*Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin* *129 (2016), 69–83*

Klaus-Dieter Jäger (MLS)

# Niederschlagsschwankungen in Mitteleuropa während der letzten Jahrtausende der Nacheiszeit und deren historische Folgen

„Klimaänderungen und Klimaschwankungen“ (Wagner 1940) schließen die zeitliche Veränderung einzelner, mehrerer oder auch aller Klimaelemente ein. Vorrangige Aufmerksamkeit gewinnt von den Klimaelementen in Bezug auf den gegenwärtig ablaufenden Klimawandel in Wissenschaft und Medien dabei die Temperatur, deren Messung gegenwärtig global wie vielfach auch regional oder selbst lokal einen tendenziellen Anstieg von Mittelwerten zeigt und Anlass zu Besorgnissen und dem Ruf nach Gegenmaßnahmen gibt. (z.B. u.a. Lanius 2009, S. 37ff.).

Veränderungen des Klimas sind jedoch keinesfalls ein nur die Gegenwart betreffendes oder bedrückendes Phänomen.

Klimatische Zustände, Änderungen und Ereignisse sind schon über Jahrhunderte vor der Gegenwart beobachtet, registriert, beschrieben und bewertet worden (Pfister 1999; Pfister et al. 1999; Glaser 2001; Börngen/Deutsch 2013 u.v.a.). Dabei sind Daten zu allen Klimaelementen erfasst und ausgewertet worden.

Die Fülle überlieferter Daten und auch deren Qualität mindert sich aber bei weiterem Zurückschreiten in die Vergangenheit. Instrumentell abgesicherte Messwerte gibt es nur etwa seit dem 17./18. Jahrhundert (v. Rudloff 1967), und die Quantität schriftlicher Belege wird auch umso geringer, je weiter zurück.

In zunehmendem Maße ersetzen in dieser Richtung Proxy-Daten die schriftlichen und bildlichen Belege und nehmen deren Stelle ein.

Tier- und Pflanzenfossilien in Ablagerungen aus fernerer Vergangenheit informieren noch über Umwelt und auch Klimaverhältnisse ihrer Entstehungszeit, mit Aussagen, die vor allem ein Klimaelement betreffen, und das ist wieder die Temperatur. Daraus ergibt sich eine ähnliche Fokussierung auf dieses Klimaelement, wie unter völlig anderen Voraussetzungen auch für die Gegenwart. Deutlich wird das an Aussagen über vergangene Klima-

bedingungen anhand solcher Proxy-Daten, die von Botanikern aus der Pollenanalyse abgeleitet werden (Firbas 1949) oder von Zoologen, z.B. aus der Paläomalakologie (Conchylien fossiler Mollusken: Ložek 1964; Mania 1973).

Die Kennzeichnung der klimatischen Entwicklung in den letzten über 10.000 Jahren als auch die zeitliche Stufengliederung dieses im geologischen Sprachgebrauch unter dem Begriff Holozän zusammengefassten Zeitraums nach A. Blytt (1876) und R. Sernander (1926) stützt sich auf derartige Proxy-Daten zur Entwicklung der Temperatur (Firbàs 1949).

Doch unterlagen im gleichen Zeitraum auch andere Klimaelemente der zeitlichen Variation, z.B. der Niederschlag bzw. die Niederschlagsverhältnisse, nur dass die vergleichende Auswertung geeigneter Proxy-Daten ungleich schwieriger sein kann.

So gibt es durchaus in Ablagerungsfolgen dieses Zeitraumes Zeugnisse für die Variabilität des Landschaftswasserhaushaltes, jedoch geht dessen Veränderlichkeit durchaus nicht nur auf veränderliche Niederschlagsmengen und -intensitäten zurück, sondern es bilden sich darin z.B. auch wechselnde Verdunstungsintensitäten als Folge veränderlicher Mittelwerte der Temperatur ab. Die Auswertung von Proxy-Daten für verschiedene Klimaelemente muss also abgeglichen sein. Im Unterschied dazu kann sich diejenige von Proxies für die Temperatur vielfach auf einfache aktualistische Erfahrungen stützen, d.h. auf aktuell bekannte Grenzwerte für den aktuellen Lebensbereich von Tier- und Pflanzenarten. Beispiele legte z.B. der dänische Botaniker J. Iversen (1944) für Fossilnachweise der Blütenpollen von Efeu (*Hedera helix*), Stechpalme (*Ilex aquifolium*) oder Mistel (*Viscum album*) vor (Litt 1994, S. 47; vgl. auch Frenzel 1967, S. 43).

Aussagen über Schwankungen im Landschaftswasserhaushalt und der darin widergespiegelten Niederschlagswerte stützen sich demgegenüber auf vormals wechselnde Spiegelhöhen bzw. Wasserstände von Still- und Fließgewässern, die in der Schichtenfolge der Ablagerungen aus diesen Gewässern dokumentiert sind. Am deutlichsten wird das an Schichtenfolgen aus Gewässern, die zumindest in der Vergangenheit kalkhartes Wasser führten. Dort sind die Ablagerungen kalkreich bis kalkig, d.h. Kalkabsätze von Binnengewässern im Sinne von A. Thienemann (1955, S. V), d.h. an Quellen, Bächen, Flüssen, Strömen, Seen, Teichen und Kleingewässern, die wir zusammenfassend auch als Binnenwasserkalke bezeichnen (Jäger 1967, S. 8ff.).

Von Veröffentlichungen über einzelne Vorkommen und Ausprägungen von Binnenwasserkalken abgesehen geht die erste umfassende Darstellung auf J. Pia (1931) zurück. Ein eindruckvolles Beispiel für deren aktuelle Genese bildet die Seenkette von Plitvice in Kroatien (u.a. Božičevič 2003; Abb. 1).

Abb. 1: Plitvice (Kroatien)
Subhydrische Ablagerungsräume für Binnenwasserkalke in den Plitvicer Seen (Plitvička jezera), aktuell. (Foto: Verfasser)

In Mitteleuropa ist deren Entstehung in der jüngsten erdgeschichtlichen Vergangenheit in verkarsteten Kalkgebirgslandschaften verbreitet. Gelegentliche Aufschlüsse in verschiedenen Teilbereichen vor allem des südlichen Mitteleuropa zeigen einen, nicht selten mehrfachen, Wechsel von einander überlagernden Schichten von hellen (meist weißen) Kalkabsätzen und zwischengeschalteten dunklen (meist grauen) Humushorizonten begrabener Böden vom Rendzina-Typ (Kubiena 1953; Abb. 2).

Als Belege seien im Westen des südlichen Mitteleuropa Wittislingen bei Lauingen in der Schwäbischen Alb (Seitz 1951; Abb. 3), in der Mitte das thüringische Jena-Wöllnitz (Pennickental: Jäger 1982, 2009; Abb. 4) und im Osten Hrhov in der südlichen Slovakei (Ložek 1955; Ložek/Prošek 1956; Abb. 5) angeführt.

Die Ablagerung der Kalkabsätze erfolgte aus dem kalkharten Wasser der Gewässer und setzte aus, sobald diese trocken fielen. Dann geriet der zuvor abgesetzte Binnenwasserkalk unter subaerische Bedingungen. Folglich trat Bodenbildung ein, d.h. ein humoser Oberboden (A-Horizont) trat an die

Abb. 2: Jabloňov (okr. Rožňava, Slovakei), Evetesi malom
Begrabener Humushorizont (Rendzina), innerhalb einer Ablagerungsfolge holozäner Binnenwasserkalke. (Foto: Verfasser)

Stelle der subaquatischen Karbonatsedimentation. Das damit angezeigte Trockenfallen des (zuvor kalkabsetzenden) Gewässers zeigt zunächst eine Verminderung des örtlichen Wasserangebotes an, entweder infolge verminderter Niederschläge oder vielleicht auch erhöhter Verdunstung (etwa infolge gestiegener Temperaturen).

Häufig sind mit den begrabenen Humushorizonten archäologische Zeugnisse zeitgleicher menschlicher Besiedlung verbunden (Abb. 6). Damit werden die durch die Bodenbildung angezeigten subaerischen Bedingungen auf der vormaligen Wasserfläche nicht nur bestätigt, sondern zugleich auch datiert.

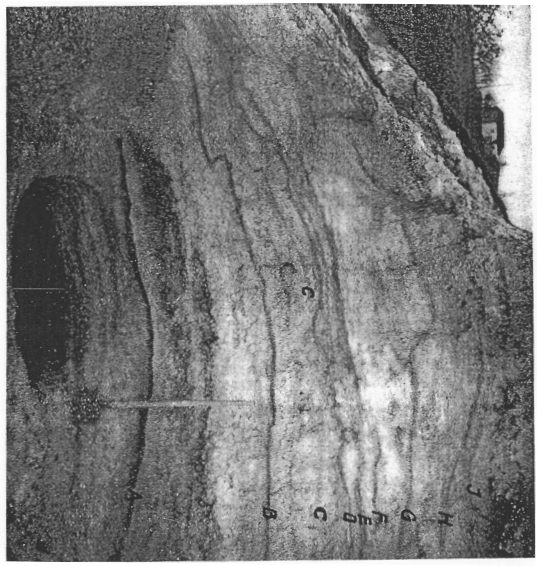

Abb. 3: Wittislingen (Lkr. Lauingen/Donau, Bayern)
Abfolge holozäner Binnenwasserkalke mit mehrfach zwischengeschalteten begrabenen Humushorizonten (Rendzinen), nach Seitz (1951, Taf. IV).

Eine zunächst überraschende Beobachtung ist, dass die Datierungen für solches Trockenfallen von Gewässern oder von Teilbereichen von Gewässern anhand begrabener subaerischer Bodenhorizonte (Humus-Horizonte) in subaquatischen Sedimentschichtenfolgen in ganz unterschiedlichen (oft verkarsteten) Teilregionen Mitteleuropas synchron sind. Die Gleichzeitigkeit reicht von der Schwäbischen Alb (Wittislingen bei Lauingen/Donau) über Thüringen (Jena-Wöllnitz, Pennickental) bis zur südlichen Slovakei (Hrhov bei Rožňava) und bedeutet: Gleiche Ursachen in einem ausgedehnten Gesamtgebiet Mitteleuropas!

Aus der Größe der von dieser Synchronität betroffenen Gebiete Europas und darüber hinaus der differenzierenden Vielfalt von Reliefpositionen und Lagen im Gewässernetz ergibt sich zwangsläufig die Frage nach allen Plätzen gemeinsamen Ursachen, die überall gültig sein können und von Geländelage, Relief und Gewässernähe unabhängig wirksam werden konnten. Dafür bietet sich allein das Klima an, als Klimaelement vorzugsweise der Niederschlag.

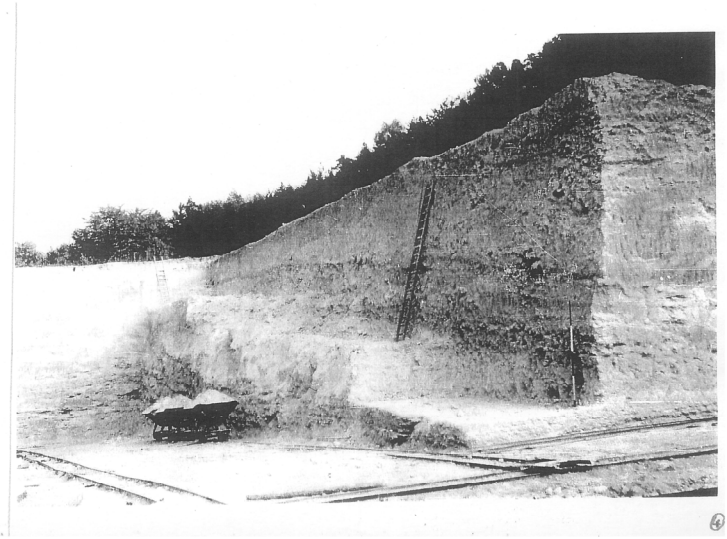

Abb. 4: Jena-Wöllnitz (Stkrs. Jena, Thüringen)
Abfolge holozäner Binnenwasserkalke (Dauch)
mit mehrfach zwischengeschalteten begrabenen
Humushorizonten (Rendzinen). (Foto: Verfasser)

Dank der Vielzahl archäologischer Datierungen und überdies teilweise verfügbarer 14C-Daten ist die Synchronität der begrabenen Böden in unterschiedlichen und häufig weit voneinander entfernten Teilregionen Mitteleuropas gut gesichert und ihre zeitliche Verteilung über die mehr als 10.000 Jahre der Nacheiszeit in Mitteleuropa präzise bestimmbar (Jäger/Hupfer 2013; Abb. 7).

Diese Gleichzeitigkeit geht über die Grenzen der mitteleuropäischen Klimaregion hinaus, z.B. im südlichen Kaukasus-Vorland, wie anhand dortiger Aufschlüsse, z.B. in Armenien, und dort verfügbarer radiometrischer Datierungen (14C-Daten: Aslanyan/Sayadjan et al. 1977) deutlich wird.

Das Klimaelement Temperatur ist unabhängig von diesen Synchronismen durch andere (z.B. paläoontologische) Proxy-Daten erfasst und änderte sich nicht gleichsinnig.

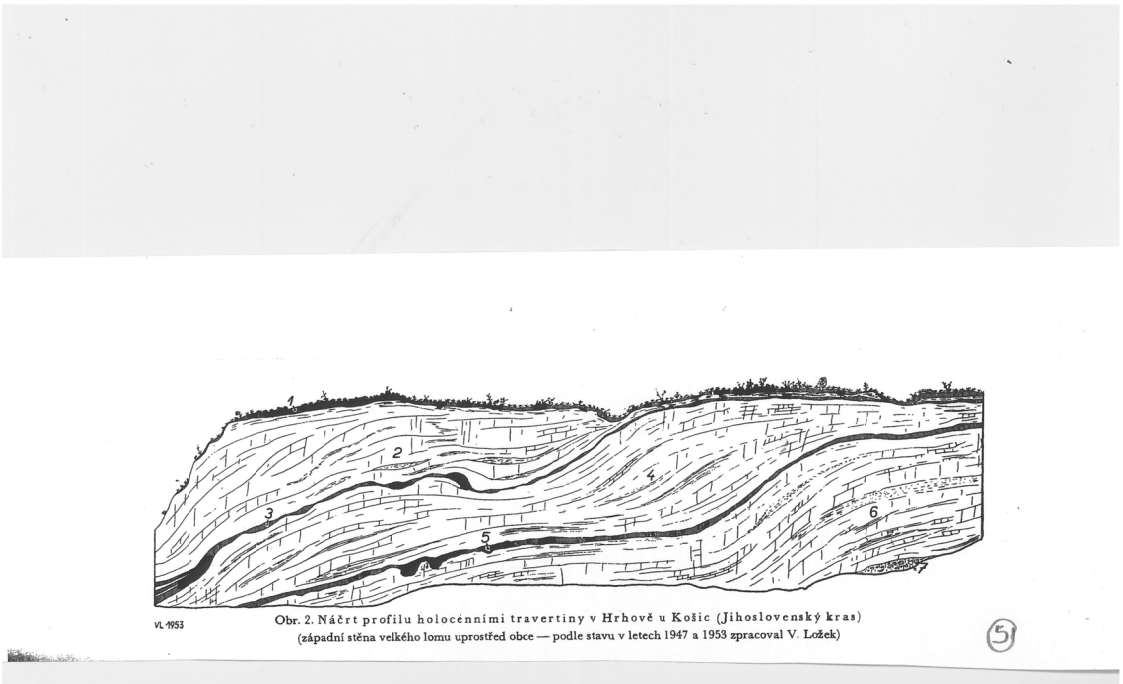


Abb. 5: Hrhov (okr. Košice, Slovakei)
Abfolge holozäner Binnenwasserkalke mit wiederholt zwischengeschalteten begrabenen Humushorizonten (Rendzinen), nach Ložek (1955, S. 76–77)

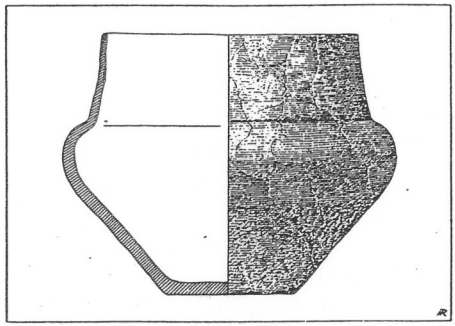

Abb. 2. Vorratsgefäß von Jena-Oberwöllnitz. 1:9.

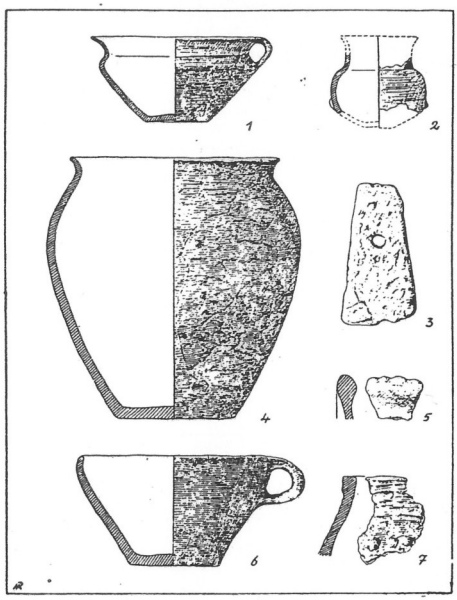


Abb. 3. Funde aus der Abfallgrube von Jena-Oberwöllnitz. 1:6.

Abb. 6: Jena-Wöllnitz (Stkrs. Jena, Thüringen)
Archäologische Datierung einer begrabenen Rendzina
(vgl. Abb. 4), nach Schrickel (1957)

Die Daten der alternierenden Feuchtphasen und Trockenperioden in der mitteleuropäischen Nacheiszeit auf der Grundlage der Auswertung von Ablagerungsfolgen holozäner Binnenwasserkalke können Abbildung 7 entnommen werden.

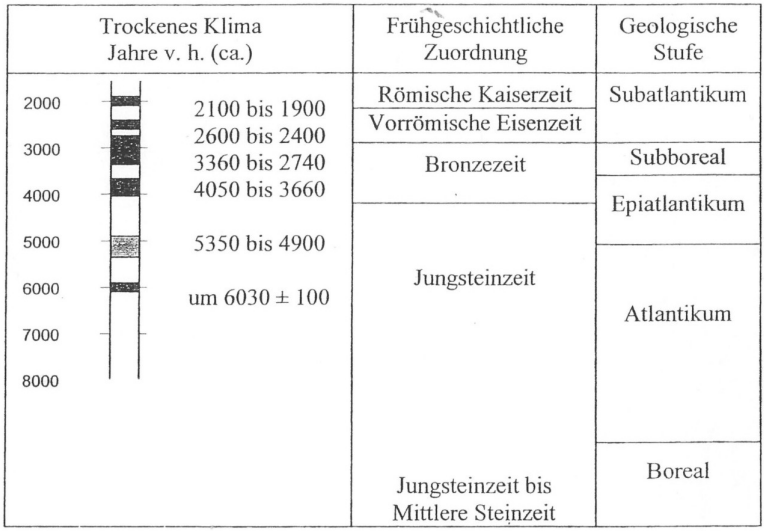


Abb. 7: Zeithorizonte vermehrter Bodenbildung (begrabene Humushorizonte von Rendzinen) in Ablagerungsfolgen holozäner Binnenwasserkalke in Mitteleuropa, nach Jäger/Hupfer (2013, S. 42)

Gerade durch die Datierung mit Hilfe archäologischer Funde ist eine ganz andere Disziplin für die Wetter- und Klimakunde bedeutsam geworden, die bereits vor anderthalb Jahrhunderten auch auf tiefe Wasserstände von Stillgewässern in den Jungmoränenlandschaften zunächst des Alpenraumes und Alpenvorlandes im südlichen Mitteleuropa aufmerksam geworden ist (Keller 1854), deren chronologische Position derjenigen in den Ablagerungsfolgen mitteleuropäischer Binnenwasserkalke entspricht. Solche Befunde sind unter dem Begriff „Pfahlbauten“ bekannt und populär geworden (beispielhaft Schöbel 2009). Später kamen analoge Befunde in gleicher chronologischer Position im baltischen Jungmoränengebiet im Umkreis der Ostsee hinzu (zusammenfassend Jäger 2001).

Dabei wurden in Zeiten niedriger Wasserstände (Jäger/Hupfer 2013) Standorte besiedelt, die zuvor (und häufig auch danach) wasserüberdeckt

und demzufolge unzugänglich waren, in dem Zeitraum der Niedrigwasserstände aber überhaupt allein in ihrer Umgebung noch Gewässernähe boten.

Gravierend war das verminderte Wasserdargebot für Mensch, Tier und Acker infolge zeitweilig verminderter Niederschläge vor allem in den mitteleuropäischen Beckenlandschaften (wie Pannonisches Becken, Wiener Becken, Thüringer Becken), die im lateralen Niederschlagsfeld ohnehin und auch nach aktuellen Niederschlagswerten benachteiligt sind. Hier führten Zeiträume verminderten Niederschlages zu umfangreichen Bevölkerungsverschiebungen teils in Richtung auf besonders gut wasserversorgte Standorte der Umgebung, teils in höhere Gebirgslagen und teils in niederschlagsreichere Nachbarregionen. Teils wurden auch diese Bevölkerungsbewegungen schon seit mehreren Jahrzehnten von Geschichtswissenschaft und regionaler Archäologie registriert, wie im Beispielfall der niederschlagsgeminderten Periode um 1.000 v. u. Z.

Herausragend ist das Beispiel des Pannonischen Beckens, das W. Kimmig (1964) als Ausgangsraum für Urnenfelderbewegung, Dorische Wanderung auf der Balkan-Halbinsel und die sogenannte Seevölkerbewegung im östlichen Umfeld des Mittelmeeres identifizierte (Abb. 8). Sehr verständlich wird diese Provenienz bei einem Blick auf die von F. Ehrendorfer (1978) dem Lehrbuch für Botanik von Strasburger (31. Aufl.) beigegebene Karte der altweltlichen Forengebiete, die neben den niederschlagsreicheren nordhemisphärischen Waldgebieten die Steppen und Wüsten Innerasiens und Afrikas als niederschlagsseitig benachteiligt ausweist (Abb. 9). Eine Exklave inmitten der Waldgebiete bildet eben das Pannonische Becken im mittleren Donaugebiet, das in der Karte von Kimmig den Ausgangsraum dieser Bevölkerungsbewegungen bildet. Dort also musste jede Minderung von Niederschlagsangebot und Landschaftswasserhaushalt zu deutlichen Minderungen der Wasserversorgung führen, die zu Abwanderungen der örtlichen Bevölkerung Anlass gab in niederschlagsbegünstigtere Nachbarregionen, wo aber bereits eine Bevölkerung ansässig war. Konflikte waren vorprogrammiert zwischen Neuankömmlingen und Alteingesessenen dieser Regionen, und so nimmt es nicht Wunder, dass dort gerade in den niederschlagsärmeren Perioden der Bau von Burgen und anderen Befestigungen blühte (Neumann 1954: „Burgenhorizonte“; Jäger 2009, S. 94) und besonders Waffendepots in Hortfunden sich häuften (Bzt. A2 sowie Bzt. B2D bis HB2 nach Reinecke 1924 und Holste 1953). Da in höheren Lagen mitteleuropäischer Gebirge auch relativ höhere Niederschläge gegeben sind, erklärt sich deren bevorzugte Nutzung gerade in den Zeiträumen verminderter Niederschläge (Jäger 2009, S. 90–91).

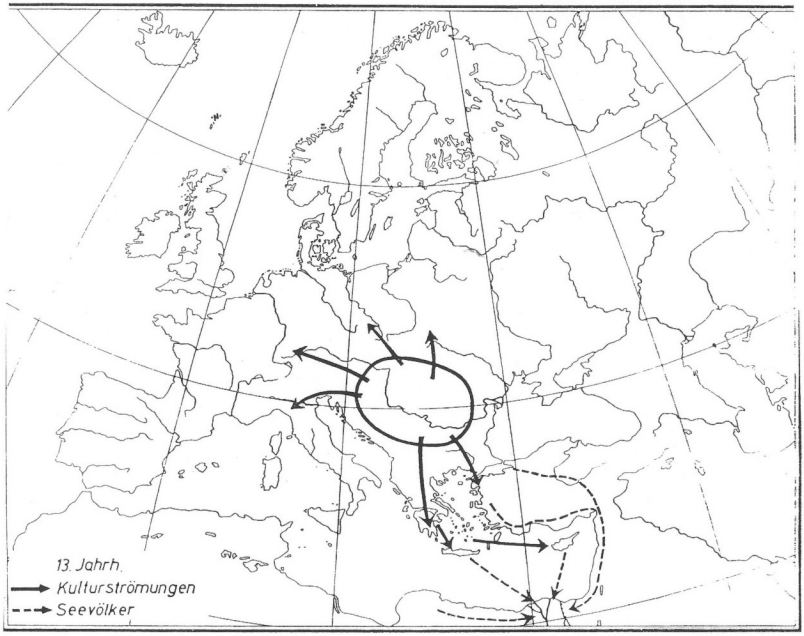


Abb. 8: Bevölkerungsbewegungen zur frühen Urnenfelderbronzezeit (13. Jahrhundert v. u. Z.), ausgehend vom Pannonischen Becken (Mittleres Donaugebiet), nach Kimmig (1964, S. 269)

**Fazit**

Während der letzten (mehr als zehn) Jahrtausende sind an Hand geologischer (genauer) geostratigraphischer Beobachtungen europaweit Schwankungen im Landschaftswasserhaushalt nachweisbar.

Archäologische (und paläontologische) Funde sowie 14C-Datierungen belegen mitteleuropaweit für diese Schwankungen einen synchronen Verlauf.

Als wahrscheinliche Ursache bieten sich in Anbetracht der Größe und Ausdehnung des betroffenen Gebietes und der faziellen Vielfalt der Nachweise Schwankungen im Niederschlagsangebot an.

Lange bekannte archäologische Sachverhalte (Pfahlbauten, Bevölkerungsverschiebungen, Burgenhorizonte, Vordringen in höhere Gebirgslagen u.a.) sowie historische Nachrichten (etwa zur sogenannten Seevölkerbewegung am östlichen Mittelmeer) erweisen sich ebenfalls als synchron zu Etap-

pen mit eingeschränktem Landschaftswasserhaushalt in Mitteleuropa und bezeugen deren Konsequenzen für die menschliche Besiedlung des Kontinents.

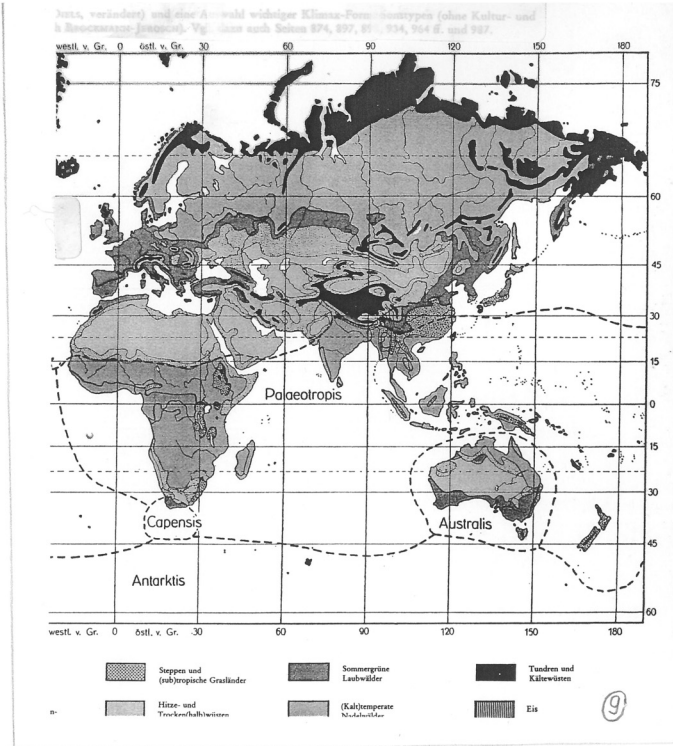


Abb. 9: Altweltliche Forengebiete, in denen das Pannonische Becken im mittleren Donaugebiet als relativer Trockenraum vergleichbar den Steppen und Wüsten des inneren Eurasiens auffällt, nach Ehrendorfer (1987)

## Literatur

Aslanyan, A. T. & Sayadyan, J. V. (1982): Guidebook for Excursion A-9 (INQUA, XI. Congress, 1982 – Guidebook 9). Moscow, 42 S.

Blytt, A. (1876): Essay on the immigration of the Norwegian flora during alternating rainy and dry periods. 89 S. Oslo: Christiania

Börngen, M. & Deutsch, M. (2013): Wetter und Klimaextreme nach historischen Zeugnissen. In: P. Hupfer, P. Becker, M. Börngen (Hg.): 20000 Jahre Berliner Luft – Klimaschwankungen im Berliner Raum. Leipzig: Edition am Gutenbergplatz, S. 49–72

Božičević, Sr. (2003): Plitvicer Seen [Plitvička jezera] (Bibliothek Kulturgeschichtliches Erbe, 2). Zagreb: Turistička naklada, 80 S.

Ehrendorfer, Fr. (1978). Geobotanik. In: Strasburger, E. et al. (Hg.): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen (31. Aufl.), 1 Faltkte. Jena: Gustav Fischer, S. 856–1012

Firbas, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Bd. 1 (Allgemeine Waldgeschichte). Jena: Gustav Fischer, 480 S.

Frenzel, B. (1967): Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters (Die Wissenschaft, Bd. 129). Braunschweig: Vieweg, 296 S.

Glaser, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas – 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 227 S.

Holste, F. (1953): Die Bronzezeit in Süd- und Westdeutschland (Handbuch der Urgeschichte Deutschlands, Bd. 1). Berlin: Walter de Gruyter, 128 S., 13 Ktn., 26 Taf.

Iversen, J. (1944): Viscum, Hedera and Ilex as Climatic Indicators. In: Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 66, S. 463–483

Jäger, K.-D. (1967): Holozäne Binnenwasserkalke im Ostteil der Thüringer Triasmulde. In: Probleme und Befunde der Holozänstratigraphie in Thüringen, Sachsen und Böhmen. Berlin und Prag, S. 6–31

Jäger, K.-D. (1982): Stratigraphische Belege für Klimawandlungen im mitteleuropäischen Holozän. In: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 10 (6), S. 801–811. Berlin: Akademie-Verlag

Jäger, K.-D. (2001): Zur zeitlichen Veränderlichkeit von Binnenseen mitteleuropäischer Jungmoränenlandschaften im Verlauf der letzten 10 Jahrtausende. In: Bussemer, S. (Hg.): Das Erbe der Eiszeit. Festschrift zum 70. Geburtstag von Joachim Marcinek. Langenweißbach: Beier & Beran, S. 11–117

Jäger, K.-D. (2009): Klimawandel und Besiedlungsgeschichte in Mitteleuropa während der Nacheiszeit. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften 100. Berlin: trafo, S. 81–131

Jäger, K.-D.; Hupfer, P. (2013): Vom großen Klimawandel vor 20000 Jahren. In: Hupfer, P.; Becker, P.; Börngen, M. (Hg.): 20000 Jahre Berliner Luft – Klimaschwankungen im Berliner Raum. Leipzig: Edition am Gutenbergplatz, S. 27–48

Keller, F. (1854): Die keltischen Pfahlbauten in den Schweizerseen. In: Mitteilungen der Antiquarischen Gesellschaft in Zürich 9. Zürich, S. 67–100

Kimmig, W. (1964): Seevölkerbewegung und Urnenfelderkultur – Ein archäologisch-historischer Versuch. In: Uslar, R. von; Narr, K. J. (Hg.): Studien aus Alteuropa I (Beihefte der Bonner Jahrbücher, 10). Graz: Böhlau, S. 220–283

Kubiena, W. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart: Ferdinand Enke, 392 S., 36 Taf.

Lanius, K. (2009): Zur Verantwortung von Natur-, Geisteswissenschaft und Literatur. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften. Sonderband D 01 (Debatten der Leibniz-Sozietät). Berlin: trafo, S. 1–123

Litt, T. H. (1994): Paläoökologie, Paläobotanik und Stratigraphie des Jungquartärs im nordmitteleuropäischen Tiefland (Dissertationes Botanicae 227). Berlin, Stuttgart: J. Cramer, 185 S., 7 Faltbeil.

Ložek, V. (1955): Měkkýši československéno kvartéru (Rozpravy Ústředního ústavu geologického, 17). Praha: Nakladelství Československé akademie věd, 512 S., 3 Beil., 12 Taf.

Ložek, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei (Rozpravy Ústředního ústavu geologického, 31). Praha: Verlag der Tschechoslow. Akademie der Wissenschaften, 375 S., 4 Faltbeil., 32 Taf.

Ložek, V.; Prošek (1956): O změnách přírodních poměrů Jínoslovenského krásu v nejmladší geologické minulosti. In: Ochrana přírody 11 (2), S. 33–42 (Praha)

Mania, D. (1973): Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften (Geologie, Beiheft 78/79). Berlin: Akademie-Verlag, 175 S.

Neumann, G. (1954): Sieben Gleichbergburgen nach dem Forschungsstande von 1952. In: Frühe Burgen und Städte – Beiträge zur Burgen- und Stadtkernforschung. Wilhelm Unverzagt zum 60. Geburtstag. Berlin: Akademie-Verlag, S. 7–16

Pfister, Chr. (1999): Wetternachhersage – 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1495–1995). Bern u.a.O.: Paul Haupt, 304 S.

Pfister, Chr.; Brázdil, R.; Glaser, R. (Hg.) (1999): Climatic variability in sixteenth-century Europe and its social dimension. In: Climatic Change 43, S. 1–351 (Dordrecht u.a.O.: Kluwer Academic Publishers)

Pia, J. (1933): Die rezenten Kalksteine (Ergänzungsband zu Zeitschrift für Kristallographie, Mineralogie und Petrographie, Altlg. B: Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, N. F. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft

Reinicke, P. (1924): Zur chronologischen Gliederung der süddeutschen Bronzezeit. In: Germania 8, S. 43–44 (Bamberg: C. C. Buchner)

Rudloff, H. v. (1967): Die Schwankungen und Pendelungen des Klimas in Europa seit dem Beginn der regelmäßigen instrumentellen Beobachtungen (167-0). Die Wissenschaft, Bd. 122. Braunschweig: Vieweg

Schöbel, G. (2009): Pfahlbaumuseum Unteruhldingen – Führer durch das Museum (Schriftenreihe des Pfahlbaumuseums Unteruhldingen. Bd. 1). Unteruhldingen: Pfahlbaumuseum, 64 S.

Schrickel, W. (1957): Eine Abfallgrube der Unstrutgruppe von Jena-Oberwöllnitz. In: Ausgrabungen und Funde 2 (3), S. 116–120 (Berlin: Akademie-Verlag)

Seitz, H.-J. (1951): Die Süßwasserkalkprofile zu Wittislingen und die Frage des nacheiszeitlichen Klima-Ablaufes. In: Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg 4, S. 1–132, 4 Taf. (Augsburg: Heinz Fischer)

Sernander, R. (1926): Postglaziale Klimaverschlechterung. In: Ebert, M. Reallexikon der Vorgeschichte. Berlin: Walter de Gruyter

Thiemann, A. (1955): Die Binnengewässer in Natur und Kultur (Verständliche Wissenschaft, 25). Berlin u.a.O.: Springer, 156 S.

Wagner, A. (1940): Klimaänderungen und Klimaschwankungen (Die Wissenschaft, Bd. 92). Braunschweig: Vieweg

Wichura, B.; Hupfer, P. (2013): Von der Kleinen Eiszeit zur modernen Warmzeit. In: Hupfer, P.; Becker, P.; Börngen, M. (Hg.): 20000 Jahre Berliner Luft – Klimaschwankungen im Berliner Raum. Leipzig: Edition am Gutenbergplatz, S. 73–102