



## Der Arbeitskreis „Polargeodäsie und Glaziologie“

Mirko Scheinert<sup>1</sup>, Christoph Mayer<sup>2</sup>, Martin Horwath<sup>1</sup>, Matthias Braun<sup>3</sup>, Anja Wendt<sup>2</sup>, and Daniel Steinhage<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Dresden, Institut für Planetare Geodäsie, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden, Deutschland

<sup>2</sup>Bayerische Akademie der Wissenschaften, Erdmessung und Glaziologie, Alfons-Goppel-Str. 11, 80539 München, Deutschland

<sup>3</sup>Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Geographie, Wetterkreuz 15, 91058 Erlangen, Deutschland

<sup>4</sup>Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Glaziologie, Am Alten Hafen 26, 27568 Bremerhaven, Deutschland

**Correspondence:** Mirko Scheinert (mirko.scheinert@tu-dresden.de)

Published: 20 May 2021

### 1 Vorstellung des Arbeitskreises

Wie ändert sich die Ausdehnung der Eisschilde, Eisfelder und Gebirgsgletscher? Welche Fließgeschwindigkeiten erreichen Eisströme und Gletscher? Wie kann die Massenbilanz zuverlässig bestimmt werden? Was hat die Massenänderung mit der Deformation der Erdkruste zu tun? Wie reagiert der grönländische Eisschild auf die Erwärmung des Ozeans und auf die Gezeitenanregung? Welche Prozesse auf welchen Zeitskalen treiben diese Änderungen an? Wie können Akkumulation und Ablation untersucht werden? Wie verändert sich die Dichteverteilung mit der Tiefe, von Schnee über Firn hin zu purem Eis? Was erzählen uns kontinentale Eiskerntiefbohrungen in Antarktika und Grönland über die Klimageschichte?

Dies sind nur einige der Fragen, mit denen sich Forscherinnen und Forscher in den Polarregionen und sonstigen vergletscherten Gebieten beschäftigen. Obwohl aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen wie der Geodäsie, Glaziologie, physischen Geographie oder Geophysik kommend, bieten die wissenschaftlichen Fragestellungen zu Gletschern und Eisschilden eine Vielfalt an Synergien, sodass 2013 ein gemeinsamer Arbeitskreis „Polargeodäsie und Glaziologie“ gebildet wurde, der aus den Arbeitskreisen „Glaziologie“ (gegründet 1983) und „Geodäsie der Polargebiete“ (gegründet 1991) hervorging. Der Arbeitskreis trifft sich jährlich zum wissenschaftlichen Austausch, zuletzt in Dresden (2016), in München (2017) und in Erlangen (2019). In den Jahren der Internationalen Polartagung findet ein kürzeres Treffen statt (zuletzt 2018 in Rostock). Sprecher des Arbeits-

kreises sind (seit 2015) Martin Horwath (Dresden) und Christoph Mayer (München).

Im Arbeitskreis steht die Erforschung der eisbedeckten Gebiete und ihrer Änderungen sowie deren Wechselwirkungen mit der festen Erde und dem Ozean im Mittelpunkt. Dabei beschäftigen wir uns mit der Geometrie, der Dynamik und der Zusammensetzung der diversen Eiskörper sowie mit den Prozessen, die Änderungen dieser Größen bewirken. So werden Höhen und Höhenänderungen, Fließgeschwindigkeiten und Massenbilanzen der Gletscher, der Eisfelder und der kontinentalen Eisschilde bestimmt. Eisauflasten führen zu einer Deformation der festen Erde, die an der Oberfläche mit geodätischen Verfahren (GNSS, InSAR) gemessen werden kann. Neben diesem glazial-isostatischen Ausgleich werden weitere Bewegungen bzw. Deformationen der Erdkruste untersucht, z.B. aufgrund der Plattentektonik oder rezenter Tektonik entlang von Störungszonen. Dabei wird durchaus im globalen Zusammenhang gearbeitet, so in der Geodäsie bei der Anbindung an den internationalen terrestrischen Bezugsrahmen (ITRF) oder bei der Erforschung des Beitrags der kontinentalen Eisschilde zur globalen Meeresspiegeländerung. Weiterhin werden die Entstehung, Dynamik und Veränderung sowie die chemischen und physikalischen Prozesse des Eises von den kontinentalen Eisschilden bis hin zu individuellen Gletschern sowie Schelfeisen und Meereis untersucht. Unter anderem interessieren die im Eis gespeicherten Klimainformationen. So waren deutsche Glaziologen maßgeblich am European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA, 1996–2006) beteiligt. Die Analyse der Eisbohrkerne im Dronning Maud Land (2774 m) und an Dome C (3260 m) erlaubte es, die Klimageschichte der vergan-



**Abb. 1.** GNSS-Messung in Uummannaq, West-Grönland (© Benjamin Gutknecht, 2019).

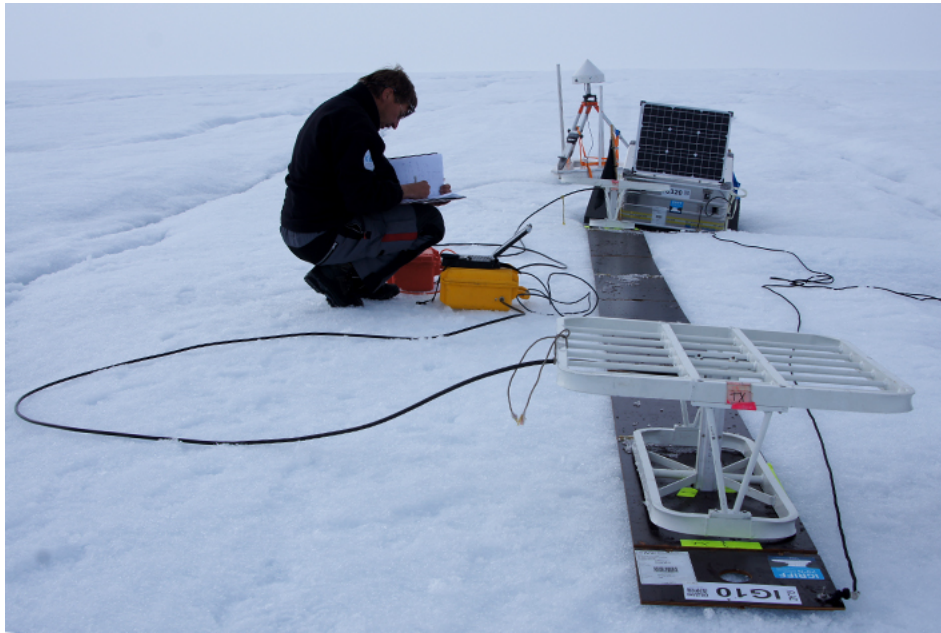


**Abb. 2.** Einrichtung einer GNSS-Messung, Heimefrontfjella, Ost-Antarktika (© Eric Buchta, 2020).

genen 800 000 Jahre zu rekonstruieren. Heute stehen neue Eiskerntiefbohrungen auf der Agenda, auf der Suche nach dem „ältesten Eis“, um beträchtlich weiter – bis 1,5 Millionen Jahre – in die Vergangenheit blicken zu können. Eine weitere wichtige Forschungsrichtung beinhaltet die Modellierung der Eiskörper, um die internen Prozesse und die Wechselwirkungen an deren Grenzflächen besser zu verstehen.

Neben bodengebundenen Verfahren werden zunehmend flugzeug- und satellitengestützte Methoden eingesetzt, die sich ergänzen und teilweise überlappen. In diesem Zusammenhang ist besonders die Satellitenfernerkundung zu nennen, die mit optischen und Radarverfahren wichtige Beiträge zum Monitoring der Eisschilde und Gletscher erbringt. So werden mittels Satellitenaltimetrie (aktuelle Missionen: CryoSat-2, IceSat-2) Höhen und Höhenänderungen der Eis-





**Abb. 3.** Radarmessung auf dem Nioghalvfjærdsbræ zur Bestimmung der Eisdicke, Nordost-Grönland (© Mirko Scheinert, 2017).



**Abb. 4.** Aufbau einer *time laps*-Kamera zum Monitoring des Gletscherfließverhaltens, Nordenskjöld-Küste, Antarktische Halbinsel (© Matthias Braun, 2013).

oberflächen gemessen. Ebenso können durch den Vergleich von zeitlich aufeinanderfolgenden, aus Satellitendaten (z.B. TerraSAR-X/TanDEM-X oder Sentinel 1A/B) generierten digitalen Höhenmodellen Höhenänderungen bestimmt werden. Zur Ableitung von Massenänderungen werden Informationen über die Dichteverteilung benötigt. Mittels Satellitengravimetrie (GRACE, GRACE-FO) wird die Massen-

änderung direkt gemessen, muss aber um den Masseneffekt des glazial-isostatischen Ausgleichs korrigiert werden. Zudem können verschiedene weitere glaziologische Variablen aus der Fernerkundung abgeleitet werden wie etwa der Oberflächenzustand (wie Schmelzwasserseen, Albedo), die Aufsetzlinie oder die Eisbewegung. Natürlich ergeben sich bei der Anwendung der verschiedenen Methoden Diskrepanzen



**Abb. 5.** Akkumulations-/Ablations- sowie kinematische GNSS-Messungen, King George Island, Antarktische Halbinsel (© Matthias Braun, 2004).



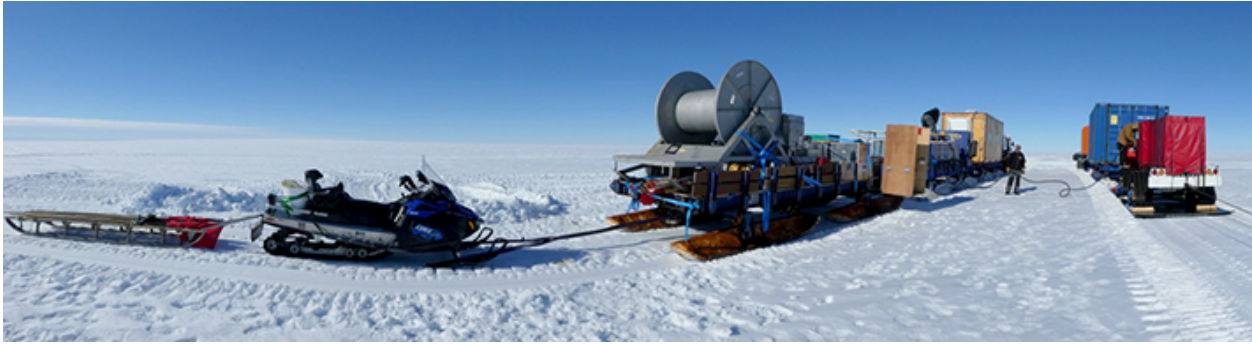
**Abb. 6.** Akkumulationsmessung, Karakorum (© Christoph Mayer, 2019).

und Inkonsistenzen, die für konstruktive wissenschaftliche Diskussion sorgen.

Auch mit den anderen Arbeitskreisen der DGP ergeben sich gemeinsame Themen, vor allem mit dem AK „Geologie und Geophysik der Polargebiete“. So werden vielfach geophysikalische Verfahren eingesetzt (z.B. Radarverfahren für die Untersuchung des Eiskörpers) oder Messungen

gemeinsam durchgeführt, aber auf unterschiedliche Weise ausgewertet. Hier muss vor allem das Schwerfeld genannt werden. Für dessen Untersuchung im Außenraum nutzt die Geodäsie terrestrische und flugzeuggestützte Schweremessungen für die regionale Geoidbestimmung in der Antarktis. Die Geophysik nutzt diese Schweremessungen u.a. in Inversionsverfahren für die Untersuchung der Struktur des





**Abb. 7.** Seismik-Messungen zur Bestimmung von Eisdicke und -schichtung, Ekströmisen, Ost-Antarktika (© Astrid Lambrecht, 2017).

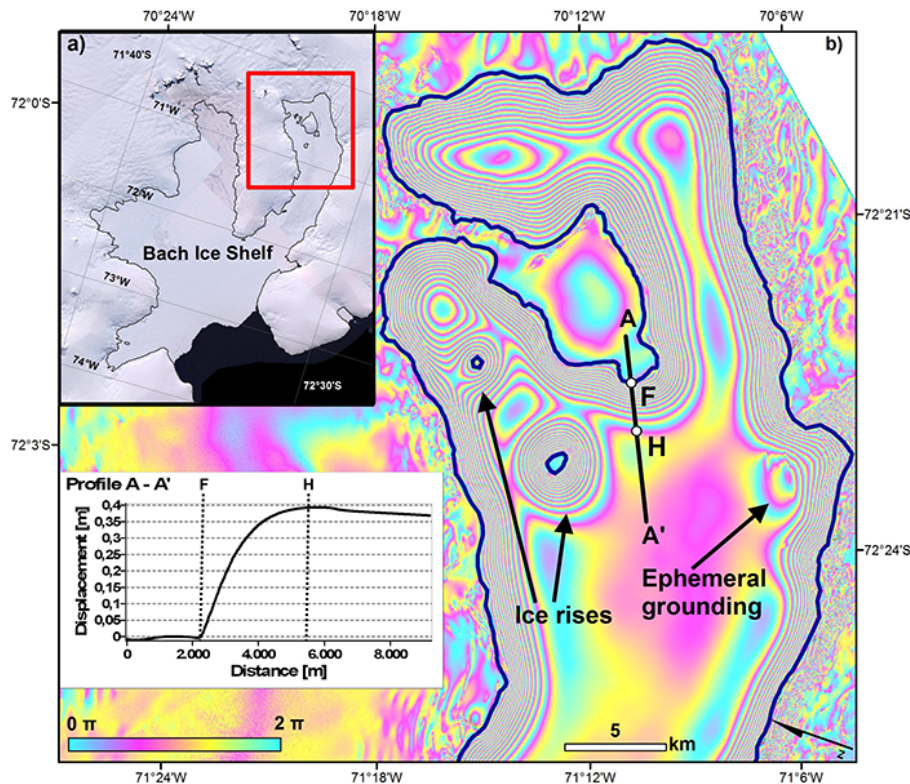


**Abb. 8.** geophysikalisch-glaziologische Befliegung des Gebietes um die Station Kohlen, an der eine der beiden EPICA-Eiskerne erbohrt wurde, Dronning-Maud-Land, Ost-Antarktika (© Daniel Steinhage, 2014).

Erdinneren und Paläorekonstruktionen. Somit vereinen Glaziologie, Geodäsie, Geophysik und Geologie im Konzert der verschiedenen geowissenschaftlichen und physikalischen Disziplinen ihre Expertise für die Erforschung des Systems Erde, insbesondere der Wechselwirkungen zwischen Kryosphäre, fester Erde und globalem Ozean.

#### *Aktivitäten*

- jährliche Arbeitskreis-Treffen;
- Unterstützung von Nachwuchswissenschaftlern für die Teilnahme an Konferenzen, Workshops und Sommerkursen, z.B. International Symposium on Antarctic Earth Sciences (ISAES), GIA Training School 2019, Gävle (Schweden);
- SCAR Summer Schools on Polar Geodesy (März 2014: Estacion Grey, Chile; Mai 2018: Ladozhskoe Ozero, Russland); finanzielle Unterstützung durch die DGP, Realisierung von Vorlesungen und Übungen durch AK-Mitglieder;
- aktive Beteiligung bei Erstellung von Forschungsstrategien, z.B.
  - Strategieschrift des AK Geologie und Geophysik (Melles et al., 2015);
  - DFG-Denkschrift (Heinemann et al., 2017)
- Beiträge für die Zeitschrift „Polarforschung“, z.B. Richter (2018) und Stober und Hepperle (2018).



**Abb. 9.** Bestimmung der Aufsetzzone im Bereich Bach-Schelfeis, Antarktische Halbinsel, mit Hilfe von SAR-Interferometrie (© Peter Friedl).

### Internationale Einordnung und Bezüge

- Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)
  - Scientific Groups „Physical Sciences“ und „Geosciences“
  - Expert Group „Geodetic Infrastructure in Antarctica“ (GIANT)
  - Scientific Research Programme „Solid Earth Response and Influence on Cryosphere Evolution“ (SERCE) and its successor „Instabilities and Thresholds in Antarctica“ (INSTANT)
  - Expert Group „Ice Sheet Mass Balance and Sea Level“ (ISMSS)
  - Expert Group „International Partnership in Ice Core Sciences“ (IPICS)
  - Expert Group „Forum for Research into Ice Shelf Processes“ (FRISP)
- International Arctic Science Committee (IASC)
  - Cryosphere Working Group
- International Association of Cryospheric Sciences (IACS)

- Working Group „Regional Assessments of Glacier Mass Change“ (RAGMAC)
- World Glacier Monitoring Service (WGMS)
- International Association of Geodesy (IAG)
  - Sub-commission 1.3f „Reference Frame in Antarctica“
  - Sub-commission 2.4f „Gravity and Geoid in Antarctica“
- International Glaciological Society (IGS)

## 2 Interview mit den Sprechern des Arbeitskreises, Martin Horwath und Christoph Mayer

Prof. Dr. Martin Horwath und Dr. Christoph Mayer leiten seit 2014 den Arbeitskreis Polargeodäsie und Glaziologie. Im Interview erzählen sie über ihre persönliche Beziehung zu den Polargebieten und der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung, und wie sie ihre Arbeit als AK-Leiter gestalten.

**APECS Germany:** Wollten Sie schon immer Polarforscher werden? Warum haben Sie sich für die Polarforschung entschieden?

**M. Horwath:** Ich habe an der TU Dresden Mathematik studiert und schaute mich danach nach einer Möglichkeit um,

auf einem angewandteren Gebiet zu promovieren. Es hätte durchaus auch etwas wie Volkswirtschaftslehre werden können. Aber da war eine Ausschreibung für eine Doktorandenstelle in der Geodäsie an meiner Heimat-Uni: nette Leute, die auch auf Expeditionen zusammen in Zelten übernachteten. So kam ich in die Geodäsie. Ich promovierte in Dresden, hatte danach PostDoc-Stationen in Toulouse und München und leite nun seit 2014 die Dresdener Arbeitsgruppe, in der ich „groß geworden“ bin. Ein Schwerpunkt unserer Arbeit ist die Vermessung in Polargebieten sowie von globalen Prozessen wie Meeresspiegeländerungen, die mit den Polargebieten zu tun haben. Viele meiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind dabei sicherlich typischere Polarforscher als ich, da sie in Feldarbeiten weitaus bewanderter sind.

**C. Mayer:** Ich wollte schon immer Naturwissenschaftler werden, und nachdem ich während des Studiums einen Überwinterer kennengelernt habe, kam die Polarforschung in den Fokus. Aber eigentlich bin ich Glaziologe, unabhängig von den Polen. Neben den klassischen Polen arbeiten wir mittlerweile auch in den Hochgebirgsregionen in Zentralasien und in den Alpen.

**APECS Germany:** Warum setzen Sie sich für das Thema Ihres AKs ein? Was gefällt Ihnen an Ihren Aufgaben als AK-Sprecher ganz besonders?

**C. Mayer:** Mir liegt die Glaziologie sehr am Herzen. Neben dem Alfred-Wegener-Institut gibt es nur wenige Institutionen in Deutschland bzw. im deutschsprachigen Raum, die in diesem Fachgebiet forschen. Durch die Internationalisierung, auch in der Wissenschaft, ist es daher wichtig, den Kontakt zwischen den Arbeitsgruppen herzustellen und zu pflegen und damit die Forschungsarbeiten im deutschsprachigen Raum zu unterstützen. Außerdem sind die Gletscher an den schönsten Flecken der Erde.

**M. Horwath:** Polargeodäsie verbindet Mathematik, Natur- und Geowissenschaften mit einer guten Portion Expeditionsromantik und Völkerfreundschaft, und das alles im Dienste der Klärung von Fragen, die für die Menschheit wichtig sind. Wir Geodäten schaffen in erster Linie Informationen, die man mit Hilfe von Messungen gewinnen kann. Für die Interpretation sind wir auf die Verknüpfung mit Nachbardisziplinen wie der Glaziologie angewiesen. Genau diese Verknüpfung erreicht man auf persönlicher Ebene auf der Polartagung der DGP und eben im Arbeitskreis. Wir organisieren Gelegenheiten, sich zu treffen, kennenzulernen, auszutauschen, und die Kräfte zu vereinen. Polarforschung braucht ja auch eine besondere Koordination und Verbindlichkeit, wenn es um Synergien bei der Planung und Durchführung von Feldarbeiten geht. Ich schätze es sehr, wie freundschaftlich es zwischen den Polarforschungskollegen zugeht.

**C. Mayer:** Die Arbeit als Leiter des Arbeitskreises umfasst viele koordinierende Aufgaben, die mir die Möglichkeiten geben, Verbindungen aufzubauen und Menschen zusammenzubringen. Gletscherforschung ist ein sehr interdisziplinäres Feld; man stößt dabei auf sehr viele unterschiedliche

Menschen und bringt diese zusammen. Die alle zwei Jahre stattfindende Polartagung bietet die Möglichkeit für intensiven Austausch zu aktuellen Themen. Hier ergeben sich immer wieder neue Aspekte der Zusammenarbeit und der Förderung von Projekten.

**M. Horwath:** Der Arbeitskreis ist außerdem Anlaufstelle für verschiedene Interessenten aus der Gesellschaft. So erreichen uns z.B. Anfragen von Schülern, die ihre Abschlussarbeiten in unserem Themenfeld schreiben, und wir betreiben Öffentlichkeitsarbeit durch Ausstellungen, Vorträge, Filmabende und Artikel in der Zeitschrift „Polarforschung“.

**APECS Germany:** Wenn Sie in die Zukunft schauen, was würden Sie gerne im Feld Ihres Arbeitskreises in fünf Jahren herausgefunden haben?

**M. Horwath:** Die Arbeitsfelder der Mitglieder reichen von der Suche nach dem „ältesten Eis“ in der Antarktis über die Beobachtung gegenwärtiger Gletscheränderungen bis hin zu Modellprojektionen für die kommenden Jahrhunderte. Der Arbeitskreis hat kein explizites Programm. Ich kann also vor allem aus meiner Polargeodäten-Sicht antworten. Es wird schon viel erreicht sein, wenn wir die Schätzungen gegenwärtiger Eismassenbilanzen konsolidieren. Für den Ostantarktischen Eisschild sind die Unsicherheiten in den Schätzungen ebenso groß wie die mögliche Massenbilanz. Das hat mit sich gegenseitig bedingenden Unsicherheiten in den satellitengeodätischen Verfahren und in der Modellierung zu tun, zum Beispiel von Firnprozessen und Deformationen der festen Erde. Systematische Fehler von wenigen Millimetern können uns, auf die Fläche des Eisschildes gerechnet, sehr zu schaffen machen.

**C. Mayer:** Es wäre schön wenn wir die Polargeodäsie und Glaziologie insgesamt stärken können, sodass es mehrere starke Gruppen in Deutschland und dem deutschsprachigen Raum gibt und diese auch gemeinsame Projekte durchführen. Offene Fragen gibt es sehr viele. In der Glaziologie ist der Erfahrungsaustausch zwischen den Gebirgsgeglaziologen und den Polarforschern ein entscheidendes Thema, da diese Gruppen doch auf sehr unterschiedlichen Skalen arbeiten.

**M. Horwath:** Ein Beispiel zur Zusammenarbeit der beiden Disziplinen: Die Patagonischen Eisfelder nehmen mit Dickenänderungen von einigen Metern pro Jahr extrem ab, dennoch passen Massenbilanzschätzungen aus verschiedenen Satellitenverfahren nicht immer zusammen. Darüber haben wir beim vergangenen Arbeitsgruppentreffen diskutiert und sind noch nicht am Ende. Noch wichtiger jedoch als die bloße Quantifizierung von Prozessen wird es sein, dass wir mit unseren Beobachtungen zu Verbesserungen des Prozessverständnisses und von Projektionen beitragen. Ein Beispiel: Können die Zeitreihen von Eisoberflächenhöhenänderungen, die wir aus der Satellitenaltimetrie gewinnen, zur Verbesserung von Atmosphären- und Firnmodellen beitragen? Können Sie als Randbedingungen für dynamische Eisschildmodelle dienen? Ich hoffe (und wir arbeiten daran), dass wir in solchen Fragen weiter kommen.



**APECS Germany:** Was darf für Sie bei der (Feld-)Arbeit nie fehlen?

**C. Mayer:** Spaß und Optimismus. Feldarbeiten können oft schwierig sein und man sollte sich nicht unterkriegen lassen.

**M. Horwath:** Reichlich Süßes zu Essen. Bei Feld-, Büro- und Tagungsarbeit. Von solchen primitiven Genüssen mal abgesehen: Was ich nicht missen will, ist das freundliche soziale Gefüge, das ich in meinen verschiedenen Arbeitskonstellationen genossen habe und das meine Arbeitsgruppe in ihren täglichen Kaffeepausen kultiviert – in den Corona-Homeoffice-Zeiten als virtuelle Kaffeepause. Gemeinsame Aufregung vor Expeditionen und die Anteilnahme aneinander in Arbeitsdingen und darüber hinaus trägt ein Stück durch schwierige Zeiten.

**APECS Germany:** Was war Ihre einprägsamste Erfahrung in der Polarforschung?

**M. Horwath:** Feldarbeiten sind immer eine aus dem wissenschaftlichen Schreibtisch-, Hörsaal- und Konferenzalltag herausgehobene Zeit. Sie versetzen uns in eine besonders intensiv gelebte Gegenwart und vergewissern uns über das Physische unserer Forschungsgegenstände. Das gilt selbst für die Daheimgebliebenen, die gespannt auf Berichte warten. Meine erste Messkampagne 2002 in Westgrönland habe ich so erlebt. Von dem übergelächelten Grinsen auf meinem Gesicht, als ich in Kapisillit für drei Wochen meinen Posten zur Betreuung einer GNSS-Messung bezog, ist irgendetwas in mir hängengeblieben.

**C. Mayer:** Da ist zu viel passiert für eine einzige Antwort, aber die Arbeit im Feld ist auf jeden Fall eine Zeit, die einen sehr prägt.

**APECS Germany:** Vielen Dank für das Gespräch.

Das Gespräch führte Alexandra Zuhr.

**Datenverfügbarkeit.** Für diesen Artikel wurden keine Datensätze genutzt.

**Autorenmitwirkung.** MS verfasste den ersten Entwurf und alle Koautoren arbeiteten an der finalen Version des Artikels mit.

**Interessenkonflikt.** Die Autor\*innen erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

**Begutachtung.** This paper was edited by Donovan Dennis.

## Literatur

- Heinemann, G., Braun, M., Brey, T., Damaske, D., Melles, M., Rhein, M., Willmes, S. (Hrsg.): Polarforschungsagenda 2030 – Status und Perspektiven der deutschen Polarforschung, Statusbericht des Deutschen Nationalkomitees SCAR/IASC der DFG, 160 Seiten, Universität Trier, ISBN 978-3-00-057243-2, 2017.
- Melles, M., Diekmann, B., Estrada, S., Gaedicke, C., Gohl, K., Jokat, W., Lembke-Jene, L., Läufer, A., Lisker, F., Piepjohn, K., Scheinert, M., Schirmer, L., Stein, R., Tessensohn, F., und Tiedemann, R.: Geowissenschaftliche Polarforschung in Deutschland – globale Bedeutung und Perspektiven, *Polarforschung*, 85, 1–64, <https://doi.org/10.2312/polarforschung.85.1.1>, 2015.
- Richter, A.: Lake Vostok – Ein geowissenschaftliches Portrait eines antarktischen Subglazialsees, *Polarforschung*, 88, 65–88, <https://doi.org/10.2312/polarforschung.88.2.65>, 2018.
- Stober, M. and Hepperle, J.: Glacial-geodetic long-term study on mass balance and ice dynamics near the equilibrium line of the Greenland ice sheet, *Polarforschung*, 88, 99–123, <https://doi.org/10.2312/polarforschung.88.2.99>, 2018.