

Aufgetaute Krankheitserreger

Eine spezielle Folge des Klimawandels

von Kilian Sieghartsleitner

Der fortschreitende Klimawandel verändert die Erde und damit unser Leben grundlegend. Globale Folgen sind unter anderem der weitere Temperaturanstieg, die Zunahme von Naturkatastrophen, der Anstieg des Meeresspiegels, das Abtauen von Gletschern und das Auftauen von Permafrostböden (oesterreich.gv.at, 2023). Die letztgenannte Folge kann nicht nur den Klimawandel durch eine positive Rückkopplung weiter beschleunigen, sondern birgt noch weitere, unerwartete Gefahren.

Was sind Permafrostböden?

Permafrostböden sind Böden, die über mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre gefroren sind, das heißt, deren Temperatur für zwei Jahre unter 0 °C liegt. Diese Böden bedecken ca. 24 % der nördlichen Hemisphäre und ca. 15 % der gesamten Erde und sind damit häufiger als man vermuten würde. Am meisten sind sie in den polaren Regionen vertreten, wobei die größten Permafrost-Regionen in Alaska, Kanada und Grönland zu finden sind. Durch den Klimawandel taut der Permafrost immer mehr auf, wie auf Abbildung 1 ersichtlich. Da im Permafrost sehr große Mengen an Kohlenstoff in Form von Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Methan (CH₄) gespeichert sind und diese, wenn sie durch das Auftauen frei werden, als Treibhausgase wirken, ergibt sich eine positive Rückkopplung, die den Klimawandel weiter vorantreibt (Ping et al., 2015). Aus den Permafrostböden wird jedoch nicht nur Kohlenstoff frei.



Abbildung 1: Auftauender Permafrostboden.

Mysteriöser Vorfall in Sibirien

Im Jahr 2016 gab es in Sibirien ein plötzliches Sterben von vielen Rentieren, Menschen litten an merkwürdigen eitrigen Geschwüren. Dies sind Indizien für den Ausbruch des Milzbrandes, ausgelöst durch das Bakterium *Bacillus anthracis*, welches aber schon Jahrzehnte lang in Sibirien ausgelöscht ist. Die Ursache: das Auftauen des Permafrostbodens. Da es in dieser Region seit 70 Jahren keinen Ausbruch mehr gab, kann man davon ausgehen, dass die Bakterien diese Zeit im Permafrost überlebt haben und nun wieder Rentiere bzw. Menschen infizieren konnten. Da man auf diesen Aufbruch nicht vorbereitet war, sind 2 300 Rentiere verendet, 70 Menschen erkrankt und ein zwölfjähriges Kind ist sogar daran gestorben (Ezhova et al., 2021).

Uralte Krankheitserreger

Aber auch andere Krankheitserreger, wie zum Beispiel Viren, können viele Jahrhunderte, manchmal sogar Jahrtausende in Permafrostböden überleben. Wissenschaftler*innen entdeckten bereits im Jahr 2014 einen Virus in den aufgetauten Permafrostböden, welcher bis zu 1,5 µm groß werden kann und selbst unter einem normalen Lichtmikroskop sichtbar ist. Aber nicht nur seine Größe ist besonders, sondern auch sein Alter. Stolze 30 000 Jahre verbrachte dieser Virus in den Permafrostböden Sibiriens, bis er wieder im Labor der Wissenschaftler*innen aktiv wurde (Legendre et al., 2014). Seitdem sind in Permafrostböden noch weitere Viren entdeckt worden, wobei der älteste Strang aus einer Eisformation stammt, die 48 500 Jahre alt ist (Alempic et al., 2023).

Gefahren und Möglichkeiten

Doch wir können größtenteils beruhigt sein. Denn die entdeckten Viren sind meist sogenannte Bakteriophagen. Dies sind Viren, die ausschließlich Bakterien infizieren und in diesen vermehrt werden. Interessanterweise könnten diese durch das Schmelzen der Permafrostböden neu entdeckten Bakteriophagen sogar nützlich sein. Durch Bakteriophagen-Therapie kann einerseits die antibakterielle Wirkung genutzt werden, andererseits wirken sie unterstützend in der Immunitätsbildung gegen andere virale Krankheitserreger (Mishra et al., 2020). So wird zum Beispiel die heilende Wirkung des Ganges, des heiligen Flusses in Indien, zu einem Teil auf die Anwesenheit von Bakteriophagen zurückgeführt. Diese Bakteriophagen befinden sich sogar schon bei der Quelle des Ganges, weit im Norden von Indien, und in den letzten Jahrzehnten wurden immer mehr neue, sehr alte Bakteriophage entdeckt. Da das Quellwasser vom Himalaya gespeist wird, können diese also nur aus den Permafrostböden des Himalayas stammen (Khairnar, 2016).

Entwarnung für den Menschen

Es wird prognostiziert, dass bis 2100 global gesehen ca. 22 % bis 64 % des Permafrostbodens auftauen. Derzeit ist noch schwer zu sagen, wie viele Krankheitserreger, die für den Menschen gefährlich werden können, im Permafrostboden schlummern (Wu et al., 2022). Eine größere Gefahr besteht hierbei eher für Tiere und Pflanzen, wie zum Beispiel durch das in Permafrostböden bereits entdeckte Tomatenmosaikvirus (Castello et al., 1999). Nichtsdestotrotz besteht besonders durch die großen Flächen an auftauenden Permafrostböden eine kleine Restgefahr, dass ein seit Jahrtausenden schlummernder Krankheitserreger erwachen kann, auf den der moderne Mensch nicht vorbereitet ist (Houwenhuyse et al., 2018).

Literaturverzeichnis

- Alempic, J.-M., Lartigue, A., Goncharov, A. E., Grosse, G., Strauss, J., Tikhonov, A. N., Fedorov, A. N., Poirot, O., Legendre, M., Santini, S., Abergel, C. & Claverie, J.-M. (2023). An Update on Eukaryotic Viruses Revived from Ancient Permafrost. *Viruses*, 15(2), 564. <https://doi.org/10.3390/v15020564>
- Castello, J. D., Rogers, S. O., Starmer, W. T., Catranis, C. M., Ma, L., Bachand, G. D., Zhao, Y. & Smith, J. E. (1999). Detection of tomato mosaic tobamovirus RNA in ancient glacial ice. *Polar Biology*, 22(3), 207–212. <https://doi.org/10.1007/s003000050411>
- Ezhova, E., Orlov, D., Suhonen, E., Kaverin, D., Mahura, A., Gennadinik, V., Kukkonen, I., Drozdov, D., Lappalainen, H. K., Melnikov, V., Petäjä, T., Kerminen, V.-M., Zilitinkevich, S., Malkhazova, S. M., Christensen, T. R. & Kulmala, M. (2021). Climatic Factors Influencing the Anthrax Outbreak of 2016 in Siberia, Russia. *Ecohealth*, 18(2), 217–228. <https://doi.org/10.1007/s10393-021-01549-5>
- Houwenhuyse, S., Macke, E., Reyserhove, L., Bulteel, L. & Decaestecker, E. (2018). Back to the future in a petri dish: Origin and impact of resurrected microbes in natural populations. *Evolutionary Applications*, 11(1), 29–41. <https://doi.org/10.1111/eva.12538>
- Khairnar, K. (2016). Ganges: special at its origin. *Journal of biological research (Thessalonike, Greece)*, 23(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40709-016-0055-6>
- Legendre, M., Bartoli, J., Shmakova, L., Jeudy, S., Labadie, K., Adrait, A., Lescot, M., Poirot, O., Bertaux, L., Bruley, C., Couté, Y., Rivkina, E., Abergel, C. & Claverie, J.-M. (2014). Thirty-thousand-year-old distant relative of giant icosahedral DNA viruses with a pandoravirus morphology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(11), 4274–4279. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320670111>
- Mishra, V. N., Kumari, N., Pathak, A., Chaturvedi, R. K., Gupta, A. K. & Chaurasia, R. N. (2020). Possible Role for Bacteriophages in the Treatment of SARS-CoV-2 Infection. *International Journal of Microbiology*, 2020, 8844963. <https://doi.org/10.1155/2020/8844963>
- oesterreich.gv.at. (2023, 31. Juli). *Der Klimawandel und seine Folgen*. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/Seite.1000200.html
- Ping, C. L., Jastrow, J. D., Jorgenson, M. T., Michaelson, G. J. & Shur, Y. L. (2015). Permafrost soils and carbon cycling. *SOIL*, 1(1), 147–171. <https://doi.org/10.5194/soil-1-147-2015>
- Wu, R., Trubl, G., Taş, N. & Jansson, J. K. (2022). Permafrost as a potential pathogen reservoir. *One Earth*, 5(4), 351–360. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.03.010>

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Auftauender Permafrostboden.

Quelle: Margo Photography/Shutterstock.com