

1.12 Einfluß des Klimas auf die Kulturgeschichte der Menschheit

JOSÉ L. LOZÁN

INFLUENCE OF THE CLIMATE ON THE HUMAN HISTORY: Human history began about 12 000 years ago, when man attempted for the first time to communicate his experiences by means of drawings and paintings on the walls of the caves in which he lived. During this time, a larger part of the Earth was covered with ice than today. At the end of this cold period, the Earth warmed for several thousand years until around 3 000 to 4 000 B.C., when a maximum average temperature was reached. At that time, the earth was sparsely populated and considerably warm. Man was able to avoid climatically unfavorable regions by migrating to more suitable environments. As the Earth warmed, plants and animals moved northward and forests developed throughout Europe. Agriculture and animal husbandry were first introduced in Eurasia about 10 000 years ago, taking several millenia for these practices to spread to other regions. Before then, men had been nomadic and lived as a gatherer and hunter until they began to settle in order to raise their crops and herds. In the middle ages, from 950 to 1300 A.D., the Earth became warmer. The population increased. From 1350 to 1850 A.D., it became colder, diseases and crop failures increased causing a population decrease. Since about 1850, a rather rapid warming started again. Furthermore, worldwide industrialization has brought about an increase in the use of energy. Due to the consumption of fossil fuels the concentrations of some gases, which are increasing the greenhouse effect of the atmosphere, had raised. The amount of CO₂ has already increased by 30%, and if the use of fossil fuels continues to rise CO₂ concentration could double by the year 2035. The rate of warming thus will accelerate during the coming decades when temperatures could possibly reach levels higher than man has ever experienced before. The effects on world economy and food and water supply for the world population are still largely unpredictable.

Owohl die Evolution des Menschen vom *Homo erectus* bis zum *Homo sapiens* ca. 1,8 Mio. Jahre dauerte, gilt als Beginn der Geschichte der Menschheit erst das Ende der letzten Kaltzeit (Weichsel-Kaltzeit) – vor ca. 12 000 Jahren, als der Mensch zum ersten Mal versuchte, seine eigene Geschichte anhand von Höhlenzeichnungen und -malereien zu beschreiben.

Zur Zeit befinden wir uns im Holozän-Interglazial, das der Weichsel-Kaltzeit folgte. Seit Anfang des Quartärs ist das Klima der Erde durch einen glazialen- und interglazialen Zyklus, d.h. durch einen Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten, charakterisiert. Kaltzeiten sind Epochen anhaltender Vergletscherungen der sonst eisfreien außerpolaren Gebiete mittlerer Breite. In Mitteleuropa herrschte in der Weichsel-Kaltzeit eine Julitemperatur zwischen 9 und 10 °C. Die bekanntesten Kalt- und Warmzeiten sind folgende: Nach der Elster-Kaltzeit (vor ca. 350 000 Jahren) folgten die Holstein-Warmzeit (vor ca. 230 000 Jahren), die Saale-Kaltzeit (vor ca. 210 000–125 000 Jahren), die Eem-Warmzeit (vor 125 000–115 000 Jahren), die Weichsel-Kaltzeit (vor ca. 115 000–12 000 Jahren) und die Holozän-Warmzeit (seit 12 000 Jahren) (vgl. Kap.1.6 dazu auch *Abb. 1.12-1*).

Der Mensch der Gegenwart ist daher mit einer Kaltzeit noch nicht konfrontiert worden; er kennt nur warme Perioden. So erwärmte sich die Erde zu Beginn der Holozän-Warmzeit mehrere tausend Jahre bis

zu einem Höhepunkt um 3 000–4 000 v.u.Z (vor unserer Zeitrechnung). Die Temperatur erreichte höhere Werte als heute. Zu diesem Zeitpunkt gab es auf der Erde schätzungsweise nur 20 Mio. Menschen (vgl. *Tab. 1.12-1*); durch Migrationen konnten die Menschen damals Regionen mit ungünstigem Klima vermeiden.

Das Klima der Erde ist aber auch während des Holozäns durch Erwärmungs- und Abkühlungsphasen gekennzeichnet; die Ursachen sind noch nicht klar. Als warme Episode gilt die Periode des Mittelalters. Die Periode von 1350–1700 (»kleine Eiszeit«) war dagegen kälter als die meisten Abschnitte des Holozäns (vgl. *Tab. 1-12-2*).

Seit etwa 150 Jahren erwärmt sich die Erde erneut und die Gebirgsgletscher schrumpfen. Die heutige Sorge der meisten Klimatologen ist, daß die Erde sich aufgrund der Erhöhung der Konzentration der Treib- *Tab. 1.12-1*: Schätzung der Weltbevölkerung seit Beginn der Geschichte der Menschheit vor ca. 10 000 Jahren bis zum Jahre 2050 (nach NOGGE 1996, modifiziert)

Jahr		Weltbevölkerung	
- 8000	v.u.Z.	ca. 2	Mio.
- 3500	v.u.Z.	ca. 20	Mio.
0		ca. 200	Mio.
1800	n.u.Z.	ca. 1 000	Mio.
1995	n.u.Z.	ca. 6 000	Mio.
2050	n.u.Z.	*ca. 10 000	Mio.

* Nach UN-Schätzungen

Tab. 1.12-2: Warme und kalte Zeitabschnitte in Europa (aus HUPFER 1996, ergänzt)

1200–600 v.u.Z.	<i>Subatlantikum</i> : ausgeprägt kalte Periode, mitteleuropäische Temperatur 1–2 °C niedriger als heute, besonders kühle Sommer, niederschlagsreich	750–550 Kolonisationen im Mittelmeerraum durch die Griechen. 1200 – nach 1000 v.u.Z. große indogermanische Völkerwanderung
200 v.u.Z. bis 380 n.u.Z.	<i>Römerzeit</i> : Jahresmittel 1–1,5 °C höher als heute, meist sehr niederschlagsreich, erst 300–400 n.u.Z. trockener	98–117 n.u.Z. größte Ausdehnung des Römischen Reiches. 218 v.u.Z. Alpenüberquerung durch Hannibal
380–750	<i>Völkerwanderungszeit</i> : Kühl und niederschlagsreich	375–568 Germanische Völkerwanderung, 410 Einnahme Roms durch die Westgoten
950–1250	<i>Mittelalter</i> : Lufttemperatur im Mittel etwa wie heute, zunächst niederschlagsreich, dann trockener	800–1000 Seefahrten der Wikinger. Besiedlung Islands und Grönlands, Weinanbau bis nach NW-Europa
1250–ca.1350	<i>Klimawende</i> : ausgeprägte Abkühlung in Grönland und Island sowie in Ost- und Südeuropa. Abkühlung in Mitteleuropa erst ab 1315	Zunahme des arktischen Meereises. Verdrängung der Inuits und Wikinger durch Kälte nach Süden. Mißernten und Hungersnöte, Rückgang der Bevölkerung in Europa
1350–1850	<i>Kleine Eiszeit</i> : ca. 1 °C niedriger als heute, bes. strenge Winter, feuchte und kühle Sommer, starke Schwankungen, am Ende trocken. 1800–1815 vulkanische Eruptionen mit globaler Auswirkungen	1490 Beginn der Kolonisierung Amerikas, Asiens u. Afrikas. Auswanderung von Nord nach Süd. Mißernte. Epidemien. Hungersnöte. 1525 Bauernkriege. 1618/48 Dreißigjähriger Krieg. 1789 Französische Revolution
Ab 1880	<i>Erwärmung</i> : globaler Temperaturanstieg. Erstes Maximum um 1940. Verstärkter Anstieg seit etwa 25 Jahren	Industrielle Entwicklung. Weltkriege. Ertragssteigerung in der Landwirtschaft. Automatisierung der Produktion. Chemie-Revolution. Verschmutzung der Umwelt.

hausgase (CO₂, CH₄ und N₂O) in der Atmosphäre deutlich über die natürliche Schwankungsbreite erwärmen wird. Seit Beginn der Industrialisierung nahm allein das Treibhausgas CO₂ bis jetzt um 30% zu und wird sich bis zum Jahr 2035 möglicherweise verdoppeln. Dadurch kann die Temperatur schneller ansteigen und Werte erreichen, die die Menschheit noch nicht erlebt hat. Die Auswirkungen für die Weltwirtschaft und Versorgung der Weltbevölkerung mit Wasser- und Nahrungsmitteln sind nicht abzusehen. Betroffen werden insbesondere die nachfolgenden Generationen. Die Sorgen dieser Wissenschaftler sind angesichts des weitergehenden Wachstums der Weltbevölkerung berechtigt; die Erde gilt mit ca. 6 Mrd. Menschen vielen schon jetzt als überbevölkert und der Zuwachs wird, wenn auch verlangsamt – zur Zeit ca. 1,5% pro Jahr – weitergehen (vgl. Tab. 1.12-1).

Besiedlung zum Ende der Weichsel-Kaltzeit

Die Zeichnungen und Malereien an Höhlenwänden wurden aus dieser Zeit in mehreren Regionen gefunden. Diejenigen in Zentralfrankreich und Nordspanien sind etwa 12 000 Jahre alt. Es handelt sich um Darstellungen der gejagten Tiere (Mammuts, Wildpferde, Wisente und Hirsche).

Der Mensch lebte in dieser Zeit in Höhlen, die in eisfreien Gebieten lagen. Es herrschte in Mittel- und Nordeuropa eine baumlose Tundravegetation vor. Die Tundra herrschte vor, weil im Sommer +10 °C im Monatsmittel nicht überschritten wurde. In Nordost-rußland fand man etwa auf dem 65. Breitengrad ein Jägerlager mit Mammut-Knochen und Resten einer Behausung, die mit diesen Knochen errichtet wurde.

Von Asien wanderten die frühen Menschen in Richtung Amerika und Australien. Da große Wassermengen als Eis fixiert waren, lag der Meeresspiegel

etwa 100 m tiefer als heute (vgl. Kap. 3.10). Dadurch gab es eine Landverbindung im Bereich der Beringstraße zwischen Sibirien und Alaska. Auch zwischen Südostasien und Australien gab es damals wegen des gesunkenen Meeresspiegels eine fast durchgehende Landverbindung. Aus Messungen der Konzentration des radioaktiven Kohlenstoffisotopes ¹⁴C in organischen Resten wurde festgestellt, daß die Menschen bereits vor etwa 40 000 Jahren zum ersten Mal nach Australien kamen.

Daß eine relativ große Anzahl von Menschen nach Amerika während der Weichsel-Kaltzeit durch die Beringstraße kamen, gilt als sicher. Die Weiterwanderung nach Süden wurde vermutlich durch das Vorhandensein eines eisfreien Korridors und durch Perioden mit mildem Klima erleichtert. Umstritten ist jedoch, ob die damaligen Großwildjäger die einzigen und die ersten amerikanischen Bewohner waren. Es gibt Hinweise, daß früher – wahrscheinlich vor 15 000–20 000 Jahren – vereinzelt Menschen aus wärmeren Regionen (Australien, Afrika und Südostasien) die Küste Südamerikas erreichten. Einige Fakten sprechen dafür, daß Küstenbewohner dieser Regionen »ungewollt« über den Seeweg getrieben durch Wind und Strömung an der amerikanischen Küste strandeten.

Veränderungen nach Ende der Weichsel-Kaltzeit

Mit Zunahme der Lufttemperatur wurde das Ende der letzten Kaltzeit eingeleitet. Das Maximum der Vereisung wurde etwa 20 000 v.u.Z. erreicht; 10 000 v.u.Z. war vermutlich bereits ein beträchtlicher Anteil des Eises geschmolzen. Die damals lebenden Menschen sowie Tiere und Pflanzen waren gut an diese Bedin-

gungen angepaßt. Zahlreiche Untersuchungen mit ¹⁴C lassen auf die Existenz von Jägern bis 7 000–6 500 v.u.Z. in Nordeuropa schließen. Später, etwa 5 000 v.u.Z., wurde angefangen, Fallen zum Wildfang einzusetzen. Viele der Frühmenschen lebten in Küstennähe – vor allem im Bereich von Flußmündungen, da dort der Fang flußaufwärts wandernder Fischarten und auch die Salzgewinnung aus dem Meerwasser günstiger war. Salz wurde schon damals zur Konservierung von Fisch, Fleisch und beim Ledergerben verwendet.

Pflanzen und Tiere, die zu Beginn der letzten Kaltzeit von Norden nach Süden verdrängt wurden, gingen an, zurückzuwandern und ihre Lebensräume zurückzuerobern. Nur in Jahrhunderten änderte sich die europäische Landschaft. In die zunächst von Tundravegetation und Eismassen bedeckten Ebenen drang der Wald nach und nach mit den verschiedenen Baumarten (vgl. Kap. 2.8). Zu diesen kamen Vögel, Insekten und andere Tiere. Vor ca. 7 000 Jahren reichten die Wälder in Mitteleuropa von Westfrankreich bis weit in Rußland hinein. Nur an wenigen Stellen wie auf felsigem Untergrund, an Steilhängen wegen des geringen Halts und in den Hochlagen wegen der Kälte entstand kein Wald (KÜSTER 1995).

Mit dem Anstieg des Meeresspiegels erfolgte die Überflutung der Straße von Dover; damit wurde für viele Arten die Rückwanderung nach Großbritannien unmöglich gemacht. Daraus resultiert die im Vergleich zum Festland geringere Artenvielfalt. Noch größer ist der Unterschied auf den anderen nördlichen Inseln wie Irland. Ebenfalls gibt es zwischen Europa und Nordamerika bezüglich der Artenzahl Abweichungen. Viele Pflanzen und Tiere konnten die Weichsel-Kaltzeit in Europa nicht überleben; ihre Weiterwanderung nach Süden wurde durch die Al-

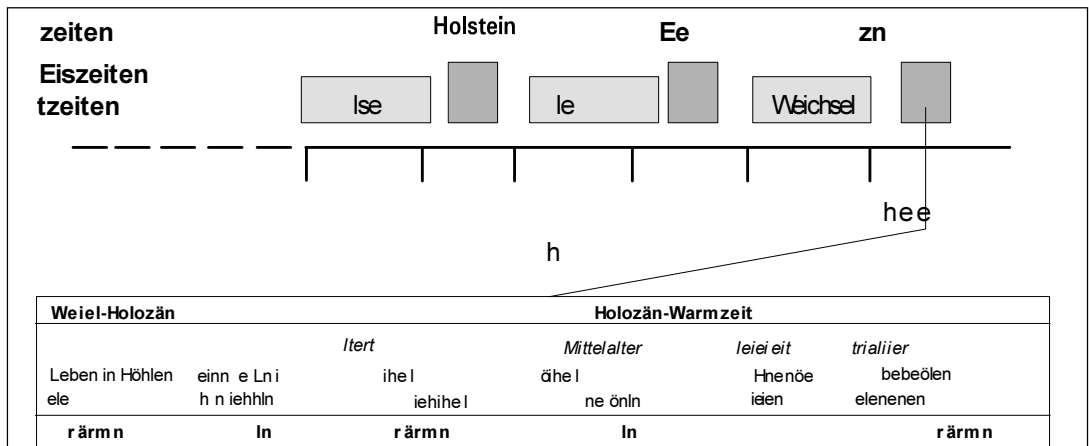


Abb. 1.12-1: Das Klima der letzten 350 000 Jahre und die Geschichte der Menschheit

pen und ihre Vergletscherungen verhindert. So eine geographische Barriere gibt es nicht in Nordamerika. Es überlebten dort mehr Arten. Das ist die Erklärung, warum Flora und Fauna in Nordamerika vielfältiger als in Europa sind.

Infolge verbesserter Jagdmethoden und durch die immer dichter werdenden Wälder wurden die früheren großen Tiere der Tundra nach Norden in die sumpfige Region verdrängt. Mit dem später folgenden Vorrücken der Gletscher starben viele dieser Arten wie Wildpferde, Mammuts etc. aus. Einige Kadaver wurden durch anschließendes Zufrieren der Sümpfe und Moore konserviert. Beim Anstieg der Temperatur in der subpolaren Region werden manchmal diese Überreste frei und durch die Flüsse abtransportiert (LAMB 1989).

Durch Vorrücken des Meeres (Meerestransgression) wich weltweit die Küstenlinie zurück. Die Kontur der Weltkarte änderte sich merklich. So gab es in der Kaltzeit zwischen England und dem Festland eine Landverbindung; die Nordseeküste verlief ca. 8 500 v.u.Z. noch nördlich der Doggerbank. Neben der Transgression erfolgten Landhebungen nach Abschmelzen des Eises und Nachlassen des Eisgewichtes. Das gilt insbesondere für den Ostseeraum, Schottland und die Hudson Bay. Die Geschwindigkeit der Landhebung war teilweise sogar höher als die des Meeresspiegelanstiegs. Der Prozeß der Landhebung ist bis heute noch nicht abgeschlossen. In Skandinavien werden z.Z. 40–90 cm tiefe Wasserflächen in 100 Jahren landfest; teilweise wird dieser Prozeß aber auch durch Bewegungen der Erdkruste überlagert (JANKE 1996).

Der Meeresspiegelanstieg nach der letzten Kaltzeit erfolgte »nur« mit einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 1–5 cm/Jahr. Da weltweit viele Menschen in Küstennähe lebten, wurde die damalige Weltbevölkerung vertrieben und auch dezimiert. Der Grund war der steigende Meeresspiegel, der oft durch Sturmfluten »unsanft« wurde. Auch noch in den letzten Jahrhunderten haben sich mehrere Meeresüberschwemmungen an der deutschen und niederländischen Küste ereignet, die zu 100 000 oder mehr Opfern geführt haben, obwohl der Meeresspiegelanstieg im Vergleich zur postglazialen Zeit geringer war. Durch diese Ereignisse entstanden beispielsweise der Dollart und die Zuidersee als Buchten im Wattenmeer. Im Jahre 1951 überschwemmte eine Sturmflut große Flächen an der niederländischen Küste, wobei 1835 Personen starben und 46 000 Häuser und Bauernhöfe sowie 200 000 Stück Vieh verloren gingen (SMAAL 1996). Der Meeresspiegelanstieg im 20. Jh. wird auf ca. 2 mm pro Jahr geschätzt.

Erste bedeutende Entwicklungen

Die südlichen Regionen Europas und Asiens waren wenig durch Vereisungen und niedrige Temperaturen beeinträchtigt; aus diesen Gründen gab es dort bessere Bedingungen für eine schnellere Entwicklung von Werkzeugen und Techniken, die das Überleben des Menschen erleichtern.

Pollenanalysen in Seen im Zagrosgebirge (Region zwischen Türkei, Syrien, Irak und Iran) sowie archäologische Funde im nördlichen Nahen Osten geben Hinweise darüber, daß dort bereits vor 10 000 Jahren mehrere Arten von Getreide (Gerste, Emmer und Einkorn) für den menschlichen Verzehr verwendet wurden. Als weiteren Beweis für dieses Entwicklungsstadium gelten die in der Shanidarhöhle gefundenen Mahlwerkzeuge. Das spätere Antreffen von Getreidearten in Gebieten mit ungeeignetem Klima für das Vorkommen von Wildformen galt als Indiz für den systematischen Anbau. Wahrscheinlich fing die Viehhaltung gleichzeitig an. Bis vor 10 000 Jahren v.u.Z. jagten die dortigen Bewohner Ziegen und vor allem Schafe. Die archäologischen Funde großer Mengen von Knochen junger Tiere (Lamm) werden als Beleg für den Beginn der Viehhaltung gewertet.

Die Verwendung von Wildpflanzen als Kulturpflanzen (Ackerbau), die Entwicklung der Kulturlandschaft neben der Naturlandschaft und die Domestizierung von Wildtieren sind ein entscheidender Schritt in der Geschichte der Menschheit. Da der Mensch auf die domestizierten Tiere und bestellten Felder aufpassen mußte, kam es nach und nach zu seßhaften Ackerbauern und bäuerlichen Siedlungen. Aus dem Jäger und Sammler wurde der Bauer und Hirte. In trockenen Gebieten konnte der Ackerbau erst dann nachhaltig etabliert werden, als Flußwasser für künstliche Bewässerung verwendet wurde. Die Landwirtschaft breitete sich über dem Mittelmeerraum aus und erfaßte das Waldland Mitteleuropas erst etwa 5 000 v.u.Z. Diese Veränderung in der Vegetation Mitteleuropas und der spätere Anbau von Getreide können anhand von Pollenanalysen verfolgt werden. Zunächst wurden die steinfreien Lößlandschaften genutzt, die in der Nähe der Flüsse lagen (Löß = vom Wind zusammengetragene, stark kalkhaltige, gelbliche, poröse Ablagerung – meist während der Kaltzeit).

Wälder wurden nicht nur für die Felder, sondern auch zur Gründung von Siedlungen gerodet. Die Haustiere fraßen in den Wäldern junge Bäume und Sträucher, dadurch wurde den Bäumen gewissermaßen der Nachwuchs geraubt und der Weidewald wurde mit der Zeit lichter. Die bäuerliche Wirtschaft war nicht immer nur ein durchschlagender Erfolg; ei-

nige abträgliche Wirkungen, wie die Versalzung der Böden wegen der künstlichen Bewässerungen führten zu Krisen. Das Abholzen begünstigte auch Schlamm-lawinen, die oft ganze Siedlungen verschütteten. Mit der Entwicklung der Städte und des Schiffbaus wurde die Abholzung und Rodung noch verstärkt. Nach der Intensivierung der Landwirtschaft in den Industriestaaten beteiligt sich die Masse der Bevölkerung nicht mehr an der Nahrungsproduktion; sie hat die enge Beziehung zu natürlichen Vorgängen verloren und viele wissen heute kaum etwas über die Abhängigkeit des Menschen von der Erhaltung der ökologischen Gleichgewichte auf der Erde.

Günstige und ungünstige Klimaphasen

Austrocknung der Sahara (ab 3 500 v.u.Z.)

Etwa 7 000–8 000 Jahre alte Felszeichnungen aus Nordafrika, einige sogar aus der zentralen Sahara, zeigen, daß dort ein viel feuchteres Klima vorherrschte. Sie stellen Elefanten, Nashörner, Nilpferde, Antilopen, Giraffen und Damwild dar. Bemerkenswert ist die Darstellung des Jagens von Nilpferden mit Hilfe von Booten inmitten der Sahara. Auch Höhlenmalereien, die etwa aus der Zeit zwischen 3 500 v.u.Z. bis zur Zeit der frühen Pharaonen stammen, weisen auf ein feuchteres Klima als heute hin. Dies wird durch Sedimentuntersuchungen damaliger Seen und Flüsse bestätigt.

Die Sahara ist heute mit einer Fläche von knapp 9 Mio. km² die größte Wüste der Welt – ein hyper-trockenes Gebiet mit Niederschlägen von nur 0–5 mm pro Jahr in großen Teilen. Sie ist 16 mal so groß wie Frankreich oder 24 mal so groß wie Deutschland. BUTZER (zit. in LAMB 1989) gelang es aufgrund von Materialien der ägyptischen Kulturen zu zeigen, daß Elefanten und Giraffen bereits 2 900 v.u.Z. dort selten wurden. Um 2 600 v.u.Z. waren Giraffen und Nashörner völlig verschwunden. In Nordwestafrika blieb eine Restpopulation von Elefanten übrig, die nach und nach abnahm und etwa 300 n.u.Z. völlig verschwand.

Die Rekonstruktion des postglazialen Hauptklimas führt zu der Erkenntnis, daß die Lage des subtropischen Hochdruckgürtels deutlich nach Norden verschoben war. Dadurch gingen die Monsunregenfälle nördlicher als heute auch über der Sahara-Region nieder. In der wärmsten postglazialen Phase reichte wahrscheinlich die sommerliche Tiefdrucktätigkeit über die Sahara bis in den Mittelmeerraum. Man schätzt die damalige mittlere Niederschlagsmenge pro Jahr über der Kernzone der Sahara (Kufra-Tibesti) auf 200–400 mm vor 6 000 v.u.Z. und 50–150 mm um

3 000 v.u.Z. Etwas südlich davon – im Gebiet des Tschadsees – fiel das Zwei- bis Fünffache dieser Menge. Flüsse entwässerten das Bergland des Tibesti und führten das ganze Jahr Wasser (vgl. Kap. 1.13). Die Austrocknung dieser Region ab ca. 3 500 v.u.Z. und der gleichzeitige Rückgang der Nilüberschwemmungen fällt mit einer fast weltweiten Klimaänderung zusammen. Nach der oben erwähnten postglazialen Erwärmung trat weltweit eine langsame Abkühlung ein. Beispielsweise rückten die Alpengletscher zum ersten Mal nach Ende der letzten Kaltzeit merklich vor.

Entwicklung der ägyptischen, griechischen und römischen Kultur (2 000 v.u.Z.–625 n.u.Z.)

Die florierende ägyptische Entwicklung zur Zeit der Pharaonen, die durch den Bau von Pyramiden und Tempeln sowie bedeutende Leistungen in der Kunst und Literatur charakterisiert war, spielte sich in der Zeit nach 2 900 v.u.Z. ab; d.h. als eine Austrocknung der Sahara langsam eingesetzt hatte. Das Klima in Nordafrika war aber, auch wenn die Nilüberschwemmungen abgenommen hatten, noch günstig. Nach SUZUKI (zit. in LAMB 1989) schuf erst die Versklavung der Bauern und Hirten aus den umliegenden Gebieten die Grundlage für den Aufstieg Ägyptens. Die Landwirtschaft wurde durch Agrartechniken und Bewässerungsprojekte im Niltal verbessert. Damit wurden die Verluste durch die fortschreitende Austrocknung anderer Areale weitgehend kompensiert.

Die Zeiten nach 1 000 v.u.Z. waren – wie alte Aufzeichnungen zeigen – kühler, aber regenreicher als heute. Dies wirkte sich günstig auf die kulturelle und politische Entwicklung der Länder im Mittelmeerraum aus. Die Produktivität der fruchtbaren Böden in der Region erhöhte sich. Weitere Hinweise auf das dort herrschende Klima waren die von den damaligen Griechen getragene wärmere Kleidung und die Verwendung von Firstdächern beim Bau der Häuser. Das bedeutete eine Abkehr von den bisher benutzten Flachdächern. Auch das damalige Vorkommen der Baumart Buche, die im feuchten gemäßigten Gebiet verbreitet ist, zeigt ein feuchteres Klima als heute an. Später, als es wärmer wurde, verschwand die Buche aus der Region.

Als Rom 753 v.u.Z. gegründet wurde, waren die Griechen, Phönizier und Karthager auf dem Gebiet der Seefahrt, Landwirtschaft und des Handels bereits hochentwickelt. Die Phönizier umsegelten Afrika etwa 600 v.u.Z. Während der Zeit von 332 v.u.Z. bis 625 n.u.Z., als die Griechen und später die Römer Ägypten besetzten, schuf die Feuchtigkeit in Nordafrika ein günstiges Klima für eine agrarische Ent-

wicklung. Die Region wurde die »Kornkammer« des Römischen Reiches. Blühende Siedlungen entstanden, die später von der Wüste erobert wurden.

Kolonisierung von Grönland durch die Wikinger (982–1 500 n.u.Z.)

Die Wikinger waren in der Lage, mit Segelschiffen große Fahrten zwischen den Kontinenten zu unternehmen. In der Zeit 850–1 100 n.u.Z. erreichten sie England, Frankreich, Italien, Arabien, Rußland u.a. Ländern. Im Jahr 870 gelang es ihnen, begünstigt durch den Rückgang des Eises, sich in Island zu etablieren. Im Jahr 982 fuhr eine Gruppe um Erik den Roten weiter westlich und entdeckte Grönland (GRIBBIN & GRIBBIN 1990). Sie lebten im Südosten (Österbygd) und später nördlicher an der westlichen Seite (Vesterbygd) und widmeten sich wie in Island der Landwirtschaft und Viehhaltung. Von dort aus betrieben sie einen Handelsaustausch mit Island und Skandinavien; sie brachten Stoßzähne von Walrössern und Häute von Eisbären.

Zwischen 1197–1203 verschlechterte sich dort das Klima. Vestergygd wurde entweder aufgegeben oder nach einer Auseinandersetzung mit den Einheimischen, den Innuiten (Eskimos), vernichtet. Ein Schiff von der anderen Siedlung fand nur noch umherlaufende Schafe (LAMB 1989). Österbygd bestand wenn auch unter immer schwierigeren Bedingungen fort. Als das Eis im 15. Jh. noch weiter vorrückte, wurde auf Grönland die Nahrung zu knapp. Ferner kamen die Seesäuger an der Küste wahrscheinlich aufgrund der veränderten Strömungsverhältnisse nicht mehr an. Die Schafe verhungerten. Infolge der Zunahme des Meereises brach außerdem die Verbindung mit Island und auch mit Nordamerika zusammen, die Leif Eriksson etwa 1 000 Jahre n.u.Z. entdeckte. Als 1540 ein Schiff nach Grönland kam, wurden keine Überlebenden mehr gefunden. Die durchschnittliche Größe der auf dem Friedhof von Herjolfsnes Begrabenen betrug nur noch 164 cm im Vergleich zu der Größe von 177 cm zur Zeit von Erik dem Roten.

Insgesamt lebten die Wikinger auf Grönland fast 500 Jahre; das ist etwa die Zeit seit der Entdeckung Amerikas durch Kolumbus (1492) bis heute. Im Gegensatz zu den Innuiten, die viel früher Grönland sowie Nordamerika und Sibirien besiedelt hatten, lernten sie in dieser Zeit nicht, sich an die dort herrschenden extremen Klimaschwankungen anzupassen, obwohl zwischen Innuiten und Wikingern durch Warenaustausch Kontakte bestanden. Die Innuiten stellten Kleider und Boote aus Tierhaut her. Die Wikinger mußten Holz aus Europa holen, um Boote zu bauen, da

auf Grönland keine Bäume wuchsen. Die Innuiten lebten dort, wo Nahrung zu finden war; die Wikinger waren dagegen wegen der Landwirtschaft und Viehhaltung seßhaft.

Die Wikinger hätten überlebt, wenn sie von den Einheimischen einiges übernommen und sich mehr von den Meeresressourcen ernährt hätten.

Die Warmphase während des Mittelalters (1.040–1.350 n.u.Z.)

Von ca. 1050 an gab es eine klimatisch günstige Periode. In diese Zeit fallen in Europa einige technische und landwirtschaftliche Neuerungen sowie die Ausweitung des Ackerbaus bei großem Bevölkerungswachstum. Begünstigt durch die Warmphase in Europa konnte bis ins 12. Jh. eine Getreideart – wahrscheinlich Gerste – bis in Nord-Norwegen (Malangen) (69,5°N) und Weizen bis zum Gebiet um Trondheim (63,5°N) angebaut werden. Auch die Wälder, die vorher für den Schiffbau stark gerodet wurden, erholten sich und dehnten sich bis in die Hochlagen aus. Ebenfalls in England breitete sich das Ackerland sowohl nach Norden als auch in Hochlagen – in Südwesten bis auf 400 m und in Südschottland bis auf 300 m über den Meeresspiegel aus. Diese Entwicklung ging bis Ende des 13. Jh. weiter, obwohl sich eine Klimaverschlechterung sowohl in Grönland als auch in Osteuropa und Südeuropa schon vorher anbahnte.

Als weiteres Maß für die vergleichsweise hohe Temperatur während des Mittelalters in Europa gilt die Verschiebung des Weinbaus nach Norden. Nach LAMB (1989) soll in dieser Zeit die mittlere Jahrestemperatur in England etwa 0,7–1,0 °C über der in der ersten Hälfte des 20. Jh. gelegen haben; es gab eine Reihe von Weinbergen in England, die damals nachweislich 30 bis über 100 Jahre ununterbrochen bewirtschaftet wurden. Ab Mitte des 14. Jh. verschlechterte sich das Wetter in Mitteleuropa merklich und der Weinbau wird in England aufgegeben. (Aufgrund der derzeitigen Erwärmung nimmt der Weinbau in England wieder kräftig zu). Mit einer fast weltweiten Abkühlung ab 1350 wurde eine »Kleine Eiszeit« eingeleitet.

Auswirkungen der »Kleinen Eiszeit« (1 350–1 700 n.u.Z.)

Wie oben dargestellt, trat im Bereich der Arktis bereits ab Ende des 12. Jh. eine deutliche Abkühlung ein, die sich zunächst durch vereinzelte und später konstante Vereisungen in Südgrönland äußerte. Wahrscheinlich aufgrund des warmen atlantischen Zu-

stroms spürte man in Mitteleuropa diese Entwicklung erst nach 1310. Der Wechsel war sehr abrupt. Besonders drastisch verliefen einige mehrjährige Perioden ab 1315, die außerdem sehr feucht waren und zahlreiche Überschwemmungen mit vielen Opfern zur Folge hatten. In Osteuropa führte zu dieser Zeit sommerliche Hitze und Dürre zu großen Problemen. Diese Feststellung wird durch Untersuchungen des Holzes in früheren Bauten bestätigt (Dendrochronologie).

Das Getreide konnte wegen der Kälte im Winter und Feuchtigkeit im Sommer nicht ausreifen (die gefürchteten *grünen Jahre*). Die Erträge sanken stark und die Preise stiegen entsprechend an; die Preisentwicklung gilt daher als Klimaindex (Abb. 1.12-2). Durch das ungünstige Klima verschoben sich auch die obere und nördliche Waldgrenze (vgl. Kap. 1.10) und die Wachstumsleistung der Bäume verringerte sich (vgl. Kap. 1.11).

In Nord- und Mitteleuropa nahm in dieser Zeit 1430–1485 die Anzahl der aufgegebenen Bauernhöfe und Dörfer rapide zu. Mißernte, Hungersnot, Krankheiten führten zum Rückgang der Bevölkerung. Hinzu kam das Auslaugen der Böden und das Fehlen von Ochsespannen zum Pflügen. Besonders hart betroffen waren außer Island Norwegen und Osteuropa. Die Wiederbesiedlung einiger Regionen nahm viel Zeit in Anspruch. In einigen Gebieten –

wie in Nordnorwegen – wurde die Landwirtschaft auch infolge der Erwärmung der Arktis erst gegen 1930 wieder in vollem Umfang aufgenommen.

Die verschärfte Situation in der Landwirtschaft führte zunächst zu Migrationen. Die Probleme konzentrierten sich auf diese Weise in den Städten. In verschiedenen Ländern wie in Schottland, Dänemark, Schweden und Deutschland kam es im 15. Jh. zu Unruhen, die teilweise zu Kriegen führten. Hier sollen die Bauernkriege in Deutschland erwähnt werden, die in dem großen Aufstand von 1525 gipfelten.

Im Mittelmeerraum gab es infolge vieler Tiefdruckgebiete überdurchschnittliche Niederschläge. So lag der Spiegel des Toten Meeres im 15./16. Jh. überdurchschnittlich hoch (vgl. Kap. 1.13).

Nach Entdeckung Amerikas durch Kolumbus 1492 wurde aus Südamerika eine Reihe von Kulturpflanzen wie Kartoffeln und Mais nach Europa gebracht. Im späten 17. Jh. und während des 18. Jh. drang die Nutzung der Kartoffel ost- und nordwärts. In Ungarn und später Rußland ordneten die Regierungen nach der Hungersnot 1772 sogar den Kartoffelanbau an. Dies hatte eine große Bedeutung, da Getreide-Mißernten während des 18. und 19. Jh. ähnlich wie im 14. und 15. Jh. während der feuchten Jahre häufig auftraten. Durch die Kartoffelproduktion blieben die Europäer vor der Hungersnot verschont. 1845 breitete sich jedoch der Kartoffelpilz (*Phytophthora infestans*) aus. Besonders betroffen wurde Irland. Die irischen Kartoffelhungersnöte waren von solchem Ausmaß, daß die Bevölkerung um fast ein Viertel sank.

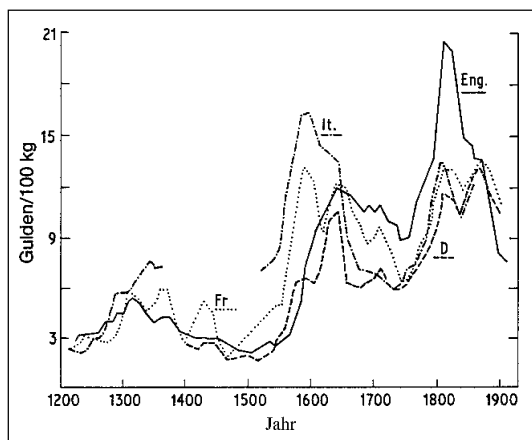


Abb. 1.12-2: Entwicklung der Weizenpreise in Deutschland, England, Italien, Niederlande und Frankreich von 1200–1900. Daraus ist eine merkliche Preissteigerung um 1300 und zwischen 1550 und 1650 zu erkennen, die der oben beschriebenen Klimaentwicklung zugeschrieben werden. Der Preisanstieg um 1800 geht sowohl auf die oben dargestellten klimatisch bedingten Mißernten als auch auf den Napoleonischen Krieg zurück. Die Vulkaneruptionen vor allem des Tambora (1815) bewirkten eine Verstärkung dieses Preisanstieges (aus LAMB 1989)

Trockenheit in der Sahelzone

Als Sahelzone wird der Übergangsbereich zwischen der südlichen Sahara und der feuchten Savanne der nördlichen Randtropen bezeichnet. Er zieht sich in west-östlicher Richtung von Senegal über Mali, Niger, Tschad, Sudan bis Äthiopien quer durch ganz Afrika. Aufgrund der außergewöhnlichen Dürre in den Jahren 1972–1973, bei der 100 000–200 000 Menschen und ca. 4 Mio. Rinder starben, rückte diese klimatisch stark benachteiligte Region ins Licht der Weltöffentlichkeit. Nach GRASSL & KLINGHOLZ (1990) haben sich die sommerlichen Tiefdruckgebiete, die die Region beeinflussen, seit den 1950iger Jahren um einige 100 km südwärts verlagert.

Klima und Krankheiten

Klimaschwankungen sind oft direkt oder indirekt am Ausbruch verhängnisvoller Krankheiten und Epidemien beteiligt gewesen. So führen Dürreperioden und Überschwemmungen zum Zusammenbruch des Ab-

wassersystems und der Hygiene und bestimmte Witterungsbedingungen zu Massenvermehrung von Krankheitserregern oder -überträgern.

Im 14. und 15. Jh. wurden die anhaltenden Perioden kalten und feuchten Klimas durch sehr trockenes und warmes Wetter unterbrochen. Der Mensch sowie Tiere und Pflanzen waren einem starken physiologischen Streß ausgesetzt. Hinzu kam die Unterernährung aufgrund der Mißernten. Damit stieg die Krankheitsanfälligkeit an. Eine schreckliche Krankheit war die Mutterkornvergiftung bei Menschen und Haustieren, die häufig tödlich verlief und ganze Dörfer treffen konnte (Mutterkorn = schwarzviolette Verpilzung im Korn des Getreides). Auch die Beulenpest (»der Schwarze Tod«), eine bakterielle Infektionskrankheit im 14. und 15. Jh., brach infolge starker Regenfälle mit Überschwemmungen aus. Daran starben in verschiedenen Regionen Europas und Asiens bis zwei Drittel der Bevölkerung. In England sank während des 13. Jh. die Lebenserwartung von 48 Jahren auf 38 Jahre. Die norwegische Bevölkerung konnte sich erst nach zwei Jahrhunderten erholen.

LAL (zit. in LAMB 1989) wertete die indischen Bevölkerungsschätzungen früherer Zeiten aus. Danach gab es wie in Europa einen Rückgang der Bevölkerung vom Anfang des Mittelalters bis nach der »Kleinen Eiszeit«. Auch unter Berücksichtigung der Kriege und Massaker dürfte diese Entwicklung hauptsächlich auf Krankheiten und Hungersnöten beruhen:

Jahre	Bevölkerung	
1000 n.u.Z.	200–300	Mio.
1200 n.u.Z.	190–200	Mio.
1388 n.u.Z.	170	Mio.
1550 n.u.Z.	120	Mio.
1600 n.u.Z.	130–140	Mio.

1816–1819 trat die schwerste Typhus-Epidemie in Europa auf. Zu gleicher Zeit wütete die Pest in Südosteuropa und im östlichen Mittelmeerraum. In Bengalen war es 1816–1817 die Cholera, die sich von dort ausbreitete. Zählt man dazu die Hungersnöte der Jahre 1816–1817, so massierten sich in dieser Zeit Katastrophen, die mit den Klima-anomalien verbunden waren. Auslöser der Mißernten und Krankheiten war eine Reihe hochreichender vulkanischer Eruptionen, wobei die Eruption des Tambora (April 1815) in Indonesien die stärkste war. Ca. 15 km³ Feststoffe und sehr viel Schwefeldioxid wurden dabei in die Atmosphäre geschleudert. Eine globale Abkühlung mit besonders kalten und feuchten Sommern in mittleren Breiten war die Folge der Schwefelsäureaerosolschicht in der Stratosphäre (vgl. Kap. 1.4).

Klima und Völkerwanderungen

Es kam zu einigen klimabedingten Völkerwanderungen in der Geschichte der Menschheit. Zum Beispiel:

- Zwischen 120 und 114 v.u.Z. gab es in der Nordsee mehrere Sturmfluten, die die Küstenlinie Dänemarks und Deutschlands zurückdrängten. Hinzu kam eine Kältewelle und das Vorrücken der Gletscher. Nach LAMB (1989) löste diese sog. Kimbrische Flut eine Völkerwanderung über einen langen Zeitraum von Nord nach Süd aus.
- Die britische Landwirtschaft brach 1879 infolge einer Sommertemperatur von 13,7 °C und einer Verdopplung der Niederschläge zusammen. Die Landbevölkerung wanderte in die Industriezentren und nach Süden in die britischen Überseekolonien aus. Die Einwohnerzahl ging um einige 100 000 zurück.
- In Eurasien traten etwa in der Zeit 300–800 n.u.Z. intensive Trockenperioden auf. Dies löste eine Wanderung von Ost nach West aus. Nomaden, die ihre Weideflächen verloren, und andere Völkerstämme wanderten westwärts nach Europa und unterwanderten besonders das Römische Reich.

Schlußbetrachtung

Seit einigen Jahren gilt in Europa, Nordamerika und anderen entwickelten Ländern die Versorgung mit Nahrungsmitteln als gesichert. Diese positive Entwicklung ist zum großen Teil der langen Abfolge günstiger und dürrerfreier Jahre zu verdanken. Seit 1959 hat sich in den Vereinigten Staaten die Getreideproduktion mehr als verdoppelt. Auch Westeuropa profitiert seit etwa 1933 von der günstigen Klimaphase. So verlängerte sich in der irischen Landwirtschaft die Wachstumsperiode im Durchschnitt von 8 auf 9 Monate (Zeitraum mit Lufttemperaturen >6 °C), und es verringerte sich gleichzeitig die Winterfütterung der Rinder. Diese Entwicklung in der Produktion ist auch dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt durch die Einführung ertragreicher Arten und anderer Feldfrüchte sowie einer besseren Mechanisierung zu verdanken. Sie kann jedoch nicht kontinuierlich weitergehen. In vielen Regionen der Welt wächst heute die Bevölkerung schneller als die Steigerungsrate der Nahrungsmittelproduktion. Zur Zeit gibt es bereits Wassermangel auf der Erde. Nach Angaben der Weltorganisationen leiden bereits ca. 20% der Weltbevölkerung an Wasserknappheit (vgl. Kap. 3.31). Die Verstärkung des Treibhauseffektes kann zu einer Lageverschärfung und zu einer Verringerung der Landwirtschaftsproduktion in den betroffenen Regionen führen.*