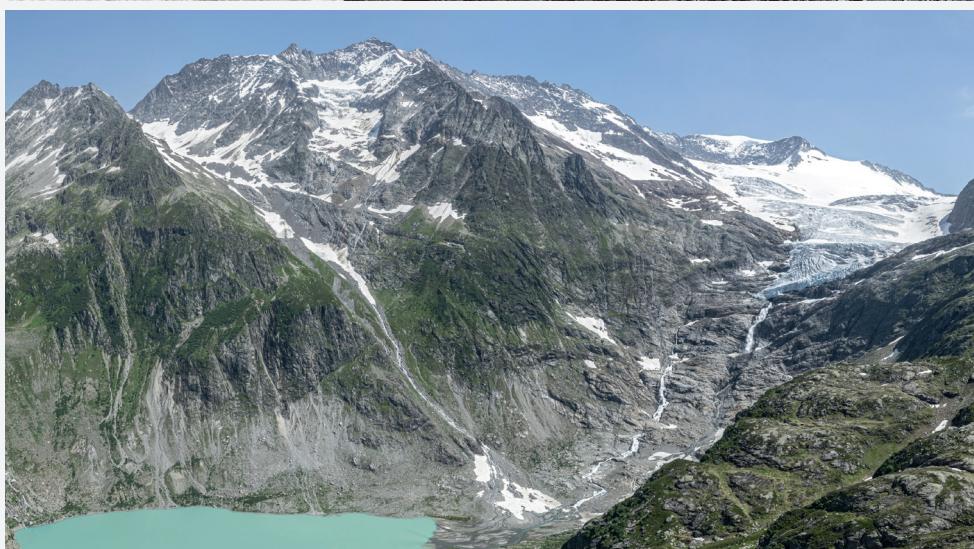


Klimaänderungen

Lokale, regionale, globale und erdgeschichtliche Aspekte



Neujahrssblatt
der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich NGZH
228. Stück | 2026

Conradin A. Burga und Dietmar Grebner

Klimaänderungen
Lokale, regionale, globale und erdgeschichtliche Aspekte

Herausgegeben von
Conradin A. Burga und Dietmar Grebner

Neujahrsblatt
der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich NGZH
228. Stück | 2026

n g z h

• . • • .
*Naturforschende
Gesellschaft in Zürich
www.ngzh.ch*

Impressum

Das Neujahrsblatt der NGZH erscheint einmal jährlich auf den 2. Januar (Berchtoldstag) als Ergänzung zur Vierteljahrsschrift.

Herausgeber

Naturforschende Gesellschaft
in Zürich NGZH

Redaktion / Herausgeber

Conradin A. Burga und Dietmar Grebner

Adressen der Herausgeber

Conradin A. Burga
Ehem. Geographisches Institut
der Universität Zürich
Winterthurerstrasse 190
8057 Zürich

Dietmar Grebner
Torlenstrasse 34
8713 Uerikon

Gestaltung und Satz

Barbara Hoffmann
www.barbara-hoffmann.com

Druck

Koprint AG, Alpnach Dorf

Auflage

1 000

Bezug

www.ngzh.ch
oder
sekretariat@ngzh.ch

ISSN

0379-1327

©2026

Naturforschende Gesellschaft in Zürich

Bildrechte

Abbildungen dürfen nur mit exakter Quellenangabe und mit Einwilligung des betreffenden Fotografen/ Kartografen (Bildautors) reproduziert und verbreitet werden.

Mit Unterstützung von:

sc | nat 

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

Klimaänderungen

Lokale, regionale, globale und erdgeschichtliche Aspekte

Herausgegeben von

Conradin A. Burga und Dietmar Grebner

Zusammenfassung

Summary

Einführend wird der Weg von der rudimentären Wetterwahrnehmung bis zur Forschung in Klima- und Umweltphysik diskutiert. Zum Raum Zürich wird aus historischen Dokumenten der Klimaverlauf seit ca. 300 Jahren aufgezeigt. Für die Schweiz wird aus der hydrologischen Bilanz von Einzugsgebieten der letzten 60 Jahre ein Rückgang der Abflüsse analysiert und kausal einer Zunahme der realen Evapotranspiration zugeordnet. Alpin und global wird die Reaktion des «Klimasensors» Gletscher diskutiert, insbesondere die aktuelle globale Gletscherschmelze. Aus der Paläoklimatologie, als Vergleichsmass für die heutigen akuten Klimaänderungen, werden für die Alpen und die Region Zürich Proxydaten aus Naturarchiven mit Bezug zur eiszeitlichen und holozänen Klimgeschichte analysiert.

This issue of the Neujahrsblatt 2026 of the Naturforschende Gesellschaft in Zurich is attended to aspects and mechanisms of climate change by contributions out of the research subjects in Switzerland. The introduction outlines the way from the rudimentary awareness of weather up to the running research in climate and environmental physics. Mainly for the area of Zurich the course of climate is consolidated and discussed since about 300 years using all available weather documentations. For the Swiss area, the hydrological balance of a collective of independant river watersheds a decrease of runoff is analysed, to be attributed to an increase of the real evapotranspiration. In the Alpine and global scale, the reaction of the glaciers as «climate sensors» is discussed, and the worldwide significant decrease is shown. Regarding the paleoclimatology, as an instrument for comparison with the actual climate change, proxy data of natural archives related to the Last Glacial and Holocene climate history of the Alps and the region of Zurich are discussed.

Keywords

Climate change, watershed runoff, runoff climatology in Switzerland, evapotranspiration, climate of Zurich, Swiss glaciers and worldwide glacier recession, paleoclimate history of the Alps and of the Zurich region.

Inhalt

Vorwort	7
Die Herausgeber	
Einführung	9
Dietmar Grebner und Conradin A. Burga	
Das Klima von Zürich und der Schweiz seit Beginn der Messreihen	15
Stefan Brönnimann	
Einleitung	15
Die Zürcher Mess- und Beobachtungsreihen	16
Klimavariabilität in Zürich und im Schweizer Mittelland	21
Klimaindikatoren und Verschiebung der Jahreszeiten	26
Stadtclima Zürich	29
Zunehmende Sommertrockenheit in Schweizer Gewässern	33
Lukas Gudmundsson, Basil Kraft, Sonia I. Seneviratne	
Einleitung	33
Klimatologie von Abfluss und Niederschlag der Schweiz	34
Langfristige Entwicklung der schweizweiten	
Abflüsse und Niederschläge	35
Jahreszeitliche Veränderungen von Abfluss und Niederschlag	37
Einfluss der Evapotranspiration auf die Wasserbilanz	38
Fazit	39
«Ewiges» Eis? Beschleunigter weltweiter Gletscherschwund im 21. Jahrhundert	42
Samuel U. Nussbaumer, Andreas Linsbauer, Michael Zemp	
Die Bedeutung der Gletscher	42
Alte und neue Methoden zur Bestimmung der	
Gletscherveränderungen	44
Auswertung der Gletscherdaten:	
Dem schwindenden Eis auf der Spur	48
Auswirkungen der Gletscheränderungen	53
Folgerungen und Ausblick	59

Inhalt

Prähistorische Klimaschwankungen in den Alpen – Informationen aus Naturarchiven	63
Conradin A. Burga	
Zur Letzten Eiszeit in Nord-Amerika, Nord-Europa und in den Alpen	63
Allgemeine Aspekte zu holozänen Warm- und Kaltphasen	65
Prähistorische Waldgrenzschwankungen in den Alpen	69
Zur prähistorischen Klimageschichte der Region Zürich – Daten aus biotischen und abiotischen Klimaarchiven	76
Conradin A. Burga	
Die «Sandgrueb» von Gossau/ZH als ein letzteiszeitliches Klimaarchiv	76
Das Projekt «Zübo 80» erschliesst das Klimaarchiv des Zürichsees	81
Ein verschütteter späteiszeitlicher Föhrenwald am Uetliberg	86
Zusammenfassung und Folgerungen	89
Autorinnen und Autoren	94
Dank	96

Vorwort

Die Herausgeber

Mit dem Thema Klima und Klimaänderung widmet sich das Neujahrsblatt 2026 der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich einer Entwicklung von globaler Bedeutung und damit auch von grundlegendem Interesse für die Schweiz. Basis der Entwicklung ist die Treibhauseigenschaft der Atmosphäre, also die isolierende Wirkung gegenüber der Wärmeausstrahlung der Erde zurück in den Raum. Diese Eigenschaft wurde vor rund 200 Jahren erkannt. Wenige Jahrzehnte darauf wurde gefolgt, dass eine Zunahme des Luftbestandteils Kohlenstoffdioxid [CO_2] eine Erwärmung der Atmosphäre zur Folge haben muss. Später wurde auch der Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre als Treibhausgas identifiziert. – Die heute dominierende Diskussion des CO_2 -Gehaltes als Treibhausgas überdeckt die Beiträge der inzwischen bekannten weiteren Treibhausgase. Diese sind zwar in weit geringeren Konzentrationen als CO_2 vorhanden, jedoch um die Faktoren 10 bis 100 wirksamer. Im Weiteren ist eine Klimaerwärmung durch die Zunahme von CO_2 ein selbstverstärkender Prozess, indem durch höhere Temperaturen der atmosphärische Wasserdampfgehalt zunimmt sowie zusätzlich maritime und kontinentale Speicherungen von CO_2 und Methan [CH_4] in zurzeit noch kaum schätzbar Mengen freigesetzt werden.

Nach frühen Signalen von Änderungen in Klimamessreihen wurde Mitte des 20. Jahrhunderts mit permanenten CO_2 -Messreihen begonnen (Hawaii, Polarstationen). Für den dabei erfassten stetigen Anstieg liegt außer anthropogenen Ursachen keine weitere Korrelation vor. Die Weltbevölkerung lag seinerzeit bei 3 Mrd., bei vernachlässigbaren Massnahmen zum Klimaschutz. Inzwischen bestehen zunehmende Anstrengungen beim Klimaschutz, allerdings bei einer auf 8 Mrd. gestiegenen Weltbevölkerung und deren in einem erheblichen Teil gewachsenen Aktivitäten.

Politisch führten die Feststellungen 1979 erstmals zu einem Weltklimagipfel (WCC-1) aus interessierten Staaten, mit regelmässigen Wiederholungen. Wissenschaftlich arbeitet ab 1985 im IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change), unter dem Dach der Vereinten Nationen (UNO), ein internationales Sachgremium in einem intensiven Forschungsaustausch zur Thematik Klimaänderung. In der öffentlichen Wahrnehmung wird die Änderung des Klimas, insbesondere infolge zunehmend

schwerwiegender Wetter- und Witterungseignisse sowie zeitlicher Witterungsverschiebungen in den letzten Jahrzehnten und durch individuelle Betroffenheiten real erlebt.

Die Schweiz ist in allen wissenschaftlichen Ebenen zur Klimaänderung, national und international, mit Forschungsprojekten aktiv. Im vorliegenden Neujahrsblatt wird das grosse Themenpektrum mit einigen Beispielen aufgespannt. Als Einführung wird der Weg von der Wetterwahrnehmung bis zur differenzierten Forschung von Klima und Änderungsmechanismen skizziert → **S. 9**. Mit Schwerpunkt Zürich wird die Konsolidierung von aus Jahrhunderten direkt oder indirekt vorliegenden Wetter- und Witterungsinformationen und den so möglichen Schlussfolgerungen und Trends behandelt → **S. 15**. In verschiedenen europäischen Regionen zeichnen sich erhebliche negative Änderungen der nutzbaren hydrologischen Wasserbilanz aus Niederschlag und Abfluss ab. Im Raum Schweiz ist diese degressive Entwicklung noch weniger deutlich, aber vorhanden und wird mit den jährlichen Abflüssen eines Kollektivs von Einzugsgebieten ab 1962 parametrisch belegt → **S. 33**. Zum global, besonders aber auch für die Schweiz bedeutenden hydrologischen Aspekt Gletscher und Gletscherschwund werden die Einflüsse der Klimaänderung dokumentiert → **S. 42**. Forschungszweig und zugleich Vergleichsmass für die heutige Klimaänderung bildet die Paläoklimatologie. Die mehrfachen prähistorischen Klimaänderungen seit der Letzten Eiszeit werden durch Gletscher- und Waldgrenzschwankungen in den Alpen belegt → **S. 63**. Und zur prähistorischen Klimgeschichte seit der Letzten Eiszeit der Region Zürich werden Beispiele aus biotischen und abiotischen Klimaarchiven beschrieben → **S. 76**.

In allen Themen hebt sich das besondere Gewicht homogener und kompatibler Daten bzw. deren Aufbereitung als Voraussetzung für repräsentative Analysen hervor. Die Erkenntnisse zur prähistorischen Klimgeschichte beruhen auf Analysen und Interpretationen als sogenannte Proxydaten sehr verschiedener Naturarchive.

Einführung

Dietmar Grebner und Conradin A. Burga

Klima, ein kleines Wort für ein komplexes, lebensbestimmendes Phänomen. Bestimmende Energiequelle für die Erde ist die an seiner Atmosphäre intransitiv eintreffende Sonnenstrahlung. Diese ist ihrerseits nicht konstant (Solarradius, Solaraktivitäten, Erdbahnparameter). Das Klima der Erde entsteht als Integral aus dem transitiven Umsatz der Strahlungsenergie zwischen allen Komponenten der terrestrischen Natur. Diese sind die Atmosphäre als Eingangsmedium der Sonnenstrahlung, dann die Geosphäre (Erdgestalt/geographische Breite, Topographie, Orographie), die Hydrosphäre/ Kryosphäre, die Biosphäre mit Pedosphäre im Verbund aller räumlicher Größenordnungen, von global und hemisphärisch über regional, Klimazonen, bis lokal und punktuell. Teil der Biosphäre ist auch der inzwischen aus dem Regelwerk der Natur herauswachsende Mensch.

Klimawahrnehmungen des Menschen waren zunächst Wetter und Witterung, Abläufe und örtliche Unterschiede. Mit zunehmender Beachtung, in Europa beginnend mit der Naturphilosophie im antiken Griechenland um 500 v. Chr., bekam Klima die Bedeutung einer regional charakteristischen meteorologischen Eigenschaft, je nach Kulturraum und Epoche auch mit Messungen unterlegt und mit astronomischen Vorgängen verknüpft. Berühmt dazu ist der «Hundertjährige Kalender», mit Wetterbeobachtungen, aus astronomischen Überlegungen über 7 Jahre, im Kloster Langheim um 1655 n. Chr. Auch Bauernregeln und entsprechende Volkskalender sind in diesem Rahmen zu nennen.

Der Beginn der naturwissenschaftlichen Klimatologie ist mit Alexander von Humboldt etwa ab 1800 n. Chr. zu datieren. Der damals verbreitete Aufbau von meteorologischen Messnetzen war dann bis etwa 1960 für zahlreiche Autoren Anreiz Klimaklassifikationen mit unterschiedlichen Parametrisierungen durchzuführen. In der weiteren Forschung zeigen dann Begriffe, wie Variation, Iteration, Schwankung, Periodizität usw., dass anstatt der Auffassung einer Quasikonstanz des Klimas zwar durchaus eine Veränderlichkeit besteht, diese aber in einer Variationsbreite bleibt.

Den Analysen waren aus den Chroniken natürlich auch Wetter- und Witterungseignisse bekannt, die aus Variationsbreiten herausragten. Erwähnenswertes Wärmebeispiel für

Mitteleuropa und damit auch für die Schweiz ist das Jahr 1328: «[...] im Januar blühen die Bäume, im April die Rebstöcke, im Mai beginnt die Getreideernte, im Juli die Weinlese [...]» (Hennig 1904). Das extremregnerische und kalte Gegenstück bis heute trat 1342 auf und betraf weitreichend Mitteleuropa im Januar mit «[...] heftige Wintergewitter, Regengüsse, Hagelschlag [...]», im April «[...] nach grosser Kälte schwere Rhein- und Mainüberschwemmungen [...]» (höchste Pegelmarke am Rathaus in Würzburg am Main), dann im Juli 1342 «[...] Überschwemmungen mit grosser Furchtbarkeit [...], in Köln kann man mit dem Kahn über die Stadtmauer fahren [...]» (ca. 8m) (Hennig 1904). Und für die nordalpine Schweiz nicht weniger herausragend das Jahr 1343, im Juni und September, mit «[...] grosse Überschwemmungen in der Limmat, so dass man in der Frauenmünsterkirche mit dem Kahn herumfährt.» (Hennig 1904). Bis in die Neuzeit ist ein immer wiederkehrendes Kälteereignis die «Seegfrörne» des Bodensees sowie die «Seegfrörni» des Zürichsees, in beiden Seen zuletzt im Winter 1962/63 (z. B. Pfister 1988 und MeteoSchweiz 2020).

Um die Bedeutung solcher und ähnlicher Einzeljahre zu relativieren, wurden im 20. Jahrhundert die atmosphärischen Klimavariablen in 30jährigen Zeitintervallen gemittelt und verglichen. In deren Abfolge wurden zunehmend Trends deutlich, die eine nicht mehr widerlegbare Klimaänderung in Form einer atmosphärischen Erwärmung und im gegebenen Ausmass pro Zeitspanne nur anthropogen erklärbar sind.

Die Gesamtheit der Änderungen, Wetter/Witterung/Intensitäten, wird mit einem globalen Erwärmungsbetrag der Atmosphäre in $^{\circ}\text{C}$ charakterisiert, der gemäss Modellsimulationen ein kritisches Mass von 1.5°C nicht überschreiten soll, um schwerwiegende Folgen für die Lebensbedingungen des Menschen und seiner Umwelt zu vermeiden.

Ursache für die spürbaren Verschiebungen von saisonalen Witterungszuständen und im Detail die «seit Menschengedenken» überschreitenden Wetterextreme von Einzelereignissen, wie Extremniederschläge, bis zu Episoden, wie Hitze- oder Trockenphasen, lokal oder regional, ist jedoch nicht der globale Erwärmungsgrad als solcher, sondern die sehr unterschiedliche räumliche Verteilung der Erwärmung pro Hemisphäre der Erde, hier exemplarisch für die Nordhemisphäre skizziert. So wird die grösste Erwärmung im Nordpolargebiet festgestellt, je nach betrachtetem Zeitraum der

Messungen in den letzten 100 Jahren bis etwa 5°C. Dagegen ist die Erwärmung in den niedrigeren geographischen Breiten zunächst vergleichsweise gering.

Diese Temperaturdifferenz zwischen beiden Zonen ist als grossräumiger Antrieb in der Troposphäre von Bedeutung, also in der Schicht der Wetterabläufe und des Klimas. Er führt in den mittleren Breiten zur bekannten Westwindzone. Der Wechsel dieser Strömung über Ozeane – Kontinente – Gebirge regt die Strömung zum Mäandrieren in Form von Hochkeilen und Tiefdrucktrögen an, als planetare Welle bezeichnet. Durch abschnittsweise dynamische Zustände darin entstehen individuelle Hoch- und Tiefdruckgebiete und Fronten. Deren Wanderung, meist ebenfalls von West nach Ost, ergab ehemals einen Wetterwechsel von typischerweise 2 bis 4 Tagen. Gleichzeitig brachten dabei die Luftmassentransporte von Nord nach Süd Kühlung in den mittleren Breiten sowie von Süd nach Nord Mässigung der polaren Kälte. Eine Beschreibung der Komponenten dieser «Allgemeinen Zirkulation» findet sich z. B. bei **Fortak (1971)** und **Weischet (1983)**.

Der primäre Effekt der atmosphärischen Erwärmung ist also eine massgebende Abnahme der Temperaturdifferenz «niedere Breiten – Polarzone». Folgen sind Veränderungen der planetaren Welle, wie Verlagerung und Amplitude, Dauer von Witterungsphasen sowie Veränderungen des meridionalen Austauschs von Kalt- und Warmluft, Unbeständigkeit der winterlichen Niederschläge im subtropischen Europa. Für die Schweiz ist die Entwicklung in einer Szenariendiskussion für 1864–2017 aufbereitet (**NCCS [Hrsg.] CH2018**). Gründe für eine geringere Erwärmung im Raum Nordamerika im Vergleich zu Europa/Asien sind noch Thema der Forschung. Eine augenfällige orographische Eigenschaft von Nordamerika sind Lage und Höhe der Rocky Mountains.

Als sekundärer Effekt der Klimaerwärmung steigt die Verdunstung von der Erdoberfläche in die Troposphäre. Diese Wasserdampfzunahme bedeutet eine Zunahme der Treibhauswirkung seinerseits. Gleichzeitig sind dadurch höhere Niederschlagsmengen pro Dauer und Fläche möglich sowie eine höhere Dynamik, z. B. als Windböen und Windgeschwindigkeiten, wenn die im Wasserdampf gespeicherte Verdunstungswärme bei Kondensation zu Tropfen wieder frei wird.

In drei Themen belegen Forschungsarbeiten die Klimaänderung anhand der messtechnisch erfassten Vergangenheit und

von Chroniken. → S. 15, 33, 42. Die Analysen zeigen den Trend von Witterungsvariablen im Raum Zürich. Landesweit wird die Auswirkung der Klimaerwärmung auf die Entwicklung der hydrologischen Bilanz der letzten 60 Jahre untersucht und dabei generalisiert sinkende jährliche Abflussmengen festgestellt. Im ähnlichen Zeitrahmen werden landesweit und global die Klimaerwärmung bezüglich Gletscher-Massenbilanzen dargestellt.

Während prähistorischen Epochen, in denen anthropogene Klimaeinflüsse ausgeschlossen sind, herrschte in jeweiligen Schwankungsbreiten ein Klima-Zustand, der sich in den Zeiträumen zwischen erdgeschichtlichen Veränderungen einpendelte bzw. diesen folgte, z. B. als Eis- und Zwischeneiszeiten oder kürzeren Klimaschwankungen. Effekte von Ursachen dazu wurden ebenfalls schon in der Antike bemerkt und im Fall der Himmelsmechanik von Kopernikus (16. Jahrhundert) quantifiziert. Aber erst in der naturwissenschaftlichen Forschung der Neuzeit ergab sich die Verknüpfung mit unterschiedlichen Klimaepochen. Die Ursachen sind einerseits Änderungen der extraterrestrischen Sonnenstrahlung und quasizyklische Änderungen der Geometrie der Erdbahn und anderseits sporadisch durch Vulkanausbrüche sowie Meteoriteinschläge von entsprechenden Ausmassen.

Die quasizyklische Veränderung der Erdbahn entsteht durch den Gravitationseinfluss von Sonne und Mond wie auch durch die Planeten auf die Erde. Die Dauern der Zyklen liegen zwischen 21 000 und 100 000 Jahren (Milankowitch 1941). Sie beeinflussen die Ausdehnung der Polarnachtflächen als Wärmedefizitflächen der Erde und die Distanz Erde zur Sonne je nach Hemisphäre der Erde und damit die Strahlungsintensität, abhängig von der geographischen Breite.

Für die prähistorische Klimaforschung hat sich die Paläoklimatologie entwickelt. Sie ist heute für die Diskussion der Klimaerwärmung der Neuzeit eine unverzichtbare Vergleichsbasis. Als Datenquellen zur prähistorischen Klimgeschichte dienen verschiedene Naturarchive mit Informationen zu früheren Klimazuständen mit deren Eigenschaften wie Dauer und Ausmass. Sie wurden biotisch und abiotisch, terrestrisch und aquatisch abgelagert, als fossile Hölzer (Baumringe), Pollen und Sporen von Blüten- und Sporenplanten und andere Pflanzenreste, Tierfossilien, wie fossile Käfer- und Mollusken-Faunen, Spurenfossilien, Moorbildungen, Gletschereis sowie terrestrische und marine Sedimente.

Wichtige Hinweise zum Paläoklima liefern auch Proxydaten zu Waldgrenz-, Gletscher- und Seespiegelschwankungen → **S. 69 ff.**

Zur zeitlich am weitesten zurückliegenden prähistorischen Klimageschichte liefern physikalische Methoden Informationen, so die Sauerstoff-Isotopen-Methode. Bei Kalziumkarbonaten und Fossilien von Seen und Tiefseeablagerungen sowie in Gletschereis stehen die Isotopen-Verhältnisse $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ in Abhängigkeit von deren Bildungstemperatur, woraus sich Paläotemperaturen ermitteln lassen. Damit konnten in marinen Sedimenten für die letzten 2.7 Millionen Jahre, d.h. für das ganze Eiszeitalter und die Nacheiszeit, 104 und noch zwei weitere sog. «Marine Isotope Stages» von wärmeren und kühleren Perioden unterschieden werden → **S. 84 ff.**

Weitere wichtige erdgeschichtliche Klimainformationen gibt der CO_2 -Gehalt der früheren Erdatmosphäre, konserviert in Luftblasen von Eisbohrkernen der Polarzonen, sowie die Verbreitung des Permafrostes. Einem europäischen Forschungsteam gelang im Januar 2025 auf der Dome C / Concordia Station der Antarktis eine 2800 m tiefe Eisbohrung abzuteufen. Dieser Eisbohrkern umfasst die Klimageschichte der letzten rund 1.2 Millionen Jahre. An dessen Untersuchung ist auch das Oeschger Centre for Climate Change Research der Universität Bern beteiligt. Bisher ist der Verlauf der CO_2 -Konzentration der Atmosphäre und dadurch der Wechsel von Warm- und Kaltzeiten für die letzten rund 800 000 Jahre bekannt (**Sonntagszeitung 2025**). Bemerkenswert ist, dass sich vor 900 000 Jahren die Eiszyklen von 41 000 auf 100 000 Jahre zu verlangsamen begannen, wofür es heute noch keine Erklärung gibt (vgl. auch oben den Hinweis auf die Dauer der Zyklen, **Milankowitch 1941**). Einen Überblick über physikalische, chemische und biologische Methoden zur Rekonstruktion der quartären Klimageschichte gibt z. B. **Bradley (1985)**.

Vorgeschichtliche Klimaverläufe seit der Letzten Eiszeit, mit einer Maximalvereisung vor ca. 20 000 Jahren, lassen sich oft noch an Spuren im heutigen Gelände ablesen, so z. B. glaziale Akkumulations- und Erosionsformen (Moränen, erratische Steinblöcke, Rundhöcker, Sanderflächen, Gletscherschliffe usw.), Blockgletscher, Formen des Bodenfrostes (Solifluktion), fossile Böden, Formen von Denudation und Akkumulation (Bergstürze, Schuttfächer, Flutsedimente u. a.) sowie frühere Meeres- und Seespiegelstände (vgl. **Zepp 2017**). Zwei Themen betrachten Klimaänderungen in erdgeschichtlichen Massstäben anhand von

Informationen aus Naturarchiven zu prähistorischen Gletscher- und Waldgrenzschwankungen und Änderungen der Vegetationsgürtel in den Alpen und an Beispielen zur regionalen letzteiszeitlichen Klimgeschichte der Region Zürich → **S. 63 und 76.**

Literatur

Behringer W. 2016:
Kulturgeschichte des Klimas.
Von der Eiszeit bis zur globalen
Erwärmung. 5. Aufl. C.H. Beck,
München. 352 S.

Bradley R.S. 1985:
Quaternary Paleoclimatology.
Methods of Paleoclimatic
Reconstruction. Allen & Unwin,
Boston. 472 S.

Fortak H. 1971:
Meteorologie. Reihe: Das Wissen
der Gegenwart, Hrsg. Wernher
von Braun, 20. Carl Haber
Verlagsbuchhandl., Berlin. 287 S.

Hennig R. 1904:
Katalog bemerkenswerter
Witterungsereignisse von den
ältesten Zeiten bis zum Jahre
1800. Abh. Königl. Preuss.
Meteorolog. Inst., Berlin, II, (4).
93 S.

Latif M. 2009:
Klimawandel und Klimadynamik.
Ulmer, Stuttgart. 219 S.

MeteoSchweiz 2020:
Seegfröni am Zürichsee 1963.
BA f. Meteorologie u. Klimatologie
MeteoSchweiz Zürich Blog.

Milankowitch M. 1941:
Kanon der Erdbestrahlung und
seine Anwendung auf das
Eiszeitenproblem. Königl. Serb.
Akad., Sekt. Mathematik u.
Naturwiss., 33, Belgrad. 633 S.

NCCS [Hrsg.] CH2018:
Klimaszenarien für die Schweiz.
National Centre for Climate
Services. 24 S. ISBN 978-3-
95225031-0-2 oder PDF-Down-
load www.bundespublikationen.admin.ch, Art. Nr. 313 006.d.

Pfister C. 1988:
Wetternachhersage. 500 Jahre
Klimavariationen. Haupt, Bern.
304 S.

Schönwiese C. 2019:
Klimawandel kompakt. Ein globales
Problem wissenschaftlich erklärt.
Borntraeger, Stuttgart. 132 S.

Sonntagszeitung 2025:
Pressemitteilung vom 19. Januar
2025: 57–59.

Weischet W 1983:
Einführung in die Allgemeine
Klimatologie. Teubner Studien-
bücher Geographie, Stuttgart.
260 S.

Zepp H. 2017:
Geomorphologie. Eine Einführung.
7. Aufl. Ferdinand Schöningh,
Paderborn. 402 S.