



Polarforschung



86. Jahrgang • Nr. 1 • 2016

ISSN (print) 0032-2490

ISSN (online) 2190-1090

POLARFORSCHUNG

herausgegeben vom
Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum
für Polar- und Meeresforschung
und der
Deutschen Gesellschaft für Polarforschung e. V.

published by the
Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre
for Polar and Marine Research
and the
German Society of Polar Research

POLARFORSCHUNG – published by the DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG (DGP) and the ALFRED WEGENER INSTITUTE HELMHOLTZ CENTRE FOR POLAR AND MARINE RESEARCH (AWI) – is a peer-reviewed, multidisciplinary research journal that publishes the results of scientific research related to the Arctic and Antarctic realm, as well as to mountain regions associated with polar climate. The POLARFORSCHUNG editors welcome original papers and scientific review articles from all disciplines of natural as well as from social and historical sciences dealing with polar and subpolar regions. Manuscripts may be submitted in English (preferred) or German. In addition POLARFORSCHUNG publishes Notes (mostly in German), which include book reviews, general commentaries, reports as well as communications broadly associated with DGP issues.

Contents / Inhalt

Farrell, Th.F.G. & Jordan, P.: Prehistoric uses of circumpolar mineral resources: Insights and emerging questions from Arctic archaeology	1–13
Kruse, F.: Historical perspectives – The European commercial exploitation of Arctic mineral resources after 1500 AD	15–26
Abakumov, E. & Tomashunas, V.: Electric resistivity of soils and upper permafrost layer of the Gydan Peninsula	27–34
Korch, O. & Friedmann, A.: Vegetation und Vegetationsdynamik auf dem Zugspitzplatt (Bayerische Alpen) Natur- und Kulturlandschaft im hochalpinen Raum als Produkt natürlicher, anthropogener und zoogener Einflüsse	35–45

Notes / Mitteilungen

Krause, R.A.: Alfred Wegeners Gedanken zur Südpolarforschung: Aus seinen Tagebüchern während der Danmark-Expedition 1906/1908	47–60
Ritter, B.: <i>In memoriam</i> Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Dietrich Möller	61–62
Fütterer, D. K.: <i>In memoriam</i> Prof.a.D. Dr. Karl Hinz	63–64
Lehmann, R. & Beck, I.: Polarwissenschaften in der Schule – IV. Internationaler Workshop für Lehrer und Wissenschaftler in Hannover – 1. bis 4. April 2015	65–66
Fütterer, D.K., Hoffmann, K.-H. & Tiedemann, R.: 26. Internationale Polartagung in München – 6. bis 11. September 2015	67–71
Buchbesprechungen / Book Reviews	72–81

Cover illustration: The Reservoir Trench of Kodlunarn Island National Historical Site in Frobisher Bay in Nunavut, Canada. The name suggests the function of a freshwater store, but it is in fact one of two trenches associated with the English explorer Martin Frobisher, who abandoned his search for a northwest passage in favour of the search for gold in Frobisher Bay in the summers of 1576, 1577, and 1578. Although contemporary accounts of the voyages exist, it is the archaeological evidence in the form of the Reservoir Trench, the Ship's Trench, a small stone building and more, which confirms Frobisher's sixteenth-century presence and activities at this location beyond any doubt. The material remains constitute the first European attempt to exploit the mineral resources of the North American Arctic. Gold was not found in commercially viable quantities, and the heritage value of Kodlunarn Island must be understood in terms of the integrity and spatial relationship of the structures and artefacts as well as the associated knowledge embodied in the Inuit oral traditions and practices related to this site. Frobisher's "black ore" was later found to comprise metamorphic mafic to ultramafic rocks characterised by hornblende, unusual textures, and an uncommon chemical composition of high iron and aluminium as well as significant chromium and nickel. The gold content, however, was "phenomenally low" (HOGARTH et al. 1994). (Photo: W. Fitzhugh, Arctic Studies, Smithsonian).

Sources: Canadian Museum of History (2016) Inuit and Englishmen. The Nunavut voyages of Martin Frobisher <www.historymuseum.ca> (accessed 19. October 2016). Hogarth, D.D., Boreham, P.W. & Mitchell, J.G. (1994) Mines, minerals, metallurgy. Quebec: Canadian Museum of Civilization. Parks Canada (2016) Canada's historic places. <www.historicplaces.ca> (accessed 19. October 2016).

Umschlagbild: Der *Reservoir Trench* von *Kodlunarn Island National Historical Site* in der Frobisher-Bucht in Nunavut, Kanada. Der Name deutet auf eine Funktion als Frischwasserspeicher. Tatsächlich handelt es sich um einen von zwei Gräben, die mit dem englischen Entdecker Martin Frobisher verbunden sind, der seine Suche nach einer Nordwestpassage aufgab, um in den Sommern von 1576, 1577 und 1578 in der Frobisher Bucht nach Gold zu suchen. Trotz zeitgenössischer Berichte über diese Reisen, sind es die archäologischen Beweise in Form des *Reservoir Trench*, des *Ship's Trench*, eines kleinen Steingebäudes und mehr, die die Präsenz und Aktivitäten von Frobisher an diesem Ort zweifellos bestätigen. Die Materialreste verkörpern den ersten europäischen Versuch, die Bodenschätze der nordamerikanischen Arktis zu nutzen. Gold wurde zwar nicht in kommerziellen Mengen gefunden, aber das Kulturerbe von Kodlunarn muss im Bezug auf die Integrität und räumliche Beziehung der Strukturen und Artefakte sowie den damit verbundenen mündlichen Traditionen und Praktiken der Inuit verstanden werden. Frobishers „schwarzes Erz“ wurde kürzlich als metamorphes, mafisch bis ultramafisches Gestein klassifiziert, das durch Hornblende, ungewöhnliche Texturen und einer seltenen chemischen Zusammensetzung von hohem Eisen und Aluminium sowie signifikantem Chrom und Nickel auffällt. Der Goldgehalt ist jedoch „phänomenal niedrig“ (HOGARTH et al. 1994). (Foto: W. Fitzhugh, Arctic Studies, Smithsonian).

Prehistoric Uses of Circumpolar Mineral Resources: Insights and Emerging Questions from Arctic Archaeology

by Thomas F.G. Farrell¹ and Peter Jordan¹

Abstract: Exploitation of the Arctic's abundant geological wealth is not just a modern phenomenon; humans have been targeting specific rocks and minerals in this region for thousands of years. Some of the earliest evidence comes from Northeast Siberia, where around 27,000 years ago, Arctic hunter-gatherers were already using stone to produce hunting tools and other resource-processing equipment. As human colonization of the circumpolar Arctic gathered pace during the Holocene (the last 12,000 or so years), use of rocks and mineral resources diversified away from the manufacturing of stone tools towards production of new kinds of cooking containers that were made from fired clay and carved soapstone. These new food-processing technologies appear to have played a central role in the growing human reliance on Arctic maritime ecosystems and were exchanged widely, as were other valued geological resources such as meteoric iron, copper and chert.

This paper aims to situate these prehistoric uses of Arctic geological resources within a long-term and fully circumpolar setting. We argue that any attempt to understand these early subsistence uses of rocks and minerals by Arctic hunter-gatherers eventually leads into a broader set of questions about how and why prehistoric peoples were innovating new technologies and developing effective survival strategies to cope with the challenges and opportunities presented by dynamic Arctic climates and environments.

We therefore argue that in seeking to fully understand what motivated early exploitation of Arctic mineral we need to focus on the *“people behind the rocks”*. More generally, we conclude that improved collaboration across Arctic Geosciences will enable these extended exploitation histories to be properly integrated into debates about the long-term role played by humans in the increasingly fragile Arctic environment.

Zusammenfassung: Die Ausnutzung der reichlich vorhandenen geologischen Reichtümer der Arktis ist nicht nur ein modernes Phänomen; seit Tausenden von Jahren haben es Menschen in dieser Region auf spezifische Gesteine und Mineralien abgesehen. Einige der frühesten Zeugnisse stammen aus dem Nordosten Sibiriens, wo vor rund 27.000 Jahren arktische Jäger und Sammler Gestein bereits dafür benutzten, um Jagdwerkzeuge und andere Gerätschaften zur Verarbeitung ihrer Beute herzustellen. Als die menschliche Besiedlung der zirkumpolaren Arktis während des Holozäns (in den letzten 12.000 Jahren ungefähr) an Geschwindigkeit gewann, diversifizierte sich die Verwendung von Gestein und Mineralien weg von der Herstellung von Steinwerkzeugen hin zur Produktion neuer Arten von Kochbehältern, die aus gebranntem Ton oder geschnitztem Speckstein bestanden. Diese neuen Technologien zur Verarbeitung von Nahrungsmitteln spielten eine zentrale Rolle in der zunehmenden menschlichen Abhängigkeit vom arktischen maritimen Ökosystem und wurden weitverbreitet getauscht, ebenso wie andere hochgeschätzte geologische Ressourcen wie Meteoreisen, Kupfer und Chert (Hornstein).

In diesem Betrag soll diese prähistorische Nutzung der arktischen Georesourcen innerhalb eines langfristigen und gänzlich zirkumpolaren Rahmens dargestellt werden. Wir behaupten, dass jeder Versuch, diese frühe Verwendung von Gesteinen und Mineralien, die die Existenz arktischer Jäger und Sammler sicherte, schließlich zu einem breiteren Spektrum von Fragen darüber führt, wie und warum prähistorische Völker neuer Technologien mächtig wurden und wirksame Überlebensstrategien entwickelten, um die Herausforderungen und Chancen zu bewältigen, die die dynamischen arktischen Klimazonen und Umwelt darboten.

Wir behaupten, dass wir uns bei der Beantwortung der Frage, was diese frühe Ausnutzung von arktischen Bodenschätzen motiviert haben könnte, auf „die Menschen hinter den Steinen“ konzentrieren müssen. Allgemeiner schlussfolgern wir, dass eine bessere Zusammenarbeit der arktischen Geowissenschaften ermöglichen wird, dass die erweiterte Geschichte des Rohstoffabbaus

in die derzeitigen Debatten über die langfristige Rolle des Menschen in einer zunehmend fragilen arktischen Umwelt integriert wird.

INTRODUCTION

It is now clear that the modern Arctic is warming at an unprecedented speed, generating rapid environmental changes that threaten many forms of traditional livelihood in circumpolar indigenous communities. On the other hand, climate change is creating new opportunities for shorter international sea routes across the Arctic Ocean, as well improved access to earth resources that are in ever increasing demand from a growing global population that lives primarily in the world's lower latitudes. In fact, the media are now full of reports predicting a new rush for the Arctic's increasingly accessible mineral reserves, ranging from oil and gas, through to rare elements and precious metals.

But a sustained human presence in the Arctic environment is by no means a modern phenomenon, and nor is the targeted human use of circumpolar geological resources. In this paper, we aim to examine prehistoric uses of Arctic geological resources within a long-term perspective. Human uses of Arctic geological resources remain complex and historically-contingent phenomena, and were no doubt mediated by diverse cultural and social factors, even during these early phases of exploitation.

However, at a more general level, these prehistoric uses of geological resources would all have involved small-scale hunter-gatherer communities using rocks and minerals to manufacture tools and other equipment that could be used within their own survival strategies. In this sense, these earlier “subsistence” uses of geological resources provide a useful contrast to the increasingly “commercial” exploitation of Arctic mineral resources that emerged during later historical periods. Typically, this involved individuals, companies, states and empires located in (or originating from) regions further to the south undertaking journeys into the Arctic to map, extract and transport resources back to distant markets, where they could be sold for financial profit. Fledgling commercial uses of Arctic mineral resources start to emerge around 1500 (see: KRUSE 2016).

In contrast, we focus this paper on the earlier, subsistence-related exploitation of Arctic mineral resources. We trace out the earliest human exploitation of a diverse array of rocks, clays and minerals, using a series of case-studies to examine how different kinds of geological resources were used to make diverse tools and equipment that played important roles in Arctic survival and interaction strategies (Fig. 1). Evidence

doi:10.2312/polarforschung.86.1.1

¹ Arctic Centre, University of Groningen, Aweg 30, 9718 CW, Groningen, the Netherlands.

Manuscript received 16 September 2016; accepted 18 September 2016.



Fig. 1: Geological map of the Arctic with modern sea levels/coast lines and geographic locations of sites and case-studies mentioned in text. -1: Mamontovaya Kurya site; -2: Yana RHS; -3: Berelekh site; -4: Arctic Norway (early maritime adaptations); -5: Kodiak Island; -6: Nunalleq site; -7: Northwest Alaska; -8: Soapstone Quarry at Fleur de Lys; -9: Soapstone sources at Coronation Gulf; -10: Ramah Chert (source); -11: Meteoric iron source at Cape York; -12: Coppermine River (copper source). Base map and geological features derived from Geol. Survey of Canada Map 2159A, Geol. Map of the Arctic. Drawn by Frits Steenhuisen, Arctic Centre, University of Groningen.

Abb. 1: Geologische Karte der Arktis mit heutigen Meeresspiegeln/Küstenlinien und den geografischen Standorten der im Text erwähnten Fallstudien. -1: Mamontovaya Kurya; -2: Yana RHS; -3: Berelekh; -4: Arktisches Norwegen (frühe maritime Anpassungen); -5: Kodiak Insel; -6: Nunalleq; -7: Nordwestliches Alaska; -8: Specksteinbruch bei Fleur de Lys; -9: Specksteinvorkommen im Krönungs-Golf; -10: Vorkommen von Ramah Chert; -11: Meteoritisches Eisenvorkommen bei Cape York; -12: Coppermine River (Kupfervorkommen). Basiskarte und geologische Eigenschaften abgeleitet von: Geol. Surv. Canada Karte 2159A, Geol. Karte der Arktis. Bearbeitet von Frits Steenhuisen, Arktisches Zentrum der Universität Groningen.

for prehistoric uses of rocks and minerals comes from artefacts and tool-making debris that commonly survive in Arctic environments for many millennia. Arctic Archaeology focuses on excavating sites that contain this kind of evidence, and has developed into a highly specialized research field that has become adept at gleaning as much cultural information as possible from these surviving material remains.

Using an inter-disciplinary approach that integrates artefact analysis with palaeoecology, palaeoclimate research, chronology-building and geological sourcing studies, archaeologists are able to reconstruct human behaviours, and patterns of cultural diversity and change. These include tracing the emergence of new adaptive strategies, reconstructing the timing and direction of Arctic colonizations, and documenting the rise of regional interaction networks, as well as the climatic and ecological settings in which these events occurred. This means that in the end, researching the dynamic relationship between early hunter-gatherer populations and their prehistoric exploitation of Arctic mineral resources merely provides a productive entry point into a wide array of evidence that can be brought together to better understand the long-term roles played by humans in evolving Arctic environments.

However, while many of our case-studies are necessarily embedded within the general sweeps of circumpolar culture history, the goal here is not to provide “grand narrative” of Arctic prehistory (see HOFFECKER 2005), which would clearly be beyond the scope of this paper. Instead, we focus on exploring a particular range of human-geological relation-

ships in order to illustrate some of the diverse ways in which harnessing the diverse mineral resources of the Arctic provided prehistoric cultures with important material opportunities and new technological potentials.

Starting points: earliest evidence for human exploitation of Arctic mineral resources

Exactly when did modern humans first start making use of Arctic mineral resources? Currently, the oldest known archaeological sites in the Arctic are the Mamontovaya Kurya site (Fig. 1-1), which lies on the Arctic Circle, and is located in the western foothills of the Polar Urals, and has been dated to around 34,000 years ago (PAVLOV et al. 2001, SVENDSEN & PAVLOV 2003), and the Yana Rhinoceros Horn Site (Yana RHS, Fig. 1-2.) (PITULKO et al. 2004). This is located even further north, at 71°, and is somewhat younger, being occupied around 27,000 years ago. Prior to the discovery of these two sites, the earliest widely accepted human presence in the Arctic had been the Berelekh site (Fig. 1-3), dated to about 13,000-14,000 years BP (MOCHANOV 1977, PITULKO 2011).

The Mamontovaya Kura and Yana sites are therefore an important starting point in Arctic history because they demonstrate that human populations were penetrating deep into northern environments even during colder Pleistocene times, and were surviving there by hunting mammoth, woolly rhino, reindeer, horse, wolf, birds and hares. But perhaps of

greater importance for this paper, it is clear that these early Arctic populations were making use of geological resources to maintain their hunting strategies; both sites contain stone tool assemblages. While Mamonovaya Kurya has only a handful of stone tools (SVENDSEN & PAVLOV 2003), the Yana site has yielded a much larger collection (PITULKO et al. 2004), and so we focus on this particular assemblage.

The Yana site is actually a complex of six archaeological sites (PITULKO et al. 2004), and has provided rich insights into the subsistence strategies of the first hunter-gatherers to live so far above the Arctic Circle (PITULKO et al. 2004, BASILYAN et al. 2011, NIKOLSKIY & PITULKO 2013). The community were producing complex, multi-component hunting tools; the diverse assemblage of artefacts recovered from the site includes numerous projectile points made from stone, as well as rare rhinoceros and mammoth bone foreshafts, which would

have fitted the stone points onto wooden shafts (PITULKO et al. 2004). Other stone tools included choppers, chisels, scrapers for working skins, and a hammer stone (PITULKO et al 2004, 54; see Fig. 2).

Interestingly, the Yana hunter-gatherers appear to have been targeting a diverse suite of mineral resources to make these tools; during the 2001 and 2002 excavations, almost 400 artefacts of flinty slate were recovered, plus one object of granite, and six of quartz (PITULKO et al. 2004). Slate and granite occur naturally in the adjacent riverbed, probably indicating that local rock sources were used. However, the presence of quartz is particularly intriguing, because there are no local sources of this rock, and so the group must either have been visiting more distant geological sources during their seasonal migrations, or perhaps exchanging quartz pieces or finished tools with neighbouring bands (PITULKO et al. 2004).

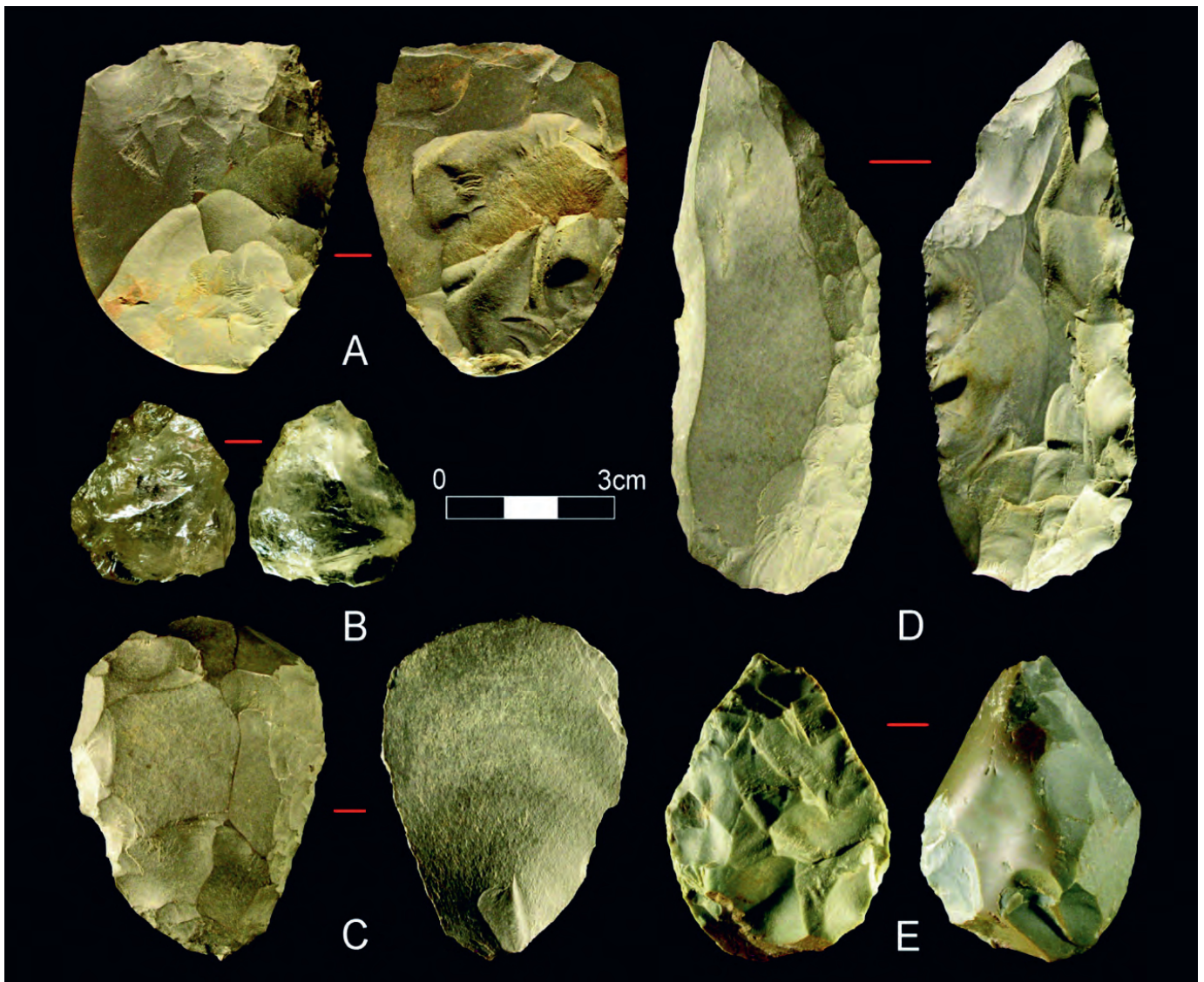


Fig. 2: Stone artifacts from Yana RHS (for location see Fig. 1-2). A: a side scraper with bifacially retouched working edge; B: worked piece of quartz crystal; C: end scraper; D: pointed tool; E: A side scraper with bifacially retouched working edge. Material: A, C, and D, siliceous slate; B, quartz crystal, E, chert. Source: originally published in Science (PITULKO et al 2004); reproduced with permission.

Abb. 2: Steinartefakte aus Yana RHS (Standort siehe Abb. 1-2). A: beidflächig retuschierter Schaber; B: bearbeitetes Stück Quarzkristall; C: Kratzer; D: spitzförmiges Werkzeug; E: beidflächig retuschierter Schaber. Material A, C, und D: Kieselschiefer; B: Quarzkristall; E: Hornstein. Quelle: Science (PITULKO et al 2004); mit Erlaubnis wiedergegeben.

Of course, modern humans and their hominin ancestors had been making stone tools for millions of years in the warmer latitudes of the globe (HOFFECKER 2005; ROBINSON 2014), that is, long before hunter-gatherers were occupying the Mamontovaya Kurya and Yana sites. However, the activities recorded at these two high-latitude sites are an important threshold for Arctic Geosciences because they mark not only the material traces of some of the first modern human communities to penetrate this far north of the Arctic Circle, but also highlight that in one way or another, the capacity of humans to settle and survive in these Arctic environments has always been based on the ability to exploit Polar mineral resources. In other words, hunting has always been central to Arctic survival, but so too was effective use of geological resources to produce essential stone tools and other equipment. In the following millennia, stone-made artefacts went on to perform fundamentally important roles in the survival strategies of all prehistoric Arctic cultures (HOFFECKER 2005).

UNDERSTANDING CIRCUMPOLAR LITHIC TRADITIONS

Lithics (i.e. finished stone tools, waste production flakes, rock cores and even discards) are in fact the most ubiquitous of all prehistoric archaeological finds in the Arctic. This is due to two main factors. First, stone suitable for tool production was widely available across circumpolar environments. For example, chert is an easily-worked rock, and tools made from this material have been found throughout the Arctic (e.g. LAZENBY 1980, MULL 1995, MILNE et al. 2011); the geological characteristics of slate mean that it could easily be modified into effective cutting and piercing tools, and the rock can be found in a number of areas, ranging from Alaska (e.g. BROOKS et al. 1906) through to Arctic Fennoscandia (ENGELSTAD 1985).

Second, tools and equipment made from mineral resources tend to survive longer than objects made from perishable organic materials. Some archaeological sites include evidence about the range of economic resources being exploited (e.g. in the form of bones, plants and other materials deposited in waste dumps). But only in very rare instances (e.g. where archaeological deposits are deeply frozen) do archaeologists gain insights into the complete range of equipment made and used by prehistoric populations. Commonly, these “full” Arctic survival kits would have included warm clothing, complex hunting and fishing equipment, shelters, boats and sledges, and perhaps nets, cordage and bags, as well as elaborate ornaments and other ritual equipment. In general, however, hardly any of this additional evidence survives into the archaeological record – stone tools and their associated production waste often form the main source of evidence for reconstructing the strategies and behaviours of past Arctic populations.

Despite these inherent challenges, much can still be learned through careful analysis of these lithic materials. Stone sources were used in very particular ways by different populations living in different places and periods, and stone-working skills would have been passed on between generations as enduring cultural traditions. Studying the composition of these lithic traditions can shed light on many aspects of past human behaviour. For example, at the most basic level, the recovery

of stone tools signifies that people once occupied a particular location. By relative or absolute dating techniques (e.g. radio-carbon dating), archaeologists can then begin to build up a clearer picture of not only *where* people were, but *when* they were there.

Working at this kind of site-based scale, archaeologists can also assess lithic tool kit diversity and complexity building up a picture of what types of tools were being used by past peoples and for what purposes they were employed. For example, a typical Arctic hunter-gatherer lithic tool-kit might include diverse projectile points for hunting, scrapers for working skins into clothing, as well as choppers, smaller blades and burins for the further processing of meat, bones and other materials into food and equipment. The careful study of the changing composition of lithic tool-kits can not only provide important insights into how Arctic peoples were organizing their daily activities, but can also demonstrate the extent to which particular tool traditions were being passed on, adjusted or abandoned, from one generation to the next.

Working at larger geographic scales, archaeologists can also reconstruct the extent to which specific tool-making traditions were being shared between groups, and how these traditions evolved over time. For example, the *chaîne opératoire* of particular tool traditions (i.e. the specific sequence of steps and decisions involved in production and use of implements) appears to have varied significantly over time and space; this is because individuals and their communities were able to employ specific raw-materials, create and maintain their tools in distinctive ways, use them for particular purposes, and even discard them according to different kinds of cultural logic (SØRENSEN 2006).

Thus, by meticulously tracing similarities and differences in the *chaîne opératoire* of particular tool-making techniques, archaeologists reconstruct patterns of cultural change over time and space, for example, identifying where one particular “cultural tradition” might have originated, expanded or been replaced. This kind of reconstruction provides broad-scale insights into the existence of cultural groups and boundaries, sequences of technological innovation, as well as the expansion of populations into new areas, or the dispersal of new ideas through existing social networks (SØRENSEN 2006). In turn, these sequences of diversity and change in lithic traditions can be linked to shifts in past climates and environments, or to adjustments in hunting and settlement patterns, if additional evidence is also available.

Lithic-studies in action

At broader spatio-temporal scales, analysis of circumpolar lithic traditions has been indispensable for understanding the earliest human movements into northern latitudes, as well as subsequent migrations and dispersals (for an overview, see HOFFECKER 2005, 96-134). For example, lithic evidence has long been central for understanding the first peopling of the New World (KORNFIELD & POLITIS 2014, GOEBEL et al. 2003, GOEBEL & BUVIT 2011), and also the resettlement of Arctic Europe after the last Ice Age (RIEDE 2014, BJERCK 2008, 2009). Human movements into the North American Arctic and Greenland came later; even by 7,000 BP much of this area

was uninhabited due to the persistence of large glaciers, which were slowly retreating (HOFFECKER 2005, 128). However, by around 4500 BP small pioneering groups had moved from Arctic Canada into northern Greenland (GRØNNOW & SØRENSEN 2006). By this point, diverse bands of Arctic-adapted hunter-gatherers were now living across the circum-polar North, having completed an enormous colonisation event, and one in which they had relied heavily on stone tool-making traditions – and therefore *Arctic geological resources* – every step of the way.

Lithic technologies have also provided important insights into later patterns of cultural continuity and change. For example, archaeological sites located from Alaska to Greenland, and dating to around 4500 BP, were found to have very similar stone tool kits tools, characterized by small, chipped micro-blades, end- and side-blades, scrapers, and burins (KNUTH 1954, MCGHEE 1980). These similarities have been used to argue that the people occupying the North American Arctic were all maintaining a broadly similar lithic tradition, and that this “Arctic Small Tool” tradition (ASTt) formed a major Palaeoeskimo cultural horizon, which had expanded out from Alaska in the west, and eventually entered Greenland in the east. Archaeologists have also used the same evidence to identify more subtle cultural boundaries within the wider ASTt (GRØNNOW & SØRENSEN 2006).

Interestingly, around 1000 BP a completely different culture emerged in the Bering Strait and spread rapidly from Alaska out into the eastern Arctic and eventually Greenland. Although they followed closely in the footsteps of the Palaeoeskimo ASTt migrations, they brought with them a different tool-kit, and appear to have completely replaced the earlier population. These new arrivals were the Neoeskimo Thule, and form the direct biological, cultural and linguistic ancestors of the modern Inuit indigenous peoples. They were marine mammal hunters with a preference for ground slate and metals over chipped stone – both of which were used to make ulus, knives, and harpoon endblades among other tools (FITZHUGH 1975a, 366, MCGHEE 1980). In this sense, the North American Arctic was subject to two major prehistoric colonisation events, each involving different populations who maintained contrasting cultural traditions, and exploited the Arctic’s geological resources in their own unique ways.

Mapping general shifts in lithic traditions can also provide insights into important economic transformations that were playing out across the Arctic. One good example of this is the rise of slate tool complexes, which appear to have been linked to the rise of specialised Arctic maritime adaptations (FITZHUGH 1975a, 1975b), which eventually dominated the Far North (HOFFECKER 2005, 119). Interestingly, and unlike the ethnographically documented Inuit cultures who relied heavily on marine resources, many of the first people to settle in the Arctic appear to have had broader-based subsistence strategies, including hunting of terrestrial game. Some of the earliest evidence for specialised Arctic maritime economies appear in the fjord landscapes of northern Norway prior to 7,000 years ago, and were well established by the Late Stone Age, around 7,000 to 2,000 BP, for example, in locations such as the Varangerfjord (HOFFECKER 2005, 121-2; ENGELSTAD 1985; Fig. 1-4). Due to later settlement, harsher conditions, and a range of other factors, specialist maritime adapta-

tions emerged somewhat later in the North American Arctic (HOFFECKER 2005, 128-40, ACKERMAN 1998).

Regardless of the specific timing and location, the rise of thriving maritime economies across the Arctic meant that local communities needed new equipment to both hunt and process maritime resources (FITZHUGH 1975b), and this may have contributed to the growing use of slate sources across the Arctic (HOFFECKER 2005, 123, FITZHUGH 1975a; MØLLENHUS 1975, ENGELSTAD 1985). Flat pieces of slate can easily be shaped into long blades that are ideal for slicing and scraping; they can also be easily re-sharpened to maintain their cutting edge. For example, FITZHUGH (1975a, 376-377) argues that slate would have been ideal for harpoon heads, but especially for use in intensive processing operations, which would have included slicing, butchering and blubber-cutting tasks for large sea mammals (seals, walrus, whale), as well as the routine cleaning and filleting of fish that were now being seasonally harvested on a large and relatively predictable basis. In contrast, chipped stone tools are poorly suited for these kinds of slicing activities; they are generally smaller, less good at slicing, and much harder to re-sharpen. Interestingly then, the growing use of slate across the Arctic must have had independent regional origins, and suggests that the useful properties of this rock for new kinds of task were being widely recognized.

ARCTIC CONTAINER TECHNOLOGIES: FIRED CLAY VESSELS (POTTERY)

Turning away from lithic technology for the time being, we now focus on investigating how another kind of mineral resource came to be widely used by prehistoric hunter-gatherers of the Arctic: clay. Although a universal definition of *clay* does not exist (BERGAYA & LAGALY 2006, 3), the term usually refers to small-grained soils which often contain phyllosilicate minerals and organic matter, are generally plastic when unaltered, and harden when dried or fired (GUGGENHEIM & MARTIN 1995). These latter features made clay an ideal raw material for creating a range of cultural objects. In fact, prehistoric hunter-gatherers have been procuring and manipulating clay for upwards of 30,000 years. The oldest examples of this practice come in the form of fired clay figurines from Upper Palaeolithic sites in Europe, including Dolní Věstonice in the Czech Republic (ZIMMERMAN & HUXTABLE 1971, and see: JORDAN & ZVELEBIL 2009, HOMMEL 2014 for overviews of early ceramic traditions).

The practice of using fired clay to make ceramic *containers* – i.e. pottery – emerged somewhat later, around 20,000 years ago, in China (WU et al. 2012), though it wasn’t until many millennia later that the practice was eventually adopted in the Arctic (for an overview of the global spread of pottery, see: HOMMEL 2014; and in Afro-Eurasia, see: JORDAN & ZVELEBIL 2009, SILVA et al 2013). In the European Arctic, early pottery traditions appear around 6500 years ago (SKANDFER 2005, 2009), in northern Siberia by around 5000 years ago (KUZMIN & ORLOVA 2000), and in the New World Arctic, by around 3000 years ago (GIDDINGS & ANDERSON 1986) where the tradition persisted until historic times (FRINK 2009).

Unlike stone tools, which had been a vital survival technology even during the earliest settlement of Arctic regions

by hunter-gatherers (see earlier), pottery was a technology that had been adopted into the region much later on. This raises important questions about strategic motivations – in other words, where Arctic hunter-gatherers had no choice about whether to use lithic implements to hunt animals and process resources into food and clothing, they very much did have a choice about whether to make and use pottery.

The vital role played by cultural choice is evidenced by the long delay between the initial peopling of the Arctic and the much later adoption of pottery. For example, Palae-Eskimo groups had settled across much of the North American Arctic by around 5000 years ago, yet pottery was not used in the region until some 2000 years later. Likewise, some Arctic hunter-gatherer groups went on to use pottery extensively, while others never did. Even more interestingly, there are also several instances where pottery-making traditions had rather interrupted histories: in some areas of Arctic Norway (Fig. 1-4), including the Varangerfjord, early pottery traditions were first adopted and maintained for a few generations, then dropped out of use, only to be taken up again a few centuries later (SKANDFER 2009).

All these patterns of delayed adoption, variable uptake and intermittent usage appear to suggest that pottery technologies held a rather “fragile” position within the prehistoric societies of the Arctic, and this serves to highlight an even greater puzzle: how was it that ceramic containers ever came to be used in such harsh environments in the first place? Clearly, nowhere on earth is *less* conducive to making pottery than the Arctic. This is because pottery manufacture involves a long sequence of production steps, from sourcing moist clay and gathering supplies of fuel, through to fully drying out the vessels and then firing them at sufficiently high temperatures. Many features of Arctic environments can make each and every one of these practical steps extremely challenging; clay sources are frozen for most of the year; fuel can be hard to find in the barren tundra; properly drying and firing the vessels is very difficult, especially in coastal locations in the frequently cool and foggy summer months.

Finally, completing the complex pottery production sequence requires people to stay in one place and invest their time and energy. But this may also have been problematic; humans were able to remain in the Arctic because they were able to deploy flexible survival strategies that often involved frequent moves between resource locations. They may simply not have been able to stay long enough in one location to maintain a commitment to a long-term pottery tradition. Conversely, they may have been settled in particular locations for longer periods to target seasonal resources, such as fish runs and animal migrations, but then these intense harvesting efforts may have been difficult to combine with the extra duties associated with pottery production. And once on the move again, groups may also have been reluctant to carry the heavy, breakable cooking pots with them (see: JORDAN & ZVELEBIL 2009, for a wider discussion). Arctic pottery then, is a very curious technology. Knowing the multiple obstacles faced by Arctic potters, even the simple presence of ceramic sherds in circumpolar archaeological sites raises many interesting questions about strategic choices and Arctic survival strategies. So how and why did exploitation of clay become so widespread in Arctic prehistory?

Insights into the Function of Arctic Pottery

At the most basic level then, Arctic pottery must have fulfilled some kind of important function. Unfortunately, questions about the precise function of Arctic pottery have been difficult to answer because direct evidence has been difficult to obtain; archaeologists have typically relied either on assumptions or drawn on more circumstantial evidence. However, a series of important new insights are now starting to converge; all highlight the close apparent associations between pottery adoption and the rise of Arctic maritime economies.

In general, it seems that the wider uptake of pottery technology into the Arctic may have coincided with an increasing reliance on maritime resources, including salmon runs and sealing, but especially the hunting of larger sea mammals such as whales and walrus (DUMOND 1975, 2000). Pottery adoption therefore appears to be caught up in one of the most important cultural developments in Arctic prehistory – the emergence of thriving coastal economies that in many areas supported substantial populations who lived for much of the year in permanent villages. These communities also exhibited many traits associated with hunter-gatherer “complexity”, that is, production of reliable economic surplus; seasonal storage of this surplus; concentration of socio-political within individuals and lineages, and in some cases, persistent inter-group raiding and warfare (HOFFECCKER 2005, 134-39). It seems reasonable to suggest that pottery technologies were able to occupy some kind of important functional niche within these emerging maritime economies, and indirect evidence frequently highlights the link between a commitment to pottery traditions and processing of marine resources. For example, Kodiak Island (Fig. 1-5) was occupied by diverse foraging communities, but not all maintained pottery traditions. Those that did make pottery lived close to the primary marine mammal migration routes upon which the communities relied for hunting (KNECHT 1995).

More direct insights into Arctic pottery function are now emerging, facilitated primarily by advances in biomolecular (gas chromatography-mass spectrometry) and isotopic (gas chromatography-combustion-isotope ratio mass spectrometry) methods used by archaeological scientists. These have created exciting new opportunities for studying the function of prehistoric containers (EVERSHED 1993, EVERSHED et al. 1994, CRAIG et al. 2013); this is because organic residues derived from vessel use are commonly preserved within the clay matrix and on the surface of pottery sherds (Fig. 3). These new methods characterize the residues, enabling vessel function to be established with a growing degree of precision.

To date, however, these approaches have seen only limited application to the study of Arctic container technologies. For example, SOLAZZO & ERHARDT (2007) examined the fatty acid composition of samples extracted from pottery sherds recovered from archaeological sites across the North American Arctic, including surface crusts and absorbed residues. Interestingly, all the results indicated that the vessels had been used to process aquatic resources; a follow-up study of protein from one of those sherds confirmed the presence of residues consistent with processing of pinnipeds or cetaceans (SOLAZZO et al. 2008).



Fig. 3: Example of a pottery sherd of fired clay recovered from the Thule-era Neoeskimo site at Nunalleq, Alaska (for location see Fig. 1-6). Organic residues can be seen flaking away at the top of the sherd and indicated that the vessel had been used for processing of aquatic resources (photo: Thomas F. G. Farrell).

Abb. 3: Beispiel für eine Keramikscherbe aus gebranntem Ton geborgen aus der Thule-Ära Neoeskimo Stätte von Nunalleq, Alaska (Standort siehe Abb. 1-6). Organische Rückstände, die vom oberen Rand der Scherbe abplatzen, weisen darauf hin, dass der Behälter für die Verarbeitung von aquatischen Ressourcen verwendet wurde (Foto: Thomas F. G. Farrell).

More recently, a study by FARRELL et al. (2014) also demonstrated that use of pottery at the Thule-era site at Nunalleq (Fig. 1-6), Alaska, was consistently associated with processing aquatic resources. What made this study particularly insightful was the fact that during the three hundred years in which the site had been occupied, the community had been practising a broad-based subsistence strategy involving exploitation of caribou and other terrestrial plant and animal resources. In contrast, pottery use had been highly specialized, focusing only on the processing of aquatic resources. While these results are certainly interesting, much more work still needs to be done throughout Arctic prehistory to better understand what motivated the use of pottery at different times and places, and in relation to specific socio-economic contexts, environmental factors and changing climatic conditions.

Technological Choices and Pottery Exchange Networks

In contrast to what appears to be a general association between Arctic pottery and the processing of aquatic resources, one equally intriguing feature of Arctic pottery is the persistent variability in shapes, design features and raw materials that were used in its production. Archaeologists have long been interested in documenting stylistic diversity in pottery traditions and have linked it to many factors. One older assumption was that stylistic differences simply represent separate group identities: different communities do things in different ways, and so by carefully mapping patterns of diversity and change in pottery traits, archaeologists could reconstruct historical relationships between different cultural groups (e.g. OSWALT 1955).

As with the study of changing lithic traditions (see earlier), this approach provided a useful way of building culture histories across the Arctic. For example, and as noted above, one of the most important cultural transitions in Arctic prehistory is at the Palaeoeskimo-Neoeskimo succession. Interestingly, this is also reflected by a dramatic shift in pottery styles: thin-walled, relatively well-fired, and check-stamped pottery is replaced by a suite of new traditions, generally defined by thick-walled, relatively poorly-fired, and mostly undecorated pottery. And even within particular cultural periods, more subtle stylistic differences in pottery – as with the curvilinear decorations typical of northern Alaska Neoeskimo groups – provide a useful way to distinguish cultural boundaries between co-existing cultural or ethnic groups (DE LAGUNA 1940).

More recent research is starting to explore how this stylistic diversity is generated by human agency, that is, through cultural strategies and human decision-making processes. In addition to basic decisions about vessel shapes and sizes, HARRY et al. (2009) provide a useful summary of some of the wide range of choices made in other areas of pottery production, including: (a) *the temper*, which could be either organic (marine mammal oil or blood, fish oil, grass, feathers, animal hair), inorganic (pebbles, crushed stone, sand), or a mixture of both; (b) *vessel forming techniques*, which might involve modeling a single lump of clay or combining separate slabs or coils, or a combination of all three; (c) *surface finishing and decorating*, which might involve slipping, scraping, impressing or other techniques; (d) *drying/firing techniques*, with some pottery being fired at high or lower temperatures, or simply sun-baked. These insights emphasize the role of choice and enduring tradition; pottery could be made in a wide array of different ways, even in the Arctic.

What factors might inform these production choices? At a certain level, some options would certainly have been constrained by external factors like geography and resource availability at the time of manufacture. For example, variations in the temper of Early Northern Comb Ware pottery in Finnmark, Arctic Norway, has been attributed to geographic availability of local raw materials (SKANDFER 2009); pottery recovered from the eastern Arctic, where fuel resources are in short supply, are often reported as “... poorly fired, friable vessels ...” (SCHLEDERMANN & MCCULLOUGH 1980, 837). In some choices then, Arctic potters may have been left without a wide range of alternative options, and could have been forced to make compromises.

But if some stylistic differences were certainly governed by external factors, others would have been affected by social and cultural factors, including the ways in which particular craft skills and traditions were inherited, maintained and shared between generations and across social interaction networks. In seeking to move away from a traditional emphasis on identifying bounded cultural groups and sharp cultural boundaries, SKANDFER’S (2009) analysis of Early Northern Comb Ware pottery also reveals a subtle range of stylistic similarities and differences across the region, which she, in turn, interprets as reflecting varying levels of kinship relations and social learning networks (SKANDFER 2009). In other words, these technological and decorative choices had become embedded within the wider reproduction of sociocultural life in this part of the Arctic, and had become entangled in the negotiation and solidification of prehistoric cultural identities.

Other recent work has highlighted the important role played by strategic choices within Arctic pottery-making traditions. Late prehistoric Thule-era pottery found in the Bering Strait and across parts of the North American Arctic has often been regarded as being rather crude and simplistic. HARRY et al. (2009, 33) have noted that “... *these Arctic cooking pots break nearly every engineering rule about how a ceramic cooking pot should be constructed ...*”; unusual design features include thick and porous walls, flat bottoms, and straight walls – all traits that would have limited heat conduction and induced thermal stress during heating (FRINK & HARRY 2008, HARRY & FRINK 2009). However, by drawing on experimental research and local ethnographic records, they were able to demonstrate that these vessels were far from crude, but had instead been carefully designed to compliment several other cultural strategies, including deliberate parboiling of foodstuffs to maximise nutritional content, and minimising fuel consumption so that housing would not be damaged by use of large cooking fires (FRINK & HARRY 2008, HARRY & FRINK 2009).

If Arctic pottery production required substantial investments of time and skill, then to what extent were the potentially valuable finished vessels exchanged between different communities, and how far did they move from production sites? Archaeologists can reconstruct geographic patterns in pottery production, use and final deposition because there is enormous variety in clay sources. Clays may either be a geological deposit (known as sedimentary clay), or the weathering product of a parent rock (known as residual clay) (BERGAYA & LAGALY 2006, 8), and because of the enormous potential variability in parent rocks and clay formation processes, the composition of one clay may be very different compared to any other. In northern Alaska alone, ANDERSON (2011) identified distinctive glacial, fluvial, lacustrine, shoreline, and residual clay deposits, with each source possessing a unique chemical “signature”. This diversity in sources helps archaeologists understand where the clays used in pottery originated from.

Although ceramic exchange networks have seen widespread attention in other parts of the globe, there has been only limited research on Arctic pottery, though recent case-studies highlight. Recent studies, however, highlight the potentials of this kind of research. For example, there was widespread pottery usage across the Bering Strait region during the Neoeskimo period, which also saw increasing sedentism, growing social complexity, and the rise of inter-continental exchange networks (ANDERSON et al. 2011). Additionally, ethnographic data and modern surveys have shown that clay sources in this region are not particularly widespread; moreover, some clays were considered to be of higher quality than others, and only certain individuals would have been considered experts in pottery manufacture, all of which raises the likelihood of pottery exchange between groups (FRINK 2009, ANDERSON 2011).

To investigate the extent to which pottery had been exchanged between communities, ANDERSON et al. (2011) performed chemical analyses (neutron activation analysis, NAA) of pottery sherds recovered from a series of archaeological sites in northwest Alaska. They identified three macrogroups in the clays being used, and while most of these groupings appear to have been closely related to geographic factors (i.e. local

groups used local clay sources), several sites also had pottery from all three chemical macrogroups, suggesting movement of pottery between increasingly sedentary groups (ANDERSON et al. 2011). Although these results are somewhat preliminary, they raise further questions about the potential role of pottery within Arctic exchange networks, and the extent to which particular clay sources and potters’ skills could become valuable prehistoric commodities.

EXPLOITATION OF SOAPSTONE: A RIVAL MATERIAL TO CLAY?

As we explored above, stone had obvious value to all Arctic peoples, but the place of pottery within Arctic lifeways had always been somewhat more precarious. This was especially the case in the North American Arctic, where clay-made containers faced a direct technological “rival”: *soapstone*. As Palaeoeskimo groups moved eastwards across North America about 4500 years ago, they found themselves within the vast geological region known as the Canadian Shield, an area characterized by exposed igneous and metamorphic rocks. One of the rocks that can be sourced in some parts of this area is soapstone (steatite), a relatively soft rock composed primarily of talc. These features meant that soapstone could be easily carved into a range of useful forms.

Soapstone went on to become the material of choice for cooking vessels and blubber lamps in a vast area stretching from the High Arctic through to Newfoundland (Fig. 4). The scale of soapstone use by these communities is not only evidenced by the abundance of soapstone artefacts at archaeological sites, but also highlighted by quarry sites like Fleur de Lys in Newfoundland (Fig. 1-8), where the outlines of countless vessels can still be seen carved in the soapstone outcrops (ERWIN 2001).

The curious relationship between “rival” clay and soapstone container technologies becomes even more interesting during the Thule Inuit (Neoeskimo) migrations into the eastern North America Arctic around 1000 years ago. Originating from the Bering Strait region, these later groups had already been using clay to make their pots and lamps for some 500 years. However, clay sources are much less frequent in the Canadian Shield, plus the lack of driftwood in the High Arctic, may also have meant that there was a shortage of fuel for firing pottery. In addition, fragile pottery may also be less suitable for frequent transport than more durable soapstone vessels (ARNOLD & STIMMEL 1983); soapstone also withstands thermal stress and retains heat more effectively than pottery (FRINK et al. 2012). Given this combination of factors, it should come as no surprise that the Thule Inuit almost completely abandoned their ancestral pottery traditions during this eastern stage of their dispersal.

But interestingly, some lingering knowledge of pottery making traditions must have persisted within migrating Thule Inuit communities as ceramics have been found at several early Neoeskimo in the Canadian High Arctic, and even as far east as Greenland (SCHLEDERMANN & MCCULLOUGH 1980). It even co-occurs with soapstone at a number of sites in the Coronation Gulf (Fig. 1-9), even where soapstone sources are located quite near (e.g. MORRISON 1991). Also, a sherd of



Fig. 4: Example of a complete Dorset Palaeoeskimo soapstone vessel recovered from Port au Choix archaeological site, Newfoundland (photo: Patricia Wells; reproduced with permission).

Abb. 4: Beispiel für einen vollständigen Specksteinbehälter der Dorset Palaeoeskimo geborgen aus der archäologischen Ausgrabung von Port au Choix, Neufundland (Foto: Patricia Wells, mit Erlaubnis wiedergegeben).

pottery that had originally been manufactured in Alaska was later recovered on Ellesmere Island in the eastern Canadian Arctic, suggesting at least some *ultra* long-range movement of finished pottery across Arctic landscapes (SCHLEDERMANN & McCULLOUGH 1980, McCULLOUGH 1989). In general then, the fact that pottery traditions were able to “hang on” within Thule Inuit communities even after they had left Alaska may indicate that ceramic containers possessed some kind of enduring sociocultural significance, despite the many practical and functional advantages exhibited by soapstone vessels.

Despite this enduring cultural affinity with clay, the fact remains that soapstone “won out” as the favoured vessel technology in most Neoeskimo communities. Soapstone vessels came to enjoy great demand across the Arctic, even in communities those who did not live near local geological sources. Over time, these kinds of local geological “deficits” appear to have triggered the emergence of vast soapstone exchange networks, which linked the quarries of the High Arctic to distant consumers (MORRISON 1991). For example, soapstone sources around the Coronation Gulf (Fig. 1-9) provided finished vessels, which were traded westwards towards Alaska. By the early historic period, virtually all cooking-vessels from Kotzebue Sound northward were made from Coronation Gulf soapstone; some of these soapstone vessels were also traded as far as sites in northeast Siberia (MORRISON 1991).

Given these dramatic shifts in the use of “rival” container technologies in prehistoric North American Arctic, it is difficult to reconcile the assumption that pottery must somehow have served as an essential functional tool – or important sociocultural artefact – with the fact that it was quickly and almost completely abandoned in favour of soapstone. But although clay containers eventually “lost out” to soapstone technologies, these stone vessels were also discarded in favour of the metal cooking pots that were circulated across the Arctic in later historical periods. These kinds of rapid adoption/abandonment sequences were probably due to the nature of life in

the Arctic, where people have always had to carefully balance technological, sociocultural, and environmental factors in their attempts to survive and maintain viable communities. Every aspect of prehistoric life in the Arctic – including use of rocks and minerals – would have been caught up in the daily decisions and seasonal strategies that formed part of that relentless struggle.

VALUE AND LONG-DISTANCE EXCHANGE: RAMAH CHERT, COPPER AND METEORIC IRON

Soapstone was not the only geological resource to be circulated widely during Arctic prehistory. We will complete this paper by exploring what factors led to the long-distance exchange of some other “rare” rocks and minerals: Ramah chert, iron and copper.

Ramah chert

In the first case we must leave the Arctic proper and enter the sub-Arctic region of northern Labrador. There, nestled in the mountainous area between Nachvak Fiord and Saglek Fiord, exists a 1200-1500 million year old lithic source known as Ramah chert (GRAMLY 1978, Fig. 1-10). This highly-distinctive rock can only be acquired at this single narrow outcrop (GRAMLY 1978, LORING 2002). Interestingly, the earliest Pre-Dorset Palaeoeskimos who entered the region upwards of 4000 years ago scarcely used Ramah chert, and only very low frequencies of the material have ever been recovered from these early occupation phases (LORING 2002, 172). Use of Ramah chert becomes more widespread during the Groswater period, which is the transitional phase of Palaeoeskimo occupation in eastern Canada, and appears in higher frequencies in sites from Northern Labrador all the way to Newfoundland (LORING 2002). However, it was not until the Dorset period proper that Ramah chert became the raw material of choice among eastern Palaeoeskimos. During this period (2500-800 BP) Ramah chert is virtually the only material used in stone-tool production in Labrador (LORING 2002), and the widespread presence of Ramah chert has also been noted at Dorset sites in Newfoundland (ANSTEY & RENOUF 2011), the coast of Ungava Bay (MONCHOT et al. 2013), and on Baffin Island (ODESS 1998). The fact that Ramah chert found in these areas is more than 1000 km from its only geological source provides a clear indication of the importance it must have held among the Late Palaeoeskimo groups of eastern Canada.

The long-distance exchange of Ramah chert has been linked to several possible motivations: first, unlike the many other variants of chert used by Arctic hunter-gatherers to make tools Ramah chert has a unique and highly-distinctive ice-like appearance (GRAMLY 1978, LORING 2002), which may have been considered attractive by prehistoric peoples; second, Ramah chert has been shown to have superior flaking properties relative to other cherts (GRAMLY 1978). This realization may have led certain Arctic peoples to value Ramah chert above other lithic sources; third, acquisition, possession and onward exchange of this distinctive chert may have been used as a way of strengthening sociocultural connections among groups living within and between particular regions (LORING 2002, ANSTEY & RENOUF 2011).

While the widespread use of pottery by prehistoric peoples of the Arctic may have been surprising, we close out this discussion by examining a geological resource whose use among hunter-gatherer societies is perhaps even more atypical: metal. For various geological reasons, some prehistoric communities of the Arctic were able to gain access to copper or to iron, or sometimes both. That is not to say that all prehistoric peoples of the Arctic were using metals; some groups had no access to the materials at all. However, certain Arctic groups had already become heavily dependent on using metals long before the historic times that brought trade contacts with Europeans.

Iron was perhaps the metal of greatest importance to Arctic peoples, and one important source was located in the Arctic proper, at Cape York in Greenland (Fig. 1-11). This site has around 58 tons of iron-bearing meteoric fragments, and these have been exploited by Arctic hunter-gatherer groups for at least 2000 years. The first pieces of meteoric iron appear in Late Palaeoeskimo contexts in the High Arctic (MCCARTNEY & MACK 1973, MCGHEE 1984), and although the full extent to which Late Palaeoeskimo groups relied on this material is unknown, its use may have been more important than often assumed, as awls, endblades, engraving tools and other objects made from meteoric iron have all been recovered from Late Dorset Palaeoeskimo contexts (HOLLY 2013).

In contrast, the importance of iron tools to Neoeskimo groups living in and around the Bering Strait region has been much more widely acknowledged (see MCCARTNEY & MACK 1973 for a general overview). The iron used in this region was not from local sources, but originated in East Asia, and was traded up into the Arctic via extensive exchange networks that spanned Siberia and led to the complex urban societies of China. Archaeologists have argued that many new technological innovations would have been made possible after adoption of iron into the hunter-gatherer communities of the Bering Strait, and that this must have had major socio-economic consequences. Perhaps not surprisingly, it first starts to appear in some of the earliest Neoeskimo sites in the Bering Strait region, and may even have been the catalyst for the emergence of a new kind of “complex” hunter-gatherer culture that was heavily reliant on harvesting large marine mammals; these groups eventually expanded outwards across the North American Arctic in the form of the Thule Inuit dispersal (MASON 1998).

This replacement of earlier Palaeoeskimo Dorset culture by these expanding Thule Inuit communities is one of the most important cultural developments in Arctic prehistory (HOFFECCKER 2005, 135). Recent research suggests that it was a very rapid migration, taking place in just a number of decades, with Thule groups moving from Amundsen Gulf in the west, and reaching Greenland around 1000 BP (FRIESEN 2016). Given its importance for Arctic prehistory, the causes of the Thule migration have seen extensive debate (FRIESEN 2016).

Some archaeologists have even suggested that the Thule migration was triggered by the quest to access the alternative sources of (meteoric) iron that were located in Greenland; if this argument is correct, it would represent a very powerful

instance of geological materialism shaping the entire course of Arctic prehistory. Thule people may have first heard about the distant Greenlandic iron sources via their encounters with Late Dorset peoples; the Thule were already making extensive use of Asian iron, but this had to be traded in over long distances, and so the opportunity to both acquire, and control the exchange of, high-quality iron from another location may have become a powerful motivation to move closer to that secondary source (MCGHEE 1984, GULLØV & MCGHEE 2006).

Whether access to Cape York’s meteoric iron was the primary cause of the Thule Inuit migration is yet unclear, there is general agreement that iron implements quickly became an integral part of Thule tool-kits after they arrived into the High Arctic. Importantly, the role of iron in Thule communities underwent a significant shift: in the west (Bering Strait region and Alaska) the Asian iron had primarily been used for engraving and decorating tools and objects that were made from other materials (e.g. bone) but in the eastern Arctic, iron was now being used widely for projectile points and knife blades (MCCARTNEY & MACK 1973, MCCARTNEY & KIMBERLIN 1988).

As Thule groups consolidated their presence across the North American Arctic and Greenland, they also supplemented their use of local meteoric iron with additional supplies that could occasionally be acquired through contacts with the Norse pioneers who were expanding outwards into the North Atlantic rim, settling in Greenland and exploring eastern North America (DUGMORE et al. 2007). In fact, much of the iron recovered from later Thule sites in the High Arctic and Greenland may originally have been Norse in origin (MCCARTNEY & MACK 1973); some of this was probably reworked into new tools, but a range of Norse implements has also been recovered from Thule sites, including chain-mail, knives, spikes, and other objects (HOLLY 2013, 118).

Thule Inuit uses of iron expanded even further in more recent times, as trade contacts with Russians and Europeans intensified. By the 19th Century iron from the Hudson Bay Company was also being widely circulated up into the High Arctic (MORRISON 1987, 4). In fact, such was the importance of this metal for later Thule Inuit communities that MCGHEE (1984, 15) has argued that they should rightly be defined as an “Iron Age” people, not a label that one would expect to be given to prehistoric hunter-gatherer societies living in remote Arctic environments.

Copper was also exploited in some parts of the prehistoric Arctic, but to a lesser extent than iron. In the North American Arctic, the primary sources of this metal are located in the Coronation Gulf area (Fig. 1-9): in the Copper Mountains west of the Coppermine River mouth; near Prince Albert Sound on Victoria Island; on islands in the Bathurst Inlet (JENNESS 1923). Use of the copper sources in this area has an extended history; a few copper artefacts have been recovered from Late Dorset archaeological sites in the High Arctic (MCGHEE 1984). However, exploitation appears to have intensified after the arrival of the Thule Inuit into the area after 1000 BP (MORRISON 1987). No doubt, the growing popularity of copper in Thule communities was linked to its softness, malleability and durability, all features, which would have enabled it to be shaped and hammered into a variety of useful objects.

Thule-era assemblages from this region frequently include copper ulus, needles, end-blades, barbs, knives, bracelets and rivets (MORRISON 1987).

Of course, the Thule-era groups living along the Coronation Gulf were also producing the highly-coveted soapstone vessels (see earlier) as well as extracting and working local copper. But although the soapstone artefacts were circulated over vast distances, the copper never really played a major role in these wider exchange networks (MORRISON 1991). The reasons for these differences remain unclear, but may be linked to the fact that Thule groups living further to the west were already making widespread use of iron acquired from Asian sources, and had little additional need for additional imports of copper (MCCARTNEY & MACK 1973, MORRISON 1991). In contrast, the Thule communities living along and around the Coronation Gulf were distant from Asian and also Greenlandic iron sources, and this perhaps encouraged use of local copper until well into the historic period. For a time, these local sources of copper were supplemented by supplies of European copper, which was acquired through both trade and scavenging from ship wrecks. But eventually, copper use also declined here as European iron eventually took over as the metal of choice (MORRISON 1987). Interestingly, descendent communities still living in this region were traditionally known as “Copper Inuit”, highlighting the ancestral exploitation of these local mineral resources.

CONCLUSION: ARCTIC GEOSCIENCES AND THE “PEOPLE BEHIND THE ROCKS”

This paper has examined how hunter-gatherer societies were making widespread “subsistence” use of Arctic minerals for much of the last 30,000 years. Through numerous case studies we have seen that this sustained exploitation of geological resources involved diverse rocks and minerals, through to use of clays and meteoric metal sources. Studying how and why past societies made use of these mineral resources is an important task for Arctic Archaeology because it demands consideration of the complex range of factors that motivated innovation processes and shaped past technological traditions. Furthermore, understanding exactly how, why, where and when particular sets of geological resources were being sourced and converted into cultural objects can shed light on migrations, interaction networks and long-term cultural transformations.

Clearly then, studying the role of mineral resources in Arctic prehistory is far from a simple exercise in geological determinism. The real goal is to reconstruct and explain the long-term cultural dynamics of Arctic societies, that is, to better understand the life-ways of the “people behind the rocks”. Archaeologists study use of Arctic mineral resources as one entry point into examining how and why past circumpolar societies were making creative use of a wide range of natural resources to adapt, survive and maintain viable cultural and biological life-ways within particular palaeoecological, palaeoclimatic and geological contexts.

Importantly then, this emphasis on situating prehistoric societies within earlier environmental settings means that Arctic Archaeology can align itself with a broader inter-disciplinary

vision for Arctic Geosciences, whose overarching goal is to understand long-term change in the Arctic, including the complex role played by humans in circumpolar environments. Improved cooperation between archaeology and other fields of Arctic Geosciences will undoubtedly lead to a much more complete picture of past human occupations of the northern world, and there are numerous ways in which improved cooperation can address emerging questions in Arctic Archaeology: First, many circumpolar archaeological sites are embedded in frozen and/or permafrost contexts, or are situated along eroding coastlines whose maritime resources were of crucial importance for past hunter-gatherers. Archaeologists need to improve collaboration with environmental and climatic scientists to understand better the growing impacts of modern climate change on vulnerable archaeological sites before they are lost to rising sea-levels and melting permafrost (see: BLANKHOLM 2009).

Second, higher-resolution records of past climatic, ecological, environmental and oceanographic (e.g. sea ice) conditions can provide a much more complete picture of the past worlds in which past Arctic hunter-gatherers adapted and survived.

Third, and related to the last point, the creation of higher-resolution radiocarbon chronologies across more areas of the Arctic can provide the essential framework for linking shifts in past climates and environments to human cultural responses.

In conclusion, Arctic Archaeology can play a key role within Arctic Geosciences by highlighting the closely interconnected human *and* environmental histories that have shaped both the past and present of the circumpolar Arctic, and which are now set to define its increasingly uncertain future.

References

- Ackerman, R.E. (1998): Settlements and sea mammal hunting in the Bering-Chukchi Sea region.- *Arctic Anthropology* 25 (1): 52-79.
- Anderson, S.L. (2011): From Tundra to Forest: Ceramic Distribution and Social Interaction in Northwest Alaska.- Unpubl. PhD Thesis, University of Washington.
- Anderson, S.L., Boulanger, M.T. & Glascock, M.D. (2011): A new perspective on Late Holocene social interaction in Northwest Alaska: results of a preliminary ceramic sourcing study.- *J. Archaeological Sci.* 38 (5): 943-955.
- Anstey, R.J. & Renouf, M.A.P. (2011): Down the Labrador: Ramah chert use at Phillip's Garden, Port au Choix.- In: M.A.P. RENOUF (ed), *The Cultural Landscapes of Port au Choix*. Springer, 189-207.
- Arnold, C.D. & Stimmell, C. (1983): An analysis of Thule pottery.- *Canadian J. Archaeology* 7 (1):1-21.
- Basilyan, A.E., Anisimov, M.A., Nikolskiy, P.A. & Pitulko, V.V. (2011): Woolly mammoth mass accumulation next to the Paleolithic Yana RHS site, Arctic Siberia: its geology, age, and relation to past human activity.- *J. Archaeological Sci.* 38 (9): 2461-2474.
- Bergaya, F. & Lagaly, G. (2006): General introduction: clays, clay minerals, and clay science.- In: F. BERGAYA, B.K.G THENG, G. LAGALY (eds), *Handbook of Clay Science*. Oxford: Elsevier, 1-18.
- Bjerck, H.B. (2008): Norwegian Mesolithic trends: a review.- In: G. BAILEY & P. SPIKINS (eds.), *Mesolithic Europe*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 60-106.
- Bjerck, H.B. (2009): Colonizing seascapes: comparative perspectives on the development of maritime relations in Scandinavia and Patagonia.- *Arctic Anthropology* 46: 118-131.
- Blankholm, H.P. (2009): Long-term research and cultural resource management strategies in light of climate change and human impact.- *Arctic Anthropology* 46 (1-2): 17-24.
- Brooks, A.H., Abbe, C. & Goode, R.U. (1906): *The Geography and Geology of Alaska*.- Washington. US Government Printing Office.
- De Laguna, F. (1940): Eskimo lamps and pots.- *J. Royal Anthropological Inst. Great Britain and Ireland*, 70 (1): 53-76.
- Dikov, N.N. (1988): The earliest sea mammal hunters of Wrangell Island.- *Arctic Anthropology* 25 (1): 80-93.

- Dionne, M.-M. & Chabot, J. (2006): Traceology, the missing link of Nunavik's chaîne opératoire: potential and forthcoming studies.- In: J. ARNEBORG & B. GRØNNOW (eds), Dynamics of Northern Societies, National Museum Studies in Archaeology and History 10: 45-52.
- Dugmore, A.J., Keller, C. & T.H. McGovern (2007): Reflections on climate change, trade, and the contrasting fates of human settlements in the North Atlantic islands.- *Arctic Anthropology* 44: 12-36.
- Dumond, D.E. (1975): Coastal adaptation and cultural change in Alaskan Eskimo prehistory.- In: W.W. FITZHUGH (ed), *World Anthropology: prehistoric maritime adaptations of the circumpolar zone*. The Hague: Mouton, 167-180.
- Dumond, D.E. (2000): The Norton Tradition.- *Arctic Anthropology* 37 (2): 1-22.
- Eigeland, L. (2006): What were the choices? How the concept of the chaîne opératoire and experimental archaeology can be used to evaluate the quality of raw material.- In: J. ARNEBORG & B. GRØNNOW (eds), Dynamics of Northern Societies. National Museum Studies in Archaeology and History Vol. 10: 53-58.
- Engelstad, E. (1985): The Late Stone Age of Arctic Norway: a review.- *Arctic Anthropology* 22 (1): 79-96.
- Erwin, J.C. (2001): A prehistoric soapstone quarry in Fleur de Lys, Newfoundland.- PhD Thesis, Dept. Archaeology, Univ. Calgary.
- Evershed, R.P. (1993): Biomolecular archaeology and lipids.- *World Archaeology* 25 (1): 74-93.
- Evershed, R.P., Arnot, K.I., Collister, J., Eglinton, G. & Charters, S. (1994): Application of isotope ratio monitoring gas chromatography-mass spectrometry to the analysis of organic residues of archaeological origin.- *Analyst* 119: 909-914.
- Farrell, T.F.G., Jordan, P., Tache, K., Lucquin, A., Gibbs, K., Jorge, A., Britton, K., Craig, O.E. Knecht, R. (2014): Specialized processing of aquatic resources in prehistoric Alaskan pottery? A lipid-residue analysis of ceramic sherds from the Thule-period site of Nunalleq, Alaska.- *Arctic Anthropology* 51 (1): 86-100.
- Fitzhugh, W. (1975a): Prehistoric maritime adaptations of the circumpolar zone.- The Hague: World Anthropology.
- Fitzhugh, W. (1975b): A comparative approach to northern maritime traditions.- In: W.W. FITZHUGH (ed), *World Anthropology: prehistoric maritime adaptations of the circumpolar zone*. The Hague: Mouton. 339-386.
- Friesen, M. (2016): Pan-Arctic population movements: the early Palaeo-Inuit and Thule-Inuit migrations.- In: T. M. FRIESEN & O.K. MASON (eds). *The Oxford Handbook of the Prehistoric Arctic*. Oxford: Oxford University Press, pp. 378-392.
- Frink, L. (2009): The social role of technology in coastal Alaska.- *Internat. J. Historical Archaeology* 13: 282-302.
- Frink, L. & Harry, K.G. (2008): The beauty of "ugly" Eskimo cooking pots.- *American Antiquity* 73 (1): 103-120.
- Frink, L., Glazer, D. & Harry, K.G. (2012): Canadian Arctic soapstone cooking technology.- *North American Archaeologist* 33 (4): 429-449.
- Giddings, J.L. & Anderson, D.D. (1986): Beach ridge archaeology of Cape Krusenstern: Eskimo and pre-Eskimo settlements around Kotzebue Sound, Alaska.- *Publicat. Archaeology* 20. Nat. Park Service, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C.
- Gjessing, G. (1975): Maritime adaptations in northern Norway's prehistory.- In: W.W. FITZHUGH (ed), *World Anthropology: prehistoric maritime adaptations of the circumpolar zone*. The Hague: Mouton, 87-100.
- Goebel, T. & Buvit, I. (2011). From the Yenisei to the Yukon: interpreting lithic assemblage variability in Late Pleistocene/Early Holocene Beringia. *Texas A&M University Press, College Station*.
- Goebel, T., Waters, M.R. & Dikova, M. (2003): The archaeology of Ushki Lake, Kamchatka, and the Pleistocene peopling of the Americas.- *Science* 301 (5632): 501-505.
- Guggenheim, S. & Martin, R.T. (1995): Definition of clay and clay mineral: joint report of the AIPEA nomenclature and CMS nomenclature committees.- *Clay and Clay Minerals* 43 (2): 255-256.
- Gulløv, H.C. & McGhee, R. (2006): Did Bering Strait people initiate the Thule migration?.- *Alaska J. Anthropology* 4: 54-63.
- Gramly, R.M. (1978): Lithic source areas in northern Labrador.- *Arctic Anthropology* 15 (2): 36-47.
- Grønnow, B. & Sørensen, M. (2006): Palaeo-eskimo migrations into Greenland: the Canadian connection.- In: J. ARNEBORG & B. GRØNNOW (eds), Dynamics of Northern Societies. National Museum Studies in Archaeology and History Vol. 10: 59-74.
- Harry, K.G. & Frink, L. (2009): The arctic cooking pot: why was it adopted?.- *American Anthropologist* 111 (3): 330-343.
- Harry, K.G., Frink, L., O'Toole, B. & Charest, A. (2009): How to make an unfired clay cooking pot: understanding the technological choices made by Arctic potters.- *J. Archaeological and Method and Theory* 16 (1): 33-50.
- Hoffecker, J.F. (2005): A prehistory of the north: human settlement of the higher latitudes.- New Brunswick, N.J: Rutgers University Press.
- Holly Jr., D.H. (2013): History in the Making: The Archaeology of the Eastern Subarctic. Maryland: AltaMira Press.
- Hommel, P. (2014): Ceramic technology.- In: V. CUMMINGS, P. JORDAN & M. ZVELEBIL (eds), *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Hunter-Gatherers*. Oxford, Oxford Univ. Press, 663-693.
- Jordan, P. & Zvelebil, M. (2009). Ex oriente lux: the prehistory of hunter-gatherer ceramic dispersals.- In: P. JORDAN & M. ZVELEBIL (eds), *Ceramics before farming: the dispersal of pottery among prehistoric Eurasian hunter-gatherers*. UCL Institute of Archaeology Publications, Walnut Creek, Left Coast Press, Inc., 33-89.
- Jenness, D. (1923): Origin of the Copper Eskimos and their copper culture.- *Geograph. Rev.* 13 (4): 540-551.
- Knecht, R.A. (1995): The Late Prehistory of the Alutiiq People.- Ann Arbor, University Microfilms.
- Knuth, E. (1954): The Paleo-eskimo culture of northeast Greenland elucidated by three new sites.- *American Antiquity* 19 (4): 367-381.
- Kornfield, M. & Politis, G.G. (2014): Into the Americas: the earliest hunter-gatherers in an empty continent.- In: V. CUMMINGS, P. JORDAN & M. ZVELEBIL (eds), *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Hunter-gatherers*. Oxford, Oxford Univ. Press, 405-433.
- Kruse, F. (2016): Historical perspectives – The European commercial exploitation of arctic mineral resources after 1500 AD.- *Polarforschung* 86: 15-26.
- Kuzmin, Y.V. & Orlova, L.A. (2000): The Neolithization of Siberia and the Russia Far East: radiocarbon evidence.- *Antiquity* 74 (284): 356-364.
- Lazenby, M.E.C. (1980): Prehistoric sources of chert in northern Labrador: field work and preliminary analyses.- *Arctic* 33 (3): 628-645.
- Loring, S. (2002): And they took away the stones from Ramah: lithic raw material sourcing and eastern Arctic archaeology.- In: W.W. FITZHUGH, S. LORING & D. ODESS (eds), *Honoring our elders: a history of eastern Arctic archaeology*. Washington, D.C., Arctic Studies Center, 163-185.
- Mason, O.K. (1998): The contest between the Ipiutak, Old Bering Sea, and Birnirk polities and the origins of whaling during the first millennium A.D. along Bering Strait.- *J. Anthropological Archaeology* 17: 240-325.
- McCartney, A.P. & Mack, D.J. (1973): Iron utilization by Thule Eskimos of central Canada.- *American Antiquity* 38 (3): 328-339.
- McCartney, A.P. Kimberlin, J. (1988): The Cape York meteorite as a metal source for prehistoric Canadian Eskimos.- *Meteoritics* 23: 288.
- McCullough, K.M. (1989): The Ruin Islanders: Early Thule Culture Pioneers in the Eastern High Arctic.- *Archaeological Survey of Canada Mercury Series Paper*, Ottawa, Canadian Museum of Civilization Paper 141.
- McGhee, R. (1980): Technological change in the prehistoric Eskimo cultural tradition.- *Canadian J. Archaeology* 4: 39-52.
- McGhee, R. (1984): The timing of the Thule migration.- *Polarforschung* 54: 1-7.
- Milne, S.B. (2005): Palaeo-Eskimo novice flintknapping in the eastern Canadian Arctic.- *J. Field Archaeology* 30 (3): 329-345.
- Milne, S.B., Park, R.W., Hamilton, A.C. & Fayek, M.J. (2011): Chert sourcing and Palaeo-eskimo raw material use in the interior of southern Baffin Island, Arctic Canada.- *Canadian J. Archaeology* 35: 117-142.
- Mochanov, Y.A. (1977): Peopling of north-east Asia: earliest stages.- *Novosibirsk, Nauka* (in Russian).
- Møllenhuis, K.R. (1975): Use of slate in the circumpolar region.- In: W.W. FITZHUGH (ed), *World Anthropology: prehistoric maritime adaptations of the circumpolar zone*. The Hague, Mouton, 57-74.
- Monchot, H., Houmard, C., Dionne, M.-M., Desrosiers, P.M. & Gendron, D. (2013): The modus operandi of walrus exploitation during the Palaeo-eskimo period at the Tayara site, Arctic Canada.- *Anthropozoologica* 48: 15-36.
- Morrison, D.A. (1987): Thule and historic copper use in the Copper Inuit area.- *American Antiquity* 52: 3-12.
- Morrison, D. (1991): The Copper Inuit soapstone trade.- *Arctic* 44 (3): 239-246.
- Mull, C.G. (1995): The geological distribution of chert in the Brooks Range.- *Alaska Div. Geol. & Geophys. Surv. Public Data File* 95-32. doi: 10.14509/1711
- Nikolskiy, P.-A. & Pitulko, V.V. (2013): Evidence from the Yana Palaeolithic site, Arctic Siberia, yields clues to the riddle of mammoth hunting.- *J. Archaeological Science* 40 (12): 4189-4197.
- Odess, D. (1998): The archaeology of interaction: views from artifact style and material exchange in Dorset society.- *American Antiquity* 63 (3): 417-435.
- Oswalt, W. (1955): Alaskan pottery: a classification and historical reconstruction.- *American Antiquity* 21: 32-43.
- Pavel, P., Svendsen, J.I. & Indrelid, S. (2001): Human presence in the European Arctic nearly 40,000 years ago.- *Nature* 413: 64-67.
- Pitulko, V.V. (2001): Terminal Pleistocene – Early Holocene occupation in northeast Asia and the Zhokov assemblage.- *Quat. Sci. Rev.* 20: 267-275.
- Pitulko, V.V. (2011): The Berelekh Quest: a review of forty years of research in the mammoth graveyard in northeast Siberia.- *Geoarchaeology* 26: 5-32.
- Pitulko, V.V., Nikolsky, P.A., Girya, E.Yu., Basiyany, A.E., Tumskoy, V.E., Koulakov, S.A., Astakhov, S.N., Pavlova, E.Yu. & and Anisimov, M.A.

- (2004): The Yana RHS site: humans in the Arctic before the last glacial maximum.- *Science* 303 (5654): 52-56.
- Robinson, J.* (2014): The first hunter-gatherers.- In: V. CUMMINGS, P. JORDAN & M. ZVELEBIL (eds). *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Hunter-Gatherers*. Oxford, Oxford Univ. Press, 177-190.
- Schledermann, P. & McCullough, K.* (1980): Western elements in the early Thule culture of the eastern High Arctic.- *Arctic*, 33: 833-841.
- Skandfer, M.* (2005): Early, Northern Comb Ware in Finnmark: the concept of Säräisniemi 1 reconsidered.- *Fennoscandia Archaeologica* XXII: 3-27.
- Simonsen, P.* (1975): When and why did occupational specialization begin at the Scandinavian north coast.- In: W.W. FITZHUGH (ed), *World Anthropology: prehistoric maritime adaptations of the circumpolar zone*. The Hague, Mouton, 75-86.
- Skandfer, M.* (2009): All change? Exploring the role of technological choice in the Early Northern Comb Ware of Finnmark, Arctic Norway.- In: P. Jordan & M. Zvelebil (eds), *Ceramic Before Farming*. California, Left Coast Press, Inc., 347-373.
- Solazzo, C. & Erhardt, D.* (2007): Analysis of lipid residues in archaeological artefacts: sea mammal oil and cooking practices in the Arctic.- In: H. BARNARD & J.W. EERKENS (eds), *Theory and Practice of Archaeological Residue Analysis*. Oxford, British Archaeological Rep. IS 1650: 161-178.
- Solazzo, C., Fitzhugh, W.W. & Rolando, C.* (2008): Identification of protein remains in archaeological potsherds by proteomics.- *Analytical Chemistry* 80 (12): 4590-4597.
- Sørensen, M.* (2006): The chaîne opératoire applied to Arctic archaeology.- In: J. ARNEBORG & B. GRØNNOW (eds), *Dynamics of Northern Societies*, National Museum Studies in Archaeology and History. Copenhagen, Nationalmuseet, Vol. 10: 31-44.
- Svendsen, J.I. & Pavlov, P.* (2003): Mamontovaya Kurya – an enigmatic, nearly 40,000 years old Palaeolithic site in the Russian Arctic.- In: J. ZILHÃO & F. D'ERRICO (eds), *The Chronology of the Aurignacian and the Transitional Technocomplexes: Dating, Stratigraphies, Cultural Implications*. *Trabalhos de Arqueologia*, Lisboa, 109-120.
- Wu, X., Zhang, C., Goldberg, P., Cohen, D., Pan, Y., Arpin, T. & Bar-Yosef, O.* (2012): Early pottery at 20000 years ago in Xianrendong Cave, China.- *Science* 336 (6089): 1696-1700.
- Zimmerman, D.W. & Huxtable, J.* (1971): Thermoluminescent dating of Upper Palaeolithic fired clay from Dolní Věstonice.- *Archaeometry* 13: 53-57.

Historical Perspectives – The European Commercial Exploitation of Arctic Mineral Resources After 1500 AD

by Frigga Kruse¹

Abstract: This paper focuses on the commercial exploitation of Arctic mineral resources by European newcomers to the region. Minerals in demand were extracted in the North and transported to European markets for financial gain. This practice is bound up in the wider colonial history of the North and its discovery and utilisation by individuals, companies, and nation states intent on making profits and claiming territory. The general processes at work are illustrated using four case studies: Frobisher’s “black ore” from Baffin Island; the company-controlled extraction of Greenland cryolite; the “resource frontier frenzy” at Nome; and the race for coal in the no man’s land of Spitsbergen. Such mineral-based processes set the scene for the emergence of the modern Arctic as a resource frontier region, which is currently seeing renewed interest from cooperations and nation states.

Zusammenfassung: Dieser Artikel konzentriert sich auf die kommerzielle Ausbeutung von arktischen Bodenschätzen durch europäische Neuankömmlinge in der Region. Auf Nachfrage wurden Minerale und Erze im Hohen Norden abgebaut und für finanzielle Bereicherung auf den europäischen Markt transportiert. Diese Praxis ist ein Teil der breiteren Kolonialgeschichte des Nordens und seiner Entdeckung und Nutzung durch Privatpersonen, Unternehmen oder Nationalstaaten, die beabsichtigten, Profit zu schlagen und neue Territorien zu beanspruchen. Die allgemeinen Prozesse, die hierbei vorstättengen, werden anhand von vier Fallstudien dargestellt: Frobishers „schwarzes Erz“ von der Baffininsel; die durch ein Unternehmen gesteuerte Extraktion von grönländischem Kryolith; die „Ressourcengrenzgebietraserei“ in Nome; und der Wettlauf um Steinkohle im Niemandsland von Spitzbergen. Diese grundstoffbasierten Prozesse setzen die Entstehung der modernen Arktis als „Ressourcengrenzgebiet“ in Szene, welche derzeit erneut Interesse von Kooperationen und Nationalstaaten auf sich zieht.

INTRODUCTION

Humans have been living in the Arctic for more than 30,000 years (PAVEL et al. 2001, PITULKO et al. 2004). For many millennia, their use of Arctic minerals and rocks was primarily for tool-making as an essential part of their subsistence strategies, though some long-range exchange networks also emerged, leading to the movement of certain highly-prized materials like chert. Though these resources no doubt had social and symbolic value, and could be exchanged and displayed, at no stage were these resources being extracted and transported for commercial profit, that is, to create wealth. Therefore, the arrival of European explorers and traders into the margins of the Arctic world around 500 years ago marks a new phase in the human uses of Arctic mineral resources.

With little prior knowledge of the Arctic, the early European expeditions were driven by a range of factors. In fact, many were driven by motivations other than to mine Arctic minerals; the explorers wanted, for example, to discover new

sea routes to the Orient, which would deliver lucrative trade opportunities. Their first encounters with – and reactions to – local mineral resources were therefore opportunistic and speculative, commonly leading to mistakes and false hopes. Over time, these relationships changed as knowledge of the Arctic grew and external demands for mineral resources increased from the sixteenth through to the twentieth century. This paper aims to give a broad-brush overview of the European commercial exploitation of Arctic mineral resources over the last five centuries. These provide an important historical context to modern debates about the Arctic as a “new” resource frontier, with exciting commercial opportunities opening up due to the melting sea ice and new seaways.

The historical overview plots substantial changes in commercial exploitation of the Arctic. These transformations are illustrated by four case studies. Each has been chosen on the grounds of geographical spread (Fig. 1) as well as different historical contexts in order to illustrate similarities and differences through space and time.

1) Frobisher’s voyages to Arctic Canada in the late sixteenth century took place in an age of discovery and trade. Although unprofitable, his *Meta Incognita* (unknown shore) in south Baffin Island quickly acquired the tell-tale characteristics of a resource frontier region, albeit a short-lived one.

2) Against the backdrop of the Industrial Revolution, the 130-year story of the Ivigtut cryolite mine in Greenland exemplifies the successful application of Arctic science to global technology. Since the mine’s closure, the company town has become a downward transitional area, whose venture into geo-tourism has not paid off.

3) Gold lay at the heart of what may be termed “resource frontier frenzies” such as the rush to Nome, Alaska, at the turn of the twentieth century. Such frenzies appear to occur out of any context, but Nome had its roots in the Californian stampede of 1849. When the hype died down, chaos gave way to order as the former boomtown was incorporated; gold mining here continues to this day.

4) In the case of Spitsbergen in the European High Arctic, a no man’s land prior to 1925, the so-called “coal rush” provided rising nations with an impetus for colonial aspirations, potentially upsetting the European balance of power. The length and persistence of coal extraction in the archipelago is an exception to the general pattern of Arctic mining.

doi:10.2312/polarforschung.86.1.15

¹ University of Groningen, Arctic Centre, Aweg 30, 9718CW Groningen, The Netherlands; <f.kruse@rug.nl>
Manuscript received 17 December 2014; accepted 12 September 2016.



Fig. 1: The Arctic Ocean basemap indicates the locations of the four case studies of Kodlunarn Island, Ivigtut, Nome, and Spitsbergen, which were chosen on the grounds of geographical and temporal spread. Sources: Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, DeLorme, HERE, Geonames.org, and others; adapted by the author.

Abb. 1: Die Basiskarte des Arktischen Ozeans zeigt die Lage der vier Fallstudien Kodlunarn Island, Ivigtut, Nome und Spitzbergen, die aufgrund der geografischen und zeitlichen Verbreitung ausgewählt wurden. Quellen: Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, DeLorme, HERE, Geonames.org u.a.; vom Autor angepasst.

These historical perspectives are important. The current attention on Arctic mineral resources and the realisation that many important lessons can be learned from the past calls for fresh approaches at the Arctic research frontier. The history of Arctic mining and its economic, political, and environmental consequences being a new and timely research direction and industrial archaeology being an innovative technique, there is much to be done.

CASE STUDIES

Case study 1:

The Frobisher expeditions to Baffin Island (1576, 1577, 1578)

Sir Martin Frobisher (1535?-1594) was an English privateer, explorer, and naval commander, who undertook three voyages to the Canadian Arctic in 1576, 1577, and 1578 (HOLLAND 1994, MCDERMOTT 2004a). Early Modern Europe had reared its head with Columbus' arrival in the New World in 1492, and the subsequent era of discovery witnessed the Western European search for new trading routes. Portugal and Spain led the way; Russia conquered the whole of Siberia, while France, England, and the Netherlands sought to imitate the Iberian accomplishments. To avoid conflict in the widespread Portuguese and Spanish colonies, a commercial sea route north of the Americas was considered for the first time, and the Italian John Cabot (under English commission) initiated the search for this elusive passage to Cathay (China) in 1497. Only between 1903 and 1906 did the Norwegian Roald Amundsen successfully navigate the Northwest Passage, and a single-season transit was not achieved until 1944.

Martin Frobisher was typical of this period. He met with the London mercer, merchant adventurer, and traveller Michael Lok (ca. 1532-1622) in 1574, and together they organised an expedition with the primary objective to unveil said north-west passage to the Orient (MCDERMOTT 2004b). In June 1576, two small barks and a pinnace, carrying a total of 34 men, left the Thames. After a storm, only one bark was able to continue the journey, which brought Frobisher to *Meta Incognita* in the south of Baffin Island. This expedition is remembered for sighting the southern tip of Greenland, the discovery of Frobisher Bay, making contact with the Inuit (EHRENSTEIN 1998), and the formal attempt to claim the newly discovered territory for Queen Elizabeth I.

Central to this paper, however, is a small piece of rock, which Frobisher's men collected on Little Hall Island at the mouth of Frobisher Bay (62°31' N, 64°10' W). Commonly referred to as "black ore", the enthusiastic Lok had this rock assayed until someone confirmed the presence of gold in it (DONALD 1950, HOGARTH & LOOP 1986, MCDERMOTT 2004a). This alleged discovery of gold quickly attracted support for the follow-up expeditions in 1577 and 1578. In 1577, the unpromising Little Hall Island was quickly dismissed in favour of Countess of Warwick's Island, now Kodlunarn Island (62°49' N, 65°25' W), where about 160 tons of ore were mined. Back in England, the assays were inconclusive. Nonetheless, the momentous wave created by the prospect of gold swept another 15 ships, conveying about 400 men, to Kodlunarn Island and surrounds in 1578, where circa 1370 tons of ore disappeared into their hulls. Once again, the assays found nothing of value. By now, confidence in the enterprise had waned. Despite £ 25,000 of investments (ca. £ 4 million in today's money) being irretriev-

ably lost, McDERMOTT (2004a) emphasizes that the enterprise was not a spectacular failure; rather it disintegrated as its backers dissociated themselves from it, leaving Lok bankrupt and Frobisher disgraced until he regained royal favour in the West Indies raid of 1585.

Frobisher's unprofitable mines lay forgotten for almost three centuries. Their modern story begins with Charles Francis Hall's Inuit-inspired visit to Kodlunarn Island in 1861. In 1964, a re-evaluation of Frobisher's achievements and legacies led to the island being formally recognised as a National Historic Site of Canada. The CANADIAN REGISTER (2009) states that, "*the heritage value [...] lies in its association with the mining attempts of Martin Frobisher as illustrated by the site and the archaeological evidence it retains to confirm Frobisher's 16th-century presence and activities. Evidence also survives in the oral traditions of the Inuit people who have preserved an account of this first European attempt to exploit the natural resources of the Arctic.*"

Yet, said archaeological evidence was not entirely appreciated until the international and interdisciplinary Meta Incognita Project could address this shortcoming in the 1990s (SYMONS 1999a). Some readers may wonder what archaeological investigation can add to an historical event that was reasonably well documented in its time. To begin with, the European material culture is undeniable proof that Frobisher's Arctic expeditions had, in fact, taken place; the material remains thus verify the documentary record. Besides, the material remains encountered, subject to four centuries of physical erosion and human disturbance, were better preserved than the documents would have believe. The project's aims, therefore, were to protect this non-renewable resource and to qualify the historical environment, thereby aiding conservation, research, and communication.

The Meta Incognita Project gave rise to a number of commendable publications (ALSFORD 1993, FITZHUGH & OLIN 1993, HOGARTH et al. 1994, SYMONS 1999b), but a brief summary of the archaeology of Kodlunarn Island and surrounds must suffice here. The small, mostly barren rock situated 500 m off the northeast shore of Frobisher Bay formed the principal base

of Frobisher's mining activities. The archaeological fieldwork in the early 1990s entailed mostly non-intrusive methods in addition to very limited excavation.

The main features were two mining trenches, an area of former industrial activity, and the foundations of the so-called Frobisher House. The Ship's Trench, thought to be the first European mine in North America, was cut into the island's northern coast. Although Inuit oral traditions hint at ship building or repair, rock thought to be a mineral ore had probably been exposed at this location, and a vein had been followed in a south-easterly direction, resulting in a trough measuring 25 by 5 m. In 1578, unused supplies were buried in it, some of which were recovered in a small excavation. The Reservoir Trench (Fig. 2), its name suggesting the unlikely function of a freshwater store, lay 100 m to the southeast yet in line with the Ship's Trench, supporting the notion of a vein being targeted and exploited. This trench had similar dimensions, being only one to two meters deep. Both trenches were therefore very shallow surface workings. Tool marks indicated that the extraction of extremely hard rock was accomplished by pick-and-hammer method; an inventory of mining tools taken by Frobisher showed that plug-and-feather techniques were intended, too. Aforementioned industrial area comprised flat, sloping ground between the Reservoir Trench and the east coast of the island. Over an 80 m spread, coal, slag, and fragments of charcoal and industrial ceramics were found and interpreted as the remains of activities associated with mining such as tool repair and smelting ore for assay. It is uncertain if this area included any buildings; closer comparison with historical sources may yet resolve this. The Frobisher House, formerly Fenton's Watchtower, once stood on a 37 m hill, the highest point of the island. Its remains consisted of a shallow irregular pit and a scatter of large boulders. Its foundation was relatively well preserved, showing some roughly-hewn stones and the use of lime mortar. The house being neither very big nor high, documentary sources completed the picture of stone-and-wood walls with a wooden roof. Lesser archaeological features were a pair of standing stones that could be grave markers and two large areas of scattered stones, explanations of which range from former cairns protecting buried supplies to the remnants of Inuit tent rings. In addition to the



Fig. 2: The inconspicuous Reservoir Trench on Kodlunarn Island in Frobisher Bay has attained Canadian cultural heritage status as part of the earliest European mine in North America and the Arctic. © William Fitzhugh, Arctic Studies Centre, Smithsonian Institute.

Abb. 2: Der unscheinbare „Reservoir Trench“ auf Kodlunarn Island in der Frobisherbucht erreichte als Teil der ersten europäischen Mine in Nordamerika und der Arktis den Status eines kanadischen Kulturerbes. © William Fitzhugh, Arctic Studies Centre, Smithsonian Institute.

material culture on Kodlunarn Island, an off-island survey revealed an impressive 75 sites also thought to be associated with Frobisher. In a timely move away from simply focussing on specific mining sites, an entire archaeological landscape of Arctic mineral exploration was thus revealed and tentatively addresses the question of what distinguishes prospecting and outright mining. What fills the gap between no activity at all and mineral extraction? When does a test pit become a small mine?

Frobisher's Arctic material legacy not being enough, it deserves mention that the "black ore" was destined for Dartford in England, where prototype smelting works had been purpose-built along the River Darent (DARTFORD TOWN ARCHIVE 2014). The ore being worthless, it was subsequently used in construction: some of it can still be viewed in the western wall around Henry VIII's Manor House in Dartford. Nonetheless, the establishment of unique smelting works directly led to a long tradition of specialised industry along the Darent. One wonders if in this way, any dire environmental consequences that often overshadow Arctic mineral extraction were unwittingly diverted to the home country.

Geologically speaking, this abridged account of Frobisher's expeditions raises a number of issues and leads to new questions. In the first instance, "geology" was simply something that was in the way; Frobisher, after all, was looking for a convenient sea passage, not impeding landmasses. He most certainly had no prior geological training besides the notion that precious metals could be found in the ground. In this regard, CASTELLS (2009) highlights the significance of Frobisher's alleged gold from the Arctic, where it was not thought to exist, as a bone of contention between natural philosophy and the emerging scientific process. It serves as an instructive example in a bygone age when new knowledge challenged the traditional doctrines of science. While Frobisher's men were probably inexperienced miners, their efforts nonetheless contributed directly to the progress of smelting technology, while the overly optimistic assays have been blamed on the failings of contemporary metallurgy and the doubtful competence of the assayers rather than intentional fraud (HOGARTH & LOOP 1986, CASTELLS 2009). Historical searches for gold, however, should not be dismissed too easily: the search continues with, for instance, COMMANDER RESOURCES LTD (2006) and the Baffin Island Gold Project.

What else does the claim of Frobisher's being the first European mines in North America and the Arctic entail? In the context of this paper, *Meta Incognita* may be viewed as the archetypal resource frontier region: it ticks all the boxes (FRIEDEMANN 1966, SUGDEN 1982). The notion of a developing Arctic resource frontier region quickly puts Frobisher's voyages into a new light. As SYMONS (1999a) proposes, they prophesied "*the future synergy of maritime navigation, expanding intellectual horizons, colonial ambitions, and industrial enterprise.*"

Since the Frobisher expeditions, the Arctic could be seen as a region of opportunity and with the hope of striking it rich. These motivations remained in place over the following centuries, but they were expressed in different ways and had different outcomes.

Case study 2:

The cryolite mine at Ivigtut, Greenland (1854-1987)

Between the late eighteenth century and the early nineteenth century, the Industrial Revolution brought about rapid and drastic changes in European agriculture, manufacture, and transport, which had lasting socioeconomic and cultural effects. Against the backdrop of this process, which continued as industrialisation, the scientific discoveries and commercial products of the cryolite mine at Ivigtut (presently Ivittuut, 61°12' N, 48°10' W) in Arsuk Fjord in southwestern Greenland directly led to technological improvements on a global scale, despite both mine and company town now being abandoned.

The prologue of Greenland's European history had quite literally been carved in stone by Norse settlers between the late tenth century and the mid-fifteenth century; in fact, Ivigtut lies within the so-called Middle Settlement comprising 41 known archaeological sites (EDWARDS et al. 2013). Following their demise and subsequent absence, Frobisher sighted Greenland again in 1576, and several expeditions followed suit until the noteworthy arrival of the Dano-Norwegian clergyman Hans Egede in 1721. As part of the Danish colonisation of the Americas, Egede and other colonists were under royal orders to search for exploitable natural resources of any kind (SECHER 2003, GOVERNMENT OF GREENLAND 2014). At the time, whaling formed the staple European activity, and from 1776, the state-owned Royal Greenland Trading Company (Dan. *Den Kongelige Grønlandske Handel*, KGH) monopolised all trade (STRØM TEJSEN 1977, KRAGH 1995). Although Egede had reported the occurrence of graphite and the KGH occasionally brought curiosity minerals back to Denmark, systematic exploration and mining were not initiated until the mid-1800s (SECHER 2003), from when on HOLLAND (1994) registers regular Danish geological expeditions to Greenland.

Mining had already arrived in Greenland in the form of German coal extraction in Disko Bay (1780), when the mineral cryolite first caught the attention of Europeans. The year of "discovery" is commonly cited as 1799, although some discrepancies exist (KRAGH 1995, RALPH & CHAU 2014a). Besides, the mineral was not at all new to the Greenlanders, who are said to have used it as fishing weights, for example (ELBO 1948, KRAGH 1995). Nonetheless, the colourless to white mineral, which may occasionally appear reddish, brownish, or even black and usually occurs in massive coarsely granular rock, was not fully analysed until 1823, and even then, the small amounts shipped from an undisclosed locality made it seem rare and without immediate industrial use (KRAGH 1995). Thus, cryolite had to wait its turn until its industrial use in chemical manufacture was investigated in 1847, and by 1849, the Danish chemist Julius Thomsen (1826-1909) had produced small amounts of sodium carbonate or soda in the lab. At the time, the limited domestic production of soda from kelp could not meet the growing demand of local soap and glass manufacturers. If cryolite proved a suitable raw material, Thomsen would be able to intercept the import of foreign soda and exploit the market niche. The deposit at Ivigtut, which occurred as a pegmatitic body in a granite stock intruded into gneiss (RALPH & CHAU 2014b), had been shown to be fairly large and accessible by sea, when Thomsen was granted the patent to manufacture cryolite soda in 1853.

Organised extraction in Greenland was as of yet lacking, and Thomsen depended on the monopoly-bearing KGH, who only shipped 90 tons of the raw material between 1854 and 1856. This bottleneck, however, was overcome when Thomsen and his business partners obtained the right to extract cryolite themselves.

By now, cryolite knew two uses: while Thomsen wanted to make soda, a dominant partner was primarily interested in the production of aluminium, then an expensive metal with great future potential (KRAGH 1995). Trial shipments were therefore sent to France, and in 1856, French representatives visited Ivigtut. One disillusioned mineralogist reported that *“conditions for extraction and shipping were unsatisfactory. The ice fields, the hard climate, the lack of organization of the extraction, and the limited amount of cryolite above water level – all this made him conclude that cryolite would remain a costly mineral unsuited for industry at a larger scale.”* (KRAGH 1995, 294). By 1858, it was indeed clear that cryolite aluminium would not be a money-spinner, and ca. 1,500 kg produced in 1859 were so dear that they could barely find a market. The French works were closed in 1864.

Meanwhile, the modest production of cryolite soda had begun in Southern Jutland, from where it was moved to the Kryolithfabriken Øresund in Copenhagen in 1859. That year, “Øresund” consumed 1,500 tons of cryolite to make roughly 2,200 tons of soda. After some economic difficulties, an independent firm was formed in 1865 to handle extraction and sale while Øresund took care of processing and soda production. In addition, an important contract was signed with the Pennsylvania Salt Manufacturing Company of Philadelphia (Pennsalt) for 6,000 tons of cryolite per year, after which Pennsalt monopolised the Americas. The 1860s were good years with several cooperating European firms and a substantial output: for the period between 1865 and 1869, KRAGH (1995) estimates an average of 14,000 tons of soda per year compared with Germany’s 6,000 tons and France’s 45,000 tons. During the 1870s, however, the quality of cryolite decreased and the price of soda was down. By 1884, the European works had stopped production, and Øresund focused on other cryolite products such as enamels, aluminium, and fluorspar. In 1894, soda production ceased in Copenhagen, Pennsalt following suit in 1900.

Despite the end of the original main product – cryolite soda – the economic importance of cryolite increased dramatically with the invention of the Hall-Héroult process in 1886 (KRAGH 1995). Between 1887 and 1987, cryolite from Ivigtut (Fig. 3) would be used as a flux in the production of metallic aluminium, becoming indispensable to modern industry (SECHER 2002, GOVERNMENT OF GREENLAND 2014). This importance undeniably found expression during World War II. Once Germany had occupied Denmark in April 1940 and the Denmark-Greenland connection was severed until May 1945, the resident Greenland Administration took over the mine and exported cryolite partly to Pennsalt, partly to Canada (ELBO 1948). The US soon built a naval base in Arsuk Fjord to prevent a German takeover (RASMUSSEN 2005). As of 1941, regular US Army units were stationed at Ivigtut’s twin town Grønnedal (presently Kangilinnuit), the only Greenlandic settlements to be connected by road. The soldiers were not allowed inside the mine, however, where the miners themselves took care of security. ELBO (1948) states that the very high cryolite production during the conflict was partly due to the US storing large amounts in case Ivigtut should be cut off from America.

The English geologist Elbo visited the site after the war and provided an image of over 80 buildings – shacks, store-houses, barracks, machine-shops, a hospital – clustered around the open-pit mine, which lay about 60 m from the shore (ELBO 1948). The mine was about 190 m long, between 45 and 100 metres wide, and roughly 60 metres deep. The machinery was up-to-date, the granitic rock being air-blasted in winter and the cryolite shot down in summer. Excavators loaded the mineral into waggons, which were transported by elevator to be loaded directly into the ships. The granite was further used to enlarge the quay while a reinforced concrete dam would allow extraction closer to the water. The summer workforce of around 175 men shrank to 120 in winter. Prior to 1945, mainly Danes and some Norwegians had been employed; recently, there were supposedly also Greenlanders for general duties. Their living quarters were comfortable with many amenities. The company town also comprised a wireless station, a telephone exchange, and two fire stations.

During the war, synthetic cryolite had increasingly been used, lowering the market price of the naturally-occurring mineral



Fig. 3: In 1898, the Ivigtut cryolite mine was a hub of activity due to its global importance in the production of metallic aluminium. © The IMM Archive.

Abb. 3: Im Jahre 1898 war Ivigtuts Kryolithmine ein Zentrum der Aktivität aufgrund seiner globalen Bedeutung bei der Herstellung von metallischem Aluminium. © Das IMM Archiv.

(RASMUSSEN 2005). Coupled with the diminishing quality of the deposit, mining at Ivigtut was halted in 1962 (KRAGH 1995). Cryolite production continued for a while yet with former dumps being dug out, the low-grade mineral being extracted, and the pier made of waste rock being removed (RASMUSSEN 2005, RALPH & CHAU 2014b). In 1987, all activities were terminated, and the Greenland Home Rule authorities obtained the facilities. The Ivigtut Cryolite Mine had produced approximately 3.7 million tons with an average content of 58 % (SECHER 2002). It was claimed to have been very profitable and to have brought significant socioeconomic benefits to the region (ELBO 1948, STRØM TEJSEN 1977, GOVERNMENT OF GREENLAND 2014). Nonetheless, it had a 130-year history of being a resource frontier region: after mine closure, what could Ivigtut, now Ivittuut, do to keep from becoming a downward transitional area?!

Downward transition of a former resource frontier region is characterised by low productivity, declining resources, low living standards, high out-migration, and social demoralisation among others (SUGDEN 1982). To prevent this from happening, a region must achieve increased autonomy and self-reliant economic growth in good time. After the mine closure in 1987, Ivittuut essentially survived as a side effect of Island Command Greenland being based at Grønnedal (Kangilinnuit). As of 2003, the town sought diversification and alternative income in opening the Ivittuut Mine and Mineral Museum (IMM 2014). (Dan. *Ivittuut Mine- og Mineralmuseum*). Its extensive website, in Danish and Kalaallisut, offered a glimpse into its professional and informative exhibits and gave an impression of the experiences that awaited the visitor on a tour around the former mine and company town. The commendable venture into geotourism was supported by EuroGeoSurveys, a non-profit organisation that represents 33 National Geological Surveys in Europe, which recognises that “geological heritage provides added economic growth value to tourism” (EUROGEOSURVEYS 2014). Furthermore, “*mining heritage represents a record of part of our cultural and technological history. This will allow present and future generations to learn from personal experience how much mining owes to human commitment and endeavour.*” (EUROGEOSURVEYS 2014) This rings particularly true for the Arctic. However, when Island Command Greenland was reorganised into Arctic Command in 2012 and its headquarters were moved to the Greenlandic capital of Nuuk, the local municipality closed the twin towns of Ivittuut and Kangilinnuit, depriving them of all community services. Consequently, the Ivittuut Museum abruptly had to shut its doors and relocate away from the site. It had not yet generated much revenue, but this was due to a lack of infrastructure rather than a lack of interest; “*in fact, the interest from cruise ships is enormous*” (Secher pers. com. 2014) Thus, diversification came too late to stop the downward spiral, and governmental policy made matters worse. So what is to happen to the ghost town? According to Greenlandic regulations, it should be *cleaned up* and brought back to its *natural state* [author’s italics]. Unsurprisingly, there is a growing concern among cultural heritage specialists that the unique historical fingerprint of the Ivigtut cryolite mine will be irreversibly destroyed.

While Frobisher’s was an ill-informed, small-scale adventure that ended in failure, this case study has shown that Arctic mines, despite location and climate, can be long-term and prof-

itable. Ivigtut benefitted from scientific breakthroughs rekindling demand in time for a new lease on life. Still, it could not be spared the fate that awaits many mines and mining communities worldwide.

Case study 3: *The gold rush in Nome, Alaska (1898-1901)*

Gold lay at the heart of what may be termed resource frontier frenzies such as the celebrated stampede at Klondike, Yukon, and the less well-known rush to Nome, Alaska, at the turn of the twentieth century. Such resource frontier frenzies appear to occur suddenly and out of any context, but they have their roots in the Californian gold rush of 1849. When the media-fuelled hype died down and the chaos was quenched, a town was established. Having instigated Alaska’s evolution from unpopular purchase (“Seward’s Folly”) to statehood, gold and other mineral resources continue to be mined in Nome (64°29’ N, 165°24’ W) today.

The human fascination in gold reaches far back: the earliest and largest amount of gold artefacts in the world has been found at the Varna Chalcolithic Necropolis in Bulgaria, dating from the middle of the fifth millennium BC (KOSTOV 2010). Native American Indians, on the other hand, had little interest in the precious metal, and European discoveries in the United States were only made as recently as 1799. Within half a century, between 1849 and 1851, the archetypal Californian gold rush occurred. California forms the point of departure for subsequent resource frontier frenzies, and the concept of adventurism as a type of risk behaviour and social action provides an insight into who actually took part and why. HAMILTON (1978, 1467) defines adventurism as “*the act of taking great risks whose outcomes are not calculable in advance [as well as] actions undertaken for sizable social, political, and economic gains that might occur if the venture is successful.*” It applies to the Arctic, too, that adventurism was a temporary mobility strategy to substantially alter one’s social standing in the home country. Although unpredictable, mining – especially the search for gold – offered the fastest way to wealth and social status. It is unsurprising, therefore, that following the Californian stampede, HOLLAND (1994) records an increasing number of geological expeditions into the Yukon and Alaska. In 1741, Russian sailors had been the first Europeans to land on Alaskan shores, and Russian gold-prospecting expeditions were conducted here in 1849-51 and in 1852. Significantly, a member of the Western Union Telegraph Expedition found gold on the Seward Peninsula in 1866 (CARLSON 1946). Yet, the US purchase of Alaska (1867), the first Alaskan gold rush in the Juneau Mining District (1881), and the Klondike gold rush (1897-9) had to pass, before Daniel B. Libby decided to act on his find. The gold discovery in Anvil Creek on the southern shores of the peninsula on August 5, 1898 was not the result of a sudden lucky strike; rather it was the outcome of four separate and gruelling prospecting trips partly aided by natives.

At the time of the decisive discovery, Alaska was not a legal US territory; it was a district with a governor and other officers but without legislature. Thus, it was entirely dependent on US Congress for all legislation (MCKEE 1902). In September 1898, the original discoverers began staking claims in Anvil

Creek. Realising they had made a mistake according to US mining laws, they quickly restaked the claims as part of their founding the Cape Nome Mining District, an area of 625 square miles (CARLSON 1946). In the mining district, local laws now governed the size of placer claims, the staking of claims by power of attorney, the time in which a claim needed to be recorded, and the use of water, the latter for practical mining reasons as opposed to environmental concern for the natural water courses. A district recorder was elected for a period of two years, and the fee for recording was set at two dollars and fifty cents. Work now began in earnest, and the first riches were retrieved. By November, however, all available water had frozen, and the mining season had effectively ended. Returning to the Swedish mission in nearby Golovin Bay, the discoverers could not keep the news of the rich strike to themselves: in the usual wildfire fashion, word spread, and before the year was over, the rush on Nome had begun.

Of interest to this paper is how the discovery of an Arctic mineral resource such as gold increases anthropogenic pressure on the land and leads to territorial claiming, settlement, law and order, and ultimately government. In December 1898, the first month of the stampede, about 300 claims had been staked and recorded, while more had been located (CARLSON 1946). The right to claim by power of attorney was stretched beyond all reason, and although the local law required that minerals be found before a claim was made, men acted on the notion that any ground could contain gold and gobbled up the territory. By May 1899, claims had been made as far as 40 miles west of Nome. When the Cape Nome Mining District was fully staked in July, other mining districts were founded. A white city of tents (Fig. 4) that expanded for several miles on both sides of the Snake River bore witness to the phenomenal growth of the settlement (CARLSON 1947a). Due to a lack of building materials on the tundra, the construction of houses was difficult. Any buildings initially belonged to the mercantile companies. In early July, a town-site committee was set up in an attempt to bring order into the chaos of claim-jumping and town-plot-jumping. A few days later, disgruntled miners challenged the organisation of the Cape Nome Mining

District, and while a small military detachment could disband the conspiracy, the situation remained critical. It was never officially resolved because on July 11, 1899, the unexpected discovery of gold in the beach sands and the ease with which it could be extracted sufficiently evened the odds (CARLSON 1947a). The stampede to the beach sands was rapid, massive, and temporary. Although the steady mining on the creeks, of which Anvil and Glacier creeks were the richest, was far more productive, big employers like the Pioneer Mining Co. lost many workers to the beaches in August and September. By December 1899, roughly 4500 claims, unevenly divided into tundra claims, beach claims, quartz and lode claims, and placer claims, had produced an output of some \$ 2.5 million (CARLSON 1946).

After its first season, the settlement had gained some stability. The mining camp was underway to becoming a civilised frontier town. CARLSON (1947b) has identified several factors that contributed to this development. Firstly, the discovery of gold in the beaches calmed a charged situation, and despite on-going claim-jumping, the military was able to keep violent outbreaks at bay. Federal justice was implemented in Alaska, and on his epic 5000 mile circuit through the district, Judge Johnson validated claims made by power of attorney while leaving the question of claims held by so-called aliens to the US Government. In addition, a consent government was elected in Nome, although it had no legal incorporation and lacked the power to raise taxes. Religious services commenced, and newly established newspapers mellowed the expression of conflicting opinions. Poor living conditions and the lack of fresh water were tackled by issuing health ordinances and plans for draining and sewage disposal. In many ways, Nome was a typical boomtown in a resource frontier region, but would it be sustainable once mining was no longer an option?

In 1901, Nome was incorporated. US law encouraged migrants to settle in such towns, and once population and development warranted, the frontier would gain full statehood. Alaskan statehood was granted in 1959. Nicknamed



Fig. 4: A white city of tents mushroomed during the gold rush in the Cape Nome Mining district in Alaska. Source: Alaska State Library, William E. Hunt Photo Collection, P155-1-27; reproduced with permission.

Abb. 4: Während des Goldrausches im Cape Nome Bergbaubezirk wuchsen weiße Zelte wie Pilze aus dem Boden. Quelle: Alaska State Library, William E. Hunt Photo Collection, P155-1-27; Druck mit Erlaubnis.

“the Last Frontier”, mining for gold and other economic minerals is on-going. Regarding “Nome’s new gold rush” (ALASKA DISPATCH NEWS 2012), the State’s Department of Natural Resources (DNR 2014) recently reported, “*With the current high price of gold and increased interest in offshore mining, there have been several incidents of friction between the miners of the East Nome Beach Public Mining Area. Local police have been called on three occasions.*” The DNR has since proposed stipulations to manage the Nome Beach Recreational Mining Areas. It hopes that permits for recreational gold mining will adequately enforce civilised conduct.

The biggest losers during the Nome gold rush were probably the Alaskan natives as pressure on their land increased, game animals landed in miners’ cooking pots, fishing streams were destroyed, and disease and drinking spread. This aside, the progression from the discovery of gold to the establishment of a stable Arctic community was seemingly a linear one. It took place despite negligible American governmental presence at the northern frontier. Compared to, for instance, the strict laws in Northern Canada, “[t]he American version stressed local autonomy and the right of settlers to establish their own system of government and frame their own regulations. In the territories of the United States, federal government authority was asserted differently and was likely to be challenged ... [F]ew regulations were imposed from outside to check the triumphs of the most efficient producers of the speedy reorganisation of industry to maximise profits.” (ZASLOW 1971 in COATES 1978). At least there was a federal government, unlike in other Arctic regions.

The mining history of Nome highlights the need for law and order at the mining frontier and illustrates the role of natural resources and mineral wealth in the establishment of federal government and statehood. At the same time, Spitsbergen in the European Arctic was one of the world’s last no man’s lands coveted by many rising nations. Its case demonstrates Arctic mineral resource development and settlement long unchecked by any regulations.

Case study 4: The “coal rush” on Spitsbergen (1899-1927)

In 1596, the first documentation of Spitsbergen (presently Svalbard, 78°13’ N, 15°39’ E) by the Dutch navigator Willem Barents set in motion its transformation from a pristine wilderness into a considerably impacted resource frontier region. The uninhabited archipelago in the European High Arctic was attractive for two reasons: it comprised an unknown quantity of natural resources, and it was a *terra incognita* (unknown land) unoccupied, ungoverned – and therefore unrestricted – by any nation state. Seafaring nations soon hunted walrus and whales followed by phases of trapping, scientific expeditions, tourism, and mining. It is therefore short-sighted to say that Spitsbergen is still a pristine wilderness today. What makes it so fascinating to study is that the archipelago was one of the last remaining no man’s lands and that both archaeological and historical sources survive with which to reconstruct not only the exploitation of its natural resources but also the emergence of peripheral Arctic Spitsbergen on the world’s political stage.

Mineral resources, of which coal was the most pertinent, played a key role in the latter process. Although coal seams had been reported by an Englishman in 1610, a Norwegian sailing captain sent a first commercial shipment to Norway, a country lacking native coal reserves, in 1899. At the time, the nation states of Europe clung to a precarious balance of power whilst cultivating their armed forces and alliances; irrespective of minor skirmishes among the globe-embracing empires that heralded a major conflict, an initial wave of entrepreneurial excitement saw the establishment of Norwegian, British, and American companies on Spitsbergen. These were followed by Swedish, Russian, and Dutch firms. The scale of this “coal rush”, however, did not come close to the aforementioned gold rushes: HOEL (1966a, 1966b, 1967) describes the involvement of about twenty small companies. Thorough historical research could probably reveal the names of many if not all of the men, who came in their hundreds, not thousands. Since the individual extraction of a bulk commodity like coal is highly impractical, most miners reached the islands “by invitation only”, that is to say, they were contracted in countries like Britain, Norway, or Sweden and transported into the Arctic aboard a company vessel. Nonetheless, the “coal rush” generated a flurry of activity never before witnessed on Spitsbergen, and soon, prospecting camps and company towns sprung up in the different bays.

Although some partnerships were formed, companies of any nationality were by and large guilty of wholesale claiming and reckless claim-jumping. The increasing number of claim disputes, with their potential for international violence, were brought to the attention of the governments concerned. They were undoubtedly a factor in the simultaneously erupting conflict over the sovereignty of the archipelago. Temporarily put on hold by World War I, the so-called Spitsbergen Question was dealt with during the Paris Peace Conference, the resultant Spitsbergen Treaty being signed in 1920. It decided sovereignty in favour of Norway, but it made allowances for the multi-national character of the developing mining industry. The name of Svalbard was adopted at the treaty’s ratification in 1925. The “coal rush”, however, was only over in 1927, when the independent Danish Commission finally settled all claim disputes.

Addressing Spitsbergen’s unsettled legal status and the multi-national character of its mining industry, recent interdisciplinary research has concentrated on the mining history and industrial archaeology of the Swedish, American, and British enterprises (AVANGO 2005, DEPASQUAL 2009, HARTNELL 2009, KRUSE 2013). A publication on the Dutch venture is forthcoming. Focusing on the British example, four companies were shown to have been active on the archipelago (KRUSE 2013). In addition, two fraudulent companies, one company under Russian management, and another firm formed after World War II were outside the scope of that study, while a last one founded to underwrite shares only received tangential mention.

In essence, there was no British model of exploitation and occupation for Spitsbergen (KRUSE 2013). The Spitzbergen Coal & Trading Co. (1904-18) was a private coal mining company motivated by distinctly economic goals. It had no political interests besides securing its claim beyond all doubt and would have been satisfied with a Norwegian takeover of

the island group on the condition of reasonable mining laws and taxes. Overspending and incompetence were mainly to blame for its termination, although the directors listed difficulties with the Scandinavian workers and the great distance from Sheffield as reasons for wanting to sell. The commercial objectives of the private Spitzbergen Mining & Exploration Syndicate (1906-11) were divided between mining coal and prospecting for gold. From the start, its directors were disconnected, it lacked in-house expertise, and there was a discord between shareholders preferring one resource over the other. Under the circumstances, the syndicate failed to implement a functional operational strategy and could not deliver the products its stakeholders were expecting. Internal strife was the most likely cause for the syndicate being unceremoniously crossed off the company register. This disappearance benefitted the Northern Exploration Co. (NEC, 1910-1934), who without much ado took over the claims. It must be stressed that the NEC was a private *exploration* company aiming at the discovery of economic minerals and the involvement of subsidiary mining companies to extract them. It had not achieved this by the outbreak of World War I and was practically bankrupt.

War, however, reshuffled the cards, and the NEC, having gone public, used the politically-charged rhetoric of Arctic annexation being essential to British post-war reconstruction to win support for its Spitzbergen venture (Fig. 5). Despite its large capital, it lacked the necessary mining expertise; funds were spent generously on claims, assets, and transport before economic minerals could be proven. Having reached its exploratory limits, the company's conversion to active mining in order to recover some of the original outlay came too late. Large debts forced it to sell to the Norwegian Government. Similarly, the Scottish Spitzbergen Syndicate (SSS, 1909-1953) started out as a private *exploration* company, had nothing to show for itself at the outbreak of war, and became a public company when the conflict had ended. Although the SSS did engage in company propaganda and financial business, it did not go to the same extremes as the NEC. Instead, it prospected according to the professional standards of the time and provided the products expected of a respectable exploration company. Remaining debt-free assured its longevity, but it also failed to attract subsidiary mining companies. The Scots put this down to several factors: the status of Spitzbergen was undecided; the British had long been accused of land-grabbing



Fig. 5: Produced by the Northern Exploration Company in the closing stages of the First World War, this world map indicates the firm's ambitious political goal of integrating Spitzbergen into the global British Empire, which would stabilise the emerging Arctic mining industry as well as increase the firm's importance in the region. Source: Coal and iron in Spitzbergen (1918) Pam (*32); 622.333, Scott Polar Research Institute Library, Cambridge.

Abb. 5: Produziert von der Northern Exploration Company gegen Ende des Ersten Weltkriegs, zeigt diese Weltkarte das ehrgeizige politische Ziel der Firma, Spitzbergen in das globale britische Empire zu integrieren, wodurch der arktische Bergbau stabilisiert sowie die Bedeutung der Firma in der Region gesteigert würde. Quelle: Coal and iron in Spitzbergen (1918) Pam (*32); 622.333, Scott Polar Research Institute, Bibliothek, Cambridge.

and were now taking a step back; Spitsbergen's reputation had been damaged by dubious gold-diggers like the NEC; and the mineral resources were not thought to be lucrative during the Depression. After World War II, it was a lucky circumstance that the syndicate was eventually bought by Scottish Spitsbergen Development, itself short-lived and unprofitable. Despite the companies' best efforts to change the legal status of Spitsbergen in their favour, at no point was the British Government officially interested in annexing the Arctic archipelago. It also never subsidised the struggling British firms, while government subsidies kept the coal mines of Norway and Russia in precarious business until this day.

What transpires from this British example is that there were too few active companies to speak of a British model on Spitsbergen. As in the Frobisher case, the British material remains and archaeological landscape of exploration were thoroughly investigated, but on the whole, the latter remains poorly understood and deserving of greater attention. All four companies were founded for primary economic reasons at a time of buoyant European markets. The two pre-war mining companies had only minor political motives, while the two post-war exploration companies used the changed (geo)political context as a promotional tool. Neither were successful. It remains unknown which pivotal objections prevented subsidiary mining companies to come forward.

The value of this in-depth British micro-level case study will be revealed when its parent project draws to conclusion. The *Large-scale Historical Exploitation of Polar Areas* (LASHIPA) project investigates the histories of different exploitative industries at both poles over the last four centuries (HACQUEBORD 2012). A synthesis with the other dimensions of this thoroughly international endeavour will help to overcome the relatively narrow and unrepresentative focus with which polar resource frontier regions like Spitsbergen have hitherto been regarded.

DISCUSSION

The Arctic had already been settled for thousands of years when Europeans arrived on the scene around 500 years ago. The newcomers were primarily driven by the search for new sea routes and colonial ambitions. Their expeditions broadened their intellectual horizons, and they built up a corpus of Arctic knowledge, which paved the way for industrial enterprises such as mineral exploration and mining. The general processes at work ranged from the early opportunistic and speculative voyages of enterprising individuals through to the involvement of trade organisations and companies through to the multifaceted aspirations of rising nation states not only at the national northern frontier but also in the Arctic no man's land. The aim of this paper has been to outline these general processes on the basis of four case studies that span circum-polar space and time to make room for comparison and evaluation.

Each case study offers a rich account of historical events that have bearing on the present and hold lessons for the near future. Frobisher's expeditions have been called an individual effort, but both planning and execution depended as much on a network of influential supporters in his native England as they

did on his ability to command the activities in Frobisher Bay. To use the terminology of an analytical framework from the social sciences called the Actor-Network Theory (LAW & HASSARD 1978, LAW & CALLON 1992): as a *network builder*, Frobisher positioned himself at the *obligatory point of passage* between his *global network* in the home country and the *local network* in Canada. For his venture to be a success, he had to ascertain the flow of resources between these networks. Much needed investments, however, dried up as soon as the local network failed to deliver the gold that all stakeholders hoped for. Without gold or any other tangible results, Frobisher's actor-network crumbled. In addition, this case study demonstrates how historical sources are complemented by archaeological evidence to provide a comprehensive image of past events. While Arctic mining history has hitherto focused mainly on the European core, timely archaeological fieldwork emerges as the key with which to unlock the industrial experiences of the periphery. The Meta Incognita Project is to be applauded for the move away from the single site of Kodlunarn Island to include the archaeological landscape of prospecting and mining in Frobisher Bay. Only through this re-evaluation did Frobisher's long-forgotten mines come to be a crucial landmark in the emergence of the Arctic as a region of opportunity.

Like Frobisher, Julius Thomsen was a visionary, a pioneer, and the promoter of an original idea, but we lose sight of this network builder and his initial business partners when the Kryolithfabriken Øresund becomes the dominant actor in the actor-network of the long-lived Ivigtut cryolite mine. If the mine were to undergo in-depth historical-archaeological study, which has not happened to date on the basis of its development being seemingly well-known, the Actor-Network Theory would be an appropriate analytical tool despite its inability to deal with weak and partial connections. Furthermore, the core-periphery model, which was used to identify Ivigtut as a resource frontier region, can be used to outline and explain its demise to a downward transitional area. Yet, former Arctic mines and company towns do not have to disappear if their function changes in time. As with Kodlunarn Island above, heritage specialists have recognised the geological, technological, and cultural heritage potential of Ivigtut (Ivittuut) – and rightly so. It is an unfortunate oversight, therefore, that the site does not feature among the protected cultural heritage sites of Greenland (NUNATTA KATERSUGAASIVIA 2011). The very recent closure of the mine must not be the reason why the material record of this 130-year-old human experience in the Arctic should be lost.

How, if at all, do micro-level studies such as Kodlunarn Island or Ivigtut compare to resource frontier frenzies such as the Nome gold rush? In its entirety, the stampede may appear atypical with little opportunity for comparative work. It would have to be broken down into its many components, giving rise to individuals and companies, which may yet lend themselves to the Actor-Network Theory and the core-periphery model. Although some work has already been done in that direction, a discussion of this exercise is outside the scope of this article. Importantly, Nome highlights the influence of governmental legislation on the national mining frontier. Although countless quarrels arose within Nome's mining districts, the sovereignty of Alaska was not challenged from outside the US. Backed by federal law, investments were fairly well protected, and the

transformation from mining camp to civilised frontier town could swiftly be achieved.

In stark contrast to governed Alaska, let alone the strict laws of the Canadian North, the unsettled legal status of Spitsbergen was subject of a lengthy international dispute. From the first commercial shipment of coal, it took near enough three decades before the Arctic no man's land could be brought under Norwegian control and before all claim disputes were arbitrated. During this time, any investments on the archipelago were at risk. The case study gave an impression of how four British companies dealt with the unstable situation. Ongoing research will show how other nationalities fared under the circumstances. Together, these micro-studies will give rise to the most complete historical image of an Arctic mining landscape to date.

At the time of writing, Ken Coates of the University of Saskatchewan carried out a timely assessment of the history and historiography of non-renewable resource development in the Canadian Arctic. The four case studies presented here support his observation of "*a long and complicated history of resource development, albeit one marked more by hope and promise than by practical results.*" (Coates pers. com. 2014) He bemoans the fact that Canadian historians have paid too little attention to the topic. His review of the scholarly literature reveals several key themes, only some of which could be touched on in this article. As such, mining history is on the whole an underrepresented historical and archaeological discipline. It has been "pro-development and celebratory" in the past, paying homage to the leaders in economic development on regional and national level. What Coates (pers. com. 2014) refers to as "southern-focused scholarship", "policy-orientated work", and "Ottawa-centred" in the Canadian context translates into the one-sided emphasis on core regions such as England, Denmark, and the US criticised in this paper. He therefore welcomes the contemporary move towards the critical evaluation of resource development that incorporates north-centred approaches and considers both newcomer populations and indigenous communities on equal terms.

Broadly speaking, this fresh historical direction recognises that "*studying resource peripheries can provide new insights into the global economy that cannot be derived from the experiences of cores.*" (HAYTER et al. 2003, 17). Such insights additionally lead to a better understanding of long-term environmental effects and changing Arctic ecosystems. In fact, "*for resource peripheries around the globe, environmental, cultural, and geopolitical factors are intersecting with industrial dynamics in unique ways.*" (HAYTER et al. 2003, 21) Historians are particularly apt at generating historical knowledge in order to define and clarify public policy issues. Why then, wonders Coates (pers. com. 2014), have historians not come forward in the commonly controversial debates surrounding modern Arctic resource development, and why have governments and industry shown so little interest in the historical context? After all, "*historical understanding is central to a society's abilities to confront the present and make constructive choices about the future.*" (Coates pers. com. 2014)

CONCLUSION

The history of European commercial exploitation of Arctic mineral resources after 1500 AD is long, complex – and far from over. Unfortunately, it is underrepresented in the study of Arctic resource development as a whole. The monumental tasks that face Arctic mining historians and industrial archaeologists alike are therefore two-fold: to critically evaluate the underlying circumpolar processes and to provide the much-needed historical context to modern debates on Arctic resource extraction. As a starting point, this paper dealt with four case studies. They are descriptive rather than analytical as they offer a broad overview of mining across Arctic space and time. In summary, Frobisher exposed the Arctic as a region of commercial opportunity some four hundred years ago; the evolving uses of cryolite pinpoint global demand as the main driver behind Arctic mining; the Nome gold rush emphasized the importance of legislature in the orderly settlement of the northern mining frontier; and nowhere else depicts the transformation from polar wilderness to Arctic industry better than Spitsbergen. Although few in number, these case studies hint at numerous intricacies in the historical development of Arctic mineral exploitation.

As a prologue to the present and the near future, timely lessons to be learned from this are that the mineral resources of the Arctic have been over-promoted to investors from outside the region, who grossly underestimate the harmfulness of Arctic climate and northern logistics to commercial viability. The reality is likely to disappoint all but a lucky few. High grading dominates Arctic mining as the wealth produced flows out of the region to southern stakeholders, closely followed by a transient workforce who on the whole will not stay and develop the North. Government policy has favoured national economic benefits not regional returns, largely ignoring indigenous peoples. More recently, natives and locals alike are insisting on bigger and better returns, raising the question if labour-saving technologies can ethically be used in areas of high unemployment. Lastly, who will be left to contemplate and remediate any long-term detrimental environmental impacts when the culprits are long gone? The reader cannot but agree with Coates (pers. com. 2014) that "*if the Arctic is to better understand the likely implications for the North from expanded resource development, it follows that a greater appreciation for historical patterns and processes could and should be invaluable.*" Historians and archaeologists working at the Arctic research frontier must be relied on not only to create such an appreciation but to also share it widely and purposefully.

ACKNOWLEDGMENTS

This scientific review article was initiated by the International Arctic Science Committee (IASC): Action Group in Geosciences and Louwrens Hacquebord of the Arctic Centre of the University of Groningen with the aim of providing a much-needed historical perspective on currently emerging questions in Arctic geosciences. The author is grateful for the discussions of pressing matters with Karsten Secher of the Geological Survey of Denmark and Ken Coates of the University of Saskatchewan. Special thanks to William Fitzhugh of the Arctic Studies Centre of the Smithsonian Institute and Vincent

Lafond of the Canadian Museum of History for their valuable input as well as the use of their photographs. Additional thanks to the two anonymous reviewers for their kind and constructive comments on the manuscript.

References

- Alaska Dispatch News* (2012): Nome's new gold rush. <<http://www.adn.com/alaska-news/slideshow/photos-nomes-new-gold-rush/2012/09/18/>> (3 October 2014).
- Alsford, S.* (ed) (1993): *The Meta Incognita Project: contributions to field studies.*- Hull: Canadian Museum of Civilization.
- Avango, D.* (2005): Sveagruvan – Svensk gruvhantering mellan industry, diplomati och geovetenskap.- Stockholm: Jernkantoret, 1-440.
- Canadian Register* (2009): In: Parks Canada, Canada's historic places: Kodlunarn Island National Historic Site of Canada. <<http://www.historicplaces.ca/en/rep-reg/place-lieu.aspx?id=11908>> (26 September 2014)
- Carlson, L.H.* (1946): The discovery of gold at Nome, Alaska.- *Pacific Historical Review* 15 (3): 259-278.
- Carlson, L.H.* (1947a): The first mining season at Nome, Alaska – 1899.- *Pacific Historical Review* 16 (2): 163-175.
- Carlson, L.H.* (1947b): Nome: from mining camp to civilized community.- *The Pacific Northwest Quarterly* 38 (3): 233-242.
- Castells, J.V.* (2009): Frozen assets: science, natural philosophy, and the quest for arctic gold.- Unpubl. MA Thesis, University of South Florida, 1-49.
- Coates, K.* (1987): Controlling the periphery: the territorial administration of the Yukon and Alaska, 1867-1959.- *The Pacific Northwest Quarterly* 78 (4): 145-151.
- Commander Resources Ltd.* (2006): Baffin Island Au, Nunavut. <<http://www.commanderresources.com/s/BaffinIsland.asp>> (26 September 2014).
- Dartford Town Archive* (2014): Sir Martin Frobisher's smelting works in Dartford. <http://www.dartfordarchive.org.uk/early_modern/industry_sm.shtml> (2 October 2014).
- DePasqual, S.* (2009): Winning coal at 78° north: mining, contingency and the Chaîne Opératoire in Old Longyear City.- Unpubl MSc Thesis. Michigan Technological University, 1-184.
- Donald, M.B.* (1950): Burchard Kranich (c. 1515-1578), miner and queen's physician, Cornish mining stamps, antimony, and Frobisher's gold.- *Annals of Science* 6 (3): 308-322.
- Edwards, K.J., Cook, G.T., Nyegaard, G. & Schofield, J.E.* (2013): Towards a first chronology for the middle settlement of Norse Greenland: ¹⁴C and related studies of animal bone and environmental material.- *Radiocarbon* 55 (1): 1-17.
- Ehrenstein, R.M.* (1998): Mining, colonialism and the culture contact. European miners and the indigenous population in the sixteenth-century Arctic.- In: *Social approaches to an industrial past: the archaeology and anthropology of mining.* London: Routledge, 109-120.
- Elbo, J.G.* (1948): Cryolite and the mine at Ivigtut, West Greenland.- *Polar Record* 5 (35-6): 185-188.
- EuroGeoSurveys* (2014): Sustaining and promoting the mining heritage of Europe, <http://www.euromines.org/sites/default/files/10_Nikolaos_Arvantidis_web.pdf> (3 October 2014).
- Fitzhugh, W.W. & Olin, J.S.* (1993): *Archaeology of the Frobisher voyages.*- Washington: Smithsonian Institution, 1-271.
- Friedmann, J.* (1966): *Regional development policy: a case study of Venezuela.*- Cambridge, Mass., M.I.T. Press, 1-279.
- Government of Greenland* (2014): Mining history, <<http://www.govmin.gl/minerals/mining-history>> (26 September 2014).
- Hacquebord, L.* (ed) (2012): LASHIPA. History of large scale exploitation in polar areas.- Groningen. Barkhuis, 1-172.
- Hamilton, G.G.* (1978): The structural sources of adventurism: the case of the California gold rush.- *Amer. J. Sociology* 83 (6): 1466-1490.
- Hartnell, C.C.* (2009): Arctic network builders: the Arctic Coal Company's operations on Spitsbergen and its relationship with the environment.- Unpubl. PhD Thesis. Michigan Technological University, 1-322.
- Hayter, R., Barnes, T.J. & Bradshaw, M.J.* (2003): Relocating resource peripheries to the core of economic geography's theorizing: rationale and agenda.- *Area* 35 (1): 15-23.
- Hoel, A.* (1966a): Svalbard: Svalbards historie 1596-1965, Part 1.- Oslo: Sverre Kildahls Boktrykkeri.
- Hoel, A.* (1966b): Svalbard: Svalbards historie 1596-1965, Part 2.- Oslo: Sverre Kildahls Boktrykkeri.
- Hoel, A.* (1967): Svalbard: Svalbards historie 1596-1965, Part 3.- Oslo: Sverre Kildahls Boktrykkeri.
- Hogarth, D.D. & Loop, J.* (1986): Precious metals in Martin Frobisher's "black ores" from Frobisher Bay, Northwest Territories.- *Canadian Mineralogist* 24: 259-263.
- Hogarth, D.D., Boreham, P.W. & Mitchell, J.G.* (1994): Martin Frobisher's northwest venture, 1576-1581: mines, minerals and metallurgy.- Hull. Canadian Museum of History.
- Holland, C.* (1994): *Arctic Exploration and Development.*- New York. Garland Publishing, 1-704.
- IMM* (2014): Ivittuut Mine- og Mineralmuseum. <www.imm.gl> 3 October 2014.
- Kostov, R.I.* (2010): Gem minerals and materials from the Neolithic and Chalcolithic periods in Bulgaria and their impact on the history of gemmology.- *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle Univ. Thessaloniki Proc. of the XIX CBGA Congress, Thessaloniki, Greece, Special.*
- Kragh, H.* (1995): From curiosity to industry: the early history of cryolite soda manufacture.- *Annals of Science* 52 (3): 285-301.
- Kruse, F.* (2013): Frozen assets. British mining, exploration, and geopolitics on Spitsbergen, 1904-53.- Eelde. Barkhuis, 1-463.
- Law, J. & Hassard, J.* (eds) (1987): *Actor network theory and after.*- Oxford & Keele. Blackwell & Sociological Review, 1-256.
- Law, J. & Callon, M.* (1992): The life and death of an aircraft: a network analysis of technical change.- In: W.E. BIJKER & J. LAW (eds): *Shaping technology/building society, studies in sociotechnical change.*- London. MIT Press: 21-52.
- McDermott, J.* (2004a): Frobisher, Sir Martin (1535?-1594)', *Oxford Dictionary of National Biography.*- <<http://www.oxforddnb.com/view/article/10191?docPos=1>> (2 October 2014).
- McDermott, J.* (2004b): Lok, Michael (c.1532-1620x22)', *Oxford Dictionary of National Biography.*- <<http://www.oxforddnb.com/view/article/16950?docPos=2>> (2 October 2014).
- McKee, L.* (1902): *The land of Nome.*- New York. Grafton Press, 1-276.
- Nunatta Katersugaasivia* (2011): Cultural heritage Greenland – Ruins and buildings. <<http://www.kulturi.org/en/index.html>> (3 October 2014).
- Pavel, P., Svendsen, J.I. & Indrelid, S.* (2001): Human presence in the European Arctic nearly 40,000 years ago.- *Nature* 413: 64-67.
- Pitulko, V.V., Nikolsky, P.A., Giryay, E. Yu., Basiyan, A.E., Tumskov, V.E., Koulakov, S.A., Astakhov, S.N., Pavlova, E.Yu. & Anisimov, M.A.* (2004): The Yana RHS site: humans in the Arctic before the last glacial maximum.- *Science* 303 (5654): 52-56.
- Ralph, J. & Chau, I.* (2014a): Cryolite. <<http://www.mindat.org/min-1161.html>> (21 November 2014).
- Ralph, J. & Chau, I.* (2014b): Ivigtut cryolite deposit. <<http://www.mindat.org/loc-1958.html>> (21 November 2014).
- Rasmussen* (2005): Ivittuut.- In: M. NUTTALL (ed) (2005): *Encyclopedia of the Arctic.*- New York. Routledge:1030-1031.
- Secher, K.* (2002): Early mining activities in South Greenland, Greenland Mineral Resources Fact Sheet No. 2. <http://www.geus.dk/DK/publications/newsletters/minex/Sider/fact_sheets-dk.aspx> (29 September 2014).
- Secher, K.* (2003): Map of known mineral occurrences in Greenland.- Greenland Mineral Resources Fact Sheet No. 5. <http://www.geus.dk/DK/publications/newsletters/minex/Sider/fact_sheets-dk.aspx> (29. September 2014).
- State of Alaska Department of Natural Resources* (2014): Nome recreation area stipulations. <<http://dnr.alaska.gov/mlw/mining/nome/NomeRecareastipulations.pdf>> (24 November 2014).
- Strom Tejsen, A.V.* (1977): The history of the Royal Greenland Trade Department.- *Polar Record* 18 (116): 451-474.
- Sugden, D.* (1982): *Arctic and Antarctic: a modern geographical synthesis.*- Oxfor. Blackwell, 1-472.
- Symons, T.H.B.* (1999a): The Meta Incognita Project, 1990 – 1999. <<http://www.historymuseum.ca/cm/exhibitions/hist/frobisher/frsub16e.shtml>> (11 November 2014).
- Symons, T.H.B.* (1999b): *Meta Incognita: a discourse in discovery. Martin Frobisher's Arctic expeditions, 1576-1578 (2 vols.).*- Hull. Canadian Museum of History, 1-636.

Electric Resistivity of Soils and Upper Permafrost Layer of the Gydan Peninsula

by Evgeny Abakumov¹ and Vitaly Tomashunas¹

Abstract: Soils of the Gydan Peninsula have been investigated during the complex expedition “Yamal Arctica 2013” during the “Professor Molchanov” vessel route in August and September 2013 with special aim to characterize soil morphology in relation with parameters of electric resistivity with use of vertical electric sounding methodology. Data obtained show that soils investigated are quite different in terms of solum morphology, soil stratigraphy and active layer thickness. Main soil types of the Gydan Peninsula (Siberia, Russian Federation) are Cryosols with features of raw organic matter accumulation and gleyification features. These soils dominate on the watersheds and in lowlands due to poor drainage of parent materials and presence of continual permafrost in landscape. In some cases, two Gleyic layers formed in one soil profile – one in the upper or middle part due to seasonal fine earth over moistening, and second one – on the contact of the solum with permafrost. Histic soils with Cryic features are more typical for lowlands (relief depressions). Soils of the Belyi Island are presented by slightly podsolised soils in upper part, this is due to lithological contrast of sediments (sandy textured solum changes by loamy textured one). The Electric resistivity (ER) was measured directly in the soil profiles with using the vertical electrical sounding (VERS) method, which provides data on the changes in the electrical resistivity throughout the profile from the soil surface without digging pits or drilling. This method allows to divide the soil pit vertically into layers with different properties. A VERS modification with shorter electrode spans was used to study the upper up to 5-m thick layer in detail. The distance between the A and B electrodes was from 5 to 500 cm. Soils have been sounded be thoroughly from the 5 cm to 3–5 m in depth. It was shown that use of VERS methodology in soil survey is quite useful for identification of the permafrost depth without digging of soil pit. This method allows identify soil heterogeneity, because the ER values are strongly affected by soil properties and intensively changes on the border of different geochemical regimes, i.e. on the border of active layer and permafrost. VERS data obtained show that the upper border of the permafrost layer coincides with that border, which were identified in field on the base of soil profile morphology. The VERS method also can be used for identification of Gleyic, Histic and Podzolic layers. VERS methodology is useful for preliminary soil survey in the regions with permafrost affected soil cover. It is also can be applied for differentiation of soil-permafrost layer stratification in field soil pits.

Zusammenfassung: Im Zuge der interdisziplinären Expedition „Jamal-Arktis“ mit dem Forschungsschiff „Professor Moltschanow“ im Sommer 2013 wurden die Böden der Gydan-Halbinsel untersucht, mit dem Ziel, Zusammenhänge zwischen Bodenmorphologie und mittels elektrischer Tiefensonndierung (Vertical Electrical Sounding, VERS) gewonnener Daten aufzuzeigen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die untersuchten Böden hinsichtlich der Morphologie, Stratigraphie und Mächtigkeit des Auftauhorizontes wesentlich unterscheiden. Die Bodenhaupttypen der Gydan-Halbinsel (Sibirien, Russische Föderation) sind Kryosole, die durch die Akkumulation von schwach zersetzter organischer Substanz und Vergleyung gekennzeichnet sind. Diese Böden dominieren auf den Wasserscheiden und in den Senken, was mit schlechter Drainage bodenbildender Gesteine und dem Vorhandensein eines durchgehenden Frostbodens in der Landschaft verbunden ist. In einigen Fällen entwickeln sich zwei Gleyhorizonte in einem Profil: Ein erster im oberen oder unteren Bereich was auf saisonale Staunässe des Feinbodens zurückzuführen ist, und ein zweiter in der Kontaktzone zwischen Boden und Permafrost. Für die Senken sind Torfböden mit Kryogenesemerkmalen charakteristisch. Auf der Insel Belyi sind Böden verbreitet, die eine schwache Podsolierung im oberen Bereich des Profils aufweisen, was mit lithologischen Veränderungen

in zunehmender Tiefe (Sand wird zunehmend durch Lehm ersetzt) verbunden ist. Der elektrische Widerstand (ER) wurde unmittelbar in den Bodenprofilen mittels der Methode der vertikalen elektrischen Sondierung gemessen. Dies ermöglichte die Daten über die Veränderung des elektrischen Widerstands unmittelbar im Profil ohne Bohrungen oder zusätzlichen Grabens zu bekommen. Diese Methode erlaubt es die Bodenheterogenität zu differenzieren. Die Methode der vertikalen elektrischen Sondierung wurde für die Untersuchung für Tiefen bis zu 500 cm eingesetzt; die Entfernung zwischen den Elektroden variierte von 5 bis zu 500 cm. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Methoden der vertikalen elektrischen Profilsondierung für die Identifizierung des Frostbodens ohne Bohrungen oder des Anlegens von Bodenprofilen nützlich sind. Mit dieser Methode lassen sich Unterschiede im Bodenaufbau bewerten, da die Größe des elektrischen Widerstands von den Bodeneigenschaften abhängt und sich stark an den geochemischen Grenzflächen, einschließlich der Grenze von Auftauhorizont und des Permafrostboden, ändert.

Die Daten der vertikalen elektrischen Profilsondierung haben gezeigt, dass die obere Grenze des Frostbodens mit jener Grenze, die mit Hilfe der morphologischen Methode bestimmt wird, übereinstimmt. Die Methode ist ebenfalls für die Identifizierung der Gley-, Torf- und Podsolhorizonte anwendbar. Die Methode der vertikalen elektrischen Profilsondierung ist für die Bodenforschungen in den Regionen mit Permafrostböden nützlich. Sie ist außerdem für die detaillierte Aufnahme von Bodenschichten des Boden-Permafrost-Komplexes im Feld verwendbar.

INTRODUCTION

Soils underlain by permafrost are widely distributed in cold environments and prevail in soil cover structures of the Northern Hemisphere. Permafrost affects the soil genesis and morphology; it also regulates the main chemical and physical processes and determines the structure of the soil cover. Soils affected by permafrost are typical for Canada, Greenland, Scandinavia, Russia, China and Mongolia. Not all of them are Polar soils, because the Holocene permafrost is situated south of 60° N, mainly in Eastern Siberia and partially in Mongolia and China. The diversity of permafrost-affected soils is based on the cryopedogenesis process. The intensity of pedogenesis is controlled by the depth of the active layer, texture and structure of parent materials and the bedrock, and the climatic characteristics of the soil location. Permafrost is defined as the soil or bedrock layer with a temperature of about 0 °C or below for two or more consecutive years (VAN EVERDINGEN 2005). More than 60 % of the Russian land surface is underlain by permafrost (KOTLYAKOV & KHROMOVA 2002), so soils with cryogenic features are very typical for the north, central and eastern parts of Russia. These soils are characterized by specificity in the sense of agricultural use or in the context of buildings or traffic communication constructions. Many of the permafrost-affected soils are considered to be Cryosols or Cryozems. The Russian soil classification scheme identifies “true” Cryozems (VASILEVSKAJA 1980) as soils, affected by permafrost and containing morphological features of cryoturbation. Other permafrost affected soils, which do not show cryoturbation morphological features are classified as soils of

doi:10.2312/polarforschung.86.1.27

¹ Department of Applied Ecology, Saint-Petersburg State University, 16-line Vasilyevskiy Island, 29, 199178, Saint-Petersburg, Russia.
Manuscript received 06 July 2015; accepted in revised form 03 September 2016.

other classes or orders with an additional verifier “Cryic”. The “Keys to soil taxonomy” (SOIL SURVEY STAFF 2010) have a class of Gelisols and WRB systems, which contain the Cryosol group (FAO 2014). The term “Gelisols” (soils with permafrost in the uppermost 1 m of the profile) is broader than the definition of a “Cryosol” (non-anthropogenic mineral soils with permafrost in the uppermost 1 m of the profile), whereas the term “Cryozem” is the most strictly defined in the sense of morphology. In any case, Cryosols and Cryozems, as parts of the Gelisols group are typical for the soil cover of Siberia, and those soils have shown intensive changes in morphology and thermal regime in the last few decades. Due to the climatic reasons there are changes of the active layer dynamics, namely an increase of its thickness, which affects the transformation of soil organic matter (ZUBRISKY et al. 2014), changes in soil cover spatial pattern (DESYATKIN 2006) and soil evolution (IVANOV et al. 2015). Permafrost thawing due to the changing climate has been considered as one of the most important processes of evolution in the Polar environment in the North of Russia (KAVERIN et al. 2014).

Active layer thickness and the depth of the permafrost layer are the basic features of soil cover of the Polar region and can be assessed by different direct or indirect methods. The classic method is to dig the soil profile or to drill the soil mass with the aim of fixing the border of the active layer and permafrost morphologically. It is also possible to push a sharpened steel bar into the ground until the frozen ground is encountered. This method has essential disadvantages – changing of local soil stratification and penetration of air and water from the upper solum to the bottom one. Nowadays, direct current resistivity (DC resistivity) methods have been used for the identification of permafrost depth and soil profile heterogeneity. Geophysical methods have many advantages (SCOT et al. 1990) and have been widely used for permafrost identification (HAUCK et al. 2003). This is a quantitative method, which allows to carry out quick measurements of ER along the different soil profiles and the permafrost layer. One of the main advantages of these methods is that the equipment is portable and easy to handle. The second one is the ability to detect the permafrost depth without drilling or soil-pit preparation. A one-dimensional model can be assumed for mapping of the permafrost depth in relatively homogenous conditions, whereas the two-dimensional approach was proposed for plots with a high degree of inhomogeneity (HAUCK 2003, POZDNYAKOV 2008).

Electric conductivity and resistivity depend on soil chemical composition, especially salt content, texture of the fine earth and soil moisture content (POZDNYAKOV 2008, MAGNIN et al. 2015). It was substantiated previously (POZDNYAKOV 2008) that vertical electrical resistivity sounding (VERS) method is useful for identification of the separate soil horizons. The method of VERS allows us to identify contrast between soil horizons and layer changes in vertical scale and provides the precise information about solum-parent material organization. On the basis of the published data (POZDNYAKOV et al. 2008, HAUCK et al. 2003, GIBAS et al. 2005, SMERNIKOV et al. 2008, VANHALA et al. 2009, LASTOCHKIN 2013, TURU I MICHELS & ROS VISUS 2013) we suppose that there are essential changes in values of electrical resistivity on the transition from the solum to the permafrost. Moreover, it has been previously shown that values of real electric resistivity (ER) are different for clays, sands, over-moistened layers and permafrost. ER can

be only about 10-30 Ωm in clay-textured substrates, about 500 Ωm in dry sand or even up to 40000-80000 Ωm in permafrost layers. Measurements of ER and visualization are well known methods for permafrost mapping and identification of soil-lithological heterogeneity in vertical scale (POZDNYAKOV 2008, MARCHENKO 2007).

Therefore, this work was aimed:

- to measure ER in soils of the Gydan Peninsula,
- to identify the depth of permafrost and active layer thickness, and
- to identify the differences in permafrost layer in the different latitude regions of the Gydan Peninsula.

MATERIALS AND METHODS

Description of study sites

This study was concentrated on investigation of soils of the northern part of the Yamal region (Northwest Siberia, Russian Federation) in the parts of the Gydan Peninsula, where the complex “Yamal-Arctica-2013” expedition had investigation sites and field camps during September and October 2013. The soils of the Yamal region are not very well known. Few studies on soil morphology and geography (VASILYEVSKAYA 1980, IVANOV 2015) have shown that this region is quite diverse and is expressed by at least four soil zones (deserts, barrens, tundras and forested tundras). The soils of the Yamal and Gydan Peninsulas are represented mainly by Gleyic and Cryogenic soils with low levels of chemical and biological pollution (TOMASHUNAS & ABAKUMOV 2014, Vlasov et al. 2014). The soils of the Yamal region are represented mainly by Cryosols, Gleysols, Histosols and some Al-Fe humus soils (Podsols) in the case of sandy textured grounds, e.g. on Belyi Island (TOMASHUNAS & ABAKUMOV 2014). In 2012, for the first time the Government of the Yamal-Nenets region, in conjunction with the Arctic and Antarctic Research Institute of RosHydromet, performed the first comprehensive expedition for the examination of the Yamal Peninsula (Complex Expedition Arctic Yamal-2012). The second expedition was organized in 2013 (Complex Expedition Arctic Yamal-2013). The principal areas of investigation were situated mainly on the Gydan Peninsula (Fig. 1). Measurements of the ER were conducted at the first time for soils of the Yamal region during this expedition. The areas of investigation belong to different climatic and landscapes regions of the Gydan region.

Soil morphology and general characteristics

Two different soils were investigated on the Yavay Peninsula (72°21.642' N, 075°05.144' E); the typical landscape of which is shown in Figure 2. One is a Histic Gleysol (Fig. 2 centre), with raw organic matter accumulation at the contact of a Gleyic horizon with the permafrost at a depth of about 37 cm. Those soils are located in relief depressions, called “layda” (Fig. 2 right). The second soil type is typical of well-drained and relatively dry uplands and hills. Those soils are identified as Cryosols, with gleyification only on the contact of fine earth with the permafrost layer at a depth of about 80 cm (Fig 2 left).



Fig. 1: Location of investigated sites of the Gydan Peninsula. 1: Haranasale Cape; 2: Yavay Cape; 3: Mamont Cape; 4: Enisey Gulf; 5: Belyi Island north of Yamal.

Abb. 1: Untersuchungsgebiete auf der Gydan-Halbinsel. 1: Kap von Haranasale, 2: Kap von Yavay, 3: Kap von Mamont, 4: Enisey Bucht, 5: Insel Belyi nördlich Yamal.

Soils of the Mamont Cape (71°18.812' N, 077°33.245' E, Gydan Yuribey Gulf) are represented by Histic Gleysols (Fig. 3 left, with two gleyic horizons: upper and contact one) and Gleyic Cryosols (Fig. 3 centre, also with two Gleyic layers). The landscape here (Fig. 3 right) is less differentiated in terms of elevation and is more saturated than the Yavay sites. The depth of the visible permafrost table here is about 60 and 90 cm for the Histic Gleysol and Gleyic Cryosol, respectively.

Relief forms of the Haranasale Cape (71°25.402' N, 073°03.758' E) are very different and are represented by hills and lowlands with relative elevation changes of about 100 m. Soils here are represented by Cryic Gleysols (Fig. 4 left), Histic Gleysols (Fig. 4 right) on Holocene loamy textured sediments and even Entic Podsols (Fig. 4 centre) in the case of sandy textured parent materials of aeolian genesis (WBR 2014). The permafrost table depths here are 110, 60 and 140 cm, respectively.

The landscape at Enisey Gulf (71°25.402' N, 073°03.758' E) is flat (Fig. 5 right), there is no expressed relief differentiation. Therefore, the soils and environments here are very saturated and Histic Gleysols dominate everywhere (Fig. 5 left). The depth of permafrost in both sampling sites of the Enisey Gulf is about 40-45 cm.

The soils of Belyi Island (Fig. 6) are represented by Entic Podsols with weak features of podsolization in the upper part, underlain by material affected by cryoturbation in the middle of the soil profile, the lower part changes to a Gleyic horizon (60-170 cm) of intensive blue colour, and is underlain by permafrost at a depth of 200 cm.

Methods of ER measuring

The ER of the soil profiles can be estimated from the vertical electrical sounding (VERS) measurements, which provides data on the changes in the electrical resistivity throughout the profile from the soil surface without digging pits or drilling. This method allows dividing the soil layer vertically into genetic layers with different properties and characteristics (POZDNYAKOV et al. 1996, POZDNYAKOV 2008). Different soil layers have different ER values, that is why the sharp changes in ER values in soil profiles can be interpreted as results of transition of one horizon to another (POZDNYAKOV 2008).

In our study, the resistivity measurements were performed using four-electrode (AB + MN) arrays of the AMNB configuration (Fig. 7) with use of the Schlumberger geometry (MARCHENKO 2007). A Landmapper ERM-03 instrument (Landviser, USA) was used for the VERS measurements in this study. Vertical electric soundings (VERS) using the Schlumberger configuration were carried out at nine locations on different parts of the Gydan peninsula and in one station, situated on Belyi Island. The apparent resistivity readings at every VERS point were automatically displayed on the digital readout screen and then written down on the field note-book with taking into account the geometry factor.

A VERS was used to study the upper 0- to 5-m thick layer in greater detail. The distance between the A and B electrodes ranged from 10 to 1000 cm while the distance between the M and N electrodes was constant -10 cm. Electrodes were situated on the soil surface with depth of penetration into soil about 0.5 cm. The distance between MN electrodes were constant, while the distance between A and B electrodes were changes from 10 to 1000 cm. The soils were "sounded" thoroughly and found to vary between 5 cm and 3-5 m in A-B distances. A 1D layer model (ZonDIP program) of apparent and real resistivity's processing and visualization were used. This model provides the data on apparent resistivity values changes with the depth (ρ), the layers thickness (h) and layer depth (z). Totally nine soil profiles from the different parts of Gydan Peninsula and one profile from Belyi Island were investigated. Field data presented by three replications of measurements at each point. The geometric factor, K , was first calculated for all the electrode spacings using the formula: $K = \pi (L/2b - b/2)$, for Schlumberger array with $MN = 2b$ and $1/2AB = L$. The values obtained, were then multiplied with the resistance values to obtain the apparent resistivity, ρ_a , values. Then the apparent resistivity, ρ_a , values were plotted against the electrode spacing's ($1/2AB$) on a log-log scale to obtain the VERS sounding curves using an appropriate computer software ZONDIP.

The modeling of the VERS measurements carried out at fifteen stations was used to derive the geoelectric sections for the various profiles. These have revealed that there are mostly two or three geologic layers beneath each VERS station. Three resistivity sounding curve types were obtained from the studied area and these are the 1 ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$), 2 ($\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$) and 3 ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$) type curves. Figures 7 and 8 show data and interpretation for the sites investigated. Measured apparent resistivity values (black dots) are plotted against half electrode distance and fitted by manual curve resulting from inversion process. Solid black line denotes the layer model and the thin

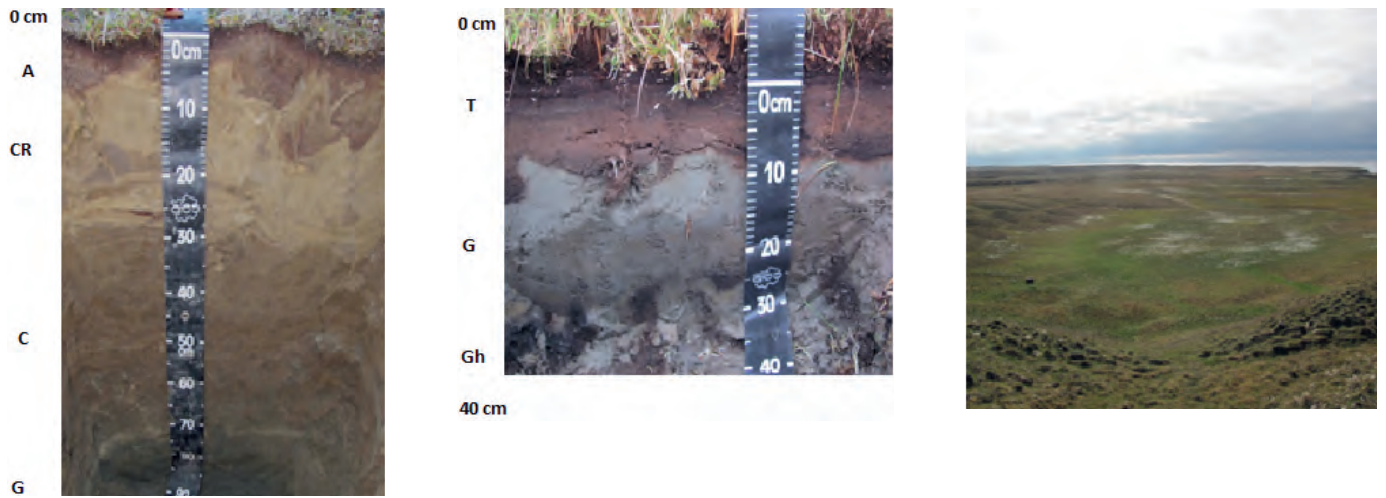


Fig. 2: Landscape at Cape Yavay (right; for location see No. 2 in Fig.1) and selected soil profiles showing soil horizons according to Russian soil classification. Left: a Cryosol; centre: a Histic Gleysol.

Abb. 2: Landschaft bei Kap Yavay, Gydan Halbinsel (rechts; siehe Nr. 2 in Abb. 1) und untersuchte Bodenprofile; Cryosol (links); Histic Gleysol (mittig).

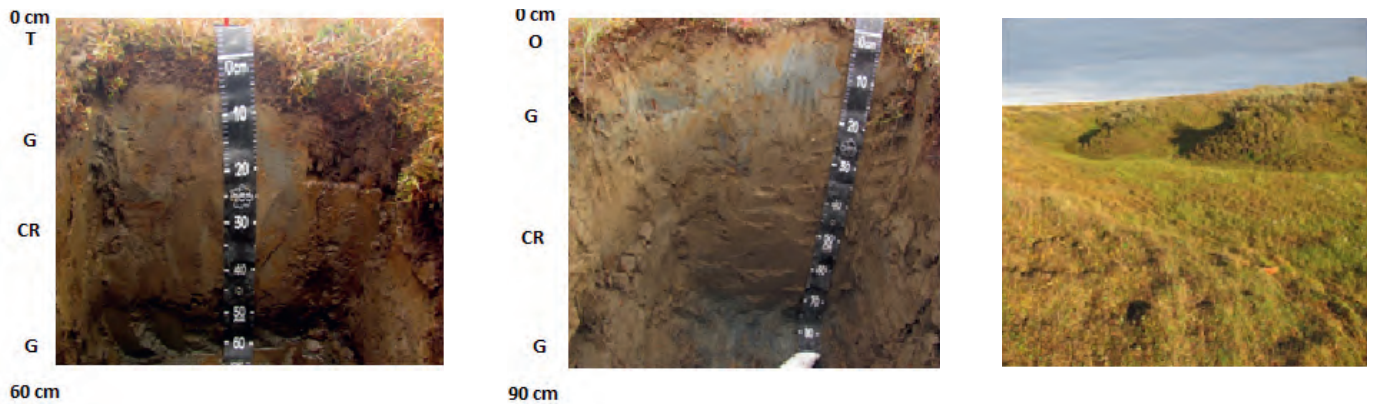


Fig. 3: Landscape with small valleys at Cape Mamont, Gydan Peninsula (right; for location see No. 3 in Fig. 1) and selected investigated soil profiles showing soil horizons according to Russian soil classification. Left: a Histic Gleysol; centre: a Gleyic Cryosol.

Abb. 3: Landschaft mit kleinen Tälchen bei Kap Mamont (rechts; siehe Nr. 3 in Abb. 1) und untersuchte Bodenprofile; Histic Gleysol (links); Gleyic Cryosol (mittig).

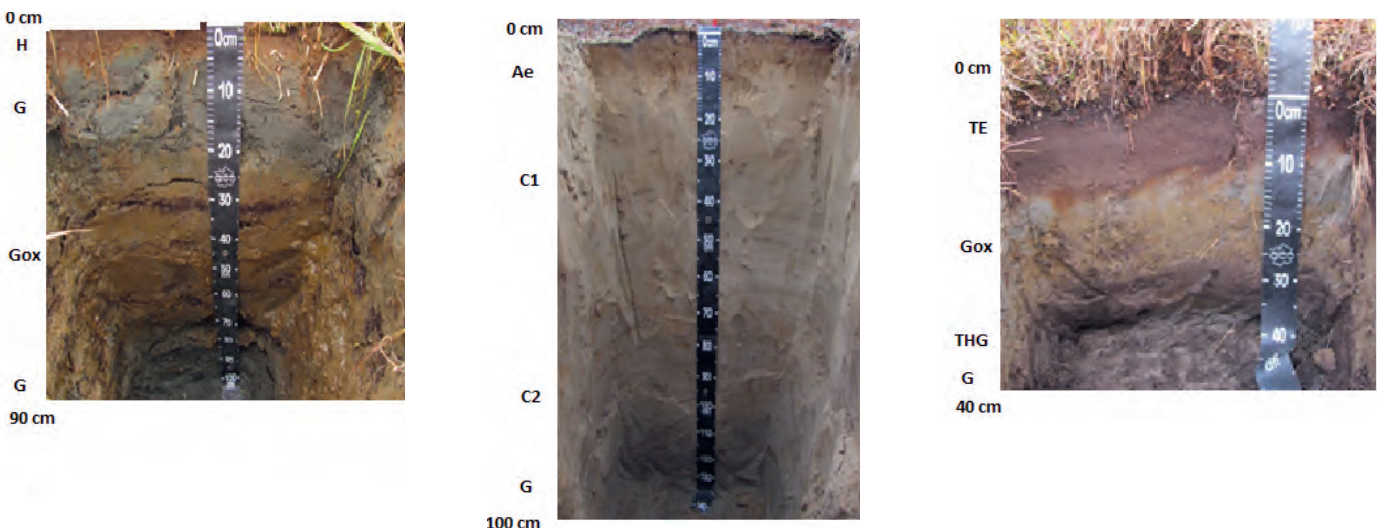


Fig. 4: Selected soil profiles investigated at Cape Haranasale (for location see No. 1 in Fig.1) showing Cryic Gleysols (left), Entic Podsol (centre) and a Histic Gleysol (right). Noted soil horizons according to Russian soil classification.

Abb. 4: Untersuchte Bodenprofile bei Kap Haranasale, Gydan Halbinsel (siehe Nr. 1 in Abb. 1); Cryic Gleysol (links), Entic Podsol (mittig) und Histic Gleysol (rechts) nach russischer Klassifizierung.

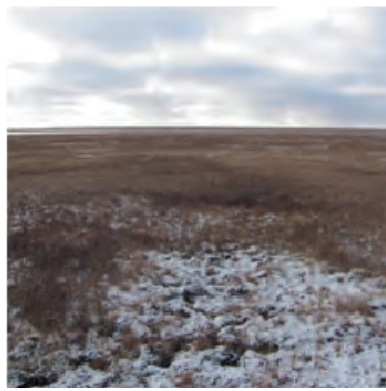
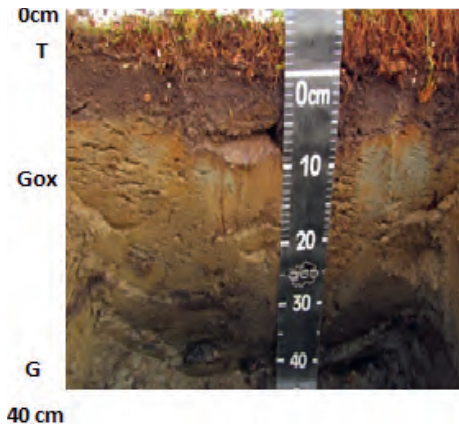


Fig. 5: Landscape at Enisey Gulf (right) and investigated Entic Podsol profile (left).

Abb. 5: Landschaft an der Enisey Bucht und untersuchtes Entic Podsol-Profil (links).

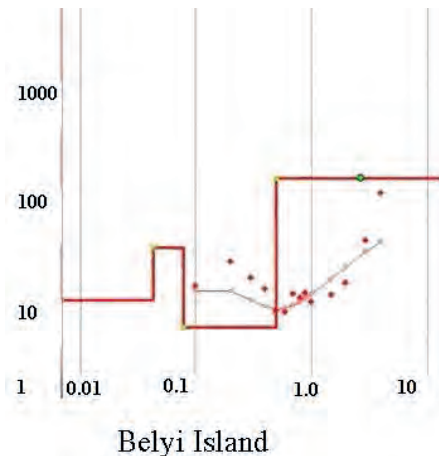
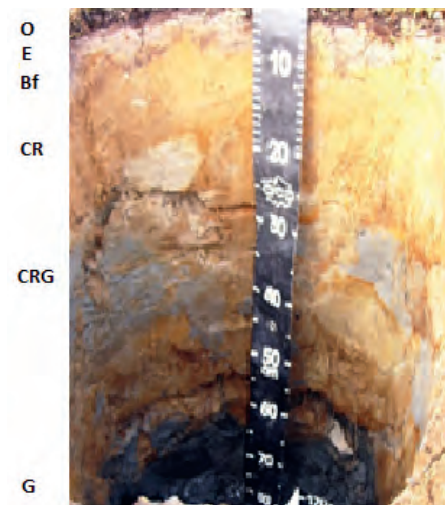


Fig. 6: Soil profile at Belyi Island (left; for location see No. 5 in Fig.1) showing Cryic Gleysol with Entic Podsol; right: Electric resistivity curve and model of soil profile (for explanation see Fig. 8).

Abb. 6: Untersuchtes Bodenprofil (links) mit Cryic Gleysol und Entic Podsol auf der Insel Belyi (Lokation siehe Nr. 5 in Abb. 1). Rechts: Kurve des elektrischen Widerstand und der Verlauf des modellierten Bodenmodels (vgl. Fig. 8).

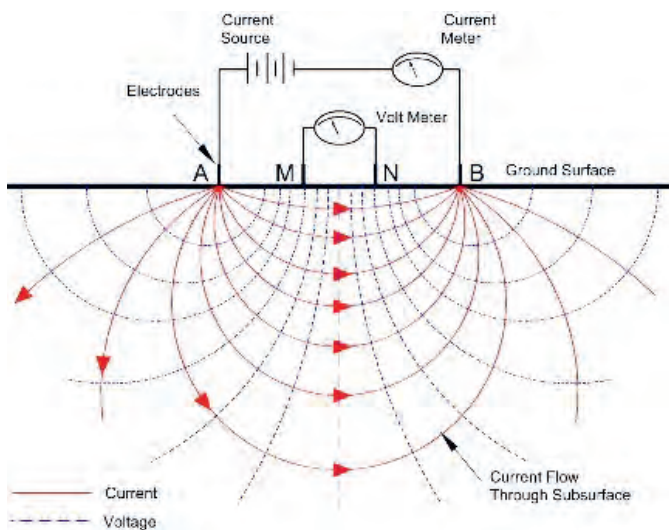


Fig. 7: Sketch of AB-MN electrode configuration.

Abb. 7: Skizze der Konfiguration der AB-MN Elektrode.

lines show the calculated model apparent resistivity curve. The purpose of the program ZONDIP is to determine the resistivity of the rectangular blocks that will produce an apparent resistivity pseudo-section that agrees with the actual measurements. The depths of the layers can also be changed manually by the user. The optimization method basically tries to reduce

the difference between the calculated and measured apparent resistivity values by adjusting the resistivity of the model blocks. However it must be stated that small-scale lateral inhomogeneities will prevent very good agreement between model and observed data. This can be seen (Fig. 8) where only very general agreement between the shape of the model curve and observed data can be observed.

RESULTS AND DISCUSSION

Results of soil VERS measurement (Tab. 1, Fig. 8) essentially show heterogeneity of ER values within the soil profile. In general, there are notable sharp changes in ER values with soil depth, particularly in those layers, where the solum (active soil layer) is in contact with the permafrost table. The data obtained show that the upper border of the permafrost layer coincides with that ER transition, which was identified in field on the base of soil profile morphology. There is general trend of increasing ER in all the soils investigated in the line from the upper permafrost border to the lower limit of VERS measurement. It can be interpreted by invoking increasing permafrost homogeneity with greater depth. Namely, the number of cracks is lesser in the deepest horizons, and this is the reason why the amount of water, dissolved organic matter and iron oxides, penetrating into the deeper layers are lower here than on the geochemical border of the gleyic/permafrost contact.

Depth (cm)	Yavay Cape 1	Yavay Cape 2	Mamont Cape 1	Mamont Cape 2	Haranasale Cape 1	Haranasale Cape 2	Haranasale Cape 3	Enisey Gulf 1	Enisey Gulf 2	Belyi Island
10	88	88	33	29	24	125	7	516	73	73
20	41	41	41	58	27	52	19	2635	183	123
30	814	814	22	82	44	42	27	5904	209	87
40	856	856	10	89	10	155	37	10517	287	67
50	2107	5389	31	86	6	232	48	15859	490	40
60	124	48969	112	124	2	245	60	22391	483	39
70	3246	93262	322	168	66	256	78	30364	750	597
80	3444	915222	220	200	45	289	92	40268	801	547
90	4363	89111	457	279	103	322	79	48952	989	619
100	5389	91552	376	282	81	325	103	54611	1410	495
150	12142	112224	1624	635	205	455	173	116056	4800	579
200	48969	125302	1130	1256	825	522	299	202531	1883	778
300	93262	180622	4804	3109	1224	499	512	461222	3674	2012
400	120596	221000	8542	4020	1658	526	724	819045	6532	5959
500	4860	260000	9062	4711	2748	687	942	96122	7852	6010

Tab. 1: Electric resistivity (Ωm) at the various sites of investigation (for locations see Fig. 1); bold: ER transitional zones.

Tab. 1: Elektrischer Widerstand ($\Omega\text{ m}$) an den verschiedenen untersuchten Standorten (vgl. Abb. 1); Übergangszonen fett markiert.

VERS section name	P-modelled resistivity ($\Omega\text{ m}$)	Z-bottom layer depth (m)	Field permafrost table (m)
Yavay Cape 1	123.3 8.9 6804.3	0.00 0.07 0.80	– – 0.80
Yavay Cape 2	123.3 29.4 6528.3	0.00 0.04 0.40	– – 0.37
Mamont Cape 1	68.3 14772.2 6169.2	0.00 0.60 1.10	– – 0.60
Mamont Cape 2	46.5 7.1 11959.1	0.00 0.06 0.80	– – 0.90
Haranasale Cape 1	17.4 61.2 1.7 3847.3	0.00 0.05 0.10 0.50	– – – 0.50
Haranasale Cape 2	5.2 128.9 56.1 1319.1	0.00 0.08 0.30 0.90	– – – 0.80
Haranasale Cape 3	344.3 1712.2 108.7 10992.4	0.00 0.05 0.20 0.60	– – – 0.60
Enisey gulf 1	52.1 6720.6 1280.7	0.00 0.10 0.50	– – 0.50
Enisey gulf 2	36.9 11466.3	0.00 0.40	– 0.40
Belyi Island	51.6 172.6 28.1 834.3	0.00 0.04 0.20 2.1	– – – 2.0

Tab. 2: Electric resistivity (Ωm).

Tab. 2: Modellierter Elektrischer Widerstand ($\Omega\text{ m}$) und daraus abgeleitete Horizontierung (m) im Vergleich zur direkten Feldmessung (m).

Soils of Yavay Cape (Fig. 8a, b) show very low resistance of the upper solum and ER values increases with depth. In the Cryosol there is increasing of ER values down to the 90-100 cm depth, which coincides well with soil morphology. In Histic Gleysol there is essential increasing of resistivity at a depth of 40 cm. Soils of the Mamont Cape (Fig. 8c, d) show different trends of ER value changes down the profile. Cryic Gleysols show low ER values due to clay texture in upper solum (POZDNYAKOV 2008, MARCHENKO 2007), while the Histic Gleysol show the ER values higher in upper layer due to accumulation of raw humus material, than the values decreases in clay textured horizon and again increases in lower part of profile due to the permafrost table appearing.

Soils of Haranasale Cape show two trends of ER values distribution within the profile. Cryic and Histic Gleysols (Fig. 8e & Fig. 8g) show a rapid increase of resistivity with depth and crucial changes on the depth of 40-60 cm, where the permafrost layer appears. In Entic Podsol (Fig. 8f), there is a significant change of ER at a depth of about 80-90 cm, which good coincides with the field data of solum-permafrost stratification.

Soils of Enisey Gulf (Fig. 8h, i) show rapid changes in ER values within the depth and essential increasing of ER on the depth about 40-50 cm. At this depth the permafrost layer appears as it was described during the field investigations.

In case of the complicated soil profile at Belyi Island there is initially a maximum of ER (Fig. 6 right) in the podsolized sandy textured part (usually sand shows the higher ER values than loams or clays), while in the cryogenic loamy textured part are decrease of ER can be observed. Below ER values increase due to the permafrost table effect (200 cm).

Thus, the VERS provides precise data about the degree of soil-permafrost layer homogeneity/heterogeneity, namely,

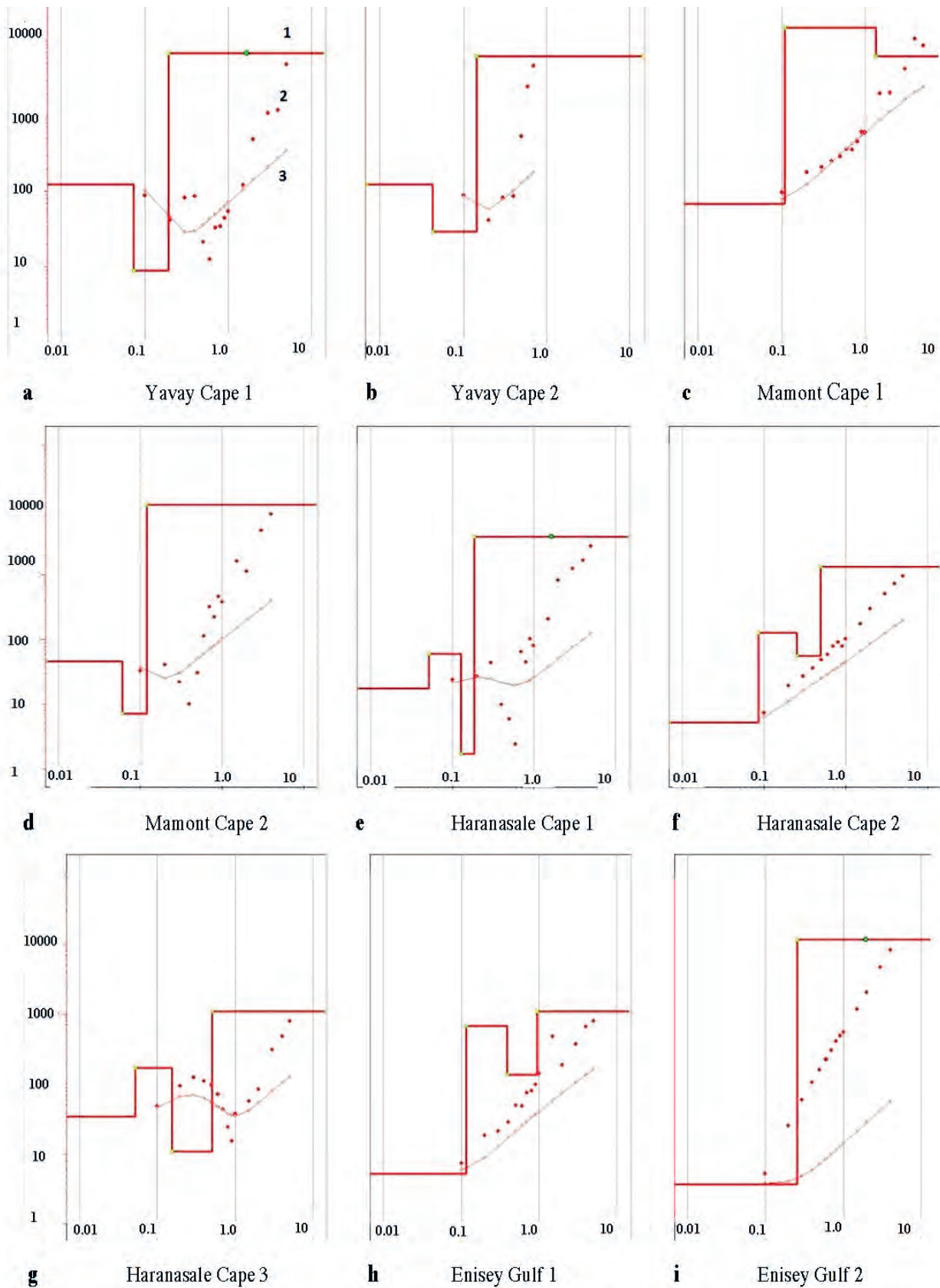


Fig. 8: Electric resistivity curves and models of soil profiles at investigated sites (for soil profiles see figures 2 through 6). Solid red line (1): denotes the layer model; dotted line (2): denotes measured values; thin lines (3): denotes calculated model curves. Vertical scale: ER values (Ωm); horizontal scale: $AB/2$ distance (m).

Abb. 8: Profile der Elektrischen Widerstandsmessungen und daraus modellierte Bodenprofile (Ansicht der Bodenprofile siehe Abb. 2 bis 6). Rote Linie (1) beschreibt das Modell; rote Punkte (2) beschreiben Messwerte; dünne Linie (3) beschreibt die gerechnete Modellkurve. Vertikale Skala: ER-Werte ($\Omega\text{ m}$); horizontale Skala: $AB/2$ (m).

about soil stratification and presence of the geochemical barriers. The VERS method can be effectively used for identification of the active layer depth, for specification of soil-horizons and borders in field conditions and for the non-destructive mapping of soil cover.

CONCLUSIONS

Soils of the Gydan Peninsula are quite different in terms of solum morphology, soil stratigraphy and active layer thickness. The main soil types represented here are Cryosols with features of raw organic matter accumulation and gleyification features. These soils dominate on the watersheds and in low-lands due to poor drainage of parent materials and the presence of continual permafrost in the landscape. In some cases, two Gleyic layers form in one soil profile – one in the upper or middle part due to seasonal fine earth saturation, and second one on the contact of the solum with the permafrost. Histic soils with Cryic features are more typical for lowlands (relief depressions). Soils of Belyi Island are represented by slightly podsolized soils in the upper part; this is due to the lithological contrast of sediments (a sandy textured solum changes to a loamy textured one).

It was shown that the use of VERS methodology in the soil survey is useful for identification of the permafrost depth without digging of soil pit. This method allows the identification of soil heterogeneity, because the ER values are strongly affected by soil properties and intensively changes on the border of different geochemical regimes, i.e. on the border of the active layer and the permafrost. The lower changes were founded in cases where the Histic horizon changes to a mineral one and where the Podsolized uppermost sandy layer changes to a loamy textured one.

It can be summarized that VERS methodology is useful for preliminary soil surveys in the regions with permafrost-affected soil cover. It can also be applied for the elucidation of soil-permafrost layer stratification in field soil pits.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the joint Russian-German project CARBOPERM, Russian presidents' grant for Young Doctors of Science No. MD-3615.2015.4, Russian Foundation for Basic Research, pr. No.16-34-60010 and the government of the Yamal region. This paper is dedicated to the memory of Professor, Dr. Anatoly Pozdnyakov, Dept. of Soil Physics of Moscow University, who passed away August 15 2015. This work benefited greatly from his contribution. The authors would like to thank Christian Haberland, Heinz Miller and an anonymous reviewer for helpful comments on the manuscript.

References

- Everdingen, O. van (ed) (2005): Multi-language glossary of permafrost and related ground ice terms.- Calgary, Alberta, Canada, <<https://inside.org/fgdc>>
- Gibas J., Rachlewitsh G. & Szczucinski W. (2005): Application of DC resistivity and geomorphic surveys in studies of modern Arctic marginal zones, Petiniabukta, Spitsbergen.- Polish Polar Research 4: 234-258.
- Desyatkin, R.V. & Desyatkin, A.R. (2006): Thermokarst transformation of soil cover on cryolithozone flat territories, Symptom of environmental change in Siberian Permafrost Region.- In: R. HATANO & G. GUGGENBERGER (eds.), Hokkaido University Press, Sapporo, 213-223.
- Hauck, C., Mühl, D.V. & Maurer, H. (2003): Using DC resistivity tomography to detect and characterize mountain permafrost.- Geophys. Prospecting 51: 273-284.
- FAO (2014): World Reference Base of Soil Resources.- World soil resources report, No 106, FAO, Rome.
- Ivanov, I., Alexandrovskiy, A.L., Makeev, O.A., Bulgakov, D.S. & Abakumov E.V. et al. (2015): Evolution of soil and soil cover. Theory and diversity of natural evolution and anthropogenic soil transformation.- Moscow. Geos. 1- 915.
- Kaverin, D.A., Pastukhov, A.V. & Majtova, G.G. (2014): Temperature regime of the tundra soils and underlying permafrost (Northeast European Russia).- Kriosfera Zemli, XVIII (3): 23-31.
- Kotlyakov, V. & Khromova, T. (2002): Land Resources of Russia, In: V. STOLBOVOI & I. MCCALLUM (eds), Laxenburg, Austria, Internat. Inst. Applied Systems Analysis and Russian Acad. Sci., CD-ROM, Distributed by the National Snow and Ice Data Center, Boulder.
- Lastochkin, A.N. (ed) (2013): The Antarctic geomorphic Atlas.- St-Petersburg, 1-168.
- Magnin F., Krautblatter, M., Deline, P., Ravanel, L., Malet, E. & Bevington, A. (2015): Determination of warm, sensitive permafrost areas in near-vertical rockwalls and evaluation of distributed models by electrical resistivity tomography.- Journ. Geophys. Res. (in press).
- Marchenko M.N. (ed) (2007): Manual on Vertical Electric Sounding.- Moscow, Moscow State University. 1-30.
- Pozdnyakov, A.I. (2008) Electrical parameters of soils and pedogenesis.- Eurasian Soil Science 10: 1050-1058.
- Pozdnyakov, A.I., Pozdnyakova, L.A. & Pozdnyakova D.A. (1996): Constant Electric Fields in Soils.- Monograph. 1-360.
- Scott, W., Sellmann, P. & Hunter, J. (1990): Geophysics in the study of permafrost.- Geotechnic. Environment. Geophys., ed. S.Ward (ed.) Soc. Explor. Geophys, Tulsa, 355-384.
- Smernikov S.A., Pozdnyakov A.I., Shein E.V. (2008) Assessment of soil flooding in cities by electrophysical methods. Eurasian Soil Science, 10:1059-1065.
- Soil Survey Staff (2014): Keys to Soil Taxonomy.- 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Tomashunas V.M. & Abakumov E.V. (2014): The content of heavy metals in soils of Yamal peninsula and Belyi Island.- Gigena I sanitariya 6: 26-31.
- Turu I Michels V. & Ros Visus X. (1990): Geophysical survey carried out in the Hansbreen glacial front (Hornsund, SW Spitzbergen): Surface Nuclear Magnetic Resonance (SNMR), Magnetic susceptibility of rocks and Electrical Resistivity facies: Permafrost identification and subglacial aquifers.- IV Congreso Ibérico de la I.P.A. Núria (Vall de Ribes, Pirineo oriental), junio 2013.
- Vanhala, H., Lintinen, P. & Ojala A. (2009): Electrical Resistivity Study of Permafrost on Ridnitšohkka Fell in Northwest Lapland, Finland.- Geophysica, 45: 103-118.
- Vasilevskaja V.D. (1980): Pochvoobrazovanie v tundrah Srednej Sibiri (Soil formation in the Western Siberian tundras).- M. Nauka (235). [Classification and Diagnostics of Russian Soils 2004].
- Vlasov, D. Yu., Abakumov, E.V., Tomashunas, V.M., Krylenkov V.A. & Zelenskaya, M.S. (2014): Mycobiota of soils and antropogenic substrates of the Yamal peninsula.- Gigena I sanitariya 5: 49-51.
- WRB (2014): World Reference Base of Soil Resources.- World soil resources report, No 106, FAO, Rome.
- Zubrzycki, S., Kutzbach, L. & Pfeiffer, E-M. (2014): Permafrost-affected soils and their carbon pools with a focus on the Russian Arctic.-Solid Earth 5: 595-609.

Vegetation und Vegetationsdynamik auf dem Zugspitzplatt (Bayerische Alpen) Natur- und Kulturlandschaft im Hochalpinen Raum als Produkt natürlicher, anthropogener und zoogener Einflüsse

von Oliver Korch¹ und Arne Friedmann¹

Zusammenfassung: Seit 2009 erforscht die Arbeitsgruppe Biogeographie der Universität Augsburg im Rahmen der Forschungsvorhaben KLIMAGRAD sowie KLIMAGRAD II die Flora, Vegetation und Vegetationsdynamik auf dem Zugspitzplatt. Hierbei wurden bisher eine detaillierte Vegetationskarte des Untersuchungsgebiets erstellt, vergangene Schwankungen der Krummholzgrenze rekonstruiert, geländeklimatologische Parameter erfasst sowie ein langfristiges Monitoring der Vegetation auf Dauerbeobachtungsflächen initiiert.

Die bisherigen Ergebnisse zeichnen das Bild des weitgehenden Vorherrschens einer artenreichen, heterogenen Kulturlandschaft, die jedoch in stark unterschiedlichem Maße anthropogen bzw. anthro-zoogen überprägt ist. Während manche Pflanzengesellschaften direkt an diese Überprägung gebunden sind, werden andere dadurch lediglich mit lokal stark wechselnder Intensität beeinflusst. Ungestörte bzw. naturnahe Standorte sind nur auf die unwegsamsten Bereiche beschränkt.

Unter den natürlichen Einflussfaktoren sind das stark reliefierte Gelände und die dadurch bedingten vielfältigen kleinklimatischen Einflüsse sowie die mechanische Belastung als Ergebnis geomorphologischer Prozesse prägend für die Verteilung von Arten bzw. Pflanzengesellschaften. Das bisherige Monitoring, der Vergleich mit älteren Kartierungen sowie die Auswertung historischer Abbildungen liefern hinsichtlich der Auswirkungen eines sich seit Jahrzehnten wandelnden Klimas auf die Verbreitung und Zusammensetzung der Plattvegetation erste Indizien, die jedoch erst künftig zu statistisch belastbaren Aussagen zusammengefasst werden können.

Abstract: Since 2009 the working group on Biogeography at the University of Augsburg is exploring the flora, vegetation and vegetation dynamics on the Zugspitzplatt. Up to now, a detailed vegetation map of the research area has been issued and historic shifts of the krummholz-line have been reconstructed. Data proving the heterogenic site-climate have been collected and a long-term-monitoring of the vegetation on permanent sample plots has been established since 2010.

Results show the dominance of a heterogenic cultural landscape, which, however differs in its anthropogenic and zoogenic overprint. While some plant communities can be directly linked to those factors, others are only influenced with a varying grade of intensity. Uninfluenced vegetation is restricted to only the most remote sites.

Among the natural influencing factors the inhomogeneous relief linked to a differing site climate as well as mechanical stress due to geomorphologic processes are responsible for the distribution of species and communities. Finally, the first results of the long-term-monitoring give first hints to changes of plant and vegetation patterns in the context of climatic change. Nevertheless further research is still needed to obtain consistent evidence of this fact.

DAS ZUGSPITZPLATT – DEUTSCHLANDS HÖCHSTGELEGENES UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Zugspitzplatt ist als Teil des Wettersteingebirges in den mittleren Bayerischen Alpen gelegen. Benachbarte Gebirgsstöcke sind im Westen und Norden Teile der Ammergauer Alpen bzw. des Estergebirges, im Süden die Mieminger Kette sowie im Osten das Karwendelgebirge.

Das Untersuchungsgebiet (Abb.1) oberhalb der nach Osten abgrenzenden 2000 m-Höhenlinie umfasst eine Fläche von ca. 8,25 km², wobei das konkave Gelände nach Westen hin bis auf 2700 m ansteigt. Es wird nach Norden, Westen und Süden von der so genannten „Plattumrahmung“ umfasst, zu deren markanten Gipfeln neben der Zugspitze (2962 m) der Schneefernerkopf (2875 m) sowie die Plattspitzen (2680 m) zählen. Aufgebaut wird das als tertiäre Altform (UHLIG 1954) beschriebene Zugspitzplatt von dem ladinischen Wettersteinkalk, einem sehr reinem Kalkgestein, welches nach Untersuchungen von HÜTTL (1999) einen mittleren CaCO₃-Gehalt von 95,6 % und einen MgCO₃-Gehalt von 2,4 % aufweist. Es kommt dadurch zu starker Verkarstung im gesamten Untersuchungsgebiet mit entsprechenden Voll- und Hohlformen unterschiedlicher Größe. Der Wettersteinkalk liegt schließlich auf den wasserstauenden Partnach-Schichten auf, so dass das gesamte Gebiet weitestgehend keinen Oberflächenabfluss aufweist und unterirdisch über den Partnach-Ursprung im Osten entwässert wird (WETZEL 2004, 2005, RAPPL et al. 2010).

Aktuell befinden sich im Gebiet zwei Gletscher, der Nördliche Schneeferner und der wesentlich kleinere, aktuell in einzelne Restflächen zerfallene Südliche Schneeferner. HAGG et al. (2012) geben deren Flächen für das Jahr 2009 mit 27,8 ha bzw. 4,8 ha an. Verschiedene Moränenablagerungen, als Rundhöcker ausgeformte Gesteinskuppen und der besonders im oberen Plattbereich vom Gletscherschliff polierter bzw. gekritzter Fels zeugen von Phasen ausgedehnter Eisbedeckung im Pleistozän und im Holozän (HIRTLREITER 1992).

Wichtiger als die rezent nur kleinräumig stattfindende glaziale Morphodynamik ist die starke Überprägung durch die Frostverwitterung, was sich durch zahlreiche Blockschutthalde manifestiert.

Es herrscht ein typisches Hochgebirgsklima der Nördlichen Alpen vor. So lag die Durchschnittstemperatur auf der Zugspitze im Zeitraum 1983-2012 bei -4,18 °C und der Jahresniederschlag bei 2056,5 mm. Gegenüber der Normalperiode

doi:10.2312/polarforschung.86.1.35

¹ Universität Augsburg, Institut für Geographie, Alter Postweg 118, 86135 Augsburg.

* Korrespondierender Autor <oliver.korch@geo.uni-augsburg.de>

Manuskript eingereicht 23. Dezember 2015; überarbeitet zum Druck angenommen 24. Juni 2016.

This research is done within the collaborative projects KLIMAGRAD and KLIMAGRAD II and is financed by the Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection (StMUV).

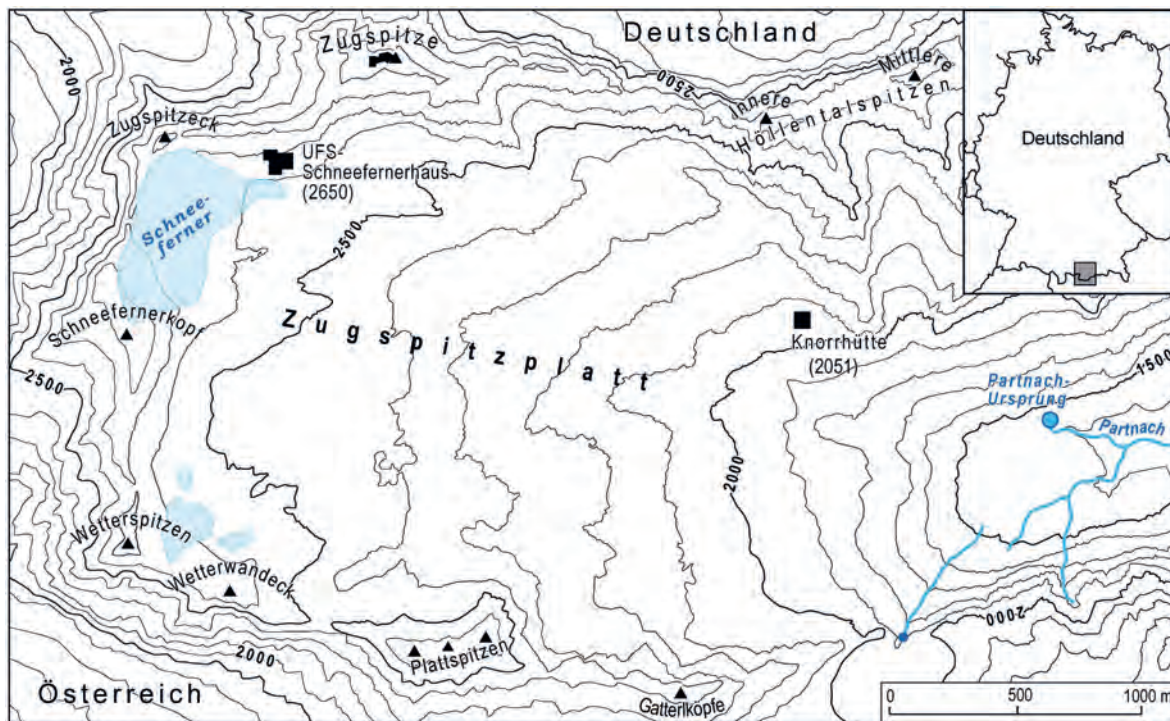


Abb. 1: Die Lage des Untersuchungsgebiets Zugspitzplatt.

Fig. 1: The location of the Zugspitzplatt.

1961-1990 bedeutet dies einen Anstieg der Temperatur um mehr als 0,6 °C bei einer gleichzeitigen Zunahme des Niederschlags um 53,5 mm. Für das darunterliegende Zugspitzplatt wurde mit Hilfe von Daten der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) eine durchschnittliche Zunahme der mittleren Jahrestemperatur um 0,62 °C/100 m für das Jahr 2012 ermittelt. Schneefall und negative Temperaturen können im Gebiet auch während der Sommermonate auftreten (KORCH 2014, Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst 2013).

Besonders das obere Zugspitzplatt ist seit der ersten Hälfte des 20. Jh. für den ganzjährigen Massentourismus erschlossen und beherbergt heute eine entsprechende Infrastruktur mit zahlreichen Gebäuden, Liftanlagen, Skipisten und Wanderwegen. Rückwirkend mindestens bis in das 16. Jh. nachweisbar, beweidet Schafe das Zugspitzplatt während der Sommermonate; aktuell etwa 400 Tiere, in der Vergangenheit lag deren Zahl sogar wesentlich höher bei bis zu 600.

ZÖTTL (1950) erstellte erstmals im Zusammenhang mit seinen Studien im Wettersteingebirge einzelne Vegetationsaufnahmen auf dem Zugspitzplatt. Eine erste flächendeckende Erfassung der Plattvegetation wurde von CREDNER (1995) erstellt. RÖSLER (1997) erwähnt in ihrer Arbeit zu alpinen Rasengesellschaften der Bayerischen Alpen auch entsprechende Vorkommen auf dem Zugspitzplatt.

VEGETATIONSÖKOLOGISCHE FORSCHUNG AUF DEM ZUGSPITZPLATT SEIT 2009

Die Arbeitsgruppe Biogeographie der Universität Augsburg betreibt seit 2009 im Rahmen der Projekte KLIMAGRAD (2009-2013) sowie KLIMAGRAD II (seit 2015) vegetations-

ökologische Forschung auf dem Zugspitzplatt. Im Zentrum steht dabei die Inventarisierung der Flora und Vegetation auf Grundlage pflanzensoziologischer Vegetationsaufnahmen. Die Erstellung und Auswertung von Aufnahmen an 237 Standorten bilden die Grundlage für die Beschreibung der Pflanzengesellschaften und für die Vegetationskarte (KORCH 2014, Abb. 2), welche die große floristische Heterogenität im Untersuchungsgebiet unterstreicht.

Die Frage nach den Ursachen dieser Heterogenität sowie die Frage nach der Persistenz bzw. der Weiterentwicklung des festgestellten Status quo machen eine längerfristig angelegte, detaillierte, standortbezogene Betrachtung und Differenzierung notwendig. Faktoren, welche die aktuelle Vegetation bedingen sowie die Vegetationsdynamik beeinflussen müssen für die verschiedenen Einheiten zunächst identifiziert werden. Im Anschluss stellt sich die Frage nach der jeweiligen Reichweite, dem Anteil an der Gesamtdynamik sowie nach möglichen Interaktionen, Rückkoppelungen und Wechselwirkungen mit anderen Faktoren.

ANGEWENDETE METHODEN

Die Vegetationsaufnahmen wurden unter Verwendung der pflanzensoziologischen Methode nach BRAUN-BLANQUET (1964) erhoben. Dies stellt die größtmögliche Vergleichbarkeit der erhobenen Daten mit älteren Vegetationsaufnahmen von ZÖTTL (1950) und CREDNER (1995) sicher. Aufgrund der starken Standortheterogenität des Untersuchungsraums erfolgte die Auswahl der Aufnahmeflächen ausschließlich nach subjektiven Kriterien, um homogene und morphologisch einheitliche Aufnahmeflächen zu gewährleisten (BRAUN-BLANQUET 1964, DIERSCHKE 1994, PFADENHAUER 1997). Aus

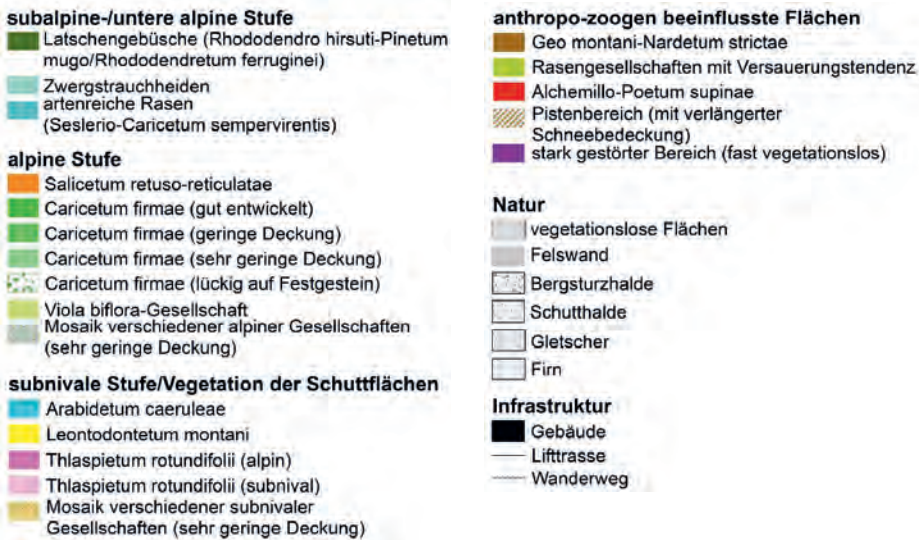
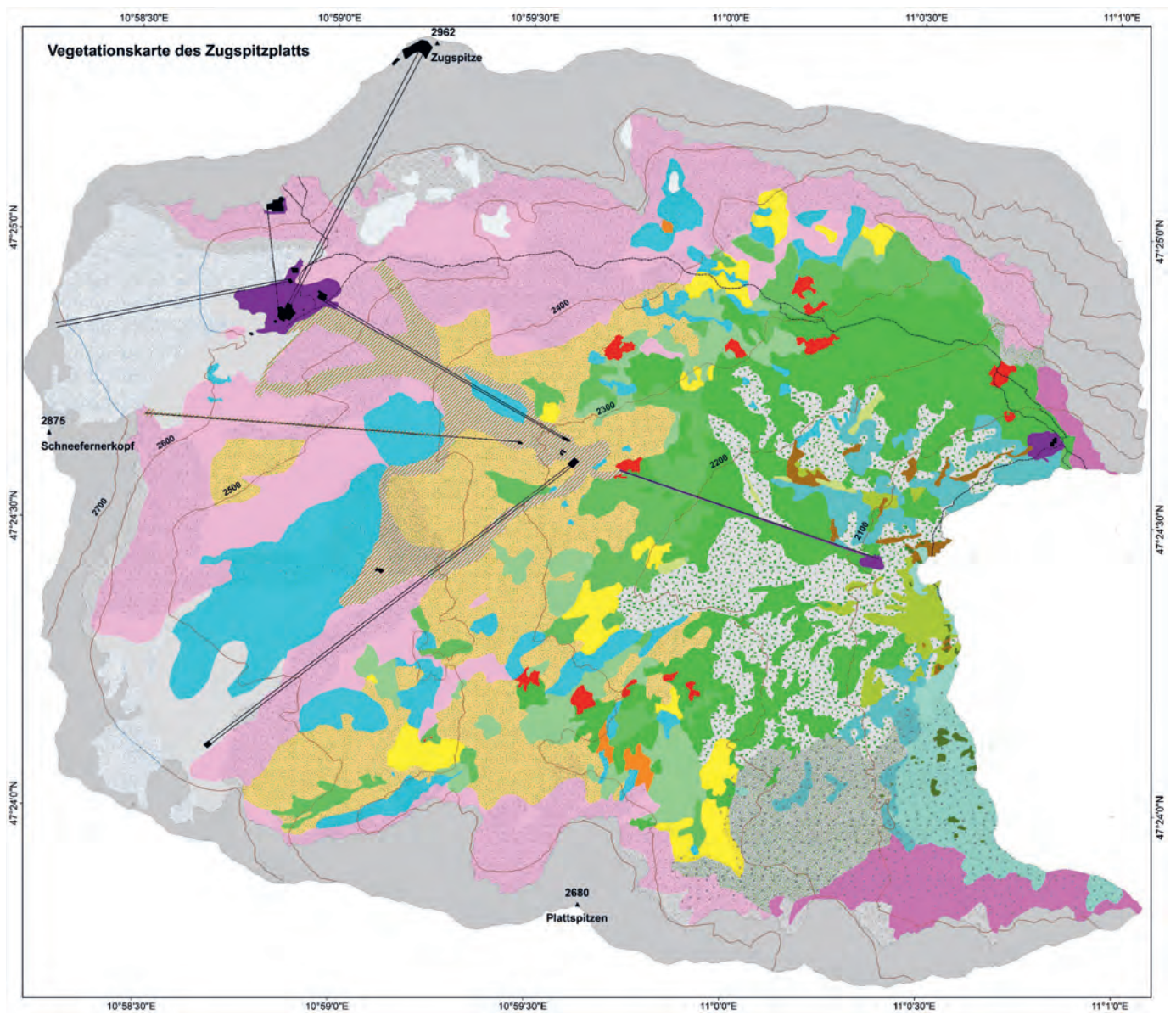


Abb. 2: Vegetationskarte des Zugspitzplatts (KORCH 2014 verändert).

Fig. 2: Vegetation map of the Zugspitzplatt (KORCH 2014 modified).

demselben Grund und aufgrund der teilweise durch die Geländeform limitierten Flächengrößen erfolgte die Festlegung der Größe der erfassten Flächen variabel. Sie wurde jedoch so bestimmt, dass möglichst alle am aufgenommenen Standort wachsenden Gefäßpflanzen erfasst werden konnten. Um vegetationsdynamische Prozesse besser abschätzen zu können, wurde ab 2010 auf 38 der Aufnahmeflächen eine Langzeitbeobachtung auf Dauerbeobachtungsflächen (DIERSCHKE 1994, FISCHER & KLOTZ 1999) mit Wiederaufnahmen im ein- bis dreijährigen Rhythmus initiiert. Die Schätzung der Artmächtigkeit erfolgte nach der von REICHELT & WILMANN (1973) vorgeschlagenen Skala. Diese Werte wurden für statistische Auswertungen (Abb. 3, 4, 5) in eine neunstufige numerische Skala umgerechnet. Die Benennung und Einordnung der einzelnen Pflanzengesellschaften erfolgte nach RENNWALD (2000), die Benennung der Taxa nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998). Die Aufzeichnung geländeklimatologischer Daten erfolgte mit dem Ziel einer Erfassung der tatsächlich auf die niedrige Vegetation einwirkenden Witterungsparameter in Bodennähe und in 30-minütigen Intervallen. Hierbei wurden Datalogger des Typs HOBO PRO V2 der Firma ONSET verwendet.

DAS ZUGSPITZPLATT – SEINE FLORA UND VEGETATION

Das Untersuchungsgebiet lässt sich in drei vegetationsgeographische Höhenstufen gliedern:

- Die obere subalpine Stufe mit der Krummholzgrenze (bis ca. 2100 m).
- Die Stufe der alpinen Rasen (2000 bis >2400 m).
- Die subnivale Stufe der Schutt-, Fels- und Schneebodengesellschaften.

In all diesen Stufen treten Flächen auf, die mit Assoziationen bestanden sind, die direkt auf anthropo-zoogenen Einfluss zurückzuführen sind.

Die Vegetation der subalpinen Stufe

Die subalpine Höhenstufe nimmt den flächenmäßig kleinsten Anteil des Zugspitzplatts ein. Es dominiert ein Mosaik aus Latschengebüschen, Zwergstrauchheiden sowie Rasengesellschaften besonders im Übergangsbereich zur alpinen Stufe (Abb. 2).

Latschengebüsche

Die Latschengebüsche (bis ca. 2100 m) sind mit zwei von der namengebenden Latsche oder Legföhre (*Pinus mugo*) dominierten Gesellschaften vertreten. Während das Wimpernalpenrosen-Latschen-Gebüsch (*Rhododendro hirsuti*-*Pinetum mugo* Br.-Bl. et al. 1939 nom. inv. prop.) als zonale Assoziation an den basenreichen Untergrund gebunden ist, wird dieses auf bodensauren Standorten, wie etwa mächtigen Tangelrendzinen, durch die Gesellschaft der Rostblättrigen Alpenrose (*Rhododendretum ferruginei* Rübel 1911) ersetzt. Letztere stellt nach SEIBERT (1992) und EGGENSBERGER (1993) das Endstadium der Sukzession an feuchten Standorten der oberen subalpinen Stufe dar. Unterscheiden lassen sich beide Gesellschaften durch die in ihnen jeweils vorkommende Alpenrosen-Art. Während im *Rhododendro hirsuti*-*Pinetum*

mugo die im basischen Ausgangssubstrat wurzelnde Bewimperte Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) anzutreffen ist, tritt im acidophilen *Rhododendretum ferruginei* mit zunehmender Rohhumusakkumulation die vikariierende Rostblättrige Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) an deren Stelle.

Zwergstrauchheiden

Im südöstlichen Bereich der subalpinen Stufe finden sich zwischen Latscheninseln ausgedehnte Zwergstrauchheiden, die von der Bewimperten Alpenrose, der Silberwurz (*Dryas octopetala*) und der Horstsegge (*Carex sempervirens*) dominiert werden (Abb. 2). Aufgrund der noch ausstehenden genauen pflanzensoziologischen Überprüfung werden diese zunächst als ranglose Gesellschaft eingestuft. Sie ähneln einer bereits von ZÖTTL (1950) beschriebenen „*Daphne striata*-*Erica carnea* Assoziation“ im Bereich der Knorr-Hütte. Die Anwesenheit zahlreicher Arten der alpinen Blaugras-Rasen (Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948) zeigt den Charakter einer Übergangsgesellschaft zwischen diesen Rasen und den Latschengebüschen auf, deren Verbuschung zumindest bisher effektiv durch Beweidung verhindert wurde.

Rasengesellschaften der obersten subalpinen Stufe

Im Übergangsbereich von der subalpinen zur alpinen Vegetationsstufe kommen sowohl nördlich als auch südlich des Brunnentals auf östlich bis südlich exponierten Flächen artenreiche, teilweise reichlich blühende Rasengesellschaften vor, die unterschiedlich ausgeprägte Anklänge an die Blaugras-Horstseggen-Halde (Seslerio-Caricetum sempervirentis Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926) aufweisen (Abb. 2). Obwohl sie die üppigsten Rasenflächen im Untersuchungsgebiet darstellen, handelt es sich hierbei eher um Übergangsstadien des häufig in der Sukzession vorangestellten Polsterseggen-Rasens (SÖYRINKI 1954) bzw. eine an Kenn- und Trennarten verarmte Ausprägung dieser Assoziation. Der Grund hierfür dürfte in den für eine optimale Ausprägung der Gesellschaft regional allgemein ungünstigen Standortbedingungen begründet sein. Diese manifestieren sich in einer Dominanz von nach Norden exponierten Karen, aktiver Schuttdynamik sowie damit verbunden unzureichender Bodenentwicklung und decken sich mit den Beobachtungen anderer Autoren (ZÖTTL 1950, WEBER 1981, CREDNER 1995).

Die Vegetation der alpinen Zone

Die alpine Zone reicht auf dem Zugspitzplatt im Mittel bis in Höhen von 2300 bis 2400 m. Im Südwesten sind aufgrund geländeklimatischer Gunst inselartige Vorposten noch auf über 2500 m ausgebildet. Während im Südwesten im Bereich eines – vermutlich holozänen – Bergsturzgeländes im Vergleich zur subalpinen Ausprägung an Arten verarmte Zwergstrauchheiden vorherrschen, wird der weitaus größere Teil der alpinen Zone jedoch von Rasengesellschaften besiedelt (Abb. 2). Deren Wuchshöhe, Artenreichtum und Deckung nehmen mit zunehmender Höhe allgemein hin ab, bis sie sich schließlich an der Grenze zur subnivalen Zone in einzelne Rasenflecken auflösen. Dort sind auch kleinflächige Spalierweidenrasen anzutreffen. Im Bereich feuchter Steinschlagrinnen, Schutt-

flächen und Karren trifft man auf eine Form der Felsspalten- und Schuttvegetation, deren Charakteristik eindeutig die im Vergleich zur subnivalen Zone günstigeren Klimaverhältnisse widerspiegelt.

Rasengesellschaften der alpinen Stufe

Die eng mit der Blaugras-Horstseggenhalde (*Seslerio-Caricetum sempervirentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926) verwandten Polsterseggen-Rasen (*Caricetum firmae* Rübel 1911) dominieren mit verschiedenen Ausprägungen die alpine Höhenstufe im Untersuchungsgebiet. Mehr als ein Drittel der in die Vegetationskarte (Abb. 2) eingegangenen Standorte können dieser Assoziation zugeordnet werden. Dabei erreichen die Rasen im Bereich des Wetterwandecks Höhen von >2500 m. Das Erscheinungsbild variiert zwischen lückigen Formationen auf Schutt, geschlossenen, dichten Beständen und Vorkommen direkt auf dem anstehenden Wettersteinkalk, so genannte „Karst-Firmeten“ (REISIGL & KELLER 1987). Erwartungsgemäß nimmt die Deckung der Rasen mit zunehmender Höhe ab, es können jedoch auch expositionsbedingt kleinräumig starke Deckungsunterschiede auftreten. Untergliedern lässt sich das *Caricetum firmae* einerseits in die typisch ausgeprägte Gesellschaft und in weitere Typen, die sowohl von Assoziationen angrenzender Höhenstufen als auch von voranschreitender Sukzession im Wechselspiel mit ablaufender Pedogenese charakterisiert sind. So finden sich in den häufig als initiale Dauergesellschaft ausgebildeten lückigen Polsterseggenrasen am oberen Verbreitungsgebiet regelmäßig Arten der subnivalen Steinschuttfluren (*Thlaspietea rotundi-folii* Br.-Bl. 1948) als Begleitarten. Anders verhält es sich dagegen in der unteren alpinen Zone, wo zunehmende klimatische Gunst oft im Zusammenhang mit fortgeschrittener Bodenentwicklung für artenreiche Polsterseggen-Rasen entweder mit zunehmenden Anklängen an das *Seslerio-Caricetum sempervirentis* oder an die Borstgras-Rasen (s.u.) verantwortlich ist.

Das als Borstgras- oder Bürstlingsrasen bezeichnete und an bodensaure Standorte gebundene *Geo montani-Nardetum strictae* Lüdi 1928 nom. mutat. propos. zählt zu den unmittelbar auf die anthropo-zoogene Beeinflussung zurückzuführenden Assoziationen im Untersuchungsgebiet (Abb. 2). So fördert das weidende Vieh durch die Verschmähung des (teilweise durch diese Tiere erst eingeschleppten) Borstgrases (*Nardus stricta*) indirekt dessen immer stärkere Ausbreitung (GRABHERR 1993). Als Konsequenz stellt sich letztendlich die Assoziation als Ersatzgesellschaft an einem Standort ein. Die in der unteren alpinen, teilweise im Übergang zur subalpinen Höhenstufe verbreiteten Borstgras-Rasen des Zugspitzplatts lassen sich hinsichtlich ihrer Genese in zwei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe bilden Bestände auf ehemals von Latschen bestandenen, und somit aufgrund der Rohhumus-Auflage bodensauren Flächen. Zusätzlich zu den Böden vermitteln zahlreiche floristische Ähnlichkeiten wie beispielweise das Vorkommen von Arten der Gattung *Vaccinium* zu den in der Regel auch räumlich benachbarten Latschengebüschchen. Die zweite und größere Gruppe des *Geo montani-Nardetum strictae* findet sich auf aus allochthonen Glimmer-Einwehungen hervorgegangenen sauren Braunerden (CREDNER et al. 1998, 2003, 2006, 2008, KORCH et al. 2013, GRASHEY-JANSEN et al. 2014), besonders nördlich des Brunntals. In den sehr artenreichen Aufnahmen fehlen die *Vaccinium*-Arten. Dafür

sind Arten aus der Ordnung der *Seslerietalia albicantis* Br.-Bl. et Jenny 1926 reichlich repräsentiert. Dies kann als starkes Indiz für die Einordnung dieser Form des Borstgras-Rasens als eine sich unter dem Einfluss der Beweidung einstellende Ersatzgesellschaft aus dem artenreichen *Caricetum firmae* bzw. dem *Seslerio-Caricetum sempervirentis* gesehen werden. LIPPERT (1966) spricht in diesem Zusammenhang auch von einer „Kalkalpenrasse“ der Gesellschaft.

An Orten, an denen sich die Schafe bevorzugt zum Ruhen und zum Wiederkäuen versammeln findet man in der Regel auf übersichtlichen Geländekuppen entlang der gesamten alpinen Stufe die auch als „Faxrasen“ (AICHINGER 1933) bezeichnete Lägergesellschaft des *Alchemillo-Poetum supinae* Aichinger 1933 (Abb. 2). Es ist somit neben den Borstgras-Rasen die zweite Gesellschaft, deren Existenz unmittelbar auf die Schafbeweidung zurückzuführen ist. Entsprechend ist sie in erheblichem Maße dem Tritt und der Eutrophierung ausgesetzt. Ähnlich wie im *Geo montani-Nardetum strictae* verschmähen die Tiere jedoch die namensgebende Lägerrippe *Poa supina*, die so zur Dominanz gelangen kann (ELLMAUER & MUCINA 1993). Unter den Begleitarten dominieren auch hier Vertreter der *Seslerietalia albicantis*, was abermals den Charakter einer Ersatzgesellschaft unterstreicht.

Bodenfeuchte Standorte in der alpinen Stufe

In eher bodenfeuchten Karren, beschatteten Geländemulden, auf grobem Blockschutt aber auch in Karsttaschen ausgebildet, in denen keine Borstgras-Rasen wachsen, findet sich weit verbreitet ein Vegetationstypus, der keiner der beschriebenen alpinen Pflanzengesellschaften zugeordnet werden kann („*Viola biflora*-Gesellschaft“ Abb. 2). Dieser ähnelt einer Serie von Aufnahmen im benachbarten Karwendelgebirge, die SAITNER und PFADENHAUER (1992) als syntaxonomisch ranglose „Karrenkomplexe“ beschreiben. Charakteristisch ist eine teilweise aspektbestimmende Dominanz des Zweiblütigen Veilchens (*Viola biflora*) neben diversen Arten von Farnen. Als Begleiter kommen wechselnd Arten der Rasen, Zwergstrauchheiden als auch der Schneetälchen- und Schuttgesellschaften (s.u.) vor.

Stufe der Schutt-, Schneetälchen- und Felsspaltengesellschaften

Die Stufe der Schutt-, Schneetälchen- und Felsspaltengesellschaften (Abb. 2) entspricht der subnivalen Höhenstufe bzw. im Bereich der von Schutthalden dominierten Areale unterhalb der Plattumrahmung sogar Anteilen der alpinen bzw. kleinflächig sogar der subalpinen Höhenstufen auf dem Zugspitzplatt.

Spalierweidenrasen

Als Übergangsgesellschaft zwischen den alpinen Rasen und den Schuttgesellschaften nimmt der im Untersuchungsgebiet gering verbreitete Spalierweiden-Rasen (*Salicetum retuso-reticulatae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926) die Stellung einer Übergangsgesellschaft ein. Sie wird dominiert von den beiden Weidenarten *Salix retusa* und *Salix serpillifolia*, während die namensgebende *Salix reticulata* auf dem Zugspitzplatt fehlt.

Die eher geringe Verbreitung dieser Gesellschaft ist in deren Standortanspruch, festgelegtem, unbewegtem Kalkschutt (ENGLISCH et al. 1993) begründet, der hier aber nur kleinräumig vorkommt.

Die Vegetation der Schneetälchen

Die zahlreichen Schneetälchen des oberen Zugspitzplatts, in denen eine Schneedeckendauer von >10 Monaten erreicht werden kann, werden von dem Gänsekresse-Schneetälchen (*Arabidetum caeruleae* Br.-Bl. 1918) eingenommen, welches zum selben Verband gehört wie das *Salicetum retuso-reticulatae*. Es handelt sich hierbei um im Vergleich zur Umgebung ungewöhnlich feinerdereiche Standorte. Dieser Reichtum ist dem Geländecharakter als häufig abflusslose Senken, teilweise auf wasserstauendem Kalkstein sowie dem damit verbundenen Überangebot an Schmelzwasser als Transportmedium zu verdanken. Pedologisch führen diese Gegebenheiten zu feuchten Böden, die teilweise reduktive Merkmale der Pseudovergleyung aufweisen. Darüber hinaus vermag die Assoziation im Untersuchungsgebiet auch außerhalb von Geländemulden zumindest in fragmentarischer Form zu gedeihen. Dies ist verstärkt im Bereich der Skipisten der Fall, wo die Pistenpräparierung zu einer künstlichen Verlängerung der jährlichen Schneedeckendauer führt. Diese weite Standortamplitude des *Arabidetum caeruleae* auf dem Zugspitzplatt begründet auch den teilweise großen Artenreichtum der Aufnahmen (bis zu 24 erfasste Arten), zu dem sowohl Arten der *Elyno-Seslerietea* im unteren Untersuchungsbereich als auch solche der *Thlaspietalia rotundifolii* im subnivalen Bereich beitragen. Dass in den hochgelegenen Aufnahmen der letztgenannten Gruppe schließlich lediglich die namensgebende Blaue Gänsekresse (*Arabis caerulea*) als einzige starke Charakterart (ENGLISCH et al. 1993, OBERDORFER 1973) verbleibt, unterstreicht den subnivalen Charakter der Art.

Täschelkraut-Halden

Die flächenhaft am weitesten verbreitete Gesellschaft auf den Schuttflächen des oberen Zugspitzplatts ist die Täschelkraut-Halde (*Thlaspietum rotundifolii* Jenny-Lips 1930). Es handelt sich um eine Gesellschaft, deren Arten stark an den Lebensraum des bewegten Schutts angepasst sind. So zählt etwa das namensgebende Rundblättrige Täschelkraut (*Thlaspi rotundifolium*) zu den Schuttwanderern, das Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*) zu den Schuttkriechern und die Gämsekresse (*Pritzelago alpina*) zu den Schuttstauern (REISIGL & KELLER 1987). Das *Thlaspietum rotundifolii* ist dabei aufgrund andauernder Schuttaktivität (WEBER 1981) sowie mangelnder Konkurrenzkraft von Arten in der Sukzession nachfolgender Gesellschaften besonders im subnivalen Bereich oft eine Dauergesellschaft. Es ist mit im Mittel 7,6 erfassten Arten die artenärmste Gesellschaft auf dem Zugspitzplatt und lässt sich in drei Subassoziationen gliedern. 21 der 34 kartierten Flächen sind zur typischen Ausprägung zu rechnen und finden sich bevorzugt auf den Schutthalden unterhalb der Plattumrahmung. Ausgliedern lässt sich in dieser Gruppe nochmal eine alpin getönte Form auf tief gelegenen Halden. Hier kommen verstärkt Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in der alpinen Zone vor. Die zweite Hauptgruppe (12 Aufnahmen) unterscheidet sich von der ersten Hauptgruppe durch die Anwe-

senheit von Sendtners Alpenmohn (*Papaver sendtneri*). Sie kommt auf weniger bewegten, verfestigten und von einem größeren Feinbodenanteil geprägten Standorten wie etwa den Moränen holozäner Gletschervorstöße im oberen Untersuchungsgebiet als eigene Subassoziation „papaveretosum sendtneri“ (ENGLISCH et al. 1993) vor. Mit lediglich einer Aufnahme ist schließlich im Bereich der Knorr-Hütte die nach EGGENSBERGER (1993) subalpine Subassoziation mit Schild-Ampfer (*Rumex scutatus*) vertreten.

Berglöwenzahnalden

Bei einem Nachlassen der Schuttaktivität dringt auf den Täschelkrauthalden des Zugspitzplatts auf Flächen mit überwiegend südlicher Expositionskomponente unterhalb etwa 2500 m zunehmend der Berglöwenzahn (*Leontodon montanus*) in die Täschelkraut-Halden ein. Damit vollzieht sich der gesellschaftliche Wandel hin zur Berglöwenzahn-Halde (*Leontodontetum montani* Jenny-Lips 1930). Gegenüber der Täschelkraut-Halde ist diese durch ein höheres Wärmebedürfnis gekennzeichnet (ENGLISCH et al. 1993). Mit einer mittleren Artenanzahl von 15,9 ist die Gesellschaft im Untersuchungsgebiet mehr als doppelt so artenreich wie die Täschelkraut-Halde. Unter den Begleitarten sind die Rasenarten ebenfalls stärker vertreten, was auf gesteigerte Ansprüche in Bezug auf die klimatische Gunst hinweist.

HETEROGENITÄT DER VEGETATION DES ZUGSPITZ-PLATTS

Die aktuelle Vegetation des Zugspitzplatts weist somit eine sehr heterogene Vegetation auf, was anhand dreier Auswertungen verdeutlicht wird. Betrachtet man die 237 Vegetationsaufnahmen hinsichtlich der Anzahl der vorgefundenen Arten (Abb. 3), so variiert diese sehr stark zwischen 2 und 49. Dabei ist erwartungsgemäß eine mittlere Abnahme der Artenanzahl mit zunehmender Geländehöhe festzustellen. Auffällig ist jedoch bei den Aufnahmen bis ca. 2100 m Höhe die große Bandbreite zwischen artenarmen und artenreichen Flächen. Zudem fällt im Bereich zwischen ca. 2400 m und ca. 2500 m eine gewisse Konstanz bezüglich der mittleren Artenanzahl auf ehe diese in größeren Höhen sprunghaft abnimmt. Ein relativ analoges Bild liefert ein Blick auf die Summe der Artmächtigkeit aller Aufnahmen im Verhältnis zur Höhe (Abb. 4). Die Werte reichen dabei von 5 bis 149. Durch diese Auswertungen wird verdeutlicht, dass zusätzlich zum vertikalen Gradienten auch an Standorten gleicher Höhenlage stark heterogene Standortbedingungen zu einer entsprechend heterogenen Vegetation führen. Das Herausstechen der Bereiche um 2100 m sowie zwischen 2400 m und 2500 m liegt in deren Eigenschaft als Ökotope auf dem Zugspitzplatt begründet. In diesen Grenzbereichen zwischen subalpinen- und alpinen- bzw. alpinen- und subnivaler Stufe kommen Arten beider jeweils angrenzender Höhenstufen parallel vor und erhöhen somit lokal die Phytodiversität.

Die Ordination der 154 in den Aufnahmen vertretenen Arten und ihres Vorhandenseins in den jeweiligen Einzelaufnahmen mittels Detrended Correspondence Analysis (DCA) zeigt eine Gradient-Länge der Ordinationsachsen von etwa 6,5 bzw. 9 Standardabweichungen (Abb. 5). Geht man nun davon aus, dass eine Gradient-Länge >4 von einer der Ordinations-

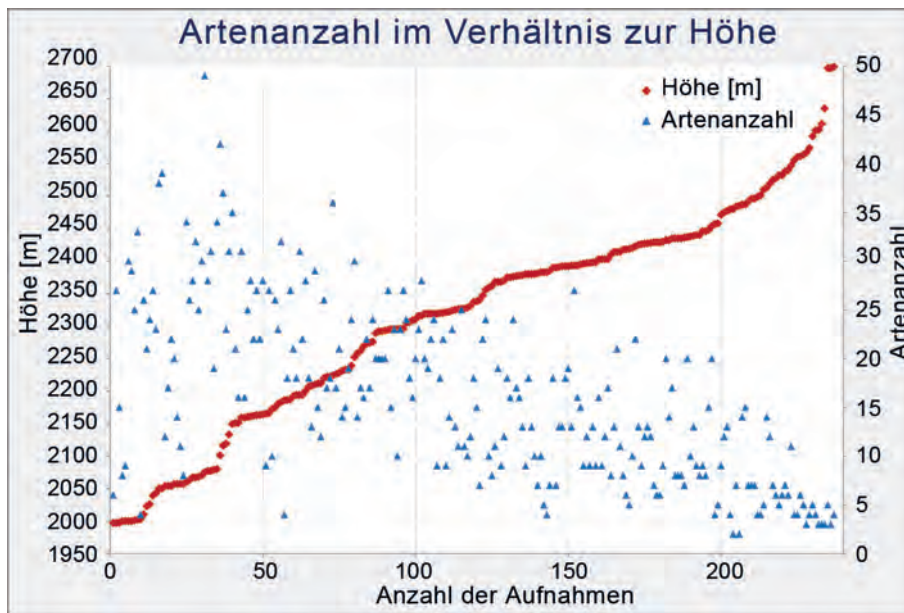


Abb. 3: Anzahl der aufgenommenen Arten je Aufnahme­fläche im Verhältnis zur Höhenlage. Neben der hohen Variabilität der Artenanzahl ist eine verstärkte Artenvielfalt im Bereich der beiden Ökotope des Untersuchungsgebiets zu erkennen.

Fig. 3: Number of recorded species per sample plot in relation to altitude. Apart from a high variability of the recorded numbers a higher biodiversity within the two ecotones of the research site is depicted.

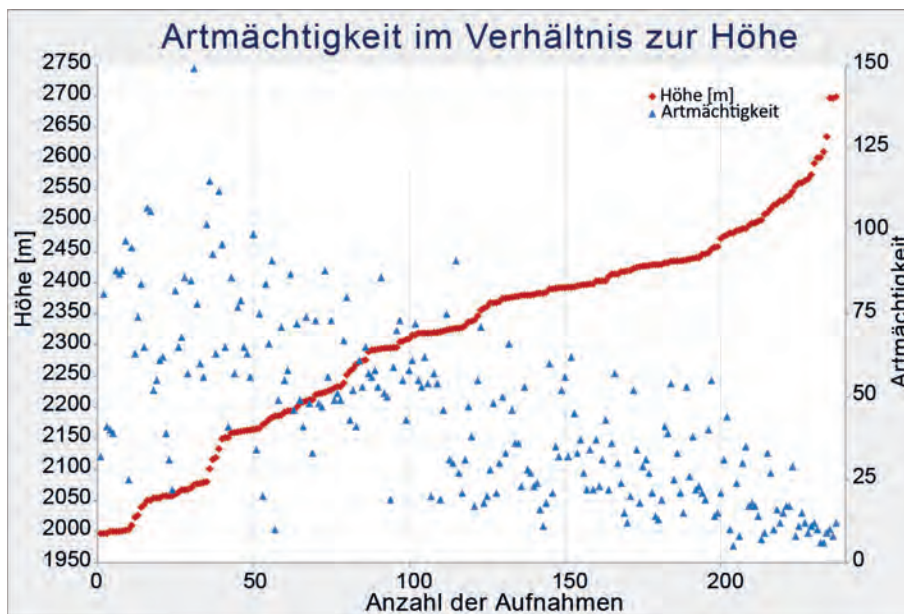


Abb. 4: Kumulative Artmächtigkeit je Aufnahme­fläche im Verhältnis zur Höhenlage. Auch bei diesem Wert ist deutlich der erhöhte Artenreichtum der Ökotope sichtbar.

Fig. 4: Cumulative abundance/dominance values per sample plot in relation to altitude.

achsen einen kompletten Wechsel der dargestellten Eigenschaft bedeutet (LEYER & WESCHE 2007), so wird dadurch die beschriebene Heterogenität ebenso deutlich bestätigt.

VEGETATIONSDYNAMIK AUF DEM ZUGSPITZPLATT

Schwankungen der Krummholzgrenze

Die heutige Obergrenze des Latschengürtels ist wahrscheinlich wie an vielen anderen Stellen der Alpen anthropozoen herabgesetzt. Dies manifestiert sich sowohl im allgemein vitalen Zustand und Früchten von *Pinus mugo* bis an die derzeitige Höhenverbreitungsgrenze der Art als auch im Vorhandensein von Zwergstrauchheiden als Ersatzgesellschaften (s.u.). Oberhalb der aktuellen Latschengrenze konnten mehrmals Holzreste von *Pinus mugo* im Boden nachgewiesen werden. Die ¹⁴C-Datierung einer solchen Probe

ergab ein mittleres konventionelles Alter von 195 BP (+/-39 Jahre). Dies entspricht einer Datierung in die Mitte bzw. die zweite Hälfte des 18. Jh. Unter der Annahme einer Depression der Höhenstufen während der damaligen „kleinen Eiszeit“ wird deutlich, dass die heutige Krummholzgrenze noch unterhalb dieses Wertes liegt.

Faktoren, welche die Vegetationsdynamik beeinflussenden

Basierend auf der aktuellen Flora und Vegetation und deren räumlichen sowie pflanzensoziologischen Gliederung, lässt sich die Dynamik der Plattvegetation anhand von fünf Faktoren bzw. Faktorengruppen zusammenfassen und erläutern. Die ersten vier, der Standort, das (Gelände-)Klima, die Herbivorie sowie der Mensch beeinflussen sich hierbei teilweise einseitig oder gegenseitig und können auch von der Vegetation beeinflusst werden.

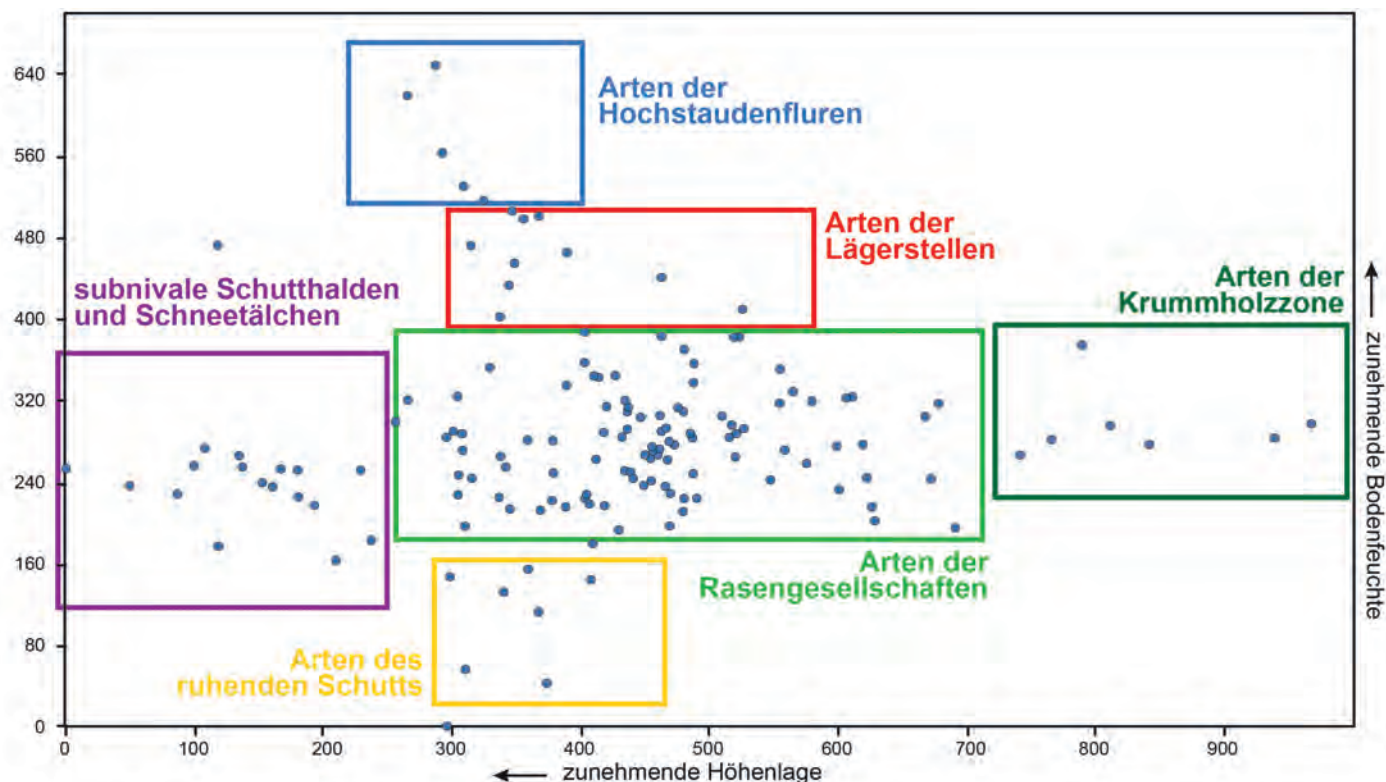


Abb. 5: Detrended Correspondence Analysis (DCA) der in den Einzelaufnahmen erfassten Taxa/Artemächtigkeit (KORCH 2014 verändert). Die Länge der beiden auf den Achsen abgebildeten Gradienten ist deutlich >4 Standardabweichungen. Die Überschreitung dieses Wertes weist auf einen kompletten Wechsel der dargestellten Standorteigenschaft hin (LEYER & WESCHE 2007).

Fig. 5: Detrended Correspondence Analysis (DCA) of the species and the corresponding abundance/dominance values recorded in the sample plots (KORCH 2014 modified). The gradient-length of both axes is >4 standard deviations. This value indicates a complete turnover of the depicted site condition (LEYER & WESCHE 2007).

Die räumliche Verteilung der Arten und Pflanzengesellschaften wird maßgeblich sowohl von geomorphologischen und geologischen Gegebenheiten als auch von sich verändernden Bodenbedingungen gesteuert. Exemplarisch beeinflusst der anstehende Wettersteinkalk zunächst stark die Pedogenese, so dass sich großflächig eine kalkliebende Vegetation (z.B. *Rhododendro hirsuti*-Pinetum mugo, *Caricetum firmae*, *Thlaspietum rotundifolii*) einstellt. Dennoch sind kleinräumig auch Standorte der Bodenversauerung unterworfen, sei es durch fortschreitende Entbasung und allochthone Glimmer-Einwehungen aus den Zentralalpen oder auch durch die Pflanzen selber, etwa im Bereich der Tangelrendzinen unter Latschengebüsch. Letztgenannte verdeutlichen, dass die so ständig ablaufende Veränderung der Bodeneigenschaften auch aktuell ablaufende vegetationsdynamische Prozesse nach sich zieht. Wiederholt konnte auf größeren Latscheninseln das vermehrte Auftreten von *Rhododendron hirsutum* am talwärts gerichteten Rand der Gebüsch mit geringerer Rohhumusaufgabe und ein Dominieren von *Rhododendron ferrugineum* in den Zentren sowie an den hangaufwärts gerichteten, aufgrund des Schneedrucks mutmaßlich ältesten Bereichen mit großem Rohhumushorizont beobachtet werden.

Unterschiedliche solare Exposition sowie die Dauer der jährlichen Schneebedeckung beeinflussen die Verbreitung der Assoziationen. Geländeklimatologische Untersuchungen auf dem Zugspitzplatt zeigen, dass benachbarte Standorte aufgrund der heterogenen Mikro- bzw. Meso-Topographie oft ein stark unterschiedliches Mikroklima aufweisen (Abb. 6), was häufig

zu einer komplett anderen Vegetation führt. So kann beispielsweise das Gänsekresse-Schneetälchen unmittelbar neben dem Polsterseggen-Rasen ausgebildet sein.

Generell ist anzunehmen, dass die aktuell feststellbare Erwärmung des Klimas zu einer im Mittel immer weiter abnehmenden Schneedeckendauer und -mächtigkeit führt und somit besonders jene Arten bzw. Gesellschaften begünstigt, die auf eine längere Vegetationsperiode angewiesen sind. Ein Indiz dafür können die initialen Bestände des *Caricetum firmae* in den hochgelegenen Bereichen des südwestlichen Zugspitzplatts sein (Abb. 2), die 2009-2015 wesentlich ausgedehnter vorgefunden werden konnten als noch von CREDNER (1995) beschrieben.

Der alpine und subalpine Bereich des Zugspitzplatts werden seit Jahrhunderten während der Monate Juni-August als Schafweide genutzt. Zusammen mit natürlich vorkommenden Pflanzenfressern wie Gämsen und Schneehühnern beeinflussen diese Schafe durch Verbiss, Tritt und Düngung nahezu gebietsumfassend, jedoch lokal in unterschiedlichem Maße, die Flora und Vegetation des Untersuchungsgebiets. Wie gezeigt, sind einige der vorgefundenen Pflanzengesellschaften wie die Borstgras- und die Faxrasen sogar unmittelbar an die regelmäßige Bestoßung gebunden. Da zudem wiederholt durch Beobachtung festgestellt werden konnte, dass der Grad der Beweidung aufgrund der Größe der für die Schafe zur Verfügung stehenden Fläche sowie der jeweiligen Witterung in den Einzeljahren hinsichtlich räumlicher Ausdehnung, Zeitpunkt und Frequenz variiert, darf auch die Rolle der

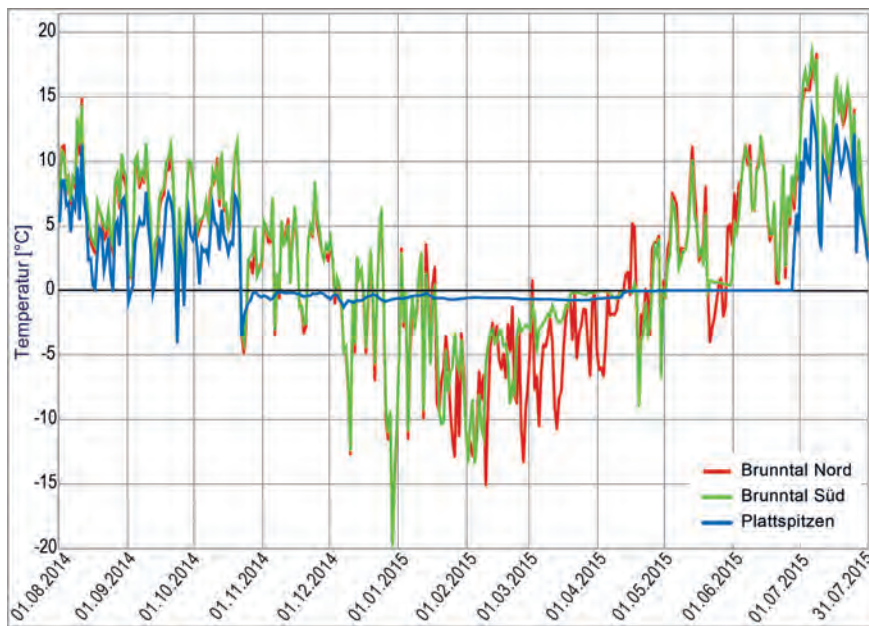


Abb. 6: Temperaturverlauf für den Zeitraum 01.08.2014-31.07.2015 für die Standorte Brunntal Nord, Brunntal Süd sowie Plattspitzen. Während die ersten beiden Datalogger windexponiert auf Geländekuppen des unteren Zugspitzplatts liegen und ganzjährig einen ähnlichen Temperaturverlauf zeigen, weist der in einer Geländesenke gelegene Standort Plattspitzen eine ausgedehnte Phase mit Schneebedeckung und somit fehlenden winterlichen Temperaturextrema auf.

Fig. 6: Records of the air temperature over the period 08.01.2014-07.31.2015 for the sites Brunntal North, Brunntal South and Plattspitzen. The first two data loggers are located on hilltops and show almost similar temperature values during the whole period. By contrast, the third one is located in a depression and shows a vast period of snow cover with a lack of extreme winter values.

Beweidung als kurzfristiger Dynamikfaktor nicht außer Acht gelassen werden.

Seit den 1930er Jahren, als die Zahnradbahn auf das Zugspitzplatt sowie das Hotel Schneefernerhaus ihren Betrieb aufnahmen, ist das Untersuchungsgebiet für den Massentourismus erschlossen. Aktuell präsentieren sich die Areale um größere Gebäude praktisch vegetationslos und der Bereich des Skigebietes zeigt teilweise eine stark gestörte bzw. beeinflusste Vegetation (Abb. 2). Aufgrund der winterlichen Pistenpräparierung, die mit einer Verdichtung und oft auch Erhöhung der winterlichen Schneedecke einhergeht, kommt es in diesem Bereich zu einer anthropogen bedingten massiven Verlängerung der Schneedeckendauer und daraus resultierend zu einer Begünstigung von Arten des *Arabidetum caeruleae*. Dies wurde von CREDNER (1995) bereits punktuell nachgewiesen und konnte durch die aktuellen Untersuchungen für das gesamte obere Skigebiet bestätigt werden. Ebenfalls ruft der Wandertourismus entlang von Wanderwegen, etwa durch Tritt, Veränderungen der Vegetation hervor.

Ergänzend zu diesen vier Faktoren spielt die Zeit als fünfter Faktor eine übergeordnete, verbindende Rolle. Vegetationsdynamik und der daraus resultierende stetige Wandel der Plattvegetation stellt immer das Produkt der Interaktion unterschiedlich lange andauernder Prozesse im Kontext der genannten Faktoren Standort, (Gelände-)Klima, Herbivorie und Mensch dar.

LANGZEITBEOBACHTUNG AUF DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

Um die beobachtete Vegetationsdynamik weiter quantifizieren und statistisch absichern zu können, wird seit 2010 im Untersuchungsgebiet ein Dauermonitoring auf 38 Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt. Ein besonderer Fokus liegt hierbei im Bereich der beiden Ökotope (Übergangsbereich der subalpinen hin zur alpinen bzw. der alpinen hin zur subnivalen Vegetationsstufe) des Untersuchungsgebiets,

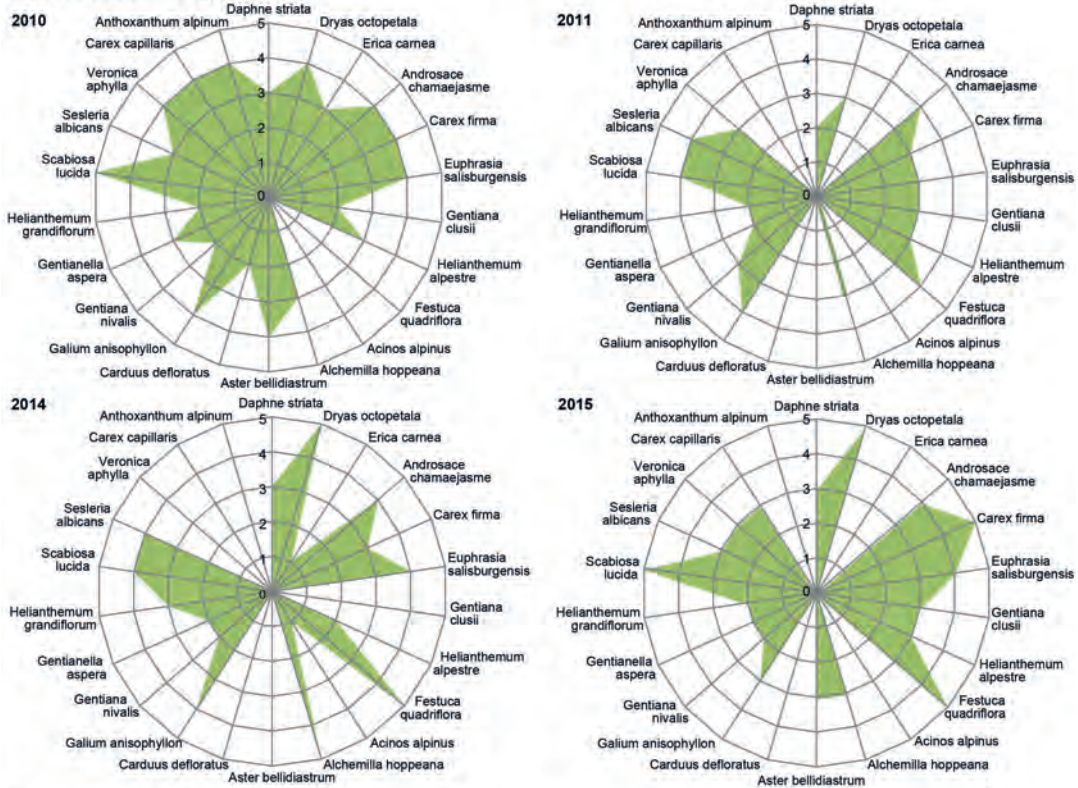
da hier eine verstärkte Vegetationsdynamik erwartet wird. Dies gilt nicht nur im Zusammenhang mit den im vorherigen Kapitel erwähnten Faktoren und Prozessen, sondern großskaliger auch im Kontext eines sich flächenmäßig auswirkenden zunehmenden klimatischen Wandels. In Abbildung 7 ist die Entwicklung der Kenn- und Trennarten aller syntaxonomischen Ebenen auf zwei dieser Flächen (aktuell jeweils mit einem Polsterseggen-Rasen bestanden) im Zeitraum 2010-2015 exemplarisch dargestellt. Die Entwicklung der aufgenommenen Artmächtigkeitswerte verläuft dabei auf beiden Flächen ähnlich. Während 2011 im Mittel zunächst eine deutliche Abnahme gegenüber 2010 festgestellt werden kann, nehmen die Werte 2014 und 2015 wieder kontinuierlich zu, ohne die Ausgangsgrößen wieder erreicht zu haben. Zusätzlich ist zu erkennen, dass manche Arten nur in einzelnen Jahren erfasst werden konnten.

Der kühle Witterungsverlauf im Juli 2011 sowie die beiden insgesamt warmen Sommer 2014 und besonders 2015 liefern einen ersten Ansatz für die festgestellte Entwicklung der Vegetation auf den beschriebenen Flächen. Hinzu kommt aber auch ein in den Einzeljahren sehr unterschiedlicher Grad an Verbiss durch Beweidung, was die teilweise variierte festgestellte Artenzusammensetzung erklären kann. Inwiefern sich diese Tendenzen weiter fortsetzen werden, wird aber erst nach weiteren Monitoring-Jahren gesichert gesagt werden können. Somit zeigt das bisherige Monitoring zwar bereits einige Hinweise bezüglich langfristiger dynamischer Prozesse, gleichzeitig scheint der bisherige Monitoring-Zeitraum allerdings zu kurz, um endgültig statistisch belastbare Daten zu liefern. Hier bedarf es somit einer weiteren, konsequenten Fortführung der begonnenen Arbeit.

AUSBLICK AUF LAUFENDE SOWIE KÜNFTIGE FORSCHUNG

Somit ist die kontinuierliche Fortführung der Dauerbeobachtung ggf. auch auf weiteren Sonder-Dauerbeobachtungsflächen (z.B. Einzäunung zum Ausschluss der Herbivorie)

Dauerbeobachtungsfläche 1



Dauerbeobachtungsfläche 3

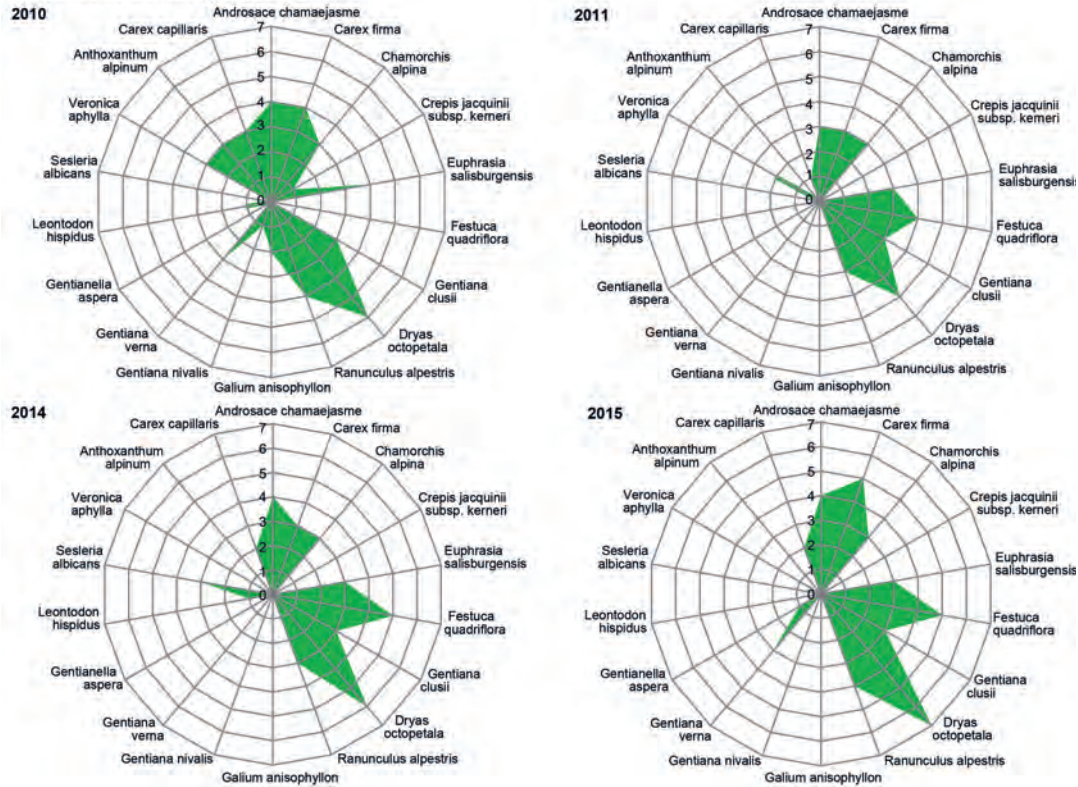


Abb. 7: Entwicklung des Bestandes und der Artmächtigkeit der Kenn- und Trennarten auf den Dauerbeobachtungsflächen 1 und 3 für den Zeitraum 2010 bis 2015. Während die Werte zwischen der Erstaufnahme 2010 und der ersten Wiederaufnahme 2011 stark abgenommen haben, zeigen beide Flächen seither eine positive Entwicklung ohne bisher den Ausgangswert wieder erreicht zu haben. Um eindeutige Ursachen für diese Entwicklungen auszumachen, ist eine konsequente Fortführung der Dauerbeobachtung unbedingt angezeigt.

Fig. 7: Development of the character- and differential species for the permanent sample plots 1 and 3 over the period 2010-2015. The record shows a significant decrease from 2010 to 2011. Up to present it has been recovering without reaching the original state. To clearly identify the triggering factors for this development a consequent continuation of the long-term monitoring is indicated.

in den kommenden Jahren geplant. Auch werden aktuell und künftig noch weitere Verdichtungskartierungen zu noch offenen pflanzensoziologischen Fragestellungen bzw. zur weiteren Präzisierung der bisherigen Ergebnisse durchgeführt. So legen noch nicht abschließend ausgewertete und interpretierte Verdichtungs-aufnahmen aus dem Jahr 2015 im Bereich der beschriebenen Zwergstrauchheiden des südöstlichen Zugspitzplatts nahe, dass zumindest in der Nähe zum Gatterl rezent eine Wiederbesiedelung durch *Pinus mugo* stattfindet, was im Zusammenhang mit einer aktuell nicht mehr so starken Beweidung stehen könnte. Weiter sind für die Zukunft die Fortführung und der Ausbau der begonnenen geländeklimatologischen Messreihen geplant. Zur weitergehenden Analyse im Kontext einer räumlichen, zeitlichen und witterungsbedingten Quantifizierung und Differenzierung der Auswirkungen der Herbivorie wird schließlich seit 2015 ein Monitoring der Schafe mittels GPS-gestützter Halsbänder betrieben.

DANKSAGUNG

Unser Dank gilt dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV, bis 2014 Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit) für die Finanzierung der Forschung im Rahmen der Forschungsvorhaben KLIMAGRAD I (2009-2013) und KLIMAGRAD II (seit 02.2015). Ebenfalls möchten wir der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus für die logistische Hilfe, der Bayerischen Zugspitzbahn Bergbahn AG für die Unterstützung durch Freifahrten auf das Zugspitzplatt sowie der Weidegenossenschaft Partenkirchen für freundliche Bereitschaft am GPS-Monitoring der Schafe mitzuwirken danken. Abschließend danken wir den drei anonymen Fachgutachtern für die hilfreichen und konstruktiven Vorschläge zur Verbesserung des eingereichten Manuskripts.

Literatur und Quellen

Aichinger, E. (1933): Vegetationskunde der Karawanken. - Pflanzensoziologie 2: 1-329.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Wien-New York, 3. Aufl., 1-865.

Credner, B. (1995): Vegetations- und Bodenentwicklung im Bereich des Zugspitzplatts (Wettersteingebirge). Unveröffentlichte Diplomarbeit, LMU München, 1-101.

Credner, B., Hüttl, C., & Rögner, K. (1998): The formation and distribution of soils and vegetation at the Zugspitzplatt (Bavaria, Germany) related to climate, aspect and geomorphology. - *Ecologie* 29 (1-2): 63-65.

Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. UTB Stuttgart, 1-683.

Englisch, T., Valahović, M., Mucina, L., Grabherr, G. & Ellmauer, T. (1993): *Thlaspietea rotundifolii*. - In: G. GRABHERR & L. MUCINA (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche und waldfreie Vegetation. Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-New York, 276-346.

Ellmauer, T. & Mucina, L. (1993): *Molinio-Arrhenatheretea*. - In: L. MUCINA, G. GRABHERR & T. ELLMAUER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I: Anthropogene Vegetation, Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-New York, 297-401.

Egensberger, P. (1993): Die Pflanzengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe der Ammergauer Alpen und ihre Stellung in den Ostalpen. - Diss. Univ. Regensburg, 1-232.

Fischer, A. & Klotz, S. (1999): Zusammenstellung von Begriffen, die in der Vegetations-Dauerbeobachtung eine zentrale Rolle spielen. - *Tuexenia* 19: 3-11.

Grabherr, G. (1993): *Caricetea curvulae*. - In: G. GRABHERR & L. MUCINA (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche und waldfreie Vegetation, Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-New York, 343-372.

Grashey-Jansen, S., Korch, O., Beck, C., Friedmann, A., Bernhard, R. & Dubitzky, C. (2014): Aeolian influenced soil sites in consideration of

atmospheric circulation types – a case study in the alpine zone of the Zugspitzplatt (Northern Calcareous Alps, Germany). - *J. Geol., Agriculture and Environmental Sciences* 2 (4): 11-19.

Hagg, W., Mayer, C., Mayr, E. & Heilig, A. (2012): Climate and glacier fluctuations in the Bavarian Alps in the last 120 years. - *Erdkunde* 66: 121-142.

Hirtlreiter, G. (1992): Spät- und postglaziale Gletscherschwankungen im Wettersteingebirge und seiner Umgebung. - *Münchner Geograph. Abhandl.* 15: 1-153.

Hüttl, C. (1999): Steuerungsfaktoren und Quantifizierung der chemischen Verwitterung auf dem Zugspitzplatt (Wettersteingebirge, Deutschland). - *Münchner Geograph. Abhandl.* 30: 1-171.

Leyer, I. & Wesche, K. (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. - korr. Nachdruck 2008, Springer, Berlin-Heidelberg, 1-221.

Lippert, W. (1966): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. - Sonderdruck aus den Berichten der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 39: 1-122.

Korch, O. (2014): Untersuchungen zu Flora und Vegetation des Zugspitzplatts (Wettersteingebirge, Bayerische Alpen) – Rezente Vegetationsdynamik unter besonderer Berücksichtigung klimatischer und anthropo-zoogener Prozesse. - Diss. Univ. Augsburg, 1-187.

Korch, O., Friedmann, A., Grashey-Jansen, S. & Seipp, C. (2013): Vegetation und Böden oberhalb der Waldgrenze des Zugspitzplatts. - *Allgemeine Forstzeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge* 3: 36-38.

Küfmann, C. (2003): Soil types and eolian dust in high-mountainous karst of the Northern Calcareous Alps (Zugspitzplatt, Wetterstein Mountains, Germany). - *Catena* 53: 211-227.

Küfmann, C. (2006): Quantifizierung und klimatische Steuerung von rezenten Flugstaubeinträgen auf Schneeoberflächen in den Nördlichen Kalkalpen (Wetterstein-, Karwendelgebirge, Berchtesgadener Alpen, Deutschland). *Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.* 50 (2): 245-268.

Küfmann, C. (2008): Are Cambisols in Alpine Karst Autochthonous or Eolian in Origin? - *Arctic Antarctic Alpine Res.* 40 (3): 506-518.

Oberdorfer, E. (1973): *Salicetea herbaceae* Br.-Bl. et al. 47. - In: E. OBERDORFER (Hrsg.), *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, -Teil I: Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs-, und Moor-gesellschaften. Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-New York. 4. Aufl. 1998: 214-220.

Pfadenhauer, J. (1997): Vegetationsökologie – Ein Skriptum, 2. Aufl., 1-448.

Rappl, A., Wetzel, K.-F., Büttner, G. & Scholz, M. (2010): Tracerhydrologische Untersuchungen am Partnach-Ursprung. - *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 54: 222-230.

Reichelt, G. & Wilmanns, O. (1973): Vegetationsgeographie. - Das Geographische Seminar, Praktische Arbeitsweisen. Westermann, Braunschweig, 1-210.

Reisigl, H. & Keller, R. (1987): Alpenpflanzen im Lebensraum: Alpine Rasen, Schutt- und Felsvegetation. Gustav Fischer, Stuttgart-New York, 1-149.

Rennwald, E. (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. - *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 35: 1-800.

Rösler, S. (1997): Die Rasengesellschaften der Klasse Seslerietea in den Bayer. Alpen und ihre Verzahnung mit dem *Carlino-Caricetum sempervirentis* (Klasse Festuco-Brometea). - *Hoppea* 58: 5-215.

Saitner, A. & Pfadenhauer, J. (1992): Die Vegetation im Bereich des Dammkars bei Mittenwald und ihre Beeinflussung durch den Tourismus. - *Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt* 57: 11-89.

Seibert, P. (1992): Klasse Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. In Br.-Bl. et al. 39. - In: E. OBERDORFER (Hrsg.), *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Teil IV: Wälder und Gebüsche, Textband, Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-New York, 2. Aufl.: 53-80.

Söyrinki, N. (1954): Vermehrungsökologische Studien in der Pflanzenwelt der Bayerischen Alpen. – 1. spezieller Teil. Die Pflanzengesellschaften und Samenpflanzen der alpinen Stufe des Schachengebietes und ihre Vermehrungsverhältnisse. - *Annales Botanici Societ. Zool. Botanicæ Fennicae „Vanamo“* 27: 1-232.

Uhlig, H. (1954): Die Altformen des Wettersteingebirges mit Vergleichen in den Allgäuer und Lechtaler Alpen. - *Forschungen zur deutschen Landeskunde* 79: 1-103.

Weber, J. (1981): Die Vegetation der Mieminger Kette mit besonderer Berücksichtigung der Rotföhrenwälder (Grundlagen für die Raumplanung). - Diss. Univ. Innsbruck, 1-403.

Wetzel, K.-F. (2004): On the hydrology of the Partnach area in the Wetterstein Mountains (Bavarian Alps). - *Erdkunde* 58: 172-186.

Wetzel, K.-F. (2005): Discharge analysis of an alpine karst spring - the example of the Partnach spring (Bavarian Alps). - *Landschaftsökologie und Umweltforschung* 48, Proc. Internat. Conference on Mountain Hydrology in Berchtesgaden (Sept. 2004): 91-98.

Wisskirchen, R. & Haeupler, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer, Stuttgart, 1-765.

Zötl, H. (1950): Die Vegetationsentwicklung auf Felsschutt in der alpinen und subalpinen Stufe des Wettersteingebirges. - Diss. LMU München, 1-201.

Mitteilungen / Notes

Alfred Wegeners Gedanken zur Südpolarforschung: Aus seinen Tagebüchern während der Danmark-Expedition 1906/1908

von Reinhard A. Krause¹

Zusammenfassung: Alfred Wegener (1880-1930) war in den Jahren 1906-1908 wissenschaftlicher Teilnehmer der legendären Danmark-Expedition unter der Leitung von Ludvig Mylius-Erichsen (1872-1907). Während dieses zweijährigen Aufenthaltes in Nord-Ost-Grönland, in dem er nicht weniger als fünf Monate von der dortigen Überwinterungsstation Danmarkshavn (77° N) abwesend war, lernte er speziell die Techniken des Reisens und des (Über-)Lebens in hocharktischen Gebieten kennen. Die Tagebücher dieser Expedition sind in einer vollständigen annotierten Fassung online verfügbar (KRAUSE 2016).

Vor dem Hintergrund seiner zunehmenden arktischen Erfahrungen fokussiert sich Wegeners Interesse auf die Erforschung der Antarktis. Seine Reflexionen zu diesem Thema, die in umfangreichen Tagebucheinträgen ihren Niederschlag finden, betreffen grundsätzlich zwei Bereiche. Zunächst sind es selbstkritische Fragen nach seiner persönlichen Eignung für eine solche Aufgabe und zum anderen betreffen sie den wissenschaftlich-logistischen Bereich möglicher zukünftiger Expeditionen. Interessanterweise geht Wegener durchgehend davon aus, dass der Leiter der ersten deutschen Südpolarexpedition, Erich v. Drygalski (1865-1949), in naher Zukunft eine weitere Expedition in die Antarktis leiten wird. Im Rahmen der Wegenerschen Ideen zur Südpolarforschung nimmt seine Kritik an den Leistungen der ersten deutschen Südpolarexpedition breiten Raum ein.

Abstract: In the years 1906-08 Alfred Wegener (1880-1930) took part as a scientific member in the legendary Danmark expedition to North-East-Greenland led by Ludvig Mylius-Erichsen (1872-1907). During his two year stay at the overwintering station called Danmarkshavn (77° N), which was interrupted by more than five months of travelling in the area, he became acquainted specifically with the techniques of travel, life and survival in the High Arctic. Wegener's diary of the Danmark-Expedition is available online in a complete annotated version (KRAUSE 2016).

Against the background of his increasing Arctic experience, his interests focus on the exploration of Antarctica. His ideas on this subject, which are reflected in extensive diary entries, relate to two aspects. First there are self-critical questions concerning his personal suitability for such a task and on the other hand they affect the scientific and logistic fields of possible future expeditions. Interestingly, Wegener consistently assumes that the head of the first German South Polar expedition, Erich von Drygalski (1865-1949), will lead another expedition to the Antarctic in the near future. His occasional criticism of the performance of the first German South Polar expedition plays an important role in the context of Wegener's thoughts to South-Polar-Research.

EINLEITUNG

Alfred Wegener (1880-1930) hatte im Frühjahr 1905 sein Studium mit einer astronomiehistorischen Promotion an der Berliner Universität (heute Humboldt Universität) abgeschlossen. Überraschend wandte er sich dann aber einem der damals aktuellsten Themen zu: Der Erforschung der hohen Atmosphäre.

Er bekam sofort eine Anstellung als (wissenschaftlicher) „2. Hilfsarbeiter“ an dem von Richard Assmann (1845-1918) geleiteten Königlich-Preußischen Aeronautischen Observatorium in Lindenberg. Kern seiner Aufgaben war die Sondierung der hohen Atmosphäre mit Hilfe von Drachen und Ballons. Die Arbeiten waren mit einer anspruchsvollen Technik verknüpft, die Wegener offensichtlich rasch meisterte. Gemeinsam mit seinem Bruder Kurt (1878-1964), der ebenfalls am Observatorium tätig war, unternahm er auch Freiballon-aufstiege, wobei ihnen tatsächlich im April 1906 ein Flugzeit-Weltrekord mit 52,5 Stunden gelang.

Im Laufe des Jahres 1905 erfuhr Wegener vom Plan einer dänischen Expedition nach Nordost-Grönland unter der Leitung des Ethnologen Ludvig Mylius-Erichsen (1872-1907). Er unternahm mehrere Versuche, um mit Mylius-Erichsen in Kontakt zu kommen. Im Frühjahr 1906 waren seine Bemühungen endlich erfolgreich. Er bekam die Stelle als Physiker der Expedition und es gelang ihm auch, innerhalb weniger Wochen die nötige wissenschaftliche Ausrüstung zu beschaffen. Speziell die geographiehistorische Bedeutung dieser Expedition, die auch als „Danmark-Expedition“ in die Geschichte einging, war herausragend und Wegener hatte einen bemerkenswerten Anteil an diesem Erfolg. Er hatte sich nicht nur in seinem Fachgebiet als Physiker und Meteorologe, sondern auch als Polarreisender bewährt.

Von Beginn der Reise an führte er, über mehr als zwei Jahre, ein ausführliches Tagebuch. Als Leser dieses Tagebuches einer Nordpolarexpedition ist man überrascht, mit welchem Elan sich der junge Wegener der Ausarbeitung von Plänen zur Südpolarforschung widmete.

Der Auslöser seiner zum Teil ziemlich umfangreichen Ausführungen lässt sich nur erahnen. Zum einen wird es die Lektüre des Buches „Zum Kontinent des eisigen Südens“ (DRYGALSKI 1904) gewesen sein, das sich in der Expeditionsbibliothek befand (KRAUSE 2016, S.134). In diesem Werk schildert Erich von Drygalski (1865-1949) die 1901-1903 mit dem Spezialschiff „Gauss“ unternommene und von ihm geleitete erste deutsche Südpolarexpedition.¹

Auffallend ist, dass Wegeners Ausführungen erst einen größeren Umfang annehmen, nachdem er höchstpersönlich ein beachtliches Maß an Erfahrungen im Bereisen hocharktischer Regionen gesammelt hat.

doi:10.2312/polarforschung.86.1.47

¹ Alfred-Wegener-Institut AWI, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Postfach 12 0161, 27515 Bremerhaven.

Da das Tagebuch in digitaler Version frei zugänglich vorliegt (KRAUSE 2016), ist es keine Mühe dieses gezielt betreffend Äußerungen zur Erforschung der Antarktis zu durchzuarbeiten. Im Folgenden werden Tagebuchauszüge in der Regel verkürzt wiedergegeben (mit Angabe des Datums und der Seitenzahl in KRAUSE (2016) oder sinngemäß zitiert, um Wegeners Ansichten darzustellen und zu diskutieren.

Bei genauerer Betrachtung von Wegeners Ausführungen kristallisiert sich heraus, dass seine Reflexionen zwischen zwei Ebenen pendeln:

- Es gibt eine tendenziell persönliche Ebene, die sich auf die Fragestellung reduzieren ließe, kann man sich – kann ich mich – im Rahmen der Polarforschung wissenschaftlich entwickeln; bin ich menschlich, als Person, in der Lage an einer solchen Expedition teilzunehmen oder eine solche in Teilen oder ganz zu leiten? Diese Betrachtungen sind nicht selten vermischt mit Kritik an der deutschen Südpolarexpedition von 1901-1903 und schließen auch die namentliche Erwähnung einzelner Mitglieder dieser Expedition nicht aus.
- Die zweite Ebene ist umfangreicher. Hier produziert, oder sollte man besser sagen, entwickelt Wegener Ideen zur Südpolarforschung und zwar sowohl in Bezug auf spezielle wissenschaftliche, technische und logistische Themen als auch auf übergeordnete, allgemeinere Aspekte.

Sich heute mit Wegeners Südpolarthesen zu befassen, ist nicht zuletzt deshalb reizvoll, weil diese eng mit der Entdeckungsgeschichte der Antarktis korreliert sind. Im Weiteren soll speziell auch darauf eingegangen werden.

Zunächst einige notwendige, allgemeine Angaben zum aktuellen Stand und zur Bedeutung der Südpolarforschung in jener Zeit, ergänzt durch eine Zusammenstellung der Antarktisexpeditionen in der Zeit von 1899 bis 1914, auf die gelegentlich Bezug genommen wird (Tab. 1). Im Weiteren sollen dann Äußerungen Wegeners, getrennt nach den beiden oben herausgestellten Ebenen, betrachtet werden.

ZUR ENTDECKUNGSGESCHICHTE DER ANTARKTIS

Tatsächlich hatten die frühen Geographen die Vorstellung, die Südkalotte unseres Globus sei von einem riesigen Südländ bedeckt. Das Ganze war aber ein reines Fantasiegebilde. Im 17. und 18. Jahrhundert, als entsprechende Karten zahlreich verbreitet wurden, konnte nicht die Rede davon sein, dass je-mand auch nur die Nähe des antarktischen Festlands erreicht hatte. Das änderte sich erst in den Jahren 1772-75 durch die britische Forschungsreise unter der Führung von Kapitän James Cook (1728-1779), auf der Reinhold Forster (1729-1798) und sein Sohn Georg Forster (1754-1785) als Naturforscher an Bord waren. Es gelang Cook die Antarktis vergleichsweise eng zu umsegeln, zweimal bis 67° S vorzustoßen und damit die Existenz des postulierten riesigen Südkontinents zu korrigieren. Genauer formuliert: Wenn es im Bereich der Südkalotte unseres Globus' zusammenhängende Landmassen gab, oder, wie der deutsche Geograph August Petermann (1822-1878) vermutete, einen zirkumpolaren Archipel, dann waren die Dimensionen dieser Gebilde jedenfalls wesentlich kleiner als zuvor angenommen. Hier offenbart sich eine Besonderheit der Entdeckungsgeschichte der Antarktis. Die Antarktis ist der einzige Kontinent, die einzige

1) 1897-1899, Belgische Antarktis Expedition (finanziert überwiegend durch private Gelder); Leiter: Adrien V. de Gerlache (1866-1934); Schiff: „Belgica“; GERLACHE (1998).
2) 1898-1899, Deutsche Tiefsee Expedition (finanziert aus Reichsmitteln); Leiter: Carl Chun (1852-1914); Schiff: „Valdivia“; CHUN (1905).
3) 1898-1900, Britisch (-norwegische) Antarktis Expedition (finanziert durch private britische Gelder); Leiter: Carsten E. Borchgrevink (1864-1934); Schiff: „Southern Cross“; BORCHGREVINK (1905).
4) 1901-03, 1. Deutsche Südpolarexpedition (überwiegend finanziert aus Reichsmitteln); Leiter: Erich v. Drygalski (1865-1949); Schiff: „Gauss“; DRYGALSKI (1904).
5) 1901-1904, British National Antarctic Expedition (privat und staatlich finanziert); Leiter: Robert F. Scott (1868-1912); Schiffe: „Discovery“, auch „Morning“ und „Terra Nova“; SCOTT (1905).
6) 1901-1904, Schwedische Südpolarexpedition (finanziert durch private Zuwendungen); Leiter: Otto Nordenskjöld (1869-1928); Schiff: „Antarctic“; NORDENSKJÖLD (1904).
7) 1902-1904, Scottish National Antarctic Expedition (überwiegend privat finanziert, Coats); Leiter: William S. Bruce (1867-1921); Schiff: „Scotia“; BRUCE (1929).
8a) 1903-1905, Französische Antarktis Expedition (überwiegend privat finanziert, u.a. durch öffentliche Sammlungen); Leiter: Jean-Baptiste Charcot (1867-1936); Schiff: „Français“; CHARCOT (1905).
8b) 1908-1910, Französische Antarktis Expedition; Leiter: Jean-Baptiste Charcot (1867-1936); Schiff: „Pourquoi pas“; CHARCOT (1910).
9) 1907-1909, Britische Expedition (finanziert durch Spenden und Zuwendungen über die RGS, vorfinanziert durch Kredite. etc. Rückzahlung über Buchhonorare etc.); Leiter Ernest Shackleton (1874-1922); Schiff: „Nimrod“; SHACKLETON (1009).
10) 1910-1912, Norwegische Antarktis Expedition (teilfinanziert durch den Norwegischen Staat, private Zuwendungen u. durch persönliches Engagement Amundsens); Leiter Roald Amundsen (1872-1928); Schiff: „Fram“; AMUNDSEN (1912).
11) 1910-1913, British National Antarctic Expedition (privat und staatlich finanziert); Leiter Robert F. Scott; Schiff: „Terra Nova“; SCOTT (1919).
12) 1911-1912, Deutsche Antarktische Expedition (finanziert durch eine bayrische Lotterie und verschiedene Zuwendungen); Leiter Wilhelm Filchner (1877-1957); Schiff: „Deutschland“; FILCHNER (1922).
13) 1911-1912, Japanische Expedition (privat finanziert); Leiter Nobu Shirase (1861-1946); Schiff: „Kainan Maru“; R.D. (1922).
14) 1911-1913, Australische Expedition (finanziert durch wiss. Gesellschaften und Universitäten in Australien und Neuseeland); Leiter: Douglas Mawson (1882-1958); Schiff: „Aurora“; MAWSON (1921).
15) 1914-1916, britische Expedition (privat finanziert durch eine professionelle Sponsoring-Aktion); Leiter Ernest Shackleton, Schiffe: „Endurance“ und 1914-17 Ross Sea Party; Schiff: „Aurora“; SHACKLETON (1919).

Tab. 1: Zusammenstellung der Antarktisexpeditionen von 1897–1914. (vgl. HEADLAND 1989, und R.D. 1990). Bei der Bewertung von Wegeners Äußerungen ist zu bedenken, dass ihm nur die Expeditionen 1 bis 6 gegenwärtig waren.

Tab. 1: Compilation of Antarctic expeditions from 1897–1914. It should be noted that only expeditions 1 through 6 were present to Wegener.

„Landmasse“, die keine indigene Bevölkerung trug und somit tatsächlich von „Europäern“ entdeckt wurde.

1819-1821 umsegelte eine russische Expedition unter Fabian v. Bellingshausen (1778-1852), den Spuren Cooks folgend, erneut die Antarktis.

Um 1840 kam es im Rahmen der so genannten Magnetic Crusade² etwa zeitgleich zu drei Antarktisexpeditionen.³ Alle erreichten die Nähe des Festlandes bzw. die Schelfeisbarriere. Die spektakulärste Entdeckung gelang James Clarke Ross (1800-1862): Das Eindringen in das nach ihm benannte Meeresgebiet, die Sichtung hoher Gebirgszüge – das Viktoria Land und die Vulkankegel Erebus und Terror, benannt nach seinen beiden Schiffen – und die Verfolgung der Schelfeiskante. Die drei Forschungsreisen waren indirekt auch verkehrs- und wirtschaftspolitisch motiviert. Speziell mit der Besiedelung Australiens und Neuseelands durch Europäer spielte der Seeverkehr in hohen südlichen Breiten plötzlich eine bedeutende Rolle. Zur Durchführung dieser Reisen waren Kenntnisse der Hydrographie und Ozeanographie, der Meteorologie und Geophysik von fundamentaler Bedeutung. Die „geomagnetische Vermessung der Welt“ war speziell für den sicheren Gebrauch des Magnetkompasses unerlässlich.⁴ Von einer Erreichung des Südpols war zu diesem Zeitpunkt keine Rede.⁵

In den Jahren 1895 und 1899 wurde auf den Internationalen Geographenkongressen in London und Berlin die Erforschung der Antarktis gefordert, die als internationale überstaatliche Aufgabe aufgefasst und beschrieben wurde. Bei diesen Agitationen spielte insbesondere der Geophysiker Georg v. Neumayer (1826-1909) eine aktive Rolle. Infolge der übereinstimmenden Bestrebungen kamen zwei Serien von Expeditionen zustande, die von Belgiern, Engländern, Franzosen, Schweden, Schotten, Deutschen und Australiern durchgeführt wurden (Tab. 1).

Bei der Interpretation und Einordnung von Wegeners Äußerungen ist zu bedenken, dass ihm nur die Expeditionen 1 bis 6 in Tab. 1 gewärtig waren.

WEGENER UND SÜDPOLARFORSCHUNG

Selbstreflektion, Kritik an und Würdigung von Teilnehmern der ersten Deutschen Südpolarexpedition (1901-1903) – allgemeine Betrachtungen.

In der Anfangsphase einer Expedition sind die teilnehmenden Wissenschaftler mit der Einrichtung ihrer Mess- und Probenahmeanordnungen in der Regel derart beschäftigt, dass kaum Raum für andere Betrachtungen bleibt. Im weiteren Verlauf jedoch wird die Wechselwirkung zwischen den Wissenschaftlern und der Expeditionsorganisation immer wichtiger und automatisch stellt sich für den einzelnen die Frage nach seiner Rolle im Expeditionsorganismus.

Wegener musste sich im vorliegenden Fall zunächst an den für ihn ungewohnten Schiffsbetrieb und daran anschließend an das Leben in der Station – der „Villa“ – gewöhnen und anpassen, wobei sein Austausch, seine Verständigung mit den Kollegen, zusätzlich durch Sprachschwierigkeiten erschwert wurde.

Zur allgemeinen Expeditionssituation macht Wegener erstmals Notizen unter dem 7. Sept. 1906 (KRAUSE 2016 S.74 ff.), wobei er seiner Hochachtung für Johan P. Koch (1870-1928), dem Geodäten der Danmark-Expedition Ausdruck verleiht, dessen Tüchtigkeit er sich zum Vorbild nimmt. Im Rahmen einer zukünftigen deutschen Expedition würde er gerne eine Rolle spielen, die der Kochs entspräche.

Am 9. Oktober wird er ganz konkret, wenn er notiert (KRAUSE 2016 S.89): „*Ich denke jetzt oft, daß ich später vielleicht mit Drygalski eine andere Expedition mitmachen werde, an der auch Kurt⁶ teilnehmen müsste.*“ Man könnte diese Äußerung als Hinweis dafür nehmen, dass Wegener schon länger entschlossen war „Polarforscher“ zu werden, wofür es „Belege“ geben soll (WUTZKE 2015, auch GREENE 2015). Die hier angeführten sentimentalistisch-anekdotischen Sentenzen sind in der Regel sachlich nur mäßig gestützt – es sind Zitate Dritter, die gerne darauf hinweisen, dass sie auch mit der berühmten Persönlichkeit A. Wegener bekannt waren. Im Speziellen ist aber daran zu erinnern, dass in der Zeit zwischen der Jahrhundertwende und dem Ersten Weltkrieg die Polarforschung ungemein populär war. In diesen Zeitraum fallen die „Entdeckungen“ der Pole (1909, 1911). Dass sich junge Naturwissenschaftler für Polarforschung begeistert zeigten, dürfte somit eher die Regel als die Ausnahme gewesen sein. Bemerkenswert ist allenfalls die Konsequenz, mit der Wegener an seiner Idee festgehalten hat, indem er sich bei Ludvig Mylius Erichsen (1872-1907) um die Teilnahme an der Danmark-Expedition bewarb (vgl. Einleitung in KRAUSE 2016 S.7 ff.). Dass Wegener weit davon entfernt war, die seinerzeit neuere Polarforschung im Allgemeinen zu überblicken, wird weiter unten belegt.

Zurück zum Tagebuchtext (9. Oktober, KRAUSE 2016 S.88): Aufschlussreich sind die Stellen, aus denen man erfährt, dass sich Wegener nicht für „Luftelektrik“ und „Geomagnetik“ begeistert und dass ihn die entsprechenden Messungen und Aufgaben überfordern. Dass er im Rahmen zukünftiger Aufgaben auch „... gegen astronomische ... Beobachtungen opponieren“ würde, verwundert etwas, denn astronomische Beobachtungen, speziell zur Orts- und Zeitbestimmung, gehörten ja in den Aufgabenbereich, den er in Deutschland bis zu seiner Abreise bearbeitet hatte. Kenntnisse in der astronomischen Ortsbestimmung waren ein wichtiger Punkt seiner Bewerbung gewesen. Immerhin konnten derartige Arbeiten aufreibend sein. Auch der amerikanische Nordpolbezwinger Robert Peary (1856-1920) klagt darüber, wie anstrengend die astronomischen Beobachtungen auf Reisen für ihn gewesen sind (PEARY 1910, S.311/12 Fußnote). Das scheint für jemanden, der mit der Handhabung eines modernen, mit hervorragenden Fernrohren ausgestatteten Trommelsextanten geübt ist, eher unverständlich. Man muss aber bedenken, dass die damaligen Sextanten, nicht nur wegen der Mechanik und der Ablesung per Nonius, sondern auch wegen der Optik (Fernrohr, Spiegel, Blendgläser), um einiges schwieriger zu handhaben waren als ihre modernen Nachfolger. Ähnliches lässt sich auch für die Benutzung von Theodoliten konstatieren.

Wenn Wegener am Ende der kritischen Betrachtung zum Umfang der übernommenen wissenschaftlichen Aufgaben schreibt: „*Das Programm kann groß sein, aber es muß einen Mittelpunkt des Interesses haben,*“ ist ihm nicht zu widersprechen.

Von einer nicht zu überschätzenden Bedeutung waren die Erfahrungen, die Wegener auf den beiden Schlittenreisen machte, an denen er sich im November/Dezember 1906 beteiligte.⁷ Die erfolgreiche Bewältigung der damit verbundenen Anstrengungen und Probleme hatten auf sein Selbstbewusstsein einen positiven Einfluss und steigerten die Akzeptanz seiner Person innerhalb der Expeditionsmannschaft.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass Wegener, als er Mitte Januar 1907 etwas mehr Muße hat und wieder über Südpolarforschung zu „philosophieren“ beginnt, kritisch auf die Schlittenreisen der Drygalski-Expedition blickt, die sowohl in den bewältigten Distanzen als auch in der Durchführung krass gegen die der Dänen abfallen. Mit seinen neu erworbenen Fähigkeiten als Schlittenreisender sieht er für sich ein Betätigungsfeld auf einer neuerlich von Drygalski zu leitenden Südpolarexpedition. Um es noch prägnanter zu formulieren: Sowohl Wegeners Kritik an der deutschen antarktischen Expedition von 1901/03 als auch seine eigenen Pläne haben ein wesentliches Fundament: Sein Wissen um die Möglichkeiten und sein zunehmendes Können zur Durchführung von ausgedehnten Hundeschlittenreisen. Im Verlaufe der Danmark-Expedition hat Wegener immerhin mindestens 1.500 km mit Hundeschlitten und einige hundert Kilometer mit Handschlitten zurückgelegt.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass kein konkreter Anhaltspunkt dafür gefunden wurde, warum Wegener eine Fortsetzung der deutschen Südpolarforschung und dann speziell noch unter der Leitung von Erich v. Drygalski antizipierte, zumal derselbe, jedenfalls in Kreisen der Reichsregierung, kritisch beurteilt wurde, was sich nicht zuletzt in dem übereilten und unsinnigen Verkauf des Polarschiffes „Gauss“ manifestierte.⁸ Verf. hat sich in diesem Zusammenhang auch wiederholt mit Frau Cornelia Lüdecke ausgetauscht, unbestritten die Expertin betreffend Leben und Werk Drygalskis. Sie schreibt, dass ihr keine Quelle bekannt sei, „... in der Drygalski von einer neuen Expedition spricht. ... Selbst in seiner unveröffentlichten Autobiographie erwähnt er nichts Dahingehendes.“

Man kann allerdings davon ausgehen, dass Wegener im Rahmen seiner Vorbereitung auf die Danmark-Expedition mit Drygalski im Dialog war. Jedenfalls schreibt er zu der Mitnahme von Wasserstoff in Druckflaschen am 10.04.06 an Mylius-Erichsen: „Wegen der Unterbringung an Bord werde ich mich noch einmal an Herrn von Drygalski wenden.“

Es gibt auch einen Hinweis dafür, dass Wegeners Vorstellung einer neuerlichen deutschen Südpolarexpedition unter Drygalski nicht aus der Luft gegriffen war. Im *geographischen Monatsbericht* in den PGM 1906 S.168 heißt es: „Über das von Prof. Dr. v. Drygalski, dem Leiter der „Gauß“-Expedition, geplante antarktische Unternehmen sind Einzelheiten noch nicht bekannt geworden; nur soviel ist sicher, daß Prof. v. Drygalski in der bisher gewohnten Weise mit Schiff und Hundeschlitten vorgehen wird; seine Erfahrungen haben ihn nicht zum Anhänger von Ballon und Motorschlitten gemacht.“ Der Artikel erschien nach dem 16. Juli 1906, konnte also Wegener nicht bekannt sein. Die Formulierung des Artikels lässt offen, ob an einer anderen Stelle schon über eine Fortsetzung der deutschen Südpolarforschung unter Drygalskis Leitung berichtet wurde. Möglich ist auch, dass Wegener über

andere Kanäle davon erfuhr. Die kurze PGM-Notiz ist bis dato der einzige Hinweis darauf, dass über das Thema in Fachkreisen gesprochen wurde.

Wegeners Kritik an der Person Drygalskis verdichtet sich mit seiner Eintragung unter dem 21. Januar 1907 (KRAUSE 2016 S.134), wo er diesen der „Kurzsichtigkeit hinsichtlich des geografischen Problems“ bezichtigt. Dieses vermeintliche Manko ist der Ausgangspunkt für seine später produzierten eigenen Planungen. Es ist im Kern eine Kritik an der Beweglichkeit der deutschen antarktischen Expedition. Ist diese Kritik berechtigt? Spontan würde man diese Frage bejahen, denn die deutsche Expedition verfügte über hinreichend viele Schlittenhunde, die sich grundsätzlich in einem vorzüglichen Ernährungszustand befanden. Wenn man etwas Polemik nicht scheut, dürfte es nicht schwer fallen Wegeners Kritik zu ergänzen und zu vertiefen. Es gibt aber auch ein stichhaltiges, relativierendes Argument, auf das gleich eingegangen wird.

Zunächst sei ein Aspekt herausgestellt, der (fast) nie ausgesprochen wurde: Drygalskis Expedition war weitgehend als eine Driftexpedition auf der Basis des Expeditionsschiffes konzipiert. Das wird deutlich bei der Konstruktion der „Gauss“, die weniger auf die Überwindung von Meereisfeldern, als auf ihre Unverletzbarkeit durch Eispressungen ausgelegt war.

Ziel einer Drift wäre das Zentralgebiet der Antarktis gewesen. Grundlage dieser Vorstellung, die u.a. durch Georg von Neumayer und Otto Krümmel (1854-1912) vertreten wurde, war die Überzeugung, dass sich, gestützt durch ozeanographische Argumente, mindesten ein Meeresarm (Sund) von dem Seegebiet südlich der Kerguelen (über den Südpol hinweg) bis in das Areal des Weddellmeeres erstrecken würde.⁹

Auch wenn das Vorstehende zuträfe und sozusagen eine expeditionspsychologische Prädisposition darstellen würde, die als Erklärung für die mangelhafte Beweglichkeit der Expedition herangezogen werden könnte – es gibt eine weitere Begründung, weshalb keine ausgedehnten Hundeschlittenreisen durchgeführt werden konnten – ein Argument, das auch von Drygalski ins Feld geführt wurde: Die „Gauss“ war lediglich im Meereis eingeschlossen, hatte also keine feste Position. Angesichts mangelnder Erfahrung musste man damit rechnen, dass ein wie auch immer geartetes Ereignis das Schiff verdriften könnte, und dass es so einem länger abwesenden Expeditionscorps nicht gelingen würde, das Schiff wieder zu erreichen. Auch Wegener hat diesen Aspekt, allerdings relativierend, aufgegriffen.¹⁰

Die Kritik, die Wegener unter dem 1. Februar 1907 skizziert (KRAUSE 2016 S.139), mag seine unabhängige persönliche Meinung gewesen sein, sicher ist aber, dass auch andere Personen zu ähnlichen Schlüssen tendierten. Alexander Supan (1847-1920), anerkannter Geograph und seit 1884 PGM-Herausgeber, schrieb im Rahmen eines Aufsatzes (SUPAN 1903 S.276): „... dürfen wir uns nicht verhehlen, daß dieses erste große antarktische Unternehmen unserer Nation ein Torso geblieben ist. ... Einer der bedeutendsten Forschungsreisenden der Gegenwart schrieb mir, er könnte es nicht begreifen, warum Drygalski nicht noch einmal von Kapstadt nach dem Süden gegangen ist.“ Wegener äußerte sich zu der Sache wie folgt: „Wenn er (Drygalski) als Leiter

einer Expedition bestellt ist, die nach einer, *spätestens* 2 Überwinterungen zurückkehren soll, so braucht er meines Erachtens nach der 1. nicht um Erlaubnis zu bitten, die Exp. fortsetzen zu dürfen. Hätte er auf das Telegramm (das er vom Reichsamt des Innern bekam) zurück telegraphiert: Wohl Mißverständnis, weiteres nach Rückkehr, in 1 Stunde verlassen wir Capstadt und gehen wieder an die Arbeit – oder so ähnlich – so wäre die Expedition schon durch diese Schneidigkeit populär geworden.“

Natürlich soll an dieser Stelle nicht über die Umstände und Hintergründe des Abbruches der ersten Deutschen Südpolar-expedition spekuliert werden.¹¹ Aber unter dem Aspekt, dass Wegener offensichtlich davon überzeugt war, dass eine weitere staatlich finanzierte deutsche Expedition in die Antarktis stattfinden würde, ist es wichtig, an diese undurchsichtige Episode zu erinnern.

Jedem Leser des Tagebuches fallen die sehr persönlichen Eintragungen unter dem 17. Febr. 1907 (KRAUSE 2016 S.145 ff.) auf: „*Es ist merkwürdig, wie sehr mich der Gedanke einer Südpolarexpedition gefangen nimmt. ... Ich glaube, daß der Entschluß, mich an dieser Expedition zu beteiligen, entscheidend für mein Leben werden wird glaube ich jetzt mehr als je, daß ich bei der Fahne bleiben werde ... könnte man rechnen, vom Sommer 1909 bis Winter 1910-11 mit ihm (Drygalski) draußen zu sein. Ich könnte dann mit einer neuen Expedition Sommer 1912 aufbrechen, dann bin ich 32 Jahre alt.*“

Unter dem 17. März (KRAUSE 2016 S.154) variiert Wegener die oben geäußerten Gedanken und fragt sich erneut, ob es auch möglich wäre, unter Drygalskis Leitung zusammen mit Bruder Kurt in die Antarktis zu gehen.

Im Laufe des Jahres 1907 philosophiert Wegener noch häufig über Südpolarforschung und setzt sich ausführlich mit wissenschaftlich-technischen Fragen auseinander. Ins Persönliche weisen erstmals wieder Überlegungen, die er unter dem 27. Januar 1908 anstellt (KRAUSE 2016 S.255): „*Gestern habe ich lange mit Koch über unsere Südpolarexpedition geplaudert ... er könnte sich die Möglichkeit denken, mit mir zusammen an Drygalskis Expedition teilzunehmen.*“ Die dann folgenden, relativierenden, eher selbstkritischen Betrachtungen lassen außer Acht, dass Drygalski, an Erfahrung reicher, sich anders verhalten würde, als Wegener es nach der Lektüre des „Kontinents des Eisigen Südens“ voraussetzt – ja, dass dieser möglicherweise erfreut wäre, z.B. ein Duo Koch/Wegener an Bord zu haben und dieses kräftig fördern würde.

Bemerkenswert ist ein anderer Sachverhalt. Mit einer erstaunlichen Sicherheit kann Wegener die Leistungsträger der Drygalski-Expedition benennen, deren Mitarbeit man sich unbedingt versichern sollte. Die Qualität des Arztes Hans Gazert (1870-1961) stellt zunächst Koch fest und die beiden sind sich darüber einig, dass Gazert als Stellvertretender Leiter der Expedition einzusetzen wäre. Wiederholt variiert Wegener seine Betrachtungen hinsichtlich der Expeditionsmitglieder und kommt zu der Erkenntnis: „*Die ganze Expedition muß überhaupt auf der Grundlage des Menschenpersonals gestartet werden.*“ Konsequenterweise stellt er einen Tag später eine 28 Personen umfassende Liste zusammen (alles unter den Daten 30. und 31. Januar 1908, KRAUSE 2016 S.256 ff.).

Sehr persönlich werden noch einmal die Eintragungen unter dem 6. Februar 1908 (KRAUSE 2016 S.263). Man erfährt, dass Koch die Ansicht äußert, Wegener solle nach seiner Rückkehr in Deutschland über Ideen und Ziele der Antarktisforschung referieren.

Gut zwei Monate später (14. April 08, KRAUSE 2016 S.274) nach seiner Frühjahrshandschlittenreise ins Randgebiet des Inlandeises kann man einen Stimmungsumschwung bei Wegener erkennen, wenn er notiert: „*Ich denke jetzt etwas anders über eine etwaige Teilnahme an Drygalskis Zukunfts-expedition. Diese Idee erscheint mir jetzt weniger unangenehm als früher. Wenn man sich nur die Teilnahme resp. Ausführung der Schlittenreisen sichern könnte. Aber als was soll man in diesem Falle mitgehen? ...*“

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Wegeners Reflexionen über eine Beteiligung an der Südpolarforschung zwischen zwei Möglichkeiten pendeln – die Teilnahme an einer erneuten Expedition unter der Führung von Erich v. Drygalski, die im Sommer 1909 beginnen könnte und (oder?) die Durchführung einer eigenen Kampagne. Das wahrscheinlichste Szenarium scheint für ihn zu sein, zunächst mit Drygalski zu gehen, um dann danach ein eigenes Unternehmen auf die Beine zu stellen.

So intensiv er sich auch mit den technisch-wissenschaftlichen Problemen möglicher zukünftiger Antarktisexpeditionen befasst, so wenig äußert er sich zu den dafür notwendigen wirtschaftlichen Grundlagen; leider auch nicht zu der fiktiven, von ihm postulierten neuen Drygalski-Expedition. Man darf aber unterstellen, dass er sich diese, wie die von 1901/03, als vom Reich finanziert vorstellt.

Es gibt aber eine Äußerung, die sich unter die Kategorie der Expeditionsfinanzierung einordnen ließe (22. Februar 08, KRAUSE 2016 S.265 ff.). Ersetzt man den dort zitierten „*Geldmann*“ durch „*Bundesrepublik Deutschland*“ bekommt dieser Text geradezu prophetische Züge. Er beschreibt bis ins Detail die Gründung und Organisation der derzeitigen deutschen Polarforschung, wie sie von der Institution betrieben wird, die seit 1981 seinen Namen trägt:

„*Wenn ein Geldmann einige Millionen für Polarforschung anwenden wollte, müßte er es am besten in Form einer Stiftung tun. Er müßte ein Institut für Polarforschung gründen. Natürlich müßte die Tätigkeit mit einer Expedition beginnen. Das Schiff wird gebaut, und alle Ausrüstungsstücke gekauft. Während der Dauer der Expedition würde das Institut daheim organisiert werden. Es muß eine Bibliothek angeschafft werden, ein besonderes Lokal für die Aufbewahrung der Ausrüstungsstücke beschafft werden, eventuell Ankauf von Ausrüstungen anderer Expeditionen, etc. Wenn dann die Expedition zurückkommt, behält das Institut alle Ausrüstungsgegenstände. Es besorgt auch die wissenschaftlichen Publikationen. Außer Südpolarforschung soll auch Nordpolarforschung in das Programm aufgenommen werden, desgleichen die Anlage wissenschaftlicher Stationen in polaren und subpolaren Gebieten, dies jedoch natürlich nur als Notbehelf. Als erstes Problem, das gleich eine ganze Reihe von Expeditionen erfordert, kann das Weddellmeer in Angriff genommen werden. Diese Idee würde einen ausgezeichneten Boden in Amerika finden, leider wohl weniger in Deutschland.*“

Eine Anmerkung zu dem letzten Satz: Deutschstämmige Amerikaner hatten es in den USA zu ansehnlichen Vermögen gebracht und aus diesem Personenkreis sind zahlreiche Stiftungen und Zuwendungen an deutsche Organisationen bekannt. Betreffend Polarforschung gab es eine großzügige Finanzierungszusage, die 1888 Henry Villard (1835-1900)¹³ gegenüber Georg v. Neumayer ausgesprochen hatte (NEU-MAYER 1901 S.343-352).¹⁴ Wegener könnte u.a. dieser Fall bekannt gewesen sein.

Bekanntlich hat es in den Jahren 1911-1912 eine zweite deutsche Südpolarexpedition tatsächlich mit dem Zielgebiet Weddellmeer gegeben¹⁵ (KRAUSE 2012). Leiter dieser Expedition war der damals schon als Asienforscher anerkannte Wilhelm Filchner (1877-1957). Für diese Reise wäre Wegener eine ideale Besetzung gewesen. Allerdings sind bis dato keine Dokumente darüber bekannt, dass es zwischen Wegener und den Organisatoren der Filchner-Expedition direkte Kontakte gegeben hat. Nur ein indirekter Kontakt ist verbürgt. Else Wegener schreibt (WEGENER 1960 S.66), dass seitens der Filchner-Expedition (einen Namen erfährt man nicht) 1910 eine Anfrage, betreffend Rat zu Ballon- und Drachenaufstiegen, an ihren Vater Wladimir Koeppen (1846-1940) gerichtet wurde. Koeppen seinerseits wandte sich dann an Alfred Wegener, der mit ein paar artigen Sätzen seinem späteren Schwiegervater antwortete. Dass Wegener der einzige Experte in dieser Angelegenheit war, konnte weder Filchner noch den von ihm favorisierten Teilnehmern verborgen geblieben sein. Die Unerfahrenheit Filchners und seiner Kollegen ist nicht zuletzt dokumentiert in deren dilettantischer „Vorexpedition“ nach Spitzbergen im Sommer 1910. Die oben skizzierten Vorgänge lassen nur einen Schluss zu: Filchner wollte Wegener nicht! Auffallend an dieser Expedition ist allerdings auch, dass sich kein einziges Mitglied der wissenschaftlichen Drygalski-Expedition von 1901/03 unter Filchners Gefolgsleuten befand. Polarreiseerfahrung hatten lediglich der Kapitän Richard Vahsel (1868-1912, er verstarb im Verlauf der Reise), der die erste deutsche Expedition als 2. Offizier mitgemacht hatte und der norwegische Eislotse Poul Björvik (1857-1936?). Man darf also getrost unterstellen, dass Filchner bewusst auf erfahrenes Personal verzichtete.

In Kontext mit der oben diskutierten Thematik ist auch darauf hinzuweisen, dass Wegener einmal sagt (1. Februar 1908, KRAUSE 2016 S.259): „*Da kommt mir nun der Gedanke, im Falle es nichts mit meinen Südpolarplänen wird, so könnte man eine Durchquerung Grönlands ausführen. Das würde nicht so viel kosten und auch nur wenig mehr als 1 Jahr in Anspruch nehmen.*“ Diese Idee wurde 1912/13 verwirklicht.¹⁶

Aus der Summe von Wegeners Bekundungen lässt sich der Wille nicht übersehen, sich nach der Rückkehr aus Grönland weiter an Reisen in polare Gebiete zu beteiligen. Warum er dabei vorzugsweise an südpolare Gebiete denkt, wird auch nicht ganz klar, wenn man seine „Ideen über Ziele der Südpolarforschung“ im Anhang zum Tagebuch studiert hat (KRAUSE 2016 S.295-296). Ausschlaggebend scheint zu sein, dass er in bisher unbekanntem, unerforschten Gebieten arbeiten möchte. Das deckt sich auch mit seiner Äußerung zur Grönlandquerung. Unübersehbar ist, dass in dem jungen Wissenschaftler Alfred Wegener eine gehörige Portion Ehrgeiz und Abenteuerlust steckt.

WEGENERS PLÄNE ZUR ERFORSCHUNG DER ANTARKTIS

Wissenschaftliche, technische und logistische Themen

In der schon erwähnten ersten Reflektion zur laufenden Expedition am 7. Sept. 1906 (KRAUSE 2016 S.74-75) lobt Wegener „*Namentlich imponiert mir die außerordentliche Beweglichkeit der [dänischen] Expedition, die im schärfsten Gegensatz zur deutschen Südpolarexpedition steht ...*“. Sein positives Urteil über die Reiselogistik der Dänen, die zu dem Zeitpunkt ja erst beginnt ihre Effektivität zu demonstrieren, ist zutreffend; seine tendenzielle Geringschätzung der entsprechenden Leistungen der Deutschen Südpolarfahrer nicht unbegründet.

Aus der Eintragung unter dem 9. Oktober 06 (KRAUSE 2016 S.88-89) wurde schon zitiert, um Wegeners Polarforschungsambitionen zu demonstrieren. Diese Stelle, an der sowohl sein Bruder Kurt als auch Drygalski erstmals erwähnt werden, sei nochmals aufgegriffen, da Wegener hier auch erstmals zum wissenschaftlichen Programm einer möglichen Südpolarexpedition Angaben macht. Nachdem er schrieb, dass er sich wünsche an einer späteren Expedition unter Drygalski mitzumachen „*... an der auch Kurt teilnehmen müsste ...*“, folgt er: „*Wir müssen dann einen Drachen- und Ballondienst einrichten ...*“. In seiner Phantasie versetzt er also das Lindenbergers Observatorium in die Antarktis, was sicherlich nicht realistisch ist, speziell nicht, wenn er dabei die Möglichkeit von Freiballonfahrten einschließt.¹⁷

Die endlose Winternacht verschafft Wegener die Muße sich wieder mit Südpolarforschung zu befassen. Er hat sich das Werk DRYGALSKI (1904) nun aus der Bordbibliothek in die „Villa“ geholt und sowohl er als auch Koch widmen sich der Lektüre dieses Buches. Unter dem 16.1.07 (KRAUSE 2016 S.132) notiert er: „*Im ganzen glaube ich aber doch, daß eine Südpolarexpedition mehr erreichen könnte, das Gebiet ist hier viel größer, und es ist dem Glück ein größeres Feld übrig geblieben als am Nordpol. Aber man muß das Norwegische Prinzip benutzen, die Naturkräfte selbst müssen dienen, um das Ziel zu erreichen.*“

Sind dieses noch allgemeine Betrachtungen, so wird er unter dem 21. Januar 07 (KRAUSE 2016 S.134) in sachlich-fachlicher Hinsicht sehr konkret. „*... trotz etwaiger säkularer Verschiebungen*“, so seine Meinung, hätte Drygalski es sich zur Aufgabe machen müssen die Schelfeiskante zu kartographieren. Dieser Ansicht kann Koch nur beipflichten und Wegener äußert sich: „*Gerade am Südpol, muß das geographische das Hauptproblem sein, damit späteren Expeditionen die Arbeit so leicht wie möglich gemacht wird.*“

Diesem „*Hauptproblem*“ – der geographischen Erfassung der Antarktis – wendet sich Wegener wiederholt zu, wobei er seine Ideen variiert, erweitert und konkretisiert. Eine direkte Fortsetzung der geographischen Erkundungen, z.B. westlich der von Drygalski besuchten Gebiete, hält er zwar grundsätzlich für nützlich, will sie aber nicht zur Grundlage einer neuen Expedition machen. Er entwickelt zunächst eine völlig andere Idee. Vom Grahamland (Antarktische Halbinsel) ausgehend, will er die Strecke bis zum Viktoria-Land (das „Westufer“ der Ross-See) bereisen.

Offenbar befindet sich in der Bordbibliothek keine neuere vollständige Karte der Antarktis. Seine Planungen stützen sich auf eine Karte, die er sich von Christian Thostrup geliehen hat (Eintrag unter dem 8. Februar 07, KRAUSE 2016 S.141). Leider erfährt man nichts Genaueres. Es muss sich aber um eine Karte gehandelt haben, die jedenfalls die neueren

Entdeckungen der schottischen Expedition 1902-04 (Tab. 1-7) nicht wiedergibt, also um eine Karte, wie sie etwa in FRICKER (1898) reproduziert wurde.¹⁸ In Wegeners Hauptlektüre (DRYGALSKI 1904) findet man zwar Detailkarten und dem Werk liegt auch eine Routenkarte der geschilderten Expedition bei, nicht aber eine Karte der gesamten Antarktis.



Abb. 1: Diese Karte ist angebunden an FRICKER (1898) und zeigt die geographische Kenntnis der Antarktis vor der BELGICA-Expedition von 1897/99 (Tab. 1-1). Man beachte, dass die Karte prinzipiell die Möglichkeit zulässt, dass der Südpol sich in einem Meeresgebiet befindet, in das man über verschiedene Zugänge gelangen könnte (dazu vergl. in anderem Zusammenhang KRAUSE 2014). Den in der Karte eingetragenen „Landsichtungen“ musste man grundsätzlich mit Skepsis begegnen. Die Karte ist „genordet“, d.h. der Null-Meridian, der mit den Breitenangaben beschriftet ist, steht senkrecht. Die Meridiane sind von 10 zu 10 Grad eingezeichnet. Möchte man sich mit der Kartographieentwicklung der Antarktis befassen, ist ohne Frage hilfreich CLANCY et al. (2014). Eine umfassende Arbeit zur Entwicklung der Kartographie der Antarktis steht noch aus.

Fig. 1: This map is attached to FRICKER (1898) and shows the geographical knowledge of Antarctica before the Belgian-Antarctic-Expedition of 1897/99 (Tab 1-1). It should be noted that the map in principle includes the possibility, the South Pole being located in a marine area, in which one could get by different approaches (in a different context see KRAUSE (2014)). The entries of so called “Landsichtungen” – landseeings into the map were generally seen with skepticism. The map is “north up”, that is, the Greenwich meridian, which is labelled with the latitude data, is vertical. The meridians are drawn from 10 to 10 degrees. If one wants to deal with the development of the cartography of Antarctica, unquestionably helpful is CLANCY et al. (2014). A comprehensive work on the development of the cartography of Antarctica is still pending.



Abb. 2: „Karte Meerestiefen im Südpolaregebiet nach dem Stand der Kenntnisse bis 1905“ SCHOTT (1905; Orig. im Maßstab 1:25.000.000). In der Karte sind, durch die Aufnahme des 1903/04 durch die schottische Expedition unter Bruce aufgefundene Coats Land (Tab. 1-7), die theoretisch zu konstruierenden geographischen Möglichkeiten transpolarer „Sunde“ gegenüber der Karte in FRICKER (1898) schon deutlich eingeschränkt. Achtung: Diese Karte ist nicht „genordet“, der Meridian 20° E steht senkrecht. Das Coats Land wird durch den Meridian 20° W geschnitten. Die von Schott konstruierte Karte ist betreffend der geographischen Angaben mit der Antarktiskarte (Orig. 1:40.000.000) im seinerzeit populären Handatlas STIELERS (1905) weitgehend identisch.

Fig. 2: The chart “Meerestiefen im Südpolaregebiet nach dem Stand der Kenntnisse bis 1905” of SCHOTT (1905) on the scale 1:25,000,000; the theoretical probability for the existence of transpolar “sounds” is increasingly restricted compared to the map of FRICKER (1898), especially by the representation of the Coats Land, which Bruce had recovered in the Years 1903/04 (Tab. 1-7). Attention: The map is not “north up”. Vertical is the meridian of 20° E. The meridians are shown from 10 to 10 degrees. The Coats Land is intersected by the meridian of 20° W. Concerning the geographical content this map is widely identical to the map of the then very popular Antarctic map of STIELER (1905; scale 1:40.000.000).

Wegener, der sich nach seiner Teilnahme an der fast vierwöchigen „Winterschlittenreise“ im November/Dezember 1906 inzwischen ein Bild von der Leistungsfähigkeit der Hundeschlitten machen kann, plant die gesamte Strecke von Grahamland bis Viktoria-Land „mit Grönländischen Schlitten unter Benutzung der Pinguine ...“¹⁹ (8. Februar 07, KRAUSE 2016 S.141) und Proviantergänzung durch Jagd auf Seesäger zurückzulegen.²⁰ Dabei handelt es sich grob um eine Strecke von mindestens 4.500 km. Solche Distanzen lassen sich selbst bei optimistischer Abschätzung nicht in einer Saison bewältigen. Er muss also zusätzliche Depots und Überwinterungsmöglichkeiten vorsehen. Zuzustimmen ist ihm, wenn er sagt: „Diese Reise längs der Küste ist leichter und bringt

geografisch mehr als eine Durchquerung über den Pol.“ Dass trotz der Einrichtung einer Hütte im Viktoria-Land²¹ und nach Osten vorzuschiebender Depots vom Grahamland aus, also von Ost nach West, vorgegangen werden soll, begründet Wegener mit der vorherrschenden Windrichtung, die er als Rückenwind nutzen will. Es ist aber noch ein anderer Sachverhalt von Bedeutung – für eine Querung der Westantarktis, ausgehend von der Ross-See, z.B. in das westliche Weddell-Meer Areal, gab es kein bekanntes Zielgebiet, das den Reisenden eine sichere Bleibe, bzw. eine Rückkehr in die Zivilisation ermöglicht hätte, da die geographischen Konturen dieses Gebietes unbekannt waren.

Man kann nicht deutlich genug herausstellen, dass es sich auch bei dem Gebiet der Westantarktis, das durch das Transantarktische Gebirge begrenzt wird, um ein völlig unbekanntes Areal handelte. Nur an ganz wenigen Stellen hatte es von der Seeseite Vorstöße durch Schiffe gegeben (Cook, Bellingshausen, Ross), die eine grobe Abschätzung der Ausdehnung der Westantarktis zuließen. Dieses Gebiet ist tatsächlich erst ab Ende der 1920er Jahre durch die legendären amerikanischen Expeditionen unter Evelyne Byrd (1888-1957)²² genauer bekannt geworden.

Bemerkenswert ist, dass Wegener im Zusammenhang mit seinen Expeditionsplänen im Bereich zwischen Antarktischer Halbinsel und dem Ross-Meer auch damit rechnet das Schelfeis zu bereisen. Der Übergang vom Meer- zum Schelfeis ist aber über weite Strecken für eine Schlittenexpedition bestenfalls an speziellen Stellen möglich, also keineswegs so einfach, wie es sich Wegener nach der Lektüre von BORCHGREVINK (1905) vorstellt.²³ Auch ist das Reisen im Randgebiet des Schelfeises nicht ungefährlich.

Dass auch Wegener erwägt, die „Küsten“ der Antarktis per Schiff zu verfolgen, wie schon von anderen Entdeckern versucht wurde, ist speziell in Kombination mit Schlittenreisen eine realistische Option gewesen. Das von ihm beschriebene Wechselspiel zwischen Schiff- und Schlittenexpedition zur Erkundung des Gebietes zwischen Grahamland und Viktoria-Land, verbunden mit insgesamt drei Überwinterungen, wie unter dem 13. Februar 07 (KRAUSE 2016 S.144) geschildert, wäre jedenfalls eine in jeder Hinsicht aussichtsreiche Aktion gewesen. Sie ist nie praktiziert worden, was u.a. dadurch bedingt war, dass sich, kaum drei Jahre nach Wegeners Aufzeichnungen, eine weitgehende Fixierung auf die Erreichung der Pole herausbildete, der bis 1912 andere Bestrebungen untergeordnet wurden. Tatsächlich wurde eine systematische Erfassung der Umriss- und der Randgebiete des Südkontinents erst in den Jahren 1946/47 durch die „Operation Highjump“ geleistet, die sich im Wesentlichen auf den massiven Einsatz von Flugzeugen stützen konnte. Erste größere Einsätze von Flugzeugen hatte es nicht nur auf den Expeditionen von Byrd gegeben, sondern insbesondere auch auf der deutschen „Schwabenland-Expedition“ (1938/39). Bei der Erfassung der Südbegrenzung des Weddell-Meeres hat die Flugzeugexpedition unter Finn Ronne (1899-1980) eine entscheidende Rolle gespielt (1947/48).

Frühjahr und Sommer 1907 dürften nicht nur für Wegener die anstrengendsten und auch nervenaufreibendsten Monate der Expedition gewesen sein. Man konnte Triumphe feiern, kleine private, persönliche, deswegen, weil man sich den extremen Reisen erneut gewachsen gezeigt hatte und große, übergeordnete angesichts der Entdeckungen im hohen Norden, von denen Koch und seine Leute, die inzwischen zurückgekehrt waren, erste Berichte geben konnten. Die noch im Feld befindlichen Kollegen Mylius-Erichsen, der Kartograph Høeg Hagen (1877-1907) und der Grönländer Jørgen Brønlund (1877-1907), den Wegener gelegentlich als ein Art Übermensch charakterisiert, sollten jeden Moment eintreffen – und dann würden die Planungen für das Jahr 1908 beginnen und die Vorbereitungen auf noch größere Expeditionsvorhaben.

Aber Mylius-E., Hagen und Brønlund kamen nicht. Man kann sich unschwer vorstellen, wie sich diese Tatsache auf die Stim-

mung der Expeditionsmitglieder auswirkte, denn, aus Wegeners Aufzeichnungen deutlich erkennbar, war auch Mylius' Einfluss auf die „Psyche der Expedition“ entschieden positiv. Man kann es nicht genug bewundern, wie sich die „wackeren Dänen“ wie Wegener sie charakterisiert, mit diesem Schicksalsschlag arrangiert haben.

Aus Wegeners Tagebuch erfährt man, wie brennend er sich für die zukünftigen Aktionen der Expedition engagiert, wie gerne er sich einsetzen möchte, aber angesichts der Situation müssen alle Bemühungen stagnieren. Man geht sicher nicht fehl in der Annahme, dass Wegeners Eifer bezüglich seiner Südpolarplänen auch eine indirekte Folge dieser vertrackten Situation war. Jedenfalls greift er diese unter dem Datum 11. September 07 (KRAUSE 2016 S.219 ff.) wieder auf. Die in diesem langen Eintrag angestellten Betrachtungen zu den „Eiszeiten“ im Nord- und Südpolargebiet – er spricht hier von der jahreszeitlichen Entwicklung der Eisbedeckung der polaren Meere – sind für einen nicht im Thema stehenden Leser vermutlich nicht kurzweilig; ein Grund, diese zusammenzufassen.

Zunächst ist Wegener zuzustimmen, wenn er kritisiert, dass Drygalski seinerzeit viel zu spät im Randgebiet der Antarktis auftauchte; dabei hat Wegener bei diesem Urteil die eisfreien Zeiten nach heutigem Wissen sehr eng gefasst. Seine Aussage, dass man grundsätzlich so früh wie irgend möglich in das „Packeis“ eindringen sollte, ist taktisch richtig. Mit dem hier verwendeten Begriff „Packeis“ kann er aber nur hinreichend lockere Treibeisfelder (maximale Bedeckung bis 8/10) oder bestenfalls entsprechende Reste von Packeisfeldern gemeint haben. Durch derartige Felder konnte sich ein Schiff wie die „Danmark“, oder die „Gauss“, noch irgendwie einen Weg bahnen und hoffen, einen ungefähren, mittleren zielführenden Kurs verfolgen zu können. Moderne Eisbrecher durchfahren derartige Eisbedingungen ggfs. mit vergleichsweise hohen Geschwindigkeiten unter weitgehender Verfolgung eines Generalkurses. Aber auch die Fähigkeit dieser Schiffe versagt, wenn es gilt, großflächige zusammenhängende (Pack) Eisfelder zu überwinden! Eine gewisse Ausnahme von dieser Feststellung kann man lediglich den russischen Nukleareisbrechern zusprechen.

Eine Schwäche der Wegenerschen Eisbedeckungsdiskussion liegt darin, dass sie keine vergleichende ozeanographische Betrachtung zwischen den beiden Polarzonen enthält. Z.B. wurde in der Vergangenheit die Nordostküste Grönlands genaugenommen nie eisfrei.²⁴ Zu allen Jahreszeiten konnte nur durch die Querung des mehr oder weniger eisführenden, nach Süden gerichteten Ostgrönlandstromes die Küste, bzw. die offene See, erreicht werden.²⁵ D.h., dass der Überwinterungsort der Danmark-Expedition im Prinzip ganzjährig durch Eis „blockiert“ war.²⁶

Im Südpolargebiet hingegen, z.B. an Drygalskis Überwinterungsort von 1902/03, ist die Situation grundsätzlich anders. Hier existiert keine „unendlich große“, sich „permanent erneuernde“ Treibeisquelle, wie die des arktischen Beckens, die sich über einen quasi kanalisiertem Abfluss nach Süden schiebt. Und selbst dann, wenn man das Weddell-Meer als Eisbildungsquelle ansehen und den antarktischen Zirkumpolarstrom (Abb. 3) in seiner Wirkung mit dem Ostgrönlandstrom vergleichen würde, so müssten die resultierenden Effekte deutlich anders ausfallen.

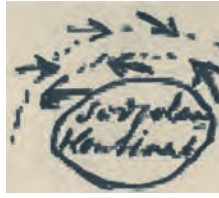


Abb. 3: Die winzige Skizze, die Wegener unter dem 11. September 1907 (KRAUSE 2016, S. 220) in sein Tagebuch einfügte, zeigt, dass er mit erstaunlicher Sicherheit die prinzipiellen zirkum-antarktischen Strömungsverhältnisse erfasst hatte.

Fig. 3: The tiny sketch that Wegener inserted in his diary under September 11, 1907 (KRAUSE 2016, p. 220) shows, that he had caught with astonishing reliability the principal circum-Antarctic current conditions.

Unter dem 11. September 07 (KRAUSE 2016 S.220) kritisiert Wegener auch, dass es Drygalski nicht gelungen sei, Aufklärung über die Gebiete westlich vom „Westeis“ zu bekommen, womit er zweifellos auf ein gravierendes Versäumnis der Expedition hingewiesen hat: „Westlich vom „Westeis“, fällt die Küste offenbar nach S. Wie leicht hätte Drygalski das durch eine Schlittenreise vom Gaußberge aus feststellen können!“

Wenn Wegener schreibt: „Weder Gauß noch Challenger loteten hier den Kontinentalsockel“, meint er nicht, dass hier nicht gelotet wurde. Soweit aus einer Karte erkennbar, die auch ihm vorlag (DRYGALSKI 1904, Karte 2, nach S.254) wurde hier 1903 fleißig gelotet und Wassertiefen bis zu 3.500 m festgestellt. Für Wegener ist das Fehlen eines Kontinentalsockels der Hinweis auf einen Meereseinschnitt. Genau das war ebenfalls die Meinung Drygalkis, nur konnte er zu dem Zeitpunkt die „Gauss“ nicht nach Süden pressen, ohne eine weitere Überwinterung zu riskieren.

Wegener spricht davon, dass der Verlauf der Küste durch eine Schlittenexpedition mit dem Gaussberg als Basis ohne Not mindestens ein paar hundert km nach Westen zu verfolgen gewesen wäre. Dem ist zuzustimmen. Die Entfernung zur Prydz-Bucht bzw. zum Amery Ice Shelf beträgt von dort aus allerdings immer noch rund 900 km.

Zur Beurteilung der Gesamtleistung einzelner Expeditionen ist grundsätzlich zu bemerken – und das gilt für alle Expeditionen um 1900 – dass in der Regel der Erfahrungshorizont der Teilnehmer nur begrenzt war. Von dem Zeitpunkt an, ab dem die Teilnehmer über hinreichend Erfahrung verfügen, verbessert sich die Durchführung von Reisen erheblich. Das ist z.B. auch deutlich bei den frühen deutschen Expeditionen. Auf der Danmark-Expedition ist dieser Effekt auch vorhanden, aber viel weniger auffällig. Der Grund ist, dass die Grönländer Tobias Gabrielsen (1878-1945), Jørgen Brønlund und Hendrik Olsen (1884-1917) dabei sind und selbstverständlich Mylius-Erichsen und auch Koch schon als „Profis“ gelten können. Ein großer Vorteil besteht ferner darin, dass sich die Expedition über zwei Jahre erstreckt und somit seinen Teilnehmern viele Entwicklungsmöglichkeiten bieten kann. Unter diesem Aspekt ist Wegeners Kritik an den Reise- und Entdeckungsleistungen der Drygalski-Expedition leicht nachzuvollziehen.

Wegener ist tatsächlich um gute Ideen zur Südpolarforschung nicht verlegen. Unter dem 4. Oktober (KRAUSE 2016 S.225) plant er auf der Basis der schwedischen Expedition (Tab. 1-6) zunächst ein Vordringen in das Weddellmeer, um dann von

dort bis zum Rossmeer vorzustoßen. Diese Idee, eine Variante zu seinen am 8. Februar 07 (KRAUSE 2016 S.141) geäußerten Ansichten, hat durchaus Ähnlichkeit mit den Plänen, die später Filchner und Shackleton vergeblich umzusetzen versuchten (Tab. 1-12 und -15).

Schon der erste Teil des Planes ist bemerkenswert, denn zu diesem Zeitpunkt war noch niemand in das Weddellmeer vorgedrungen. Genauer: Es stand zu diesem Zeitpunkt noch gar nicht fest, dass es überhaupt ein Weddell-See gibt! Realität war 1906, dass man ein Seegebiet Weddell-See nannte, das 1823 von James Weddell (1787-1834) lediglich auf der Länge 23° W ein einziges Mal bis zu Breite 74°15' S befahren worden war.²⁷ Die derzeitige Benennung dieses damals weitgehend fiktiven Seegebietes stammte aus FRICKER (1898 S.3 und angebundene Karte) und ist, im Englischen zu Weddell Sea transformiert, in der Rückübersetzung gelegentlich zu „Weddell See“ geworden.²⁸

Relativierend ist zu bemerken, dass ein Vordringen per Schiff, wie von Wegener postuliert, im westlichen Weddell-See mit den damaligen Fahrzeugen ganz unmöglich war. Diese Gegend ist selbst im Hochsommer meist mit Treibeis verstopft. Erst 1956 gelang es dem argentinischen Eisbrecher „General San Martin“²⁹, aus westlicher Richtung kommend, bis zum Filchner-Ronne-Schelfeis vorzudringen. In der Regel versuchen bis heute auch starke Eisbrecher in der vergleichsweise häufig auftretenden Küstenpolynia des Coats-Landes, von Osten kommend, in das Gebiet zu gelangen.

Erwähnenswert ist auch die Personalaufstellung, die Wegener hier vorlegt, sowie seine Gedanken zu den grundsätzlichen topographischen Unterschieden zwischen Nordostgrönland und der Antarktis – zerklüftete Landschaft gegen die Eintönigkeit des Inlandeises. Die daraus von ihm abgeleiteten „psychologischen“ Effekte sind beachtlich.

Die Idee, die Wegener erneut unter dem 24. Oktober (KRAUSE 2016 S.230) aufgreift, nämlich eine weitere meteorologische Station auf dem Inlandeis, mindestens 100 km von der Randzone entfernt, aufzubauen, ist erstmalig von E. Byrd 1933/35 verwirklicht worden, allerdings ohne dass dieser hier Drachen- und Ballonaufstiege vorgenommen hätte.³⁰ Eine Variante dieser Vorstellung ist die Einrichtung der Station „Eismitte“ (1930/31) in Zentralgrönland im Rahmen der „Deutschen Grönland-Expedition“ 1930/1931. Zusammen mit Stationen an der Ost- und Westküste sollten simultan meteorologische Daten erfasst werden.

An diese Stelle sei eine Anmerkung eingeschoben: In den vielen Betrachtungen, die Wegener zur Erforschung der Antarktis anstellt, diskutiert er nie historische geographische Vorstellungen, was in diesem Zusammenhang aber durchaus angebracht gewesen wäre. D.h., er erwähnt weder die Südpolararten, die August Petermann in den 1870er Jahren erstellte, in denen dieser die damals bekannten „Landsichtungen“ tendenziell Inseln zuordnete und sich das Innere der Antarktis als ein „südliches Eismeer“ vorstellte (PGM 1865, 1868; Tafel 5, 12 und in den 1870ern in verschiedenen Ausgaben von STIELERS HANDATLAS (z.B. 1891), noch nimmt er Stellung zu Thesen, die eine Teilung der Antarktis durch transpolare Sunde vermuten (auch DRYGALSKI 1904, S.223, 225).

Beachtlich ist, dass Wegener bereits 1907 davon ausgeht, dass zwischen den antarktischen Stationen eine funkentelegraphische Kommunikation hergestellt werden sollte. Selbstverständlich galt dieses Vorhaben einer funkentelegraphischen Kommunikation erst recht für seine Grönlandkampagne von 1930/31. Mehrere seiner Expeditionskollegen waren als Funker ausgebildet. Es waren spezielle Funkanlagen für den Gebrauch im Rahmen der Expedition konzipiert und gefertigt worden. Trotzdem blieb „Station Eismitte“ letztlich ohne Funkanlage. Ein Sachverhalt, der auf ungünstige logistisch-technische Umstände und Fehleinschätzungen zurückzuführen ist. Der Tod Wegeners und seines Begleiters Rasmus Villumsen (1910-1930) lassen sich als direkte Folge dieser Fehler darstellen.³¹

Um die Jahreswende 1907/08 – Wegener notiert, „... daß der psychische Eindruck dieser zweiten Winternacht ...“ bei ihm schwächer ausgeprägt sei als während der ersten – läßt er zahlreiche Einträge zur Südpolarforschung in sein Tagebuch einfließen. Es handelt sich aber nicht um den Ausbau oder um die Variation seines Planes, der das Gebiet zwischen Graham- und Viktoria-Land zu erforschen zum Ziel hat, sondern er produziert hier eine völlig neue Idee. Sie beginnt damit, eine Station auf Enderby-Land (66°35' S, 50° E)³² einzurichten, von der aus mit den technischen Möglichkeiten, die Wegener geläufig sind, unabhängige Reisen und Untersuchungen ausgeführt werden sollen. Im darauffolgenden Sommer will er dann per Schiff direkt in das zentrale Weddellmeer eindringen und von dort aus per Schlitten nicht nur die Verbindung zum Enderby-Land suchen, sondern ggfs. auch soweit nach Westen reisen, bis der Anschluss an die Nordenskjöldschen Entdeckungen aus dem Jahre 1902/03 hergestellt ist (Tab. 1-6).

Aus Wegeners Ausführungen wird klar, dass ihm die schottische Antarktisexpedition 1902-04 unter der Leitung von Bruce (Tab. 1-7) nicht gegenwärtig war, was natürlich auch auf seinen Diskussionspartner Koch zutrifft. Bruce war bei dem Versuch ins östliche Weddellmeer vorzustoßen im Bereich zwischen 20° W und 36° W im März 1904 auf eine Eisbarriere gestoßen. Diese Entdeckung nannte er Coats-„Land“ – die Namensgebung war eine Widmung für einen Expeditionsunterstützer.³³ Zwar war ab Anfang Juli 1906 die Mylius-Erichsen-Expedition vom Nachrichtenfluss der „Welt“ ausgeschlossen, aber eine erste Veröffentlichung zu den Entdeckungen der schottischen Antarktisexpedition findet man bereits in den PGM (1904 S.130,178)!³⁴ In diesem Kontext wäre auch die Antarktiskarte von SCHOTT (1905) zu erwähnen.³⁵ Betrachtet man Wegeners Kenntnisse zur jüngeren Erforschung der Antarktis, fällt auf, dass ihm auch MILL (1905) nicht bekannt war. Mill würdigt insbesondere die Rolle deutscher Wissenschaftler und Forscher und behandelt selbstverständlich die neuesten Entwicklungen einschließlich der Expedition von Bruce. Beachtlich ist auch die diesem Werk beigegebene Karte der Antarktis im Maßstab von etwa 1:15.000.000.³⁶

Für Wegener und seine dänischen Kollegen, die diese („unverzichtbare“) Publikation nicht kannten, war das Gebiet zwischen der nordöstlichen Küste der Antarktischen Halbinsel bis zum Enderby-Land – grob der Sektor zwischen 60° W und 40° E, mehr als ein ganzer Quadrant – terra incognita! Entsprechend vage sind seine Vorstellungen – etwa in Abb. 4 – und Planungen formuliert.

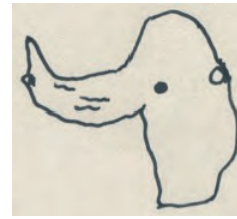


Abb. 4: Unter dem 10. Dezember 1907 (KRAUSE 2016, S. 244) hat Wegener diese Skizze in sein Tagebuch eingefügt, in der jedenfalls die Westantarktis in Kombination mit dem Rossmeer nicht treffend dargestellt ist.

Fig. 4: Under December 10, 1907 (KRAUSE 2016, p. 244) Wegener inserted this sketch in his diary – in any case, the West Antarctic combined with the Ross Sea is not shown very aptly.

Die Tatsache, dass er von den Aktivitäten der schottischen Expedition nichts wusste, zeigt, dass Wegeners Interesse für Polarforschung, jedenfalls in den Jahren 1904 und 1905, noch nicht sehr ausgeprägt gewesen sein kann. Im Zusammenhang mit seinen „antarktischen Planspielen“ war es jedenfalls nachteilig, dass in der Bordbibliothek der „Danmark“ keine aktuellen Jahrgänge der Petermanns Geographischen Mitteilungen (PGM) vorhanden waren.

Auch wenn Wegener verlauten ließ, die zweite Winternacht würde ihn weniger beeindrucken als die erste (in den Einträgen unter dem 19. Jan. 08, KRAUSE 2016 S.249), lassen sich resignative Tendenzen nicht übersehen. Das ungeklärte Schicksal der drei nicht heimgekehrten Kameraden lastete auf allen. Er äußert die Auffassung: „Nach dem zweiten Winter hat man eine Rückkehr in die Heimat unbedingt nötig“ und er diskutiert seine antarktischen „Luftschlösser“ unter dieser neuen Erkenntnis.

In dem dann folgenden Text geht es überwiegend um die Logistik des Reisens. Man erkennt, dass Wegener der Entdeckungsaspekt, die geographische Erfassung der Südpolarregion, über alles geht. Ganz typisch für diese Einstellung ist seine Bemerkung zur Einrichtung einer Inlandeis-Station, die, „im Falle eines Fehlschlagens der geografischen Erforschung, einen Ersatz“ durch die mit ihrer Hilfe gewonnenen speziellen Beobachtungen bieten würde. Drygalskis Ansatz, am Überwinterungsort des Schiffes meteorologische und ggfs. geophysikalische, geologische, biologische und andere Daten zu sammeln und diese Aktionen bestenfalls mit einigen kurzen Reisen in der Umgebung des Überwinterungsortes anzureichern, ist ihm nicht ausreichend.

Wegener ist bei seinen Planungen allerdings ziemlich optimistisch. Sommerreisen mit Hundeschlitten auf dem Meereis vor der Schelfeiskante, z.B. vor dem Riiser-Larsen-Eisschelf (Größenordnung der zu bewältigenden Distanzen um 800 km), sind im Zweifel nicht ohne weiteres durchzuführen. Dieses Gebiet ist für seine kurzfristig auftretenden Küstenpolynien bekannt.³⁷ An bestimmten Stellen (Ausfluss des Dawson-Lambton-Gletschers) sorgen gigantische Eisbergansammlungen für Störungen in der Meereisfläche.

Zu beachten wären noch Wegeners Gedanken zum Vorgehen mit zwei Schiffen (19. Jan. 08, Krause 2016 S.249). Dieser Punkt wurde bekanntlich im Vorfeld zur Ausrichtung der ersten deutschen Südpolarforschung ausgiebig diskutiert. In allen Fällen will er auch kleine Motorboote mitführen, ist

sich aber bewusst, dass deren Einsatz fraglich ist. So effektiv Wegener den Einsatz in Grönland kennengelernt hat – die zwei modernen Boote mit Petroleummotoren, die Drygalski an Bord hatte, sind in der Antarktis nie zum Einsatz gekommen.

Von entdeckungsgeschichtlichem Reiz sind tatsächlich Wegeners Anmerkung betreffend eine Reise von der postulierten Station auf dem Enderby-Land in Richtung Osten, um die Verbindung zum Gaussberg herzustellen (KRAUSE 2016 S.249): „*Ich habe diesen Plan mit Koch besprochen und wir sind zu folgendem Resultat gekommen: Es handelt sich um gewaltige Entfernungen. Wenn man eine Station auf Enderby-Land anlegt, so ist man noch ca. 1000 km vom Gaussberg entfernt, und dabei fällt die Küste doch noch nach S zwischen beiden Punkten!*“ Das ist eine reine Vermutung (!), die aber richtig ist – zwischen dem Enderby-Land (rund 45° E) und dem Gaussberg (66°48' S, 89°11' E) liegt das Amery-Becken (Amery Ice Shelf) und das gebirgige McRobertson-Land. Zur „Umgehung“ dieser Gebiete hätte man bis 75° S vorstoßen müssen. Wie man derartigen Distanzen um 1.500 km, in Höhenlagen bis 2.500 m, mit konventionellen Hundeschlitten (im Zweifel ohne Depots) zurücklegen will, soll hier nicht weiter erörtert werden.³⁸

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Wegeners Reflexionen zur Erforschung der Südpolarregionen zunächst eine ganz persönliche Seite dokumentieren, nämlich seine Hinwendung zur Polarforschung, gepaart mit dem Ehrgeiz eines Entdeckers. Sie dokumentieren aber insbesondere auch seine zunehmende Kompetenz als „praktischer“ Polarreisender, die er sich im Laufe der Expedition von 1906/08 durch eigene Tätigkeit aneignet hat und die ihm selbstverständlich auch über die Wechselwirkung mit seinen dänischen und grönländischen Kollegen vermittelt wurde.

Zu den wissenschaftlich-theoretischen Betrachtungen, die Wegener stets in seine Texte einfließen lässt, gehört, neben der Frage zur meteorologischen Bedeutung der Antarktis, auch der Hinweis auf die Notwendigkeit einer Massenbilanz des antarktischen Eisschildes, den er in seinen *Ideen über die Ziele der Südpolarforschung* formuliert (KRAUSE 2016, Anhang 2, S.295). In den 1970ern nahm diese Aufgabe in Form einer bedeutenden internationalen wissenschaftlichen Kooperation Gestalt an.

Wegener konnte seine antarktischen Pläne nicht verwirklichen. Durch seine Teilnahme an der Querung Nordgrönlands 1912/13 hat er dennoch vom Nimbus des geographischen Entdeckers profitiert. Seine globale Popularität aber verdankt er seinen geistigen Entdeckungen – seinen Leistungen als Wissenschaftler – als Begründer der These der Kontinentaldrift.

ENDNOTEN

¹⁾ Dieses Buch (DRYGALSKI 1904), obwohl seinerzeit nur auf Deutsch erschienen, war Bestandteil der Expeditionsbibliothek. Erst 1989 wurde eine englische Übersetzung veröffentlicht (DRYGALSKI 1989).

²⁾ „Magnetic Crusade“ war ein wissenschaftliches Großunternehmen zur Erfassung des geomagnetischen Feldes. Hinter den zahlreichen zu diesem Zweck durchgeführten Expeditionen steckte zunächst die Idee, das geomagnetische Feld ließe sich mit einem fundamentalen Wechselwirkungsgesetz, ähnlich dem Gravitationsgesetz, beschreiben.

³⁾ 1839-1843: Die Britische Expedition unter James Clarke Ross (1800-1862) und Francis Crozier (1796-1848) mit den Schiffen „Erebus“ und „Terror“.

1840: Die Französische Expedition unter J.-S.-C. Dumont d'Urville (1790-1842) und C.H. Jacquinot (1796-1879) mit den Schiffen „Astrolabe“ and „Zélée“.

1840: Die Amerikanische Expedition unter Charles Wilkes (1797-1877) mit dem Schiff „Vincennes“. Auf der Karte der Wilkes-Expedition soll erstmals der Begriff „Antarktischer Kontinent“ Verwendung gefunden haben (HEADLAND 1989 S.149; R.D. 1990).

⁴⁾ Die damals wichtigste geomagnetische Größe war die Kenntnis der Ortsmissweisung (Deklination). Genauer: die Kenntnis der Horizontalkomponente des geomagnetischen Feldvektors (und seiner Säkularvariation) als Funktion des Ortes. Bei der Etablierung und Durchführung der Forschungen haben u.a. drei Wissenschaftler eine herausragende Rolle gespielt: Alexander v. Humboldt (1769-1859), Carl Friedrich Gauss (1777-1855) und Edward Sabine (1788-1883).

⁵⁾ Das Thema Südpolerreichung per Schiff hat 1838 erstmals Edgar Allan Poe (1809-1849) in seinem einzigen Roman *Die Abenteuer des Gordon Pym* verarbeitet. 1896 konnte Jules Verne (1828-1905) diesen Gedanken in seinem Buch *Die Eissphinx* wieder aufgreifen und zwar ohne dass man ihn der Phantasterei beschuldigen konnte (hierzu vergl. KRAUSE 2014).

⁶⁾ Wegener spricht hier von seinem Bruder, dem Geophysiker Kurt Wegener (1878-1964).

⁷⁾ Die Tatsache, dass sich Wegener 1930 zutraute noch im Oktober und November auf dem grönländischen Inlandeis Hundeschlittenreisen durchzuführen, dürfte nur vor diesen Erfahrungen verständlich sein.

⁸⁾ Die „Gauss“ wurde bereits zu Beginn des Jahres 1904 für angeblich 50.000 Mark (PGM 1904 S.82; in anderen Quellen wird der Betrag von 75.000 Dollar genannt) an die Kanadische Regierung verkauft und führte eine erste Überwinterung im kanadischen Archipel 1904/05 durch (vgl. PGM 1905, S.120). Jedenfalls war der Verkaufserlös, gemessen an den Baukosten von mindestens 1,2 Millionen Mark, dem Wert des Schiffes nicht angemessen. Das Schiff war bis Ende der 1920er im Dienst. Zur Diskussion um die Qualität des Schiffes vgl. PGM 1903 S.276 u. PGM 1904 S.32.

⁹⁾ Zu der Routenplanung siehe DRYGALSKI 1904, S.222-227 und KRAUSE 2010, Fußnote 147.

¹⁰⁾ Man beachte in diesem Zusammenhang die Eintragung unter dem 11. Sept. 07 (KRAUSE 2016 S.219), wo Wegener meint, dass aus genau diesem Grunde die erste Schlittenreise nach dem Einfrieren der „Gauss“, Mitte März 1902, zu früh aufgebrochen wäre.

¹¹⁾ Unverständlich bleibt, wieso die Reichsregierung angeblich schon einen *norwegischen Dampfwaler* als Einsatzschiff aufgekauft hatte (PGM 1903 S.144). Das Eintreffen der „Gauss“ erfolgte am 8. Juni 1903 in Simonstown bei Kapstadt, nachdem schon eine erste telegraphische Mitteilung der Rückkehr am 1. Juni von Durban erfolgt war.

¹²⁾ Vgl. auch den Eintrag unter dem 9. Oktober 06, (KRAUSE 2016 S.89).

¹³⁾ Gemeint ist Heinrich Hilgard u.a. Präsident der North-Pacific-Railroad-Companie.

¹⁴⁾ Villard hatte angeboten 50 % der Kosten einer deutschen Südpolarexpedition zu übernehmen. Da sich aber das Reich nicht dazu verstehen konnte die anderen 50 % zu übernehmen, schief die Sache ein.

¹⁵⁾ Einen Überblick mit vielen Literaturverweisen liefert KRAUSE 2012.

¹⁶⁾ Teilnehmer an dieser Expedition waren Johan P. Koch (1870-1928), Leiter und Geodät; Vigfús Sigurðsson (1875-1950), Pferdeexperte und Handwerker; Lars Larsen (1886-1978), Matrose. Die Finanzierung dieser Expedition erfolgte durch private und öffentliche Zuwendungen, auch von deutschen Gebern (dazu vgl. KOCH 1919 S.VII und VIII).

¹⁷⁾ Tatsächlich wurde in der Hocharktis 1897 unter der Leitung von Salomon August Andrée (1854-1897) eine spektakuläre Freiballonfahrt durchgeführt. Diese endete mit dem Tod der drei Fahrtteilnehmer und hat zu zahlreichen literarischen Arbeiten Anlass gegeben, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

¹⁸⁾ In FRICKER (1898 S.225) findet man eine kleine Liste der damals neueren Übersichtskarten des gesamten Südpolargebietes.

¹⁹⁾ Wegener geht davon aus, dass während der Reise fortlaufend leicht zu bejagende Pinguine angetroffen werden, die dann als Hundefutter und ggfs. auch zur Ernährung der Menschen verwendet werden können.

²⁰⁾ Das ergibt sich u.a. aus der geplanten Mitführung eines Kajaks.

²¹⁾ Die ganze Aktion beginnt mit einer Überwinterung einschließlich Hüttenbau und Depotauslegung im Viktoria-Land – d.h., hier ist das Schema vorgedacht, welches sich später bei Filchner und Shackleton wiederfindet (Tab. 1-12 und -15).

²²⁾ Bahnbrechend waren Byrds Expeditionen 1928/30 und

1933/35 bei denen neben Hundeschlitten auch Motorfahrzeuge erfolgreich zum Einsatz kamen. Große Gebiete wurden mit Hilfe von Flugzeugen erstmals eingesehen.

²³⁾ Eine berühmte Stelle für einen Aufstieg auf das Schelfeis ist die sogenannte Bay of Whales, an der u.a. Roald Amundsen (1872-1928), Nobu Shirase (1861-1946) und Byrd landeten.

²⁴⁾ Diese Aussage gilt jedenfalls für das 20. Jahrhundert.

²⁵⁾ Die Breite dieses Eisstromes erreicht gelegentlich Werte um 200 sm.

²⁶⁾ Anders verhält es sich mit den ozeanographischen Verhältnissen an der grönländischen Westküste, an der längere eisfreie Perioden normal sind.

²⁷⁾ James Weddell soll das Seegebiet „King George IV Sea“ genannt haben (u.a. FRICKER 1898 S.3). Dieser Name taucht nicht in der Karte auf, die WEDDELL (1827) angebunden ist.

²⁸⁾ In FRICKER 1898 wird auch erstmals der Name Drake-Straße verwendet, aus dem in der englischen Übersetzung Drake Passage wurde.

²⁹⁾ Der gut 80 m lange Polareisbrecher mit einer Leistung von rund 6 MW wurde 1955 auf der Seebeckwerft in Bremerhaven gefertigt.

³⁰⁾ Allerdings erwachsen aus dieser Stationsauslagerung Probleme, da sich Byrd, der allein diese Annexstation bewohnte, eine schwere Kohlenmonoxydvergiftung zuzog (BYRD 1939).

³¹⁾ Die erwähnte Überwinterung von Byrd, während der von ihm geleiteten Expedition 1933/35, war mit einer Funkanlage ausgerüstet. Sie hat ihm buchstäblich das Leben gerettet (BYRD 1939)

³²⁾ Erstmals gesichtet wurde Enderby-Land 1831 von dem englischen Walfänger und Entdecker John Biscoe (1794-1843), dem es, nach Cook und Bellingshausen, gelang, die Antarktis zu umsegeln. Eine kurze Schilderung dieser Entdeckung (Sichtung von Cape Ann bis Mt. Biscoe) liefert R.D. (1990 S.94). Die Namensgebung ist eine Würdigung des englischen Reeders, der die Reise finanziert hatte.

³³⁾ Um es nochmals herauszustellen – bei diesem neu entdeckten über 100 km langen „Küstenstreifen“ handelte es sich damals nicht um Land (wie der Name suggeriert), sondern um eine zusammenhängende Schelfeiskante. Heute wird allerdings auch das sich weit südwärts der Küste befindliche Gebiet als Coats Land bezeichnet.

³⁴⁾ Der erste nur wenige Zeilen lange Bericht (PGM 1904, S.130) erschien vor dem 20. Mai 1904 und besagt, dass die „Scotia“, das Schiff der schottischen Forscher, am 7. Mai 1904 in Kapstadt eingetroffen sei. Die Entdeckung einer riesigen Eisbarriere wird erwähnt und in dem weiteren Artikel (PGM 1904, S.178) Ende Juli präzisiert.

³⁵⁾ Diese Karte im Maßstab 1:25.000.000, Taf. 19 des Jahrganges, erschien am 20. November 1905 und ist Bestandteil

des Aufsatzes SCHOTT (1905), der für Wegeners weitere Betrachtungen zur Südpolarforschung wertvoll gewesen wäre.

³⁶⁾ Allerdings erschien erst 1906 in den PGM eine der Qualität des Werkes unangemessen kurze Besprechung aus der Feder von Emil Philippi (1871-1910), des Geologen der Drygalski-Expedition (Lit. Bericht No. 597).

³⁷⁾ Größere, mehr oder weniger eisfreie Wasserflächen, die hier häufig auf Grund von katabatischen Winden entstehen.

³⁸⁾ Die Bedingungen entsprechen etwa denen, die Koch, Wegener, Sigurðsson und Larsen 1913 bei der Querung Nordgrönlands vorfanden.

Literatur / Quellen

- Amundsen, R.* (1912): Die Eroberung des Südpols.- J.F. Lehmann München 1912, Bd. 1: 1-499, Bd. 2: 500-980.
- Borchgrevink, C.* (1905): Das Festland am Südpol.- Schlesische Verlags-Anstalt, Breslau, 1-609.
- Bruce, W.S.* (1929): The log of the Scotia Expedition 1902-04.- Edinburgh, VIII/1-306.
- Byrd, E.* (1939): Allein: auf einsamer Wacht im Südeis.- Brockhaus 1939, 1-197.
- Charcot, J.-B.* (1905): Charcot, Jean Baptiste Autour du Pole Sud: expédition du Français 1903-1905.- Flammarion Paris, XI/1-338.
- Charcot, J.-B.* (1910): Pole Sud: expédition du Pourquoipas? 1908-1910.- Flammarion Paris, 1910, XI/1-354.
- Chun, C.* (1905): Aus den Tiefen des Weltmeeres, zweite umgearbeitete und stark vermehrte Auflage, Verlag Gustav Fischer, Jena, 1-592.
- Clancy, R., Manning, J. & Brotsma, H.* (2014): Mapping Antarctica.- Springer Dordrecht etc., 1-328.
- Drygalski, E. v.* (1904): Zum Kontinent des eisigen Südens.- Reimer Berlin, 1-668.
- Drygalski, E. v.* (1989): The southern ice-continent.- Bluntisham Cambridgeshire, Bluntisham Books, 1-373.
- Filchner, W.* (1922): Zum sechsten Erdteil - Die zweite deutsche Südpolar-Expedition.- Ullstein, Berlin, 1-410.
- Fricke, K.* (1898): Antarktis.- Schall, Berlin 1.372.
- Gerlache, de, A.V.J. de Gomery* (1998): Voyage of the Belgica.- Erskine Press, Banham, 1-202. (Übersetzung von Voyage de la Belgica, Lebeque Bruxelles, 1902.
- Greene M.T. & Mott T.* (2015): Alfred Wegener, Science, Exploration, and the Theory of Continental Drift.- John Hopkins University Press, Baltimore, 1-675.
- Headland, R.K.* (1989): Chronological list of Antarctic expeditions and related historical events.- Cambridge University Press, Cambridge, 1-730.
- Koch, J.P.* (1919): Durch die weiße Wüste.- Julius Springer Berlin 1919, 1-248.
- Krause, R.A.* (2010): Daten statt Sensationen – der Weg zur internationalen Polarforschung aus einer deutschen Perspektive.- Ber. Polar- & Meeresforsch. 609: 1-163. <<http://hdl.handle.net/10013/epic.34343.d001>>
- Krause, R.A.* (2012): Zum hundertjährigen Jubiläum der Deutschen Antarktischen Expedition unter der Leitung von Wilhelm Filchner, 1911-1912; Polarforschung 81: 103-126.
- Krause, R.A.* (2014): Polarforschung und Wissenschaftsutopien – dargestellt und kommentiert am Beispiel von 10 Romanen aus der Zeit von 1831 bis 1934.- Ber. Polar- & Meeresforsch. 675: 1-84.
- Krause, R.A.* (Hrsg.) 2016: Die Tagebücher Alfred Wegeners zur Danmark-Expedition 1906/08.- Rep. Polar & Marine Res. 699: 1-321; <doi: 10.2312/BzPM_0699_2016> <<http://hdl.handle.net/10013/epic.48063>>
- Mawson, D.* (1921): Leben und Tod am Südpol.- Brockhaus, Leipzig, 1-292, 1-263.
- Mill, H.* (1905): The Siege of the South Pole.- Alston Rivers London, 1-441.
- Neumayer, G. v.* (1901): Auf zum Südpol.- Vita Verlagshaus Berlin 1901, 1-485.
- Nordenskjöld, O.* (1904): Antarctic.- Reimer Berlin, XXIV/372 & 1-407.
- Peary, R.* (1910): Die Entdeckung des Nordpols.- Süsserott, Berlin 1-372.
- PGM* (1865): Petermann, A.; Karte der Arktischen & Antarktischen Regionen zur Übersicht der Entstehungsgeschichte 1:40.000.000.- Petermann's Geographische Mitteilungen Beiheft No. 16, Taf.1.-
- PGM* (1868): Petermann, A. Die Deutsche Nordpol-Expedition 1868; beige-gehefte Karte der Arktischen & Antarktischen Regionen zur Übersicht der Entstehungsgeschichte 1:40.000.000.- Petermann's Geographische Mitteilungen, 1868, Heft 6, Taf.12.
- PGM* (1903): Supan, A. (Hrsg.); Geographischer Monatsbericht – Polar-gebiete.- Petermann's Geographische Mitteilungen 49: 144.
- PGM* (1903): Supan, A. (Hrsg.); Kleinere Mitteilungen.- Petermann's Geographische Mitteilungen 49, Heft XII, S.276.
- PGM* (1904): Supan, A. (Hrsg.); Kleinere Mitteilungen – Zur Frage der zweiten Aussendung der „Gauss“-Expedition im Jahre 1903.- Petermann's Geographische Mitteilungen 50: 32.
- PGM* (1904): Supan, A. (Hrsg.); Geographischer Monatsbericht – Polar-gebiete.- Petermann's Geographische Mitteilungen 50: 82.
- PGM* (1904): Supan, A. (Hrsg.); Geographischer Monatsbericht – Polar-gebiete.- Petermann's Geographische Mitteilungen 50: 130.
- PGM* (1904): Supan, A. (Hrsg.); Geographischer Monatsbericht – Polar-gebiete.- Petermann's Geographische Mitteilungen 50: 178.
- PGM* (1905): Supan, A. (Hrsg.); Geographischer Monatsbericht – Polarländer.- Petermann's Geographische Mitteilungen 51: 120.
- PGM* (1906): Supan, A. (Hrsg.); Geographischer Monatsbericht – Polar-gebiete.- Petermann's Geographische Mitteilungen 52: 168.
- R.D.* (1990): Antarctica, the extraordinary history of man's conquest of the frozen continent.- Reader's Digest (Hrsg.) 2. Auflage 1995, 1-320.
- Roland N.W.* (2009): Antarktis – Forschung im ewigen Eis.- Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 1-334.
- Schott G.* (1905): Die Bodenformen und Bodentemperaturen des südlichen Eismeer.- Petermann's Geographische Mitteilungen 51: 241-24 mit Karte 1:25.000.000 Meerestiefen
- Scott, R.F.* (1905): The Voyage of the Discovery.- Smith, Elder & Co London, XIX/556 S. und XII/1-508.
- Scott, R.F.* (1919): Kapitän Scott Letzte Fahrt; Brockhaus Leipzig, Bd. 1: 1-360, Bd. 2: 1-384.
- Shackleton, E.* (1909): 21 Meilen vom Südpol, die Geschichte der britischen Südpol-Expedition 1907-09 mit einer Beschreibung der Reise zum magnetischen Südpol von T.W. Edgeworth David, Süssrott Berlin, 508 S., 321 S., 265 S (Wissenschaftliche Resultate der Expedition).
- Shackleton, E.* (1919): Sir Ernest Shackleton; South, Heinemann, London, (benutzt wurde der Nachdruck von 1999), 1-380.
- Stieler* (1891): Stieler's Handatlas.- <<http://www.maproom.org>>
- Weddell, J.* (1827): Reise in das südliche Polarmeer in den Jahren 1822 bis 1824, enthaltend die Erforschung des antarctischen Eismeer bis zum 74° der Breite, nebst einem Besuch des Feuerlandes, und einer Beschreibung seiner Bewohner.- Landes-Industrie-Comptoir, Weimar 1827, 1-142.
- Wegener, E.* (1960): Alfred Wegener – Tagebücher, Briefe, Erinnerungen.- Brockhaus Wiesbaden 1960, 1-262.
- Wutzke, U.* (2015): Alfred Wegener und die Südpolarforschung.- Geohistorische Blätter 25: 1-12.

In memoriam Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietrich Möller

(* 18. Dezember 1927 – † 06. September 2015)

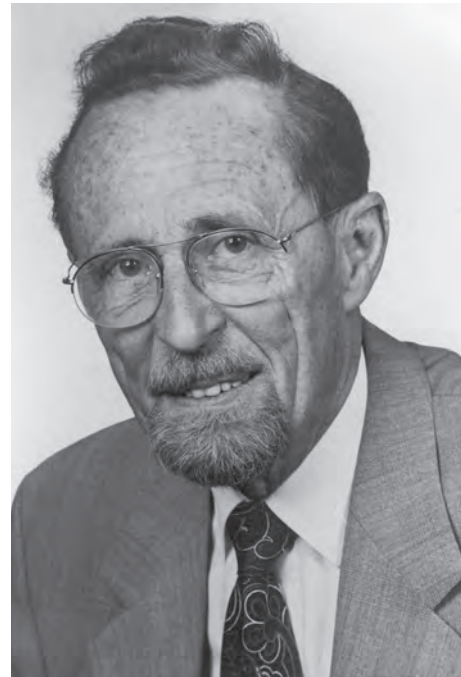
Professor Dr.-Ing Dietrich Möller verstarb am 6. September 2015 nach schwerer Krankheit. Geboren am 18. Dezember 1927 in Greiz/Thüringen studierte er nach Kriegsende an der TH Berlin Geodäsie und begann seine wissenschaftliche Laufbahn nach einem erfolgreichen Diplom als Wissenschaftlicher Assistent am Geodätischen Institut der damaligen TH Karlsruhe. Im Sommer 1955 nahm Dietrich Möller als Geodät am „Kurs für Hochgebirgsforschung“ (kurz: Gletscherkurs) in Obergurgl/Tirol teil und begeisterte sich für die Arbeit auf Schnee und Eis. Diese Begeisterung hat sein ganzes Leben angehalten.

Erster Höhepunkt seiner polarwissenschaftlichen Arbeiten war die Teilnahme an der ersten „Expédition Glaciologique au Groenland“ – der EGIG – im Jahre 1959. Zusammen mit Hermann Mälzer war Dietrich Möller verantwortlich für die praktische Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Höhenmessungen im 900 km langen Pegelprofil von der Westküste Grönlands über den Scheitel des Inlandeises bis zur Ostküste. Dieses Höhenprofil bildete die Grundlage für spätere Wiederholungsmessungen zur Bestimmung von Höhenänderungen des Inlandeises. Als Doppelnivellement mit Kettenfahrzeugen der EGIG und Zielweiten von 100 m durchgeführt betrug die Messzeit 62 Tage.

1962 wurde Dietrich Möller an der TH Karlsruhe mit einer Dissertation zur barometrischen Höhenmessung zum Dr.-Ing. promoviert. Ein Forschungsprojekt des geodätischen Instituts im Bergland Äthiopiens lieferte die erforderlichen praktischen Daten; seine Teilnahme an den Feldmessungen war für ihn selbstverständlich.

Die Polarforschung in der Bundesrepublik Deutschland gewann ab 1960 (wieder) an Bedeutung. In der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung (DGP) wurden zahlreiche Aktivitäten zusammengeführt und koordiniert. Zusammen mit H. Mälzer organisierte Dietrich Möller 1963 die 4. Internationale Polartagung in Karlsruhe. 1968 bereitete er die erste Wiederholung des Nivellementprofils auf Grönland vor; zu seinem großen Bedauern konnte er selbst auf Grund seiner Lehrtätigkeit an der Hochschule nicht daran teilnehmen. 1971 wurde Dietrich Möller in den Wissenschaftlichen Beirat der DGP gewählt und übernahm von 1973 bis 1976 den stellvertretenden Vorsitz der Gesellschaft. In diesen Zeitraum fällt 1972 die Berufung Dietrich Möllers zum ordentlichen Professor und Direktor des Instituts für Vermessungskunde der TU Braunschweig.

Die Mitgliederversammlung der DGP wählte ihn auf der 10. Internationalen Polartagung 1976 in Zürich zum 1. Vorsitzenden; dieses Ehrenamt hat Dietrich Möller über zwei Jahrzehnte gern und mit großem Engagement und Erfolg



wahrgenommen. In seine Amtszeit fielen die Bemühungen der Bundesrepublik Deutschland um die Aufnahme in die Konsultativrunde des Antarktisvertrages ab 1978. Die dafür erforderlichen Forschungsaktivitäten wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft entwickelt und im neu gegründeten Landesausschuss des „Scientific Committee on Antarctic Research“ – dem LA-SCAR – vorangetrieben. Die Gründung eines Instituts für Polarforschung (1), die Errichtung einer dauerhaften Forschungsstation in der Antarktis (2), der Bau eines Polarforschungs- und Versorgungsschiffes (3) und die Durchführung von Forschungsexpeditionen auf dem antarktischen Kontinent und im Südlichen Ozean (4) waren als wichtigste Anforderungen zu realisieren.

Als Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung nahm Dietrich Möller an der konstituierenden Sitzung des LA-SCAR 1978 als Gast teil, gehörte ab 1980 zur Gruppe der Ständigen Gäste, 1981 schließlich wurde er zum Mitglied berufen. Bei der Gestaltung des Antarktisforschungsprogrammes der Bundesregierung konnte er als erfahrener Polarwissenschaftler also durchaus mitwirken. 1980 wurde das Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung (AWI) in Bremerhaven gegründet dessen Aufbau er über viele Jahre als Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats begleitete. An der Expedition zur Standorterkundung für die deutsche Überwinterungsstation zum Filchner-Ronne- und Ekström-Schelfeis nahm Dietrich Möller im Südsommer 1979/80 teil und publizierte danach erste Informationen über das Fließverhalten der Schelfeise.

Bei den folgenden Forschungsreisen haben zahlreiche Geodäten, ausgehend von diesen „Nullmessungen“, nach den Vorschlägen Möllers Rasternetze auf beiden Schelfeisen geplant, mit Pegelstangen vermarktet und wiederholt vermessen. Über die Dynamik der Schelfeise konnten danach detaillierte Kenntnisse vorgelegt werden. Besonders am Herzen lagen Dietrich Möller die Forschungen auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis, das FRISP, das internationale „Filchner-Ronne-Schelfeis-Programm“ zeugt davon. In Anerkennung dieser wissenschaftlichen Arbeiten wurde auf dem Ronne-Schelfeis 1987 der *Möllereistrom* als geographischer Name auf der Landkarte eingetragen. Für sein unermüdliches Wirken für die deutsche Polarforschung wurde Dietrich Möller 1994 mit der Verleihung des Bundesverdienstkreuzes geehrt.

Neben den Aktivitäten in der Antarktis gelang es dank der Beharrlichkeit von Dietrich Möller Ende der 1980er-Jahre das Projekt EGIG-Profil in Grönland wieder zu beleben. Unter seiner Leitung und mit der großen Unterstützung durch zahlreiche Institutionen wurden von 1987 an in zwei Vorbereitungs- und zwei Hauptkampagnen das Profil rekonstruiert und neben der höhenmäßigen Bestimmung während der Sommermonate 1990 und 1992 zahlreiche weitere geophysikalische und glaziologische Forschungsarbeiten durchgeführt.

Die Auswertungen der Messungen und die Analyse der Veränderung beschäftigten Dietrich Möller und seine Mitarbeiter bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1993 und weit darüber hinaus. Die publizierten Ergebnisse haben sich als überaus wertvoll für das Verstehen der Veränderungen des Inlandeises erwiesen.

Auf der Polartagung 1996 in Potsdam gab Dietrich Möller das Ehrenamt als Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung ab. Sein zwanzigjähriges erfolgreiches Wirken für die Gesellschaft erfuhr durch die Verleihung der Karl-Weyprecht-Medaille 1998 in Bern die höchste von der Gesellschaft zu vergebene Würdigung. Heinz Miller, sein langjähriger Kollege und Freund, hielt die Festrede und

bemerkte am Schluss sehr zutreffend: *Es gibt vorrangig zwei Gründe, warum die Karl-Weyprecht-Medaille besonders gut zu Dietrich Möller passt: Wie Karl Weyprecht hat Dieter Möller weitsichtige und neue wissenschaftliche Ergebnisse von zukunftsweisender Bedeutung unter zum Teil abenteuerlichen Bedingungen erzielt, und wie hat er die Bedeutung und die Notwendigkeit von Langfrist-Programmen erkannt und diese auch umgesetzt* (Zitat). Die Urkunde würdigt u.a. die herausragenden und wegweisenden wissenschaftlichen Leistungen Dietrich Möllers in der Polargeodäsie und seine großen Verdienste um die Stärkung der neuen deutschen Polarforschung.

Bereits auf der Polartagung in Potsdam 1996 wurde Dietrich Möller zum Ehrenvorsitzenden der Gesellschaft ernannt. Er stand seinem Nachfolger im Vorsitz der Gesellschaft, Prof. Dr. Georg Kleinschmidt, gern mit Rat und Tat zur Verfügung. Sein Interesse an der Polarforschung blieb bis in die jüngste Vergangenheit erhalten. Die 24. Internationale Polartagung 2013 in Hamburg hat er noch besucht, die Vorträge aufmerksam verfolgt und die Gespräche mit seinen Kollegen und Freunden sehr genossen.

Neben seinem großen Engagement für die Polarforschung sollen nur drei Stichworte genügen, um seine vielfältigen weiteren Forschungsinteressen zu erwähnen. Von 1975 bis 1992 leitete Dietrich Möller die Braunschweiger geodätischen Forschungsarbeiten zur Bestimmung von Deformationen der Erdoberfläche in Island und er forschte intensiv auf den Gebieten Ingenieurvermessung und elektronische Entfernungsmessung.

Wir haben in Dietrich Möller einen vorbildlichen, stets engagierten, integren und zuverlässigen Kollegen und Freund verloren. Sein bescheidenes und lebenswürdiges Wesen werden wir gern in Erinnerung behalten.

Bernhard Ritter, Braunschweig

In memoriam Prof.a.D. Dr. Karl Hinz

(* 12. April 1934 – † 08. August 2016)

Nicht überraschend, aber dennoch unerwartet, verstarb am 8. August 2016 der ehemalige Abteilungsleiter für geologische und Geophysikalische Forschung an der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), der Geologe und Geophysiker Karl Hinz im Alter von 82 Jahren in Hannover. Er wurde am 12. April 1934 in Klebow, Kreis Greifenhagen in Westpommern geboren und wuchs nach der Flucht der Familie in Falkensee bei Berlin auf, wo er auch seine Schulzeit verbrachte und die Reifeprüfung ablegte.

Seine wissenschaftliche Laufbahn begann Karl Hinz 1953 mit dem Studium der Geologie an der Humboldt-Universität in Berlin. Mit dem Diplom in der Tasche ging er im Sommer 1958 zum VEB Erdöl und Erdgas nach Gommern und Leipzig wo er als Explorationsgeologe an der geologischen Auswertung laufender Bohrungen und reflexionsseismischer Messungen arbeitete und so mit der Geophysik in Berührung kam, die ihn dann auch nicht mehr losgelassen hat.

Im September 1959 verließ Karl Hinz die DDR und trat in die geophysikalische Abteilung des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung ein. Hier begann auch seine „marine Karriere“ – noch nicht im Weltozean – erst in der Nordsee. Mehr als 5000 Profilkilometer reflexionsseismischer Daten aus dem tieferen Untergrund der Nordsee wurden mit VS „Gauss“ verantwortlich vermessen, bearbeitet, ausgewertet und interpretiert. Mit der Dissertation „Zur Geologie der südlichen Nordsee nach reflexionsseismischen Messungen“ wurde er dann 1964 an der Bergakademie Clausthal zum Dr.rer.nat. promoviert. Auf den dabei entwickelten Modellvorstellungen zur tektonischen, paläogeographischen und faziellen Entwicklung des Nordseeraumes basierte nicht unwesentlich die spätere erfolgreiche industrielle Exploration auf Kohlenwasserstoffe. Dies ist eine Linie, die sich konsequent durch Karl Hinz Arbeiten zieht: Geophysikalische Grundlagenforschung im weiteren Umfeld zur KW-Exploration.

1965 nahm Karl Hinz an der Jungfernnreise des „alten“ neuen FS „Meteor“ in den Indischen Ozean teil, zuständig für die Gewinnung und Bearbeitung der refraktionsseismischen Daten aus dem Arabischen Meer. Eine hierbei nachgewiesene langgestreckte Struktur vor Bombay entpuppte sich später als die reiche Ölfeldstruktur des „Bombay High“.

In den folgenden Jahren war er u.a. intensiv daran beteiligt den Ausbau der seegeophysikalischen Messsysteme an der BGR voranzutreiben, ein reflexionsseismisches Messsystem mit nichtexplosiven Schallquellen auf FS „Meteor“ zu installieren. Mit dem deutschen Beitritt zum „Deep Sea Drilling Project“ (DSDP) hat er in den verschiedenen Beratungsgremien (Site Survey Panel, Ocean Margin Panel) als deutscher Vertreter



über viele Jahre aktiv mitgearbeitet. Zahlreiche Bohrvorschläge sind unter seiner maßgeblichen Mitarbeit für das DSDP erarbeitet worden, die dann von „Glomar Challenger“ erfolgreich abgebohrt worden sind. Auf Leg 79 vor Marokko hat er selbst die Bohrkampagne als Co-Chief geleitet.

Maßgeblich war er später auch an der wissenschaftlichen Vorbereitung der Bohrabschnitte des „Ocean Drilling Program“ (ODP) beteiligt, wo von „JOIDES Resolution“ in den subarktischen Meeren die Bohrabschnitte 104 in der Norwegische See und 105 in der Labrador-See sowie im Weddellmeer des Südlichen Ozeans auf Bohrabschnitt 113 mehrere Bohrungen vor der „Haustür“ der Neumayer Station niedergebracht wurden.

In den 1970er Jahren begannen dann die – man kann auch sagen – seine – systematischen geophysikalischen Untersuchungen der Kontinentränder im Nordatlantik am Vøring Plateau und in der Norwegischen See, am Aegir-Rücken und Island-Rücken, dann Nordwest-Afrika, Marokko, aber auch in der Balearen-See im Mittelmeer, ganz im Norden dann die Barentssee und auf der westlichen Seite des Atlantiks die Labrador- und Grönlandsee; nicht zu vergessen die South China Sea und der Indonesische Archipel.

Ab 1978 folgten dann die wegweisenden Untersuchungen in der Antarktis, zuerst mit dem Vermessungsschiff „Explora“ der damaligen Prakla-Seismos AG in das Weddellmeer und zum ostantarktischen Kontinentalrand, 1980 dann in das

Rossmeer, 1985/86 mit FS „Polarstern“ wieder in das östliche Weddellmeer vor Neuschwabenland, wo ich ihn persönlich auf der extrem langen, gemeinsamen Ausfahrt näher kennen und auch zu schätzen gelernt habe.

Karl Hinz hat an mehr als 50 Schiffsexpeditionen teilgenommen; an den meisten in leitender Funktion. Das zeigt, er war ein begeisterter, leidenschaftlicher Seefahrer mit Gespür für neue wissenschaftliche Ideen wie auch für technische Neuerungen bei deren Realisierung er mit kreativer Energie vorging. Alle Entwicklungen in diesen Bereichen hat er in der Spitze – wenn nicht an der Spitze – mitverfolgt. Er stand bei fast allen diesen Unternehmungen für die Seismik, das war sein Gebiet. Aber schon frühzeitig hatte er eine kompetente Arbeitsgruppe geschaffen, die auch die weiteren Gebiete der marinen Geophysik – Magnetik und Gravimetrie, zunehmend auch Bathymetrie – in gleicher Weise voll abdeckte.

Das vielleicht wichtigste wissenschaftliche Einzelergebnis daraus ist seine schon 1981 publizierte Interpretation der „seaward dipping reflectors“ – der seewärts einfallenden Reflektoren – welche die passiven Kontinentalränder charakterisieren, als subaerische vulkanische Lavadecken, eine Deutung, die durch mehrere Bohrkampagnen bestätigt worden ist. Dies hat zu einer vollkommen neuen Sicht der Prozesse bei der Trennung von Kontinenten geführt. Auf diese Weise, gestützt durch das breite Spektrum der verschiedenen Methoden, entstand eine unvergleichlich reiche Datenbasis.

Karl Hinz war aber nicht nur auf den weltweiten Ozeanen für die Wissenschaft aktiv und erfolgreich. Als Leiter des Bereichs „Marine Geophysik und Polarforschung“ (später der Abteilung 3 für geologische und geophysikalische Forschung der BGR) hat er sich stets mit Nachdruck und seiner ganzen Persönlichkeit für die Geowissenschaften als Ganzes, ganz besonders aber auch für die ihm zugeordneten Mitarbeiter und Wissenschaftler eingesetzt.

Ein ganz besonderes Anliegen war für Karl Hinz seine persönliche Berufung 1997 in die Expertengruppe „United Nations' Commission on the Limits of the Continental Shelf“ (UNCLCS) 1997 bis 2002; nicht nur eine neue Aufgabe, sondern auch internationale Anerkennung. In dieser Eigenschaft begutachtete er Anträge der Küstenstaaten, die nach der neuen Seerechtskonvention ihre „Exclusive Economic Zone“ (EEZ) ausweiten wollen. So war er auch Mitglied der Subkommission, die den Antrag der Russischen Föderation auf Erweiterung des Arktischen Festlandssockels zu beurteilen hatte.

Offiziell im Ruhestand beriet er auch im Auftrag des „Commonwealth Secretariat“ verschiedene Entwicklungsländer erfolgreich bei der rechtlichen Erweiterung ihrer Festlandssockel nach der neuen Seerechts-Konvention. Auch an den dazu notwendigen Messfahrten und Schiffsexpeditionen nahm er über viele Jahre hinweg noch teil.

Schon gezeichnet von seiner fortschreitenden Krankheit und im Rollstuhl hielt er noch auf der Münchner Polartagung im September 2015 einen Vortrag, in dem er seine Sorge über Anträge von drei Ländern des Antarktisvertrages (Australien, Argentinien oder Norwegen) auf eine Erweiterung ihrer antarktischen Gebietsansprüche jenseits der 200 Seemeilen darstellte und die Frage nach der Kontrolle der Festlandssockelbegrenzungskommission ansprach deren Begriffe mit der geowissenschaftlichen Praxis doch etwas im Konflikt stehen.

Über lange Jahre war Karl Hinz auch aktives Mitglied im Nutzerbeirat für den Einsatz von FS „Polarstern“. So mancher Antragsteller musste dann gelegentlich erkennen, dass Anträge doch auch wirklich gelesen werden. Ähnliches gilt für sein Mitwirken im Gutachterkreis für Projektanträge für das Forschungsschiff „Sonne“.

Hochrangige Ehrungen gingen an Karl Hinz auch nicht vorbei. Schon 1973 wurde ihm das Bundesverdienstkreuz am Bande verliehen. 2003 verlieh ihm die Deutsche Gesellschaft für Polarforschung die Karl-Weyprecht-Medaille in Würdigung seiner wegweisenden wissenschaftlichen Leistungen bei der Erkundung des Untergrundes der Polarmeere, und 2007 verlieh ihm die deutsche Geophysikalische Gesellschaft die Ernst-von-Rebeur-Medaille in Anerkennung seiner herausragenden Forschungsarbeiten zum heutigen Verständnis der Kontinentrandstrukturen.

Aufbauend auf einem tiefgehenden geologisch-geophysikalischen Verständnis der Ozeane, mit einer auf zahlreichen Meeresexpeditionen gewachsenen weltweiten Erfahrung, ergänzt durch ein fast enzyklopädisches Gedächtnis für einmal gesehene seismische Linien war er immer ein kompetenter und kritischer Ratgeber!

Mit Karl Hinz haben wir einen großen, in allen seinen Tätigkeiten engagierten, tatkräftigen und international anerkannten Wissenschaftler, Kollegen und Freund verloren.

Dieter K. Fütterer, Bremerhaven

Polarwissenschaften in der Schule

IV. Internationaler Workshop für Lehrer und Wissenschaftler

Hannover, 1. bis 4. April 2015

von Rainer Lehmann¹ und Inga Beck²

In den vergangenen Jahren hat sich das internationale Arbeitstreffen „Education Meets Science – Bringing Polar Research into the Classrooms“ als ein Forum für einen Austausch zwischen Schule und Wissenschaft etabliert, um den persönlichen Kontakt zu fördern und aktuelle Ansätze, Methoden und Ergebnisse der Polarforschung in den Schulunterricht einzubinden. Es war die vierte Veranstaltung dieser Art nach Oslo, Montreal und Coimbra 2013, die in einem zweijährigen Turnus durchgeführt wird. Ziel ist, wie bei den Treffen des „Arbeitskreis (AK) Polarlehrer“ der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung (DGP) auch, den Themenbereich Polarforschung stärker in den Schulunterricht zu einzubinden.

Die Arbeitstreffen sind nach einer Anlaufphase im Internationalen Polarjahr (IPY) Teil der Aktivitäten der internationalen Polarlehrer-Vereinigung „Polar Educators International“ (PEI). Die Veranstaltung in Hannover wurde an der Freien Waldorfschule Hannover-Bothfeld in Zusammenarbeit mit dem AK Polarlehrer der DGP organisiert und durchgeführt. Hauptorganisatoren waren Inga Beck (AWI Potsdam), Louise Huffman (PEI Executive Committee), Jose Xavier (Universität Coimbra, Portugal) und Rainer Lehmann (Freie Waldorfschule Hannover-Bothfeld). Schüler der 10. und 12. Klassen der Waldorfschule bildeten das lokale Organisationsteam.

Wie bei den vorangegangenen Arbeitstreffen auch waren Lehrer aller Schulfächer angesprochen, die in allen Schulformen und den Klassen 1 bis 13 unterrichten. Dazu wurden Wissenschaftler eingeladen, um den Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in den Unterricht und langfristige Kontakte zwischen Lehrern und Wissenschaftlern zu gewährleisten. Der Workshop zählte 37 Teilnehmer aus 16 unterschiedlichen Ländern und vier Kontinenten.

DAS PROGRAMM

Den Auftakt bildete ein „Icebreaker“ mit Begrüßung der Teilnehmer und einem von einer Schülerin eigens für die Tagung komponierten Gitarrenstück. Es folgte ein öffentlicher Vortrag von Antony Jinman (Education through Expeditions) mit dem Titel „Trips to the North- and Southpoles“ für Teilnehmer, Schüler und Eltern sowie Kollegen der Schule. Danach gab es Gelegenheit für ein erstes persönliches Kennenlernen bei Getränken und Häppchen.

Die Struktur des Arbeitstreffens glich dem abwechslungsreichen und effizienten Aufbau der Arbeitskreistreffen des AK Polarlehrer, wie es sie seit 2007 gibt. Schwerpunkte bildeten aktuelle Fachvorträge aus der Polarwissenschaft durch renommierte Polarwissenschaftler und didaktische Vorträge aus dem Schulunterricht, die Beispiele der Umsetzung wissenschaftlicher Arbeiten in die „Schülersprache“ zeigten. An praktischen Beispielen aus dem Unterrichtsgeschehen konnten die Teilnehmer erfahren, wie wissenschaftliche Ansätze und Aussagen zu generalisieren sind, damit sie in den Schulen auch eingesetzt werden können. Schwerpunkt am Donnerstag waren Themen aus Geowissenschaften und Biologie, am Freitag aus Klima und Gesellschaft der Polargebiete. Die Vormittage waren reserviert für Vorträge, die Nachmittage für die praktischen Übungen („hand-on activities“). Eine Neuerung war die Teilnahme von Schülern, die organisatorische Aufgaben übernahmen und sich um das Wohl der Teilnehmer kümmerten, aber auch ein Experiment zum Gefrieren von Wasser in sieben Sekunden vor dem Plenum durchführten. Daneben wurden Posterdarstellungen zu verschiedenen Themen gezeigt, erläutert und diskutiert. Die Präsentationen gaben einen guten Überblick über neue Diskussionen in der Polarwissenschaft und die aktuelle Umsetzung sehr verschiedener Unterrichtsbeispiele zur Polarforschung.

Wesentliche Beiträge zum Arbeitstreffen waren die Fotoausstellung mit sehr ansprechenden Antarktisfotos von Melanie Hubach, einer Fotografin aus Erpolzheim bei Bad Dürkheim sowie die Zeichnungen von Schülern und ihren Vorstellungen von Polargebieten, die noch aus dem Wettbewerb im IPY stammten und erstmals einem internationalen Publikum gezeigt werden konnten. Zahlreiche Teilnehmer ließen sich für den morgendlichen „fun run“ begeistern, der vor Beginn des Arbeitstreffens über 5 km im Nordosten Hannovers verlief. Vielfältige Gelegenheiten zum persönlichen Austausch gaben die Kaffee- und Mittgaspausen. Das gemeinsame Abendessen wurde in einem griechischen Restaurant eingenommen und am letzten Abend wurde auf dem Schulgelände gegrillt.

EXKURSION

Den Abschluss des Arbeitstreffens bildete eine Tagesexkursion unter Führung von Rainer Lehmann in und um das Lichtenmoor nahe Nienburg/Weser zum Thema „das pleistozäne Periglazial Norddeutschlands“, das den allermeisten Teilnehmern bislang unbekannt war: Auf der etwa 10 km langen Wanderung lernten die Teilnehmer die Entstehungsgeschichte der Moore im Verlauf und Entwicklung von Saaleglazial – Eem-Interglazial – Weichselglazial sowie Holozän kennen.

doi: 10.2312/polarforschung.86.1.65

¹ Freie Waldorfschule Hannover-Bothfeld, Weidkampshaide 17, 30659 Hannover.

² Alfred Wegener Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Postfach 60 0149, D-14401 Potsdam.

Ebenso interessant zeigten sich die Randgebiete mit fossilen Dünen, Grundmoränen mit Tonlinsen sowie ehemaligen Tundrenoberflächen mit Windkanterhorizonten. Dabei spielte die postglaziale Bodengenese auch ein wichtiges Thema, da ausgeprägte Podsolprofile angeschaut werden konnten.

ERGEBNISSE

In den verschiedenen Diskussionsrunden wurden wichtige Ziele der Polarlehrer und ihre Umsetzung in der Zukunft besprochen:

- Um den Kontakt zwischen Polarlehrern und Wissenschaftlern nachhaltig zu fördern sollte eine zuverlässige und aktuelle Internetpräsenz entwickelt werden die aber einer sicheren finanziellen Unterstützung bedarf.
- Die Bereitstellung von Möglichkeiten des persönlichen Kontaktes zwischen Lehrern und Lehrern sowie Lehrern und Wissenschaftlern soll fortgesetzt werden.
- Eine neu aufzubauende Plattform sollte Lehrern ermöglichen – zielgerichtet je nach Themenbereich – den geeigneten Wissenschaftler als Ansprechpartner zu finden sowie Wissenschaftlern die Möglichkeit geben, Hilfe bei Schulkontakten und Öffentlichkeitsarbeit zu finden.
- Es sollten kreative Lösungen entwickelt werden, um Informationsquellen wie z.B. Unterrichtsmaterialien in verschiedenen Sprachen zugänglich zu machen.
- Klar ausformulierte Ziele der Polarlehre und -kommunikation sollen eine Quantifizierung und Evaluierung erlauben.
- Die Nutzung der bisherigen Aktivitäten der Polarlehrer wie die Entwicklung von Unterrichtseinheiten oder Unterrichtsmaterial soll fortgesetzt und vorangetrieben werden.

DANKSAGUNG

Schüler der 10. und 12. Klasse der Waldorfschule bildeten das lokale Organisationsteam, sie kümmerten sich vor allem um die ansprechende Lokalität und um das leibliche Wohl der Teilnehmer. Diesen „guten Geistern“ ist großer Dank für den reibungslosen Ablauf auszusprechen. Dank gilt auch den Kollegen der Schule, die die Räumlichkeiten unentgeltlich zur Verfügung stellten.

Finanzielle Unterstützung bekamen wir von der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung (DGP), Students on Ice (SOI) und Sennheiser Electronics, ihnen wird herzlich gedankt. Ohne ihre Beihilfen wäre der Workshop nicht möglich gewesen.

PEI: Polar Educators International: <http://polareducator.org/>



Abb. 2: Die Lehrerguppe auf der Exkursion ins Lichtenmoor.



Abb. 1: Lehrerinnen aus Jakutsk.

26. Internationale Polartagung in München 6. bis 11. September 2015

Hohe Breiten und Hochgebirge – Treiber oder Getriebene im Globalen Wandel? –

Ein Vorwort

In den kalten Regionen der Erde zeigen sich – verstärkt in den letzten Jahren – drastische Veränderungen: Das arktische Meereis verliert an Ausdehnung, die Schmelzregionen in Grönland vergrößern sich, die Gebirgsgletscher werden kleiner, die Lufttemperaturen im Himalaya steigen schneller als im Umland, der Eismassenverlust in der Westantarktis beschleunigt sich und die Ausdehnung der Permafrostgebiete nimmt weltweit ab. Dies sind nur einige Beobachtungen, die offene Fragen aufwerfen: Sind diese Phänomene Konsequenzen globaler Umwelt- und Klimaänderungen? Welche Prozesse steuern diese Veränderungen? Wirken die kalten Regionen möglicherweise als Verstärker dieses Wandels? Wie reagieren wir Mensch darauf?

Im Tagungsband (PFEIFFER et al. 2015), der komplett im Internet zur Verfügung steht, sind dazu die Kurzfassungen

der Beiträge zusammengestellt; die Themen reichen von der vielfältigen Wirkung des Klimawandels auf Polar- und Hochgebirgsregionen, Meereisbedeckung und Biodiversität, bis hin zur Veränderung von Migration und Nahrungsnetzen. Es werden Aspekte der geologischen und geophysikalischen Prozesse in den Polargebieten sowie historische Themen der Polarforschung erörtert

Pfeiffer, E.-M., Kassens, K., Mayer, Chr., Scheinert, M., Tiedemann, R. & DGP Advisory Board (Ed.) (2015): High latitudes and high mountains: driver of or driven by global change: 26th International Congress on Polar Research; 6 – 11 September 2015, Munich, Germany, Reports on Polar and Marine Research 690: 1-167.

[hdl:10013/epic.45858](http://hdl.handle.net/10013/epic.45858) or <http://hdl.handle.net/10013/epic.45858>

[doi: 10.2312/BzPM_0690_2015](http://doi.org/10.2312/BzPM_0690_2015) or http://doi.org/10.2312/BzPM_0690_2015

Ein Grußwort von Prof. Dr. Karl-Heinz Hoffmann, Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Sehr geehrte Damen und Herren, ich freue mich sehr, Sie zur 26. Internationalen Polartagung „Hohe Breiten und Hochgebirge: Treiber oder Getriebene im Globalen Wandel?“ in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften begrüßen zu dürfen.

Die Polar- und Gletscherforschung hat in der Bayerischen Akademie eine lange Tradition. Erst im Februar hat hier in diesem Raum anlässlich des 150. Geburtstages des großen Polarforschers und Geographen Erich von Drygalski die Tagung „Polare Welten“ stattgefunden. Drygalski war 40 Jahre Mitglied unserer Akademie. „*Nicht zu sportlichen Leistungen und nicht, um Sensationen zu erregen, sind wir in die Antarktis gezogen, sondern zum Nutzen der Wissenschaft*“ erklärte er nach der Rückkehr von seiner Südpolarexpedition 1903. Zum Nutzen der Wissenschaft sind weitere Polarforscher unserer Akademie ins Eis gezogen: Julius Büdel zum Beispiel, der für seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen in den

Polargebieten 1978 die Weyprecht-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung erhalten hat.



Auch unter den Mitgliedern und Mitarbeitern der Kommission für Erdmessung und Glaziologie sind und waren wichtige Repräsentanten der Polarforschung: Nennen möchte ich hier den ersten Mitarbeiter der Kommission, den Meteorologen Oskar Reinwarth, der u.a. an der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition – der EGIG – sowie den

Erkundungsexpeditionen des Alfred-Wegener-Instituts für die Standortbestimmung der deutschen Antarktisexpedition teilgenommen hat. Und natürlich Walther Hofmann, den Mitinitiator der EGIG, der in beiden Hemisphären die Polarforschung aktiv gefördert hat und von 1973 bis 1976 Vorsitzender der Polargesellschaft, der DGP war sowie Heinrich Miller, den langjährigen Leiter der Glaziologie am Alfred-Wegener-Institut.

Auch Ludwig Braun hat vor seiner Tätigkeit in unserer Kommission in der kanadischen Arktis gearbeitet. Und Christoph Mayer, einer der Mitorganisatoren dieser Tagung, ist lange Zeit am Alfred-Wegener-Institut und in Dänemark in der Polarforschung aktiv gewesen bevor er an die Akademie kam. Durch ihn und Astrid Lambrecht finden seit einigen Jahren

wieder verstärkt gemeinsame wissenschaftliche Projekte mit dem Alfred-Wegener-Institut in der Antarktis statt. Die enge Verbindung zeigt sich nicht zuletzt auch darin, dass der Gletscherkurs der Universität Bremen, die ebenfalls eng mit dem Alfred-Wegener-Institut zusammenarbeitet, nun schon das zweite Jahr am Vernagtferner, dem Hausgletscher der Münchner Glaziologen, durchgeführt wird.

Als Erich von Drygalski zur ersten deutschen Südpolarexpedition aufbrach war das ewige Eis noch weitgehend unerforscht. Dass sich dies inzwischen geändert hat, zeigt uns auch Ihre umfangreiche Tagungsagenda.

Ich freue mich sehr, dass Sie diese Woche bei uns zu Gast sind und wünsche Ihrer Tagung einen guten Verlauf!

Verleihung der Karl-Weyprecht-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung e.V. an Herrn Univ.-Prof. em. Dr. Dieter K. Fütterer

Würdigung von Prof. Dr. Ralf Tiedemann

Liebe Kolleginnen und Kollegen, lieber Herr Fütterer,

ich freue mich ganz besonders heute jemanden ehren zu dürfen, der sich in besonderem Maße um die deutsche und internationale Polarforschung verdient gemacht hat. Lieber Herr Fütterer, Sie haben die moderne geowissenschaftliche Antarktis- und Arktisforschung in Deutschland über die letzten 30 Jahre entscheidend mitgeprägt und aufgebaut. Im Folgenden möchte ich kurz Ihren Werdegang skizzieren und auch aufzeigen warum es eine Ehre ist Ihnen heute diese Medaille zu verleihen.

Herr Fütterer wurde 1938 in Göttingen geboren, wo er Geologie, Geophysik und Bodenkunde studierte und mit einer Arbeit über „Die Sedimente der nördlichen Adria vor der Küste Istriens“ bei Dieter Meischner promovierte. 1968 wechselte er an die Universität Kiel, wo er bis 1982 als Wissenschaftlicher Assistent bei Eugen Seibold arbeitete. 1978 habilitierte er in Kiel mit dem Thema „Die Feinfraktion (Silt) in marinen Sedimenten des ariden Klimabereichs – quantitative Analysemethoden, Herkunft und Verbreitung“ und wurde dort 1982 zum Professor berufen. Im selben Jahr wechselte er an das neu gegründete Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung in Bremerhaven und übernahm dort die Arbeitsgruppe Geologie/Geophysik. Die Polarforschung lief damals generell in allen wissenschaftlichen Bereichen noch auf Sparflamme. Das sollte sich allerdings mit Dieter Fütterer ändern. Er formte und entwickelte aus der Arbeitsgruppe den Fachbereich Geowissenschaften den er bis 2003 auch leitete. Es begann mit einer Handvoll Wissenschaftler, heute beschäftigt dieser Fachbereich fast 200 Personen, vom Doktoranden über den Techniker bis zum Wissenschaftler und besteht aus fünf Sektionen: der Meeresgeologie, der Geophysik, der Marinen Geochemie, der Glaziologie und der Periglazialforschung. Diese geballte wissenschaftliche Expertise unter einem Dach ist nahezu einzigartig. Genau diese Leistung machte das AWI und Deutschland sichtbar in der Polarforschung.



Eine wichtige Schlüsselrolle spielte in diesem Zusammenhang natürlich auch das 1982 in Dienst gestellte Forschungsschiff „Polarstern“. Herr Fütterer war nicht nur Koordinator für den wissenschaftlichen Einsatz der „Polarstern“ bis 2003, sondern er hat auch selbst große Teile beider Polarmeere durchkreuzt. Er hat an zahlreichen Expeditionen mit „Polarstern“ teilgenommen – meist als wissenschaftlicher Fahrleiter. Neben der Wissenschaft nutzte er diese Reisen auch um die internationalen Beziehungen zu festigen und zu vertiefen, insbesondere die mit Russland. Ein Beispiel dafür war wohl auch die vierte „Polarstern“-Expedition in die Antarktis (1985/86), die ein umfangreiches, feucht-fröhliches Besuchsprogramm zwischen der russischen Sommerstation Druznaja und der „Polarstern“ beinhaltete, dass dann auch länger dauerte als ursprünglich geplant, aber die russisch-deutschen Beziehungen vertiefte. 1991 gelang es ihm mit der „Polarstern“, in Begleitung des schwedischen Forschungseisbrechers „Oden“, erstmals mit einem konventionell angetriebenen Schiff den Nordpol zu erreichen.

Darüber hinaus hat sich Dieter Fütterer in zahlreichen Gremien engagiert um die Polarforschung national und international weiter voranzutreiben. So hat er jahrelang als Mitbegründer und Vorsitzender des Arbeitskreises Geologie der Polargebiete in der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung die Interessen von Universitäten, BGR und AWI verknüpft. Als Mitglied im deutschen Landesausschuss SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research), aber auch als deutscher Vertreter und langjähriger Vizepräsident des International Arctic Science Committee (IASC) engagierte er sich intensiv bei der internationalen Einbindung und Vernetzung der deutschen Polarforschung.

Seit 12 Jahren ist Dieter Fütterer nun eigentlich im Ruhestand aber wer seine Telefonnummer im AWI wählt wird ihn dort immer noch oft erreichen können. Bis heute kommt sein Engagement der deutschen Gesellschaft für Polarforschung zugute, vor allem als Vorstandsmitglied und Schriftleiter unserer Zeitschrift von 1986 bis heute. Dafür möchte ich mich persönlich und im Namen aller Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung besonders bedanken.

Heute verleihen wir die Weyprecht-Medaille und ich habe mich gefragt, was verbindet die Polarforscher Karl Weyprecht und Dieter Fütterer eigentlich. Dabei sind mir erst einmal drei Dinge eingefallen, die die beiden nicht verbindet: Weyprecht musste sein Forschungsschiff, die „Teggethoff“ aufgeben. Herr Fütterer brachte die „Polarstern“ immer wieder mit zurück.

Weyprecht musste auf dem Packeis überwintern, Herr Fütterer nicht. Weyprecht erreichte den Nordpol nicht, Dieter Fütterer schon. Dennoch gibt es drei Dinge, die sie eng verbindet. Weyprecht forderte: (1) Feste Stationen in der Arktis zur Erhebung vergleichbarer Messergebnisse, (2) langfristige Zeitreihenanalysen, um die Ursachen von Veränderungen zu deuten sowie (3) international koordinierte Messnetze. Das Wirken von Dieter Fütterer hat genau dazu entscheidend beigetragen. Vieles davon wurde umgesetzt und ist heute uns eine Selbstverständlichkeit.

Ich freue mich daher sehr, dass ich Ihnen heute im Rahmen der 26. Internationalen Polartagung der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung die Urkunde für die Verleihung der KARL-WEYPRECHT-MEDAILLE überreichen darf und gratuliere Ihnen ganz herzlich.

Die Urkunde lautet: „Die Deutsche Gesellschaft für Polarforschung e.V. verleiht hiermit Herrn Professor em. Dr. Dieter K. Fütterer in Bremerhaven die Karl-Weyprecht-Medaille in Würdigung seiner herausragenden Verdienste um die deutsche und internationale Polarforschung, ihrer Entwicklung, Koordination und Umsetzung in wissenschaftlichen Programmen.

München, den 10. September 2015

gez. Eva-Maria Pfeiffer
1. Vorsitzende

gez. Detlef Damaske
Vorsitzender des
Wissenschaftlichen Beirat

Protokoll der ordentlichen Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung e.V. am 10. September 2015 in München

Beginn: 11 Uhr
Anwesend: 63 Mitglieder (insgesamt 73 Personen)

Tagesordnung

- | | |
|--------|---|
| Top. 1 | Eröffnung und Begrüßung der Versammlung |
| Top. 2 | Bericht des Vorstands |
| Top. 3 | Bericht des Schatzmeisters |
| Top. 4 | Bericht der Kassenprüfer |
| Top. 5 | Entlastung des Vorstands |
| Top. 6 | Wahlen zum Vorstand |
| Top. 7 | Diskussion und Beschluss zur Höhe der Mitgliedsbeiträge |
| Top. 8 | 27. Internationale Polartagung |
| Top. 9 | Verschiedenes |

Top. 1 Eröffnung und Begrüßung

Die 1. Vorsitzende, Prof. Eva-Maria Pfeiffer, eröffnet die Mitgliederversammlung und begrüßt die anwesenden Mitglieder und Gäste.

Prof. Pfeiffer erinnert an die seit der letzten Mitgliederversammlung verstorbenen Mitglieder: Prof. D. Möller (Braunschweig), Dr. D. Wagenbach (Heidelberg), Dr. E. Fahrback (Bremerhaven), Frau E. Jacobs (Weimar), Prof. P. Hirsch (Kiel), Dr. J. Ehlebracht (Bielefeld). Nach einer Gedenkmminute wird die Versammlung fortgesetzt.

Prof. Pfeiffer erläutert die Tagesordnungspunkte und vermerkt, dass unter Top. 6 folgende Wahlen zur Besetzung des Vorstands durchzuführen sind: ein/e 1. Vorsitzende(r), ein/e 2. Vorsitzende(r), ein/e Geschäftsführer(in), ein/e Schatzmeister(in), ein/e Schriftleiter(in), ein/e stellvertretende/r Schriftleiter(in).

Die Beschlussfähigkeit der Versammlung wird festgestellt. Die Mitglieder werden gebeten sich in die Teilnehmerliste einzutragen.

Die Tagesordnung wird angenommen.

Top. 2 Bericht des Vorstands

Prof. Pfeiffer berichtet aus der Arbeit des Vorstands und über Themen, die auf den Vorstandssitzungen behandelt wurden. Seit der letzten Mitgliederversammlung am 21. März 2013 wurden sechs Vorstandssitzungen abgehalten (10. Februar 2014 in Hamburg, 7. Juli 2014 in Hamburg, 17. November 2014, 9. Februar 2015 in München, 2. Juli in Bremerhaven, 6. September 2015 in München). Vorrangige Themen waren:

- Unterstützung des wissenschaftlichen Nachwuchses,
- Entwicklung eines Arbeitskreises für die Biologie,
- Webauftreten der DGP,
- Erstellung eines E-Mail-Verteilers zur Erfassung der Entwicklung eines Zukunft-Konzeptes für die Zeitschrift „Polarforschung“ und Verbesserung der Manuskript-Situation,

- Kandidatensuche zur Besetzung des Vorstandes und des Wissenschaftlichen Beirats,
 - Vorbereitung der 26. Internationalen Polartagung.
- Abschließend erwähnt Prof. Pfeiffer dankend die Sponsoren und wissenschaftlichen Einrichtungen, die unsere 26. Internationale Polartagung finanziell unterstützt haben (Bayerische Akademie der Wissenschaften, AWI, DFG, CLISAP, Kuddel Bier Hamburg UG, Adelholzer Alpenquellen).

Prof. Fütterer berichtet als Schriftleiter über den Stand der Zeitschrift „Polarforschung“. Die Zeitschrift ist mit dem im September erschienenen Heft 84 (2) des Jahrgangs 2014 etwa ein halbes Jahr im Verzug. Das Hauptthema ist der Arktisfahrt des Luftschiffes „Graf Zeppelin“ im Jahr 1931 gewidmet.

Es ist geplant noch in diesem Jahr ein Themenheft herauszugeben das die „Strategieschrift der Geowissenschaftlichen Forschung in den Polargebieten – globale Bedeutung und mittelfristige Perspektiven“ des Arbeitskreises Geologie beinhaltet.

Prof. Melles und Prof. Heinemann merken an, dass die Inhalte teilweise als Vorlage zur BMBF Polarforschungsagenda 2015 dienen.

Prof. Fütterer berichtet über die möglichen Inhalte eines weiteren Heftes, dass die polarbezogenen Aspekte der REKLIM-Konferenz „Our Climate – Our Future, Regional perspectives on a global challenge“ (Berlin, 6.-9. Oktober 2014) beinhalten wird.

Die Mitglieder werden eindringlich um das Einreichen von Manuskripten gebeten. Dies ist eine entscheidende Grundvoraussetzung um ein regelmäßiges Erscheinen der Zeitschrift zu gewährleisten.

Der neue Vorsitzende des Wissenschaftlichen Beirats (WB), Dr. Damaske, berichtet aus der Arbeit des Beirats, der sich insbesondere mit der wissenschaftlichen Ausgestaltung der Polartagung, dem Internetauftritt der DGP und der zukünftigen Ausrichtung/Perspektive der DGP beschäftigt hat. Aus dem WB scheidet Monika Huch (Geologie, Adelheidsdorf) aus. Ihr wird für die aktive Mitarbeit, insbesondere für die Betreuung des Internetauftritts der DGP, gedankt. Der derzeitige WB setzt sich wie folgt zusammen: Detlef Damaske (Vorsitz, Geophysik, Burgdorf), Heidi. Kassens (stellvertr. Vorsitz, Geologie, Kiel), Bernhard Diekmann (Zeitschrift, Geologie, Potsdam), Olaf Eisen (Glaziologie, Bremerhaven), Dieter K. Fütterer (Zeitschrift, Bremerhaven), Günther Heinemann (Meteorologie, Trier), Hartmut Hellmer (Ozeanographie, Bremerhaven), Torsten Kanzow (Ozeanographie, Bremerhaven), Enn Kaup (Limnologie, Tallin), Lars Kutzbach (Bodenkunde, Hamburg), Cornelia Lüdecke (Geschichte der Polarforschung, München), Christoph Mayer (Glaziologie, München), Hans-Ulrich Peter (Biologie/Ornithologie, Jena), Birgit Sattler (Biologin, Innsbruck), Dirk Wagner (Mikrobiologe, Potsdam). Ständige Gäste sind Jörn Thiede (Kiel/St. Petersburg) und die Leiter der Arbeitskreise.

Die Arbeitskreisleiter berichten über ihre Aktivitäten.

Für den Arbeitskreis Geologie-Geophysik berichtet Prof. Melles über den Fortschritt der Strategieschrift und über das letzte Treffen, dass am 7./8. Mai am AWI in Bremerhaven stattfand (Inhalte siehe <http://www.dgp-ev.de>). Das nächste Arbeitskreistreffen findet am 26./27. Mai 2016 bei der DLR in Berlin statt.

Für den in 2014 neu gegründeten Arbeitskreis Biologische Prozesse berichtet Dr. Link über ein erstes Treffen im Frühjahr 2015 mit ca. 30 Teilnehmern. Es ist geplant die jährlichen Treffen mit einem Treffen des DFG-Schwerpunktprogramms Antarktis zu kombinieren. Zur Zeit wird ein E-Mail-Verteiler erstellt der die terrestrische und marine Biologie zusammenführt.

Für den Arbeitskreis Permafrost berichtet Prof. Krautblatter über das letzte Treffen am 23./24. Oktober 2014 in Wartawil bei München. Als eine der wissenschaftlichen Herausforderungen wird die Verknüpfung von Permafrost-Monitoring und Prozess-Modellierung genannt Das nächste Treffen des Arbeitskreises findet am 22./24. Januar 2016 in Hamburg statt.

Für den Arbeitskreis Geschichte der Polarforschung berichtet Dr. Lüdecke und verweist auf die bestehenden „Newsletter zur Polargeschichte“ die auf der Internetseite abrufbar sind. Außerdem sind von Dr. Lüdecke in 2015 zwei Bücher zur Polargeschichte mit den Titeln „Deutsche in der Antarktis“ und „Verborgene Eiswelten“ herausgegeben worden.

Für den Arbeitskreis Polarlehrer berichtet Frau Kallfelz über das letzte Arbeitstreffen (22 Teilnehmer) am 7./9. März im Pfalzmuseum für Naturkunde in Bad Dürkheim und über die letzte Internationale Polarlehrertagung, die vom 1.-4. April 2015 an der Freien Waldorfschule Hannover-Bothfeld stattfand. Derzeit in Diskussion ist die Bildung von Tandems, in denen ein Wissenschaftler einen Lehrer über einen gewissen Zeitraum begleitet um bestimmte Themen zu vertiefen. Darüber hinaus sollte geprüft werden inwieweit Schüler an wissenschaftlicher Feldarbeit beteiligt werden könnten.

Für den Arbeitskreis Polare Geodäsie und Glaziologie berichten Prof. Horwath und Dr. Scheinert. Die Arbeitskreise ruhen. Um eine kritische Masse zu bilden haben sich nun diese Arbeitskreise zusammengeschlossen. In Zukunft wird der Arbeitskreis von Prof. Mayer geleitet.

Top 3 Bericht des Schatzmeisters

Der Schatzmeister Dr. Scheinert berichtet zu den Haushaltsjahren 2014 und 2015 und präsentiert eine Übersicht der Konten zu Einnahmen und Ausgaben. Es konnte ein positiver Saldo erzielt werden. Die Planungen für 2016 sehen einen ausgeglicheneren Haushalt vor. Hohe finanzielle Belastungen in 2016 sind einerseits mit der Überarbeitung des Internetauftritts verknüpft und andererseits mit der angestrebten zusätzlichen Herausgabe eines Bandes der Polarforschung und evtl. eines Sonderheftes zur Strategieschrift der Geowissenschaftlichen Forschung in den Polargebieten.

Die Mitgliederzahl der DGP ist im vergangenen Jahr erfreulicherweise deutlich angestiegen auf 558 Mitglieder. Dr. Scheinert verweist in diesem Zusammenhang auf die Änderungen bei der zukünftigen Zahlung der Mitgliedsbeiträge, die dem Euro-Zahlungsverkehrsraum angepasst wurden (SEPA Verfahren).

Außerdem bittet Dr. Scheinert die Mitglieder um Zusendung ihrer E-Mail-Adressen, damit ein möglichst vollständiger E-Mail-Verteiler für die DGP-Mitglieder erstellt werden kann. Bislang sind nur etwa 250 E-Mail-Adressen im Bestand.

Top. 4 Bericht der Kassenprüfer

Die Kassenprüfer Dr. Fritsche und Prof. Korth berichten, dass sie alle Belege und die Kassenbücher zu den Haushaltsjahren 2013 und 2014 geprüft haben. Alle Belege waren vorhanden und es gab keinerlei Beanstandungen. Die Kassenprüfer danken Dr. Scheinert für die Gründlichkeit des Schatzmeisters.

Top. 5 Entlastung des Vorstands

Prof. Kleinschmidt beantragt die Entlastung des Vorstands. Mit großer Mehrheit wurde dem Vorstand ohne Gegenstimme bei 9 Enthaltungen (7 aus dem Vorstand) Entlastung erteilt.

Top. 6 Wahlen zum Vorstand

Satzungsgemäß ist der gesamte Vorstand neu zu wählen. Aus dem bisherigen Vorstand stellen sich Prof. Pfeiffer, Prof. Tiedemann, Dr. Scheinert und Prof. Fütterer zur Wiederwahl. Prof. Brandt und Prof. Spindler stellen sich nicht erneut zur Wahl. Der Vorstand hat folgenden Wahlvorschlag ausgearbeitet, den Prof. Kleinschmidt (Wahlleiter) vorstellt:

Wahlvorschlag

1. Vorsitzende: Prof. Dr. Eva-Maria Pfeiffer (Hamburg)
2. Vorsitzender: Prof. Dr. Hans Hubberten (Potsdam)
- Geschäftsführer: Prof. Dr. Ralf Tiedemann (Bremerhaven)
- Schatzmeister: Dr. Mirko Scheinert (Dresden)
1. Schriftleiter: Prof. Dr. Bernhard Diekmann (Potsdam)
2. Schriftleiter: Prof. Dr. Dieter Fütterer (Bremerhaven)

Aus der Versammlung erfolgen keine weiteren Vorschläge.

Die neuen Kandidaten Prof. Hubberten und Prof. Diekmann stellen sich kurz vor.

Prof. Pfeiffer, Prof. Tiedemann und Dr. Scheinert skizzieren ihre Vorstellungen über die zukünftigen Aufgaben und Ziele des Vorstands. Als wichtigste Punkte sollen folgende Aufgaben angegangen werden:

- Eine verbesserte Förderung und Unterstützung von Studenten und jungen Nachwuchswissenschaftlern in der Polarforschung. Dazu zählt neben der Gewinnung junger Mitglieder auch ihre erhöhte Einbindung in die DGP-Arbeitskreise und verantwortliche Gremien.
- In der Polarforschung obliegt der DGP eine besondere Rolle in der Verknüpfung polarer Interessen zwischen den Universitäten und außeruniversitären Institutionen wie der BGR, dem AWI und dem GEOMAR. Die Stärkung der Universitäten im Bereich der Polarforschung ist essentiell, da sich daraus der wissenschaftliche Nachwuchs rekrutiert und damit auch die langfristige Expertise und Exzellenz im Bereich der deutschen Polarforschung.
- Verbesserung des Internet-Auftritts um die Sichtbarkeit der DGP und die Informationsflüsse in die Gesellschaft zu erhöhen. Hier soll gemeinsam mit dem Wissenschaftlichen Beirat ein geeignetes Konzept entwickelt werden (Einbindung einer Expertengruppe). Damit eng verknüpft ist auch die Zukunft unserer Zeitschrift „Polarforschung“. Geplant ist die Entwicklung einer Strategie und eines Zeitplanes um die Zeitschrift in den Thomson-Reutter ISI-Citation Index aufnehmen zu lassen.

Nach kurzer Diskussion in der Versammlung und nachdem keine weiteren Kandidaten vorgeschlagen werden, schlägt Prof. Kleinschmidt eine Blockwahl zum gesamten Wahlvorschlag vor. Auf Antrag eines Mitglieds werden Einzelabstimmungen zu den Kandidaten durchgeführt. Es wird per Handzeichen abgestimmt.

Wahlergebnis

Prof. Pfeiffer wird mit großer Mehrheit ohne Gegenstimmen bei 6 Enthaltungen als 1. Vorsitzende gewählt.

Prof. Hubberten wird mit großer Mehrheit ohne Gegenstimmen bei 3 Enthaltungen als 2. Vorsitzender gewählt.

Prof. Tiedemann wird mit großer Mehrheit ohne Gegenstimmen bei 2 Enthaltungen als Geschäftsführer gewählt.

Dr. Scheinert wird mit großer Mehrheit ohne Gegenstimmen bei 1 Enthaltung als Schatzmeister gewählt.

Prof. Diekmann wird mit großer Mehrheit ohne Gegenstimmen bei 4 Enthaltungen als 1. Schriftleiter gewählt.

Prof. Fütterer wird mit großer Mehrheit ohne Gegenstimmen bei 1 Enthaltung als 2. Schriftleiter gewählt.

Alle Kandidaten erklären die Annahme ihrer Wahl.

Abschließend bedankt sich Prof. Tiedemann bei den ausgeschiedenen Vorstandsmitgliedern, Frau Prof. Brandt und Herrn Prof. Spindler, für ihre konstruktive und langjährige Mitarbeit im Vorstand der DGP.

Top. 7 Höhe der Mitgliedsbeiträge

Der Vorstand unterbreitet einen Vorschlag zur Erhöhung der Mitgliedsbeiträge, die seit über 15 Jahren nicht angehoben wurden. Der Vorstand erklärt, dass die Mehreinnahmen vor allem zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses verwendet werden sollen. Zwar erhöht sich auch der ermäßigte Beitrag für Studenten, dennoch wird der Rückfluss in die Nachwuchsförderung größer sein als vorher. Nach weiteren Diskussionen in der Versammlung wird über folgenden Vorschlag per Handzeichen abgestimmt.

Vorschlag

Der Mitgliedsbeitrag soll von bisher 30 € auf 40 € angehoben werden; der ermäßigte Beitrag für Studenten von bisher 12,50 € wird auf 20 € erhöht. Die Beiträge von korporativen Mitgliedern steigen von bisher 60 € auf 70 €.

Wahlergebnis

Mit großer Mehrheit wird der Vorschlag zur Erhöhung der Mitgliedsbeiträge ohne Gegenstimme bei 1 Enthaltung angenommen.

Top. 8 Nächste Polartagung

Die 27. Internationale Polartagung wird auf Einladung von Prof. Dr. Ulf Karsten an der Universität Rostock im Frühjahr 2018 stattfinden.

Top 9 Verschiedenes

- Diskussion zur Internationalität der Polartagung mit mehr englischsprachigen Vorträgen und stärkerer Einbindung der europäischen Polarforschungsgemeinschaft.
- Wahlvorschläge zu Vorstandswahlen sollten schon frühzeitig im Vorfeld der Tagung bekannt gegeben werden.
- Junge Nachwuchswissenschaftler der DGP sollten durch einen Abgesandten im Vorstand der DGP vertreten sein.

Ende der Mitgliederversammlung um 13:15 Uhr.

Buchbesprechungen

James K. Barnett & David Nicandri (eds.): Arctic Ambitions. Captain Cook and the Northwest Passage. University of Washington Press, Seattle and London, 2015, 1-429 S. (ISBN 978-0-295-99399-7) US \$ 54,95.

Das rund 2 kg schwere in Hochglanz und Querformat gedruckte Werk über James Cooks dritte und letzte Expedition betont in sinnfälliger Weise die gewichtige Bedeutung dieser Reise, die ihn in den Jahren 1776 bis 1779 auf der Suche nach der Nordwestpassage erst in den Nordpazifik und dann durch die Beringstraße in den Arktischen Ozean führte und von der er nicht mehr lebend nach Hause zurückkehrte.

Im Zeitalter der Aufklärung galt Cooks erste Expedition (1768-1771) nicht nur der Beobachtung des Venustransits am 3. Juni 1769 auf Tahiti, die zusammen mit Beobachtungen anderer Expeditionen der Bestimmung des Abstands Erde-Sonne, d.h. der Astronomischen Einheit, diene, sondern auch der Erkundung der Ozeane südlich des 40. südlichen Breitengrades. Auf der zweiten Expedition (1772-1775), an der unter anderem die beiden Deutschen Johann Reinhold Forster und sein Sohn Georg teilnahmen, war die Suche nach der *terra australis incognita* die Hauptaufgabe. Als sie während ihres dritten Vorstoßes jenseits des Polarkreises am 17. Januar 1774 bei 71°10' S, 106°54' W den südlichsten Punkt ihrer Reise erreichten und wiederum nur Eis vorfanden anstatt Hinweise auf einen Südkontinent, verbreitete sich Cooks vernichtendes Urteil „*nec plus ultra*“ (deutsch: nicht mehr weiter). Damit war für die nächsten 45 Jahre, d.h. bis zur ersten russischen Weltumsegelung (1819-1821) unter Fabian Gottlieb von Bellingshausen, jede weitere Expedition in diese unwirtliche Weltgegend völlig uninteressant. Von der Suche nach dem Südland einmal abgesehen testete Cook während dieser Reise zur Bestimmung des Längengrades sowohl die Verwendung des Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris mit den berechneten Mondstrecken als auch den von John Harrison erfundenen Chronometer, mit dem erstmals die Zeit auf hoher See exakt bestimmt werden konnte.

Nachdem damals im Süden keine weiteren Entdeckungen mehr zu erwarten waren, wandte sich Cook während seiner dritten Reise (1776-1780) nun nach Norden, um die nordpazifischen Küsten und die Beringstraße zu kartieren und um die Nordwestpassage zu erforschen. Unterwegs entdeckte er die Inseln von Hawaii, wo er 1779 auf dem Rückweg von der Arktis – wegen eines Missverständnisses aufgrund unterschiedlicher Beerdigungskulturen – von einem Einheimischen umgebracht wurde.

Diese Expedition in völlig unbekannte Gewässer war mit vier Jahren, zwei Monaten und zweiundzwanzig Tagen bis zur Rückkehr nach England die längste ihrer Art. Cook erwies sich dabei als ein hervorragender Navigator, der sich die

neuesten Techniken der Längengradbestimmung zu eigen gemacht hatte. Durch seine Begegnungen mit Einheimischen in der Südsee hatte er zudem ein großes ethnologisches Interesse an bislang unbekanntem Völkern entwickelt. So brachte er von seiner Reise neben für damalige Verhältnisse außerordentlich exakten Landkarten, Manuskripten und Journalen auch umfangreiche ethnografische Sammlungen zurück, die teilweise auf sehr verschlungenen Wegen in Museen und private Sammlungen gelangten und von denen sich auch einige Stücke in der Sammlung der Universität in Göttingen, im Museum Fünf Kontinente in München oder im Völkerkundemuseum in Herrnhut befinden.

George Vancouver setzte Cooks Erforschung der Nordwestküste Nordamerikas in den Jahren 1792-1794 fort, als der lukrative Pelzhandel mit dem Norden schon internationale Ausmaße angenommen hatte. In der Folge von kommerziellen und politischen Aspekten wird im vorgelegten Buch auch die Aufteilung der nördlichen Region in russische, amerikanische und britische Interessengebiete behandelt.

20 Wissenschaftler unterschiedlichster Fachrichtungen, darunter auch die deutsche Kulturanthropologin Gudrun Bucher als einzige nicht englischsprachige Autorin, verfassten insgesamt 18 Essays, die zusätzliche Informationen zur Ausstellung über Cook und die Nordwestpassage unter dem Titel „Arctic Ambitions“ liefern, die von März 2015 bis Januar 2016 in Anchorage (Alaska, USA) und Tacoma (Washington, USA) gezeigt wurde. Die Artikel stellen Cooks Bedeutung für die Erforschung der Regionen auf beiden Seiten der Beringstraße heraus, die von den Erfolgen während seiner ersten Expeditionen nach Süden fast völlig überstrahlt wird.

Die einzelnen Artikel gehen ausführlich auf verschiedene Aspekte wie die politischen und wissenschaftshistorischen Hintergründe und Errungenschaften der Expedition ein, auf die juristischen und völkerrechtlichen Implikationen der Entdeckungsreise, auf die Einflüsse der Engländer auf die Einheimischen, auf die Entwicklungsgeschichte von Russisch-Alaska, auf die ersten Durchquerungen der Nordwestpassage durch Roald Amundsen auf der „Gjøa“ und durch die Royal Canadian Mounted Police auf der „St. Roch“ bis hin zu den heutigen Begehrlichkeiten in der Arktis in Verbindung mit der Suche nach Rohstoffen und der möglichen Schiffbarkeit in Abhängigkeit von den künftigen Eisbedingungen unter der fortschreitenden globalen Erwärmung. Auch wird das heutige Potential der von Cook erforschten Gegenden dargestellt. Nachdem jedoch die Eisbedingungen zwischen den kanadischen Inseln der Arktis weiterhin eine jährlich kommerziell nutzbare Schifffahrtsroute verhindern, der Klimawandel die Arktis jedoch zunehmend beeinträchtigt, wird der Fokus auch auf die Veränderungen innerhalb der lokalen Bevölkerung gelegt sowie auf den Umweltschutz und die Souveränität hinsichtlich einer künftigen nachhaltigen Entwicklung der Region an der Nordwestpassage.

Das Buch ist mit sehr guten Reproduktionen von historischen Landkarten und zeitgenössischen Bildern ausgestattet, die das Ausmaß von Cooks Entdeckungen anschaulich illustrieren. Während Cook damals die Küstenlinien genau kartierte und das Walöl zum wichtigsten Exportgut wurde, erforscht und kartiert man heutzutage den Meeresboden auf der Suche nach Gas- und Ölvorkommen in der Arktis. So schlägt das Buch einen gelungenen Bogen von Cook über heutige Problemstellungen bis hin in die Zukunft. Wer sich jemals intensiv mit Cooks dritter Expedition und der Erforschung der Nordwestpassage aus westlicher Richtung beschäftigen möchte, dem sei dieses voluminöse Werk sehr empfohlen und zwar nicht nur zum Lesen oder nur Schmökern sondern auch als wissenschaftliche Arbeitsgrundlage, denn neben Fußnoten und Angaben zur weiterführenden Literatur gibt es zusätzlich auf 23 Seiten einen sehr detaillierten dreispaltigen Index, der den Inhalt der Artikel hervorragend erschließt.

Internetlinks

<<https://www.anchoragemuseum.org/exhibits/arcticambitions-captain-cook-and-the-northwest-passage/>>
<<http://www.washingtonhistory.org/visit/wshm/exhibits/featured/arcticambitions/>>

Cornelia Lüdecke, München

Erik Torm; Greenland 100 years ago. Hand-colored photos from 1909 and 1912. NT Production, Uummannaq Polar Institute, 2013, 1-63 (ISBN 978-87-996765-0-7) oder direkt in Grönland bestellbar beim Autor unter upi@upi.gl für 20 € plus 9 € Versandt, zuzüglich Banktransferkosten; Verkauf des Buches erfolgt zugunsten des Kinderheims Uummannaq.



Der unlängst verstorbene Arktischronist Siegfried Czapka (1925-2015) wies im 2. Band seiner Zusammenstellung der Arktisexpeditionen darauf hin, dass der Schweizer Geograf und Meteorologe Alfred de Quervain (1879-1927) vom 1. April bis 4. September 1909 eine Deutsch-Schweizerische Grönlandexpedition durchgeführt hatte (CZAPKA 1998, S. 257-258). Ziel war die Beobachtung der totalen Sonnenfins-

ternis am 18. Juni 1909 in Umanak (heute Uummannaq), die sowohl in mehrwöchige meteorologische Routinemessungen als auch in Ballon- und Drachenaufstiege eingebettet war. Daneben wurden zusätzliche biologische und anthropologische Untersuchungen durchgeführt. Außerdem drang die Expedition von der Westküste bis auf 100 km weit nach Osten auf das Inlandeis vor. Damit steht diese Expedition in der Tradition von Erich von Drygalskis (1865-1949) Grönlandexpeditionen in den Jahren 1891 und 1892-1893, die ebenfalls in der Umgebung von Umanak tätig war, um dort die Bewegung des Inlandeises und der kleinen lokalen Gletscher in Verbindung mit meteorologischen Messungen und biologischen Untersuchungen zu erforschen (LÜDECKE 2015). Tatsächlich war De Quervains Expedition jedoch eine Art Vorexpedition für die erste Durchquerung Grönlands von West nach Ost im Jahr 1912, ein Jahr bevor Johann Peter Koch (1870-1928) und Alfred Wegener (1880-1930) die Eiskappe von Ost nach West auf einer nördlichen und viel längeren Route durchqueren würden.

Gleichzeitig mit de Quervain führte der Schweizer Geologe Arnold Heim (1882-1965) zusammen mit einem dänischen Geologen Jesper Peter Ravn (1866-1951) 1909 auf der Disko-Insel und der Nuksuak-Halbinsel (heute Nuussuaq-Halbinsel) Untersuchungen durch und schloss sich anschließend de Quervains Expedition an. Neben seiner Feldforschung nahm Heim über 700 Fotografien von Land und Leuten auf, die er nach der Rückkehr teilweise von Hand kolorieren ließ und die sich nun in den Beständen der Bibliothek der ETH in Zürich und des Arktisk Institut in Kopenhagen befinden.

Eine Auswahl von Heims Bildern und Bildern von de Quervains Expeditionen wurde für eine Ausstellung im Uummannaq Polar Institute zusammengetragen. Das dazugehörige Buch über „Greenland 100 Years Ago“ ist in zwei Versionen erschienen: In einer dänisch-grönländischen Ausgabe und einer englisch-französischen Ausgabe. Neben einer Beschreibung der Expeditionen, die auch Karten mit den Reiserouten der drei Expeditionen enthält, werden im Buch insgesamt 31 meist handkolorierte seitenfüllende Fotos veröffentlicht, wobei zum Vergleich heutige Landschaftsaufnahmen des Autors Erik Torm ergänzt werden. Die ausdrucksstarken historischen Personenbilder sind für die Grönländer besonders wertvoll, weil auf ihnen ihre Vorfahren verewigt wurden. Leider gibt es bei ihnen nur selten eine Namensangabe, die bei Drygalskis Bildern meist vorhanden ist. Vergleicht man die Fotos aus beiden Büchern, wird die Entwicklung in einigen Ortschaften innerhalb von rund 20 Jahren deutlich (siehe z.B. LÜDECKE 2015, S. 78, TORM 2013, S. 52). So liegt 1891 im Hafen von Umanak die Brigg „Peru“ der Grönländischen Handelsgesellschaft während 1909 das Dampfschiff „Hans Egede“ zu sehen ist. Die Ortschaft Ikerasak ist angewachsen (LÜDECKE 2015, S. 80, TORM 2013, S. 43). Manche Grönländer wie der namentlich genannte Andreas Andreassen wurden sowohl von Drygalski als auch von Heim fotografiert (LÜDECKE 2015, S. 62 und 67, TORM 2013, S. 43).

Die farbliche Wiedergabe der historischen Fotografien in Torms Buch ist exzellent und zeigt viele Details, die in Drygalskis schwarzweißen Bildern manchmal nicht so gut erfasst sind.

Das Buch „Greenland 100 years ago“ wird jeden begeistern, der einen authentischen Einblick in die damalige Zeit

gewinnen möchte, als die Forschung noch der heroische Ära zugeordnet wurde. Zudem macht es neugierig auf Heims weitere rund 680 unveröffentlichten Bilder.

Literatur

- Czapka, S. (1998): Arktis: Entdeckungen-Expeditionen-Ereignisse. Bd. II. Ingeborg Trögel Verlag, Leverkusen, 177-356.
Lüdecke, C. (Hrsg.) (2015): Verborgene Eiswelten. Erich von Drygalskis Bericht über seine Grönlandexpeditionen 1891, 1892-1983. August Dreesbach Verlag, München, 1-480.

Cornelia Lüdecke, München

Wutzke, Ulrich: Klima, Krater, Kontinente: Das Leben des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener. Verlag für Geowissenschaften, Berlin, 2015, 1-208 S., ca. 70 teilw. farbige Abb., 2 Kartenskizzen, Hardcover, (ISBN 978-3-9814603-08) € 24,99 (DE), € 25.70 (AT)

Der Geologe Ulrich Wutzke ist ein durch zahlreiche Veröffentlichungen ausgewiesener Kenner von Leben und Werk Alfred Wegeners (1880-1930), der über Jahrzehnte Dokumente und Informationen zum Thema gesammelt und erschlossen hat. Bekannt wurde er durch seine Wegenerbiografie die hier in der dritten Fassung vorliegt. Bereits 1988 publizierte Wutzke seine erste im Brockhaus Verlag Leipzig erschienene Biografie unter dem Titel „Der Forscher von der Friedrichsgracht: Leben und Leistungen Alfred Wegeners“, 1997 folgte eine Überarbeitung in der Edition Petermann des Justus Perthes Verlags Gotha unter dem Titel „Durch die weisse Wüste: Leben und Leistungen des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener“, 2015 veröffentlicht er im Verlag für Geowissenschaften die dritte Biografie. Diese neue Version basiert auf ihren Vorgängern, einige der dort enthaltenen Abbildung fehlen oder wurden durch andere ersetzt. Das neue Buch besticht durch zusätzliche Farbbilder von Lebensstationen und Studienobjekten Alfred Wegeners, die überwiegend vom Autor selbst aufgesucht worden sind. Eine sprachliche Überarbeitung mit kleineren Korrekturen, Kürzungen und Ergänzungen gegenüber den vorangehenden Ausgaben ist zu verzeichnen.

Wegeners Theorien zur Kontinentaldrift und zur Entstehung von Mondkratern durch Meteoriteneinschlag und daraus gezogenen Schlussfolgerungen zur Entstehung der Erde erscheinen jetzt in vollkommen neu gefassten separaten Kapiteln. Auf den bisher wenig bekannten – nach Wutzke ersten – wissenschaftlichen Nachweis eines Meteoriteneinschlagkraters auf der Erde durch Alfred Wegener wird besonders hingewiesen. Nicht nur mit seinen Überlegungen zur „Entstehung der Kontinente“ sondern auch denen der Erdentstehung ist Wegener seiner Zeit weit voraus.

Das Buch ist flüssig geschrieben und vergnüglich zu lesen. Es wendet sich an einen breiten Leserkreis. Die ausführlichen Schilderungen der Grönlandexpeditionen von 1906/1908, 1912/1913, 1929 und 1930 mit Hand-, Hunde- und Pferdeschlitten nehmen einen großen Teil des Buches ein. Für den heute in Gletschergebieten arbeitenden Forscher ist von Interesse zu erfahren, dass gängige Praktiken wie das Errichten des Zeltes im Luv einer Schneemauer oder das Ausstecken von Traversen mit beflaggten Bambusstäben bereits von Wegener angewandt wurden und zum Teil auf ihn zurückzuführen sind.

Die Expeditionsberichte des Buches stützen sich vor allem auf Alfred Wegeners Tagebücher. Die daraus wiedergegebenen Zitate sind im Vergleich zur Fassung von 1988 näher am Original. Diese im Deutschen Museum München aufbewahrten Dokumente können vom interessierten Leser mit Ausnahme derer von der Expedition 1929 im Internet selbst eingesehen werden. Diese Überprüfungsmöglichkeit von Zitaten am Original ist wichtig, da frühere Tagebuchbearbeitungen zu sinnentfremdenden Verkürzungen geführt haben, wie von Johannes Georgi (1960) aufgezeigt worden ist.

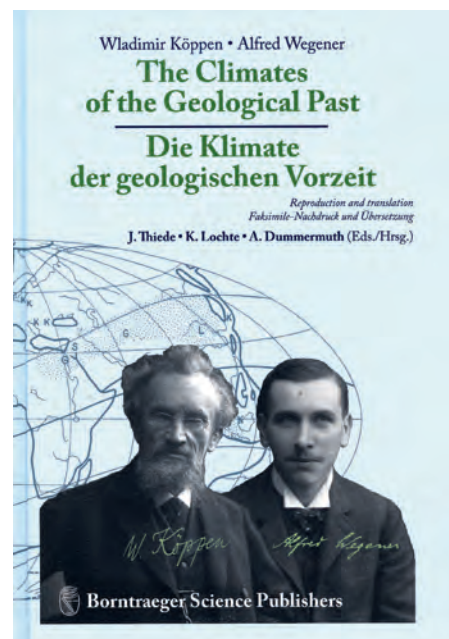
Ulrich Wutzke hat mit diesem Buch eines der ausführlichsten und wichtigsten deutschsprachigen Biografien Alfred Wegeners präzisiert und durch neuere Informationen und Fotografien ergänzt. Das Werk enthält ein überarbeitetes Verzeichnis der wichtigsten Schriften von und über Alfred Wegener, ein ergänztes Register und einen Bildquellennachweis.

Georgi, J. (1960): Alfred Wegener † zum 80. Geburtstag.- Polarforschung, Beiheft 2: 1-102.

Wegener, A.: <<http://www.environmentandsociety.org/exhibitions/wegener-diaries/original-document>>

Diedrich Fritzsche, Potsdam

Wladimir Köppen – Alfred Wegener: The Climates of the Geological Past (Reproduction of the original German edition and complete English translation by Bernhard Oelkers) und **Die Klimate der geologischen Vorzeit** (Faksimile-Nachdruck der deutschen Originalausgabe von 1924). Hrsg. J. Thiede, K. Lochte & A. Dummermuth, Borntraeger, Stuttgart, 2015, 1-657, 46 Abb., 1 Taf. (ISBN 978-3-443-01088-1), 49,90 €.



Die revolutionäre Idee Alfred Wegeners, die er 1915 in seinem Werk „Der Ursprung der Kontinente und Ozeane“ niederlegte, fußte nicht nur auf geometrischen Überlegungen der Kontinente bzw. deren Schelfumrissen. Vielmehr hat Wegener seine wegweisende Anschauung auch damit begründet, wie sedimentäre Verbreitungsmuster und damit Ablagerungsräume

und letztlich damit klimageographische Räume untereinander in Beziehung stehen. Für die Rekonstruktion der Lage der Kontinente und Ozeane in der geologischen Vergangenheit hat er sich dabei auf die Verbreitung der heutigen Klimagürtel und ihrer daraus abgeleiteten Verbreitung in der geologischen Vergangenheit gestützt. Eingehende Diskussionen zu diesen Fragen führte er mit dem damals bedeutendsten Klimatologen, Wladimir Köppen, der in leitender Position an der Norddeutschen Seewarte in Hamburg (dem heutigen Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie, BSH) arbeitete und der sein Schwiegervater wurde.

Beide Wissenschaftler haben auf diesen gemeinsamen Diskussionen aufbauend ein umfangreiches Werk über die „Klimate der geologischen Vorzeit“ 1924 verfasst. Darin werden sehr detailliert pflanzengeographische und tiergeographische Verbreitungsmuster sowie klimasignifikante Ablagerungsräume und Sedimente, wie beispielsweise Gips oder Kohlen für unterschiedliche geologische Zeitalter dargestellt und in den dynamischen Kontext der sich ändernden Land-See-Konfiguration, die wir heute unter dem Begriff der Plattentektonik verstehen, in Zusammenhang gebracht. Es ist höchst bemerkenswert, mit welcher umfangreichen Detailkenntnis, sowohl das Klimasystem betreffend, als auch die historische Geologie mit all ihren dazugehörigen Disziplinen betreffend, diesem 1924 erschienenen Buch bereits zugrunde liegen. Mit unglaublicher Akribie und Gründlichkeit werden hier Daten präsentiert, die noch heute von unschätzbarem Wert sind, zumal die ursprüngliche Ausgabe dieses Klassikers der Paläo-Klimaforschung auch fast nicht mehr antiquarisch erhältlich ist.

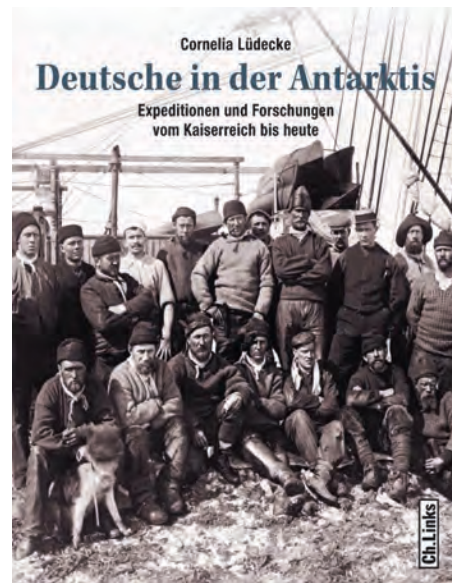
Besondere Aufmerksamkeit verdient das Kapitel über die Klimageschichte des Quartärs. Hier sind die grundlegenden Überlegungen des serbischen Paläo-Klimaforschers Milankovic eingeflossen, der in freundschaftlicher Beziehung zu beiden Wissenschaftlern stand und ihnen Unterlagen sowie Abbildungen zur Verfügung stellte. Wegener und Köppen haben aufbauend auf dieser uns als „Milankovic-Theorie“ bekannten Hypothese die Klimaschwankungen des Quartärs verfeinert und die von Milankovic für einzelne Breitenzonen der Erde für das Quartär berechneten Insolationsstärken übernommen. So konnten die quartären Wechsel von Eis- und Warmzeiten erstmals in eine präzise definierte Zeitskala eingeordnet werden. Dem Nachdruck der Erstausgabe sind auch die Ergänzungen und Berichtigungen Wladimir Köppens aus dem Jahre 1940 beigegeben, in denen die theoretischen Überlegungen beider Autoren aus dem Jahre 1924 durch inzwischen erfolgte geologische Beobachtungen bestätigend ergänzt werden. Ausführliche Indices des deutschen Faksimiles und der Übersetzung ins Englische erleichtern den Zugang zu den einzelnen Themenfeldern.

Es ist das große Verdienst der Herausgeber diesen umfangreichen, wissenschaftlichen Schatz durch eine sehr gelungene Übersetzung durch Bernhard Oelkers, dem es sehr einfühlsam gelungen ist, den Stil und Ausdruck der Wortwahl der damaligen Zeit in der Übersetzung beizubehalten, der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft wieder zugänglich gemacht zu haben. Man ist beim Lesen dieses Werkes stellenweise zutiefst „erschüttert“, welches umfangreiche Wissen zur damaligen Zeit bereits vorhanden war, von dem man meinen könnte, es sei erst in der zweiten Hälfte oder gar im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts zutage gefördert worden.

Neben diesem inhaltlichen Lesegenuss ist das Buch auch ein optischer Genuss, in dem Faksimile und die Übersetzung, textlich und stilistisch klar voneinander getrennt, dennoch eine wunderbare Einheit bilden. Es kann allen, die an paläoklimatischen Fragen interessiert sind, nur wärmstens zum eingehenden Studium empfohlen werden.

Christian Dullo, GEOMAR Kiel

Lüdecke, Cornelia: Deutsche in der Antarktis. Expeditionen und Forschungen vom Kaiserreich bis heute. Ch. Links Verlag, Berlin, 2015, 1-221, zahlreiche s/w Abb., Hardcover (ISBN 978-3-86153-825-7) € 30,00.



Die Meteorologin und Privatdozentin für Geschichte der Naturwissenschaften an der Universität Hamburg, Cornelia Lüdecke, befasst sich seit langem mit der Geschichte der Deutschen Polarforschung. Sie gründete 1991 den Arbeitskreis Geschichte der Polarforschung innerhalb der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung, den sie seither leitet. Bekannt wurde sie als Autorin und Herausgeberin mehrerer Bücher zur Polargeschichte.

Ihr neuestes Buch „Deutsche in der Antarktis. Expeditionen und Forschungen vom Kaiserreich bis heute“ behandelt anders als es der Titel vermuten lässt, schwerpunktmäßig die drei großen deutschen Antarktisunternehmen vor dem 2. Weltkrieg. Es wendet sich an einen breiten Leserkreis. Jedem Kapitel wird ein kurzer Abriss des politischen Hintergrundes der jeweiligen Expedition vorangestellt. Auf die benutzten Quellen wird sehr genau in den Anmerkungen am Schluss des Buches eingegangen. Im Text sind diese kapitelweise durch Nummerierung markiert, wo durch die Lesbarkeit des flüssig geschriebenen Buches nicht gestört wird. In separaten „Kästen“ werden biografische Angaben zu den Expeditionsleitern gemacht und Details der Expeditionsschiffe mitgeteilt. Der Anhang enthält neben den Anmerkungen umfassende Literatur-, Quellen- und Abkürzungsverzeichnisse, Personen- und geographische Register, den Abbildungsnachweis und eine Zeittafel zur Geschichte der deutschen Antarktisforschung.

Im ersten Teil werden auf ca. 130 Seiten detailliert behandelt:

- die erste Deutsche Südpolarexpedition des „Gauß“ unter Leitung von Erich von Drygalski (1901-1903),
- die von Wilhelm Filchner geleitete zweite Deutsche Antarktische Expedition der „Deutschland“ (1911-1912) und
- die Deutsche Antarktische Expedition (DAE) der „Schwabenland“ (1938-1939), geleitet von Alfred Ritscher.

Über weite Strecken folgen die Schilderungen den entsprechenden Expeditionsberichten, die in gut lesbarer Form zusammengestellt wurden. Daneben gibt die Autorin aber auch viele bisher unbekannte Details und Hintergrundinformationen wider, die sie durch intensive jahrelange Recherchen in Archiven und privaten Nachlässen sowie durch persönliche Informationen von Protagonisten oder deren Angehörigen und Nachkommen erhalten hat.

Die „Gauß“-Expedition war eine von offiziellen Regierungsstellen unterstützte und großzügig ausgerichtete Unternehmung, die großen wissenschaftlichen Erfolg hatte – das Expeditionswerk umfasst 20 Bände und 2 Atlanten – die politisch jedoch das vom Kaiser gesteckte Ziel des deutschen Vorstoßes in Richtung Südpol nicht erreichte. Erich von Drygalskis Expedition ist als eine der letzten im humboldtschen Sinne universell unterwegs. Den Wissenschaftlern lässt der Leiter weitgehend die Freiheit der Wahl des Forschungsgegenstandes und der Methode. Jedes Expeditionsmitglied erfüllt seine spezielle Aufgabe, was erfolgreich zur Vermeidung von Spannungen zwischen den Teilnehmern beiträgt.

Ganz anders ist die Situation auf der „Deutschland“ während der zweiten Deutschen Antarktisexpedition, die ohne staatliche Unterstützung auf Initiative von Wilhelm Filchner und unter dessen Leitung zustande kommt. Die Expeditionsteilnehmer bilden Fraktionen, Filchner hat nur wenige Vertraute, der Zugang zum Alkohol scheint unkontrolliert. Die Autorin fand genauere Angaben zu den Todesumständen des Schiffskapitäns Vahsel und des 3. Offiziers Slossarzyk, die bisher nicht im Detail bekannt waren. Die Expedition endet im Zerwürfnis der Teilnehmer; eine gemeinsame Veröffentlichung der wissenschaftlichen Ergebnisse kommt nicht zustande.

Die Deutsche Antarktisexpedition 1938/39 ist wiederum eine staatlich geförderte. Sie soll deutsche Interessen am Walfang und an antarktischen Territorien begründen. Mit Flugbooten, die mit Reihenaufbau-Kameras ausgestattet sind, wird ein ca. 600 000 km² großer Teil des antarktischen Kontinents kartiert oder zumindest eingesehen. Die Ergebnisse werden in zwei Bänden teilweise erst nach dem 2. Weltkrieg veröffentlicht. Ein spannendes Detail versteckt sich hinter dem letzten Satz von Flugkapitän Schirmacher im Bericht über den ersten Fotoflug der DAE am 20.1.1939: „*Pfeile und Flaggen wurden wie angeordnet abgeworfen*“. Frau Lüdecke fand heraus, dass die Expedition nicht wie auf der „Vorläufigen Übersichtskarte des Arbeitsgebietes der Deutschen Antarktischen Expedition 1938/39“ dargestellt, Markierungspfeile an den Umkehrpunkten der Flüge abgeworfen hat, sondern dass sämtliches Markierungsmaterial als überflüssiger Ballast in einer kritischen Situation beim ersten Bildflug über Bord ging, worüber man Stillschweigen bewahrte.

Im 2. Teil wird auf lediglich ca. 20 Seiten die Entwicklung der deutschen Antarktisforschung nach dem 2. Weltkrieg angerissen. Hier stützt die Autorin sich weniger als im ersten Teil auf eigene

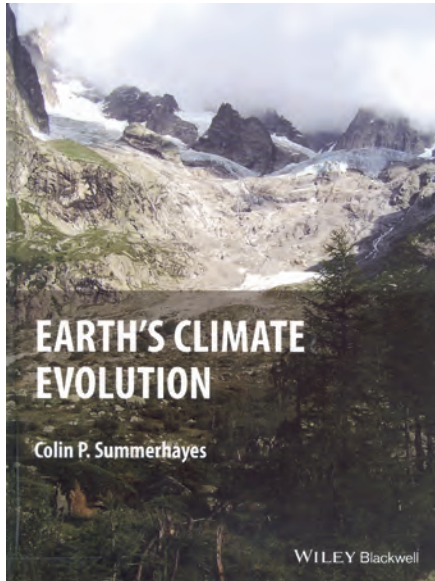
Recherchen sondern greift im Wesentlichen auf publiziertes Material zurück. Sie gibt damit eine Übersicht über die recht umfangreiche existierende Literatur zu diesem Thema. Marine Arbeiten in der Antarktis werden nicht erwähnt. Ein abschließendes Kapitel geht auf die Zukunft der Antarktisforschung ein.

Frau Lüdecke gibt mit ihrem Buch dem interessierten Leser eine umfassende Sammlung von publizierten und unveröffentlichten Quellen in die Hand, die es ihm ermöglicht, die Einzelheiten der Darstellung teilweise selbst im Original nachzuschlagen. Dabei werden leider einige – bei einem so umfassenden Werk wohl unvermeidbare – Ungenauigkeiten offenkundig. So hielt Georg von Neumayer seine Rede zur Entsendung einer deutschen Südpolarexpedition nicht am 24., sondern bereits am 23. Juli 1865 vor der „Versammlung Deutscher Meister und Freunde der Erdkunde“ in Frankfurt/Main; der Robbenfangdampfer, der Filchner bei Arbeiten auf Südgeorgien unterstützte, hieß „Undine“, nicht wie wiederholt angegeben „Udine“; die „Schwabenland“ war auf ihrer Rückreise nicht Anfang Februar sondern erst im März 1939 in Kapstadt und die höchsten Berge des „Neuschwabenlandes“ wurden von der DAE nicht im zentralen Wohlthatmassiv sondern im Mühlig-Hofmann-Gebirge angetroffen, was auf der vorläufigen Übersichtskarte der Deutschen Antarktischen Expedition 1938/39 entsprechend gekennzeichnet ist. Günter Skeib war zur Zeit der Brandkatastrophe am 2./3. August 1960 nicht in Mirny, wie die Autorin schreibt, sondern bis zum 6. August auf der Drygalski-Insel. Die Ablösung der letzten vollständigen DDR-Mannschaft von der „Georg-Forster-Station“ erfolgte mit „Polarstern“ nicht im Südherbst 1990 sondern im März 1991. Die Saisongruppe, die zur 4. DDR-Antarktisexpedition gestoßen ist, kam im Südsommer 1991 und nicht 1992 auf die „Georg-Forster-Station“. Entsprechend fand die Erstbesteigung des Ritscher-Gipfels am 17.12.1991 statt. Die Aussage, dass auf der „Georg-von-Neumayer-Station“ 1990/91 „weltweit erstmals“ Windenergie für eine Antarktisstation genutzt wurde, ist so nicht richtig. Auf der sowjetischen Station „Nowolassarskaja“ wurden serienmäßige Windgeneratoren vom Typ АБЭУ 6 mit einer Leistung von bis zu 7,5 kW bereits seit der 27. Sowjetischen Antarktisexpedition 1982 eingesetzt. Die Pfeiler der Neumayer-Station III werden nicht, wie die Autorin schreibt, jedes Jahr verlängert, sondern in einem speziellen Verfahren auf ein höheres Fundamentniveau angehoben, worin gerade die Besonderheit der Konstruktion liegt. Auf antarktischem Eis werden keine Meteore, sondern Meteoriten gesammelt. Das Expeditionsschiff der Deutschen Südpolarexpedition hieß „der Gauß“, was im Buch auch erwähnt wird. Warum die Autorin nicht den historischen Begriff benutzt, sondern das Schiff durchgängig als „die Gauß“ bezeichnet, bleibt unklar.

Trotz der genannten Ungenauigkeiten ist das Buch eine lesenswerte Zusammenfassung deutscher Arbeiten in der Antarktis. Es ist mit ausgezeichneten Reproduktionen bekannter und teilweise unveröffentlichter Fotografien hervorragend ausgestattet. Mehrere der im Abbildungsnachweis als Privat- oder Archivbesitz gekennzeichneten Fotos sind bereits früher veröffentlicht worden. Für besonders interessierte Leser wird die Fülle der Quellen- und Literaturangaben als Findbuch für eigene Recherchen nützlich sein. Bei einem derart umfassenden Band wird man über etliche Druckfehler und eine seitenverkehrt reproduzierte Fotografie gern hinwegsehen.

Diedrich Fritzsche, Potsdam

Colin P. Summerhayes: Earth's Climate Evolution. John Wiley & Sons, Ltd., Oxford/UK, 2015, 1-394, figs., (incl. Appendix and Index), (ISBN978-1-118-89739-3), Hardcover 81.00 €, E-book 72.99 €



Nowadays we are so frequently swamped with gloomy weather and climate reports that people only rarely take the time to provide an overview of the earth's climate evolution in the past with the aim of providing an outlook into the future. Colin P. Summerhayes, working as an emeritus associate of the Scott Polar Research Institute of Cambridge University, can draw on his experiences from scientific posts in New Zealand, South Africa, the UK, the USA and France, in science, management and industry to paint a broad picture of climatic changes in the past and to trace the attempts of historic figures to unravel a complex and complicated, and in many aspects an unresolved chapter of the history of planet Earth.

The chapter headings of the book reveal that the author considers „icy“ climates one of the most important expressions of climate, and hence it is appropriate to review this book for POLARFORSCHUNG. Of the book's 14 chapters, four are devoted to cold climatic phases. They cover subjects such as „The Great Cooling“, „Ice Age Cycles“, „Into the Ice House“, „Solving the Ice Age Mystery“ and „Medieval Warming, the Little Ice Age and the Sun“, but many of the other chapters naturally also allude to the climatic extremes that find their expression in glaciated polar regions. The book has been built around a historic approach, following the evolution of ideas on phenomena and causes of climatic change as they developed through time. This gives the author an opportunity to address the contributions of many of the leading scientific figures to climate studies and paleoclimate research as they emerged through time.

One of the attractive aspects of the book is its illustrations of many of the eminent scientists contributing to this type of research, each name and picture then further explained in a short text box mentioning the main facets of the scientist's life as well as his contribution to climate science. The list comprises geologists, geophysicists, oceanographers, mete-

orologists and paleoclimatologists. There are 32 researchers described this way, ranging from historic figures like James Hutton, George Cuvier, Alexander von Humboldt and Charles Lyell to modern representatives such as Cesare Emiliani, Nicholas J. Shackleton, Peter Barrett, Wallace Smith Broecker, John Imbrie, Hans Oeschger, Willi Dansgaard and Bill Ruddiman. The entire list covers many nationalities, but has a slight slant in favour of the anglosaxon academic environments. Asian contributions are almost not mentioned. Mikhael Budyko is listed for Russia, but not Vladimir Kotlyakov; one would also have expected that James D. Hays and William W. Hay – both from the US – as well as Jean-Claude Duplessy from France could have been listed.

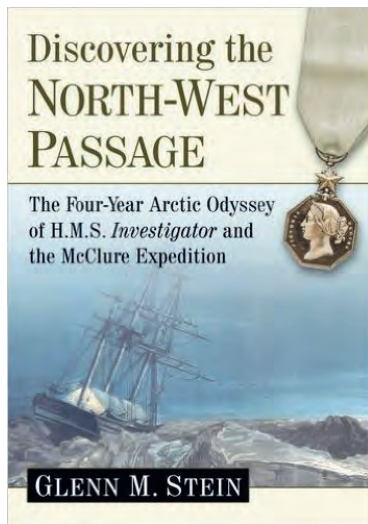
No book of this type can cover all scientific angles of the subject of climate change, but it is important to explain which philosophical frame the author has been following. In the introduction Colin Summerhayes points to the fact that there is a very close relationship between the presence of greenhouse gases in the atmosphere and climate, and he lets his story start approximately 450 million years ago when land plants began to appear and when there was an intensive interaction between the Earth's biosphere and climate. His 14 chapters cover most aspects of the phenomena of climate change during the Phanerozoic, as well as discussions of the causes and consequences of climate change. However, „ice ages“ as climatic extremes had also developed several times during the Precambrian – with the late Precambrian „Snowball Earth“ as the extreme of the extremes, when the biosphere (and the Earth's atmosphere) was completely different.

For the youngest geological past, climatic fluctuations between ice ages („ice house“) and interglacials („warm house“) seem to have been controlled by variations of the geometry of the Earth's orbit around the sun and their control of the insolation. This was first hypothesized in the 19th century, but emerged in earnest only in the 20th century (Milankovitch). The Milankovitch-frequencies seem to drive Late Quaternary climate change, but many unresolved problems remain. For example, the switch from the obliquity driven cyclicality during the Early Pleistocene to the eccentricity-dominated patterns of alternating Glacials and Interglacials has hitherto eluded a proper explanation. The same applies to the relatively stable thresholds when climate is returning fast to its warmer or colder conditions once it has reached an extreme. These are only a few examples of open problems, but the book makes the reader inquisitive to dive deeper into climate and paleoclimate problems.

The text has been written in a style and language, which can easily be understood by scientists as well as laymen; it contains a large number of figures and an extensive reference list. The book is reasonably priced and the buyer gets a lot of information on the evolution of the earth's climate through time, both in the form of data and historic descriptions as well of the „actors“ in climate research.

Jörn Thiede, Saint Petersburg / Kiel

Glenn M. Stein: Discovering the North-West Passage: The Four-Year Arctic Odyssey of H.M.S. Investigator and the McClure Expedition. McFarland & Company, Jefferson NC, USA, 2015, 1-37, Softcover print ISBN: 978-0-7864-7708-1, US \$ 39,95; Ebook ISBN: 978-1-4766-2203-3, US \$ 16,66.



Als John Franklin 1845 mit den Schiffen „HMS Erebus“ und „HMS Terror“ zur Suche nach der Nordwestpassage aufbrach, ahnte niemand, dass diese nach modernsten Gesichtspunkten ausgestattete Expedition nicht mehr zurückkehren würde. Da 1848 noch immer keine Nachricht von Franklin in England eingetroffen war, begann in der Arktis die seinerzeit größte Suchaktion. Vor allem war es Franklins Ehefrau, die an das Überleben ihres geliebten Mannes glaubte und mehrere Suchexpeditionen initiierte. Karl Brandes, Kustos der Königl. Bibliothek zu Berlin, listete in seinem 1854 erschienenen Buch insgesamt 25 Expeditionen auf, die vom 30. Januar 1848 bis 6. Mai 1854 zur Suche nach Franklin aufbrachen und u.a. von renommierten Expeditionsleitern wie John Rae, James Clark Ross oder seinem Onkel John Ross geleitet wurden (BRANDES 1854).

Allein im Jahr 1850 starteten acht Expeditionen mit insgesamt 15 Schiffen, darunter befand sich auch Robert John Le Mesurier McClure auf der HMS „Investigator“. Er hatte bereits 1848-1849 als erster Offizier auf der von James Clark Ross geleiteten Suchexpedition an Bord der „HMS Enterprise“ arktische Erfahrung gesammelt. Nun sollte McClure, inzwischen zum Kapitän aufgestiegen, nach der verschollenen Franklin-Expedition auf dem Weg von der Beringstraße im Westen bis hin zur Baffin Bay im Osten suchen. Mit an Bord hatte er den Herrnhuter Missionar Johann August Miertsching, der als Dolmetscher zwischen den Briten und den Eskimos diente.

Der amerikanische Polarhistoriker Glenn M. Stein widmet sich in seinem Buch ausführlich dieser Suchexpedition. Anhand von Publikationen, sowie unzähligen unveröffentlichten Archivquellen und Tagebüchern des Expeditionsleiters, des Schiffszurtes, des Zimmermanns, des Dolmetschers sowie anderen blickt er hinter die offizielle Darstellung und beschreibt die menschliche Seite der Ereignisse. Dafür wertet Stein alle verfügbaren Informationen aus, um die Charaktere der handelnden Personen bis hin zum einfachen Seemann

detailliert darzustellen und um ihre jeweiligen Aktionen zu verstehen. Damit macht sich Stein nach eigener Aussage zum Verwalter der Erinnerungen an die „Investigator“-Expedition („to be the caretaker of the Investigators' memories“, STEIN 2015: 1).

Das Buch ist sehr spannend geschrieben. Immer wieder werden Bemerkungen über die Auswirkungen der Handlungen eingestreut, die Hinweise auf spätere Kapitel geben. Anhand seines umfangreichen Hintergrundwissens zeichnet Stein die Ereignisse auf der „HMS Investigator“ detailliert nach. Damit gibt der Autor erstmals einen ausführlichen Einblick in die tatsächlichen Abläufe, denn in McClures offiziellem Bericht blieben viele Ereignisse im Verborgenen, um seine Karriere als Kapitän und Expeditionsleiter auf Kosten anderer voranzutreiben. Selbst Miertschings Reisebeschreibung, die 1855 in Deutschland veröffentlicht wurde, beruht hauptsächlich auf den Angaben des Kapitäns (MIERTSCHING 1855).

Erst durch Steins Recherchen erfahren wir, dass es erhebliche Spannungen zwischen McClure und dem Schiffszur Alexander Armstrong gab. Beispielsweise zeigt der Autor Widersprüche auf, die sich durch ihre unterschiedliche Beschreibung der Fleischvorräte ergaben, als über 700 Pfund verdorbene Fleischdosen weggeworfen werden mussten. Dies sollte sich später als unersetzbarer Verlust herausstellen. Stein gibt alle zusammengetragenen Meinungen über diesen Vorfall kommentarlos wider. Auch Fehlentscheidungen deckt er auf und stellt sie wertfrei dar. So kann sich der Leser seine eigene Meinung bilden, was Steins wissenschaftshistorische Darstellung von manchen anderen Expeditionsbeschreibungen positiv hervorhebt. Allerdings wirken jedoch einige Beschreibungen zu detailverliebt, wie zum Beispiel die Namensgebung des Haswell Points, die eher in eine Fußnote gehörten.

Die Expedition an Bord der „HMS Investigator“ steckte insgesamt vier Winter in der Nordwestpassage fest. Skorbut und andere Gesundheitsprobleme forderten ihren Tribut und es kam zu Todesfällen. McClure war jedoch sehr daran gelegen, den Gesundheitszustand seiner Mannschaft zu beschönigen. Schließlich trafen sie mit einer vom Osten kommenden Suchexpedition an Bord der „HMS Resolute“ zusammen. Beide Mannschaften verließen im Mai 1854 ihre im Eis eingeschlossenen Schiffe in Richtung Osten wobei McClure alles daran setzte, dass beim Aufbruch nur sein eigenes Tagebuch mitgenommen wurde.

Nach London zurückgekehrt, musste McClure zunächst vor Gericht den Totalverlust der „HMS Investigator“ erklären. Später beanspruchte er den ausgelobten Preis für die Entdeckung der Nordwestpassage für sich, da er den Weg von West nach Ost geschafft habe und zeigen konnte, dass die Passage nicht schiffbar sei. Allerdings brachte Francis Leopold McClintock 1859 eine Nachricht über Franklins Tod mit, die er in einem Steinhäufen auf King William Island gefunden hatte und die andeutete, dass Franklin eine Passage durch die ostkanadische Inselwelt gefunden hatte. Deshalb gebührte ihm der Ruhm für die Entdeckung der Nordwestpassage.

Im letzten Kapitel geht der Autor noch darauf, ein wie nach 160 Jahren am 25. Juli 2010 die „HMS Investigator“ in der Mercy Bay acht Meter unter der Wasseroberfläche gefunden wurde.

Steins chronologische Zusammenstellung gibt alle von ihm zusammengetragenen Informationen wider, die zudem auf 44 Seiten in über 1500 Fußnoten weiter vertieft werden. Darüber hinaus liefert der Anhang biographische Angaben zur Crew der „HMS Investigator“ bzw. Informationen über das Design der verliehenen Polarmedaillen zwischen 1818 und 1855. Ein ausführlicher Index rundet die Darstellung in gelungener Weise ab.

Das Buch ist mit zahlreichen zeitgenössischen Abbildungen und Fotos von Polarmedaillen illustriert. Sein einziger Mangel sind fehlende Detailkarten, in denen die im Text erwähnten Orte verzeichnet sind. Wer sich mit dieser Franklin-Sucher-Expedition näher beschäftigen möchte, dem sei dieses Buch wärmstens empfohlen. Mir ist kein ausführlicheres Werk zu diesem Thema bekannt.

PS: Im September 2014 wurde die „HMS Erebus“ im östlichen Queen Maud Golf gefunden und im September 2016 die „HSM Terror“ in der Terror Bay an der Westküste von King William Island (URL 1, URL 2).

Literatur / Internetlinks

Brandes, K. (1854): Sir John Franklin die Unternehmungen für seine Rettung und die nordwestliche Durchfahrt: nebst einer Tabelle der arktischen Temperaturen von H.W. Dove und einer Karte von Henry Lange.- Berlin, Nicolai, 1-312.

Miertsching, J.A. (1855): Reise-Tagebuch des Missionars Joh. Aug. Miertsching: welcher als Dolmetscher die Nordpol-Expedition zur Aufsuchung Sir John Franklins auf dem Schiff Investigator begleitete, in den Jahren 1850 bis 1854, mit einer Charte.- Gnadau, Verlag der Unitäts-Buchhandlung bei H.L. Menz und in Commission bei E. Kummer in Leipzig, 1-196.

URL 1: HMS Erebus gefunden (angesehen am 13.9.2016)
<http://www.marinelink.com/news/discovered-expedition378449.aspx>
 URL 2: HMS Terror gefunden (angesehen am 13.9.2016)
<http://www.maritime-executive.com/article/wreck-of-hms-terror-found>

Cornelia Lüdecke, München

Frank Berger: JULIUS PAYER – Die unerforschte Welt der Berge und des Eises. Bergpionier – Polarfahrer – Historienmaler. Tyrolia-Verlag, Innsbruck/Wien, 2015, 1-267 S. (ISBN 978-3-7022-3441-6) 24,95 €.

Im Jahr 2015 legte Frank Berger, Historiker mit den Schwerpunkten Wissenschaftsgeschichte und Geschichte der Polarforschung und Kurator am Historischen Museum Frankfurt/Main, eine Biografie über den Polarforscher Julius Payer (1841-1915) vor. Ein Grund für die Entstehung dieses Werkes war vermutlich der Umstand, dass sich Payers Tod in diesem Jahr zum 100. Mal jährte.

Der Druck wurde gefördert durch die Südtiroler Landesregierung, Abteilung Deutsche Kultur und die Abteilung Kultur im Amt der Tiroler Landesregierung. Die Veröffentlichung selbst übernahm die Verlagsanstalt Tyrolia Innsbruck/Wien It. Internetseite der bedeutendste österreichische Verlag für Religion und Theologie. Es handelt sich mithin um ein deutsch-österreichisch-südtirolerisches Kooperationsprojekt, über dessen Zustandekommen der Leser leider nichts Näheres erfährt.

Als einzige größere Vorgänger-Studie zum Thema Payer liegt die Arbeit von Martin Müller mit dem Titel „Julius von Payer“



vor. Jenes Buch umfasst 195 Seiten und gliedert sich in sieben Teilen und zwanzig Kapitel. Es erschien schon vor einem halben Jahrhundert, vielleicht anlässlich des 115. Geburtstags Payers, in der Wissenschaftlicher Verlagsgesellschaft Stuttgart im Jahr 1956. Müllers Werk besitzt den Charakter einer traditionellen historistischen Biografie, die ihren Ursprung im 19. Jahrhundert hat. Konzentriert auf Männer von vorgeblicher historischer Größe, wollten Vertreter dieser Form biografischer Forschung auf dem Wege des intuitiven Verstehens und auf Grundlage von Primärquellen den Sinn der Handlungen ihrer „Helden“ verstehen. Diese wurden aus heutiger Sicht verzerrt als *homines clausii*, d.h. als Menschen angesehen, die völlig losgelöst von ihrem gesellschaftlichen Hintergrund agierten.

Bergers Werk hat einen Umfang von 267 Seiten und lässt sich in drei Teile gliedern. Die drei Teile bestehen aus insgesamt 20 Kapiteln und folgen einer chronologischen Gliederung. Dem ersten Teil kann der Leser abgeleitet vom Titel die Bezeichnung „Bergpionier“ geben. Dieser Teil besteht aus vier Kapiteln (unter Einschluss des Kapitel „Familie und Militärlaufbahn“), reicht von S. 7 bis 57 und umfasst mithin 50 Seiten. Der zweite Teil, den der Leser „Polarfahrer“ nennen kann, reicht von S. 58 bis 164, besteht aus sieben Kapiteln und umfasst 106 Seiten. Der dritte Teil, der den Titel „Historienmaler“ verdient, beginnt auf S. 165 und endet auf S. 258. Er besteht aus acht Kapiteln unter Einschluss der Passagen „Fanny Kann. Die Liebe aus Frankfurt“ und „Tod und Nachleben“ und umfasst also 93 Seiten. Der Schwerpunkt von Bergers Ausführungen liegt demnach auf dem zweiten und dem dritten Teil, dem Berufs- und Privatleben Payers.

Dieser Schwerpunktsetzung entspricht auch der Zielsetzung von Bergers Biografie. Sie besteht darin, den „ganzen Payer“ unter Einschluss der bisher wenig erforschten zweiten Lebenshälfte und unter Berücksichtigung seiner dritten beruflichen Karriere als Historienmaler „vorzustellen“. Davon erfährt der Leser allerdings erst auf S. 253.

Theoretische und methodische Reflexionen, d.h. Überlegungen zur Relevanz Payers und Vorstellungen wozu eine Biografie dienen soll und wie sie geschrieben werden soll,

enthält auch die Arbeit von Berger nicht. Entsprechend finden sich darin auch keine Verweise auf seinen Standpunkt in der biografischen Debatte in den Geschichtswissenschaften. Er scheint – so viel kann nach der Lektüre gesagt werden – ähnlich wie das Werk Müllers eher der traditionellen historischen Biografie statt dem modernen, in den 1980er Jahren aufkommenden Konzept der neuen historischen Biografie zuzuneigen (z.B. HERBERT 1996, SZÖLLÖSI-JANZE 1998).

Daher verzichtete auch Berger in seiner Arbeit auch darauf, die für den Sinn der Handlungen in Payers Lebensabschnitten jeweils relevanten politik-, sozial-, kultur-, wissenschafts- und technikgeschichtlichen Zusammenhänge multiperspektivisch zu analysieren und diesen Handlungssinn jeweils darauf zu beziehen bzw. in Bezug darauf einzuordnen. Folgerichtig unterlässt er es auch, Payers Handlungen die einem Forscher- und Künstlerleben im 19. und frühen 20. Jahrhundert angemessene Autonomie einzuräumen.

Methodisch ist positiv hervorzuheben, dass Berger entsprechend ganz in der Tradition der historistischen Biografieforschung sich mit den im Österreichischen Staatsarchiv insbesondere der in dessen Abteilung Kriegsarchiv aufbewahrten Quellen zu Payer sowie mit den in der Autografensammlung der Österreichischen Nationalbibliothek befindlichen Briefen u.a. von Payer und seiner Frau auseinandergesetzt hat. Für die Darstellung der Herkunft und Jugend greift Berger allerdings auf Sekundärliteratur aus der jüngeren tschechischen Regionalgeschichtsschreibung zurück. Ähnlich geht er vor, wenn er die kartografischen und die damit verbundenen alpinistischen Anstrengungen anhand der Aufsätze von Payer zu diesem Thema verwendet. Ein solches Vorgehen ist legitim, weil sich – wenn es um die Darstellung von wichtigen Persönlichkeiten im 19. Jahrhundert geht – erfahrungsgemäß kaum schriftliche Quellen über die frühen Jahre des jeweiligen Helden erhalten haben. Weniger legitim ist es aber, dass Berger für seine Arbeit nicht mindestens die Nachlässe von Carl Weyprecht und von August Petermann, die auch im Wiener Kriegsarchiv respektive in der Forschungsbibliothek Gotha und im Archiv für Geographie des Instituts für Länderkunde Leipzig aufbewahrt werden, für seine Studie herangezogen hat. Ähnlich kritisch ist es zu bewerten, dass Berger nicht den im Staatsarchiv Bremen aufbewahrten Bestand der Geographischen Gesellschaft, ehemals Verein für deutsche Polarfahrt, für sein Thema ausgewertet hat. Schon bei der Quellenwahl wirkt sich also der historistische Blick Bergers nachteilig auf seine Ergebnisse aus.

Etwas bedenklich ist es, dass Berger auch in der Strukturierung des Materials der historistischen Biografieforschung folgt. Indem er sein Werk unreflektiert chronologisch gliedert und ähnlich wie Müller das Leben Payers in die Abschnitte „Bergpionier“, „Polfahrer“ und „Historienmaler“ einteilt, hat er sich den Blick auf eine Einteilung der Biografie Payers etwa nach sozialen Rollen, mit denen möglicherweise ein höheren Erkenntnisgewinn verbunden gewesen wäre, verstellt.

Zum wissenschaftlichen Apparat ist ferner kritisch anzumerken, dass er nur ca. 220 Textverweise auf verwendete Quellen – und Literatur umfasst. Das Quellen- und Literaturverzeichnis selbst, das nicht zwischen Archivalien, gedruckten Quellen und Sekundärliteratur trennt, enthält nur sechsundzwanzig Titel. Auch wenn man das Verzeichnis von Payer verfasster Literatur

mit vierundzwanzig Positionen hinzurechnet, ist es mit gut fünfzig Titelnachweisen nicht gerade umfangreich ausgefallen. Schon dieser Umstand weist darauf hin, dass Berger auf eine Untersuchung der jeweiligen Kontexte der Handlungen Payers weitgehend verzichtet hat. Stattdessen bleibt er mit seiner Darstellung sehr eng an seinem „Helden“.

Zu loben ist am ersten Teil der Darstellung Bergers indessen, dass sie – wie im Übrigen auch die beiden anderen Teile – flüssig und lesbar geschrieben ist. Umso ärgerlicher ist es, wenn der Autor an einigen Stellen seltsame Formulierungen verwendet. So verwendet er auf Seite 14 den anachronistischen Ausdruck „deutscher Bruderkrieg“ statt den akzeptierten Begriff „Deutscher Krieg von 1866“. Auch neigt er gelegentlich zur Übertreibung, wenn er auf Seite 55 schreibt, dass die zweite berufliche Karriere Payers in der Polarforschung seine „Bekanntheit ins schier Unermessliche“ steigern sollte.

Negativ schlägt auch zu Buche, dass die Gründe für Payers Hinwendung zum Militär und vor allem zum Bergsteigen und Erforschen von Gebirgen u.ä. nur im Ansatz untersucht werden. So bleibt es z.B. ungeklärt, ob Payers Vater und John Franklin (S. 9) tatsächlich Vorbilder für den jungen Julius waren oder aber, ob es sich bei ihnen um Versatzstücke einer Payer-Apologie handelt, die auf diese Weise die Legendenbildung in Bezug auf ihren Helden nach Kräften gefördert hat. Im Übrigen werden Payers Teplitzer Kindheit, seiner Schullaufbahn auf der Unterrealschule und im Kadetteninstitut, seine frühe militärische Laufbahn, seine Teilnahme am Deutschen Krieg 1866 von Berger nur erzählt, nicht aber in eine systematische Untersuchung mit Bezug auf die damals wirkenden Kontexte bezogen. Was bedeutete z.B. um 1840/50 die Kindheit in einer Hoteliersfamilie im Raum Teplitz, was der Besuch einer Realschule und einer Kadettenanstalt. Welcher Art war dort die Ausbildung der Eleven? Zu was berechtigten die Abschlüsse dieser Schulen genau? Immerhin nennt Berger Ross und Reiter, wenn er auf den Seiten 15 bis 19 die Förderer des beruflichen Werdegangs Payers, den liechtensteinischen Offizier und Maler Moritz Menzinger und den General und späteren Reichskriegsminister Franz Freiherr Kuhn von Kuhnberg, vorstellt.

Positiv ist außerdem die genaue Darstellung Bergers von Payers kartografischen bzw. alpinistischen Unternehmungen in das Großglockner-Gebiet, in die Adamello- und Presenella-Gruppe (1864 und 1868) sowie in die Ortlergruppe, seine „Heimat“ (1865-1868) hervorzuheben. Allerdings ist ihm die Beschreibung zu dicht geraten. So sind die Kapitel zu Payers alpinistischen Aktivitäten auch bestimmt durch eine Detailbesessenheit (tage- bzw. stundenweise Darstellung der Unternehmungen unter Berücksichtigung von Mahlzeiten und Gesundheitszustand). Darunter leidet die Analyse der Motivation Payers für diese fraglos mühe- und gefährvollen Unternehmen. Daher werden die folgenden wichtigen Fragen nur ansatzweise oder gar nicht beantwortet: Warum besaß Payer diesen Leistungswillen? Aus welchen Gründen konzentrierte er sich so völlig auf diese Unternehmungen? War es Neugier, gepaart mit Aufstiegswillen? Wenn ja, woher kam dieser Wille? Wieso hatte Kakanien ein Interesse daran, die von ihm beherrschten Alpengebiete zu kartografieren? Negativ ist des Weiteren noch zu vermerken, dass Berger anders noch als Müller (S. 43) auf eine Darstellung und Bewertung der kartografischen Leistungen Payers verzichtet.

Im zweiten Teil seines Werks gelingt es Berger sowohl die Zweite Deutsche Nordpolarfahrt, als auch die Isbjörn-Expedition und die Österreichisch-Ungarische Nordpolarexpedition ereignisgeschichtlich korrekt und jeweils mit einer wenigstens im Ansatz einordnenden Würdigung ihrer wissenschaftlichen Ergebnisse darzustellen. Ethisch bedenkliche Verhaltens- und Handlungsweisen seines Helden benennt er im Unterschied zu anderen historischen Biografien deutlich und nimmt bei ihrer Bewertung kein Blatt vor dem Mund. Dies wird deutlich in der Darstellung der Vorgänge um die Benennung des Franz-Joseph-Fjords nach der Zweiten Deutschen Nordpolarfahrt (S. 75), bei der Beurteilung von Payers Verhalten auf dem Rückzug von der „Admiral Tegetthoff“ (S. 118) und der Diagnose Bergers beim Vorgehen Payers, seine Verdienste auf der Österreich-Ungarischen Expedition zuungunsten Weyprechts in den Publikationen über diese Unternehmen herauszustellen (S. 152ff). Unklar bleiben allerdings die Motive und Interessen für dieses Verhalten genauso wie die Gründe, warum Payer sich so plötzlich vom Alpinismus ab und der Polarforschung zuwandte. Weder auf den letzten Seiten des Bergpionier-Teils noch auf den ersten Seiten des Polarfahrer-Abschnitts geht Berger auf die Motiv- und Interessenslage Payers ein, die zu diesem Sinneswandelführten. Ein Brief von Petermann aus Payers Lebenserinnerung wiederzugeben (S. 55) oder einfach zu konstatieren, Payer sei vom Polarvirus (S. 78) infiziert gewesen, ist in diesem Zusammenhang keinesfalls ausreichend. Eine Untersuchung und Darstellung von verschiedenen Kontexten wie etwa der Entwicklungsstand der internationalen Polarforschung und ihre Verbindung zum Alpinismus oder das wissenschaftliche Netzwerk, das eine schnelle Herstellung einer Verbindung zwischen dem Herausgeber der Petermannschen Geographischen Mitteilungen August Petermann und Payer ermöglichte, die zur Teilnahme an der zweiten deutschen Nordpolarfahrt führen sollten, unterlässt Berger jedoch. Stattdessen bleibt er „nahe am Mann“.

Positiv zu vermerken ist demgegenüber, dass er auch im zweiten Teil das Privatleben Payers in seiner Darstellung (Verlobung mit und Trennung von Marie Trousil, S. 100ff., sowie die Heirat mit Fanny Kann, S. 165ff) einbezieht. In der Darstellung von Payers Beziehung zu Kann erarbeitet Berger endlich auch ein paar Motive, die deutlich machen, warum Payer sich der Polarforschung zu bzw. wieder abgewendet hat, nämlich der Wunsch, eine Familie zu gründen, wirtschaftliche und soziale Sicherheit sowie die Erhöhung des Sozialstatus (S. 165). Interessant sind auch die Ausführungen Bergers in Bezug auf die Bewertung von Payers Leistungen im österreichischen Offizierskorps bzw. in der Aristokratie der Doppelmonarchie nach dessen Rückkehr von der Tegetthoff-Expedition 1874. Sie geben Aufschluss über Handlungsweise einiger Vertreter dieser Sozialgruppen, durch öffentliches Inzweifeln von Payers Leistungen auf der Weyprecht-Payer-Expedition, namentlich der Entdeckung von Franz-Josef-Land, seine weitere Karriere in der Armee zu hintertreiben. Richtigerweise weist Berger auch auf die Möglichkeit hin, dass Payer aufgrund seines problematischen Handelns auf dem Rückweg der Österreich-Ungarischen Nordpol-Expedition nachträgliche Sanktion fürchtete und deshalb selbst den Militärdienst quittierte (S. 135ff). Mögliche Gründe für häufig abrupt auftretende Hinwendung und Konzentration auf ein Thema und die genauso schnelle Abwendung davon sammelt, diskutiert und gewichtet Berger aber nicht. Stattdessen verwendet er zur Charakterisierung dieser Handlungsweise ein Schlagwort

aus der Psychologie bzw. Psychotherapie, nämlich „manische Besessenheit“ (S. 175).

Auch Detailfragen wie etwa die Frage der Ernährung auf den damaligen Polarexpeditionen werden von Berger eher mit Begriffen wie „Rentierfleischsuppe“, „Bärenfleisch, Speck, Kraut, Brot, Butter, Käse, Wein, Schokolade und Kaffee“ (S. 65 und 67) beschrieben, statt den Leser über die Ergebnisse eigener Untersuchungen zu informieren. Auch im zweiten Teil neigt Berger zuweilen in der Sache zu unangemessenen Formulierungen („Heldentat“, S. 111; „jämmerliche Figur“, S. 118; „unehrenhaft“, S. 121) und irreführende Formulierungen („Payer am nördlichsten Punkt der Welt“, S. 111).

Im letzten Teil seines Werks zeichnet Berger – so ist festzustellen – akribisch die einzelnen Stationen der Karriere Payers als Historienmaler nach. Dabei geht er auf Payers Ausbildung und auf seine Erfolge (Bai des Todes, Franklin-Zyklus, „Nie Zurück“) genauso ein wie auf die Schaffenskrisen (Verlust eines Auges, Verlust der Sprache durch Schlaganfall) und auf dessen Spätwerke (Payerschlange) ein. Dabei überlässt er es anderen – was für ihn spricht – die Werke Payer einer näheren kunsthistorischen Analyse zu unterziehen. Es gelingt ihm auch einen interessanten Einblick in den internationalen Kunsthandel des späten 19. Jahrhunderts (Bildertourneen) zu geben. Ferner verschweigt er auch nicht weitere Krisen Payers im privaten Bereich (Trennung von seiner Frau und seiner Kinder).

Eine Einordnung der Person Payers, seiner Leistungen und seines Werks in die sozialen, politischen, wissenschaftlichen und kulturellen Verhältnissen in der österreich-ungarischen Doppelmonarchie und darüber hinaus in der zweiten Hälfte des 19. und frühen 20. Jahrhundert unterbleibt auch im letzten Kapitel. Auch dort reflektiert er nicht über sich u.U. daraus ergebenden Wirkfaktoren für das Denken und Handeln Payers. Stattdessen paraphrasiert Berger Müllers Meinung in Bezug auf Payers physischen und psychischen Ressourcen, und dessen sozialen Zulänglich- und Unzulänglichkeiten, um anschließend die Verdienste Payers als eines Mannes, der Polargeschichte geschrieben hat, unkritisch und ohne einordnen Blick für die Gesamtzusammenhänge zu loben.

Das Buch Bergers stellt trotz der beschriebenen Mängel eine unterhaltsame, gut recherchierte und differenzierende Einführung in das Leben der komplexen Persönlichkeit Julius Payer und zugleich auch eine Einleitung in die Geschichte der deutsch-österreichischen Polarforschung dar. Allerdings hat Berger die Gelegenheit verpasst, eine moderne biografische Studie über Payer, welche der aktuellen Konzeption der neueren historischen Biografie folgt und über den Rückgriff auf die relevanten Kontexte das Leben, die Beweggründe und Interessen Payers multiperspektivisch analysiert, welche also den „ganzen Payer“ in *seiner Zeit* zeigt, vorzulegen.

Literatur

- Herbert, U. (1996); Best: Biographische Studien über Radikalismus, Weltanschauung und Vernunft 1903-1089.- Dietz Verlag Bonn, 1-696.
Szöllösi-Janze, M. (1989): Fritz Haber 1868-1934.- C.H. Beck Verlag, München, 1-928.

Christian Salewski, Bremerhaven

Vorstand <i>Board of Directors</i>	Eva-Maria Pfeiffer, Hamburg, 1. Vorsitzende, <i>Chair</i> Detlef Damaske, Hannover, Vorsitzender des Wiss. Beirats, <i>Chair of the Scientific Advisory Board</i> Ralf Tiedemann, Bremerhaven, Geschäftsführer, <i>General Secretary</i> Mirko Scheinert, Dresden, Schatzmeister, <i>Treasurer</i>		
Erweiterter Vorstand <i>Extended Board of Directors</i>	Eva-Maria Pfeiffer, Hamburg, 1. Vorsitzende, <i>Chair</i> Detlef Damaske, Hannover, Vorsitzender des Wiss. Beirats, <i>Chair of the Scientific Advisory Board</i> Heidemarie Kassens, Kiel, stellv. Vorsitzende des Wiss. Beirats, <i>Vice Chair of the Scientific Advisory Board</i> Ralf Tiedemann, Bremerhaven, Geschäftsführer, <i>General Secretary</i> Bernhard Diekmann, Potsdam, Schriftleiter, <i>Executive Editor</i>		Hans Hubberten, Potsdam, 2. Vorsitzender, <i>Vice Chair</i> Mirko Scheinert, Dresden, Schatzmeister, <i>Treasurer</i> Dieter K. Fütterer, Bremerhaven, Schriftleiter, <i>Editor</i>
Wissenschaftlicher Beirat <i>Scientific Advisory Board</i>	Detlef Damaske, Hannover Dieter K. Fütterer, Bremerhaven Torsten Kanzow, Bremerhaven Lars Kutzbach, Hamburg Hans-Ulrich Peter, Jena Ständige Gäste: Die Leiter der Arbeitskreise	Bernhard Diekmann, Potsdam Günther Heinemann, Trier Heidemarie Kassens, Kiel Cornelia Lüdecke, München Birgit Sattler, Innsbruck	Olaf Eisen, Bremerhaven Hartmut Hellmers, Bremerhaven Enn Kaup, Tallin Christoph Mayer, München Dirk Wagner, Potsdam Jörn Thiede, Kiel / St. Petersburg
Geschäftsstelle / <i>Office</i>	Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Postfach 12 01 61, D-27515 Bremerhaven		
Mitgliedschaft <i>Membership</i>	Der jährliche Mitgliedsbeitrag (ab 2016) beträgt € 40,00 für ordentliche Mitglieder, € 20,00 für Studenten, € 70,00 für korporative Mitglieder. Beitrittserklärungen sind an die Geschäftsstelle zu richten. Die Mitgliedschaft umfasst den Bezug der Zeitschrift POLARFORSCHUNG. <i>Dues for the annual membership (as of 2016) are: € 40.00 full member; € 20.00 student member; € 70.00 corporate member. Membership forms can be found at the website www.dgp-ev.de. Membership includes the journal Polarforschung. Single copies of Polarforschung may be purchased for € 35.00 each.</i>		

POLARFORSCHUNG

Organ der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG E. V.
Journal of the German Society of Polar Research

Schriftleiter / <i>Editors</i>	Bernhard Diekmann, Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Postfach 60 01 49, D-14401 Potsdam, E-Mail <Bernhard.Diekmann@awi.de> Dieter K. Fütterer, Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Postfach 12 01 61, D-27515 Bremerhaven, E-Mail <Dieter.Fuetterer@awi.de>		
Redaktionsausschuss <i>Editorial Board</i>	Manfred Bölder, Kiel Reinhard Dietrich, Berlin Enn Kaup, Tallin Hans-Ulrich Peter, Jena Franz Tessensohn, Hannover Horst Bornemann, Bremerhaven	Hajo Eicken, Fairbanks Joachim Jacobs, Bergen Cornelia Lüdecke, München Rainer Sieger, Bremerhaven Jörn Thiede, Kiel / St. Petersburg Detlef Damaske, Hannover	Rolf Gradinger, Tromsø Heidemarie Kassens, Kiel Heinz Miller, Bremerhaven Helmut Rott, Innsbruck

Mitteilungen für die Autoren: Die Zeitschrift POLARFORSCHUNG, herausgegeben von der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG E.V. (DGP) und dem ALFRED-WEGENER-INSTITUT HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG (AWI) dient der Publikation von Originalbeiträgen aus allen Bereichen der Polar- und Gletscherforschung in Arktis und Antarktis wie in alpinen Regionen mit polarem Klima. Manuskripte können in englischer (bevorzugt) und deutscher Sprache eingereicht werden und sind zu richten an: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG, Schriftleitung, c/o Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Postfach 60 0149, D-14401 Potsdam <Bernhard.Diekmann@awi.de> oder Postfach 12 0161, D-27515 Bremerhaven <Dieter.Fuetterer@awi.de>. Eingesandte Manuskripte werden Fachvertretern zur Begutachtung vorgelegt und gelten erst nach ausdrücklicher Bestätigung durch die Schriftleitung als zur Veröffentlichung angenommen. Für detaillierte Angaben zur Manuskripterstellung siehe die Web-Seite der DGP: <<http://www.dgp-ev.de>>.

Erscheinungsweise und Bezugsbedingungen: POLARFORSCHUNG erscheint ab Jahrgang 2011, Band 81 mit jährlich zwei Heften. Für Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung e.V. (DGP) ist der Bezugspreis für die Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Für Nichtmitglieder beträgt der Bezugspreis eines Heftes € 35,00; Bezug über die Geschäftsstelle.

Open access: Alle Artikel sind in elektronischer Form im Internet verfügbar <<http://www.polarforschung.de>>. Polarforschung wird im *Directory of Open Access Journals* (DOAJ) <<http://doaj.org>> geführt.

Informations for contributors: POLARFORSCHUNG – published by the DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG (DGP) and the ALFRED WEGENER INSTITUTE HELMHOLTZ CENTRE FOR POLAR AND MARINE RESEARCH (AWI) – is a peer-reviewed, multidisciplinary research journal that publishes the results of scientific research related to the Arctic and Antarctic realm, as well as to mountain regions associated with polar climate. The POLARFORSCHUNG editors welcome original papers and scientific review articles from all disciplines of natural as well as social and historical sciences dealing with polar and subpolar regions. Manuscripts may be submitted in English (preferred) or German. In addition, POLARFORSCHUNG publishes notes (mostly in German), which include book reviews, general commentaries and reports, as well as communications broadly associated with DGP issues. Manuscripts and all related correspondence should be sent to: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR POLARFORSCHUNG E.V., Editorial Office POLARFORSCHUNG, c/o Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, PO Box 60 0149, D-14401 Potsdam, E-Mail <Bernhard.Diekmann@awi.de> or PO Box 12 0161, D-27515 Bremerhaven, E-Mail <Dieter.Fuetterer@awi.de>. Manuscripts can be considered as definitely accepted only after written confirmation from the Editor. For a detailed guidance of authors please visit the DGP web page at: <<http://www.dgp-ev.de>>.

Publication and Subscription rates: Effective as of volume 81, 2011, POLARFORSCHUNG is being published twice a year. For members of the DGP, subscription to POLARFORSCHUNG is included in the membership dues. For non-members, the price for a single issue is € 35.00.

Open access: PDF versions of all Polarforschung articles are freely available from <<http://www.polarforschung.de>>. POLARFORSCHUNG is listed in the *Directory of Open Access Journals* (DOAJ) <<http://www.doaj.org>>.



Deutsche Gesellschaft für Polarforschung e.V.

27. Internationale Polartagung

Rostock, 18.–23. März 2018

German Society of Polar Research

27th International Polar Conference

Rostock (Germany), 18–23 March 2018

Web: www.dgp-ev.de

