

Press release**Max-Planck-Institut für Polymerforschung****Dr. Christian Schneider**

05/09/2018

<http://idw-online.de/en/news694125>Research results, Scientific Publications
Chemistry, Materials sciences, Physics / astronomy
transregional, nationalMax-Planck-Institut
für PolymerforschungMax Planck Institute
for Polymer Research**Vorsicht, Glatteis!**

Gleiten auf Eis oder Schnee ist viel einfacher als das Gleiten auf den meisten anderen Oberflächen, dies ist allgemein bekannt. Aber warum ist die Eisoberfläche rutschig? Diese Frage beschäftigt Wissenschaftler seit mehr als einem Jahrhundert und ist weiterhin Gegenstand aktueller Forschung. Forscher des AMOLF, der Universität Amsterdam, und dem Max-Planck-Institut für Polymerforschung (MPI-P) in Mainz haben nun gezeigt, dass die Eisglätte davon abhängt, wie leicht die obersten Wassermoleküle über die Eisoberfläche rollen können.

Wintersportarten wie Skifahren, Eisschnelllauf, Eiskunstlauf und Eisstockschießen erfordern die rutschigen Oberflächen von Eis und Schnee. Während die Tatsache, dass die Eisoberfläche rutschig ist, allgemein bekannt ist, ist sie bei weitem noch nicht vollständig verstanden. Im Jahr 1886 bot John Joly, ein irischer Physiker, die erste wissenschaftliche Erklärung für die geringe Reibung auf Eis: Wenn ein Objekt - z. B. ein Schlittschuh - die Eisfläche berührt, ist der lokale Druck durch die Kufen so hoch, dass das Eis schmilzt, wodurch eine flüssige Wasserschicht erzeugt wird, die das Gleiten ermöglicht. Der aktuelle Stand der Forschung ist jedoch, dass diese oberste Eisschicht nicht durch Druck, sondern durch Reibungswärme, die während des Gleitens erzeugt wird, geschmolzen wird.

Ein durch die beiden Brüder Prof. Daniel Bonn von der Universität Amsterdam und Prof. Mischa Bonn vom MPI-P geleitetes Forscherteam hat nun gezeigt, dass Reibung auf Eis komplexer ist als bisher angenommen. Durch makroskopische Reibungsexperimente bei Temperaturen zwischen 0 °C und -100 °C konnten die Forscher zeigen, dass sich die Eisoberfläche bei typischen Wintersporttemperaturen von einer extrem rutschigen Oberfläche zu einer Oberfläche mit hoher Reibung bei -100 °C verwandelt.

Um den Ursprung dieser temperaturabhängigen Gleitfähigkeit zu untersuchen, führten die Forscher spektroskopische Messungen des Zustands von Wassermolekülen an der Oberfläche durch und verglichen diese mit theoretischen Berechnungen (Moleküldynamik-Simulationen). Diese Kombination von Experiment und Theorie zeigt, dass zwei Arten von Wassermolekülen an der Eisoberfläche existieren: Wassermoleküle, die an das darunter liegende Eis gebunden sind (gebunden durch drei Wasserstoffbrückenbindungen) und mobile Wassermoleküle, die nur durch zwei Wasserstoffbrückenbindungen angebonden sind. Diese mobilen Wassermoleküle rollen wie kleine Kugeln über die Eisoberfläche. Hierbei werden sie von thermischen Schwingungen angetrieben.

Wenn die Temperatur steigt, werden die beiden Arten von Oberflächenmolekülen ineinander umgewandelt: Die Anzahl der mobilen Wassermoleküle erhöht sich mit zunehmender Temperatur, während die fixierten sich verringern. Bemerkenswerterweise stimmt diese Beweglichkeit mit der Temperaturabhängigkeit der gemessenen Reibungskraft perfekt überein: Je größer die Beweglichkeit der Wassermoleküle an der Oberfläche, desto geringer die Reibung und umgekehrt. Die Forscher kommen daher zu dem Schluss, dass die hohe Mobilität der Oberflächenwassermoleküle für die Glätte von Eis verantwortlich ist, und nicht eine dünne Schicht flüssigen Wassers auf dem Eis.

Obwohl die Oberflächenmobilität bis zu einer Temperatur von 0 °C weiter ansteigt, ist 0 °C nicht die ideale Temperatur für das Gleiten auf Eis. Die Experimente zeigen, dass die Reibung bei -7 °C tatsächlich am geringsten ist. Genau die gleiche Temperatur wird bei der Präparation von Eisschnelllaufbahnen verwendet. Die Forscher konnten zeigen, dass bei Temperaturen zwischen -7 °C und 0 °C das Gleiten schwieriger wird, da das Eis weicher ist und das Gleitobjekt somit tiefer in das Eis eindringt.

Die Ergebnisse sind im „Journal of Physical Chemistry Letters“ veröffentlicht.

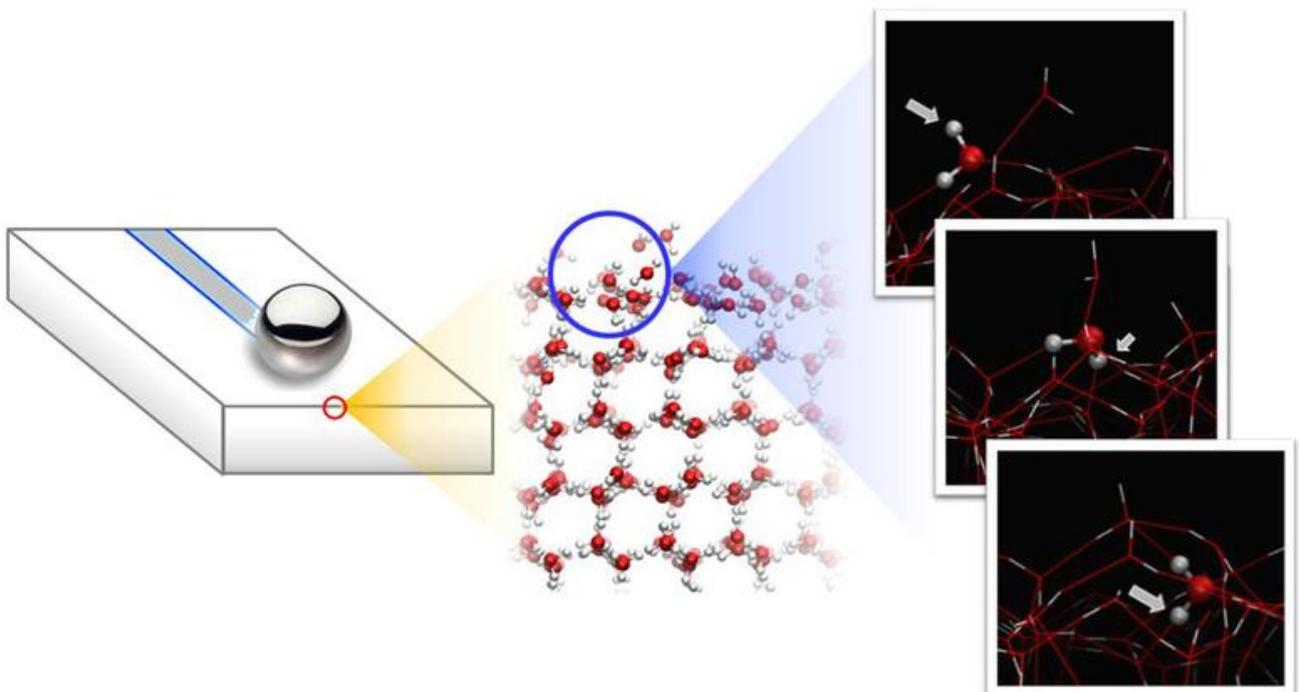
Kontakt:

Prof. Mischa Bonn
Max-Planck-Institut für Polymerforschung
Ackermannweg 10
D-55128 Mainz
eMail: bonn@mpip-mainz.mpg.de
Tel.: +49 (0)6131 379 161

Prof. Daniel Bonn
Postbus 94485
1090 GL Amsterdam
eMail: d.bonn@uva.nl
Tel.: +31 (0)205255887

Link zur Originalpublikation:
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcllett.8b01188>

Pressemitteilung des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung:
<https://www.mpip-mainz.mpg.de/5333971/PM2018-12>



In den Experimenten gleitet eine Stahlkugel über die Eisoberfläche, die aus schnell taumelnden mobilen Wassermolekülen besteht, die nur lose an das darunter liegende Eis gebunden sind.

© Nagata / MPI-P