

Was befindet sich unter dem Grönland-Eis?

geschrieben von Chris Frey | 18. Mai 2022

[Andy May](#) in [Paleoclimatology](#)

Ein interessanter [PNAS-Artikel*](#) befasst sich mit dem tiefsten Teil des grönländischen Camp-Century-Eiskerns. Er ist nicht kostenpflichtig. Die Forscher unter der Leitung von Andrew Christ (Fachbereich Geologie, Universität Vermont) fanden Beweise für eine eisfreie, bewachsene Umgebung an der Basis des Camp-Century-Eiskerns vor etwa einer Million Jahren. Dies bedeutet, dass die Gletscher, die heute eine Dicke von 1,4 km (0,9 Meilen) haben, am Standort Camp Century vor etwa 0,7 bis 1,4 Millionen Jahren vollständig geschmolzen waren und sich dann neu gebildet haben. Der Standort Camp Century ist zusammen mit anderen Tiefeneiskern-Standorten in Abbildung 1 dargestellt.

[*PNAS = Proceedings of the National Academy of Sciences. A. d. Übers.]

Der grönländische Eisschild war vor 7,5 Mio. Jahren vollständig und wuchs von vor 3,3 bis 2,7 Mio. Jahren erheblich an. Im Allgemeinen sprechen wir also über einen Zeitraum, in dem Grönland in der Regel sehr ähnlich wie heute war.

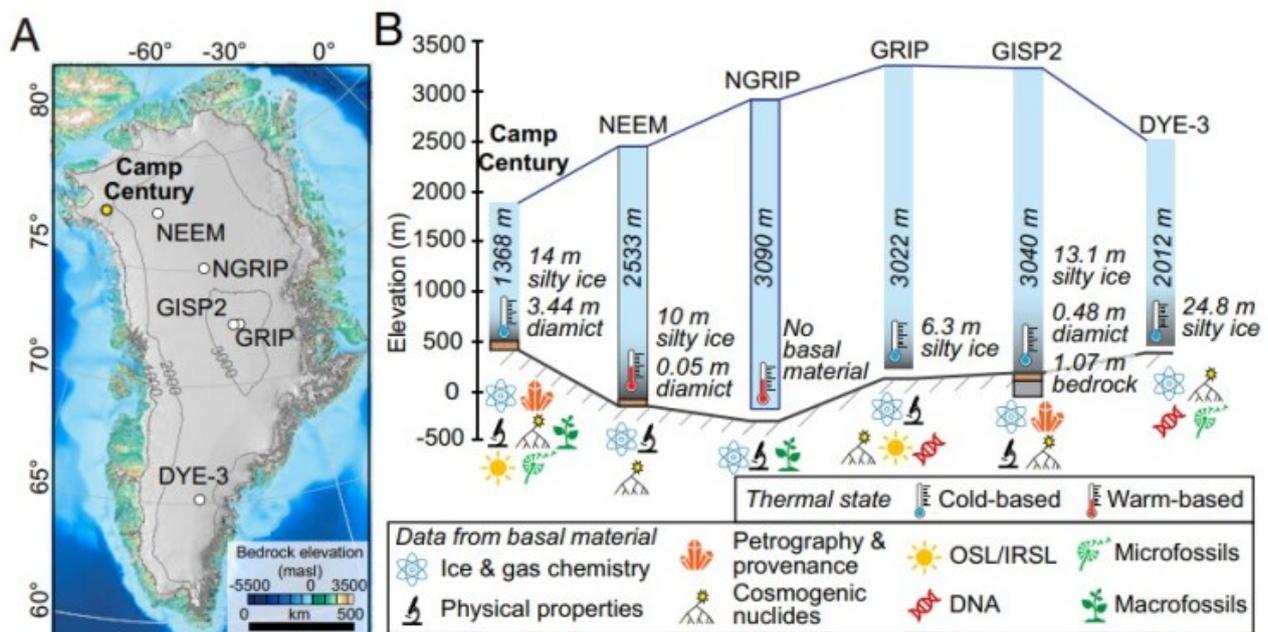


Abbildung 1. Standort von Camp Century und Querschnitt durch das Grönlandeis.

Die Sedimente unter dem Eis enthalten gut erhaltene fossile Pflanzen und andere Paläo-Beweise für eine eisfreie Umgebung am Standort Camp Century. Makrofossilien wurden auch am NGRIP gefunden, allerdings im Eis. Fotos der im Camp Century-Kern gefundenen Makrofossilien sind in Abbildung 2 dargestellt:

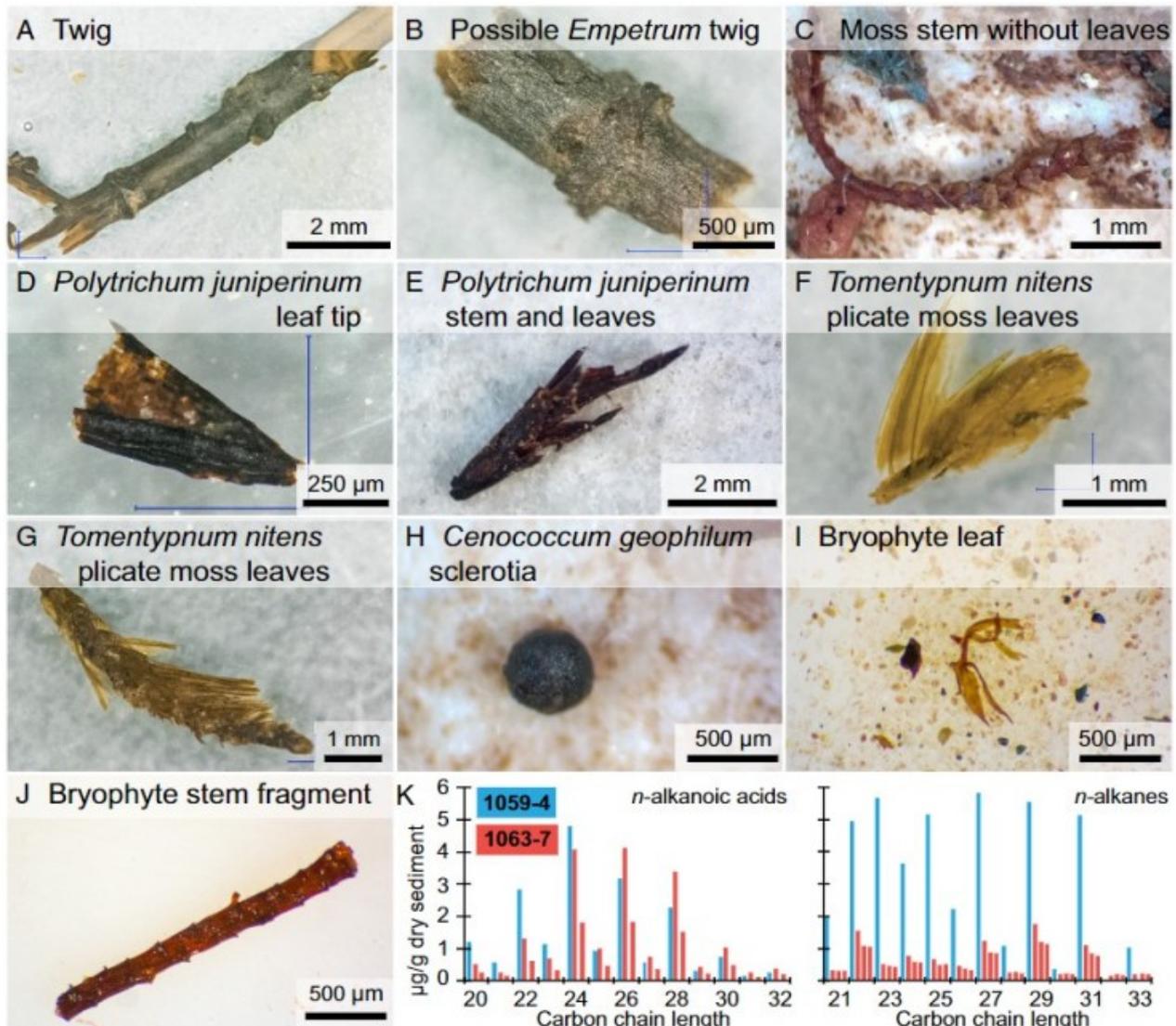


Abbildung 2. Mikrofotografien von Makrofossilien und Konzentrationen von Blattwachs aus den basalen Bohrkernen.

Der Basalsedimentteil des Camp-Century-Kerns ist 3,4 Meter dick. Die Forscher unterteilten ihn in drei Einheiten. Die Beweise deuten darauf hin, dass die jüngste Sedimentschicht zwischen vor 0,7 und 1,4 Millionen Jahren geschmolzen und wieder gefroren ist. In Abbildung 3 zeigen wir Javiers Darstellung der letzten Millionen Jahre.

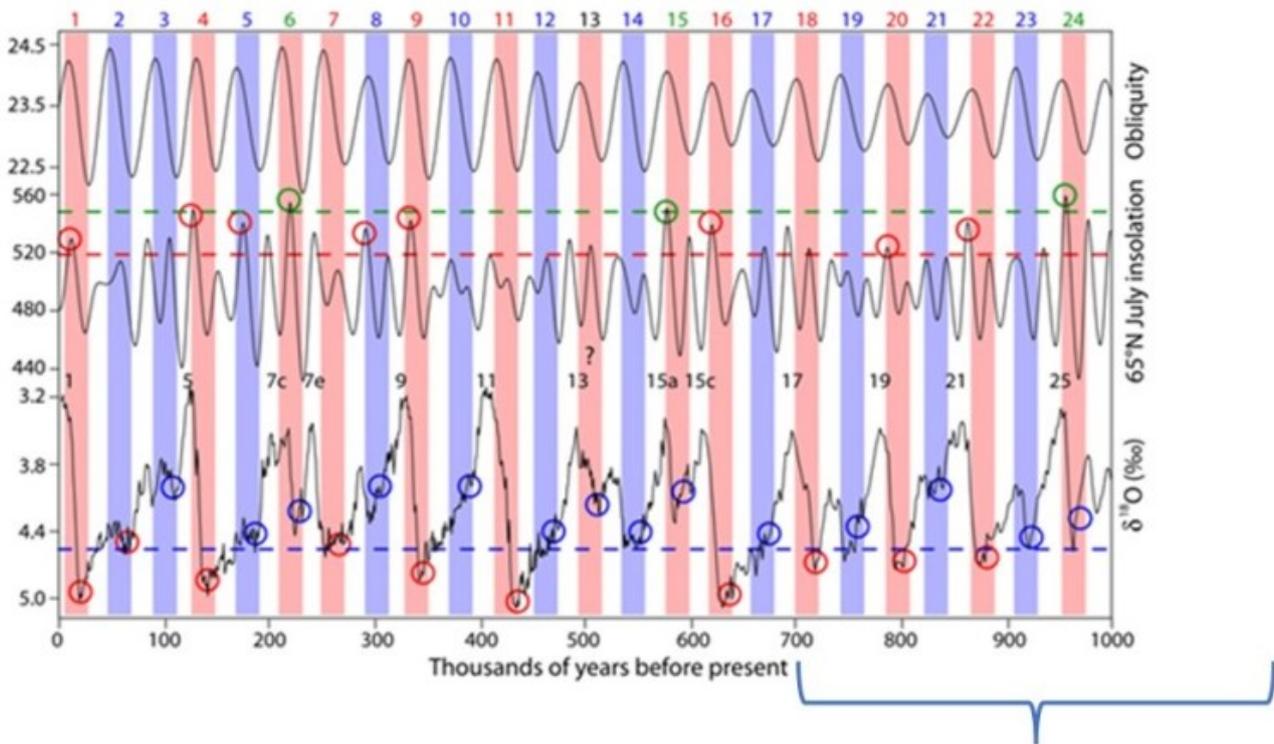


Abbildung 3. [Javiers Abbildung](#) der letzten 25 „MIS“-Interglaziale, wobei der Zeitraum von vor 0,7 bis 1,4 Ma markiert ist. Die Pseudo-Temperaturanomalie $\delta^{18}O$ (Veränderung des Sauerstoff-18-Verhältnisses) ist hoch, aber nicht besonders ungewöhnlich für MIS 25, und die Anomalie der Sonneneinstrahlung bei 65°N ist ungewöhnlich hoch. Vielleicht fand zu diesem Zeitpunkt das Schmelzen statt.

Abbildung 4 zeigt das gesamte mögliche Intervall für das Camp Century-Schmelzereignis aus [Tzedakis et al. \(2017\)](#):

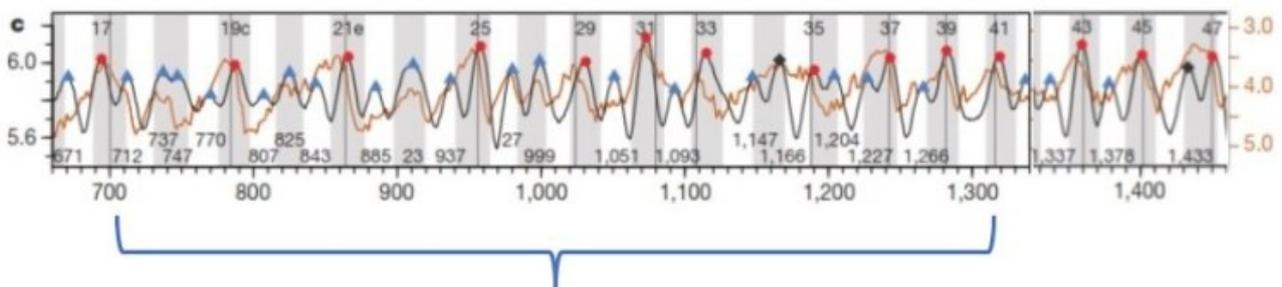


Abbildung 4. Die Spitzen der [Orbital-Neigung](#) [Orbital obliquity peaks] sind grau schattiert, die schwarze Linie ist die kalorische Sommerhalbjahres-Sonneneinstrahlung bei 65°N, die roten Kreise sind Sonneneinstrahlungsmaxima in der Nähe des Beginns von Interglazialen, schwarze Rauten sind anhaltende Interglaziale, hellblaue Dreiecke sind ausgefallene Interglaziale. Die orangefarbene Linie ist der $\delta^{18}O$ -Gehalt, der die Temperatur darstellt. Die oberen Zahlen sind MIS-Nummern für Interglaziale und die unteren sind kyr (Tausende von Jahren) vor der

Gegenwart oder die Nummer eines fortgesetzten Interglazials oder eines ausgefallenen Interglazials. Der „mittelpleistozäne Übergang“ zu Gletscherzyklen mit geringerer Häufigkeit und größerer Amplitude ist in der Nähe von MIS 38/37 erkennbar. Quelle: [Tzedakis, et al. \(Nature, 2017\)](#).

Der frühere Teil der Zeit des Schmelzens liegt in der Nähe des „Mittelpleistozänen Übergangs“ vor etwa 1,25 Millionen Jahren [Ma]. Der „Mid-Pleistocene Transition“ (MPT) ist ein Zeitpunkt, der die erforderliche Gesamtenergie definiert, damit ein Interglazial beginnen und bestehen kann. Vor 1,5 Ma war weniger Gesamtenergie erforderlich, um das Gletschereis zu schmelzen und eine Zwischeneiszeit wie heute einzuleiten. Die benötigte Energiemenge steigt mit der Zeit an, bis sie sich vor etwa 0,6 Mio. Jahren abflacht (siehe Abbildung 5). Der Zeitraum des möglichen vollständigen Abschmelzens, der im Kern des Camp Century bei 77°N und 61°W zu sehen ist, entspricht im Wesentlichen der Breite des Übergangs im mittleren Pleistozän.

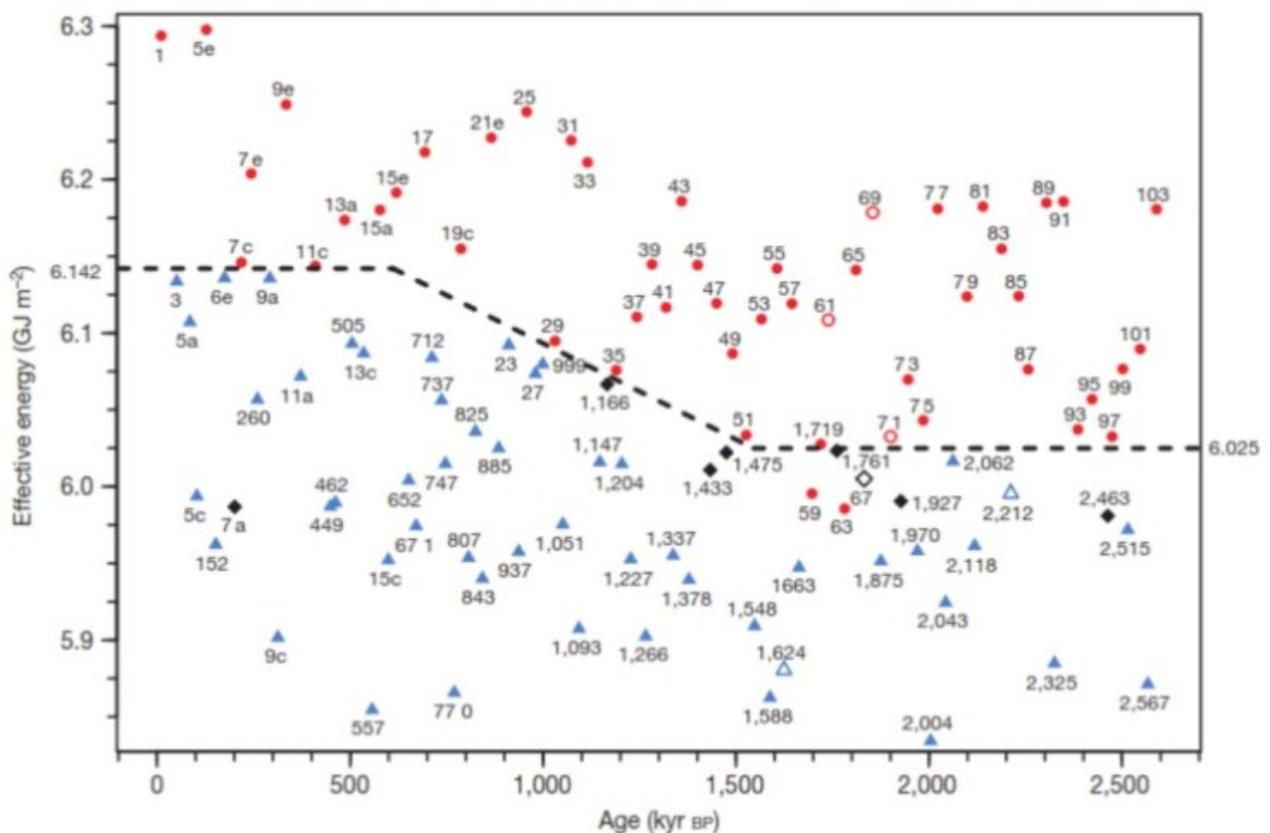


Abbildung 5: Temperaturspitzen für die letzten 2,6 Millionen Jahre, unterteilt in aktive Interglaziale (rote Punkte), ausgefallene Interglaziale (blaue Dreiecke), anhaltende Interglaziale (schwarze Rauten) und unsichere Zuordnungen (offene Symbole). Die gestrichelte schwarze Linie trennt aktive Interglaziale von fehlenden Interglazialen mit nur zwei Fehlzuordnungen (59 und 63). Die Rampe in der gestrichelten

Linie ist der „[mittelpleistozäne Übergang](#)“. Die Y-Achse ist die effektive „Schmelzenergie“, d. h. die mittlere Sonneneinstrahlungsspitze zur Sommersonnenwende. Quelle: Nach [Tzedakis, et al. \(2017\)](#).

Während der MPT-Übergangszeit war die Stabilität des nördlichen Eisschildes im Fluss. Wie die Abbildungen 3 und 4 zeigen, waren MIS 31 (1,7 Ma) und MIS 25 (9,6 Ma) ungewöhnlich warm und fielen in einen Zeitraum mit wenigen sehr kalten Glazialen. In der Tat waren die Eiszeiten vor 600.000 Jahren nicht so kalt wie die Eiszeiten der letzten 600.000 Jahre. Der Eiskern von Dye legt nahe, dass es zwischen 424 und 374 ka (MIS-11) eisfrei war, aber Dye liegt viel weiter südlich als Camp Century (siehe Abbildung 1). MIS 11 liegt kurz nach dem Ende des MPT.

Die goldene Kurve in Abbildung 4 ist $\delta^{18}O$, ein Sauerstoffisotopenverhältnis, das linear mit der Oberflächentemperatur variiert. Es erreicht während der MIS-Intervalle Spitzenwerte. Die andere Kurve in Abbildung 4 ist die Sonneneinstrahlung bei 65°N. Diese Kurven sind auch in Abbildung 3 dargestellt, wo sie leichter zu lesen sind.

Die derzeitige Höhe der darunter liegenden Sedimentschicht in Camp Century liegt 500 m über dem mittleren Meeresspiegel. Würde die 1,4 km lange Eisschicht entfernt, so würde dies in etwa 10.000 Jahren zu einem Sprung von etwa 950 m führen. Wären also die Bedingungen beim Abschmelzen des Eises dieselben, würde die Höhe schließlich etwa 1 400 m betragen.

Schlussfolgerungen

Es ist schwer, aus den Daten in diesem Artikel eindeutige Schlussfolgerungen zu ziehen, aber ich finde ihn sehr interessant, und es ist ein gut geschriebener Artikel, dessen Lektüre zu empfehlen ist. Es ist erstaunlich, dass der grönländische Eisschild auf 77°N vollständig geschmolzen ist. Dass dies während des MPT geschah, ist jedoch weniger überraschend, da es sich eindeutig um eine klimatisch instabile Zeit handelte. Dieses geologische Ereignis hat keinen Einfluss auf die aktuelle Klimadebatte, aber es zeigt, dass natürliche Kräfte extreme Klimaveränderungen verursachen können.

Die Abbildungen 3, 4 und 5 zeigen, wie viel kälter die Eiszeiten in den letzten 600 Millionen Jahren waren als in den zwei Millionen Jahren davor. Wir leben derzeit in einem bitterkalten Abschnitt der Erdgeschichte. Das sollte uns zu denken geben, wenn die Regierungen versuchen, uns durch die Begrenzung der CO₂-Emissionen in die [Kleine Eiszeit](#) (etwa 1300 bis 1850) zurückzudrängen.

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2022/05/11/whats-below-the-greenland-ice/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE