

Lachgasemissionen in Brandenburg: Ein Fokus auf Moore

Was ist Lachgas und welchen Effekt hat es auf den Klimawandel?

Lachgas, auch bekannt als Distickstoffmonoxid (N_2O), ist ein farbloses Gas aus der Gruppe der Stickoxide. Lachgas wird sowohl natürlich als auch synthetisch hergestellt und entsteht auch durch die Verbrennung von Biomasse sowie als Umwandlungsprodukt von landwirtschaftlichem Dünger [1].

Obwohl Lachgas in der Atmosphäre nur etwa 0,33 ppm (parts per million) ausmacht, trägt es aufgrund seiner extrem hohen Treibhausgaswirkung erheblich zum Klimawandel bei [1]. Mit einem CO_2 -Äquivalent von etwa 300, erwärmt ein Kilogramm Lachgas die Atmosphäre 300-mal stärker als ein Kilogramm CO_2 [1][2]. Hinzu kommt die lange Verweilzeit von Lachgas in der Atmosphäre: Ganze 114 Jahre verbleibt ein Molekül N_2O durchschnittlich in der Luft, bevor es abgebaut wird [2][3]. Das bedeutet, dass Lachgasemissionen von heute noch über ein Jahrhundert lang zum Treibhauseffekt beitragen können. Daher ist es zum Erreichen der Klimaschutzziele von entscheidender Bedeutung, die Lachgasemissionen in verschiedenen Bereichen wie Landwirtschaft, Industrie und Abwasserbehandlung zu reduzieren.

Lachgasemissionen in Brandenburg

Die Treibhausgasemissionen in Brandenburg sinken, aber ein Gas hinkt hinterher: Lachgas (N_2O). Während die absoluten Emissionen aller Treibhausgase (CO_2 , CH_4 und N_2O) seit 1990 abgenommen haben (Abbildung 1, Abbildung 2), ist der Anteil von N_2O am Gesamtkuchen sogar von 1,6 % auf 2,6 % gestiegen (Abbildung 3). Das bedeutet, dass zwar die Gesamtmenge des ausgestoßenen N_2O gesunken ist, aber sein relativer Beitrag zu den Treibhausgasemissionen in Brandenburg zunimmt. Dies ist ein Weckruf. Während wir die Fortschritte bei CO_2 und CH_4 registrieren, müssen die Anstrengungen zur Bekämpfung der N_2O -Emissionen verstärkt werden.

Abb. 1: Treibhausgasemissionen in Brandenburg 1990–2022

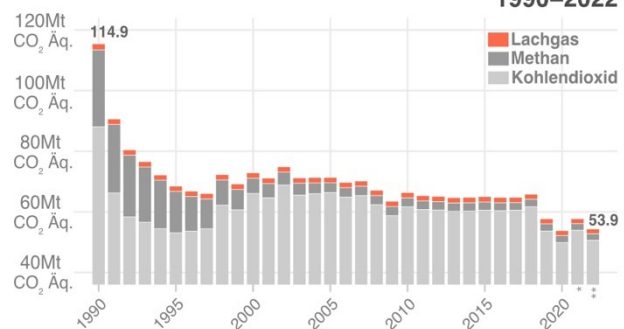
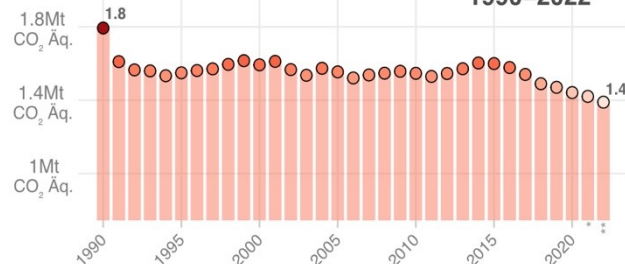
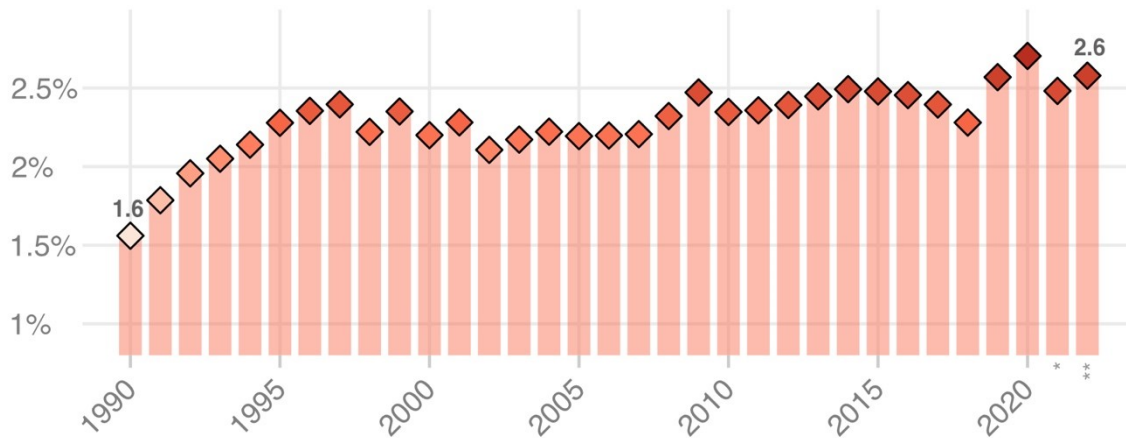


Abb. 2: N_2O -Emissionen in Brandenburg 1990–2022



Quelle: LfU-T14, *vorläufige Berechnung, **vorläufige Abschätzung

Abb. 3: N₂O-Emissionen relativ zu allen THG-Emissionen in Brandenburg

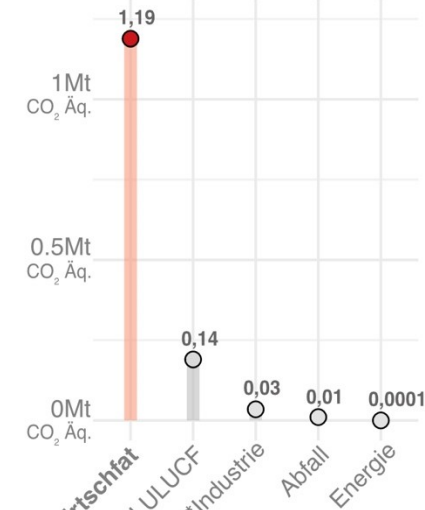


Quelle: LfU-T14, *vorläufige Berechnung, **vorläufige Abschätzung

Quellen von Lachgasemissionen in Brandenburg

In Brandenburg ist die Landwirtschaft die vorherrschende Quelle für N₂O-Emissionen. Im Jahr 2022 war sie für die Freisetzung von etwa 1,19 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent verantwortlich (Abbildung 4). Der Großteil dieser Emissionen im landwirtschaftlichen Sektor ergibt sich aus dem Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln [4][5], die komplexe Bodenprozesse in Gang setzen und zur N₂O-Freisetzung führen [5][6]. Neben Düngemitteln tragen auch andere landwirtschaftliche Praktiken wie die Lagerung von Gülle und der Abbau von Pflanzenrückständen dazu bei, wenn auch in geringerem Umfang.

Abb. 4: N₂O-Emissionen in Brandenburg nach Quelle 2022



Quelle: LfU-T14
**Abschätzung anhand bundesweiter Daten; wird in der Brandenburger Klimagasinventur nicht berücksichtigt

Während der Landwirtschaft die meisten Emissionen zuzuordnen sind, ist es wichtig, auch andere, deutlich kleinere Akteure zu benennen, die ebenfalls zu den N₂O-Emissionen in Brandenburg beitragen:

Industrie: Industrielle Prozesse wie die Produktion von Salpetersäure und Nylon können N₂O emittieren [4], aber solche Industrien sind in Brandenburg nur begrenzt vertreten, was ihren Beitrag minimal hält (Abbildung 4).

Landnutzung und Landnutzungsänderung (LULUCF): Diese Kategorie umfasst Aktivitäten wie Entwaldung, Umwandlung von Feuchtgebieten und Bodenstörungen. Obwohl diese Aktivitäten N₂O-Emissionen auslösen können, fördern die aktuellen Landnutzungspraktiken in Brandenburg im Allgemeinen die Kohlenstoffbindung und minimieren so ihren Einfluss auf die N₂O-Emissionen im Vergleich zur Landwirtschaft.

Was sind Moore und warum sind sie für den Klimaschutz relevant?

Die Moore sind Feuchtgebiete, die sich durch den langsamen Abbau von Pflanzenmaterial in sauerstoffarmen Bedingungen bilden. Dieser Prozess führt zur Bildung von Torf, einer dichten, organischen Substanz, die Kohlenstoff speichert [7][8]. In Brandenburg sind Moore ein

wichtiger Bestandteil der Landschaft. Die Besonderheit der Moore liegt in ihrer Fähigkeit, abgestorbene Pflanzen in mehreren Metern dicken Torfschichten über Jahrtausende zu konservieren [8]. Dies wird ermöglicht durch den hohen Wasserstand, der eine Zufuhr von Sauerstoff verhindert und somit den Abbau der Pflanzenreste minimiert.

Moore speichern große Mengen an Kohlenstoff und spielen daher eine entscheidende Rolle bei der Begrenzung der globalen Erwärmung. Ihre Entwässerung oder Zerstörung führt jedoch zur Freisetzung dieses gespeicherten Kohlenstoffs, was die Treibhausgasemissionen erhöht [8][9]. Dieser Prozess wird durch die Belüftung des Moorbodens mit Sauerstoff während der Entwässerung verstärkt, wodurch der im Torf enthaltene Kohlenstoff zu Kohlendioxid (CO₂) oxidiert und in die Atmosphäre abgegeben wird. In Deutschland sind nahezu alle Moorböden entwässert und werden für land- oder forstwirtschaftliche Zwecke genutzt. Darüber hinaus führt die Stickstoffdüngung der Moore für landwirtschaftliche Zwecke neben den CO₂-Emissionen auch zur Freisetzung von Lachgas [10]. Daher ist der Schutz und die Wiedervernässung der Moore, sowohl in Brandenburg als auch weltweit, ein entscheidender Faktor bei der Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes in Zeiten des Klimawandels [7][8][10].

Lachgasemissionen aus Mooren in Brandenburg

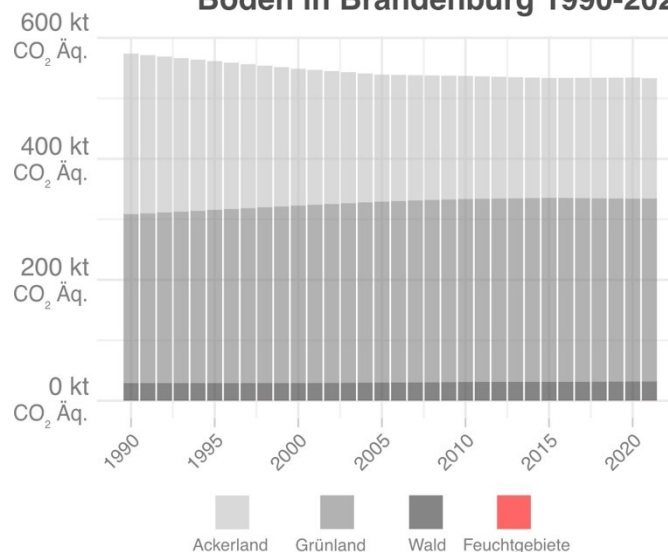
Die genaue Menge an Lachgas, die aus Mooren emittiert wird, variiert und hängt von verschiedenen Faktoren ab. Es ist jedoch bekannt, dass Moore eine bedeutende Quelle für Lachgasemissionen sein können [7]. In Brandenburg können diese Emissionen einen erheblichen Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen des Bundeslandes ausmachen.

Die Emissionen von Lachgas aus Mooren werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Dazu gehören die Bodenfeuchtigkeit, die Temperatur, der pH-Wert des Bodens und die Verfügbarkeit von Stickstoff [7][10]. Insbesondere die Entwässerung von Mooren kann zu erhöhten Lachgasemissionen führen, da sie den Sauerstoffgehalt im Boden erhöht und damit die Bedingungen für die Produktion von Lachgas fördert [10]. Darüber hinaus können landwirtschaftliche Praktiken, wie die Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln, ebenfalls die Emissionen von Lachgas aus Mooren erhöhen. Daher ist es wichtig, nachhaltige Bewirtschaftungspraktiken auf Mooren zu fördern, um die Emissionen von Lachgas zu reduzieren und dem Klimawandel entgegenzuwirken.

In den aktuell verfügbaren Datensätzen werden Moore als organische Böden klassifiziert und nach verschiedenen Landnutzungsarten wie Wald, Feuchtgebiete, Ackerland und Grünland unterteilt. Dabei zeigt sich, dass die Hauptquelle für Lachgasemissionen die landwirtschaftlich genutzten Flächen Ackerland und Grünland sind (Abbildung 5). Obwohl diese Emissionen, insbesondere aus dem Ackerland, seit 1990 leicht zurückgegangen sind, jedoch fällt dieser Rückgang gering aus.

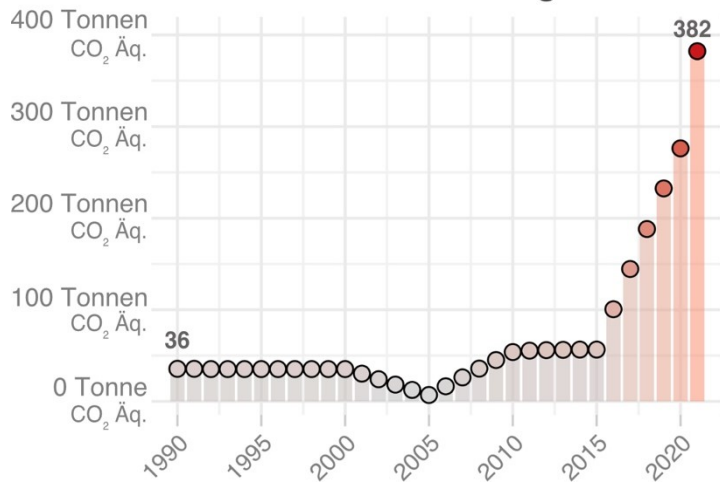
Bei genauerer Betrachtung der Lachgasemissionen aus organischen

Abb. 5: N₂O-Emissionen aus organischen Böden in Brandenburg 1990-2021



Quelle: Thünen Institut
Die gesamten N₂O-Emissionen aus organischen Böden in Feuchtgebieten sind im Vergleich zu anderen Quellen sehr gering, weshalb sie in diesem Maßstab nicht dargestellt werden können.

Abb. 6: N₂O-Emissionen aus organischen Böden in Feuchtgebieten in Brandenburg 1990-2021



Quelle: Thünen Institut
Beachten Sie, dass die y-Achse hier in Tonnen und nicht wie in Abbildung 5 in Kilotonnen (kt) skaliert ist.

Böden in Feuchtgebieten zeigt sich seit 2015 ein signifikanter Anstieg (Abbildung 6). Beachten Sie hierbei die im Vergleich zu Abbildung 5 andere Skalierung, da die Emissionen aus Feuchtgebieten geringer sind als aus anderen Landnutzungsarten. Möglicherweise ist der starke Anstieg ab 2015 auf die Umwandlung von Acker- oder Grünland in Feuchtgebiete zurückzuführen, was zu insgesamt höheren Feuchtgebietsemissionen führen könnte. Detailliertere Daten sind jedoch erforderlich, um dies abschließend zu beurteilen. Trotz der im Vergleich zu Ackerland und Grünland geringeren Gesamtemissionen aus Feuchtgebieten, unterstreichen diese Daten die Notwendigkeit, die

Emissionen von Lachgas aus diesen Gebieten weiterhin zu überwachen und Strategien zu ihrer Reduzierung zu entwickeln. Die fehlenden spezifischen Daten betonen die Notwendigkeit einer intensiveren Überwachung der Emissionen aus Mooren in Brandenburg, um sicherzustellen, dass zukünftige Klimaschutzmaßnahmen effektiv ausgerichtet sind.

Maßnahmen zur Reduzierung von Lachgasemissionen aus Mooren

Es gibt verschiedene Maßnahmen, die ergriffen werden können, um die Emissionen von Lachgas aus Mooren zu reduzieren [8]. Eine der effektivsten Methoden ist die Wiedervernässung von Mooren [7][8]. Durch die Wiedervernässung wird der Sauerstoffgehalt im Boden reduziert, was die Produktion von Lachgas hemmt. Darüber hinaus fördert die Wiedervernässung die Bildung von Torf und hilft so, Kohlenstoff im Boden zu speichern [7].

Die Wiedervernässung von Mooren kann jedoch auch Herausforderungen mit sich bringen. Sie kann beispielsweise die landwirtschaftliche Nutzung von Moorflächen einschränken. Daher ist es wichtig, bei der Umsetzung von Wiedervernässungsmaßnahmen einen ausgewogenen Ansatz zu verfolgen, der sowohl die Bedürfnisse des Klimaschutzes, des Wasserhaushaltes als auch die der Landwirtschaft berücksichtigt [8][9][11]. Darüber hinaus können auch andere Maßnahmen, wie die Reduzierung der Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln und die Förderung nachhaltiger Bewirtschaftungspraktiken, dazu beitragen, die Emissionen von Lachgas aus Mooren zu reduzieren.

Literaturverzeichnis

- [1] Tian, H., Xu, R., Canadell, J. G., Thompson, R. L., Winiwarer, W., Suntharalingam, P. & Yao, Y. (2020). A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. *Nature*, 586(7828), 248-256. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2780-0>
- [2] Crutzen, P. J. (1970). The influence of nitrogen oxides on atmospheric ozone content. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 96, 320-325 <https://doi.org/10.1002/qj.49709640815>

- [3] Ravishankara, A. R., Daniel, J. S., & Portmann, R. W. (2009). Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. *science*, 326(5949), 123-125. <https://doi.org/10.1126/science.1176985>
- [4] Umweltbundesamt. (2023). Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/28_2023_cc_berichterstattung_unter_der_klimarahmenkonvention.pdf
- [5] Reay, D. S., Davidson, E. A., Smith, K. A., Smith, P., Melillo, J. M., Dentener, F., & Crutzen, P. J. (2012). Global agriculture and nitrous oxide emissions. *Nature climate change*, 2(6), 410-416. <https://doi.org/10.1038/nclimate1458>
- [6] Butterbach-Bahl, K., Baggs, E. M., Dannenmann, M., Kiese, R., & Zechmeister-Boltenstern, S. (2013). Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1621), 20130122. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0122>
- [7] Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V. et al. (2020) Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nat Commun* 11, 1644. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15499-z>
- [8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2022) Nationale Moorschutzstrategie. Nationale Moorschutzstrategie (bmuv.de)
- [9] Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende. Klimaneutrales Deutschland 2045 (agora-verkehrswende.de)
- [10] Michel B, Plättner O, Gründel F. (2011). Klima-Hotspot Moorböden. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
- [11] Ludere, G., Kost, C., & Sorgel, D. (2021) Ariadne-Report Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 Szenarien und Pfade im Modellvergleich 2021_10_Szenarienreport_Oktober2021.pdf (fona.de)

Stand März 2024

Kontakt

Abteilung: Technischer Umweltschutz (1)
Referat: T14 - Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit
Telefon: +49 33201 442 147
Email: nestor.gaviria@lfu.brandenburg.de