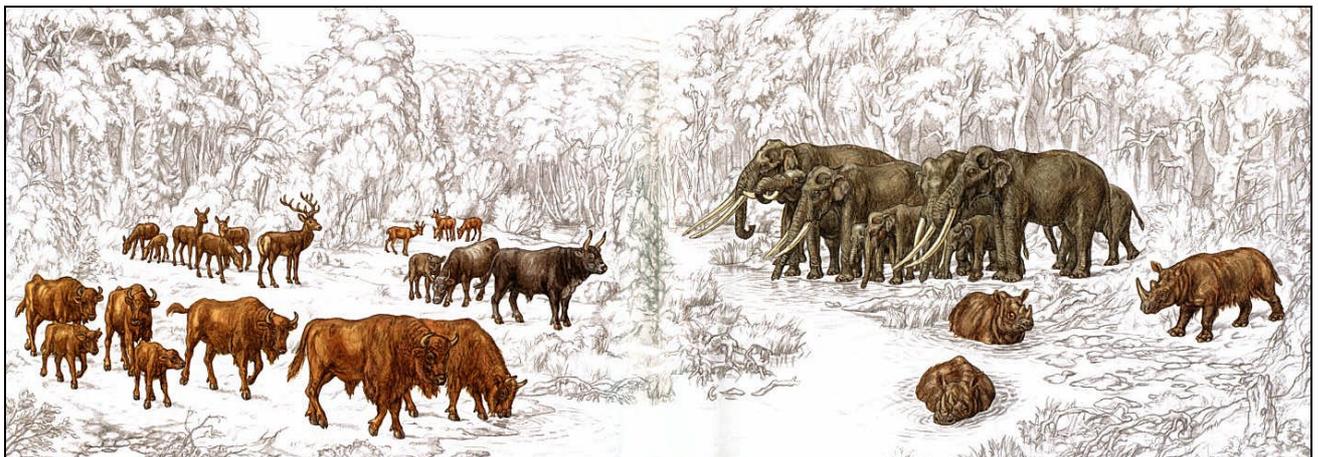


Daniela Hager
Spalenberg 55
4051 Basel
Tel. 061-262 03 87 oder 079-703 42 02
e-mail: hagerd@datacomm.ch

Die letzte Warmzeit in Europa

Entwicklung von Klima, Böden, Vegetation, Fauna und Menschen in ihrem Zusammenhang



Vordiplomarbeit

Prof. Dr. Jean-Marie Le Tensorer
Institut für prähistorische und naturwissenschaftliche Archäologie (IPNA)
4051 Basel

Status vom 1. April 2004

Titelblatt:

Abb. 1 Zur Waldfauna der letzten Zwischeneiszeit gehörten der Waldelefant, das Waldnashorn, der Steppenbison (vorne links), das Ur (links der Mitte), der Rothirsch und das Reh (Engesser et al. 1996)

Die letzte Warmzeit in Europa

Entwicklung von Klima, Böden, Vegetation, Fauna und Menschen in ihrem Zusammenhang

Inhalt

1.	Zusammenfassung	2
2.	Chronologischer Rahmen und Forschungsgeschichte	5
3.	Klimatischer Verlauf der letzten Warmzeit.....	8
3.1.	Anfangsphase	8
3.2.	Hauptphase	10
3.3.	Endphase.....	12
3.4.	Frühwürm	12
3.5.	Frage der klimatischen Instabilität während der letzten Warmzeit.....	13
3.6.	Erklärungsmodelle der klimatischen Entwicklung	13
4.	Paläobodenkomplexe	16
4.1.	Geologische Voraussetzungen	16
4.2.	Meikirch BE	16
4.3.	Noir Bois, Alle, JU	17
5.	Vegetation, Fauna und Menschen	20
5.1.	Vegetation und Flora	20
5.2.	Fauna	22
5.3.	Menschen	24
5.3.1	Materielle Kulturen	24
5.3.2	Lebensunterhalt	32
5.3.3	Menschenformen.....	34
A1.	Anhang: Klimaarchive und Klimarekonstruktionen	36
A1.1.	Meeressedimente.....	36
A1.2.	Kontinentale Eiskappen	36
A1.3.	Meeresspiegelschwankungen	40
A1.4.	Speläotheme (Höhlensinter)	42
A1.5.	Klimarekonstruktionen.....	43
	Bibliografie	45

1. Zusammenfassung

Nicht alle prähistorischen Hinterlassenschaften in Europa stammen aus der Eiszeit. In der europäischen Urgeschichte tauchen nicht nur Mammute und Wollnashorne, Rentiere und Steppenpferde auf; auch Elefanten und Flusspferde, Wasserbüffel und Wildschweine sind zu finden. Sie breiteten sich in der letzten Warmzeit auf dem europäischen Kontinent aus. Es gab nicht nur kaltklimatische Zwergbirken und Wachholdersträucher, sondern auch Laubwälder dominiert von Erlen, Haselnuss und Hagebuchen. Und es gab Neandertaler, die sich sowohl unter eiszeitlichen Bedingungen wie auch nach einer Klimaerwärmung um mehr als 10°C vor rund 130'000 Jahren in Europa zurechtfinden.

Aus der Überzeugung, dass die Beschäftigung mit Geschichte ihren Bezug zur Gegenwart haben soll, möchte ich mich in dieser Vordiplomarbeit mit der *letzten* Warmzeit auseinandersetzen, ein besseres Verständnis davon erhalten und folgende **Fragen** beantworten:

1. Was ist eine Warmzeit bzw. eine Zwischeneiszeit und woran lässt sie sich erkennen; was für Zeugen haben wir?
2. Wie wird die Klimaerwärmung zu Beginn der letzten Zwischeneiszeit und die Abkühlung am Ende erklärt? Wie stabil erwies sich das warme Klima? Wie sah das Klima hydrologisch aus?
3. Was waren die Auswirkungen in Europa auf Flora und Vegetation, auf die Fauna und, falls zulässig, auf die Menschen? Gibt es Zusammenhänge zwischen dem relativ warmen Klima des Eems und der Kultur und dem Lebensunterhalt jungpleistozäner Hominiden?

Die Literaturarbeit wurde aus Anlass eines Blockseminars zur Quartärgeologie im Sommersemester 2002 begonnen und ist nun als Vordiplomarbeit fertiggestellt worden. Die Fragestellung hat sich im Verlauf auf Klima, Vegetation, Fauna und menschliche Hinterlassenschaften erweitert. Die vorliegende Arbeit reflektiert einen Lernprozess und enthält deshalb sowohl Grundlagen (eher im Anhang) wie auch Auszüge aktueller Forschungsergebnisse¹.

Die wichtigsten **Antworten** sind:

1. Klimatischer Verlauf: Der Übergang vom Glazial 6 zum Interglazial 5e verlief in drastischen und schnellen klimatischen Änderungen. Zunächst stiegen die Temperaturen allmählich an. Der Gehalt an atmosphärischen Treibhausgasen nahm parallel dazu zu, sprang dann aber auf einen Maximalwert, zeitgleich mit einem intensiven Gletscherrückzug in der nördlichen Hemisphäre und einem Anstieg der relativen Meeresspiegel. Erst 6 ka später, als die Laurentischen und fennoskandinavischen Eiskappen schon vollständig zurückgeschmolzen waren, breiteten sich im Südwesten Europas mediterrane und eurosibirische Bäume aus (um 126 ka). Für die Stationen im Velay und anderen folgte nach der abrupten Erwärmung zu Beginn des Eems ein klimatisches Optimum mit einer Dominanz von Eichen und Hasel innerhalb der ersten 3 ka des Eems. Auf der Höhe von Amsterdam dürfte die Jahrestemperatur 2-3°C höher als heute gewesen sein. Mit der Verbreitung der von Hagebuche dominierten Wälder gab es eine allmähliche Klimaverschlechterung, gefolgt von einer langsamen graduellen Temperaturabnahme bis zur Schwelle mit einem abrupten Rückgang, welche den Übergang zum Mélisey I Stadial markiert. In Südwesten Europas überdauerte die Pflanzendecke bis weit ins Stadial 5d hinein (bis 110 ka).

Um 126 ka (zu Beginn des Eems) kam im Nordatlantik die thermohaline Zirkulation in Gange; der Golfstrom brachte warme Luftmassen und Niederschläge in den Norden. Die kontinentalen Gletschermassen bauten sich allmählich wieder auf, der Meeresspiegel ging zurück. Nach 110 ka unterbrachen signifikante Eisberge im Nordatlantik die thermohaline Zirkulation und führten zu einem abrupten Wechsel der Temperatur- und Niederschlagsregime. Dieser erste markante Kälteschub liess auch die alpinen Gletscher kräftig vorstossen; das Frühwürm hat begonnen.

2. Während in hohen (und mittleren) Breitengraden die *Temperaturschwankungen* einen limitierenden Faktor für die Entwicklung von Flora und Fauna darstellen, sind es in den niederen eher *hydrologische*

¹ Anzumerken ist, dass es nicht möglich war, die umfangreiche Literatur der letzten Jahre – zu einem weit gefassten Thema – auszuwerten. Eine Recherche in der Zeitschrift *Nature* ergab beispielsweise für das Stichwort "Eem" mehr als 300 Treffer. Im Web of Science fanden sich unter dem Stichwort "*Last Interglacial*" 717 Artikel seit 1995...

oder *pluviatile* Bedingungen. Das Eem, verstanden als Biozone, dauerte demnach je nach lokalen klimatischen Verhältnissen unterschiedlich lange. Im Südwesten Europas dauerte es 16 ka, im nördlichen Mitteleuropa 11 ka, im Vorderen Orient 5 ka.

3. Zur Frage der klimatischen Instabilität: nach zehnjähriger intensiver Forschung scheint sich ein Konsens auszubilden, dass das Eem während der Hauptphase in mittleren Breiten, insbesondere im Vergleich zu Kaltzeiten, ein stabiles Klima aufwies.
4. Als exogener Hauptauslöser für Klimaschwankungen gilt für die letzten 400-800 ka die geringfügige Änderung der Erdbahnelemente (Milankovic-Zyklen) und die Verteilung der Sonneneinstrahlung nach Breitengrad auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre. Die Reaktion des Klimasystems auf die orbitalen Schwankungen ist nicht linear; insbesondere die Exzentrizität trägt zur Einstrahlung insgesamt zu wenig bei, als dass damit die deutlichen klimatischen Umschwünge von einem Hochglazial zu einem Interglazial alle 100 ka direkt erklärt werden könnten. Erst aufgrund verstärkender Rückkopplungs- (*feedbacks*) und Kippeffekte nach einem Überschreiten von Schwellenwerten bewirken diese Änderungen der Einstrahlung globale Klimaschwankungen.

Für die kommenden 50 ka sind (wie vor 400 ka während des marinen Isotopenstadiums 11) von den Erdbahnparametern im Prinzip keine Impulse auf allfällige Klimaschwankungen zu erwarten.

5. Paläoböden erscheinen aus zwei Gründen als Hiaten in einer Stratigrafie: 1. Während einer Bodenbildungsphase dominieren Verwitterungsprozesse über die sedimentären Vorgänge wie Akkumulation oder Erosion. 2. Paläoböden werden zu Beginn eines Stadials oder Glazials oft durch Erosion gekappt. Fundeplätze einer Warmzeit sind also nur in bodenkonservierenden topografischen „Gunstlagen“ erhalten. Exemplarisch würden die Fundstellen von Meikirch II und Noir Bois beschrieben.
6. Vegetation und Flora: Während des Letzten Interglazials verschoben sich die Vegetationszonen in typischer Weise den ökologischen Rahmenbedingungen entsprechend über Breitengrade und Höhenzonen hinweg. Charakteristisch für das Eem sind: ausgedehnte Hagebuchenwälder in warm-kontinentalen Tieflagen, in luftfeuchten kühleren Lagen des Alpenumkreises stattdessen Weisstannen, eine kurze ausgeprägte Eibenexpansion. Klimaanzeiger wie Buchsbaum, Stechpalme, Wassernuss kamen in weit höher gelegenen Breiten vor als heute.
7. Die Fauna der Eem-Warmzeit änderte sich mit zunehmender Bewaldung von einer Kalt- zu einer Waldfauna. Das Vorkommen von Flusspferden und Wasserbüffeln setzt milde Winter voraus und kennzeichnet so Klimaabschnitte mit starkem atlantischem Einfluss. Sie müssen an Gewässern in den Flusslandschaften gelebt haben, die im Winter nicht zufroren und den Tieren Schutz vor der Kälte boten. Rezent kommen beide in tropischen und subtropischen Regionen vor. Der Lebensraum von Tieren wie Steinbock und Gemse, die sich heute in ihr alpines Reliktareal zurückgezogen haben, war während des Eems weit ausgedehnter. Mit dem Ausklingen der Eem-Warmzeit verschwinden der Waldelefant und das Merck'sche Nashorn, sowie mit ihnen der Wasserbüffel und wahrscheinlich auch das Flusspferd endgültig aus Europa, während die übrigen grossen Huf- und Raubtiere den längsten Teil des letzten Glazials überdauern.
8. Jungpleistozäne Hominiden: Deren dauerhafteste Hinterlassenschaft, die Steingeräte, lässt sich generell dem Moustérien und Micoquien zuordnen. Das Steingeräteinventar der Fundstellen, die in das MIS 5e datiert werden, fallen weder in Hinblick auf die Grundformproduktion noch auf die modifizierten Artefakte auf. Es gibt keine typischen Artefakte, mit welchen die Fundstellen des Eems datiert werden könnten. Möglicherweise sind Mikro-Levalloiskerne und Inventare mit gekerbten und gezähnten Stücken ein warmzeitliches Merkmal; sie können auch Ausdruck einer kulturellen Identität sein. In der Übergangsphase von Stadium 5e zu 5d kommen einige Grundformen vor, die als Klingen angesprochen werden können. Zur Lebensweise der unter warmzeitlichen Bedingungen lebenden Hominiden werden aus Analogien abgeleitete Hypothesen dargestellt. Von den 31 erwähnten Fundschichten lassen sich zehn relativ-chronologisch einordnen. Die menschlichen Ueberreste aus vier eemzeitlichen Fundstellen weisen Merkmale des klassischen Neandertalers auf. *Homo sapiens* breitete sich indessen während oder bald nach dem letzten Interglazial zusammen mit afro-arabischer Fauna bis in den Vorderen Orient aus.

9. Die Eem-Warmzeit ist in einer Reihe von ozeanischen, kryosphärischen und kontinentalen Paläoarchiven gespeichert.
- a. Zu den wichtigen ozeanischen Archiven gehören die Ablagerungen in der Tiefsee wie auch in Schelfmeeren; letztere können terrestrische Informationen aus Zuflüssen enthalten².
 - b. Eisbohrkerne in der Antarktis und auf Grönland. Aus der Antarktis können heute neben dem bekannten Eiskern von Vostok auch neuere Bohrungen mit feinerer Auflösung wie Dome Fuji genannt werden. Die grönländischen Archive scheinen während der Eem-Warmzeit gestört zu sein; Ausdehnung und Höhe des grönländischen Eisschildes war während der wärmsten Phase des Interglazials deutlich geringer als heute.
 - c. Vorzügliche kontinentale Klimaarchive stellen Pollen und Makroreste, Insekten (Coloepteren) und Mollusken dar. Sie geben hochauflösende Informationen über den zeitlichen Vegetations- und Klimaverlauf. Aufgrund der heutigen ökologischen Ansprüche lassen sich die klimatischen Verhältnisse in Bezug auf Temperatur und Niederschlag rekonstruieren. Unterschiedliche Methoden der Klimarekonstruktion führen zur Zeit noch zu uneinheitlichen Resultaten.
 - d. Über pluviale Bedingungen können zudem Speläotheme (Höhlensinter) Auskunft geben.

² wie z.B. im Bohrkern MD95-2042 südwestlich der portugiesischen Küste (Shackleton et al. 2003).