Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 56 (1969)
Heft: 4

Artikel: Wie bestimmt man das Klima vergangener Zeiten?
Autor: Jung, Georg
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-528854

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Wie bestimmt man das Klima vergangener Zeiten?

Georg Jung

A Einleitung

Seit ungefähr hundert Jahren hat der Mensch begonnen, das Klima mit wissenschaftlichen Methoden zu untersuchen. Er beobachtet und mißt mit Instrumenten die heute gebräuchlichen Klimaelemente:

Temperatur, Niederschläge, Luftdruck und Winde, Sonnenscheindauer, Bewölkung. Spezielle Beobachtungen ergänzen obige Messungen: Anzahl Nebeltage, Anzahl Frosttage pro Jahr, Gewitterhäufigkeit, Hageltage u. a. Neuerdings versucht man sogar mit elektronischen Rechenmaschinen die Wetterentwicklung auf längere Zeit vorauszusagen (Langfristprognose).

Ebenso interessant wie der Blick in die Zukunft ist jener in die Vergangenheit. Sie beginnt für den Forscher dort, wo exakte Messungen auftauchen. In der Regel ist das die Mitte des 19. Jahrhunderts. Für Entwicklungsländer kann dieser Zeitpunkt sogar im 20. Jahrhundert liegen. Man unterscheidet dabei eine *historische Klimaforschung;* sie kann sich auf historische schriftliche Quellen stützen. Sie kann je nach Kulturkreis eine Epoche von 500 bis 1000 Jahren vor heute bearbeiten. Die *prähistorische Klimatologie* umfaßt die Zeiträume der Urgeschichte und sie arbeitet mit ähnlichen Methoden wie die eigentliche *Paläoklimatologie,* welche Klimazustände und -veränderungen erdgeschichtlicher Epochen zu rekonstruieren versucht. Seit der Mensch sich mit klimatischen Problemen befaßt, hat er festgestellt, daß das Klima eines Ortes, eines Kontinentes oder sogar einer ganzen Halbkugel nicht eine konstante Größe darstellt, sondern ständigen Schwankungen unterworfen ist. Diese sind oft derart langperiodisch, daß ein Menschenalter zu kurz ist, um sie in ihrer Art und Dimension ganz zu erfassen. Meistens müssen wir uns mit einem kurzen Beobachtungsabschnitt begnügen. Extrapolieren wir die erhaltene Kurve in die Vergangenheit oder in die Zukunft, werden dabei immer Fehler entstehen, so daß solche errechneten Aussagen nur Wahrscheinlichkeitscharakter besitzen. Um nicht nur wenige Jahrzehnte auf diese Art zu überblikken, sucht der Forscher exaktere Mittel und Wege, um zu seinen Ergebnissen zu gelangen. Von einigen solchen Methoden soll hier berichtet werden.

B. Methoden und Ergebnisse der Paläoklimatologie:

I. Auswertung schriftlicher Quellen:

Chroniken, Kalenderaufzeichnungen und Einzelbeobachtungen aus der Literatur des betreffenden Jahrhunderts sind geeignet, um auf das Klima im allgemeinen Schlüsse zu ziehen. Damit lassen sich in der Regel einige Jahrhunderte erfassen, in Mitteleuropa etwa bis ins 16. Jahrhundert zurück. Leider aber enthalten die historischen Quellen keine täglichen und systematischen Beobachtungen, sondern meistens nur besondere, einmalige Wettererscheinungen oder katastrophale Ereignisse, die bei den damaligen Menschen besonderen Eindruck hinterlassen haben. Als Beispiel aus der Schweiz soll das folgende gelten:
Moritz Anton Kappeler führte in seiner 1767 herausgegebenen «Pilati Montis Historia» folgende Beobachtungen aus dem Raume Luzern an:

1343 Sehr hohes Ansteigen des Seespiegels
1473 Ungemein trockener Sommer, fast alle Quellen auf dem Pilatus und seiner Umgebung versiegen.
1565 Sehr kalter Winter, so daß der ganze See, sowie die reißende Reuß zugefroren sind.
1568 Denkwürdiges Hochwasser.
1595 Kalter Winter, See zugefroren, ebenso 1600 und 1608.
1609 Am 13. Januar fand man reifende Erdbeeren am Pilatus.

Ferner berichtet Kappeler von Nordlichtern, Feuerkugeln, Lichthöfen, Mondregenbögen und Erdbeben.
Weitere Wetterangaben findet man bei den Chronisten Cysat, Etterlin und Stumpf. Wie aber schon erwähnt, sind diese Angaben zu lückenhaft, um daraus das Klima vergangener Jahrhunderte genau zu rekonstruieren. Sie zeigen uns nur Tendenzen.

II. Indirekte Klima-Anzeiger:

Es gibt in der Natur Prozesse und Organismen, die vom Klima sehr beeinflußt werden und davon

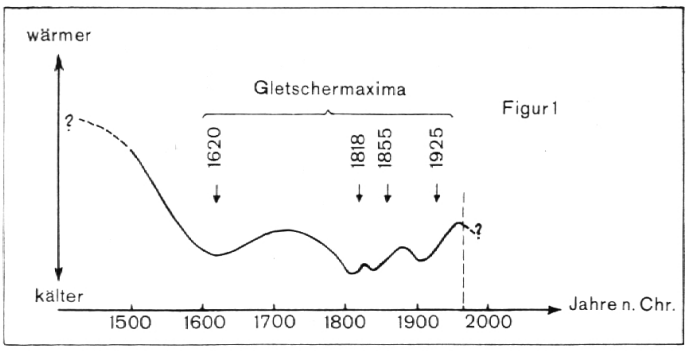
abhängig sind. Sie reagieren auch auf Klimaschwankungen. Mit der Untersuchung solcher Dinge hat der Forscher die Möglichkeit, indirekt das Klima vergangener Zeiten zu studieren. Solche geeigneten Objekte sind zum Beispiel:

a) aus dem anorganischen Reich: Gletscher, Meeresspiegelhöhe, Morphologische Erscheinungen, geologische Ablagerungen.

b) aus dem organischen Reich: Pflanzen, vor allem Fossilien; Tiere, ebenfalls Fossilien.

1. Gletscher:

Schon zu Beginn des letzten Jahrhunderts befassten sich Gelehrte mit den Gletschern. Schweizer Forscher leisteten in dieser Beziehung geradezu Pionierarbeit. Namen wie H. B. de Saussure, Hugi, Charpentier, Agassiz und Albert Heim erinnern an die glanzvolle Ära der schweizerischen Glaziologie. Man erkannte, daß das Vorstoßen oder Zurückschmelzen der Gletscher vom Klima gesteuert ist. Kälter und feuchter bedingt Vorstoß, wärmer und trockener bedingt Rückschmelzen. Dabei tritt eine Phasenverschiebung von einigen Jahren auf, denn der Gletscher reagiert träge. Eine Erwärmung oder Abkühlung einiger Jahre macht sich erst später bemerkbar. Große Gletscher reagieren langsamer als kleinere Eisströme. Auf Grund von Gletscherbeobachtungen seit 1800 und an Hand von historischen Berichten über die Gletscherstände lassen sich klimatische Veränderungen in Bezug auf die Temperatur bis ins 15./16. Jahrhundert zurück ableiten. Die nur qualitativ gezeichnete Temperaturkurve zeigt für die Alpennordseite etwa folgenden Verlauf:



Qualitativer Verlauf der Jahrestemperaturen der letzten 500 Jahre vor heute. Das Gletschermaximum tritt immer einige Jahre nach dem Temperaturmaximum auf. Für Basel wurde experimentell festgestellt, daß das Jahresmittel der Temperatur seit 1850 um rund 1°C gestiegen ist.

Moränen (vor allem Stirnmoränen), Schotter und die Vorbereitung von Findlingen gestatten, die Ausdehnung der eiszeitlichen Gletscher zu rekonstruieren. Aus der Würmeiszeit kennen wir sogar die Rückschmelzphasen der Gletscher. Mit Hilfe von geologischen Ablagerungen, auf die später noch eingegangen werden soll, ist es sogar möglich, innerhalb der letzten Eiszeit Klimaschwankungen von kurzer Dauer (Interstadiale) nachzuweisen. Ferner weiß man heute, daß innerhalb der Eiszeit als Gesamterscheinung mindestens vier große Kaltzeiten (Eiszeiten) mit dazwischen liegenden Warmzeiten (Zwischeneiszeiten) abgewechselt haben. Gegenwärtig leben wir in der Nacheiszeit. Insofern es wieder eine Eiszeit geben könnte, leben wir in einer Zwischeneiszeit. Allerdings ist das Zukunftsmusik und allzuoft wird in Illustrierten etwas allzusicher die nächste Eiszeit prophezeiht.

2. Die Höhe des Meeresspiegels:

Die gegenwärtige Höhe wird als Normalnull (abgekürzt: NN) bezeichnet und dient uns als Bezugsfläche für die Höhenvermessung bei topographischen Karten. Allerdings ist der Meeresspiegel keine konstante Angelegenheit, wie man das früher glaubte. Die Pegelmessungen von Marseille haben gezeigt, daß der Mittelwasserstand des Mittelmeeres seit 1875 bis 1940 um 50 mm gestiegen ist. Das sind allerdings kleine Änderungen, verglichen mit jenen der Eiszeit. In den Kaltzeiten lag er bis zu 150 m tiefer als heute, weil sehr viel Wasser dem Wasserkreislauf der Erde entnommen und in Inlandeismassen gefroren auf dem Kontinent magaziniert war. Meeresspiegelhöhen unter NN deuten also auf kälter als heute hin, solche über NN auf wärmer. Dabei ist aber zu beachten, daß auch tektonische Verstellungen der Erdkruste, sowie ständige Sedimentation in den Meeren Spiegelschwankungen verursachen. Da der Mittelwasserstand des Meeres an den Küsten seine morphologischen Spuren hinterläßt (Strandterrassen, Brandungskehlen, Bohrmuschellöcher usw.), können ehemalige Meeresspiegelstände sowohl submarin, wie auch über dem heutigen Spiegel festgestellt werden. Auf der Nordhalbkugel, wie neuerdings auf der Südhemisphäre, konnten Strandterrassen festgestellt werden, die anzeigen, daß in früheren Zwischeneiszeiten der Meeresspiegel höher lag. In der Mindel-Riß-Zwischeneiszeit um 30-40 m über NN, im Riß-Würm-Interglazial um 5-15 m über

NN. Offenbar sind damals die Gletscher noch mehr abgeschmolzen als heute, was nur bei größerer Erwärmung als heute stattfinden konnte. Daß der Meeresspiegel einst tiefer lag, beweisen neben hydrologischen Überlegungen Funde aus dem Kanal zwischen Frankreich und England. Neben Nadelholz bergen die Fischer hin und wieder Mammutzähne und Knochen von Tieren, die während der Eiszeit gelebt haben. Da dort nur Wassertiefen mit maximal 100 Metern auftreten, war das Gebiet des Kanals und der Nordsee während der Würm-Eiszeit landfest und zum Teil bewaldet.

3. Geologische Ablagerungen:

Es gibt unter den Ablagerungsgesteinen (Sedimente) solche, die sich nur unter ganz bestimmten klimatischen Voraussetzungen bilden. Korallenkalk kann zum Beispiel nur in einem Meer zur Ablagerung kommen, dessen Wassertemperatur nie unter 22° C fällt. Die Koralle kann in kälteren Meeren nicht leben. Das bedeutet, daß der kälteste Monat nicht unter 20° C und der wärmste Monat mindestens 25° C im Mittel aufweisen sollten. Eisenoxydkrusten, Kohle oder Steinsalz bilden sich nur in warmen Klimazonen. Löß dagegen ist ein ausgesprochenes Kaltzeitsediment. Der Buntsandstein am Nordrand des Tafeljuras muß während eines trockenen, wüstenhaften Klimas abgelagert worden sein, der Malm- und Kreidekalk hingegen in einem warmen Meere. Nicht nur Ablagerungen, sondern auch Formen der Erdoberfläche sind klimatisch bedingt. Die *Klimamorphologie,* ein recht junger Zweig geomorphologischer Forschung, befaßt sich mit diesem Fragenkomplex. Als Beispiel könnte die Verkarstung der Kreideoberfläche im Juragebirge mit der Bohnerzbildung herangezogen werden. Diese Formationen haben sich an der Wende der Kreidezeit zum Tertiär (vor rund 60 Millionen Jahren) unter subtropischen Klimabedingungen gebildet.

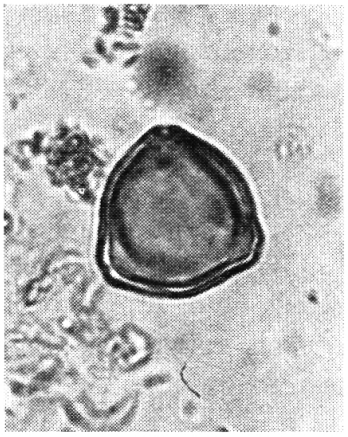
4. Pflanzenüberreste:

Als weitere Gruppe von Klimaanzeigern betrachten wir Pflanzen oder Tiere. Gemäß der Aufgabe, vergangene Klimazustände zu erforschen, kommen hier nur versteinerte Überreste in Frage. Den Pflanzen kommt dabei größere Bedeutung zu, da diese schneller auf Klimaschwankungen reagieren und zudem standortsgebunden sind. Einzelne Fossilien genügen aber selten, sondern man sollte so viele Stücke und Arten einer Region kennen, daß man die Pflanzengesellschaft rekonstruieren kann. Da man die Klimabedingungen bei heute noch lebenden ähnlichen Pflanzengesellschaften studieren und messen kann, ist es möglich, Rückschlüsse auf das Klima fossiler Lebensgemeinschaften zu ziehen. Die so errechneten Klimadaten sind natürlich mit Fehlern behaftet und entsprechend zu interpretieren. Ein sehr bekanntes Beispiel liegt in den Pflanzenüberresten von Oehningen am Untersee vor. Die fossilen Blattabdrücke stammen aus der oberen Süßwassermolasse (Miozän-Pliozän) zu Ende der Tertiärzeit. Kampferbaum, Eichen, Ahorne, Myrica und Nyssa weisen auf ein warmgemäßigtes Klima hin. Entgegen O. Heer nimmt R. Hantke folgende Klimadaten als wahrscheinlich an:

	zur Zeit der Oehninger-ablagerung	heute
mittlere Temperatur des kältesten Monats	7°C - 8°C	—1°C - 0°C
mittlere Temperatur des wärmsten Monats	24°C	18°C
mittlere Jahrestemperatur	16°C	8°C - 9°C
Niederschlagssumme	130-150 cm	80-90 cm
Regenhäufigkeit	ganzjährlich verteilt	verteilt mit Sommermaximum

Weitere sehr wertvolle Angaben liefert die *Pollenanalyse.* Sie wurde erstmals von Weber um die Jahrhundertwende entwickelt und durch von Post und Erdtmann zur vollwertigen wissenschaftlichen Methode ausgebaut. Sie besteht kurz in folgendem: Pollen sind die männlichen Keimzellen der höheren Blütpflanzen (Bäume, Sträucher, Kräuter). Sie bilden in ihrer Gesamtheit den Blütenstaub, der durch den Wind oder Insekten transportiert wird. Jede Pflanzenart besitzt eine typische, artspezifische Form. Das Pollenkorn besteht aus einer Hülle, die eine kautschukähnliche chemische Struktur hat. Der Inhalt geht mit der Zeit zu Grunde, während die Hülle sehr lange erhaltungsfähig ist. Sowohl Wärme, wie Kälte, als auch Säuren und Laugen können ihr nichts anhaben. Nur Oxydation zerstört sie. Die Pollen, die jährlich in astronomischen Zahlen produziert werden, bleiben bei geeigneter Ablagerung Jahrtausende und Jahrmil-

lionen erhalten. Jährlich setzt sich ein Blütenstaubregen in Seen, Mooren oder Lehmen ab. Vorausgesetzt, daß das Medium nicht austrocknet, bleiben die Pollen erhalten. Seekreide, Seebodenlehm oder Torfe enthalten sehr viele Pollen, Sande oder Mergel etwas weniger. Gelingt es nun, die Pollen, welche im Sediment verteilt sind, sichtbar zu machen, so kann eine Artenstatistik das Bild der Vegetation zur Zeit der Bildung des betreffenden Setimentes ermitteln. Entnimmt man die Sedimentproben vertikal übereinander in bestimmten Abständen, erhält man den ganzen Ablauf der Vegetationsentwicklung. Solche Proben werden bei Bohrungen oder in Baugruben entnommen. Bei der Seekreide von schweizerischen Seen entspricht ein Probenabstand von 10 cm ca. 100 Jahren. Bei diesem Intervall kann man also bereits Veränderungen in der Pflanzenwelt, und damit auch im Klima, feststellen. Da die Pollen mikroskopisch klein sind (einige Mikron bis 150 Mikron), muß ihre Bestimmung im Mikroskop erfolgen. Auf die sehr komplizierte Präparation der Sedimente, um die Pollen sichtbar zu machen, soll hier nicht eingegangen werden.



Pollenkorn von *Corylus Avellana* (Haselstrauch) Natürliche Größe: 24 Mikron, Vergrößerung 740×. (Aufnahme vom Verfasser)

Aus einer Seekreideprobe des Greifensees in 780 cm Tiefe wurde folgende Pollenhäufigkeit ermittelt:

Föhrenpollen (Pinus)	55,5%
Birkenpollen (Betula)	28,9%
Haselpollen (Corylus)	1,3%
Graspollen (Grammineen)	2,2%
Krautpollen (total)	10,3%
Beifuß, wilder Wermut (Artemisia)	1,8%
Baumpollen total:	87,2%
Strauchpollen:	1,3%
Kraut- und Graspollen	11,5%

Die Pollenverteilung besagt, daß zur Zeit dieser Seekreidenbildung ein *Föhren-Birkenwald* mit spärlichem Graswuchs existiert haben muß. Diese Vegetation entspricht jener, die wir heute in Finnland finden. Aus diesem Vergleich sind die unten angegebenen Klimawerte ermittelt worden:

	im Greifenseegebiet, ca. 8000 v. Chr.	heute
kältester Monat	—8°C bis —12°C	—1°C - 0°C
wärmster Monat	12°C - 14°C	16°C - 18°C
Jahresmittel	3°C - 5°C	7°C - 8°C
Niederschlagssumme	70-80 cm	100-110 cm

In 650 cm Tiefe findet man eine Pollenverteilung, die einen Eichenmischwald mit Ulme, Eiche, Linde, Hasel und Erle repräsentiert. Das zuhörige Klima dürfte etwa demjenigen von Oehningen entsprechen. Diese Zeit, die etwa von 5500–4000 v. Chr. gedauert hat, entspricht dem Wärmeoptimum der Nacheiszeit. Nach dieser Zeit setzte wieder eine Abkühlung ein, die vermutlich im 19. Jahrhundert nach Christus ihr vorläfiges Minimum erreichte, denn die Gletscher hatten 1885 ihre größte Länge erreicht. Ob die seit diesem Zeitpunkt eingetretene Erwärmung anhalten wird, oder ob sie nur eine kleinere Schwankung nach wärmer in der allgemeinen Abkühlungstendenz seit dem postglazialen Wärmeoptimum darstellt, kann noch nicht gesagt werden.

Es sind in dieser Abhandlung noch lange nicht alle Möglichkeiten paläoklimatischer Forschung erwähnt worden. Für detaillierte Auskünfte ist die Fachliteratur zuständig. Der Sinn dieses Aufsatzes bestand darin, den Leser in ein mannigfaches und nicht wenig kompliziertes Arbeitsgebiet naturwissenschaftlicher Forschung eingeführt zu haben, das meistens nur dem Spezialisten bekannt ist.

Lieratur:

Hantke R.: Die fossilen Eichen und Ahorne aus der Molasse der Schweiz und von Oehningen (Süd-Baden) Zürich 1965.

Kappeler M. A.: Pilati Montis Historia (1767), Mitt. Luzerner Naturf. Ges. Band 18, Luzern 1960 (deutsche Übersetzung).

Schwarzenbach M.: Das Klima der Vorzeit, Stuttgart 1950, Enke-Verlag.

Suter und Hantke: Geologie des Kantons Zürich.

Woldstedt P.: Das Eiszeitalter, Band I, Stuttgart 1954, Enke-Verlag