



20

Jahre terrestrische Forschung
in der sibirischen Arktis
Die Geschichte
der Lena-Expeditionen



A microscopic image of plant tissue, likely a cross-section of a stem or root, showing a complex cellular structure. The tissue is stained with orange and purple dyes, highlighting various cell walls and internal structures. The overall appearance is highly textured and detailed.

Auszug aus:

20 Jahre terrestrische
Forschung in der
sibirischen Arktis

Hans-Wolfgang Hubberten, Dmitry Yu. Bolshiyarov,
Mikhail N. Grigoriev, Guido Grosse, Anne
Morgenstern, Eva-Maria Pfeiffer, Volker Rachold,
Lutz Schirrmeister



Kohlenstoff in Permafrost - Quantifizierung der Menge an organischem Material in Sibirien

Permafrost in Sibirien taut, und das auf verschiedene Weise. Besonders gut sichtbar sind Küstenerosion (Abbildung 1) und Bodenabsenkungen, oder wenn vorhandene Straßen, Häuser und andere Infrastruktur dadurch beschädigt wird. Doch auch eine Vertiefung der sommerlichen Auftauschicht und Entstehung von Seen, was zu schnellen Auftauprozessen (Thermokarst) führt, machen die Permafrostregion zu einer Region, in der der Klimawandel heute deutlich sichtbar wird.

Das Permafrosttauen hat neben den lokalen Auswirkungen wie Bodenabsenkung und Beschädigungen an Infrastruktur auch einen globalen Effekt, da es auch zu einer Rückkopplung mit dem globalen Klima kommen kann. Große Mengen an organischem Material sind in den mächtigen Permafrostböden eingefroren. Dieser Kohlenstoff, der aus abgestorbenen Pflanzen- und Tierresten besteht, ist seit Jahrtausenden durch Gefrorenis dem aktiven Kohlenstoffkreislauf entzogen. Durch das Auftauen des Permafrosts steht dieser Kohlenstoff dem aktiven Kohlenstoffkreislauf wieder zur Verfügung, bei dem mikrobielle Abbauprozesse zur Entstehung der Treibhausgase Kohlendioxid und Methan führen. Dies wiederum erhöht die Menge an Treibhausgasen und beschleunigt die Erwärmung der Atmosphäre. So kommt es zu stärkerem Permafrost-Auftauen und mehr Kohlenstofffreisetzung - eine Rückkopplung, die sich selbst verstärkt. Unsere Forschungsfragen, wie viel und wie schnell Kohlenstoff aufgetaut und mobilisiert werden kann ist

Abbildung 1: Organikreiche Sedimentschichten, einschließlich Torfblöcken, die aus einer Yedoma-Klippe auf der Sobo-Sise-Insel im Lenadelta ragen. (Foto: M. Fuchs, 2014)



daher ein zentrales Thema um die Folgen von Permafrost-Tauen in der Arktis vorherzusagen. Unsere Forschung in den russisch-deutschen Lena-Expeditionen konzentriert sich daher auf die Eigenschaften, Entstehung, Verteilungen, Menge und Anfälligkeit von Kohlenstoff in der nordsibirischen Arktis.

Bis in die späten 90er Jahre wurde angenommen, dass das kalte arktische Klima zu einer niedrigen Produktivität der Vegetation führt. Diese Theorie war darauf begründet, dass die tiefen Temperaturen und kurze Vegetationsperiode zu einem relativ geringen Eintrag an Kohlenstoff in die arktischen Böden führt. Diese Ansicht hat sich jedoch durch unsere Forschung im Lenadelta seit den 2000er Jahren grundlegend verändert. Tatsächlich ist es so, dass durch eisige Temperaturen oder Wassersättigung der Abbau von organischen Stoffen verlangsamt oder gar verhindert wird. Hinzu kommt, dass Prozesse wie Kryoturbation (Frostdurchmischung) die organische Substanz schnell in die kalten tieferen Böden bringen können. Auch langfristige Sedimentation unter periglazialen Umweltbedingungen tragen dazu bei, dass der Kohlenstoff relativ schnell in den Permafrost eingelagert wird.

Im Rahmen der Lena-Expeditionen konnten wir auf Basis zahlreicher Felduntersuchungen neue Erkenntnisse zur tiefen Permafrost-Kohlenstoffspeicherung in Nordsibirien gewinnen. Wir haben organischen Kohlenstoff sowohl in alten Permafrostsedimenten in bis zu mehr als 50 Metern Tiefe untersucht als auch in der saisonal ungefrorenen Auftauschicht, in Eiskeilen und sogar in Methanblasen, die im See- und Meereis eingeschlossen sind (Abbildung 3). Wir fanden unter anderem eindrucksvolle Zeugen der Mega-Fauna der letzten Eiszeit, wie Mammutstoßzähne und -schädel, Wollnashornknochen und sogar die Haare eines Mammutfells. Eine der Herausforderungen für die Probenahme von organischem Kohlenstoff während der Sommerfeldarbeit besteht jedoch darin, den Kohlenstoff gefroren zu halten, um eine Zersetzung nach der Probenahme zu vermeiden. Trotz permanenten Frost im Untergrund mussten wir daher einen Gefrierschrank mit einem Hubschrauber ins Zeltlager bringen und auf den Permafrost stellen.

Abbildung 2: Landung mit einem MI-8 Helikopter an einem entlegenen Standort im Lenadelta und Beginn einer mehrwöchigen Expedition zur Entschlüsselung der Eigenschaften des organischen Kohlenstoffs im Delta. (Foto: J. Strauss, 2014)



Mit den einzigartigen Möglichkeiten der Lena-Expeditionen und der Analyse der Proben in unseren Laboren konnten wir Berechnungen für die Arktis aber auch speziell für das Lenadelta-Gebiet verbessern. So sind wichtige Datensätze für die Kohlenstoff-Abschätzungen in der panarktischen Permafrost-Zone entstanden, die heute auch ihren Eingang in Klimamodellen finden.

Wir wissen jetzt, dass das Einfrieren von organischem Material über einen Zeitraum von Tausenden von Jahren große Mengen Kohlenstoff im Lenadelta gespeichert und eingefroren hat. 240.000.000.000 kg Kohlenstoff sind bis zu einer Tiefe von 1 m eingelagert. Mit anderen Worten, dieses riesige Kohlenstoffinventar im ersten Meter des Lenadeltas entspricht so viel wie 29 Millionen Mal die Masse des riesigen MI-8 Helikopters (siehe Abbildung 2), der uns oft an entlegene Orte bringt, an denen wir Kohlenstoff und andere interessante Themen im Lenadelta studieren wollen. Doch das ist noch nicht alles an Kohlenstoff in der Region, denn auch unterhalb des oberen Meters des Bodens ist heute noch reichlich organische Substanz vorhanden, die in einer zukünftigen Erwärmung der Arktis anfällig für das Auftauen ist, da die Permafrostsedimente im Lenadelta bis zu 50 m mächtig sein können.

Jens Strauss, Lutz Schirrmeister, Sebastian Zubrzycki, Alexander L. Kholodov, Mikhail N. Grigoriev, Viktor V. Kunitsky, Matthias Fuchs, Eva-Maria Pfeiffer, Guido Grosse

Abbildung 3: Entnahme einer Methanprobe aus dem Eis der Bykowski-Halbinsel. (Foto: H. Zimmermann, 2017)



ALFRED-WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG

HELMHOLTZ

ISBN 978-3-88808-716-5

