

### 3.5 Pingos, besondere Bildungen in Permafrostgebieten und ihre Spuren in Norddeutschland

EIKE RACHOR

**Pingos, besondere Bildungen in Permafrostgebieten und ihre Spuren in Norddeutschland:** *Pingos sind hügelartige Landschaftselemente mit Eiskern in periglazialen Permafrostgebieten. Aus der Weichsel-Kaltzeit sind sowohl in Norddeutschland als auch im Alpenvorland Überreste zu finden (»Pingo-Narben«). Der Wollingster See in Niedersachsen ist gut untersucht und wird als ein Beispiel einer solchen Narbe beschrieben und in seiner Genese erneut, aber unter Berücksichtigung breiterer Erkenntnisse, diskutiert.*

**Pingos, special shapes in permafrost regions and their tracks in North Germany:** *Pingos are mound-shaped ice-cored landforms in periglacial permafrost regions. Remnants (»pingo scars«) from the Weichselian glaciation are found in Northern Germany as well as in the Alpine Foothills. The well-investigated Lake Wollingst in Lower Saxony is described as an example of such a 'scar' and its genesis is again discussed, albeit under a broader view.*

Im norddeutschen Tiefland, der weitgehend in der Eiszeit mit ihren mehrfachen Kaltzeiten entstandenen Landschaft, finden sich muldenartige Senken, die meist vermoort sind (z.B. »Kesselmoore«) oder auch stehende Gewässer aufweisen. Viele davon wurden als ehemalige Sölle (Toteislöcher) gedeutet. Genauere geologische Untersuchungen jedoch haben in mehreren Fällen wahrscheinlich gemacht, dass es sich um Narben von periglazialen Pingos vorwiegend aus der Weichsel-Kaltzeit handelt.

Pingos (Hydrolakkolithe) sind hügelartige runde bis ovale Bodenerhebungen in der Tundra oder angrenzenden Gebieten mit Permafrost (s. *Abb. 3.5-1*). Sie sind durch im Boden wachsende Eislinsen emporgedrückt worden. Pingos der geschlossenen Form (hydrostatische Pingos) entstehen durch Eiskernbildung in einer ungefrorenen Zone (Talík) eines Permafrostgebietes, meist unter ehemaligen Seen. Eiskernwachstum im Talík folgt der Drainage des Sees durch Wasser, das unter Druck herangeführt wird. Somit wächst die Eislinse und es kommt zur Pingobildung (vgl. MACKAY 1985).

Das Wort »Pingo« kommt aus der Sprache kanadischer Inuit und bedeutet »Hügel« und auch »schwängere Frau«. Bei sehr hohen und steilen Hügeln und beim Abschmelzen kann Bodenmaterial abrutschen, so dass eine Art Verwallung um den Pingo entsteht. Die Isolationswirkung des Bodens schwindet dadurch, und das Abschmelzen kann sich folglich verstärken.

Kleinere ähnliche Formen, die aber in der Regel auf von Permafrost beeinflusste Moore (oder Sümpfe) beschränkt sind, werden Palsen genannt. Ihr Kern besteht aus gefrorenem Torf, durchsetzt von Eislinsen. Sie erreichen Höhen von bis zu zwei Metern und Längs-Durchmesser von 25 m und kommen heute z.B. noch auf Spitzbergen und auch in Nordskandinavien vor. Reste sind aus dem Hohen Venn der Eifel bekannt.

#### Reste in der Landschaft und rezente Pingos

Sofern in unserer Geest-Landschaft rundliche, vermoorte oder wasserführende natürliche Bodenmulden vorkommen, sind sie als durch Gletscher gebildete Strukturen (Toteislöcher, Sölle) oder Pingo-Narben zu



**Abb. 3.5-1:** Eishügel (Pingos) in nordamerikanischen Permafrostgebieten. **Links** ein mittelgroßer, wohl schon »rückgängiger« Pingo aus Alaska, wo man den umgebenden Erdwall gut erkennt. Foto: Julia Boike; AWI Potsdam. **Rechts** ein großer Pingo aus dem kanadischen Northwest Territory. Solche großen Pingos können 50 m hoch werden und Durchmesser von mehreren hundert Metern aufweisen. Sie reichen mit ihrem Eiskern tief in den Boden hinein, Foto: Peter Jalkotzy, September 2002; aus Canadian Cryospheric Information Network.

deuten. Auch Strudellöcher, Windausblasungen und sogar Erdfälle nach Ablaugungen über Salzstöcken kommen vor und können zu Verwechslungen führen. Vor allem Pingos und Sölle werden leicht verwechselt. Reste von Umwallungen jedoch sind ein wichtiger Hinweis, dass es sich wahrscheinlich um ehemalige Pingos handelt. Genauere Nachweise sind durch Bohrkern-Untersuchungen des Untergrundes möglich.

Pingos gibt es heute noch in Alaska, Nordkanada, Grönland, Spitzbergen und Nordsibirien, dort auch mitunter in der Taiga (s. GROSSE et al. 2007, s. Abb. 3.5-2). Auch in der Subantarktis sind sie zu finden. Auf Grund ihres Wachstums sind rezente Pingos und das von ihnen ans Tageslicht gebrachte Bodenmaterial vielfältig wissenschaftlich nutzbar, auch als »Klimaarchiv«. Und sogar als »Eiskeller« werden sie von der örtlichen Bevölkerung genutzt, z.B. in Sibirien und Nordkanada. Infolge der weltweiten Erwärmung ist damit zu rechnen, dass sehr viele der rezenten Pingos relativ schnell verschwinden werden.

### **Der Wollingster See in der Wesermünder Geest - eine Pingonarbe aus der letzten Kaltzeit**

Der nur 4,5 ha große, aber heute noch gut 14 m tiefe, ursprünglich oligotrophe Heidesee liegt 20 km östlich von Bremerhaven auf etwa 16 m über NN (siehe [www.lbeg.de/extras/geologie/downloads/geotope/Nr\\_103\\_Wollingster\\_See.pdf](http://www.lbeg.de/extras/geologie/downloads/geotope/Nr_103_Wollingster_See.pdf)). Er befindet sich bemerkenswerterweise auf der sehr flachen Wasserscheide zwischen den Flüssen Geeste und Lune. Direkt im Norden erhebt sich 7 m über den Wasserspiegel hinaus der »Seeberg«; und wenn man offenen Auges um den See wandert, kann man eine meist flache, mitunter wallartige Umrandung des Sees erkennen. Sie ist im Südosten sogar als kaum erkennbare Doppelstruktur ausgebildet.

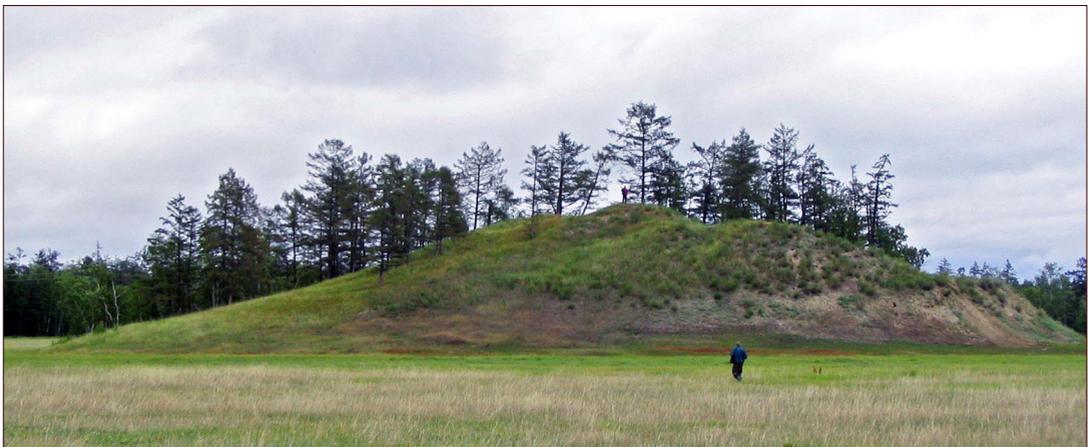
Im Süden grenzt das Beverstedter (Hoch-)Moor an die hier bereichsweise sehr flachkuppige Umwallung an. Der See liegt aber nicht im Moor, sondern insgesamt in Geschiebelehm und Sanden (LADE 1979).

Das Gesamtgebiet ist unter Naturschutz gestellt und Teil des europäischen Natura-2000-Netzwerkes. Es findet sich hier auch heute noch eine seltene Pflanzen- und Tierwelt ursprünglich sehr nährstoffarmer Heideseen (VAHLE 1990, LUNDBECK et al. 1933). Bis zum Jahre 2004 war eine gut ausgeprägte Strandlingsgesellschaft mit *Littorella*, *Lobelia* und *Isoetes* vorhanden; letzteres (das See-Brachsenkraut) ist hier seither verschollen.

Vor allem durch die Arbeit von LADE (1979) wurde eine Toteisgenese des kleinen, aber tiefen Sees als wahrscheinlich angenommen. Andere Entstehungen wie Ausstrudlung (unter einer Gletscherspalte) oder auch Absenkung nach Salzstockablaugung im tiefen Untergrund hat LADE als falsch erwiesen.

Wenn aber ein Toteisblock aus der Saaleeiszeit das tiefe Soll hinterlassen hätte, müsste in der vorigen (Eem-) Warmzeit schon ein See mit seinen typischen Sedimenten vorhanden gewesen sein.

Dieser Frage gingen MERKT & KLEINMANN (1998) in den 1990er Jahren mit gezielten Stechrohr-Bohrkernuntersuchungen aus dem Bereich der tiefsten Seestelle nach. Sie konnten die nacheiszeitliche Entwicklung des Sees zusammen mit den Pollenanalysen von MÜLLER & KLEINMANN (1998) sehr detailliert beschreiben, fanden aber unter den fein aufgegliederten Sedimenten aus der frühen Nacheiszeit selbst aus 14 m Bohrtiefe (also mehr als 28 m Gesamttiefe) keinerlei Hinweise auf eemzeitliche Ablagerungen, aber wie zuvor schon LADE Reste von Lauenburger Tonen (aus der Elster-Kaltzeit). Die Ränder des sehr steilen, trichterförmigen und insgesamt 31 m tiefen Beckens erwiesen sich zudem als gestört. Damit und unter Berücksichti-



**Abb. 3.5-2:** Mittelgroßer Pingo in der sibirischen Taiga nördlich von Jakutsk (Foto B. Diekmann, Potsdam, 2004).



**Abb. 3.5-3:** Luftbild vom Wollingster See, 1968. Blick nach Norden; hinter dem See erhebt sich der »Seeberg«. Foto: Nordsee-Zeitung.



**Abb. 3.5-4:** Luftbild vom Wollingster See aus 2008: Im östlichen und südlichen Seenumfeld ist der Moorbirkenwald weitgehend entfernt worden. Bildherkunft: Landkreis Cuxhaven.



Abb. 3.5-5: Blick von Nordosten vom »Seeberg« auf den Wollingster See (Foto: Rachor, Oktober 2010).



Abb. 3.5-6: Blick von Süden über der Wollingster See auf den heute baumbestandenen »Seeberg«. Das Ufer ist hier auf der Ostseite des Sees sehr flach ausgeprägt und Standort seltener Pflanzen des ursprünglich oligotrophen Heidegewässers (Foto: Rachor, 2012).

gung der »Randverwallung« des Sees (samt Seeberg) und anderen Eigenschaften ist den genannten Autoren eine Pingogenese am wahrscheinlichsten.

Eine solche hat schon SCHROEDER-LANZ (1964, S.32) angenommen. Nach Auffassung des Verfassers ist aber auch eine Pingobildung in einem ehemaligen Tot-eissee möglich, wenn nicht sogar wahrscheinlich. Dabei ist wichtig, dass der Eiskern eines Pingos in großer Tiefe entsteht und alte Sedimente durch ihn nach oben gedrückt werden (BLEICH 1974, WETTERICH et al. 2012, S. 28: »The formation of such a massive ground ice body induces an up-doming of overlying frozen sediments... The up-doming of sediment overlying the ice core provides access to sediments that otherwise are located much deeper and would be more difficult to sample«).

In unserem Falle ist auch zu bedenken, dass der küstennahe Grundwasserspiegel im Eem deutlich un-

ter dem heutigen Spiegel lag und dann in der Weichsel-Kaltzeit noch weit stärker abgesunken war, so dass Permafrost in größerer Tiefe zu erwarten ist. Dann hätte der durch Permafrost im Zusammenspiel mit einem Talik induzierte Pingo-Eiskern die alten Seesedimente emporgedrückt und »ausgeräumt«. Dafür könnte die außerordentliche Tiefe und Form des kleinen Wollingster Sees sprechen.

### Weitere Pingoreste

Ob der nur wenige Kilometer entfernte tiefe Silbersee bei Wehdel ebenfalls eine Pingonarbe darstellt, ist noch nicht untersucht. Auch der Silbersee hat im Norden höhere sandige Uferbereiche und grenzt im Westen an ein Hochmoor an. Ob eine durchgehende Umwallung vorhanden ist, war bislang nicht bekannt. Stark durch künstliche Abflussgräben gestörte Reste eines Walles

wurden kürzlich vom Autor im Süden des Sees hinter einer breiten Verlandungszone ausgemacht.

Weitere abflusslose Bodensenken, die vermoort sind oder sogar noch kleine Gewässerreste aufweisen, sind in den Gemarkungen von Wollingst und von Geestenseth (nördlich von Wollingst) sowie von Frelsdorf zu finden. Ob sie ebenfalls Pingonarben sind, ist nicht bekannt, nach LADE (1980) aber zumindest für eine der Geestensether Hohlformen und die Hohlform bei Frelsdorf wahrscheinlich (»Bodeneis-Genese«). Beim »Westerbeverstedter Kessel« wenige Kilometer südlich von Wollingst wird ebenfalls eine Pingo-Genese für möglich gehalten (GARLEFF 1968). Alle diese hier aufgeführten Bildungen sind in einem Umkreis von nur 8 km zu finden. In diesem Zusammenhang ist wichtig, dass rezente Pingos oft gehäuft an geeigneten Bodenstandorten auftreten. Allerdings warnt LADE (1980) davor, für benachbarte Hohlformen wie die hier aufgeführten allein auf Grund ihrer Lagebeziehung gleichartige Entstehungsweisen anzusehen. Er hat in einigen Fällen auch eemzeitliche Torfe an der Basis solcher Hohlformen erbohrt, was auf Entstehung in der Saale-Kaltzeit hinweist.

Auch in Ostfriesland wurden entsprechende Hohlformen gefunden, die in einem Schülerprojekt als »Pingo-Ruinen« beschrieben sind (s. HEINZE et al. 2012). Diese und entsprechende Formen in den Niederlanden wurden von RUITER (2012) untersucht und als hydraulische Pingos gedeutet, die in der Regel auch größer als die hydrostatischen Formen werden. Aus dem Alpenvorland sind ebenfalls Pingonarben bekannt. Auf die Reste von Palsen im Hohen Venn wurde oben schon hingewiesen.

### Rezente Pingos und damit verknüpfte Forschungen

Forschungen an rezenten Pingos finden vor allen Dingen in Alaska, Grönland und in Nordsibirien statt. Sie haben dazu beigetragen, ihre Entstehungsprozesse ebenso wie ihre Zerfallsvorgänge zu verstehen (MACKAY 1962 und 1985, BLEICH 1974, GROSSE et al. 2007, WETTERICH et al. 2012).

Darüber hinaus können aus den aus der Tiefe nach oben beförderten (See-) Ablagerungen, aus Sediment- und Eiseinschlüssen und durch Pollenanalysen wichtige Informationen zur Klima- und Vegetationsgeschichte sowie zur Bodenentwicklung gewonnen werden. Selbst tierische Fossilien können durch Pingos an die Oberfläche gelangen. WETTERICH et al. (2012)

finden wichtige Hinweise zur Waldverbreitung in Beringia (der Landbrücke zwischen Asien und Amerika) während der Spätphasen der Weichsel-Kaltzeit in den durch einen holozänen Pingo emporgedrückten Sedimenten.

### Literatur

- BLEICH K. E. (1974): Zur Entstehung der Pingos im Mackenzie Delta, N.W.T. Polarforschung 44, 1: 60-66.
- GARLEFF K. (1968): Geomorphologische Untersuchungen an geschlossenen Hohlformen (»Kaven«) des niedersächsischen Tieflandes. Göttinger Geogr. Abh. 44. 142 S.
- GROSSE G., SCHIRRMEISTER L., SIEGERT C., KUNITSKY V. V., SLAGODA E. A., ANDREEV A. A. & A. Y. DERVIAGYN (2007): Geological and geomorphological evolution of a sedimentary periglacial landscape in Northeast Siberia during the Late Quaternary. *Geomorphology* 86: 25-51.
- HEINZE A., HOEK W. & M. TAMMEN (2012): Pingo-Landschaft in Ostfriesland. Siedlungs- u. Küstenforschung im südl. Nordseegebiet 36: 1-4; s. auch [http://www.ostfriesischelandschaft.de/fileadmin/user\\_upload/BILDUNG/Bilder/Museum\\_und\\_Schule/Pingo/PingoLandschaftOstfriesland4.pdf](http://www.ostfriesischelandschaft.de/fileadmin/user_upload/BILDUNG/Bilder/Museum_und_Schule/Pingo/PingoLandschaftOstfriesland4.pdf).
- LADE U. (1979): Neuere Untersuchungen am Wollingster See. *Jahrbuch Männer vom Morgenstern* 58: 11-26.
- LADE U. (1980): Quartärmorphologische und -geologische Untersuchungen in der Bremervörder-Wesermünder Geest. *Würzburger Geogr. Arbeiten* 50: 1-173 und 6 Photos.
- LUNDBECK J. (1933): Die Bodentiere des Wollingster Sees. *Schriften des Vereins für Naturkunde an der Unterweser, N.F.* 6: 17-31.
- MACKAY J. R. (1962): Pingos of the Pleistocene Mackenzie Delta area. *Geographical Bulletin* 18: 21-63.
- MACKAY J. R. (1985): Pingo ice of the western Arctic coast, Canada. *Canadian J. of Earth Sciences* 22: 1452-1464.
- MERKT J. & A. KLEINMANN (1998): Die Entstehung und Entwicklung des Wollingster Sees und seiner Ablagerungen. *Mitt. AG Geobot. Schleswig-Holstein u. Hamburg* 57: 17-27.
- MÜLLER H. & A. KLEINMANN (1998): Palynologische Untersuchung eines Sedimentprofils aus dem Wollingster See. *Mitt. AG Geobot. Schleswig-Holstein u. Hamburg* 57: 44-52 und 2 Abb. im Anhang.
- RUITER A. S. (2012): Relict pingos and permafrost. A comparison between active landforms in the Canadian Arctic and relict permafrost features in the Netherlands and adjacent Germany. Master thesis, Universität Utrecht. 105 S. und 1 Tab.
- SCHROEDER-LANZ H. (1964): Morphologie des Estetales. *Hamburger Geogr. Studien* 18: 1-180 und 3 Karten.
- VAHLE H.-C. (1990): Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland. *Naturschutz u. Landschaftspflege Niedersachsen* 22: 1-157.
- WETTERICH S., GROSSE G., SCHIRRMEISTER L., ANDREEV A. A., BOBROV A. A., KIENAST F., BIGELOW N. H. & M. E. EDWARDS (2012): Late Quaternary environmental and landscape dynamics revealed by a pingo sequence on the northern Seward Peninsula, Alaska. *Quaternary Science Reviews* 39: 26-44.

### Weitere Quellen:

[http://epic.awi.de/29142/1/Polarforschung\\_78\\_3\\_129-132.pdf](http://epic.awi.de/29142/1/Polarforschung_78_3_129-132.pdf),  
<http://wollingster-see.de>

### Kontakt:

Dr. Eike Rachor  
Alfred-Wegener-Institut -  
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung  
[Eike.Rachor@awi.de](mailto:Eike.Rachor@awi.de)

Rachor, E. (2015): Pingos, besondere Bildungen in Permafrostgebieten und ihre Spuren in Norddeutschland. In: Lozán, J. L., H. Grassl, D. Kasang, D. Notz & H. Escher-Vetter (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Das Eis der Erde*. pp. 94-98. Online: [www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de](http://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de). doi:10.2312/warnsignal.klima.eis-der-erde.14