

Pressemitteilung

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Eva Sittig

12.05.2022

<http://idw-online.de/de/news793685>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Geowissenschaften, Gesellschaft, Meer / Klima, Umwelt / Ökologie
überregional



Neues Wissen über den Wärmefluss in der Region Grönland

Zum ersten Mal hat ein internationales Forschungsteam alle verfügbaren, geothermalen Wärmeflussdaten für die Region Grönland in einer neuen Datenbank zusammengetragen und daraus ein Modell für Grönland erstellt. Dabei ist es ihnen gelungen, eine umfassende Daten-Grundlage zu schaffen, die sowohl neue Erkenntnisse in Bezug auf das schmelzende grönländische Eisschild als auch für die potenzielle Nutzung der Erdwärme als mögliche alternative Energiequelle generiert. Die neue Studie, die am 12.5 in der Fachzeitschrift Earth System Science Data (ESSD) veröffentlicht wurde, trägt dazu bei, die Datenlücke in der bisher nicht ausreichend erforschten Region Grönlands und Umgebung weiter zu schließen.

Aus dem Erdinneren wird kontinuierlich thermische Energie in Form von Wärme zur Erdoberfläche transportiert. Dieser Prozess ist durch den Begriff des geothermalen Wärmeflusses beschrieben. Es hat sich nun herausgestellt, dass der geothermische Wärmefluss unter Grönland geringer sein könnte als bisher angenommen. Dies ist eines der Ergebnisse der neuen Studie des internationalen Forschungsteams unter Leitung der Geologischen Forschungsanstalt für Dänemark und Grönland (GEUS) sowie unter Beteiligung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und des Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ.

Ein dynamisches Gebiet um Grönland

Laut der Studie ist der mittlere Wärmefluss in Grönland kälter als bisher angenommen, der Wärmefluss in den Küstenregionen, die sich erst „vor kurzem“ aus dem Ozean erhoben hatten, aber tatsächlich wärmer als erwartet. Im Süden von Grönland befindet sich der sehr alte, stabile Nordatlantische Kraton, der relativ kühl ist, und gleich daneben der Mittelatlantische Rücken sowie Island mit all seiner vulkanischen Aktivität. Dazu kommt noch der Einfluss des Inlandeises. „Alle diese Faktoren führen zu einer geothermisch auffälligen Region, die sich tatsächlich ein wenig vom Rest der Welt unterscheidet. Und gerade deshalb ist es wichtig, sie zu verstehen“, sagt Erstautor und leitender Wissenschaftler William Colgan vom Fachbereich Glaziologie und Klima am GEUS. „Ein großer Teil der heutigen Schmelze des grönländischen Eisschildes ist auf die jüngste Erwärmung der Grenzflächen zwischen Eis und Atmosphäre sowie zwischen Eis und Ozean zurückzuführen. Der geothermische Wärmefluss an der Grenze zwischen Eis und fester Erde ändert sich nur langsam, ist aber wichtig für das Verständnis der Stabilität des Eisschildes,“ so Colgan weiter.

Für dieses Verständnis haben die Forschenden nun zum ersten Mal alle verfügbaren geothermischen Wärmeflussdaten in und um Grönland zusammengetragen und in einer Online-Datenbank zusammengefasst. Darin eingeflossen sind beispielsweise Messungen aus den verschiedenen Bereichen der Geowissenschaften, aber auch Daten von Öl- und Gasunternehmen sowie eine umfangreiche Recherche in der so genannten „grauen Literatur“.

Räumliche Kartierung des Wärmeflusses mithilfe des maschinellen Lernens

Das an der Studie beteiligte Forschungsteam der Uni Kiel, bestehend aus den beiden Doktorandinnen Agnes Wansing und Mareen Lösing sowie Professor Jörg Ebbing vom Institut für Geowissenschaften der Universität Kiel, nutzte die

Methode des maschinellen Lernens für die Erstellung der räumlichen Wärmeflusskarte. „Der Vorteil von maschinellem Lernen ist, dass wir Beobachtungsgrößen wie zum Beispiel das aufgezeichnete Schwere- und Magnetfeld sowie die Werte des gemessenen Oberflächenwärmeflusses nutzen können, um den gesamten Wärmefluss zu bestimmen“, sagt Agnes Wansing, Co-Autorin der Studie. „Wir trainieren unseren Algorithmus mithilfe ausgewählter Beobachtungsdaten und können anschließend den Oberflächenwärmefluss für Grönland vorhersagen. Durch diese Mustererkennung entdecken wir auch komplexe Strukturen zwischen verschiedenen Datensätzen, ohne dabei die genauen physikalischen Zusammenhänge zwischen den Beobachtungsgrößen und Wärmefluss zu kennen.“

Die Kieler Doktorandin Mareen Lösing entwickelte den Ansatz ursprünglich für den Oberflächenwärmefluss in der Antarktis und testete diesen anschließend in Australien, wo der geothermale Wärmefluss vergleichsweise gut bekannt ist. „Nach der erfolgreichen Anwendung der Methode in der Antarktis wollten wir die Methode auch auf Grönland anwenden, um mehr über die thermische Struktur der Erde in und um Grönland zu lernen“, so Wansing.

Neues Wärmeflussmodell liefert neue Erkenntnisse

Das neue Wärmeflussmodell zeigt einen durchschnittlichen Wärmefluss von 44 mW/m² an Land (Milliwatt, d.h. ein Tausendstel Watt, pro Quadratmeter). Dies liegt deutlich unter den Schätzungen früherer Modelle aus anderen Studien für Grönland, die bisher Mittelwerte von 54 bis 64 mW/m² vorhersagen. Global liegt der mittlere Wärmefluss an Land bei 67 mW/m². Diese älteren Modelle beruhen auf weitaus weniger Wärmefluss-Daten als das neu veröffentlichte Modell, in das allein 129 neue Messpunkte und damit nun insgesamt 419 Wärmefluss Messungen eingeflossen sind.

„Obwohl jetzt 419 Datenpunkte zur Verfügung stehen, ist die Datenabdeckung für ein so großes Gebiet wie Grönland noch immer sehr gering. Grönland verfügt über eine Vielzahl geologischer Provinzen, die zu erheblichen räumlichen Unterschieden des Wärmeflusses führen“, betont Wansing. „Vor allem für das grönländische Binnenland gibt es nur wenige Datenpunkte und je nachdem wie diese beim maschinellen Lernen berücksichtigt werden, kann sich die Modellvorhersage erheblich verändern.“

Die neue Wärmeflusskarte hilft Forschenden, das Potenzial für neue Energiequellen abzuschätzen. So trägt die Studie dazu bei, das geothermische Energiepotenzial für Grönland und möglicherweise weitere Regionen zu bestimmen.

Hintergrundinformationen

An der Studie beteiligt waren Forschende verschiedener Disziplinen aus 16 Instituten und acht Ländern. Die gemeinsame Arbeit führte zum ersten geothermischen Wärmeflussmodell, das alle verfügbaren Offshore- und Onshore-Daten, einschließlich der Daten unterhalb des Eisschildes in Grönland, umfasst. Zu Beginn der Arbeiten interessierten sich Erstautor William Colgan (GEUS) und sein Team für den geothermischen Wärmefluss aufgrund seines Einflusses auf die Dynamik des schmelzenden Eisschildes. Bei der Suche nach Wärmeflussdaten für Grönland wurde aber schnell klar, dass es sich um einen eher schlecht mit Messdaten abgedeckten Bereich der Erde handelte. So gibt es Wärmeflussdaten, die gemessen wurden um Öl- und Gasvorkommen zu finden. Aber auch Forschende aus den Bereichen Permafrost und Glaziologie messen den Wärmefluss, um ihn als wichtige Randbedingung in ihren Klimamodellen zu verwenden. Obwohl sehr viele Bereiche in den Geowissenschaften Daten zum Wärmefluss nutzen, ist es erst jetzt gelungen, diese zu bündeln und so zusammenzustellen, dass ein umfassender Überblick über Grönland entstanden ist. Um die Datenerfassung zu verbessern, prüft das Team derzeit die Möglichkeit der Anschaffung einer Wärmesonde, die dann von arktischen Forschungsschiffen gezogen werden kann.

Der Beitrag des Kieler Forschungsteams zur Studie wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der European Space Agency (ESA) im Rahmen des Support to Science Elements 3D Earth (www.3dearth.uni-kiel.de) gefördert. Das Ziel von 3D Earth ist es, nicht nur ein verbessertes Modell zu erstellen, sondern dies auch mit den physikalischen Prozessen in der Festen Erde unter dem Eisschild zu verknüpfen, um die Wechselwirkungen zwischen

Fester Erde - Eis besser zu verstehen.

Originalpublikation:

Colgan, W., Wansing, A., Mankoff, K., Lösing, M., Hopper, J., Louden, K., Ebbing, J., Christiansen, F. G., Ingeman-Nielsen, T., Liljedahl, L. C., MacGregor, J. A., Hjartarson, Á., Bernstein, S., Karlsson, N. B., Fuchs, S., Hartikainen, J., Liakka, J., Fausto, R. S., Dahl-Jensen, D., Bjørk, A., Naslund, J.-O., Mørk, F., Martos, Y., Balling, N., Funck, T., Kjeldsen, K. K., Petersen, D., Gregersen, U., Dam, G., Nielsen, T., Khan, S. A., and Løkkegaard, A. (2022). Greenland Geothermal Heat Flow Database and Map (Version 1), Earth Syst. Sci. Data, 14, 2209–2238. DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-14-2209-2022>

Die Datenbank der in-situ Messungen, das gerasterte Wärmeflussmodell sowie andere unterstützende Materialien sind im GEUS Dataverse frei verfügbar (Colgan und Wansing, 2021). DOI: <https://doi.org/10.22008/FK2/F9Po3L>

Fotos stehen zum Download bereit:

<https://www.uni-kiel.de/de/pressemitteilungen/2022/o68-geothermal-map-greenland.png>

Räumliche Karte des mittleren geothermischen Wärmeflusses in und um Grönland, abgeleitet aus den Ergebnissen des Machine Learning. Vor der Küste der Hauptstadtregion im Südwesten treten Wärmeanomalien auf, die im Hinblick auf die Nutzung geothermischer Energie interessant sein könnten. Im Allgemeinen ist der Wärmefluss unter Grönland jedoch geringer als bisher angenommen.

© Colgan and Wansing, 2022

<https://www.uni-kiel.de/de/pressemitteilungen/2022/o68-standorte-typen-waermeflussmessungen.png>

Übersicht über die Standorte und Typen in der Datenbank für Wärmeflussmessungen. Gelbe Punkte kennzeichnen Standorte, an denen die in der International Heat Flow Commission 2018 oder in anderen Studien angegebenen Wärmeflusswerte neu bewertet wurden. Die gestrichelte Linie markiert die Untersuchungsgrenze, 500 km von den grönländischen Küsten entfernt. Die Meighen- und Barnes-Eiskappen liegen außerhalb dieser Grenze, aber es wird hier trotzdem über diese subglazialen Messungen berichtet.

© Colgan and Wansing, 2022

<https://www.uni-kiel.de/de/pressemitteilungen/2022/o68-borehole-isunnguata-sermia.jpg>

Beispiel einer Bohrung, die Daten über den Wärmefluss in Grönland liefert, gebohrt direkt vor dem Eisschild in der Nähe von Punkt 660 mit dem Isunnguata-Sermia Gletscher im Hintergrund.

© Lillemor Claesson Liljedahl

<https://www.uni-kiel.de/de/pressemitteilungen/2022/o68-drilling-near-sisimiut.jpg>

Bohrungen in der Nähe von Sisimiut

© Danish Technical University (DTU)

<https://www.uni-kiel.de/de/pressemitteilungen/2022/o68-drilling-warmingland.jpg>

Viele der neu in die Studie aufgenommenen Datenpunkte stammen von alten Bohrstellen, wie hier in Warmingland 1984-85.

© Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)

Mitwirkende Institutionen:

- Geological Survey of Denmark and Greenland, Copenhagen, Denmark
- Institut für Geowissenschaften, Universität Kiel, Kiel, Deutschland

- Dalhousie University, Halifax, Canada
- Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark
- National Space Institute, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark
- DHI Sverige, Stockholm, Sweden
- Cryospheric Sciences Lab, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, USA
- Icelandic Geosurvey, Reykjavik, Iceland
- Faculty of Built Environment, Tampere University, Tampere, Finland
- Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam, Deutschland
- Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm, Sweden
- Center for Earth Observation Science, University of Manitoba, Winnipeg, Canada
- Department of Geography, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark
- Planetary and Magnetospheres Laboratory, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, USA
- Department of Geoscience, Aarhus University, Aarhus, Denmark
- Asiaq – Greenland Survey, Nuuk, Greenland

Weiterführende Links:

Arbeitsgruppe Satelliten- und Aerogeophysik am Institut für Geowissenschaften an der CAU,
<https://www.satellitengeophysik.uni-kiel.de/de/mitarbeiter>

Wissenschaftlicher Kontakt:

William Colgan (GEUS)
Department of Glaciology and Climate
Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)
Email: wic@geus.dk
Telephone: +45 9133 3814

Agnes Wansing (CAU)

Institut für Geowissenschaften
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)
Email: agnes.wansing@ifg.uni-kiel.de
Telephone: +49/176/45724022

Pressekontakt:

Johanne Uhrenholt Kusnitzoff
Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)
Email: jku@geus.dk

Tobias Hahn

Kiel Marine Science (KMS)
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)
Email: thahn@kms.uni-kiel.de

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Presse, Kommunikation und Marketing, Eva Sittig, Text/Redaktion: Tobias Hahn
Postanschrift: D-24098 Kiel, Telefon: (0431) 880-2104, Telefax: (0431) 880-1355
E-Mail: presse@uv.uni-kiel.de Internet: www.uni-kiel.de Twitter: www.twitter.com/kieluni
Facebook: www.facebook.com/kieluni Instagram: www.instagram.com/kieluni

wissenschaftliche Ansprechpartner:

William Colgan (GEUS)

Department of Glaciology and Climate
Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS)
Email: wic@geus.dk
Telephone: +45 9133 3814

Agnes Wansing (CAU)
Institut für Geowissenschaften
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)
Email: agnes.wansing@ifg.uni-kiel.de
Telephone: +49/176/45724022

Originalpublikation:

Colgan, W., Wansing, A., Mankoff, K., Lösing, M., Hopper, J., Louden, K., Ebbing, J., Christiansen, F. G., Ingeman-Nielsen, T., Liljedahl, L. C., MacGregor, J. A., Hjartarson, Á., Bernstein, S., Karlsson, N. B., Fuchs, S., Hartikainen, J., Liakka, J., Fausto, R. S., Dahl-Jensen, D., Bjørk, A., Naslund, J.-O., Mørk, F., Martos, Y., Balling, N., Funck, T., Kjeldsen, K. K., Petersen, D., Gregersen, U., Dam, G., Nielsen, T., Khan, S. A., and Løkkegaard, A. (2022). Greenland Geothermal Heat Flow Database and Map (Version 1), Earth Syst. Sci. Data, 14, 2209–2238. DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-14-2209-2022>

URL zur Pressemitteilung: <http://www.uni-kiel.de/de/detailansicht/news/o68-geothermaler-waermefluss-groenland>