

Biogene Treibhausgase und Gashydrate aus dem Permafrost

Hans-Wolfgang Hubberten

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung,
Forschungsstelle Potsdam, Sekt. Periglazialforschung,
Hans-Wolfgang.Hubberten@awi.de

Als Ergebnis einer negativen Energiebilanz ist etwa ein Viertel der kontinentalen Erdoberfläche von Permafrost unterlagert. Dieser permanent gefrorene Untergrund ist vor allem in den riesigen Permafrostgebieten der Tundren und der borealen Waldgebiete Asiens und Nordamerikas mit Mächtigkeiten bis über 1 000 m weit verbreitet. Als Folge der Meeresregressionen während der letzten Glazialzeiten tritt Permafrost darüber hinaus reliktsch in den heutigen Schelfgebieten der Arktis auf. Klimaänderungen, vor allem die in den letzten Dekaden beobachtete globale Erwärmung, verändern das thermische Regime des Permafrosts, führen zu seiner Degradation und wirken sich vielfältig auf die Landschaft, die Infrastruktur in besiedelten Regionen und die Ökosysteme insbesondere der Arktis und Subarktis aus [1] Hubberten & Schirrmeister, 2006.

Die raschesten Reaktionen auf wechselnde Klimabedingungen werden an den Grenzschichten Permafrost – Atmosphäre ablaufen, wobei es bei einer Erwärmung vor allem zu einer Erhöhung der saisonalen Auftautiefe kommen wird. Dies hat unter anderem einen starken Einfluss auf die Stabilität des organischen Kohlenstoffs der in großen Mengen in arktischen und subarktischen Böden gebunden ist. Je nach Änderung von Temperatur und Niederschlag und damit des Energie- und Wasserhaushaltes der oberflächennahen Schicht, wird das Ökosystem des Bodens reagieren und vor allem der durch Mikroorganismen verursachte Kohlenstoffumsatz in unterschiedlicher Art und Weise beeinflusst. Dies kann sowohl zu positiven als auch zu negativen Rückkopplungseffekten in Bezug auf das Anwachsen der Treibhausgase Kohlendioxid und Methan in der Atmosphäre führen. Es ist aber anzunehmen, dass bei einer Erhöhung der Auftautiefe die Kohlenstofffreisetzung zunimmt und wegen einer vermuteten Versumpfung vor

allem über anaerobe Prozesse in Form von Methan in die Atmosphäre abgegeben und damit zu einer weiteren Verstärkung des Treibhauseffektes beitragen wird (siehe auch Vortrag Sachs).

Neben der oberflächennahen Methan und Kohlendioxidbildung durch die Aktivität von Mikroorganismen findet man freies Methan auch in tiefer liegenden gefrorenen Schichten des Permafrosts unterhalb der saisonalen Auftauschicht. Diese entstanden während früherer Wärmeschwankungen oder in der Frühphase der jetzigen Warmzeit unterhalb der alten Landoberfläche und wurden anschließend in eisreichen und organikführenden Permafrostabfolgen fixiert. Ein klimabedingtes Tauen des Permafrosts und eine Intensivierung der Erosion der eisreichen arktischen Küsten kann zu einer Freisetzung von bislang noch nicht abschätzbaren Treibhausgasmengen in die Atmosphäre führen [2] Koch et al., 2009, [3] Lantuit et al., 2009.

Mit der Erforschung von Seen in Permafrostgebieten ist in den letzten Jahren eine weitere Methanquelle in den Blickpunkt der Wissenschaft getreten. Durch das positive Wärmepotential des Wassers in Seen bildet sich eine dauerhaft aufgetaute Zone unter den Wasserkörpern die bei einer Tiefe über 2 m auch im Winter nicht mehr zufriert. Dadurch werden zusätzliche Mengen von fossilem organischem Kohlenstoff für die mikrobielle Umsetzung zur Verfügung gestellt, der vorher über mehrere tausend oder zehntausend Jahre eingefroren war [4] Walter et al., 2007.

In den Schelf- und Tieflandsgebieten Eurasiens und Nordamerikas treten im Permafrost selbst oder im Untergrund hohe Methankonzentrationen in Form von Gashydraten auf, deren Erschließung als Energiequelle der Zukunft ein zunehmendes Interesse gilt (Abb. 1). Vor allem in der Region der Beaufort See und des Mackenzie-Deltas aber auch in der Kara See wurden dazu in den letzten Jahren Erkundungsbohrungen abgeteuft. Diese permafrostgebundenen geogenen Gashydrate haben eine völlig andere Entstehungsgeschichte als die typischen marinen Hydratvorkommen, die in den Ozeanen in den Tiefseebecken



oder den Kontinentalhängen auftreten und sollten von diesen klar unterschieden werden. Es ist zu erwarten, dass die beobachtete Klimaerwärmung zu einer Destabilisierung der im Untergrund der Permafrostgebiete auftretenden Gashydrate führen wird. Dies kann zu einem derzeit nicht abschätzbaren zusätzlichen Methan-Eintrag in die Atmosphäre führen. In der Region der Laptev-See wurden bereits Methananomalien bestimmt wobei Methan aus dem tauenden submarinen Permafrost in die Wassersäule strömt [5] Shakova & Semiletov, 2007. Eine Bilanzierung der im und unter dem Permafrost vorhandenen Gashydrat-Mengen und eine Abschätzung der möglichen Treibhausgas-Freisetzung aus diesen Quellen ist derzeit kaum möglich. Dies gilt vor allem für die flachen Schelfmeere Sibiriens in denen bis mehrere hundert Kilometer von der heutigen Küste entfernt bis zu 400 m mächtiger submariner Permafrost auftritt der Anzeichen einer Degradation zeigt [6] Overduin et al. 2007. Vor allem in dieser Fragestellung sind intensive Untersuchungen in den nächsten Jahren dringend geboten.

Literatur

- [1] Hubberten, H.-W. & Schirrmeister, L. (2004): Rolle des Permafrosts bei der Landschaftsbildung in der Arktis und Subarktis. – In: Lozan, J.L., et al., (Hrsg.), Warnsignale aus den Polarregionen, 48-53.
- [2] Koch, K., Knoblauch, C. & Wagner, D. (2009): Methanogenic community composition and anaerobic carbon turnover in submarine permafrost sediments of the Siberian Laptev Sea. – Environm. Microbiol. 11: 657-668.
- [3] Lantuit, H., Rachold, V., Pollard, W.H., Steenhuisen, F., Odegard, R. & Hubberten, H.-W. (2009): Towards a calculation of organic carbon release from erosion of Arctic coasts using non-fractal coastline datasets. – Mar. Geol. 257: 1-10.
- [4] Walter, K.M., Edmards, M., Grosse, G., Zimov, F.S. & Chapin, F.S. (2007): Thermokarst lakes as a source of atmospheric CH₄ during the last deglaciation. – Science 318: 633-646.
- [5] Shakova, N. & Semiletov, I. (2007): Methane release and coastal environment in the East Siberian Arctic shelf. – J. Mar. Sci. 66: 227-243.
- [6] Overduin, P.P., Hubberten, H.-W., Rachold, V., Romanovskii, N.N., Grigoriev, M. & Kasymkaya, M. (2007): The evolution and degradation of coastal and offshore permafrost in the Laptev and East Siberian Seas during the last climatic cycle. – Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 426: 97-111.

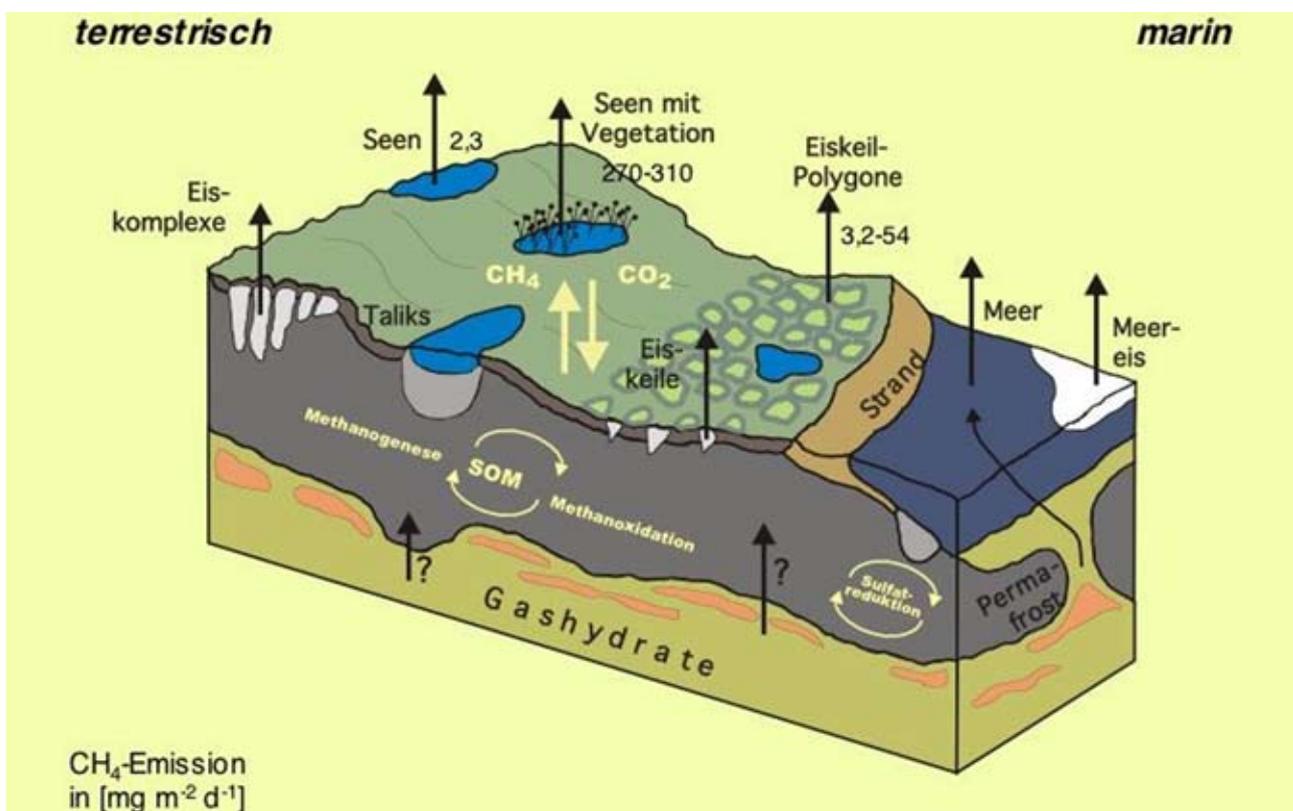


Abb. 1: Permafrostlandschaft mit den möglichen Methan-Produzenten