 Erdgas reichen bei einem weltweiten Erdgasverbrauch von ca. 4 Bill. m^3 pro Jahr (BGR 2020) für etwas mehr als 15 Jahre.

Für die Förderung von Erdöl und Erdgas sind die geologischen, topographischen, klimatischen und infrastrukturellen Bedingungen in der Arktis meist ungünstig (Morteani 2010). Potenziell sehr große unterseeische Vorkommen an Erdöl und Erdgas (s. Anhang: **Karte 1 und 2**) werden fast vollständig in den „Ausschließlichen Wirtschaftszonen“ (AWZ)[11] der Anrainerstaaten des Arktischen Ozeans erwartet (BGR 2010). Dort finden sich unter dem Meeresboden Sedimentbecken, die ausreichende Mächtigkeiten aufweisen, um darin die Entstehung und Ablagerung von Erdöl und Erdgas zu ermöglichen. Auch wenn die rapide Meereisschmelze voranschreitet, sind zur Erschließung solcher Offshore-Lagerstätten unter Umständen auch Tiefwasserbohrungen (> 500 m Tiefe) nötig, die – nach der „Deepwater-Horizon-Katastrophe“ im Golf von Mexiko (2010) – mittlerweile ökologisch sehr umstritten sind.

Norwegen

Im Bereich aller norwegischen Gewässer werden die Erdölressourcen auf 2.415 Mio. t Öl (BGR 2020) geschätzt, von denen zwei Drittel in der Norwegischen See und in der Barentssee vermutet werden. In der Barentssee werden, zwischen Bäreninsel und Nordkap, seit den 1980er-Jahren Ölfelder vermutet. Der o. g. CARA-Bericht (USGS 2008) vermutet im Bereich der östlichen Barentssee sogar Ölressourcen von ca. 1 Mrd. t Erdöl.

Zwar wurden die Explorationsarbeiten 1996 ausgesetzt, aber 2006 entschied das norwegische Parlament, in einigen Gebieten die Explorationsarbeiten wieder zu genehmigen. Bis 2010 waren jedoch ökologisch sensitive Gebiete von der Exploration ausgenommen. Anfang April 2011 meldete der norwegische Energiekonzern Statoil, dass in der Barentssee, 200 km nördlich des Nordkaps, im so genannten „Skrugard-Prospekt“, ein Ölfund mit einem Gesamtpotenzial von 68 Mio. t erbohrt wurde (WELT ONLINE 2011). Damit würde alleine dieses Ölfeld größer sein, als die verbleibenden Erdölreserven Deutschlands (2018: 58 Mio. t). Es ist die größte Entdeckung auf dem norwegischen Festlandssockel seit zehn Jahren. Noch weiter im Norden wurde 2013, im Hoop-Maud-Becken, das „Wisting-Feld“ mit Reserven von ca. 8 bis 22 Mio. t erschlossen (Damm et al. 2016). 2018 förderte Norwegen ca. 80 Mio. t Erdöl in seinen arktischen Gewässern (Leskien 2019, 14).

Die Reserven an norwegischem Erdgas betrugen 2006 rund 640 Mrd. m^3 in der Norwegischen See und ca. 160 Mrd. m^3 in der Barentssee. Das gesamte nor-

10 1 Billion m^3 = 1 Bill. m^3 = 10^{12} m^3. Eine Billion entspricht einer Trillion im nordamerikanischen Sprachraum.

11 Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ): 200 Seemeilen (sm) = 370 km

△ Bohrinsel „Priraslomnaia“ der Firma GAZPROM im Packeis der Petschorasee

wegische Restpotenzial an Erdgas wurde 2018 auf 4.056 Mrd. m³ geschätzt (BGR 2020, 12), wovon etwa die Hälfte auf die Norwegische See und die Barentssee entfällt. Derzeit werden zwei Erdgasfelder im Bereich der Arktis entwickelt. Das Gasfeld „Ormen Lange“ in der Norwegischen See, dessen Reserven auf 400 Mrd. m³ geschätzt werden, ist Ende 2007 in Produktion gegangen. Das zweite Feld „Snøhvit“ liegt ca. 140 km vor der norwegischen Küste vor Hammerfest und ca. 1.100 km südlich von Spitzbergen in der Barentssee. Es ist in Produktion gegangen und weist Reserven von ca. 160 Mrd. m³ Erdgas auf.

Russland

Die russischen Erdölreserven befinden sich größtenteils in Westsibirien und liegen südlich des Polarkreises. In den polaren Offshore-Gebieten – hier im russischen Teil der Barentssee – wurden Reserven von ca. 250 Mio. t Erdöl nachgewiesen, die aber noch nicht gefördert werden. Die Erdölressourcen im Küstenvorfeld werden deutlich höher eingeschätzt, wobei hier jedoch das Erdgaspotenzial dominieren dürfte.

Auch in Bezug auf die russischen Erdgasreserven liegen derzeit die größten Lagerstätten südlich des Polarkreises. Allerdings sind hier die Reserven der Polarregion wesentlich größer. So werden alleine die Reserven der Halbinsel Jamal auf rund 10 Mrd. m³ Erdgas geschätzt. Hinzu kommen Gasreserven der russischen Barentssee, die auf 4 Mrd. m³ Gas geschätzt werden (Damm et al. 2016), und Ölressourcen in der Karasee mit ca. 5 Mrd. t Öl. Im Westsibirischen Becken schätzt man die russischen Gasressourcen auf rund 18 Mrd. m³ Erdgas (USGS 2008).

Russische Quellen gehen davon aus, dass im Bereich des gesamten russischen Schelfs Ressourcen von mehr als 9 Mrd. t Erdöl und 62,5 Bill. m³ Erdgas lagern (BGR 2008).

Die gesamten russischen Gasressourcen wurden 2018 auf 145.200 Mrd. m³ (BGR 2020, 121) geschätzt, wovon gut die Hälfte auf die russischen Polargebiete entfallen (BGR 2010). Mit 48 Bill. m³ (BGR 2020) besitzt Russland auch die weltweit größten Erdgasreserven, die zu 80 % in der Arktis gefördert werden (Leskien 2019). Neben den bereits erwähnten Vorkommen in der Barentssee und südlichen Karasee sind auch potenzielle Lagerstätten in der nördlichen Karasee, in der Laptewsee (420 Mio. t Öl; 900 Mrd. m³ Gas) und in der Ostsibirischen See, aufgrund ihrer geologischen Struktur, als prospektiv einzuschätzen (Piepjohn 2011). Andererseits beutet die Gazprom-Bohrinsel „Priraslomnaja“ bereits seit 2014 in der Petschorasee eine Öllagerstätte mit ca. 72 Mio. t Reserven bei einer Förderleistung von 6,6 Mio. t pro Jahr aus und zeigt so die Entschlossenheit Russlands, sich seine arktischen Offshore-Vorkommen zu erschließen.

USA

Betrachtet man die Erdöl- und Erdgasvorkommen der Vereinigten Staaten nördlich des Polarkreises, die seit 1968 erschlossen wurden (Damm et al. 2016), so sind besonders die Vorkommen im Bereich der Region North Slope und in der Beaufortsee von Interesse (Morteani 2010). Bereits 1977 begann im Norden Alaskas, in der Region North Slope, eine groß angelegte Erdölförderung. Im September 2006 wurden weitere große Gebiete an private Firmen versteigert. Daher sind dort weite Areale an Erdölfirmen vergeben, in denen aber noch nicht überall Erdöl gefördert wird.

Nach Angaben des Alaska Department of Natural Resources – Division of Oil & Gas (2012) wurden im Jahr 2007 39 Mio. t Erdöl und 2011 nur noch 30 Mio. t gefördert. Die Erdölvorkommen in der vorgelagerten Beaufortsee werden auf ca. 1 Mrd. t Öl und fast 1 Mrd. m³ Erdgas geschätzt. Gemäß CARA-Bericht (USGS 2008) lagern im sogenannten Canning-Mackenzie-Becken ca. 1,3 Mrd. t Öl und 1,6 Bill. m³ Gas sowie im arktischen Alaska 4 Mrd. t Öl und ca. 6 Mrd. m³ Erdgasressourcen (Gebhardt & Ingenfeld 2011). Andere Autoren beziffern die Ressourcen in der Tschuktschen- und Beaufortsee mit 3,1 Mrd. t Erdöl und 3 Bill. m³ Erdgas (Leskien 2019). Unter US-Präsident Obama gab es 2016 einen Explorationsstopp in Nordalaska, den Ex-Präsident Trump aber wieder aufhob (Damm et al. 2016).

Kanada

Die entdeckten und förderfähigen Kohlenwasserstoffressourcen Kanadas, die nördlich des Polarkreises liegen, werden mit 222 Mio. t Erdöl und 875 Mrd. m³ Erdgas beziffert (Drummond 2006). Sie sind auf insgesamt 99 Erdöl- und Erdgasfelder verteilt. Die größten und bekanntesten Erdölvorkommen sind die des Beaufort-/Mackenzie-Beckens. Die Förderung von Erdöl nördlich des 60. Breitengrades begann in Kanada bereits im Jahr 1920 mit dem Ölfeld „Norman Wells“. Ein Anstieg der Explorationstätigkeit setzte erst zu Beginn der 1970er-Jahre ein, ebbte am Ende des Jahrzehnts wieder deutlich ab, um Mitte der 1980er-Jahre stark anzusteigen.

Dänemark

Über die dänischen Erdölvorkommen im Bereich Grönlands gibt es keine gesicherten Erkenntnisse. Die DERA (2011) schätzte aber 2010 das Potenzial (Reserven und Ressourcen) Grönlands auf ca. 3,6 Mrd. t Erdöl und 3,9 Bill. m³ Erdgas. Der USGS (2008) vermutet Ölressourcen in Höhe von ca. 1,2 Mrd. t und 2,4 Bill. m³ vor Ostgrönland sowie 900 Mio. t Öl und 1,5 Bill. m³ Gas zwischen Westgrönland und Ostkanada. Explorationsbohrungen der schottischen Firma Cairn Energy vor Westgrönland und in der Baffinbai erbrachten jedoch keine Hinweise auf wirtschaftlich gewinnbringende Ressourcen (Damm et al. 2016).

Wegen der enormen Explorations- und Erschließungskosten arktischer Öl- und Gasvorkommen konnte man bis zur Ukraine-Krise 2014 einen Trend beobachten, dass sich staatliche bzw. halbstaatliche Firmen (wie z. B. Gazprom, Rosneft oder Equinor ASA, früher Statoil) mit internationalen Großkonzernen (wie z. B. British Petroleum, BP, oder Royal Dutch Shell, kurz Shell) zusammenschlossen. Insbesondere die russischen Staatsbetriebe, die reichlich staatliche Bohrlizenzen in der Arktis besitzen, benötigten ihrerseits zusätzlich das technische Wissen der Unternehmen der Öl- und Gasindustrie aus Europa und den Vereinigten Staaten, gepaart mit Geldspritzen ausländischer Investoren, um die Herausforderungen der Arktis besser bewältigen zu können.

Schon Ende Mai 2011 hatte die russische Staatsfirma Rosneft eine angebahnte Kooperation mit BP vorerst gestoppt und bot nun auch anderen Ölkonzernen eine Zusammenarbeit an, darunter auch chinesischen Staatsbetrieben wie Sinopec (engl.: China Petroleum & Chemical Corporation) oder der China National Petroleum Corporation (CNPC). Damals drängte sich der Verdacht auf, dass der russische Konzern so die Angebote für die begehrten Lizenzen und die Kooperationsverträge nach oben treiben wollte. Mittlerweile haben sich aber fast alle westlichen Öl- und Gaskonzerne aus den Kooperationen mit den russischen Staatsfirmen zurückgezogen, mehrheitlich aufgrund der Wirtschaftssanktionen des Westens gegen Russland im Zusammenhang mit der Ukraine-Krise und der Annexion der Krim im Jahre 2014.

Russlands Regierung plant aber trotzdem, bis 2039 ca. 250 Mrd. € in die Nutzung des russischen Schelfs zu investieren, davon 11 Mrd. € für die Exploration (Theurer et al. 2011). Statt mit westlichen Unternehmen setzt Russland nun verstärkt auf Kooperationen mit chinesischen Staatsfirmen. Am 26.10.2020 setzte Präsident Putin eine neue Entwicklungsstrategie für die Arktis bis 2035 in Kraft, die zur Förderung der sozioökonomischen Entwicklung für 2021 bis 2023 immerhin 190 Mio. € an föderalen Mitteln vorsieht (Kluge & Paul 2020, Tkatsch 2021).

Neben der Quantität der Rohstoffe beeinflussen verstärkt ökonomische und ökologische Faktoren die Fördertätigkeit in der Arktis. Während oftmals die Förderprognosen der Energieunternehmen auf einer positiv linearen Entwicklung des Ölpreises beruhen, stellt eine negative Ölpreisentwicklung die Rentabilität und das Engagement der dortigen Förderung in Frage. Bleibt der Ölpreis weiter unter 80 USD/Barrel (2020/21 lag der Preis im Durchschnitt bei rd. 40 USD/Barrel), könnte sich auf lange Sicht die Nutzung der Offshore-Felder im Polarmeer nicht mehr lohnen (Kluge & Paul 2020).

Auch ökologische Aspekte limitieren die Förderung in der Arktis. Fördermenge und Verbrauch fossiler Brennstoffe stehen in direkter Abhängigkeit zu den ausgestoßenen Klimagasen, die das sensitive arktische Ökosystem besonders betreffen. So ist die Reduktion des anthropogenen Einflusses auf den Klimawandel

zwangsläufig mit der Reduktion von ausgestoßenen Klimagasen verbunden. Damit müsste auch der Anteil fossiler Energierohstoffe an der Deckung des globalen Energiebedarfs reduziert werden.

Fördertätigkeiten zur Energierohstoffgewinnung in der Arktis sind in der Regel teurer und ökologisch risikoreicher als in bekannten konventionellen Fördergebieten.

3.2 Sonstige Rohstoffe in der Nordpolarregion

Abgesehen von Erdöl und Erdgas verfügen die Polarregionen der Arktis über ein beträchtliches Potenzial an weiteren Energierohstoffen (speziell Kohle oder Uran) sowie an metallischen und nichtmetallischen Rohstoffen, welche jedoch bisher nur zu einem geringen Teil erschlossen wurden (s. Anhang: **Karte 3**).

Derzeit gibt es ca. 35 aktive Bergwerksbetriebe nördlich des Polarkreises – ohne Berücksichtigung der Kohleförderung auf Spitzbergen (Norwegen) sowie in Workuta (Russland) oder Ostsibirien, deren Standorte in der **Karte 3** eingetragen sind. Uranvorkommen gibt es im Süden Grönlands. Sie sind aber noch nicht erschlossen. Die **Tab. 1** (S. 30) nennt für die meisten Länder aktive mineralische und metallische Rohstoffgruben sowie ihre Betreiber, wobei im Falle Russlands darauf hingewiesen werden muss, dass hier nur die großen Bergwerksdistrikte zusammengefasst sind.

Die bisher nördlichste Mine war die Blei-Zink-Mine Polaris in Kanada auf 75° Nord, die jedoch 2002 stillgelegt wurde.

Neben den aktiven Minen gibt es eine Vielzahl von Explorationsprojekten auf metallische Rohstoffe in unterschiedlichsten Planungsstadien (**s. Tab. 2**).

Darüber hinaus sind auch Vorkommen von Kohle und nichtmetallischen Rohstoffen nördlich des Polarkreises gefunden worden. Aufgrund der Größe der Lagerstätten erreichen sie, vor allem auf russischem Gebiet, teilweise weltwirtschaftliche Bedeutung. Nachfolgend eine Übersicht über die Vorkommen, nach Staaten gegliedert – mit Berücksichtigung der nördlich des Polarkreises gelegenen Gebiete Schwedens und Finnlands (Elsner et al. 2014; DERA 2012, 2012b).

Russland

Steinkohle, Baryt, Bergkristall/Rauchquarz, Diamanten, Fluorit, Gips, Glimmer, Graphit, Phosphat, Schmucksteine (v. a. Belomorit), Schwefel (aus Sulfiden), Karbonatite, Apatit, Muskovit.

Finnland

Kalkstein, Naturstein (Marmor), Dolomit, Phosphat, Wollastonit, Apatit, Pyrochlor.

Norwegen

Steinkohle, Naturstein, Dolomit, Graphit, Kalkstein, Nephelin-Syenit, Quarzit.

Dänemark (Grönland)

Graphit, Karbonatite, Olivin.

Kanada

Diamanten.

Schweden

Dolomit, Naturstein, Olivin.

Vereinigte Staaten (Alaska)

Asbest, Baryt, Bentonit, Fluorit, Phosphat.

Tab. 1: Aktive Bergwerksbetriebe nördlich des Polarkreises

Land/Name/Region	Rohstoffe	Betreiber
Vereinigte Staaten (Alaska)		
Nolan	Gold	Silverado
Red Dog	Zink, Blei	Teck Cominco
Kanada		
Diavik	Diamanten	–
Ekati	Diamanten	–
Dänemark (Grönland)		
Keine aktiven Bergwerke nördlich des Polarkreises		
Norwegen		
Rana/Mo i Rana	Eisenerz	Rana Gruber/Gullmedvik
Schweden		
Aitik/Gällivare	Kupfer, Gold	Boliden
Kiruna/Kirunavaara	Eisenerz	LKAB
Malmberget	Eisenerz	LKAB
Finnland		
Pahtavaara/Sodankyla	Gold	ScanMining
Keivitsa	Nickel, Kupfer	–
Russische Föderation		
Bereich Kola-Halbinsel und Karelien (Olkon, Kovdorsky, Zhdanovskoye): Mehrere aktive Bergwerksbetriebe: v. a. Nickel, Kupfer, Eisenerz, aber auch Kobalt, Apatit, Niob, Tantal, Chromit, Titan und Platingruppenmetalle (PGM)		
Bereich Norilsk und Taimyrsky: Eine Reihe aktiver Bergwerksbetriebe (v. a. Nickel, Kupfer, PGM). Betreiber: Norilsk Nickel		
Bereich Jakutien und Deputatsk (Ostsibirien): Diamanten (Anabar-Mine, Udachnaya) und diverse Zinn- und Goldbetriebe (Udachnyy)		

Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an BGR 2010, USGS 2010/11, Piepjohn 2011, DERA 2012, DERA 2012b, Elsner et al. 2014, NGU 2016

Tab. 2: Metallrohstoffe – Bergbauprojekte nördlich des Polarkreises

Land/Name/Region	Rohstoffe	Betreiber	Status
Vereinigte Staaten (Alaska)			
Ambler	Kupfer, Zink	NovaGold, Rio Tinto	Konzeption
Anarraaq	Zink, Blei	Teck Cominco	Konzeption
Su-Öik	Zink, Blei	Teck Cominco	Konzeption
Kanada			
Boston	Gold	Miramar	Konzeption
Hackett River	Zink, Silber	Sabina Silver	Konzeption
High Lake	Kupfer, Gold	Zinifex	Prefeasibility
Hope Bay	Gold	Miramar	Feasibility
Mary River	Eisenerz	Baffinland Iron	Prefeasibility
Ulu	Gold	Zinifex	Prefeasibility
Dänemark (Grönland)			
Black Angel	Zink, Blei	Angus & Ross	Restart geplant
Malmbjerg	Molybdän	Galahad	Prefeasibility
Skaergaard	Gold, Platin	Platina Resources	Konzeption
Kringlerne	Seltene Erden	–	Exploration
Kvanefjeld	Seltene Erden	–	Exploration
Citronen-Fjord	Blei, Zink	–	Exploration
Isua	Eisen	–	Feasibility
Schweden			
Likavaara	Kupfer, Zink	Boliden	Prefeasibility
Finnland			
Hirvilanvamaa	Gold	ScanMining	Konzeption
Iso-Kuotko	Gold	Agnico-Eagle	Konzeption
Keivitsa	Nickel, Kupfer	Scandinavian Minerals	Prefeasibility
Mäkärärova	Gold	BHP Group	Konzeption
Pahtavuoma	Zink, Kupfer	Outokumpu	Konzeption
Portimo	Palladium	GoldFields	Konzeption
SK Reef	Palladium, Platin	GoldFields	Konzeption
Suurikuusikko	Gold	Agnico-Eagle	Im Aufbau
Russische Föderation			
Degdekan	Gold	Prokhorov	Konzeption
Mayskoye	Gold	Highland Gold	Feasibility
Novogodneye	Gold	Peter Hambro	Feasibility
Tomtor	Niob, Seltene Erden	Almasy	Prospektion

Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an DERA/BGR 2010, Kravchenko & Pokrovsky 1995, USGS 2010/11, Piepjohn 2011

4 TERRITORIALE ANSPRÜCHE: HOHEITSRECHTE, SICHERHEIT UND UMWELTSCHUTZ

Der Rückgang des arktischen Meereises wird neue, zurzeit noch meist unpassierbare Seewege öffnen. Daraus ergeben sich Fragen bezüglich der Hoheitsrechte über Schifffahrtsrouten (wie die Nordwest- und Nordostpassage am Rand des Arktischen Ozeans) und Meeresressourcen (Fischgründe) sowie Fragen nach Sicherheit und Umweltschutz. Konsequenz neuer Schiffspassagen und Offshore-Erschließungen von Ressourcen sind neue und überarbeitete nationale und internationale Bestimmungen zu Meeressicherheit und Umweltschutz. Eine weitere Folge des verbesserten Meereszugangs ist eine Zunahme potenzieller Streitigkeiten zwischen konkurrierenden Nutzenden von arktischen Wasserstraßen und Küstengewässern (ACIA 2005).
Der bessere Zugang zu den arktischen Küstengewässern wird eine Ausweitung von Dienstleistungen der Anrainerstaaten erfordern – z. B. die Bereitstellung von Eisbrechern, Verladehäfen, Lotsendiensten, besseren Eiskarten und Wettervorhersagen, schnelle Rettung aus Gefahrensituationen sowie die Entwicklung von Techniken und Reinigungskapazitäten für ölverschmutztes Eis. Im Mittelpunkt von politischen, juristischen oder wirtschaftlichen Maßnahmen der diversen Akteure in der Arktis stehen dabei häufig der Arktischer Rat (AR) als Institution oder das Seerechtsübereinkommen (SRÜ) der VN von 1982/1994 (engl.: United Nations Convention on the Law of Sea, UNCLOS) als juristischer „Rahmen“ (UN 1982). Diese beiden politisch-juristischen Instrumente unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Reichweite, ihres Verbindlichkeitscharakters, der ihnen zugrunde liegenden Prinzipien und in der Art des Regierens, welche sie jeweils begünstigen (Humrich 2011). Die Aufmerksamkeit, welche der Arktis seit einigen Jahren zuteilwird, ist aber vor allem auf die verbreitete Sorge zurückzuführen, dass eventuelle Interessenkonflikte in der Region eskalieren könnten oder politische Krisen und Konflikte in anderen Regionen der Welt stellvertretend auch in der Arktis ausgetragen werden könnten.

4.1 Gebietsansprüche in der Arktis

4.1.1 Das Seerechtsübereinkommen (SRÜ)

Lange Zeit ging man völkerrechtlich davon aus, dass die fünf Anrainerstaaten des Arktischen Ozeans (Russland, USA, Kanada, Norwegen und Dänemark/Grönland) die Ansprüche hinsichtlich ihrer Seegebiete nach dem sogenannten „Sektorenprinzip“ geltend machen würden. Nach diesem Prinzip werden vom nordwestlichsten und nordöstlichsten Küstenpunkt des Anrainers – auch unter Berücksichtigung von vorgelagerten Inseln im Küstenvorfeld – Linien zum Geographischen Nordpol gezogen.
Gemäß internationalen Seerechts nach dem SRÜ könnte innerhalb dieser Sektoren ein 200-sm-Gebiet (ab der Küstenlinie/Basislinie bzw. ab den vorgelagerten Inseln) in Richtung Nordpol beansprucht werden. Ein großer zentraler Bereich um den Nordpol bliebe demnach unbeansprucht (s. Anhang: **Karte 4**).
Russland behauptet seit August 2007 jedoch, dass der, submarin verlaufende, sogenannte Lomonossow-Rücken Teil des russischen Kontinentalschelfs sei. Sollte sich diese Behauptung bewahrheiten, könnte Russland – vom Lomonossow-Rücken ausgehend – Gebiete beanspruchen, die weit über die russische 200-sm-Zone und möglicherweise auch noch über den Nordpol hinausreichen. Die von Russland beanspruchten Gebiete auf Basis der Zugehörigkeit des Lomonossow-Rückens zu Russland sind in **Karte 4** dargestellt.
Möglich ist allerdings auch, dass Kanada oder Dänemark ihrerseits den Nachweis erbringen, dass der Lomonossow-Rücken einen Teil ihres Kontinentalschelfs darstellt. Kanada hat 2013 auf Teile des Kontinentalschelfs im Atlantischen Ozean, Dänemark 2014 auf den Kontinentalschelf Grönlands Anspruch bei der Festlandssockelgrenzkommission „Commission on the Limits of the Continental Shelf“ (CLCS) der VN eingereicht. Seit Mai 2011 reklamiert Dänemark den Anspruch auf das Seegebiet am Nordpol für sich und begründet dies mit der Nähe Grönlands zum Pol, als polnächstes Festland. Entschiede aber die CLCS, dass der Lomonossow-Rücken zu keinem Schelf gehöre und Teil einer eigenen tektonischen Platte sei, wären

die Ansprüche Russlands, Kanadas und Dänemarks gemäß Internationalen Seerechtes nicht haltbar. Trotzdem ist es denkbar, dass einzelne Staaten oder alle Anrainer ihre territorialen Ansprüche aufrechterhalten. Diese möglichen Gebietsansprüche bergen in jedem Fall juristisches Konfliktpotenzial.

Da die Vereinigten Staaten das SRÜ bisher noch nicht unterzeichnet haben, sind sie gesetzlich nicht an dieses Vertragswerk gebunden. Offizielle nationale US-Karten geben keinen Aufschluss über die territorialen Ansprüche der Vereinigten Staaten im Nordpolargebiet. Allerdings war im August 2007 ein Vermessungsschiff der US-Küstenwache zu einer Expedition in die Arktis aufgebrochen, was als symbolische Untermauerung der Ansprüche der Vereinigten Staaten in der Region gedeutet wird.

Das SRÜ erlaubt Küstenstaaten, neben einer 12-sm-Zone („Territorialgewässer“), eine sich anschließende weitere 12-sm-Zone („Anschlusszone“)[12] zu proklamieren. Während in der ersten Zone die volle Souveränität des Anrainerstaates gilt, sind die Rechte in der Anschlusszone eingeschränkter. Sie beschränken sich hauptsächlich auf Zoll- und Einwanderungsaspekte. In der 200-sm-Zone[13], der „Exclusive Economic Zone“ (Abk.: EEZ; dt.: Ausschließliche Wirtschaftszone, AWZ), besitzt der Staat die volle Souveränität und Hoheitsbefugnisse zur Erforschung, Ausbeutung, Erhaltung und Bewirtschaftung der lebenden und nicht lebenden natürlichen Ressourcen und Bodenschätze. Im Regelfall gilt der Seebereich außerhalb der 200-sm-Zone als „Hohe See“, ohne Möglichkeit zur Durchsetzung von Souveränitätsansprüchen der Anrainer[14].

Ausnahmen bieten sich den Seeanrainerstaaten jedoch, wenn bestimmte geologische Voraussetzungen erfüllt sind. Dazu ist der Nachweis der Ausdehnung des Kontinentalschelfs besonders wichtig. Besitzt ein Staat z. B. einen weit ins Meer reichenden Festlandssockel, der ab einer gewissen Entfernung rasch auf eine Tiefe von 2.500 m abfällt, so können von dort aus nochmals 100 sm als EEZ/AWZ beansprucht werden. Die Ausdehnung der Gewässer von der Küste an darf – ohne Berücksichtigung der 2.500-m-Isobathe[15] – eine Breite von 350 sm (= ca. 648 km) als Maximalausdehnung nicht überschreiten.

Beabsichtigen Staaten, die 200-sm-Zone durch Inanspruchnahme der Kontinentalschelfregelung zu erweitern, haben sie eine zehnjährige Frist, nach Ratifizierung des SRÜ-Vertrages, um Beweise für die geologische Situation bei der Festlandssockelgrenzkommission der VN vorzubringen. Da sich die Festlandssockelmassen unter dem Nordpolarmeer über rund 5 Mio. km^2 – dies entspricht rund einem Viertel des gesamten Arktisgebietes – erstrecken, von denen der größte Teil nördlich Europas und Nordasiens liegt, rechnen sich insbesondere Russland und Norwegen Festlandssockelgewinne aus. Aber auch Kanada und die Vereinigten Staaten erheben Ansprüche auf dieses Gebiet.

4.1.2 Der Arktische Rat (AR)

Zum Schutz der nördlichen Regionen und im Interesse der friedlichen Zusammenarbeit in der Arktis wurde mit der Ottawa-Deklaration im Jahr 1996 der AR gegründet (s. **Tab. 3**). Seine Gründung ging ursprünglich auf eine Initiative des ehemaligen sowjetischen Präsidenten Gorbatschow zurück, der schon 1987, anlässlich einer Rede in Murmansk, die Arktis als „Zone des Friedens“ bezeichnet und die Arktisanrainerstaaten zu mehr Zusammenarbeit ermuntert hatte (Cepinskyte & Paul 2020). Finnland wiederum lud 1991 die Arktisnationen zu mehreren Konferenzen ein, die die Grundlagen für viele der Arbeitsgruppen schufen, die noch heute im AR tätig sind (Maribus 2019).

Der Rat dient als internationale Institution dem Interessenausgleich zwischen den arktischen Anrainern und den indigenen Völkern sowie zum Monitoring von Umweltschutz und Klimawandel in der Arktis. Derzeit besteht der Rat aus acht ständigen Mitgliedsstaaten: Dänemark (einschließlich Grönland und den Färöer-Inseln), Finnland, Island, Kanada, Norwegen, Russland, Schweden und den Vereinigten Staaten.

Zum eigentlichen Kern des AR gehören aber nur die fünf Anrainer des Arktischen Ozeans, die „Arctic Five“: Russland, Vereinigte Staaten, Kanada, Norwegen und Dänemark.

Die Außenminister dieser Länder trafen sich im Mai 2008 exklusiv zu einer Konferenz in Ilulissat (Westgrönland), wo sie die sogenannte „Ilulissat-Erklärung“ (s. Info-Box) zur Zukunft der Arktis und zum Umgang

ILULISSAT-ERKLÄRUNG (MAI 2008)

„Das internationale Seerecht regelt wichtige Rechte und Pflichten bei der Bestimmung von Grenzen durch Festlandssockel sowie beim Schutz der maritimen Umwelt, einschließlich von Eis bedeckter Gebiete, sowie auch bei der freien Schifffahrt, Forschungsaktivitäten und anderer Nutzung des Meeres. Wir bleiben auf dieses geltende internationale Recht und auf die geordnete Regelung möglicherweise überlappender Gebietsforderungen verpflichtet.“

12 sm = 1,852 km. 12 sm = ca. 22,2 km, d. h. Territorialgewässer + Anschlusszone = ca. 44 km.

13 200 sm = ca. 370 km.

14 Nach Abzug der Territorialgewässer und der Anschlusszone bleiben noch 176 sm (= ca. 326 km) für die EEZ/AWZ eines Küstenstaates. Außerhalb der EEZ/AWZ beginnt die „Hohe See“.

15 Isobathe = Linie gleicher Wassertiefe.

Tab. 3: Akteure im Arktischen Rat (AR)

Ständige Mitglieder/Teilnehmer, Beobachter und Beitrittskandidaten des Arktischen Rates (AR), gegründet 1996				
Staat / Organisation	**Ständiges Mitglied**	**Ilulissat-Einladung**	**Beobachter**	**Notizen/Interessen**
Arktisanrainerstaaten				
Russische Föderation	x	x	nein	Anrainer („Arctic Five“)
Vereinigte Staaten	x	x	nein	Anrainer („Arctic Five“)
Kanada	x	x	nein	Anrainer („Arctic Five“)
Norwegen	x	x	nein	Anrainer („Arctic Five“)
Dänemark (Grönland/Färöer)	x	x	nein	Anrainer („Arctic Five“)
AR-Mitglieder südlich des Polarkreises				
Schweden	x	nein	nein	Mitglied südl. Polarkreis
Finnland	x	nein	nein	Mitglied südl. Polarkreis
Island	x	nein	nein	Mitglied südl. Polarkreis
Indigene Völker der Arktis				
Inuit Circumpolar Council	Ständiger Teilnehmer	nein	nein	Rat der Inuit (Eskimos)
Saami Council	Ständiger Teilnehmer	nein	nein	Rat der Samen
RAIPON	Ständiger Teilnehmer	nein	nein	Verband indigener Völker N-RUS
Alëutian Int. Association	Ständiger Teilnehmer	nein	nein	Vereinigung der Alëuten
Arctic Athabaskan Council	Ständiger Teilnehmer	nein	nein	Rat der Athabasken
Gwich‘in Council Int.	Ständiger Teilnehmer	nein	nein	Rat der Gwich‘in (Kutchin)
Beobachterstaaten				
Deutschland	nein	nein	x	Umwelt; Klima; Öl/Gas
Frankreich	nein	nein	x	Öl und Gas
Niederlande	nein	nein	x	Öl und Gas
Volksrepublik China	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Japan	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Indien	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Italien	nein	nein	x	Öl und Gas
Südkorea	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Singapur	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Polen	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Spanien	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Vereinigtes Königreich	nein	nein	x	Seewege; Öl und Gas
Kandidat als Beobachter				
Europäische Union (EU)	nein	nein	nein	Umwelt; Klima; Öl/Gas

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Haftendorn 2011, AC 2016, Deutsches Arktisbüro 2019

mit Territorialstreitigkeiten untereinander bekanntgaben (Handelsblatt 2008).
Alle Arktisanrainer haben demnach 2008 erklärt, Territorialansprüche nach dem SRÜ geltend zu machen und Konflikte unter der Vermittlung der VN beizulegen.
Außer den fünf Anrainern und drei Staaten südlich des Polarkreises (Finnland, Island und Schweden) nehmen noch Repräsentanten von sechs Organisationen indigener Völker der Polarregion an den regelmäßigen Sitzungen des Rates teil. Zu den Versammlungen sind ferner weitere offizielle „Beobachter" zugelassen: Staaten wie z. B. Deutschland, Frankreich oder die Niederlande sowie nichtstaatliche Organisationen und Forschungseinrichtungen. Der Vorsitz rotiert unter den staatlichen Mitgliedern im Zweijahresrhythmus. Seit 2019 hatte diesen Island inne, das im Mai 2021 die Leitungsfunktion an Russland abgegeben hat (AC 2021, Tkatsch 2021).
Der AR setzt Schwerpunkte vor allem im Umweltschutz und fördert die Zusammenarbeit in wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Bereichen. Zielsetzung ist, dass alle menschlichen Aktivitäten in der Region – wie Fischfang, Transport oder Erdöl- und Gasgewinnung – auf eine, das Ökosystem nicht schädigende Weise, erfolgen (Brill 2008). Sicherheitspolitische Aspekte wurden hingegen – bis vor Kurzem – nicht im AR erörtert. Diese Thematik brachte im Mai 2019 der damalige US-Außenminister Pompeo – provokativ gegen Russland und China gerichtet – im AR ein (vgl. Kap. 4.5.1).

4.1.3 Überlappende Gebietsansprüche

Alle Arktisanrainer stimmen darin überein, dass das SRÜ/UNCLOS der VN ein angemessenes Instrument ist, um Gebietsansprüche in der Arktis und ihre Beschränkungen zu regeln (s. o.), auch wenn z. B. die Vereinigten Staaten das SRÜ bis heute noch nicht ratifiziert haben. Seit Jahren gibt es verschiedene, miteinander konkurrierende Gebietsansprüche (vgl. Karte 4):

1. Kanada wie auch Dänemark beanspruchen die kleine unbewohnte Insel Hans – im Kennedy-Kanal, zwischen der kanadischen Ellesmere-Insel und Nordgrönland gelegen (s. **Karte 4**) – obwohl dieser Streit wenig mit dem Gewässer, dem Meeresboden oder der Kontrolle der Seewege zu tun hat. Von Zeit zu Zeit stellen Dänemark und Kanada auf dem kargen Eiland wechselweise ihre Flaggen auf. Der Grund lautet: Wem die Insel Hans zugesprochen wird, kann sein Seegebiet dementsprechend erweitern. Beide Staaten sind sich auch nicht über die Seegrenze in der nördlich davon gelegenen Lincolnsee einig. Wenn Dänemark in den Jahren nach 2021 Grönland, das seit 2009 teilautonom ist, in die volle Souveränität entlässt (Paul 2021), würde Dänemark aber ohnehin kein Arktisanrainer mehr sein, also keine Ansprüche mehr erheben können. Dann müsste Grönland selbst außenpolitische Forderungen stellen.

2. Dänemark und Kanada fechten untereinander den Anspruch auf den Lomonossow-Rücken an, ebenso den Anspruch Russlands.

3. Unstrittig ist der Besitz der Inselgruppe Spitzbergen (norw. „Svalbarð") – sie gehört zu Norwegen, was in einem Vertrag aus dem Jahr 1920 festgelegt und auch mittels Koordinaten (oftmals bezeichnet als „Svalbard box") definiert wurde. Strittig ist aber, welche territorialen Ansprüche sich von dem Besitz der Inseln ableiten lassen. Norwegen argumentiert, dass die Inseln auf dem gleichen Kontinentalschelf wie das norwegische Festland liegen. Gemäß dieser Argumentation ließen sich Territorien noch nicht definierter Größe beanspruchen. Gegner der norwegischen Auslegung, vor allem Russland, akzeptieren eine nur von Spitzbergen ausgehende AWZ (Austvik 2007).

4. Zwischen den Vereinigten Staaten und Kanada gibt es Differenzen bezüglich der Seegrenze in der Beaufortsee. In der umstrittenen Zone werden ergiebige Ölvorkommen vermutet (Dean 2009). In Übereinstimmung mit ihrer traditionellen Unterstützung der „Freiheit der Hohen See" lehnen die USA darüber hinaus auch den Anspruch ihres nördlichen Nachbarn auf die Nordwestpassage ab. Kanada interpretiert die Fahrrinnen der Nordwestpassage als eigene Binnengewässer. Die Vereinigten Staaten sehen in der Passage jedoch eine Straße der internationalen Schifffahrt. Auch die EU bekräftigt, dass das Prinzip der freien Schifffahrt durch die Nordwestpassage aufrechterhalten bleiben muss.

5. Die Nordostpassage, der Seeweg vom Atlantik zum Pazifik entlang der russischen Küste, wird von Russland seit Jahrzehnten als eigener Zuständigkeitsbereich definiert. Andere Staaten, allen voran die USA, betonen dagegen, dass es sich um internationales Gewässer handele, was das Recht der freien Durchfahrt für Schiffe aller Art und Nationalitäten einschließe.

4.2 Schiffspassagen und neue Seewege

Die oben aufgezeigten überlappenden Gebietsansprüche bergen folglich ein deutliches Konfliktpotenzial in sich. Dieses Potenzial wird durch die Effekte der zunehmenden Erderwärmung noch erhöht.

Im Jahr 2007 kam es erstmalig zu einem neuen Phänomen: Auch die Nordwestpassage durch kanadische Gewässer wurde völlig eisfrei. Dieser Trend hat sich fortgesetzt, denn auch in den Sommern 2011, 2019 und 2020 war die Passage durchgehend passierbar. Klimaforscher vermuten, dass auch in den nächsten Jahren die knapp 5.800 km lange Seestraße während der Sommermonate regelmäßig befahrbar sein wird und so den Atlantik mit dem Pazifischen Ozean verbinden kann (Matz 2010). Sollte sich dies bestätigen, entstünde eine Schiffsroute, die den Weg von Europa nach Asien deutlich verkürzt: von 10.800 sm (20.000 km) auf ca. 8.600 sm (16.000 km). Ein weiterer Vorteil der Passage wäre, dass die von der Piraterie bedrohten Seerouten, vor allem um Afrika oder durch den Suezkanal, gemieden werden könnten.

Die Nordwestpassage führt durch die Inselwelt im Norden Kanadas (Paul 2020) und somit beansprucht Kanada diesen Seeweg als „nationales“ Gewässer für sich (vgl. Anhang: **Karte 5**). Ferner bezieht es sich – wie auch Russland – auf Art. 234 UNCLOS[16] (UN 1982). Aktuell betont das Land seinen Anspruch, indem es verstärkte militärische Präsenz in der Arktis demonstriert. Die Regierung ordnete z. B. den Bau von eisbrechenden, bewaffneten Patrouillenbooten an und installierte Systeme zum Aufspüren von unter dem Eis operierenden U-Booten. Eine Gleichstellung mit den militärischen Kapazitäten Moskaus oder Washingtons ist aber angesichts von Größe und Budget der kanadischen Streitkräfte nicht zu erwarten. Vielmehr scheint Kanada Interesse daran zu haben, seine beanspruchten Souveränitätsrechte auch symbolisch untermauern zu wollen (Charron 2005).

Könnte Kanada die volle Kontrolle über „seine“ Wasserstraße übernehmen, könnte es Gebühren von den sie passierenden Schiffen erheben. Genau dieses wollen die USA aufgrund ihrer Auffassung, dass es sich bei der Seestraße um ein internationales Gewässer handelt, welches allen Nationen offensteht, verhindern. Trotz zahlreicher Spekulationen hängt die zukünftige Nutzung der Passage aber trotzdem weitgehend von der Entwicklung der Eisverhältnisse ab (Matz 2010). Es ist anzunehmen, dass, neben den Eisverhältnissen, die potenzielle Ausbeutung der Bodenschätze den stärksten Einfluss auf Art und Umfang der dortigen Schifffahrt haben wird. Für die Benutzung der Nordwestpassage durch Containerschiffe wird es wegen fehlender Anlaufmöglichkeiten von Häfen Schwierigkeiten geben. Sie wird also nur beschränkt nutzbar sein, wenn die kanadische Regierung nicht in entsprechende Infrastruktur entlang der Route investiert. Zudem gilt die Route aufgrund der zu durchfahrenden „Anhäufung“ von Felsen als schwierig. Bei einer Havarie wäre Hilfe kosten- und zeitaufwändig, da weder Schlepper noch eine Schiffswerft oder andere Reparaturmöglichkeiten in der Nähe zur Verfügung stehen. Anzunehmen ist, dass in langsam steigender Zahl Kreuzfahrtschiffe und Eisbrecher mit polarinteressierten Passagieren den Seeweg durchfahren oder Abschnitte davon besuchen werden.

Auch die uneingeschränkte Nutzung der Nordostpassage (Länge: 3.500 sm bzw. ca. 6.500 km) würde für Fahrten von Europa nach Ostasien erhebliche Vorteile bieten, da beispielsweise gegenüber der Route durch den Suezkanal (Länge: 11.000 sm bzw. 20.400 km) etwa 3.800 sm bzw. 7.000 km eingespart werden könnten. Bei einer angenommenen Schiffsgeschwindigkeit von durchschnittlich 16,4 Knoten/h (kn/h)[17] würde sich die Fahrzeit von 28,3 Tagen auf 18,6 Tage verkürzen. Für die Containerfahrt gilt das Gleiche wie für die Nordwestpassage. Da die Anlaufmöglichkeiten von wichtigen Zwischenhäfen – wie in Südostasien, im Persischen Golf oder im Mittelmeer – fehlen, wird der Containerverkehr die Passage wohl zunächst nur eingeschränkt nutzen, wenn nicht massiv in entsprechende Infrastruktur investiert wird. Dagegen wäre Tourismus mit speziellen Kreuzfahrtschiffen in beiden Passagen gut vorstellbar.

Eine sichere Nutzung der besonders kurzen „Transpolaren Route“ (Weber 2020) über den Nordpol und quer durch das dichte zentrale Meereis (s. Anhang: **Karte 5**) ist wahrscheinlich erst in 20 bis 30 Jahren sicher möglich, selbst dann auch nur unterstützt von Eisbrechern.

16 Art. 234 UNCLOS/SRÜ besagt, dass die Küstenstaaten eisbedeckter Meeresgebiete in ihrer AWZ Sonderrechte zum Schutz der Umwelt haben und dazu nationales Recht anwenden dürfen, was Russland und Kanada auch in der Nordost- bzw. Nordwestpassage durchsetzen, zum Ärger anderer Anrainer. (z. B. der Vereinigten Staaten).

17 1 Knoten/h (Abk.: kn/h) = 1 sm/h = 1,852 km/h; Beispiel: 16,4 kn/h ~ ca. 30 km/h.

4.3 Die Rolle der EU und der NATO in der Arktis

Während sich alle fünf Arktisanrainerstaaten darüber einig sind, dass eine Öffnung der Region für umfassende Regelungen von außen nicht in ihrem Interesse liegt, sind sie geteilter Meinung darüber, in welchem Rahmen nicht-arktische Staaten und Organisationen einbezogen werden sollen. Russland verfährt nach dem Motto „je weniger externe Einmischung, desto besser" und setzt sich dafür ein, dass die politische Steuerung der arktischen Gebiete der Verantwortung und Rechtsprechung den arktischen Anrainern obliegt und bei anderen Staaten oder Organisationen keine entsprechende Rechtsgrundlage gegeben ist. Ferner ist Russland gegen eine Einbeziehung der EU und der NATO, da der Klima- und Umweltschutz Kernziele der EU-Arktispolitik sind. Die Europäische Kommission nennt den Schutz und Erhalt der Arktis, im Einvernehmen mit der einheimischen Bevölkerung, die Förderung einer nachhaltigen Ressourcennutzung sowie Beiträge für bessere multilaterale Regeln in der Arktis als Hauptaufgaben. Diese Vorgaben laufen allerdings den Vorstellungen Russlands zur Nutzung der Arktis zuwider. Zudem stößt das in der EU geltende Verbot von Erzeugnissen aus der Seehundjagd sowohl in Russland als auch in Kanada auf Ablehnung. Zusätzlich betont Kanada die Ansprüche der Nordpolarstaaten und hat verhindert, dass der Europäischen Kommission im AR Beobachterstatus zugestanden wird (s. **Tab. 3**). Die nordeuropäischen Länder sind gegenüber einem Mitspracherecht der EU in der Arktis wesentlich aufgeschlossener, was angesichts der EU-Mitgliedschaft Dänemarks, Finnlands und Schwedens nicht überraschend ist (Ingimundarson 2011).

Das Engagement internationaler Organisationen wie der EU und der NATO ist unter den Arktisanrainern jedenfalls immer noch umstritten, was sich auch in Bezug auf China sagen lässt, das ebenfalls an der Arktis interessiert ist. China hat, genau wie Japan und Südkorea, seit 2013 Beobachterstatus im AR. Das Interesse Chinas erklärt sich aus der möglichen Öffnung neuer Schifffahrts- und Transportwege, die den Pazifik und den Nordatlantik verbinden. Als aufkommende Großmacht ist China natürlich sehr daran gelegen, Einfluss auf künftige Entwicklungen in der Arktis nehmen zu können. Wenn nötig, kann es, dank seiner politischen und wirtschaftlichen Macht, stets seine Positionen im AR postulieren (Ingimundarson 2011).

4.4 Die Rolle Deutschlands

Noch sind zahlreiche, die Arktis betreffende Fragen offen, darunter nicht nur Rechtsfragen. Bereits heute zeichnet sich aber ab, dass auch Deutschland grundlegendes Interesse an der Arktis hat, was in den „Leitlinien deutscher Arktispolitik" (Auswärtiges Amt 2019) deutlich zum Ausdruck kommt.

Ein Gebiet, das als „Klimafrühwarnsystem" der Erde gilt und dessen Wasser- und Eismassen großen Einfluss auf die Klimaerwärmung der Erde haben, ist der Bundesrepublik Deutschland nicht gleichgültig. Der Kampf gegen die globale Erwärmung steht auch in der „Arktispolitik" deutscher Regierungsarbeit im Fokus. Denn schon eine Verlangsamung der aktuellen Eisabschmelze oder verbindliche Vereinbarungen zum behutsamen und umsichtigen Abbau von Bodenschätzen wären Erfolge. Dies gilt insbesondere mit Blick auf das umweltpolitische Profil, zu dem sich Deutschland seit vielen Jahren öffentlich bekennt. Dazu gehört auch der Einsatz Deutschlands für den Erhalt der Arktis als Region friedlicher wissenschaftlicher Forschung (z. B. Expedition „MOSAiC" des AWI-Eisbrechers „FS Polarstern" im Packeis, 2019 bis 2020) und wirtschaftlicher Kooperation.

Die MOSAiC-Expedition (= Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate) Deutschlands – in Kooperation mit anderen Nationen – erbrachte viele neue Erkenntnisse zum Klimawandel und zur Eisforschung in der Arktis (Rex 2019).

4.5 Militarisierung im hohen Norden

Eine wachsende Militarisierung in der Arktis wird – spätestens seit der Ukraine-Krise 2014 und der Annexion der Krim durch Russland – durch sämtliche Anrainer des Arktischen Ozeans betrieben, vor allem aber durch Russland selbst. Als Antwort auf die russischen Militärmaßnahmen sind auch die Vereinigten Staaten, als militärische Weltmacht, führendes NATO-Mitglied und Arktisanrainer, sowie ihre NATO-Bündnispartner in die Aufrüstung der Arktis involviert. Die physische Präsenz, der Besitz von Stützpunkten und die Inseln in der Arktis sind für die Arktisländer zunehmend von strategischer Bedeutung, um im hohen Norden ihren politischen Ein-

fluss zu behalten und militärische Macht zu demonstrieren. Dies äußerte sich u. a. in der öffentlich erklärten Absicht des ehemaligen US-Präsidenten Trump, Grönland von Dänemark kaufen zu wollen (Soare 2020; Klare 2019).

4.5.1 Nachrüstung der USA in der Arktis

Am 6.5.2019 erteilte der damalige US-Außenminister Pompeo im AR optimistischen Vorstellungen von einer friedlichen Nutzung der Arktis eine klare Absage, als er während einer Rede in Rovaniemi (Finnland) ungewöhnlich scharf die Ambitionen Russlands und Chinas in der Arktis kritisierte. Diese seien illegitim, expansionistisch und aggressiv. Die Vereinigten Staaten würden dies zur Kenntnis nehmen und ihrerseits in der Arktis dementsprechend handeln (Klare 2019; Pompeo 2019, Weber 2020).

Die Arktisstrategie des Pentagons von 2019 weicht dann auch deutlich erkennbar vom früheren, eher kooperativen US-Ansatz in der Arktispolitik ab. Sie adressiert klar China und Russland als Konkurrenten um die Macht in der Arktis sowie deren Aktivitäten als Herausforderung für die Sicherheit und den Wohlstand der Vereinigten Staaten (DoD 2019). Unter der Regierung Trump planten die Vereinigten Staaten, ihr bisher eher mäßiges Engagement in der Arktis erkennbar zu verstärken. Militärübungen und physische Präsenz, der Aufbau einer Flotte von leistungsstarken Eisbrechern, der Ausbau der Küstenwache und ein strukturelles Element für Arktisangelegenheiten in den Streitkräften sind geplante US-Maßnahmen. Dazu soll auf der Aleuten-Insel Adak, wie im Zweiten Weltkrieg, eine Militärbasis für Flugzeuge und Schiffe entstehen, wie auch in Port Clarence bei Nome (Alaska) an der Küste der Beringstraße (Paul 2019; Pompeo 2019; Soare 2020).

Gleich am Anfang seiner o. g. Rede zur Entwicklung in der Arktis machte Pompeo deutlich, worum es den Vereinigten Staaten in der Region vor allem geht: um die Erschließung und Ausbeute von Rohstoffen. Die Arktis sei ein Ort von neuen Möglichkeiten und Überfluss. 13 % der unentdeckten Ölreserven und 30 % der unentdeckten Gasreserven der Erde, dazu Uran, Gold, Diamanten und Seltene Erden[18] vermutete die Regierung Trump im hohen Norden (Pompeo 2019). Diese nicht mehr ganz aktuellen Annahmen basieren immer noch auf Daten der früheren Schätzung des USGS von 2008 (s. Kap. 3.1).

Die Vereinigten Staaten reagieren damit aber nur auf bereits erfolgte Aktivitäten Russlands in der Arktis (Pompeo 2019), wie der ehemalige US-Außenminister in seinem Statement selber einräumte. Russland hingegen gestaltet die militärischen, geopolitischen und wirtschaftlichen Verhältnisse in seinem Teil der Arktis schon seit Langem sehr aktiv und setzt insofern die Arktispolitik der ehemaligen Sowjetunion fort, für die es auch schon galt, die riesigen polaren Territorien im Norden des Landes möglichst sinnvoll zu nutzen.

4.5.2 Aufrüstung Russlands in der Arktis

Parallel zum o. g. Politikwechsel der Vereinigten Staaten unter Ex-Präsident Trump verfolgt Russland schon seit dem Ende der 2000er-Jahre die Langzeitstrategie, alte Militäreinrichtungen (Fliegerhorste, Radarstationen, Seehäfen) und Infrastruktur aus der Zeit der Sowjetunion zu reaktivieren und – darüber hinaus – neue Dual-Use-Einrichtungen (Soare 2020) in den russischen Gebieten der Arktis zu installieren (Aliyev 2019). Russland ist sich dabei seiner technisch-wirtschaftlichen Schwächen durchaus bewusst und befürchtet, dass die Länder des Westens sogar versuchen könnten, es um seine Nutzungsrechte an den Ressourcen und den Schifffahrtswegen entlang seiner Nordküste zu bringen (Aliyev 2019). Die negativen Erinnerungen an die Zeit der Jelzin-Regierung sind bei vielen Russen unvergessen, als sich westliche Firmen Rohstofflizenzen in Russland zu günstigsten Konditionen sicherten.

△ Polarstation „Arktisches Kleeblatt“ in der Militärbasis „Nagurskoje“. Fläche: 14.000 m² auf der Insel Alexandraland (Franz-Josef-Land-Archipel)

18 „Seltene Erden“ (SE) oder „Erdmetalle“: Gruppe von silberglänzenden und an der Luft unbeständigen Metallen, z. B. Praseodym, Neodym oder Dysprosium. Sie sind begehrte Rohstoffe und werden u. a. zum Bau von Stromgeneratoren, NiMH-Akkus und Permanentmagneten benötigt. Zwar gibt es SE sogar recht häufig in der Erdkruste, aber nur selten in wirtschaftlich nutzbaren Lagerstätten. China besitzt die zurzeit ergiebigsten SE-Gruben im eigenen Land und beherrscht daher weltweit den Handel mit SE-Metallen.

△ Der Eisbrecher „FS Polarstern“ des Alfred-Wegener-Institutes (AWI) im Packeis

So warnte nach der turnusmäßigen Übernahme des Vorsitzes im AR durch Russland, Russlands Außenminister Lawrow bei einem Ministertreffen in Reykjavik (Mai 2021) den „Westen“ vor Besitzansprüchen in der Arktis (FAZ 2021): „Das ist unser Land.“ Der neue US-Außenminister Blinken hatte kurz zuvor Russlands Ambitionen in der Arktis als „rechtswidrige maritime Ansprüche“ kritisiert (DW 2021). Der Streit zwischen beiden Staaten setzt sich also auch unter dem neuen US-Präsidenten Joe Biden fort.

Ferner ist Russland überzeugt, dass es exklusive Rechte an der Nordostpassage (russisch: „Sevmorput“), als Seeweg durch die Arktis, besitzt (vgl. Kap. 4.7: Art. 234 UNCLOS). Berichten russischer Inlandsmedien zufolge müssten fremde Kriegsschiffe nun 45 Tage vor Befahren der Passage die russischen Behörden benachrichtigen und für die Durchfahrt russische Lotsen an Bord nehmen. Bei Zuwiderhandlungen behält man sich sogar eine Zerstörung betreffender Schiffe vor (Aliyev 2019). An über 40 Orten entlang der russischen Nordküste, von Murmansk bis nach Kamtschatka, entstanden seit etwa 2008 (Soare 2020) speziell militärisch nutzbare Einrichtungen (z. B. U-Boot-Häfen, Landebahnen und Rettungsstationen). Seit 2014 wurden so über 500 neue Gebäude und militärische Strukturen errichtet, wie etwa in der Militärbasis Nagurskoje (Franz-Josef-Land-Archipel), auf der Kotelny-Insel (Neusibirische Inseln), auf der Wrangelinsel und am Kap Schmidt.

Des Weiteren ist die Eröffnung von 20 Grenzposten und Notrettungszentren geplant, die auch als Dual-Use-Einrichtungen für zwei neu aufgestellte arktische Brigaden dienen könnten. Seit 2018 arbeitet Russland auch intensiv daran, seine sogenannten „Anti-Access/Area Denial“-Kapazitäten (A2/AD)[19] in der Polarregion auszubauen (Aliyev 2020; Soare 2020).

Das neu formierte „Joint Strategic Command“ der Nordflotte, stationiert in Murmansk, verfügt über drei Brigaden: die 61. Marinebrigade, eine Schützenbrigade in Petschenga an der norwegisch-finnischen Grenze sowie die „Arctic Brigade“ in Alakurtti. Hinzu kommen noch Atom-U-Boote, eine starke Luftwaffe sowie Kampfschiffe verschiedener Größen und Klassen. Die Nordflotte ist derzeit der stärkste und modernste Marineverband Russlands. Sie soll sowohl der strategischen Stabilität als auch der Sicherung der zivilen Schifffahrt in der Arktis dienen (Aliyev 2020). Die Flotte wird intensiv modernisiert und nimmt an jährlichen Großübungen teil (Zapad 2017, Vostok 2018, Tsentr 2019, Kavkaz 2020). Dazu gehört beispielsweise auch eine Modernisierung der U-Boot-Flotte, eine Verbesserung der ballistischen

19 Anti-Access/Area Denial (A2/AD) steht für die Fähigkeit, gegnerischen Einheiten zu Lande, zu Wasser und in der Luft den Zugang oder die Bewegungsfreiheit in einem ausgewählten Operationsgebiet mit militärischen Mitteln zu versagen, mindestens aber zu erschweren.

Raketensysteme zum Küstenschutz (Bastion-System und Tor-M2DT) sowie der Aufbau von Kapazitäten zur radio-elektronischen Kriegsführung (Aliyev 2019). Damit baut Russland die A2/AD-Kapazitäten in seiner Arktisregion deutlich aus und kann aktuell als „die“ militärische Macht in der Arktis bezeichnet werden.
Das Flaggschiff der U-Boot-Flotte, die „Yuri Dolgoruki“, wurde in die Arktis verlegt, ein weiteres U-Boot, die „Alexander Nevski“, in eine Basis auf Kamtschatka. Im Hafen Tiksi entsteht eine neue Basis für die Luftwaffe und Luftabwehr der Nordflotte (Aliyev 2019). Diese Beispiele zeigen, dass sich die militärische Machtprojektion Russlands vom seit jeher stark gerüsteten Nordwesten des Landes (Kola-Bucht, Oblast Murmansk), nahe der finnisch-norwegischen Grenze, nun auch in Richtung Fernost bis hin nach Kamtschatka vergrößert hat (vgl. Anhang: **Karte 5**).

△ Flugzeugträger “Admiral Kusnezow” im Trockendock in Murmansk (2015)

△ Russischer Atomeisbrecher „Arktika“ im Packeis der Arktis

Die sich verbessernden A2/AD-Kapazitäten im äußersten Nordwesten des Landes werden es Russland ermöglichen, beide Zufahrten der Passagen durch das Nordpolarmeer von der Barentssee aus zu kontrollieren (Aliyev 2019), vor allem die strategisch eminent wichtige GIUK-Lücke[20] zwischen Grönland, Island und dem Vereinigten Königreich, als Zugang zu den Nachschubrouten der NATO im Nordatlantik (s. Anhang: **Karte 5**). Dazu kommen der Eingangsbereich der Nordwestpassage und die gesamte nördliche Seeroute der Nordostpassage. Russlands ASAT-System[21] (Tirada-2.3) und seine Jamming-Kapazitäten[22] (Systeme Krashuka 2 und 4) werden ausgebaut und decken nunmehr mit Reichweiten von 5.000 km die gesamte Arktis ab.
Zur strategischen Kapazität Russlands in den arktischen Gewässern gehören auch über 40 Eisbrecher (Soare 2020). Zur Aufrechterhaltung des zivilen und militärischen Verkehrs auf den Seewegen der Arktis spielen Eisbrecher – am besten mit starkem Nuklearantrieb und sehr starker Eispanzerung – eine wichtige Rolle.
Weitere moderne russische Eisbrecher sollen dem Küstenschutz dienen und zu diesem Zweck auch bewaffnet werden. Der erste bewaffnete Eisbrecher dieser Art, die „Ivan Papanin“, wurde 2019 fertiggestellt (Vavasseur 2019) und der Nordflotte zugeteilt ist (Aliyev 2019).
Trotz der Eisschmelze in der Arktis zeigen Copernicus-Satellitendaten, dass Eisbrecher-Kapazitäten für Notfälle im Arktischen Ozean (Packeisblockaden/Havarien) noch bis mindestens 2040 notwendig bleiben werden. Die USA haben aber – im Gegensatz zu Russland – derzeit gerade einmal zwei Eisbrecher, von denen nur einer, die „Polar Star“, einsatzfähig ist (Soare 2020, Dean 2021). Drei weitere Brecher wurden in Auftrag gegeben und könnten, bei Neubauten auch erst nach 2027, um zwei zusätzliche Schiffe ergänzt werden (US Navy 2019; Baccaro & Descamps 2020). Damit stünden den USA erst in einigen Jahren vielleicht sechs Eisbrecher zur Verfügung, was die real bestehende „Icebreaker Gap“ (Avey 2019), verglichen mit Russlands Arktisflotte, kaum imponierend füllt. Zum Aufbau einer überzeugenden Seemacht in arktischen Gewässern gehört auch die Präsenz einer ausreichenden Anzahl an U-Booten, die sich für Einsätze unter den Bedingungen in der Arktis seit Jahrzehnten bewährt haben. Die klassische Methode, strategische U-Boote unter dem Packeis für Kernschläge gegen den Gegner zu positionieren, gehört bekanntlich ebenfalls zum Abschreckungsrepertoire der nuklearen Großmächte USA und Russland. Allerdings ließen sich keine aktuellen Angaben zur Zahl der U-Boote der Vereinigten Staaten in der Arktis ermitteln (s. **Tab. 4**).

20 „GIUK“ ist ein Akronym, welches sich aus den Bezeichnungen der Landmassen zusammensetzt, zwischen denen die „GIUK-Lücke“ existiert: Grönland, Island und dem Nordende des Vereinigten Königreiches (engl.: United Kingdom, UK).

21 ASAT = Anti-Satelliten-Waffe bzw. Anti-Satelliten-System.

22 Jamming = Elektronische Störung von Funkanlagen und Ortungsgeräten (z. B. Radar).

4.5.3 China als Militärmacht im Hintergrund

Die aufstrebende Großmacht China ist der dritte militärisch potente Akteur, der schon in naher Zukunft die Militarisierung in der Arktis anheizen könnte – auch wenn China nicht zu den Arktisanrainerstaaten gehört und im AR nur Beobachterstatus besitzt. China selbst bezeichnet sich als einen „arktisnahen“ Staat, um sein gesteigertes Interesse an den Seewegen und Ressourcen der Arktis zu propagieren. Die USA erkennen Chinas Rechtsstandpunkt, ein „arktisnaher“ Staat zu sein, jedoch nicht an. Für den ehemaligen US-Außenminister Pompeo gab es nur „arktische“ bzw. „nicht-arktische Staaten“. Zitat: „No third category exists, and claiming otherwise entitles China to exactly nothing” (Pompeo 2019). Um seinen Status als „Außenseiter“ in der Region zu ändern, nutzt China eine bewährte Methode seiner Außenpolitik: Chinas Kommunistische Partei beschließt langfristige geopolitische Ziele und diese werden in Langzeitprogrammen auf institutioneller Ebene international durchgesetzt. Dazu dient in der Arktis ein Portfolio aus chinesischen Direktinvestitionen im Ausland in strategischen Sektoren, die Einflussnahme in der Region über wissenschaftliche Kooperationen und die Integration Chinas in arktisnahe Institutionen, z. B. in den AR (Pelaudeix 2018).

Die Konnektivität im Welthandel durch neue Seewege sowie die Exploration und Förderung von Seltenen Erden, Öl und Gas stehen zurzeit im Vordergrund chinesischer Arktispolitik (Pelaudeix 2018). Eine Militarisierung in der Arktis durch China findet derzeit aber noch nicht statt. Ein potenzieller Dual-Use-Charakter von Forschungsstationen und Logistikinfrastruktur muss, aus militärischer Sicht, dennoch immer unterstellt werden (Thiesing & Lawless 2016).

Die 2018 erschienene „Arctic Policy“ (State Council Information Office 2018) des chinesischen Staatsrates, in dem die „Polare Seidenstraße“ als Teil der „Belt and Road Initiative“ vorgestellt wird, unterstreicht deutlich das langfristige Interesse Chinas an der Arktis. Wie auch in der vielbeachteten „Belt and Road Initiative“ werden Häfen und große Infrastrukturprojekte entlang der nördlichen Seeroute bzw. der Nordostpassage gezielt finanziert und durch wissenschaftliche Kooperationen und bilaterale Projekte, meist mit russischen Partnern, untermauert (vgl. Kap. 4.7.3: **Tab. 6**).

Faktisch überschreiten bisher aber nur wenige Vorhaben Chinas in den anderen Arktisstaaten die Schwelle zu wirklicher Bedeutsamkeit. Es bleibt bis jetzt meist bei Vorschlägen und Teilnahmen an Projektausschreibungen in arktisnahen Staaten (Brugard 2013; Pelaudeix 2018). Den Zuschlag für den Bau des geplanten Finnafjord-Tiefseehafens auf Island erhielt beispielsweise nicht China, sondern Bremenports (Bremenports 2020). Versuche Chinas, in den Luftverkehr Grönlands einzusteigen, scheiterten bisher ebenfalls (Pelaudeix 2020).

China baut zudem Forschungsstationen in der Arktis und bekräftigt auch so sein großes (geowissentschaftliches) Interesse an der Region. Mittlerweile gibt es chinesische Stationen auf Spitzbergen (Yellow River Station seit 2004) und Island (China-Iceland Arctic Science Observatory seit 2018) sowie seit 2016 eine Satellitenempfangsstation (China Remote Sensing Satellite North Polar Ground Station) in Schweden. Geplant ist zudem ein „Artic Space Observatory“ in Finnland (Kopra 2020). So verwundert es dann nicht, dass Island

Tab. 4: U-Boote und Schiffe der Arktisanrainer

	Russland	Kanada	USA	Norwegen	Dänemark
PK 1	**4 (+3*)**	**0**	**0**	**0**	**0**
PK 2-4	**30, 1, (+3*)**	**2**	**1, 2, (+3*)**	**1**	**0**
PK 5-7	**16**	4 (+4*)	2	**1**	**7**
	7	**0**	**n. a.**	**0**	**0**
	18	**4**	**n. a.**	**6**	**0**

* Geplant oder in Bau befindlich
Unterstrichen: Bewaffnet

Polarklassen (PK) nach der International Association of Classification Societies

Polarklasse 1: Ganzjährige Fahrt in allen Polargewässern

Polarklasse 2-4: Ganzjährige Fahrt in mehrjährigem Eis bei dickem einjährigem Eis

Polarklasse 5-7: Ganzjährige Fahrt in mehrjährigem Eis bis Sommerfahrt in dünnem einjährigem Eis mit älteren Einschlüssen

Strategisches U-Boot Taktisches U-Boot

Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an Baccaro & Descamps 2020, Paul 2019, International Institute for Strategic Studies (2020), International Association of Classification Societies 2019)

und Norwegen Chinas Auftrag unterstützten, als Beobachter in den AR aufgenommen zu werden (Pelaudeix 2018, 3; Brugard 2013; Thiesing & Lawless 2016).

4.5.4 Militarisierung der Arktis (Schlüsse)

Chinas Politik in der Arktis ist derzeit primär ökonomisch orientiert und noch nicht offensichtlich mit zukünftigen militärstrategischen Optionen in Verbindung zu sehen. Auch bleibt der langfristige Erfolg der „Polaren Seidenstraße“ Chinas vorerst abzuwarten. Diese geopolitische Initiative birgt für China großes Potenzial, das noch bestehende Machtungleichgewicht zu den Vereinigten Staaten zu reduzieren, die Handelsbeziehungen zu anderen AR-Mitgliedern auszubauen sowie eine enge sino-russische Kooperation im Handel und bei der Ressourcenausbeute nachhaltig zu fördern.
Im Gegensatz zu kleineren staatlichen Akteuren oder dem „arktisnahen“ China treibt Russland die Militarisierung der Arktis konsequent voran. Als flächengrößter Arktisanrainer mit besten Rohstofflagerstätten beendet Russland den, unter Fachleuten lange Jahre gültigen, „arktischen Exzeptionalismus“ mit unverhohlener Rivalität gegenüber den USA und ihren Verbündeten. Ob Russlands Militarisierung in seinem Teil der Arktis von den anderen Staaten des AR langfristig als defensiv oder offensiv wahrgenommen wird, werden die in den nächsten Jahren zu erwartenden Dispute um die in Zukunft mehr oder weniger eisfreien Schiffspassagen durch den Arktischen Ozean zeigen. Auch die neueste Strategie der Vereinigten Staaten zur Arktis (DoD 2019) bricht mit der langjährigen Tradition des „arktischen Exzeptionalismus“ und sieht wieder ein verstärktes militärisches US-Engagement in der Arktisregion vor. Gegenüber Russland besteht in der Arktis aktuell jedoch ein deutlich militärisches Ungleichgewicht für die USA, die jahrelang aber auch kein größeres Interesse an der Region hatten. Belege dafür sind die wenigen US-Stützpunkte bzw. auch die geringe Anzahl an verfügbaren Eisbrechern (sogenannte „Icebreaker-Gap“). Verglichen wiederum mit dem militärischen Potenzial der Großmacht USA in der Arktis sind die Militäranstrengungen der verbleibenden Arktisanrainer Kanada, Norwegen und Dänemark/Grönland noch limitierter und beschränken sich vor allem auf die Teilnahme an den regelmäßigen Manövern der NATO mit See-, Luft- und Marinestreitkräften im hohen Norden. Auch die Bundeswehr nimmt an solchen NATO-Manövern mit gemischten Verbänden teil.

4.6 Profiteure des Klimawandels in der Arktis

tWem würde nun der Klimawandel in der Arktis am meisten nutzen?
Tab. 5 zeigt Russland als den Hauptnutznießer des Klimawandels in der Arktis, da es nicht nur den größten Anteil an den Schelfbereichen des Nordpolarmeeres besitzt, sondern auch die bedeutendsten Rohstoffressourcen aller Arktisanrainer für sich erschlossen hat und ausbeutet. Es profitiert mit seiner riesigen arktischen Küste optimal vom Freiwerden der Nordostpassage und verfügt mittlerweile wieder über enorme Kapazitäten arktiserprobter Militärstreitkräfte zu Wasser, an Land und in der Luft, wie im Kalten Krieg. Zudem konnte Russland durch Kooperationen mit diversen ausländischen Firmen technische Defizite bei der Rohstofferschließung und -ausbeute kompensieren.
Gut aufgestellt ist auch Norwegen, u. a. dank eines Abkommens mit Russland („Maritime Border Agreement“ vom 15.09.2010) zur Vermarktung der Öl- und Gasressourcen in der Barentssee und vor Spitzbergen (Demin & Shvydun 2020). Es braucht als NATO-Verbündeter auch keine übermäßigen eigenen militärischen Anstrengungen zu unternehmen, um am Rohstoff- und Fischreichtum der Region teilzuhaben. Es kontrolliert, wegen seiner günstigen Lage, den Zugang in die Nordostpassage sowie die Zufahrt in die strategisch wichtige GIUK-Lücke (vgl. Kap. 4.5.2). Im Konfliktfall müsste Norwegen deshalb mit massiven Angriffen auf seine nördlichen Territorien und sogar mit deren Besetzung rechnen.
Kanada hat zwar ebenfalls großen Anteil am Arktisschelf, hat aber bisher keine großen Anstrengungen zur Erforschung und Erschließung seiner Rohstoffressourcen unternommen und sich noch nicht intensiv um Kooperationspartner bemüht. Mit den USA und Dänemark gibt es zudem politische Differenzen in der Region. Kanadas Nordwestpassage verläuft außerdem verkehrsungünstiger als Russlands Seeweg.
Schlusslichter unter den Anrainerstaaten des Arktischen Ozeans sind die USA und Dänemark. Der Anteil der USA am Schelf und den Rohstoffen der Arktis ist relativ klein und die freiwerdenden Passagen nur begrenzt interessant, solange der Streit mit Kanada um die Nutzung der Nordwestpassage schwelt. Als militärische Großmacht könnten die USA – bei Bedarf – andererseits aber jederzeit ihre Interessen in der Region massiv durchsetzen.
Dies kann man vom letzten Staat auf der Rangliste, Dänemark, nicht behaupten. Militärisch kann Dänemark weder mit Kanada, den USA oder gar Russland konkurrieren. Wenn es, irgendwann nach 2021, Grönland in die Unabhängigkeit entlässt, verliert Dänemark auch seinen Status als Arktisanrainer und könnte dann ohnehin keine Ansprüche mehr in der Region geltend machen. In diesem Fall würde der hohe Anteil am arktischen Schelf mit dem Rohstoffreichtum Grönlands vor

Tab. 5: Profiteure des Klimawandels in der Arktis

Klimawandel in der Arktis: Arktisstaaten und Akteure als Nutznießer (Rangfolge)							
Akteure	**Schelfanteil**	**Koop**	**Rohstoffe**	**Seewege**	**Fischfang**	**Militärpräsenz**	**Kommentar**
Anrainerstaaten des Arktischen Ozeans							
Russland	1	3	1	1	1	1	Rang 1
Norwegen	3	2	2	2	1	3	Rang 2
Kanada	2	3	3	1	2	3	Rang 3
USA	3	2	3	3	2	2	Rang 4
Dänemark	2	3	2	3	2	4	Rang 5
Arktisstaaten am Polarkreis							
Schweden	5	2	1	3	3	2	Rang 1
Finnland	5	2	2	3	3	2	Rang 2
Island	5	3	4	2	2	5	Rang 3
Staaten mit Beobachterstatus im Arktischen Rat							
VR China	5	1	1	2	2	3	Rang 1
Vereinigtes Königreich	5	3	2	2	2	2	Rang 2
Deutschland	5	2	2	3	3	4	Rang 3
Wertungen: 1 = sehr gut/sehr groß; 2 = gut/groß; 3 = befriedigend/mittelgroß; 4 = genügend/klein; 5 = mangelhaft/kein Anteil							

Quelle: ZGeoBw 2017. Eigene Darstellung. ZGeoBw, Euskirchen 2021

allem den Grönländern selbst zugutekommen. Vorerst bleibt es aber bei der Teilautonomie, die Grönland seit 2009 innehat.

Von den drei Ländern am Polarkreis (Schweden, Finnland und Island) hat nur Island Anteile an den arktischen Seewegen und Fischgründen, dafür aber kaum mineralische Rohstoffe und Militär, über die Schweden und Finnland reichlich verfügen. Zusammen mit ihren Mitgliedschaften in der EU und Kooperationen mit der NATO können sich beide Staaten auch gegenüber Russland Respekt verschaffen.

Unter den aufgeführten Akteuren mit Beobachterstatus im AR hat sich China – neben Forschungsaktivitäten – durch enge Kooperation mit Russland Zugang zur Nordostpassage sowie zu den Rohstoffen und den Fischfanggebieten der Arktis verschafft. China profitiert hier, indem es die Technologie- und Finanzierungslücken schließt, die Russland seit 2014 aufgrund westlicher Wirtschaftssanktionen kompensieren muss (s. Kap. 4.7). Auf den Aufbau permanenter militärischer Präsenz in der Arktis kann China – mit Russland im Rücken – aktuell noch verzichten und beschränkt sich momentan auf die Teilnahme an russischen Arktismanövern, vor allem mit Marineeinheiten.

Dagegen verstärkt das Vereinigte Königreich seit einiger Zeit wieder seine militärischen Aktivitäten im Nordatlantik, um dort im Ernstfall Russland (und China) den Zugriff auf die GIUK-Lücke verwehren zu können, aber auch um seine Energierohstoffe und Fischgründe im Norden zu sichern.

Deutschland spielt in der Arktis seit Jahren eine Rolle als wissenschaftlich-technischer Berater, setzt sich für den Umweltschutz und die friedliche Entwicklung der Arktisregion ein. Es profitiert andererseits aber auch seit vielen Jahren von den russischen und norwegischen Erdöl- und Erdgaslieferungen aus der Arktis.

△ Eröffnung der Gaspipeline „Nord Stream“ zwischen Deutschland und Russland am 08.11.2011. Bundeskanzlerin Merkel und der ehemalige russische Präsident Medwedjew beim Festakt

△ Übung Cold Response (2020). Deutsche Gebirgsjäger im arktischen Gelände Nordnorwegens

Zum Beispiel wird seit 2011 russisches Erdgas von der Halbinsel Jamal über Pipelines in der Ostsee, wie die umstrittene „Nord Stream-Pipeline“, direkt nach Deutschland exportiert – sehr zum Ärger von NATO-Verbündeten wie den Vereinigten Staaten und Polen.
Trotz seiner – unter arktischen Bedingungen – eingeschränkten militärischen Fähigkeiten nahm Deutschland in den letzten Jahren regelmäßig an militärischen Übungen der NATO und Partnerländer im hohen Norden teil (z. B. 2019: Arctic Challenge, Dynamic Mongoose, Joint Arctic Training und Nanook-Nunalivut oder Cold Response 2020) (Deutscher Bundestag 2020) – dies auch angesichts der russischen Aufrüstung in der Arktis.

4.7 Chinesisch-russische Kooperation in der Arktis

Die strategische Partnerschaft und wirtschaftliche Kooperation zwischen der Russischen Föderation und der Volksrepublik China war noch nie so umfassend und stabil wie zum jetzigen Zeitpunkt (Weidacher Hsiung 2020). Dies kann möglicherweise auch mit einer gegenseitigen Sympathie zwischen den beiden Staatspräsidenten Xi Jinping und Wladimir Putin, erklärt werden (Leksyutina 2020). Die Staatsmänner, deren Amtszeit nach entsprechenden Verfassungsänderungen vorerst unbegrenzt ist, trafen sich seit 2013 immerhin über 30-mal (Albert 2019).

△ Präsident Wladimir Putin und Präsident Xi Jinping

Besonders die Arktis wird dabei von beiden Seiten als vielversprechender Raum zur Kooperation angesehen, v. a. in den Bereichen Energiegewinnung (Gas und Öl), Infrastrukturausbau und Schifffahrt (Tillman et al. 2018). So verläuft die Nordostpassage, als internationaler Seeweg, auf ihrer ganzen Länge nah an der nördlichen Küste des russischen Staatsgebietes durch die vereisten Schelfgebiete des Arktischen Ozeans (Zoltai 2018). Gemäß Artikel 234 UNCLOS kann Russland im gesamten Bereich der Nordostpassage, innerhalb seiner AWZ, die seerechtliche Kontrolle ausüben (UN 1982) (vgl. Kap. 4.2). Sicher ist China auch wegen dieser internationalen Rechtslage bemüht, gute Beziehungen zu Russland zu pflegen – denn für sein infrastruk-

turelles Großprojekt der Polaren Seidenstraße benötigt China ungehinderten Zugang zur Nordostpassage. Entlang des nordöstlichen Seeweges sind auf dem russischen Festland besonders die Regionen Arkhangelsk und Yamal-Nenets Ziele chinesischer Investitionen in der Arktis (Miheeva 2019).

4.7.1 China – „Arktisnation des Südens“

Seit rund 30 Jahren werden Chinas Interessen in der Arktis im Bereich der Wissenschaften von der Kommunistischen Partei Chinas festgelegt. Schon seit den 90er-Jahren führt China arktische Forschungsexpeditionen mit dem Forschungsschiff „Xue Long“ (dt. „Schneedrache“) und, seit 2019, auch noch mit der „Xue Long II.“ durch. Ein dritter – nuklear angetriebener – Eisbrecher wird, Berichten zufolge, gerade gebaut (Yusha 2018; Humpert 2019).

Die Bemühungen Chinas, eine „robuste arktische Identität“ über ein Engagement in der Erforschung der Arktis aufzubauen (Kopra 2020), waren, trotz der Distanz des Landes von gut 1.500 km von seiner nördlichen Grenze am Fluss Amur bis zum Polarkreis und einer anfänglich eher ablehnenden Haltung Russlands, durchaus erfolgreich.

Derzeit ist China wichtigster Kapitalgeber bei großen Erschließungsvorhaben für Öl und Gas in Russland und drängt mit der im „Arktischen Weißbuch“ propagierten Polaren Seidenstraße in die Häfen der Nordostpassage entlang der russischen Küste.

Die Idee zur Polaren Seidenstraße hatte tatsächlich zuerst Russland. Der damalige russische Minister für Katastrophenschutz und heutige Verteidigungsminister Schoigu schlug diesen Handelsweg bereits 2011 vor (Tillman et al. 2018). Mittlerweile ist China Russlands wichtigster Handelspartner, der bilaterale Handel wächst stetig und betrug z. B. 2019 mehr als 100 Mrd. USD. Zwar wächst die Handelsbilanz zwischen den beiden Staaten stetig zugunsten Chinas, Russland bleibt jedoch weiterhin der wichtigste Öllieferant der Volksrepublik (Weidacher Hsiung 2020; Albert 2019). Außerdem ist Russland China militärtechnisch immer noch voraus und besitzt, dank seines enormen Arsenals an Kernwaffen, in den internationalen Beziehungen auch in Zukunft geopolitisch den Status einer Weltmacht. Es besteht deshalb auch kein Vasallenverhältnis zwischen dem oft als übermächtig beurteilten China einerseits und Russland andererseits, wie manche Analysten oft unzutreffend schlussfolgern. Es herrscht vielmehr eine bilaterale Abhängigkeit mit unsicherer Prognose des künftigen Trends. Diese Dependenz besteht in erster Linie auf politischer Ebene, denn beim Handel orientieren sich beide Staaten traditionell eher in Richtung EU und USA (Leksyutina 2020). China dienen die gemeinsamen Projekte mit der Arktismacht Russland v. a. zur Legitimation seines Anspruchs, eine „arktische Identität“ zu verkörpern.

Die Volksrepublik ist damit faktisch zu einem „Arctic Stakeholder“ geworden und wird sich dauerhaft in der Arktis etablieren (Tillman et al. 2018; Kopra 2020; Lanteigne 2020; Paul 2020).

4.7.2 Sino-russische Kooperation (Energie und Infrastruktur)

Die o. g. bilaterale Abhängigkeit wird von China politisch bewusst betont, um in der Frage nach eigenen arktischen Interessen Fakten zu schaffen. Dies geschieht besonders bei verschiedenen bilateralen Projekten in den Bereichen Rohstoffgewinnung und Transportinfrastruktur. Eine Auflistung aktueller Projekte in Russland findet sich in **Tab. 6**.

Als bedeutendstes internationales Kooperationsprojekt in der russischen Arktis galt 2005 das Projekt „Yamal LNG“[23]. Novatek, einer der größten Gasproduzenten Russlands, unterzeichnete einen Vertrag mit der CNPC und anderen ausländischen Anteilseignern, darunter Frankreichs Energiekonzern Total, um die Gasverflüssigungsanlage Yamal LNG zu bauen (Weber 2020 und 2021). Das Kooperationsprojekt in der autonomen Region Yamal-Nenets, in der 80 % des russischen und 15 % des weltweiten Gases gefördert werden, gilt in seinen Dimensionen auch heute noch als bisher einzigartig. Seit ihrer Fertigstellung 2017 produziert die Anlage

△ Eisbrecher “Xue Long“ – Chinas Forschungsschiff in der Arktis

23 LNG: Liquefied Natural Gas (dt.: verflüssigtes Erdgas oder kurz Flüssiggas).

Yamal LNG allein rund 3,5 % des Flüssiggases auf dem Weltmarkt. Bis 2025 soll die Produktionsmenge von Yamal LNG 1 und ihrer Erweiterung (Yamal LNG 2) auf 37 Mio. t Flüssiggas pro Jahr gesteigert werden (Tillman et al. 2018). Ein weiteres sino-russisches Kooperationsbeispiel ist eines der Großprojekte des russischen Staatskonzerns Gazprom, die „Power of Siberia"-Pipeline, welche Gas aus Sibirien nach China liefert (Albert 2019).

Beide Beispiele machen deutlich, dass sich die Kooperation der beiden Länder in den letzten Jahren besonders in Fragen der Energieversorgung stark entwickelt hat. Die wichtigsten Akteure sind auf beiden Seiten immer dieselben staatseigenen Unternehmen, die die gesamte Wertschöpfungskette kontrollieren. Dazu gehören Gazprom und Rosneft für Russland oder Sinopec und CNPC für China (An et al. 2020).

4.7.3 Konsequenzen der Kooperation von China und Russland

In der Arktis will China das chinesische „Malakka Dilemma" (Storey 2006) umgehen. Der rege Schiffsverkehr in der engen Straße von Malakka behindert seit Jahren den zügigen Warenverkehr Chinas mit der Welt. Ähnliche Transportkonflikte könnten jedoch auch in der ebenfalls schmalen Beringstraße oder der Vilkitzky-Straße der Nordostpassage auftreten (Zoltai 2018), weshalb die arktische Umgehung zur Reduzierung der Importabhängigkeiten über die Straße von Malakka keine Garantie für die Vermeidung von Transportengpässen ist.

Zudem ist der zeitliche Gewinn des Handels durch die Nordostpassage (Chun 2020), im Gegensatz zu der Normalroute über die Straße von Malakka und den Suezkanal, für die sogenannte „just in time delivery" nicht gesichert, da immer wieder Navigations- und Eisprobleme auftreten können, besonders bei empfindlichem Frachtgut (Miheeva 2019).

Auch kann die arktische Kooperation der beiden Mächte nicht darüber hinwegtäuschen, dass es im Osten Russlands, in den Grenzstädten zu China, schon länger zu Konflikten kommt. Demographisch und wirtschaftlich gibt es dort einen auffälligen Bedeutungsüberschuss der Chinesen. Es kommt zur illegalen Einwanderung von Chinesen und zu Aufkäufen russischer Unternehmen durch die neu zugewanderte chinesische Bevölkerung in der Grenzregion. Grenzgebiete, wie bei Sabaikalsk oder Manzhouli, werden immer mehr zu chinesischen Einflusszonen auf russischem Staatsgebiet (Albert 2019).

Insgesamt ist das Verhältnis zwischen Russland und China daher komplex und auch nicht ohne Vorbehalte und Reibungen. Russland bemüht sich, eine zu große wirtschaftliche Abhängigkeit von China zu vermeiden und ist auch hinsichtlich einer Beteiligung an der Polaren Seidenstraße Chinas eher zurückhaltend, wobei aber Chinas Projekt „Belt and Road Initiative" sogar nach außen offiziell von Russland unterstützt wird (Kobzeva 2020).

Russland sollte im Hinblick auf Chinas Aktivitäten in der Arktis zudem nicht allein betrachtet werden. So wurden in den letzten Jahren auch Island und Grönland Ziele von Investoren aus China. Norwegen und Finnland erhielten ebenfalls schon seit der Jahrtausendwende Milliardenbeträge aus der Volksrepublik (Zoltai 2018). Unter anderem soll z. B. ein Transportkorridor zwischen dem norwegischen Kirkenes und dem finnischen Rovaniemi errichtet werden, zu dem auch ein Unterwassertunnel zwischen Helsinki und Tallinn gehören wird. Ferner rücken auch die baltischen Staaten verstärkt in den Fokus von chinesischen Unternehmen wie Alibaba, Huawei oder JD Group (Tillman et al. 2018).

Die russische Arktis ist deshalb für China nicht nur exklusiver Partner aus sich heraus, es geht vielmehr um den Raum für den besten Handelsweg in die europäischen Arktisstaaten. Deshalb sollte Russland nur als eines von mehreren wichtigen Puzzleteilen in der ökonomischen Gesamtstrategie der Volksrepublik China verstanden werden (Albert 2019).

Die Kooperation zwischen Russland und China hat nicht nur für die Vereinigten Staaten größte Bedeutung, sondern auch für Japan sowie Nord- und Südkorea, und bewirkt neue Machtkonstellationen in Asien und der Welt (Kobzeva 2020). Die bilateralen Beziehungen zwischen Russland und China fußen dabei möglicherweise weniger auf geteilten Zukunftsvisionen, als vielmehr auf geteilter Furcht vor den Vereinigten Staaten. Nichts bringt diese ungleichen Partner momentan mehr zusammen, als ein gemeinsamer Gegner, der sich beiden Staaten gegenüber zunehmend provokativ verhält (Kuczyński 2020; Leksyutina 2020).

Es stellt sich aber die Frage, ob die neubelebte Partnerschaft der beiden Länder tatsächlich eine echte strategische Allianz bedeutet (Leksyutina 2020) oder ob die o. g. Kooperationen eher aus der Not eingegangen wurden (Albert 2020; Kuczyński 2020). Die weitreichenden und immer noch bestehenden Sanktionen der internationalen Gemeinschaft gegen Russland, aufgrund der Krim-Annexion von 2014, verursachten letztlich eine strategische Hinwendung Russlands in Richtung China, wie viele Analysten einstimmig urteilen (Weidacher Hsiung 2020; Kopra 2020; Leksyutina 2020). Die wirtschaftlich-strategische Kooperation zwischen Russland und China ist somit als direkte Folge der Sanktionen des Westens wegen der Annexion der Krim durch Russland zu bewerten.

Die unberechenbare Außen- und Handelspolitik der vorigen US-Regierung unter Trump festigte die Partnerschaft zwischen den beiden Großmächten Asiens zusätzlich. Dies wurde während der COVID-19-Pandemie wieder einmal deutlich, als sich beide Länder mas-

Tab. 6: Internationale Wirtschafts- und Infrastrukturprojekte in der Arktis Russlands

Name	Ort	Anteilseigner	Projektbeschreibung
ROTACS (Russian Optical Trans-Arctic Cable System)[1,2]	Nordost-passage	Cinia Group Oy (FIN, JPN, NOR) MegaFon (RUS) China Telecom (CHN)	Neuauflage des 2016 eingestellten Vorhabens, ein etwa 10.000 km langes Datenkabel entlang der Nordostpassage von London bis Tokio mit Abzweigungen nach Russland und Peking zu verlegen. Im Rahmen der „Belt and Road Initiative“ von einem Konsortium russischer, chinesischer, japanischer, finnischer und norwegischer Unternehmen 2019 wieder aufgenommen.
Yamal Arctic LNG [3,11] und Arctic LNG 2 (ab 2023) (LNG: Liquefied Natural Gas [dt.: Flüssiggas bzw. verflüssigtes Erdgas])	Region Yamal-Nenets	Silk Road Fund (9,9 %) (CHN) China National Petroleum Corporation (20 %) (CHN) Novatek (50,1 %) (RUS) Total (20 %) (FRA) und Mitsui & Co (JPN) (Arctic LNG 2)	Das derzeit bedeutendste Wirtschaftsprojekt in der Arktis dient der Energieversorgung Chinas und gleichzeitig zum Ausbau der Ressourcenförderung in der Autonomen Region Yamal-Nenets. Dort werden 80 % der russischen und 15 % der weltweiten Erdgasförderung erbracht. Zum Projekt gehört die Entwicklung eines Flughafens und eines Tiefseehafens in Sabetta. In einer weiteren Phase ab 2023 soll Yamal LNG (Name: Arctic LNG 2) ausgeweitet werden. Dann würde die Förderkapazität von Yamal LNG 1 und 2 bei rund 37 Mio. t LNG jährlich liegen, wovon 70 % in den Osten und 30 % in Richtung Westen fließen werden.
Power of Siberia [4,5]	Tschajandinskoje bis Blagowetschensk (Grenze RUS/CHN)	Gazprom und China National Petroleum Corporation (CNPC)	Ende 2019 in Betrieb genommen, liefert die Gaspipeline „Power of Siberia“ Gas nach China. Das Gas kommt aus Sibirien und soll 2022 um einen zweiten Teilabschnitt in Richtung Baikalsee (Lagerstätte Kowyktinskoje) erweitert werden. „Power of Siberia 2“ wird ab 2030, von Jamal aus, als Verbindungsstück dienen, die Gasleitungssysteme in Russland zu verbinden und LNG durch die Mongolei nach China zu pumpen.
Payakha-Ölfeld [8,9]	Taimyr-Halbinsel, Region Krasnojarsk (130 km nördlich von Dudinka)	China National Chemical Engineering Group und Neftegazholding	Der 2019 unterzeichnete Vertrag zwischen RUS und CHN sieht vor, über 5 Mrd. USD in Förder- und Transportanlagen für Rohöl in den Payakha-Ölfeldern zu investieren. Unter dem Permafrost der Taimyr-Halbinsel wurden 2019, innerhalb alter Ölfelder, weitere große Ölvorkommen entdeckt (ca. 1,2 Mrd. t), der größte Fund seit 30 Jahren. Dazu kommen rd. 225 Mio. t Anthrazitkohle.
Hafen Zarubino [8,10]	Südwesten von Wladiwostok (Japanisches Meer)	Provinzregierung von Jiling (China) China Merchants Group und Summa Group	Der ganzjährig eisfreie Hafen in der Nähe der chinesischen Grenze soll innerhalb von 18 Jahren zum größten Hafen im Nordosten Asiens werden. Die Regierung der Provinz Jiling, die China Merchants Group und Russlands größter Hafenbetreiber unterzeichneten 2014 entsprechende Verträge. Die erste befahrene Schiffsroute führt seit 2018 von Zarubino bis nach Zhoushan in der Provinz Zhejiang.
Arkhangelsk (Tiefseehafen) und Bahnlinie Belkomur [6,7]	Arkhangelsk am Fluss Dwina	Chinese Poly Group Holding Co. Ltd. und Wneschekonombank	Die Hafenstadt Arkhangelsk soll Standort eines Tiefseehafens für besonders große Containerschiffe werden und konkurriert mit dem ganzjährig eisfreien Hafen von Murmansk, der wichtigste Umschlagsplatz Russlands in arktischen Gewässern zu werden. Zum von China finanzierten Hafenprojekt gehört die Belkomur-Bahnlinie (Strecke Arkhangelsk–Syktyvkar–Kudymakar–Perm). Die als „Arctic Transsib“ bezeichnete Bahnlinie würde einen Transportkorridor in Richtung China schaffen. Sie ist Teil der „Transportstrategie 2030“ Russlands und mit hohen wirtschaftlichen Erwartungen verbunden. Der derzeitige Projektstatus ist unklar.
Primorye International Transport Corridor [12]	Jiling und Heilongjiang (China) bis Wladiwostok (Russland)	China Communications Construction Company und diverse russische Staatsbetriebe	Die Transportkorridore „Primorye 1 und 2“ sollen im Rahmen der „Belt and Road Initiative“ den Warenhandel von China (Provinzen Heilongjiang und Jilin) zu den russischen Häfen Wladiwostok und Nakhodka verstärken. Primorye 1 soll der Verschiffung von sibirischen Rohstoffen nach Europa und zur Westküste der USA dienen. Primorye 2 wird dem Handel zwischen Russland und China sowie Korea und Japan dienen.

Quellen: Eigene Darstellung in Anlehnung an:

1 Buchanan (2018)
2 Nilsen (2019)
3 vgl. Tillmann et al. 2018: 354 ff.; Chun 2020
4 Gazprom (2021)
5 Gazprom (2021b)
6 Staalesen (2016)
7 Sukhankin (2019)
8 Chun (2020)
9 Staalesen (2019)
10 Ziman & Mingtai (2015)
11 Khrennikova & Tanas (2019)
12 Russia Briefing (2017)

siv und öffentlichkeitswirksam gegenseitig Hilfe leisteten (Weitz 2020), während US-Präsident Trump vom „Chinesischen Virus“ sprach (Ostermann 2020).
Nach dem Wahlsieg von Joe Biden und dessen Amtsübernahme im Januar 2021 bleibt andererseits abzuwarten, ob sich in nächster Zeit das Verhältnis der Vereinigten Staaten zu China und Russland entspannt oder weiter eher kühl ist.
Letzteres zeichnet sich jedoch unter Präsident Biden bereits nach wenigen Monaten im Amt ab.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aufgrund der immer noch unsicheren Seewege, der nur gering ausgebauten Infrastruktur in unwegsamen Gegenden, der komplizierten Förderung von Öl und Gas in den Schelfgebieten und der hohen Erschließungs- und Produktionskosten ist es höchst unsicher, ob das beachtliche Potenzial der arktischen Vorkommen an Rohstoffen aller Art in absehbarer Zukunft rentabel ausgeschöpft werden kann. Dennoch hält dies die Arktisstaaten nicht davon ab, Gebietsansprüche oder Forderungen nach politischer Kontrolle zu erheben. Die territorialen Streitigkeiten um die Arktis sind aber – trotz der andauernden Militarisierung – noch nicht eskaliert, da sich bisher alle fünf Anrainerstaaten zumindest an ihre gemeinsame Ilulissat-Erklärung halten, also ihre Ansprüche prinzipiell auf juristischem Weg geltend machen (Kap. 4.1.2). Mit Blick auf die potenziell gewinnbaren Rohstoffe erwies sich z. B. das übersteigerte Interesse am Lomonossow-Rücken mittlerweile als ungerechtfertigt, denn, laut USGS, birgt dieser Meeresrücken nur wenig bis gar keine wertvollen Bodenschätze, liegt größtenteils unter kompaktem Meereis und ist daher zurzeit wirtschaftlich gar nicht erschließbar. Beim Streit um die Insel Hans zwischen Kanada und Dänemark ging es bisher ausschließlich um die Felseninsel selbst, nicht um die sie umgebenden Gewässer.
Die meisten vermuteten Erdöl- und Erdgaslager in der Arktisregion befinden sich ohnehin in nicht umstrittenen Gebieten an Land oder in den AWZ der jeweiligen Staaten. Angesichts der traditionell bestehenden amerikanisch-kanadischen Sicherheitsgemeinschaft wird zwischen beiden Staaten auch künftig der Disput um die Nutzung der Nordwestpassage vermutlich nicht eskalieren. Russland, das von allen Arktisnationen seit Jahren den größten wirtschaftlichen Nutzen in der Region erzielt, hält sich in der Arktis – trotz derzeit geopolitisch angespannter Lage – nach wie vor an internationales Recht und war in Wirtschaftsprojekten immer ein zuverlässiger Vertragspartner. Beobachterstaaten im AR sollten ihre Außenpolitik weiter dazu nutzen, um die Folgen des Klimawandels für die Arktis zu erforschen und zur friedlichen wirtschaftlichen Entwicklung in der Region beizutragen. Besorgniserregend ist die aktuelle Aufrüstung in der Arktis. Sie sollte durch Abkommen zwischen den staatlichen Akteuren begrenzt und kontrolliert werden.
Deutschland – als beobachtendes Mitglied im AR – will, gemäß den defensiv orientierten Leitlinien deutscher Arktispolitik von 2019, mehr außenpolitische Verantwortung im arktischen Raum übernehmen, lehnt parallel jedoch entschieden eine weitere Militarisierung der Region ab (Auswärtiges Amt 2019). Auch im Weißbuch von 2016 fehlt jeglicher Hinweis auf ein geplantes militärisches Engagement Deutschlands in der Arktis. Will Deutschland aber dennoch, im europäischen Rahmen oder in der NATO, in der Arktis militärisch handlungsfähig werden, müsste es vorab langfristig eine Einsatzbefähigung aufbauen, die zurzeit noch nicht gegeben ist. Es mangelt an arktistauglicher persönlicher Ausrüstung und Gerät. Nur wenige Spezialkräfte innerhalb der Bundeswehr, am ehesten noch die Gebirgsjäger, haben die nötige Ausbildung und Ausstattung, um in eisiger Kälte überleben und kämpfen zu können. Ganz entscheidend für militärische Operationen im arktischen Klima sind zudem Verbände (Marine, Heer und Luftwaffe), die im internationalen Verbund und unter extremen Kältegraden einsatz- und funktionsfähig bleiben, zum Beispiel, im Fall der Marineschiffe, „eisgehärtet“ sind und – bei Bedarf – von Eisbrechern begleitet werden können. Im Vergleich zu Russland mit mehreren großen Atomeisbrechern, mangelt es allen NATO-Mitgliedern in der Region an einer ausreichenden Kapazität an Eisbrechern. Selbst die USA haben hier eine große Fähigkeitslücke (Dean 2021) (vgl. Kap. 4.5.2: **Tab. 4**).
Trotz vielerorts mangelhafter Infrastruktur muss die Verlege- und Versorgungsfähigkeit von Militärverbänden in die Arktis sichergestellt sein. Zur Wahl stehende Mittel könnten in den nächsten Jahren eine europäische „Arktisbrigade“ und eine maritime Einsatzgruppe sein – hier in enger Zusammenarbeit z. B. mit Dänemark und Norwegen. Mittelfristig könnten Manöver von Deutschland, Norwegen, Schweden und Dänemark durchgeführt werden und somit die europäische Präsenz in der Arktis gestärkt werden, beispielsweise auch durch ein EU-Zentrum für Abwehr und Überwachung in der Arktis (EU Arctic Maritime Domain Awareness and Surveillance), ein EU Arctic Command oder ein NATO Arctic Command (Tsetsos 2018). Notwendig für die Durchsetzung europäischer Interessen in der Nordpolarregion ist auch die Beschaffung von starken Eisbrechern.
Ziel dieser Maßnahmen ist der Erhalt einer stabilen Sicherheitsordnung und die Abschreckung von nicht

konformen und unilateralen Aktivitäten in der Arktis (Tsetsos 2018). Dies würde auch eine adäquate europäische Antwort auf die verstärkte russische Militärpräsenz in der Arktis sein, die sich durch wiederholte militärische Manöver sowie den Auf- und Ausbau militärischer Strukturen äußert (Klimenko 2020).

Im Januar und Juni 2019 haben die USA (DoD 2019; DoD 2019b) und parallel dazu das Vereinigte Königreich, unter dem Aspekt der Auswirkungen des Klimawandels in der Arktis und aufgrund der verstärkten russischen Aufrüstung in der Region (Cranny-Evans 2019), eigene Arktisstrategien bekannt gegeben. Diese sehen den Ausbau von Infrastruktur sowie eine Erhöhung des Personals und der Militärübungen in der Region vor; vor allem zum Schutz der strategisch wichtigen GIUK-Lücke (s. Kap. 4.5.2) vor Vorstößen der russischen Eismeerflotte in den Nordatlantik (Masala 2020; Willet 2020).

Durch den Klimawandel und die damit einhergehenden Veränderungen in den Mensch-Umwelt-Beziehungen bildet sich zurzeit ein neuer „Arktischer Regionaler Sicherheitskomplex“ (Greaves 2019) heraus. Diesen Komplex kennzeichnet ein geopolitischer Wettbewerb, der nicht mehr nur panarktisch, sondern auch bilateral zwischen Staaten verläuft, die in Zukunft von der Arktis profitieren wollen (Greaves 2019). Die Arktis wird so zunehmend zur nördlichen Machtsphäre neuer Großmächte, die weiter südlich dominieren (Greaves 2019).

Schließlich sei bemerkt, dass, nach Abwahl der Regierung von Präsident Trump im Herbst 2020, unter seinem Nachfolger Biden die Chancen für einen Kurswechsel in der bis dato auf harte Konfrontation mit Russland ausgelegten US-Arktispolitik wieder steigen könnten – zurück zu mehr Zusammenarbeit in Forschung, Wirtschaft und Technik, speziell auch mit Russland und China, bei gleichzeitiger militärischer Deeskalation im hohen Norden. Hierzu erwartet die Regierung Biden aber offenbar auch Zeichen von Russland bezüglich der Krim oder der Situation in der Ostukraine. Beim 12. Außenministertreffen des AR (19.–20.05.2021) wurde – unter Vorsitz Russlands – immerhin ein gemeinsamer „Strategischer Plan“ für den Zeitraum 2021 bis 2030 beschlossen, der sieben Schwerpunkte umfasst (IAP-Dienst 2021):

1. Arktisches Klima
2. Resilientes Ökosystem/Meeresumwelt
3. Nachhaltige soziale Entwicklung
4. Nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung
5. Wissen und Kommunikation
6. Stärkung des Arktischen Rates.

Außerdem wurde eine gemeinsame Abschlusserklärung zum Klimawandel in der Arktis gezeichnet, die 2019 noch von Ex-US-Außenminister Pompeo bzw. der Regierung Trump boykottiert wurde. Während Russland sich aber weiter für die „Sicherheit der Arktischen Küste“ verantwortlich fühlt, kritisierte der neue US-Außenminister Antony Blinken die „zunehmende militärische Aufrüstung am Nordpol“ und erinnerte an das gemeinsame Ziel einer friedlichen und nachhaltigen Zukunft der Region (n-tv 2021). Im Juni 2021 hat sich dann auch die NATO wegen der zunehmenden militärischen Präsenz Russlands in der Arktis beraten. Auf dem in Genf stattgefundenen Gipfeltreffen am 16.06.2021 zwischen den Präsidenten Putin und Biden vereinbarten beide Staatschefs, einen „strategischen Dialog“ zu starten, mit Verhandlungen über Rüstungskontrolle als Großmächte auf Augenhöhe. Präsident Biden erklärte ferner auf einer Pressekonferenz, dass ihm klar geworden sei, dass Russland keinen neuen Kalten Krieg wolle (Riegert 2021). Die Bedenken der Vereinigten Staaten bezüglich der Militarisierung der Arktis und der territorialen Ansprüche Russlands seien unbegründet, bemerkte Präsident Putin. Man stelle lediglich die Infrastruktur der Sowjetzeit wieder her, wobei er sogar die Möglichkeit einer Zusammenarbeit beider Länder beim Aufbau betonte (NZZ 2021). Nach dem Genfer Gipfel vermuten einige Kommentatoren im Übrigen in dem Treffen einen Versuch Bidens, Misstrauen zwischen Russland und China bezüglich deren Zusammenarbeit in der Arktis zu säen (Sanomat 2021).

Trotz dieser unerwarteten Anzeichen einer möglichen Annäherung und Entspannung zwischen den beiden Großmächten ist eine baldige Beendigung der Rüstungsspirale in der Arktis aber eher noch nicht in Aussicht. Bekanntlich brauchen Kurswechsel in militärischen Systemen oft einige Zeit, bis tatsächlich Veränderungen stattfinden.

Auch in der Wirtschaft kann es sehr lange dauern, bis Geschäftsbeziehungen aufgebaut und gefestigt sind oder abgebrochene Partnerschaften wieder aktiviert werden können, wenn noch dazu gegenseitige Sanktionen den Handel einschränken.

Eine Prognose zur Zukunft der Arktis, im Griff des Klimawandels und als Spielball der Großmächte Vereinigte Staaten, Russland und China, ist daher höchst unsicher.

LITERATURVERZEICHNIS

Abram, N. J., McGregor, H. V., Tierney, J. E., Evans, M. N., McKay, N. P., Kaufman, D. S. & PAGES 2k Consortium (2016): Early onset of industrial-era warming across the oceans and continents. In: Nature, Vol. 536. P. 411 - 418.

AC, Arctic Council (2016): Observers. http://www.arctic-council.org/index.php/en/about-us/arctic-council/observers (Stand: 08.10.2020).

AC, Arctic Council (2021): Arctic Council to convene for the final Senior Arctic Officials' meeting during the 2019-2021 Icelandic Chairmanship. P. 2. https://arctic-council.org/en/news/final-senior-arctic-officials-meeting-during-the-2019-2021-icelandic-chairmanship/ (Stand: 11.02.2021).

ACIA, Arctic Climate Impact Assessment (2005). ACIA Overview report. Cambridge University Press. In: http://www.amap.no/documents/doc/arctic-arctic-climate-impact-assessment/796 (Stand: 15.09.2020).

Alaska Department of Natural Resources – Division of Oil and Gas (2012): Division of Oil & Gas Headlines. Anchorage. In: http://dog.dnr.alaska.gov/ (Stand: 12.02.2021).

Albert, E. (2019): Russia, China's Neighborhood Energy Alternative. In: The Diplomat. https://thediplomat.com/2019/12/russia-chinas-neighborhood-energy-alternative/ (Stand: 08.07.2020).

Albrecht, T. & Beckmann, J. (2011): Die Klimadiskussion im sicherheitspolitischen Kontext. In: Der Mittler-Brief, 26. Jg., Nr. 1, 1. Quartal 2011. Bonn/Hamburg. S. 1 - 8.

Aliyev, N. (2019): Russia´s Military Capabilities in the Arctic. In: ICDS, International Centre for Defence and Security, https://icds.ee/en/russias-military-capabilities-in-the-arctic/ (Stand: 08.10.2020).

Allen, J., Levintova, M. & Mohatt, G. (2011): Suicide and alcohol related disorders in the U.S. Arctic: boosting research to address a primary determinant of health disparities. In: International Journal of Circumpolar Health, Vol 70, P. 473 - 487. https://doi.org/10.3402/ijch.v70i5.17847 (Stand: 12.3.2021).

AMAP, Arctic Monitoring and Assessment Programme (2012): Arctic Climate Issues 2011: Changes in Arctic Snow, Water, Ice and Permafrost. SWIPA 2011 Overview Report. Oslo. http://www.amap.no/documents/doc/arctic-climate-issues-2011-changes-in-arctic-snow-water-ice-and-permafrost/129 (Stand: 15.09.2020).

AMAP, Arctic Monitoring and Assessment Programme (2017): Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Oslo. https://www.amap.no/documents/doc/snow-water-ice-and-permafrost-in-the-arctic-swipa-2017/1610 (Stand: 05.10.2020).

An, J., Dorofeev, M. & Zhu, S. (2020): Development of Energy Cooperation Between Russia and China. In: International Journal of Energy Economics and Policy, 2020, 10(1). P. 134 - 139.

Arenson, L. U. & Phillips, M. (2018): Leben und Bauen in Permafrostgebieten. In: Geographische Rundschau, 11/2018. S. 16 - 21.

Aston, P. (2019): Foundation for arctic security. In: Airman Magazine, https://airman.dodlive.mil/2019/12/04/foundation-for-arctic-security/ (Stand: 08.10.2020).

Austvik, O. G. (2007): The Geopolitics of Barents Sea Oil and Gas: The Mouse and the Bear. In: IAEE Newsletter, Third Quarter 2007. S. 19 - 24.

Auswärtiges Amt (2019): Leitlinien deutscher Arktispolitik. Verantwortung übernehmen, Vertrauen schaffen, Zukunft gestalten. Berlin.

Avey, P. C. (2019): The Icebreaker Gap doesn't mean America is losing in the Arctic. In: Texas National Security Review, November 28, 2019. Washington. P. 1 - 8.

Baccaro, S. & Descamps, P. (2020): Brüchiges Eis. Geopolitik in Zeiten abschmelzender Pole. In: Le Monde diplomatique, April 2020, 04/26. Jahrgang. Berlin. S. 12 - 13.

Beer, C., Zimov, N., Oloffson, J., Porada, P. & Zimov, S. (2020): Protection of Permafrost Soils from Thawing by Increasing Herbivore Density. In: Nature, Article number: 4170 (2020). https://www.nature.com/articles/s41598-020-60938-y (Stand: 28.07.2020).

BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2008): 50 Jahre BGR 1958 - 2008. Hannover. S. 26 - 27.

BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2010): Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2010. Kurzstudie. Hannover.

BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2020): BGR Energiestudie 2019. Daten und Entwicklungen der deutschen und globalen Energieversorgung. Hannover. S. 1 - 200.

Biskaborn, B. K., Smith, S. L., Noetzli, J., Matthes, H., Vieira, G., Streletskiy, D. A., Schoeneich, P., Romanovsky, V. E., Lewkowicz, A. G., Abramov, A., Allard, M., Boike, J., Cable, W. L., Christiansen, H. H., Delaloye, R., Diekmann, B., Drozdov, D., Etzelmüller, B., Grosse, G., Guglielmin, M., Ingemann-Nielson, T., Isaksen, K., Ishikawa, M., Johansson, M., Johannsson, H., Joo, A., Kaverin, D., Kholodov, A., Konstantinov, P., Kröger, T., Lambiel, C., Lanckman, J.-P., Luo, D., Malkova, G., Meiklejohn, I., Moskalenko, N., Oliva, M., Philips, M., Ramos, M., Sannel, A. B. K., Sergeev, D., Seybold, C., Skryabin, P., Vasiliev, A., Wu, Q., Yoshikawa, K., Zheleznyak, M. & Lantuit, H. (2019): Permafrost is warming at a global scale. In: Nature Communications, 10. https://doi.org/10.1038/s41467-018-08240-4 (Stand: 01.10.2020).

Blümel, W.-D. & Eberle, J. (2001): Global Warming in Permafrostgebieten. Hydrologische, geomorphologische und ökosystemare Veränderungen in der Hohen Arktis. In: Geographische Rundschau, Nr. 5/2001. S. 48 - 53.

Box, J. E., Korsgaard, N. J. & Turton, J. (2020): Glacier disintegration at the Arctic's largest remaining ice shelf. In: GEUS, Geological Survey of Denmark and Greenland. https://eng.geus.dk/about/news/news-archive/2020/sep/glacier/ (Stand: 21.09.2020).

Bremenports (2020): Finnafjord Port Project. https://bremenports.de/finnafjord/ (Stand: 05.06.2020).

Brill, H. (2008): Machtdemonstrationen im Eismeer. Die Arktis und die Interessen der Anrainerstaaten. In: Bundesministerium für Landesverteidigung (Hrsg.). OMZ, Österreichische Militärische Zeitschrift, Nr. 46/2008. S. 275 - 288.

Brugard, M. (2013): Norway says yes to China in Arctic Council. https://barentsobserver.com/en/arctic/2013/01/norway-says-yes-china-arctic-council-22-01 (Stand: 05.06.2020).

Brunner, I. (2017): Die Schafe sind zurück. In Grönland hoffen viele, von der Erderwärmung zu profitieren. In: Süddeutsche Zeitung. https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/groenland-die-schafe-sind-zurueck-1.3727503 (Stand: 09.10.2020).

Brunotte et al. (2001/2002): Lexikon der Geographie. Bd. 1, S. 36; Bd. 3, S. 346. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg/Berlin.

Buchanan, E. (2018): Sea cables in a thawing Arctic. https://www.lowyinstitute.org/the-interpreter/sea-cables-thawing-arctic (Stand: 06.07.2021).

Busch, G. K. (2017): Russia´s New Arctic Military Bases. In: Lima Charlie. https://limacharlie-news.com/russia/russia-arctic-military-bases/ (Stand: 08.10.2020).

Caesar, L., Rahmstorf, S., Robinson, A., Feulner, G. & Saba, V. (2018): Observed fingerprint of a weaking Atlantic Ocean overturning circulation. In: Nature, Vol. 556. P. 191 - 195.

Cepinskyte, A. & Paul, M. (2020): Großmächte in der Arktis. In: SWP-Aktuell Nr. 50, Juni 2020. S. 1 - 8. https://www.swp-berlin.org/10.18449/2020A50/ (Stand: 03.12.2020).

Charron, A. (2005): The Northwest Passage in Context. In: Canadian Military Journal 2005 - 2006. P. 42 - 48.

Chun, Z. (2020): China's „Arctic Silk Road". https://www.maritime-executive.com/editorials/china-s-arctic-silk-road (Stand: 08.07.2020).

C3S, Copernicus Climate Change Service (2020): Sea ice cover for September 2020. https://climate.copernicus.eu/sea-ice-cover-september-2020 (Stand: 15.12.2020).

Ciavarella, A., Cotterill, D., Stott, P., Kew, S., Philip, S., van Oldenborgh, G. J., Skåleväg, A., Lorenz, P., Robin, Y., Otto, F., Hauser, M., Seneviratne, S., Lehner, F. & Zolina, O. (2020): Prolonged Siberian heat of 2020. In: World Weather Attribution. https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/WWA-Prolonged-heat-Siberia-2020.pdf (Stand: 15.09.2020).

Cranny-Evans, S. (2019): Cold advance: New developments indicate increase in Russia's Arctic A2/AD capabilities. In: Jane's International Defence Review, Vol. 52, No. 11. P. 32 - 34.

Damm, V., Reichert, C., Berglar, K. & Andruleit, H. (2016): Der Arktische Ozean aus rohstoffwirtschaftlicher und völkerrechtlicher Sicht. In: BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Commodity Top News 52, Oktober 2016. S. 1 - 9. https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/52_arktis.pdf?_blob=publicationFile&v=4 (Stand: 11.02.2021).

Dean, S. (2009): Amerikas neue Sicherheitsdirektive für die Arktis. In: Gesellschaft für Wehr- und Sicherheitspolitik (Hrsg.). Europäische Sicherheit: Politik, Streitkräfte, Wirtschaft, Technik. Heft 7/2009. S. 81 - 84.

Dean, S. (2021): Die Alleskönner. In: Marine Forum1/2 – 2021. Mittler Report Verlag. Bonn. S. 32 - 35.

Demin, S. & Shvydun, S. (2020): Analysis of Disputed Territories in the Barents Sea. In: Morais D., Fang L., Horita M. (eds). Group Decision and Negotiation: A Multidisciplinary Perspective. GDN 2020. Lecture Notes in Business Information Processing, Vol. 388. Springer. Cham. P. 1-19. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48641-9_3 (Stand: 13.05.2020).

DERA/BGR, Deutsche Rohstoffagentur & Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2010): Länderbericht. Das mineralische Rohstoffpotenzial Grönlands. Hannover.

DERA, Deutsche Rohstoffagentur (2011): Kurzstudie. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energieressourcen. DERA Rohstoffinformationen 8, November 2011. Hannover. S. 40, 50. https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/Energiestudie-Kurzf-2011.pdf?_blob=publicationFile&v=4 (Stand: 06.07.2021).

DERA, Deutsche Rohstoffagentur (2012): Das mineralische Rohstoffpotenzial der nordamerikanischen Arktis. DERA Rohstoffinformationen 2, April 2012. Hannover. S. 1 - 44. https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-02.pdf;jsessionid=226871BE14F7023C528BA9E3FA88D69B.2_cid284?__blob=publicationFile&v=7 (Stand: 11.02.2021).

DERA, Deutsche Rohstoffagentur (2012b): Das mineralische Rohstoffpotenzial der russischen Arktis. DERA Rohstoffinformationen 4, April 2012. Hannover. S. 1 - 56. http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-04.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Stand: 11.02.2021).

Deutsches Arktisbüro (2019): Arktischer Rat. Factsheet/Politikberatung. https://www.arctic-office.de/politikberatung/arktischer-rat/ (Stand: 03.06.2020).

Deutscher Bundestag (2020): Aktivitäten der Bundeswehr in der Arktis. Antwort der Bundesregierung. Drucksache 19/19973 vom 15.06.2020. Berlin 2020. https://dipbt.bundestag.de/doc/btd/19/199/1919973.pdf (Stand: 10.02.2021).

DoD, U. S. Department of Defense (2019): Department of Defense Arctic Strategy. https://media.defense.gov/2019/Jun/06/2002141657/-1/-1/1/2019-DOD-ARCTIC-STRATEGY.PDF (Stand: 08.10.2020).

DoD, U. S. Department of Defense (2019b): Report on Effects of a Changing Climate to the Department of Defense. https://media.defense.gov/2019/Jan/29/2002084200/-1/-1/1/CLIMATE-CHANGE-REPORT-2019.PDF (Stand: 08.10.2020).

Drummond, K. J. (2006): Canada's Discovered Oil and Gas Resources North of 60° N. Calgary. http://www.searchanddiscovery.com/documents/2006/06022drummond/index.htm (Stand: 17.03.2021).

Duchez, A., Frajka-Williams, E., Josey, S. A., Evans, D. G., Grist, J. P., Marsh, R., McCarthy, G. D., Sinha, B., Berry, D. I. & Hirschi, J. J.-M. (2016): Drivers of exceptionally cold North Atlantic Ocean temperatures and their link to the 2015 European heat wave. In: Environmental Research Letters, Vol. 11. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/7/074004 (Stand: 22.09.2020).

EEA, European Environment Agency (2017): The Arctic environment. European perspectives on a changing Arctic. In: EEA report, No. 7/2017. Luxembourg. https://www.eea.europa.eu/publications/the-arctic-environment (Stand: 09.10.2020).

Eitel, B. (1999): Bodengeographie. Braunschweig.

EK, Europäische Kommission (2017): EU und Arktis-Anrainer schließen Abkommen über Fischerei in der arktischen Hochsee. https://ec.europa.eu/germany/news/20171201eu-und-arktis-anrainer-schliessen-abkommen-fischerei-der-arktischen-hochsee_de (Stand: 09.10.2020).

Elsner, H., Sievers, H., Szurlies, M. & Wilken, H. (2014): Das mineralische Rohstoffpotenzial der Arktis. Commodity Top News 41. Hrsg.: BGR, Hannover. http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/41_mineralisches-rohstoffpotenzial-arktis.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Stand: 09.10.2020).

Finke, M. (2019): Grönland ohne Eis. In: Geographische Rundschau, 5/2019. Braunschweig. S. 56.

Francis, J. & Vavrus, S. J. (2015): Evidence for a wavier jet stream in response to rapid Arctic warming. In: Environmental Research Letters, Vol. 10, 2015. http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/1/014005/pdf (Stand: 15.09.2020).

Gazprom (2021): Gaspipeline Power of Siberia. http://www.gazprom.de/projects/power-of-siberia/ (Stand: 06.07.2021).

Gazprom (2021b): Gazprom wurde beauftragt, in die Vorinvestitionsphase des Projektes Power of Siberia 2 zu gehen. http://www.gazprom.de/press/news/2020/march/article503096/ (Stand: 06.07.2021).

Gebhardt, H. & Ingenfeld, E. (2011): Die Arktis im Forum geoökonomischer und geopolitischer Interessen. In: Geographische Rundschau, 63/2011. Braunschweig. S. 26 - 32.

GeoInfoDBw, Geoinformationsdienst der Bundeswehr (2017): Die Arktis unter geopolitischen Gesichtspunkten. Jahresheft Geopolitik 2016, Heft 2, 2017. Euskirchen. S. 6.

Germanwatch (2011): Globaler Klimawandel. Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten. https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/publication/1186.pdf (Stand: 17.03.2021).

Greaves, W. (2019): Arctic break up: Climate change, geopolitics, and the fragmenting Arctic security region. In: Arctic Yearbook 2019. https://arcticyearbook.com/images/yearbook/2019/ScholarlyPapers/9_AY2019_Greaves.pdf (Stand: 31.07.2020).

Grosse, G., Lenz, J. & Strauss, J. (2018): Permafrostverbreitung und -degradation in den Polarregionen. In: Geographische Rundschau, 11/2018. Braunschweig. S. 10 - 15.

Gurkov, A. (2020): Kommentar: Der Klimawandel und die Katastrophe von Norilsk. In: DW, Deutsche Welle. https://www.dw.com/de/kommentar-der-klimawandel-und-die-katastrophe-von-norilsk/a-53699501 (Stand: 07.10.2020).

Haftendorn, H. (2011): Zaungast in der Arktis. Deutschlands Interessen an Rohstoffen und Naturschutz. In: IP, Internationale Politik, Mai 2011. S. 1 - 8.

Handelsblatt (2008): Streit um Bodenschätze. Arktis-Staaten einigen sich auf Nordpol-Erklärung. Handelsblatt vom 29.05.2008. S. 2. https://www.handelsblatt.com/politik/international/streit-um-bodenschaetze-arktis-staaten-einigen-sich-auf-nordpol-erklaerung/2964104.html (Stand: 07.06.2021).

Hjort, J., Karjalainen, O., Aalto, J., Westermann, S., Romanovsky, V. E., Nelson, F., E., Etzelmüller, B. & Luoto, M. (2018): Degrading permafrost puts Arctic infrastructures at risk by mid-century. In: Nature Communications, No. 9. https://doi.org/10.1038/s41467-018-07557-4 (Stand: 07.10.2020).

Hölzle, M. & Hauck, C. (2018): Permafrost als eine Komponente der Kryosphäre im Klimasystem. In: Geographische Rundschau, 11/2018. Braunschweig. S. 4 - 10.

Hugelius, G., Strauss, J., Zubrzycki, S., Harden, J. W., Schuur, E. A. G., Ping, C.-L, Schirrmeister, L., Grosse, G., Michaelson, G. J., Koven, C. D.,O'Donnell, J. A., Elberling, B., Mishra, U., Camill, P., Yu, Z., Palmtag, J. & Kuhry, P. (2014): Estimated stocks of circumpolar permafrost carbon with quantified uncertainty ranges and identified data gaps. Biogeosciences, 11. P. 6573 - 6593.

Humpert, M. (2019): China aims to further expand its icebreaking capabilities and revealed initial design details for its first heavy polar icebreaker.In: High North Center at the Nord University (Pub.). High North News. https://www.highnorthnews.com/en/china-reveals-details-newly-designed-heavy-icebreaker (Stand: 05.06.2020).

Humrich, C. (2011): Ressourcenkonflikte, Recht und Regieren in der Arktis. In: bpb, Bundeszentrale für politische Bildung. APUZ, Aus Politik und Zeitgeschehen. 5 - 6/2011. S. 6 - 13. https://www.bpb.de/apuz/33503/ressourcenkonflikterecht-und-regieren-in-der-arktis (Stand: 27.07.2021).

IBRU, International Borders Research Unit (2020): Maritime jurisdiction and boundaries in the Arctic region. Durham University. Department of Geography. Centre for Borders Research, May 2020. P. 1 - 3. https://www.dur.ac.uk/resources/ibru/resources/ArcticMapsMay2020/IBRUArcticmap06-05-20revisedUSAclaimed-compressedpp.pdf (Stand: 11.02.2021).

Ingimundarson, V. (2011): Die Kartierung der Arktis: Bodenschätze, Großmachtpolitik und multilaterale Governance. In: Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ), 5 - 6/2011. S. 14 - 23.

International Association of Classification Societies (2019): Requirements concerning Polar classes. https://www.iacs.org.uk/download/1803 (Stand: 07.06.2021).

International Institute for Strategic Studies (2020): The Military Balance 2020. Routledge Journals. Oxfordshire.

IAP-Dienst (2021): Strategischer Plan für die Polarregion. In: IAP-Dienst Sicherheitspolitik, 37. Jahrgang, Juni 2021. München: IAP Publizistische Gesellschaft für Politik und Zeitgeschehen, S. 11.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2015): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2019): IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. https://www.ipcc.ch/srocc/ (Stand: 22.09.2020).

Jackson, L. C., Kahana, R., Graham, T., Ringer, M. A., Woolings, T., Mecking, J. V. & Wood, R. A. (2016): Global and European climate impacts of a slowdown of the AMOC in a high resolution GCM. In: Climate Dynamics, Vol. 45. P. 3299 - 3316. https://doi.org/10.1007/s00382-015-2540-2 (Stand: 22.09.2020).

Jahn, A. (2018): Reduced probability of ice-free summers for 1.5 °C compared to 2 °C warming. In: Nature Climate Change, Vol. 8. P. 409 - 413.

Kanzow, T. & Visbeck, M. (2009): Ocean Current Changes as an Indicator of Global Change. In: Letcher, T. M. (Ed.): Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth. Amsterdam. P. 349 - 366.

Karlovitch, S., Perez-Uribe, L., Collins, J. L. & Collins, L. (2020): As the world warms, costs rise for Alaska military bases. In: Anchorage Daily News. https://www.adn.com/alaska-news/military/2020/08/01/as-the-world-warms-costs-rise-for-alaska-military-bases/ (Stand: 08.10.2020).

Karte, J. (1979): Räumliche Abgrenzung und regionale Differenzierung des Periglaziärs. Paderborn.

Khrennikova, D. & Tanas, O. (2019): Novatek Greenlights $21 Billion Russian Arctic LNG 2 Plant. In: Bloomberg. https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-09-05/russia-s-novatek-gives-green-light-to-arctic-lng-2-project (Stand: 06.07.2021).

King, M. D., Howat, I. M., Candela, S. G., Myoung, J. N., Seongsu, J., Noël, B. P. Y., van den Broeke, M. R., Wouters, B. & Negrete, A. (2020): Dynamic ice loss from the Greenland Ice Sheet driven by sustained glacier retreat. In: Communications Earth & Environment. https://doi.org/10.1038/s43247-020-0001-2 (Stand: 21.09.2020).

Klare, M. T. (2019): Warum Trump Grönland kaufen wollte. In: Le Monde diplomatique, Oktober 2019, 10/25. Jahrgang. Berlin. S. 4.

Klimenko, E. (2020): Russia's new Arctic policy document signals continuity rather than change. In: https://www.sipri.org/commentary/essay/2020/russias-new-arctic-policy-document-signals-continuity-rather-change (Stand: 29.07.2020).

Kluge, J. & Paul, M. (2020): Russlands Arktis-Strategie bis 2035. Große Pläne und ihre Grenzen. In: SWP-Aktuell Nr. 89. Berlin. S. 1 - 4. https://www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/aktuell/2020A89_RusslandsArktisStrategie.pdf (Stand: 03.12.2020).

Kobzeva, M. (2020): A Framework for Sino-Russian Relations in the Arctic. In: The Arctic Institute. Center for circumpolar security studies. https://www.thearcticinstitute.org/framework-sino-russian-relations-arctic/?cn-reloaded=1 (Stand: 24.06.2020).

Kopra, S. (2020): China and its Arctic Trajectories: The Arctic Institute's China Series 2020. In: The Arctic Institute. Center for circumpolar security studies. https://www.thearcticinstitute.org/china-arctic-trajectories-the-arctic-institute-china-series-2020/ (Stand: 07.07.2020).

Kravchenko, S. M. & Pokrovsky, B. G. (1995): The Tomtor alkaline ultrabasic massif and related REE-Nb deposits, northern Siberia. In: Economic Geology, May 1995, Vol. 90, No. 3, P. 676 - 689.

Kuczynski, G. (2020): Russia-China: a limited liability military alliance. In: Warsaw Institute. https://warsawinstitute.review/issue-2020/russia-china-a-limited-liability-military-alliance/ (Stand: 18.06.2020).

Langer, F. (2019): Der neue Ozean. Klimawandel in der Arktis. In: Geo, 06/2019. S. 34 - 72.

Lanteigne, M. (2020): Identity and Relationship-Building in China's Arctic Diplomacy. In: The Arctic Institute. Center for circumpolar security studies. https://www.thearcticinstitute.org/identity-relationship-building-china-arctic-diplomacy/ (Stand: 07.07.2020).

Latif, M. (2009): Klimawandel und Klimadynamik. Stuttgart.

Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W. & Schellnhuber, H. J. (2019): Climate tipping points – too risky to bet against. In: Nature, Vol. 575. P. 592 - 595. https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0 (Stand: 30.09.2020).

Leksyutina, Y. (2020): Understanding a New Era in Russia-China Relations. In: ISP, Institut für sicherheitspolitik. https://www.institutfuersicherheit.at/understanding-a-new-era-in-russia-china-relations/ (Stand: 08.07.2020).

Leskien, S. (2019): Das Wirtschaftspotential der Arktis im Überblick. In: Deutsches Arktisbüro. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung. Potsdam. https://www.arcticoffice.de/fileadmin/user_upload/www.arcticoffice.de/PDF-uploads/wirtschaftspotential-der-Arktis.pdf (Stand: 27.07.2021).

Mann, M. E. (2019): Klimawandel – Gefährlicher Wetterverstärker. In: Spektrum der Wissenschaft, 7.19. S. 54 - 61.

Maribus (Hrsg.) (2010): Mit den Meeren leben – ein Zustandsbericht. In: World Ocean Review 2010. Hamburg. https://worldoceanreview.com/de/wor-1/ (Stand: 28.09.2020).

Maribus (Hrsg.) (2019): Arktis und Antarktis – extrem, klimarelevant, gefährdet. In: Future Ocean, International Ocean Institute, Mare & KDM, Konsortium Deutsche Meeresforschung World Ocean Review, 6. Hamburg. https://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor6/WOR6_de.pdf (Stand: 28.09.2020).

Masala, C. (2020): Maritimes strategisches Denken: Das Beispiel GIUK. In: Metis Institut für Strategie und Vorausschau (Hrsg.). Metis-Studie Nr. 17, Juni 2020. Universität der Bundeswehr München. https://metis.unibw.de/img/publications/17_06-2020_giuk.pdf (Stand: 03.12.2020).

Matz, O. (2010): Arktische Fronten. In: Blätter für deutsche und internationale Politik, H. 9. S. 27 - 31.

Mergener, H. U. (2020): Russische Marine mit Arktis-Ambitionen. In: Marine Forum 4 – 2020. Mittler Report Verlag. Bonn. S. 40 ff.

Miheeva, N. (2019): Chinese-Russian cooperation in the Arctic: geopolitics and economics. In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, Vol. 302.

Morteani, G. (2010): Die Bodenschätze der Arktis. In: Rill, B. (Hrsg.). Die Arktis. Ressourcen, Interessen und Probleme. Berichte & Studien 91. Hanns Seidel Stiftung. München. S. 9 - 20.

NGU, Geological Survey of Norway (2016): Mineral Resources in the Arctic. Trondheim.

Nilsen, T. (2019): Finnish, Russian companies agree to pursue an Arctic telecom cable. In: ArcticToday. https://www.arctictoday.com/finnish-russian-companies-agree-to-set-up-an-arctic-telecom-cable/?wallit_nosession=1 (Stand: 06.07.2021).

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration National - Centers for Environmental Information (2020): State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2019. https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913 (Stand: 17.09.2020).

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration National - Centers for Environmental Information (2020b): Canada's Milne Ice Shelf Collapses. https://www.nesdis.noaa.gov/content/canada's-milne-ice-shelf-collapses (Stand: 21.09.2020).

Notz, D. & Stroeve, J. (2016): Observed Arctic sea-ice loss directly follows anthropogenic CO2 emissions. In: Science, Vol. 354. P. 747 - 750.

NSIDC, National Snow and Ice Data Center (2020): Arctic sea ice decline stalls out at second lowest minimum. https://nsidc.org/arcticseaicenews/ (Stand: 23.09.2020).

n-tv (2021): Arktischer Rat bespricht Zukunft: Putins Besitzanspruch beunruhigt den Rest. n-tv vom 19.05.2021. S. 1. https://www.n-tv.de/politik/Putins-Besitzanspruch-beunruhigt-den-Rest-article22565020.html (Stand: 22.06.2021).

NZZ, Neue Zürcher Zeitung (2021): Biden trifft Putin: Wenn in Genf Weltpolitik gemacht wird. 16.06.2021. Zürich. S. 12. https://www.nzz.ch/international/biden-trifft-putin-wenn-in-genf-weltpolitik-gemacht-wird-ld.1629121 (Stand: 17.06.2021).

Ostermann, T. (2020): Mit Corona kam die neue Eiszeit https://www.tagesschau.de/ausland/china-usa-145.html (Stand: 08.07.2020).

Otto, J., Hartmeyer, I. & Keusching, M. (2018): Naturgefahren in alpinen Permafrostregionen und Permafrostmonitoring. In: Geographische Rundschau, 11/2018. Braunschweig. Westermann Schroedel. S. 30 - 36.

Paul, M. (2019): Polarmacht USA: Mit Volldampf in die Arktis. In: SWP-Aktuell, Nr. 56. https://www.swp-berlin.org/10.18449/2019A56/ (Stand: 04.06.2020).

Paul, M. (2020): Arktische Seewege. Zwiespältige Aussichten im Nordpolarmeer. SWP-Studie, 14. Juli 2020. Berlin. S. 1 - 48. https://www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/studien/2020S14_Arktis.pdf (Stand: 03.12.2020).

Paul, M. (2021): Grönlands Projekt Unabhängigkeit. In: SWP-Aktuell, Nr. 2, Januar 2021. Berlin. S. 1 - 8. https://www.swp-berlin.org/fileadmin/contents/products/aktuell/2021A02_GroenlandUnabhaengigkeit.pdf (Stand: 13.01.2021).

Pelaudeix, C. (2018): Along the Road. China in the Arctic. In: European Union Institute for Security Studies, Brief 13/2018. https://www.iss.europa.eu/content/along-road-%E2%80%93-china-arctic (Stand: 05.06.2020).

Plöger, S. & Böttcher, F. (2015): Klimafakten. In: bpb, Bundeszentrale für politische Bildung, Schriftenreihe, Band 1734. Bonn.

Piepjohn, K. (2011): Vorkommen und Potentiale geologischer Ressourcen in der Arktis. In: Geographische Rundschau, 63. S. 34 - 39.

Pompeo, M. (2019): Looking North: Sharpening America´s Arctic Focus. Speech. Michael R. Pompeo, Secretary of State. Rovaniemi, Finland. May 6, 2019. https://ee.usembassy.gov/americas-arctic-focus/ (Stand: 10.02.2021).

Praetorius, S. K. (2018): Zirkulation im Nordatlantik schwächelt. In: Spektrum der Wissenschaft, 8.18. S. 32 - 33.

Rahmstorf, S. (2006): Thermohaline Ocean Circulation. In: Encyclopedia of Quaternary Sciences. Amsterdam.

Rahmstorf, S. (2020): Der Golfstrom macht schlapp. In: DER SPIEGEL. https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/klimawandel-das-golfstromsystem-macht-schlapp-a-f551ad53-c5a0-41e0-a9b8-ac85ef35ffec (Stand: 22.09.2020).

Rahmstorf, S., Box, J. E., Feulner, G., Mann, M. E., Robinson, A., Rutherford, S. & Schaffernicht, E. J. (2015): Exceptional twentieth-century slowdown in Atlantic Ocean over turning circulation. In: Nature Climate Change, 5. P. 475 - 480.

Rahmstorf, S. (2020): Der Golfstrom macht schlapp. In: DER SPIEGEL. https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/klimawandel-das-golfstromsystem-macht-schlapp-a-f551ad53-c5a0-41e0-a9b8-ac85ef35ffec (Stand: 22.09.2020).

Rahmstorf, S. & Schellnhuber, H. J. (2020): Der Klimawandel. In: Schriftenreihe Bundeszentrale für politische Bildung, Band 10520. Bonn.

Rasch, M., Egevang, L. & Topp-Jørgensen, E. (2020): Interact 2020 – Images of Arctic Science. Ed.: Aarhus University. Danish Centre for Environment and Energy, Denmark. P. 39.

Rescheto, J. (2020): Die Katastrophe von Norilsk. DW, Deutsche Welle. https://www.dw.com/de/die-katastrophe-von-norilsk/a-53699098 (Stand: 07.10.2020).

Rex, M. (2019): Die Vermessung der Arktis. In: Spektrum der Wissenschaft, 10.19. S. 56 - 61.

Richter, C. O. (2019): Grönland: Eine Zukunft für die Jugend. In: https://www.daserste.de/information/politik-weltgeschehen/weltspiegel/sendung/groenland-jugend-112.html (Stand: 12.03.2021).

Riegert, B. (2021): Gipfel in Genf: Biden und Putin sprechen, aber einigen sich nicht. In: Deutsche Welle, DW Welt (16.06.2021). S. 4. https://www.dw.com/de/gipfel-in-genf-biden-und-putin-sprechen-aber-einigen-sich-nicht/a-57928663 (Stand: 27.07.2021).

Russia Briefing (2017): Russia, China Agree on Primorye-1 Corridor; Opens up Heilongjiang to Asia-Pacific Markets. https://www.russia-briefing.com/news/russia-china-agree-primorye-1-corridor-opens-heilongjiang-asia -pacific-markets.html/ (Stand: 06.07.2021).

Sanomat, S. (2021): Wichtiger Dialog in der Arktis-Politik. In: Eurotopics: War das Biden-Putin-Treffen ein Erfolg? (18.06.2021). S. 1. https://www.eurotopics.net/de/262969/war-das-biden-putin-treffen-ein-erfolg (Stand: 23.06.2021).

Sasgen, I., Wouters, B., Gardner, A. S., King, M. D., Tedesco, M., Landerer, F. W., Dahle, C., Save, H. & Fettweis, X. (2020): Return to rapid ice loss in Greenland and record loss in 2019 detected by the GRACE-FO satellites. In: Communications Earth & Environment. https://doi.org/10.1038/s43247-020-0010-1 (Stand: 21.09.2020).

Schilly, J. (2018): Fischerei wird in der Arktis für 16 Jahre verboten. In: Der Standard. https://www.derstandard.de/story/2000088663055/fischerei-wird-in-der-arktis-fuer-16-jahre-verboten (Stand: 09.10.2020).

Schönwiese, C.-D. (2020): Klimatologie. Stuttgart.

Schraeder, D. (2015): Wo aus Jägern Bauern werden. In: BR Fernsehen. https://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/euroblick/euroblick-spezial-groenland-100.html (Stand: 09.10.2020).

Schultz, J. (2008): Die Ökozonen der Erde. Stuttgart.

Semmel, A. (1994): Periglazialmorphologie. (= Erträge der Forschung, Bd. 231). Darmstadt.

Sigmond, M., Fyfe, J. C. & Swart, N. C. (2018): Ice-free Arctic projections under the Paris Agreement. Nature Climate Change, Vol. 8. P. 404 - 408.

Soare, S. (2020): Arctic Stress Test. In: European Union Institute for Security Studies. https://www.iss.europa.eu/content/arctic-stress-test (Stand: 03.06.2020).

State Council Information Office (2018): China's Arctic Policy. http://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2018/01/26/content_281476026660336.ht (Stand: 04.06.2020).

Staalesen, A. (2016): Murmansk wants Arctic container port. In: The Independent Barents Observer AS. https://thebarentsobserver.com/en/industry/2016/02/murmansk-wants-arctic-container-port (Stand: 06.07.2021).

Staalesen, A. (2019): Arctic oil field could be Russia's biggest discovery in 30 years. In: The Independent Barents Observer AS. https://thebarentsobserver.com/en/industry-and-energy/2019/05/artic-oil-field-could-be-russias-biggest-discovery-30-years (Stand: 06.07.2021).

Storey, I. (2006): China's Malacca Dilemma. The Jamestown Foundation. China Brief Volume: 6, Issue: 8. P. 1 – 3. https://jamestown.org/program/chinas-malacca-dilemma/ Stand: 10.02.2021).

Sye, C. (2010): Nordostpassage in Sicht? In: Handelskammer Hamburg. https://www.hamburger-wirtschaft.de/html/hw2010/artikel/12_infrastruktur/10_04_52_schifffahrt.html (Stand: 17.09.2020).

Tagesschau (2007): Russland hisst Fahne 4.000 m unter dem Eis der Arktis. https://www.tagesschau.de/multimedia/video/video7788.html (Stand: 28.07.2021).

Theurer, M., Hosp, G. & Balzter, S. (2011): Der 9-Billionen-Dollar-Schatz unter dem Eis. In: FAZ.NET vom 10.05.2011. http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/rohstoffe-in-der-arktis-der-9-billionen-dollar-schatz-unterdem-eis-1578231.html (Stand: 17.03.2021).

Thiesing, D. & Lawless, J. (2016): China's Arctic ambitions take shape in remote Iceland valley. https://phys.org/news/2016-11-china-arctic-ambitions-remoteiceland.html (Stand: 05.06.2020).

Tillmann, H., Jian, Y. & Nielsson, E. T. (2018): The Polar Silk Road China's New Frontier of International Cooperation. In: World Century Publishing Corporation and Shanghai Institutes for International Studies (2018): China Quarterly of International Strategic Studies, Vol. 4, No. 3, 345 - 362 DOI: 10.1142/S2377740018500215. P. 345 - 362.

Tkatsch, I. (2020): Katastrophe in Norilsk. In: Wostok 2/2020. Wostok-Verlag, Berlin. S. 48 - 51.

Tkatsch, I. (2021): Entwicklungsstrategie für die Russische Arktis bis 2035. In: Wostok 1/2021. Wostok-Verlag, Berlin. S. 62 - 66.

Tsetsos, K. (2018): Die Auswirkungen des Klimawandels in der Arktis. Metis-Studie, Nr. 02, März 2018. Universität der Bundeswehr München. https://metis.unibw.de/img/publications/02_03-2018_auswirkungen_des_klimawandels_auf_die_arktis.pdf (Stand: 03.12.2020).

UBA, Umweltbundesamt (2020): Die Treibhausgase. https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase (Stand: 31.07.2020).

UN, United Nations (1982): United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). Montego Bay. P. 115 - 116.

USGS, U.S. Geological Survey (2008): Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle. https://pubs.usgs.gov/fs/2008/3049/fs2008-3049.pdf (Stand: 04.06.2020).

USGS, U.S. Geological Survey (2010/2011): Minerals Yearbook (Volume III. – Area Reports: International): Mineral Facilities of Northern and Central Eurasia. Open-File Report 2010-1255. Reston, VA.

US NAVY, United States Navy (2019): Polar Security Cutter Contract Awarded to Recapitalize Nation's Arctic Capabilities. https://www.navsea.navy.mil/Media/News/SavedNewsModule/Article/1821992/polar-security-cutter-contract-awarded-to-recapitalize-nations-arctic-capabilit/ (Stand: 04.06.2020).

Vaks, A., Mason, A. J., Breitenbach, S. F. M., Kononov, A. M., Osinzev, A. V., Rosensaft, M., Borshevsky, A., Gutareva, O. S. & Henderson, G. M. (2020): Palaeoclimate evidence of vulnerable permafrost during times of low sea ice. In: Nature, Vol. 577. P. 221 - 225. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1880-1 (Stand: 30.09.2020).

Vaughan, D. G. (2009): Ice Sheets: Indicators and Instruments of Climate Change. In: Letcher, T. M. (Ed.): Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth. Amsterdam. P. 391 - 400.

Vavasseur, X. (2019): Russian Navy Icebreaker Ivan Papanin floated in St. Petersburg. https://www.navalnews.com/naval-news/2019/10/russian-navy-icebreaker-ivan-papanin-floated-in-st-petersburg/ (Stand: 04.06.2020).

Weber, J. (2020): Limited Cooperation or Upcoming Alliance? Russia, China and the Arctic. In: Weber, J. (Ed.): Handbook on Geopolitics and Security in the Arctic. The High North Between Cooperation and Confrontation. ISPK, Institut für Sicherheitspolitik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel and Springer Nature Switzerland AG. P. 346, 352, 356. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45005-2 Stand: 23.03.2021).

Weber, J. (2021): Russland gibt Gas. In: Marine Forum 1/2 – 2021. Mittler Report Verlag. Bonn. S. 24 - 27.

Weidacher Hsiung, C. (2020): The Emergence of a Sino-Russian Economic Partnership in the Arctic? In: The Arctic Institute. https://www.thearcticinstitute.org/emergence-sino-russian-economic-partnership-arctic/?cn-reloaded=1 (Stand: 07.07.2020).

Weijer, W., Cheng, W., Garuba, O. A., Hu, A. & Nadiga, B. T. (2020): CMIP6 Models Predict Significant 21st Century Decline of the Atlantic Meridional Overturning Circulation. In: Geophysical Research Letters, Vol. 47. https://doi.org/10.1029/2019GL086075 (Stand: 22.09.2020).

WELT Online (2011): Norweger entdecken riesiges Ölfeld in der Barentssee. Am 01.04.2011.http://www.welt.de/wirtschaft/article13042225/Norweger-entdecken-riesiges-Oelfeld-in-der-Barentssee.html (Stand: 17.03.2021).

Weischet, W. (1995): Einführung in die allgemeine Klimatologie. Stuttgart.

Weitz, R. (2020): The Covid-19 Pandemic Boosts Sino-Russian Cooperation. In: China Brief, Vol. 20. https://jamestown.org/program/the-covid-19-pandemic-boosts-sino-russian-cooperation/ (Stand: 08.07.2020).

Westermann (2011): Diercke 2. (Hrsg.): Westermann-Verlag. Braunschweig. S.168.

Wetterich, S., Paul, Overduin, P. P., Günther, F. & Hubberten, H.-W. (2011): Submariner Permafrost. In: Lozán, J. L., Graßl, H., Karbe, L. & Reise, K. (Hrsg.): Warnsignal Klima. Die Meere. Änderungen & Risiken. Hamburg. S. 113 - 199.

Willet, L. (2020): A sharper edge offshore. In: Jane's Defence Weekly, Vol. 57. P. 22 -23.

Xinhuanet (2017): Vision for Maritime Cooperation under the Belt and Road Initiative. http://www.xinhuanet.com/english/2017-06/20/c_136380414.htm (Stand: 07.07.2020).

Yusha, Z. (2018): China one step closer to nuke-powered aircraft carrier with cutting-edge icebreaker comes on stream. http://www.globaltimes.cn/content/1108021.shtml (Stand: 05.06.2020).

Zech, W., Schad, P. & Hintermaier-Erhard, G. (2014): Böden der Welt. Berlin, Heidelberg.

ZEIT Online (2008): Arktische Rohstoffe „Mit Vorsicht genießen“. Interview mit Hilmar Rempel (BGR) am 27.05.2008. http://www.zeit.de/online/2008/22/nord-pol-rohstoffe-interview (Stand: 12.02.2021).

ZEIT Online (2020): Sibirien. Höchsttemperaturen in kältester Stadt der Erde. https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2020-07/sibirien-hitzewelle-temperaturrekord-klimawandel-wmo (Stand: 15.09.2020).

ZGEOBW, Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr (Hrsg.) (2017): Auswirkungen des Klimawandels in der Arktis – Politik, Wirtschaft und Infrastruktur. Geopolitische Information Heft 2, Januar 2017. 2. überarbeitete Auflage Heft 13, Mai 2012.

Ziman, Y. & Mingtai, L. (2015): China Merchants, Summa to build Zarubino Port. In: China Daily. https://www.chinadaily.com.cn/business/2015-11/19/content_22483523.htm (Stand: 06.07.2021).

Zoltai, A. (2018): Polar Silk Road. http://www.geopolitika.hu/en/2018/08/22/polar-silk-road/ (Stand: 08.07.2020).

Zubrzycki, S., Kutzbach, L. & Pfeiffer, E.-M. (2012): Böden in Permafrostgebieten der Arktis als Kohlenstoffsenke und Kohlenstoffquelle. In: Polarforschung, Vol. 81. S. 33 - 46.

Zhu, C. & Liu, Z. (2020): Weakening Atlantic overturning circulation causes South Atlantic salinity pile-up. In: Nature Climate Change. https://doi.org/10.1038/s41558-020-0897-7 (Stand: 22.09.2020).

ANHANG

Karte 1: Erdölvorkommen in der Arktis 61

Karte 2: Erdgasvorkommen in der Arktis 63

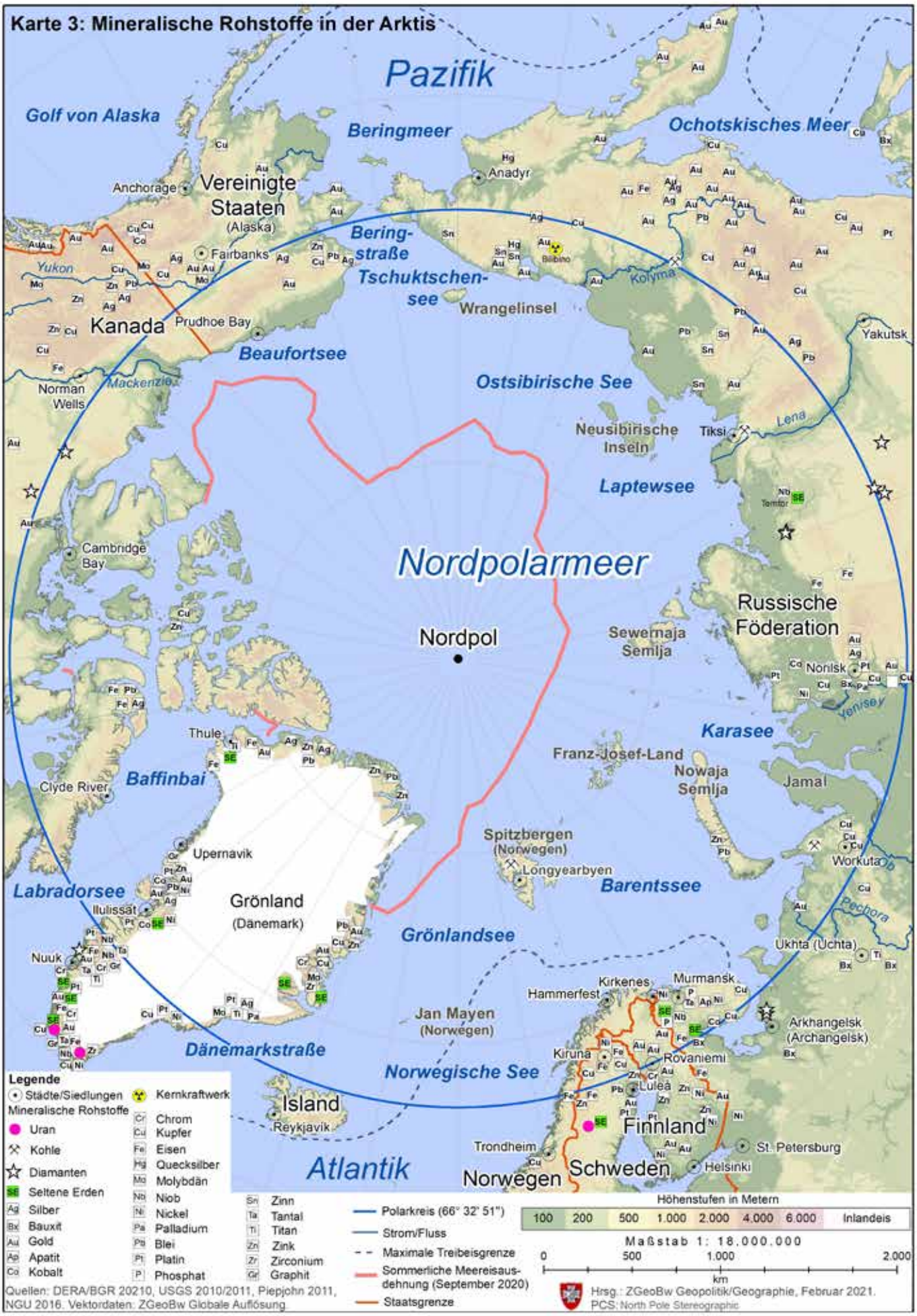
Karte 3: Mineralische Rohstoffe in der Arktis 65

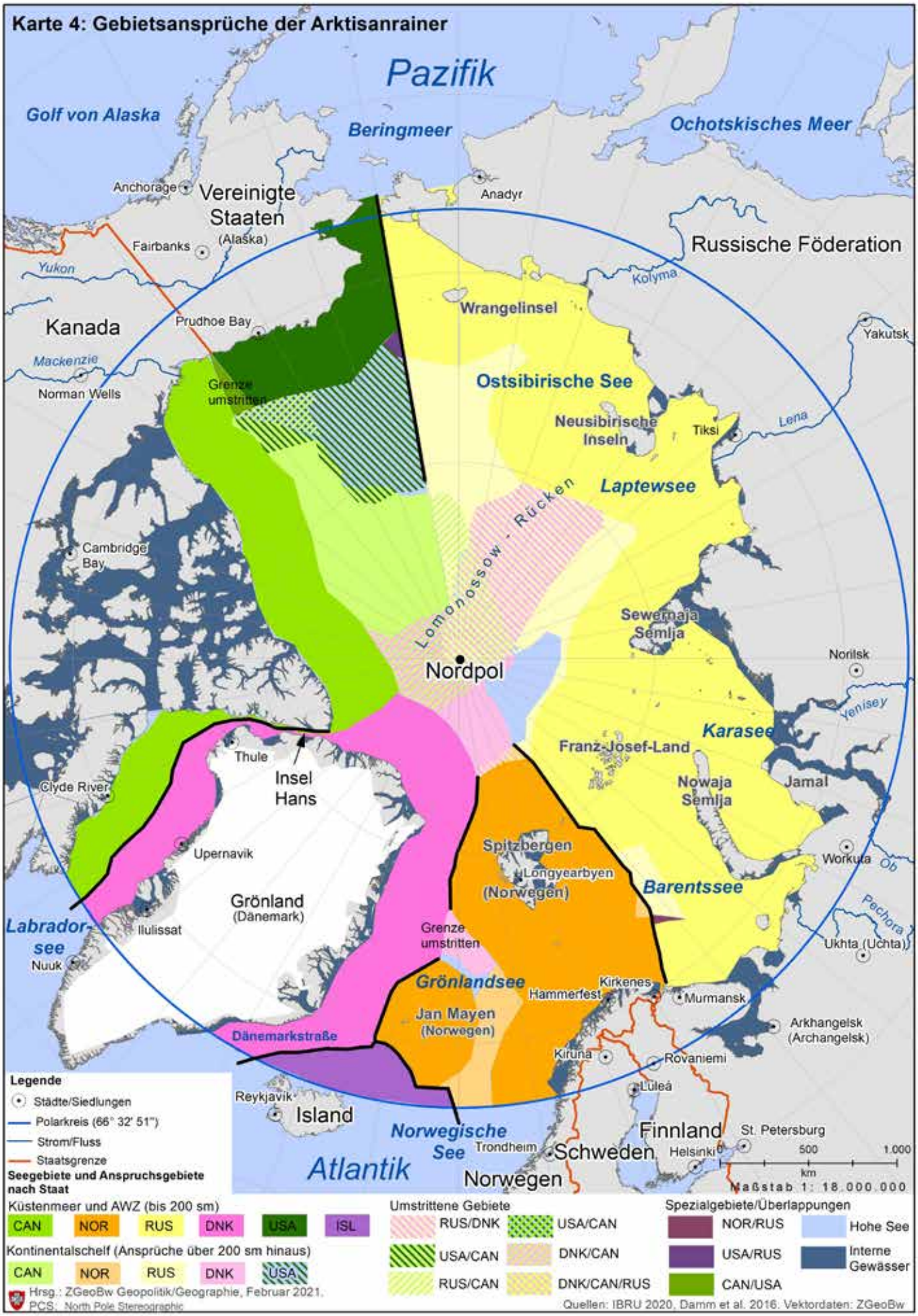
Karte 4: Gebietsansprüche der Arktisanrainer 67

Karte 5: Seewege und Militärstützpunkte in der Arktis 69

Karte 1: Erdölvorkommen in der Arktis
Pazifik
Golf von Alaska
Beringmeer
Ochotskisches Meer
Anchorage
Vereinigte Staaten
(Alaska)
Anadyr
Fairbanks
Bering-straße
Russische Föderation
Yukon
Tschuktschen-see
Kolyma
Wrangelinsel
Kanada
Prudhoe Bay
Yakutsk
Beaufortsee
Mackenzie
Ostsibirische See
Norman Wells
Neusibirische Inseln
Tiksi
Lena
Laptewsee
Cambridge Bay
Nordpolarmeer
Sewernaja Semlja
Nordpol
Norilsk
Yenisey
Karasee
Franz-Josef-Land
Thule
Baffinbai
Clyde River
Jamal
Nowaja Semlja
Spitzbergen (Norwegen)
Upernavik
Workuta
Ob
Longyearbyen
Barentssee
Grönland
(Dänemark)
Labradorsee
Ilulissat
Pechora
Grönlandsee
Ukhta (Uchta)
Nuuk
Kirkenes
Murmansk
Hammerfest
Jan Mayen
(Norwegen)
Arkhangelsk
(Archangelsk)
Dänemarkstraße
Kiruna
Rovaniemi
Norwegische See
Luleå
Reykjavik
Island
Finnland
Trondheim
Schweden
St. Petersburg
Helsinki
Atlantik
Norwegen
Legende
Städte/Siedlungen
Polarkreis (66° 32' 51")
Strom/Fluss
Maximale Treibeisgrenze
Sommerliche Meereisausdehnung (September 2020)
Erdölressourcen (geschätzt)
0,014 – 1,4 Gt Erdöl
> 1,4 Gt Erdöl
Staatsgrenze
Maßstab 1: 18.000.000
0
500
1.000
2.000
km
Quellen:
Erdöl: USGS 2008; Damm et al. 2016,
Vektordaten: ZGeoBw Globale Auflösung.
Hrsg.: ZGeoBw Geopolitik/Geographie, Februar 2021.
PCS: North Pole Sterographic

Karte 2: Erdgasvorkommen in der Arktis
Pazifik
Golf von Alaska
Beringmeer
Ochotskisches Meer
Anchorage
Vereinigte Staaten
(Alaska)
Anadyr
Fairbanks
Yukon
Bering-straße
Tschuktschen-see
Russische Föderation
Kolyma
Wrangelinsel
Kanada
Prudhoe Bay
Beaufortsee
Yakutsk
Mackenzie
Norman Wells
Ostsibirische See
Neusibirische Inseln
Tiksi
Lena
Laptewsee
Cambridge Bay
Nordpolarmeer
Nordpol
Sewernaja Semlja
Norilsk
Yenisey
Karasee
Franz-Josef-Land
Thule
Baffinbai
Clyde River
Jamal
Nowaja Semlja
Spitzbergen (Norwegen)
Upernavik
Longyearbyen
Workuta
Ob
Barentssee
Labradorsee
Grönland
(Dänemark)
Ilulissat
Grönlandsee
Pechora
Ukhta (Uchta)
Nuuk
Kirkenes
Murmansk
Hammerfest
Jan Mayen
(Norwegen)
Arkhangelsk
(Archangelsk)
Dänemarkstraße
Kiruna
Rovaniemi
Norwegische See
Luleå
Reykjavik
Island
Finnland
Trondheim
Schweden
St. Petersburg
Helsinki
Atlantik
Norwegen
Legende
Städte/Siedlungen
Polarkreis (66° 32' 51")
Strom/Fluss
Maximale Treibeisgrenze
Sommerliche Meereisausdehnung (September 2020)
Erdgasressourcen (geschätzt)
0,03 bis 2,8 Bill. m³
> 2,8 Bill. m³
Staatsgrenze
Maßstab 1: 18.000.000
0
500
1.000
2.000
km
Quellen:
Erdgas: USGS 2008; Damm et al. 2016, Vektordaten: ZGeoBw Globale Auflösung.
Hrsg.: ZGeoBw Geopolitik/Geographie, Februar 2021.
PCS: North Pole Stereographic


Karte 3: Mineralische Rohstoffe in der Arktis
Pazifik
Golf von Alaska
Beringmeer
Ochotskisches Meer
Anchorage
Vereinigte Staaten
(Alaska)
Anadyr
Fairbanks
Yukon
Bering-straße
Tschuktschen-see
Wrangelinsel
Kolyma
Kanada
Prudhoe Bay
Beaufortsee
Yakutsk
Norman Wells
Mackenzie
Ostsibirische See
Neusibirische Inseln
Tiksi
Lena
Laptewsee
Cambridge Bay
Nordpolarmeer
Russische Föderation
Nordpol
Sewernaja Semlja
Nonisk
Jenisey
Karasee
Thule
Franz-Josef-Land
Nowaja Semlja
Jamal
Baffinbai
Clyde River
Spitzbergen
(Norwegen)
Upernavik
Longyearbyen
Workuta
Barentssee
Labradorsee
Ilulissat
Grönland
(Dänemark)
Pechora
Grönlandsee
Ukhta (Uchta)
Nuuk
Kirkenes
Murmansk
Hammerfest
Jan Mayen
(Norwegen)
Arkhangelsk
(Archangelsk)
Dänemarkstraße
Kiruna
Rovaniemi
Norwegische See
Luleå
Island
Reykjavik
Finnland
Trondheim
St. Petersburg
Atlantik
Norwegen
Schweden
Helsinki
Legende
Städte/Siedlungen
Kernkraftwerk
Mineralische Rohstoffe
Uran
Kohle
Diamanten
Seltene Erden
Silber
Bauxit
Gold
Apatit
Kobalt
Chrom
Kupfer
Eisen
Quecksilber
Molybdän
Niob
Nickel
Palladium
Blei
Platin
Phosphat
Zinn
Tantal
Titan
Zink
Zirconium
Graphit
Polarkreis (66° 32' 51")
Strom/Fluss
Maximale Treibeisgrenze
Sommerliche Meereisausdehnung (September 2020)
Staatsgrenze
Höhenstufen in Metern
100
200
500
1.000
2.000
4.000
6.000
Inlandeis
Maßstab 1: 18.000.000
0
500
1.000
2.000
km
Quellen: DERA/BGR 20210, USGS 2010/2011, Piepjohn 2011, NGU 2016. Vektordaten: ZGeoBw Globale Auflösung
Hrsg.: ZGeoBw Geopolitik/Geographie, Februar 2021.
PCS: North Pole Stereographic


Karte 4: Gebietsansprüche der Arktisanrainer
Pazifik
Golf von Alaska
Beringmeer
Ochotskisches Meer
Anchorage
Vereinigte Staaten
(Alaska)
Anadyr
Fairbanks
Yukon
Russische Föderation
Kolyma
Wrangelinsel
Kanada
Prudhoe Bay
Yakutsk
Mackenzie
Norman Wells
Grenze umstritten
Ostsibirische See
Neusibirische Inseln
Tiksi
Lena
Laptewsee
Lomonossow - Rücken
Cambridge Bay
Sewernaja Semlja
Nordpol
Norilsk
Yenisey
Karasee
Franz-Josef-Land
Thule
Insel Hans
Clyde River
Nowaja Semlja
Jamal
Upernavik
Spitzbergen
Longyearbyen
(Norwegen)
Workuta
Ob
Grönland
(Dänemark)
Barentssee
Pechora
Labrador-see
Ilulissat
Grenze umstritten
Ukhta (Uchta)
Nuuk
Grönlandsee
Kirkenes
Hammerfest
Murmansk
Jan Mayen
(Norwegen)
Arkhangelsk
(Archangelsk)
Dänemarkstraße
Kiruna
Rovaniemi
Luleå
Reykjavik
Island
Norwegische See
Finnland
St. Petersburg
Trondheim
Schweden
Helsinki
Atlantik
Norwegen
Maßstab 1: 18.000.000
Legende
Städte/Siedlungen
Polarkreis (66° 32' 51")
Strom/Fluss
Staatsgrenze
Seegebiete und Anspruchsgebiete nach Staat
Küstenmeer und AWZ (bis 200 sm)
CAN NOR RUS DNK USA ISL
Kontinentalschelf (Ansprüche über 200 sm hinaus)
CAN NOR RUS DNK USA
Umstrittene Gebiete
RUS/DNK
USA/CAN
USA/CAN
DNK/CAN
RUS/CAN
DNK/CAN/RUS
Spezialgebiete/Überlappungen
NOR/RUS
USA/RUS
CAN/USA
Hohe See
Interne Gewässer
Hrsg.: ZGeoBw Geopolitik/Geographie, Februar 2021.
PCS: North Pole Stereographic
Quellen: IBRU 2020, Damm et al. 2016. Vektordaten: ZGeoBw

Karte 5: Seewege und Militärstützpunkte in der Arktis
Pazifik
Golf von Alaska
Beringmeer
Ochotskisches Meer
Vereinigte Staaten (Alaska)
Anchorage
Port Clarence
Ugolny
Anadyr
Clear Airforce Base
Fort Wainwright
Eielson
Fairbanks
Fort Greely
Yukon
Bering-straße
Mys Shmidta (Kap Schmidt)
Russische Föderation
Kolyma
Tschuktschen-see
Zvyozdny
Wrangelinsel
Kanada
Prudhoe Bay
Beaufortsee
Yakutsk
Mackenzie
Norman Wells
Ostsibirische See
Neusibirische Inseln
Tiksi
Temp
Tiksi
Lena
Laptewsee
Cambridge Bay
Nordpolarmeer
Resolute Bay
Nordpol
Sewernaja Semlja
Sredny Ostrov
Norilsk
Yenisey
Karasee
Thule
Thule
Franz-Josef-Land
Nagurskoje
Jamal
Jamal
Alykel
Clyde River
Baffinbai
Nowaja Semlja
Spitzbergen (Norwegen)
Upernavik
Rogachevo
Workuta
Ob
Longyearbyen
Barentssee
Labradorsee
Grönland (Dänemark)
Naryan-Mar
Pechora
Ilulissat
Grönlandsee
Ukhta (Uchta)
Nuuk
Nuuk
Sør-Varanger
Murmansk
Hammerfest
Kirkenes
Severomorsk
Porsanger
Jan Mayen (Norwegen)
Bardufoss
Arkhangelsk (Archangelsk)
Rovaniemi
Kiruna
Rovaniemi
Dänemarkstraße
GIUK-Lücke
Norwegische See
Lulela
Luleå
Keflavik
Island
Reykjavík
Bodø
GIUK-Lücke
Finnland
Trondheim
Schweden
St. Petersburg
Helsinki
Atlantik
Norwegen
Legende
Städte/Siedlungen
Militärstützpunkt
Polarkreis (66° 32' 51")
Strom/Fluss
Maximale Treibeisgrenze
Sommerliche Meereisausdehnung (September 2020)
Nordostpassage
Nordwestpassage
Nordwestpassage (Sommer befahrbar)
Transpolare Route (z.Zt. noch nicht befahrbar)
Staatsgrenze
Höhenstufen in Metern
100 200 500 1.000 2.000 4.000 6.000 Inlandeis
Maßstab 1: 18.000.000
0 500 1.000 2.000
km
Quellen:
Soare, S. (2020); Baccaro, S. & Descamps, P. (2020); Paul, M. (2020).
Vektordaten: ZGeoBw Globale Auflösung
Hrsg.: ZGeoBw Geopolitik/Geographie, Februar 2021.
PCS: North Pole Sterographic

WIR. DIENEN. DEUTSCHLAND.

IMPRESSUM

Herausgeber:
Leiter Geoinformationsdienst der Bundeswehr

Verfasser:
Dr. Heinz Hüttl,
Dr. Steffen Schobel,
David Puhl
Dezernat V (3)
Geopolitik/Geographie

Redaktion:
Dezernat III 1 (3) FISt
GeoInfo-Fachpublikationen

Zitationsvorschlag:
Hüttl, H., Schobel, S. & Puhl, D. (2021): Auswirkungen des Klimawandels in der Arktis. Wirtschaft, Infrastruktur und Sicherheitspolitik. In: Leiter Geoinformationsdienst der Bundeswehr (Hrsg.): Geopolitische Information, 1/2021. Selbstverlag Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr, Euskirchen.

Anschrift:
Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr - Dez III 1 (3)
Frauenberger Str. 250
53879 Euskirchen
Tel.: 02251 953 - 4130
FspNBw: 90 3461 - 4130

E-Mail:
ZGeoBwPressearbeit@bundeswehr.org

Stand: Juli 2021
Druck: G21_1054

Die Geopolitische Information ist eine Fachzeitschrift des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

BUNDESWEHR