



Faktenpapier: Die Rolle von Methan bei Moor-Wiedervernässung

Stand: November 2022

Das Treibhausgas Methan (CH_4) spielt eine wichtige Rolle in der Verursachung und Bekämpfung der Klimakrise. Auf der Weltklimakonferenz in Glasgow im November 2021 unterzeichneten 100 Staaten eine CH_4 -Verpflichtung. Darin wird eine weltweite Reduktion der menschengemachten CH_4 -Emissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 30 % im Vergleich zu 2020 angestrebt. Die Reduktion soll vor allem bei den Hauptquellen Landwirtschaft, Öl-, Gas- und Kohleförderung, sowie Abfalldeponien und Abwasser erfolgen. Allerdings wurden auf der 27. Weltklimakonferenz in Sharm El-Sheikh hauptsächlich die Verbesserung des Monitorings von CH_4 -Emissionen und verbindliche Maßnahmen zur schnellen Reduktion im Energie-Sektor thematisiert. Auch nasse Moore setzen CH_4 frei. Wiedervernässung von entwässerten Mooren reduziert den Ausstoß von Kohlendioxid (CO_2) sehr effektiv, führt aber zugleich zu CH_4 -Emissionen. Trotzdem ist Wiedervernässung unter dem Strich immer gut für das Klima. Dieses Informationspapier fasst die wichtigsten Aspekte zum Thema "Moore und Methan" für Deutschland zusammen.

Moorzustand und Methanfreisetzung

Pflanzen nehmen CO_2 auf und speichern den Kohlenstoff in ihren Organen. Sterben sie ab, verrotten sie und das CO_2 wird wieder freigesetzt. In intakten Mooren herrschen in Folge von Wassersättigung im Boden sauerstofflose, reduzierende Bedingungen vor. Diese bewirken, dass die abgestorbenen Pflanzenreste nicht vollständig verrotten und die verbleibenden Reste in Form von Torf akkumuliert werden. Allerdings findet unter solchen sauerstofflosen Bedingungen eine **geringfügige CH_4 -Produktion** statt. Wenn viel Eisen oder Sulfat im Boden vorhanden ist, ist die CH_4 -Bildung meist deutlich geringer, weil sich die Zusammensetzung und Aktivitäten der Mikroorganismen-Gemeinschaft verändern^{[1][2]}. Das gebildete CH_4 kann über drei Wege in die Atmosphäre gelangen: mittels Diffusion durch die Boden-/Wassersäule, mittels Aufstieg von Gasbläschen und mittels Gasfluss durch pflanzliche Leitbahnen^[3].

CH_4 hat eine deutlich stärkere Klimawirkung als CO_2 , verbleibt aber nur relativ kurz – im Schnitt 11,8 Jahre – in der Atmosphäre bevor es zu CO_2 umgewandelt wird. Bei einem steten Ausstoß von CH_4 stellt sich daher nach einigen Jahren ein dynamisches Gleichgewicht ein: es verschwindet genau so viel CH_4 aus der Atmosphäre wie hinzukommt und die CH_4 -Konzentration in der Atmosphäre sowie die Klimabelastung nehmen nicht weiter zu. **Natürliche, nicht entwässerte Moore** setzen fast immer CH_4 frei, aber tragen – weil sie schon lange existieren – nicht mehr zur Erwärmung bei. Im Gegenteil, durch die konstante Aufnahme von CO_2 sind ungestörte Moore dauerhafte Kühlmaschinen des Klimas. Die Moore haben in den letzten 10.000 Jahren die weltweite Temperatur um etwa $0,6^\circ\text{C}$ gekühlt^{[4][5]}.

Feuchtgebiete weltweit emittieren 149-194 Millionen Tonnen CH_4 pro Jahr. Zum Vergleich: Die Landwirtschaft und Abfallwirtschaft produzieren 206-227 Millionen Tonnen CH_4 pro Jahr und die Produktion und Nutzung von fossilem Brennstoff 111-128 Millionen Tonnen CH_4 pro Jahr. Die ansteigende atmosphärische CH_4 -Konzentration wird durch die Zunahme der menschengemachten Quellen verursacht^{[6][7][8]}.

Entwässerte Moore weisen nahezu keine CH_4 -Freisetzung aus dem trockenen Boden auf. Allerdings werden aus den Entwässerungsgräben oft große Mengen CH_4 freigesetzt. Außerdem kann Beweidung durch wiederkäuende Tiere, wie sie auf entwässerten Mooren in Deutschland typisch ist, erheblich zu den atmosphärischen CH_4 -Flüssen des Ökosystems beitragen^{[3][2][9][10]}.

Methanemissionen aus wiedervernässten Mooren sind in ihrer Höhe meist vergleichbar mit denen aus natürlichen, nicht entwässerten Mooren. Allerdings kann es direkt nach Wiedervernässung zu höheren CH_4 -Emissionen kommen, insbesondere bei Überstau. Diese Emissionen sinken in den Folge-

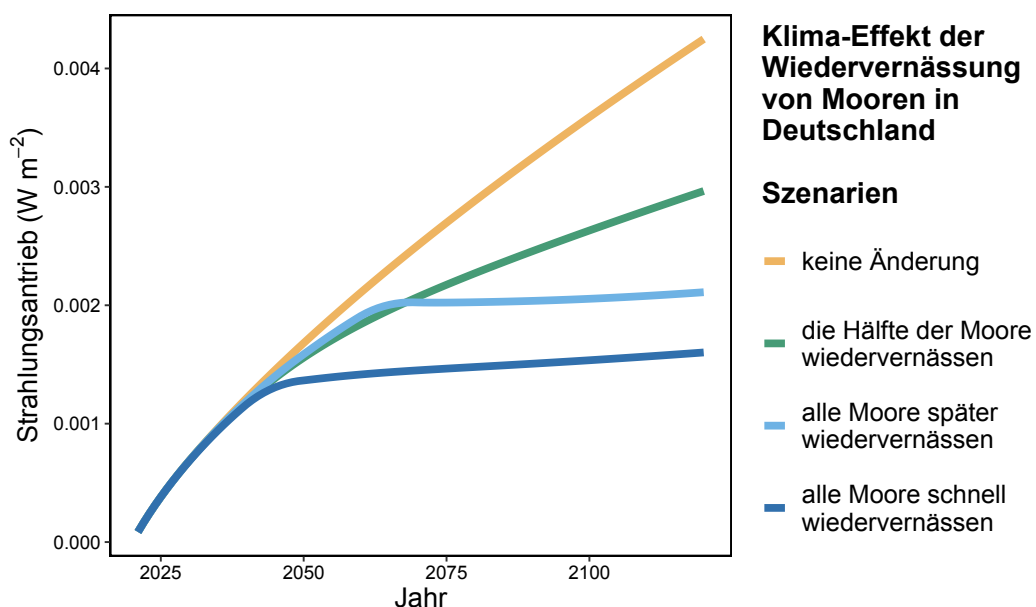
jahren in der Regel jedoch rasch auf ein für nasse Standorte übliches Niveau. Sobald sich nach 5-10 Jahren eine geschlossene moortypische Vegetationsdecke gebildet hat, gleichen die Emissionen von wiedervernässten Mooren denen natürlicher Moore. Durch die CH₄-Emissionen bleibt die Klimawirkung eines wiedervernässten Moores oft leicht klimaerwärmend, ist aber insgesamt viel geringer als im vorherigen entwässerten Zustand^{[5][10][11]}.

Bewertung von Moor-Methanemissionen für den Klimaschutz

Für die Bewältigung der Klimakrise ist es notwendig, die atmosphärische Konzentration von allen dreien für Moore relevanten Treibhausgasen (CH₄, CO₂, Lachgas (N₂O)) zu verringern. Der Weltklimarat (IPCC) sieht jedoch unterschiedliche Ziele für die unterschiedlichen Gase. So soll der Ausstoß von CO₂ schnell auf null gesenkt und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts sogar negativ werden; der Ausstoß von CH₄ und N₂O soll nur deutlich gesenkt werden^{[6][12]}. Mit der Wiedervernässung können die CO₂ (und N₂O) Emissionen aus Mooren tatsächlich auf null gesenkt werden, die CH₄-Emissionen nicht^{[9][10]}.

Es gibt zwei Optionen: Entweder bleiben die Moore entwässert und emittieren weiter CO₂, oder sie werden vernässt und emittieren dann CH₄. Vor dem Hintergrund, dass der jährliche CO₂ Ausstoß bis zum Jahr 2050 auf Null Tonnen reduziert werden muss, während der von CH₄ lediglich gesenkt werden soll *und* mit dem Wissen, dass Wiedervernässung auf Dauer immer besser ist für das Klima als eine andauernde Entwässerung, ist **Wiedervernässung immer die richtige Wahl**^{[5][11][13]}.

Die Abbildung zeigt den Beitrag zur Erwärmung (Strahlungsantrieb) der gesamten Moorfläche Deutschlands in unterschiedlichen Szenarien (siehe Legende). Das erste Szenario folgt dem in Tanneberger et al. 2021 entworfenen Reduktionspfad, bei welchem (fast) alle Moorstandorte spätestens 2050 wiedervernässt sind; das zweite folgt ihm auch, aber die Reduktion beginnt 20 Jahre später; im dritten Szenario wird nur die Hälfte der entwässerten Moorstandorte wiedervernässt, die Reduktion folgt im Verhältnis aber dem gleichen Reduktionspfad; im vierten Szenario bleibt alles wie es ist^{[11][13]}.



Aufgrund der Langlebigkeit von CO₂ in der Atmosphäre führt fortgesetzte Entwässerung zu einem kontinuierlich steigenden Treibhauseffekt (gelbe Linie in der Abbildung). Mehr als die Hälfte des Strahlungsantriebs – also des Erwärmungseffektes – dieses Szenarios im Jahr 2100 kann vermieden werden, wenn wir alle Moore in Deutschland schnell wiedervernässen.

Möglichkeiten der Minimierung von CH₄-Emissionen bei Moor-Wiedervernässung

Folgende Maßnahmen verringern die CH₄-Emissionen nach Wiedervernässung:

- Abtrag der oberirdischen Biomasse vor Wiedervernässung;
- Abtrag von 5-10 cm Oberboden vor Wiedervernässung zur Entfernung der unterirdischen Biomasse und Verringerung der Nährstoffverfügbarkeit im Boden^[14];
- Vermeidung von Überstau und offenen Wasserflächen (auch in Gräben)^[2];
- Verwendung von möglichst nährstoffarmem Wasser;
- Allmähliche, schrittweise Anhebung des Wasserstandes;
- Förderung moortypischer Pflanzenarten.

Kontakt

Dr. John Couwenberg Universität Greifswald Greifswald Moor Centrum couwenberj@uni-greifswald.de	Dr. Gerald Jurasinski Universität Rostock Landschaftsökologie und Standortkunde gerald.jurasinski@uni-rostock.de
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Das Greifswald Moor Centrum ist eine Kooperation von Universität Greifswald, Michael Succow Stiftung und DUENE e.V.

Weiterführende Literatur:

- [1] Knorr KH, Blodau C (2009) Impact of experimental drought and rewetting on redox transformations and methanogenesis in mesocosms of a northern fen soil. *Soil Biology and Biochemistry* 41:1187–1198
- [2] Köhn D, Welpelo C, Günther A, Jurasinski G (2021) Drainage ditches contribute considerably to the CH₄ budget of a drained and a rewetted temperate fen. *Wetlands* 41:1–15
- [3] Couwenberg J, Fritz C (2012) Towards developing IPCC methane ‘emission factors’ for peatlands (organic soils). *Mires and Peat* 10(3):1–17
- [4] Frolking S, Roulet NT (2007) Holocene radiative forcing impact of northern peatland carbon accumulation and methane emissions. *Global Change Biology* 13:1079–1088
- [5] Joosten H, Sirin A, Couwenberg J, Laine J, Smith P (2016) The role of peatlands in climate regulation. In: Bonn A, Allot T, Evans M, Joosten H, Stoneman R (eds) *Peatland Restoration and Ecosystem Services: Science, Policy and Practice*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 63–76
- [6] IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Sixth Assessment Report. IPCC, Geneva.
- [7] Saunio M, Stavert AR, Poulter B, et al. (2020) The global methane budget 2000–2017. *Earth System Science Data* 12:1561–1623
- [8] Zhang Z, Poulter B, Knox S, et al. (2022) Anthropogenic emission is the main contributor to the rise of atmospheric methane during 1993–2017. *National Science Review* 9(5): nwab200
- [9] IPCC (2014) *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*. IPCC, Geneva
- [10] Wilson D, Blain D, Couwenberg J, et al. (2016) Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. *Mires and Peat* 17(4):1-28
- [11] Günther A, Barthelmes A, Huth V, Joosten H, Jurasinski G, Koebsch F, Couwenberg J. (2020) Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature Communications*, 11, 1644: doi: 10.1038/s41467-020-15499-z
- [12] IPCC (2018) *Global Warming of 1.5 °C*. Special Report. IPCC, Geneva
- [13] Tanneberger F, Abel S, Couwenberg J, Dahms T, Gaudig G, Günther A, Kreyling J, Peters J, Pongratz J, Joosten H (2021) Towards net zero CO₂ in 2050: An emission reduction pathway for organic soils in Germany. *Mires and Peat* 27(05):1-17
- [14] Harpenslager SF, van Den Elzen E, Kox MA, Smolders AJ, Ettwig KF, Lamers LP (2015) Rewetting former agricultural peatlands: Topsoil removal as a prerequisite to avoid strong nutrient and greenhouse gas emissions. *Ecological Engineering* 84:159–168