

Klimawandel

Probleme für das archäologische Kulturgut unter Wasser in den Seen und Mooren des Alpenvorlandes

HELMUT SCHLICHOTHERLE und MARTIN MAINBERGER

Zusammenfassung

Das Jahr 2006 kann am Bodensee gleich mit zwei Jahrhundertereignissen aufwarten. Ein Extremniedrigwasserstand führte im Winter dazu, dass große Partien der Flachwasserzone für Monate starkem, erosivem Wellenschlag ausgesetzt waren und setzte zudem zahlreiche prähistorische Pfahlbaufundstätten den Wirkungen von Frost und Eisgang aus. Nach überdurchschnittlichen Frühjahrspegelständen brachte dann die sommerliche Trockenperiode weitere Tiefstände, wie sie in der Phase der jährlichen Sommerhochwasser im Juni/Juli seit hundert Jahren nicht mehr gemessen worden sind: Also erneut Stress für das kulturelle Erbe unter Wasser. Am Federsee und in anderen Mooren Oberschwabens brachte der extreme Sommer die Moorwasserpegel an ihren Tiefpunkt. Selbst die Hauptentwässerungsgräben trockneten aus. Dies bedeutete für zahlreiche prähistorische Moorsiedlungen anhaltenden Kontakt mit Luftsauerstoff, was zur Verrottung wissenschaftlich bedeutsamer organischer Substanz führt. Eine Fachtagung in Konstanz* thematisierte im Juni die Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Fauna am Bodensee sowie auf den Denkmalbestand. Seit mehreren Jahren sind sinkende Wasserspiegel und eine Häufung von Extremereignissen zu beobachten. Sollte der Klimatrend anhalten, so verschärfen sich die Probleme zur Erhaltung der Feuchtbodensiedlungen des Alpenvorlandes. Diese sind durch anthropogene Veränderungen der Seeufer und Feuchtgebiete ohnehin bereits groß.

*Zur Fachtagung „Bodenseeufer und Klimawandel“ siehe www.bodensee-ufer.de. Im Rahmen der Tagung referierten u. a. G. Schädler zu „Klimawandel und Klimafolgen im Bodenseeraum“, W. Ostendorf u. K. Jöhnk zu „Klimawandel, Seespiegeltrends und Extremwasserständen am Bodensee“ und M. Mainberger u. H. Schlichtherle zum Thema „Prähistorische Ufersiedlungen, Seespiegelschwankungen und Erosionsvorgänge in der Flachwasserzone des Bodensees“.

Abstract

In 2006 Lake Constance faced once-a-century incidents twice. An extremely low water level meant that in the winter large areas of the shallows were subject to the strong, erosive wash of waves for a number of months and in addition exposed numerous pile dwelling sites to the effects of frost and ice. After higher than average water levels in spring, the summer dry periods brought further all-time low levels and renewed stress for underwater cultural sites. At Federsee and other moors in Upper Swabia the extreme summer caused new depths to the moor water levels. Even the main drainage channels dried out. This meant for many prehistoric moor settlements prolonged contact with oxygen that led to the degradation of scientifically significant organic substances. A symposium in Constance* in June broached the issue of the effects of climate change on flora and fauna as well as its effects on the state of monuments. For a number of years the sinking water levels and an accumulation of extreme incidents have been observed. Should the climate trends continue, then the problems of preservation of water logged settlements north of the Alps will intensify. These are already large enough through human impact on the lake shore and wetlands.

*For further information about the symposium on “Lake Constance and the Climate Change” visit www.bodensee-ufer.de. Amongst the topics presented at the symposium were: “Climate Changes and its Consequences in the Lake Constance Area” (G. Schädler), “Climate Changes, Water Level Trends and Extreme Water Levels on Lake Constance” (W. Ostendorf u. K. Jöhnk) and “Prehistoric Lake Settlements, Water Level Fluctuations and Erosion Processes in the Shallows of Lake Constance” (M. Mainberger und H. Schlichtherle).

Translation Jamie McIntosh

Der Bodensee erfuhr nie eine Gewässerkorrektur und ist somit der letzte große Voralpensee, dessen Pegel nicht reguliert wurde. Die alpinen Schmelzwässer bringen zusammen mit den Sommerniederschlägen den Wasserspiegel in der Regel um 1,5–2 m in die Höhe, während in den Wintermonaten, wenn die Niederschläge in den Alpen als Schnee und Eis liegen bleiben, der See in seine Niedrigwasserphase eintritt. Dieser jährliche Pegelgang wird seit 1814 aufgezeichnet, so dass eine nahezu 200-jährige Messreihe vorliegt. Seit der Jahrhundertwende ist vor allem für den Bodensee im engeren Sinne, den so genannten



Abb. 1: Das Extremniedrigwasser führte im Januar 2006 zur Neuentdeckung der Pfahlbausiedlung Konstanz-Hinterhausen II. Hier das zutage gekommene Pfahlfeld auf der trockengefallenen Strandplatte, im Hintergrund die Altstadt von Konstanz (Foto A. Harwath).



Abb. 2: Bergung aufgefrorener Pfähle in der vereisten Strandplatte des Obersees, im Bereich der Siedlung Allensbach-Kapplerfeld, Februar 2006. Die dendrochronologische Untersuchung erbrachte eine Datierung auf 3636 v. Chr., also auf eine zweite Belegungsphase der bislang als Siedlung der älteren Pfyner Kultur bekannten Station. Im Hintergrund der gefrorene Gnadensee und die Insel Reichenau. Datierung: A. Billamboz, Dendrolabor RPS Hemmenhofen (Foto H. Schlichtherle).

Abb. 3: Aufgefrorener und im Frost gesprengter Pfahlkopf in der Station Hegne-Nachtwaid, Februar 2006. Dendrochronologische Datierungen erbrachten ein Schlagdatum auf 3579 v. Chr. Datierung: A. Billamboz, Dendrolabor RPS Hemmenhofen (Foto H. Schlichtherle).



Abb. 4: Bergung von Pfählen der frühen Bronzezeit im Flachwasser des Obersees, im Bereich der Siedlung Unteruhldingen-Stollenwiesen, Februar 2006. Der Jahrhundertniedrigstand erregte das Interesse der Medien (Foto H. Schlichtherle).

Obersee, ein Trend sinkender Wasserspiegel um 14 cm/100 Jahre festgestellt worden (LUFT 1990, 57 ff.). Wie weit hier Veränderungen im Querschnitt der Ausflussschwelle und die Retention der zunehmend ausgebauten Rückhaltebecken in den Alpen eine Rolle spielen, ist im Einzelnen noch ungeklärt. Die Beseitigung der alten Konstanzer Rheinmühlen und ihrer den Ausfluß hemmenden Einbauten im Jahre 1856 hatten einen messbaren Effekt auf die Pegelstände des Obersees. Ob dieser Rückbau und andere Maßnahmen in den Ausflussschwellen des Sees bis heute anhaltende Nachwirkungen zeigen, bleibt zu erkunden. Nach der archäologischen Beobachtung von Pfahlfeldern im Bereich der Ausflussschwellen bei Konstanz und Stiegen sind hier aktuelle Erosionsprozesse im Gange.

Für die Situation der archäologischen Denkmale im Flachwasser verschlechtert sich mit den sinkenden Pegelständen am Obersee jedenfalls die Situation kontinuierlich. Hinzu kommt nun in jüngerer Zeit eine Häufung von Extremereignissen: in den Sommern 1987 und 1999 (OSTENDORP 2004) kam es zu extremen Hochwassern im Juni und August mit Pegelständen bis über 7,50 m (alle Werte bezogen auf Pegel Konstanz), im Dezember 2002/Januar 2003 zudem zu einem für die Jahreszeit extrem hohen Winterwasserstand. Danach brachen die Wasserstände jedoch ein und bewegten sich unter dem Mittel. Langanhaltende Niederwasserperioden mit verstärkter Wellenexposition der Flachwasserzone waren die Folge. Im Hitzesommer 2003 lagen die Pegelstände um bis zu 60 cm unter dem jahreszeitlich zu erwartenden Mittel. In den Sommermonaten 2005 waren es gar bis zu 90 cm. Auf einen kurzen, auf Starkregen zurückzuführenden Anstieg des Wasserstands nach dem geringen August-Hochwasser 2005 folgte ein extrem niederschlagsarmer Herbst, so dass der Wasserstand seitdem erneut stark absank. Im Winter kam es bei überdurchschnittlich trockener und kalter Witterung zu einem Jahrhundertniedrigwasser, das den Pegel Konstanz von 2,50 m anhaltend unterschritt. Im Februar wurden Rekordwerte bei 2,31 m gemessen, die nur noch fünf Zentimeter über dem tiefsten jemals gemessenen Wert (1858 Pegel Konstanz 2,26 m) lagen (Abb. 5 u. 6).

Die Flachwasserzone des Bodenseeuferes fiel großflächig trocken und glich vielerorts einem Wattenmeer. In zahlreichen Pfahlbaustationen erschienen Hunderte und Tausende von Pfählen auf der Strandplatte. Aber nicht nur von der

Erosion bereits freigestellte Pfahlköpfe wurden sichtbar. Durch Frosthebung kamen in den durchfrierenden Seesedimenten nun zahlreiche weitere Pfosten an die Oberfläche. Dies bot Gelegenheit bisher nicht registrierte Pfahlfeldbereiche zu vermessen und neue Siedlungen zu entdecken. So kam es im Konstanzer Trichter und im Seerhein unterhalb von Konstanz zur Neuentdeckung bislang unbekannter Siedlungsareale. Wir führen sie künftig unter der Bezeichnung Konstanz-Hinterhausen II (Abb. 1) und Konstanz-Bleiche in unseren Ortsakten. In Hinterhausen II konnten zudem neolithische Funde vom Seeboden aufgenommen werden. Der anhaltende Frost machte eine systematische Verprobung der Hölzer am zugefrorenen Untersee indessen zu einem schwierigen Unterfangen. Man musste sie mühsam mit dem Pickel freihauen (Abb. 2). Eine systematische Verprobung großer Serien war nicht durchführbar. Wir warteten hier auch vergeblich auf eine moderat einsetzende Tauperiode. Die Pfähle blieben bis zur Überflutung und auch danach „bocksteif“ im Seeboden stecken. Was an Holz auf der Strandoberfläche erschienen war, hatte der Frost bereits aufgesprengt und zersplittert (Abb. 3). Auch an die Strandfläche austretende Kulturschichten kamen in die Frostzone. Eisschub und Wellenschlag räumten die aufgefrorenen organischen Materialien dann endgültig ab.

Zu ähnlichen Schäden kam es im Übrigen auch an den archäologischen Denkmälern aus historischer Zeit: in einer Bucht im Westen der Insel Reichenau entdeckten Anwohner unter Eis die Umrisse eines Schiffswracks, das offenbar erst seit kurzem am Seeboden frei lag. Als wir die Fundstelle im Frühjahr überprüften, waren Teile des Eichenschiffes bereits aus dem Sediment gerissen und landwärts verdriftet. Vergleichbares beobachteten wir an den mittelalterlichen Palisaden der Klosterinsel. Im Frühsommer waren ganze Abschnitte im Süden der Insel weit exponiert und standen schräg, einzelne Pfähle lagen abgebrochen am Grund. Erosion am Seegrund, gepaart und kombiniert mit Eisgang, entwickeln hier zerstörerische Kräfte, die zum Verlust wichtiger Quellen für die Geschichte der Welterbestätte Reichenau führen können.

An den Uferabschnitten des Überlingersees hatte sich keine Eisdecke ausgebildet. Aber auch dort waren die freiliegenden Strandplatten durchgefroren, was, wie am Untersee, die archäologischen Bergungsarbeiten erschwerte. Zudem waren am Überlinger See die Bedingungen

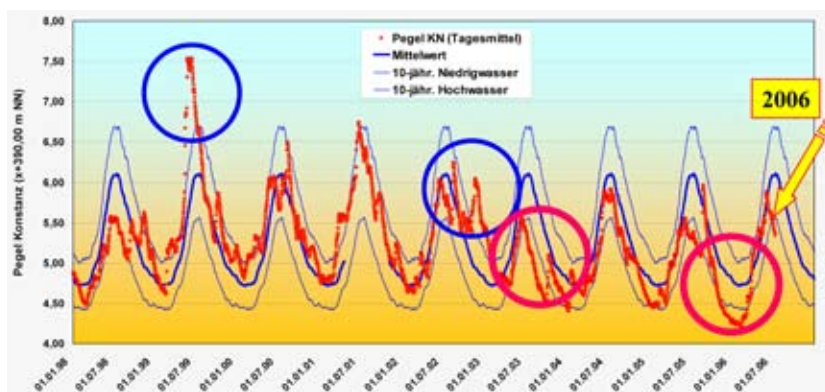


Abb. 5: Pegelgang des Bodensees von 1998 bis 2006. Außergewöhnliche Hochwässer Mai/Juni 1999 und November/Dezember 2002 sind blau eingekreist, außergewöhnliche Niedrigwässer Juli/August 1998 und November 2005–Februar 2006 sind rot eingekreist. Pegeldaten: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (Grafik W. Ostendorf).

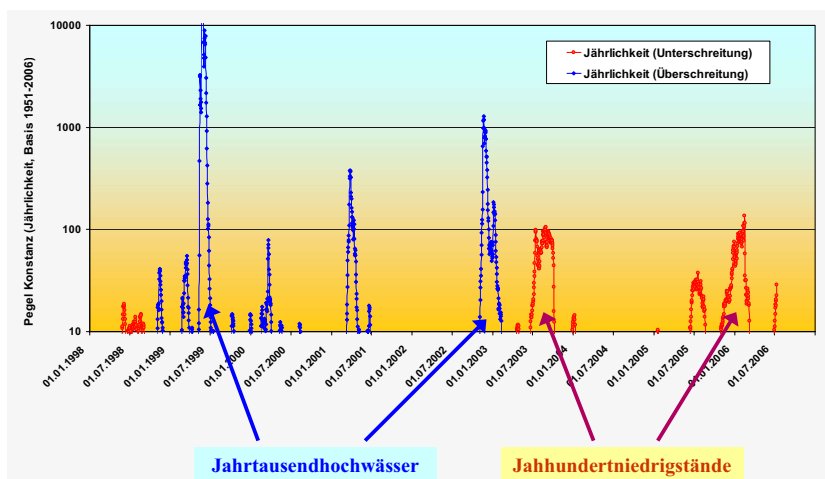


Abb. 6: Jährlichkeiten außergewöhnlicher Wasserstände am Bodensee seit 1998. Pegeldaten: LUBW (Grafik W. Ostendorf).

für Tauchuntersuchungen gut, wenngleich unter den herrschenden Temperaturen hart (siehe Beitrag KÖNIGER in diesem Band). Die Zerstörungen des Extremwinters 2005/06 im Bestand der Bodenseepfahlbauten waren größer als in anderen Jahren und erreichten vor allem bislang unberührte Zonen. Die wissenschaftlichen Erträge blieben – taucharchäologische Unternehmungen ausgenommen – hingegen meist eher gering.

Erst Ende März wurde wieder der übliche Pegelstand erreicht. Anfang Juni 2006 sanken die Pegelstände erneut und stetig unter das Jahresmittel. Anfang August erzielten sie einen Rekordwert bei Pegel Konstanz 3,00 m und unterschritten die saisonalen Jahrhundertniedrigstwerte. Seitdem verläuft der Pegelgang wei-

terhin auf tiefem Niveau. Niedere Wasserstände erhöhen ganz allgemein die Wellenwirkung auf den Seeboden und damit die Erosion der Uferbank, da sie größere Bereiche der Flachwasserzone in die Brecherzone bringen. Häufen sich entsprechende Extremjahre, so wird dies die ohnehin bereits starken, vielfach auf anthropogene Uferveränderungen zurückzuführenden Erosionsvorgänge beschleunigen (SCHLICTHERLE/BÜRGI 1986).

Am Federsee brachte der trockene und heiße Sommer 2006 ein extremes Absinken des Moorwasserpegels. In der Grasnarbe der Feuchtwiesen zeigten sich Trockenrisse, an den Moorrändern war die Anmoordecke nur noch eine pulverige Masse. Die Entwässerungsgräbchen versiegten (Abb. 7). Auch Hauptentwässerungsgräben trockneten im Juli aus, was auf den allgemeinen Wassermangel des Moores schließen ließ. An den Pegelmessstationen wurden Extremwerte registriert (Abb. 8). Bereits 2003 und 2004 war der Moorwasserpegel tief abgesunken. Dies brachte die prähistorischen Moorsiedlungen in einem bisher nie da gewesenen Umfang in den durchlüfteten Bereich und setzte sie so über Wochen der nagenden Kraft von Mikro- und



Abb. 7: Viele Entwässerungsgräben des Federseemoores waren im Juni/Juli 2006 völlig versiegt. Nördliches Federseeried im Bereich der Station Alleshausen-Floßwiesen (Foto W. Hohl).

Makroorganismen aus. In den Floßwiesen bei Alleshausen im nördlichen Federseeried durchgeführte Sondagen zeigten während der Dürreperiode Fundschichten und Mudden, die nur noch feucht waren, aber kein freies Wasser mehr enthielten. Sollten sich solche Jahre wiederholen, so ist auch am Federsee und in anderen Mooren Oberschwabens mit einem beschleunigten Abbau der organischen Substanz zu rechnen. Die am Federsee eingeleiteten Projekte zur Wiedervernässung (SCHLICTHERLE 2003; COLES 2004) kämen unter diesen Bedingungen nicht im gewünschten Umfang zum Greifen.

Niemand kann verlässlich voraussagen, ob die seit 2003 zu beobachtenden, witterungsbedingten Niederwasserstände und Moorwasserabsenkungen sich nun häufiger wiederholen werden. Die Vermutung, dass die beobachteten Phänomene erste Auswirkungen eines anhaltenden Klimatrends sind, kann jedoch nicht so einfach von der Hand gewiesen werden. Wie eine von der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (ABGU) im Juli 2006 in Konstanz veranstaltete Fachtagung zum Thema „Bodenseeufer und Klimawandel“ herausstellte, beginnt sich die Fauna und Flora bereits auf steigende Temperaturen und veränderte Seespiegel einzustellen. Nach Zahlen des Karlsruher Instituts für Meteorologie und Klimaforschung stieg die Lufttemperatur am Bodensee in den vergangenen 70 Jahren um etwa 0,6 Grad. Die Jahreszeiten verschoben sich um 10–20 Tage nach vorne. Süddeutschland wird in zunehmendem Maße vom Azorenhoch erfasst. Extremereignisse wie Sturm, Hoch- und Niedrigwasser häufen sich. Nach einer im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg erstellten Klimastudie ist in den kommenden 50 Jahren in Südwestdeutschland mit einem weiteren Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur um 1,2 bis 1,7 Grad zu rechnen.

Für die Denkmalpflege in den Feuchtgebieten des Alpenvorlandes stellt die Perspektive eines solchen Klimawandels eine Herausforderung dar. Will man den Folgen eines anhaltenden Klimawandels am Bodensee und in Oberschwaben begegnen, so erfordert dies:

1. Erhöhte Wachsamkeit und genauere Beobachtung der Wasserstandsverhältnisse und ihrer Folgen im Flachwasser und im Moor.
2. Die Entwicklung von Projekten zur besseren Erkundung von Strömungsverhältnissen, Erosionserscheinungen und Stofftransport im Flachwasser des Bodensees, und daraus resultierend

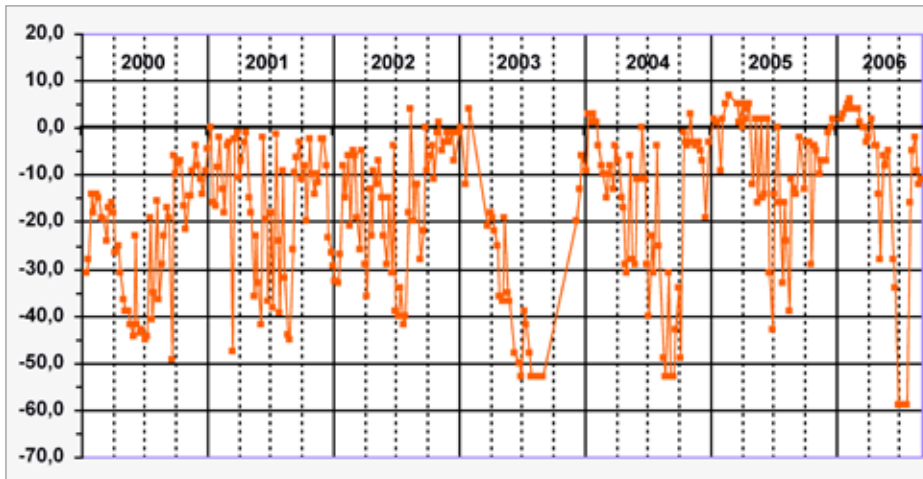


Abb. 8: Gang des Moorwasserpegels im „Oggelshauer Ried“, südliches Federseegebiet, Messstation 1. Pegelraten NABU-Naturschutzzentrum Federsee (Grafik J. Einstein).

neue, optimierte Maßnahmen zur Einbringung von Erosionsschutz in Ufersiedlungen.

3. Eine Modifikation begonnener Wiedervernässungs- und Managementkonzepte in den Fundstätten des Federseemoores.

4. Die Dokumentation und Bergung akut abgängiger und durch andere Maßnahmen nicht haltbarer Siedlungsareale.

Seit 2005 diskutiert eine Gruppe von Wissenschaftlern des Seenforschungsinstituts Langenargen, des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz und des Landesamtes für Denkmalpflege, Arbeitsstelle Hemmenhofen, die Durchführung eines Projektes „Erosion am Bodensee“, das der Entwicklung von Handlungsoptionen zum Schutz der prähistorischen Bodendenkmäler in der Flachwasserzone der Voralpenseen dienen soll. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), der unter der Federführung des Seenforschungsinstituts eine Projektskizze als Vorantrag unterbreitet wurde, hat einer Förderung allerdings wenig Chancen eingeräumt. Es sind also anderweitig Fördermittel zu suchen und weitere Strategien zu entwickeln, mit denen ein entsprechendes Projekt gestartet werden kann. Denn nur in Zusammenarbeit von Seenforschung und Denkmalpflege werden sich neue Monitoring- und Schutzkonzepte für das kulturelle Erbe im Flachwasser des Bodensees entwickeln lassen, die den Herausforderungen gewachsen sind.

Danksagung

Dr. Gerd Schröder, Seenforschungsinstitut Langenargen, Dr. Wolfgang Ostendorp, Limnologisches Institut der Universität Konstanz

und Jost Einstein, NABU-Naturschutzzentrum Federsee danken wir für sachdienliche Hinweise, den beiden letzteren vor allem auch für die Überlassung von aktuellen Pegelraten und grafischen Darstellungen zum Pegelgang. Dr. J. Köninger, A. Müller, W. Hohl und A. Harwath führten Bergungsarbeiten und Vermessungsaktionen durch. Ihrem Einsatz unter schwierigen klimatischen Bedingungen gebührt besonderer Dank.

Anschrift der Autoren

Dr. HELMUT SCHLICHTHERLE
Regierungspräsidium Stuttgart, Referat 115
Feuchtbodenarchäologie
D-78343 Gaienhofen-Hemmenhofen

Dr. MARTIN MAINBERGER
Ballrechterstr. 3
D-79219 Staufen

Literatur

COLES 2004: B. COLES, Steps towards the Heritage Management of Wetlands in Europe. *Journal of Wetland Archaeology* 4, 2004, 183–198.

LUFT 1990: G. LUFT, Veränderung der Bodensee-Wasserstände von 1887 bis 1987. *Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg* 6,2. Berichte (Karlsruhe 1990).

OSTENDORP 2004: W. OSTENDORP, Water level variability and trends in Lake Constance in the light of the 1999 centennial flood. *Limnologia* 43, 2004, 15–21.

SCHLICHTHERLE/BÜRGI 1986: H. SCHLICHTHERLE/J. BÜRGI, Gefährdete Ufersiedlungen am Bodensee. *Archäologie der Schweiz* 9, 1986, 34–41.

SCHLICHTHERLE 2003: H. SCHLICHTHERLE, Archäologische Reservatbildung: Erforschung von Fundlandschaften und Flächenerwerb am Beispiel Federsee. *Arch. Nachrichtenbl.* 8, 2003, 179–188.