Zeitschrift: Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte = Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie = Annuario della Società Svizzera di Preistoria e d'Archeologia

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte

Band: 80 (1997)

Artikel: Sonne, Vulkane und Seeufersiedlungen

Autor: Gross-Klee, Eduard / Maise, Christian

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-117507

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 80, 1997, 85–94.

Eduard Gross-Klee und Christian Maise

Sonne, Vulkane und Seeufersiedlungen

Zusammenfassung

Der Wechsel von Siedlungs- zu Seekreideschichten im Bereich neolithischer Uferdörfer belegt zahlreiche kurzfristige Schwankungen des Wasserstands, da Seekreide unter Wasserbedeckung, Siedlungsschichten dagegen im Uferbereich entstanden. Am Zürichsee lassen sich zwischen 3920 und 2420 v. Chr. über 30 derartiger Zyklen präzise datieren. Ihre Abfolge stimmt auffällig gut mit denjenigen anderer Seen überein. Daher wurden schon früher Klimaschwankungen als Grund für Seespiegelveränderungen diskutiert.

Ursachen kurzfristiger Klimaschwankungen sind, neben anderen, Veränderungen der Sonnenaktivität sowie Vulkantätigkeit. Beide «Klimamacher» können inzwischen für das Neolithikum rekonstruiert werden.

Ein Vergleich der Daten zeigt, dass die Seespiegelschwankungen während des gesamten Untersuchungszeitraums mit der Sonnenaktivität korrelierbar sind, während nur in wenigen Fällen ein Zusammenhang zwischen Vulkanausbrüchen und Seespiegelanstieg sicher belegt ist. Erwartungsgemäss sind aus längeren Kaltphasen keine Siedlungsreste im Uferbereich erhalten, und Siedlungen aus Warmphasen liegen sehr tief.

Aufgrund der guten Übereinstimmung zwischen Klima- und Seeuferdaten ist davon auszugehen, dass die neolithische Datenserie nicht primär kulturelle Veränderungen, sondern die vom Klima abhängigen Überlieferungsbedingungen widerspiegelt. Das Klima wirkt deutlich erkennbar als Quellenfilter. Daher ist die Zahl der Seeufersiedlungen auch kaum geeignet, Informationen über die allgemeine Bevölkerungsentwicklung zu liefern.

Von allgemeinerem Interesse ist die Erkenntnis, dass kurzfristige Schwankungen der C14-Kurve, trotz aller Verzerrungen, Hinweise auf Veränderungen des Klimas im Jahrzehntbereich liefern. Die Datenserien der Ufersiedlungen sind damit ein wichtiger Baustein der Klimageschichte.

Résumé

Etant donné que les dépôts de craie lacustre se forment en milieu aquatique, au contraire des couches archéologiques qui elles se forment en milieu terrestre, l'alternance de dépôts archéologiques et de couches de craie doit être considérée comme étant la conséquence directe de variations à court terme du niveau des lacs. En ce qui concerne le lac de Zurich, il est possible de dater plus de trente de ces cycles pour la période allant de 3920 à 2420 av. J.-C. Très tôt déjà, on a tenté de les mettre en relation avec des variations d'ordre climatique.

Ces dernières sont entre autre dues à des fluctuations de l'activité solaire et à l'activité volcanique. Il est actuellement possible de proposer une reconstitution de ces deux facteurs climatiques pour le Néolithique.

La confrontation des données disponibles montre qu'il est possible de corréler les fluctuations du niveau des lacs avec les variations de l'activité solaire durant la totalité de la période considérée ici, alors que l'on ne peut que rarement constater un rapport entre éruptions volcaniques et remontée du niveau des lacs.

Le fait que les dates concernant les variations climatiques concordent en grande partie avec les datations des sites lacustres permet de supposer que ces dates ne peuvent être mises directement en rapport avec l'évolution culturelle, mais ne reflètent que les conditions de conservation qui elles-mêmes dépendent des variations climatiques. L'évolution du nombre des sites lacustres n'est donc qu'un mauvais indicateur de l'évolution démographique. Il est intéressant de constater que les fluctuations à court terme de la courbe C14 indiquent des changements climatiques à l'échelle de la décennie, ce qui fait des séries de dates provenant des sites lacustres un élément important dans la reconstitution de l'histoire du climat.

1. Einführung

Neben geologischen und anthropogenen Ursachen[1] wurde immer wieder die Bedeutung des Klimas für kurzfristige Veränderungen der Seespiegel angeführt[2]. Ein neuerer Ansatz (Magny 1993a) beschreibt einen Zusammenhang zwischen Seespiegeländerungen und C14-Kurve. Dabei gilt letztere als Beleg für Veränderungen der Sonnenaktivität, die sich indirekt auf die Wasserstände auswirkten. Bisher konnten derartige Gleichläufigkeiten aber nur im Rahmen der Genauigkeit der C14-Methode datiert werden. Jahr- oder jahrzehntgenaue Korrelationen zwischen Seespiegelschwankungen und Sonnenaktivität wurden nicht systematisiert.

Der vorliegende Beitrag entstand aus der Synthese zweier unabhängig voneinander entstandener Arbeiten. Die Auswertung der Korrelation dendrodatierter Siedlungsphasen und Schichtsequenzen an Ufersiedlungen des Zürichsees und der Vergleich der Zürcher Datenserie mit denen anderer Voralpenseen zeigten auf, dass Beginn, Unterbrüche und Ende der Bauphasen verschiedenster Siedlungen häufig auf das Jahr genau übereinstimmen (Gross-Klee, in Vorb., NFP 12-40305.94; Eberli/Gross-Klee 1997). Als eine Erklärungsmöglichkeit boten sich kurzfristige, klimatisch bedingte Schwankungen der Seespiegel an. Die Ursachen derartiger kurzfristiger Klimaschwankungen und ihre Auswirkungen auf die prähistorische Besiedlung Mitteleuropas wurden im Rahmen einer Freiburger Dissertation untersucht (Maise 1996).

Die Resultate eines Vergleichs der beiden Ansätze werden im folgenden summarisch vorgestellt. Es wird überprüft, ob regelhafte zeitliche Übereinstimmungen zwischen den Stratigraphien und Datenserien von Seeufersiedlungen als den besten Indikatoren für kurzfristige Seespiegelschwankungen und Sonnenaktivitätsschwankungen oder Vulkanausbrüchen als wesentlichen Ursachen kurzfristiger Klimaschwankungen zu belegen sind. Lassen sich solche Verbindungen nachweisen, so ist dies eine Bestätigung der These, dass Sonnenaktivitätsschwankungen und Vulkanismus wesentliche Ursachen kurzfristiger Klimaschwankungen der Nacheiszeit waren.

Vor allem aber wären derartige Übereinstimmungen ein Beleg dafür, dass die Lücken in der Datenserie der neolithischen Seeufersiedlungen im wesentlichen klimatisch und nicht kulturell bedingt sind. Phasen ohne Baudaten von Seeufersiedlungen lassen sich nämlich entweder als Anzeichen für die Aufgabe der Seeufer als Siedlungsraum oder als Spiegel der Erhaltungsbedingungen interpretieren. Wir vertreten die zweite Ansicht. Grundlage dieser These ist die Annahme, dass Siedlungen in Seenähe während des gesamten Untersuchungszeitraums – und darüber hinaus – bestanden haben[3]. Mit den klimatisch bedingt wandernden Strandlinien rückten sie aber immer wieder vor und zurück. Siedlungsreste aus Kaltphasen sind aufgrund ihrer höheren Lage oder fehlender Einbettung in Seesedimente weitgehend durch Erosion zerstört worden; organische Überreste vergingen vollständig. Dagegen blieben Siedlungsreste aus Warmphasen viel eher erhalten, da sie mit dem zu Beginn einer Kaltphase vorrückenden Seespiegel unter Wasser und damit unter Luftabschluss gerieten und häufig durch eine Seekreideschicht versiegelt wurden.

Wenn wahrscheinlich gemacht werden soll, dass diese Ansicht zutrifft, muss sich nachweisen lassen, dass die datierten Seeufersiedlungen überwiegend aus Warmphasen stammen, und die Lücken in den Datenserien mit Kaltphasen zusammenfallen.

2. Klimarekonstruktion

Kurzfristige Klimaveränderungen im Jahr- bis Jahrzehntbereich werden unter anderem durch Schwankungen der Sonnenaktivität und die klimatischen Auswirkungen von Vulkanausbrüchen («Pinatubo-Effekt») verursacht. Sowohl für die Schwankungen der Sonnenaktivität wie auch für die Daten klimawirksamer Vulkanausbrüche liegen inzwischen für die letzten 8000 Jahre gute Indikatoren vor.

Sonnenaktivität

Den am besten zu beobachtenden Näherungswert für die Sonnenaktivität liefern Sonnenflecken (Goodess/Palutikof et al. 1994). Für die Neuzeit deutet sich ein linearer Zusammenhang zwischen Sonnenaktivität und den Zehnjahresmitteln der Temperatur auf der Nordhalbkugel an (Friis-Christensen/Lassen 1991; Mörner 1994). Die Mitteltemperatur auf der Nordhalbkugel dürfte demnach im Holozän aufgrund kurzfristiger Veränderungen der Sonnenaktivität um etwa 1°C geschwankt haben.

Den besten Näherungswert für die vorneuzeitliche Sonnenfleckentätigkeit liefern die Schwankungen des atmosphärischen C14-Gehalts. C14 entsteht durch die kosmische Strahlung, die durch das solare Magnetfeld, je nach Aktivität der Sonne, mehr oder weniger stark abgelenkt wird. Ein hoher C14-Gehalt in einer jahrgenau datierten Probe kann ein Indikator für eine niedrige Sonnenaktivität sein, umgekehrt kann ein niedriger C14-Gehalt auf eine sehr aktive Sonne hinweisen. Mit der dekadischen C14-Kalibrationskurve von Stuiver und Becker (1993) ist die nötige Genauigkeit für die Abschätzung des solaren Anteils am Klimageschehen vorläufig erreicht. Eine Analyse der C14-Kurve zeigt, dass ihr Verlauf aus einer Kombination verschiedener Periodizitäten erklärt werden

kann. Dabei schwanken aber sowohl die Amplituden wie auch die Längen der einzelnen Zyklen ganz erheblich (Stuiver/Braziunas 1993). Die kürzeren dieser Zyklen lassen sich möglicherweise auch in der Kurve der seit dem 17. Jh. beobachteten Sonnenfleckenzahl nachweisen. Allerdings ist der Beobachtungszeitraum mit rund 300 Jahren vergleichsweise kurz.

Beim Abschätzen der Auswirkungen einer Klimaveränderung dürfen wichtige Einschränkungen nicht ausser Acht gelassen werden: Eine solar bedingte globale Klimaveränderung kann durch das Klimasystem der Erde in einzelnen Grossräumen, wie z. B. dem temperierten Europa, abgeschwächt oder auch verstärkt werden. Die Sonne gibt aber auf jeden Fall die Richtung der Änderung vor.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Sonnenaktivität als Ursache kurzfristiger Klimaschwankungen bestenfalls auf Jahrzehnte genau bestimmt werden kann. Seespiegelschwankungen als Indikatoren für Klimaveränderungen lassen sich also zehnmal genauer datieren als ihre potentielle Ursache. Eine jahrgenaue Korrelation ist daher nicht zu fordern.

Vulkanausbrüche

Der Aerosolgehalt der Atmosphäre entscheidet wesentlich darüber, wieviel Sonnenenergie vom äusseren Rand der Atmosphäre bis auf die Erdoberfläche gelangt. Vor Beginn der Industrialisierung hingen Schwankungen des Aerosolgehalts im wesentlichen von der Vulkantätigkeit ab. Dabei sorgte Schwefelsäure, die sich in der Folge von Vulkanausbrüchen in der Stratosphäre bildet, für eine verstärkte Reflexion des Sonnenlichts und führte damit zu einer Abkühlung der bodennahen Luftschichten (Sigurdsson 1990). Letztere beträgt im ersten Jahr nach dem Ausbruch bis zu 1°C (Kelly/Sear 1984). Globale klimatische Auswirkungen ergeben sich nur dann, wenn Schwefelsäure die Stratosphäre, die oberen Luftschichten erreicht. Hier ist die Durchmischung so gut, dass es fast keine Rolle spielt, wo auf der Welt ein Vulkan ausbricht. In Europa werden südhemisphärische Ausbrüche kaum schwächer und nur etwa sechs Monate später spürbar als nordhemisphärische. Spuren zahlreicher Vulkanausbrüche finden sich sowohl im grönländischen wie auch im antarktischen Eis wieder, was eine globale Verteilung der vulkanischen Aerosole bezeugt.

Die Schwefelsäure wird durch Regen und Schnee innerhalb weniger Jahre aus der Atmosphäre ausgewaschen. Im grönländischen Eis lagern sich die Niederschläge in Jahresschichten ab. Die auf Vulkanausbrüche zurückzuführenden Schwefelsäure-Konzentrationen in einzelnen Jahresschichten erlauben es, klimawirksame Vulkanausbrüche bis zurück ins Jahr 7000 v. Chr. zu datieren (Zielinski/Mayewski et al. 1994). Diese Datierungen sind auf ±2 Jahre genau[4]. Daher ist auch bei Vulkanausbrüchen keine jahrgenaue Korrelation mit den Seeufer-Daten zu fordern. Es muss dennoch überprüft werden, ob Auswirkungen fassbar sind.

Auswirkungen einer Klimaverschlechterung

Zwei Eigenheiten machen das europäische Klima gegenüber globalen Klimaschwankungen besonders empfindlich. Eine Besonderheit ist die Abhängigkeit vom Golfstrom. Ohne diese gigantische «Wärmepumpe» wäre es in Mitteleuropa rund sechs Grad kälter, als es derzeit ist. Schon geringe Veränderungen der vom Klima abhängigen ozeanischen Zirkulation wirken sich also massiv auf Europa aus. Ein weiteres Merkmal ist die Nähe Mitteleuropas zur Polarfront. Diese Luftmassengrenze zwischen subtropischer und polarer Luft markiert einen Temperaturunterschied von rund zehn Grad Celsius, und es ist für das Klima ganz entscheidend, wie häufig Mitteleuropa nördlich bzw. südlich der Polarfront liegt.

Wesentliches Merkmal einer Klimaverschlechterung ist eine Südverlagerung der Polarfront, was in Mitteleuropa zu einer starken Zunahme der Nord- und Nordwestwinde, zu vermehrten Kaltlufteinbrüchen, stärkeren Niederschlägen, zu einem verstärkten Temperaturgefälle zwischen Berg und Tal, zu einer Häufung extremer Wetterlagen und nicht zuletzt zu einem Anstieg der Seespiegel führt.

Die Höhe des Seespiegels hängt vom Verhältnis zwischen Niederschlägen und Verdunstung in seinem Einzugsgebiet ab. Geringe Niederschläge oder/und hohe Temperaturen lassen die Seespiegel sinken, niedrige Temperaturen oder/und hohe Niederschlagsmengen dagegen steigen. Entscheidend scheint hier die Dauer des Sommers zu sein. Lange, trockene Sommer mit warmem Mai und September führen zum Absinken der Mittelwasserstände, kurze Sommer dagegen zu einem Anstieg (Magny 1993b).

Genau diese Kombination aus kurzen Sommern, sinkenden Temperaturen und meist auch steigenden Niederschlagsmengen charakterisiert eine Klimaverschlechterung in Europa.

Beispiel 1816 n. Chr.

Dieses «Jahr ohne Sommer» ist die Folge des Aufeinandertreffens von zwei starken Vulkanausbrüchen 1809 und 1815 mit einem Rückgang der Sonnenaktivität seit 1785. 1816 wird immer noch häufig allein mit den Auswirkungen des spektakulären Tambora-Ausbruchs 1815 in Indonesien erklärt. Tatsächlich war 1816 aber nur der Höhepunkt einer Krise, die bereits früher begonnen hatte. Neben der seit ca. 1785 zurückgehenden Sonnenaktivität

spielt hier auch der Vulkanausbruch von 1809 eine Rolle. Dieser Ausbruch wurde erst durch die Untersuchungen der Eisbohrkerne bekannt. Er ist, wie der Ausbruch von 1815, sowohl im grönländischen wie im antarktischen Eis nachweisbar und scheint etwa gleich stark gewesen zu sein wie der Tambora-Ausbruch. Dennoch blieb er der zeitgenössischen Forschung verborgen.

1812 bis 1817 folgten in der Schweiz in jedem Jahr auf kalte Frühjahre eigentliche «Eiszeitsommer», die in frostige und nasse Herbste übergingen. Der Schnee blieb 1816 oberhalb von 1800–2300 m ganzjährig liegen (Pfister 1984, 132). 1812–1817 war die gletschergünstigste Phase der letzten 500 Jahre, gekennzeichnet durch schnelles und starkes Gletscherwachstum. Die Flüsse führten Hochwasser, Neuenburger-, Bieler- und Murtensee stiegen so stark an, dass sie 1816 das ganze Jahr über eine einzige zusammenhängende Wasserfläche bildeten (Pfister 1984, 140). Es war die grösste Hochwasserkatastrophe der Neuzeit. 1816 ist sicherlich ein extremes Beispiel, doch dürften sich Klimaverschlechterungen meist in diese Richtung ausgewirkt haben.

3. Vergleich von Klima- und Seespiegelschwankungen

Durch die Erforschung der Ufersiedlungen wurden in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Serien von Siedlungsschichten und Überschwemmungsschichten aufgefunden. Sie lassen eine Abfolge von Regressionen und Transgressionen der entsprechenden Gewässer erkennen. Ausserdem wurde eine grosse Zahl von Siedlungen durch dendrochronologische Untersuchungen an Bauhölzern absolut datiert[5].

Bei grossflächigen Untersuchungen mit grossen Probenmengen entspricht die Dauer der Schlagphasen mehr oder weniger der gesamten Existenzdauer einer Siedlung. Durch die Verknüpfung der jahrgenau datierten Schlagphasen mit den stratigraphischen Sequenzen konnten die beobachteten Transgressionen und Regressionen grossenteils absolut datiert werden.

Diese Ergebnisse liessen in den verschiedenen stratigraphischen Abfolgen immer wieder ungefähr deckungsgleiche Schlagphasen erkennen, während in anderen Zeitabschnitten keine Bautätigkeit nachgewiesen ist. Die Belegungslücken konnten auch durch die fortschreitenden Untersuchungen nicht gefüllt werden.

Einschränkungen durch den Forschungsstand

Bisher beschränkten sich dendrochronologische Untersuchungen häufig auf Eichen. Daher sind die Datenmengen in bestimmten Phasen oder an bestimmten Seen, wo vorwiegend andere Holzarten verbaut wurden, für detaillierte Aussagen noch zu gering.

Bei kleinflächigen Grabungen wurden nur wenige Holzproben datiert, so dass ein lückenhaftes Bild einzelner Schlagjahre entsteht. Ist die Datierung lückenhaft, ist oft nicht zu entscheiden, welche Schlagjahre wirklich zu einer kontinuierlichen Siedlungsphase gehören, welche aufgrund von Siedlungshiaten und welche nur zufällig aufgrund der ungenügenden Datenbasis fehlen. Bei kleinflächigen Sondierungen oder schlechten Erhaltungsbedingungen ist es ausserdem oft nicht möglich, Dendrodaten eindeutig mit Schichtkomplexen zu verknüpfen.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich durch die Praxis der Publikation von Dendrodaten. Da Schlüsse in den von uns skizzierten Fragestellungen nur dann gezogen werden können, wenn Schlagjahre und Belegungslücken klar ausgewiesen sind, sollten die einzelnen Schlagjahre und ihre Belegung detailliert publiziert und nicht zu Datenblöcken zusammengefasst werden, wie dies noch häufig geschieht. Falls eine Transgressionsphase nur ein Jahr oder wenige Jahre dauerte, ist sie bei einer Zusammenfassung zu Datenblöcken nicht mehr erkennbar. Ebenfalls zur Verunklärung von Siedlungshiaten führt die Praxis, Hölzern ohne Waldkante mögliche Schlagdaten zuzuweisen, ohne diese rekonstruierten Schlagjahre von den wirklich nachgewiesenen klar zu unterscheiden. Bei der Publikation dendrochronologischer Datierungen fehlt zudem oft der Hinweis auf die Korrelationssicherheit. Vor allem bei isolierten Daten und kurzen Jahrringsequenzen mit ungenügender Korrelationssicherheit sind falsche Synchronisierungen nicht auszuschliessen. Werden unsichere Daten nicht als solche ausgewiesen, lässt sich die effektive Dauer der Schlagphasen und der Siedlungslücken nicht adaequat beurteilen. Im Sinne einer möglichst grossen methodischen Transparenz wäre es wünschenswert, dass die Datierungsqualität durch die Abbildung der Mittelkurven und ihrer Referenzchronologien direkt überprüfbar wäre.

Kurzfristige Schwankungen

Zürich-Seefeld[6]: Grundlage der Datenserie ist die stratigraphische Sequenz des Zürcher Seefelds einschliesslich der Inselsiedlungen des Kleinen Hafners, die zu jenem Siedlungssystem gehören[7] (Abb. 1). Diese Sequenz eignet sich besonders gut für unsere Fragestellungen, da bisher an keinem anderen Siedlungsplatz eine ähnliche Daten- und Beobachtungsdichte erarbeitet wurde (Eberli/Gross-Klee 1997). In der hier behandelten Spanne von ca. 1500 Jahren konnten insgesamt 32 Siedlungsphasen stratigraphisch unterschieden werden, die in den meisten Fällen dendrochronologisch ausreichend datiert sind oder deren absolutchronologische Position sich aufgrund ihrer stratigraphischen Lage einschätzen lässt.

Den meisten Hiaten zwischen den nachgewiesenen Siedlungsphasen war eine der insgesamt 27 limnischen Straten zuweisbar (meist Seekreiden), die eine Überschwemmung der Strandplatte belegen. Die ungefähre Dauer dieser Transgressionen kann durch die Schlagphasen der darüber oder darunter liegenden Siedlungsschichten absolutchronologisch datiert werden.

Gesamter Zürichsee: Die dendrochronologischen Auswertungen liessen immer wieder ungefähr deckungsgleiche Siedlungsphasen an den verschiedenen Siedlungsplätzen des Zürichsees erkennen. Die Analyse der Schichtabfolgen zeigte, dass an verschiedenen Siedlungsstandorten ähnliche Abfolgen von Siedlungsschichten und limnischen Sedimenten nachzuweisen waren, die oft auch absolutchronologisch miteinander korreliert werden konnten[8].

Die gesamte Datenserie aus Ufersiedlungen des Zürichsees lässt acht Siedlungs- und zwei Transgressionsphasen erkennen, die bisher im Zürcher Seefeld noch nicht datiert sind. Wichtige Ergänzungen sind vor allem die Horgener Siedlungen des 31. und des beginnenden 30. Jh. v. Chr., da im Bereich Zürich-Seefeld/Utoquai einige Horgener Siedlungsschichten, die aufgrund des Fundmaterials in diese Zeit gehören dürften, bisher absolutchronologisch noch nicht datiert sind.

Der Vergleich mit den übrigen Datenserien und Stratigraphien am Zürichsee zeigt also, dass die meisten im Seefeld nachgewiesenen Siedlungsphasen an den übrigen Plätzen ihre Entsprechung finden und umgekehrt die meisten Siedlungsphasen der übrigen Zürichseefundplätze im Seefeld nachgewiesen sind. In den verschiedenen Siedlungsterritorien am Zürichseeufer zeichnet sich immer deutlicher ein System von zeitgleichen Besiedlungs- und Überschwemmungsphasen der Strandplatte ab.

Für die meisten bestehenden Datenlücken sind aufgrund der Stratigraphien Überschwemmungsschichten

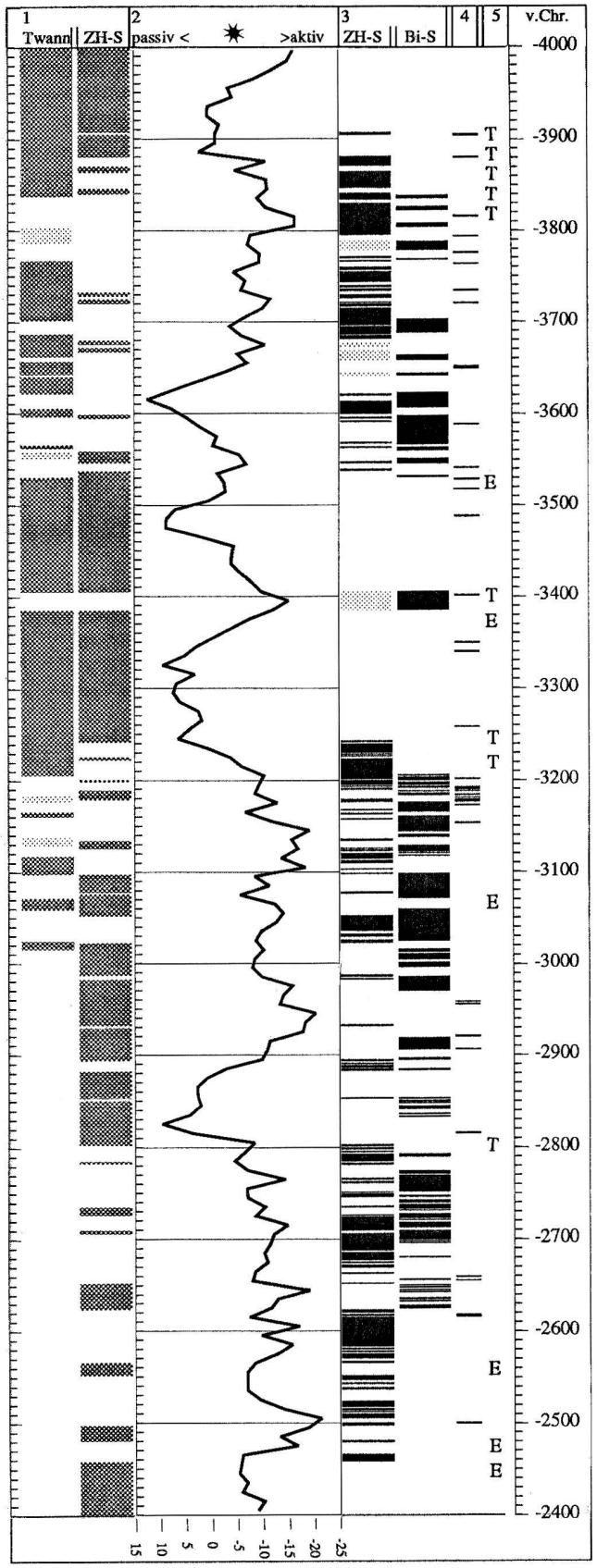

Abb. 1. Vergleich von Regressionen und Transgressionen an Zürich- und Bielersee mit Indikatoren für Sonnenaktivität und Vulkanismus (von 4000–2400 v. Chr.).
1 Transgression (Seekreideschicht, dendrochronologisch eingrenzbar, angegeben ist die Maximaldauer der Transgression). Twann = In der Stratigraphie von Twann (Bielersee) nachgewiesene Transgressionsschichten (heller Raster = unsichere Zuweisung); ZH-S = am Zürichsee nachgewiesene Transgressionsphasen.
2 Schwankungen der Sonnenaktivität (Näherungswert: dekadisch gemessener C14-Gehalt im Verhältnis zum 2400jährigen gleitenden Mittel; Werte in Promille. Daten nach Stuiver/Becker 1993). Da im Zusammenhang mit den Schwankungen der Sonnenaktivität nur der Kurvenverlauf und nicht der absolute Wert entscheidend ist, wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die Kurve der Zentralwerte dargestellt.
3 Regression (dendrochronologisch nachgewiesene Schlagjahre, angegeben ist die Minimaldauer der Regression). ZH-S = am Zürichsee nachgewiesene Schlagphasen (heller Raster, nicht durch Waldkanten datierte oder nur durch die stratigraphische Sequenz datierte Siedlungsphasen); B-S = Bielersee.
4 Vulkanausbrüche (nachgewiesen durch Schwefelsäurekonzentrationen im Grönlandeis, zur Datierungsproblematik vgl. Anm. 4. Daten nach Zielinski/Mayewski et al. 1994).
5 Seetiefstände und Schichterhaltung. T = Tiefstände, E = Erosionsphasen.

belegt. Für die wenigen Ausnahmen bleibt die Interpretation vorläufig offen. Hier könnten zukünftige dendrochronologische Ergebnisse kleinere Lücken schliessen oder in weiteren Grabungen zugehörige Überschwemmungsschichten gefunden werden.

Die oben dargelegten Beobachtungen machen deutlich, dass die kurze Dauer der Siedlungsphasen durch die Kürze der Regressionsphasen bedingt ist, und dass jede klimatisch bedingte, stratigraphisch eindeutig nachgewiesene Transgression zur Auflassung der bestehenden Dörfer führte.

Vergleich mit anderen Seen: Insgesamt ist eine gute Übereinstimmung der Datenserien des Zürichsees mit denjenigen der übrigen Seen des Alpenvorlandes festzustellen. Siedlungsbelege und Lücken sind weitgehend deckungsgleich. Für den Vergleich besonders wichtig ist die gut dokumentierte Stratigraphie von Twann am Bielersee[9]. Hier liessen sich einige Transgressionen durch Überschwemmungsschichten sicher nachweisen, die am Zürichsee bisher nur durch Lücken in der Datenserie belegt waren. Ausserdem waren in Twann zwei Siedlungsphasen (Ensemble 5, UH) der Sequenz exakt datierbar, die am Zürichsee zwar stratigraphisch nachgewiesen, aber noch nicht jahrgenau datiert werden konnten.

Trotz der Individualität der Geschichte jeder einzelnen Siedlung stimmen die Datenserien unterschiedlicher Siedlungsplätze an einem See, wie oben am Beispiel des Zürichsees dargestellt, auffällig überein. Derartige Synchronismen zwischen den verschiedenen Siedlungen gibt es bei allen Seen.

Obwohl die Deckung der Datenserien zwischen den verschiedenen Gewässersystemen ausserordentlich gut ist, stimmen Beginn und Ende der Schlagphasen häufig nicht jahrgenau überein. Am Bielersee setzte die Bebauung der Strandplatte in einigen gut belegten Fällen wenige Jahre später ein als am Zürichsee und endete teilweise auch einige Jahre früher. Am Bodensee sind die Verhältnisse gerade umgekehrt, die Schlagphasen begannen häufig einige Jahre vor den Siedlungen des Zürichsees und endeten wenige Jahre später[10].

Insgesamt ist an den Jurafusseen nur die am Zürich- und Bodensee nachgewiesene Siedlungsphase kurz vor 3900 v. Chr. nicht nachzuweisen. Auffällig schwach belegt ist die am Zürichsee gut belegte Schlagperiode 2685–2666 v. Chr. Am Bodensee sind demgegenüber einige Schlagphasen belegt, deren Nachweis am Zürich- und Bielersee bisher fehlt. Es sind dies Siedlungsphasen in den Zeitbereichen 3521–3507, 3333–3306 und 2421–2418 v. Chr. Diese Unterschiede können als Folge unterschiedlicher Erhaltungsbedingungen interpretiert werden. Höchstwahrscheinlich gab es auch am Bieler- und am Zürichsee um 3510, um 3320 und um 2420 ufernahe Siedlungen. Im Gegensatz zum Bodensee gerieten ihre Überreste aber nicht dauerhaft ins Grundwasser, so dass keine datierbaren Pfähle erhalten blieben[11].

Diese Unterschiede lassen sich möglicherweise klimatisch erklären. Die drei ausschliesslich am Bodensee belegten Tiefstände fallen in Zeiten nur mässig hoher Sonnenaktivität (Abb. 1). Anscheinend war die Warmphase zwar lang bzw. stark genug, um den Bodensee so weit absinken zu lassen, dass eine heute noch nachweisbare Besiedlung der Strandplatte möglich wurde. Die Pegel von Zürich- und Bielersee erreichten dagegen keinen entsprechend tiefen Stand. Sie scheinen erst bei ausgeprägt warmtrockenen Phasen die Strandplatte freizugeben und sie schon bei einer geringen Abkühlung wieder zu überschwemmen. Dabei reagiert der Bielersee noch stärker als der Zürichsee, d. h. er sinkt später ab und steigt früher wieder an.

Klimänderungen als Ursache kurzfristiger Seespiegelschwankungen

Vulkanausbrüche: Die Klimaverschlechterung durch einen Vulkanausbruch ist meist nur im ersten Jahr deutlich spürbar. So verwundert es nicht, dass sich einzelne Ausbrüche normalerweise nicht nachweisbar auf die Seespiegel und damit auf die Besiedlung auswirkten. Anders sieht es bei Serien von Vulkanausbrüchen aus.

Die stärkste Serie im betrachteten Zeitraum begann 3201 v. Chr. und fällt überall im nordwestlichen Vorland der Alpen mit einem Seespiegelanstieg, der Bildung einer Überschwemmungsschicht und einem kurzfristigen Siedlungsunterbruch zusammen[12]. Die Vulkanausbrüche von 3906/05, 3793, 3720, 3541, 2660/56 und 2500 v. Chr. könnten ebenfalls für das Ende von Schlagphasen verantwortlich sein. Eindeutige Verbindungen lassen sich aber nur für die Serie ab 3201 v. Chr. erstellen.

Sonnenaktivität: Im Untersuchungszeitraum wechseln sich Phasen längerfristiger Schwankungen der Sonnenaktivität mit kürzeren ab. Phasen unterdurchschnittlicher Sonnenaktivität führen zu steigenden C14-Werten und umgekehrt. Vermutlich aufgrund der unterschiedlichen Dauer und Stärke verschiedener Aktivitätszyklen wechseln sich Zeiten leicht schwankender C14-Gehalte mit Zeiten grösserer Einschnitte ab.

Die Datenserie der Seeufersiedlungen ist während den Zeiten nur leicht schwankender C14-Gehalte fast durchgehend belegt. Die markanten und langdauernden Einschnitte in der C14-Kurve decken sich dagegen mit den grossen Lücken in der Datenserie.

Anstelle einer ausführlichen Diskussion sei auf Abbildung 1 verwiesen. Sie macht deutlich, dass die Seespiegel häufig in Jahrzehnten starker Sonnenaktivität sinken und in Phasen schwacher Aktivität wieder ansteigen. Veränderungen des Seespiegels und der Sonnenaktivität verlaufen

meist synchron. Entscheidender als die absolute Höhe des C14-Gehalts scheint der Kurvenverlauf zu sein. Die Verlaufsrichtung weist vermutlich darauf hin, ob die Sonnenaktivität im entsprechenden Zeitraum hoch oder niedrig war.

Die Korrelation ist allgemein gut, Bauphasen liegen meist in mutmasslich klimagünstigen Phasen und enden in Zeitabschnitten abnehmender Sonnenaktivität, Seekreideschichten liegen in ungünstigen Phasen. Nur in einem Fall, 3599–3598 v. Chr., ist, sowohl in der Zürcher Sequenz als auch in der Stratigraphie von Twann, eine Transgression durch eine Seekreideschicht nachgewiesen, die in den Zeitbereich hoher Sonnenaktivität fällt. Möglicherweise sind hierfür andere klimatische Faktoren als die Sonnenaktivität verantwortlich, z. B. ein im Grönlandeis nicht nachgewiesener Vulkanausbruch, oder eine kurzfristige Schwankung der Sonnenaktivität wurde durch die C14-Serie nicht erfasst. Nur in der Zürcher Sequenz ist eine Überschwemmungsschicht nachgewiesen, die aufgrund der vorangehenden und nachfolgenden Schlagphasen im Jahr 3720 v. Chr. entstanden sein muss. Auch diese kurzfristige Transgression fällt in einen Zeitbereich hoher Sonnenaktivität, ihre Entstehung kann aber mit einem Vulkanausbruch von 3720 v. Chr. in Verbindung gebracht werden.

Klimaänderungen als Ursache längerfristiger Seespiegelschwankungen

Die stratigraphische Sequenz und die Dendrochronologie geben zwar detaillierte Aufschlüsse über die Datierung von Transgressionen und Regressionen des Seespiegels, lassen jedoch seine relative Höhe[13] und den Einfluss der Transgressionen auf die Siedlungsschichten nicht direkt erkennen. Hier helfen Beobachtungen zu Höhenlage der Ufersiedlungen und zum Erhaltungszustand der Siedlungsschichten weiter.

Höhenlagen und räumliche Verteilung der Kulturschichten sowie die Belegungsintensität der einzelnen Siedlungsplätze im Zürcher Seefeld zeigen eindeutig, dass die Wahl des Siedlungsplatzes vom Seespiegel abhängig war. Auf den beiden ehemaligen Inseln «Kleiner Hafner» und «Grosser Hafner» wurde nur bei sehr tiefem Wasserstand gesiedelt. Der seewärts liegende Teil der Halbinsel «Mozartstrasse» war noch bei einem mitteltiefen Seespiegel bewohnbar, während die höher gelegenen Areale von «AKAD-Pressehaus» auch noch bei vergleichsweise hohem Wasserstand trocken lagen.

Extreme Tiefstände des Zürichsees: Es lassen sich mehrere Phasen mit extrem tiefem Wasserstand ermitteln:

1. die dendrochronologisch nicht datierten Siedlungsphasen der 2. Hälfte des 5. Jt. v. Chr. (Zürich-Kleiner Hafner, Schicht 5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 4C);
2. die Siedlungsphasen des ausgehenden 40. Jh. und des 39. Jh. v. Chr. (Zürich-Kleiner Hafner, Schichten 4D–4G, Zürich-Mozartstrasse, Schichten 6 und 5);
3. die Siedlungsphase um 3400 v. Chr. (Zürich, Grosser Hafner, untere «Horgener Schicht»);
4. die Siedlungsphase 3242–3201 v. Chr. (Zürich-Kleiner Hafner, Schicht 3; Zürich-Grosser Hafner, obere Horgener Schicht; Zürich-Seefeld, Schicht 4);
5. die Siedlungsphasen von 2802–2781 v. Chr. (Zürich-Kleiner Hafner, Schicht 2).

Wenige Scherben der späten Schnurkeramik aus der jüngsten neolithischen Erosionsphase der Inselsiedlung Kleiner Hafner legen nahe, dass der Platz möglicherweise auch in der Zeit um 2500 v. Chr. bewohnt werden konnte. Es ist jedoch bisher nicht gelungen, für diese Siedlungsphase datierte Bauhölzer nachzuweisen.

Allmähliche Transgressionen: Im späten 39. und im beginnenden 38. Jh. v. Chr. (Zürich-Mozartstrasse, Schichten 6 und 5, Zürich-Seefeld, Schicht 9 Nord und Süd) ist anhand von kontinuierlichen Siedlungsverlagerungen über längere Zeit eine fortschreitende Transgression des Zürichsees festzustellen. Offensichtlich wurde nicht die ganze Strandplatte innert kurzer Zeit überschwemmt, sondern der Seespiegel stieg nur allmählich an, und die Siedlungen mussten im Verlauf der Zeit landwärts verlagert werden.

Erosionen: Der Vergleich der Erhaltungsbedingungen der Siedlungsschichten zeigte, dass sich starke Erosionseinwirkungen an den verschiedenen Siedlungssplätzen immer wieder in den gleichen Phasen konzentrierten. Es sind dies insbesondere Siedlungsschichten aus dem 36. Jh. v. Chr., nach 3400 v. Chr., um 3100 v. Chr., um 2900 v. Chr., um 2560 v. Chr. und Schichten nach 2500 v. Chr. Die Transgressionsereignisse dieser Phasen zeichneten sich offensichtlich durch eine ausgeprägte Erosionskraft aus.

Siedlungsstraten ohne starke Erosionseinwirkung, aber relativ schlechter Feuchterhaltung (Seltenheit von empfindlichen botanischen Makroresten, schlechte Knochenerhaltung) sind beispielsweise im Zeitraum 2720–2600 v. Chr. nachgewiesen (Schibler/Hüster-Plogmann et al. 1997).

Alle genannten Beobachtungen lassen sich mit der Entwicklung der Sonnenaktivität parallelisieren: Die Phasen mit sehr tiefem Wasserstand fallen mit Zeiten besonders schnell fallender C14-Gehalte, also mit sehr hoher Sonnenaktivität zusammen (extremer Abfall der Werte in Abb. 1).

Dagegen liegen die Erosionsphasen sämtlich in Jahrzehnten geringer Sonnenaktivität (steigende C14-Werte). Die daraus zu erschliessenden und tatsächlich auch nachgewiesenen Transgressionen scheinen die Siedlungsreste vor ihrer endgültigen Einsedimentierung stark angegriffen zu haben. Die Phasen ohne starke Erosionseinwirkung,

aber schlechter Funderhaltung zeichnen sich durch eine relativ stabile Sonnenaktivität aus. Die Strandplatte lag offensichtlich längere Zeit trocken, was sich ungünstig auf die Erhaltung empfindlicher organischer Reste auswirkte.

Eindrücklich ist die allmähliche Transgression im späten 39. und im 38. Jh. Sie entspricht der während dieser Zeit ebenso langsam sinkenden Sonnenaktivität.

Sowohl extreme Seetiefstände wie auch Erosionsphasen lassen sich also durchgängig mit der erschlossenen Sonnenaktiviät parallelisieren. Eine ursächliche Verbindung ist dehalb anzunehmen.

4. Klimaveränderungen als Ursache von Subsistenzkrisen

In den Zeitbereichen stark steigender C14-Werte bricht die Besiedlung der Strandplatte im Normalfall ab. Einzig im Bereich des starken Anstiegs nach 3660 v. Chr. sind Siedlungsschichten nachgewiesen (Zürich-Mozartstrasse, Schicht 4 Mitte und Twann, Ensemble 4, 5 und 5a). Dennoch ist auch und gerade hier eine massive Versorgungskrise wirtschaftsarchäologisch nachgewiesen[14]. Möglicherweise zeichnete sich die Klimaverschlechterung durch eine Grosswetterlage mit überwiegend trocken-kalter Luft aus, die nicht zu einer Erhöhung der Seespiegel führte (Maise 1997).

Die drei aufeinanderfolgenden grossen Schwankungen der C14-Kurve im 37. bis 33. Jh. v. Chr. entsprechen in Dauer und Struktur in etwa der dreigipfligen «Kleinen Eiszeit» im 14. bis 19. Jh. n. Chr. Die Stärke der Krisen dürfte in etwa dem entsprochen haben, was über die Krisen um 1695 und um 1816 bekannt ist (Pfister 1984). Die Auswirkungen auf die Lebensmittelversorgung waren bei dem geringeren Stand der landwirtschaftlichen Techniken aber sicher gravierender.

Folgerichtig zeigen die wirtschaftsarchäologischen Untersuchungen massive Einwirkungen auf die Subsistenzwirtschaft von Siedlungen im Bereich dieser markanten Kaltphasen (Schibler/Hüster-Plogmann et al. 1997). Infolge der Klimaverschlechterungen kam es offensichtlich zu katastrophalen Einbussen der Getreideerträge. Es wurde versucht, dem drohenden Hunger durch eine Intensivierung von Jagd, Fischerei und Sammeltätigkeit zu entkommen[15].

5. Schlussfolgerungen

Erhaltungsbedingungen als Datenfilter

Unsere Untersuchungen haben deutlich gezeigt, dass die Datenlücken durch Seespiegelschwankungen zu erklären sind. Kulturelle Faktoren scheinen während des Untersuchungszeitraums keine Rolle zu spielen. Siedlungen, die in Zeiten hoher Wasserstände, also Kaltphasen angelegt worden waren, lagen im Bereich der Mineralböden ohne Feuchterhaltung. Ihre wenig augenfälligen Reste geraten selten in den Blick der Forschung und können nicht exakt datiert werden. Dagegen gerieten Siedlungen, die in Zeiten niedriger Seespiegelstände gebaut worden waren, mit dem Wiederanstieg des Sees unter Wasser und ihre Reste wurden grossenteils unter einer Seekreideschicht konserviert.

Parallelität an verschiedenen Seen

Die Schlagphasen von Ufersiedlungen anderer Voralpenseen entsprechen denjenigen des Zürichsees weitgehend. Insbesondere zeigt die stratigraphische Abfolge von Twann eine Abfolge von Siedlungs- und Überschwemmungsschichten, die derjenigen der Ufersiedlungen am Zürichsee absolutchronologisch entspricht. Die Seespiegelschwankungen waren demnach keine individuellen Ereignisse einzelner Gewässersysteme, sondern Folgen übergreifender klimatischer Veränderungen.

Korrelation Seespiegel – C14

Tatsächlich sind die kurzfristigen Seespiegelschwankungen der Voralpenseen direkt mit den erschliessbaren kurzfristigen Schwankungen der Sonnenaktivität als einer Hauptursache von klimatischen Veränderungen korrelierbar. Wird die unterschiedliche Datierungsgenauigkeit berücksichtigt und bedacht, welche Faktoren das Bild verzerren, ist die Übereinstimmung von C14- und Seespiegelkurve bemerkenswert.

Auch längere Lücken in der Datenserie, extreme Tief- und Hochstände finden in der Regel eine Entsprechung im Verlauf der C14-Kurve. Somit ist für den gesamten Untersuchungszeitraum von rund 1500 Jahren davon auszugehen, dass die Seespiegel überregional in Abhängigkeit von der Sonnenaktivität schwankten. Für die Bronzezeit lassen sich entsprechende Gleichläufigkeiten zwischen Sonnenaktivität und Uferbesiedlung nachweisen (Jacomet/Magny et al. 1997, SPM III) und für die Siedlungen des 5 Jt. zumindest sehr wahrscheinlich machen[16].

Zudem kann während des Neolithikums in mindestens einem Fall eine Serie von Vulkanausbrüchen (ab 3201

v. Chr.) für ein schnelles Ansteigen der Seespiegel verantwortlich gemacht werden.

Fazit

Die heute fassbare Siedlungssequenz an den Seeufern ist weitgehend durch das Klima bestimmt. In einzelnen Fällen kann der Abbruch der Siedlungstätigkeit auch durch einen Dorfbrand oder andere Ursachen ausgelöst worden sein. Im Normalfall bilden Siedlungsdauer von Uferdörfern und Transgressionen jedoch ein Wechselspiel, das von den damals lebenden Menschen bewusst in Kauf genommen worden zu sein scheint. Fast jede Generation baute ein oder mehrere Male ihre Häuser, die ohnehin nicht auf Dauerhaftigkeit angelegt waren, an anderen Stellen wieder auf. Die Siedlungen folgen der Uferlinie, die mit den schwankenden Mittelwasserständen vor und zurück wanderte. Daher lässt die überlieferte Zahl der Siedlungen keine unmittelbaren Schlüsse auf die demographische Entwicklung zu[17].

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die archäologische Erforschung der Seeufersiedlungen und insbesondere die detaillierte dendrochronologische Datierung der Siedlungs- und Transgressionsschichten einen wichtigen Beitrag zur Klimageschichte und zur Hydrologie leisten kann. Entsprechende Untersuchungszweige der archäologischen Forschung sollten deshalb in die klimatologische Forschung integriert werden.

Für die Rekonstruktion der Klimageschichte sind die Ergebnisse der archäologischen Untersuchungen vor allem deshalb von Interesse, weil sie den Einfluss der «Klimamacher» Sonnenaktivität und Vulkanismus auf die hydrologischen Veränderungen unmittelbar nachvollziehen lassen und eine jahrgenaue Datierung dieser Ereignisse ermöglichen.

Die überraschend gute Übereinstimmung zwischen C14- und Seespiegelkurve weist darauf hin, dass sich Schwankungen der Sonnenaktivität, trotz aller Verzerrungen, die in Betracht kommen können, innerhalb von Jahren auf das Klima auswirkten. Es scheint, dass sich diese Entwicklungen auf das Jahrzehnt genau datieren lassen. Damit eröffnen sich für eine Vielzahl der Paläowissenschaften neue Möglichkeiten, Ausmass und Verlauf des klimatischen Einflusses abzuschätzen.

Eduard Gross Klee
Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie
der römischen Provinzen
Bernastrasse 7p
3005 Bern

Christian Maise
Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Freiburg
Belfortstrasse 22
D-79098 Freiburg/Br.

Anmerkungen

1 Schindler 1981; Joos 1982; 1987.

2 Winiger/Joos 1976, 58–65; Magny/Olive 1981; Jacomet/Ruoff 1985, 41–47; Gross/Ritzmann 1990, 167–170 (mit falscher Korrelation der Seespiegelschwankungen mit den Klimafaktoren); Jacomet et al. 1995; Gross-Klee/Hasenfratz 1995, 200–204, Abb. 175.

3 Diese Annahme wird unter anderm durch die Analyse der Altersstruktur von Bauhölzern gestützt, durch welche Schlagtätigkeit für Phasen erschlossen werden kann, die in den Ufersedimenten fehlen (vgl. beispielsweise Anm. 11). Weitere Bestätigungen sind der Nachweis vorufersiedlungszeitlicher Ackerflächen im Umfeld der späteren Ufersiedlungen (vgl. Erny-Rodmann/Gross-Klee et al. 1997, in diesem Band S. 27–56) und wirtschaftsarchäologische Überlegungen (Jacomet/Brombacher et al. 1989, 234).

4 Allerdings geben Zielinski/Mayewski et al. (1994) zusätzlich pauschal eine Sicherheitsspanne von ± 2% an. Für das 3./4. Jt. wären dies ± 40–60 Jahre. Dennoch lassen sich historisch überlieferten Ausbrüchen bis zurück ins 2. Jt. v. Chr. Säureschichten zuweisen, die nur wenige Jahre jünger oder älter datieren. Vor diesem Hintergrund scheint es legitim, Seeufer- und Vulkandaten auf mögliche jahrgenaue Übereinstimmungen zu untersuchen.

5 Becker/Billamboz et al. 1985; SPM II, 301–341; Zudem standen uns aktuelle Listen der Schlagphasen folgender Labors zur Verfügung: Dendrochronologisches Labor des Büros für Archäologie der Stadt Zürich (Stand 96, durch T. Sormaz zusammengestellt); Dendrochronologisches Labor des Projektes Bodensee-Oberschwaben in Hemmenhofen (A. Billamboz, Stand 95); Dendrochronologisches Labor des Bielerseeprojektes des archäologischen Dienstes des Kantons Bern in Sutz (P. J. Suter, A. Hafner, J. Francuz, Stand 96, Publikation in Vorb.).

6 Angaben zu Stratigraphie, Datierung und weiterführender Literatur zu den unten erwähnten Siedlungsplätzen, vgl. SPM II, Regesten, 301–341.

7 Zur Lage vgl. SPM II, Abb. 127.

8 Es sind dies die Sequenzen des klassischen Zürcher Cortaillods von Zürich-Mozartstrasse und Zürich-Kleiner Hafner, die Pfyner Sequenzen von Zürich-Seefeld, Zürich-Bauschanze, Horgen-Dampfschiffsteg und Feldmeilen-Vorderfeld, oder Abschnitte der Horgener Sequenzen von Zürich Seefeld/Mozartstrasse, Horgen-Scheller, Erlenbach-Widen und Feldmeilen-Vorderfeld.

9 Siehe SPM II 330f. (mit ausführlicher Literatur); eine Zusammenstellung der jahrgenauen Schlagdaten und ihre Korrelation mit Siedlungsschichten und Überschwemmungsschichten stellte W. E. Stöckli (Institut für Urgeschichte und Archäologie der römischen Provinzen, Bern) zur Verfügung (Stöckli, in Vorb.).

10 Vgl. SPM II, Abb. 175.

11 Ein möglicher Hinweis auf eine solche ufernahe Siedlung ist der organische Horizont 81 zwischen der jüngsten Cortaillodschicht und der unteren Horgener Schicht und die Altersstruktur der datierten Hölzer der unteren Horgener Schicht von Twann. Beide Beobachtungen weisen auf eine ufernahe Siedlung in der Spanne zwischen 3500 und 3450 v. Chr.

12 Vulkanausbrüche: 3201, 3192, 3190, 3188, 3184, 3181, 3179, 3177, 3173 v. Chr. (Daten nach Zielinski/Mayewski et al.). Letzte Schlagtätigkeit 3201 v. Chr.: Zürich-Kleiner Hafner, Schicht 3; Zürich-Grosser Hafner; Zürich-Seefeld, Schicht 4. Letzte nachgewiesene Schlagjahre der Siedlungsphase vor dem Siedlungsabbruch: Lattrigen 7, aussen, Schicht 3, 3202 v. Chr., Twann 3203 v. Chr. In den in diesem Zeitraum sehr gut belegten Datenserien fehlt das Schlagjahr 3200 v. Chr. – von einigen Belegen in Lattrigen 7 abgesehen – durchwegs. Die Bautätigkeit auf der Strandplatte setzte aber teilweise schon 3199 v. Chr. oder in den Jahren bis 3193 v. Chr. wieder ein. Im Zeitbereich der Ausbruchserie sind dennoch nur vereinzelte Schlagjahre belegt. Mehrjährige Datenserien beginnen 3176 v. Chr., ein Jahr nach dem zweitletzten, oder 3172 v. Chr., im Jahr nach dem letzten Ausbruch der Serie.

13 Der Begriff Höhenlage darf nicht absolut verstanden werden, da je nach topographischer Situation und Überdeckung unterschiedliche Setzungserscheinungen zu berücksichtigen sind.

14 Auf den Zusammenhang zwischen Wirtschaftskrisen und Klimaentwicklung wies erstmals J. Schibler, anlässlich seines AGUS-Vortrages «Ein Beispiel der Wechselwirkung von Umwelt, Klima, Wirtschaft und Kultur im schweizerischen Neolithikum» 1993 in Bern hin, ausführlicher und unter Einbezug der botanischen Resultate wurden diese Zusammenhänge am 7. ICAZ-Kongress 1994 in Konstanz vorgestellt (Schibler/Jacomet/Brombacher/Hüster-Plogmann 1997), seither: Schibler/Brombacher/Chaix 1995; Schibler/Hüster-Plogmann et al. 1997. Neuerdings werden auch die Haus/Wildtierschwankungen in den ostfranzösischen Ufersiedlungen auf klimatische Ursachen zurückgeführt (Arbogast/Magny/Pétrequin 1996).

15 Wichtigste wirtschaftsarchäologische Belege für die Klimakrise des 40. Jh. v. Chr.: Zürich-Mozartstrasse, Schicht 6 (Schibler/Suter 1990, 208); Zürich-Kleiner Hafner, Schicht 4D (Schibler/Suter 1990, 208), Hornstaad-Hörnle I (Schlichtherle 1990, 153). – Belege für die Wirtschaftskrise um 3660 v. Chr.: Zürich-Mozartstrasse Schicht 4 (Schibler/Suter 1990, 208); Twann, Ensemble 4–6 (Schibler/Suter 1990, 216). – Belege für die Klimakrise des 35./34. Jh. v. Chr.: Arbon, Bleiche 3 (Mündliche Mitteilung J. Schibler). – Belege für die Klimakrise des 29. Jh. v. Chr.: Zürich-Kleiner Hafner, Schicht 2 A–D (Schibler/Suter 1990, 208); Zürich-Seefeld, schnurkeramisches Schichtpaket (Schibler/Suter 1990, 208); Yverdon, Garage Martin (Schibler/Suter 1990, 216).

16 Hier verfügen wir noch nicht über jahrgenaue Datenserien, dennoch entspricht die Anzahl der Siedlungsphasen und der Seekreideschichten der Anzahl der grösseren Schwankungen der Sonnenaktivität. Die C14-Daten der frühen Schichten in der Stratigraphie Zürich-Kleiner Hafner legen nahe, dass die Bauaktivitäten auch vor 4000 v. Chr. in Zeitbereiche hoher Sonnenaktivität fallen (zu Daten und Stratigraphie vgl. Suter 1987).

17 Zudem kann keine «Standardgrösse» einer Siedlung vorausgesetzt werden (vgl. SPM II 1995, 206–211). Demographische Aussagen, wie sie von Arbogast/Magny et al. 1996 skizziert werden, sind daher problematisch.

Bibliographie

Arbogast, R. M. / Magny, M. / Pétrequin, P. (1996) Climat, cultures céréalières et densité de population au Néolithique: Le cas des lacs du Jura français de 3500 à 2500 av. J.-C. AKB 26, 1996, 121–144.

Becker, B. / Billamboz, A. / Egger, H. / Gassmann, P. / Orcel, A. / Orcel, C. / Ruoff, U. (1985) Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Die absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas. Antiqua 11. Basel.

Eberli, U. / Gross-Klee, E. (1997) Archäologische Grundlagen und Folgen der wirtschaftsarchäologischen Untersuchungen für Befund und kulturelle Interpretation. In: Schibler/Hüster-Plogmann et al. 1997.

Erny-Rodmann, Ch. / Gross-Klee, E. / Haas, J. N. / Jacomet, S. (1997) Früher «human impact» und Ackerbau im Übergangsbereich Spätmesolithikum/Frühneolithikum im schweizerischen Mittelland. JbSGUF 80, 1997, 27–56.

Friis-Christensen, E. / Lassen, K. (1991) Length of the Solar Cycle: an indicator of solar activity, closely associated with climate. Science 254, 1991, 698–700.

Goodess, C. M. / Palutikof J. P. / Davies, T. D. (1992) Nature and causes of Climatic Change. London.

Gross, E. / Ritzmann, Ch. (1990) Die neolithischen und bronzezeitlichen Siedlungen im Zürcher Seefeld. In: Die ersten Bauern, Pfahlbaufunde Europas, Band 1: Schweiz, 161–171. Zürich.

Gross-Klee, E. / Hasenfratz, A. (1995) Siedlungswesen und Hausbau. In: SPM II, 195–229.

Jacomet, S. / Ruoff, U. (1985) Botanische Makroreste aus den Sedimenten des neolithischen Siedlungsplatzes AKAD-Seehofstrasse am untersten Zürichsee. Zürcher Studien zur Archäologie. Zürich.

Jacomet, S. / Brombacher, C. / Dick, M. (1989) Archäobotanik am Zürichsee. Die Reste der Uferpflanzen und ihre Aussagemöglichkeiten zur Vegetationsgeschichte, Schichtentstehung und Seespiegelschwankungen. Berichte der Zürcher Denkmalpflege, Monographien 7. Zürich.

Jacomet, S. / Magny, M. et al. (1997) in: Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter. III, Bronzezeit (in Vorb.).

Jacomet, S. / Magny, M. / Burga, C. A. (1995) Klima- und Seespiegelschwankungen im Verlauf des Neolithikums und ihre Auswirkungen auf die Besiedlung der Seeufer. In: SPM II, 53–58.

Joos, M. (1982) Swiss Midland-lakes and climatic changes. In A. Harding (ed.) Climatic change in later prehistory, 44–51. Edinburgh.

Joos, M. (1987) Holozäne Seepiegelschwankungen. Geographica Helvetica 2, 123–125.

Kelly, P. M. / Sear, C. B. (1984) Climatic impact of explosive volcanic eruptions. Nature 311, 740–743.

Magny, M. / Olive, Ph. (1981) Origine climatique des variations du niveau du lac Léman au cours de l'Holocène. La crise de 1700 à 700 ans BC. Archives Suisses d'Anthropologie Générale 45, 159–169.

Magny, M. (1993a) Solar Influences on holocene climatic changes. Illustrated by correlations between past lake-level fluctuations and the athmospheric 14C-record. Quaternary Research 40, 1–9.

Magny, M. (1993b) Holocene fluctuations of lake levels in the French Jura and sub-Alpine ranges and their implications for past general circulation patterns. Holocene 3, 306–313.

Maise Ch. (1996) Der Einfluss des Klimas auf die prähistorische Besiedlungsentwicklung. Dissertation Freiburg/Br. (im Druck).

Maise, Ch. (1997) Die Klimaentwicklung zwischen 4100 und 3500 v. Chr.: Auswirkungen auf Siedlungs- und Ernährungsmöglichkeiten am unteren Zürichsee. In: Schibler/Hüster-Plogmann et al. 1997.

Mörner, N. A. (1994) The Maunder Minimum. In: B. Frenzel (ed.) Climatic trends and anomalies in Europe 1675–1715. Paläoklimaforschung 13, 1–8.

Pfister, Ch. (1984) Klimageschichte der Schweiz 1525–1860. Bern/Stuttgart.

Schibler, J. / Suter, P. J. (1990) Archäozoologische Ergebnisse datierter neolithischer Ufersiedlungen des schweizerischen Mittellandes. In: J. Schibler / J. Sedlmeier / Hp. Spycher (Hrsg). Festschrift für Hans R. Stampfli. Beiträge zur Archäozoologie, Anthropologie, Geologie und Paläontologie, 205–240. Basel.

Schibler, J. / Brombacher, Ch. / Chaix, L. (1995) Wirtschaft. In: SPM II, 85–118.

Schibler, J. / Hüster-Plogmann, H. et al. (1997) Oekonomie und Oekologie neolithischer Ufer- und Inselsiedlungen am unteren Zürichsee. Beiträge zur Archäozoologie, Archäobotanik, Knochen- und Geweihartefakte, Textil und Geflechtfunde. Zürcher Denkmalpflege, Archäologische Monographien 20. Zürich.

Schibler, J. / Jacomet, S. / Brombacher, Ch. / Hüster-Plogmann, H. (1997) Economic crash in the 37th century BCcal in neolithic lake shore sites in Switzerland. Kongressakten 7. internationaler Kongress des Council for Achaeozoology (ICAZ) vom 26. September bis 2. Oktober 1994 in Konstanz. Anthropozoologica (im Druck).

Schindler, C. (1981) Geologische Unterlagen zur Beurteilung archäologischer Probleme in den Seeufergebieten. HA 45/48, 71–88.

Schlichtherle, H. (1990) Siedlungsarchäologie im Alpenvorland I. Die Sondagen 1973–1978 in den Ufersiedlungen von Hornstaad-Hörnle I., Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg. Stuttgart.

Sigurdsson, H. (1990) Evidence of volcanic loading of the atmosphere and climatic response. Palaeogeography, Palaeoclimatology. Palaeohydrology 89, 277–289.

Sofia, H. S. / Fox, P. (1994) Solar Variability and Climate. Climatic Change 27, 249–258.

SPM II, W. E. Stöckli / U. Niffeler / E. Gross-Klee, E. (Hrsg.; 1995) Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter. II, Neolithikum. Basel.

Stuiver, M. / Becker, B. (1993) High-precision decadal calibration of the radiocarbon scale AD 1950–6000 BC. Radiocarbon 35, 1, 1993, 35–65.

Stuiver, M. / Braziunas, T. F. (1993) Sun, ocean, climate and atmospheric $^{14}CO_2$: an evaluation of causal and spectral relationships. Holocene 3, 289–305.

Suter, P. J. (1987) Zürich «Kleiner Hafner». Tauchgrabungen 1981–1984. Berichte der Zürcher Denkmalpflege. Monographien 3. Zürich.

Winiger, J. / Joos, M. (1971) Feldmeilen-Vorderfeld. Die Ausgrabungen 1970/1971. Antiqua 5. Basel.

Zielinski, G. A. / Mayewski, P. A. / Meeker, L. D. / Withlow, S. / Twickler, M. S. / Morrison, M. / Meese, A. / Gow, D. A. / Alley, R. B. (1994) Record of Volcanism since 7000 B. C. from the GISP2 Greenland Ice Core and Implications for the Volcano-Climate-System. Science 264, 948–962.