

Inhalt

1. Einleitung	7
2. Klima und Landwirtschaft bis ins späte Holozän	11
Warmzeit ohne Ende	11
Übergänge (Natufien und Jüngere Dryas)	16
«Neolithische Revolutionen» (frühes und mittleres Holozän)	19
Das Spätholozän bis vor 2000 Jahren	25
3. Zwei Jahrtausende bis zur Industrialisierung	28
Grundtendenzen	28
«Römisches Optimum» und «Spätantike kleine Eiszeit»	31
«Mittelalterliche Klimaanomalie»	36
Kleine Eiszeit (1450–1850)	43
Wirtschaftliche und demographische Auswirkungen . .	46
Letzte Phase der Kleinen Eiszeit	53
Klimaanpassung in der «Neuen Welt»	58
4. Einfluss der Landwirtschaft auf das Klima	62
Kolonialer Klimawandel	62
Wandel der Landnutzung	66
Ruddimans These	68
Demographischer Kollaps in den Amerikas nach 1492	71
Agrarische Beschleunigung	74
Industrielle Landwirtschaft	78
5. Anthropogener Klimawandel	84
Globale Erwärmung im 20. Jahrhundert	84
Auswirkungen der globalen Erwärmung	88
Industrialisierung als Zäsur	93
Ungleichheit und historische Verantwortung	95

Wandel des fossilen Energieregimes	99
Politisierung des anthropogenen Klimawandels	103
Von Montreal bis Rio	108
Von Kyoto nach Paris	112
6. Schluss	115
Zeittafel	118
Zu den Graphiken	120
Zitatnachweise	121
Ausgewählte Literatur	122
Personen-, Orts- und Sachregister	126

1. Einleitung

Das Verhältnis des Menschen zum Klima hat sich über einige hunderttausend Jahre entwickelt und immer wieder verändert. Das liegt nicht nur am Wandel des Klimas, sondern ebenso am Wandel menschlicher Gesellschaften. Neue Energieregimes und Wirtschaftsweisen, soziale und technologische Innovationen haben immer neue Beziehungen zum Klima und zur Umwelt etabliert. Im Zentrum der vorliegenden Geschichte des Klimas, die trotz ihrer Kürze den langen Zeitraum des Holozäns – immerhin etwa 12 000 Jahre – betrachtet, stehen die vielfältigen Verflechtungen des Klimas und seiner Schwankungen mit Gesellschaften, ihrer jeweiligen Kultur, ihrer Wirtschaft und ihrer politischen Ordnung.

Dieses Beziehungsgeflecht zu durchleuchten hat sich die historische Klimaforschung schon vor Jahrzehnten zum Ziel gesetzt. Ihre Anfänge reichen in die 50er und 60er Jahre zurück. Pioniere wie der französische Historiker Emmanuel Le Roy Ladurie (* 1929) und der englische Klimatologe Hubert Horace Lamb (1913–1997) haben dabei Pate gestanden. Diese beiden Pioniere gingen von einer Problemlage aus, die sich aus der Entdeckung der Eiszeiten im 19. Jahrhundert entwickelt hatte. Die großen Schwankungen des Erdklimas auf der langen geologischen Zeitskala waren damals erstmals in Umrissen erkennbar geworden. Das wissenschaftliche Interesse an Klimaschwankungen während der letzten 12 000 Jahre, also seit dem Ende der letzten Eiszeit, war jedoch vorübergehend in den Hintergrund getreten. Es wurde um die Wende zum 20. Jahrhundert durch die internationale Erforschung der alpinen Gletscher und durch Messreihen der Weltorganisation für Meteorologie wiederbelebt. Die meisten Gletscher waren in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch gewachsen, danach jedoch an vielen Orten auf dem Rückzug. Temperaturmessreihen unterstützten die

These, dass der Rückgang der Gletscher eine unmittelbare Reaktion auf einen Erwärmungstrend war. Das beflügelte die Erneuerung der alten Frage nach Klimaschwankungen auf der historischen Zeitskala, also im Zeitraum von Jahren, Jahrzehnten, Jahrhunderten und einigen wenigen Jahrtausenden, nicht mehr nur auf der geologischen Zeitskala von Jahrzehntausenden, Jahrhunderttausenden oder noch mehr.

Die historische Klimaforschung kann sich nur für die sehr kurze Zeitspanne seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf instrumentelle Messungen stützen. Für die gesamte vorinstrumentelle Zeit ist sie auf indirekte Informationen (Proxies) angewiesen. Im Laufe des 20. Jahrhunderts entwickelte sich mit immer neuen Methoden eine neue Disziplin, die Paläoklimatologie, die das Klima und seine Veränderungen im Laufe der erdgeschichtlichen Vergangenheit untersucht. Dabei stützt sie sich auf indirekte Informationen aus ganz verschiedenen Quellen, zum Beispiel aus der Untersuchung von Tropfsteinen, Eisbohrkernen oder Baumringen.

Durch die Arbeit vieler Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen mit verschiedenen Kompetenzen und Spezialisierungen wissen wir heute recht gut Bescheid über das Klima des Holozäns und früherer Phasen der Erdgeschichte. Bei allen Unsicherheiten, die vor allem über weiter zurückliegende Phasen bestehen bleiben, lässt sich mit Sicherheit sagen, dass der Klimawandel, den wir heute erleben, aus der Reihe tanzt. Die anthropogene, d. h. die von Menschen verursachte Erwärmung unterbricht die regelmäßige Abfolge von Eiszeiten und wärmeren Zwischeneiszeiten, die während der letzten Million Jahre im Pleistozän vorherrschte.

Dieser Einschnitt in der Geschichte des Erdklimas ist zugleich ein tiefer Einschnitt in der Geschichte des Verhältnisses unserer Spezies zum Klima (Kapitel 5). Alleine die Tatsache, dass es eine globale Klimapolitik gibt, ist Symptom für den klimageschichtlichen Ausnahmezustand, der durch den anthropogenen Klimawandel herbeigeführt wurde. Nur weil menschliche Aktivitäten wie das Verbrennen fossiler Brennstoffe die globale Erwärmung antreiben, liegt die Begrenzung des Klimawandels überhaupt im

Wirkungsbereich politischer Entscheidungen. Über keine frühere Epoche in der Geschichte von Mensch und Klima lässt sich Vergleichbares sagen.

Grund für diese veränderte Ausgangslage sind das fossile Energieregime der Industrialisierung und der gesellschaftliche Wandel, den es ermöglicht hat. Aber schon vor der Industrialisierung veränderten Menschen ihre Umwelt ganz erheblich, und wir müssen davon ausgehen, dass es auch menschliche Einwirkungen auf das Klimasystem der Erde gab (Kapitel 4). Einige Wissenschaftler gehen so weit, von einem frühen anthropogenen Klimawandel durch die vorindustrielle Landnutzung zu sprechen.

Der erste große Einschnitt in der Geschichte des Klimas war die Landwirtschaft, die sich seit der Jungsteinzeit (Neolithikum) verbreitete (Kapitel 2). Es handelt sich dabei um einen äußerst komplexen Prozess, der, von verschiedenen Zentren ausgehend, ungleichzeitig stattfand. Diese komplizierte Chronologie erschwert einfache Antworten auf die Frage, welche Rolle das warme Klima des Holozäns für die Entstehung der Landwirtschaft spielte. Für deren Ausbreitung allerdings hat das anhaltend milde Klima der letzten 11 700 Jahre zweifellos günstige Voraussetzungen geschaffen.

In den letzten beiden Jahrtausenden vor der Industrialisierung verdichten sich sowohl die klimatischen als auch die gesellschaftlichen Informationen, die Klimahistorikern zur Verfügung stehen (Kapitel 3). Agrarische Gesellschaften haben zunehmend schriftliche Zeugnisse hinterlassen, die ihre Verwundbarkeit gegenüber Klimaschwankungen dokumentieren. Sie zeigen, wie sensibel die landwirtschaftliche Produktion auf die «Launen des Klimas» reagierte. Immer wieder gab es Extremsituationen, in denen die Ernten spärlich ausfielen, manchmal mehrere Jahre nacheinander – oft mit katastrophalen Folgen. Für die letzten beiden Jahrtausende hat die historische Klimaforschung mehrere Warm- und Kaltperioden identifiziert und terminologisch unterschieden: das «Römische Optimum» etwa, die «Mittelalterliche Warmzeit», die «Kleine Eiszeit» oder die «Spätantike kleine Eiszeit». Doch auf dem aktuellen Stand des Wissens kön-

nen wir nicht mehr davon ausgehen, dass irgendeine dieser wärmeren oder kälteren Klimaperioden global ausgeprägt war. Nur für die Phase des anthropogenen Klimawandels lässt sich das zeigen.

Wir wissen heute sehr viel mehr über die Klimageschichte als noch vor zehn oder zwanzig Jahren. Aber dadurch hat sich unsere Perspektive auf die Geschichte des Klimas nicht unbedingt vereinfacht. Eher das Gegenteil ist der Fall. Welche Rolle spielte das Klima für das Schicksal «großer Zivilisationen»? Hat es zum «Untergang» des Römischen Reiches oder zum Ende der Ming-Dynastie im China des 17. Jahrhunderts beigetragen? Solche und ähnliche Fragen bieten seit langem immer wieder Anlass für Kontroversen. Vor allem populäre Darstellungen sprechen gerne vom «Kollaps» oder vom «Aufstieg und Fall» ganzer Reiche, was mit Vorsicht zu genießen ist.

Weitaus verbreiteter ist allerdings nach wie vor eine Geschichtsdarstellung, die Faktoren wie Umwelt und Klima von vornherein ausschließt und historischen Wandel auf soziale, kulturelle oder wirtschaftliche Faktoren reduziert. Aber der Eindruck, dass sich gesellschaftlicher und kultureller Wandel gleichsam autonom gegenüber äußeren Faktoren vollzieht, ist ebenso irreführend wie deterministische Vorstellungen vom Einfluss geographischer oder klimatischer Faktoren auf die Entwicklung menschlicher Gesellschaften. Diesen beiden Extrempositionen gegenüber gibt es einen dritten Weg: Er besteht darin, die Verflechtung sozialer, kultureller und wirtschaftlicher Entwicklungen mit Klima und Umwelt, in die sie lokal auf ganz spezifische Weise eingebettet sind, in angemessener Weise zu berücksichtigen. Klima macht nicht einfach Geschichte. Aber als bedeutender, einerseits globaler, andererseits räumlich hochdifferenzierter Umweltfaktor mischt es sich in alle Beziehungen des Menschen zu seiner natürlichen Umwelt ein. Das erkennen wir heute, im Zeitalter des anthropogenen Klimawandels, klarer als vor ein paar Jahrzehnten. Das Klima ist deshalb nicht mehr aus der Geschichte wegzudenken.

2. Klima und Landwirtschaft bis ins späte Holozän

Warmzeit ohne Ende

Das Holozän, der gegenwärtige Zeitabschnitt der Erdgeschichte, ist eine Warmzeit. Dieser Tatsache werden immer wieder sehr weitreichende menscheitsgeschichtliche Konsequenzen zugeschrieben wie die Entstehung «großer Zivilisationen». Doch zunächst gilt es zu klären, was mit «Warmzeit» gemeint ist. Dazu muss man das Holozän im längerfristigen Zusammenhang vorangehender Klimaentwicklungen betrachten.

Im Laufe der Erdgeschichte hat sich das Klima mehrfach radikal verändert. Es gab Phasen starker, vielleicht sogar vollständiger Vereisung («Schneeballerde»). Am anderen Ende des Spektrums gab es mehrere sehr warme Episoden, während derer die Erdoberfläche von permanenter Vereisung völlig befreit war, auch an den Polen. Das gilt unter anderem für die Kreidezeit 140 bis 65 Millionen Jahre vor der Gegenwart. In dieser Phase war auch die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre mit mehr als 1000 ppm (parts per million, d.h. Anteilen pro einer Million Moleküle trockener Luft) erheblich höher als heute. Danach sank sie jedoch kontinuierlich ab.

Vor etwa 3 Millionen Jahren trat die Erde in ein neues Eiszeitalter ein. Eiszeiten sind dadurch definiert, dass Teile der Erde, besonders die Polkappen, permanent mit Eis bedeckt sind. Auch das Holozän ist Teil einer Eiszeit, denn die polare Eisbedeckung blieb während der gesamten letzten 11 700 Jahre bestehen, wenn auch die Menge des Eises, seine Dicke und seine Ausdehnung schwankten. Das Holozän ist also einerseits eine Warmzeit, andererseits ist es eine Episode in einer länger andauernden Eiszeit.

Der scheinbare Widerspruch löst sich auf, wenn man sich die periodischen Wechsel kälterer und wärmerer Episoden im Zeitraum des Pleistozäns seit etwa 2,6 Millionen Jahren ansieht.

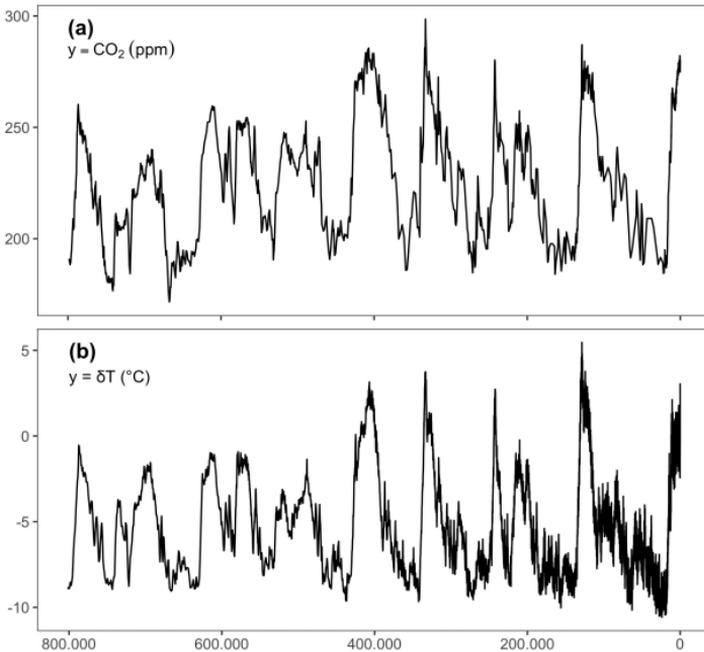


Abb.1: Kohlendioxid- und Temperaturschwankungen in den letzten 800 000 Jahren: (a) Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre in parts per million (ppm). (b) Temperaturschwankungen: Abweichung (δT) in $^{\circ}\text{C}$ vom Mittel der letzten 1000 Jahre.

Diese Wechsel zeigen sich deutlich in den Temperaturrekonstruktionen aus antarktischen Eisbohrkernen, die für die zurückliegenden 800 000 Jahre vorliegen (Abb. 1). Die Schwankungen des atmosphärischen CO_2 -Gehalts weisen einen parallelen Verlauf auf: Während der Warmzeiten war er stets höher, während der Kaltzeiten niedriger.

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: www.chbeck.de