

Dynamische Modellierung subglazialer Schmelzwassererosion in vergangenen und zukünftigen Vergletscherungen

Kurztitel/ ggf. Akronym:	Quantifizierung subglazialer Erosion (QUASI)
Projektziel:	Ziel des Projektes ist die Abschätzung der Tiefe subglazialer Schmelzwassererosion während zukünftiger Vergletscherungen auf Basis numerischer Simulationen. Dazu werden zunächst geologische 3D-Untergrundmodelle mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden für Nordwestdeutschland erstellt, um möglichst realistische Grundlagen für weitergehende hydraulische Modellierungen zu schaffen, welche die Bildung und Tiefe großer subglazialer Rinnen (Tunneltäler) unter der Annahme von zukünftigen Vergletscherungen simulieren und quantifizieren. Modellunsicherheiten werden quantifiziert und diskutiert.
Forschungsfeld:	Geowissenschaftliche Fragestellungen (klimatische Prozesse)
Projektpartner:	Aarhus Universität, Danmark (Institut for Geoscience), und Leibniz Universität Hannover, Institut für Geologie
Fördervolumen (Netto):	Das Fördervolumen der BGE beträgt insgesamt vor Steuern 576.000 €
Projektlaufzeit:	2022 – 2025 (3 Jahre)
Forschungsauftrags- nummer:	STAFuE-21-01-Klei
Weiterführende Informationen:	-

Projektbeschreibung

Im § 23 StandAG wird für die minimale Teufe des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs (ewG) gefordert, dass in Gebieten, in denen mit eiszeitlich bedingter Erosion zu rechnen ist, die Oberfläche des ewG tiefer als die zu erwartende größte Tiefe der Auswirkungen liegen muss. Daher ist für die Festlegung der minimalen Teufe des ewG die Quantifizierung der Tiefe subglazialer Erosion unumgänglich. Durch seine physikalische Prozessmodellierung stellt das Projekt QUASI außerdem eine wichtige Ergänzung zum Suchtiefe-Projekt dar.

Im Projekt QUASI soll mit Hilfe numerischer Modellierungen das Schmelzwassererosionspotential während zukünftiger Vergletscherungen in Norddeutschland quantifiziert werden.

Der größte Teil des Schmelzwassers von Eisschilden und Gletschern fließt entlang der basalen Grenzfläche zwischen Eisschild und Untergrund und beeinflusst damit die Gletscherdynamik. Aus der geologischen Überlieferung sowie heutigen Gletschersystemen ist bekannt, dass kanalisierte subglaziale Schmelzwasserabflüsse mit hohen Erosionsraten verbunden sind, die zur Bildung von Übertiefungen und großen Rinnenstrukturen (Tunneltälern) führen. Im Vergleich zu anderen Ablagerungssystemen sind solche subglazialen Prozesse jedoch bisher nur sehr wenig verstanden, da sie nicht direkt beobachtet werden können.

Methodische Schwerpunkte des Projektes:

- Um eine möglichst realistische Grundlage für die numerischen Simulationen zu schaffen, werden zunächst 3D-Untergrundmodelle für Nordwestdeutschland erstellt. Die 3D-Untergrundmodelle basieren auf den Tiefenlinienkarten des Geotektonischen Atlas von Nordwestdeutschland (Baldschuhn et al. 2001) sowie des 3D-Modelles TUNB (Tieferer Untergrund Norddeutsches Becken, BGR et al. 2021), verfügbaren Bohrungen, geophysikalischen Datensätzen, quartärgeologischen Schnitten und hochauflösenden 3D-Untergrundmodellen quartärer Ablagerungen. Diese 3D-Untergrundmodelle ermöglichen die Rekonstruktion der subglazialen Topographie unter früheren Eisschilden sowie eine Abschätzung der unterschiedlichen Sedimenteigenschaften. Diese Daten werden anschließend benutzt, um Parameter in einem subglazialen hydrologischen Modell zu kalibrieren, das nachfolgend für eine Reihe zukünftiger Vereisungsszenarien verwendet wird.
- Die Entwicklung eines hydraulischen „*soft-bed*“-Modells mit realistischen Sedimenteigenschaften ermöglicht die Simulation der Grundwasser- und Grenzflächenströmung zwischen Eisschild und Untergrund, um die Stabilität, Entwicklung und Erosion subglazialer Rinnen abzuschätzen. Der subglaziale Schmelzwasserabfluss wird sowohl für kanalisierte Systeme als auch für schichtförmige Abflüsse (*sheet flows*) modelliert.

Die Anwendung hydraulischer Modelle kann die Abschätzung des Schmelzwassererosionspotenzials sowie eine Vorhersage zukünftiger Bildungen von subglazialen Rinnen (Tunneltälern) und deren Tiefen für zukünftige Vereisungsszenarien ermöglichen.

Die Ergebnisse dieses Projektes werden in einer Reihe von Karten dargestellt, die den Sedimentfluss über die Zeit, die Erosionsraten über die Zeit sowie die maximalen Erosionstiefen zeigen. Damit ist es möglich, im Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens eine detailliertere Bewertung des möglichen Ausmaßes subglazialer Erosion auf Basis einer numerischen Modellierung vorzunehmen.

Literatur:

Baldschuhn, R., Binot, F., Fleig, S. & Kockel, F. (2001): Geotektonischer Atlas von Nordwest-Deutschland und dem deutschen Nordsee-Sektor. Strukturen, Strukturentwicklung, Paläogeographie. Geologisches Jahrbuch, Bd. A 153, S. 88.

BGR, LAGB, LBEG, LBGR, LLUR & LUNG (2021): 3D-Strukturmodell des Norddeutschen Becken – Projekt (TUNB). Version 2021. [Internet Website]: bgr.de. Zugriff am: 10.08.2021. Verfügbar unter <https://gst.bgr.de>

Weiterführende Literatur:

Damsgaard, A., Egholm, D. L., Piotrowski, J. A., Tulaczyk, S., Larsen, N. K., Brædstrup, C. F. (2015): A new methodology to simulate subglacial deformation of water-saturated granular material. – *The Cryosphere* 9, 2183–2200. DOI: 10.5194/tc-9-2183-2015.

Lutz, R., Kalka, S., Gaedicke, C., Reinhardt, L. & Winsemann, J. (2009): Pleistocene tunnel valleys in the German North Sea: Spatial distribution and morphology. – *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 160, 225–235. DOI: 10.1127/1860-1804/2009/0160-0225.

Kehew, A. E., Piotrowski, J. A. & Jørgensen, F. (2012): Tunnel valleys: Concepts and controversies – A review. – *Earth-Science Reviews* 113, 33–58. DOI: 10.1016/j.earsci-rev.2012.02.002.

Piotrowski, J. A. (1997): Subglacial hydrology in north-western Germany during the last glaciation: groundwater flow, tunnel valleys, and hydrological cycles. – *Quaternary Science Reviews* 16 (2), 169–185. DOI: 10.1016/S0277-3791(96)00046-7.

Piotrowski, J. A. (1997): Subglacial groundwater flow during the last glaciation in northwestern Germany. – *Sedimentary Geology* 111 (1), 217-224. DOI: 10.1016/S0037-0738(97)00002-X.