

Neue Erkenntnisse über die fehlende anthropogene Ursache der Alpen-Gletscherschmelze in einer Fachveröffentlichung des Schweizer Paul Scherrer Instituts

Vorab der Kenntnisstand über die Alpengletscher vor Erscheinen der PSI-Studie (von H.-J. Lüdecke)

Das der Öffentlichkeit von den Medien angeordnete Bild der Alpengletscher war schon immer falsch. Die Temperatur Grönlands und der Nordhemisphäre ist seit Ende der letzten Eiszeit gesunken (s. Bild A). Die nordhemisphärische Gletschermasse über die letzten 9000 Jahre war in der überwiegenden Zeit kleiner als heute (s. Bild B). Die stetig von heute wieder schmelzenden Gletscherzungen freigelegten Baumreste belegen sehr anschaulich die höheren Baumgrenzen der Vergangenheit (s. Bild C).

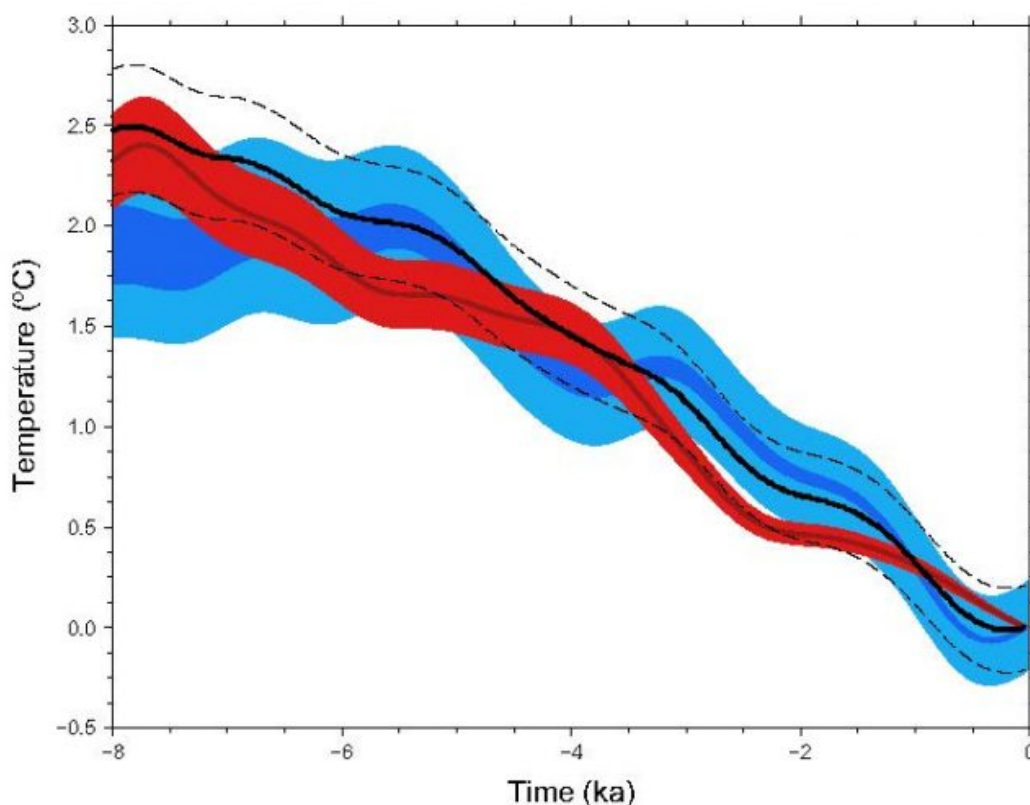


Bild A: Verlauf der Grönlandtemperaturen über die letzten 8000 Jahre aus [Lecavalier et al.](#), Quaternary Science Reviews 63 (2013).

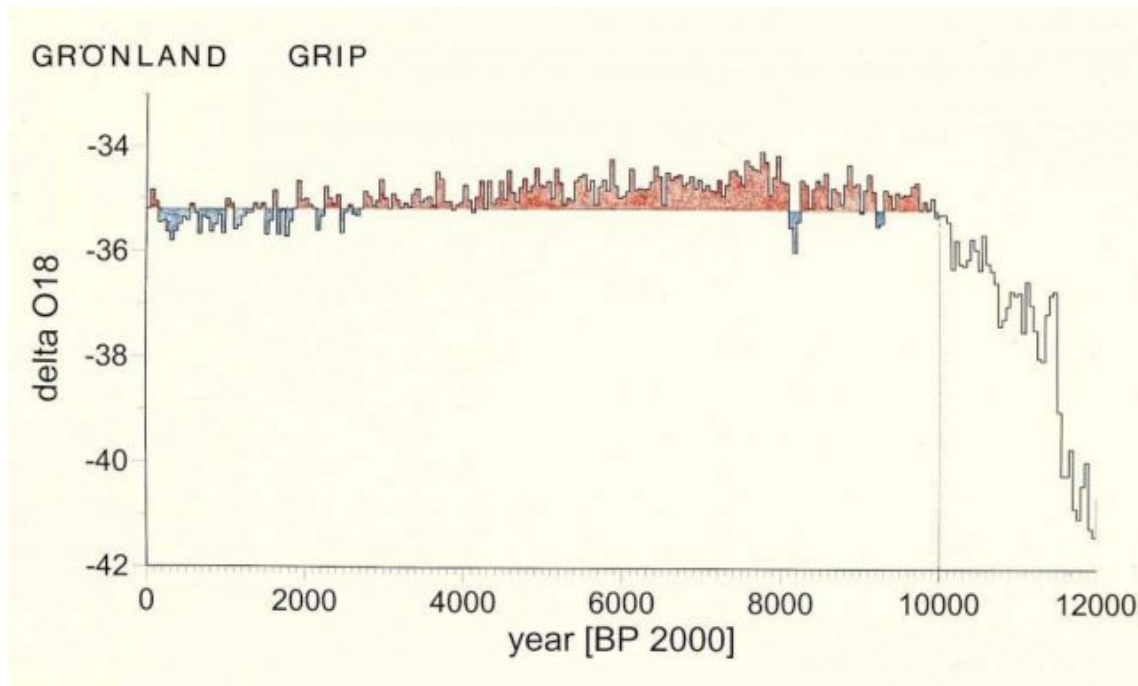


Bild B: Delta 180 aus grönländischen Eisbohrkernen. Die Werte entsprechen den Temperaturen seit Ende der letzten Eiszeit (Zeitskala Jahre von 2000 n.Chr.), Bildautor Prof. Dr. Gernot Patzelt, Univ. Innsbruck.

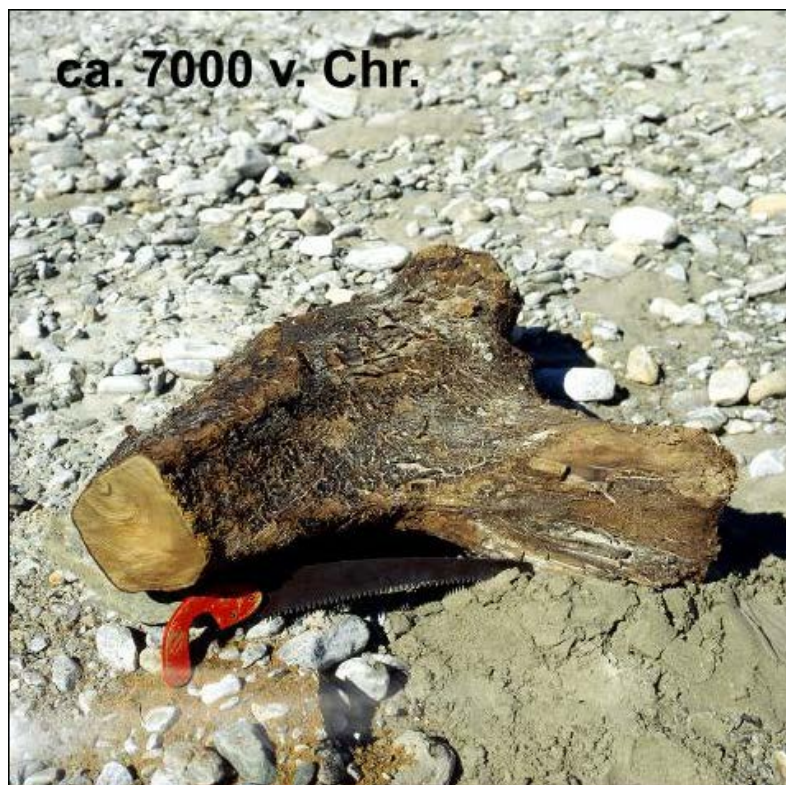


Bild C: Von schmelzender Gletscherzunge freigegebener Baumrest, der eine früher höhere Baumgrenze belegt, Bildautor Prof. Dr. Gernot Patzelt, Univ. Innsbruck

Eine für die moderne Menschheit maßgebende Unterbrechung dieses Geschehens war die „kleine Eiszeit“, die etwa Ende des 15. Jahrhunderts einsetzte und bis Mitte des 19. Jahrhunderts andauerte. Die Alpengletscher begannen nach Ende der kleinen Eiszeit wieder zu schmelzen. Dokumentiert ist dies u.a. von

„H. Holzhauser: Auf dem Holzweg der Gletschergeschichte, Sonderdruck aus „Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern“, Band 66, 2009 ([hier](#))“ sowie seiner weiteren Veröffentlichung „Neuzeitliche Gletscher-Schwankungen, Geogr. Helv. 2, 1982 ([hier](#))“. Aber auch von „H. J. Zumbühl: Die Schwankungen der Grindelwaldgletscher in den historischen Bild- und Schriftquellen des 12. bis 19. Jahrhunderts, Birkhäuser Verlag 1980) ([hier](#))“. Und schlussendlich sogar vom Deutschen Alpenverein: (Praterinsel München), Jg. 1885, Band XVI, S. 54-65, Fortsetzung Im Jg. 1888. Die Beobachtungen des dt. Alpenvereins begannen in 1881, berichtet wurde von Prof. Eduard Richter aus Salzburg, sie betrafen verschiedene Gletscher im Ötztal, Zillertal und die Pasterze.

Zu betonen ist, dass es zum Zeitpunkt des Schmelzbeginns noch praktisch kein menschengemachtes CO₂ gab. Mitte des 19. Jahrhunderts unterschied sich die CO₂-Konzentration der Luft mit 286 ppm noch praktisch nicht von der in der weiteren Vergangenheit, und erst ab 1960 mit 316 ppm begann sich der Einfluss der Industrialisierung in der CO₂-Konzentration der Luft deutlicher bemerkbar zu machen ([hier](#)).

Das erneute Schmelzen der Alpengletscher um die Mitte des 19. Jahrhunderts konnte infolgedessen keine Ursache in Konzentrationsveränderungen des Spurengases CO₂ gehabt haben. Tatsächlich konnte man aber auch keine andere sichere Ursache für das erneute Schmelzen finden. So entstand die Hypothese vom Ruß aus der britischen Industrialisierung als Ursache. Damit räumt nun die Veröffentlichung von Sigl et al. in Cryosphere, 2018 auf ([hier](#)).

Nachfolgend nun die Pressemeldung des Pauls Scherrer Instituts (Original-Medienmitteilung [hier](#))

Warum die Kleine Eiszeit Mitte des 19. Jahrhunderts endete

Analyse von Eisbohrkernen liefert erstmals lückenlose Daten von 1740 bis heute zum industriellen Russ

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts führte eine Serie grosser Vulkanausbrüche in den Tropen zu einer vorübergehenden globalen Abkühlung des Erdklimas. Dass in dieser Endphase der sogenannten Kleinen Eiszeit die Alpengletscher wuchsen und anschliessend wieder zurückgingen, war ein natürlicher Prozess. Dies haben nun PSI-Forschende anhand von Eisbohrkernen nachgewiesen. Bislang wurde vermutet, dass industrieller Russ ab der Mitte des 19. Jahrhunderts die damalige Gletscherschmelze ausgelöst hatte. Die erstmalige Analyse der im Eis eingeschlossenen und so historisch archivierten Russmenge widerlegt diese Vermutung nun. Die hierbei ermittelten Werte zum zeitlichen Verlauf der Russmenge werden zudem dazu beitragen, dass Forschende, die zukünftige Klimamodelle erstellen, auch für den Beitrag des industriellen Russes experimentelle Daten nutzen können. Die Ergebnisse wurden nun in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift *The Cryosphere* veröffentlicht ([hier](#)).

In populärwissenschaftlichen Darstellungen werden oft Bilder der Alpengletscher aus den 1850er Jahren zum Vergleich herangezogen, um den

menschengemachten Klimawandel zu visualisieren. Dies ist jedoch falsch, haben Forschende nun anhand von Daten aus Eisborkernen nachgewiesen. Die Wissenschaftler um Michael Sigl vom PSI analysierten die in den unterschiedlichen Eistiefen archivierte Luftzusammensetzung und darin vor allem die Menge an industriellem Russ. Sie erstellten so für Mitteleuropa die erste ununterbrochene Datenreihe zur Menge des industriellen Russes in der Atmosphäre für die Zeit von den 1740er Jahren bis heute.



Bild 1: Die Chemikerin Margit Schwikowski mit einem Eisbohrkern am Colle Gnifetti. (Foto: Paul Scherrer Institut/Beat Gerber)

Diese Daten zeigen eindeutig, dass industrieller Russ kaum verantwortlich sein kann für die damalige Schmelze der Alpengletscher, die sich vor allem zwischen 1850 und 1875 vollzog. Bis 1875 waren bereits rund 80 Prozent des damaligen Gletscherrückgangs abgeschlossen, so Sigl. Doch erst ab 1875 überstieg die Menge an industriellem Russ in Mitteleuropa die natürlich in der Atmosphäre vorhandene Menge. Nur bei den letzten 20 Prozent des Rückgangs könnte der Russ eventuell einen Einfluss gehabt haben, stellt Sigl klar.



PSI, Foto: Michael Sigl

Bild 2: Das Camp der Forschenden im Jahr 2015 auf dem südöstlich von Zermatt gelegenen Colle Gnifetti. Hier hat das Forschungsteam sowohl 2003 als auch 2015 mehrere bis zu 82 Meter lange Eisbohrkerne entnommen. (Foto: Paul Scherrer Institut/Michael Sigl)

Die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts war geprägt von mehreren grossen Vulkanausbrüchen in den Tropen, deren ausgestossene Schwefelpartikel zu einer vorübergehenden globalen Abkühlung führten. In dieser finalen Kaltphase der sogenannten Kleinen Eiszeit wuchsen bis Mitte des 19. Jahrhunderts die Alpengletscher noch einmal stark an. Bislang dachte man, dass ihr Rückgang ab den 1860er Jahren auch auf den Beginn der Industrialisierung zurückzuführen sei. Doch die PSI-Ergebnisse widerlegen diese Theorie nun eindeutig: Es handelte sich (zunächst) lediglich um einen Rückgang zur vorherigen, ungestörten Gletscherausdehnung.



Bild 3: Michael Sigl im analytischen Labor am PSI mit verschiedenen Eisproben aus dem 19. Jahrhundert, in denen die Luftzusammensetzung archiviert ist. (Foto: Paul Scherrer Institut/Markus Fischer)

1850 eignet sich nicht als Referenzjahr für Klimamodelle

Die Frage, ab wann der menschliche Einfluss auf das Klima beginnt, ist weiterhin offen, sagt Sigl. Und dieser Beginn, so zeigt diese Studie, ist aufgrund weiterer Faktoren nicht unbedingt ein geeigneter Referenzwert für Klimamodelle. Sigl schätzt, dass sich die 1750er Jahre besser als vorindustrielle Referenzzeit eignen, also ein Zeitpunkt vor der Kleinen Eiszeit. Auch bisher wird schon – wann immer es die dünne Datenlage

vergangener Jahrhunderte ermöglicht – 1750 als Referenzjahr angenommen, wenn es in Klimamodellen darum geht, Daten aus der vorindustriellen Zeit mit denen nach Beginn der Industrialisierung zu vergleichen. Das ist sinnvoll, denn dass das Klima in der Mitte des 19. Jahrhunderts nicht das urtümliche war, sehen wir in unseren Daten nun deutlich.

Zukünftige Klimamodelle könnten die experimentellen Russdaten einberechnen

In Modellrechnungen zum Klimawandel geht auch der zeitliche Verlauf der Russmenge in der Atmosphäre als eine von vielen Variablen ein. Bisher wird von den Modellierern jedoch ein Schätzwert der jeweiligen Russmenge eingesetzt, so Sigl. Vor allem für das 19. Jahrhundert liegen hierbei nur grobe Schätzungen der einzelnen Industrienationen auf Grundlage des damaligen Energieverbrauchs zugrunde. Für die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde bislang ein linearer Anstieg der Russmenge in der Atmosphäre angenommen, so Sigl. Dass dies nicht der Realität entspricht, lässt sich dank der Eisbohrkernuntersuchungen von Sigl und seinen Mitforschenden nun belegen. Die Forschenden plädieren daher dafür, dass in zukünftigen Modellrechnungen experimentelle Russdaten Einzug erhalten. Diese Modelle wiederum bilden einen wichtigen Teil des Berichts, den der als Weltklimarat bekannte IPCC, der Intergovernmental Panel on Climate Change, rund alle sieben Jahre herausgibt.

Im IPCC-Bericht haben die Modellrechnungen, die das Klima seit 1850 mathematisch nachvollziehen, eine zentrale Rolle, unterstreicht Margit Schwikowski, Leiterin des Projekts, in dessen Rahmen die Untersuchungen durchgeführt wurden. Mit unserer Forschung haben wir nun dazu beigetragen, dass die Wissenschaftsgruppen, die solche Klimamodelle erstellen, im Bereich des industriellen Russes auf experimentelle Daten zurückgreifen werden können.

Text: Paul Scherrer Institut/Laura Hennemann

Über das PSI

Das Paul Scherrer Institut PSI entwickelt, baut und betreibt grosse und komplexe Forschungsanlagen und stellt sie der nationalen und internationalen Forschungsgemeinde zur Verfügung. Eigene Forschungsschwerpunkte sind Materie und Material, Energie und Umwelt sowie Mensch und Gesundheit. Die Ausbildung von jungen Menschen ist ein zentrales Anliegen des PSI. Deshalb sind etwa ein Viertel unserer Mitarbeitenden Postdoktorierende, Doktorierende oder Lernende. Insgesamt beschäftigt das PSI 2100 Mitarbeitende, das damit das grösste Forschungsinstitut der Schweiz ist. Das Jahresbudget beträgt rund CHF 390 Mio. Das PSI ist Teil des ETH-Bereichs, dem auch die ETH Zürich und die ETH Lausanne angehören sowie die Forschungsinstitute Eawag, Empa und WSL. (Stand 05/2018)

Weiterführende Informationen

<http://psi.ch/DFD3> – Gefrorenes Klimagedächtnis: Hintergrundtext

<http://psi.ch/FDxs> – Historisches Kupfer, gefangen im Eis: Medienmitteilung vom 1. Februar 2017