

## **KLIMAFLUKTUATIONEN –**

### **Determinanten für die Kultur- und Siedlungsgeschichte?**

***Wolf Dieter Blümel, Mitglied der Akademie (Stuttgart)***

*ERSCHIENEN IN NOVA ACTA LEOPOLDINA NF 94, NR. 346, 13-36 (2006)*

© 2006 - Institut für Geographie der Universität Stuttgart

#### Zusammenfassung

Immer deutlicher zeigt sich, dass auch die seit etwa 10 000 Jahren existierende nacheiszeitliche Warmzeit („Holozän“) entgegen früheren Ansichten global wirksamen klimatischen Schwankungen unterworfen ist, also keine strenge Klimastabilität aufweist. Natürlich verursachte Klimafluktuationen lassen sich unter anderem aus Sedimenten, Kolluvien, fossilen Böden, pflanzlichen Resten und zum Teil auch anhand anthropogener Spuren beweisen sowie zeitlich einordnen. Umgekehrt lässt sich fragen, inwieweit menschliche Aktivitäten – und damit Teile der Siedlungs- und Kulturgeschichte – durch veränderte klimatische Rahmenbedingungen (thermische und / oder hygrische Schwankungen; stabil-verlässliche oder variabel-problemträchtige Saisonverläufe usw.) determiniert oder maßgeblich mit beeinflusst wurden. Es kristallisieren sich für das Holozän zunehmend deutlicher klimatisch unterschiedliche Zeitscheiben (Klimaoptima / Klimapessima) heraus, die im Folgenden an globalen Beispielen belegt und im Sinne der Titel-Fragestellung diskutiert werden.

#### **1. Einführung**

Im Zuge der aktuellen Diskussion um den anthropogenen Treibhauseffekt und die damit verbundenen möglichen Folgen für die menschlichen Lebensräume wird immer wieder die (vermeintliche) Klimakonstanz des Holozäns, also der letzten ca. 10 000 Jahre betont. Dies mag aus der Sicht der mangelnden zeitlichen Auflösung von Eis- und Meeressediment-Bohrkernen vertretbar sein. Bei dem Versuch, eine zeitlich höher auflösende Rekonstruktion der nacheiszeitlichen Landschafts- und Klimageschichte mittels festländischer Geo- und Bioarchive zu erreichen, wird jedoch immer mehr die thermische und hygrische Unstetigkeit des globalen Klimas in der Nacheiszeit deutlich.

Diese Veränderlichkeiten sind in ihrer Größenordnung (Temperatur-Niveau und -Amplitude) mit wenigen Grad Kelvin weitaus geringer als die zwischen Kaltzeit/Eiszeit (Glazial) und Warmzeit (Interglazial). Demgegenüber können Höhe und Art der Niederschläge, wie sich zeigt, vor allem in den niederen Breiten ganz beträchtlich geschwankt haben, was sich vor allem in der Vegetation und im Landschaftshaushalt der Trockengebiete, aber auch in der Verbreitung von (Feucht-)Savannen oder Wäldern evident dokumentiert: Die Grenzen der einzelnen Ökosysteme verschoben sich und bestimmten somit über die Lebensgrundlagen z. B. von Wildbeu-

ter-Kulturen (Kap. 8.3). Vom thermischen Niveau hängt in den Mittleren wie Hohen Breiten sehr stark die Vegetationsperiode und damit die landwirtschaftliche Produktivität ab, also ‚Gunst-‘ oder ‚Ungunstperioden‘ vor allem für sesshafte Kulturen. Klimatische Veränderungen betreffen aber auch den jährlichen (saisonalen) Temperaturgang und die Verteilung der Niederschläge über die Vegetationsperiode. Letztlich ist ‚Klima‘ der Ausdruck mittlerer Zustände im Wetter- und Witterungsablauf, dessen Variablen und Variabilitäten sich für Natur und Mensch eine wichtige Steuerungsgröße erweisen.

Solche Klimafluktationen lassen sich aus terrestrischen Archiven wie z. B. verschiedensten anorganogenen oder organogenen Sedimenten nachweisen. Ein besonderer Fortschritt hierbei wurde durch die Verbesserung absoluter Datierungsverfahren erreicht: So können neben der ‚klassischen‘  $^{14}\text{C}$ -Datierung an organischen Resten oder dendrochronologischen Analysen nun vermehrt und stetig verbessert Altersbestimmungen an mineralischen Ablagerungen mittels TL- oder OSL-Verfahren vorgenommen werden (Thermolumineszenz; Optisch Stimulierte Lumineszenz; Grundlagen s. GEYH 2005). Damit erschließen sich neue Archive für eine paläogeographische Rekonstruktion, die bis vor wenigen Jahren noch nicht zur Verfügung standen. Gleichzeitig werden eingebettete Artefakte direkt oder indirekt datierbar, so dass sowohl Informationen über schriftlose frühe Kulturen (Prähistorie) wie auch über die Qualität ihrer Lebensräume möglich werden. Letzteres wird unterstützt durch die Analyse und Zuordnung von Sedimenten (fluviale, glaziale, limnische, marine, äolische etc.), durch reliktsche oder fossile Böden, Pollen- und Makroreste von Pflanzen, zoogene Relikte usw.. Ab der Frühantike kommt eine Vielzahl schriftlicher, graphischer, numismatischer u. a. Überlieferungen hinzu, so dass die Möglichkeiten einer Klimarekonstruktion für die historische Zeit wesentlich erleichtert werden. Hier stehen Angaben zu Ernteerträgen, Getreidepreisen, Bevölkerungsentwicklung, Unwetter u.v.m. zur Verfügung.

Diese geomorphologischen, sedimentologischen, paläopedologischen oder paläobotanischen Untersuchungsergebnisse aus verschiedensten Kontinenten und Regionen liefern, wie die schriftlichen Dokumente, sog. Proxy-Daten, mit deren Hilfe wichtige Klimaparameter oder -informationen indirekt ermittelt werden können. Für die jüngste nacheiszeitliche Phase – das Holozän - kristallisieren sich klimatische Fluktuationen heraus, die zum Teil interkontinentale oder globale Korrelationen erlauben bzw. zumindest andeuten. Ein Abgleich mit menschlichen Aktivitäten bietet sich förmlich an, indem die Schnittstelle der Paläogeographie / -klimatologie mit der Archäologie, der Kulturgeschichte und der historischen Siedlungsforschung aktiviert wird: Bestimmte prähistorische / historische Zeitscheiben mit ihren kulturgeschichtlichen Mustern sind offensichtlich von klimatischen Milieus gesteuert, allgemein ausgedrückt von klimatischer Gunst- oder Ungunst.

Solche Determinismen wurden seit geraumer Zeit in der sozialwissenschaftlich ausgerichteten Anthropogeographie häufig übergangen. Dies galt wohl auch bis vor wenigen Jahren für die Archäologie und Geschichtsforschung: So betonen beispielsweise ISSAR UND ZOHAR (2004), dass die Mehrzahl der Historiker und Archäologen eine kausale Beziehung zwischen Klimawandel und Geschichte ablehnen oder bestenfalls nur zögerlich anerkennen. Doch scheint sich in den letzten Jahren ein Paradigmenwechsel bzw. eine mögliche neue Betrachtungsweise in der internationalen Geographie wie in der Kulturgeschichtsforschung abzuzeichnen, Naturgegebenheiten wie ‚Klima‘ als Bestimmungsgrößen oder gar ‚Determinismen‘ kulturgeschichtlicher Entwicklungen zu akzeptieren (vgl. stellv. ISSAR UND ZOHAR 2004; DEMENOCAL 2001; Hsü 2000; WATERBOLK 1968). Ein Grund für einen Paradigmenwechsel mag man auch in der Diskussion um die Ursachen und Folgen von ‚Global Change / Global Warming‘ und den möglichen anthropogenen Anteil daran sehen.

Die nachfolgenden, sehr vereinfacht dargestellten Fallbeispiele könnten einerseits als Argumentationsbeitrag zur Determinismus-Frage angesehen werden. Wichtiger erscheinen aber Hinweise zur Art und Qualität des mehrfachen holozänen Klimawandels. Zum einen sollte die Existenz natürlicher Klimaschwankungen wahrgenommen werden, um vielleicht zu einer objektiveren Beurteilung des jüngsten Veränderungsprozesses seit etwa dem Jahr 1850 zu kommen. Zum anderen sollte das in den Medien wiederholt verbreitete Bild, Erwärmung führe zwangsläufig zu Austrocknung und damit zu einer ‚Klimakatastrophe‘, relativiert werden: Wärmere Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen (und abgeben), was sich äußerst positiv auf die kulturgeschichtliche Entwicklung manchen Regionen ausgewirkt hat (s. Kap. 4.1; 8.3).

Nachfolgend wird versucht, beispielhaft die Existenz unterschiedlicher klimatischer Zeitscheiben innerhalb des Spät- und Postglazials – der letzten 12 000 Jahre – in einem groben Überblick zu belegen und im Sinne der Themenstellung zu charakterisieren.

## **2. Eiszeitliche Einwanderung: Von Sibirien nach Amerika**

Es ist weitgehend unumstritten, dass die Besiedlung der amerikanischen Kontinente durch asiatische (v. a. mongolische) Völkerschaften erfolgte. Die ‚Ur-Indianer‘ überquerten die Beringstraße zwischen Sibirien und Alaska trockenen Fußes, als während des letzten Hochglazials vor ca. 20000 – 25000 Jahren der Meeresspiegel durch die riesigen Inlandvereisungen um etwa 130 m abgesenkt war. Unklar blieb jedoch, warum sich in recht kurzer Zeit Jäger- und Sammler-Gruppen bis in den Süden Chiles ausbreiten und dort bereits um 13000 Jahre vor heute die Monte Verde-Kultur begründen konnten. Diese Frage stellten Genetiker und Anthropologen bei ihren Untersuchungen zur Geschichte der amerikanischen Ureinwohnerschaft (DER SPIEGEL, 1999). Aus der Sicht der Paläogeographie

bietet sich eine plausible Antwort an: Aufgrund der kaltzeitlichen Depression der mittleren Globaltemperatur von 15°C auf etwa 11°C war wesentlich weniger Wasserdampf in der Atmosphäre vorhanden. Das Niederschlagsaufkommen der verschiedenen Windsysteme (Monsun, Passat usw.) fiel deutlich schwächer aus mit der Folge, dass die Waldklimare der Tropen, Subtropen und der kühl-gemäßigten Mittelbreiten stark schrumpften. Stattdessen breiteten sich Savannen, Steppen, Halbwüsten und Wüsten aus. Bezogen auf die Bevölkerungsausbreitung bis in das südliche Südamerika bedeutet dies: Der schwer durchdringliche Regenwald Mittelamerikas sowie der heutige Amazonas-Tieflandsregenwald waren zum Hoch- und frühen Spätglazial nur noch inselhaft ausgebildet (WHITMORE 1998). Die dazwischen liegenden offenen Landschaften Venezuelas oder Brasiliens konnten relativ leicht durchquert werden und dürften darüber hinaus gute Jagdgründe gewesen sein. Die schnelle Eroberung nord- wie südamerikanischer Räume durch Wildbeuter-Gesellschaften lässt sich somit durch den klimatisch bedingten Wandel der Vegetationsgesellschaften erklären: In kühlen / kalten Perioden mit schwächerer Luftfeuchte dominieren global offene Landschaften gegenüber Waldgesellschaften. In den besonders kalt-trockenen Hochglazialzeiten erreichen die Wüsten ihre größte Ausdehnung (s. Kap. 4.1, Abb. 4, 5).

### **3. Die Jüngere Dryas-Zeit – ein ‚Golfstrom-Problem‘**

Der Übergang von der Würm-/Weichsel-Kaltzeit in die postglaziale Warmzeit (Holozän; s. Abb.1) war durch wärmere Interstadiale mit Bodenbildung (Bölling, Alleröd) sowie Kälterückfälle (Ältere und Jüngere Dryas-Zeit) gekennzeichnet. Insbesondere der Jüngeren Dryas-Zeit (syn. Jüngere Tundren-Zeit; 11000 – 10000 bzw. 13000 – 11560 J. v.h.; Abb. 1) und ihren großräumigen Auswirkungen widmet sich eine große Zahl von Geowissenschaftlern und Klimaforschern, da dieses Ereignis einen Stillstand bzw. starke Abschwächung des Golfstroms bedeutet. Diskussion und Szenarien um einen solchen Zustand als Folge von Global Change / Global Warming beschäftigen derzeit Wissenschaftler wie Medien gleichermaßen (vgl. RAHMSTORF 2000; BLÜMEL 2004).

Auslöser des Kälterückfalls vor 11000 – 10000 Jahren vor heute war der Ausbruch eines riesigen nordamerikanischen Eisstausees, dessen Fläche der mehrerer kanadischer Provinzen und amerikanischer Staaten entsprach. Er bildete sich beim Zerfall des Laurentischen Inlandeises und setzte der neuen Idylle eines klimatisch angenehmeren und leichteren Jäger- und Sammler-Lebens in Westeuropa ein jähes Ende: Zumindest in den tieferen Lagen West- und Zentraleuropas hatte im Alleröd der Wald wieder Platz gegriffen. Die steinzeitlichen Wildbeuter jagten statt der Tundren- und Steppenfauna (Mammut, Riesenhirsch, Rentier u.a.) jetzt andere Arten einer Wald- und Offenlandfauna. Sie konnten sich in ihrer Diät zudem vermehrt auf Fischfang und Waldfrüchte stützen. Diese nomadisierenden Steinzeit-Gesellschaften hatten während des Alleröds nun

leichten Zugriff auf Holz für ihre Schutzhütten, für ihre Feuerstellen oder für die wirkungsvollere Schäftung von Werkzeugen und Waffen.

Der Grund für den Klimasturz zurück in eiszeitliche, unwirtliche Verhältnisse mit Waldrückgang, erneutem Permafrost im Untergrund und Gletschervorstößen liegt in den gigantischen Wassermassen begründet, die sich aus dem sog. Agassiz-Stausee in den Nordatlantik ergossen. Dieses Süßwasser, vermischt mit Trümmernmassen des zerfallenden Inlandeises breiteten sich über dem dichteren Salzwasser des Ozeans aus, stoppten den wieder in Gang gekommenen Golfstrom und damit den ‚Fernwärmetransport‘ nach West- und Nordeuropa. Der Golfstrom endete im letzten Hochglazial etwa auf der Breite der Azoren und erreichte im Spätglazial bereits wieder hohe Breiten. Er ist Teil eines weltumspannenden Konvektionssystems, das angetrieben wird durch abgekühlte und / oder besonders salzhaltige und damit insgesamt dichtere Wassermassen, die in die Tiefe absinken und an der Meeresoberfläche durch nachströmendes wärmeres Wasser ersetzt werden (Thermo-haline Zirkulation). Der inversionsartige Süßwasserschwall aus dem Agassiz-See unterbrach dieses Konvektionssystem und führte zu der gut 1000 Jahre dauernden Kälteperiode der Jüngeren Dryas-Zeit.

#### **4. Die Klimagunst des postglazialen Wärmeoptimums**

Aus der Paläobotanik stammen die schon seit längerem bekannten Hinweise auf eine u.a. temperatur-bestimmte nacheiszeitliche Vegetationsentwicklung in Zentraleuropa und die zugehörige Einteilung in Pollenprovinzen mit entsprechenden Namensgebungen (Abb. 1). Boreal und Atlantikum (ca. 9000 – 5000 J.v.h.) stehen für die bisher wärmste Klimaphase der Nacheiszeit - ein ganz entscheidender Zeitraum in der frühen Kultur- und Siedlungsgeschichte des Vorderen Orients und Europas. Gemeint ist die sog. Neolithische Revolution, die Entwicklung sesshafter Ackerbauern- und Viehzüchter-Gesellschaften. Man geht von einer etwa 2 – 2,5°C höheren Jahrestemperatur in den kühl-gemäßigten Mittelbreiten aus. Aber auch in den Niederen Breiten (randtropisch-subtropischer Trockengürtel) mit seinen nicht-sesshaften indigenen Kulturen (Wildbeuter; später auch Pastoral-Nomaden) profitierten aus einem durch Niederschlagszunahme üppigerem, weitläufigerem Lebensraum in diesem Zeitabschnitt.

<b>Strati- graphie</b>		<i>Stadiale und Interstadiale</i>	<i>Jahre vor heute (v.h.), d.h. vor 1950 n. Chr.</i>	
			<i>im wesentlichen <sup>14</sup>C-Daten</i>	<i>Kalenderdaten</i>
<b>HOLOZÄN</b>		Subatlantikum	2 500 – 0	2 700 - 0
		Subboreal	5 000 – 2 500	5 800 – 2 700
		Atlantikum	8 000 – 5 000	9 000 – 5 800
		Boreal	9 000 – 8 000	10 250 – 9 000
		Präboreal	10 000 – 9 000	11 560 – 10 250
<b>WEICHSEL-/ WÜRMGLAZIAL</b>	<b>SPÄTGLAZIAL</b>	Jüngere Tundrenzeit	11 000 – 10 000	13 000 – 11 560
		Alleröd-Interstadial	12 000 – 11 000	13 800 – 13 000
		Bölling-Interstadial	13 000 – 12 000	15 600 – 13 900
		Älteste Tundrenzeit	15 000 – 13 000	18 000 – 15 700
			seit 115 000	seit 115 000

*Abb. 1: Stratigraphische Tabelle des Spätglazials und Holozäns mit unkalibrierten <sup>14</sup>C-Daten und in Kalenderjahre umgerechneten Zeiten (verändert aus Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland 2003).*

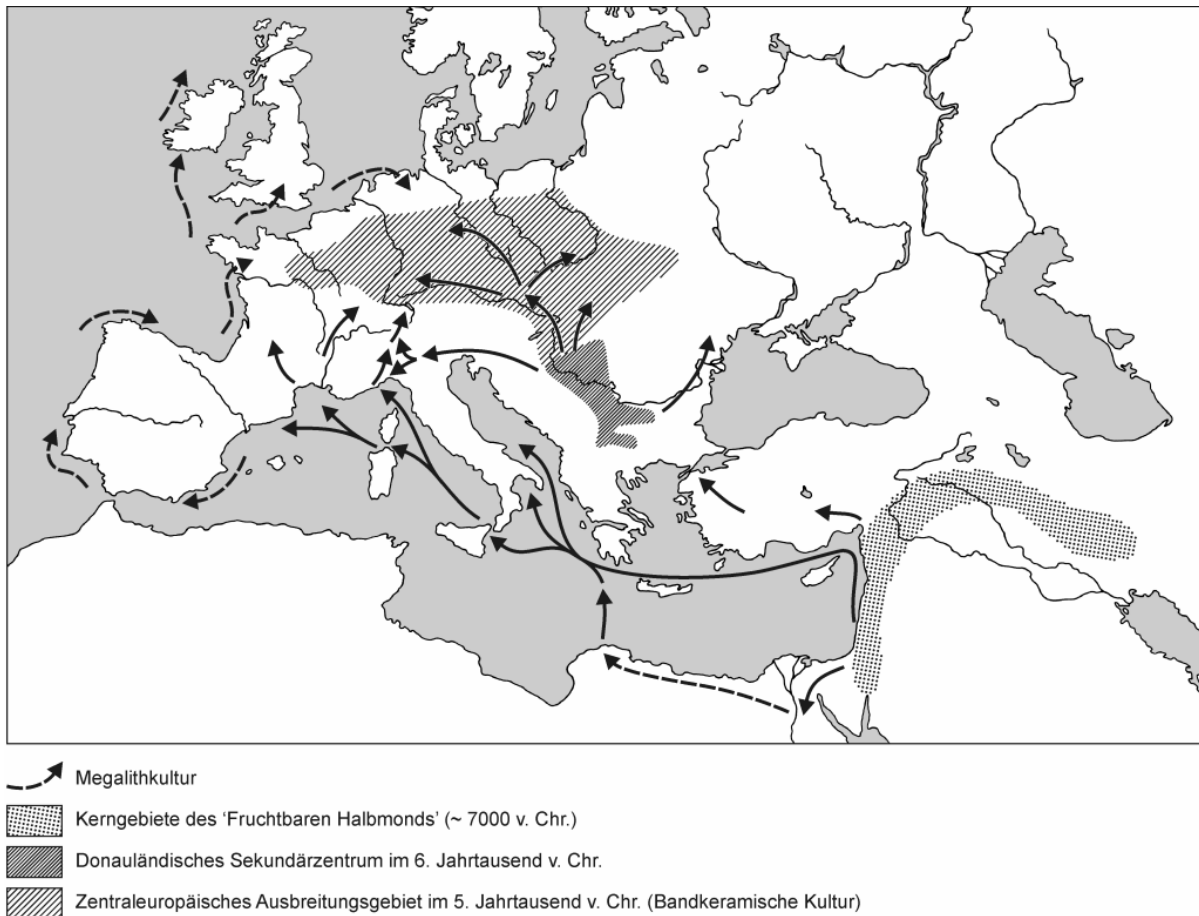
#### 4.1 Sesshaftigkeit durch Klimagunst

Das postglaziale Wärmeoptimum verursachte das bisherige Minimum des globalen Eishaushalts. Der Meeresspiegel stieg gegenüber heute um ungefähr einen Meter. In der Folge gingen einige Lebensräume an den Küsten unter – vielleicht der Hintergrund für die biblischen Sintflut-Vorstellungen. In den randtropisch – subtropischen Regionen Nordafrikas und des Vorderen Orients dürften mit der Erwärmung die Niederschläge ergiebiger geworden sein, so dass sich im Endeffekt bodenständige, sesshafte Kulturformen entwickeln konnten. Vorstellbar ist, dass z.B. üppigerer und dichter Graswuchs das Sammeln und Mahlen von Getreidesamen lohnend machte, woraus sich eine Domestikation und Veredelung von Wildgetreide ergab. Dieser Prozess könnte sich zunächst auf der Basis von Regenfeldbau vollzogen haben. Als Kernraum der Neolithischen Revolution gilt der sog. *Goldene* oder *Fruchtbare Halbmond* mit Palästina, Libanon, Syrien, Mesopotamien sowie Teilen der Türkei und Persiens (Abb. 2), in dem sich zusätzlich die Gunst von Flussoasen zur Weiterentwicklung von Ackerbautechniken anboten. Auch dürfte die verstärkte Winterregentätigkeit in diesem Raum eine semi-stationäre Viehwirtschaft begünstigt haben mit Formen der Transhumanz (Sommerweiden) in den angrenzenden Gebirgsräumen.

Bisher galt Jericho mit seinen 8000 Jahren als älteste Stadt. Auch wenn noch etwas ältere städtische Siedlungen identifiziert werden: Entscheidend ist, dass die Land- und Viehwirtschaft im Umland ausreichend ergiebig und verlässlich ist, um eine eigenständige, ‚abhängige‘ Stadtbevölkerung zu ernähren. Dies gelingt nur, wenn die agrarische Produktivität von einem günstigen Klima gestützt wird. Unregelmäßigkeiten wie häufige Dürren könnten kaum kompensiert werden (s. Kap. 7.2). Städtische Kultur ist ohne eine sesshafte, nachhaltig wirtschaftende, Überschuss produzierende Landwirtschaft nicht vorstellbar. Diese wiederum wird vom Klima determiniert – durch 1. ein ideales Verhältnis von Temperatur und Niederschlag und 2. durch Verlässlichkeit der Jahreszeitenfolge.

Vom *Goldenen* oder *Fruchtbaren Halbmond* aus verbreitete sich etwa seit 8000 Jahren die sesshafte Lebensform durch Einwanderung oder durch Kontaktdiffusion bis nach Zentraleuropa (MÜLLER-BECK 1983; s. Abb. 2). Im Bereich mediterraner Küsten sowie in West- und Nordwest-Europa bis über Dänemark und Südschweden wird eine aufwendige Megalith-Kultur gepflegt. Die Anlage teils grandioser Großsteingräber in SE-Spanien (z. B. Antequera), Visbecker Bräutigam und Braut (Niedersachsen), der Riesentumulus von New-Grange (Irland), der Ring von Brodgar (Orkney-Inseln) oder das Megalith-Monument von Stonehenge sowie tausende von Dolmen und Hügelgräbern lässt sich nicht von ausgemergelten Menschen bewerkstelligen. Diese Agrargesellschaften mussten ‚überschüssige‘ Kräfte besitzen. Sie mussten sich auf eine äußerst produktive Landwirtschaft stützen können. Eine Subsistenzwirtschaft am Rande des Existenzmini-

mums stünde kaum in Einklang mit den kultischen und architektonischen Leistungen der Megalithkultur. Erklärbar wird diese Leistung durch eine ausgesprochen günstige Klimasituation mit optimalem Jahreszeitenverlauf und verlässlichen Ernten. Letzteres mag auch eine Erklärung dafür sein, dass in vielen Megalith-Bauwerken (s. Stonehenge; Ring von Brodgar) Kalenderfunktionen vermutet und astronomische Gesetzmäßigkeiten festgehalten wurden (vgl. LAMB 1989: 149ff). Das Klima als wichtige Determinante des Lebens sollte beherrscht, seinen Repräsentanten wie Sonne und Mond gehuldigt werden.



**Abb.2:** *Entstehung sesshafter bäuerlicher Gesellschaften im Bereich des ‚Fruchtbaren Halbmonds‘ (um 8000 / 7000 J.v.h.) und Ausbreitung der Bandkeramischen Kultur in Zentraleuropa ca. 5000 v. Chr. (verändert aus MÜLLER-BECK 1983).*

Ergänzend muss bemerkt werden, dass nicht nur besonders fruchtbare Bodenstandorte in Löß- oder Mergel-Landschaften dauerhaft besiedelt wurden, sondern die Erträge auf ‚normalen‘, mittelmäßig fruchtbaren Substraten wie in England oder Irland erwirtschaftet wurden. In Dänemark oder Nord- und Nordwestdeutschland siedelte man sogar auf den quarzreichen, relativ nährstoffarmen Ablagerungen der letzten Eiszeiten - allerdings mit dem Effekt, dass die Ermüdung der Böden früher einsetzte als auf basenreichen, lehmigen Standorten und eine Verheidung die Folge



war (Abb. 3). In Süd- und Südwestdeutschland wie auch in den Bördenlandschaften ist aufgrund der Boden- und reliefbedingten Klimagunst (Beckenlagen) bis heute eine Siedlungskontinuität festzustellen. In den ozeanisch beeinflussten Gebieten (England, Irland, Schottland) sowie in den heute rauerem Klimamilieus der irischen und schottischen Inseln ist die ehemalige Feldflur verschwunden. Klimatisch wesentlich anspruchsloseres Grünland ist an seine Stelle getreten. Darin eingestreut finden sich in beeindruckender Vielzahl die Megalith-Relikte und Hügelgräber als Ausdruck einer ehemals prosperierenden Ackerbaukultur, gestützt durch ein optimales Klimamilieus.

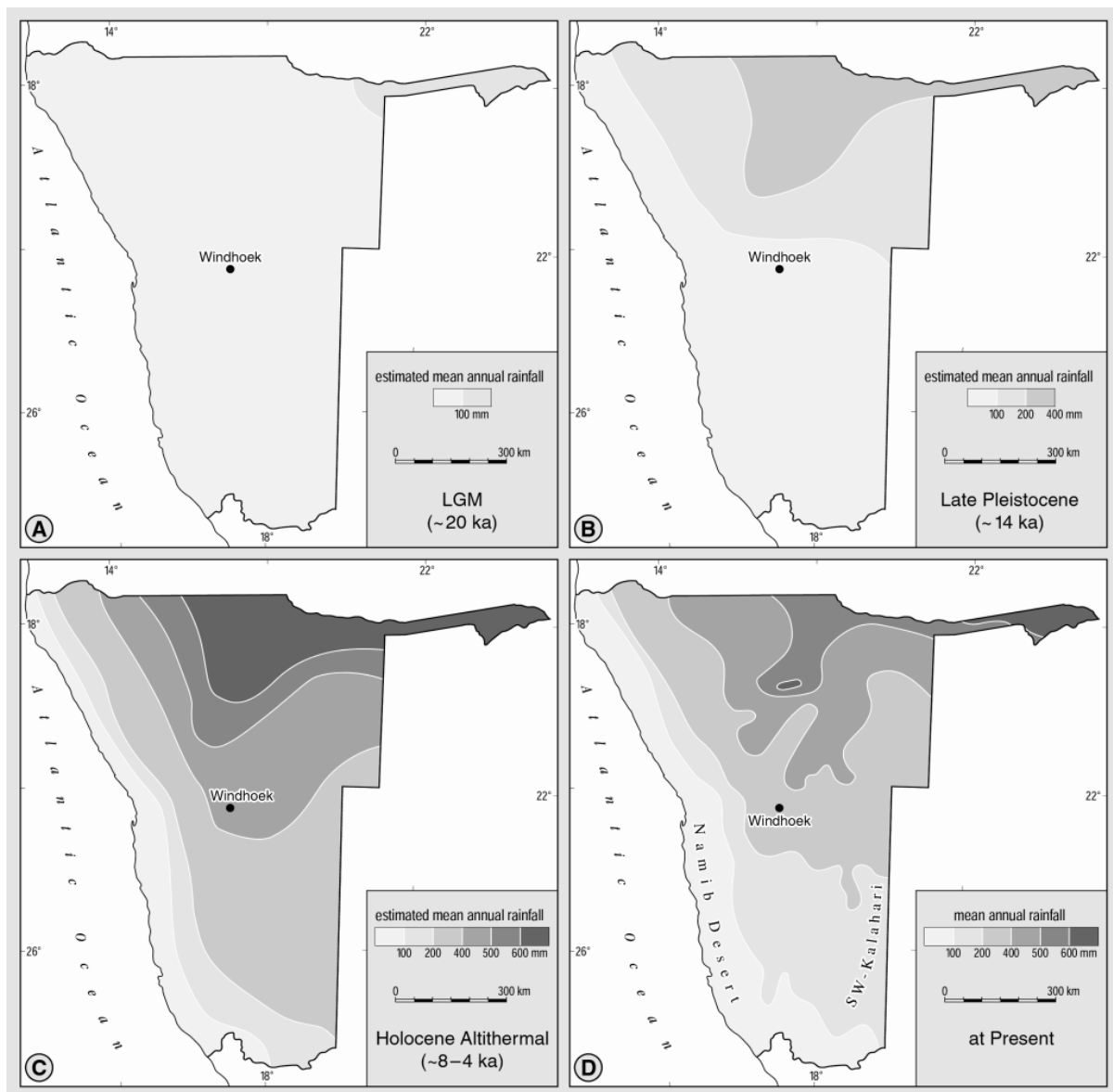


*Abb. 3: Großsteingräber in heutigen Heidelandschaften Niedersachsens waren jungsteinzeitliche Bestattungsplätze einer sesshaften Ackerbauernkultur (Photo Blümel 1975)*

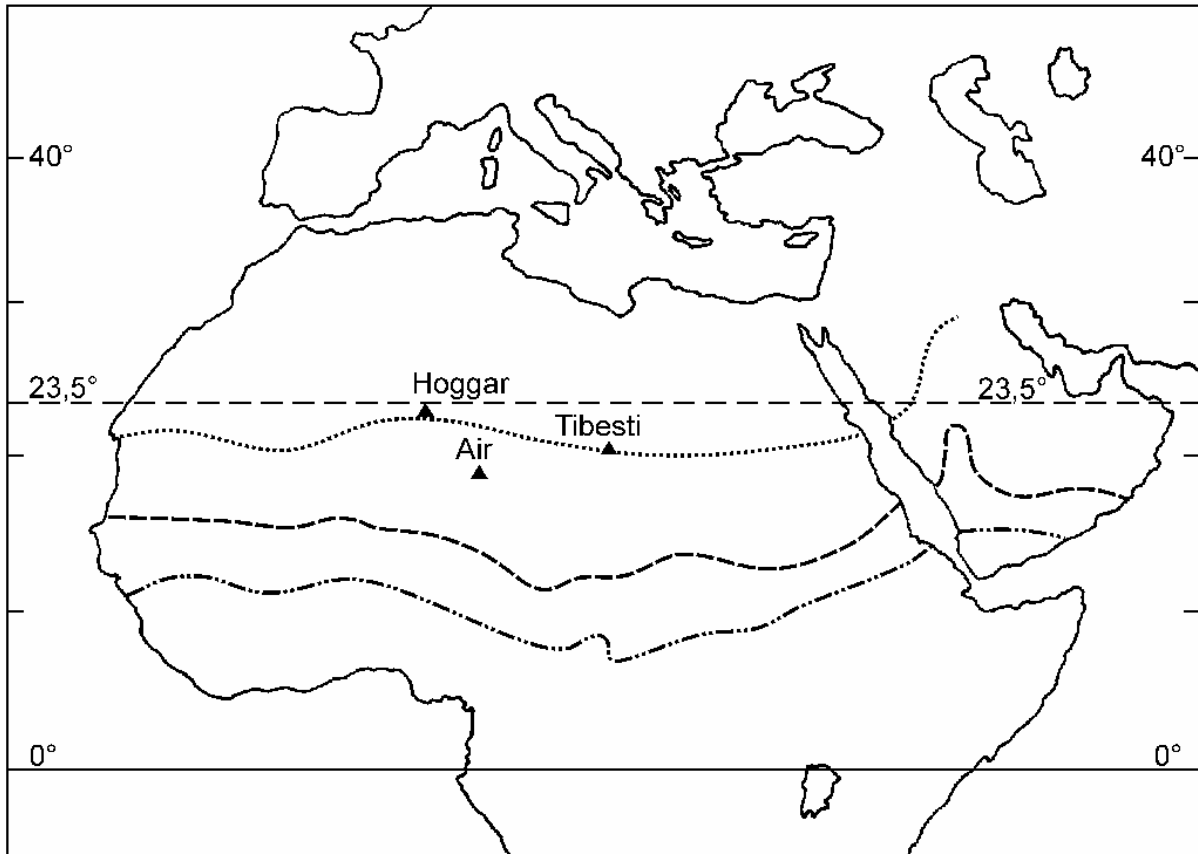
#### 4.2 Vom Wandel der Wüsten

Im ausgehenden Spätglazial endete die Aufwehung der riesigen Längsdünenfelder der Wüste Kalahari im südlichen Afrika. Die letzten Dünenaktivitäten lassen sich in den Zeitraum um 9000 Jahre vor heute datieren (BLÜMEL ET AL. 1998). Der in den Atlanten als ‚Wüste‘ geführte Raum im südlichen Afrika ist mit heutigen Niederschlägen um 200mm /Jahr eine Art Dornbusch- und Trockensavanne – der Begriff ‚Wüste‘ ist irreführend. Mit dem Einsetzen des *Postglazialen Wärmeoptimums* vergrößerte sich wieder die Reichweite der randtropischen Monsunzirkulation. Das heutige Territorium Namibias, das während des Hochglazials komplett wüstenhaft war, erhielt nun die höchsten Niederschläge der gesamten Nacheiszeit (Abb. 4).




Die Wüste Namib wurde deutlich auf den küstennahen Bereich zurückgedrängt; Gras-, Dornbusch- und Trockensavannen weiteten sich aus. Indigene Wildbeuter-Kulturen wie die Buschleute profitierten von der Klimaänderung – ihre potenziellen Lebensräume vergrößerten sich. Spuren ihres Lebens (Felsmalereien, Gravuren) finden sich in heute wieder wüstenhafter Umgebung. Archäologische Befunde, auf das ganze Land bezogen, weisen eine relativ gut belegte Phase menschlicher Tätigkeiten für die Zeit 8000 – 5000 J.v.h. aus (RICHTER 1991: 189). Seit etwa 4000 Jahren ist das namibische Klima zwischenzeitlich wieder deutlich trockener geworden.



**Abb. 4:** Klimawandel im südwestlichen Afrika seit der letzten Eiszeit: Zum Höhepunkt der letzten Eiszeit herrschten in ganz Namibia wüstenhafte Verhältnisse. Während des Postglazialen Wärmeoptimums sorgte der weit reichende Monsun für ausgedehnte Feuchte und damit für die Erweiterung menschlicher Lebensräume (verändert aus EITEL, BLÜMEL & HÜSER 2002)



Südgrenze der Sahara / Reichweite des Monsuns (nach Petit-Maire 1991):

-  Gegenwart (150 mm Niederschlag)
-  zur Zeit des letzten Hoch-Glazials (vor ca. 20 000 Jahren)
-  während des holozänen Klimaoptimums / postglaziales Wärmeoptimum (ca. 10 000 - 5 000 Jahre vor heute)

*Abb. 5: Südgrenze der Sahara / Reichweite des vorzeitlichen Monsuns: Während des Höchststandes des letzten Eiszeit war die Wüste weit nach Süden ausgedehnt. Zur Zeit des Postglazialen Wärmeoptimums reichte die Feuchte des Monsuns bis in das Kerngebiet der heutigen Wüste Sahara (verändert nach PETIT-MAIRE 1991).*

Noch eindringlicher ist der klimagesteuerte Kulturwandel in der Sahara dokumentiert: Große Teile der heutigen Wüste waren während des postglazialen Wärmeoptimums grün. Sie dürften je nach geographischer Lage dem Ökosystem einer Trocken-, Dornbusch- oder Grassavanne mit Galeriewäldern entlang der Wadis entsprochen haben. Großsäuger wie Elefanten, Giraffen und Antilopen fanden gute Lebensmöglichkeiten vor. In Kolken oder Seen lebten Flusspferde und Krokodile. Die Ost-Sahara mit dem Murzuk-Becken oder der Serir Calancio waren von zahlreichen Seen durchsetzte Landschaften (PACHUR 1987; KRÖPELIN 1993). Zahlreiche Kulturspuren wie Werkzeugartefakte, Fesselsteine, Keramik, Mahlsteine usw. sind heute in extrem wüstenhaften Umgebungen zu finden. Bekannt

sind zahlreiche Felsmalereien aus den Gebirgsräumen der Sahara oder dem Djebel Uweinat an der Libysch-ägyptischen Grenze: Hier zeugen die ‚*Schwimmer in der Wüste*‘ beeindruckend und sinnbildlich für die klimatische Veränderlichkeit der Lebensräume. Die Klimagunst ging soweit, dass sich langsam halbnomadische oder gar sesshafte Lebensformen mit Rinderzucht oder regional begrenztem Feldbau etablierten (u. a. KRÖPELIN 1993; GIESSNER 2002) . (Gegenwärtig profitiert der Libysche Staat von der Feuchtzeit des Atlantikums. Ehrgeizige Wasserprojekte fußen auf den fossilen Grundwasservorkommen, die in jener Zeit der ‚Grünen Sahara‘ kräftig aufgefüllt wurden.)

Das Postglaziale Wärmeoptimum (ca. 8000 - 4000 Jahre vor heute) mit seinen etwa 2 – 2,5°C höheren Jahrestemperaturen und regional deutlich höheren Niederschlägen hatte globale Auswirkungen:

- *Die Waldgrenze auf der Nordhalbkugel (Borealer Nadelwald Kanadas, Skandinaviens und Sibiriens) war um 300 – 400 km nach Norden verschoben.*
- *Die asiatischen Steppenareale waren geschrumpft.*
- *Die Wüsten hatten ihre kleinste Ausdehnung.*
- *Die Hochgebirge sind weltweit geringer vergletschert.*
- *Die Waldgrenze in den Alpen lag 200 – 300 Meter höher als heute*
- *Die Besiedlung peripherer und bis dahin klimatisch ungünstiger Gebiete (Irland, Schottland, Hebriden, Orkneys) wurde möglich.*
- *Es entwickelten sich sesshafte Gesellschaften mit Ackerbau und Viehzucht.*
- *Es erfolgten die ersten Städtegründungen im Vorderen Orient*

Das *Postglaziale Wärmeoptimum* steht (zumindest hypothetisch) für ‚paradiesische‘ Zustände. Es erlaubt die Vorstellung eines Raumes und einer Zeit der Leichtlebigkeit und des Überflusses, eines Landes in dem Milch und Honig fließen. Das Atlantikum könnte den Mythos des Garten Eden verkörpern, die Erinnerung an das *Goldene Zeitalter* der Prääntike.

## **5. Das Ende der paradiesischen Zustände**

In der Paläobotanik des Alpenraumes ist die sog. Piora-Schwankung als Kältephase innerhalb des Klimaoptimums bereits länger bekannt. Prominentes Opfer dieses offensichtlich spontanen Klimawandels in der alpinen Höhenstufe ist der ‚*Eismann vom Hauslab-Joch*‘ (‚Ötzi‘) in den Öztaler Alpen. Der Neolithiker mit dem Bronzebeil (!) kam wohl in einem Schneesturm ums Leben, wurde eingeschneit und innerhalb der bis 1991 permanenten Firnschneedecke dehydriert. Wäre die Leiche ausgetaut worden, wäre sie nicht als Mumie konserviert worden, sondern verwest. Das Radiocarbon-Alter wurde auf 5300 Jahre vor heute bestimmt.

Die Südtiroler Neolithiker betrieben eine sommerliche Weidewirtschaft oberhalb der Waldzone, deren natürliche obere Grenze 200 – 300 Meter höher lag als heute. Zur Zeit des Postglazialen Wärmeoptimums waren die Alpen weit weniger vergletschert als gegenwärtig, die Pässe und Joche gut für Mensch und Schafherden begehbar. Die Wärmephase leitet mit Unterbrechungen über zum Klimapessimum der Bronzezeit (ca. 3000 – ca. 700 v. Chr.). Es repräsentiert die kälteste Periode seit Ende der Würm-Kaltzeit. Die Jahresmitteltemperatur in (Mittel-)Europa lag 1 – 2°C niedriger als heute. Es kommt verbreitet zu großen Gletschervorstößen. Seit etwa 1500 v. Chr. scheint sich in unterschiedlichen Gebirgen der Erde die Vergletscherung zu regenerieren. LAMB (1989: 162) spricht von „...ersten deutlichen Erscheinungen des ‚Neoglazials‘“. Für die Menschen in Europa war das Pessimum verbunden mit Versorgungsproblemen und Missernten. Symbolisch könnte man hierin die ‚Vertreibung aus dem Paradies‘ sehen - Not und Mühsal um die tägliche Nahrung.

Die troposphärische Abkühlung der Bronzezeit brachte auch das Ende der ‚Grünen Sahara‘ mit sich. Die Wüste breitete sich ab 3000 v. Chr. in kurzer Zeit wieder aus. Die Besiedlung (heutiger) nordafrikanischer und arabischer Wüsten ging großräumig zurück (LAMB 1989: 155). Der Nil als Fremdlingsfluss nahm einen Teil der ‚Wüstenflüchtlinge‘ auf und entwickelte in seiner Oase eine neue Hochkultur auf der Basis der Bewässerungswirtschaft.

## **6. Das Klimaoptimum der Kelten- und Römerzeit**

Die Periode der *Hallstatt- und La Tène-Zeit* umfasst den Zeitraum etwa ab 600/700 bis 200 v. Chr. und geht über in die Römer-Zeit bis 600 n. Cr.). Zur Zeit laufen noch zahlreiche Grabungen im südlichen Deutschland, die die Zeit und Kultur der Kelten stärker erhellen sollen. Offensichtlich sind viele der sog. Viereckschanzen bisher zu einseitig als strategische Einrichtungen oder Kultstätten gedeutet worden (Abb. 6): Es handelt sich häufig um Gutshöfe oder Handelsplätze, die in ihrer räumlichen Verbreitung wiederum Hinweise auf eine leistungsfähige Landwirtschaft als Basis einer anspruchsvollen Infra- und Territorialstruktur geben (Fürstensitze und –gräber). Das klimatische Milieu dieser Zeit hat selbst Landwirtschaft und Siedlungen in höheren Lagen der Mittelgebirge ermöglicht. ‚Viereckschanzen‘, Flurbezeichnungen und Menhire z. B. um den Belchen (Hochschwarzwald) geben Hinweise darauf.



Abb. 6: Keltische Siedlungsanlage; im Hintergrund der Zeugenberg des Ipf (Nördlinger Ries) mit ehem. Fürstensitz (Grabung LDA Stuttgart, Dr. R. KRAUSE, 2004; Photo: BLÜMEL 2004)

Auffällig ist im weiteren Verlauf der klimatischen Entwicklung nach dem *Postglazialen Wärmeoptimum* (Dauer mehrere tausend Jahre) ein zyklisches Auf und Ab der Temperaturkurve im Abstand von einigen hundert Jahren (s. Abb. 11). So lässt sich die enorme Ausdehnung des Römischen Imperiums zumindest teilweise durch eine klimatisch günstige Situation erklären: Die Jahresmitteltemperatur in Europa ist 1 – 1,5°C höher als heute. Die Expansion und Verwaltung des Reiches wird z. B. erleichtert durch die auch winterliche Benutzbarkeit der Alpenpässe (vgl. auch Hannibals Alpenquerung).

Für die Römer besonders attraktiv waren – wie im Neolithikum – in Germanien die Beckenlagen und Flussläufe als Siedlungsräume. Städtegründungen wie Trier (älteste Stadt Deutschlands) und große Militärstützpunkte belegen eine leistungsfähige Landwirtschaft auch in peripheren Lagen. Im Jahr 54 n. Chr. gelang die Invasion Britanniens. Die Römer führten in der Folge den Weinbau in England ein – deutliches Signal für ein damals wärmebegünstigtes Klima und damit eine natürliche Determinante für eine krisenarme bzw. üppige Versorgung der Bevölkerung. Die Indikatoren

sprechen für recht stabile klimatische Verhältnisse bzw. für eine geringe, die Versorgung beeinträchtigende Variabilität der Witterung.

Der Nord-Süd-Handel florierte ebenso wie der West-Ost-Handel über die Seidenstraße, die dank entsprechender Versorgungsmöglichkeiten (Wasser, Landwirtschaftsprodukte) bis in das 4. Jahrhundert n. Chr. in Funktion war (LAMB 1989: 176).

## **7. Klimapessimum der Völkerwanderungszeit (3. – 6. Jahrhundert n. Chr.)**

Das eigenwillige Phänomen einer ‚Völkerwanderung‘ findet vielleicht am leichtesten in einer Verschlechterung der (klimatisch determinierten) Lebensgrundlagen, gefolgt von sozialen Krisen eine Erklärung. Nicht nur germanische Stämme der frühen nachchristlichen Jahrhunderte waren von einem neuen Klimapessimum betroffen. Neue Arbeiten in Mittel- und Südamerika belegen Klimawandel (zunehmende Aridität), Verlagerung von Siedlungsräumen und schließlichen Zusammenbruch von Kulturen.

### 7.1 Europa / Asien

Für den Zerfall und Untergang des Römischen Reiches gibt es ein ganzes Bündel von Erklärungen. Mitgewirkt haben sicherlich auch die Wirren der Völkerwanderungszeit, insbesondere die Goten. Die Gründe für einen so eigenwilligen und komplexen Prozess wie die Lebensraumaufgabe und –verlagerung können wiederum mit klimatischen Veränderungen in Verbindung gebracht werden: Das römerzeitliche Optimum geht über in ein kühles, stark wechselhaftes Klima in Süd- und Mitteleuropa. In den Alpen stoßen die Gletscher wieder vor. Römische Verkehrswege und Goldgruben werden zerstört. Die Baumgrenze sinkt ab.

Die europäischen Küsten erleben eine Zeit heftiger Sturmfluten und geomorphologischer Veränderungen. In Nord- und Nordwesteuropa verursachen Ernteauffälle gravierende Versorgungsprobleme und Hungersnöte. Letztere geben sehr wahrscheinlich den entscheidenden Anstoß für eine vor allem süd- und südwestlich gerichtete Wanderungsbewegung ganzer Volksstämme. Ab 300 n. Chr. bestimmen sinkende Temperaturen und Trockenheit das ‚Pessimum der Völkerwanderungszeit‘.

Für 270 n. Chr. werden Abkühlung und Aridisierung auch aus Italien, Arabien und Innerasien berichtet (DOLECEK 1999). Zwischen 300 und 400 n. Chr. lassen Dürreperioden den Handel über die Seidenstraße zum Erliegen kommen; sie verfällt (LAMB 1989). Die zeitgleichen Hunnen-Einfälle in Europa, die häufig als Auslöser der Völkerwanderung gesehen werden, könnten selbst klimatisch induziert worden sein, und zwar durch die Austrocknung der Weideflächen in Zentralasien. Vereinfacht betrachtet, könnte die Völkerwanderung mit einer klimatisch begründeten physischen

und sozialen Krise erklärt werden. Der Wanderungsbewegung fiel der Einbruch der Hunnen in die Flanke und verschärfte die Problemsituation.

## 7.2 Mittel- und Südamerika

Die mögliche globale oder kontinentübergreifende Auswirkung dieser Klimafluktuation zeigt sich in neueren Untersuchungen zum Untergang der Maya-Kultur auf der Yucatán-Halbinsel (Mexiko): Nach einer Zeit der Bevölkerungsexplosion auf mehrere Millionen Einwohner (550 – 750 n. Chr.) kam es auf Grund abnehmender Niederschläge, Bodenerosion und verstärkter Trockenperioden von 3 – 9 Jahren zu Nahrungsengpässen. Der Zusammenbruch der Maya-Kultur erfolgte im Zeitraum 810 – 910 n. Chr. (HAUG ET AL. O.J.); OSSING 2003).

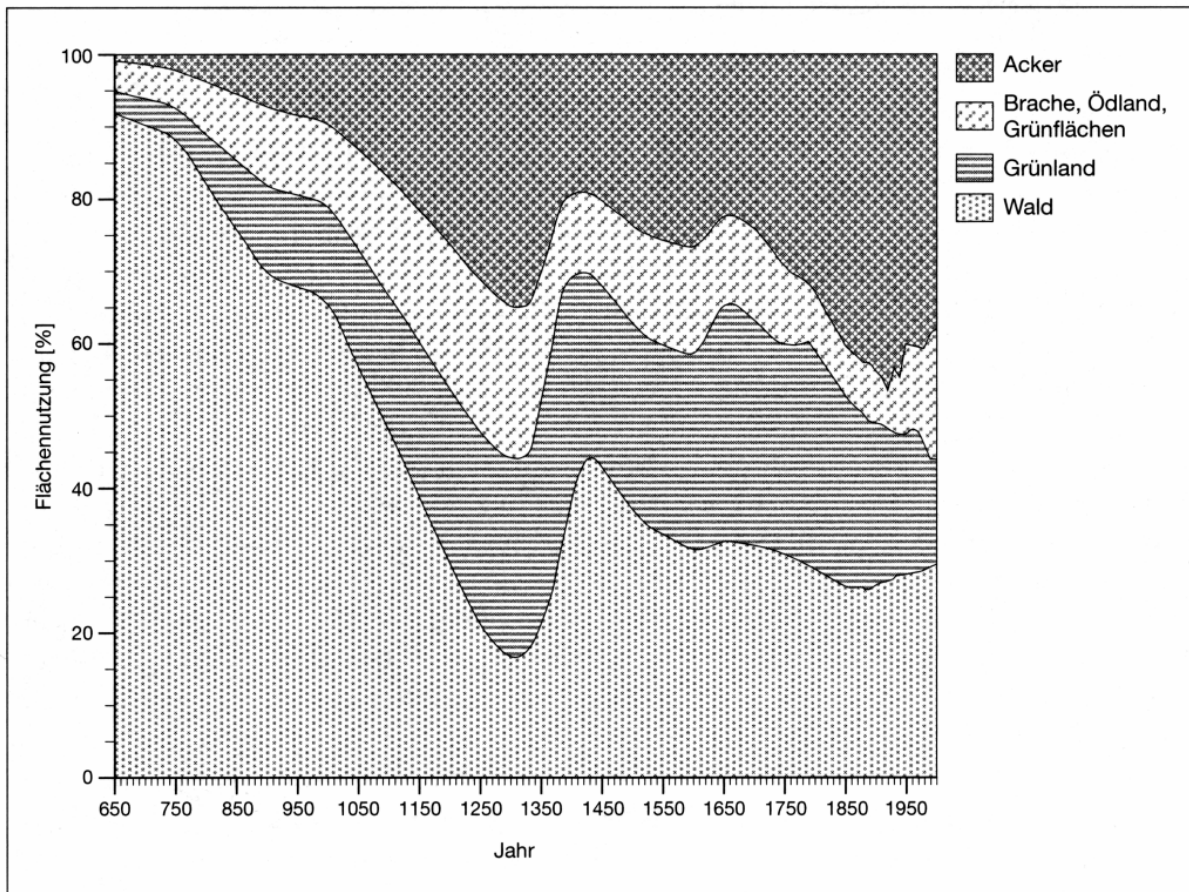
Betroffen vom Klimapessimismus wurden auch Teile Perus: Die Moche-Städte am Anden-Fuß bzw. küstennahen Raum wie Huaca del Sol wurden um das Jahr 600 n. Chr. kurzfristig verlassen – die Wüste dehnte sich aus. Unzuverlässiges Wasserdargebot in den Unterläufen der Anden-Flüsse und Dürren zwangen auch die Nazca-Kultur vom 3. – 7. Jahrhundert n. Chr., ihre Siedlungen weiter flussaufwärts zu verlagern. Im 7. Jahrhundert brach dann die Nazca-Kultur zusammen (EITEL ET AL. 2005).

## **8. Die hochmittelalterliche Klimagunst (1000 - ca. 1330 n. Chr.)**

### 8.1 Mitteleuropa

Ab dem Ende der schwierigen Ära Karls des Großen stellen sich wieder für einen längeren Zeitraum klimatisch günstige Umstände ein: Im Vergleich zu heute steigen die mittleren Temperaturen in Europa um 1,5 - 2°C. Die klimatische Gunstsituation führt zu einer kräftigen Bevölkerungszunahme und erlaubt die Ausdehnung der agrarischen Nutzfläche in die Mittelgebirge hinein. Die Anbauflächen liegen um 200 Meter höher als gegenwärtig. Vom 11. bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts erlebt die Kulturlandschaft Deutschlands ihre bisher größte Ausdehnung und ihre höchste Bevölkerungsdichte. Abbildung (7) zeigt die flächenhafte Entwicklung der verschiedenen Nutzflächenarten (Acker, Grünland, Brache) von 350 bis 1950 n. Chr.. Im Hohen Mittelalter geht der Flächenanteil des Waldes unter 20 % zurück. Entsprechend stark ist die Bodenerosion, die zu regional beträchtlichen Verlusten der Ackerkrume und zu mächtigen kolluvialen Ablagerungen in Talsohlen (Auelehm) und an Unterhängen führt.





**Abb.7:** Entwicklung der flächenhaften Landnutzung in Deutschland seit der Zeit der Völkerwanderung. Die Klimagunst des Mittelalters führt zu einer drastischen Entwaldung zu Gunsten von Acker, Grünland und Brache. Signifikant macht sich der Übergang zur klimatischen Krisenzeit der ‚Kleinen Eiszeit‘ bemerkbar (aus BORK ET AL. 1998).

Diese klimatisch-landwirtschaftliche Gunstperiode ist gekennzeichnet durch eine große Zahl an Städtegründungen. Es ist wohl die für das heutige mitteleuropäische Siedlungsgrundmuster entscheidende Phase der Kulturlandschaftsentwicklung. Das *Mittelalterliche Wärmeoptimum* ermöglicht auf Grund idealer und nachhaltiger landwirtschaftlicher Produktionsbedingungen die verlässliche Versorgung einer wachsenden städtischen Bevölkerung. Handel, Gewerbe und Dienstleistungen benötigen für eine dauerhafte Entwicklung ein leistungsfähiges agrarisches Umfeld mit deutlicher Überproduktion und verkraftet keine mehrjährigen Versorgungskrisen. Gesellschaften auf reiner Subsistenzbasis bzw. marginalen Produktionsbedingungen sind nicht in der Lage, ein funktionierendes, eigenständiges Städtesystem zu stützen. Damit erfährt die Hypothese eines klimatisch begünstigten Milieus als Determinante für die kulturgeschichtliche Prosperität dieser Jahrhunderte eine Bestätigung. Vergleichbar der Megalithkultur oder der gediegenen römischen Baukunst dokumentiert sich auch in der hochmittelalterlichen Architektur die naturgeographische Gunst dieser Zeit: Der aufwendige, handwerklich perfekte Stil der Gotik mit ihren himmelstrebenden Kirchenbauten steht sinnbildlich für die

Vitalität, Kreativität und Leistungsfähigkeit der Gesellschaft auf der Basis optimaler klimatischer Bedingungen.

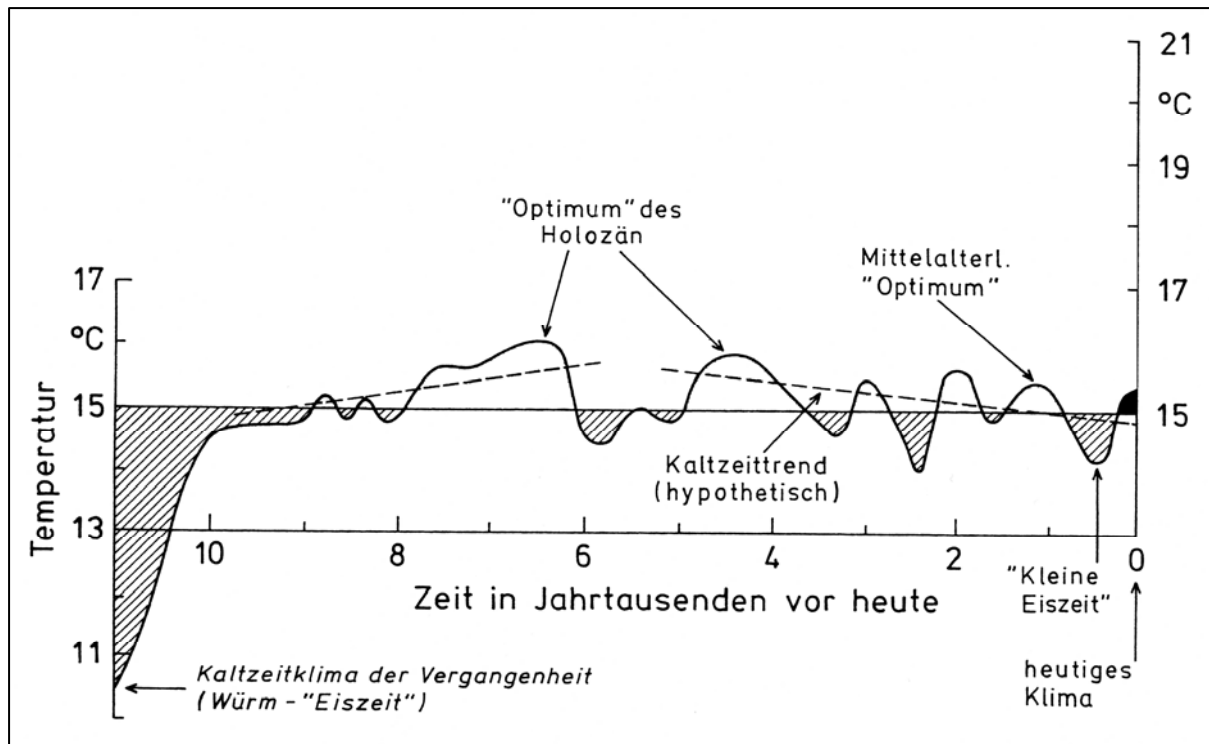


Abb.8: Rekonstruktion der Temperaturkurve der letzten 11000 Jahre (Postglazial); (verändert nach SCHÖNWIESE 1995)

## 8.2 Hohe Breiten

Der Anstieg des mittelalterlichen Temperaturniveaus begünstigte die Verbreitung des Weinbaus. Er dient als Indikator für das erhöhte Wärmeangebot, das nun auch in bisher ungeeigneten Lagen Ostpreußens, Pommerns oder Südschottlands Weinkulturen erlaubt. In Norwegen war in diesem Zeitraum Getreideanbau bis zu 65° Nord möglich. Bisherige Ungunstgebiete wie Island und Grönland (!) wurden im Mittelalter von den Wikingern besiedelt. Island bot damals Wälder und erlaubte neben der Schafzucht auch Getreideanbau (LAMB 1989).

## 8.3 Niedere Breiten

Die Frage nach der Reichweite solcher Klimafluktuationen mit wenigen hundert Jahren Dauer muss noch systematisch überprüft werden. Aus dem südwestlichen Afrika gibt es erste Befunde, die für das Mittelalter eine Feuchtphase in der heute extremen Wüste der namibischen Skelettküste ausweisen (BLÜMEL ET AL. 2000). Hier sind frühere Lebensspuren von Buschmann-Kulturen in Form von Steinsetzungen erhalten (Abb. 9). Es handelt sich um die Basis von Windschutzhütten aus groben Steinen sowie um Feuerstellen, aus denen datierbares Material geborgen werden konnte. Aus zwei Fundstellen wurden Knochen- und Holzkohlereste sowie Straußeneierschalen datiert. Die jeweilige <sup>14</sup>C-Datierung

ergab Alter von ca. 650 und ca. 980 Jahren vor heute - also die Zeit des Mittelalters. Die Knochen und Zähne stammen von zwei Antilopenarten (Springbock und Oryx-Antilope). Da Holz für die Windschutzhütten wie auch für die Feuerstellen benötigt wurde und Äsung für die Antilopen als Jagdwild existieren musste, lässt sich das Klimamillieu der heutigen Extremwüste während des Mittelalters als Dornbusch-Savanne ableiten. Gestützt wird diese Interpretation des Weiteren durch die Existenz früherer kleiner Täler, die auf autochthone (also örtliche) Niederschläge zurückgehen und die heute mangels Regen (< 20 mm Niederschlag/Jahr) nicht mehr durchflossen werden. Ebenfalls induzieren große Welwitschia-Pflanzen im östlichen Hinterland der Wüste ein ehemaliges Vorrücken der Savanne gegen die Wüste (BLÜMEL ET AL. 2000).

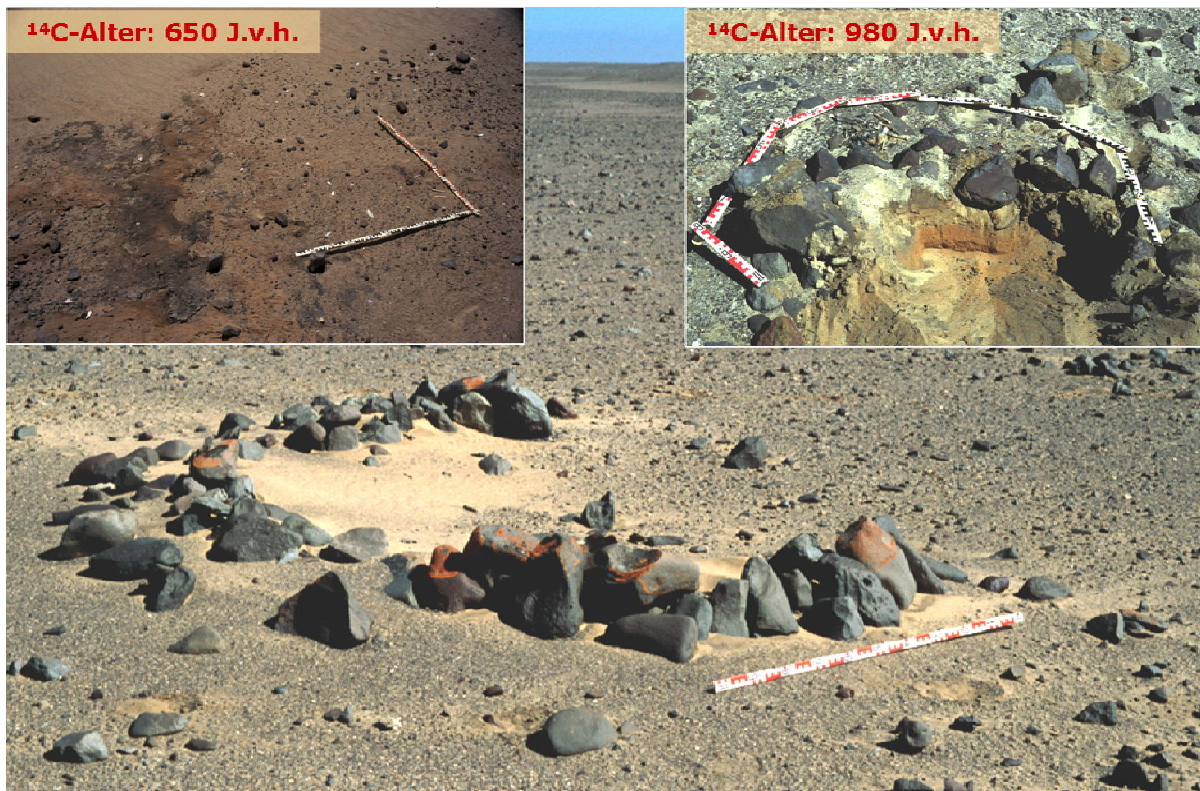


Abb. 9: Reste von Buschmann-Hütten und Feuerstelle in der heutigen Vollwüste ( $^{14}\text{C}$ -Alter ca. 980 J.v.h. sowie Brandplatz innerhalb eines Dünenfeldes;  $^{14}\text{C}$ -Alter ca. 650 J.v.h. (Skelettküste / Namibia). Die Datierungen an Antilopenknochen und Holzkohle sowie die große Zahl an Steinsetzungen lassen den Schluss zu, dass während des Mittelalters auf Grund größerer Reichweiten des Monsuns eine Art Dornbuschsavanne im Bereich der aktuellen Namib-Wüste entwickelt war (Photos BLÜMEL 1999 und 2002).

Aus dem Bereich des Anden-Fußes mit seinen Quebradas (heute inaktive Flussbetten) und der nördlichen Atacama-Wüste Perus kommen vergleichbare erste Befunde (EITEL ET AL. 2004). Auch hier sind zu verschiedenen Zeiten die Grenzen der Vegetationsstufen/-zonen auf Grund hygrischer Veränderungen verschoben worden. Für eine Feuchtphase um 1000 – 600 n. Chr. zeugen beispielsweise die aufgegebene ‚Großstadt‘ Ciudad Perdida de Huayuri im Gebirgszug zwischen Rio Grande und Rio Santa Cruz (Peru; Abb. 10)

sowie aufgelassene Kulturterrassen in den unteren Anden-Tälern (EITEL ET AL. 2005). Für die Zeit des Mittelalters ist in Peru eine größere Reichweite monsunaler Niederschläge über den Altiplano nach Westen und damit ein Zurückdrängen der Wüste in Richtung Pazifik erkennbar. Die Verhältnisse ähneln somit denen in der Namib.



Abb. 10: ‚Ciudad Perdida de Huayuri‘ am Fuß der Peruanischen Anden: Ihre Existenz als große städtische Siedlung verdankte sie einer feuchteren Klimaperiode des Mittelalters. Der Monsun reichte damals weiter nach Westen und verdrängte die Grenze der Atacama-Wüste in Richtung Pazifik (Photo: BLÜMEL 2004)

Als Fazit lässt sich feststellen, dass wärmere Klimaphasen in den Niederen Breiten (Randtropen, subtropische Trockengebiete usw.) sich als Perioden höherer Feuchte erweisen und damit die Lebensbedingungen und Lebensräume sowohl von Feldbau betreibenden Kulturen wie die von Wildbeutern verbessern und erweitern. Es scheint sich ein grober kausaler Zusammenhang auch in globaler Dimension abzuzeichnen: Temperaturerhöhung verändert den Feuchtegehalt der Luft; Passate und Monsune ändern ihre Dynamik und Reichweite. Aride Gebiete schrumpfen zu Gunsten von Steppen-, Savannen- und Waldvegetation.

## 9. Neuzeitliches Klimapessimismus: Die ‚Kleine Eiszeit‘

Die Namensgebung ‚Kleine Eiszeit‘ ist sicherlich nicht zutreffend. Zwar sind in der Zeit von etwa 1330 bis 1850 n. Chr. die Gletscher weltweit des Öfteren vorgestoßen und signalisieren damit Veränderungen im Temperatur- bzw. Strahlungshaushalt sowie im Niederschlagsgeschehen, doch vermittelt der Begriff eine falsche Vorstellung. Vielmehr wandelt sich das Witterungsgeschehen im europäischen Bereich zu einem erneuten kalten, vor allem wechselhaften Klimatyp mit entsprechend negativen Auswirkungen auf den wirtschaftenden Menschen. Was im Verlauf der folgenden Jahrhunderte den Menschen besonders zusetzt, ist die hohe Variabilität des Klimas, die Unzuverlässigkeit der saisonalen Abläufe. Daraus resultieren Missernten, Versorgungsprobleme, Hungersnöte. Hsü (2000:26-32) beschreibt eindrucksvolle Beispiele für die klimatische Sprunghaftigkeit im Witterungsverlauf der ‚Kleinen Eiszeit‘ und ihre Folgen für die Lebensumstände.

Der klimatische Umschwung vom begünstigten Hochmittelalter beginnt 1313 bis 1319 mit extremen Überschwemmungen. 1342 kam es zu einer ungeheueren Hochwasserkatastrophe in Mitteleuropa, in deren Gefolge die Kulturlandschaft beträchtlich umgestaltet wurde - durch Bodenerosion (BORK ET AL. 1998). Eine außergewöhnliche Wetterlage (5b ?) verursacht einen wolkenbruchartigen, mehrtägigen Dauerregen mit der Folge einer ‚Jahrtausendflut‘. Es wird geschätzt, dass die Hälfte des gesamten Bodenverlustes der letzten zweitausend Jahre allein diesem Ereignis zuzurechnen ist. Im Gefolge dieser Entwicklung treten Pest-Epidemien auf (1347 und 1352): Die Bevölkerung ist durch die klimatisch bedingte Mangelversorgung geschwächt und für Seuchen disponiert. Hunger und Pest reduzieren die Bevölkerung um mehr als 40 Prozent. Mitteleuropa erlebt einen zivilisatorischen Rückfall in Aberglauben und Hexenverfolgung.

Die ‚Kleine Eiszeit‘ ist geomorphologisch als globales Phänomen gut dokumentiert: Kräftige Gletschervorstöße hinterlassen entsprechende End- und Seitenmoränen in nahezu allen Gebirgen sowie in der Arktis. In den Alpen erreicht die Klimaverschlechterung vom 16. bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts ihre besondere Ausprägung (Gletschervorstöße, Absenkung der Waldgrenze usw.). Der Höhepunkt um 1640 fällt in die Zeit des Dreißigjährigen Krieges. Der süddeutsche Raum ist besonders von Missernten durch nasskalte Sommer und extreme Jahreszeitenausprägungen betroffen (Abb. 11 HUMMLER 1994). Das Getreide reift nicht mehr aus, die Ernte verfault, Mehltau oder anderer Pilzbefall beeinträchtigt das Erntergebnis. Unmittelbare Folgen der Agrar- und Sozialkrise sind Wüstungen in Mittelgebirgen; die Höhenlandwirtschaft wird aufgegeben. Mit der Abwanderung der Bevölkerung in die Städte verschärft sich dort die Versorgungslage und Hygienesituation. Getreide wird sehr knapp und teuer (GLASER 2001, HUMMLER 1994). Mitteleuropa erlebt einen weiteren

drastischen Bevölkerungsrückgang um 30 – 40 % und Auswanderungswellen in die Neue Welt.

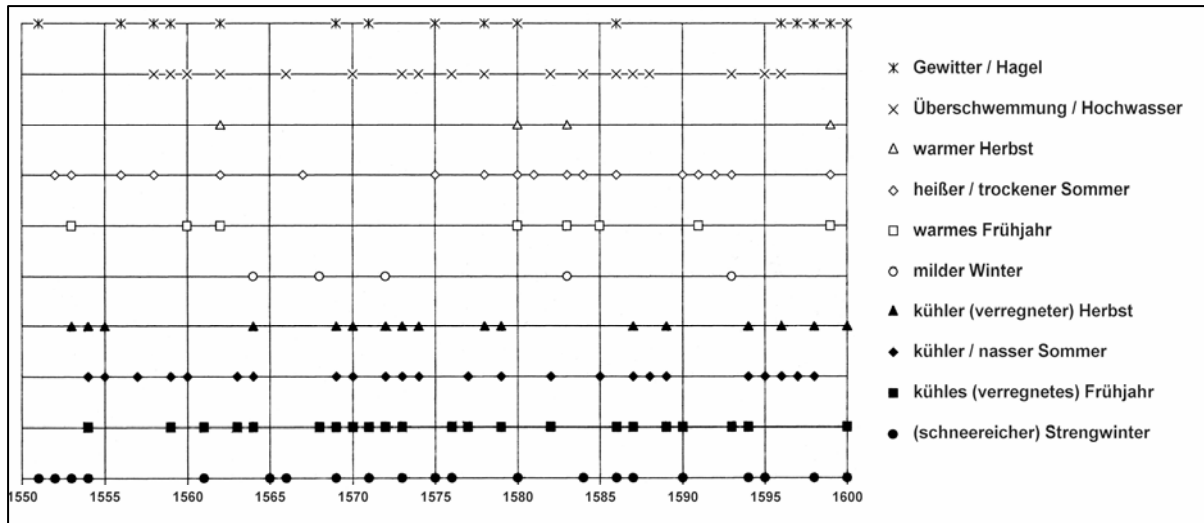


Abb. 11: *Rekonstruktion von Witterungsereignissen im 16. Jahrhundert: Deutschland wird in der ‚Kleinen Eiszeit‘ immer wieder von mehrjährigen Phasen besonders schlechter Witterungsabläufe heimgesucht. Die Jahreszeiten variieren sehr stark, sind unzuverlässig und verhindern so nötigen Erfolg von Saat und Ernte. Hungersnöte und soziale Krisen führen zu vermehrter Auswanderung (aus HUMMLER, 1994)*

Im nördlichen Europa erreicht die ‚Kleine Eiszeit‘ zwischen 1680 und 1700 ihren Höhepunkt. Schottland, Irland, Skandinavien und das Baltikum haben mit schlechten Getreidernten zu kämpfen. Im Nordatlantik weitet sich die saisonale Treibeisbedeckung wieder aus. Grönland wird vom Mutterland abgeschnitten. Die Wikinger werden von den Inuits verdrängt; sie verlieren ihre Siedlungen und ihr Territorium. Island wird zunehmend vom Treibeisgürtel blockiert.

Im südwestlichen Afrika verschüttet das Hoanib-Rivier seinen Galeriewald und den umgebenden Raum. Die bis zu 10 m mächtige Folge aus schluffigfeinsandigen Sedimenten ist nach unseren Untersuchungen auf eine zunehmende Aridität (durch Abkühlung) zurückzuführen. Der Fluss erhielt in seinem Einzugsgebiet weniger Niederschlag und konnte seine Sedimentfracht nicht mehr bis zum Atlantik durchtransportieren. Diese sog. Amspoort-Silte sowie die darin stehend eingebetteten und heute wieder freigelegten Bäume ergaben ein Alter zwischen 1470 – 1680 Jahren A. D. (EITEL ET AL. 2005). Dieses Beispiel zeigt wiederum, dass globale Abkühlung regional (v.a. Niedere Breiten) mit verringerten Niederschlägen bzw. geringeren Reichweiten niederschlagsbringender Windsysteme gekoppelt ist.

Gegenwärtig wird der ‚Kleinen Eiszeit‘ von verschiedenen Disziplinen vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt und gerade unter dem deterministischen Aspekt den Folgen der klimatischen Variabilität mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Das

erwachende Interesse an den historischen und prähistorischen Ereignissen, die sich im Rahmenthema ‚Klimawandel und Kulturgeschichte‘ verbergen, ist sicherlich auch aus der Unwägbarkeiten der zukünftigen Klimaentwicklung und ihren Auswirkungen zu erklären.

## **10. Ausblick in die aktuelle Warmzeit**

Mit dem Jahr 1850 geht die krisengeschüttelte ‚Kleine Eiszeit‘ zu Ende. Weltweit schmelzen die Gletscher zurück – für viele Beobachter ein Signal für einen *anthropogenen* Erwärmungseffekt, der mit der in Gang gekommenen Industrialisierung begründet wird. Nach dem voraus dargelegten scheint bei dieser Interpretation Skepsis geboten. Der Blick in die Vergangenheit belegt die Wechselfolge klimatischer Fluktuationen als *natürliche* Phänomene, deren Verursachung noch immer nicht zufriedenstellend erklärt werden kann. In dem Erwärmungstrend à priori eine ‚katastrophale‘ Entwicklung zu sehen, ist sicherlich überzogen. Was jedoch zu bedenken – und quantitativ nicht zu ermitteln ist – sind die möglichen zusätzlichen Erwärmungsimpulse, die von den CO<sub>2</sub>- und Methan-Emissionen ausgehen. Von daher ist jede Bemühung um Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen nachdrücklich zu unterstützen, zumal das Klimasystem mit seinen Selbstverstärkungseffekten oder Wechselwirkungen bis heute noch nicht annähernd detailliert verstanden wird.

Bei einer Welt mit sechs Milliarden Bewohnern ist ein paläoklimatischer Rückblick lehrreich, aber nicht unbedingt prognosefähig: Neben den Emissionen hat sich ein ungeheurer Flächenverbrauch und eine naturferne Flächennutzung eingestellt, die ebenfalls klimatische Wirkungen entfaltet (Albedo-Effekte, Oberflächenabfluss usw.). Schließlich ist durch die Intensität der Bebauung auch von Risikostandorten die Betroffenheit der Bevölkerung gegenüber natürlichen Prozessen wie Stürmen, Hochwässern oder Erdbeben überdimensional gestiegen. Insofern verdient die Bewertung der klimatischen Vergangenheit andere Maßstäbe als in einer überbevölkerten, regional hoch industrialisierten, insgesamt aber zunehmend naturferneren Ökosphäre.

### **Fazit:**

In prähistorischen wie historischen Zeiten waren in den Mittleren und Höheren Breiten wärmere Klimaperioden die Gunstphasen der Kultur- und Siedlungsentwicklung („Blütezeiten“). Entscheidend begründet werden sie durch ein geeignetes bzw. optimales Produktionsklima: In den feuchten Mittelbreiten z. B. ist vor allem das Temperaturniveau wichtig. Temperaturerhöhung bedeutet Sicherung und Optimierung des Ertrags bei Getreide wie auch beim Grünland (Winterbevorratung bei der Viehhaltung). So ist z. B. für das Hohe Mittelalter die Besiedlung höherer Stufen der Mittelge-

birge (auch auf nicht optimalen Böden) belegt. Besonders bedeutsam ist zusätzlich die Verlässlichkeit und damit die Berechenbarkeit der jahreszeitlichen Witterungsverläufe als Grundlage der Erntesicherung.

In Trockengebieten (Steppen, Trockensavannen, Halbwüsten, Wüsten) waren weniger die Temperaturerhöhungen für anthropogene Entwicklungen bedeutsam, vielmehr die meist damit verbundene erhöhte Niederschlagstätigkeit (hygrische Schwankungen). Sie führten zur Ausweitung der Weide- oder Jagd- und Sammelgründe, zur verbesserten Möglichkeit des Regenfeldbaus, zu verringertem Dürrierisiko usw.. Die Intensivierung der monsonalen oder passatischen Niederschläge und die vergrößerte Reichweite der Niederschlagsregime führten zur Verlagerung der Ökosystemgrenzen: Die besonders trockenen Regionen nahmen an Fläche ab. Kühlere Klimaperioden mit verminderter atmosphärischer Luftfeuchte führten zu gegenteiligen Effekte und Entwicklungen – Wüsten und ihre angrenzenden Trockengebiete dehnten sich aus.

„Ungünstige“ Klimaperioden waren gekennzeichnet durch Abkühlung sowie Aridisierung in Teilen der Niederen Breiten. Dies führte zu Wärmemangel und unregelmäßigen, abweichenden Saisonverläufen bzw. zu zunehmender Trockenheit und Dürre: Als Folge traten Missernten; Versorgungskrisen, Hungersnöte und Epidemien auf, die ihrerseits Bevölkerungsverluste, soziale Unruhen und die Aufgabe von Lebensräumen auslösten. Bevölkerungsmigrationen, Wüstungen oder letztlich der Untergang von Kulturen kennzeichnen drastisch diesen deterministischen Zusammenhang.

### Summary

Within the last years, research activities increasingly focus on climatic changes (Global Change, Global Warming) or variations are evident. Scientists try to find out, for example, about eventual aftereffects and how best to counterbalance. On the other hand, the last decades were characterized by a certain neglect of natural determinations on cultural development. Issar & Zohar (2004) detect (and postulate) a change in paradigms. This paper aims to show, how climatic fluctuations even in minor dimensions might have been responsible for environmental changes and how human activities and civilization have been determined in a positive or negative sense. The period regarded is the younger Quaternary, i. e. the last 20 000 years (Last Glacial Maximum / LGM and Holocene).

1. Pleistocene immigration from Siberia to North-America. One question to answer was the rapid spreading of the new 'indigenous' populations throughout the both Americas: Already 13 000 years before present (yrBP) people reached southern Chile (Monte Verde Culture): During LGM and Late Glacial periods, the global depression in temperature had caused



higher aridity. Open landscapes like savannas, steppes or deserts prevailed for example in South America. The tropical Amazonian rainforest in Brazil survived only in smaller isolated areas. Migration of hunting and gathering clans / tribes was rather easy in such open landscapes.

2. The climatic transition to the next interglacial period (Holocene) was intersected by the 'Younger Dryas Event' (13 000 – 11 560 yrBP). The outburst of huge quantities of melt-water from North-America into the Atlantic Ocean interrupted the Gulf Stream. Europe fell back into strong periglacial conditions: Woodlands supplying game, fruit and firewood disappeared again. Living conditions of the stone-age populations deteriorated.

3. Postglacial thermal optimum: From about 10 000 – 5 000 yrBP, a global climatic change took place. It was the warmest period since LGM up to now, with increased rainfall in dry-lands (shrinking of deserts; expanding of savannas and woodlands). The Saharan desert nearly disappeared and changed into a grass and bush savanna with lakes, periodic rivers and lots of game. Numerous artefacts and fossils document an abundant environment. Domestication of different animals and pastoral nomadism came about.

A settled way of life ('Neolithic Revolution') was developed in the Near East and spread out all over Europe. Impressive megalithic cultures even in higher latitudes indicate to optimal agricultural conditions and abundant food to put in enormous efforts to create stone circles like Stonehenge or large megalithic tombs. Astronomic functions and calendars integrated in the monuments prove the importance and perception of the climatic framework within the Neolithic civilization. It is obvious to recognize the Holocene Megathermal as the mystic 'Paradise', 'Garden of Eden' or 'Golden Era'.

4. The end of Paradise occurred about 5 300 ybp: The coldest Holocene period is symbolized in the snow-mummy called 'Ötzi', which was found on a yoke in the Austrian Ötztaler Alps. Ötzi died perhaps in a blizzard and remained buried until 1991. This so-called Bronze Age was an extreme time of deterioration and agricultural crisis (crop failure) in Europe accompanied by frequent famines. The tropospheric cooling caused the end of the 'Green Sahara' – the desert spread out again.

5. Climatic optimum: Celtic and Roman period: This period is known as Hallstatt and La Tène and (700 B.C. – 600 A.D.) It obviously was a very prosperous time with agriculture even in more elevated areas of German low-mountains. The Roman Empire spread out, occupied Celtic and Teutonic territories. Roman cities were founded here, supported by an abundant agricultural production. Indicators hint to stable climatic conditions with only low variability. The warmer climate allowed grapes being

grown even in Britain and more humid conditions supported intensive trading along the Silk Road to China.

6. Climatic pessimum from the 3<sup>rd</sup> to 6<sup>th</sup> century A.D.: The mysterious time of the Migration of Peoples in Europe can be explained by crop failure and famines caused by a worsening (cooling) of climate. Especially tribes living in northern or north-western European regions were concerned. Malnutrition and social unrest may have been responsible for the great migrations and conflicts in Europe. The Roman Empire collapsed. The Silk Road had to be abandoned because of water shortage and lack of supplies. Increasing aridity in the Asiatic steppes may be one climate determined reason for the advances of the Huns.

The global dimension of this climatic fluctuation is to be seen for example in the collapse of the Maya culture (Yucatán Peninsula) between 810 and 910 A.D.. Aridification seems also to be responsible for the abandoning of Moche and Nasca settlements in the Pacific-near regions of Peru.

7. The climatic optimum of the Middle-Ages (900 – 1330 A.D.): Warming and climatic stability led to a high agricultural productivity and surplus of food. In Central Europe thousands of cities were founded, forming distinctly the nowadays settlement network. Agricultural production spread out again into the low mountains, more than 200 m higher than today. The fascinating Gothic architecture symbolizes the prosperity and surplus of those times.

Higher latitudes allowed grain production like in Scandinavia (65° N) or vineyards in South Scotland. Vikings settled on Iceland and Greenland, discovered America the first time. In lower latitudes, deserts shrank because of increasing humidity (Namib, Atacama). Indigenous cultures profited from these hygric fluctuations which seem to be correlated with higher temperatures (greater monsoonal influence).

8. 'Little Ice Age' – the last climatic pessimum (1330 – 1850 A.D.): Beginning in the 14<sup>th</sup> century, climatic conditions deteriorated again: Cooling took place, glaciers advanced. Especially the course of seasons became uncertain. Vegetation period suffered, ending up in frequent crop failures. People starved and were victims of the pestilence ('Black Death'). The climax was reached in the 16. – 18. century. Settlements in European low mountains had to be abandoned. Overseas emigration took place in waves – triggered by starving, social crisis and armed hostilities or wars. Central Europe lost about 40 % of its population. Food production in higher latitudes like Scandinavia became scarce. Connections to Greenland and Iceland were cut off by drifting sea ice. The Inuits replaced the Vikings / Normans.

9. Recent warming: Since 1850, a world wide retreat of glaciers is to be observed – a signal of natural warming, evidently reinforced by anthropogenic emissions (esp. carbon dioxide) and land degradation / consumption. The synergetic processes caused by the greenhouse effect (progressive warming) now may have other consequences than in the past: Frequency and magnitude of gales, thunder-storms or floodings, for example, seem to have increased and may continue to do so. The gradient between the cold arctic air masses and warmer mid-latitude or tropic air escalates. More than 6 billion people, an ever increasing number, are left exposed to such natural hazards – a highly unsatisfactory, imminent and risky situation.

## Literatur

- BIEL, J. (Hrsg.) (1995): Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland. Kolloquium des Arbeitskreises Vorgeschichte der Archäologischen Denkmalspflege am 5. und 6. Mai 1994 in Bruchsal. – Stuttgart, 60 S.
- BLÜMEL, W. D. (2004): Steht „übermorgen“ der Golfstrom still? – Anmerkungen zum Klimakatastrophenfilm ‚The Day after Tomorrow‘. – Geographische Rundschau 56, H. 7/8, S. 64 - 65
- BLÜMEL, W. D. (2002): 20.000 Jahre Klimawandel und Kulturgeschichte – Von der Eiszeit in die Gegenwart. – Wechselwirkungen, Jahrbuch der Universität Stuttgart, S. 2 – 19
- BLÜMEL, W. D., EITEL, B. & LANG, A. (1998): Dunes in southeastern Namibia: Evidence for Holocene environmental changes in the southwestern Kalahari based on thermoluminescence data. – *Palaeo* 138, pp 139 – 149
- BLÜMEL, W. D., HÜSER, K. & EITEL, B. (2000): Landschaftsveränderungen in der Namib. – *Geographische Rundschau* 52, Braunschweig, S. 17 - 23
- BORK, H.-R., BORK, H., DALCHOW, C., FAUST, B., PIORR, H.-P. & SCHATZ, T. (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. – Gotha / Stuttgart, 328 S.
- BUSCHE, D. (1998): Die zentrale Sahara. – Gotha, 284 S.
- DEMENOCAL, P. B. (2001): Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene. – *Science*, Vol. 292, pp 667 - 673
- EITEL, B., BLÜMEL, W. D. & HÜSER, K. (2002): Environmental transition between 22 ka and 8 ka in monsoonally influenced Namibia . A preliminary chronology. – *Z. f. Geomorphologie N.F.*, Suppl.-Bd. 126, Berlin / Stuttgart, pp 31 -57
- EITEL, B., HECHT, H. S., MÄCHTLE, B. & SCHUKRAFT, G. (2005): Geoarchaeological Evidence from Desert Loess in the Nazca-Palpa Region, Southern Peru: Palaeoenvironmental Changes and their Impact on Pre-Columbian Cultures.- *Archaeometry* 47, pp 137 - 158
- EITEL, B., KADEREIT, A., BLÜMEL, W. D. & HÜSER, K. & KROMER, B. (2005): The Amspoort Silts, northern Namib desert (Namibia): formation, age and palaeoclimatic evidence of river-end deposits. – *Geomorphology* 64, pp 299 - 314
- FAGAN, B. (2004): The Long Summer – How Climate Changed Civilization. - London, 284 p
- FURRER, G. (1992): Zur Gletschergeschichte des Liefdefjords. –In: Blümel, W. D. (Hrsg.) *Geowissenschaftliche Spitzbergen-Expedition 1990 und 1991 „Stofftransporte Land – Meer in polaren Geosystemen“*. Stuttgarter Geographische Studien, Bd. 117, S. 267 - 278

- GEYH, M. A. (2005): Handbuch der physikalischen und chemischen Altersbestimmung. – Darmstadt, 211 S.
- GIESSNER, K. (2002): Sahara im Wandel der Zeit. – In: FRIEDHUBER, S. (Hrsg.): Uramazonas – Fluss aus der Sahara. – Graz, S. 142 – 163
- GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas - 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. – Darmstadt, 227 S.
- HAUG, G. H., GÜNTHER, D., PETERSON, L. C., SIGMAN, D. M., HUGHEN, K. A. & AESCHLIMANN, B. (2005): Does Climate make History? Climate and the Decay of the Maya Culture. – [www.gfz-potsdam.de](http://www.gfz-potsdam.de); 16.3.2005
- HÖNSCHEIDT, S. (2002): Holozäne Bodenbildung, Bodenabtrag und Akkumulation am Beispiel bandkeramischer Siedlungsreste bei Vaihingen / Enz (nordwestlich von Stuttgart). – Stuttgarter Geographische Studien 132, Stuttgart, 272 S.
- Hsü, K. J. (2000): Klima macht Geschichte – Menschheitsgeschichte als Abbild der Klimaentwicklung. – Zürich, 334 S.
- HUMMLER, B. (1994): Zusammenhänge zwischen Witterung und Kulturgeschichte am Beispiel Bietigheim im Zeitraum 1550 – 1900: Eine historisch-geographische Untersuchung. – Unveröff. Diplomarbeit, Institut für Geographie, Universität Stuttgart ISSAR, A. S. & ZOHAR, M. (2004): Climate Change – Environment and Civilization in the Middle East. – Berlin, Heidelberg, 252 p.
- KRAUSE, R. (1998): Die bandkeramischen Siedlungen bei Vaihingen an der Enz, Kreis Ludwigsburg (Baden-Württemberg), Mainz, 105 S.
- KRÖPELIN, S. (1993): Zur Rekonstruktion der spätquartären Umwelt am Unteren Wadi Howar (Südöstliche Sahara / NW-Sudan). – Berliner Geographische Abhandlungen 54, Berlin, S. 293
- KUHNEN, H.-P. & RIEMER, E. (1994 ): Landwirtschaft der Römerzeit im Römischen Weinkeller Oberriexingen. – Württembergisches Landesmuseum Stuttgart, 120 S.
- LAMB, H. H. (1989): Klima und Kulturgeschichte. – Reinbeck bei Hamburg, 448 S.
- MÜLLER-BECK, H. (Hrsg.) : (1983) Urgeschichte in Baden-Württemberg. - Stuttgart, 546 S.
- OSSING, F. (2005): Klimaänderungen und das Ende der Maya-Kultur. – Pressemitteilung GFZ Potsdam 13.3.2003; <http://idw-online.de/pages/de/news?print> 16.3.2005
- PACHUR, H.-J. (1987): Vergessene Flüsse und Seen in der Ostsahara. – Geowissenschaften, Jg. 5, H. 2: S. 55 – 64
- PETIT-MAIRE, N. & KRÖPELIN, S. (1991): Les climats holocènes du Sahara le long du Tropique du Cancer. – In: Petit-Maire, N. (ed.): Paléoenvironnements du Sahara. Lacs holocènes à Taoudenni (Mali), Paris, S. 205-210
- PETIT-MAIRE, N. & RISER, J. (Hrsg.) (1983): Sahara ou Sahel?. – Paris, 473 p.
- RAHMSTORF, S. (2000): The Thermohaline Ocean Circulation: A System with Dangerous Thresholds. – Climatic Change 46, S. 247 – 256
- RICHTER, J. (1991): Studien zur Urgeschichte Namibias. – Köln, 345 S.
- SCHÖNWIESE, CH. (1995): Klimaänderungen – Daten, Analysen, Prognosen. – Berlin / Heidelberg, 224 S.
- VOGEL, C. & RUST, U. (1990) : Ein in der Kleinen Eiszeit (Little Ice Age) begrabener Wald in der nördlichen Namib. – Berliner Geographische Studien 30, Berlin, S. 15-34
- WATERBOLK, H. T. (1968): Food Production in Prehistoric Europe. – Science 12, p. 1093 - 1102
- WHITMORE, T. C. (1993): Tropische Regenwälder – Eine Einführung. – Heidelberg, 275 S.

**Kontakt:**

Prof. Dr. Wolf Dieter Blümel  
Institut für Geographie  
Universität Stuttgart  
Azenbergstr. 12  
70174 Stuttgart

Tel.: +49 711 685 81410  
Fax.: +49 711 685 81472  
E-Mail.: [bluemel@geographie.uni-stuttgart.de](mailto:bluemel@geographie.uni-stuttgart.de)