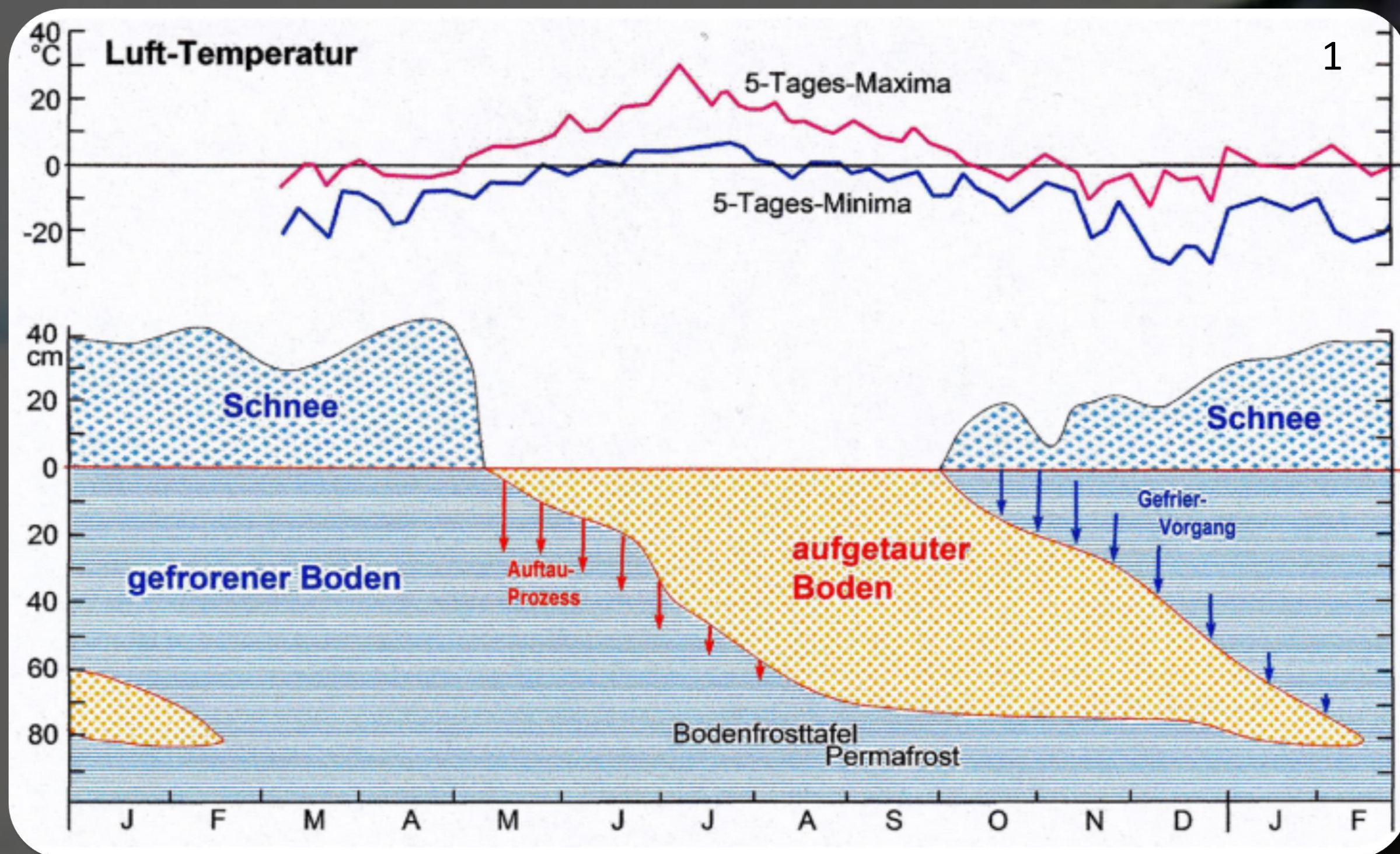
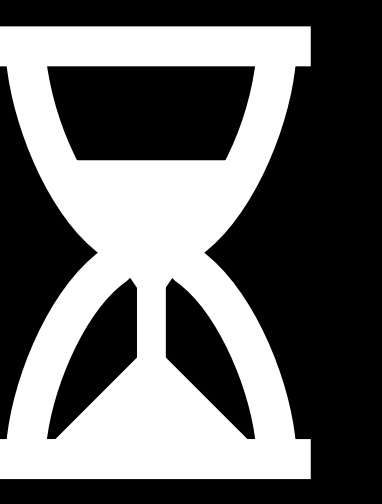


DER SIBIRISCHE PERMAFROST

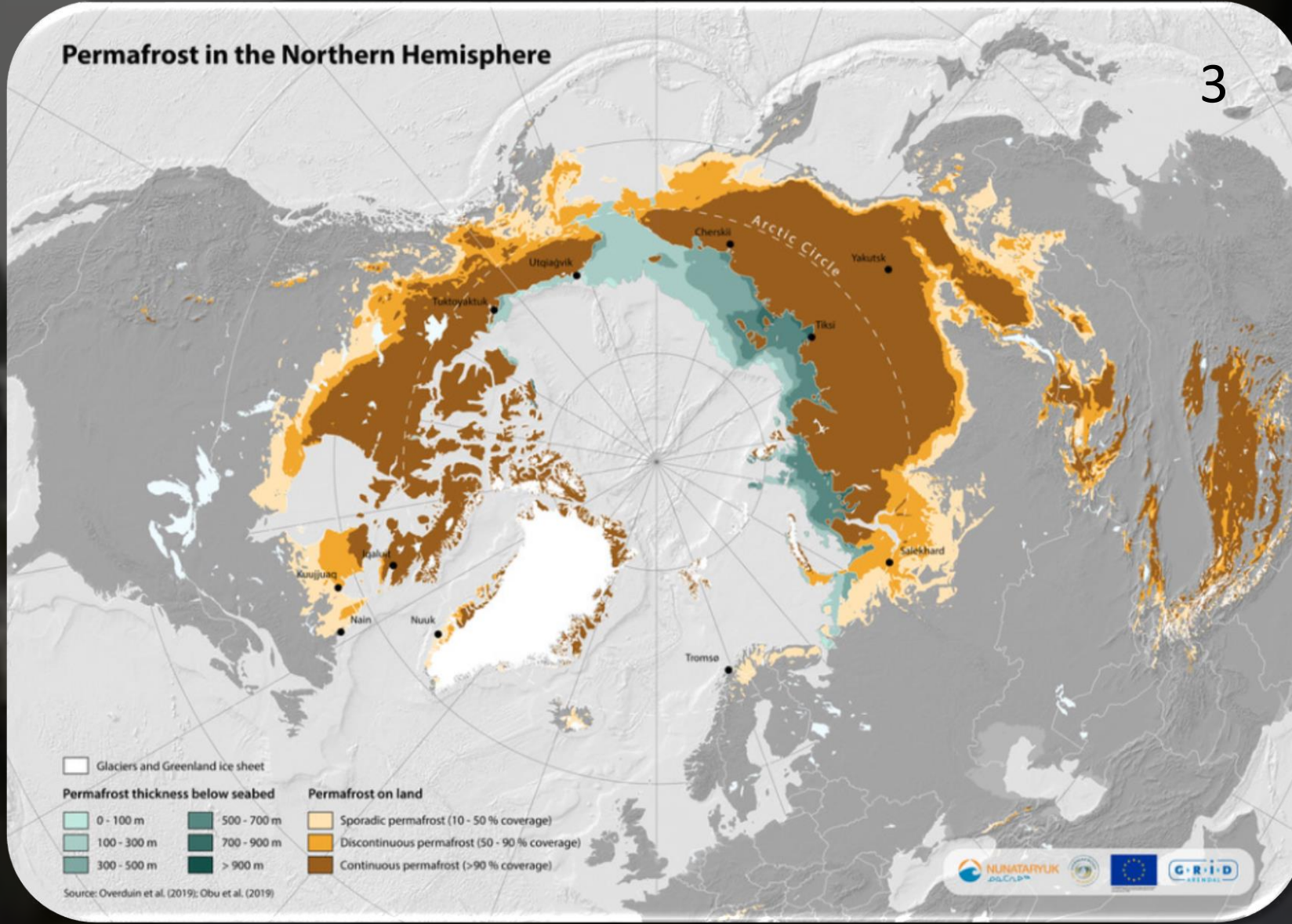
EINE TICKENDE ZEITBOMBE?



PERMAFROST EIN RIESIGER SPEICHER ORGANISCHEN KOHLENSTOFFS

Permafrost sind Böden, welchen in einem Zeitraum von mindestens zwei aufeinander folgenden Jahren, eine Temperatur von 0° Celsius nachgewiesen werden kann. Permafrost ist das Resultat langfristiger extrem niedriger Temperaturen, sodass dieser auch im Sommer nicht vollständig auftauen kann. Typischerweise beginnt das Auftauen des Oberbodens im frühen Sommer (von oben her). Ab dem Herbst gefriert dieser Oberboden wieder (von oben her). Somit sind auch noch in den Wintermonaten Bereiche des Bodens nicht gefroren.

KOHLENSTOFF SPEICHER IM MASSENVERGLEICH



31 Mio. km² Sibiriens sind über die Hälfte des Jahres von Schnee bedeckt. Die Permafrostböden erstrecken sich in Sibirien bis 50° N. Einige Teile Sibiriens waren in den Eiszeiten nicht vergletschert. Die fehlende Isolation durch Gletscherkappen ermöglichte ein kontinuierliches Eindringen der Kälte, wodurch die Mächtigkeit des Permafrost zusätzlich begünstigt wurde.

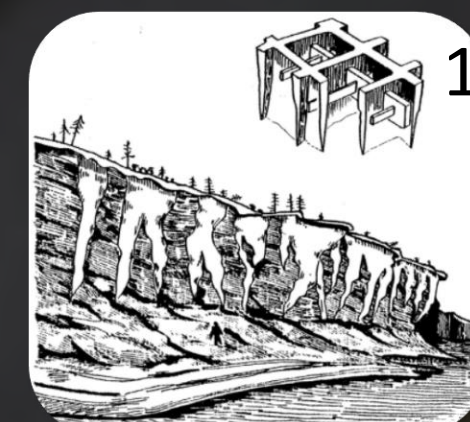
GLOBALE ERWÄRMUNG

Durch den globalen Temperaturanstieg im Zuge des Klimawandels, erwärmen sich auch die Böden. Die kontinuierliche Permafrostzone war zwischen 2007 und 2016 von einem Anstieg der Bodentemperatur um $0,39 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$ betroffen. In der diskontinuierlichen Permafrostzone kam es zu einem Bodentemperaturanstieg von $0,20 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$.

WOHNRAUMVERLUST



KÜSTENRÜCKGANG



Schematisch illustriert, sieht man hier die Eiskeile, welche die Grundlage für die Entstehung der typischen polygonalen Gangeis-Struktur-Böden bilden. Im Zuge zunehmender Degradationsprozesse, ziehen sich die Küsten auch zunehmend zurück.

MYSTISCHE LÖCHER IN DER SIBIRISCHEN TUNDRA?



Methan (CH_4) befindet sich im Permafrost als Gashydrat eingeschlossen und wird erst durch dessen Auftauen freigesetzt. Dieses befindet sich unterhalb von Bodenaufwölbungen, welche als Pingos bezeichnet werden und durch die Zufuhr von Wasser entstehen, welches gefriert. Schmilzt dieses sich im Pingo befindliche Eis, füllt sich der Kern mit Gas. Wird ein kritischer Wert überschritten, kommt es zu einer Eruption des Pingos und ein Krater von bis zu 60 Metern Tiefe kann entstehen.

ÖKOLOGISCHE UND SOZIO- ÖKONOMISCHE AUSWIRKUNGEN

THERMOKARST



Durch lang anhaltende Klimaänderungen werden neue Ökosysteme entstehen. Abhängig vom Eisgehalt im Untergrund wird eine weitere Thermokarstausbildung begünstigt. Wenn das Grundeis wegschmilzt, entstehen Senken, worin sich das Wasser sammelt und große Seenlandschaften entstehen lässt.

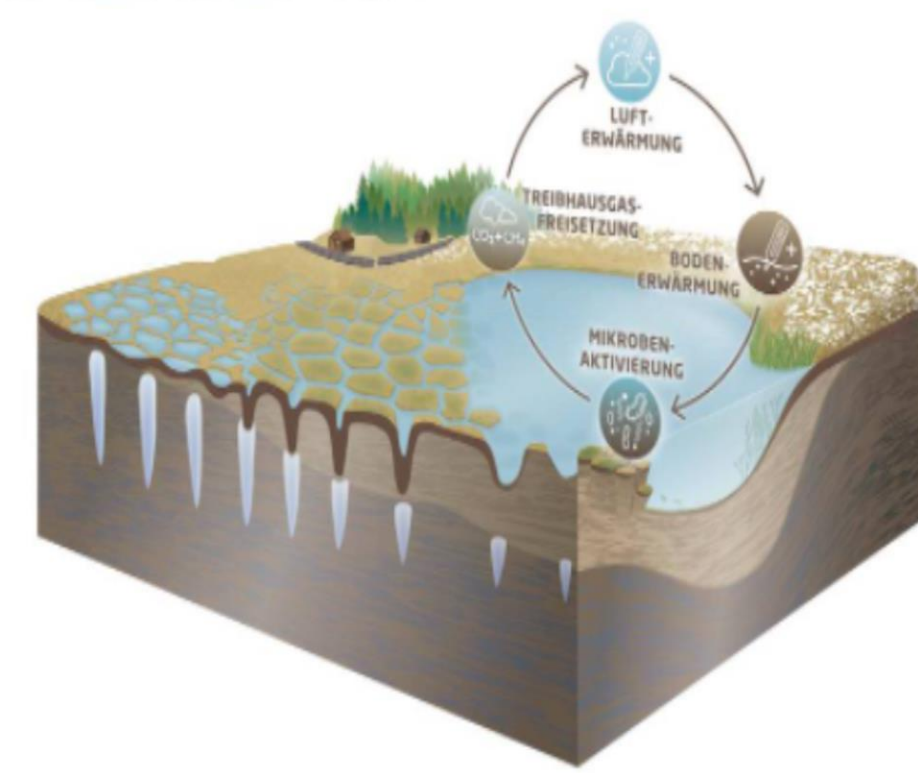
ZERSTÖRUNG DER INFRASTRUKTUR



Die Zunahme der Auftautiefe verstärkt anhaltende Soliflukationsprozesse, wodurch es zu schweren Hangrutschen kommen kann. Dadurch kommt es zu zahlreichen Zerstörungen von Infrastruktur. Hierzu gehören beispielsweise Bahngleise, Häfen oder Pipelines für Erdgas und Erdöl.

VERSTÄRKUNG DES TREIBHAUSEFFEKTS

KOHLENSTOFF KREISLAUF UND PERMAFROSTTAUEN



Im Sommer taut der Permafrost in der oberen Auftauschicht auf, womit der organische Kohlenstoff mikrobiell zersetzt wird und damit in CH_4 und CO_2 umgewandelt wird. Eine Zunahme der globalen Temperaturen im Zuge des fortschreitenden Klimawandels hat eine Erhöhung der Bodentemperatur und der Auftautiefe zur Folge. Damit einher geht eine Verstärkung der CH_4 - und CO_2 -Freisetzung. Die Zunahme dieser Treibhausgase verstärkt wiederum den Treibhauseffekt. Weitere globale Temperaturzunahmen sind die Folge, wobei deutlich wird, dass der Permafrost große Relevanz für die Entwicklung des Klimawandels hat.

Textquellen:

1 Fox-Kemper, B., H. T. Hewitt, C. Xiao, G. Aðalgeirsdóttir, S. S. Drifflout, T. L. Edwards, N. R. Golledge, 10 M. Hemer, R. E. Kopp, G. Krinner, A. Mix, D. Notz, S. Nowicki, I. S. Nurhati, L. Ruiz, J.-B. Sallée, A. B. A. 11 Slangen, Y. Yu, 2021, Ocean, Cryosphere and Sea Level Change. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. 14 Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. 15 Maycock, T. Waterfield, O. Yelekci, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

2 <https://www.eskp.de/klimawandel/warnung-vor-weiteren-kratern-in-sibirien/>

3 Breckle, S.-W., J. L. Lozán & L. Schirrmelster (2021): Die arktischen Permafrostböden tauen auf – Wechsel- wirkung mit dem Klima. In: Lozán J. L., S.-W. Breckle, H. Graßl, D. Kasang (Hrsg.). Warnsignal Klima: Boden & Landnutzung. S. 117-124.

Bildquellen:

1 Breckle, S.-W., J. L. Lozán & L. Schirrmelster (2021): Die arktischen Permafrostböden tauen auf – Wechsel- wirkung mit dem Klima. In: Lozán J. L., S.-W. Breckle, H. Graßl, D. Kasang (Hrsg.). Warnsignal Klima: Boden & Landnutzung. S. 117-124.

2 <https://www.awi.de/forschung/geowissenschaften/permafrostforschung/schwerpunkte/permafrost-verstaendlich/permafrost-im-wandel.html>

3 <https://natura.rwth-aachen.de/news/139-new-map-shows-extent-of-permafrost-in-northern-hemisphere>

4 <https://www.eskp.de/klimawandel/warnung-vor-weiteren-kratern-in-sibirien/>